

**Aus dem Med. Zentrum für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde  
Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie**

- Direktorin: Frau Prof. Dr. med. Roswitha Berger -

des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg

in Zusammenarbeit mit

dem Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH,

Standort Marburg

**Ergebnisse audiologischer Testverfahren in der Diagnostik der  
auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) bei  
Grundschulkindern**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin

dem Fachbereich Medizin  
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Helge Beimesche

aus Haselünne

Köln 2011

Angenommen vom Fachbereich Medizin  
der Philipps-Universität Marburg am:  
09.06.2011

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Prof. Dr. Matthias Rothmund  
Referentin: Frau Prof. Dr. med. R. Berger  
Korreferent: Herr Prof. Dr. Fritz Mattejat

## **Zusammenfassung**

### **Ergebnisse audiologischer Testverfahren in der Diagnostik der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) bei Grundschulkindern**

Auf dem Gebiet der Phoniatrie und Pädaudiologie ist das frühe Erkennen kindlicher Hör- und Sprachentwicklungsstörungen für den späteren Behandlungserfolg von fundamentaler Bedeutung. In diesem Zusammenhang spielt die Diagnostik kindlicher auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen eine ausschlaggebende Rolle. Bis heute fehlen größtenteils gesicherte Vergleichsdaten (zentraler) auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen von normal hörenden Kindern im Grundschulalter. Auch ist nach wie vor nicht klar, welche diagnostischen Mittel besonders geeignet sein könnten, kindliche auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen möglichst früh und zuverlässig zu erfassen. In der vorliegenden Arbeit sollten daher im Sinne einer Erhebung von Referenzdaten wesentliche Teilfunktionen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung von normal hörenden Grundschulkindern anhand speziell ausgesuchter pädaudiologischer Testverfahren untersucht werden. Um eine Aussage über die Trennschärfe und somit über die Diagnosezuverlässigkeit der eingesetzten Testverfahren zu erhalten, sollten die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit darüber hinaus direkt mit einer unter exakt identischen Versuchsbedingungen erhobenen Parallelstudie mit auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern verglichen werden. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde aus bei Erwachsenen bereits mehr oder weniger etablierten audiometrischen Untersuchungsverfahren eine möglichst kindgerechte Testbatterie entwickelt bzw. zusammengestellt. Der erste Test diente der Untersuchung binauraler Hörverarbeitungsprozesse als Teilfunktion der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung durch Testung des Sprachverstehens unter dem Einfluss von Störlärm. Hier sollte geprüft werden, ob und in welchem Ausmaß ein Verständlichkeitsvorteil durch räumliche Trennung von Nutz- und Störsignalquelle erreicht werden kann. Als zu erkennendes Sprachmaterial dienten einsilbige Substantive des Göttinger Kindersprachtests II und als Störgeräusch ein Wörtergewirr, das aus dem Sprachmaterial des Freiburger Sprachtests gewonnen wurde. Sprache und Störgeräusch wurden zunächst aus ein und derselben Schallquelle und im zweiten Schritt aus zuvor festgeleg-

ten unterschiedlichen Richtungen dargeboten. Durch die räumliche Trennung von Nutz- und Störsignalquelle ergab sich im Ergebnis ein deutlicher Verständlichkeitsvorteil, d. h. dass die untersuchten Kinder schon bei deutlich geringeren Dezibelzahlen in der Lage waren, im Mittel 50% der Testwörter richtig zu erkennen. Somit konnten anhand genauer Messungen des Sprachverstehens unter dem Einfluss von Störlärm die binauralen Hörverarbeitungsprozesse als wichtige Instanz der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung identifiziert werden. Der Vergleich mit den deutlich schwächeren Leistungen bei den in einer Parallelstudie untersuchten auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern erlaubt darüber hinaus den Rückschluss, dass die Fähigkeit, informationsrelevante Schallereignisse aus Störlärm herauszufiltern (auditive Selektion), als messbare Teilfunktion der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung ein wichtiger Baustein in der Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen sein kann.

Als weitere Teilfunktion der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung wurde in einem zweiten Test das Richtungshörvermögen (auditive Lokalisation) untersucht. Hierbei wurden einem im Zentrum eines Lautsprecherrings sitzenden Kind im freien Schallfeld als zu ortende Schallsignale jeweils kurze Sequenzen eines Kinderliedes und des oben bereits erwähnten Geräuschs eingespielt. Das Kind musste dann auf den Lautsprecher zeigen, aus dem es das Schallsignal gehört zu haben glaubte. Es zeigte sich, dass die untersuchten Kinder Schallsignale, die von hinten bzw. seitlich hinten ankamen, deutlich schlechter zutreffend lokalisieren konnten als solche, die von vorne oder von der Seite her kamen. Somit konnte herausgearbeitet werden, dass normal entwickelte, hörgesunde Kinder im Grundschulalter Schallereignisse von hinten bzw. seitlich hinten *deutlich schlechter* orten können als solche von vorne oder von der Seite. Dieses Erkenntnis ist von durchaus hoher Relevanz, betrachtet man z. B. die Abhängigkeit der Schulleistung von der Sitzanordnung im Klassenzimmer oder das Verhalten von Kindern im Straßenverkehr. Ein klarer Nutzen für die Diagnostik einer auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung ließ sich in der vorliegenden Arbeit im direkten Vergleich mit den auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern aus der Parallelstudie dabei jedoch nicht ableiten.

In einem dritten Test sollten die Kinder im so genannten „Dichotischen Diskriminationstest“ nach V. Uttenweiler zwei verschiedene, simultan per Kopfhörer eingespielte dreisilbige Substantive vollständig richtig wieder geben.

Diese als Fähigkeit zur dichotischen Diskrimination (auditiven Separation) bezeichnete Teilfunktion hat sich ebenfalls als ein empfindlicher Parameter zur Erfassung auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen herausgestellt. Im Ergebnis fiel es normalhörigen Kindern im Vergleich mit auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern deutlich leichter, dichotisch angebotene Wortpaare binaural zu verarbeiten und korrekt wiederzugeben.

Defizite bei der statistischen Auswertbarkeit der Testergebnisse führten dann dazu, Überlegungen bezüglich der Anwendung, Durchführung und Auswertung des Dichotischen Diskriminationstests für Kinder nach V. Uttenweiler anzustellen, wodurch Empfindlichkeit, Trennschärfe, Objektivität und Reliabilität des Tests gesteigert werden konnten und die Testergebnisse jetzt statistisch miteinander vergleichbar sind. Überdies wurde eine Verkürzung der Untersuchungszeit erreicht.

## Summary

### **Results of Audiological Testing Procedures in the Diagnostics of Auditory Processing Disorder for Primary School Children**

In the field of phoniatrics and paedaudiology the early detection of developmental disorders of hearing ability as well as disorders of linguistic development in children is of particular importance for a later success of any kind of treatment. Hence, the diagnostics of infantile Auditory Perceptual and Processing Disorders play a critical role.

To this day, no verified reference data of (central) auditory perception and processing performance is available for children of normal hearing of primary school age. Neither is clear, so far, which measures of diagnostics might be best suited for detecting infantile Auditory Perceptual and Processing Disorders as early and reliably as possible.

The aim of the present paper is to collect reference data in order to study elementary functions of auditory perception and processing in children with normal hearing by applying selected paedaudiologic testing procedures. To achieve a proposition regarding selectivity and hence the reliability of diagnostics of the testing procedures applied, the results of the present paper were to be compared with data of a study conducted under exactly the same conditions among children with impaired auditory perception and processing. Here, testing procedures already more or less established for adults were used as a basis for developing a child-oriented testing.

The first test was aimed at examining binaural hearing processes as part of auditory perception and processing by testing comprehension of speech under the impact of disturbing noise. It was to be tested if and to what extent an advantage for intelligibility can be drawn from a spatially separated set-up of the sources of the useful and the interfering signal. The signals to be recognised were monosyllabic nouns of the Goettinger Kindersprachtest II and a babel of voices extracted from material of the Freiburger Sprachtest. Speech and disturbing noise were first emitted from the same acoustic source; whereas during the next step the noise came from different, beforehand specified directions.

The spatial separation of the sources of useful and interfering signal showed a distinct advantage for perceivability, i.e., the children tested were able, by an average of 50%, to correctly recognise the tested words already at significantly lower decibel levels.

Thus, by exactly measuring speech comprehension under the impact of disturbing noise, binaural auditory processing could be identified as an important part of auditory perception and processing. The comparison of distinctly weaker results obtained in a study with children with impaired cognition and perception allows drawing the conclusion that the ability of filtering relevant occurrences of sound (auditory selection) as a measurable function of auditory perception and processing is an important component of the diagnostics of Auditory Processing and Perceptual Disorders.

In a second test, the ability for directional hearing (auditory localisation) was examined as another partial function of auditory perception and processing.

Here, a child sitting in the centre of a ring of speakers had to localise sound signals in a free sound field in the form of short sequences of nursery rhymes in combination with the noise mentioned above. The child then had to point to the one speaker it believed was the source of the sound. It was revealed that the children were able to localise posterior or posterolateral signals significantly less accurately than signals from frontal or lateral. It could hence be elaborated that primary school children who were developed normally and with normal hearing could localise incidents of sounds coming from posterior and posterolateral significantly worse than signals coming from frontal or lateral, respectively. This finding is indeed of particular relevance if you take a look at the performance at school depending on seating arrangements in class rooms, or how children behave in traffic.

However, in direct comparison with the results of the children with impaired auditory perception and processing a clear benefit for the diagnostics of Auditory Processing Disorders could not be established.

In a third test, the so called "Dichotic Discrimination Test" by V. Uttenweiler, the children simultaneously heard via headphones two different trisyllabic nouns and were asked to recite them all. This ability for dichotic discrimination (auditory selection) has also turned out as a sensitive parameter for assessing auditory perception and processing performance. It could be shown that it was much less difficult for children with normal hearing than for those with impaired auditory perception and processing abilities to hear and to process binaurally offered dichotic pairs of words and to subsequently recite them correctly.

Deficits of the statistical applicability of the test results have led to further reflections on application, conduction, and evaluation of V. Uttenweiler's Dichotic Discrimination Test. As a result, sensitivity, selectivity, objectivity, and reliability could be increased;

so test results are now statistically comparable. In addition, testing time could be reduced.



1. Einleitung .....	11
<b>1.1 Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung - Einführung in das Thema</b> .....	11
<b>1.2 Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung – Anatomische und physiologische Grundlagen (Exkurs)</b> .....	15
1.2.1 Anatomische Grundlagen der zentralen Hörbahn.....	15
1.2.2 Funktionelle Grundlagen der menschlichen Hörbahn.....	16
1.2.3 Grundzüge der Hörbahnreifung.....	18
1.2.4 Spezielle Leistungen der verschiedenen Abschnitte des Hörsystems ab dem Mittelohr im Überblick.....	18
1.2.5 Qualitäten der auditiven Sprachwahrnehmung im Überblick.....	19
1.2.6 Zentrale auditive Verarbeitung.....	20
<b>1.3 Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung - Diagnostische Möglichkeiten und Untersuchungsverfahren</b> .....	23
1.3.1 Teilfunktionen und Testverfahren im Bereich der auditiven Verarbeitung .....	25
1.3.2 Teilfunktionen und Testverfahren im Bereich der auditiven Wahrnehmung.....	26
<b>1.4 Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung - Therapeutische Ansätze</b> .....	28
<b>1.5 Fragestellung der vorliegenden Arbeit</b> .....	30
2. Literaturüberblick – Historisch-kontextuelle Einordnung der untersuchten Testverfahren .....	33
<b>2.1 Sprachaudiometrische Untersuchungsverfahren</b> .....	33
2.1.1 Verfahren mit akustisch modifizierter Sprache .....	34
2.1.2 Sprachaudiometrie im Störgeräusch.....	36
2.1.3 Störschall.....	42
<b>2.2 Die Messung des Richtungshörvermögens</b> .....	44
<b>2.3 Die dichotische Diskrimination</b> .....	47
<b>2.4 Individuelle Einflussfaktoren</b> .....	51
3. Methodischer Teil.....	52
<b>3.1 Allgemeines</b> .....	52
<b>3.2 Testgeräte</b> .....	53
<b>3.3 Angewandte Verfahren</b> .....	54
3.3.1 Sprachaudiometrie mit Störgeräusch.....	54
3.3.2 Untersuchung des Richtungshörvermögens im freien Schallfeld.....	54
3.3.3 Dichotischer Diskriminationstest.....	54
<b>3.4 Durchführung</b> .....	55
3.4.1 Vorbereitung und Ablauf der Untersuchungen.....	55
3.4.2 Eingangsdiagnostik.....	56
3.4.3 Untersuchung der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen.....	57
<b>3.5 Dokumentation, Auswertung und statistische Verfahren</b> .....	64
3.5.1 Protokollierung und Speicherung der Daten.....	64
3.5.2 Auswertung der Messdaten .....	64
4. Ergebnisteil.....	67
<b>4.1 Ergebnisse der Eingangsdiagnostik</b> .....	67
<b>4.2 Ergebnisse der eingesetzten Testverfahren:</b> .....	68
4.2.1 Sprachaudiometrie im Störgeräusch (auditive Selektion):.....	68
4.2.2 Richtungshörvermögen (auditive Lokalisation):.....	76
4.2.3 Dichotische Diskrimination (auditive Separation).....	79
5. Diskussion.....	81
<b>5.1 Sprachaudiometrie im Störgeräusch</b> .....	81
5.1.1 Allgemeines.....	81
5.1.2 Methodischer Teil, Ergebnisse, Bewertung und Ausblick.....	82
<b>5.2 Untersuchung des Richtungshörvermögens</b> .....	93
5.2.1 Allgemeines.....	93
5.2.2 Methodischer Teil, Ergebnisse, Bewertung und Ausblick.....	93
<b>5.3 Die dichotische Diskrimination</b> .....	97

5.3.1 Allgemeines.....	97
5.3.2 Methodischer Teil, Ergebnisse, Bewertung und Ausblick.....	98
6. Literaturverzeichnis.....	106
7. Anhang .....	128
<b>7.1 Verzeichnis der Abkürzungen, Abbildungen und Tabellen</b> .....	128
7.1.1 Verzeichnis der Abkürzungen.....	128
7.1.2 Verzeichnis der Abbildungen.....	129
7.1.3 Verzeichnis der Tabellen .....	129
<b>7.2 Eingesetzte Materialien</b> .....	130
7.2.1 Anamnesebogen zur Erfassung auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen .....	130
7.2.2 Wortmaterial des Göttinger Kindersprachverständnistests II .....	133
7.2.3 Wortmaterial des dichotischen Diskriminationstests nach V. Uttenweiler .....	134
8. Lebenslauf.....	135
9. Verzeichnis der akademischen Lehrer .....	136
10. Danksagung .....	137
11. Ehrenwörtliche Erklärung.....	138

# 1. Einleitung

## 1.1 Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung - Einführung in das Thema

Eine der wichtigsten Voraussetzungen menschlichen Zusammenlebens ist die Fähigkeit zur Kommunikation. Das primäre Kommunikationsinstrument des Menschen ist die Sprache, deren Erwerb zuallererst auf der uneingeschränkten Funktionstüchtigkeit des Gehörs beruht. Die Hauptaufgabe des menschlichen Gehörs ist es, Sprachschall zu analysieren. Hierbei ist die *auditive Verarbeitung und Wahrnehmung* von Sprachschall eine der wichtigsten Voraussetzungen zur Sprachwahrnehmung und zum Spracherwerb [21] und stellt damit einen Eckpfeiler für die Entwicklung der Sprache dar.

Die *auditive Verarbeitung und Wahrnehmung* ist die Fähigkeit, Schallereignisse jeglicher Art differenziert aufzunehmen, diese weiterzuleiten, ihre Bedeutung zu verstehen, zu erfassen und in bereits Erlebtes einzuordnen, weshalb sie gerade für das heranwachsende Kind für die präzise Wahrnehmung, den Aufbau und das exakte Erlernen der Sprache unerlässlich ist [17; 21].

Das heißt im Umkehrschluss, dass jede Beeinträchtigung des kindlichen Gehörs sich nachteilig auf den Erwerb sprachlicher Fähigkeiten und damit ungünstig auf das zentrale Instrument der zwischenmenschlichen Kommunikation auswirken kann, weshalb Hörbeeinträchtigungen möglichst früh erkannt und die betroffenen Kinder so früh wie möglich einer spezialisierten Förderung bzw. Behandlung zugeführt werden sollten [167].

Über Kinder (und Erwachsene), die sich im Alltag hörauffällig verhalten oder über Hörbeeinträchtigungen klagen, obwohl das periphere Hörorgan intakt ist, wird bereits seit Jahrzehnten international berichtet. Störungen dieser Art wurden jedoch über einen langen Zeitraum sehr unterschiedlich klassifiziert, ohne dass die verwendeten Begriffe exakt definiert oder klar untereinander abgegrenzt wurden. Dies gilt sowohl für den deutschen als auch für den internationalen Sprachraum [148; 171].

Insbesondere der wichtige Begriff der *auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung* wurde lange Zeit nicht eindeutig definiert [21; 148; 167].

**Definition des Störungsbegriffs.** Um die Begriffsvielfalt und die Aspekte des zentralen Hörprozesses in der deutschsprachigen Literatur zu vereinheitlichen und daraus resultierende Störungen mit einem möglichst eng umrissenen Terminus zu versehen, wurde 2000 ein erstes deutschsprachiges Konsensuspapier der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP) erarbeitet und der Begriff der „Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen“ eingeführt [168].

Neue klinische und wissenschaftliche Erkenntnisse machten inzwischen eine weitere Überarbeitung und Aktualisierung erforderlich [148; 171].

Nach der aktuellen Definition der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie ist dann von einer „Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung“ zu sprechen, wenn „bei normalem Tonaudiogramm zentrale Prozesse des Hörens gestört“ sind. Zentrale Prozesse des Hörens ermöglichen u. a. die vorbewusste und bewusste Analyse, Differenzierung und Identifikation von Zeit-, Frequenz- und Intensitätsveränderungen akustischer oder auditivsprachlicher Signale sowie Prozesse der binauralen Interaktion (z. B. zur Geräuschlokalisierung, Lateralisation, Störgeräuschbefreiung, Summation) und der dichotischen Verarbeitung [148; 168; 171].

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen beschreiben ein Informationsverarbeitungsdefizit, das primär oder schwerpunktmäßig die auditive Sinnesmodalität betrifft [35; 42; 91].

**Epidemiologie.** Die Häufigkeit aller Formen kindlicher Hörstörungen liegt weltweit zwischen 0,9 und 13% [70].

Gesicherte epidemiologische Daten zu auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen existieren bisher nicht; bei den verfügbaren Angaben handelt es sich daher um (fundierte) Schätzungen. Die Prävalenz kindlicher auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen wird hierzulande gegenwärtig

zwischen 2 und 3% angesiedelt und im angloamerikanischen Sprachraum mit bis zu 8% angegeben. Bezüglich der Geschlechtsverteilung der Betroffenen wird ein Verhältnis männlich zu weiblich von 2:1 angenommen [168; 171].

**Ätiologie und Pathogenese.** Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen beruhen nach heutiger Kenntnis auf einer Dysfunktion der Afferenzen und Efferenzen der zur Hörbahn gehörenden Anteile des zentralen Nervensystems [37; 67; 87; 92; 148; 167].

Laut Tallal et al. [183] ist es bisher nicht bekannt, ob diese Störung isoliert nur die Hörbahn betrifft oder ob vielmehr ein generelles Defizit, z. B. in der so genannten schnellen neuronalen Kodierung, vorliegt.

Aufgrund klinischer Beobachtungen kann allerdings vermutet werden, dass einzelne Abschnitte der Hörbahn in unterschiedlichem Maße von einer Dysfunktion betroffen sein können [95; 169; 174; 223].

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen des Erwachsenenalters sind in der Regel erworben. In der einschlägigen Literatur finden sich umschriebene neurologische Läsionen wie z. B. Tumoren, ischämische oder hämorrhagische Infarkte, Aneurysmata oder Multiple Sklerose als Ursache. Auch exogene Faktoren wie Traumata oder Intoxikationen werden als ursächlich für eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung aufgeführt [9; 50; 65; 67; 83; 99; 139; 141; 142; 154].

Als Hauptursache zentraler Hörschäden des Kindesalters werden in der Literatur u. a. gehäufte Otitiden im Säuglings- und Kleinkindalter angenommen, da diese die optimale Ausreifung der zentralen Hörbahn behindern (können) [4; 17; 36].

Löwe [121] postuliert eine genetische Disposition und führt Infektionskrankheiten wie Röteln und Meningitiden sowie Lärmschäden, Anoxien und Kopfverletzungen als weitere mögliche Ursachen frühkindlicher zentraler Hörschäden an.

Bamiou, Liasis und Boyd [9] betrachten die zentrale auditive Dysfunktion als mögliche Erstmanifestation von bis dahin unentdeckt gebliebenen Hirnerkrankungen.

Salvi, Wang und Ding [172] begreifen Störungen des zentralen auditiven Systems anhand von Tiermodellen als Folge eines hochselektiven Verlustes innerer Haarzellen.

In einem Fallbericht aus dem Jahre 1998 werden zentrale auditive Störungen von Stach, Westerberg und Roberson [188] als mögliche Folge einer Miliartuberkulose beschrieben.

In einer Arbeit aus 2001 wird von Huang, Yeh und Tan [81] ein Zusammenhang zwischen Störungen des auditorischen Systems und einseitiger Nierenagenesie gesehen.

Wendler und Seidner et al. [215] nennen ergänzend die Hyperbilirubinämie als möglichen ätiologischen Faktor.

Laut Ptok [167] lassen sich genaue Gründe zentraler Hörstörungen des Kindesalters nicht sicher nachweisen. Er vermutet, dass genetische Einflüsse, peri- und postnataler Sauerstoffmangel, Nikotin-, Alkohol-, Drogen- und Medikamentenabusus der Mutter während der Schwangerschaft, Frühgeburtlichkeit bzw. Übertragung sowie schwere Ernährungsstörungen mit Toxikose als ursächliche Faktoren hierfür in Frage kommen.

Von Suchodoletz [191], Ptok [169] und andere Autoren plädieren daher für eine multifaktorielle Ätiologie, wonach psychosoziale Faktoren zur Manifestation einer genetisch oder hirnorganisch bedingten Disposition führen (können), die genauen Ursachen auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen jedoch bislang in vielen Fällen unklar bleiben.

**Symptomatik.** Die auditive Verarbeitung und Wahrnehmung hat eine Vielzahl verschiedener Aufgaben zu erfüllen. Entsprechend der Fülle an möglichen betroffenen Abschnitten und Funktionseinheiten des zentralen Hörsystems zeigen die an auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen erkrankten Kinder sehr variable Symptome und präsentieren sich als überaus heterogene Population [8; 66; 203].

Weitgehende Einigkeit besteht unter den Autoren darüber, dass sich auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen klinisch oft durch Störungen bzw.

Verzögerungen der aktiven und passiven Sprachentwicklung manifestieren [15; 17; 16; 21; 24; 130; 152; 183].

Beeinträchtigungen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung können unter anderem zu Störungen der Erkennung und Unterscheidung von Schallreizen, des Richtungshörvermögens sowie der Interaktion zwischen beiden Ohren (z. B. bei der Störgeräuschunterdrückung) führen. Dies kann u. a. eine gestörte Schallquellenlokalisierung, eine eingeschränkte Spracherkennung im Störgeräusch oder Probleme beim Sprachverstehen in Gruppensituationen im Alltag und insbesondere in der Schule zur Folge haben.

Analog zu den sekundären Folgen von peripheren Hörstörungen wird auch für auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen im Kindesalter angenommen, dass sie zu Beeinträchtigungen der rezeptiven und expressiven Sprachentwicklung, des Schriftspracherwerbs, der Aufmerksamkeit, der Schulleistungen, der psychosozialen Kompetenz, des Bildungsniveaus, der Persönlichkeitsentwicklung sowie der emotionalen und sprachlich-kognitiven Entwicklung führen können [5; 6; 9; 13; 37; 73; 91; 199; 204]. Ängste, Lernstörungen, sozialer Rückzug oder übermäßig aggressives Verhalten können die Folge sein [167; 214; 222].

## **1.2 Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung – Anatomische und physiologische Grundlagen (Exkurs)**

### *1.2.1 Anatomische Grundlagen der zentralen Hörbahn*

Die zentrale Hörbahn geht vom Spiralganglion aus, welches im Inneren der Hörschnecke (Cochlea) liegt und aus bipolaren Ganglienzellen besteht. Die zentralen Fortsätze der Ganglienzellen bilden den Hörnerv, dessen Fasern durch den Kleinhirnbrückenwinkel zum Nucleus cochlearis ventralis und zum Nucleus cochlearis dorsalis ziehen. Vom ventralen Cochleariskern kreuzt der Hauptanteil der Fasern zur Gegenseite und endet in den Kernen der oberen Olive. Ein kleinerer Teil der Fasern jedoch verläuft auch ungekreuzt zu den Olivenkernen der ipsila-

teralen Seite. Somit erhalten die Olivenkerne als erste Strukturen der Hörbahn Informationen von beiden Ohren. Vom dorsalen Cochleariskern kreuzt ebenfalls eine Bahn zur Gegenseite und erreicht dort die Kerngebiete des Lemniscus lateralis. Gleichzeitig werden die Schleifenkerne von ipsilateralen Fasern erreicht. Auch auf dieser Ebene kommt es wiederum zu einer Verknüpfung der ipsi- und kontralateralen Bahnen. Die Hörbahn verläuft dann weiter über die Colliculi inferiores sowie das Corpus geniculatum mediale und von dort als Hörstrahlung (Radiatio acustica) zu den Heschl'schen Querwindungen des Temporallappens. Hier liegt das primäre Hörzentrum, das Verbindungen zu den sog. Projektionsfeldern der Großhirnrinde unterhält, welche durch weitere Verarbeitungsprozesse das Hören im Sinne von Erkennen oder Wahrnehmen erst möglich machen.

### *1.2.2 Funktionelle Grundlagen der menschlichen Hörbahn*

Die Hauptaufgabe des menschlichen Hörsystems ist nicht, Frequenzen zu analysieren oder Lautstärken in Schwellennähe zu diskriminieren. Vielmehr besteht die Hauptaufgabe darin, bei mittleren Lautstärken dynamische Veränderungen in Amplitude, Frequenz und Zeit zu verarbeiten und damit Sprache zu erkennen [167].

Zum Verständnis der zentralen Verarbeitungsmechanismen sollen wesentliche Verknüpfungen der auf- und absteigenden Bahnsysteme in diesem Abschnitt nach funktionellen Gesichtspunkten kurz erläutert werden:

Die afferenten Nervenfasern des Hörnervs verknüpfen sich nach Eintritt in das Gehirn mit den sekundären sensorischen Neuronen. Gemeinsam führen diese Bahnen zu den höheren Kerngebieten im Thalamus. Von dort werden über mindestens sechs zusammen geschaltete Neurone die kortikalen Projektionsfelder innerviert. So werden die Informationen von der Cochlea bis zum auditorischen Kortex weitergeleitet. Die Assoziationsgebiete der linken und rechten Hirnhemisphäre stehen über das Corpus callosum miteinander in Verbindung. Dieser interhemisphärische Transfer auditorischer Informationen verbindet somit zwei unterschiedlich organisierte Hirnhälften.



Es wird angenommen, dass die linke Hemisphäre spezialisiert ist für Rede und Sprache, für analytische und abstrakte Informationen, für Segmentierung, Folgenerfassung und Logik [105].

Das auditorische System enthält neben den aufsteigenden auch eine große Zahl absteigender Nervenfasern. Diese beiden Fasersysteme verlaufen anatomisch zwar angenähert, sind jedoch in der Regel nicht miteinander vermischt. Die efferente Hörbahn verbindet alle Ebenen des auditorischen Systems miteinander [224].

Somit sind höhere Zentren durch efferente Bahnen in der Lage, die Aktivität und Funktion aller peripheren Ebenen zu beeinflussen. Sie können dabei sowohl hemmenden als auch bahnenden Einfluss auf die Funktion des afferenten Systems haben. So werden z.B. in der dichotischen Hörsituation die kontralateralen Wege gebahnt, die ipsilateralen hingegen gehemmt [224].

Die Besonderheit des menschlichen Gehirns ist die, dass Assoziationsareale, die der Hörrinde benachbart sind, die Sprachverarbeitung, Speicherung und damit auch die Gedächtnisleistung ermöglichen. Dem primären und sekundären auditorischen Kortex schließen sich im Schläfenlappen Bereiche an, die als *akustischer Assoziationskortex* bezeichnet werden. Außerdem grenzt okzipital das *Wernicke - Sprachzentrum* an. Dieses ist auf der linken Hemisphäre zumeist größer als auf der rechten Seite (Lateralisation der Sprachfunktion). Beide Gebiete erhalten einerseits Sprachinformationen über die akustischen Bahnen. Andererseits treffen auch Informationen anderer Modalitäten über sinnesspezifische Bahnen dort ein. Die Informationen werden mit der akustischen Wahrnehmung in Einklang gebracht. Diese Hirnanteile ermöglichen so das Erkennen und Verstehen bestimmter Umweltreize oder abstrakter Sprachinhalte.

Insgesamt betrachtet ist die intra- und intermodale Wahrnehmung somit ein Vorgang, der alle Sinnesmodalitäten einschließt. Die Ergebnisse der Verarbeitung in den Hirnabschnitten beider Hemisphären werden zu einem Gesamteindruck integriert [203].

### *1.2.3 Grundzüge der Hörbahnreifung*

Zum Zeitpunkt der Geburt ist die zentrale Hörbahn zwar vollständig angelegt, ihre Nervenfasern sind jedoch noch nicht myelinisiert. Die Myelinisierung der betreffenden Nervenfasern findet im Rahmen der Hörbahnreifung in den ersten beiden Lebensjahren statt. Darüber hinaus ist in dieser für die Hörbahnreifung als kritisch zu betrachtenden Phase die Aufnahme ständig neuer sinnesmodalitätsspezifischer Stimuli, also akustischer Reize, für die Umbauvorgänge der synaptischen Verschaltungen („Bahnung“) maßgeblich verantwortlich. Fehlt während dieser sensiblen Phase die adäquate akustische Stimulation, so werden die Möglichkeiten der Ausreifung der Hörbahn nicht optimal ausgeschöpft [215].

### *1.2.4 Spezielle Leistungen der verschiedenen Abschnitte des Hörsystems ab dem Mittelohr im Überblick*

Im Mittelohr wird der Körperschall zum Innenohr transportiert. Die spezielle Anordnung des Trommelfells und der Gehörknöchelchen bewirkt eine Vorverstärkung und eine Impedanzanpassung des Schallsignals.

Im Innenohr wird die mechanische Energie des Schallsignals nochmals aktiv verstärkt und anschließend in bioelektrische Energie (= Nervenimpulse) umgewandelt [224]. Die Impulse werden im Hörnerv zum Nucleus cochlearis im Hirnstamm weitergeleitet.

Im Hirnstamm werden akustisch evozierte Nervenimpulse verarbeitet (Kodierung von Frequenz, Intensität, Phase und Stimulationszeit sowie Signalmerkmalstransduktion).

Dies ermöglicht bereits auf dieser Ebene die Funktionen Lokalisation, Summation, Fusion, Separation, Diskrimination, Identifikation, Differenzierung und Integration von (Sprach-) Signalen [167].

Dem auditorischen Kortex werden Laut- und Geräuschempfindung, Klang- und Wortverständnis, akustische Aufmerksamkeit und Speicherung von Wort-, Musik- und Sprachinhalten zugeschrieben [167].

### *1.2.5 Qualitäten der auditiven Sprachwahrnehmung im Überblick*

Die zentrale auditive Wahrnehmung beruht auf einer hochgradigen Reduktion der von der Cochlea aufgenommenen Informationen. Von ca.  $10^4$  bit, die pro Sekunde über das Ohr aufgenommen werden, erreichen nur etwa  $10^2$  bit pro Sekunde das Bewusstsein. Die Fähigkeit der auditiven Wahrnehmung entwickelt sich mit einem Höhepunkt im Alter von 3 bis 8 Jahren infolge auditiver Erfahrung und Erziehung [215].

Die Leistung der auditiven Wahrnehmung besteht darin, aus der Vielzahl der vom Ohr aufgenommenen Reize nur die wenigen, die nützlich sind, auszuwählen. Innerhalb der zahlreichen Parameter der auditiven Wahrnehmung lassen sich mehrere Kategorien unterscheiden. Drei dieser Kategorien gelten für alle Sinne des Menschen. Sie sind als sensomotorische Koordination, Figur-Hintergrund-Unterscheidung und Wahrnehmungskonstanz in allen Sinneswahrnehmungen vorhanden. Als wichtigste Grundlage der auditiven Wahrnehmung ist die Figur-Hintergrund-Unterscheidung anzusehen. Hierbei wird aus einer Fülle von Informationen die im Augenblick nützlichste ausgewählt. Dabei entspricht die lauteste Information nicht notwendigerweise der nützlichsten. In lärmgefüllter Umgebung hört man nicht unbedingt die am lautesten sprechende Person, sondern die, der man zuhören will [224].

