

Aus dem Institut für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Kommissarische Leitung: Prof. Dr. med. Rüdiger von Kries

Diagnostik der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung bei Zweitklässlern

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

vorgelegt von

Kristine Gohde

aus Bonn

2013

**Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München**

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Rüdiger von Kries

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. Karin Meißner

Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Andreas Nickisch

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACP, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 02.05.2013

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Verzeichnis der verwendeten Tabellen | 6 |
| Verzeichnis der verwendeten Diagramme..... | 7 |
| 1 Einleitung..... | 8 |
| 2 Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung..... | 10 |
| 2.1 Definition | 10 |
| 2.2 Epidemiologie und Ätiologie | 10 |
| 2.3 Formen auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen | 11 |
| 2.3.1 Auditive Wahrnehmung und Verarbeitung..... | 11 |
| 2.3.2 Verarbeitungsstörung vs. Wahrnehmungsstörung | 12 |
| 2.3.3 Bottom-up- und Top-down-Prozesse | 13 |
| 2.4 Klinische Symptome der Betroffenen..... | 13 |
| 2.5 Therapiemöglichkeiten der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung | 14 |
| 3 Diagnostik zur auditiven Wahrnehmungs- und | 15 |
| Verarbeitungsstörung | 15 |
| 3.1 Vordiagnostik | 16 |
| 3.1.1 Tonaudiogramm | 16 |
| 3.1.2 Sprachaudiometrie..... | 16 |
| 3.2 Diagnostik durch subjektive Hörprüfungen | 16 |
| 3.2.1 Göttinger Sprachaudiometrie mit Störgeräusch | 16 |
| 3.2.2 Binauraler Summationstest | 17 |
| 3.2.3 Test mit dichotischer Sprache | 17 |
| 3.2.4 Heidelberger Lautdifferenzierung | 18 |
| 3.2.5 Subtest „Phonemdifferenzierung“ aus dem Münchener Screeningtest für Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (MAUS) | 18 |
| 3.2.6 Patsy-Test..... | 18 |
| 3.3 Diagnostik durch psychometrische Testungen..... | 19 |
| 3.3.1 Mottier-Test | 19 |
| 3.3.2 PET: „Zahlenfolgegedächtnis“ | 20 |
| 3.3.3 PET: „Laute verbinden“ | 20 |
| 3.4 Nachweis der Modalitätsspezifität | 20 |
| 3.4.1 PET: „Symbolfolgegedächtnis“ | 21 |
| 3.4.2 Heidelberger Sprachentwicklungstest: „Imitation von Sätzen“ | 21 |
| 4 Material und Methoden..... | 22 |
| 4.1 Ziel der Studie | 22 |
| 4.2 Vorbereitung der Studie | 22 |
| 4.3 Studienkollektiv | 23 |
| 4.3.1 Klinische Gruppe | 24 |
| 4.3.2 Kontrollgruppe | 24 |
| 4.3.3 Deskriptive Statistik | 25 |
| 4.4 Material und Durchführung..... | 26 |
| 4.4.1 Tonaudiogramm | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4.2 Sprachaudiometrie / Störgeräusch im Freifeld..... | 27 |
| 4.4.3 MAUS-Test/ Untertest: Silbenfolgen..... | 28 |
| 4.4.4 MAUS-Test/ Untertest: Wörter im Störgeräusch..... | 28 |
| 4.4.5 MAUS- Test/ Untertest: Lautdifferenzierung/ Lautidentifikation | 29 |
| 4.4.6 Heidelberger Lautdifferenzierungstest (HLAD) | 29 |
| 4.4.7 Dichotischer Diskriminationstest für Kinder (nach Uttenweiler) | 31 |
| 4.4.8 Hannoverscher Binauraler Summationstest | 31 |
| 4.4.9 Patsy-Test (Psychoakustisches Testsystem) | 32 |
| 4.4.10 PET: Subtest „Symbolfolgen-Gedächtnis“ | 34 |
| 4.4.11 Züricher Lesetest: Mottier-Test..... | 35 |
| 4.4.12 Heidelberger Sprachentwicklungstest: Subtest „Imitation von Sätzen“. | 35 |
| 4.4.13 PET: Subtest „Laute verbinden“ | 37 |
| 4.4.14 PET: Subtest „Zahlenfolgegedächtnis“..... | 38 |
| 4.5 Statistische Auswertung | 38 |
| 5 Ergebnisse der Studie | 40 |
| 5.1 Beschreibung der Variablen..... | 40 |
| 5.2 Deskriptive Statistik | 41 |
| 5.3 Anpassung des Alpha-Niveaus durch Bonferroni-Korrektur..... | 42 |
| 5.4 Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilungen | 42 |
| 5.5 Medianvergleiche durch Mann-Whitney-U-Test..... | 47 |
| 5.6 Korrelationsanalyse nach Spearman | 48 |
| 5.7 Diskriminanzanalyse | 51 |
| 5.7.1 Schrittweise Statistik | 51 |
| 5.7.2 Eigenwerte..... | 52 |
| 5.7.3 Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten..... | 53 |
| 5.7.4 Strukturmatrix | 54 |
| 5.8 Kreuzvalidierung..... | 55 |
| 5.9 Gütekriterien | 56 |
| 5.9.1 Receiver-operator-characteristic- (ROC-) Kurven..... | 56 |
| 5.9.2 Cut-Off-Werte | 60 |
| 5.9.3 Likelihood-Quotienten | 61 |
| 5.9.4 Vierfeldertafeln | 63 |
| 5.10 Qualitative der Auswertung der Ergebnisse der Kontrollgruppe..... | 66 |
| 5.10.1 Hannoverscher Binauraler Summationstest | 66 |
| 5.10.2 Heidelberger Lautdifferenzierungstest – Untertest 1 A | 68 |
| 5.10.3 Heidelberger Lautdifferenzierungstest – Untertest 1 B | 69 |
| 5.10.4 MAUS B | 70 |
| 5.10.5 MAUS C | 71 |
| 6 Diskussion | 72 |
| 6.1 Beurteilung der Stichprobe | 72 |
| 6.2 Beurteilung der Durchführung der klinischen Tests | 73 |
| 6.3 Beurteilung der statistischen Auswertung..... | 73 |
| 6.4 Beurteilung der qualitativen Auswertung | 75 |
| 6.5 Beurteilung der durch die Diskriminanzanalyse ermittelte Testkombination.. | 76 |
| 6.6 Vergleich der Ergebnisse mit vorangegangenen Studien..... | 77 |
| 6.7 Beurteilung der Anwendbarkeit der Ergebnisse | 78 |
| 6.8 Ausblick | 79 |
| 7 Zusammenfassung..... | 81 |

| | |
|--|-----------|
| Literaturverzeichnis..... | 84 |
| Anhang | 88 |
| Anhang Nr.1: Korrelationsanalyse durch Spearman..... | 88 |
| Anhang Nr.2: Genehmigung Schulamt (Antrag)..... | 90 |
| Anhang Nr.3: Genehmigung durch das Schulamt..... | 92 |
| Anhang Nr.4: Elternbrief..... | 93 |
| Anhang Nr.5: Anmeldung Studie..... | 95 |
| Danksagung..... | 97 |
| Lebenslauf..... | 98 |

Verzeichnis der verwendeten Tabellen

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Zentral-auditive Prozesse [4] | 12 |
| Tabelle 2: Chi ² -Test: Geschlechterverteilung beider Gruppen | 25 |
| Tabelle 3: Mittleres Lebensalter beider Diagnosegruppen | 26 |
| Tabelle 4: Beschreibung der Variablen..... | 40 |
| Tabelle 5: Deskriptive Statistik..... | 41 |
| Tabelle 6: Mann-Whitney-U-Test..... | 47 |
| Tabelle 7: Spearman – sehr starke Korrelationen | 48 |
| Tabelle 8: Spearman - starke Korrelationen..... | 48 |
| Tabelle 9: Spearman - mittelstarke Korrelationen | 48 |
| Tabelle 10: Aufgenommene Variablen | 52 |
| Tabelle 11: Zusammenfassung der kanonischen Diskriminanzfunktion | 52 |
| Tabelle 12: Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten..... | 53 |
| Tabelle 13: Strukturmatrix der einzelnen Variablen..... | 54 |
| Tabelle 14: Kreuztabelle - Gruppenzugehörigkeit..... | 55 |
| Tabelle 15: Area under the curve (AUC)..... | 60 |
| Tabelle 16: Cut-Off-Werte..... | 61 |
| Tabelle 17: Likelihood-Ratios..... | 62 |
| Tabelle 18: Vierfeldertafel - Imitation von Sätzen | 63 |
| Tabelle 19: Vierfeldertafel - Mottier-Test..... | 64 |
| Tabelle 20: Vierfeldertafel - Verstehen im Störgeräusch | 64 |
| Tabelle 21: Vierfeldertafel - Testkombination der Diskriminanzfunktion | 65 |

Verzeichnis der verwendeten Diagramme

| | |
|--|----|
| Diagramm 1: Geschlechterverteilung beider Diagnosegruppen | 25 |
| Diagramm 2: Häufigkeitsverteilungen der einzelnen klinischen Tests –..... | 43 |
| Diagramm 3: Korrelation HLAD Diff. mit HLAD Id..... | 49 |
| Diagramm 4: Korrelation MAUS A mit Mottiertest..... | 50 |
| Diagramm 5: Korrelation ZFG mit Mottier-Test..... | 50 |
| Diagramm 6: ROC-Kurven..... | 57 |
| Diagramm 7: Binauraler Summationstest - Häufigkeitsverteilung der Fehler | 66 |
| Diagramm 8: Binauraler Summationstest – Wort: Ratte | 67 |
| Diagramm 9: Binauraler Summationstest - Nachgesprochene Wörter | 67 |
| Diagramm 10: HLAD 1A - Häufigkeitsverteilung der Fehler | 68 |
| Diagramm 11: HLAD 1B - Häufigkeitsverteilung der Fehler | 69 |
| Diagramm 12: MAUS B/ rechtes Ohr - Häufigkeitsverteilung der Fehler | 70 |
| Diagramm 13 : MAUS B/ linkes Ohr - Häufigkeitsverteilung der Fehler | 70 |
| Diagramm 14: MAUS C - Häufigkeitsverteilung der Fehler..... | 71 |

1 Einleitung

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) sowie deren diagnostische Möglichkeiten haben im Laufe der letzten Jahre einen immer höheren Stellenwert gewonnen. Allein die Tatsache, dass in Fachkreisen lange Zeit Uneinigkeit über die genaue Definition dieser Störung herrschte, zeigt, dass es sich um ein äußerst komplexes Störungsbild handelt. Die American Speech and Hearing Association [1] (ASHA) führte 1996 den Begriff „Central Auditory Processing Disorders“ ein, verwendete später den Begriff „Auditory Processing Disorders“ und ging 2005 dann aber auf ”(Central) Auditory Processing Disorders“ ((C) APD) über. Die deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie entschied sich im Jahr 2000 für den einheitlichen Begriff „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS)“ und definierte mit AVWS, dass „...zentrale Prozesse des Hörens gestört sind. Zentrale Prozesse des Hörens ermöglichen unter anderem die vorbewusste („preattentive“) und bewusste („attentive“) Analyse von Zeit-, Frequenz- und Intensitätsbeziehungen akustischer Signale, Prozesse der binauralen Interaktionen (z.B. zur Geräuschlokalisation, Lateralisation und Störgeräuschbefreiung)“ [2].

Die Prävalenz für auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen bei Kindern wird derzeit auf etwa 2-3 % geschätzt, wobei Jungen doppelt so häufig betroffen sind wie Mädchen. Da die AVWS einerseits häufig in Kombination mit anderen Defiziten auftritt [2, 3, 6, 8, 29], andererseits einen Überschneidungsbereich, beispielsweise mit dem Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS), aufweist, handelt es sich bei dieser Angabe jedoch nur um einen Schätzwert.

Die genauen Ursachen auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen sind bislang nicht geklärt. Nach derzeitigem Kenntnisstand beruhen sie auf einer Fehlfunktion der afferenten und/ oder efferenten Nervenfasern der Hörbahn. Ob diese Dysfunktion jedoch ausschließlich die Hörbahn betrifft oder ob möglicherweise ein generelles Defizit besteht, ist augenblicklich noch unbekannt [2].

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen können sowohl isoliert als auch in Kombination mit anderen Defiziten auftreten [3, 8, 29, 30]. Genau in dieser Symptomvielfalt liegt auch die Problematik dieser Erkrankung begründet. Eltern von Kindern mit AVWS beschreiben häufig, dass diese ihre Anweisungen nicht befolgen. Lehrer erkennen eine Lese- oder Rechtschreibschwäche, gehäuft fehlende

Hausaufgaben oder Unkonzentriertheit im Unterricht [29, 30]. Aber haben alle Grundschulkinder mit Lese-Rechtschreibschwäche oder fehlenden Hausaufgaben eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung? Oder handelt es sich um die übliche Vergesslichkeit bzw. Unlust von Kindern, wenn sie nicht das machen, worum Eltern und Lehrer sie bitten? Schneiden sie beim Diktat schlecht ab, weil sie die Lehrer auditiv nicht richtig verstehen? Oder sind sie sprachlich oder grammatisch lediglich nicht so begabt wie ihre Mitschüler? Im Gegensatz dazu können Kinder, die nur vereinzelte oder geringe Teilleistungsstörungen der auditiven Verarbeitung oder Wahrnehmung aufweisen, diese teilweise so kompensieren, dass Eltern und Lehrer diese Defizite lange Zeit nicht bemerken [10].

Die Therapiemöglichkeiten der AVWS bestehen je nach Ausprägung der Störung aus übenden, metakognitiven oder kompensatorischen Verfahren [2, 3, 29]. Zusätzlich können therapeutische Fortschritte durch die Modifikation der Hörumgebung erreicht werden. Wie bei den meisten Erkrankungen, egal ob psychischer oder physischer Natur, ist es auch bei auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen für den Therapieerfolg sehr entscheidend, dass möglichst früh mit der richtigen Behandlung begonnen wird, um den Kindern eine erfolgreiche Teilnahme am Gesellschaftsleben zu ermöglichen.

Obwohl es inzwischen viele diagnostische Tests zur AVWS gibt, hat sich bislang kein „Goldstandard“ etabliert [2, 3, 4, 8, 29]. Die meisten Tests prüfen nur ein bis zwei Modalitäten der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung, „den einen Test für alles“ gibt es nach wie vor nicht. Viele der Tests sind subjektive audiometrische Tests und abhängig vom Alter des Kindes, vom Bildungsstand, von der Konzentration während der Untersuchung sowie vielen weiteren Parametern. Auch gibt es keinen objektiven Laborparameter, den man messen könnte, um zu einer genauen Diagnose zu gelangen. Die Diagnose einer auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung wird gestellt, wenn zwei oder mehr der etablierten diagnostischen Prüfverfahren ein auffälliges Ergebnis aufweisen [4].

Ziel unserer Studie ist daher, herauszufinden, ob es eine Testkombination der bekannten standardisierten Diagnoseverfahren zur auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung gibt, die erkrankte Kinder von nicht-erkrankten Kindern trennt, sodass nicht bei jedem Verdacht einer AVWS alle bekannten diagnostischen Untersuchungen durchgeführt werden müssen.

2 Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung

2.1 Definition

Eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung liegt vor, wenn das periphere Hörorgan normal funktioniert, trotzdem aber Hörauffälligkeiten bestehen.

Die deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP) [2] beschreibt auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen folgendermaßen: „eine AVWS liegt vor, wenn zentrale Prozesse des Hörens beeinträchtigt sind. Zentrale Prozesse des Hörens ermöglichen u.a. die Zeit-, Frequenz- und Intensitätsanalyse akustischer Signale, Prozesse der binauralen Interaktion wie z.B. Geräuschlokalisation, Störgeräuschbefreiung und Lateralisation. Das periphere Hörorgan selbst ist dabei voll funktionsfähig“ [2, 3, 6].

Synonyme für AVWS sind beispielsweise Begriffe wie Fehlhörigkeit, Hörwahrnehmungsstörung, Lautagnosie, Central Auditory Processing Disorders (CAPD) oder Auditory Processing Disorders (APD).

Verschlüsselt wird die AVWS gemäß der internationalen Klassifikation ICD 10 mit F80.20 [30].

2.2 Epidemiologie und Ätiologie

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen gewinnen zunehmend an Bedeutung. Geschätzte 2-3 % aller Kinder sind an einer Form der AVWS erkrankt, in angloamerikanischen Ländern liegen die Schätzungen bei bis zu 8 %. Männliche Kinder sind etwa doppelt so häufig betroffen wie Mädchen, die Tendenz der Erkrankung ist steigend [3, 5, 6, 30]. Da AVWS meist mit Begleiterkrankungen einhergehen, ist davon auszugehen, dass bei einigen Betroffenen eine unvollständige Diagnose gestellt wurde und bezüglich der unbekannten Fälle eine recht hohe „Dunkelziffer“ besteht.

Die Ursachen der AVWS sind weitgehend ungeklärt. Vermutet werden Dysfunktionen einzelner zur Hörbahn gehörender Anteile des zentralen Nervensystems [2, 6, 29]. Ob es sich jedoch um eine isolierte Beeinträchtigung der Hörbahn oder viel mehr um ein generelles Defizit handelt, beispielweise um eine Störung der schnellen neuronalen Kodierung, ist ungewiss [2]. Diskutiert werden

nach wie vor entwicklungsbedingte Ursachen, z.B. Reifungsstörungen der zentralen Hörbahn, Schallleitungsschwerhörigkeiten im Säuglings- oder Kleinkindalter oder bedingt auch geburtstraumatische Einwirkungen [29].

2.3 Formen auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen

Auditive Verarbeitungs- oder Wahrnehmungsstörungen können in den unterschiedlichsten Formen auftreten.

2.3.1 Auditiv Wahrnehmung und Verarbeitung

Obwohl die beiden Begriffe „auditive Verarbeitung“ und „auditive Wahrnehmung“ eng miteinander verknüpft sind, könnten sie als Modelldarstellung zwei von einander getrennte Prozesse darstellen, die nacheinander ablaufen. Zuerst wird ein akustisches Signal auditiv verarbeitet, anschließend erfolgt die Wahrnehmung. Dennoch ist davon auszugehen, dass Verarbeitung und Wahrnehmung zwei eng miteinander verwobene Prozesse sind, die einer „Netzwerkstruktur“ gleichen.

Zur auditiven Verarbeitung gehören Prozesse wie die Lokalisation eines Geräusches, z.B. Richtungshören und Entfernungseinschätzung, die Störgeräuschunterdrückung, die sprachgebundene Zeitauflösung, die binaurale Summation oder die Hördynamik [3, 29, 30].

Zum Prozess der auditiven Wahrnehmung dagegen zählt man beispielsweise die auditive Aufmerksamkeit, die auditive Identifikation, die auditive Analyse, die Sequenzierung einzelner Hörereignisse, die auditive Wortsynthese, die auditive Kurzzeitspeicherung und die Ergänzungsfähigkeit bei unvollständigen auditiven Signalen [3, 29, 30]. Laut Uttenweiler basiert die Wahrnehmung im Alltag „in den seltensten Fällen auf einzelnen Sinnesleistungen. Sie ist in der Regel bestimmt durch Empfindungen mehrerer Sinnessysteme. Die Wahrnehmung ist also ein Vorgang, der alle Sinnesmodalitäten umfasst und ihre Leistungen zu einem Gesamteindruck integriert. Dieses System ist in der Lage, massive Beeinträchtigungen einzelner intramodaler Störungen zu kompensieren“ [11].

Bedeutsam scheint die Tatsache, dass sowohl die auditive Wahrnehmung als auch die Verarbeitung große Bedeutung für die Entwicklung der Sprachfähigkeit eines

Kindes beeinflussen können. Altersgemäße auditive Funktionen sind die Voraussetzung für den Spracherwerb eines jeden Kindes.

Tabelle 1: Zentral-auditive Prozesse [4]

| Verarbeitung | Wahrnehmung |
|---|---|
| auditive Lokalisation auditive Selektion binaurale Summation auditive Separation sprachgebundene Zeitauflösung Hördynamik psychoakustische Zeitverarbeitung auditive Differenzierung | auditive Identifikation auditive Analyse auditive Synthese auditive Aufmerksamkeit auditive Kurzzeitspeicherung auditive Sequenzierung |

2.3.2 Verarbeitungsstörung vs. Wahrnehmungsstörung

Genauer unterscheiden lassen sich auch die beiden Begriffe „Wahrnehmungsstörung“ und „Verarbeitungsstörung“ (vgl. Kap. 2.3.1). Eine AVWS bei überwiegend gestörter Verarbeitung liegt vor, wenn die zentrale Hörbahn betroffen ist. Hier ist die Weiterleitung oder die Verschaltung von akustischen Signalen zwischen dem N. cochlearis und der primären Hörrinde gestört. Die Diagnose einer AVWS mit hauptsächlich gestörter Wahrnehmung wird dagegen gestellt, wenn nicht die Hörbahn selbst, sondern die zuständigen Areale (von der Großhirnrinde bis zu den Sprachzentren) im Gehirn geschädigt sind. Die aufgenommene akustische Information wird zwar richtig weitergeleitet und verarbeitet, aber sie wird im Kortex nicht korrekt wahrgenommen und ausgewertet [3, 6, 29].

Nickisch et al. 2010 [3] vergleichen auditive Wahrnehmungen und Verarbeitungen mit einem Computersystem, wobei die Verarbeitungsstörung die Hardware darstellt und sich die Wahrnehmungsstörung mit der Software gleichsetzen lässt. Bei einem „Hardware-Problem“ werden Signale verändert aufgenommen und verarbeitet. Folgen eines solchen Problems können beispielsweise Verzerrungen oder Doppeltönigkeit sein. In diesem Fall können die Patienten trotzdem ein unauffälliges Ton- oder Sprachaudiogramm haben. Liegt eine Programmierungsstörung durch ein „Software-Problem“ vor, kommt das Signal zwar unbeeinträchtigt in den höheren Hörzentren an, wird aber nicht korrekt oder nicht vollständig interpretiert.

2.3.3 Bottom-up- und Top-down-Prozesse

Kommen AVWS isoliert vor, so werden sie als „bottom-up“-Prozesse bezeichnet. Häufig sind sie jedoch mit Komorbiditäten wie Sprachentwicklungsstörungen, Intelligenzminderung, Lernstörungen, Aufmerksamkeits-Defizit-Syndromen oder anderen Aktivitäts- oder Aufmerksamkeitsstörungen assoziiert. Als „top-down“-Prozesse werden AVWS bezeichnet, wenn auditive Auffälligkeiten als Folge oder als Symptom einer der oben aufgeführten Störungen auftreten.

Im zentralen Nervensystem (ZNS) verlaufen „bottom-up“-Prozesse aufsteigend, d.h. von der Peripherie zum Kortex, und sind nur auf eine einzige Sinnesmodalität beschränkt (modalitätsspezifisch). Ein Beispiel hierfür wäre eine gestörte auditive Figur-Grund-Wahrnehmung, die sich nur rein akustisch auswirkt. „Top-down“-Prozesse dagegen gehen von höheren Hirnfunktionen aus und verlaufen absteigend, also vom Kortex zur Peripherie. Sie können sich auf alle Sinnesmodalitäten auswirken. Das bedeutet, dass beispielsweise ein Kind mit einer Störung der Sequenzierungsleistung sowohl Probleme bei der auditiven als auch bei der visuellen Sequenzierung hat oder dass neben einer visuell gestörten Figur-Grund-Wahrnehmung auch im auditiven Bereich Probleme bestehen [3, 8].