Unter „Klangfarbenkonstanz“ versteht man die Fähigkeit, einen Klang oder ein Geräusch aufgrund bestimmter Eigenschaften der Klangfarbe zu erkennen, z.B. das Knarren einer Tür auch als solches zu identifizieren. Fehlt diese Fähigkeit, so bereitet die Phonemerkennung der Sprache erhebliche Schwierigkeiten [215].

An Parametern der auditiven Wahrnehmung sind außerdem die Fähigkeit zur Diskrimination von Stille und Klang bzw. Geräusch sowie die Diskrimination von Klang und Geräusch untereinander zu nennen. Klänge (wie z. B. Vokale) entsprechen periodischem Schall, Geräusche (wie z. B. Konsonanten) sind aperiodische Schallereignisse. Letztere können in der Gegenüberstellung lediglich am Vorhandensein oder Fehlen bestimmter Geräuschanteile unterschieden werden.

Die Diskrimination zwischen Impuls- und Dauerschall oder zwischen ständigen und periodisch unterbrochenen Schalleinheiten sowie die Perzeption von Melodie und Dynamik (Prosodie) sind als weitere Qualitäten der zentralen auditiven Wahrnehmung zu erwähnen [215].

### *1.2.6 Zentrale auditive Verarbeitung*

Zu den Fähigkeiten des Hörsystems gehört neben der Frequenz- und Schalldruckanalyse auch die Einschätzung der Richtung und des Abstandes einer Schallquelle. Die Fähigkeit zentraler auditiver Verarbeitung ermöglicht es, Gehörtes zu erkennen, zu verarbeiten und zu behalten.

Zimbardo [225] interpretiert Wahrnehmung als einen Gesamtprozess, der durch die ständig einströmenden Reize in das ZNS und dessen Organisation zu einem Gesamtereignis beschrieben werden kann.

McAdams [129] und Bredman [29] sehen die auditive Verarbeitung als einen Prozess zur auditiven Identifikation. Ihr Modell sieht einen stufenweisen Prozess vor, der nach der Schallaufnahme durch das Ohr als ersten Schritt eine auditive Gruppierung nach akustischen Eigenschaften beinhaltet. Danach erfolgt eine Analyse dieser auditiven Eigenschaften im Vergleich mit dem auditiven Gedächtnis. Die auditive Identifikation wird durch die Einbeziehung auditiver Merkmalsanalysen, die sich in einem Langzeitspeicher befinden, gewährleistet. Die Einbeziehung des gegenwärtigen Kontextes hat dabei eine große Bedeutung. Einen wesentlichen Platz in diesem Modell nehmen Rückkoppelungen zu verschiedenen Phasen des Identifikationsprozesses ein.

Nach Semel [180] lassen sich die auditiven Wahrnehmungsprozesse in drei Abschnitte unterteilen:

1. Antwort auf Stimuli
2. Organisation der Stimuli
3. Erfassen des Sinnes einer Botschaft

Dieses Stufenmodell lässt sich folgendermaßen interpretieren:

**Erste Stufe.** Um eine ungestörte Verarbeitung zu ermöglichen, ist eine intakte periphere akustische Signalaufnahme notwendig, die mit der Umwandlung der mechanischen Energie in bioelektrische Aktivität einhergeht. Dabei werden Informationen über Intensität, Frequenz und Lokalisation der Schallquelle bereits in der Cochlea vorverarbeitet.

Plinkert und Zenner [159] betonen, dass die hohe Frequenzauflösung zur Sprachverständlichkeit bereits auf kochleärer Ebene realisiert wird. Eine gestörte Signalaufnahme im Mittel- und Innenohr macht auch eine gestörte Verarbeitung wahrscheinlich.

**Zweite Stufe.** Unter Organisation von Stimuli werden die Schalllokalisierung, die auditive Diskrimination, die Integration und Fusion verstanden. Dazu zählen

- die Bedeutung der zeitlichen Aspekte bei der Verarbeitung von akustischen Signalen und
- die Auswirkungen der binauralen Integration.

Dies hat für das Verstehen im Störgeräusch, also die Spracherkennung unter ungünstigen akustischen Bedingungen, sowie für das Richtungshören eine große Bedeutung.

**Dritte Stufe.** Das menschliche Gehirn lässt sich nach phylogenetischen Kriterien in primäre, sekundäre und tertiäre kortikale Regionen unterteilen, die miteinander assoziiert sind.

Für die Erkennung und Verarbeitung von Sprache existieren geeignete Areale im Kortex, die im Schläfenlappen über Assoziationsfasern an die sekundären und primären Hörfelder grenzen. Sie werden als akustischer Assoziationskortex bezeichnet.

Zur Sinnerfassung einer Botschaft sind Ergänzung und Synthese notwendig. Dazu werden zusätzliche Informationen durch andere Sinnesorgane (Auge, Kinästhesie, Taktilität) genutzt. Demnach kann die „Wahrnehmung“ nicht nur ei-

nem Areal zugeordnet werden, sondern basiert auf der Verknüpfung unterschiedlicher Sinnesleistungen.

Dieroff [46] hat in einer Übersicht das Hörsystem in fünf Ebenen eingeteilt und diesen Ebenen spezielle Hörleistungen zugeordnet. Vier dieser fünf Ebenen übernehmen hiernach eine wichtige Aufgabe in der Selektionsfähigkeit, wobei ihnen die Fähigkeit einer aktiven Selektion zukommt.

Bisher fehlen detaillierte Kenntnisse über die Verarbeitungsschritte der einzelnen Hörbahnstationen. Moore [136] beschrieb eine Erregungsverstärkung infolge kontralateraler und ipsilateraler Signalsteuerung in der oberen Olive.

In den höheren Bereichen der Hörbahn sind wichtige Informationen wie Pegeländerungen, Frequenzänderungen sowie zeitliche Laufzeitdifferenzen zwischen rechtem und linkem Ohr notwendig, um sie als akustische Änderungen kortikal verarbeiten zu können [21].

Störungen der zentralen Hörverarbeitung können im Bereich des Hirnstamms, des Mittelhirns oder noch weiter zentral liegen.

Ist die Störung vorwiegend auf der Ebene des Hirnstamms lokalisiert, handelt es sich um eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung bei überwiegend gestörter *Verarbeitung*. In diese Gruppe fallen z. B. binaurale Funktionen wie die Lokalisation einer Schallquelle und das Verstehen von Sprache im Störschall. Bei regelrechter Funktion des Hirnstamms und Störungen im Bereich des primären auditorischen Cortex und/ oder der Assoziationszentren ist hingegen eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung bei überwiegend gestörter *Wahrnehmung* anzunehmen [148; 167]. In diesen Fällen kommt es beispielsweise zu einer fehlerhaften Sprachentschlüsselung [13; 111; 131].

### **1.3 Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung - Diagnostische Möglichkeiten und Untersuchungsverfahren**

**Allgemeine diagnostische Überlegungen.** Die eminente Bedeutung des Hörens für die kindliche Entwicklung macht immer weitere Verbesserungen in der Früherkennung kindlicher Hörstörungen erforderlich [167].

Dies gilt in besonderem Maße für die Störungen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung, bei der konkrete diagnostische Verfahren, die eine solche Störung *eindeutig* und *früh* diagnostizieren können, nach wie vor fehlen [21].

Die Hoffnung auf eine rein audiologische Topodiagnostik hat sich dabei bisher nicht erfüllt.

Vielmehr macht die Komplexität der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen die Diagnostik ihrer möglichen Störungen nach Meinung zahlreicher Autoren zu einer interdisziplinären Aufgabe [13; 100; 139; 143].

Wünschenswert wäre die Entwicklung praktikabler, d. h. in ihrem Aufwand regelmäßig wiederholbarer Untersuchungen und Testverfahren [121; 167], die in der Lage wären, gestörte auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen von solchen normal entwickelter, hörgesunder Kinder zuverlässig zu unterscheiden [148; 149; 168].

Die sorgfältige und möglichst standardisierte Erhebung anamnestischer Daten ist zur Einschätzung eines in seiner Sprech- und Sprachentwicklung auffällig gewordenen Patienten zwar richtungweisend, für die Diagnosestellung jedoch keineswegs ausreichend [168].

Bei Kindern sollten v. a. Angaben zu Hörerkrankungen, zur Sprachentwicklung und zur schulischen Entwicklung gemacht werden [21].

Die Diagnose einer auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung sollte prinzipiell nur dann gestellt werden, wenn sich das periphere Hörvermögen zuvor als unauffällig erwiesen hat [138; 148; 168].

Zur Diagnostik zentraler Hörleistungen stehen sowohl audiologische als auch psychometrische Testverfahren zur Verfügung.

Dabei dienen die audiologischen Testverfahren in erster Linie der Ermittlung biologischer bzw. sinnesphysiologischer Eigenschaften des Gehörs; die psychometrischen Testverfahren entstammen in der Regel bereits bestehenden Testverfahren zur Beurteilung der sprachlichen und kognitiven Entwicklung und sollen zur Auffindung individueller Förderansätze beitragen helfen [33;89].

Als so genanntes objektives audiologisches Verfahren, welches keine aktive Mitarbeit des Probanden erfordert, wird von Esser [53] die Stapediusreflex - Schwellenmessung eingesetzt. Esser beschreibt einen charakteristischen Unterschied der Reflexschwellen für Sinustöne und Schmalbandrauschen. Bei Vorliegen einer auditiven Verarbeitungsstörung bestehe eine Diskrepanz zwischen Ton- und Geräuschschwelle zugunsten des Schmalbandrauschens. Neueren Untersuchungen zufolge ist die Vorhersagbarkeit von zentralen auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen durch die Stapediusreflex - Schwellenmessung jedoch eher als schlecht zu bezeichnen [179]. Als weiteres objektives Verfahren wird von anderen Autoren die Ableitung akustisch evozierter Hirnrindenelementarpotentiale (CERA) eingesetzt [93; 94; 209].

Verschiedene Autoren setzen seit langem subjektive audiologische Verfahren wie die Sprachaudiometrie im Störgeräusch oder dichotische Diskriminations- und Lautdifferenzierungstests zur Überprüfung zentraler Hörleistungen bei unterschiedlichen Patientengruppen ein [14; 47; 58; 76; 99; 103; 104; 109; 157; 163; 164; 165; 196; 210].

Die zumeist den bestehenden Testverfahren zur Beurteilung der sprachlichen und kognitiven Entwicklung entnommenen *psychometrischen Testverfahren* beschäftigen sich mit verschiedenen Teilfunktionen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung. So wird angestrebt, Teilfunktionen wie z.B. die Fähigkeit zur Differenzierung ähnlich klingender Laute, das Zahlenfolgegedächtnis [2] oder die Merkfähigkeit [137] sowohl qualitativ als auch quantitativ zu erfassen. Nach wie vor jedoch widmet sich nur ein geringer Anteil bisher veröffentlichter Arbeiten bzw. eingesetzter Testverfahren der Untersuchung von Kindern [90; 135; 176; 201; 219].



Vergleichsdaten von normal entwickelten, hörgesunden Kindern im Grundschulalter existieren kaum [148].

Bei Kindern gestaltet sich die Überprüfung der (zentralen) auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung besonders schwierig, da einerseits bisher keine gesicherten audiologischen Testverfahren bekannt sind und andererseits die nicht-audiologischen Verfahren u. a. auch intellektuelle Fähigkeiten prüfen, so dass die damit gewonnenen Erkenntnisse nicht allein der auditiven Verarbeitung zugeschrieben werden können [21].

Beim Einsatz und der Interpretation *audiologischer* Testverfahren ist ferner zu beachten, dass diese oft erst ab einem Alter von 7 Jahren zuverlässige Werte bieten und ein Verfahren allein nicht zur Diagnosestellung ausreicht. Aufgrund des inhomogenen Patientenkollektivs kann die Diagnose einer zentralen Hörstörung nach Meinung verschiedener Autoren erst dann als gesichert gelten, wenn mehrere audiologische Testverfahren übereinstimmend auf eine solche Störung hinweisen [168; 179; 191].

Nachfolgend sollen heute vielfach eingesetzte, teilfunktionsorientierte audiologische und psychometrische Verfahren kurz vorgestellt werden:

### *1.3.1 Teilfunktionen und Testverfahren im Bereich der auditiven Verarbeitung*

**Auditive Differenzierung** ist die Fähigkeit, Hörereignisse unterscheiden zu können und zu bestimmen, ob diese gleich oder verschieden sind.

Testverfahren: Heidelberger Vorschulscreening (HVS) von Brunner et al. [33]; Mottier-Test [120; 137]

**Auditive Selektion** ist die Fähigkeit, informationsrelevante Schallereignisse aus Störlärm herauszufiltern.

Testverfahren: Sprachaudiometrie im Störgeräusch, z. B. Mainzer Sprachaudiometrie, *Göttinger Sprachaudiometrie*, Freiburger Sprachaudiometrie [56; 220], Oldenburger Sprachaudiometrie [78; 205; 206; 207]

**Auditive Separation** ist die Fähigkeit, auf jedem Ohr zeitgleich einlaufende unterschiedliche Informationen korrekt auszuwerten (dichotisches Hören).

Testverfahren: Dichotische Sprachaudiometrie nach Feldmann, *Dichotische Sprachaudiometrie nach Uttenweiler [Westra CD Nr. 5; 201; 202]*

**Binaurale Summation** ist die Fähigkeit, beidseits unterschiedliche Frequenzspektren eines Wortes miteinander zu verschmelzen.

Testverfahren: Hannoverscher Binauraler Summationstest (Westra-CD Nr. 18) [166]

**Auditive Zeitauflösung** ist die Fähigkeit, bedeutend schneller gesprochene Sprache im Gegensatz zu in normalem Sprechtempo gesprochene Sprache zu verstehen.

Testverfahren: Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache [144; 145]

**Auditive Lokalisation** ist die Fähigkeit des Menschen festzustellen, aus welcher Richtung ein Geräusch kommt (*Richtungshörvermögen*). Diese Fähigkeit ist beim Menschen sehr fein ausgeprägt.

Testverfahren: *Audiologische Richtungshörprüfungen im Freifeld*

**Auditive Musteranalyse** ist die Fähigkeit, Muster in der Zeitabfolge oder der Tonhöhe bzw. die Dauer von Tönen oder Geräuschen zu erkennen.

Testverfahren: Gap-Detection; Ordnungsschwellen (für Grundschul Kinder nicht geeignet, da Streubreite zu hoch)

**Hördynamik** ist die Fähigkeit, ganz laute und ganz leise Schallereignisse zu hören (die Spanne vom leisest hörbaren zum lautest hörbaren Schallereignis).

Testverfahren: Unbehaglichkeitsschwelle, Lautheitsskalierung

### *1.3.2 Teilfunktionen und Testverfahren im Bereich der auditiven Wahrnehmung*

**Auditive Aufmerksamkeit** ist die Fähigkeit, sich einem Hörereignis zuzuwenden, zu horchen.

Testverfahren: *Beobachtung und Dokumentation*

**Auditive Analyse** lässt sich unterteilen in die Fähigkeit, ein Hörereignis zu erkennen und Einzelelemente herauszuhören.

Testverfahren: Bielefelder Screening [89]; Heidelberger Vorschulscreening [33]

**Auditive Synthese** ist die Fähigkeit, Einzellaute zu Wörtern zusammenzuziehen.

Testverfahren: Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET) [2]; Bielefelder Screening [89]

**Auditive Ergänzung** ist die Fähigkeit, unvollständige Lautkombinationen zu sinnvollen Wörtern zu ergänzen.

Testverfahren: Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET) [2]

**Auditive Kurzzeitspeicherung und Sequenzierung** ist die Fähigkeit, sich eine altersentsprechende Menge an Geräuschen, Tönen, Silben, Wörtern, Zahlen kurzzeitig zu merken und diese in der korrekten Reihenfolge zu reproduzieren (Sequenzierung).

Testverfahren: Mottier-Test [120; 137]; Bielefelder Screening [89]; PET [2]; Kaufmann Assessment Battery for Children (K-ABC); Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET) [68]

Bislang ermöglicht die spezifische Erfassung der zu beobachtenden Probleme noch keine Etablierung eines allgemein anerkannten Standardverfahrens, da für viele der genannten Tests Orientierungswerte normal entwickelter Kinder, die als Bezugsgröße für eine abweichende auditive Entwicklung herangezogen werden können, fehlen [6; 45; 48; 79; 127; 178].

## **1.4 Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung - Therapeutische Ansätze**

In der Literatur findet sich inzwischen eine große Zahl von Förderprogrammen, die die zentrale auditive Verarbeitung und Wahrnehmung einbeziehen [30]. Kennzeichnend ist, dass viele dieser Programme nur einzelne Teilfunktionen oder eine Mischung von Teilfunktionen beinhalten und entweder die außersprachliche Ebene oder die sprachliche Ebene besonders hervorheben [12; 182; 184] oder sich insbesondere mit der Förderung schriftsprachlicher Fähigkeiten befassen [41].

Der Mangel an systematischen Therapieprogrammen wird von vielen Autoren schon lange kritisiert. In der Literatur finden sich oft nur unzureichende Hinweise zur Systematisierung der vorliegenden Ansätze bzw. Erstellung eines strukturierten Übungsprogramms [73; 199; 208; 222]. Erst in den letzten Jahren wurden auf der Basis teilfunktionsorientierter Konzepte [118] Übungsprogramme konzipiert, die eine spezifische, teilfunktionsorientierte Therapie ermöglichen [34; 146].

Grundsätzlich lassen sich die Behandlungsansätze zur Verbesserung auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen heute in teilfunktionsorientierte, psychomotorische, technische und kompensatorische Ansätze einteilen:

- Die **teilmfunktionsorientierten Methoden** setzen direkt an der Behandlung der gestörten Teilfunktionen an. Dabei können Verfahren für die Einzel- und/oder Gruppentherapie sowie computerunterstützte Verfahren unterschieden werden [34; 115; 116; 118; 152; 161; 217].
- Die **psychomotorischen Ansätze** arbeiten an der zentralen auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung über die Verbindung von rhythmisch-melodischen Elementen und Motorik [152].
- Bei den **technischen Verfahren** wird über den Einsatz technischer Geräte versucht, einen Einfluss auf die auditive Verarbeitung und Wahrnehmung zu nehmen [7; 132; 197]. So konnte in einer Arbeit von Han-

schmann et al [78] erst kürzlich gezeigt werden, dass durch die (bisher bei Hörgeräteträgern etablierte) Anwendung von Frequenzmodulations-(FM)-Anlagen eine signifikante Verbesserung der auditiven Selektionsleistungen von auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern erreicht werden kann.

- Im Rahmen **kompensatorischer Ansätze** sollen die Störungen über andere Sinneskanäle, insbesondere über den visuellen Kanal, ausgeglichen werden [84; 221].

## 1.5 Fragestellung der vorliegenden Arbeit

In der Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen werden neben einer sorgfältigen und inzwischen vielfach standardisierten Anamneseerhebung sowohl audiologische als auch nichtaudiologische Testverfahren eingesetzt. Nach wie vor jedoch fehlen konkrete derartige diagnostische Verfahren, um eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung eindeutig und möglichst früh diagnostizieren zu können.

Bei *Kindern* gestaltet sich die Überprüfung der (zentralen) auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung besonders schwierig, da hier der Einfluss von Motivation, Konzentration, Intelligenz und insbesondere des Entwicklungsalters in größerem Maße berücksichtigt werden muss als bei erwachsenen Probanden [21].

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit leitete sich somit ab aus der Tatsache, dass über wesentliche Qualitäten der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung von normal entwickelten, hörgesunden Kindern im Grundschulalter bislang keine zuverlässigen Vergleichsdaten vorliegen [148, 168, 171].

Bei der Ausarbeitung des Konzepts und des Designs der vorliegenden Studie wurden v. a. die

- **auditive Selektion** (d. h. die Fähigkeit, informationsrelevante Schalleignisse aus Störlärm herauszufiltern), die
- **auditive Separation** (so genanntes dichotisches Hören, d. h. die Fähigkeit, auf jedem Ohr zeitgleich einlaufende unterschiedliche Informationen korrekt auszuwerten) sowie die
- **auditive Lokalisation** (so genanntes Richtungshörvermögen, d. h. die Fähigkeit, präzise festzustellen, aus welcher Richtung ein Geräusch kommt)

als diejenigen Teilfunktionen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung mit besonders *hoher Alltagsrelevanz* angesehen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Referenzdaten eben dieser Teilfunktionen auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen von normal entwickelten, „normalhörigen“ Kindern im Grundschulalter zu ermitteln.

Hierzu war es zunächst erforderlich, einen Anamnesebogen zu entwickeln, der insbesondere frühere Hörerkrankungen, die Sprachentwicklung und die allgemeine schulische Entwicklung der Probanden abfragen und als unauffällig erfassen musste (Eingangskriterium).

Anschließend wurden aus einer Anzahl zur Diagnostik zentraler Hörstörungen bereits eingesetzter audiologischer Testverfahren solche ausgewählt, die als *besonders geeignet* erscheinen, *wichtige* und vor allem *alltagsrelevante* Teilfunktionen der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistung *bei normal entwickelten Kindern* zu erfassen:

**Sprachverstehen im Störgeräusch (auditive Selektion).** Zur Untersuchung des Sprachverstehens im Störgeräusch wurde das Sprachmaterial des zweiten Teils des Göttinger Kindersprachverständnistests [39] zusammen mit einem von Döring und Hamacher [47] als Störsignal vorgeschlagenen Wörtergewirr eingesetzt.

**Dichotische Diskrimination (auditive Separation).** Die Fähigkeit zur dichotischen Diskrimination wurde mit dem Dichotischen Diskriminationstest für Kinder nach V. Uttenweiler [201; 202] überprüft.

**Richtungshörvermögen (auditive Lokalisation).** Als weitere Qualität wurde das Richtungshörvermögen in einem *eigens entwickelten Lautsprecherring im freien Schallfeld* überprüft. Als Signale wurden neben dem oben erwähnten Wörtergewirr Fragmente von Kinderliedern eingesetzt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sollten darüber hinaus mit denen einer von Macht [123] durchgeführten Parallelstudie mit auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern verglichen werden. Hierbei gestatteten identische Versuchsbedingungen einen direkten Vergleich der Testergebnisse.

Zusammengefasst liefert die vorliegende Studie somit wichtige Referenzdaten, welche eine Aussage über repräsentative „normale“ auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen von Kindern im Grundschulalter erlauben.

Zusätzlich gestatten die Versuchsergebnisse erste Aussagen über die Trennschärfe und die Diagnosezuverlässigkeit dreier bereits vielfach eingesetzter Testverfahren.



## **2. Literaturüberblick – Historisch-kontextuelle Einordnung der untersuchten Testverfahren**

### **2.1 Sprachaudiometrische Untersuchungsverfahren**

**Einführung.** Das Verstehen von normaler Sprache in Ruhe gelingt auch Menschen mit zentralen Hörstörungen. Der Grund dafür liegt in der im Sprachsystem angelegten hohen Redundanz [57; 201].

Mueller und Bright [138] bezeichnen die in gesprochener Sprache enthaltenen überzähligen Elemente, welche keine zusätzlichen Informationen liefern, sondern lediglich eine beabsichtigte Grundinformation stützen, mit einem Begriff aus der Informations- und Nachrichtentheorie als extrinsische Redundanz. Unter „intrinsischer Redundanz“ werden nachfolgend die vielseitigen Ressourcen des zentralen auditiven Systems zur Erfassung von Sprache bezeichnet.

Entsprechend seien in der Sprachaudiometrie selbst bei Patienten mit Dysfunktionen im zentralen auditiven System (niedrige intrinsische Redundanz) stets normale Testergebnisse zu erwarten, wenn als Schallereignis normale Sprache in Ruhe eingesetzt werde (hohe extrinsische Redundanz). Ein pathologisches Testergebnis sei lediglich bei gleichzeitig reduzierter extrinsischer und intrinsischer Redundanz anzunehmen.

Prüfungen des Sprachverstehens entziehen sich folglich der Ermittlung von zentralen Hörverarbeitungsstörungen, wenn ihr Sprachmaterial nicht in der Redundanz vermindert wird.

Dies wird in der Praxis entweder erreicht durch Verdeckung redundanter Sprachelemente mit Hilfe von Störgeräuschen oder durch das künstliche Verändern des Sprachmaterials selbst.

### 2.1.1 Verfahren mit akustisch modifizierter Sprache

Im Gegensatz zum angloamerikanischen Sprachraum finden Testverfahren mit akustisch modifizierter Sprache im deutschsprachigen Raum bislang nur wenig Verbreitung.

Bocca et al. stellten 1954 einen Test mit einem „sensibilisierten“ Sprachmaterial vor, in dem sie die Sprache durch Frequenzverzerrung modulierten. Tato und de Quiros [195] erreichten 1960 eine Verringerung der Sprachredundanz, in dem sie die Sprachwiedergabe technisch verlangsamten.

Nach von Wedel [211] und Uttenweiler [201] sind daraufhin eine ganze Reihe von Testverfahren mit künstlich veränderter Sprache erschienen, wobei die Sprache u. a. durch zeitliche Dehnung, Akzentverschiebung, Verstümmelung, Beschleunigung oder Unterbrechung technisch modifiziert wurde. Laut Lehnhardt [119] liegen jedoch bislang keine standardisierten Testmaterialien vor.

Im Folgenden werden die Ergebnisse einiger neuerer Arbeiten skizziert, die mit akustisch veränderter Sprache zur audiologischen Diagnostik zentraler Hörverarbeitungsstörungen beitragen helfen sollten:

Farrer und Keith [54] untersuchten zehn Kinder mit Lernschwierigkeiten, die anhand psychometrischer Tests als auditiv wahrnehmungsgestört eingeschätzt worden waren. Als Kontrollgruppe dienten zehn normal hörende Kinder. Das Alter der Kinder lag bei beiden Gruppen zwischen 5 und 9 Jahren. Beide Gruppen wurden einem sprachaudiometrischen Test unterzogen. Das Sprachmaterial wurde hierbei tiefpass – gefiltert und bei Frequenzen von 500, 750 und 1000 Hz angeboten. In allen Frequenzbereichen war ein tendenzielles Gruppenleistungsgefälle zuungunsten der auditiv wahrnehmungsschwachen Kinder ablesbar, wobei jedoch nur bei 1000 Hz eine überschneidungsfreie Abgrenzung beider Gruppen gelang.

Ferre und Wilber [60] führten innerhalb einer aus vier Einzeltests bestehenden Testbatterie Untersuchungen sowohl mit tiefpass – gefilterter als auch mit zeit-

komprimierter Sprache durch. Insgesamt wurden 39 Kinder untersucht, die sich bei Untersuchungsbeginn in drei gleich starke Gruppen zu jeweils 13 Kindern aufteilten.

Dabei wurde eine Gruppe von Kindern gebildet, die Lernschwierigkeiten hatten und zugleich anhand psychometrischer Tests als auditiv wahrnehmungsgestört eingeschätzt worden waren. In der zweiten Gruppe befanden sich Kinder mit Lernschwierigkeiten ohne Hinweise auf eine zentrale Hörstörung. Die dritte Gruppe wurde von hörgesunden Kindern ohne Lernschwierigkeiten gebildet und diente somit als Kontrollgruppe. Das Sprachmaterial war technisch auf 40% seiner ursprünglichen Dauer komprimiert worden. Die Leistungen der auditiv wahrnehmungsgestörten Kinder lagen dabei durchweg unterhalb derer der normal hörenden Kinder. Insgesamt jedoch konnten in keinem Fall überschneidungsfreie Bereiche nachgewiesen werden. Der Sprachtest mit tiefpass – gefiltertem Testwortmaterial zeigte hinsichtlich des Versuchsziels eine leicht höhere Sensitivität. Ein Vergleich der Einzelergebnisse der vier Subtests untereinander zeigte, dass kein Einzeltest in der Lage war, eine auditive Wahrnehmungstörung eindeutig zu identifizieren. Betrachtete man hingegen die Gruppenergebnisse aller vier Subtests im Zusammenhang, so konnten insgesamt sehr wohl Zuordnungen bezüglich der Gruppenzugehörigkeit eines Kindes getroffen werden.

Künstlich veränderte Sprache wird in jüngerer Zeit nicht nur als diagnostisches Mittel ausgenutzt, sondern findet darüber hinaus auch Einsatz als therapeutisches Hilfsmittel:

Tallal, Miller et al [194] führten zwei Studien durch, in denen 7 bzw. 22 sprachentwicklungsgestörte Kinder einem mehrwöchigen Übungsprogramm mit modifizierter Sprache unterzogen wurden. Dabei wurden bestimmte Anteile der als Übungsmaterial eingesetzten Sprache künstlich verlängert und andere mit erhöhtem Schallpegel angeboten.

Im Vergleich zu vorher zeigten die Kinder nach Beendigung des Übungsprogramms erheblich bessere Leistungen im Sprachverstehen.

### *2.1.2 Sprachaudiometrie im Störgeräusch*

Da die Umwelt erfüllt ist von natürlichen und zivilisatorischen Geräuschen, kann sprachliche Kommunikation nur selten in ruhiger Umgebung stattfinden. In der Realität wird daher das Verstehen von Sprache durch den stets vorhandenen Störschall mehr oder weniger erschwert [47].

Aus diesem Grund ist es eine nützliche Leistung des menschlichen Gehörs, in lärmgefüllter Umgebung einen Teil der Störgeräusche unterdrücken und sich auf ein erwünschtes Signal konzentrieren zu können. Diese Fähigkeit wird insbesondere durch das binaurale Hören ermöglicht, d.h. durch den auf zentraler Ebene stattfindenden Vergleich der von beiden Ohren ankommenden Signale [58; 106; 110].

Zahlreiche Autoren haben sich unter verschiedenen Fragestellungen mit Messverfahren zur Untersuchung des Sprachverstehens im Störlärm beschäftigt:

Bereits im Jahre 1971 berichten Schlöndorff und Tegtmeier [175] von Patienten, die trotz normalen Tonschwellenaudiogramms über Schwierigkeiten beim Verstehen von Sprache in Störlärm oder Gesellschaft klagten, und nennen diese Form der Schwerhörigkeit „Gesellschaftsschwerhörigkeit“.

Platte [156], Platte u. vom Hövel [157] sowie Döring und Hamacher [47] weisen darauf hin, dass ein Sprachverständnistest ohne Störgeräusch grundsätzlich keinen Rückschluss auf das Sprachverstehen und somit auf die Kommunikationsfähigkeit eines Menschen im Alltag erlaube. Vielmehr korreliere ein Ergebnis in der Sprachaudiometrie in Ruhe laut Kollmeier und Müller [109] lediglich mit dem schon im Tonaudiogramm sichtbaren Hörverlust.

Auch Sauer und Lessing [173] formulieren die Auffassung, dass ausschließlich Hörprüfungen im Störgeräusch eine Aussage über das akustische Selektions-

vermögen im Alltag ermöglichen. Anhand der Ergebnisse ihrer Arbeit konnten sie nachweisen, dass die Aufnahme eines erwünschten Nutzsignals bzw. das Verstehen von Sprache bei vorhandenen Störgeräuschen grundsätzlich eingeschränkt ist.

Gemäß Ingold und Tschopp [85; 86] sind Sprachverständlichkeitsmessungen im Störlärm aufgrund mangelnder einheitlicher Testvorschriften jedoch bisher nur ungenügend standardisiert.

Platte und vom Hövel [157] konstatieren, dass unterschiedliche Autoren trotz vergleichbar erscheinender Versuchsbedingungen zumeist zu verschiedenartigen Ergebnissen kommen und machen dafür insbesondere Einflüsse des Sprachmaterials, des Störgeräuschs und des Testverfahrens verantwortlich.

Pröschel und Döhring [165] kommen ergänzend zu der Überzeugung, dass die verschiedenen sprachaudiometrischen Untersuchungen nicht miteinander verglichen werden können, da nach ihrer Überzeugung sowohl die Testaufbauten als auch die eingesetzten Materialien und nicht zuletzt die Störgeräusche von Arbeit zu Arbeit allzu unterschiedlich sind.

Auch Bronkhorst und Plomp [32] weisen im Zusammenhang mit ihren Untersuchungen zum Sprachverstehen im Störlärm bei Hörgeräteträgern auf die Art des Testmaterials, die Darbietungsform sowie die Raumakustik als wichtige Einflussgrößen auf das Testergebnis hin.

Larsby und Arlinger [117] messen insbesondere den eingesetzten Sprachmaterialien sowie den verwendeten Störsignalen eine entscheidende Bedeutung im Hinblick auf das Testergebnis bei.

Viele Autoren haben sich in ihren Arbeiten über Sprachverständlichkeitsmessungen eingehend mit den Einflussfaktoren Sprachmaterial und Störgeräusch beschäftigt:

Für Lyregaard [122] liegt das Spektrum der einsetzbaren Sprachmaterialien grundsätzlich zwischen der Verwendung sinnloser Silben und dem Gebrauch

ganzer Sätze. Ebenso halten Döring und Hamacher [47] bei Sprachverständlichkeitsmessungen grundsätzlich Silben-, Wörter- oder Satztests für einsetzbar.

Bodden arbeitet in einer Untersuchung aus dem Jahre 1993 entsprechend eines Vorschlags von Jekosch et al. [90] mit 100 sinnleeren Einsilbern, welche aus Konsonant-Vokal-Konsonant-Clustern bestehen und misst deren Verständlichkeit unter Störsignaleinfluss sowohl mit als auch ohne räumliche(r) Trennung von Nutzschaall und Störschaall.