2.4 Klinische Symptome der Betroffenen

Auditive Verarbeitungs- oder Wahrnehmungsstörungen können sich recht unterschiedlich äußern. Viele Kinder fallen beispielsweise durch eine verminderte Konzentrationsfähigkeit oder Aufmerksamkeitsprobleme auf. Symptome wie Lese-Rechtschreib-Probleme, eine auffällig kurze Hörgedächtnisspanne oder Sprachentwicklungsstörungen, eine nicht altersgemäße Phonemdiskriminationsfähigkeit, eine gestörte Figur-Grundwahrnehmung oder eine fehlerhafte auditiv-visuelle Koordination sind keine Seltenheit [4, 9, 29, 30].

Missverständnisse bei verbalen Aufforderungen sowie eine überdurchschnittliche Sensibilität gegenüber lauten Schallreizen treten bei diesen Patienten ebenfalls gehäuft auf. Besonders im Schulunterricht, wenn die Kinder in großen Klassenräumen einem hohen Störgeräuschpegel ausgesetzt sind, verstärken sich die aufgeführten Probleme häufig aufgrund eines verminderten Sprachverständnis im Lärm. Nicht alle möglichen Symptome treten jedoch bei jedem Kind mit AVWS

zwangsläufig auf und diejenigen, die auftreten, können unterschiedlich stark ausgeprägt sein.

Überdies können Kinder mit Funktionsstörungen in nur geringem Ausmaß oder wenigen Teilbereichen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung ihre Beeinträchtigungen möglicherweise so kompensieren, dass Eltern und Lehrer keine Auffälligkeiten im Alltag bemerken. Ein Schüler, der beispielsweise an einer Störung der Lautdifferenzierung leidet, kann diese durch eine erhöhte Konzentration oder logisches Denken teilweise ausgleichen [4, 8]. Daher ist es für Nicht-Fachleute oftmals schwierig eine AVWS zu erkennen.

2.5 Therapiemöglichkeiten der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung

Eine übereinstimmend als angemessen bezeichnete Therapie auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen gibt es zur Zeit noch nicht, was größtenteils daran liegt, dass bei dieser Erkrankung eine hohe Symptomvielfalt herrscht. Abhängig von den individuellen Symptomen des einzelnen Patienten lassen sich unterschiedliche Therapieverfahren anwenden.

Drei große Eckpfeiler der Therapie sollten jedoch sein: übende Verfahren zur Verbesserung der AVWS, das Erlernen von Kompensationsmechanismen gestörter Funktionen sowie die Verbesserung der akustischen Signalqualität [2, 6, 29, 30].

Zu den übenden Verfahren gehören beispielsweise Übungen zur Lokalisationsfähigkeit, Phonem differenzierung, – identifikation und – analyse sowie ein Training des Kurzzeitgedächtnisses für Wörter oder Zahlen. Kompensieren lässt sich eine AVWS teilweise zum Beispiel durch Lippenlesen. Kann ein betroffenes Kind sich nicht gut merken, was es gehört hat, kann es versuchen, dieses Defizit visuell auszugleichen, indem es verstärkt darauf achtet, wie sich das Mundbild des Gegenübers bewegt. Gleichermaßen sinnvoll ist die Verbesserung der Raumakustik. Hierfür stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung: Störgeräuschminimierung durch einen Sitzplatz in der ersten Reihe, Verringerung des Störschalls durch eine Reduktion der Schülerzahl pro Schulklasse oder durch geeignete Klassenraumgestaltung, z.B. Textilien an Wänden und Möbeln, zur Verbesserung der Schallreflexion [6, 29, 30].

3 Diagnostik zur auditiven Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstörung

Um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, sollten die Testungen zur auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung von Untersuchern durchgeführt werden, die einerseits die Tests genauestens kennen, zugleich aber einfühlsam mit den Kindern umgehen können. Es muss darauf geachtet werden, dass die Aufmerksamkeit des zu Untersuchenden gewährleistet ist. Ferner gehört neben der Motivation des Kindes auch hinzu, dass es, wenn nötig, genug Pausen machen kann und weder durch Hunger und Durst noch durch andere Störfaktoren abgelenkt wird.

Da Kinder eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung teilweise visuell oder lexikalisch kompensieren können, muss Acht gegeben werden, dass das Kind das Vorgesagte weder durch die Mundbewegungen, die Betonung oder die Artikulation des Untersuchers noch durch das eigene Wortgedächtnis erschließen kann. Um solche Fehlerquellen zu minimieren, wird empfohlen, diese Testungen von einem Tonträger abzuspielen, da so zumindest die visuelle Kompensationsmöglichkeit ausgeschaltet wird [3, 29].

Zusätzlich sollte der Untersucher beachten, dass keine falschen Ergebnisse dadurch entstehen, dass beim Kind ein fehlendes Sprachverständnis herrscht. Ein Kind kann ein Wort, das es nie zuvor gehört hat, oder eines, das auch bei Erwachsenen häufig zu sogenannten „Zungenbrechern“ führt, kaum richtig aussprechen, selbst wenn keine auditive Verarbeitungs- oder Wahrnehmungsstörung vorliegt. Die einzelnen Tests müssen daher dem Sprachentwicklungsstand des Kindes angepasst werden.

Bei der Verwendung von langen Sätzen wird das Kurzzeitgedächtnis in nicht unerheblicher Weise mitbeansprucht, sodass dies bei der Interpretation der Testergebnisse zu berücksichtigen ist.

Grundsätzlich wird zwischen subjektiven und objektiven Hörtests unterschieden. Objektive Verfahren beurteilen das Hörvermögen, ohne dass der Patient mitarbeiten muss. Subjektive Testungen dagegen sind vom Patienten beeinflussbar und erfordern dessen Mitarbeit. Sie erfassen nicht nur die elektroakustische Schalleitung und Schallverarbeitung, sondern prüfen die Einzelmodalitäten der zentralen Hörverarbeitung (vgl. Kap. 2.3.1). Somit beantworten sie letztendlich die Frage, wie viel ein Patient mit dem, was er wahrnimmt, wirklich anfangen kann.

Psychometrische Tests überprüfen überwiegend die auditive Wahrnehmung bzw. sprachgebundene auditive Funktionen.

3.1 Vordiagnostik

3.1.1 Tonaudiogramm

Mittels der Tonschwellenaudiometrie, einem peripheren Hörtest, wird getestet, ab wieviel Dezibel (Lautstärke) welche Frequenz (Tonhöhe) gehört wird. Die Prüffrequenzen liegen alle zwischen 0,125 und 8 kHz und werden einzeln nacheinander untersucht. Anhand einer Verschiebung der Tonschwellenkurve kann man mögliche Hörverluste im Hoch- oder Tiefotonbereich differenzieren (vgl. Kap. 4.4.1).

3.1.2 Sprachaudiometrie

Die einfache Sprachaudiometrie, welche ebenfalls zu den peripheren Testverfahren zählt, zeigt üblicherweise bei auditiven Verarbeitungsstörungen keinerlei Auffälligkeiten in den Testergebnissen. Erst die Sprache mit verringriger Redundanz führt bei auditiven Verarbeitungsstörungen zu auffälligen Testresultaten [4] (vgl. Kap. 3.2.1).

3.2 Diagnostik durch subjektive Hörprüfungen

Die folgenden Hörtests untersuchen alle hauptsächlich die zentrale Hörverarbeitung.

3.2.1 Göttinger Sprachaudiometrie mit Störgeräusch

Unter auditiver Selektion versteht man die Fähigkeit, Sprache selektiv in lauter Umgebung wahrnehmen zu können. Viele Kinder mit auditiven Verarbeitungsstörungen können dem Unterrichtsgeschehen nicht gut folgen, weil diese Fähigkeit bei ihnen beeinträchtigt ist. Da in Klassenzimmern meist ein Störschallpegel von 65-75 dB herrscht [3], sind solche Testungen besonders im Schulalter von großer Bedeutung.

Kinder ohne auditive Verarbeitungsstörung verstehen Sprache, wenn der Sprachschall über 6 dB über dem Störschallpegel liegt [12]. Laut Mrowinski & Scholz [13] kann dieser gut reproduzierbare Test auf das Vorhandensein einer AVWS hinweisen (vgl. Kap. 4.4.2).

3.2.2 Binauraler Summationstest

Der Binaurale Summationstest, erstmalig vorgestellt 1958 von Matzker [14], prüft die Fähigkeit des Hirnstamms, die Informationen beider Ohren miteinander in Beziehung zu setzen.

Zur Testung werden über Kopfhörer zweisilbige Wörter vorgegeben. Auf dem einen Ohr werden jedoch nur die hohen Frequenzen dieses Wortes (2500-3000 Hz) vorgespielt, auf dem anderen Ohr nur die tiefen (500-800 Hz). Um das Wort vollständig zu erkennen, müssen beide Frequenzanteile auf neuronaler Ebene miteinander verbunden werden (vgl. Kap. 4.4.8).

Durch diesen Test lassen sich Patienten mit Hirnstamm- oder Kortexläsionen von Normalhörenden und Patienten mit peripheren Hörstörungen differenzieren [3, 29].

3.2.3 Test mit dichotischer Sprache

Der Test mit dichotischer Sprache nach Uttenweiler [15] prüft die auditive Separation, d.h. die Fähigkeit, zwei unterschiedliche, aber gleichzeitig eintreffende Schallreize zu differenzieren. Er orientiert sich an der dichotischen Sprachaudiometrie nach Feldmann (1965) [16], der aber eher in der Erwachsenen-Audiologie Anwendung findet.

Dazu hört der zu Untersuchende über Kopfhörer auf beiden Ohren gleichzeitig zwei verschiedene mehrsilbige, für Kinder leicht verständliche Wörter, die beide nachgesprochen werden müssen (vgl. Kap. 4.4.7).

Laut Uttenweiler (1980) werden bei Gesunden nahezu 90-100% der Testwörter erkannt.

3.2.4 Heidelberger Lautdifferenzierung

Unter auditiver Lautdifferenzierung versteht man die Fähigkeit, zu unterscheiden, ob zwei fast gleich klingende Wörter identisch sind oder nicht. Laute zu unterscheiden ist Aufgabe der Hörverarbeitung, sie richtig zu erkennen ist eher Aufgabe der Hörwahrnehmung.

Beim Heidelberger Lautdifferenzierungstest wird dem Kind ein sogenanntes Minimalwortpaar vorgegeben. Das Kind muss erkennen, ob es sich um das gleiche Wort gehandelt hat oder um zwei unterschiedliche (vgl. Kap. 4.4.6).

3.2.5 Subtest „Phonemdifferenzierung“ aus dem Münchener Screeningtest für Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (MAUS)

Ähnlich wie bei der Heidelberger Lautdifferenzierung muss das Kind hier die Einzellaute korrekt identifizieren [17], nachdem es die Aufgabe „Lautdifferenzierung“ erfüllt hat. Bei diesem Test hört es im Gegensatz zum Heidelberger Lautdifferenzierungstest allerdings ausschließlich Sinnlossilben, um zu verhindern, dass durch Kompensationen ein oder sogar beide Teile des Wortpaars nicht erkannt, sondern beispielsweise über lexikalische Kompensation erschlossen werden.

3.2.6 Patsy-Test

Mit dem Patsy-Test (Psycho-Akustisches Test-System) prüft man die sprachfreie, basale Hörverarbeitung, die man auch als sogenannte „Hörschärfe“ bezeichnen kann. Im Patsy-Test kommen folgende Teilfunktionen zur Anwendung: die Tonhöhendifferenzierungsschwelle, die Tonlückenschwelle, der Schalldruckdifferenzierungsschwelle (Tonpegel) sowie der monauralen und binauralen Zeitordnung.

Bestimmen kann man mit dem Patsy-Test also den kleinsten gerade noch wahrnehmbaren Unterschied der Intensität von zwei Geräuschen oder Tönen, den gerade noch erkennbaren Unterschied zweier Tonfrequenzen, die gerade noch wahrnehmbare zeitliche Pause in einem Geräusch („gap detection“) und die monaurale sowie die binaurale Reihungserkennung („temporal order judgement“ bzw. „Ordnungsschwelle“).

Der Test ist sprachfrei, sodass expressive Sprachauffälligkeiten oder Artikulationsschwierigkeiten hierbei nur eine eher untergeordnete Rolle spielen, da keine Wörter, sondern nur einzelne Töne erkannt werden müssen.

In dem Testgerät werden die jeweiligen Ergebnisse direkt altersentsprechend ausgewertet (Schwellenwert), mit einer Normgruppe verglichen und in einen Prozentrang eingeordnet. Wird beispielsweise nach einer Testung ein Prozentrang von 50 angezeigt, bedeutet dies, dass 50 Kinder der selben Altersgruppe entweder ein gleiches oder ein schlechteres Ergebnis hatten. Gibt das Gerät dagegen einen Prozentrang von 65 an, haben 35 % der gleichaltrigen Getesteten in diesem Test besser abgeschnitten. Ein Prozentrang kleiner 16 in mehr als zwei Untertests gilt als auffällig.

Sind drei oder mehr Untertests der basalen Hörverarbeitung auffällig und lässt sich dieses Ergebnis auch durch die Anamnese des Kindes bestätigen, werden weitere sprachgebundene Tests empfohlen [10].

3.3 Diagnostik durch psychometrische Testungen

Psychometrische Tests überprüfen überwiegend die auditive Wahrnehmung bzw. sprachgebundene auditive Funktionen [3, 29]. Hierzu gehören auch die beiden oben beschriebenen Tests (Subtest Phonemidentifikation aus dem Heidelberger Lautdifferenzierungstest und Phonemdifferenzierung aus dem Münchener auditiven Screeningtest für Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (MAUS)).

3.3.1 Mottier-Test

Der Mottier-Test aus dem Zürcher Lesetest prüft die auditive Sequenzierung und die Hörmerkspanne der Kinder. Vorgegeben werden dabei immer länger werdende Sinnlossilben, die korrekt und in richtiger Reihenfolge nachgesprochen werden müssen. Der Test prüft mehrere auditive Teifunktionen gleichzeitig. Differenzieren, was im Einzelnen tatsächlich auffällig ist, kann man jedoch erst durch die Ergebnisse der übrigen Tests [22].

Angewendet wird dieser Test bei Kindern und Jugendlichen zwischen vier und sechzehn Jahren. Standardisierungen für den Mottier-Test gibt es mehrere: von Bohny (1981) für Kinder zwischen fünf und sechzehn Jahren, von Seibert et al.

(2001) für Kinder vom sechsten bis zum fünfzehnten Lebensjahr. Risse und Kiese-Himmel (2009) beschreiben Normen für die Altersstufen vier, fünf und sechs sowie Grissemann (1968) für die Klassenstufen zwei bis fünf.

3.3.2 Subtest „Zahlenfolgedächtnis“ aus dem Psycholinguistischen Entwicklungstest

Der Zahlenfolgetest aus dem PET (Angermaier 1977) [23] wird bei Kindern zwischen drei und neun Jahren angewendet. Wie auch beim Mottier-Test wird hier die auditive Sequenzierung geprüft. Dem Kind werden immer länger werdende Zahlenfolgen vorgesprochen, die es korrekt nachsprechen muss. Der Unterschied zum Mottier-Test besteht darin, dass das Ergebnis des Tests unabhängig von Phonemidentifikation oder -differenzierung ist.

3.3.3 Subtest „Laute verbinden“ aus dem Psycholinguistischen Entwicklungstest

Bei dem Test, der für Kinder von fünf bis einschließlich neun Jahre normiert ist, werden den Kindern einzelne Laute eines Wortes vorgesprochen, z.B. Sch-n-ee. Das Kind muss diese Laute miteinander verbinden und das jeweilige Wort richtig nachsprechen. Je nach Alter des Kindes handelt es sich um Wörter, dessen Bilder gleichzeitig gezeigt werden sowie Wörter ohne Bilder bzw. Sinnloswörter.

Das Ergebnis dieses Test korreliert mit dem Auftreten von Lese-Rechtschreibstörungen [3]. Für Kinder im Vorschulalter gelten Auffälligkeiten als Prädiktoren für eine Lese-Rechtschreib-Schwäche [24], Schulkinder mit Lese-Rechtschreib-Problematik zeigen häufig auffällige Testergebnisse [25, 26].

3.4 Nachweis der Modalitätsspezifität

Folgende Tests werden durchgeführt, um auszuschließen, dass es sich um eine generalisierte Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung handelt, sondern um sicher zu gehen, dass nur das auditive System betroffen ist.

3.4.1 Subtest „Symbolfolgegedächtnis“ aus dem Psycholinguistischen Entwicklungstest

Dieser Test stellt genau wie die beiden oben genannten Tests (Mottier-Test und Zahlenfolgegedächtnistest) Sequenzierungsstörungen fest. Da es sich hierbei um einen visuellen Test handelt, kann im Vergleich zu den übrigen Kurzzeitgedächtnistests festgestellt werden, ob diese Störung nur rein auditiv ist oder ob sie auch andere Modalitäten betrifft, wie z.B. die visuelle.

3.4.2 Subtest „Imitation von Sätzen“ aus dem Heidelberger Sprachentwicklungstest

Beim diesem Subtest aus dem Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET) werden den Kindern Sätze vorgesprochen, die sie vollständig und korrekt wiedergeben müssen. Als falsch werden nicht nur grammatisch falsche oder fehlende Wörter gewertet, sondern auch diejenigen, die vom Kind selbst hinzugefügt werden [27].

4 Material und Methoden

4.1 Ziel der Studie

Ziel der Studie ist es, zu untersuchen, ob es eine Testkombination der bekannten standardisierten Diagnoseverfahren zur auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung gibt, die erkrankte Kinder von gesunden Kindern unterscheidet.

In der analog durchgeführten Studie von Nickisch und Kiese-Himmel „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen 8- bis 10-jähriger: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern?“ [4] wurde anhand einer Diskriminanzanalyse eine Testkombination aus drei Tests (*Mottier-Test*, *Sprachverständen im Störgeräusch* und der Subtest *Phonemdifferenzierung* aus dem *Heidelberger Lautdifferenzierungstest*) erstellt. Mit der aktuellen Studie soll untersucht werden, welche Testkombination am besten geeignet ist, um jüngere Kinder korrekt in die beiden Diagnosegruppen AVWS bzw. Non-AVWS einzustufen. Um die Ergebnisse beider Studien miteinander zu vergleichen, kommt auch in der vorliegenden Studie die Diskriminanzanalyse zur Anwendung.

4.2 Vorbereitung der Studie

Die Rektoren bzw. Rektorinnen von vier ausgewählten Münchner Grundschulen wurden gefragt, ob sie sich bereit erklären würden, die Studie zu unterstützen. Da die Testungen nicht in den jeweiligen Schulen durchgeführt werden konnten, wurden ausschließlich Grundschulen gewählt, die möglichst nah am Kinderzentrum im Stadtteil Großhadern liegen, um für die teilnehmenden Familien den zeitlichen Aufwand so minimal wie möglich zu halten.

Erste Entwürfe des Elternbriefes und des Anmeldeformulars wurden zum Durchlesen mitgeschickt. Nach kurzen Einführungen in die Thematik sowie in den Ablauf der Studie stimmten alle Schulleiter zu. Im zweiten Schritt folgte die Beantragung unseres Projektes beim Staatlichen Schulamt der Landeshauptstadt München. Auch hier wurden Kopien des Elternbriefes und des Anmeldeformulars beigefügt.

Nach einigen Wochen wurde unser Antrag auf Durchführung der Studie zur Erfassung von auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) in

Zusammenhang mit den vier ausgewählten Grundschulen gemäß § 25 Volksschulordnung mit einigen Auflagen genehmigt (vgl. Anhang Nr. 3). Die jeweiligen Schulleitungen erhielten einen Abdruck des Schreibens vom Schulamt mit der Bitte, die Einhaltung der Auflagen gegebenenfalls zu überwachen.

Nach Erhalt der Genehmigung unserer Studie „Normierung auditiver Tests bei Zweitklässlern“ vom Münchner Schulamt wurden die Elternbriefe und die Anmeldebögen an die Grundschulen geschickt. Die Schulleiter veranlassten, dass jeder Schüler der zweiten Klassenstufe jeweils ein Exemplar durch die Klassenlehrer erhielt.

In den Elternbriefen beschrieben wir kurz zwei vorangegangene Studien zur auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS), die Herr Dr. Nickisch bereits in den Jahren 2004 und 2006/07 an einer der beteiligten Grundschulen durchführte (vgl. Anhang Nr. 4).

Durch das Anmeldeformular, auf dem die Interessierten ihre Daten hinterlassen konnten, wurden folgende Fragen bzw. Ausschlusskriterien schon vorab geklärt:

1. *Alter des Kindes?*
2. *Klassenstufe zwei?*
3. *Deutsch als Muttersprache?*
4. *Aktuelle Deutschnote 1-3?*
5. *Bestehen einer Hörstörung?*
6. *Bestehen einer Sprachstörung?*
7. *Bestehen einer Lese-Rechtschreib-Störung?*
8. *Bestehen einer Aufmerksamkeitsstörung?*

Alle Kinder, die die nötigen Voraussetzungen zur Teilnahme an unserer Studie zur Normierung auditiver Tests bei Zweitklässlern erfüllten, wurden telefonisch zu einem persönlich vereinbarten Termin im Kinderzentrum Großhadern eingeladen.

4.3 Studienkollektiv

Das Studienkollektiv bestand aus den zwei folgenden Diagnosegruppen:

1. Klinische Gruppe
2. Kontrollgruppe

4.3.1 Klinische Gruppe

Die klinische Gruppe bestand aus 33 Kindern mit bereits diagnostizierter AVWS (25 Jungen, 8 Mädchen) im mittleren Alter von 7,8 Jahren (SD 0,7).

Aus den bereits bestehenden Datensätzen der pädaudiologischen Abteilung des Kinderzentrums in München wurden retrospektiv alle Patienten identifiziert, bei denen eine AVWS im engeren Sinne diagnostiziert wurde und die zum Zeitpunkt der Untersuchung die zweite Klasse einer Regelgrundschule besuchten. Neuropädiatrische Untersuchungen oder EEGs, die vor der AVWS- Diagnostik bei allen Patienten durchgeführt wurden, ergaben keine auffälligen Befunde. Alle Kinder erfüllten außerdem folgende Einschlusskriterien: Deutsch als Muttersprache, monolingual erzogen, beidseitig regelrechte Hörschwelle (Tonaudiogramm über Kopfhörer < 15 dB zwischen 250 und 8 kHz in Halboktavschritten), binokular-mikroskopische Ohrbefund und Tympanogramm ohne pathologischen Befund.

Bei allen Kindern ergab sich die Diagnose AVWS im engeren Sinne durch mindestens zwei auffällige Tests der oben aufgeführten Untersuchungen (Kapitel 3).

4.3.2 Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe bestand aus 48 normalentwickelten Kindern (24 Jungen, 24 Mädchen) im mittleren Alter von 7,6 Jahren (SD 0,5).