Markides [124] befindet sinnlose Silben als zu abstrakt und zieht daher den Einsatz von einsilbigen sinnbehafteten Wörtern vor.

Insgesamt setzt eine Vielzahl von Autoren standardisierte Inventare mit einsilbigen, sinnbehafteten Substantiven als Sprachmaterial ein:

Im deutschsprachigen Raum liegt zahlreichen Arbeiten insbesondere das Sprachmaterial des 1957 von Hahlbrock entwickelten Freiburger Sprachverständnistests zugrunde [47; 103; 104; 156; 157; 165; 173].

Heute besteht die Möglichkeit, die einsilbigen Substantive der Freiburger Testlisten in modifizierter Form dreifach anzubieten. Platte und vom Hövel [157] stellten diese Abwandlung der Darbietungsform erstmals 1980 vor. Döring und Hamacher [47] sowie Pröschel und Döring [165] benutzten in ihren Arbeiten aus dem Jahre 1992 ebenfalls die modifizierte Form, und entwickelten sie zu einer mittlerweile als „Dreinsilbertest“ auf CD (Westra) im Handel erhältlichen Version weiter. Nach Ansicht der Verfasser habe der „Dreinsilber-Test“ durch die dreifache Darbietung der Sprachstimuli gegenüber dem Original den Vorzug der Aufmerksamkeitslenkung [47; 103; 104]. Der Freiburger Sprachverständnistest ist in verschiedenen Arbeiten sowohl auf mögliche Fehlerquellen und Schwächen als auch auf die unterschiedliche Verständlichkeit der einzelnen Testreihen selbst hin untersucht worden [1; 10; 181; 216].

Kollmeier und Müller [109] benutzten in ihren Versuchen zur Zeitoptimierung von Sprachverständlichkeitsmessungen einen auf einsilbigen Wörtern basieren-

den Reimtest in deutscher Sprache, welcher auf einen von Sotschek [186] entwickelten Reimtest zur Messung der Sprachübertragungsgüte im Fernsprechbereich aufbaute. Die Verfasser betonen, dass der von ihnen eingesetzte Test gegenüber dem Freiburger Sprachtest den Vorteil eines geschlossenen Tests besitze. Dem Probanden wurde hier ein einsilbiges Wort mit Konsonant – Vokal – Konsonant – Struktur angeboten. Über einen Monitor konnte das vermeintlich gehörte Wort aus einer Liste von sechs sich reimenden Einsilbern angewählt werden.

Aus dem angloamerikanischen Sprachraum stammt eine Arbeit von Brady, Shankweiler und Mann [28], in der schlecht und gut lesende Kinder auf ihre oft beobachtete unterschiedlich gute Sprachwahrnehmung hin untersucht wurden. Als Nutzschalle wurden hier einsilbige Substantive und Umweltgeräusche eingesetzt. Beide wurden sowohl mit als auch ohne Störschall dargeboten. Ein Vergleich der hierbei jeweils erbrachten Leistungen zeigte, dass die schlecht lesenden Kinder im Lärm keineswegs grundsätzliche, sondern eher charakteristische auditorische Probleme beim Verstehen von Sprache hatten.

Chilla, Gabriel et al [39] entwickelten einen größtenteils auf dem Wortmaterial des Freiburger Sprachverständnistests beruhenden Einsilber-Bild-Test für Vorschulkinder, indem sie 20 dem Grundwortschatz dieser Kinder entsprechende Substantive mit einfachem Begriffsinhalt zusammenstellten: den „Göttinger Kindersprachverständnistest“.

Der Göttinger Kindersprachverständnistest ist mittlerweile in einer zweiten Fassung für Kinder im Schuleintrittsalter als Göttinger Kindersprachverständnistest II im Handel erhältlich.

Möhring, Braun-Frank und Wirth [135] untersuchten 25 einseitig hörgestörte Kinder im Alter zwischen 5 und 15 Jahren sowohl mit dem Material des Göttinger Kinder- als auch des Freiburger Sprachverständnistests.

Biesalskie, Leitner et al. [22] stellten 1974 einen Sprachtest für 4-8-jährige und geistig retardierte Kinder vor, welcher als Sprachmaterial ein- und zweisilbige Substantive aus dem Grundwortschatz für Kleinkinder bereithält: den „Mainzer Kindersprachtest“.

Andere Autoren setzen bevorzugt Satztests ein, um bei unterschiedlichen Patientengruppen Sprachverständlichkeitsmessungen durchzuführen:

Elliot [52] setzte in einer Untersuchung zur Messung der Sprachverständlichkeit bei Kindern zwischen 9 und 17 Jahren ein Satzmaterial ein, welches die Vorhersagewahrscheinlichkeit der eingesetzten Testwörter berücksichtigte. Die Ergebnisse zeigten u. a. eine deutliche Altersabhängigkeit zugunsten der vergleichsweise älteren Versuchsteilnehmer.

Bronkhorst und Plomp [32] boten in einer Untersuchungsreihe mit Hörgeräte-trägern von vorn kommende Sätze an, welche durch ein sprachähnliches Störgeräusch verdeckt wurden. Dabei wählten sie eine adaptive Einstellung des Sprachpegels in 2 bis 4 dB - Schritten für den jeweils nächsten Satz. Jedes Mal wurden Verständlichkeitspegel sowohl mit als auch ohne räumliche(r) Trennung von Nutzschall und Störschall registriert.

Tschopp und Ingold [200] fanden, dass u. a. der durch einen Satz mitgelieferte Kontext die Verständlichkeit von Wörtern um bis zu 30% erhöhte.

Von Züst und Tschopp [226] durchgeführte Experimente konnten ebenfalls einen starken Kontexteffekt auf die Verständlichkeit von Testwörtern nachweisen. Dazu platzierten die Verfasser jedes Mal ein zu erkennendes einsilbiges Testwort an das Ende eines Satzes und fassten es jeweils in einen mehr oder weniger vorhersagbaren Kontext ein.

Kiessling, Schubert und Wagner [103; 104] verglichen die Qualitäten fünf verschiedener Sprachtests an normal hörenden und schallempfindungsgestörten Probanden und kamen dabei u. a. zu der Einschätzung, dass sich unter dem Aspekt der Praktikabilität insbesondere der Satztest für den Einsatz in Diagnostik und Therapie empfehle.

Hagermann und Kinnefors [74] setzten in ihrer Testvariante jeweils aus fünf Wörtern bestehende Sätze ein, um an zehn normal hörenden und 40 hörgeschädigten Erwachsenen eine effiziente Methode zur Bestimmung der 50%igen Sprachverständlichkeitsschwelle im Störlärm zu entwickeln.



Thyer und Dodd [196] untersuchten 30 Kinder mit Schwächen im sprachlichen Bereich im Vergleich mit zehn Kindern ohne sprachliche Auffälligkeiten. Hierzu setzten sie den von Jerger und Lewis 1981 entwickelten „Pediatric Speech Intelligibility Test“ ein, in dem einem zu erkennenden Testsatz jeweils ein konkurrierender Störsatz gegenübersteht.

Hanschmann et al [78] untersuchten 66 Kinder im Alter von 6 bis 11 Jahren mit Hilfe des Sprachmaterials des Oldenburger Satztests (OISa) [205; 206; 207] mit und ohne Einsatz einer (drahtlosen) Signalübertragungsanlage und konnten so die Wirksamkeit einer Frequenzmodulations-(FM)-anlage für die Verbesserung der Sprachverständlichkeitsschwelle im Störgeräusch nachweisen.

Ungeachtet der vielen verschiedenen zum Einsatz kommenden Sprachmaterialien gibt Brinkmann [31] grundsätzlich zu bedenken, dass selbst bei exakter individueller Einstellung des Schallpegels nicht alle Testwörter gleich gut verstanden werden. Im Gegenteil habe er beachtliche Differenzen in der Verständlichkeit sowohl für einsilbige als auch für mehrsilbige Wörter gefunden. Dabei seien es Faktoren wie die Artikulation durch den Sprecher, der Bekanntheitsgrad des Wortes oder Verwechslungsmöglichkeiten mit ähnlich klingenden Wörtern, welche die Verständlichkeit beeinflussen.

Kalikow, Stevens und Elliot [97] kommen zu einer ähnlichen Einschätzung, indem sie postulieren, dass die Verständlichkeit eines Wortes im Geräusch von der Sequenz der Phoneme abhängt, mit denen es gebildet werde und es somit Wörter gebe, die im Lärm besser verständlich seien als andere. Ebenso übe die Vorhersagbarkeit und die Vertrautheit eines Testwortes einen erheblichen Einfluss auf die Verständlichkeit aus.

Arlinger [3] befindet insbesondere die Entwicklung von gebräuchlichen Sprachtests für *Kinder* als schwierig, da sowohl die phonetischen als auch die linguistischen Anforderungen zugunsten der Einfachheit und leichten Verständlichkeit des Sprachmaterials dabei drastisch reduziert werden müssten.

Markides [124] und Penrod [153] vertreten die Auffassung, dass das in Kinder-tests eingesetzte Sprachmaterial im Grundwortschatz der Kinder enthalten sein müsse.

Darüber hinaus fordert Markides [124] insbesondere auf dem Gebiet der Sprachverständnistests für *Kinder* ein „Updating“ und neue Entwicklungen, da die meisten Verfahren vor länger als 20 Jahren entwickelt worden seien.

Sendlmeier und von Wedel [181] bemängeln die bei offenen Testverfahren grundsätzlich bestehende Problematik, die Sprachrezeption über den Umweg des komplexen Vorganges der Sprachproduktion messen zu müssen.

### *2.1.3 Störschall*

Eine ganze Reihe von Veröffentlichungen beschäftigt sich mit der Abhängigkeit des Sprachverstehens von der Art und der Darbietungsform des Störsignals.

Stellvertretend für die große Zahl von Publikationen, die sich schon sehr frühzeitig mit dieser Problematik befasst haben, seien hier einige wenige kurz vorgestellt:

Ingold und Tschopp [85; 86] weisen grundsätzlich darauf hin, dass ein Störgeräusch möglichst vielen Alltagssituationen nahe kommen solle. Darüber hinaus müsse es normierbar sein und gut akzeptiert werden.

In seinen Arbeiten über das Diskriminationsverhalten von Normal- und Schwerhörigen bei kritischem Signalrauschabstand entschied sich von Wedel [211] für eine Verdeckung des Sprachmaterials mit sprachsimulierendem („weißem“) Rauschen.

Neben stationären Rauschsignalen werden unter dem Aspekt der Sprachähnlichkeit auch unterschiedlich modulierte Rauschsignale vorgeschlagen.

Sehr eingehend beschäftigten sich de Laat und Plomp [43] sowie Festen und Plomp [62] mit den verschiedenartigen Effekten sowohl von „Steady state“-Rauschen, als auch von mit der Hüllkurve von Sprache modulierten sprachsimulierenden Störgeräuschen oder etwa von der Stimme *eines* Sprechers erzeugten Störsignalen auf die Verständlichkeit von Sprache. Sie kamen dabei zu dem Ergebnis, dass stationäres Rauschen die Verständlichkeit von Testwörtern erheblich mehr beeinträchtigt als ein durch die zeitliche Hüllkurve von fließender Sprache moduliertes Rauschen.

Umfangreiche Experimente zur Beeinflussung der Wortverständlichkeit *deutscher* Sprache durch verschiedenartige Störschalle wurden von Sotschek [187] durchgeführt. Er untersuchte so verschiedene Störmaterialien wie weißes Rauschen, rosa Rauschen, Musik (The Beatles), deutsche Sprache und serbokroatische und slowenische Sprache. Seine Messungen ergaben im Wesentlichen, dass die Wortverständlichkeit durch Dauerrauschen erheblich stärker beeinträchtigt wird als durch die Sprache *eines* Sprechers. Sotschek beschreibt diese Unterschiede vor allem anhand der unterschiedlichen spektralen Verteilung der verschiedenen Störgeräusche.

Fastl [55] experimentierte ebenfalls sehr gründlich mit den verschiedenartigen Einflüssen unterschiedlicher Störgeräusche auf die Verständlichkeit von Testwörtern. Dabei kommt er zunächst zu der grundsätzlichen Auffassung, dass Geräusche als Störschalle besser geeignet seien als konkurrierende Sprache. In seiner Studie konnte er zunächst obige Ergebnisse bestätigen, dass nämlich die fließende Sprache *eines* Sprechers die Wortverständlichkeit wesentlich weniger beeinträchtigt als ein Dauerrauschen. Neben der spektralen Struktur betrachtete er insbesondere den zeitlichen Aufbau der verschiedenen Störsignale. Davon ausgehend entwickelte er ein moduliertes Störgeräusch und verifizierte anschließend seine Hypothese, dass ein sprachbewertetes Rauschen, dessen Amplitude mit der zeitlichen Hüllkurve fließender Sprache moduliert wird, eine bessere Wortverständlichkeit zulässt als ein stationäres Rauschen.

Ingold und Tschopp [85; 86] fordern prinzipiell einen steilen Verlauf der Verständlichkeitsfunktion, damit bereits geringfügige Unterschiede im Sprachpegel bzw. im Nutzschaall-Störschaall-Abstand zu größtmöglichen Verständlichkeitsunterschieden führen und so zur Steigerung der Sensitivität eines Tests beigetragen wird.

Sie fanden, dass die Steigung der Verständlichkeitsfunktion bei Verwendung eines Stimmengewirrs (hier gewonnen aus der 32-fach zeitversetzten Überlagerung des Marburger Satztests) signifikant größer ist als beim Gebrauch eines sprachsimulierenden Rauschens mit stationärer oder fluktuierender Amplitude (hier Fastl-Rauschen).

Döring und Hamacher [47] stellten 1992 den „Dreinsilbertest“ mit Störschall vor. Als Störschall benutzten sie ein Wörtergewirr, das aus der 32-fach zeitversetzten Überlagerung des verwendeten Testwortinventars bestand. Zusätzlich wurde hier das Wörtergewirr verhallt, um die raumakustische Situation der eines Stimmengewirrs und *eines* Sprechers im Nahbereich anzunähern. Bei dem so eingesetzten Störgeräusch blieb eine deutliche Zeitstruktur erhalten, ohne dass einzelne Wörter herauszuhören waren. Somit wurden wesentliche Elemente einer „Cocktailparty-Situation“ nachgebildet.

## 2.2 Die Messung des Richtungshörvermögens

**Einführung.** Ein Zusammenhang zwischen der Fähigkeit des Richtungshörvermögens und der auditiven Selektionsfähigkeit (v. a. beim Sprachverstehen im Störlärm) ist auf den ersten Blick nicht unbedingt zu erkennen. Es ist jedoch gerade das gestörte Richtungsgehör, das vielen Patienten Probleme bereitet, Sprache in akustisch komplexen Situationen zu verstehen, d.h. wenn durcheinander gesprochen wird, bei Nebengeräuschen oder in halligen Räumen. Dies gilt insbesondere für Schulkinder in ihren Klassenräumen. Somit ist die Fähigkeit des Richtungshörens eng mit der auditiven Selektionsfähigkeit verknüpft [165].

Die exakte Lokalisation von Schallsignalen verlangt eine präzise Messung von Intensitäts- und besonders Laufzeitdifferenzen zwischen beiden Ohren. So vermag das menschliche Gehör eine Richtungsänderung von ungefähr zwei Winkelgraden zu erkennen. Das entspricht einer interauralen Laufzeitdifferenz von ca. einer Millisekunde. Bei Störungen dieser Mechanismen ist die Sprachselektion in akustisch komplexen Situationen stark behindert. V. a. Kinder mit Beeinträchtigungen des Richtungsgehörs zeigen Orientierungsprobleme. In einer komplexen Gesprächssituation mit schnellem Sprecherwechsel haben sie große Schwierigkeiten, dem Gespräch zu folgen, da es zu lange dauert, den jeweiligen Sprecher zu lokalisieren und sich auf ihn zu konzentrieren.

Über die Prüfung des auditiven Lokalisationsvermögens bzw. des Richtungshörvermögens liegt eine beachtliche Anzahl von Publikationen vor. Dabei beschäf-

tigt sich wiederum nur der geringere Teil mit der Überprüfung des Richtungs-  
hörvermögens bei Kindern.

Die Verarbeitungsmechanismen, die zu einer Lokalisation von Hörereignissen beitragen, können nach Blauert und Bodden grundsätzlich in drei Kategorien eingeteilt werden: Zunächst muss das Gehör eine Unterscheidung zwischen Links und Rechts durchführen und den Einfallswinkel des Schalls in der Horizontalebene schätzen (Azimut). Hierzu nutzt es Unterscheidungsmerkmale wie die interaurale Zeitdifferenz, die sich aus dem Wegeunterschied des Schalls zu den Ohren des Hörers ergibt. Als weiteres Unterscheidungsmerkmal wirkt die Pegeldifferenz, denn aufgrund von Beugungseffekten und der Abschattung am Kopf ist der Pegel am weiter entfernt gelegenen Ohr im Vergleich zum dem Schalleignis zugewandten Ohr fühlbar reduziert. Jede dieser interauralen Differenzen enthält codierte Informationen über den Schallquellen-Azimut, eine Kombination beider interauraler Parameter führt zur korrekten Schätzung des Azimut. Das Gehör hat gelernt, die jeweilige Ausprägung der interauralen Parameter als charakteristisches Merkmal für eine entsprechende Schalleinfallrichtung zu erfassen. Darüber hinaus schätzt das Gehör den Erhebungswinkel des Schalls (Elevation) sowie seine Entfernung und trifft eine Vorne- Hinten- Entscheidung. Hierfür nutzt es monaurale Parameter, insbesondere solche der Außenohrübertragungsfunktion [25; 27].

Bereits im Jahre 1959 erkannten Matzker und Welker [128] in ihren Arbeiten zur topischen Diagnostik von Hirnerkrankungen, dass die Fähigkeit zur Schalllokalisierung, also des Richtungshörvermögens, zwar die Intaktheit beider peripherer Hörorgane voraussetzt, jedoch im Wesentlichen eine reine Leistung des Gehirns darstellt. Dabei erklärten sie in erster Linie die primären Hörzentren im Hirnstamm zum Sitz des Richtungshörs.

Nach Pröschel und Döhring [165] gestaltet sich die Messung des Richtungshörvermögens mit Kopfhörern trotz des nicht unerheblichen technischen Fortschritts nach wie vor als schwierig, weshalb Untersuchungen im freien Schallfeld vorzuziehen seien.

Aus diesem Grunde wurden in der folgenden Darstellung lediglich solche Versuche berücksichtigt, die im *freien Schallfeld* durchgeführt wurden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei v. a. auf den sich unterscheidenden Versuchsaufbauten:

Platte, Döring und Schlöndorff [158] untersuchten 1978 das Richtungshörvermögen und das Sprachverstehen unter Störschalleinfluss bei normal hörenden Erwachsenen. In diesem Versuchsaufbau wurde der Proband in der Mitte eines Lautsprecherkreises, welcher aus 12 in einem gleichmäßigen Winkelabstand von 30° platzierten Lautsprechern bestand, auf einem Stuhl sitzend an Oberkörper und Kopf fixiert.

Für jede der 12 Schalleinfallrichtungen wurden insgesamt fünf Einzelmessungen vorgenommen. Zur Bewertung der erbrachten Leistungen wurde für jede Schalleinfallrichtung die mittlere Hörereignisrichtung berechnet. Die Hörereignisrichtung bezeichnete hierbei die Richtung der Hörempfindung des Zuhörers. Ein normales Richtungsgehör wurde von den Verfassern nur dann attestiert, wenn jede mittlere Hörereignisrichtung um maximal ein Winkelinkrement (30°) von der Schalleinfallrichtung abwich. Die Autoren konnten aufzeigen, dass die untersuchten normal hörenden Erwachsenen dieses Kriterium nahezu allesamt erfüllten.

In Anlehnung an obige Studie untersuchten Pröschel und Döring [163; 164] 1990 das richtungsabhängige Sprachverstehen unter Störschalleinfluss bei Störungen der auditiven Selektionsfähigkeit und bei seitengleicher Innenohrschwerhörigkeit. Dabei dienten normal hörende Erwachsene als Kontrollgruppe. Der Versuchsaufbau glich hier prinzipiell dem zuvor beschriebenen, mit dem Unterschied, dass auf eine starre Fixierung des Kopfes zugunsten der Bereitschaft zur Mitarbeit des Probanden verzichtet worden war. Die Ergebnisse zeigten ein deutlich herabgesetztes richtungsabhängiges Sprachverständnis sowohl der Probanden mit Störungen der auditiven Selektionsfähigkeit als auch derer mit seitengleicher Innenohrschwerhörigkeit im Vergleich mit der Referenzgruppe.

Unter ebenfalls vergleichbaren Versuchsbedingungen überprüften Hüning und Berg [82] 1991 die Fähigkeiten des Richtungshörens bei Patienten mit seitendifferenter Schwerhörigkeit. Hierbei fanden sie, dass selbst die auf eine Seite beschränkten Hörschädigungen das Richtungsgehör je nach Ausmaß der Hörminderung global beeinträchtigen. Die durch eine einseitige Hörstörung bedingten Defizite konnten nach den Ergebnissen der damaligen Arbeit durch das gesunde andere Ohr nicht ausgeglichen werden.

1995 definierten Möhring, Braun-Frank und Wirth [135] einen Aussagewert über die Prüfung von Lokalisationsfähigkeit und Sprachverstehen bei einseitigen Hörstörungen im Kindesalter. Hierzu untersuchten sie sowohl einseitig hörgestörte als auch normal hörende Kinder. Die Fähigkeiten des Richtungshörvermögens wurden hier mit Hilfe von Liedfragmenten des Mainzer Kindertests überprüft. Der von den Autoren eingesetzte Lautsprecherring bestand aus acht in einem gleichmäßigen Winkelabstand von  $45^\circ$  befestigten Lautsprechern. Es erwies sich, dass die einseitig mittelgradig hörgestörten Kinder in der hier vorgestellten Arbeit nur geringe Unsicherheiten im Richtungshörvermögen zeigten. Bei den normal hörenden Kindern konnte gar keine Unsicherheit festgestellt werden.

### **2.3 Die dichotische Diskrimination**

**Einführung.** Feldmann [57] beschreibt bereits 1960 die Fähigkeit des Hörorgans, zwei unterschiedliche Schallbilder zentral getrennt voneinander verarbeiten zu können: Gibt man auf jedes Ohr einen anderen Text, so kann man sich entweder auf das linke oder das rechte Ohr konzentrieren und dem auf diesem Ohr gehörten Text folgen. Gibt man nun jeweils verschiedene, gleich lange einzelne Wörter simultan auf das linke und das rechte Ohr, so können beide Wörter fehlerfrei nachgesprochen werden. Da es sich hierbei um höchste zentrale Leistungen handelt, liegt es nahe, diese Funktionen speziell für die Diagnostik zentraler Hörstörungen heranzuziehen.

Das menschliche Gehör ist also in der Lage, zwei unterschiedliche, simultan einlaufende Schallsignale mit hohem Informationsgehalt, wie z.B. zwei mehrsilbige Worte, aufzunehmen und getrennt voneinander zu verarbeiten. Dies wird bezeichnet als Fähigkeit zur dichotischen Diskrimination.

Laut Uttenweiler [201] sind bereits Grundschul Kinder ab etwa dem 5. Lebensjahr in der Lage, dichotisch zu hören.

Es existiert eine Reihe von Untersuchungsverfahren, die je nach Fragestellung verschiedenartige dichotische Hörsituationen konstruiert haben:

Katz, Basil und Smith [98] stellten 1963 einen Sprachtest vor, der zur Diagnose zentraler auditiver Läsionen, z.B. bei schädel-hirn-verletzten Patienten, entwickelt worden war. In diesem Test wurden den Probanden in Paaren angeordnete zweisilbige Worte zeitlich derart versetzt dargeboten, dass die zweite Silbe des einen Wortes zeitgleich mit der ersten Silbe des anderen Wortes angeboten wurde: „The Staggered Spondaic Word Test“. Im Vergleich zu einer Gruppe von Patienten mit unilateralem Schädel-Hirn-Trauma, welche insgesamt große Schwächen auf der kontralateralen Seite zeigte, konnten sowohl bei 20 normal hörenden Probanden als auch bei fünf schallleitungsgestörten Patienten keine Hörbeeinträchtigungen nachgewiesen werden. Eine ebenfalls untersuchte Gruppe von zehn innenohrschwerhörigen Patienten hingegen demonstrierte ähnlich schlechte Ergebnisse wie die der Schädel-Hirn-Verletzten.

Stubblefield und Young [190] konnten in einer Untersuchung aus dem Jahre 1975 aufzeigen, dass von ihnen untersuchte Kinder mit Lernstörungen im „Staggered Spondaic Word Test“ deutlich schlechter abschnitten als Kinder, die im Hinblick auf Hören, Sprechen und Lernen normal entwickelt waren.

Johnson, Enfield und Sherman [96] kamen in einer Arbeit von 1981 zu einem ähnlichen Ergebnis, als sie ihrerseits Kinder mit Lernschwierigkeiten im Vergleich mit Kindern ohne jene Problematik untersuchten. Zugleich fanden sie heraus, dass das Testergebnis nicht abhängig war vom Geschlecht oder der Händigkeit der untersuchten Kinder.



Laut Keith [102] wird der oben beschriebene dichotische Hörtest v. a. zur Untersuchung auditiver Wahrnehmungsleistungen bei Kindern mit Sprachentwicklungs- und Lernproblemen eingesetzt. In einer Untersuchung mit 57 hörgesunden Kindern im Alter zwischen 6 und 18 Jahren konnte der Verfasser nachweisen, dass sich die Testleistung, und damit die Fähigkeit zur dichotischen Diskrimination, mit zunehmendem Alter deutlich verbessert.

1991 versuchten Katz und Smith [99], aufgrund von Ergebnissen ihres dichotischen Sprachtests Hinweise auf spezifische Schädigungsorte im Gehirn zu finden, welche für Störungen der zentralen auditorischen Verarbeitung verantwortlich sein sollten. Nach intensiven Bemühungen kamen sie jedoch zu der Einsicht, dass ihr Verfahren eine Punkt-zu-Punkt-Zuordnung von Störung und dazugehörigem geschädigten Ort im Gehirn nicht erlaubt.

Katz und Wilde [100] betonen in ihrem Handbuch der klinischen Audiologie noch einmal nachdrücklich die altersabhängige Steigerungsfähigkeit der Leistungen in dichotischen Tests.

Für den deutschsprachigen Raum entwickelte Feldmann [59] im Jahre 1965 einen dichotischen Diskriminationstest als neue Methode zur Diagnostik zentraler Hörstörungen. Das Prinzip seines Tests besteht darin, dem linken und dem rechten Ohr simultan jeweils unterschiedliche dreisilbige Testworte anzubieten. Insgesamt besteht der Test aus zehn Subgruppen à zehn Wortpaaren.

1973 untersuchten Schlöndorff und Tegtmeier [176] 194 normal hörende Kinder im Alter zwischen 5 und 13 Jahren mit dem dichotischen Diskriminationstest nach Feldmann. Sie kamen aufgrund ihrer Untersuchungsergebnisse zu der Auffassung, dass die Ausbildung der Fähigkeit zur dichotischen Diskrimination wohl in die letzte Phase der Sprachentwicklung fallen müsse, die etwa mit Beginn der Pubertät abschließe, denn keines der untersuchten 5-6jährigen Kinder sei in der Lage gewesen, die dichotisch angebotenen Testwortpaare zu wiederholen.

In einer weiteren Studie untersuchten Schlöndorff und Tegtmeier [177] Beziehungen zwischen der auditiven Selektionsfähigkeit und dem dichotischen Hörvermögen bei Erwachsenen. Dabei stellte sich heraus, dass lediglich fünf von 32 Patienten mit Störungen der auditiven Selektionsfähigkeit in der Lage waren,

alle Wortpaare des dichotischen Tests nach Feldmann fehlerfrei zu reproduzieren.

Chüden und Göpfert [40] überprüften an 750 Schülern im Alter zwischen 6 und 17 Jahren den Aussagewert des dichotischen Sprachtests im Schulalter. Dabei fanden sie v. a. für Kinder der ersten beiden Schulklassen deutlich schwächere Vergleichsergebnisse und wiesen darauf hin, dass an der Gebräuchlichkeit des dichotischen Tests für Kinder dieser Jahrgänge grundsätzlich gezweifelt werden müsse.

Sonnenberg und Materna [185] beschäftigten sich mit dem Nachweis zentraler Hörstörungen innerhalb der neurologischen Polysymptomatik der Legasthenie und fanden heraus, dass betroffene legasthenische Kinder in allen untersuchten Altersklassen beim dichotischen Test nach Feldmann deutlich schwächere Ergebnisse erzielten als nicht-legasthenische Kinder aus einer Kontrollgruppe. Aus dieser Erkenntnis heraus forderten sie den Einsatz des Feldmann-Tests in der Legastheniediagnostik.

1980 stellte Uttenweiler [201] den „Dichotischen Diskriminationstest für Kinder“ vor. Das Testwortmaterial wurde gegenüber dem des bisher eingesetzten Feldmann-Tests um die Hälfte reduziert und dem Grundwortschatz von Kindern zwischen 5 und 8 Jahren angepasst.

Entgegen früherer Aussagen gelang der Nachweis, dass die Fähigkeit zur dichotischen Diskrimination bei entsprechendem Testwortinventar bereits an einem Alter von fünf Jahren ausgebildet ist.

Nach Uttenweiler [202] muss v. a. geprüft werden, in wieweit der „Dichotische Diskriminationstest für Kinder“ nach eingehender Überarbeitung und einer teilweisen Neufassung dazu in der Lage ist, zur (Topo-) Diagnostik zentraler Hörstörungen beizutragen.

Jäncke und Luppen [88] wiesen anhand eines von ihnen eingesetzten dichotischen Tests mit Konsonant – Vokal – Paaren nach, dass die Art und Weise der Reproduktion (visuelles Wieder erkennen, Sprechen, Schreiben) keinen Einfluss auf das Resultat eines dichotischen Diskriminationstests ausübt.

## 2.4 Individuelle Einflussfaktoren

Zahlreiche der hier im Überblick vorgestellten Autoren nennen ganz unterschiedliche individuelle Effekte, die einen Einfluss auf audiologische Untersuchungsergebnisse ausüben können:

Alich [1] und Döring und Hamacher [47] weisen grundsätzlich auf den allgemeinen Gesundheits- bzw. psychischen Zustand des Probanden als Einflussgröße auf den Verlauf und das Ergebnis einer jeden Untersuchung hin.

Platte und vom Hövel [157] machen auf die stets zu beobachtende individuell unterschiedliche Intelligenz und Leistungsfähigkeit von Probanden aufmerksam. Oberklaid, Harris und Keir [151] sehen Effekte wie Müdigkeit, Angst und Stress als wichtige Einflussfaktoren auf das Konzentrationsvermögen von Untersuchungsteilnehmern.

Alich [1], Ingold und Tschopp [85; 86] sowie Penrod [153] erachten die Kooperation zwischen Versuchsperson und Untersuchungsleiter sowie die subjektive Akzeptanz der Versuchsanordnung als wichtige Einflussgrößen auf die Motivation und emotionale Bereitschaft zur Mitarbeit eines Versuchsteilnehmers.

Uttenweiler [203] weist ergänzend auf die Bedeutsamkeit des individuellen Entwicklungsalters eines jeden Versuchsteilnehmers als Einflussgröße auf das Testergebnis hin.

### 3. Methodischer Teil

#### 3.1 Allgemeines

**Ort.** Sämtliche durchgeführten Untersuchungen fanden in einem schalldämpften, reflexionsarmen Audiometrieräum des Medizinischen Zentrums für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde der Philipps-Universität Marburg statt.

**Zeitraum.** Sämtliche Untersuchungen wurden in einem Zeitraum von 8 Monaten durchgeführt.

**Probanden.** Es wurden insgesamt 21 Grundschul Kinder (17 Mädchen, 4 Jungen) im Alter von 6 bis 11 Jahren untersucht.

Die Teilnahme eines jeden Kindes erfolgte rein freiwillig und ausschließlich nach schriftlicher Zustimmung der Eltern oder Erziehungsberechtigten.

Kriterien für die Normalhörigkeit eines Kindes waren

1. Unauffällige Anamnese (siehe Anhang) und
2. Unauffällige routineaudiometrische Basisuntersuchungen (Otoskopischer Befund, Reintonaudiogramm, Tympanogramm).

Abbruchkriterium der Untersuchung waren entsprechende Auffälligkeiten.

Vor Beginn der Untersuchungen wurde das Studiendesign von der Ethikkommission des Fachbereichs Humanmedizin der Philipps-Universität Marburg genehmigt.

### 3.2 Testgeräte

Sämtliche Untersuchungen wurden mit Hilfe des Ton-Sprach-Audiometers BCA 300 der Firma AUDIO-MED durchgeführt. Das Gerät hält zwei Ein- und Ausgänge bereit, die z.B. von CD-Spielern und Lautsprechern belegt werden können.

**Sprachaudiometrie mit Störgeräusch.** Zur Untersuchung des Sprachverstehens im Störgeräusch wurden an das Ton-Sprach-Audiometer zwei Lautsprecher (Westra LAB-501) angeschlossen und diese in einem Winkel von 90° zueinander aufgestellt. Darüber hinaus wurde an die Eingangskanäle jeweils ein externer PC mit CD-ROM-Laufwerk und ein in das Gerät integrierter CD-Spieler angeschlossen.