Alle Kinder besuchten zum Zeitpunkt der Untersuchung die zweite Schulklasse einer staatlichen Münchner Grundschule. Bereits in dem an die Eltern gerichteten Anschreiben deuteten wir an, dass nur normalentwickelte Kinder gesucht werden. Weitere Einschlusskriterien waren: Deutschnote 1-3, anamnestisch unauffällige Sprachentwicklung, keine bekannte Hörstörung, keine Hinweise auf Lese-Rechtschreib- oder Aufmerksamkeitsstörung, kein Schuljahr wurde bisher wiederholt, Muttersprache des Kindes: deutsch. Um einen möglichen peripheren Hörschaden auszuschließen, wurde bei jedem Kind ein Tonaudiogramm über Kopfhörer durchgeführt (< 15 dB zwischen 250 und 8 kHz in Halboktavschritten).

4.3.3 Deskriptive Statistik

Diagramm 1: Geschlechterverteilung beider Diagnosegruppen

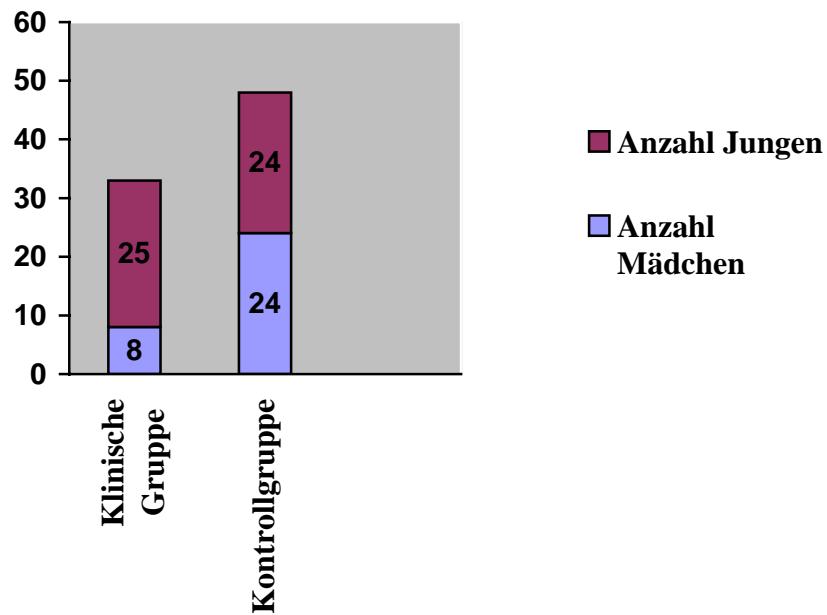


Tabelle 2: Chi²-Test: Geschlechterverteilung beider Gruppen

| | Wert | df | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | Exakte Signifikanz (2-seitig) | Exakte Signifikanz (1-seitig) |
|---------------------------|-------|----|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Chi-Quadrat nach Pearson | 5,429 | 1 | 0,020 | | |
| Kontinuitätskorrektur | 4,405 | 1 | 0,036 | | |
| Likelihood-Quotient | 5,599 | 1 | 0,018 | | |
| Exakter Test nach Fisher | | | | 0,023 | 0,017 |
| Anzahl der gültigen Fälle | 81 | | | | |

Die Nullhypothese lautete: es gibt keinen Unterschied in der Geschlechterverteilung beider Diagnosegruppen. Die Berechnung des Chi²-Tests nach Pearson ergab eine asymptotische Signifikanz von 0,02 (Wert 5,429; df = 1). Dies bedeutet, dass bei einem Signifikanzniveau von 5 % die H₀-Hypothese abzulehnen ist (0,05 > 0,02) und demnach eine Ungleichheit in der Geschlechterverteilung besteht.

Tabelle 3: Mittleres Lebensalter beider Diagnosegruppen

| Gruppe | N | Minimum | Maximum | Mittelwert | Standardabweichung |
|------------------|----|---------|---------|------------|--------------------|
| Klinische Gruppe | 33 | 7,00 | 10,00 | 7,8485 | 0,71244 |
| Kontrollgruppe | 48 | 7,00 | 8,00 | 7,6250 | 0,48925 |

Im mittleren Lebensalter beider Gruppen lagen nur insignifikante Unterschiede vor. Der Altersmittelwert der Kontrollgruppe beträgt 7,63 (Minimum 7; Maximum 8; SD 0,49). Bei einem minimal höheren Mittelwert in der Patientengruppe ist die Streuung der Ergebniswerte im Vergleich zur Kontrollgruppe etwas größer (Minimum 7; Maximum 10; SD 0,71).

4.4 Material und Durchführung

Die Testungen der Kontrollgruppe wurden im Zeitraum von April bis Juli 2010 im Kinderzentrum Großhadern in München von mir durchgeführt.

Begonnen wurde jeweils mit folgenden Tests: *Mottier-Test (Züricher Lesetest)*, *Zahlenkurzzeitgedächtnistest* (aus dem *PET*), *Symbolfolgeversuch* (aus dem *PET*), *Laute verbinden* (aus dem *PET*), *Imitation von Sätzen* (aus dem *HSET*).

Die übrigen Tests wurden in einem schallisolierten Audiometrieraum durchgeführt: *Tonaudiogramm*, *Göttinger Sprachtest*, *Münchner Auditiver Screening-Test*, *Heidelberger Lautdifferenzierungstest*, *Hannoverscher Binauraler Summationstest*, *Dichotischer Test nach Uttenweiler*, *Patsy-Test*.

4.4.1 Tonaudiogramm

Ziel: Bestimmung der Hörschwelle in unterschiedlichen Frequenzbereichen,

Ausschluss einer peripheren Hörstörung (vgl. Kap. 3.1.1)

Material: Audiometer, Kopfhörer

Anweisung an das Kind: „Du bekommst jetzt einzelne Töne vorgespielt. Immer wenn du einen Ton hörst, hebst du deinen Arm. Die Töne kommen in

unterschiedlichen Abständen. Manchmal ist der Ton ganz leise, deshalb musst du ganz genau hinhören.“

Durchführung: Wir testen jeweils das linke und das rechte Ohr einzeln. Unser Ausgangswert ist bei jeder Frequenz 0 dB, getestet werden in Halboktavschritten alle Frequenzen zwischen 0,125 und 8 kHz. Wird der Ton mit 0 dB bei der ersten Frequenz gehört, wird der Wert gespeichert und wir testen die zweite Frequenz mit 0 dB. Wird ein Ton nicht gehört, bleiben wir bei der ersten Frequenz und erhöhen die Lautstärke so lange um jeweils um 5 dB, bis der Ton gehört wird. Dann wird die nächste Frequenz getestet, wieder mit 0 dB.

Gibt das Kind an, einen Ton erst bei 10 dB zu hören, wird der Versuch bei dieser Frequenz sicherheitshalber wiederholt. Wichtig ist, dass die Töne lange genug zu hören sind und nicht rhythmisch vorgespielt werden. In einem Diagramm werden alle gehörten Töne eingezeichnet und mit einer Normalschwelle verglichen. Ein solches Diagramm wird für beide Ohren seitengrenzt erstellt.

Auswertung: Kriterium auffällig: Ton wird > 15 dB gehört.

4.4.2 Sprachaudiometrie / Störgeräusch im Freifeld

Ziel: Untersuchung der auditiven Selektion (vgl. Kap. 3.2.1)

Material: Audiometer, externe CD, Kopfhörer/ Lautsprecher, Testbogen

1. Anweisung an das Kind: „Du hörst jetzt einige Wörter. Sprich sie bitte laut nach.“

Durchführung: Wir spielen den Kindern über Kopfhörer auf dem linken Ohr folgende Wörter mit 50 dB vor: *Ball, Netz, Po, Schiff, Zweig, Loch, Pferd, Bank, Haus, Stuhl*. Dann hört es rechts diese Wörter: *Braut, Huhn, Pfeil, Arm, Ski, Fuchs, Tor, Weg, Schwanz, Berg*. Wird ein Wort nicht korrekt wird es so dokumentiert, wie das Kind es ausgesprochen hat.

2. Anweisung an das Kind: „Jetzt hörst du Wörter mit Krach. Sprich sie laut nach.“

Durchführung: Ab jetzt wird der Versuch ohne Kopfhörer durchgeführt. Das Kind hat einen Meter vor sich einen Lautsprecher stehen, aus dem folgende Wörter zu hören sind: *Stern, Kopf, Mann, Bild, Lok, Kreis, Tisch, Schuh, Blatt, Frau*. Aus zwei seitlich (90°) angebrachten Lautsprechern kommt zeitgleich zu den Begriffen als Störfaktor ein sprachsimuliertes Rauschen.

Auswertung: Kriterium auffällig: < 80 % der Wörter werden verstanden.

4.4.3 MAUS-Test/ Untertest: Silbenfolgen

Ziel: (vgl. Kap. 3.2.5)

Material: Audiometer, Kopfhörer, externe CD, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Du hörst jetzt Zauberwörter! Pass gut auf und sprich ganz genau nach, was du gehört hast!“

Durchführung: Bei 65 dB werden dem Kind folgende Silbenfolgen über Kopfhörer vorgespielt: *muwage- borila- tafuse- dapemi, bogine, gamero, punareso, kafotilo, bakidome, limaropeko, fukenutali, gusiwerode, soberatina, pusidufela, widumobulo*. Ein falsch nachgesprochenes Wort wird ein zweites Mal vorgespielt und genau so protokolliert, wie es vom Kind ausgesprochen wurde.

Auswertung: Nur korrekt nachgesprochene Silbenfolgen werden als richtig gewertet. Für jede beim ersten Versuch richtig gelöste Aufgabe gibt es zwei Punkte, wurde erst beim zweiten Versuch die korrekte Silbenfolge nachgesprochen, gibt es einen Punkt. Null Punkte werden vergeben, wenn die Silbenfolge in keinem Versuch fehlerfrei nachgesprochen wird. Maximal sind 36 Punkte zu erreichen. Über diese Rohwertpunktzahl wird anhand einer Tabelle der T-Wertebereich ermittelt. Kriterium auffällig: erreichter T-Wert: < 40.

4.4.4 MAUS-Test/ Untertest: Wörter im Störgeräusch

Ziel: Überprüfung der auditiven Lautdifferenzierung (vgl. Kap. 3.2.5)

Material: Audiometer, Kopfhörer, externe CD, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Jetzt hörst du Wörter, während es gleichzeitig rauscht. Höre genau auf die Wörter und sag mir dann, was du gehört hast!“

Durchführung: Bei 65 dB werden dem Kind 24 Wörter über Kopfhörer vorgespielt, wovon es 12 links und 12 rechts hört. Falsch wiederholte Wörter werden qualitativ dokumentiert, zulässig ist hier jeweils nur ein Versuch.

Folgende Wörter sind rechts zu hören: *Schuh, nass, brav, Mann, laut, Sohn, Raum, Dach, kein, Kopf, Hahn, Kranz*. Links: *Baum, Saal, Weiß, Zahn, Fass, rund, Nuss, Spaß, Kuh, Bein, Topf, Gans*.

Auswertung: Für jedes richtig nachgesprochene Wort gibt es einen Punkt. Es werden die rechts, die links und die insgesamt erkannten Wörter zusammengezählt und wieder durch die drei Rohwertpunktsummen die jeweiligen T-Werte ermittelt.

4.4.5 MAUS- Test/ Untertest: Lautdifferenzierung/ Lautidentifikation

Material: Audiometer, Kopfhörer, externe CD, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Ich sage dir jetzt zwei Quatschwörter. Hör genau hin und sag mir erst, ob sie genau gleich oder ob sie anders waren! Beides kommt vor. Dann wiederhole die Wörter bitte in der richtigen Reihenfolge.“

Durchführung: Dem Kind werden folgende Laute über Kopfhörer vorgespielt: *te- te, ke- ge, ti- ki, go- do, me- me, to- do, na- ma, ge- te, ka- pa, be- be, do- bo, ki- ki, pu- pu, der- gre, kna- kna, tro- kro, kli- kli, glu- klu, kra- tra, bri- pri, ble- ple, kra- gra*. Hierbei ist jeweils nur ein Versuch zulässig. Das Kind muss erkennen, ob die beiden Laute gleich oder ungleich waren (Phonemdifferenzierung) und das Gehörte korrekt wiederholen (Phonemidentifikation). Bei falscher Wiederholung schreibt der Prüfer genau auf, was gesagt wurde. Pro Item wird 1 Punkt vergeben.

Auswertung: Sowohl die Rohwertpunktzahl der Phonemdifferenzierung als auch der Phonemidentifikation werden in T-Werte umgewandelt. Beide Kategorien werden einzeln bewertet.

4.4.6 Heidelberger Lautdifferenzierungstest (HLAD)

Ziel: Testung der auditiven Lautdifferenzierung (vgl. Kap. 3.2.4)

Material: Audiometer, Kopfhörer, externe CD, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Du hörst jetzt immer zwei Wörter oder Silben. Dann sagst du mir, ob diese jeweils gleich oder ungleich waren und sprichst sie genau so nach wie du sie gehört hast.“

Test 1 A:

Durchführung: Auch dieser Test wird über Kopfhörer durchgeführt, die Lautstärke beträgt 65 dB. Folgende Wortpaare werden vorgespielt: *Kuss- Guss, Reisen- reißen, Dreck- Dreck, kriechen- Griechen, Gasse- Kasse, Pass- Pass, Kern- gern, Seide- Seite, Dreck- Treck, Blatt- platt, Kord- kocht, Gasse- Gasse, Bass- Pass, Scharrt- Schacht, Klette- Glätte.*

Test 1 B:

Durchführung: Die Testperson hört diese neun Silbenpaare: *tra – tra, kra – gra, gla – kla, dra – tra, bra – pra, da – ta, ba – ba, ka – ga, ba – pa.*

Test 1 C:

Durchführung: Folgende acht Wortpaare werden dem Kind vorgespielt: *kämmen – kennen, Draht – Grad, krachen- krachen, Kirche – Kirsche, Kragen – tragen, dir – Gier, kämmen – kämmen, lärmeln – lernen.*

Test 2:

Anweisung an das Kind: „Du hörst jetzt immer ein Wort. Sag mir dann, welches Wort du verstanden hast. Und dann sag mir, welche die ersten beiden Buchstaben des Wortes waren.“

Durchführung: Das Kind hört diese zwölf Wörter: *Blatt, Dreck, Grad, tragen, kriechen, Glätte, Treck, platt, Griechen, Klette, Draht, Kragen.*

Auswertung: In den Tests 1 A bis 1 C wird jeweils notiert, ob das Kind die Minimalwortpaare differenzieren konnte (Phonemdifferenzierung) und wie die Wörter nachgesprochen (Phonemidentifikation) wurden, d.h. es ergibt sich sowohl ein auditiver als auch ein kinästhetischer Summenwert. Für beide Kategorien getrennt werden T-Werte umgewandelt.

In Test 2 wird angegeben, ob die Grapheme korrekt genannt wurden. Bei diesem Tests zählt pro Begriffs- bzw. pro Silbenpaar jeweils der erste Versuch. Maximal können bei diesem Untertest bei 12 Items 12 Punkte vergeben werden, umgewandelt werden.

Kriterium auffällig: Phonemdifferenzierung (Test 1) und Phonemidentifikation (Test 2): $T < 40$.

4.4.7 Dichotischer Diskriminationstest für Kinder (nach Uttenweiler)

Ziel: Untersuchung der auditiven Separation (vgl. Kap. 3.2.3)

Material: Audiometer, Kopfhörer, externe CD, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Über deine Kopfhörer hörst du jetzt auf beiden Ohren gleichzeitig zwei unterschiedliche Wörter. Bitte sprich beide mit ihrem Artikel nach.“

Durchführung: Die Lautstärke wird hier auf 70 dB eingestellt. Um ein möglichst korrektes Ergebnis zu erzielen, wird zunächst monaural geprüft. Anschließend folgt zum Einüben eine binaurale Reihe von Wortpaaren, welche nicht bewertet wird.

Dichotisch werden folgende Wortpaare vorgesprochen (das erste Wort jeweils links, das zweite rechts): *der Weihnachtsmann – das Schaukelpferd, die Eisenbahn – das Kinderbett, die Haustüre – der Luftballon, der Fußboden – die Gießkanne, die Autobahn – das Riesenrad, der Hampelmann – das Puppenkleid, der Schmetterling – das Märchenbuch, der Apfelbaum – das Unterhemd, die Schildkröte – das Rennauto, die Feuerwehr – das Puppenspiel.*

Auswertung: Beide Wörter des Wortpaars müssen erkannt und richtig nachgesprochen werden. Kriterium auffällig: erkannt werden < 80% der Wortpaare.

4.4.8 Hannoverscher Binauraler Summationstest

Ziel: Untersuchung der Fähigkeit des Hirnstamms die Informationen beider Ohren miteinander zu verknüpfen (vgl. Kap. 3.2.2)

Material: Audiometer, Kopfhörer, externe CD, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Du hörst jetzt über deine Kopfhörer Wörter, die du bitte laut nachsprichst.“

Durchführung: Bei 65 dB beidseits werden den Kindern folgende Wörter von der CD vorgespielt: *Kanne, Nagel, Reiter, Schlüssel, Regen, rutschen, waschen, Bogen, Laden, Reifen, Hase, Ziege, Ratte, Kirsche, Klammer, sauber, Kleider, fegen, Kasse,*

laufen. Wichtig zu beachten ist dabei, dass das Kind Zeit genug für das Nachsprechen hat und nicht gleichzeitig schon das nächste Wort vorgesprochen bekommt.

Auswertung: Von diesen insgesamt zwanzig Wörtern werden die richtig erkannten zusammengezählt. Ab drei falsch wiederholten Wörtern gilt das Testergebnis als auffällig. Falsche Wörter werden so aufgeschrieben, wie das Kind sie ausgesprochen hat.

4.4.9 Patsy-Test (Psychoakustisches Testsystem)

Ziel: Testung der auditiven basalen Hörverarbeitung (vgl. Kap. 3.2.6)

Material: Patsy- Testgerät, Testbogen

1. Untertest: Tonhöhe

Ziel: Bestimmung der gerade noch wahrnehmbaren unterschiedlichen Frequenzen eines Tons.

Anweisungen an das Kind: „Du hörst jetzt immer zwei Töne. Der eine klingt wie eine Mücke, der andere wie eine Hummel. Drücke die Mücke, wenn du die Mücke als letztes gehört hast, und die Hummel, wenn du die Hummel als letztes gehört hast.“

Durchführung: Um die Tonhöhen-Differenzierungsschwelle zu erkennen, hört das Kind über Kopfhörer jeweils zwei Töne. Ein Ton erinnert an das Brummen einer Hummel, der andere an das Summen einer Mücke. Nachdem ihm beide probeweise mehrmals vorgespielt wurden, muss es nun per Knopfdruck jeweils angeben, ob es den höheren oder den tieferen Ton gehört hat. Wenn das Kind die Aufgabe richtig löst, erscheint ein lachender Smiley auf dem Display, bei falschem Ergebnis ein trauriger.

2. Untertest: Tonlücke

Ziel: Untersuchung der Fähigkeit, eine kurze Lücke in einem Rauschen zu erkennen

Anweisung an das Kind: „Jetzt hörst du entweder das Geräusch eines Wasserhahns oder das einer fahrenden Lokomotive. Drücke jeweils auf den Gegenstand, dessen Geräusch du als letztes gehört hast.“

Durchführung: Hierbei werden zwei Geräusche vorgespielt, einmal ein Rauschen mit Unterbrechungen, das wie eine Eisenbahn klingt („sch – sch“), und einmal ein ununterbrochenes Rauschen wie bei einem Wasserhahn. Nach einigen Probeversuchen muss das Kind auch hier wieder unterscheiden, was von beiden es gehört hat und den jeweiligen Knopf drücken. Wieder zeigt ein Smiley an, ob das Kind das Geräusch richtig oder falsch erkannt hat.

3. Untertest: Tonpegel

Ziel: Untersuchung der Fähigkeit, zwei unterschiedliche laute Töne zu differenzieren

Anweisung an das Kind: „Du hörst nun entweder den Ton einer kleinen Maus oder den lauten Ton eines Elefanten. Drücke auf das Tier, das du als letztes gehört hast.“

Durchführung: Um die Schalldruckdifferenzierungsschwelle (Tonpegel) zu testen, soll als nächstes unterschieden werden, ob das Kind einen leisen oder einen lauten Ton hört. Das leise stellt eine Maus dar, das laute einen Elefanten. Per Knopfdruck wird angegeben, was gehört wurde. Durch den Smiley sieht das Kind, ob es richtig oder falsch lag.

4. Untertest: monaurale Zeitordnung

Ziel: Bestimmung der Fähigkeit, zwei unterschiedliche Töne zeitlich richtig einzuordnen

Anweisung an das Kind: „Wir spielen dir nun zwei Geräusche vor. Das erste ist zu hören, wenn ein Hase vom Boden auf einen Hügel hüpfte. Das andere ist zu hören, wenn der Hase vom Hügel wieder hinunter springt.“

Durchführung: Die monaurale Zeitordnung testen wieder mit dem Testgerät, nur dass das Kind hierbei erkennen muss, ob „der Hase hinauf oder hinunter hüpfte“. Auch hier wird nach jeder Aufgabe wieder der Smiley angezeigt.

5. Untertest: binaurale Zeitordnung

Ziel: Bestimmung der Fähigkeit zur binauralen Reihungserkennung

Anweisung an das Kind: „Du hörst jetzt, wie ein Pfeil zu einer Zielscheibe fliegt. Drücke jeweils den Knopf auf der Seite, zu der der Pfeil hinfliegt.“

Durchführung: Bei der binauralen Zeitordnung muss das angeben, ob „der Pfeil nach rechts oder nach links geflogen ist“. Wieder zeigt der Smiley an, ob das Ergebnis des Kindes richtig oder falsch war.

Untertests 1 bis 5:

Auswertung: Das Testgerät rechnet direkt im Anschluss an die Testung eigenständig aus, wie viele Töne, Geräusche, etc. richtig erkannt wurden. Auffällig ist ein Ergebnis kleiner Prozentrang 16 (T- Wert 40) (vgl. Kap. 3.2.6) oder ab 3 von 5 auffälligen Funktionen [10].

4.4.10 Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET): Subtest „Symbolfolgen-Gedächtnis“

Ziel: Bewertung des visuellen Kurzzeitgedächtnisses (vgl. Kap. 3.4.1)

Material: SFG-Buch, 17 Symbolplättchen, Legeschiene, Stoppuhr, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Ich zeige dir jetzt Symbole in einer bestimmten Reihenfolge. Du hast fünf Sekunden Zeit, um dir das Muster anzusehen. Danach halte ich es zu und du legst es selbst so hin wie du es vorher gesehen hast. Die Richtung der einzelnen Symbole ist egal, du musst sie nur in der richtigen Reihenfolge hinlegen.“

Durchführung: Man beginnt mit vier Symbolen. Wenn beim ersten Versuch eine falsche Reihenfolge gelegt wird, gibt es einen zweiten Versuch. Wieder hat das Kind fünf Sekunden Zeit, um sich die Reihenfolge auf dem Bild einzuprägen. Werden beim zweiten Versuch alle Symbole korrekt gelegt, geht man zur nächsten, längeren Symbolfolge über. Abgebrochen wird der Test, wenn die Symbole bei zwei aufeinanderfolgenden Aufgaben nicht in der richtigen Reihenfolge hingelegt wurden.

Auswertung: Für jede richtige Reihenfolge beim ersten Versuch gibt es zwei Punkte, beim zweiten Versuch gibt es jeweils einen. Aus einer Tabelle wird anhand der Rohwerte und des Alters des Kindes der T-Wert ermittelt.

4.4.11 Züricher Lesetest: Mottier-Test

Ziel: Untersuchung der auditiven Sequenzierung (vgl. Kap. 3.3.1)

Material: Testbogen

Anweisung an das Kind: „Ich lese dir jetzt Zauberwörter vor, die du mir dann nachsprechen sollst. Damit du die Wörter nicht einfach von meinen Lippen ablesen kannst, halte ich mir etwas vor meinen Mund, sodass du meine Lippen nicht sehen kannst.“

Durchführung: Vorgelesen werden folgende immer länger werdende Silbenfolgen: *rela, noma, godu, mera, luri, limo, kapeto, giboda, lorema, tokipa, nomari, dugabe, pikatura, gabodila, monalura, topakimu, debagusi, relomano, katopinafe, gebidafino, ronamelita, tapikusawe, degobesar, muralenoka, pekatorisema, dagbilaseta, leraminofeka, kapotilafesa, bigadonafera, nomalirakosa*. Wichtig dabei ist, dass das Mundbild beim Untersucher verdeckt ist, damit der Proband ein mögliches verminderteres Hörvermögen nicht durch Lippenlesen visuell kompensieren kann. Auch ein Überartikulieren oder ein rhythmisches Vorlesen muss vermieden werden. Die zeitliche Vorgabe bei diesem Test ist eine Sekunde pro Silbe.

Auswertung: Für jede richtig wiederholte Silbenfolge bekommt das Kind einen Punkt. Diese Punkte werden unter Berücksichtigung des Alters und des Geschlechts des Kindes bewertet. Kriterium auffällig: im Vergleich zu den Normwerten nach Bohny (1981) „stark reduziert“ oder „sehr stark reduziert“.

4.4.12 Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET): Subtest „Imitation von Sätzen“

Ziel: Überprüfung der Sprachdiskriminationsfähigkeit/ der syntaktischen Fähigkeit (vgl. Kap. 3.4.2)

Material: Testbogen

Anweisung an das Kind: „Ich spreche dir jetzt immer einen Satz vor. Und du solltest ihn genau so nachsprechen. Das ist ganz leicht. Wir probieren es einfach einmal.“

Durchführung: Nach einigen Probesätzen werden folgende Sätze vorgesprochen:

1. *Das Fahrrad wird von dem Omnibus an die Wand geschoben.*
2. *Die Tante, die weit weg wohnt, kommt zu Besuch.*
3. *Der Schrank, den ich mir gekauft habe, ist schön.*
4. *Vater hat einen Rucksack gekauft, bevor wir wanderten.*
5. *Das ist der Mann, dessen Sohn krank ist.*
6. *Die Sonne scheint, nachdem es immer geregnet hatte.*

Auswertung: Als richtig gezählt werten nur komplett richtig wiederholte Sätze. Fehlt z.B. ein Artikel, wird der Satz als falsch gewertet. Sollten nicht alle sechs Sätze korrekt nachgesprochen werden, wiederholt man den Test mit folgenden Sätzen:

7. *Der Teppich wird von dem Vater ausgeklopft.*
8. *Die kleine Maus wird von dem Löwen gejagt.*
9. *Es ist heute Morgen kein schönes Wetter.*
10. *Bevor du spielst, musst du den Tisch abräumen.*
11. *Es sitzt der kleine Vogel im Gebüsch.*
12. *Ursula wird von Peter auf dem Rücken getragen.*

Auswertung: Maximal können 24 Punkte erreicht werden. Die Bewertung der Aufgaben erfolgt einmal nach der phonologischen Genauigkeit, was eine Einschätzung über die Sprachdiskriminationsfähigkeit zulässt. Außerdem gibt die grammatisches Exaktheit der Sätze Aufschluss über die syntaktische Fähigkeit sowie über das Kurzzeitgedächtnis des Kindes.

Folgende Abweichungen sind jedoch erlaubt:

1. das Zusammenziehen von Präpositionen und Artikeln bei den Aufgaben 1, 7 & 8;
2. „vom“ statt „von“ bei Aufgabe 12 und die Voranstellung eines bestimmten Artikels bei den Aufgaben 4 und 12.

Einen Punkt erhält das Kind bei folgenden semantischen oder syntaktischen Veränderungen:

1. Verkürzung von Passivformen durch Auslassung des Agens bei den Aufgaben 1, 7, 8 und 12;

2. Veränderung der zeitlichen Angabe durch eine andere räumliche oder zeitliche Angabe bei den Aufgaben 4, 6 und 10;
3. Weglassen des Wortes „es“ bei den Aufgaben 9 und 11;
4. Abwandlung des Relativpronomens bei den Aufgaben 2, 3 und 15;
5. Einbau eines zusätzlichen Pronomens nach Relativsätze bei Aufgabe 2;
6. Einbau kleiner Zusatzwörter, die den Sinn des Satzes nicht verändern (z.B. „gar kein“ anstatt „kein“).

Pro Satz darf nur eine der oben aufgeführten Ausnahmen zutreffen, ansonsten wird die Aufgabe mit null Punkten bewertet. Werden die ersten sechs Sätze richtig nachgesprochen, erhält das Kind direkt 24 Rohwertpunkte, aus denen man anschließend den T-Wert ermittelt. Werden nicht alle Punkte erreicht, werden die zweiten sechs Sätze, die einfacher als die ersten sind, zusätzlich getestet.

4.4.13 Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET): Subtest „Laute verbinden“

Ziel: (vgl. Kap. 3.3.3)

Material: Testbogen

Anweisung an das Kind: „Ich spreche dir jetzt etwas in Robotersprache vor. Zuerst echte Wörter, dann Zauberwörter. Du musst mir sagen, was die Wörter bedeuten.“

Durchführung: Vorgesagt werden nachfolgende Laute, die das Kind zu einem Wort verbinden muss: Z – ug, Z – ahn, a – l – t, S – ee, K – uh, Sch – n – ee, R – au – ch, R – ei – s, M – i – l – ch, m – ü – d – e, d – i – c – k, B – a u – m, M – o – nd, Sch – i – r – m, R – a – d – i – o, F – e – d – e – r, G – a – r – t – e – n. Als sinnlose Wörter nehmen wir: l – ö – k, v – u – m, n – a – s – t, s – p – a – k, t – a – p – i – k, o – p – a – s – t – o, n – o – r – i – d – e, a – d – e – l – m – a – t, s – o – b – e – r – n – o. Auch hier muss der Untersucher wieder das Mundbild verdecken und darauf achten, dass er die Laute nicht überartikuliert.

Auswertung: Für jedes richtig erkannte Wort gibt es einen Punkt. Die maximale Rohwertpunktzahl bei diesem Test ist 33. Aus den Rohwertpunkten berechnet man unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht einen T-Wert.

4.4.14 Psycholinguistischer Entwicklungstest: Subtest „Zahlenfolgedächtnis“

Ziel: Überprüfung der auditiven Sequenzierung (vgl. Kap. 3.3.2)

Material: Testbogen

Durchführung: Man testet zunächst per Stichprobenverfahren laut Testmanual. Jeweils zwei 3er-Folgen, zwei 4er-Folgen, zwei 5er-Folgen usw. werden dem Kind mit einem Tempo von zwei Zahlen pro Sekunde vorgesprochen. Das Stichprobenverfahren führt man so lange durch, bis der erste Versuch eines Paares falsch ist. Ein zweiter Versuch wird angeboten und bewertet. Ab da geht man von dieser Aufgabe im Schwierigkeitsgrad Schritt für Schritt zurück, bis drei aufeinanderfolgende Aufgaben beim ersten Versuch gelöst wurden. Nun wird wieder mit der Zahlenfolge weitergemacht, bei der man zuvor abgebrochen hatte. Beendet wird dieser Test bei zwei aufeinanderfolgenden Zahlenfolgen mit null Punkten.

Auswertung: Wurde beim ersten Versuch die richtige Zahlenfolge vorgesprochen, vergibt man zwei Punkte, für jeden richtigen zweiten Versuch einen. Anschließend werden durch diese Rohwertpunkte unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht nach dem Testmanuals des PET die T-Werte ermittelt. Kriterium auffällig: $T < 40$.

4.5 Statistische Auswertung

Für die statistische Analyse der Daten wurde das Statistikprogramm SPSS (Version 18) verwendet. Diagramme und Tabellen wurden sowohl mit Microsoft Word als auch mit Excel erstellt.

Die Auswertung umfasste den Chi-Quadrat-Test zur Beschreibung der Geschlechterverteilung beider Diagnosegruppen sowie eine deskriptive Statistik mit Fallzahl, Mittelwert, Standardabweichung, Median, Maximum und Minimum.

Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurde, wenn nicht explizit anders deutlich gemacht, $\alpha = 0,05$ festgelegt. Die Anpassung des α -Niveaus erfolgte durch Bonferroni-Korrektur.

Anhand des Kolmogorow-Smirnov-Tests wurden die Ergebnisse auf ihre Normalverteilung überprüft. Diese Ergebnisse wurden zur Vereinfachung graphisch in Histogrammen dargestellt.

Eine anschließende Prüfstatistik für unabhängige Stichproben (Medianvergleiche) wurde anhand des Mann-Whitney-U-Tests (parameterfreies Prüfverfahren) für nicht-normalverteilte Ergebniswerte durchgeführt. Der Levene-Test prüfte zuvor auf Gleichheit der Varianzen.

Der Zusammenhang zweier oder mehrerer Merkmale wurde durch den Korrelationskoeffizienten rho (Spearman) für nicht-normalverteilte Werte berechnet.

Mit einer schrittweisen Diskriminanzanalyse wurde untersucht, ob sich durch bestimmte standardisierte Tests die Aufteilung von Kindern in die beiden Diagnosegruppe AVWS vs. Non-AVWS vereinfachen lässt.

Anschließend wurde durch Kreuzvalidierung getestet, ob durch die ermittelten klinischen Tests der Diskriminanzfunktion die individuellen Testprofile richtig klassifiziert werden können.

Um die Güte der bekannten diagnostischen Tests zu untersuchen, wurden für jeden Test einzeln Sensitivität, Spezifität, die Likelihood-Quotienten sowie der beste Cut-Off-Wert berechnet.

Zuletzt wurden die Ergebnisse der einzelnen klinischen Tests beider Diagnosegruppen unter dem qualitativen Aspekt miteinander verglichen.

5 Ergebnisse der Studie

5.1 Beschreibung der Variablen

Die folgende Tabelle gibt Aufschluss über Einheiten und Abkürzungen der einzelnen Variablen.

Tabelle 4: Beschreibung der Variablen

| Variable/ Klinischer Test | Abkürzung | Einheit |
|---|------------|--|
| MAUS A | | Anzahl korrekt erkannter Wörter |
| MAUS B | | Anzahl korrekt erkannter Wörter |
| MAUS C | | Anzahl korrekt erkannter Wörter |
| MAUS D | | Anzahl korrekt erkannter Wörter |
| Verstehen im Störgeräusch | Stoerg. | Korrekt verstandene Wörter in % |
| Binaurale Summationstest | Bin.Sum. | Anzahl der Fehler |
| Dichotischer Test | Dichot. | Verstandene Wortpaare in % |
| Phonemdifferenzierung (HSET) | HLAD Diff. | Anzahl korrekt nachgesprochener Wort-/ Silbenpaare |
| Phonemidentifikation/ Kinästhetik (HSET) | HLAD Id. | Anzahl korrekt erkannter Wörter |
| Phonemanalyse (HSET) | HLAD Ana. | Anzahl korrekt erkannter Anfangsbuchstaben |
| Laute verbinden | LV | Anzahl korrekt gebildeter Wörter |
| Zahlenfolgedächtnis | ZFG | Anzahl korrekt wiederholter Zahlenfolgen |
| Mottier-Test | Mottier. | Anzahl korrekter Silbenfolgen |
| Imitation von Sätzen | IS | Anzahl korrekt wiederholter Sätze |
| PaTsy: Tonhöhe | PaTsy-Th. | Gerade noch erkennbarer Unterschied für Tonfrequenzen in Hz |
| PaTsy: Tönlücke | PaTsy-Gap. | Gerade noch erkennbarer Unterschied für Dauer von Geräuschlücken in ms |
| PaTsy: Tonpegel | PaTsy-Peg. | Gerade noch erkennbarer Unterschied für Tonintensitäten in dB |
| PaTsy: Monaurale zeitliche Ordnungsschwelle | PaTsy-mon. | in ms |
| PaTsy: Binaurale zeitliche Ordnungsschwelle | PaTsy-bin. | in ms |

5.2 Deskriptive Statistik

Die folgende Tabelle beschreibt für beide Diagnosegruppen jeweils die Anzahl der Testpersonen (Fallzahl), die Mittelwerte samt Standardabweichungen der einzelnen klinischen Tests, die Mediane sowie Minimum und Maximum.

Tabelle 5: Deskriptive Statistik

| Klinischer Test | Gruppe | Fall-zahl (N) | Mittel-wert (MW) | Standard - abweichung (SD) | Median | Mini-mum | Maxi-mum |
|-----------------|------------|---------------|------------------|----------------------------|--------|----------|----------|
| MAUS A | Kontrollen | 48 | 30,25 | 3,35 | 30 | 20 | 36 |
| | Patienten | 21 | 14,71 | 6,80 | 15 | 4 | 28 |
| MAUS B | Kontrollen | 48 | 20,60 | 1,83 | 21 | 15 | 23 |
| | Patienten | 21 | 19,29 | 2,51 | 19 | 14 | 24 |
| MAUS C | Kontrollen | 48 | 19,22 | 2,03 | 19 | 10 | 22 |
| | Patienten | 21 | 18,57 | 1,06 | 19 | 17 | 20 |
| MAUS D | Kontrollen | 48 | 18,04 | 2,32 | 18 | 15 | 29 |
| | Patienten | 21 | 14,86 | 2,35 | 15 | 11 | 19 |
| Stoerg. | Kontrollen | 48 | 91,15 | 8,07 | 90 | 70 | 100 |
| | Patienten | 33 | 75,00 | 14,9 | 80 | 40 | 100 |
| Bin.Sum. | Kontrollen | 48 | 1,29 | 1,11 | 1 | 0 | 4 |
| | Patienten | 33 | 3,30 | 1,93 | 3 | 0 | 9 |
| Dichot. | Kontrollen | 48 | 93,54 | 5,74 | 95 | 80 | 100 |
| | Patienten | 33 | 72,88 | 22,0 | 80 | 20 | 100 |
| HLAD Diff. | Kontrollen | 48 | 21,23 | 2,22 | 21 | 17 | 25 |
| | Patienten | 33 | 18,15 | 3,36 | 18 | 11 | 25 |
| HLAD Id. | Kontrollen | 48 | 19,40 | 2,46 | 20 | 12 | 23 |
| | Patienten | 33 | 14,91 | 4,11 | 15 | 17 | 25 |
| HLAD Ana. | Kontrollen | 48 | 8,58 | 1,74 | 9 | 5 | 12 |
| | Patienten | 33 | 6,64 | 3,13 | 6 | 0 | 12 |
| LV | Kontrollen | 48 | 28,15 | 2,32 | 28,5 | 23 | 32 |
| | Patienten | 31 | 21,61 | 5,53 | 22 | 10 | 30 |
| ZFG | Kontrollen | 48 | 31,27 | 6,76 | 31 | 15 | 49 |
| | Patienten | 33 | 19,36 | 5,28 | 19 | 10 | 35 |
| IS | Kontrollen | 48 | 23,38 | 0,84 | 24 | 22 | 24 |
| | Patienten | 33 | 12,45 | 5,49 | 11 | 3 | 24 |
| Mottier. | Kontrollen | 48 | 22,54 | 3,34 | 23 | 13 | 28 |
| | Patienten | 33 | 12,00 | 3,66 | 12 | 7 | 20 |
| PaTsy-Th | Kontrollen | 48 | 59,7 | 27,6 | 52,5 | 20 | 123 |
| | Patienten | 33 | 126,9 | 52,74 | 133 | 9 | 231 |

Fortsetzung Tabelle 5:

| Klinischer Test | Gruppe | Fallzahl (N) | Mittelwert (MW) | Standard - abweichung (SD) | Median | Minimun | Maximun |
|-----------------|------------|--------------|-----------------|----------------------------|--------|---------|---------|
| PaTsy-Gap | Kontrollen | 48 | 28,5 | 22,1 | 25 | 0,5 | 65 |
| | Patienten | 33 | 38,3 | 32,6 | 40 | 0,5 | 100 |
| PaTsy-Peg | Kontrollen | 48 | 3,5 | 1,81 | 3 | 1 | 8 |
| | Patienten | 33 | 3,9 | 2,3 | 4 | 1 | 9 |
| PaTsy-mon | Kontrollen | 48 | 217,5 | 127,5 | 205 | 20 | 600 |
| | Patienten | 31 | 584,7 | 306,4 | 625 | 17 | 1100 |
| Patsy-bin | Kontrollen | 48 | 137,6 | 94,8 | 110 | 10 | 450 |
| | Patienten | 32 | 215,5 | 229,4 | 138 | 13 | 1100 |

Betrachtet man jeweils die Mittelwerte der einzelnen diagnostischen Tests, so fällt auf, dass ausgenommen von *MAUS C*, *PaTsy-Th* und *PaTsy-mon* und *PaTsy-bin* durchweg signifikante Gruppendifferenzen mit jeweils schlechteren Leistungen der klinischen Gruppe nachweisbar waren.

5.3 Anpassung des Alpha-Niveaus durch Bonferroni-Korrektur

Um der α -Fehlerwahrscheinlichkeit durch multiples Testen entgegenzuwirken, wurde die Bonferroni-Korrektur durchgeführt. Wenn zu einem globalen Signifikanzniveau von 0,05 getestet werden soll, muss nach Bonferroni-Korrektur für jeden der 19 Einzeltests ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,0026$ zugrunde gelegt werden. Wird zu einem globalen Signifikanzniveau von 0,01 getestet, wie es beispielsweise bei der Korrelationsanalyse nach Spearman der Fall ist (vgl. Kap. 5.6), liegt nach Bonferroni-Korrektur ein Signifikanzniveau von $\alpha < 0,0005$ zugrunde. Bei statistischen Analysen, in denen nur 15 der 19 Variablen berücksichtigt wurden (vgl. Kap. 5.7), liegt bei einem 5 %-Signifikanzniveau nach Bonferroni-Korrektur ein Signifikanzniveau von $\alpha < 0,0033$ zugrunde.

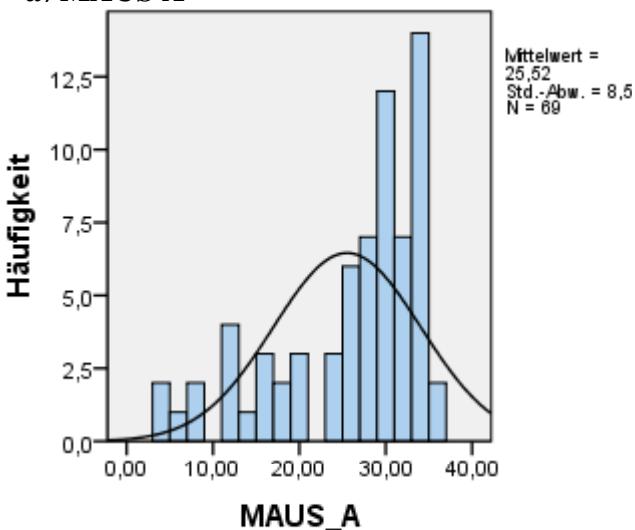
5.4 Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilungen

Um einen ersten Eindruck zu bekommen, ob die Daten der klinischen Tests normalverteilt sind, sind im Folgenden die Häufigkeitsverteilungen der

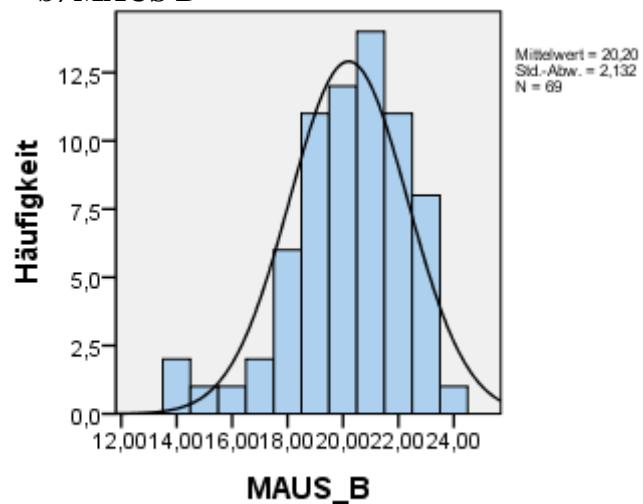
Testergebnisse graphisch dargestellt. Dabei sind Testergebnisse beider Gruppen berücksichtigt.