**Richtungshörvermögen im freien Schallfeld.** Zur Untersuchung des Richtungshörens wurde an die Ausgänge des Audiometers ein aus acht (2-Weg-Bassreflex)-Miniboxen bestehender Lautsprecherring angeschlossen. Der Lautsprecherring hatte einen Durchmesser von 140 cm, die Boxen waren in einem Winkel von jeweils 45° zueinander angeordnet. Über einen mit dem Audiometer verbundenen Richtungshöranalysator (TYP RHA 16, AUDIO-MED) konnten die Miniboxen per Tastendruck einzeln angewählt werden. Die Eingangskanäle des Audiometers wurden von dem in das Gerät integrierten CD-Spieler belegt.

**Dichotischer Diskriminationstest.** Der dichotische Diskriminationstest wurde wie die Reintonaudiometrie mit Hilfe eines Kopfhörers durchgeführt. Die Umstellung von der Freifelddarbietung zur Kopfhörerdarbietung der Schallsignale erfolgte am Audiometer. Die Eingangskanäle wurden beim dichotischen Diskriminationstest wiederum vom integrierten CD-Spieler belegt. Die für die Tonaudiometrie benötigten Töne wurden vom Audiometer selbst generiert.

### 3.3 Angewandte Verfahren

#### 3.3.1 Sprachaudiometrie mit Störgeräusch

**Sprachmaterial.** Als Sprachmaterial wurde der Göttinger Kindersprachverständnistest II eingesetzt, der als Westra CD Nr. 4 [218] im Handel erhältlich ist. Dieser Test besteht aus insgesamt 100 einsilbigen Substantiven, die in 10 Gruppen zu jeweils 10 Wörtern angeordnet sind (siehe Anhang). Das Vokabular ist für Kinder ab dem Schuleintrittsalter konzipiert [39].

**Störgeräusch.** Als Störschall fand ein Wörtergewirr Verwendung, das aus dem standardisierten Sprachmaterial des Freiburger Sprachverständnistests erstellt wurde. Hierzu wurde das Testwortinventar 32-fach zeitversetzt überlagert. Zusätzlich wurde das Wörtergewirr digital verhallt, um die raumakustische Situation derjenigen eines Stimmengewirrs im Hintergrund und eines Sprechers im Nahbereich (Hallradius) anzunähern. Dies hat zum Ziel, wesentliche Charakteristika einer „Cocktail-Party-Situation“ zu simulieren [47]. Das verwendete Störgeräusch ist auf Kanal 2 der Westra-CD Nr.8 [218] erhältlich.

#### 3.3.2 Untersuchung des Richtungshörvermögens im freien Schallfeld

Im ersten Teil der Untersuchung dienten Ein-Sekunden-Liedsequenzen der CD „1, 2, 3 im Sauseschritt“ als Schallereignis.

Im zweiten Teil wurden Ein-Sekunden-Sequenzen des unter 3.3.1 beschriebenen Störgeräuschs als zu lokalisierendes Schallereignis angeboten.

#### 3.3.3 Dichotischer Diskriminationstest

Zur Ermittlung der dichotischen Diskriminationsfähigkeit (auditive Separation) wurde der Dichotische Diskriminationstest für Kinder nach V. Uttenweiler [201] eingesetzt. Das Testinventar besteht aus insgesamt 50 unterschiedlichen, drei-

silbigen Wörtern, die in fünf Gruppen A bis E zu je fünf Wortpaaren zusammengesetzt sind.

Der Dichotische Diskriminationstest für Kinder nach V. Uttenweiler ist auf der Westra-CD Nr. 5 [218] kommerziell erhältlich.

### **3.4 Durchführung**

#### *3.4.1 Vorbereitung und Ablauf der Untersuchungen*

**Vorbereitung.** Vor Beginn einer jeden Untersuchung wurden die Lautsprecher der Freifeldanlage und die beiden Kanäle des Audiometriegerätes mit einem Schallpegelmessgerät (Bruel & Kjaer Typ 2235) überprüft und gegebenenfalls neu kalibriert. Hierzu wurde das Schallpegelmessgerät so platziert, dass seine Position exakt derjenigen des Kopfmittelpunktes des zu untersuchenden Probanden entsprach. Zunächst wurde Kanal 1 mit der Westra-CD Nr.4 [218], anschließend Kanal 2 mit der Westra-CD Nr.8 [218] kalibriert. Zwischen abgegebenem und gemessenem Schallpegel wurden bei 80 dB Pegeldifferenzen von bis zu 0,3 dB toleriert.

Zur Erhebung eines orientierenden Außen- und Mittelohrstatus wurde bei jedem Kind vor Beginn der Untersuchung eine otoskopische Gehörgangs- und Trommelfellinspektion vorgenommen und ein Tympanogramm aufgezeichnet. Anschließend wurde ein Tonschwellenaudiogramm für Luft- und Knochenleitung erstellt.

**Ablauf.** Zunächst wurden die sprachaudiometrischen Untersuchungen im Störgeräusch, anschließend die Untersuchung des Richtungshörvermögens und zuletzt der Dichotische Diskriminationstest für Kinder nach V. Uttenweiler durchgeführt.

**Formalia.** Sämtliche Ergebnisse wurden in einem Untersuchungsprotokoll dokumentiert. Die Dauer eines jeden vollständigen Untersuchungsganges war auf

ca. 45 min. angesetzt und konnte bei jedem Probanden eingehalten werden. Jedes Kind wurde sowohl vor Beginn als auch im Verlauf eines jeden Untersuchungsabschnitts über die Dauer und den Ablauf ausführlich und in motivierender Weise aufgeklärt und war dazu berechtigt, die Untersuchung jederzeit und ohne Angabe von Gründen zu unter- bzw. abbrechen. Der Autor war als Versuchsleiter bei allen Untersuchungen anwesend.

### *3.4.2 Eingangsdiagnostik*

**Trommelfellinspektion.** Die Gehörgänge und Trommelfelle eines jeden Kindes wurden mit Hilfe eines Heine-Untersuchungs-Otoskops inspiziert.

**Tympanogramm.** Mit dem Middle Ear Analyzer Typ Zodiac 901 L (Madsen Electronics) wurde bei jedem Kind sowohl für das rechte als auch für das linke Ohr ein Tympanogramm aufgezeichnet.

**Tonschwellenaudiogramm.** Für jedes Kind wurde zum Ausschluss einer peripheren Hörminderung ein Tonschwellenaudiogramm mit Hilfe des oben beschriebenen Ton-Sprach-Audiometers erstellt. Zunächst wurde die Schwelle für Luftleitung ermittelt. Hierbei wurden über einen Kopfhörer jedem Ohr Sinustöne mit den Frequenzen 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 und 8000 Hz angeboten. Ein gehörter Ton wurde vom Kind durch Betätigen eines Antwortknopfes des Audiometers bestätigt. Der Schallpegel des jeweiligen Prüftons wurde in 5 dB-Schritten so weit reduziert, bis der Ton vom Kind sicher nicht mehr gehört werden konnte. Derjenige Pegel, bei dem der Prüfton gerade noch gehört wurde, konnte als Schwellenpegel protokolliert werden. Im Anschluss daran wurde die Schwelle für Knochenleitung bestimmt. Hierzu wurde dem Kind ein Knochenhörer auf das Os mastoideum gesetzt, worüber wiederum seitentrennt Tonsignale dargeboten wurden. Hierbei wählte das Ton-Sprach-Audiometer einen Frequenzbereich von 250 bis 4000 Hz vor. Die Bestimmung der Schwelle für die Knochenleitung erfolgte analog zur Bestimmung der Schwelle für Luftleitung.



Es wurden nur die Kinder als Probanden zugelassen, die folgende **Eingangskriterien** erfüllten:

1. Unauffälliger otoskopischer Befund
2. Ungestörte Mittelohrfunktion
3. Unauffällige Reintonhörschwellen
4. Unauffällige Anamnese (Fragebogen)

### *3.4.3 Untersuchung der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen*

**Sprachaudiometrie im Störgeräusch.** Im ersten Teil der Untersuchung wurden sowohl das über Kanal 1 eingespielte Sprachsignal (Testwortinventar des Göttinger Kindersprachverständnistests II) als auch das über Kanal 2 eingespielte Störgeräusch aus dem rechten Lautsprecher dargeboten. Das Kind saß in einer Entfernung von 80 cm frontal zum Lautsprecher.

Da bei einer solchen Testanordnung Sprache und Störgeräusch aus demselben Lautsprecher stammen, wird diese Form der Darbietung nachstehend als „*0-Grad-Situation*“ bezeichnet (**vgl. Abb. 3.1**).

Im zweiten Versuchsteil wurden Nutz- und Störschallquelle räumlich getrennt. Das Sprachsignal wurde über Kanal 1 aus dem rechten, der Störschall über Kanal 2 aus dem linken Lautsprecher dargeboten. Die Signale trafen dabei jeweils aus einem Einfallswinkel von 45° auf den Kopf des Kindes ein (**vgl. Abb. 3.2**).

Da bei einer solchen Darbietungsform beide Lautsprecher zusammengenommen einen Winkel von 90° einschließen, wird diese Variante nachfolgend als „*90-Grad-Situation*“ bezeichnet.

Jedes Kind wurde angewiesen, im Verlaufe der Untersuchung stets an der Stuhllehne angelehnt zu bleiben und den Kopf nicht zu bewegen.

**0-Grad-Situation.** Über Kanal 2 wurde aus dem rechten Lautsprecher zunächst das beschriebene Störgeräusch als kontinuierliche Verdeckung mit einem konstanten Pegel von 65 dB eingespielt.

Im Folgenden wurde über Kanal 1 aus demselben Lautsprecher das Testwortinventar des Göttinger Kindersprachverständnistests II dargeboten. Der Test besteht aus insgesamt 100 einsilbigen Substantiven, die in zehn Gruppen zu jeweils zehn Wörtern angeordnet und dem Grundwortschatz 5-6-jähriger Kinder entnommen sind (vgl. Anhang). Der Sprachschallpegel wurde für die erste Wortgruppe mit 65 dB vorgewählt und zunächst konstant gehalten.

Ein jedes Testwort wurde hierbei nun wie folgt behandelt: Per Mausklick wurde das Testwort eingespielt. Konnte das Kind das Wort nicht wiedergeben, wurde es noch maximal zwei weitere Male eingespielt. Wurde das Wort hingegen korrekt oder aber fehlerhaft wiedergegeben, wurde mit dem nächsten Wort aus der Gruppe weitergemacht. Eine einmal gegebene Antwort konnte somit nicht noch einmal korrigiert werden. Konnte ein Testwort nach dreimaliger Darbietung gar nicht verstanden bzw. wiedergegeben werden, so wurde ebenfalls das nächste Wort angeboten. Nur ein vollständig richtig reproduziertes Wort wurde als verstanden gewertet.

Der Sprachsignalpegel für die jeweils folgende Wortgruppe wurde in Abhängigkeit des Ergebnisses der zuletzt abgeschlossenen Wortliste in 1-2 dB-Schritten so variiert, dass möglichst Wortverständlichkeiten zwischen 30 und 70% erwartet werden konnten.

Zum Abschluss der „0-Grad-Situation“ mussten definitionsgemäß in fünf Wortlisten zwischen 30 und 70% der Wörter verstanden worden sein. Messungen, bei denen  $\leq 20\%$  bzw.  $\geq 80\%$  der Wörter verstanden worden waren, wurden nicht in die Auswertung einbezogen, da in diesen Bereichen kein linearer Verlauf der Verständlichkeitskurve angenommen werden kann.



**Abb. 3.1: Nutz- und Störsignal aus ein und derselben Schallquelle**

**90-Grad-Situation.** In dieser Situation wurden die Quellen für Nutzschaall (Sprache) und Störschaall (Geräusch) räumlich voneinander getrennt.

Aus dem linken Lautsprecher wurde wiederum das oben beschriebene Störgeräusch mit einem konstanten Pegel von 65 dB eingespielt (Kanal 2).

Über Kanal 1 wurde aus dem rechten Lautsprecher das bereits beschriebene Testwortinventar angeboten, diesmal ausgehend von einem Pegel von 55 dB. Der Sprachsignalpegel wurde wiederum von Gruppe zu Gruppe in 1-2 dB-Schritten variiert, bis in fünf Wortlisten zwischen 30 und 70% der Wörter richtig verstanden worden waren.

Im Übrigen entsprachen das Prinzip und die Kriterien zur Darbietung und Wiederholung der Testwörter denen der „0-Grad-Situation“.



**Abb. 3.2: Räumliche Trennung von Nutz- und Störsignalquelle**

**Untersuchung des Richtungshörvermögens.** Die Untersuchungen des Richtungsgehörs fanden ebenfalls im freien Schallfeld statt.

An einer horizontalen Ringkonstruktion mit 140 cm Durchmesser waren in mittlerer Kopfhöhe eines sitzenden Kindes in einem gleichmäßigen Winkelabstand von 45° insgesamt acht Lautsprecher angebracht.

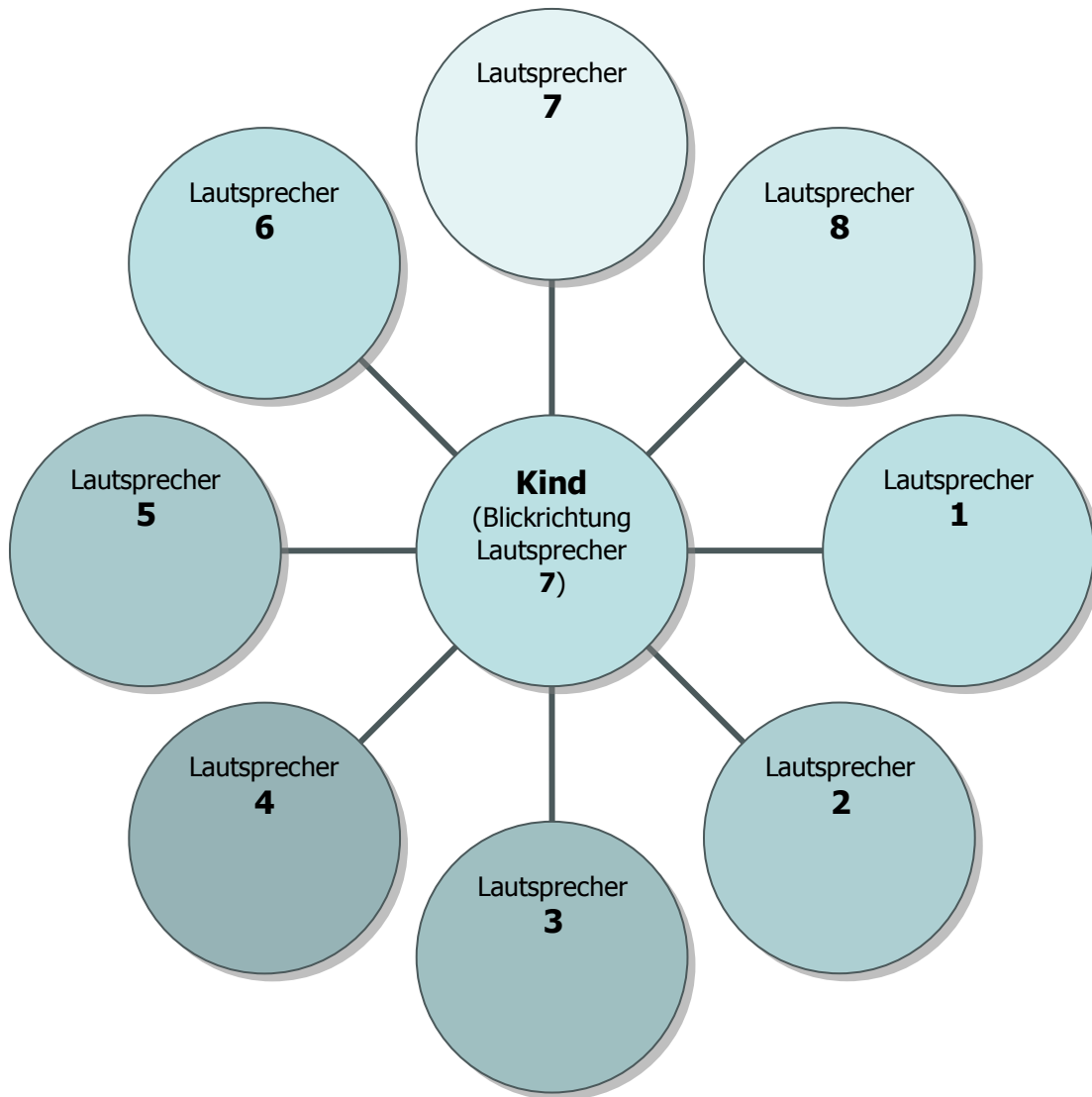
Die Lautsprecher konnten über ein Schaltpult des Richtungshör-Analysators Typ RHA 16 (AUDIO-MED) einzeln angesteuert werden.

Die Probanden saßen auf einem Kinderstuhl mit dem Gesicht nach vorn in der Mitte des Lautsprecherkreises und blickten stets auf den Lautsprecher mit der Nummer 7 (**vgl. Abb. 3.3**).

Jedes Kind wurde dazu angehalten, seine Position während der Dauer des Testablaufs nicht zu verändern und seinen Kopf möglichst nicht zu bewegen.

Die Ansteuerungsreihenfolge der Lautsprecher war in einem Schema festgelegt. Dieses Schema bestand aus vier Gruppen A, B, C und D. In jeder der vier Gruppen kam jede der acht Richtungen genau einmal vor. Die Reihenfolgen der einzelnen Gruppen waren zufällig festgelegt worden und für jedes Kind identisch.

Die Untersuchung bestand aus insgesamt zwei Teilen, der Gruppen A und B sowie C und D.



**Abb. 3.3: Lautsprecherkreis im freien Schallfeld**

Für die Gruppen A und B dienten Ein-Sekunden-Sequenzen der CD „1, 2, 3 im Sauseschritt“ als Schallereignis, welche über Kanal 1 des Audiometers abge-  
 spielt wurden. Im zweiten Versuchsteil dienten für die Gruppen C und D Ein-  
 Sekunden-Sequenzen des bereits bei den sprachaudiometrischen Untersuchun-  
 gen eingesetzten Wörtergewirrs der Westra-CD Nr. 8 [218] als Schallereignis.  
 Für die Testabschnitte A/ B sowie C/ D wurden jeweils 16 Schallereignisse dar-  
 geboten, welche von der Versuchsperson lokalisiert werden sollten. Dabei hat-  
 ten die Kinder die Aufgabe, nach jedem eingespielten Schallereignis durch An-

gabe bzw. Anzeigen des Lautsprechers eine Hörereignisrichtung anzugeben. Somit konnten pro Kind insgesamt 32 Einzelmessungen erfasst und protokolliert werden.

Sämtliche Schallereignisse wurden mit einem konstanten Schallpegel von 50 dB eingespielt.

**Dichotischer Diskriminationstest für Kinder nach V. Uttenweiler.** Der Test basiert auf der seitengetrennten monauralen Prüfung sowie der binauralen Prüfung der Wortverständlichkeit mit Hilfe des standardisierten Testwortinventars des *Dichotischen Diskriminationstests für Kinder* nach V. Uttenweiler [201]. Das aus dreisilbigen Substantiven bestehende Testwortinventar ist hierbei in insgesamt fünf Gruppen A - E angeordnet, welche aus jeweils fünf Wortpaaren bestehen.

Die Prüfworte wurden in diesem Test ausschließlich über Kopfhörer dargeboten. Zunächst erfolgte bei einem Schallpegel von 60 dB und seitengetrennt für beide Ohren die Prüfung der monauralen Verständlichkeit des Probanden. Sie musste auf beiden Seiten 100% betragen. Üblicherweise wird hierzu die Gruppe A des Testwortinventars verwendet.

Zur Prüfung der binauralen Verständlichkeit wurde der Kanal 1 der CD auf das linke und der Kanal 2 auf das rechte Ohr gelegt. Hierbei wurden dem Kind die Wortpaare der Gruppen B - E simultan dargeboten.

Das Kind wurde vom Untersuchungsleiter vor Testbeginn aufgefordert, sich stets auf beide Seiten zu konzentrieren und beide Wörter unmittelbar nachzusprechen.

Jedes vom Kind korrekt reproduzierte Wort wurde mit 20 Punkten gewertet und entsprechend protokolliert. Wurde bis zu maximal einer Silbe eines Wortes vom Kind fehlerhaft oder gar nicht reproduziert, konnte das Wort noch mit 10 Punkten gewertet werden. Wurden hingegen mehr als eine Silbe eines Wortes fehlerhaft oder gar nicht wiedergegeben bzw. wurde ein Wort ignoriert, so wurde dies mit 0 Punkten bewertet.

Die erreichten Punktwerte der jeweiligen Gruppen wurden seitengetreunt für das linke und das rechte Ohr addiert. Wurden z.B. alle fünf Prüfworte einer Gruppe für die linke Seite vollständig richtig wiedergegeben, so entsprach dies einem Punktwert von 100. Der erreichte Punktwert gab für eine jeweilige Gruppe die seitengetreunte Verständlichkeit in Prozent an.

**Monaurale Prüfung.** Über Kanal 1 wurden dem linken Ohr des Kindes die ersten fünf Testworte der Gruppe A angeboten. Diese sollten vom Kind unverzüglich wiederholt werden. Entsprechend wurde im Anschluss daran mit den fünf Wörtern des zweiten Kanals der Gruppe A verfahren. Die monaurale Prüfung begann zunächst bei einem am Audiometer vorgewählten Schallpegel von 60 dB. Wurden nicht alle Wörter vollständig korrekt reproduziert, wurde auf der entsprechenden Seite der Pegel so lange um 5 dB erhöht, bis alle Wörter vollständig richtig wiedergegeben werden konnten. Konnten auch nach Erhöhung des Pegels auf bis zu 70 dB auf beiden Seiten nicht 100% erreicht werden, so stellte dies das Versuchsabbruchkriterium dar.

**Binaurale Prüfung.** Voraussetzung für die binaurale Prüfung war das Erreichen einer 100%igen Verständlichkeit der Testwörter sowohl auf der linken als auch auf der rechten Seite in der monauralen Prüfung.

Als Ausgangsschallpegel wurde derjenige gewählt, bei dem in der monauralen Prüfung eine Verständlichkeit von 100% erreicht wurde. Für den Fall, dass zum Erreichen der 100%-Verständlichkeit zwischen dem linken und dem rechten Ohr unterschiedliche Pegel notwendig waren, wurde für die binaurale Prüfung der jeweils höhere Pegel als Ausgangspegel vorgewählt.

Die binaurale Prüfung begann mit den Wörtern der Gruppe B. Hierbei wurden dem Kind nun seitengetreunt simultan zwei verschiedene dreisilbige Wörter angeboten. Wurden dabei bereits in dieser Gruppe auf beiden Ohren Verständlichkeiten von 100% erreicht, so konnte der Test hier beendet werden. Entsprechendes galt für jede weitere Gruppe. Konnten hingegen auf einer Seite oder auf beiden Seiten nicht alle Wörter vollständig richtig reproduziert werden,

so wurde der Pegel für die folgende Gruppe auf der betreffenden Seite um 5 dB angehoben.

Der Test endete, wenn in einer Gruppe auf beiden Seiten Verständlichkeiten von 100% erreicht werden konnten oder aber wenn mit der Gruppe E das gesamte Testwortinventar verbraucht war, ohne das eine beiderseitige Verständlichkeit von 100% erreicht werden konnte.

### **3.5 Dokumentation, Auswertung und statistische Verfahren**

#### *3.5.1 Protokollierung und Speicherung der Daten*

Sämtliche Daten wurden zunächst handschriftlich in ein Versuchsprotokoll eingetragen. Jedem Kind wurde eine Nummer zugeordnet. Unter dieser Nummer wurden die protokollierten Daten eines jeden Probanden computerunterstützt erfasst und gespeichert. Ein Rückschluss von einer Personennummer und den dazugehörigen Messdaten auf die Identität und persönlichen Daten eines Kindes war ausschließlich mit Hilfe eines Nummernschlüssels möglich, der lediglich dem Verfasser und ausgewählten Mitarbeitern der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie zugänglich war.

#### *3.5.2 Auswertung der Messdaten*

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit Unterstützung der Abteilung für Biometrie des Fachbereichs Humanmedizin der Philipps-Universität Marburg.

Zur Auswertung wurden deskriptive Methoden der Statistik angewandt.

**Sprachaudiometrie im Störgeräusch.** Für jeden Probanden wurden jeweils die fünf gültigen Einzelmessungen der 0-Grad-Situation mit denen der 90-Grad-



Situation korreliert. Hierzu wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson bestimmt.

Für alle Messungen mit einem Korrelationskoeffizienten  $>0,1$  wurde mittels linearer Regression die Formel für die Regressionsgerade bestimmt. Anhand dieser Formel wurde sowohl für die 0-Grad- als auch für die 90-Grad-Situation derjenige Zahlenwert in dB berechnet, bei dem eine Verständlichkeit von 50% der Testwörter einer Gruppe zu erwarten war. Dieser Zahlenwert wurde als „50-Prozent-Verständlichkeit bei 0-Grad-Darbietung“ (räumlich nicht getrennte Darbietung von Stör- und Nutzschaall) bzw. als „50-Prozent-Verständlichkeit bei 90-Grad-Darbietung“ (räumlich getrennte Darbietung von Nutz- und Störschaall) definiert und in dB angegeben.

Die Differenz aus der 50%-Verständlichkeit bei 0-Grad-Darbietung und der 50%-Verständlichkeit bei 90-Grad-Darbietung ergab die *Intelligibility Level Difference* (Sprachverständlichkeits-Pegeldifferenz) durch die räumliche Trennung von Sprache und Geräusch. Dieser rechnerische Wert gibt an, um wie viel dB der Sprachsignalpegel in der 90-Grad-Situation im Verhältnis zur 0-Grad-Situation gesenkt werden kann, um dennoch in beiden Fällen genau die Hälfte der Testwörter einer Gruppe verstehen zu können.

**Richtungshörvermögen.** Anhand der erhobenen Daten wurden für jede der acht Richtungen für das Nutzschaall „Liedsequenzen“ die Fehler ermittelt; dabei wurden die Fehler in den Gruppen A und B addiert. Entsprechend wurde beim Signal „Wörtergewirr“ mit den Gruppen C und D verfahren.

Zunächst wurde anhand der Messergebnisse aller Kinder für jede Richtung die Häufigkeit der Fehler ermittelt.

Darüber hinaus wurden zum einen die Fehler für die Richtungen 1, 5, 6, 7 und 8 als Fehler im vorderen Halbkreis, zum anderen die Fehler für die Richtungen 2, 3 und 4 als Fehler im hinteren Sektor zusammengefasst. Anschließend wurden dann anhand der Einzelergebnisse die mittleren Fehlerquoten für den vorderen Halbkreis und den hinteren Sektor bestimmt.

**Dichotische Diskrimination.** Zur Auswertung des dichotischen Diskriminationstests wurden die Kinder anhand der ermittelten Testleistungen in 4 Kategorien eingeteilt.

In die erste Kategorie entfielen die Probanden, die bereits in Gruppe B oder C eine Verständlichkeit von beidseits 100% erreichen konnten.

Kinder, die eine beiderseitige Verständlichkeit von 100% erst in Gruppe D oder E erreichten, wurden der zweiten Kategorie zugeteilt.

Kategorie 3 bildete sich aus Probanden, die zwar auf einem Ohr 100, auf dem anderen jedoch bis zum Schluss nur 80 bzw. 90% erreichen konnten.

In Kategorie 4 fielen Kinder, die weniger als 100% auf dem einen und 80% auf dem anderen Ohr erreichten.

Anhand dieser Einordnung wurden die Häufigkeiten ermittelt.

## 4. Ergebnisteil

### 4.1 Ergebnisse der Eingangsdiagnostik

Alle 21 untersuchten Kinder zeigten eine

1. Unauffällige Anamnese (**Anamnesebogen**), einen
2. unauffälligen otoskopischen Befund (**Gehörgangs- und Trommelfellinspektion**),
3. unauffällige Reintonhörschwellen (**Tonaudiogramm**) und eine
4. ungestörte Mittelohrfunktion (**Tympanogramm**).

Es konnten somit sämtliche Untersuchungsergebnisse in die Auswertung der Studie einfließen.

## 4.2 Ergebnisse der eingesetzten Testverfahren:

### 4.2.1 Sprachaudiometrie im Störgeräusch (*auditive Selektion*):

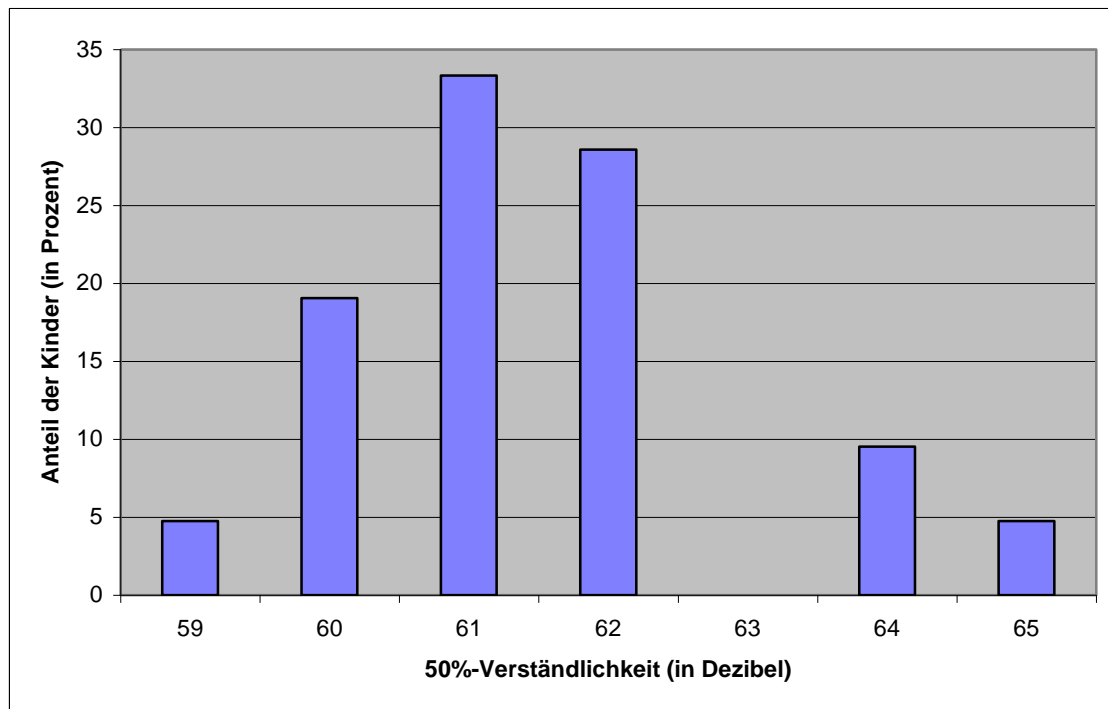
**0-Grad-Situation.** Sprachsignal und Störgeräusch entstammten hierbei ein- und derselben Schallquelle (**vgl. Abb. 3.1**).

Für die jeweils fünf gültigen Einzelmessungen eines Probanden wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson ermittelt. Bei sämtlichen Probanden lag der Korrelationskoeffizient der Einzelmessungen in der 0-Grad-Situation deutlich oberhalb des geforderten Mindestwertes von 0,1. In der Mehrzahl zeigten sich hohe Korrelationen. Bei drei Kindern lag der Korrelationskoeffizient zwischen 0,53 und 0,58, bei den übrigen 18 Kindern (85,71%) konnten Korrelationskoeffizienten zwischen 0,63 und 0,93 errechnet werden. Davon lagen 11 Korrelationskoeffizienten (52,38%) oberhalb 0,83.

Aus den Einzelmessungen wurden die Werte für die 50%-Verständlichkeit berechnet. Hierfür wurden die errechneten Werte (in dB) zuvor auf ganze Zahlen gerundet.

Die Nutzschaalllautstärke, bei der rechnerisch 50% des Testwortinventars korrekt gehört wurde, lag zwischen 59 und 65 dB. 4,8% der Kinder erreichten eine 50%-Verständlichkeit bei einer Lautstärke von 59 dB, 19% bei einer Lautstärke von 60 dB, ein Drittel (33,3%) bei einer Lautstärke von 61 dB, nahezu ein Drittel (28,6%) bei 62 dB, 9,5% bei 64 dB und 4,8% bei einer Lautstärke von 65 dB.