Diagramm 2: Häufigkeitsverteilungen der einzelnen klinischen Tests

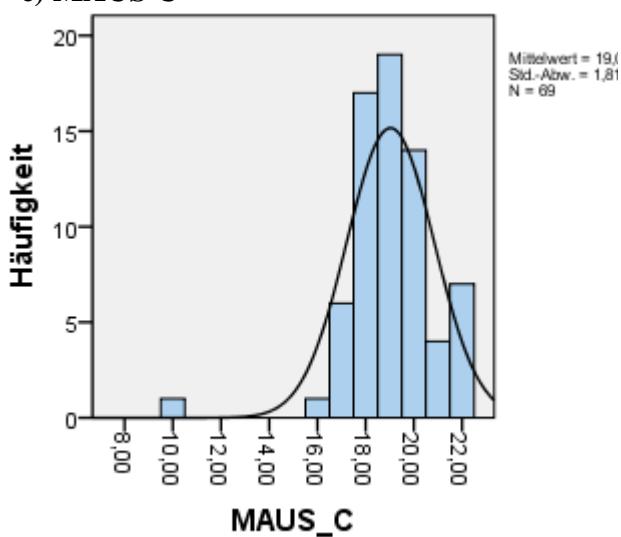
a) MAUS A



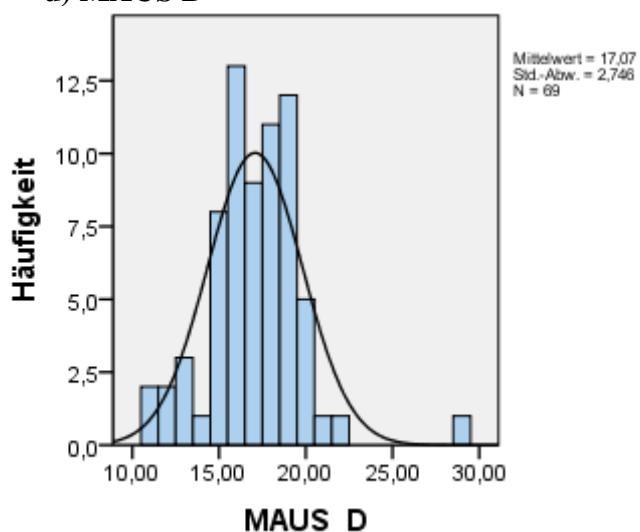
b) MAUS B



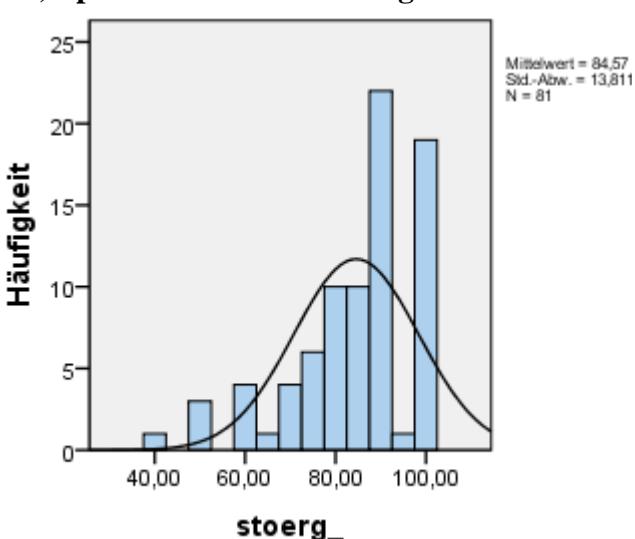
c) MAUS C



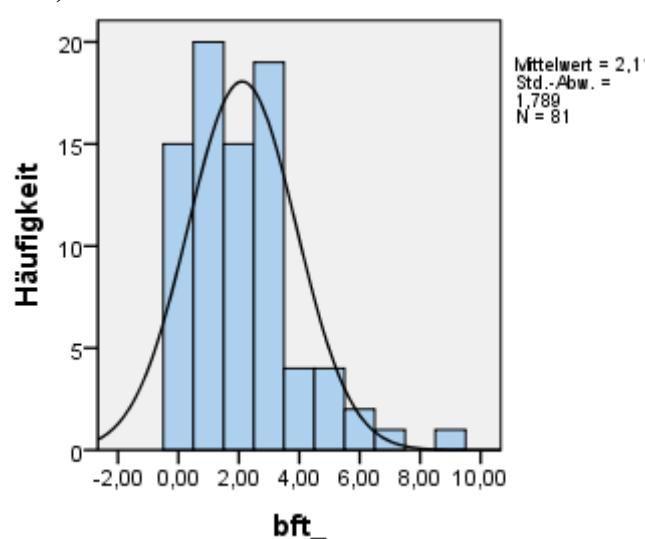
d) MAUS D



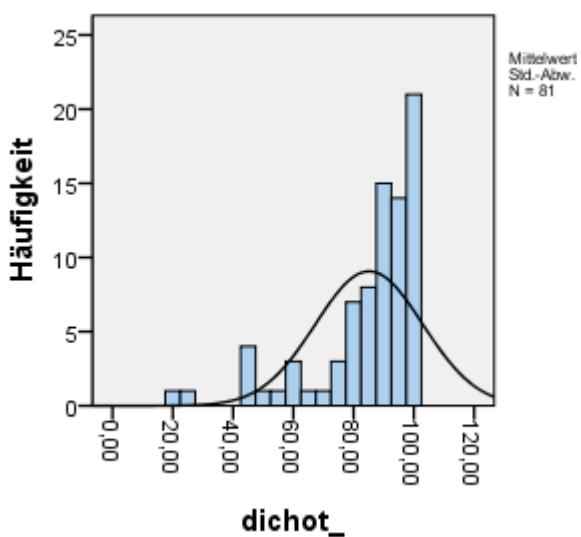
e) Sprachverständnis im Störgeräusch



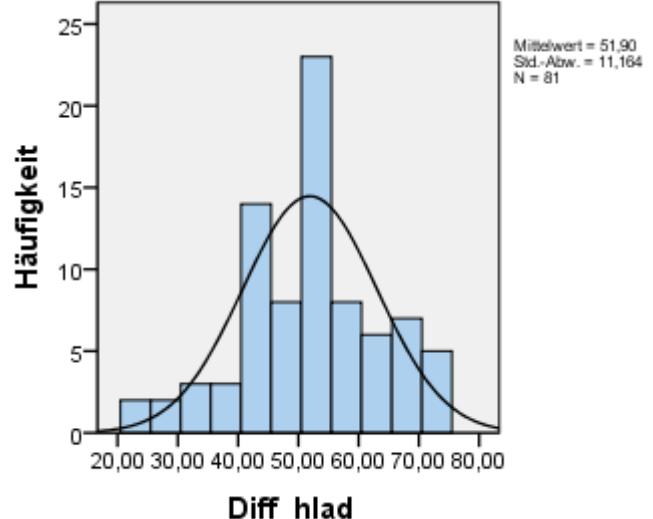
f) Binaurale Summation



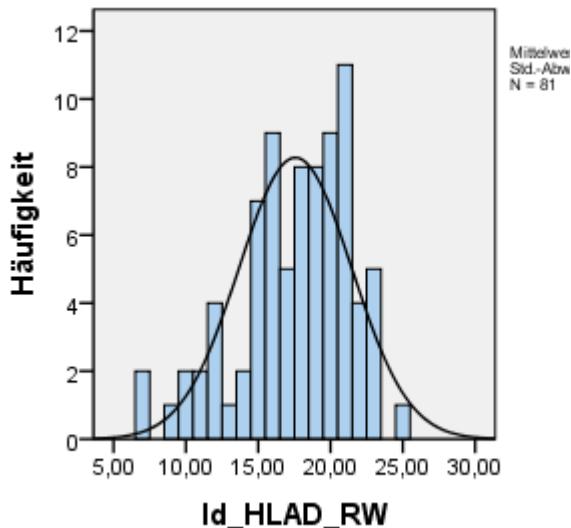
g) Dichotischer Test



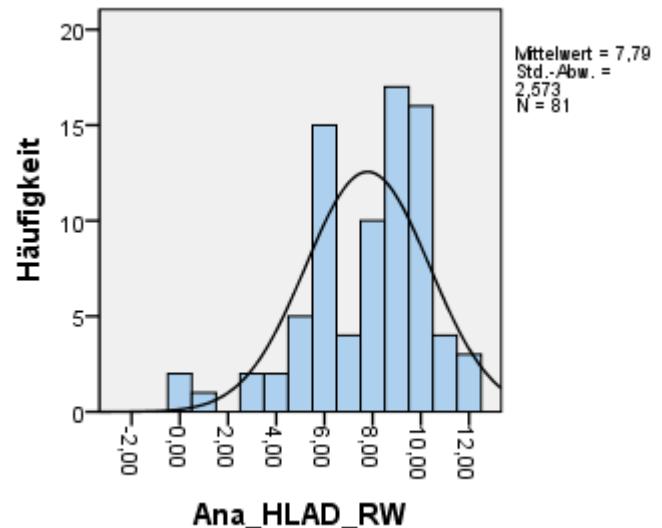
h) HLAD - Differenzierung



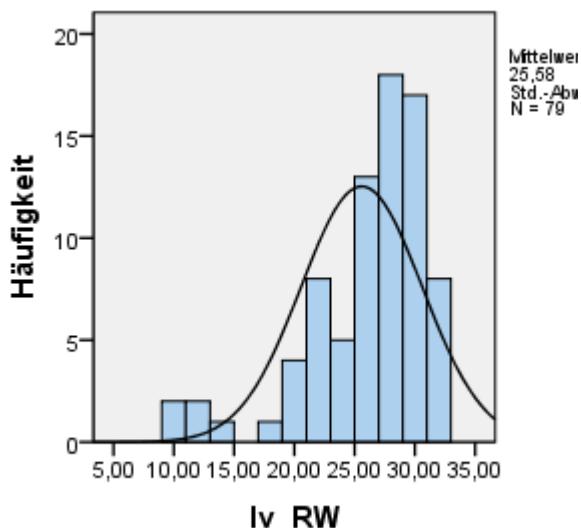
i) HLAD – Identifikation



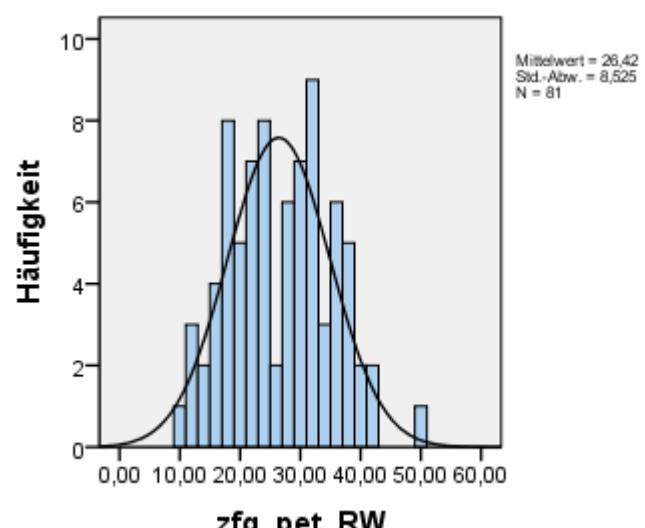
j) HLAD – Ana.



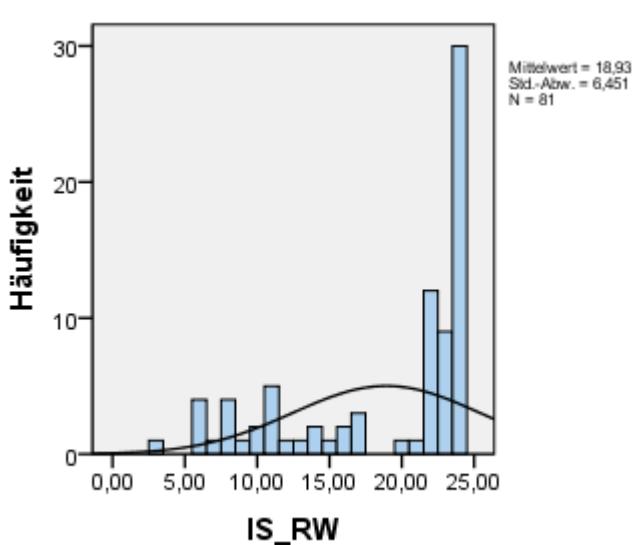
k) Laute verbinden



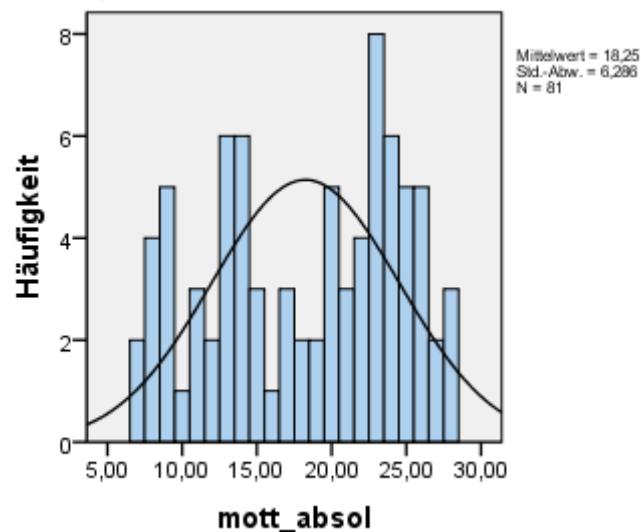
l) Zahlenfolgegedächtnis



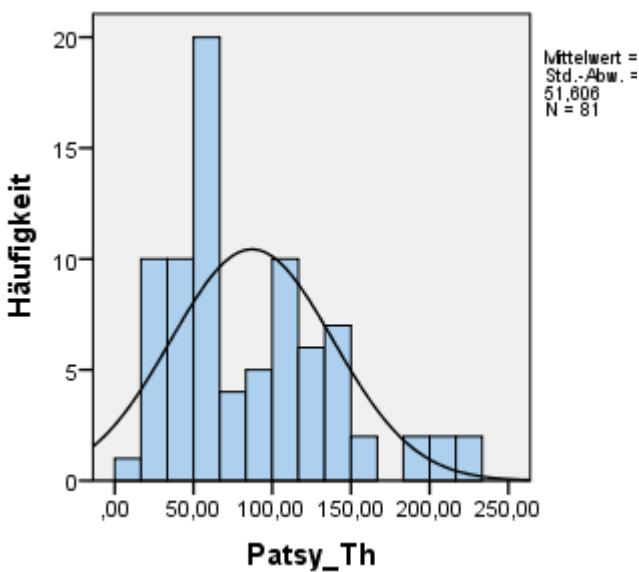
m) Imitation von Sätzen



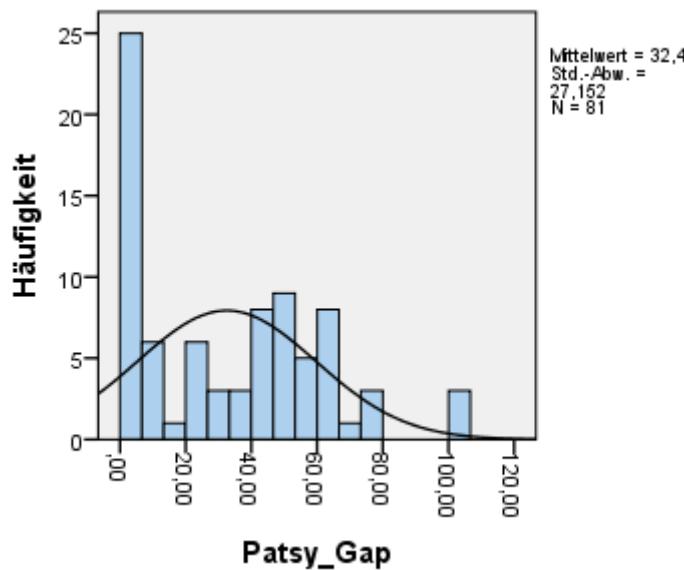
n) Mottier-Test



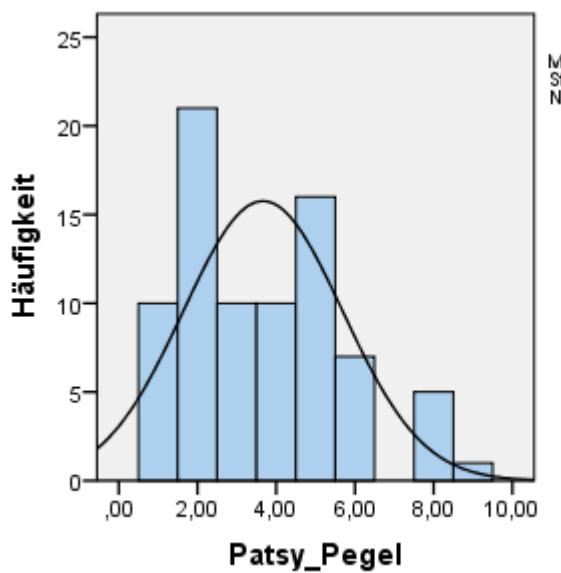
o) PaTsy – Tonhöhe



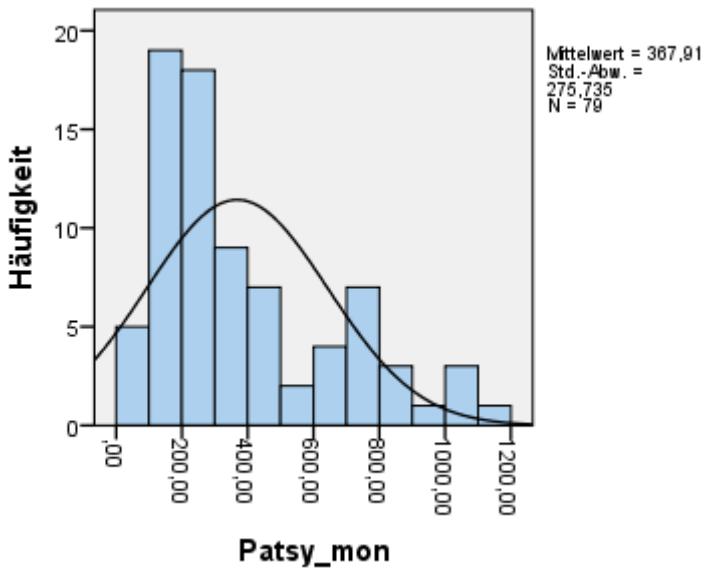
p) PaTsy - Geräuschlücke



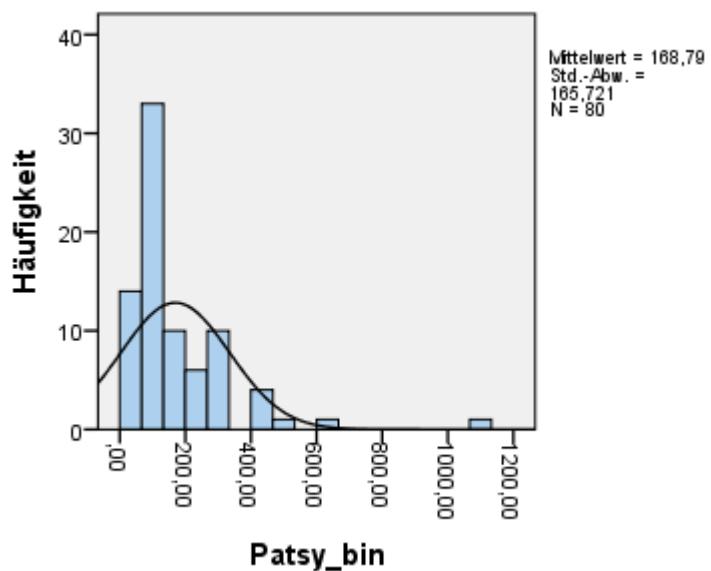
q) PaTsy – Tonpegel



r) PaTsy – mon. Ordnungsschwelle



s) PaTsy – bin. Ordnungsschwelle



Wie in den Histogrammen erkannbar ist, folgen die Ergebniswerte bei keinem der 19 diagnostischen Verfahren einer Normalverteilung. Dies wurde zusätzlich rechnerisch durch Anwendung des Kolmogorow-Smirnov-Test überprüft.

5.5 Medianvergleiche durch Mann-Whitney-U-Test

Um zu überprüfen, ob sich die Mediane der einzelnen Testergebnisse beider Diagnosegruppen signifikant unterscheiden, wurden alle der zu untersuchenden Variablen dem nicht-parametrischen Mann-Whitney-U-Test unterzogen.

Tabelle 6: Mann-Whitney-U-Test

| Klinischer Test | Nullhypothese | p-Wert | Entscheidung |
|-----------------|------------------------------|--------|--------------------------------|
| MAUS C | keine Gruppenunterschiede | 0,055 | Nullhypothese wird beibehalten |
| MAUS A | | 0,000* | Nullhypothese wird abgelehnt |
| MAUS B | | 0,017 | |
| MAUS D | | 0,000* | |
| Stoerg. | | 0,000* | |
| Bin. Summ. | | 0,000* | |
| Dichot. Test | | 0,000* | |
| HLAD Diff. | | 0,000* | |
| HLAD Id. | | 0,000* | |
| HLAD Ana. | | 0,005 | |
| LV | | 0,000* | Nullhypothese wird beibehalten |
| IS | | 0,000* | |
| Mottier. | | 0,000* | |
| ZFG | | 0,000* | |
| PaTsy-Th. | | 0,000* | |
| PaTsy-mon. | | 0,000* | Nullhypothese wird beibehalten |
| PaTsy-Gap. | | 0,392 | |
| PaTsy-Peg. | | 0,682 | |
| PaTsy-bin. | | 0,374 | |

* signifikant nach Bonferroni- Korrektur (α -Level 0,05), d.h. $\alpha < 0,0026$

Fast alle durchgeföhrten klinischen Untersuchungen ergaben bei einem Signifikanzniveau von 5 % Unterschiede zwischen den Medianen beider Gruppen. Somit müssen die Nullhypotesen abgelehnt werden. Auch nach Bonferroni-Korrektur sind alle errechneten Ergebnisse signifikant.

Bei *MAUS C* und drei *PaTsy-Subtests* dagegen mussten die Nullhypotesen beibehalten werden: bei diesen vier Tests bestehen keine signifikanten Gruppenunterschiede zwischen den Medianen beider Diagnosegruppen.

5.6 Korrelationsanalyse nach Spearman

Um herauszufinden, ob bzw. wie die einzelnen Variablen untereinander korrelieren, wurde der Korrelationskoeffizient rho nach Spearman für nicht-normalverteilte Ergebniswerte berechnet. Bei dieser Berechnung erfolgte keine Gruppentrennung mehr zwischen klinischer Gruppe und Kontrollgruppe.

Tabelle 7: Spearman – sehr starke Korrelationen

| Klinischer Test | Korrelationskoeffizient | Sig. (2-seitig) | N |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|----|
| HLAD Id. & HLAD Diff. | 0,814 | 0,000* | 81 |

Tabelle 8: Spearman - starke Korrelationen

| Klinischer Test | Korrelationskoeffizient | Sig. (2-seitig) | N |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|----|
| MAUS A & Mottier. | 0,773 | 0,000* | 69 |
| ZFG & Mottier. | 0,672 | 0,000* | 81 |
| MAUS A & IS | 0,628 | 0,000* | 69 |
| LV & Mottier. | 0,615 | 0,000* | 79 |
| HLAD Diff & HLAD Ana. | 0,610 | 0,000* | 81 |

Tabelle 9: Spearman - mittelstarke Korrelationen

| Klinischer Test | Korrelationskoeffizient | Sig. (2-seitig) | N |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|----|
| IS & LV | 0,591 | 0,000* | 79 |
| MAUS A & Maus D | 0,574 | 0,000* | 69 |
| PaTsy-mon. & Stoerg. | -0,557 | 0,000* | |
| Mottier. & Bin.Sum. | -0,527 | 0,000* | 81 |
| MAUS A & LV | 0,526 | 0,000* | 81 |
| MAUS C & MAUS D | 0,508 | 0,000* | 69 |
| PaTsy-mon. & Mottier. | 0,506 | 0,000* | |

| | | | |
|---------------------|---------|--------|----|
| PaTsy-Th. & IS | 0,505 | 0,000* | |
| HLAD Id. & Bin.Sum. | - 0,495 | 0,000* | 81 |
| MAUS C & HLAD Diff. | 0,486 | 0,000* | 69 |

* Korrelation nach Bonferroni-Korrektur auf dem 0,01-Niveau 2-seitig signifikant,
d.h. $\alpha < 0,0005$

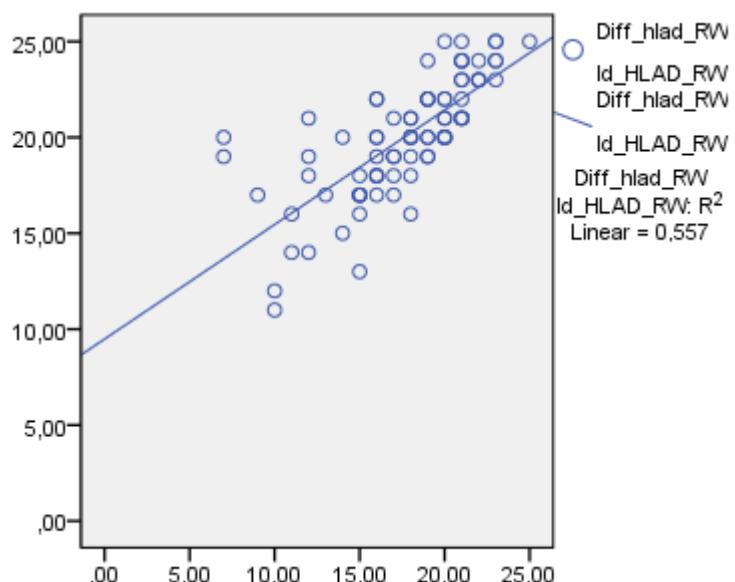
Auf dem 5 %-Niveau korrelieren fast alle Ergebniswerte der klinischen Tests miteinander. Selbst bei Bonferroni-Korrektur sind alle Korrelationen auf einem α -Niveau von 5 % signifikant.