Die relativen Häufigkeiten der 50%-Verständlichkeitswerte für die 0-Grad-Situation sind zur Veranschaulichung in **Abb. 4.1** noch einmal grafisch dargestellt:



**Abb. 4.1:** Relative Häufigkeiten der 50%-Verständlichkeit bei Darbietung von Nutz- und Störsignal aus ein- und derselben Schallquelle (0-Grad-Situation)

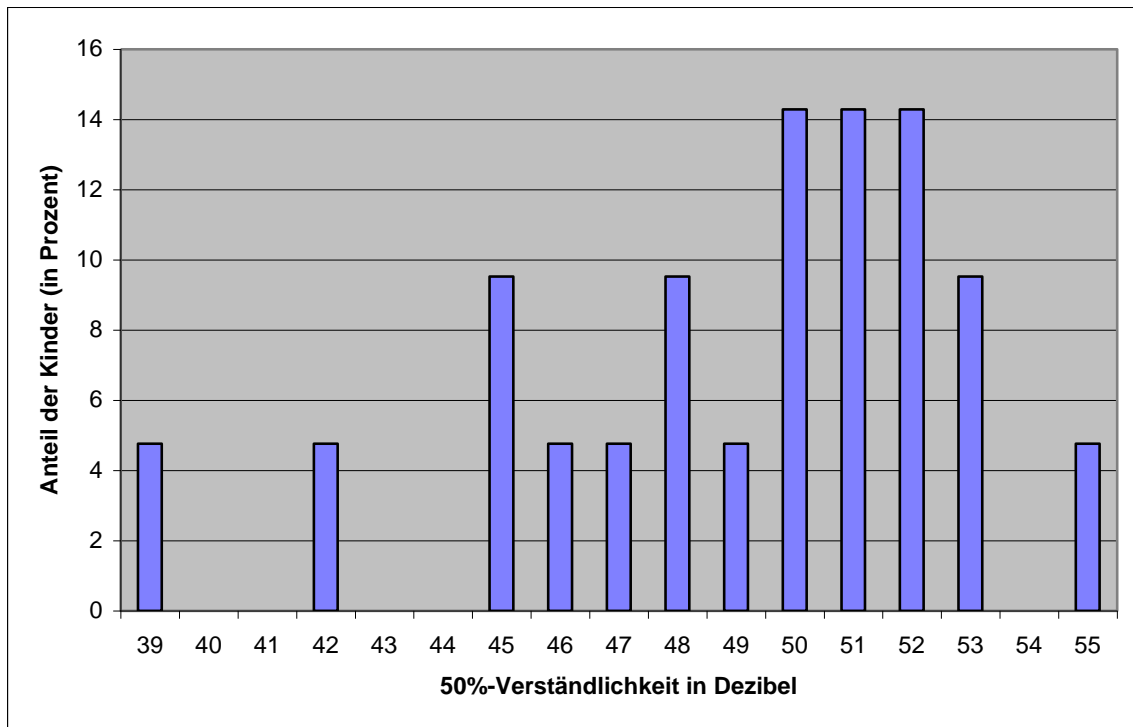
**90-Grad-Situation.** Hierbei entstammen Sprachsignal und Störlärm zwei verschiedenen Schallquellen (**vgl. Abb. 3.2**).

Analog zur 0-Grad-Situation wurde für die jeweils fünf gültigen Einzelmessungen eines jeden Probanden zunächst der Korrelationskoeffizient nach Pearson errechnet, der bei sämtlichen Probanden oberhalb des geforderten Mindestwertes von 0,1. Für eines der Kinder lag der Korrelationskoeffizient bei 0,14, bei fünf weiteren Kindern zwischen 0,22 und 0,41. Bei 15 Probanden (71,42%) wurden Werte zwischen 0,66 und 0,95 errechnet. Davon lagen 12 Korrelationskoeffizienten (57,14%) oberhalb 0,72.

Aus den Einzelmessungen wurden wiederum die Werte für die 50%-Verständlichkeit berechnet. Auch hier wurden die errechneten Werte (in dB) auf ganze Zahlen gerundet.

Die Nutzschaalllautstärke, bei der rechnerisch 50% des Testwortinventars korrekt gehört wurde, lag hier zwischen 39 und 55 dB. 4,8% der Kinder erreichten eine 50%-Verständlichkeit bereits bei einer Nutzschaalllautstärke von 39 dB, weitere 4,8% bei einer Lautstärke von 42 dB. 9,5% der Kinder erreichten sie bei 45, 4,8% bei 46, 4,8% bei 47, 9,5% bei 48 und 4,8% bei 49 dB. Jeweils 14,3% der Kinder hörten 50% des Testwortinventars bei 50, 51 oder 52 dB. 9,5% benötigten eine Nutzschaalllautstärke von 53, 4,8% von 55 dB.

Die relativen Häufigkeiten der 50%-Verständlichkeitswerte für die 90-Grad-Situation sind in **Abb. 4.2** noch einmal grafisch dargestellt.



**Abb. 4.2:** Relative Häufigkeiten der 50%-Verständlichkeit bei räumlich getrennten Schallquellen für Nutz- und Störsignal (90-Grad-Situation)

**Intelligibility Level Difference (ILD).** Durch die räumliche Trennung der Schallquellen für Nutz- und Störsignal entsteht ein Verständlichkeitsvorteil (ILD).

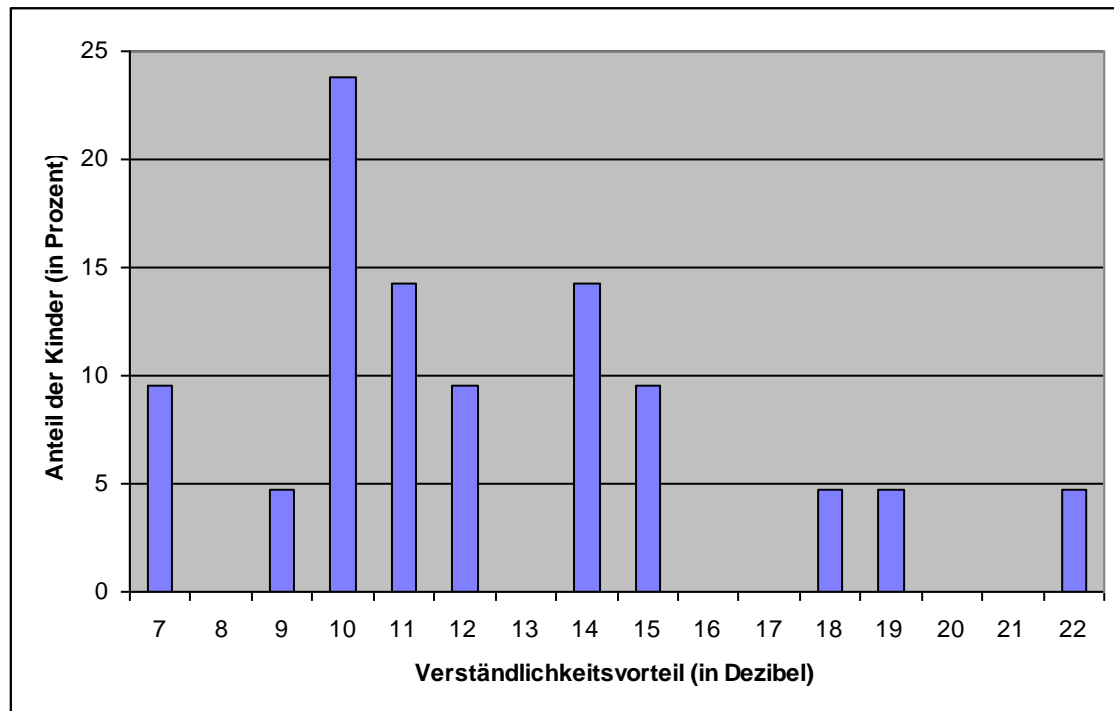
Dieser Verständlichkeitsvorteil konnte für sämtliche Einzelmessungen berechnet werden, da die Korrelationskoeffizienten der jeweiligen Einzelmessungen sowohl in der 0-Grad-Situation als auch in der 90-Grad-Situation stets oberhalb des in der deskriptiven Statistik geforderten Mindestwertes von 0,1 lag.

Die ILD errechnete sich aus der Differenz der 50%-Verständlichkeiten eines jeden Kindes in der 0-Grad-Situation und in der 90-Grad-Situation.

Alle untersuchten Kinder erreichten durch die Trennung der Schallquellen einen Verständlichkeitsvorteil. Das Spektrum des Verständlichkeitsvorteils reichte von (gerundet) 7 bis 22 dB. Im Mittel wurde ein Verständlichkeitsvorteil von 12,44 dB erreicht. 9,5% der Kinder erreichten einen (gerundeten) Verständlichkeitsvorteil von 7 dB, 4,8% von 9 dB. 23,8% der Kinder erreichten einen Vorteil von 10, 14,3% einen Vorteil von 11 dB. Weitere 9,5% erreichten einen Vorteil von 12, 14,3% von 14 und weitere 9,5% von 15 dB. Jeweils 4,8% erreichten einen Vorteil von 18 und 19 dB, 4,8% sogar einen von 22 dB.



Die relativen Häufigkeiten für den Verständlichkeitsvorteil sind in **Abb. 4.3** noch einmal grafisch veranschaulicht:



**Abb. 4.3:** Relative Häufigkeiten für den Verständlichkeitsvorteil (ILD) durch räumliche Trennung der Schallquellen

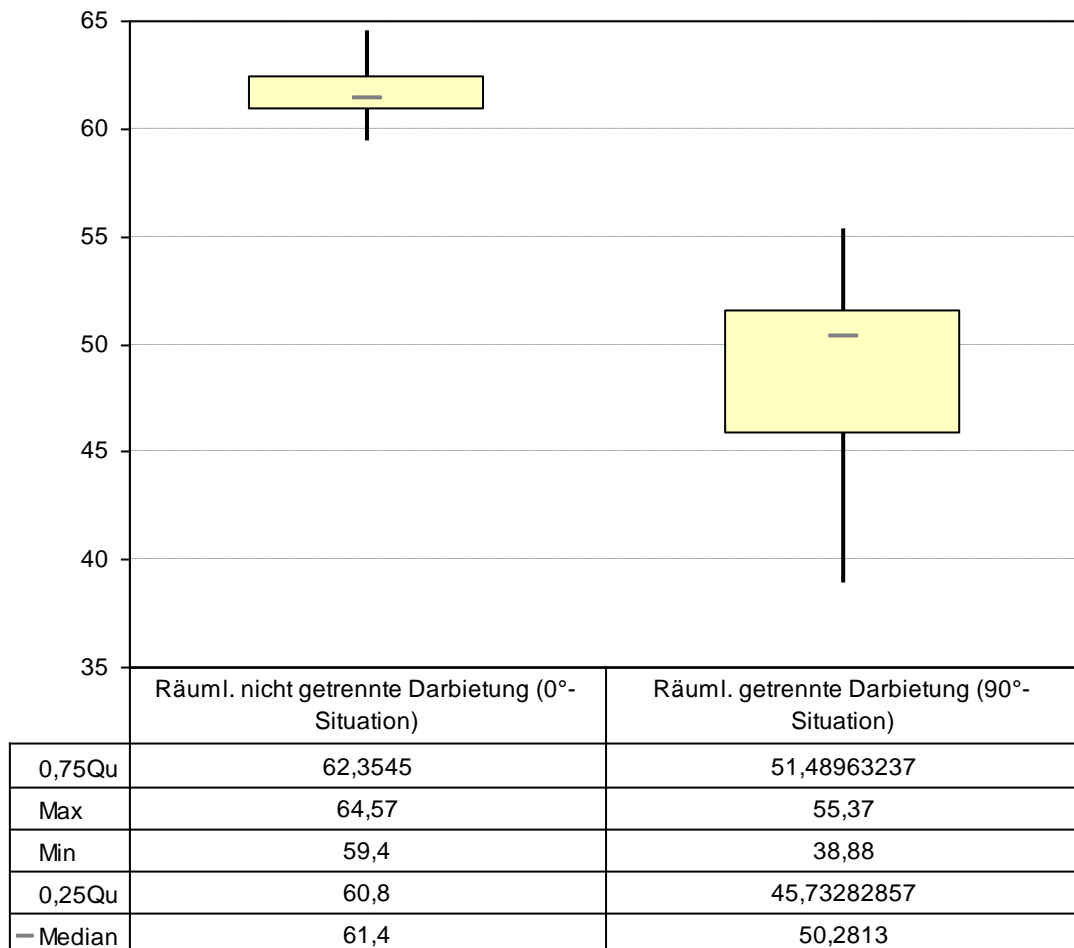
Zur grafischen Veranschaulichung wird der sich durch die Trennung der Schallquellen für Nutz- und Störsignal ergebende Verständlichkeitsvorteil (ILD) noch einmal anhand so genannter **Box-Plots** dargestellt:

**0-Grad-Situation.** Bei einer Standardabweichung von 1,38 dB lag der Mittelwert der 50%-Verständlichkeit in der 0-Grad-Situation bei 61,5 dB, d. h. im Mittel waren die Kinder in der Lage, das Nutzsignal bei einer Lautstärke von 61,5 dB zu hören. Der Median lag bei 61,4 dB. Das 1. Quartil nahm den Wert 60,8 dB, das 3. Quartil den Wert 62,35 dB an. Die Einzelwerte streuten von 59,4 bis 64,57 dB.

**90-Grad-Situation.** Der Mittelwert der 50%-Verständlichkeit in der 90-Grad-Situation lag bei einer Standardabweichung von 3,89 dB bei 49,06 dB, d. h. im Mittel waren die Kinder in der Lage, das Nutzsignal bei einer Lautstärke von 49,06 dB zu hören. Der Median betrug 50,28 dB. Das 1. Quartil lag bei 45,73, das 3. Quartil bei 51,49 dB. Die Einzelwerte streuten von 38,9 bis 55,4 dB.

**Verständlichkeitsvorteil (ILD).** Der Mittelwert des Verständlichkeitsvorteils durch räumliche Trennung der Schallquellen für Nutz- und Störsignal betrug bei einer Standardabweichung von 3,83 dB 12,44 dB. Der Median lag bei 11,48 dB. Das 1. Quartil lag bei 9,96, das 3. Quartil bei 14,13 dB. Der minimale Verständlichkeitsvorteil lag bei 6,83, der maximale Verständlichkeitsvorteil bei 21,72 dB.

**Abb. 4.4** veranschaulicht noch einmal grafisch den Verständlichkeitsvorteil, der durch die räumliche Trennung von Nutz- und Störsignalquelle erreicht werden konnte.



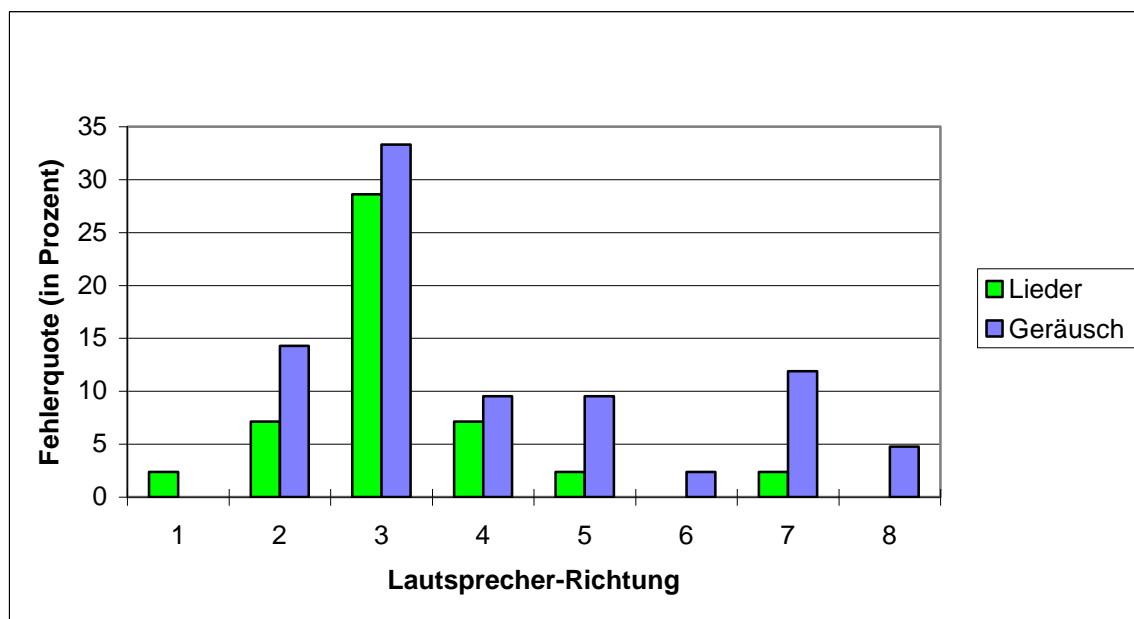
**Abb. 4.4:** Verständlichkeitsvorteil durch Trennung von Nutz- und Störsignalquelle - Die Boxen zeigen jeweils das 1. und 3. Quartil, den Median inklusive der Vertrauensintervalle sowie den unteren und oberen Extremwert

#### 4.2.2 Richtungshörvermögen (auditive Lokalisation):

Die Ergebnisse des Richtungshörvermögens konnten für alle 21 Probanden ausgewertet werden.

Jedem Probanden wurde aus jeder der acht Richtungen zweimal das Signal „Liedfragmente“ und zweimal das Signal „Wörtergewirr“ angeboten.

Bei 21 untersuchten Kindern entfielen somit auf jede der acht Richtungen 42 Ereignisse des Signals „Liedfragmente“ und 42 Ereignisse des Signals „Wörtergewirr“.



**Abb. 4.5: Gesamtfehlerquoten bei der Untersuchung des Richtungshörvermögens (Anordnung der Lautsprecher gemäß Abb. 3.3)**

Sowohl bei den Liedfragmenten als auch beim Wörtergewirr wurde die Richtung 3 (hinten) mit insgesamt 12 (Liedfragmente) bzw. 14 Fehlern (Wörtergewirr)

am wenigsten häufig korrekt lokalisiert. Dies entspricht einem prozentualen Fehleranteil von 28,57% (Liedfragmente) bzw. 33,3% (Wörtergewirr), sobald das Signal von hinten angeboten wurde.

Bei den Liedfragmenten wurden darüber hinaus die Richtungen 2 (hinten rechts) und 4 (hinten links) jeweils dreimal nicht richtig erkannt.

Die Richtungen des vorderen Halbkreises (1, 5, 6, 7, 8) wurden bei den Liedfragmenten entweder korrekt erkannt oder maximal einmal nicht richtig lokalisiert.

Demgegenüber wurden beim eingesetzten Wörtergewirr die Richtungen 2 und 4 des hinteren Abschnitts sechs (Richtung 2) bzw. vier Mal (Richtung 4) nicht korrekt erkannt, die Richtungen 5 und 7 des vorderen Halbkreises jedoch ebenfalls vier (Richtung 5) bzw. fünf Mal (Richtung 7) nicht.

Die Richtungen 1, 6 und 8 des vorderen Halbkreises wurden hingegen auch bei Einsatz des Wörtergewirrs entweder korrekt ausfindig gemacht oder maximal zwei Mal nicht richtig lokalisiert.

Zur Veranschaulichung der Einzelleistungen eines jeden Kindes wurden die Richtungen des vorderen Halbkreises (1, 5, 6, 7, 8) und die Richtungen des hinteren Abschnitts (2, 3, 4) jeweils zusammengefasst. Da für jede Richtung sowohl die Liedfragmente als auch das Wörtergewirr zwei Mal eingespielt wurden, entfielen auf jedes Kind pro Signalart im vorderen Halbkreis jeweils zehn und im hinteren Abschnitt jeweils sechs Ereignisse.

Für den vorderen Halbkreis, d. h. beim Einspielen der insgesamt zehn Schallereignisse aus den Richtungen 1, 5, 6, 7 und 8 ergab sich beim Einsatz der Liedfragmente bei einer Standardabweichung von 0,36 ein Mittelwert von 0,14 Fehlern.

Unter Verwendung des Wörtergewirrs wurden bei einer Standardabweichung von 0,74 im Mittel 0,62 Fehler gemacht.

Im hinteren Abschnitt, d. h. beim Einspielen der insgesamt sechs Schallereignisse von hinten, hinten rechts und hinten links wurden bei Gebrauch der Liedfragmente bei einer Standardabweichung von 1,15 im Mittel 0,86 Fehler gemacht.

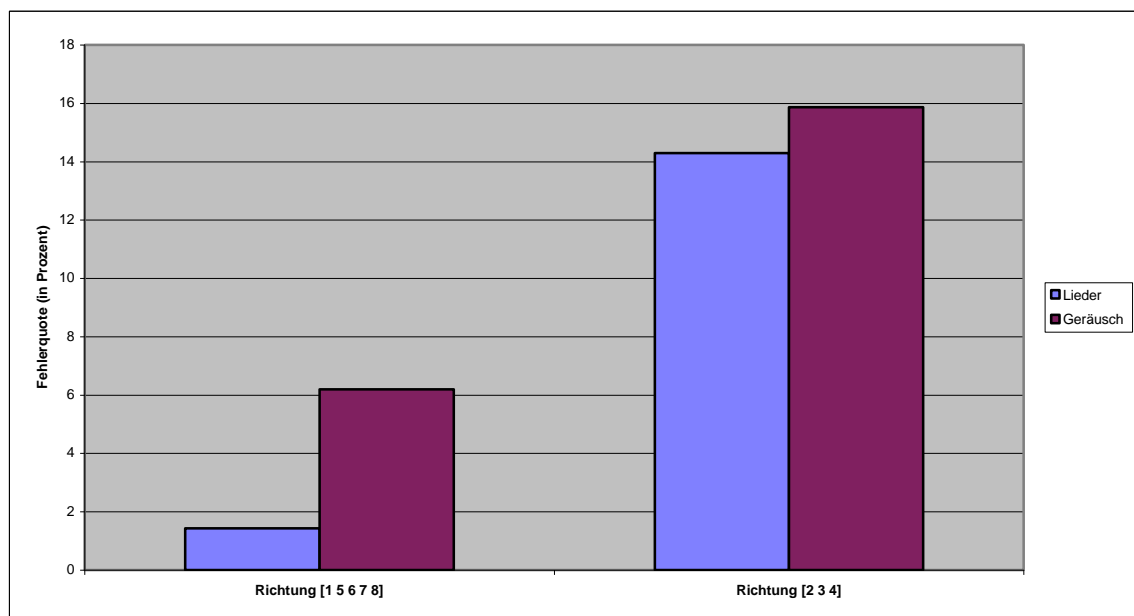
Unter Verwendung des Wörtergewirrs wurde bei einer Standardabweichung von 0,86 ein Mittelwert von 0,95 Fehlern ermittelt.

Zusammengefasst ergab sich bei der Untersuchung des Richtungshörvermögens die folgende mittlere Fehlerquote in Prozent:

Bei Darbietung der zu ortenden Schallereignisse von vorne bzw. von der Seite ergab sich bei den Liedfragmenten eine mittlere Fehlerquote von 1,43%. Beim Wörtergewirr lag die mittlere Fehlerquote bei 6,19%.

Wurden die Schallereignisse von hinten, hinten rechts oder hinten links eingespielt, ergaben sich folgende mittlere Fehlerquoten: Bei den Liedfragmenten 14,29%, beim Wörtergewirr 15,87%.

Entsprechend ist zur Veranschaulichung in **Abb. 4.6** graphisch dargestellt, welchen prozentualen Anteil der eingespielten Schallereignisse ein Kind im Mittel nicht korrekt lokalisieren konnte:



**Abb. 4.6:** Mittlere Fehlerquoten beim Richtungshören, vorderer Halbkreis (1, 5, 6, 7, 8) und hinterer Sektor (2, 3, 4)

#### 4.2.3 Dichotische Diskrimination (auditive Separation)

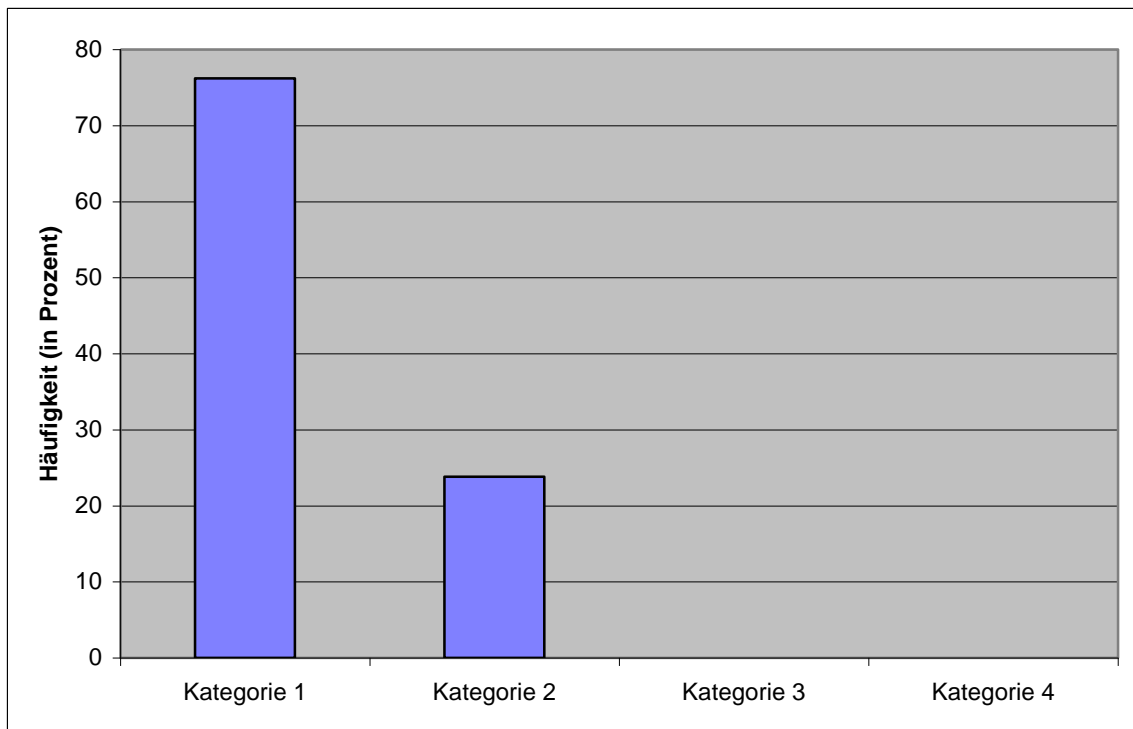
Sämtliche Untersuchungsergebnisse des Dichotischen Diskriminationstests für Kinder nach V. Uttenweiler konnten in die Auswertung einfließen.

Alle 21 untersuchten Kinder erreichten bei den eingespielten Wortpaaren der Gruppe A auf beiden Ohren eine monaurale Verständlichkeit von 100% und konnten den Dichotischen Diskriminationstest durchführen.

Das Ergebnis der binauralen Prüfung wurde einer von vier zuvor festgelegten Kategorien zugeordnet: Konnte ein Kind bereits in Gruppe B oder C sämtliche zeitgleich binaural eingespielten Wortpaare korrekt wiedergeben und somit eine binaurale Verständlichkeit von beiderseits 100% erreichen, so wurde es der Kategorie 1 zugeordnet. Wurde eine binaurale Verständlichkeit von beiderseits 100% erst in Gruppe D oder E erreicht, so wurde das Ergebnis der Kategorie 2 zugeordnet. Ein Ergebnis gehörte schließlich in die Kategorie 3, sofern ein Kind zwar auf einem Ohr 100% der Wörter richtig erkannt hatte, jedoch auf dem anderen nur 80 bzw. 90% korrekt wiedergeben konnte. Lag das Ergebnis unter dem zuletzt genannten, so wurde es der Kategorie 4 zugeordnet (**Tab. 1**).

Kategorie	Ergebnis (in %)	Kinder
1	100/ 100 in B oder C	16
2	100/ 100 in D oder E	5
3	100/ 80 oder 100/ 90	0
4	unter 100/ 80	0

**Tabelle 4.1: Einordnung des Ergebnisses im Dichotischen Diskriminationstest für Kinder in 4 Kategorien**



**Abb. 4.7: Dichotischer Diskriminationstest – Relative Häufigkeiten der Kategorien 1 bis 4 gemäß Tabelle 1**

Es stellte sich heraus, dass 16 der 21 untersuchten Kinder in Kategorie 1 und die übrigen 5 in Kategorie 2 fielen, d. h., dass sämtliche untersuchten normalhörenden Kinder eine binaurale Verständlichkeit von 100% erreichten.



## 5. Diskussion

### 5.1 Sprachaudiometrie im Störgeräusch

#### 5.1.1 Allgemeines

Gemäß Ingold und Tschopp [85; 86] sind Sprachverständlichkeitsmessungen unter Einfluss von Störlärm aufgrund mangelnder einheitlicher Testvorschriften bisher nicht ausreichend standardisiert, weshalb die Voraussetzungen für eine zuverlässige Vergleichbarkeit von Testergebnissen nach wie vor fehlen.

Auch Platte und vom Hövel [157] machen die uneinheitliche Nutzung der verwendeten Sprachmaterialien, der eingesetzten Störgeräusche und der Testverfahren selbst dafür verantwortlich, dass unterschiedliche Autoren trotz vergleichbar erscheinender Versuchsbedingungen zumeist zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen.

Pröschel und Döhring [165] kommen zu der Auffassung, dass die verschiedenen sprachaudiometrischen Untersuchungen nicht miteinander verglichen werden können, da nach ihrer Überzeugung sowohl die Testaufbauten als auch die eingesetzten Materialien und nicht zuletzt die Störgeräusche von Arbeit zu Arbeit allzu unterschiedlich seien.

Auch Bronkhorst und Plomp [32] weisen im Zusammenhang mit Sprachverständlichkeitsmessungen im Störlärm auf die Art des Testmaterials, die Darbietungsform sowie die Raumakustik als wichtige Einflussgrößen auf das Testergebnis hin.

Zur Minimierung raumbedingter Einflüsse wurde für die vorliegende Studie daher ein reflexionsarmer und schallgedämpfter Raum als Untersuchungsort gewählt.

Um eine direkte Vergleichbarkeit der in dieser Arbeit vorgestellten Ergebnisse mit denen einer von Macht [123] durchgeführten Parallelstudie zu gewährleisten, wurden die Untersuchungen unter exakt identischen Versuchsbedingungen durchgeführt.

Weitere Autoren nennen ganz unterschiedliche individuelle Effekte, die bei sprachaudiometrischen Untersuchungen einen Einfluss auf die Testergebnisse haben können:

Alich [1] und Döring und Hamacher [47] weisen grundsätzlich auf den allgemeinen Gesundheits- bzw. psychischen Zustand des Probanden als Einflussgröße auf den Verlauf und das Ergebnis einer Untersuchung hin.

Platte und vom Hövel [157] machen auf die stets zu beobachtende individuell unterschiedliche Intelligenz und Leistungsfähigkeit von Probanden aufmerksam. Oberklaid, Harris und Keir [151] sehen Effekte wie Müdigkeit, Angst und Stress als wichtige Einflussfaktoren auf das Konzentrationsvermögen von Untersuchungsteilnehmern.

Alich [1], Ingold und Tschopp [85; 86] sowie Penrod [153] erachten die Kooperation zwischen Versuchsperson und Untersuchungsleiter sowie die subjektive Akzeptanz der Versuchsanordnung als wichtige Einflussgrößen auf Motivation und emotionale Bereitschaft zur Mitarbeit eines Probanden.

Uttenweiler [203] weist ergänzend auf die Bedeutsamkeit des individuellen Entwicklungsalters eines jeden Versuchsteilnehmers als Einflussgröße auf das Testergebnis hin.

Nach Meinung des Verfassers sind diese zuletzt genannten Effekte jedoch bei einer zufälligen Auswahl von normal entwickelten, normalhörigen Kindern im Grundschulalter normal verteilt und müssen bei sprachaudiometrischen Untersuchungen wie in der vorliegenden Studie nicht speziell vorab geprüft werden.

### *5.1.2 Methodischer Teil, Ergebnisse, Bewertung und Ausblick*

**Kalibrierung des Audiometers.** In der vorliegenden Studie wurden die Einstellungen des Audiometers vor jeder Untersuchung mit Hilfe eines Schallpegelmessgerätes erneut überprüft und gegebenenfalls neu justiert.

**Anordnung der Lautsprecher.** Nutzsignal (Sprache) und Störsignal (Geräusch) wurden zunächst aus ein und demselben Lautsprecher angeboten, anschließend wurden die Schallquellen räumlich voneinander getrennt.

Bei Darbietung von Sprache und Geräusch aus ein und demselben Lautsprecher, bei der die Stimuli in der Medianebene des Kopfes des zu untersuchenden Probanden einlaufen, kann die Laufzeitdifferenz durch den Körperschatten ausgeglichen werden. Die Lautsprecher können hierbei sowohl frontal als auch dorsal zum Probanden positioniert werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde die frontale Darbietung der Stimuli ausgewählt, da eine solche Versuchsanordnung nach Platte [156], Sauer und Lessing [173] und Ingold und Tschopp [86] am ehesten einer realen Kommunikationssituation entspricht.

Nach Feldmann [58] verbessert sich in sprachaudiometrischen Untersuchungen unter Störlärmeinfluss die Verständlichkeit von Sprache signifikant, sobald Sprache und Geräusch mit Laufzeitdifferenzen zwischen dem rechten und dem linken Ohr eintreffen. Mit wachsender Auslenkung der Schallquellen aus der Medianebene (des Kopfes) vergrößern sich die Laufzeitdifferenzen [157].

Um den daraus resultierenden Verständlichkeitsvorteil (ILD) zu ermitteln, wurden im zweiten Versuchsteil die Schallquellen für Sprache und Geräusch räumlich voneinander getrennt. Gewählt wurde eine Anordnung der Lautsprecher mit Auslenkungen aus der Medianebene (des Kopfes des zu untersuchenden Probanden) von jeweils  $45^\circ$ . Dies entsprach der Lautsprecheranordnung, wie sie auch von Döring und Hamacher [47] und Dreschler und Boymanns [49] gewählt wurde. Nach diesen Autoren ergibt sich ein maximaler Störfreiungseffekt durch binaurales Hören, wenn die Schallquellen für Sprache und Geräusch räumlich getrennt einen Winkel von „etwa  $90^\circ$ “ einschließen.

Sauer und Lessing [173] entschieden sich, dabei die Sprache von der Seite und das Geräusch von frontal anzubieten.

Festen [61] wählte die umgekehrte Anordnung, da dies seiner Meinung nach am ehesten einer normalen Gesprächssituation entspricht.

Da nach Kollmeier [108] jedoch die Richtungscharakteristik des normalen Ohres ihr Maximum etwas seitlich der Medianebene besitzt, wurde in der vorliegenden Arbeit zugunsten einer seitlichen Auslenkung der Schallquellen um jeweils 45° entschieden.

**Auswahl des Sprachmaterials.** Für Lyregaard [122] liegt das Spektrum des einsetzbaren Sprachmaterials generell zwischen der Verwendung sinnloser Silben und dem Gebrauch ganzer Sätze. Auch Döring und Hamacher [47] halten prinzipiell Silben-, Wörter- oder Satztests für einsetzbar. Neben sinnlosen Silben [27], die von verschiedenen Autoren als zu abstrakt und alltagsfern [124] bewertet werden und Satztests [32; 52; 74; 104; 196; 200], denen ein zu großer Kontexteffekt auf die Sprachverständlichkeit zugeschrieben wird [200; 226], setzt eine Mehrzahl von Autoren *standardisierte Inventare mit einsilbigen, sinnbehafteten Substantiven* als Sprachmaterial ein.

Im deutschsprachigen Raum liegt zahlreichen Arbeiten mit erwachsenen Probanden insbesondere das Sprachmaterial des von Hahlbrock [76] entwickelten Freiburger Sprachverständnistests zugrunde [47; 104; 156; 157; 165; 173]. Dieser ist in verschiedenen Arbeiten sowohl auf mögliche Fehlerquellen und Schwächen als auch auf die unterschiedliche Verständlichkeit der einzelnen Wortgruppen und Testwörter selbst hin untersucht worden [1; 10; 181; 212; 216]. Dabei fand Bangert [10] hinsichtlich der Verständlichkeit der verschiedenen Wortgruppen untereinander Unterschiede von bis zu 45 %. Als Erklärung hierfür könnten Arbeiten von Kalikow, Stevens und Elliot [97], Brinkmann [31] und Tschopp und Ingold [200] dienen, in denen z. B. der Einfluss der Gebrauchshäufigkeit bzw. des Bekanntheitsgrades eines Wortes auf die Erratbarkeit desselben gezeigt wurde.

Bei Sprachverständlichkeitsmessungen an Kindern muss in noch größerem Maße als bei Erwachsenen darauf geachtet werden, dass das eingesetzte Sprachmaterial im Grundwortschatz der Kinder enthalten ist [124; 153]. Darüber hinaus müssen nach Arlinger [1] sowohl die phonetischen als auch die linguisti-

schen Anforderungen des Sprachmaterials gegenüber Erwachsenentests zugunsten einer leichteren Verständlichkeit deutlich vereinfacht werden.

Unter Berücksichtigung der bisher genannten Auswahlkriterien haben wir uns in der vorliegenden Studie für den Einsatz des von Chilla, Gabriel et al [39] für Kinder im Schuleintrittsalter entwickelten *Göttinger Kindersprachverständnis-tests II* entschieden. Dieser ist als Tonträger [218] in einer Version erhältlich, in der zehn Wortgruppen aus jeweils zehn einsilbigen Substantiven einfachen Begriffsinhalts zusammengestellt sind.

Gemeinsam mit Lyregaard [122] und Markides [124], welche in sprachaudiometrischen Untersuchungen Wörtern und Sätzen eine vergleichbare Aussagekraft beimessen, hält der Verfasser den Einsatz von *Wörtern* gegenüber Sätzen sowohl aufgrund der geringeren Anforderungen an die Sprachkompetenz als auch aufgrund der Zeitersparnis insbesondere bei Untersuchungen mit Kindern für vorteilhaft.

Die Verwendung *einsilbiger Wörter* minimiert gegenüber mehrsilbigen Substantiven dabei diejenigen Mehrinformationen, welche durch das Sprachrhythmusgehör entstehen [39].

Um oben erwähnte Einflussgrößen wie Gebrauchshäufigkeit, Verwechslungsmöglichkeiten mit ähnlich klingenden Wörtern etc. zu minimieren, plädiert Bodden [27] für den Einsatz sinnleerer Einsilber. Ein entsprechendes für Kinder im Grundschulalter geeignetes Sprachmaterial lag zum Zeitpunkt der Datenerhebung der vorliegenden Arbeit jedoch (noch) nicht vor. Außerdem spricht nach Ansicht des Verfassers der vorliegenden Arbeit einiges dafür, sich der Auffassung von Markides [124] anzuschließen, der den Einsatz sinnleerer Silben als zu abstrakt und alltagsfern einschätzt.

Laut Döring und Hamacher [47] sollten die bei sprachaudiometrischen Untersuchungen verwendeten einsilbigen Testwörter im Sinne einer Aufmerksamkeitslenkung mehrfach wiederholt werden. Zu diesem Zweck können z. B. die einsilbigen Substantive des Freiburger Testinventars dreifach angeboten werden. Platte und vom Hövel [157] stellten diese Abwandlung der Darbietungsform erstmals 1980 vor. Döring und Hamacher [47] sowie Pröschel und Döring

[165] entwickelten diese modifizierte Form des Freiburger Sprachverständlichkeitstests zu einer als „Dreinsilbertest“ kommerziell auf Tonträger [218] erhältlichen Version weiter. Ein solcher Tonträger liegt für das Testinventar des Göttinger Kindersprachverständnistests nicht vor, weshalb z. B. Steffens [189] die in der Phoniatrie und Pädaudiologie vielfach eingesetzten Mainzer oder Göttinger Sprachtests aufgrund fehlender Aufmerksamkeitssteuerung für den Einsatz unter dem Einfluss von Störlärm grundsätzlich für ungeeignet hält.

In Anlehnung an die oben genannten Arbeiten wurden in der vorliegenden Untersuchung daher die Testwörter in Abhängigkeit davon, ob das Kind das Wort bereits beim ersten Mal verstanden hatte, im Sinne der Aufmerksamkeitslenkung durch einfachen PC-Zugriff bis zu zwei Mal wiederholt. Auf diese Weise konnte ein auf Unaufmerksamkeit oder Unkonzentriertheit basierendes Überhören von Wörtern ausgeschlossen und eine diesbezügliche Beeinflussung der Testergebnisse vermieden werden. Darüber hinaus wurde der Testablauf dadurch, dass die Testwörter nicht automatisch dreimal wiederholt wurden, zeitlich optimiert.

**Auswahl des Störgeräuschs.** Bei sprachaudiometrischen Untersuchungen unter Einfluss von Störlärm wird die Verständlichkeit der Sprache durch die Art und die Darbietungsform des verwendeten Störsignals in unterschiedlichem Maße beeinflusst [62; 187].

De Laat und Plomp [43], Sotschek [187], Fastl [55] und Festen und Plomp [62] beschäftigten sich eingehend mit den Einflüssen unterschiedlicher Störgeräusche auf die Verständlichkeit von Sprache. Sie verglichen sowohl stationäres als auch ein mit der zeitlichen Hüllkurve von Sprache moduliertes sprachsimulierendes Rauschen etwa mit der fließenden Stimme eines einzigen Sprechers als konkurrierendes Störsignal und kamen gemeinsam zu dem Ergebnis, dass die Wortverständlichkeit durch ein Dauerrauschen erheblich stärker beeinträchtigt wird als durch die Sprache eines einzigen Sprechers. Stationäres Rauschen wiederum beeinträchtigt die Verständlichkeit von Testwörtern mehr als ein durch die zeitliche Hüllkurve von fließender Sprache moduliertes Rauschen.

Ingold und Tschopp [85; 86] fordern zur Steigerung der Empfindlichkeit sprachaudiometrischer Untersuchungen prinzipiell einen steilen Verlauf der Verständlichkeitskurve, damit bereits geringste Unterschiede im Sprachschallpegel bzw. im Nutzschaall-/ Störschallverhältnis (S/N) zu größtmöglichen Verständlichkeitsunterschieden führen. Sie fanden, dass die Steigung der Verständlichkeitsfunktion bei Verwendung eines Stimmengewirrs signifikant größer ist als beim Gebrauch eines sprachsimulierenden Rauschens mit stationärer oder fluktuierender Amplitude. Am steilsten verlief die Verständlichkeitskurve in ihrem linearen Verlauf bei Verwendung eines Wörtergewirrs, welches aus einer 32-fach zeitversetzten Überlagerung des eingesetzten Testwortinventars gewonnen wurde.

Döring und Hamacher [47] nutzten in ihrer Arbeit ein Wörtergewirr aus der 32-fach zeitversetzten Überlagerung des Testwortinventars des Freiburger Sprachtests. Vergleichende Untersuchungen hatten den Autoren zuvor gezeigt, dass bei einem Wörtergewirr aus 8-facher Überlagerung noch Wörter heraus zu hören waren und bei 96-facher Überlagerung die Zeitstruktur des Wörtergewirrs bereits vollständig aufgehoben war. Bei einer 32-fachen Überlagerung hingegen blieb die Zeitstruktur des Wörtergewirrs erhalten, ohne dass einzelne Wörter heraus zu hören waren.

Für die vorliegende Studie verwendeten wir daher das von Döring und Hamacher [47] eingesetzte, aus der 32-fach zeitversetzten Überlagerung des Freiburger Testwortinventars bestehende, Wörtergewirr als Störsignal.

**Testkriterium.** Als Testkriterium diente in der vorliegenden Arbeit die 50%-Verständlichkeit, d. h. diejenige errechnete Dezibelzahl, bei der ein Kind 50% der eingespielten Testwörter verstehen konnte.

Nach Döring und Hamacher [47] bietet dieses Kriterium aufgrund des in diesem Bereich sehr steilen Verlaufs der Verständlichkeitskurve die größte Genauigkeit. Platte [156] erwartete einen linearen Anstieg der Verständlichkeitskurve im Bereich von Verständlichkeiten zwischen 20 und 80%.

Gemäß Döring und Hamacher [47] wurden in der vorliegenden Arbeit aus Gründen noch größerer Genauigkeit nur Verständlichkeiten gewertet, die zwischen 30 und 70% lagen.

**Einstellung des Sprachschallpegels.** Zur Einstellung des Sprachschallpegels wurde in der vorliegenden Arbeit in Anlehnung an Kollmeier und Müller [109], Bronckhorst und Plomp [32], Döring und Hamacher [47], Larsby und Arlinger [117] und Hagermann und Kinnefors [74] eine leistungsbezogene, adaptive Methode gewählt. Hierbei passten wir den Sprachschallpegel für die jeweils nächste Wortgruppe in Abhängigkeit des Ergebnisses der zuletzt abgeschlossenen Wortliste in 1-2 dB-Schritten so an, dass möglichst Verständlichkeiten zwischen 30 und 70% erwartet werden konnten. Zum Abschluss mussten definitionsgemäß in fünf Wortlisten jeweils zwischen 30 und 70% der Wörter korrekt verstanden worden sein. Im Gegensatz zu Döring und Hamacher [47], die in ihrer Arbeit jeweils mindestens zwei Verständlichkeitswerte innerhalb der Grenzen zwischen 30 und 70% ermittelt hatten, wurde in der vorliegenden Arbeit jeweils die gleiche Anzahl von Messwerten innerhalb der Grenzen zwischen 30 und 70% ermittelt, um so eine bessere interindividuelle Vergleichbarkeit der Testergebnisse zu ermöglichen.

**Ergebnisse.** Bei der Betrachtung der Einzelmessungen eines jeden Kindes wurden in der überwiegenden Mehrzahl positive und zugleich hohe Korrelationen zwischen Sprachschallpegel und Sprachverständlichkeit gefunden, d. h. dass bei der überwiegenden Mehrheit der Kinder eine Erhöhung des Sprachschallpegels auch eine bessere Sprachverständlichkeit bedeutete.

In der so genannten „0-Grad-Situation“ fanden sich durchgehend hohe Korrelationskoeffizienten ab 0,53.

In der „90-Grad-Situation“ fanden sich bei 6 der 21 untersuchten Kinder auch niedrigere Korrelationskoeffizienten zwischen 0,14 und 0,41.



Insgesamt entsprach der gezeigte positive Zusammenhang zwischen Sprachschallpegel und Sprachverständlichkeit nicht ganz der für Verständlichkeiten zwischen 30 und 70% theoretisch anzunehmenden *linearen* Beziehung.

Nach Hodgson [80] und Penrod [153] sind die Leistungen eines Probanden in solcherlei Versuchsanordnungen neben der eigentlichen Hörleistung zusätzlich abhängig von Faktoren wie „Ausdauer“, „Wille“ und „Motivation“.

Solche nach Oberklaid, Harris und Keir [151] „nicht ausschließbaren Faktoren“ treten gerade bei *Kindern* in deutlich höherem Maße auf und sind größeren interindividuellen Schwankungen unterworfen als bei Erwachsenen, so dass hier eine wesentliche Ursache für die bei einigen Kindern vergleichsweise niedrigen Korrelationskoeffizienten anzunehmen ist.

Brinkmann [31] wies überdies darauf hin, dass die einzelnen Testwörter eines Testwortinventars oft große Differenzen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit zeigen, also nicht gleich gut verstanden werden.

So konnte z. B. für den Freiburger Sprachtest nachgewiesen werden, dass einzelne Wortgruppen schlechter verstanden werden als andere [1; 10].

Eine entsprechende Unausgewogenheit ist bei dem in der vorliegenden Arbeit eingesetzten *Göttinger Kindersprachtest* zwar bisher nicht nachgewiesen worden, kann jedoch vom Verfasser dennoch nicht ausgeschlossen werden, so dass hier eine weitere mögliche Erklärung für die (wenigen) niedrigeren Korrelationen bei den Einzelmessungen zu suchen ist.

Bei Betrachtung der relativen Häufigkeiten der 50%-Verständlichkeiten streuten die ermittelten Werte in der „0-Grad-Situation“ zwischen 59 und 65 dB.

In der 90-Grad-Situation streuten die ermittelten Werte zwischen 39 und 55 dB, wobei 19 der 21 Werte zwischen 45 und 53 dB lagen.

Von mehreren Autoren wurden zum Teil recht breite Streuungen von Einzelwerten bei der Durchführung zentraler Hörtests beschrieben [54; 138].

Musiek und Lamb [139] deuteten dies als Ausdruck der hohen Komplexität des zentralen auditorischen Systems und der Vielfalt der möglichen zu Grunde liegenden Dysfunktionen.

21 von Macht [123] unter identischen Bedingungen untersuchte Gruppe *auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörte Kinder* benötigten in der „0-Grad-Situation“ bei einer Standardabweichung von 3,19 dB *im Mittel um 3,53 dB höhere* Schallpegel, um eine Verständlichkeit von 50% zu erreichen, als die in der vorliegenden Arbeit untersuchten normal hörenden Grundschul Kinder. Dabei lag der Median mit 64,57 dB um 3,07 dB höher als bei den in der vorliegenden Arbeit untersuchten normal hörenden Grundschulkindern.

Das 1. Quartil lag bei den von Macht [123] untersuchten auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern bei 62,92, das 3. Quartil bei 66,35 dB.

Bei den in der vorliegenden Arbeit untersuchten Kindern lag das 1. Quartil bei 60,6, das 3. Quartil bei 61,96 dB, so dass sich bezüglich der Quartilsgrenzen zwischen den von Macht [123] untersuchten auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten und den in der vorliegenden Arbeit untersuchten normal hörenden Grundschulkindern *keine Überschneidungsbereiche* ergaben.

Der maximale Schallpegel, den ein normal hörendes Kind benötigte, um in der „0-Grad-Situation“ eine Verständlichkeit von 50% zu erreichen, lag bei 64,57 dB.

Der minimale Schallpegel, bei dem ein von Macht [123] untersuchtes auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörtes Kind in der „0-Grad-Situation“ eine 50%ige Verständlichkeit erreichen konnte, lag bei 60,87 dB.

Somit ergab sich bei genauer Betrachtung sämtlicher Einzelwerte für die „0-Grad-Situation“ ein Überschneidungsbereich von 3,7 dB zwischen den von Macht untersuchten auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten und den in der vorliegenden Arbeit untersuchten normal hörenden Grundschulkindern.

Macht [123] untersuchte die auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kinder auch in der „90-Grad-Situation“, d. h., er ermittelte ebenfalls die 50%ige Sprachverständlichkeit bei räumlich getrennter Darbietung von Sprachsignal und Störlärm.

Hier benötigten die auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kinder bei einer Standardabweichung von 2,61 dB einen im Mittel um 5,6 dB höheren

Sprachschallpegel als die in der vorliegenden Arbeit untersuchten normal hörenden Kinder.

Der Median lag mit einem Wert von 55,32 dB um 5,04 dB höher.

Das 1. Quartil lag bei den auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern bei 52,63 dB, wohingegen das 3. Quartil bei den in der vorliegenden Arbeit untersuchten Kindern einen Wert von 51,73 dB annahm.

Somit ergab sich auch in der „90-Grad-Situation“ hinsichtlich der Quartilsgrenzen kein Überschneidungsbereich zwischen auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten und normal hörenden Grundschulkindern.

Der maximale Sprachschallpegel, bei dem ein in der vorliegenden Arbeit untersuchtes normal hörendes Kind eine 50%ige Verständlichkeit in der „90-Grad-Situation“erreichte, lag bei 55,37 dB.

Der minimale Pegel, bei dem ein von Macht [123] untersuchtes auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörtes Kind in derselben Situation eine Verständlichkeit von 50% erreichen konnte, lag bei 49,73 dB, so dass sich auch in der „90-Grad-Situation“ bei genauer Betrachtung der Einzelwerte Überschneidungen zeigten.

Auch andere Autoren [54; 138] fanden in vergleichbaren Arbeiten zur Messung der Sprachverständlichkeit unter Störschalleinfluss derartige Überschneidungsbereiche, innerhalb derer auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörte Kinder zu einem geringen Teil bessere Leistungen erzielten als eine normal hörende Kontrollgruppe.

Die Einstufung eines Kindes als auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestört oder als normal hörend allein auf der Grundlage eines solchen Einzeltests wird demnach auch als problematisch eingeschätzt [54].

Vielmehr wird vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse von verschiedenen Autoren [80; 138] die Entwicklung und der Einsatz von Testbatterien gefordert, um auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörte von normal hörenden Probanden empfindlicher abgrenzen zu können.

Nach Musiek und Lamb [139] können Testbatterien mit wenigen Einzeltests bei geeigneter Zusammenstellung eine annähernd gleiche Empfindlichkeit erreichen wie Batterien mit einer großen Zahl von Einzeltests.

Bezüglich des Verständlichkeitsvorteils durch räumliche Trennung von Nutz- und Störsignal (ILD) fand Macht [123] bei den auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern einen Mittelwert von 10,19 dB bei einer Standardabweichung von 3,82 dB. Der Median lag bei 10,16 dB. Das 1. Quartil lag bei 8,33 dB, das 3. Quartil bei 11,35 dB.

Im Mittel konnten die normal hörenden Kinder bei entsprechenden Überschneidungen einen um 2,25 dB größeren Verständlichkeitsvorteil (ILD) aus der räumlichen Trennung von Nutz- und Störschallquelle erzielen.

Der Verständlichkeitsvorteil wird von einigen Autoren zumindest teilweise auf binaurale Hörverarbeitungsprozesse zurückgeführt und deshalb als „binauraler Verständlichkeitsvorteil“ bezeichnet [158].

Erwachsene Patienten mit einer „auditiven Selektionsstörung“ können laut Platte, Döring und Schlöndorff [158] Schallsignale, die aus unterschiedlichen Richtungen einfallen, aufgrund einer „gestörten binauralen Verarbeitung“ schlechter voneinander trennen als normal hörende Erwachsene.

**Bewertung und Ausblick.** Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse konnten zeigen, dass die Leistungsunterschiede zwischen den normal hörenden und den auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern in der „90-Grad-Situation“, also bei räumlicher Trennung von Nutz- und Störschallquelle in einer festgelegten Winkelanordnung, eindeutig größer waren als in der „0-Grad-Situation“, d. h. bei Darbietung von Nutz- und Störschall aus ein und derselben Quelle.

In der vorliegenden Arbeit konnten somit anhand genauer Messungen des Sprachverstehens unter dem Einfluss von Störlärm bei normal entwickelten, hörgesunden Kindern im Grundschulalter die *binauralen Hörverarbeitungsprozesse* als wichtige Teilfunktion der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung identifiziert werden.

Darüber hinaus erlauben die Ergebnisse den Rückschluss, dass gerade die *binauralen Hörverarbeitungsprozesse* als Teil der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung ein wichtiger Baustein in der Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen sein können.

## **5.2 Untersuchung des Richtungshörvermögens**

### *5.2.1 Allgemeines*

Das binaurale Hören leistet laut Kinkel, Kollmeier und Holube [106] einen entscheidenden Beitrag bei der *Ortung von Schallquellen*.

In der vorliegenden Arbeit sollte das *Richtungshörvermögen* als eine wesentliche Qualität der binauralen Hörverarbeitung und somit als wichtige Teilfunktion der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung bei Kindern im Grundschulalter untersucht werden.

### *5.2.2 Methodischer Teil, Ergebnisse, Bewertung und Ausblick*

**Methodischer Teil.** In der vorliegenden Arbeit entsprach die Anordnung der Lautsprecher im Wesentlichen der von Möhring, Braun-Frank und Wirth [135]. Der Freifeld-Lautsprecherring bestand somit aus insgesamt acht Lautsprechern in einem Winkelabstand von jeweils 45°.

Hüning und Berg [82], Platte, Döring und Schlöndorff [158] sowie Pröschel und Döring [163; 164] entschieden sich in früheren Versuchsanordnungen für zwölf Lautsprecher in einem Winkelabstand von 30°.

Auf eine wie von Platte, Döring und Schlöndorff [158] durchgeführte Fixierung von Kopf und Oberkörper des Probanden wurde in der vorliegenden Arbeit in Anlehnung an Möhring, Braun-Frank und Wirth [135], Hüning und Berg [82] und Pröschel und Döring [163; 164] angesichts kindlicher Probanden verzichtet.

Als zu ortendes Schallsignal wurden in der vorliegenden Arbeit sowohl Fragmente eines Kinderliedes als auch das in der Untersuchung zur Sprachverständlichkeit unter Störschalleinfluss verwendete Wörtergewirr (32-fach zeitversetztes Inventar des Freiburger Sprachtests) eingesetzt.

Dreschler und Boymans [49] benutzten ein Breitbandrauschen, Möhring, Braun-Frank und Wirth [135] setzten Kinderlieder ein.

Laut Wendler, Seidner, Kittel et al [215] lenken Kinderlieder zwar recht gut die Aufmerksamkeit der Kinder, Reizpegel und Frequenzspektrum seien bei Liedern jedoch relativ schlecht definiert.

Zur Auswertung des Richtungshörvermögens wurde in der vorliegenden Arbeit gemäß einer Arbeit von Möhring, Braun-Frank und Wirth [135] für jede der acht möglichen Richtungen überprüft, ob Schallereignisrichtung und Hörereignisrichtung übereinstimmten, d. h. ob ein Kind in der Lage war, die Richtung, aus der ein Schallsignal angeboten wurde, präzise zu orten.

In Arbeiten von Platte, Döring und Schlöndorff [158], Pröschel [162] und Hüning und Berg [82] erfolgte die Auswertung mit Hilfe so genannter Fehlervektoren, wobei ein Vektor angibt, welche Richtung vom Probanden anstelle der tatsächlichen Schalleinfallrichtung angegeben wurde.

Hüning und Berg [82] verweisen darauf, dass mit einer solchen Analyse eine genauere Beschreibung der vom Probanden gemachten Fehler und somit seiner „auditorischen Fehlleistung“ gelinge.

In der vorliegenden Arbeit wurde aus Gründen eines möglichst raschen Testablaufs die zeitlich deutlich weniger aufwendige Methode gemäß der Arbeit von Möhring, Braun-Frank und Wirth [135] gewählt.

Es sollte einerseits geprüft werden, ob es Schalleinfallrichtungen gibt, die Kinder „gut“, „weniger gut“ oder „kaum“ lokalisieren können, andererseits sollten die Ergebnisse mit denen von Macht [123] verglichen werden und so die Frage beantworten, ob bei Anwendung dieser zeitlich wenig aufwendigen Methode diagnostisch richtungweisende Unterscheidungsmerkmale in den Leistungen auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörter und normal hörender Grundschulkinder erfasst werden können.

**Ergebnisse.** Die Resultate bei der Untersuchung des Richtungshörvermögens zeigten eine klare Fehlerhäufung bei Schallereignissen aus den Richtungen 2, 3 und 4 gemäß **Abb. 3.3**, d. h., wenn die zu ortenden Stimuli von hinten, hinten rechts oder hinten links („hinterer Sektor“) angeboten wurden.

Bei Einspielung der Liedfragmente bzw. des Geräuschs aus Richtung des vorderen Halbkreises wurden von den Kindern deutlich weniger Fehler gemacht.

Nach Kollmeier [108] weist die Richtungscharakteristik des Ohres ihr Maximum etwas seitlich der Medianebene des Kopfes auf, so dass hier eine physiologische Erklärung für die gemessenen Ergebnisse liegen kann.

Auch die anatomischen Voraussetzungen des Ohres mit nach seitlich vorn gestellten Ohrmuscheln erklären es zusätzlich, dass die untersuchten Kinder Schallereignisse von vorne bzw. von der Seite besser lokalisieren konnten als die von hinten bzw. hinten seitlich herkommenden.

Bei Einspielung der Liedfragmente wurden tendenziell weniger Fehler gemacht als bei Einspielung des Rauschens, ohne dass dies jedoch von statistischer Bedeutsamkeit gewesen wäre.

Bei den von Macht [123] bei identischer Versuchsanordnung untersuchten auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern zeigte sich ebenfalls eine entsprechende Fehlerhäufung bei Schallereignissen aus den Richtungen 2, 3 und 4, d. h. aus dem hinteren Sektor. Deutliche Unterschiede zwischen Liedfragmenten und Wörtergewirr konnten auch von ihm nicht nachgewiesen werden.

In der Tendenz zeigten die von Macht [123] untersuchten auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kinder gleich gute und zum Teil sogar bessere Ergebnisse bei Schallereignissen aus dem vorderen Halbkreis und schwächere Resultate bei Schallereignissen aus dem hinteren Sektor.

Dies könnte als Hinweis darauf betrachtet werden, dass auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörte Kinder im Vergleich zu hörgesunden Grundschulkindern möglicherweise größere Probleme haben, Schallsignale von hinten bzw. seitlich hinten präzise bzw. schnell genug orten zu können.

Dennoch lassen die in der vorliegenden Arbeit gefundenen vergleichsweise geringen Leistungsunterschiede der untersuchten normal hörenden Kinder im Vergleich mit den von Macht [123] untersuchten auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern die Frage offen, ob sich bei einer weitaus größeren Probandenzahl die tendenziellen Unterschiede deutlicher darstellen oder ob sich die gefundenen Unterschiede weiter relativieren würden.

In einer Arbeit aus dem Jahre 1990 untersuchten Pröschel und Döring [163; 164] die Leistungen beim Richtungshören von erwachsenen Patienten mit „auditiver Selektionsstörung“ im Vergleich zu hörgesunden Erwachsenen.

In dieser Arbeit konnten die normal hörenden Erwachsenen nahezu alle Richtungen fehlerfrei erkennen, wohingegen die Patienten mit „auditiver Selektionsstörung“ nahezu ausnahmslos auffällige Ergebnisse zeigten.

Pröschel und Döring [163; 164] arbeiteten beim Vergleich des Richtungshörvermögens von auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten und hörgesunden Erwachsenen somit deutlichere Unterschiede heraus, als es in der vorliegenden Arbeit mit Kindern gelang.

Sie verwendeten in ihrer Arbeit mit Erwachsenen einen im Durchmesser größeren Lautsprecherring und einen Winkelabstand der 12 Lautsprecher von 30°.

In der vorliegenden Arbeit wurden ein kleinerer Ringdurchmesser und ein Winkelabstand der 8 Lautsprecher von jeweils 45° benutzt.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit stützen die von Musiek und Lamb [139] formulierte Aussage, wonach sich Störungen der „zentralen auditorischen Verarbeitung“ häufig „subtil“ zeigen.

Das Ergebnis der vorliegenden Arbeit bestätigt überdies, dass die Fähigkeit festzustellen, aus welcher Richtung ein Geräusch kommt, beim Menschen sehr fein ausgeprägt ist, weshalb der Winkelabstand der Lautsprecher in einem Lautsprecherkreis womöglich noch erheblich verkleinert werden müsste, um beim Vergleich des auditiven Lokalisationsvermögens von normal entwickelten, hörgesunden und auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern eine bessere Trennschärfe zu erreichen.



Nicht zuletzt sind Untersuchungsergebnisse bei Kindern wohl erheblich größeren Störeinflüssen durch Konzentrations- und Aufmerksamkeitsschwankungen ausgesetzt als solche von erwachsenen Probanden.

**Bewertung und Ausblick.** In der vorliegenden Arbeit wurde das Richtungshörvermögen als Teilfunktion der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung erstmals in dieser Form mit Kindern untersucht.

Dabei konnte sauber herausgearbeitet werden, dass normal entwickelte, hörgesunde Kinder von hinten bzw. seitlich hinten einlaufende Schallereignisse deutlich schlechter lokalisieren können als solche von vorne oder von der Seite.

Diese scheinbar einfache Erkenntnis ist nach Meinung des Verfassers von gleichwohl hoher Alltagsrelevanz, betrachtet man z. B. die Abhängigkeit der Schulleistung von der Sitzanordnung im Klassenzimmer oder das Verhalten von Kindern im Straßenverkehr.

Ein klarer Nutzen der Untersuchung des Richtungshörvermögens in der Diagnostik auditiver Wahrnehmungsstörungen ließ sich bei der gewählten Versuchsanordnung in der vorliegenden Arbeit im direkten Vergleich mit der von Macht [123] nicht ableiten.

## **5.3 Die dichotische Diskrimination**

### *5.3.1 Allgemeines*

Das dichotische Sprachverstehen wird allgemein als subtile auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistung gesehen.

In der Literatur finden sich z. T. widersprüchliche Angaben über die Abhängigkeit des dichotischen Sprachverstehens vom Alter eines Probanden:

So hielten Schlöndorff und Tegtmeyer [176] das dichotische Sprachverstehen erst ab dem 13. Lebensjahr für möglich.

Feldmann [59] hingegen hielt seinen Test bereits bei Kindern ab 10 Jahren für einsetzbar.

Chüden und Göpfert [40] bezweifelten nach einer Untersuchung an 756 Volksschülern den Wert des Feldmann-Tests in den ersten Schulklassen.

Sonnenberg und Materna [185] forderten schließlich eine Neukonzeption des Feldmann-Tests für z. B. fünf- bis sechsjährige Kinder.

Sowohl Keith [102] als auch Katz und Wilde [100] betonten, dass sich die Fähigkeit des dichotischen Sprachverstehens mit zunehmendem Alter bis zu einem bestimmten Zeitpunkt noch deutlich verbessert.

Uttenweiler konnte anhand eines speziell für Kinder zwischen fünf und acht Jahren konzipierten Tests erstmals 1980 zeigen, dass die Fähigkeit der dichotischen Diskrimination bei normal entwickelten, hörgesunden Kindern bereits im Alter von fünf Jahren ausgebildet ist [201].

Inzwischen leistet der Dichotische Diskriminationstest für Kinder nach V. Uttenweiler an diversen pädaudiologischen Zentren in Deutschland einen wertvollen Beitrag in der Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Er wurde deshalb auch für die vorliegende Studie verwendet, in der auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen von normalhörigen Kindern im Grundschulalter untersucht werden sollten.

### *5.3.2 Methodischer Teil, Ergebnisse, Bewertung und Ausblick*

**Methodischer Teil.** In einer Untersuchung von Schlöndorff und Tegtmeier [176] konnten die mit dem dichotischen Diskriminationstest nach Feldmann untersuchten, bis zu 10 Jahre alten hörgesunden Kinder nicht einmal 50% der eingesetzten Wortpaare fehlerfrei wiedergeben. Die Autoren schlossen damals daraus, dass das dichotische Sprachverstehen möglicherweise erst in der letzten Phase der Sprachentwicklung zu Beginn der Pubertät vollständig ausgebildet werde.

Nachdem Uttenweiler [201] 1980 nachweisen konnte, dass die Fähigkeit der dichotischen Diskrimination bereits im Alter von fünf Jahren ausgebildet ist, ist die Ursache des schlechten Abschneidens selbst der älteren Kinder bei Schlön-

dorff und Tegtmeier [176] meines Erachtens eher in dem für Kinder ungeeigneten Testwortinventar des seinerzeit für Erwachsene konzipierten Feldmann – Tests zu suchen.