Die negativen Korrelationen bei dem *Hannoverschen Binauralen Summationstest* erklären sich dadurch, dass bei diesem Test jeweils die falsch gelösten Aufgaben gezählt werden (vgl. Kap. 4.4.8). Bei allen anderen klinischen Tests werden jeweils die korrekt gelösten Aufgaben gezählt. Das bedeutet, dass je mehr Fehler beim *Hannoverschen Binauralen Summationstest* gemacht werden, desto weniger richtige Antworten werden bei den anderen Tests gegeben und umgekehrt.

Die drei stärksten Korrelationen sind in den nachfolgenden Streudiagrammen zur Veranschaulichung dargestellt. (Weitere Korrelationen: siehe Anhang Nr. 1).

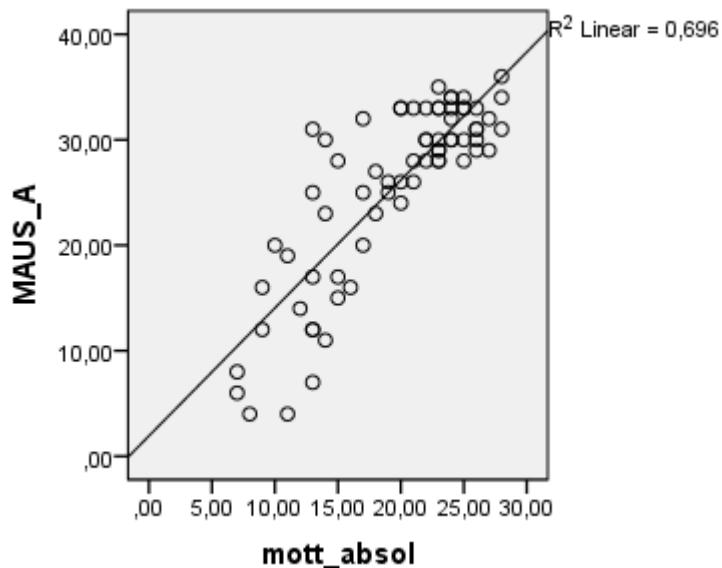
1. Die stärkste Korrelation besteht zwischen dem *HLAD Diff.* & *HLAD Id.* aus dem *Heidelberger Lautdifferenzierungstest*. Das bedeutet, je besser die getesteten Kinder im *Differenzierungstest* aus dem *HLAD* abschnitten, desto besser waren sie in der Regel auch im *Identifikationstest*. Diese beiden Tests korrelieren sehr stark miteinander ($\rho = 0,814$).

Diagramm 3: Korrelation HLAD Diff. mit HLAD Id.



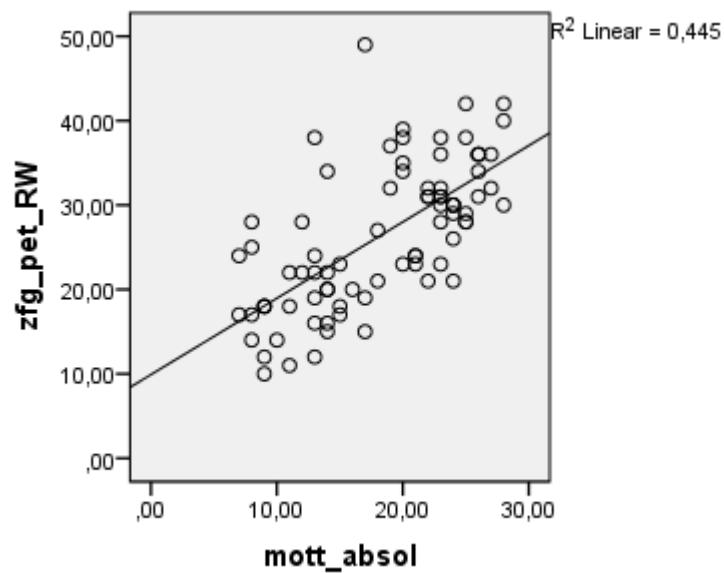
2. Die zweitstärkste Korrelation besteht zwischen *MAUS A* & *Mottier-Test*. Je mehr Punkte die Kinder also bei *Maus A* haben, desto mehr Punkte haben die meisten auch im *Mottier-Test*. Diese beiden Tests korrelieren stark miteinander ($\rho = 0,773$).

Diagramm 4: Korrelation MAUS A mit Mottiertest



3. Die drittstärkste Korrelation besteht zwischen *MAUS A* & dem *Zahlenfolgegedächtnistest*. Das heißt, je mehr Punkte die Kinder bei *MAUS A* hatten, desto höher war die Punktzahl bei den meisten Kindern auch im *Zahlenfolgegedächtnistest*. Diese beiden Tests korrelieren stark miteinander ($\rho = 0,684$).

Diagramm 5: Korrelation ZFG mit Mottier-Test



5.7 Diskriminanzanalyse

Um herauszufinden, ob sich durch ausgewählte standardisierte Tests eine korrekte Zuordnung aller getesteten Kinder in die beiden Diagnosegruppen AVWS versus Non-AVWS durchführen lässt, wurde eine schrittweise Diskriminanzanalyse mit beiden Gruppen sowie 15 der oben aufgeführten Testvariablen (vgl. Tab. 4) durchgeführt. Zudem soll diese Analyse dem Vergleich einer vorangegangenen Studie von Nickisch und Kiese-Himmel „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen 8- bis 10-jähriger: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern?“ [4] dienen.

Dazu sollen mögliche Gruppenunterschiede analysiert werden, wobei die Unterschiedlichkeit der Gruppen hinsichtlich einer Mehrzahl von Variablen geprüft wird. Es sollen diejenigen Variablen identifiziert werden, mit deren Hilfe sich die vorgegebenen Gruppen am besten unterscheiden lassen. Die Untersuchungsverfahren waren hierbei die abhängigen Variablen, die Diagnosegruppen die unabhängigen.

Da es sich bei den Untertests *MAUS A*, *MAUS B*, *MAUS C* und *MAUS D* jeweils um Screeningverfahren und nicht wie bei den übrigen standardisierten Tests um rein diagnostische Tests handelt, werden diese in der Diskriminanzanalyse nicht berücksichtigt.

5.7.1 Schrittweise Statistik

Zur Beurteilung der Güte wurde Wilks-Lambda verwendet. Dieses Gütemaß nimmt immer Werte zwischen 0 und 1 an und beschreibt das Verhältnis der nicht-erklärten Streuung im Verhältnis zur Gesamtstreuung. Je näher Wilks-Lambda bei 0 liegt, desto besser ist die Trennschärfe der ermittelten Funktionen.

Bei jedem Schritt wird die Variable aufgenommen, die das gesamte Wilks-Lambda minimiert. Die maximale Anzahl der Rechenschritte ist 20. Der minimale partielle F-Wert für die Aufnahme ist 3,84. Der maximale partielle F-Wert für den Ausschluss ist 2,71. F-Niveau, Toleranz oder VIN sind für die weitere Bedeutung unzureichend. Bereits nach dem dritten Rechenschritt war gemäß F-Niveau keine Variable mehr signifikant.

Tabelle 10: Aufgenommene Variablen

| Schritt | Aufgenommen | Wilks-Lambda | | | |
|---------|-------------|--------------|-----|-----|--------|
| | | Statistik | df1 | df2 | df3 |
| 1 | IS | 0,315 | 1 | 1 | 73,000 |
| 2 | Mottier. | 0,221 | 2 | 1 | 73,000 |
| 3 | Stoerg. | 0,163 | 3 | 1 | 73,000 |

Die beiden Diagnosegruppen wurden nach drei Rechenschritten durch die folgenden drei klinischen Untersuchungsmethoden signifikant getrennt:

- Im 1. Schritt: durch den Subtest *Imitation von Sätzen* („IS“)
- Im 2. Schritt: durch den *Mottier-Test* („Mottier.“)
- Im 3. Schritt: durch *Sprachverständnis im Störgeräusch* („Stoerg.“)

5.7.2 Eigenwerte

Tabelle 11: Zusammenfassung der kanonischen Diskriminanzfunktion

| Eigenwert | % der Varianz | Kumulierte % | Kanonische Korrelation |
|-----------|---------------|--------------|------------------------|
| 5,142 | 100,0 | 100,0 | 0,915 |

Der Eigenwert einer Diskriminanzfunktion ist der maximale Quotient aus erklärter und nicht-erklärter Streuung. Das bedeutet, er beschreibt den Erklärungshalt einer Funktion. Je größer der Eigenwert, desto höher ist der Erklärungsgehalt einer Diskriminanzfunktion. Der Eigenwert unserer ermittelten Diskriminanzfunktion beträgt 5,142.

Da der Eigenwert nicht auf Werte zwischen Null und Eins normiert ist, erlaubt er keine unmittelbare Aussage über die Güte der Diskriminanzfunktion. Allerdings zeigt der Eigenwert von 5,142 an, dass der Anteil erklärter Streuung deutlich über dem der nicht erklärten Streuung liegt, sodass von einer hohen Trennkraft der Diskriminanzfunktion gesprochen werden kann. Entsprechend liefert auch die kanonische Korrelation zufriedenstellende Ergebnisse.

Die kanonische Korrelation beschreibt die Wurzel aus dem Quotienten der nicht-erklärten Streuung zur Gesamtstreuung (Wertebereich zwischen 0 und 1). Je näher

der Koeffizient an 1, desto größer ist der Erklärungsgehalt einer Diskriminanzfunktion. Der Quotient unserer Diskriminanzfunktion beträgt 0,915.

Im Zwei-Gruppen-Fall entspricht das Quadrat der kanonischen Korrelation dem Bestimmtheitsmaß R^2 einer Regressionsanalyse. Im vorliegenden Fall ergibt sich somit ein Wert von 0,859, der als sehr zufriedenstellend bewertet werden kann.

Insgesamt kann der Diskriminanzfunktion somit eine sehr hohe Güte zugesprochen werden.

5.7.3 Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten

Mit den standardisierten kanonischen Diskriminanzfunktionskoeffizienten lässt sich die ermittelte Diskriminanzfunktion beschreiben. Sie geben die diskriminatorische Bedeutung der einzelnen Variablen einer Funktion an.

Tabelle 12: Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten

| Variable | Standard. kanon. Diskriminanzkoeffizient |
|----------|--|
| IS | 0,696 |
| Stoerg. | 0,580 |
| Mottier. | 0,579 |

Der Subtest *Imitation von Sätzen* („IS“) aus dem *Heidelberger Sprachentwicklungstest* hat mit einem Wert von 0,696 die größte diskriminatorische Bedeutung und ist damit am besten zur Trennung der beiden Gruppen geeignet, gefolgt von *Verstehen im Störgeräusch* („Stoerg.“) mit einem Wert von 0,580 und dem *Mottier-Test* („Mottier.“: 0,579). Bei der Interpretation der standardisierten Diskriminanzkoeffizienten muss beachtet werden, dass deren Beiträge zur Erklärung der Gruppen durch gegenseitige Wechselwirkungen der erklärenden Variablen verzerrt werden können. Sind die erklärenden Variablen hoch korreliert, so wird der Einfluss einer Variablen auf die Gruppenbildung möglicherweise einer anderen erklärenden Variablen zugeschrieben. Aus diesem Grund bietet es sich an, die Korrelationen zwischen den erklärenden Variablen und der Diskriminanzfunktion unmittelbar zu betrachten (Strukturmatrix).

5.7.4 Strukturmatrix

Tabelle 13: Strukturmatrix der einzelnen Variablen

| Variable | Korrelation |
|------------|-------------|
| IS | 0,650 |
| Mottier. | 0,608 |
| LV | 0,457 |
| Stoerg. | 0,337 |
| ZFG | 0,217 |
| Patsy-mon. | - 0,182 |
| Dichot. | 0,174 |
| HLAD Id. | 0,140 |
| Bin.Sum. | - 0,135 |
| HLAD Diff. | 0,100 |
| HLAD Ana. | 0,098 |
| Patsy-bin. | 0,051 |
| Patsy-Peg. | 0,036 |
| Patsy-Gap. | 0,017 |

Anhand der Strukturmatrix, die den Erklärungswert der einzelnen Variablen als Korrelation zwischen Variablen und Diskriminanzfunktion ermittelt, lässt sich ablesen, dass der standardisierte Test *Imitation von Sätzen* („IS“) mit einem Wert von 0,650 die höchste Korrelation aufweist, gefolgt vom *Mottier-Test* („Mottier.“) mit 0,608. Der Test *Imitation von Sätzen* leistet also den größten Beitrag zur Unterscheidung der beiden Diagnosegruppen. Der dritte klinische Test, der durch unsere Diskriminanzfunktion ermittelt wurde, nämlich *Sprachverstehen im Störgeräusch* („Stoerg.“), bietet als Einzelvariable mit einem Wert von 0,337 einen eher durchschnittlichen Erklärungsgehalt.

Der Test *Laute verbinden* („LV“) dagegen ist in unserer Funktion zwar nicht enthalten, bietet mit einem Wert von 0,457 einzeln betrachtet jedoch einen akzeptablen Beitrag zur Gruppenunterscheidung.

5.8 Kreuzvalidierung

Mit einer anschließenden Kreuzvalidierung wurde überprüft, ob die klinischen Tests mit Diskriminanzfunktion die einzelnen Testprofile korrekt klassifizieren. Das bedeutet, dass die von uns ermittelte Funktion auf die 81 Falldatensätze angewendet wird. Damit wird getestet, ob die Kinder in die jeweils richtige Diagnosegruppe (AVWS oder Non-AVWS) eingeteilt werden.

Tabelle 14: Kreuztabelle - Gruppenzugehörigkeit

| | | AVWS | Vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit | | Gesamt |
|----------------|--------|----------------|---------------------------------------|-------------------|--------|
| | | | keine AVWS | AVWS gesichert | |
| Original | Anzahl | keine AVWS | 48 | 0 | 48 |
| | | AVWS gesichert | 1 | 32 | 33 |
| % | | keine AVWS | 100,0 | 0,0 | 100,0 |
| | | AVWS gesichert | 3,0 | 97,0 | 100,0 |
| Kreuzvalidiert | Anzahl | keine AVWS | 48 | 0 | 48 |
| | | AVWS gesichert | 1 | 32 | 33 |
| % | | keine AVWS | 100,0 | 0,0 | 100,0 |
| | | AVWS gesichert | 3,0 | 97,0 | 100,0 |

Die Diskriminanzfunktion, die aus den drei ermittelten Verfahren (*Imitation von Sätzen, Verstehen im Störgeräusch* und *Mottier-Test*) abgeleitet wurde, ermöglicht eine sehr gute Klassifizierung aller getesteten Kinder in die beiden Diagnosegruppen.

Die Kreuzvalidierung wird nur für Fälle in dieser Analyse vorgenommen. In dieser Kreuzvalidierung ist jeder Fall durch die Funktionen klassifiziert, die von allen anderen außer diesem Fall abgeleitet werden. Insgesamt wurden 98,8 % der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert sowie 98,8 % der kreuzvalidierten gruppierten Fälle.

Bei Kreuzvalidierung wurde kein einziges von den 48 Kindern falsch positiv gruppiert. Falsch negativ wurde nur 1 von 33 Kindern (3,0 %) zugeordnet. Das bedeutet, dass durch diese ermittelte Diskriminanzfunktion bei keinem Kind, das erwiesen nicht an einer AVWS leidet, eine solche fälschlicherweise diagnostiziert wird. Bei 3,0 % der Kinder, die bekanntermaßen von einer AVWS betroffen sind,

wird diese durch unsere drei anhand der Diskriminanzanalyse ermittelten Tests jedoch nicht erkannt.

Die übrigen 97,0 % aller Kinder, bei denen im Kinderzentrum Großhadern bereits eine AVWS diagnostiziert wurde, wurden durch die drei ermittelten klinischen Tests richtig in die Diagnosegruppe AVWS eingestuft.

5.9 Gütekriterien

Zu den wichtigsten Gütekriterien von diagnostischen Tests zählt die Validität. Validität ist die Fähigkeit, zwischen Kranken und Gesunden zu unterscheiden, und wird durch Sensitivität und Spezifität bestimmt. Mit der Sensitivität bezeichnet man die Wahrscheinlichkeit, eine kranke Person als krank zu klassifizieren. Diejenige Wahrscheinlichkeit, mit der eine gesunde Person als gesund erkannt wird, wird dagegen mit der Spezifität beschrieben.

Um die Güte der bekannten diagnostischen Tests zu untersuchen, werden im Folgenden für jeden Test einzeln Sensitivität und Spezifität sowie der beste Cut-Off-Wert berechnet.

5.9.1 Receiver-operator-characteristic- (ROC-) Kurven

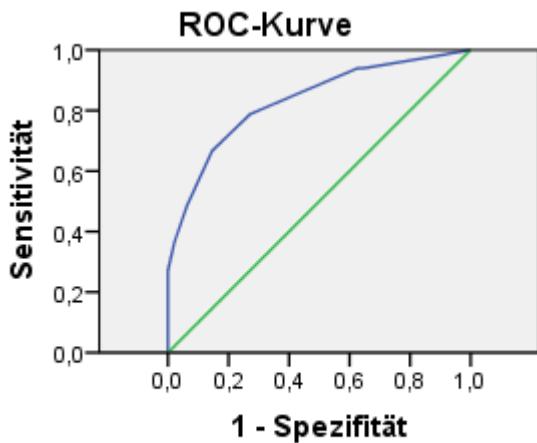
Sensitivität und Spezifität können in einer sogenannten ROC-Kurve (Receiver-Operator-Characteristic-Kurve) gesammelt dargestellt werden. Dabei werden die Wertepaare von Spezifität (bzw. 1-Spezifität) und Sensitivität eines diagnostischen Tests für alle Cut-Off-Punkte innerhalb des Messbereiches aufgetragen. Ein Maß für die Güte des Tests ist die Fläche unter der ROC-Kurve, die AUC („area under the curve“). Dieser Wert liegt zwischen 0,5 und 1, wobei ein höherer Wert die bessere Güte angibt. Falls kleinere Werte auf eine Erkrankung hindeuten, so wird mit der AUC die Wahrscheinlichkeit beschrieben, mit der eine kranke Person ein niedrigeres Testergebnis hat als eine gesunde.

In den folgenden Diagrammen wird für jeden einzelnen Diagnosetest die jeweiligen „area under the curve“ graphisch dargestellt. Für alle Tests gilt: je kleiner das Testergebnis, desto positiver der Test (positiver Test = krank). Die einzige Ausnahme ist der *Binaurale Summationstest*. Bei diesem Test steht ein größeres

Ergebnis für ein positives Testergebnis, da hier als einziges die Anzahl der Fehler gezählt werden und nicht, wie bei den übrigen Tests, die Anzahl der korrekten Antworten (vgl. Kap. 4.4.8).

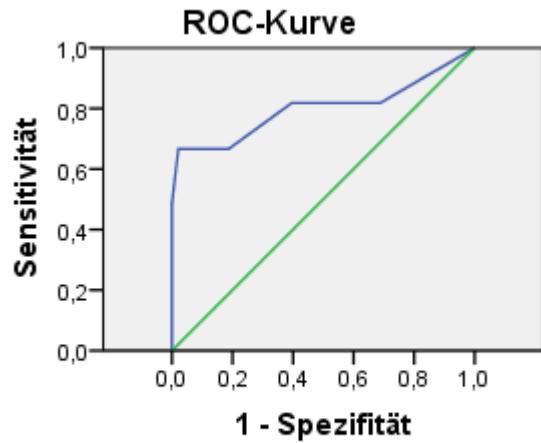
Diagramm 6: ROC-Kurven

a) Verstehen im Störgeräusch



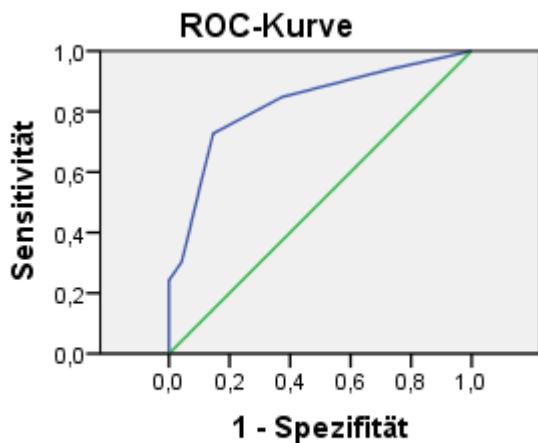
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

b) Dichotischer Test nach Uttenweiler



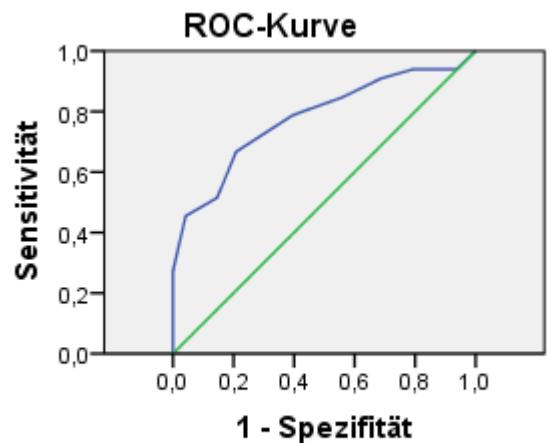
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

c) Binauraler Summationstest



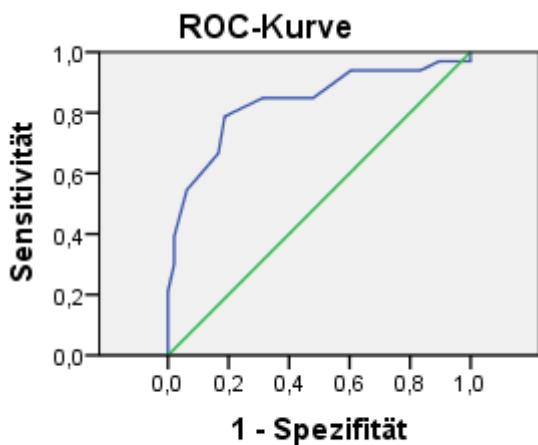
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

d) HLAD Diff.



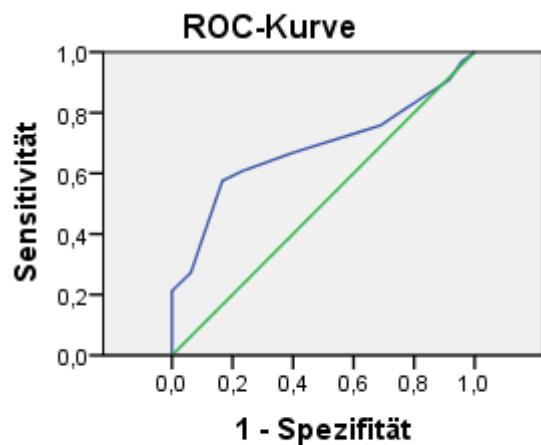
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

e) HLAD Id.