Vor diesem Hintergrund wurden in der vorliegenden Studie sämtliche sechs- bis elfjährigen Kinder mit dem Dichotischen Diskriminationstest für Kinder nach V. Uttenweiler untersucht.

Bezüglich der Verwendung dreisilbiger Substantive, die paarweise angeordnet und dabei zu fünf Gruppen A bis E à fünf Wortpaaren zusammengefasst sind, geben Autoren wie Wendler, Seidner, Kittel et al [215] grundsätzlich zu bedenken, dass durch dieses Verfahren weniger die Hörwahrnehmung als vielmehr die Funktionstüchtigkeit des Kurzzeitgedächtnisses geprüft werde. So betrachtet könnte ein Testwort zwar richtig verstanden, jedoch aufgrund seiner Länge bereits teilweise wieder vergessen worden sein. Als Konsequenz dieser Überlegung könnte sich die Forderung nach einem Eingangstest ergeben, welcher vorab das Kurzzeitgedächtnis des zu untersuchenden Kindes prüft.

Nach Meinung des Verfassers erscheint es jedoch insbesondere aus Zeitgründen angemessen, den Dichotischen Diskriminationstest für Kinder nach Erhebung einer standardisierten Anamnese ohne vorherige Prüfung des Kurzzeitgedächtnisses durchzuführen.

Vor dem Hintergrund der Erfahrungen zahlreicher Arbeiten der letzten Jahrzehnte sowohl mit englischem als auch mit deutschem Sprachmaterial erscheint der Einsatz dichotischer Testverfahren geeignet, um sie entweder bei der Erfassung auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen von hörgesunden Kindern heranzuziehen oder zur Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen einzusetzen [26; 40; 57; 59; 60; 96; 98; 99; 100; 102; 176; 177; 190; 201; 202; 203]

Allerdings werden in der Praxis sowohl der an vielen pädaudiologischen Zentren in Deutschland eingesetzte dichotische Diskriminationstest für Kinder nach V. Uttenweiler als auch der bereits im Jahre 1965 von Feldmann entwickelte Test für Erwachsene nicht nach exakt festgelegten, einheitlichen Schemata durchgeführt.

In der Literatur finden sich insbesondere bei der leistungsabhängigen Anpassung des Sprachschallpegels unterschiedliche Verfahrensweisen:

Während manche Untersucher den bei der monauralen (Vor-)Prüfung verwendeten Schallpegel auch bei der binauralen Prüfung konstant beibehalten, wird der Pegel bei anderen Untersuchern in Abhängigkeit von der Leistung von Gruppe zu Gruppe angepasst.

Schlöndorff und Tegtmeier [177] boten den Kindern in ihrer Studie die Wortpaare des Feldmann-Testes bei einem konstanten Sprachschallpegel von 75 dB an.

Grossgerge [71] praktizierte sowohl beim Feldmann-Test als auch bei Anwendung der modifizierten Version nach Uttenweiler eine Anhebung des Sprachschallpegels um jeweils 10 dB, wenn zuvor nicht eine binaurale Verständlichkeit von 100% erreicht werden konnte.

Ebert [51] erhöhte bei der Prüfung des dichotischen Sprachverstehens den Sprachschallpegel um 5 dB, wenn zuvor 50-80% der Testwörter richtig verstanden wurden. Wurden weniger als 50% der Wortpaare korrekt reproduziert, wurde der Sprachschallpegel für die nächste Gruppe um 10 dB erhöht.

In der vorliegenden Arbeit entschieden wir uns gemäß der gängigen Praxis unseres Instituts, den Sprachschallpegel für die jeweils nächste Gruppe um einheitlich 5 dB zu erhöhen, wenn nicht zuvor eine beiderseitige Verständlichkeit von 100% erreicht werden konnte.

In Übereinstimmung mit der gängigen Praxis unseres Instituts und gemäß **3.4.3** wurde jedes vom Kind vollständig korrekt reproduzierte Wort mit 20% gewertet. Wurde bis zu einer Silbe eines Wortes fehlerhaft oder gar nicht wiedergegeben, wurde das Wort noch mit 10% gewertet. Wurden hingegen mehr als eine Silbe eines Wortes fehlerhaft oder gar nicht wiederholt bzw. wurde ein Wort ignoriert, so wurde dies mit 0% gewertet.

Die Art und Weise dieser Testdurchführung erlaubt die Feststellung, ob, und wenn ja, bei welcher Dezibelzahl ein normalhöriges Kind in der Lage ist, eine beiderseitige Verständlichkeit von 100% zu erreichen. In der vorliegenden Ar-

beit wurde das Testergebnis eines jeden Kindes gemäß **4.3.3** einer von vier zuvor festgelegten Kategorien zugeordnet.

Die dichotische Diskriminationsfähigkeit kann hierbei nicht in einem einzelnen Wert ausgedrückt werden. Zur Beschreibung der Testleistung bedarf es mindestens eines Wertetripels, bestehend aus der beiderseitigen Verständlichkeit und dem jeweils benötigten Sprachschallpegel. Aus diesem Grund konnte die Auswertung der Testergebnisse nur für das einzelne Kind und anhand der oben beschriebenen Einordnung in zuvor festgelegte Kategorien erfolgen. Eine quantitative Testauswertung war bei dieser Form der Durchführung nicht möglich, da z. B. die Berechnung von Mittelwerten bei interindividuell unterschiedlichen Sprachschallpegeln statistisch nicht zulässig ist. Es besteht keine Möglichkeit der Einschätzung darüber, ob z. B. ein Testergebnis mit einer beiderseitigen Verständlichkeit von 60% bei einem Schallpegel von 65 dB eine bessere oder schlechtere Leistung darstellt als ein Ergebnis mit einer beiderseitigen Verständlichkeit von 70% bei einem Pegel von 70 dB.

Schlöndorff und Tegtmeier [177] untersuchten bereits 1973 eine Gruppe von Kindern mit dem dichotischen Diskriminationstest nach Feldmann und boten dabei die Testwörter mit einem konstanten Sprachschallpegel von 75 dB an. Dabei wurden nur die vollständig richtig reproduzierten Testwörter gewertet.

In einer anderen Studie von Chüden und Göpfert [40] wurden ebenfalls nur einwandfrei wiedergegebene Testwörter als richtig bewertet. Darüber hinaus wurde eine getrennte Auswertung einerseits der links und rechts verstandenen Wörter und andererseits der binaural verstandenen, vollständig richtig reproduzierten Wortpaare vorgenommen.

**Ergebnisse.** Sämtliche untersuchten normalhörigen Grundschul Kinder zwischen 6 und 11 Jahren erreichten eine binaurale Verständlichkeit von 100% und fielen gemäß **4.3.3** in Kategorie 1 oder 2.

Dieses Ergebnis entspricht im wesentlichen dem von Uttenweiler [201], welcher bereits im Jahre 1980 an über 100 Kindern zeigen konnte, dass die Fähigkeit

des exakten binauralen Hörens bzw. des dichotischen Sprachverstehens schon im Alter zwischen fünf und acht Jahren vollständig ausgebildet ist.

Exakt identische Versuchsbedingungen erlaubten den Vergleich der obigen Ergebnisse mit denen von Macht [123], der im gleichen Untersuchungszeitraum 25 auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörte Kinder mit dem Dichotischen Diskriminationstest nach Uttenweiler untersucht hat. Von diesen waren 13 ebenfalls in der Lage, eine beiderseitige 100%ige binaurale Verständlichkeit zu erreichen. Weitere vier Kinder erreichten auf einem Ohr eine Verständlichkeit von 100 und auf dem anderen noch eine Verständlichkeit von mindestens 80%. Acht Kinder, entsprechend 32%, konnten auch dieses Kriterium nicht erfüllen.

Grundsätzlich war zu erkennen, dass es normalhörigen Kindern im Vergleich mit auditiv verarbeitungs- und wahrnehmungsgestörten Kindern deutlich leichter fiel, dichotisch angebotene Wortpaare binaural zu verarbeiten und korrekt wiederzugeben.

Eine mit den Mitteln der deskriptiven Statistik präsentierbare Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse ist aus oben genannten Gründen dabei nicht zulässig.

**Bewertung und Ausblick.** Die in der Diskussion des methodischen Teils und bei der vergleichenden Betrachtung der Ergebnisse angesprochenen Defizite bezüglich der statistischen Auswertbarkeit bei der bisher üblichen Durchführung des Dichotischen Diskriminationstests für Kinder nach V. Uttenweiler veranlassen den Verfasser, einen neuen Testmodus zu entwickeln, der sowohl eine differenziertere Bewertung der Testergebnisse als auch quantitative Analysen sowie interindividuelle Vergleiche zwischen den untersuchten Kindern ermöglicht:

Die Prüfung der *monauralen* Hörleistung wird gemäß **3.4.3** weiterhin mit Gruppe A durchgeführt.

Die Testwörter werden dabei mit einem für alle Kinder *konstanten* mittellauten Schallpegel, z. B. 70 dB, dargeboten.

Für die *binaurale* Prüfung werden jedem Kind grundsätzlich alle 20 Wortpaare der Gruppen B bis E auf beiden Ohren zeitgleich (*dichotisch*) ebenfalls mit *gleich bleibendem Schallpegel* angeboten.

Das bisherige Verfahren zur Beurteilung der Testleistung anhand von Prozentwerten wird durch ein *Punktesystem* ersetzt.

Dabei wird ein Wortpaar nur dann mit einem Punkt bewertet, wenn tatsächlich *beide* Wörter vollständig richtig reproduziert werden.

Wird keines der beiden Wörter eines Paares wiedergegeben, erfolgt auch keine Punktevergabe.

Kann nur eines der beiden Wörter eines Paares reproduziert werden, wird dies gleichermaßen mit 0 Punkten bewertet, da hier ebenfalls keine dichotische Hörleistung im engeren Sinne gelingt.

Durch Addition der Punkte ergibt sich für jedes Kind eine Gesamtpunktzahl zwischen 0 und 20.

Diese Punktzahl spiegelt schließlich die Anzahl der vollständig dichotisch verstandenen und korrekt reproduzierten Wortpaare wider.

Diese neue Form der Anwendung, Durchführung und Auswertung des Dichotischen Diskriminationstests für Kinder nach V. Uttenweiler erlaubt durch die Ermittlung eines einzigen Punktwertes quantitative Aussagen über die dichotische Diskriminationsfähigkeit eines Probanden.

Eine eventuelle Aufweichung der Testergebnisse durch nur einseitig oder teilweise reproduzierte Testwörter wird verhindert, die Empfindlichkeit wird erhöht.

Die Ergebnisse der einzelnen Gruppen sind aufgrund des konstanten Sprachschallpegels statistisch sauber miteinander vergleichbar.

Darüber hinaus kann ein eventuell auftretender pegelunabhängiger Lerneffekt erkennbar gemacht werden.

Eine untersucherabhängige Veränderung des Sprachschallpegels entfällt, was eine deutliche Steigerung der Objektivität bedeutet.

Ergänzend können die Leistungen der linken und der rechten Seite getrennt erfasst und aufgrund des beiderseits konstanten Schallpegels sauber miteinander

der verglichen werden. So lassen sich möglicherweise Hinweise auf eine Hemisphärendominanz ableiten.

Der beschriebene Durchführungsmodus wird die Untersuchungszeit weiter verkürzen, was insbesondere bei Kindern ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist. Nicht zuletzt sind die Ergebnisse der Probanden aufgrund des interindividuell konstanten Schallpegels, der identischen Anzahl von Wortpaaren und der Ermittlung eines einzigen Punktwerts statistisch sauber miteinander vergleichbar.

Jüngere Studien zeigen, dass die aus dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse und Überlegungen bezüglich der Anwendung, Durchführung und Auswertung des Dichotischen Diskriminationstests für Kinder nach V. Uttenweiler tatsächlich einen wichtigen Beitrag in der Erfassung auditiver Teilfunktionen und in der Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen leisten:

So solle die quantitative Auswertung laut Nickisch [149] nach den „neueren, von Berger [18; 19; 20] vorgeschlagenen Kriterien“ erfolgen, d. h. nur völlig richtig wiedergegebene Wortpaare als richtig bewertet werden.

Berger [20] ermittelte so bei 8- bis 10-jährigen Grundschulkindern für den Uttenweiler-Test den Cut-Off-Wert bei 16 korrekt wiedergegebenen von 20 Wortpaaren, d. h. Testwerte von unter 80% wären demnach als pathologisch zu werten.

Unter diesen Kriterien fanden sich in Untersuchungen von Nickisch [147] bei 39% der Kinder mit auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung Auffälligkeiten im Dichotischen Test nach Uttenweiler. Die mit 7% deutlich geringere Rate an auffälligen Testergebnissen der Kinder mit auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung von Matulat et al [126] sei laut Nickisch [149] vermutlich auf den hier noch verwendeten, klassischen Auswertemodus zurückzuführen.

Weitere Cut-Off-Werte für den Uttenweiler-Test bei Schülern der 3. und 4. Grundschulklasse wurden im Jahre 2009 von Nickisch und Kiese-Himmel [149] entwickelt. Hier lag der Cut-Off-Wert bei 85% korrekt wiedergegebener Wort-



paare, so dass nach Einschätzung der Autoren bereits Werte, die darunter liegen, als pathologisch bewertet werden sollten.

## 6. Literaturverzeichnis

- 1) Alich G: Anmerkungen zum Freiburger Sprachverständnistest (FST). Sprache-Stimme-Gehör 1985; 9: 1-6
- 2) Angermaier M: Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET). Beltz, Weinheim 1974
- 3) Arlinger S: The Scandinavian Approach to Speech Audiometry. In: Martin M (Hrsg.): Speech Audiometry. Taylor & Francis, London, New York, Philadelphia 1987: 237-245
- 4) Asbjornsen A, Holmefjord A, Reisaeter S, et al.: Lasting auditory attention impairment after persistent middle ear infections: a dichotic listening study. Dev Med Child Neurol (England) 2000; 42(7): 481-6
- 5) ASHA – Working Group on Auditory Processing Disorders: (Central) Auditory Processing Disorders. Position-Statement – The role of the Audiologist 2005a
- 6) ASHA – Working Group on Auditory Processing Disorders: (Central) Auditory Processing Disorders. Technical report 2005b
- 7) Audiva: Wahrnehmungstraining auditiv-taktil-visuell. Audiva, Kandern-Holzen 2002
- 8) Bailey P J, Snowling M J: Auditory processing and the development of language and literacy. Br Med Bull 2002; 63: 135-146
- 9) Bamiou D E, Liasis A, Boyd S, et al.: Central auditory processing disorder as the presenting manifestation of subtle brain pathology. Audiology (France) 2000; 39(3): 168-72
- 10) Bangert H: Probleme bei der Ermittlung des Diskriminationsverlustes nach dem Freiburger Sprachtest. Audiologische Akustik 1980; 19: 166-170
- 11) Barthel-Friedrich S: Therapeutische Ansätze bei auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung. HNO 2010; 58(7): 672-673

- 12) Bellis T J: Assessment and Management of central processing disorders in the educational setting. From science to practise. Singular, San Diego 1996
- 13) Bellis T J, Ferre J M: Multidimensional approach to the differential diagnosis of central auditory processing disorders in children. J Am Acad Audiol (Canada) 1999; 10(6): 319-28
- 14) Bench J, Maule R: The use of internal speech by children with auditory processing problems. Audiology (France) 1997; 36(6): 312-24
- 15) Berger R: Sprachentwicklungsstörungen - Untersuchungen an Vorschulkindern der Leipziger Sprachheilschule. HNO 1992; 40: 352-355
- 16) Berger R, Friedrich G: Zur Früherkennung sprachentwicklungsgestörter Kinder - ein methodischer Ansatz. Sprache-Stimme-Gehör 1994; 18: 68-72
- 17) Berger R: Die Sprachentwicklung und ihre Störungen. HNO Praxis heute 1996, 16: 141-150
- 18) Berger R, Macht S, Beimesche H: Probleme und Lösungsansätze bei der Auswertung des dichotischen Diskriminationstests für Kinder. HNO 1998, 46: 753-756
- 19) Berger R, Demirakca T: Vergleich zwischen dem alten und neuen Auswertemodus im dichotischen Diskriminationstest. HNO 2000, 48: 390-393
- 20) Berger R, Hochweller A, Bötdecker I: Ergebnisse zur Normerhebung des dichotischen Diskriminationstests. In: Kruse E (Hrsg.): Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte. Median-Verlag 2001-2002, Band 9. Heidelberg: 225-228
- 21) Berger R: Störungen der auditiven Wahrnehmung. Diagnostische Möglichkeiten. HNO Praxis heute 2000; 20: 49-60

- 22) Biesalskie P, Leitner H, Leitner E, Gangel D: Der Mainzer Kindersprachtest. Sprachaudiometrie im Vorschulalter. HNO 1974; 22: 160-161
- 23) Biesalskie P, Frank F (Hrsg): Phoniatrie und Pädaudiologie. New York, Stuttgart: Thieme 1994
- 24) Blamey P J, Sarant J Z, Paatsch L E, et al: Relationships among speech perception, production, language, hearing loss, and age in children with impaired hearing. J Speech Lang Hear Res (United states) 2001; 44(2): 264-85
- 25) Blauert J: Räumliches Hören. Hirzel Verlag, Stuttgart 1973
- 26) Bocca E, Calearo C: Central hearing processes. In: Jerger J: Modern Developments in Audiology. Academic Press New York, 1963: 337-370
- 27) Bodden M: Binaurales Hören und die Hörgeräte-Technologie der Zukunft. Audiologische Akustik 1993; 3: 64-75
- 28) Brady S, Shankweiler D, Mann V: Speech perception and memory coding in relation to reading ability. Journal of Experimental Child Psychology 1983; 35: 345-367
- 29) Bredman A S: Auditory scene analysis: Hearing in complex environments. In: McAdams S, Bigand E (eds) Thinking in sound. The cognitive psychology in human audition. Clarendon, Oxford 1993: 146-198
- 30) Breitenbach E: Material zur Diagnose und Therapie auditiver Wahrnehmungsstörungen. Verlag Maria-Stern-Schule des Marienvereins mit Marienheim e. V., Würzburg 1989
- 31) Brinkmann K: The German path to standardization in speech audiometry. In: Martin M (Hrsg.): Speech Audiometry. Taylor & Francis, London, New York, Philadelphia 1987: 89-107
- 32) Bronkhorst A W, Plomp R: A clinical test for the assessment of binaural speech perception in noise. Audiology 1990; 29: 275-285

- 33) Brunner M, Troost J, Pfeiffer C, Heinrich C, Pröschel U: Heidelberger Vorschulscreening zur auditiv-kinästhetischen Wahrnehmung und Sprachverarbeitung. Hogrefe, Göttingen 2001
- 34) Burger-Gartner J, Heber D: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen bei Vorschulkindern. verlag modernes lernen, Dortmund 2003
- 35) Cacace A T, McFarland D J: Central auditory processing disorder in school-aged children: a critical review. J Speech Lang Hear Res 1998; 41: 355-373
- 36) Campbell N, Hugo R, Uys I, et al.: Early recurrent otitis media, language and central auditory processing in children. S Afr J Commun Disord (South Africa)1995; 42: 73-84
- 37) Chermak G D, Hall J W, Musiek F E: Differential diagnosis and management of central auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. J Am Acad Audiol 1999: 289-303
- 38) Cherry E C: Some experiments upon the recognition of speech with one ear and with two ears. J A S A 1953; 25: 975-979
- 39) Chilla R, Gabriel P, Kozielski P, Bänsch D, Kabas M: Der Göttinger Kindersprachverständnistest. HNO 1976; 24: 342-346
- 40) Chüden H G, Göpfert M: Über den Aussagewert des dichotischen Sprachtests im Schulalter. Laryng. Rhinol. 1975; 54: 747-755
- 41) Cramer B: Verhaltenstherapeutisches Trainingsprogramm für fehlhörige Kinder. Anweisungs- und Arbeitsbuch. Deutsche Gesellschaft für Verhaltenstherapie, Tübingen 1990
- 42) CSHA (California Speech-Language-Hearing Association´s) Guidelines for the Diagnosis & Treatment for Auditory Processing Disorders 2002
- 43) De Laat J A P M, Plomp R: The reception threshold of interrupted speech for hearing-impaired listeners. In: Hearing- Phy-

- siological Bases and Psychophysics (R. Klinke and R. Hartmann, eds) Springer, Berlin 1983
- 44) Delb W: Objektive Diagnostik der zentralen auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS). HNO 2003; 51: 99-103
  - 45) Demanez L, Demanez J P: Central Auditory Processing Assessment. Acta oto-rhino-laryngologica belg 2003; 57: 243-253
  - 46) Dieroff H-G: Zur Definition „Selektionsfähigkeit“ bei erschwertem Sprachverstehen als Folge peripherer Perzeptionsschäden. HNO 1992; 40: 400-404
  - 47) Döring W H, Hamacher V: Neue Sprachverständlichkeitstest in der Klinik: Aachener Logatomtest und „Dreinsilbertest“ mit Störschall. In: Kollmeier B (Hrsg.): Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie, Median-Verlag, Heidelberg 1992: 137-168
  - 48) Dornitz D M, Schow R L: A new CAPD Battery-Multiple Auditory Processing Assessment: Factor Analysis and Comparison with SCAN. American Journal of Audiology 2000; 9: 101-111
  - 49) Dreschler W A, Boymans M: Clinical evaluation on the advantage of binaural hearing aid fittings. Audiologische Akustik 1994; 5: 12-22
  - 50) Dublin W B: The cochlear nuclei pathology. Otolaryngol Head Neck Surg 1985; 93(4): 448-463
  - 51) Ebert H: Pädaudiologische Aspekte der Diagnose zentraler Störungen der auditiven Wahrnehmung. In: Axmann D (Hrsg.): Tagungsbericht zur Fachtagung „Erkennen, Verstehen, Fördern“: Neurogene Lernstörungen beim Spracherwerb hörgeschädigter Kinder, Kinder mit zentralen Störungen der auditiven Wahrnehmung. Hörgeschädigten-Zentrum Würzburg 1993: 95-124
  - 52) Elliott L L: Performance of children aged 9 to 17 years on a test of speech intelligibility in noise using sentence material with controlled word predictability. J A S A 1979; 66: 651-653

- 53) Esser G, Anderski C, Birken A, Breuer E, Cramer B, Eisermann E, Kulenkampff H, Schröer M, Schunicht R, Toro la Roche M: Auditive Wahrnehmungsstörungen und Fehlhörigkeit bei Kindern im Schulalter. Sprache-Stimme-Gehör 1987; 11: 10-16
- 54) Farrer S M, Keith R W: Filtered word testing in the assessment of children's central auditory abilities. Ear and Hearing 1981; 2: 267-269
- 55) Fastl H: Ein Störgeräusch für die Sprachaudiometrie. Audiologische Akustik 1987; 26: 2-13
- 56) Feldhusen F, Möhring L, Brunner M, Troost J, Spielberger C, Braun-Frank L, Schoenfelder D, Pröschel U: Audiologische Diagnostik bei Kindern. HNO 2004, 52: 156-161
- 57) Feldmann H: Untersuchungen zur Diskrimination differenter Schallbilder bei simultaner, monauraler und binauraler Darbietung. Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.-Heilk. 1960; 176: 601-605
- 58) Feldmann H: Untersuchungen über das binaurale Hören unter Einwirkungen von Störgeräusch. Ein Beitrag zur zentralnervösen Verarbeitung akustischer Information. Arch. Ohr.-, Nas.- u. Kehlk.- Heilk. 1963; 181: 337-374
- 59) Feldmann H: Dichotischer Diskriminationstest - eine neue Methode zur Diagnostik zentraler Hörstörungen. Arch. Ohr.-, Nas.- u. Kehlk.- Heilk. 1965; 184: 294-329
- 60) Ferre J M, Wilber L A: Normal and learning disabled children's central auditory processing skills: an experimental test battery. Ear and Hearing 1986; 7: 336-343
- 61) Festen J M: Diskussionsbeitrag zum Vortrag von Sauer. In: Kollmeier B (Hrsg.): Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie, Median-Verlag, Heidelberg 1992: 134-135
- 62) Festen J M, Plomp R: Effects of fluctuating noise and interfering speech on the speech reception threshold for impaired and normal hearing. J A S A 1990; 88: 1725-1736

- 63) Flanagan J L, Watson B J: Binaural unmasking of complex signals. J A S A 1966; 40: 456-468
- 64) Fuller H: Equipment for speech audiometry and its calibration. In: Martin M (Hrsg.): Speech Audiometry. Taylor & Francis, London, New York, Philadelphia 1987: 75-88
- 65) Gascon G G, Johnson R, Burd L: Central auditory processing and attention deficit disorders. J Child Neurol 1986; 1(1): 27-33
- 66) Gopal K V, Pierel K: Binaural interaction component in children at risk for central auditory processing disorders. Scand Audiol 1999; 28(2): 77-84
- 67) Griffiths T D: Central auditory processing disorders. Curr Opin Neurol 2002; 15: 31-33
- 68) Grimm H, Schöler H: Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET): Westermann 1978, Braunschweig
- 69) Gross M: Hereditäre und frühkindlich erworbene Hörstörungen. In: Helms J (Hrsg): Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis. Bd 1- Ohr. Stuttgart: Thieme 1994: 804-812
- 70) Gross M, Finckh-Krämer U, Spormann-Lagodzinski M E: Deutsches Zentralregister für kindliche Hörstörungen. Dt Ärzteblatt 1999; 96: 45-50
- 71) Grossgerge H: Zentrale Hörwahrnehmungsschwächen bei Kindern. Forum Logopädie 1996; 3: 5-9
- 72) Günther H, Günther W: Auditive Dysfunktionen und Sprachentwicklungsstörungen - Theoretische Überlegungen und empirische Daten zu einem verborgenen Problemzusammenhang. Sprache-Stimme-Gehör 1991; 15: 12-18
- 73) Günther H, Günther W: Diagnose auditiver Störungen bei Sprachauffälligkeiten und Lese-Rechtschreibschwierigkeiten im Primärbereich. Die Sprachheilarbeit 1992; 37: 5-19



- 74) Hagerman B, Kinnefors C: Efficient adaptive methods for measuring speech reception threshold in quiet and in noise. *Scand Audiol* 1995; 24: 71-77
- 75) Hahlbrock K H: Über Sprachaudiometrie und neue Wörtertreste. *Archiv Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde* 1953; 162: 394-431
- 76) Hahlbrock K H: Sprachaudiometrie. Grundlagen und praktische Anwendung einer Sprachaudiometrie für das deutsche Sprachgebiet. Thieme-Verlag, Stuttgart 1957
- 77) Hallgren M, Johansson M, Larsby B, et al.: Dichotic speech tests. *Scand Audiol Suppl (Denmark)* 1998; 49: 35-39
- 78) Hanschmann H, Wiehe S, Müller-Mazotta J, Berger R: Sprachverständnis im Störgeräusch mit und ohne Frequenzmodulationsanlage. *HNO* 2010, DOI 10.1007/s00106-010-2086-x
- 79) Hess M: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen im Kindesalter. *HNO* 2001; 8: 593-597
- 80) Hodgson W R: Evaluating infants and young children. In: Katz J (Hrsg.): *Handbook of Clinical Audiology*. 4. Auflage, Williams & Wilkins, Baltimore 1994
- 81) Huang H M, Yeh R M, Tan CT, et al.: Auditory abnormalities associated with unilateral renal agenesis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol (Ireland)*, 2001; 60(2): 113-18
- 82) Hünig G, Berg M: Richtungshören bei Patienten mit seitendifferenter Schwerhörigkeit. *HNO* 1991; 39: 27-31
- 83) Hurley R M, Musiek F E: Effectiveness of three central auditory processing (CAP) Tests in identifying cerebral lesions. *J Am Acad Audiol* 1997; 8: 257-262
- 84) IBM: *SprechSpiegel III*. Produktinformation. IBM, Stuttgart 1997
- 85) Ingold L, Tschopp K: Ein Vorschlag zur Eichung und Wahl von Störgeräuschen für die Sprachaudiometrie. *Laryngo-Rhino-Otologie* 1992; 71: 315-318

- 86) Ingold L, Tschopp K: Praktische Aspekte zur Sprachaudiometrie mit Störgeräusch. *Sprache-Stimme-Gehör* 1992; 16: 116-120
- 87) Jaffe M, Tirosh E, Orian D, Shenhav R: Immature sound localisation and abnormal development. *Arch Dis Child* 1986; 61(9): 858-861
- 88) Jäncke L, Luppen A: Dichotischer Konsonant-Vokal-Recall-Test. *Sprache-Stimme-Gehör* 1993; 17: 54-58
- 89) Jansen H, Mannhaupt G, Marx H, Skowronek H: Das Bielefelder Screening zur Früherkennung von Lese - Rechtschreibschwierigkeiten. Hogrefe, Göttingen 2002
- 90) Jekosch U, Belhoula K, Hegehofer T H, Mariniak A: Verwendung von sinnleeren Wörtern zur Sprachgütebeurteilung. *Fortschritte der Akustik; DAGA* 1991; DPG-GmbH, Bad Honnef 1991: 901-904
- 91) Jerger J, Musiek F: Report of the Consensus Conference on the Diagnosis of Auditory Processing Disorders in School-aged Children. *J Am Acad Audiol* 2000; 11: 467-474
- 92) Jiang Z D: Maturation of peripheral and brainstem auditory function in the first year following peripheral asphyxia: a longitudinal study. *J Speech Lang Hear Res* 1998; 41: 83-93
- 93) Jirsa R E, Clontz K B: Long latency auditory event-related potentials from children with auditory processing disorders. *Ear & Hearing* 1990; 11: 222-232
- 94) Jirsa R E: The clinical utility of the P3 AERP in children with auditory processing disorders. *J Speech Hearing Res* 1992; 35: 903-912
- 95) Johkura K, Matsumoto S, Hasegawa O, Kuroiwa Y: Defective auditory recognition after small haemorrhage in the inferior Colliculi. *J Neurol Sci* 1998; 161: 91-96
- 96) Johnson D W, Enfield M L, Sherman R E: The use of the Staggered Spondaic Word Test and the competing environmental

- sounds tests in the evaluation of central auditory function of learning disabled children. *Ear and Hearing* 1981; 2: 70-77
- 97) Kalikow D N, Stevens K N, Elliott L L: Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *J A S A* 1977; 61: 1337-1351
- 98) Katz J, Basil R A, Smith J M: A Staggered Spondaic Word Test for detecting central auditory lesions. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1963; 72: 908-917
- 99) Katz J, Smith P S: The Staggered Spondaic Word Test: a ten-minute look at the central nervous system through the ears. *Ann N Y Acad Sci* 1991; 620: 233-251
- 100) Katz J, Wilde L: Auditory processing disorders. In: Katz J (Hrsg.): *Handbook of Clinical Audiology*. 4. Auflage, Williams & Wilkins, Baltimore 1994: 490-502
- 101) Katz J, Basil R A, Smith J M: A Staggered Spondaic Word Test for detecting central auditory lesions. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1963; 72: 908-917
- 102) Keith R W: Interpretation of the Staggered Spondaic Word (SSW) Test. *Ear Hear* 1983; 4: 287-292
- 103) Kießling J, Schubert M, Wagner I: Sprachverständlichkeitsmessungen an Normalhörenden und Schallempfindungsschwerhörigen - fünf Sprachtests im Vergleich, 1. Teil. *Audiologische Akustik* 1994; 1: 6-19
- 104) Kießling J, Schubert M, Wagner I: Sprachverständlichkeitsmessungen an Normalhörenden und Schallempfindungsschwerhörigen - fünf Sprachtests im Vergleich, 2. Teil. *Audiologische Akustik* 1994; 2: 11-15
- 105) Kimura D: Some Effects of Temporal-Lobe Damage on Auditory Perception. *Canad. J. Psychol.* 1961; 15: 156-165

- 106) Kinkel M, Kollmeier B, Holube I: Binaurales Hören bei Normalhörenden und Schwerhörigen I. : Meßmethode und Messergebnisse. *Audiologische Akustik* 1991; 6: 192-201
- 107) Klinke R: Gleichgewichtssinn, Hören, Sprechen. In: Schmidt R F, Thews G (Hrsg.): *Physiologie des Menschen*. 26. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1995
- 108) Kollmeier B: Diskussionsbeitrag zum Vortrag von Sauer. In: Kollmeier B (Hrsg.): *Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie*, Median-Verlag, Heidelberg 1992: 134-135
- 109) Kollmeier B, Müller C: Zeitoptimierung von Sprachverständlichkeitsmessungen mit einem Reimtest in deutscher Sprache. *Audiolog. Akustik* 1988; 5: 152-165
- 110) Kollmeier B, Müller C, Kinkel M, Eysholdt U: Binaurales Hören bei Innenohrschwerhörigen: Räumliche Sprachverständlichkeit. *Audiologische Akustik* 1990; 3: 76-84
- 111) Kraus N, McGee T J, Carrell T D, Sharma A: Neurophysiologic bases of speech discrimination. *Ear Hear* 1995; 16: 19-37
- 112) Kraus N, McGee T J, Koch DB: Speech sound perception and learning: biologic bases. *Scand Audiol Suppl (Denmark)* 1998; 49: 7-17
- 113) Kraus N, Koch DB, McGee T J, et al.: Speech-sound discrimination in school-age children: psychophysical and neurophysiologic measures. *J Speech Lang Hear Res (United States)* 1999; 42(5): 1042-60
- 114) Kruger B, Mazor R M: Speech audiometry in the USA. In: Martin M (Hrsg.): *Speech Audiometry*. Taylor & Francis, London, New York, Philadelphia 1987: 207-235
- 115) Küspert P, Schneider W: Hören, lauschen, lernen. Sprachspiele für Kinder im Vorschulalter. Würzburger Trainingsprogramm zur Vorbereitung auf den Erwerb der Schriftsprache. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1999