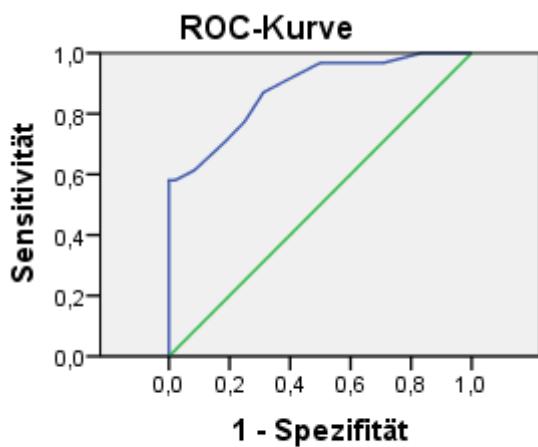
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

f) HLAD Diff. Ana.



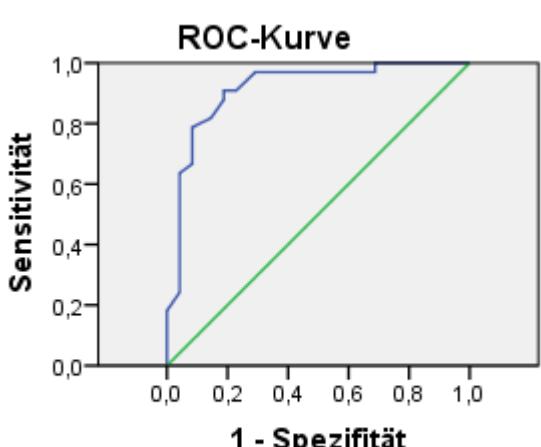
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

g) Laute verbinden



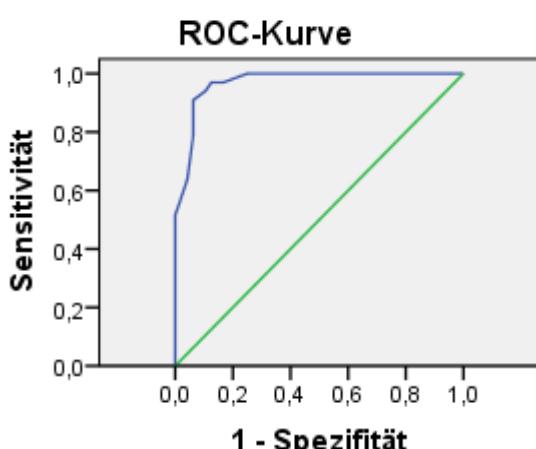
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

h) Zahlenfolgedegächtnis



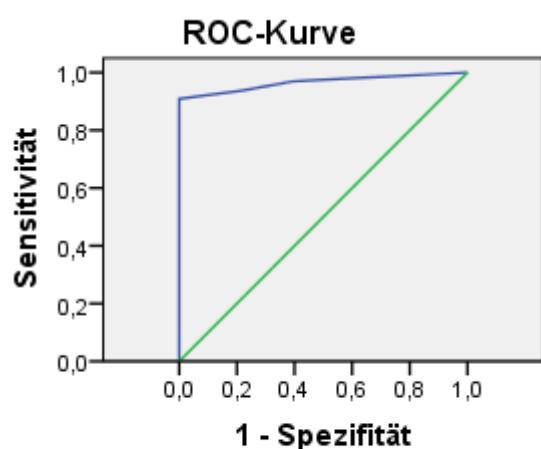
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

i) Mottier-Test



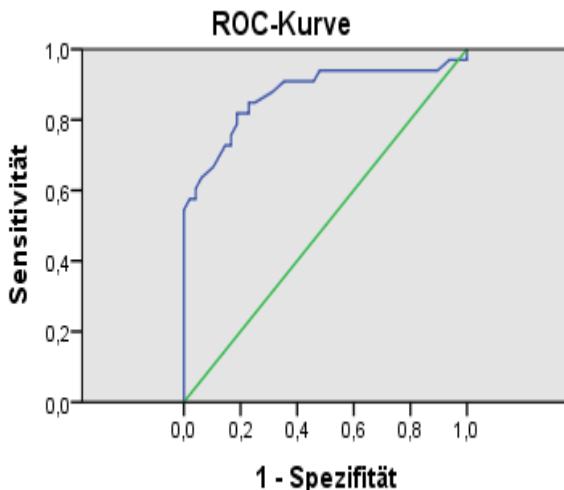
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

j) Imitation von Sätzen



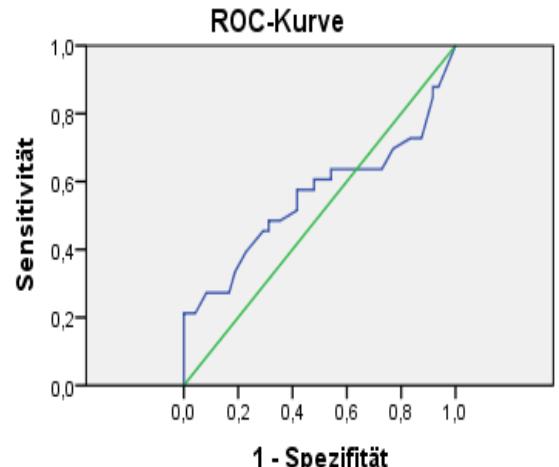
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

k) PaTsy-Th.



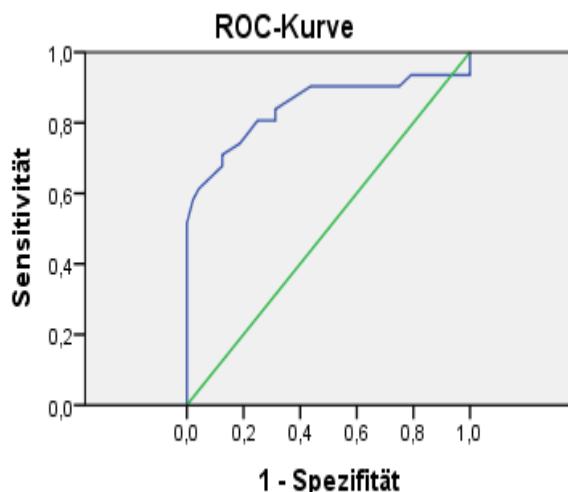
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

l) PaTsy-Gap.



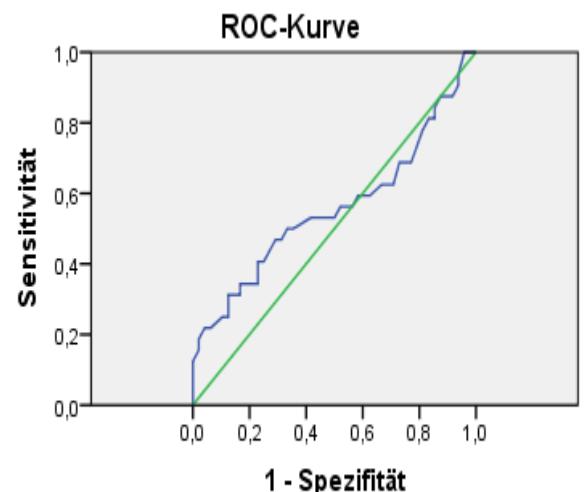
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

m) PaTsv-mon.



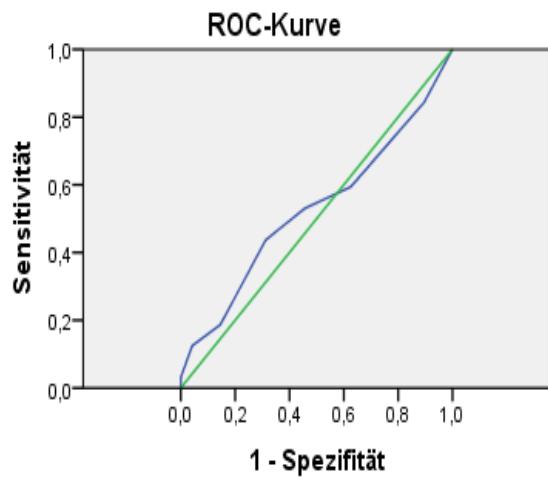
Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

n) PaTsv-bin.



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

o) PaTsv-Peg.



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

In der folgenden Tabelle werden die genauen AUC- Werte aufgeführt. Ein Wert > 0,8 gilt in der Medizin als „brauchbar“.

Tabelle 15: Area under the curve (AUC)

| Variable für Testergebnis | Area under the curve |
|---------------------------|----------------------|
| Mottier. | 0,968 |
| IS | 0,964 |
| ZFG | 0,909 |
| LV | 0,880 |
| PaTsy-Th. | 0,873 |
| PaTsy-mon. | 0,846 |
| Stoerg. | 0,826 |
| Bin.Sum. | 0,825 |
| HLAD Id. | 0,824 |
| Dichot. | 0,788 |
| HLAD Diff. | 0,770 |
| HLAD Ana. | 0,671 |
| PaTsy-bin. | 0,559 |
| PaTsy-Gap. | 0,556 |
| PaTsy-Peg. | 0,527 |

9 der 15 der verwendeten diagnostischen Tests haben einen AUC-Wert von > 0,8. Die beiden Tests mit der besten Güte sind der *Mottier-Test* (0,968) und *Imitation von Sätzen* (0,964), welche beide auch in der Diskriminanzfunktion enthalten sind (vgl. Kap. 5.7). Der *Zahlenfolgedächtnistest* („ZFG“) hat einzeln betrachtet mit 0,909 ebenfalls einen sehr hohen Gütwert. Der dritte Test, der in der von uns ermittelten Diskriminanzfunktion vorkommt, *Verstehen im Störgeräusch*, bietet mit einem Gütwert von 0,826 ebenso ein durchaus brauchbares Ergebnis.

5.9.2 Cut-Off-Werte

Als Cut-Off-Werte werden diejenigen Toleranzwerte bezeichnet, durch die man festlegt, ab welchem Wert ein Testergebnis als auffällig oder unauffällig gilt. Dabei

nimmt man jenen Wert als Trennwert, bei dem die Summe aus Sensitivität und Spezifität maximiert wird.

Tabelle 16: Cut-Off-Werte

| Variable | Sensitivität | 1-Spezifität | Spezifität | Sensitivität + Spezifität | Cut-Off-Wert |
|------------|--------------|--------------|------------|---------------------------|--------------|
| IS | 0,903 | 0,000 | 1,000 | 1,903 | 21,5 |
| Mottier. | 0,968 | 0,125 | 0,875 | 1,843 | 18,5 |
| ZFG | 0,903 | 0,188 | 0,813 | 1,716 | 25,5 |
| PaTsy-Th. | 0,828 | 0,188 | 0,812 | 1,640 | 82 |
| Dichot. | 0,645 | 0,021 | 0,979 | 1,624 | 82,5 |
| HLAD Id. | 0,774 | 0,188 | 0,813 | 1,587 | 17,5 |
| LV | 0,581 | 0,000 | 1,000 | 1,581 | 22,5 |
| Bin.Sum. | 0,727 | 0,146 | 0,854 | 1,581 | 2,5 |
| Stoerg. | 0,774 | 0,271 | 0,720 | 1,503 | 87,5 |
| HLAD Diff. | 0,645 | 0,208 | 0,792 | 1,437 | 19,5 |
| HLAD Ana | 0,581 | 0,167 | 0,833 | 1,414 | 6,5 |
| PaTsy-mon. | 0,931 | 0,667 | 0,333 | 1,264 | 172,5 |
| PaTsy-Gap. | 0,207 | 0 | 1 | 1,207 | 66 |
| PaTsy-Peg. | 0,414 | 0,313 | 0,687 | 1,101 | 4,5 |

Bei allen Tests liegen die neu berechneten Cut-Off-Werte unter den bisherigen Toleranzwerten (vgl. Kap. 4.4). Beim Test „Verstehen im Störgeräusch“ beispielweise wurde bisher ein Ergebnis < 80 % als auffällig gezählt. Unter Anwendung des neuen Cut-Off-Werts würde ein Kind, das im Test weniger als 87,5 % erreicht hat, schon als krank eingestuft.

5.9.3 Likelihood-Quotienten

Anhand von Diagnostischen Likelihood-Ratios kann die Güte der Einzeltest verglichen werden. Der positive Likelihood-Quotient ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein kranker Patient einen positiven Befund erhält, geteilt durch die Wahrscheinlichkeit, dass sich dieser Befund bei einer gesunden Person ergibt. Der

negative Likelihood-Quotient dagegen gibt an, wie wahrscheinlicher ein negatives Ergebnis bei einem Kranken eintritt als bei einem Gesunden.

Tabelle 17: Likelihood-Ratios

| Variable | LR + | LR - |
|------------|--------|-------|
| IS | * | 0,097 |
| Mottier. | 7,742 | 0,037 |
| ZFG | 4,817 | 0,119 |
| PaTsy-Th. | 4,404 | 0,212 |
| Dichot. | 30,968 | 0,362 |
| HLAD Id. | 4,129 | 0,278 |
| LV | * | 0,419 |
| Bin.Sum. | 4,987 | 0,319 |
| Stoerg. | 2,859 | 0,310 |
| HLAD Diff. | 3,097 | 0,448 |
| HLAD Ana. | 3,484 | 0,503 |
| PaTsy-mon. | 1,396 | 0,207 |
| PaTsy-Gap. | * | 0,793 |
| PaTsy-Peg. | 1,323 | 0,852 |

* nicht definiert, da Teilen durch Null unzulässig ist

In Anlehnung an die Interpretation von Jaeschke et al. [31] sind zwei der drei Tests der Diskriminanzfunktion, nämlich *Imitation von Sätzen* (LR- 0,097) und der *Mottier-Test* (LR- 0,037), am besten geeignet, um eine gesunde Person zu erkennen, da hier die negativen Wahrscheinlichkeitsverhältnisse am kleinsten sind. Aber auch der *Zahlenfolgegedächtnistest* (LR- 0,119) hat diesbezüglich eine hohe diagnostische Güte. Die übrigen Tests sind, wenn es allein darum geht, eine gesunde Person zu identifizieren, prognostisch eher mittelmäßig bis schwach.

Der *Dichotische Test* nach Uttenweiler (LR+ 30,97) dagegen liefert die sicherste Methode, um eine kranke Person zu erkennen, da bei diesem Test das positive Wahrscheinlichkeitsverhältnis am größten ist. Auch hier bietet der *Mottier-Test* mit einem positiven Likelihood-Quotienten von 7,74 eine hohe prognostische Güte.

5.9.4 Vierfeldertafeln

Eine Vierfeldertafel ist eine Zusammensetzung zweier Merkmale mit jeweils zwei Ausprägungen, wobei die absoluten Häufigkeiten des Auftretens der vier möglichen Kombinationen aufgelistet sind.

In den Tabellen 18 - 20 wird dargestellt, wie viele Kinder durch die einzelnen Tests der Diskriminanzfunktion (*Imitation von Sätzen*, *Verstehen im Störgeräusch* und *Mottier-Test*) der richtigen Diagnosegruppe zugeordnet werden. Verwendet wurden dafür die Ergebnisse, die die 81 bekannten Fälle in den drei Tests der Diskriminanzanalyse erzielt haben. Es werden sowohl die Ergebnisse der bisherigen Cut-Off-Werte als auch die der neu berechneten Trennwerte aufgeführt. In Tabelle 21 wird zusammengefasst, wie viele Kinder ein auffälliges bzw. unauffälliges Testergebnis haben, wenn alle drei Tests durchgeführt werden. Dies geschieht unter der Annahme, dass eine AVWS vorliegt, sobald zwei von drei Testergebnissen auffällig sind

Tabelle 18: Vierfeldertafel - Imitation von Sätzen

| a) Alter Cut-Off- Wert | AVWS | Non- AVWS | b) Neuer Cut-Off- Wert | AVWS | Non- AVWS |
|-----------------------------------|------|--------------|-----------------------------------|------|--------------|
| Positives Testergebnis | 25 | 0 | Positives Testergebnis | 30 | 0 |
| Negatives Testergebnis | 8 | 48 | Negatives Testergebnis | 3 | 48 |

Durch die bisherigen Cut-Off-Werte des Tests *Imitation von Sätzen* (Tab. 18 a) werden 25 von den 33 ursprünglich erkrankten Kinder korrekt zugeordnet (Sensitivität = 0,76). Die restlichen 8 AVWS-Kinder haben in diesem Test jedoch trotz ihrer Erkrankung ein negatives Testergebnis. Von den gesunden Kindern hatten bei dem Test *Imitation von Sätzen* alle 48 ein negatives Testergebnis (Spezifität = 1), falsch positiv wird hier niemand eingestuft.

Unter Verwendung des neuen Cut-Off-Werts (auffällig $\leq 21,5$) hätten 30 AVWS-Patienten ein positives Testergebnis (Sensitivität = 0,91) und nur 3 würden falsch negativ zugeordnet werden. Auch hier würden alle gesunden Kinder auch als gesund erkannt.

Tabelle 19: Vierfeldertafel - Mottier-Test

| a) Alter Cut-Off-Wert | AVWS | Non-AVWS | b) Neuer Cut-Off-Wert | AVWS | Non-AVWS |
|------------------------|------|----------|------------------------|------|----------|
| Positives Testergebnis | 29 | 3 | Positives Testergebnis | 32 | 6 |
| Negatives Testergebnis | 4 | 45 | Negatives Testergebnis | 1 | 42 |

Verwendet man den *Mottier-Test* unter Berücksichtigung der alten Cut-Off-Werte und prüft, wie gut die getesteten Kinder durch diesen der richtigen Diagnosegruppe zugeordnet werden, so ergibt sich folgendes Ergebnis: Richtig positiv werden 29 Kinder eingestuft, falsch negativ 4 (Sensitivität = 0,879). Falsch positiv werden 3 von 48 Kindern klassifiziert und 45 der gesunden Kinder haben tatsächlich ein negatives Testergebnis (Spezifität = 0,938).

Mit dem neu errechneten Cut-Off-Wert (auffällig $\leq 18,5$) hätte nur ein krankes Kind ein falsch-negatives Testergebnis (Sensitivität = 0,969), dafür würden so 3 gesunde Kinder falsch-positiv eingestuft werden (Spezifität = 0,875).

Tabelle 20: Vierfeldertafel - Verstehen im Störgeräusch

| a) Alter Cut-Off-Wert | AVWS | Non-AVWS | b) Neuer Cut-Off-Wert | AVWS | Non-AVWS |
|------------------------|------|----------|------------------------|------|----------|
| Positives Testergebnis | 16 | 3 | Positives Testergebnis | 26 | 13 |
| Negatives Testergebnis | 17 | 45 | Negatives Testergebnis | 7 | 35 |

Wendet man den Test *Verstehen im Störgeräusch* mit dem bisherigen Cut-Off-Wert (auffällig $< 80\%$) auf die 81 bekannten Fälle an, so werden 16 Patienten richtig-positiv zugeordnet und 17 falsch-negativ (Sensitivität = 0,485). 3 der gesunden 48 Kinder werden falsch-positiv klassifiziert, 45 haben ein negatives Testergebnis (Spezifität = 0,938).

Legt man als Cut-Off-Wert 87,5 % fest, so würden immerhin 26 der erkrankten Kinder als krank erkannt und nur 7 würden als gesund gezählt (Sensitivität = 0,878). Dafür wären 13 der 48 gesunden Kinder falsch-positiv und nur 35 würden auch wirklich als gesund erkannt (Spezifität = 0,729).

Tabelle 21: Vierfeldertafel - Testkombination der Diskriminanzfunktion

| a) Alter Cut-Off- Wert | AVWS | Non- AVWS | b) Neuer Cut-Off- Wert | AVWS | Non- AVWS |
|------------------------------|------|--------------|------------------------------|------|--------------|
| Positives Testergebnis | 28 | 0 | Positives Testergebnis | 33 | 0 |
| Negatives Testergebnis | 5 | 48 | Negatives Testergebnis | 0 | 48 |

Unter Berücksichtigung der alten Cut-Off-Werte werden unter der Prämisse, dass die Diagnose „AVWS“ gestellt wird, sobald bei einem Kind mindestens zwei auffällige Testergebnisse vorliegen, 28 AVWS-Kinder richtig-positiv zugeordnet (Sensitivität = 0,848). 5 Kinder haben trotz Erkrankung ein negatives Testergebnis. Alle der 48 gesunden Kindern werden so jedoch als richtig-negativ klassifiziert.

Verwendet man die neuen Cut-Off-Werte, um einen Test als auffällig oder unauffällig zu werten, so ergibt sich sowohl für die Sensitivität als auch die Spezifität jeweils ein Wert von 1. Das bedeutet, dass bei allen Kindern, die an einer AVWS erkrankt sind, diese durch eine Testkombination der drei verwendeten Tests auch tatsächlich diagnostiziert würde. Alle gesunden Kinder hingegen würden so auch als gesund erkannt.

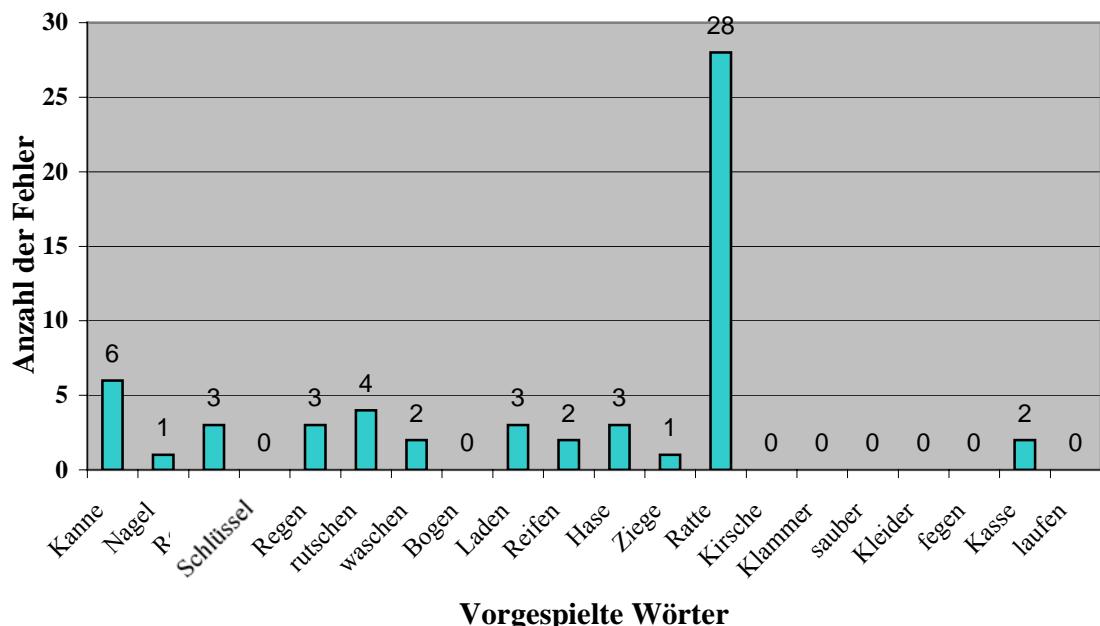
5.10 Qualitative der Auswertung der Ergebnisse der Kontrollgruppe

Bei folgenden klinischen Tests ergab die Auswertung der Kontrollgruppe einige qualitative Auffälligkeiten: beim *Hannoverschen Binauralen Summationstest*, beim *Heidelberger Lautdifferenzierungstest 1A* und *1 B*, bei *MAUS A* sowie bei *MAUS C*. Bei den übrigen diagnostischen Tests gab es dagegen keine erwähnenswerten Häufungen einzelner Fehler bei den Kindern der Kontrollgruppe.