- 116) Küspert P, Roth E, Schneider W: Multimedia-Spiele aus dem Würzburger Trainingsprogramm zur phonologischen Bewusstheit. Sonderausgabe. Laier und Becker Psychologie & Multimedia GbR, Dielheim 2000
- 117) Larsby B, Arlinger S: Speech recognition and just-follow conversation tasks for normal-hearing and hearing-impaired listeners with different maskers. *Audiol* 1994; 33: 165-176
- 118) Lauer N: Die logopädische Behandlung zentral-auditiver Wahrnehmungsstörungen im Kindesalter. Diplomarbeit im Fach Lehr- und Forschungslogopädie. RWTH Aachen 1995
- 119) Lehnhardt E: Zentrale Hördiagnostik. In: Lehnhardt E: Praxis der Audiometrie, Thieme-Verlag 1996: 228-238
- 120) Lindner, Grissemann: Züricher Lesetest. Huber, Bern 1974
- 121) Löwe A: Eine erfolgverheißende Therapie hörgeschädigter Kinder ist von einer gründlichen Differentialdiagnose abhängig. *Sprache-Stimme-Gehör* 1997; 21: 55-59
- 122) Lyregaard P: Towards a theory of speech audiometry tests. In: Martin M (Hrsg.): *Speech Audiometry*. Taylor & Francis, London, New York, Philadelphia 1987: 33-61
- 123) Macht S: Untersuchung zentraler Hörleistungen bei Kindern mit auditiver Wahrnehmungsstörung. Sprachverstehen im Störgeräusch, Richtungshören und Dichotische Diskrimination. Wissenschaft in Dissertationen, Band 551, Verlag Görich & Weiershäuser GmbH, Marburg 2000
- 124) Markides A: Speech tests of hearing for children. In: Martin M (Hrsg.): *Speech Audiometry*. Taylor & Francis, London, New York, Philadelphia 1987: 155-170
- 125) Matulat P, Riebandt M, Lamprecht-Dinnesen A: Zentral-auditive Verarbeitungsstörungen bei Lese- und Rechtschreibschwäche – Ergebnisse einer retrospektiven Erhebung. *Oto-Rhino-Laryngol-Nova* 1999; 9(3-4): 115-19

- 126) Matulat P, Bersenbrügge H, Lamprecht-Dinnesen A: Diagnose zentraler Hörverarbeitungsstörungen und auditiver Wahrnehmungsstörungen – eine retrospektive Erhebung. *Z Audiol* 1999, Suppl II: 112-114
- 127) Matulat P, Lamprecht-Dinnesen A: Der Binaural Intelligibility Level Difference Test im Focus testtheoretischer und testanalytischer Betrachtungen. In: Kruse E, Gross M (Hrsg): Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte. Heidelberg: Median-Verlag 2002: 318-321
- 128) Matzker J, Welker H: Die Prüfung des Richtungshörens zum Nachweis und zur topischen Diagnostik von Hirnerkrankungen. *Z Laryngol RhinolOtol* 1959; 38: 277-294
- 129) Mc Adams S: Recognition of sound sources and events. In: McAdams S, Bigand E (eds) *Thinking in sound. The cognitive psychology of human audition*. Clarendon, Oxford 1993: 146-198
- 130) McArthur G M, Hogben J H: Auditory backward recognition masking in children with a specific language impairment and children with a specific reading disability. *J Acoust Soc Am (United States)* 2001; 109(3): 1092-100
- 131) McFarland D J, Cacace A T: Modality specificity as a criterion for diagnosing central auditory processing disorders. *Am J Audiol* 1995; 4(3): 36-48
- 132) Meditech: Produktkatalog. Meditech, Wedemark 2002
- 133) Merzenich M M, Jenkins W M, Johnston P, Schreiner C, Miller S L, Tallal P: Temporal processing deficits of language learning impaired children ameliorated by training. *Science* 1996: 77-81
- 134) Miller S L, Jenkins W M, Merzenich M M, Tallal P: Modification of auditory temporal processing thresholds in language-based learning disabled children. *Soc Neurosc Abstr*. 1995; 21: 421

- 135) Möhring L, Braun-Frank L, Wirth G: Aussagewert der Prüfung von Lokalisationsfähigkeit und Sprachverständnis bei einseitiger Hörstörung im Kindesalter. *Sprache-Stimme-Gehör* 1995; 19: 28-34
- 136) Moore D R: Audiology and Physiology. *Audiology* 1991; 30: 125-134
- 137) Mottier G: Akustische Differenzierungs- und Merkfähigkeitsüberprüfung. In: *Die psychologische Erfassung des Legasthenikers - Zürcher Lesetest*. Huber, Bern 1974
- 138) Mueller H G, Bright K E: Monosyllabic procedures in central testing. In: Katz J (Hrsg.): *Handbook of Clinical Audiology*. 4. Auflage, Williams & Wilkins, Baltimore 1994: 222-238
- 139) Musiek F E, Lamb L: Central auditory assessment: an overview. In: Katz J (Hrsg.): *Handbook of Clinical Audiology*. 4. Auflage, Williams & Wilkins, Baltimore 1994: 197-211
- 140) Musiek F E, Lee W W: Conventional and maximum length sequences middle latency response in patients with central nervous system lesions. *J Am Acad Audiol* 1997; 8(3): 173-180
- 141) Musiek F E, Lee W W: Neuroanatomical correlates to central deafness. *Scand Audiol* 1998; 27(49): 18-25
- 142) Musiek F E: Central auditory tests. *Scand Audiol* 1999; 28(51): 33-46
- 143) Neuschäfer-Rube C, Matern G, Meixner R, Klajman S, Neumann H: Zur Problematik auditiver Verarbeitungsstörungen. *Erhebungen und Bewertungen aus interdisziplinärer Sicht*. *Sprache-Stimme-Gehör* 2000; 24: 113-118
- 144) Nickisch A, Biesalski P: Ein Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache für Kinder. *Sprache-Stimme-Gehör* 1984; 8: 31-34
- 145) Nickisch A: Diagnostik zentraler Hörstörungen im Kindesalter. *Laryngol Rhinol Otol* 1988; 67: 312-315

- 146) Nickisch A, Heber D, Burger-Gartner J: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen bei Schulkindern. verlag modernes lernen, Dortmund 2001
- 147) Nickisch A, Oberle D: Analyse von Testprofilen bei auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. In: Kruse E, Gross M (Hrsg.): Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte. Median-Verlag 2002-2003. Heidelberg: 327-331
- 148) Nickisch A, Gross M, Schönweiler R, Uttenweiler V, am Zehnhoff-Dinnesen A, Berger R, Radü H J, Ptok M: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Konsensus-Statement der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. HNO 2007, 55: 61-72
- 149) Nickisch A, Kiese-Himmel C: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen 8- bis 10-Jähriger: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern? Laryngo-Rhino-Otologie 2009, 88: 469-76
- 150) Niemeyer W: Bremer Lautdiskriminationstest (BLDT). In: Bremer Hilfen für lese-rechtschreibschwache Kinder. 2. Auflage, Herbig, Bremen 1976
- 151) Oberklaid F, Harris C, Keir E: Auditory dysfunctions in children with school problems. Clin Pediatr 1989; 28: 397-403
- 152) Olbrich I: Auditive Wahrnehmung und Sprache. verlag modernes lernen, Dortmund 2002
- 153) Penrod J P: Speech threshold and word recognition/discrimination testing. In: Katz J (Hrsg.): Handbook of Clinical Audiology. 4. Auflage, Williams & Wilkins, Baltimore 1994: 147-164
- 154) Plath P: Zentrale Hör- und Wahrnehmungsstörungen. HNO 1994; 42: 600-601
- 155) Platte H J: Probleme bei Sprachverständnistests unter Störschalleinfluss. Z. f. Hörgeräte-Akustik 1978; 17: 190-207



- 156) Platte H J: Konzeption eines sinnvollen Sprachverständnistests unter Störschalleinfluss. Z f Hörgeräte-Akustik 1979; 18: 208-225
- 157) Platte H J, Hövel H von: Zur Deutung der Ergebnisse von Sprachverständlichkeitsmessungen mit Störschall im Freifeld. Acustica 1980; 45: 139-150
- 158) Platte H J, Döring W H, Schlöndorff G: Richtungshören und Sprachverstehen unter Störschalleinfluss bei Normalhörenden. Laryng. Rhinol. 1978; 57: 672-680
- 159) Plinkert P K, Zenner H P: Sprachverständnis und otoakustische Emissionen durch Vorverarbeitung des Schalls im Innenohr. HNO 1992; 40: 111-122
- 160) Plomp R: Binaural and monaural speech intelligibility of connected discourse in reverberation as a function of azimuth of a single competing sound source (speech or noise). Acustica 1976; 34: 200-211
- 161) Plume E, Schneider W: Hören, lauschen, lernen. 2. Würzburger Buchstaben-Laut-Training. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 2004
- 162) Pröschel U: Untersuchungen zum Hörvermögen Hörgeschädigter im Hinblick auf Störungen der auditiven Selektionsfähigkeit. Dissertation, Medizinische Fakultät, RWTH Aachen 1984
- 163) Pröschel U, Döring W H: Richtungshören in der Horizontalebene bei Störungen der auditiven Selektionsfähigkeit und bei seitengleicher Innenohrschwerhörigkeit Teil 1. Audiologische Akustik 1990; 3: 98-107
- 164) Pröschel U, Döring W H: Richtungshören in der Horizontalebene bei Störungen der auditiven Selektionsfähigkeit und bei seitengleicher Innenohrschwerhörigkeit Teil 2. Audiologische Akustik 1990; 4: 170-177

- 165) Pröschel U, Döring W H: Richtungsabhängiges Sprachverstehen unter Störschalleinfluss bei Störungen der auditiven Selektionsfähigkeit und bei seitengleicher Innenohrschwerhörigkeit. *Audio-logische Akustik* 1992; 6: 192-203
- 166) Ptok M: Kinderaudiometrie: Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung. *Audiometrie Disk 18*, Westra Elektroakustik, Wertingen
- 167) Ptok M: Das schwerhörige Kind. *Deutsches Ärzteblatt* 1997; 94: 1558-1563
- 168) Ptok M, Berger R, von Deuster C, Gross M, Lamprecht-Dinnesen A, Nickisch A, Radü H J, Uttenweiler V: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. *Konsensusstatement HNO* 2000; 48: 357-360
- 169) Ptok M, Fischer B: Auditory low level deficits in children with dyslexia. *ARO Midwinter Meeting* 2000; 23
- 170) Ptok M: Temporäre Hörgeräteversorgung bei zentraler Schwerhörigkeit. *Sprache-Stimme-Gehör* 2000; 24: 126-128
- 171) Ptok M, am Zehnhoff-Dinnesen A, Nickisch A: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen – Definition. *HNO* 2010; 58(6): 617-620
- 172) Salvi R J, Wang J, Ding D, et al.: Auditory deprivation of the central auditory system resulting from selective inner hair cell loss: animal model of auditory neuropathy. *Scand Audiol Suppl (Denmark)* 1999; 51: 1-12
- 173) Sauer U, Lessing G: Messung und Bewertung des beidohrigen Hörens im Störgeräusch. *HNO-Praxis Leipzig* 1982; 7: 12-17
- 174) Scharf B, Magnan J, Collet L, Ulmer E, Chays A: On the role of the olivocochlear bundle in hearing: a case study. *Hear Res* 2000; 75: 11-26

- 175) Schlöndorff G, Tegtmeier W: Hörstörung bei normalem Schwellenaudiogramm (Gesellschaftsschwerhörigkeit). Laryng. Rhinol. Otol. 1971; 50: 602-604
- 176) Schlöndorff G, Tegtmeier W: Die Entwicklung des dichotischen Sprachverstehens. Z. Laryng. Rhinol. 1973; 52: 28-31
- 177) Schlöndorff G, Tegtmeier W: Untersuchungen zur Beziehung zwischen Selektionsfähigkeit und dichotischem Hörvermögen. Z Laryng Rhinol 1973; 52: 31-33
- 178) Schow R L, et al: Central Auditory Processes and Test Measures: ASHA 1996, Revisited. Am J Audiol 2000; 9: 63-68
- 179) Schorn K: Diagnostische Verfahren zur Erfassung der zentralen Fehlhörigkeit. Vortrag auf dem 5. Münchener kinder- und jugendpsychiatrischen Frühjahrssymposium über Entwicklungsstörungen. München 1999
- 180) Semel E: Sound, order, sense: A developmental program in auditory perception. Follet Education Corporation, Chicago 1970: 11-18
- 181) Sendlmeier W F, Wedel H von: Ein Verfahren zur Messung von Fehlleistungen beim Sprachverstehen - Überlegungen und erste Ergebnisse. Sprache-Stimme-Gehör 1986; 10: 164-169
- 182) Signer M: Hörtraining bei auditiv orientierungsschwachen Kindern: mit Übungsbeispielen für Legastheniker und Hörgeschädigte. 2. Auflage. Haupt, Stuttgart 1979
- 183) Sininger Y S, Doyle K J, Moore J K: The case for early identification of hearing loss in children. Auditory system development, experimental auditory deprivation, and development of speech perception and hearing. Pediatr Clin North Am (United States) 1999; 46(1): 1-14
- 184) Sloan C: Treating auditory processing difficulties in children. Singular, San Diego 1986

- 185) Sonnenberg K E, Materna F: Nachweis zentraler Hörstörungen innerhalb der neurologischen Polysymptomatik bei Legasthenie. *Folia phoniatic.* 1975; 27: 61-67
- 186) Sotschek J: Ein Reimtest für Verständlichkeitsmessungen mit deutscher Sprache als ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung der Sprachübertragungsgüte. *Der Fernmelde-Ingenieur* 1982; 36: 1-84
- 187) Sotschek J: Sprachverständlichkeit bei auditiven Störungen. *Acustica* 1985; 57: 257-267
- 188) Stach BA, Westerberg BD, Roberson JB: Auditory disorder in central nervous system military tuberculosis: case report. *J Am Acad Audiol (Canada)* 1998; 9(4): 305-10
- 189) Steffens T: Oldenburger Kinderreimtest (OLKI) im sprachsimulierenden Geräusch. *HNO* 2003; 51: 1012-1018
- 190) Stubblefield J, Young C: Central auditory dysfunction in learning-disabled children. *J Learn Disabil* 1975; 8: 32-37
- 191) Suchodoletz W von: Empirische Untersuchung zur klinischen Relevanz auditiver Wahrnehmungsstörungen. In: Homburg G, Iven C, Maihack V (Hrsg.): Zentral - auditive Wahrnehmungsstörungen - therapierelevantes Phänomen oder Phantom? *ProLog*, Köln 2002
- 192) Suchodoletz W von: Behandlung auditiver Wahrnehmungsstörungen: Methoden und ihre Wirksamkeit. *Forum Logopädie* 2003; 6: 6-11
- 193) Tallal P, Miller S, Fitch R H: Neurobiological basis of speech: a case for the pre-eminence of temporal processing. *Ann N Y Acad Sci* 1993; 682: 27-47
- 194) Tallal P, Miller S L, Bedi G, Byma G, Wang X, Nagarajan S S, Schreiner C, Jenkins W M, Merzenich M M: Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science* 1996; 271: 81-84

- 195) Tato J M, Quiros J B de: Die sensibilisierte Sprachaudiometrie. Acta oto-laryngol. Stockholm 1960; 51: 593
- 196) Thyer N, Dodd B: Auditory processing and phonologic disorder. Audiology 1996; 35: 37-44
- 197) Tomatis A: Der Klang des Lebens. Rowohlt, Reinbeck 1990
- 198) Tremblay K, Kraus N, Carell TD, et al.: Central auditory system plasticity: generalization to novel stimuli following listening training. J Acoust Soc Am (United States) 1997; 102(6): 3762-73
- 199) Troßbach-Neuner E: Die Förderung der auditiven Wahrnehmung als Hilfe zum Aufbau phonemischer Bewusstheit im Schriftspracherwerb sprachbehinderter Kinder. Die Sprachheilarbeit 1991; 36: 17-23
- 200) Tschopp K, Ingold I: Die Erratbarkeit von Schlusswörtern in Sätzen. Sprache-Stimme-Gehör 1992; 16: 82-85
- 201) Uttenweiler V: Dichotischer Diskriminationstest für Kinder. Sprache-Stimme-Gehör 1980; 4: 107-111
- 202) Uttenweiler V: Dichotische Diskrimination differenter Schallbilder bei Kindern zwischen 5 und 8 Jahren. Sprache-Stimme-Gehör 1981; 5: 62-64
- 203) Uttenweiler V: Diagnostik zentraler Hörstörungen, auditiver Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstörungen. Sprache-Stimme-Gehör 1996; 20: 80-90
- 204) Waber DP, Weiler MD, Wolff PH, et al.: Processing of rapid auditory stimuli in school-age-children referred for evaluation of learning disorders. Child Dev (United States) 2001; 72(1): 37-49
- 205) Wagner K, Kühnel V, Kollmeier B: Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache, Teil I: Design des Oldenburger Satztests. Z Audiol 1999; 38(1): 5-15
- 206) Wagner K, Brand T, Kollmeier B: Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache, Teil II: Optimierung des Oldenburger Satztests. Z Audiol 1999; 38(2): 4-56

- 207) Wagner K, Brand T, Kollmeier B: Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache, Teil III: Evaluation des Oldenburger Satztests. *Z Audiol* 1999; 38(3): 86-95
- 208) Walther T: Theoretische Aspekte und praktische Ansätze zum Training der auditiven Fähigkeiten in der Therapie von Artikulationsstörungen. *Sprachheilarbeit* 1977; 1: 49-60
- 209) Warrier C M, Johnson K L, Hayes E A, Nicol T, Kraus N: Learning impaired children exhibit timing deficits and training-related improvements in auditory cortical responses to speech and noise. *Exp Brain Res* 2004; 157: 431-441
- 210) Wedel H von: Diskriminationsverhalten von Normal- und Schwerhörigen bei kritischem Signalrauschabstand. *Laryng. Rhinol.* 1977; 56: 180-186
- 211) Wedel H von: Sprachverstehen und dichotisches Hören - Untersuchungen zum Selektionsvermögen des Gehörs. *Audio-Technik* 1977; 28: 3-12
- 212) Wedel H von: Entsprechen die sprachaudiometrischen Untersuchungsverfahren den heutigen Anforderungen in Klinik und Praxis? *HNO* 1986; 34: 71-74
- 213) Welsh L W, Welsh J J, Healy M P: Central auditory testing and dyslexia. *Laryngoscope* 1980; 90: 972-984
- 214) Welsh LW, Welsh JJ, Healy MP: Learning disabilities and central auditory dysfunction. *Ann Otol Rhinol Laryngol (United States)* 1996; 105(2): 117-22
- 215) Wendler J, Seidner W, Kittel G, Eysholdt U: *Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie*. 3. Auflage, Thieme, Stuttgart, New York 1996
- 216) Wesselkamp M, Kollmeier B: „Analyse von Phonemverwechslungen“. In: Kollmeier B (Hrsg.): „Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie“. Median-Verlag, Heidelberg 1992: 70-85

- 217) Westermann: miniLÜK Hörspaß. Westermann, Braunschweig 2004
- 218) Westra Elektroakustik, Marktplatz 10, 86637 Wertingen (Bezugsadresse für Audiometrie-CDs)
- 219) Wilke H: Untersuchungen zur binauralen Signalerkennung bei begleitendem Cocktailpartygeräusch an Schulkindern. Dissertation Medizinische Fakultät, Universität Düsseldorf 1982
- 220) Wohlleben B, Nubel K, Gross M: Orientierende Tests zur Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Vortrag bei der 18. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie 2001, Frankfurt
- 221) Wurm-Dinse U, Esser G: Sprach-Farbbild-Transformation (SFT). Therapie gehörloser, schwerhöriger und fehlhöriger Patienten. TW Pädiatrie 1990; 3: 378-386
- 222) Wurst F: Auditive Perzeptionsstörungen. Die Sprachheilarbeit 1986; 31: 74-82
- 223) Yost W A: Discriminations of interaural phase differences. J Acoust Soc Am 1974; 55: 1299-1303
- 224) Zenner H P: Physiologische und biochemische Grundlagen des normalen und gestörten Gehörs. In: Naumann H H, Helms J, Herberhold C, Kastenbauer E (Hrsg.): Oto-Rhino-Laryngolog in Klinik und Praxis. Stuttgart, New York: Thieme 1994: 81-230
- 225) Zimbardo P: Psychologie, 6. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1995
- 226) Züst H, Tschopp K: Influence of context on speech understanding ability using German sentence test materials. Scand Audiology 1993; 22: 251-255

## 7. Anhang

### 7.1 Verzeichnis der Abkürzungen, Abbildungen und Tabellen

#### 7.1.1 Verzeichnis der Abkürzungen

Abb.	Abbildung
BILD	engl.: binaural intelligibility level difference
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CERA	engl.: cortical evoked response audiometry
dB	Dezibel
DGPP	Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie
d. h.	das heißt
ERA	engl.: evoked response audiometry
etc.	et cetera
Hz	Hertz
ILD	engl.: intelligibility level difference
min.	Minute(n)
s.	siehe
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderem
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel
ZNS	Zentralnervensystem
z. T.	zum Teil



### *7.1.2 Verzeichnis der Abbildungen*

- Abb. 3.1:** Nutz- und Störsignal aus ein und derselben Schallquelle
- Abb. 3.2:** Räumliche Trennung von Nutz- und Störsignalquelle
- Abb. 3.3:** Lautsprecherkreis im freien Schallfeld
- 
- Abb. 4.1:** Relative Häufigkeiten der 50%-Verständlichkeiten bei Darbietung von Nutz- und Störsignal aus ein- und derselben Schallquelle (0-Grad-Situation)
- Abb. 4.2:** Relative Häufigkeiten der 50%-Verständlichkeit bei räumlich getrennten Schallquellen für Nutz- und Störsignal (90-Grad-Situation)
- Abb. 4.3:** Relative Häufigkeiten für den Verständlichkeitsvorteil (ILD) durch räumliche Trennung der Schallquellen
- Abb. 4.4:** Verständlichkeitsvorteil durch Trennung von Nutz- und Störsignalquelle - Die Boxen zeigen jeweils das 1. und 3. Quartil, den Median inklusive der Vertrauensintervalle sowie den unteren und oberen Extremwert
- Abb. 4.5:** Gesamtfehlerquoten bei der Untersuchung des Richtungshörvermögens (Anordnung der Lautsprecher gemäß Abb. 3.3)
- Abb. 4.6:** Mittlere Fehlerquoten beim Richtungshören, vorderer Halbkreis (1, 5, 6, 7, 8) und hinterer Sektor (2, 3, 4)
- Abb. 4.7:** Dichotischer Diskriminationstest – Relative Häufigkeiten der Kategorien 1 bis 4 gemäß Tabelle 1

### *7.1.3 Verzeichnis der Tabellen*

- Tab. 4.1:** Einordnung des Ergebnisses im Dichotischen Diskriminationstest für Kinder in 4 Kategorien

## 7.2 Eingesetzte Materialien

### 7.2.1 Anamnesebogen zur Erfassung auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen

<b>Anamnesebogen</b>
----------------------

Name:	Vorname:	Geburtstag:
-------	----------	-------------

Auf den beiden folgenden Seiten wird nach Verhaltensauffälligkeiten ihres Kindes gefragt. Bitte kreuzen Sie bei jeder Frage an, ob das beschriebene Verhalten auf Ihr Kind zutrifft oder nicht. Vielen Dank.

1. Sind bei Ihrem Kind Lautbildungsfehler aufgetreten, die auch nach dem 4./ 5. Lebensjahr hartnäckig bestehen bleiben (z. B. Dabel, Tasper, Kreppe)

Ja                       Nein

Wenn ja, können Sie bitte Beispiele nennen?

---

---

---

2. Sind Ihnen dauerhafte Satzbaufehler aufgefallen, z. B. die Verwendung der falschen Zeitform, des falschen Artikels, Plural statt Singular o. ä.?

Ja                       Nein

Wenn ja, können Sie Beispiele nennen? Gibt es bestimmte Gesetzmäßigkeiten?

---

---

---

3. Verwechselt Ihr Kind häufig ähnlich klingende Wörter (z. B. Fisch – Tisch, Kopf – Topf, Kanne – Tanne)?

Ja                       Nein

4. Hat Ihr Kind Konzentrations- oder Aufmerksamkeitsprobleme?

Ja                       Nein

Wenn ja, in welchen Situationen (z. B. in der Schule, beim Vorlesen)?

---

---

---

5. Bestehen oder bestanden Probleme beim Lesen- oder Scheibenlernen?

Ja  Nein

Wenn ja, können Sie diese bitte so genau wie möglich beschreiben?

---

---

---

6. Haben Sie den Eindruck, dass Ihr Kind sich Verse, Reime, Lieder, Gedichte o. ä. schlecht merken kann?

Ja  Nein

7. Haben Sie das Gefühl, dass Ihr Kind in lauter, lärmgefüllter Umgebung Gesprochenes schlecht versteht?

Ja  Nein

8. Ist Ihr Kind besonders lärmempfindlich?

Ja  Nein

9. Hat Ihr Kind Probleme, links und rechts zu unterscheiden?

Ja  Nein

10. Würden Sie ihr Kind eher als ein lebhaftes oder als ein stilles Kind einschätzen?

Bitte kreuzen Sie die Skala an der entsprechenden Stelle an:

still-----lebhaft

11. Sucht Ihr Kind Kontakt zu anderen Kindern, oder ist es in seinem Verhalten eher ein Einzelgänger?

Bitte kreuzen Sie die Skala an der entsprechenden Stelle an:

sucht Kontakt-----Einzelgänger

12. Bitte geben Sie an, ob Ihr Kind Rechts- oder Linkshänder ist.

Rechtshänder

Linkshänder



### 7.2.2 Wortmaterial des Göttinger Kindersprachverständnistests II

1	Ball	Netz	Po	Schiff	Zweig	Loch	Pferd	Bank	Haus	Stuhl
2	Braut	Huhn	Pfeil	Arm	Ski	Fuchs	Tor	Weg	Schwanz	Berg
3	Stern	Kopf	Mann	Bild	Lok	Kreis	Tisch	Schuh	Blatt	Frau
4	Fuß	Bein	Ring	Kamm	Schlauch	Bach	Krebs	Stock	Hund	See
5	Hirsch	Draht	Maus	Spatz	Kohl	Turm	Schnee	Ei	Fisch	Brot
6	Zug	Hemd	Seil	Bauch	Kuh	Frosch	Mist	Dach	Speck	Kranz
7	Kreuz	Schaf	Prinz	Bus	Milch	Rock	Brett	Korb	Fass	Eis
8	Nest	Stein	Hut	Brief	Bär	Punkt	Sau	Hahn	Topf	Rad
9	Lamm	Wurst	Geld	Tür	Ohr	Schwamm	Knie	Kleid	Baum	Mond
10	Knopf	Nuss	Schwein	Feld	Uhr	Zahn	Pilz	Bett	Gras	Laub

### 7.2.3 Wortmaterial des dichotischen Diskriminationstests nach V. Uttenweiler

<b>Gruppe</b>	<b>Linkes Ohr</b>	<b>Rechtes Ohr</b>
A	die Schlittenfahrt das Butterbrot der Sandkasten der Wanderweg die Hausschuhe	der Birnenbaum der Klingelknopf die Turnschuhe das Fischerboot der Malkasten
B	das Taschentuch der Dachziegel der Schuhlöffel die Kinderuhr das Bilderbuch	der Kinderstuhl die Sparbüchse die Handschuhe der Fußballplatz der Suppentopf
C	das Schaukelpferd das Kinderbett der Luftballon die Gießkanne das Riesenrad	der Weihnachtsmann die Eisenbahn die Haustüre der Fußboden die Autobahn
D	das Puppenkleid das Märchenbuch das Unterhemd das Rennauto das Puppenspiel	der Humpelmann der Schmetterling der Apfelbaum die Schildkröte die Feuerwehr
E	das Kinderlied das Motorrad der Zauberstab die Rollschuhe das Kerzenlicht	der Regenschirm der Teddybär das Vogelneest der Schlafanzug der Weihnachtsbaum

## 8. Lebenslauf

### Persönliche Daten:

Geboren: 13.04.1972  
Familienstand: verheiratet, 1 Sohn  
Konfession: röm.-katholisch

### Beruflicher Werdegang:

seit 12/2005: Facharzt für Psychiatrie und Psychotherapie

seit 06/2005: Institutsambulanz Allgemeinpsychiatrie I, Adamsstr. 12, 51063 Köln, LVR-Klinik Köln, Fachklinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität zu Köln, Ärztliche Direktorin: Frau Prof. Dr. med. E. Gouzoulis-Mayfrank

06/2001 bis 05/2005: Assistenzarzt, Rheinische Kliniken Köln, Fachkrankenhaus für Psychiatrie und Psychotherapie, Leitender Arzt: Dr. P. Mehne

01/2000 bis 05/2001: Arzt im Praktikum, Kliniken der Stadt Köln, Krankenhaus Merheim, Neurologische Klinik, Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. H. Bewermeyer

### Schul- und Hochschulausbildung:

1998 bis 1999: Praktisches Jahr, Universität zu Köln, 3. Staatsexamen November 1999

1992 bis 1998: Studium der Humanmedizin, Philipps-Universität Marburg, 2. Staatsexamen September 1998

1982 bis 1991: Gymnasium Marianum Meppen, Abitur 1991

1978 bis 1982: Overberg-Grundschule, Meppen

## **9. Verzeichnis der akademischen Lehrer**

### **Meine akademischen Lehrer in Marburg waren die Damen und Herren**

Arnold, Aumüller, Basler, Baum, Beato, Berger, Bertalanffy, Bien, Christiansen, Engel, Eschenbach, Fruhstorfer, Fuhrmann, Ganz, Gemsa, Geus, Göke, Gotzen, Gressner, Griss, Gröne, Grundner, Grzeschik, Habermehl, Happle, Hasilik, Havemann, Hilgermann, Hoffmann, Huffmann, Joseph, Kern, Kleine, Klenk, Klose, Koolman, Krieg, Kroll, Kuhn, Kuni, Lang, Lange, Lauer, Lennartz, Lorenz, Lührmann, Maisch, Mannheim, Mennel, Meyer-Breiting, Moosdorf, Mueller, Netter, Oertel, Pfab, Podszus, Pohlen, Remschmidt, Röhm, Rothmund, Schäfer, Schachtschabel, Schüffel, Seifart, Seitz, Seyberth, Slenczka, Steiniger, Stempel, Sturm, Thomas, Voigt, von Wichert.

### **Meine akademischen Lehrer in Köln waren die Damen und Herren**

Bewermeyer, Krone, Troidl, Weber.



## **10. Danksagung**

Mein Dank gilt in besonderer Weise

Frau Prof. Dr. med. R. Berger für die Überlassung des Themas dieser Dissertation. Außerdem danke ich ihr für den geduldigen und intensiven Austausch und die stets hilfreichen und wertschätzenden Rückmeldungen bei der Entstehung dieser Arbeit.

Bei Herrn Dipl.-Ing. G. Clemens bedanke ich mich für seine konstruktiven Ratschläge und seine hilfsbereite Unterstützung in sämtlichen technischen Fragen während des Erhebungszeitraums.

Frau Dipl.-Psych. T. Demirakca danke ich für ihre Mithilfe bei der Rekrutierung der Probanden und für viele fruchtbare Diskussionen und Anregungen aus dem Blickwinkel der Psychologie.

Frau H. Preusser und Frau B. Kempf gebührt Dank für die umsichtige Koordination der Untersuchungstermine.

Frau C. Schade-Brittinger, Herrn A. Sattler und Herrn Dr. H. Prinz aus dem Institut für Medizinische Biometrie der Philipps-Universität Marburg danke ich für ihre Mithilfe bei der Entwicklung des Studiendesigns und der statistischen Auswertung der erhobenen Daten.

## **11. Ehrenwörtliche Erklärung**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel "Ergebnisse audiologischer Testverfahren in der Diagnostik der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) bei Grundschulkindern" in der Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie des Medizinischen Zentrums für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde der Philipps-Universität Marburg unter Leitung von Frau Prof. Dr. med. R. Berger mit Unterstützung durch die oben genannten Personen ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- oder ausländischen Medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Einige Zwischenergebnisse aus dem Versuchsteil „Sprachaudiometrie mit Störgeräusch“ wurden auf der Wissenschaftlichen Jahrestagung 1997 der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie in Hannover vorgetragen.

Einige sich aus dem Diskussionsteil der vorliegenden Arbeit ergebende weiterführende Überlegungen zur Durchführung des Dichotischen Diskriminationstests für Kinder wurden in der HNO 09/98 veröffentlicht.

Köln, den 09.06.11