5.10.1 Hannoverscher Binauraler Summationstest

Beim *Hannoverschen Binaraulen Summationstest* werden den Kindern über Kopfhörer zwanzig Wörter vorgespielt, die sie korrekt wiederholen müssen (siehe Kap. 4.4.8). Ab drei falschen Wörtern gilt der Test als auffällig. In der Kontrollgruppe traten folgende Fehler auffällig oft auf, wobei der Test insgesamt bei keinem der Kinder positiv ausgefallen ist:

Diagramm 7: Binauraler Summationstest - Häufigkeitsverteilung der Fehler



Das Wort „*Ratte*“ wurde von 28 von 48 Kindern (58,3 %) falsch nachgesprochen. Der zweithäufigste Fehler wurde beim Wort „*Kanne*“ gemacht, welches 6 Kinder (12,5 %) nicht korrekt wiederholten (vgl. Diagramm 7).

Von den 28 Kindern, die das Wort „Ratte“ missverstanden, hörten 20 (71,4 %) stattdessen nur „Atte“, vier „Watte“, drei „Matte“ und ein Kind das Wort „Batte“ (vgl. Diagramme 8 & 9).

Diagramm 8:
Binauraler Summationstest –
Wort: Ratte

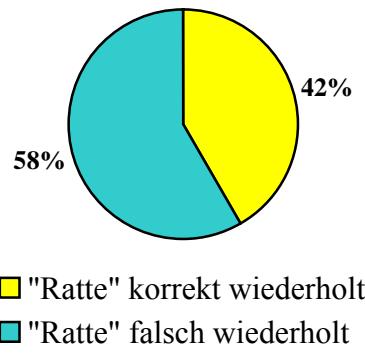
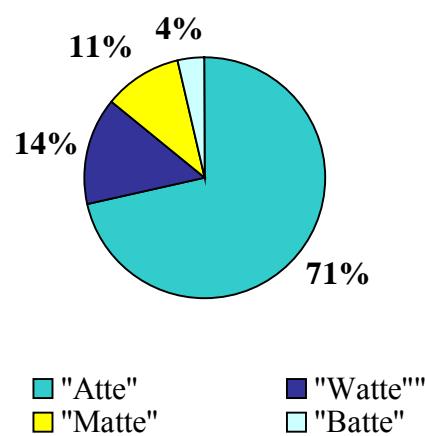


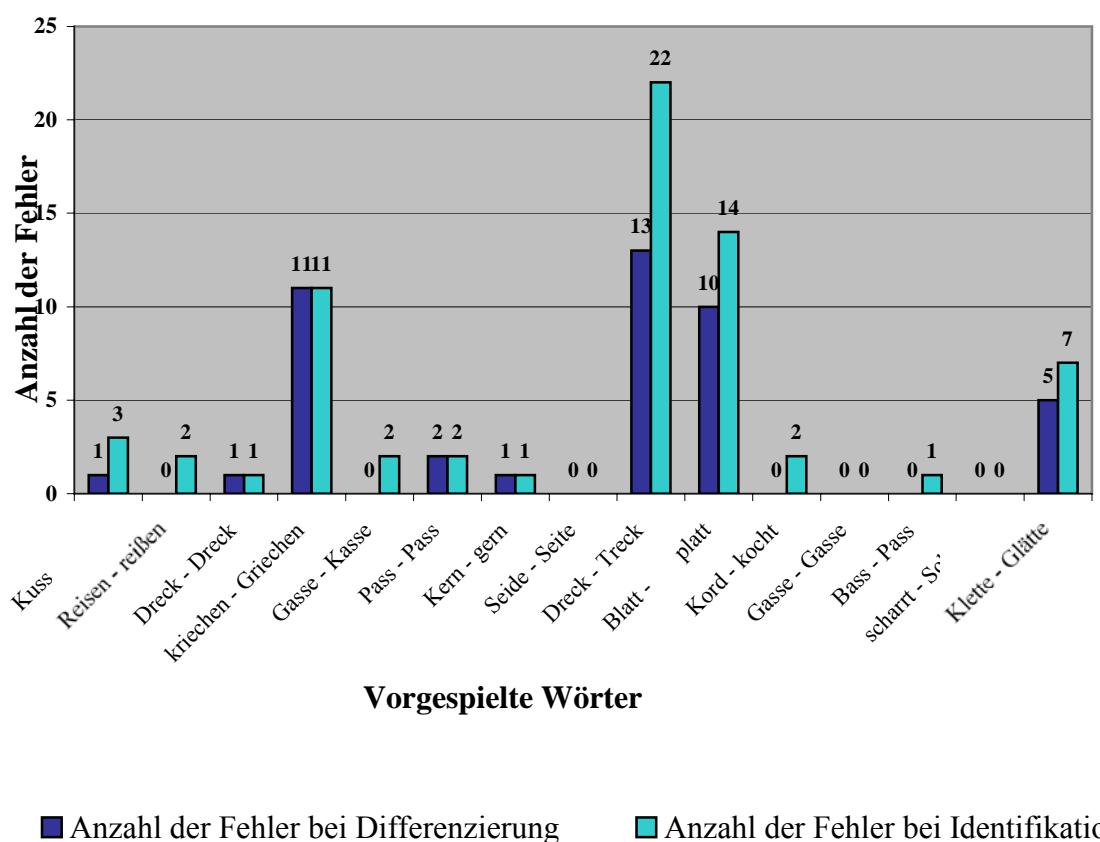
Diagramm 9:
Binauraler Summationstest - Nachgesprochene Wörter



5.10.2 Heidelberger Lautdifferenzierungstest – Untertest 1 A

Beim *Heidelberger Lautdifferenzierungstest 1 A* werden jedem Kind 15 Wortpaare vorgespielt, die jeweils richtig differenziert und wiederholt werden müssen (siehe Kap. 4.4.6). Auffällig bei der Auswertung der Ergebniswerte der Kontrollgruppe war, dass bei den folgenden Aufgaben sehr viel häufiger Fehler auftraten als bei den übrigen Begriffen:

Diagramm 10: HLAD 1A - Häufigkeitsverteilung der Fehler

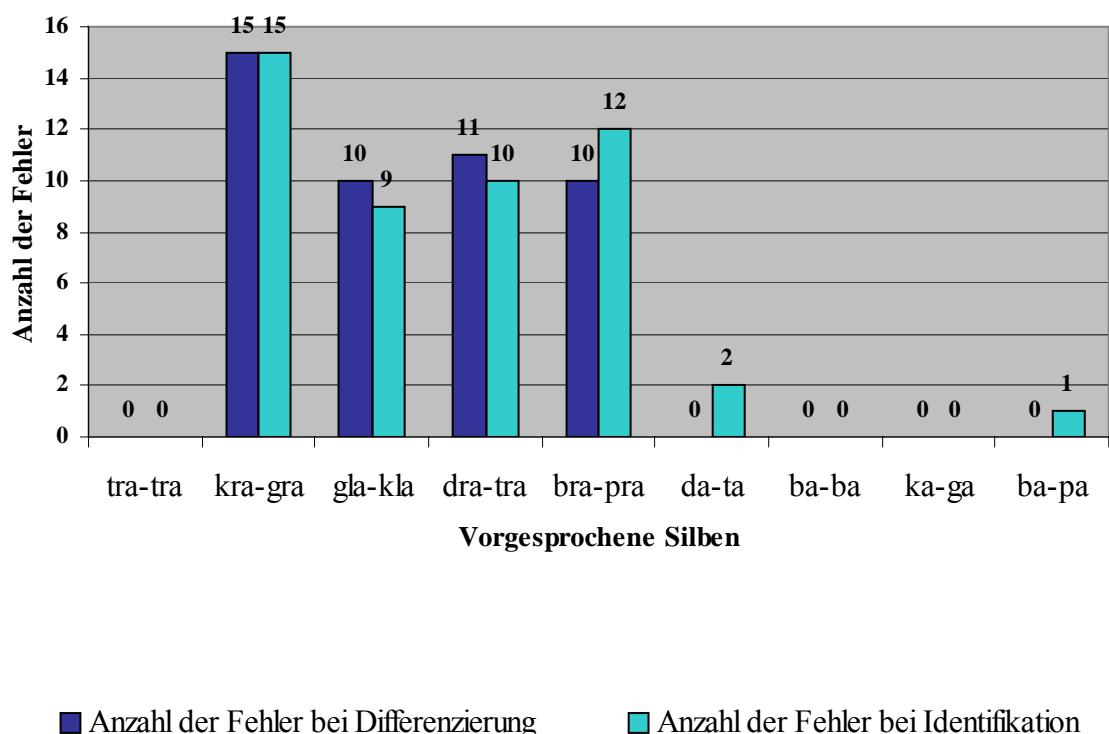


Von den 48 Kindern der Kontrollgruppe konnten 18 (37,5 %) das Wortpaar „*Dreck – Treck*“ nicht korrekt differenzieren und 22 (45,8 %) konnten es nicht fehlerfrei wiederholen. „*Kriechen – Griechen*“ wurde von 11 Kindern (22,9 %) sowohl falsch differenziert als auch identifiziert. 10 Kinder (20,8 %) konnten die Begriffe „*Blatt – platt*“ nicht differenzieren und 14 (29,3 %) hatten Probleme bei der Wiederholung. Zum Vergleich: Bei allen anderen Begriffspaaren machten jeweils weniger als 6 der 48 gesunden Kinder Fehler bei der Differenzierung und höchstens 7 bei der Identifikation.

5.10.3 Heidelberger Lautdifferenzierungstest – Untertest 1 B

Beim *Heidelberger Lautdifferenzierungstest 1 B* hatten die Kinder die Aufgabe, die über Kopfhörer abgespielten Silbenpaare korrekt zu differenzieren und nachzusprechen (vgl. Kap. 4.4.6). Auffällig bei der Auswertung der Ergebnisse der Kontrollgruppe war folgende Fehlerverteilung:

Diagramm 11: HLAD 1B - Häufigkeitsverteilung der Fehler

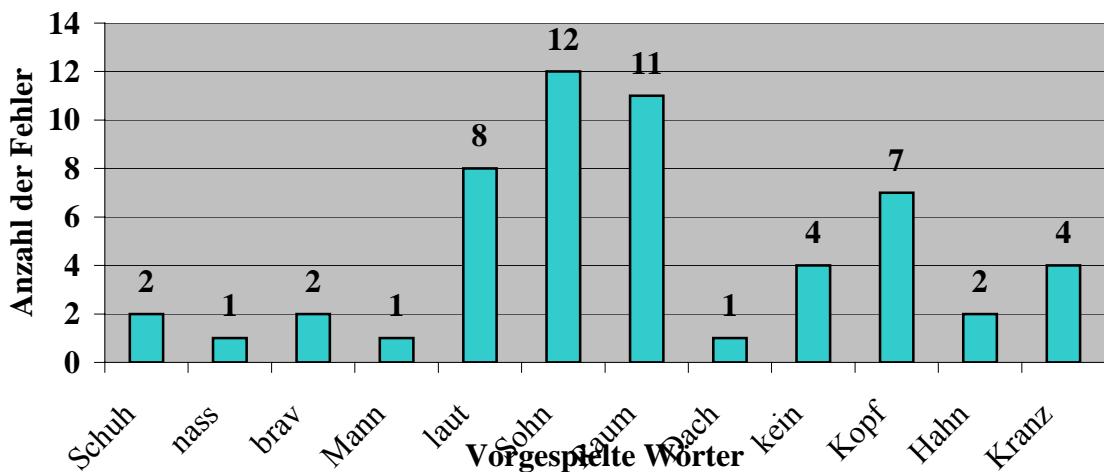


Bei den folgenden vier Silbenpaaren hatten die Kinder vermehrt Probleme sowohl bei der Differenzierung als auch bei der Wiederholung: „*kra – gra*“ wurde von 15 der 48 Kinder (31 %) falsch differenziert und von 14 (29,2 %) falsch wiederholt. 11 Kinder (22,9 %) machten Fehler bei der Differenzierung von „*dra – tra*“ und jeweils 10 (20,8 %) bei „*bra – pra*“ und „*gla – kla*“. 12 Kinder (25 %) wiederholten das Silbenpaar „*bra – pra*“ nicht korrekt, 10 (20,8 %) „*dra – tra*“ nicht und 9 Kinder (18,8 %) sprachen „*gla – kla*“ nicht ohne Fehler nach.

5.10.4 MAUS B

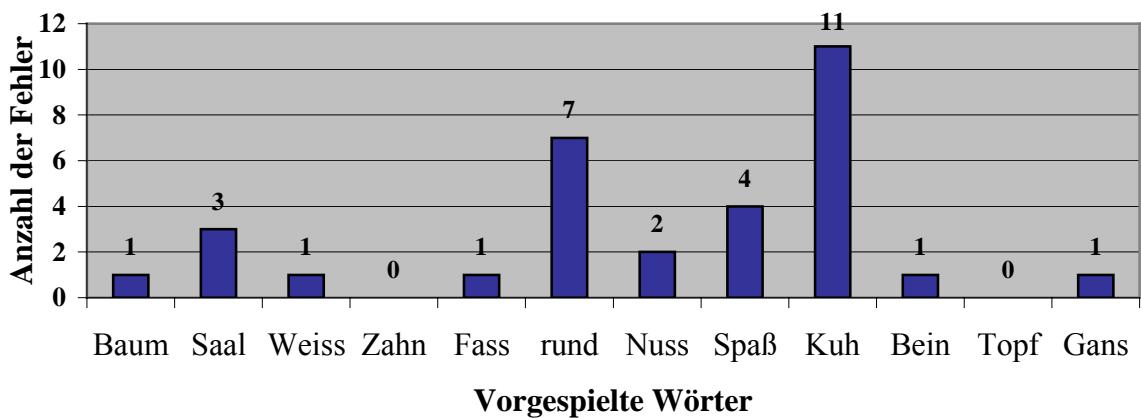
Beim *MAUS B* aus dem *Münchener auditiven Screening Test* werden den Kindern auf jedem Ohr über Kopfhörer jeweils 12 Wörter vorgespielt, die wiederholt werden müssen (vgl. Kap. 4.4.4). Hier fielen folgende Fehler besonders auf:

Diagramm 12: MAUS B/ rechtes Ohr - Häufigkeitsverteilung der Fehler



Beim Testen des rechten Ohres haben von den 48 Kindern der Kontrollgruppe 12 (25 %) das Wort „*Sohn*“ nicht richtig verstanden. 11 Kinder (22,9 %) konnten das Wort „*Raum*“, 8 (16,6 %) „*laut*“ und 7 (14,6 %) den Begriff „*Kopf*“ nicht korrekt wiederholen. Alle weiteren Begriffe, die auf dem rechten Ohr zu hören waren, wurden maximal von vier Kindern der Kontrollgruppe falsch identifiziert.

Diagramm 13 : MAUS B/ linkes Ohr - Häufigkeitsverteilung der Fehler

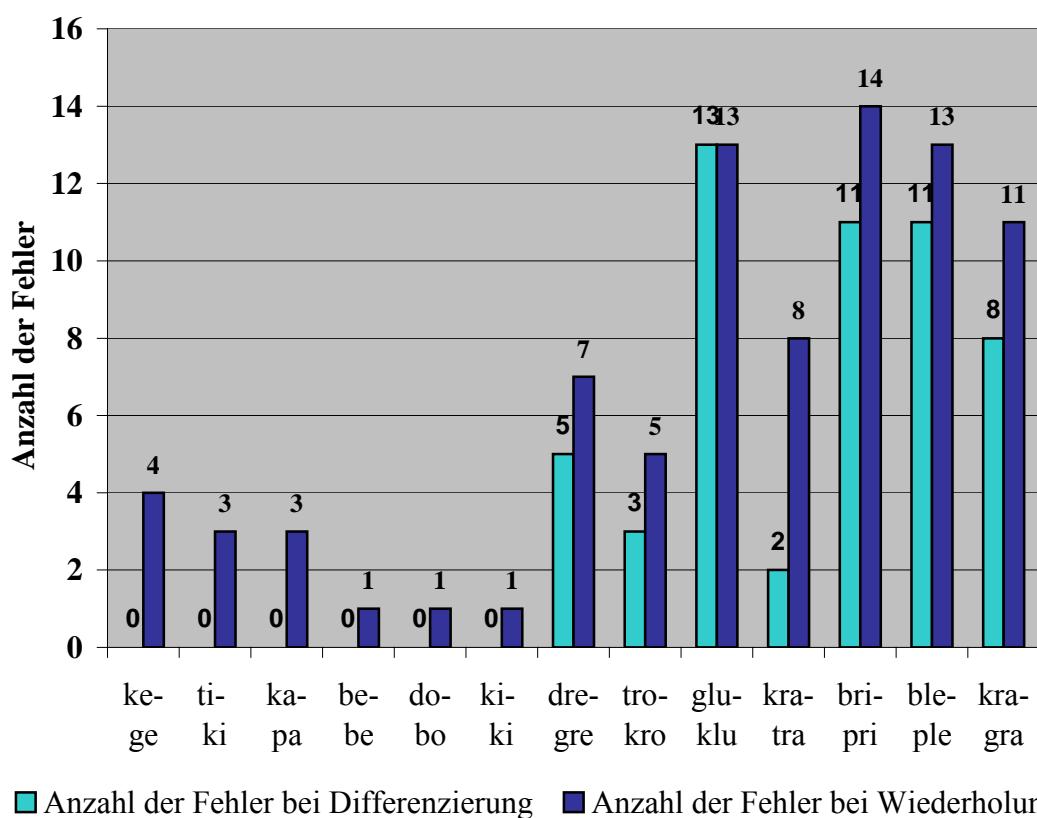


Beim Testen des linken Ohres fiel bei den Kindern der Kontrollgruppe Folgendes auf: Von den 12 Wörtern, die den Zweitklässlern jeweils auf dem linken Ohr vorgespielt wurden, traten folgende Fehler am häufigsten auf: das Wort „Kuh“ wurde von 11 Kindern (22,9 %) falsch wiederholt, gefolgt von dem Begriff „rund“ (7 Kinder, 14,6 %). Die 10 übrigen Begriffe wurden jeweils höchstens von 4 Kindern falsch nachgesprochen.

5.10.5 MAUS C

Beim Untertest *MAUS C* aus dem *Münchener auditiven Screening Test* musste jedes Kind 22 Silbenpaare, die über Kopfhörer vorgespielt wurden, erst korrekt differenzieren und anschließend wiederholen (vgl. Kap. 4.4.5). Folgende Fehler traten vermehrt auf:

Diagramm 14: MAUS C - Häufigkeitsverteilung der Fehler



Die meisten Schwierigkeiten hatte die Kontrollgruppe mit den Silbenpaaren „*glu – klu*“, „*bri – pri*“, „*ble – ple*“ und „*kra – gra*“. Alle übrigen Silbenpaare dieses klinischen Tests konnten von allen Kindern der Kontrollgruppe sowohl fehlerfrei differenziert als auch nachgesprochen werden.

6 Diskussion

6.1 Beurteilung der Stichprobe

Bevor die Ergebnisse dieser Arbeit inhaltlich diskutiert werden, sollte man kritisch überprüfen, wie repräsentativ die Stichprobe ist, um mögliche Störfaktoren oder Selektionskriterien, die theoretisch zu einer Verfälschung der Ergebnisse geführt haben könnten, zu eruieren.

Alle Kinder der Kontrollgruppe, die an unserer Studie teilgenommen haben, besuchten zum Zeitpunkt der Untersuchung die zweite Klasse einer staatlichen Münchner Grundschule. Kinder aus Förder- oder Sonderschulen wurden für unsere Untersuchungen nicht rekrutiert, sodass unsere Studie nur für anamnestisch gesunde und unauffällige Kinder gilt.

Die Tatsache, dass es sich bei allen Grundschulen, die sich bereit erklärt haben unsere Studie zu unterstützen, um Einrichtungen aus einem bestimmten Stadtteil Münchens handelt, muss ebenfalls beachtet werden. Demzufolge wird nur die städtische Bevölkerung beschrieben, streng genommen vor allem die gehobene Mittelschicht.

Unter den folgenden Annahmen, dass sich erstens das Unterrichtsniveau der einzelnen Grundschulen in den ersten beiden Klassenstufen noch nicht allzu sehr unterscheidet, dass es sich zweitens bei keinem unserer klinischen Tests um „allgemeinbildungsbabhängige“ Tests handelt, und drittens, dass ein niedriger Bildungsstand der Eltern kein Ausschlusskriterium war, dürfte dies somit kein wirkliches Selektionskriterium für unsere Ergebnisse darstellen.

Anzumerken ist jedoch, dass durch die Elternbriefe sowie durch die beigefügten Anmeldeformulare bereits einige Ausschluss- und somit Selektionskriterien von uns vorgegeben waren (vgl. Anhang Nr. 5 und Nr. 6). Beispielsweise durften Kinder mit Sprach- oder Hörstörungen, peripheren Hörschäden oder unterdurchschnittlichen Deutschnoten nicht an unserer Studie teilnehmen. Somit ergibt sich eine leichte Verzerrung der Stichprobe in Richtung Ideallnorm.

Vergleicht man die Kontrollgruppe mit der klinischen Gruppe, so fällt auf, dass Gruppenunterschiede bestehen. Zum einen besteht die Kontrollgruppe aus 48 Zweitklässlern, die klinische Gruppe dagegen nur aus 33 Kindern. Zum anderen sind

in der Kontrollgruppe 50 % Jungen und 50 % Mädchen und zur klinischen Gruppe zählen 25 Jungen und 8 Mädchen. Demnach stimmen weder die Fallzahlen noch die Häufigkeitsverteilungen in den beiden Gruppen miteinander überein.

Bezieht man sich jedoch auf eine ähnliche Studie, die Nickisch 2006 und 2007 [4] durchführte, kann man davon ausgehen, dass die Ergebniswerte der einzelnen klinischen Tests nicht geschlechtsabhängig sind und in fast keinem klinischen Test das Ergebnis geschlechtsspezifisch ist. So dürfte es trotz allem zu keiner signifikanten Verfälschung der berechneten Ergebniswerte führen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ausgehend von einer Durchschnittsnorm bei unserer Studie durch die Stichprobenselektion tendenziell eine leichte Verschiebung in Richtung Idealnorm besteht. Die einzelnen Ergebnisse haben demnach streng genommen eher Gültigkeit für eine solche Idealnorm. Trotz allem scheint eine Verallgemeinerung der auf der Grundlage dieser Daten gewonnenen Ergebnisse durchaus legitim.

6.2 Beurteilung der Durchführung der klinischen Tests

Die Testungen der einzelnen Kinder der Patientengruppe führten teilweise unterschiedliche Personen durch. Die Kinder der Kontrollgruppe wurden alle von mir selbst getestet. Die mündliche Vorgabe der Wörter oder Silben erfolgte jedoch nur, wenn kein Testmaterial auf Tonträger verfügbar war. Bei der Mehrzahl der Tests wurden die Testmaterialien jedoch von CD abgespielt (vgl. Kap. 4.4).

Da jedoch alle Prüfer aus dem Kinderzentrum München stammen und sich somit alle an die gleichen Anleitungen und Richtlinien für die Testungen halten, ist davon auszugehen, dass keine Differenzen in der Durchführung der Testungen bestehen. Unterstützt wird diese These auch durch die Tatsache, dass die Auswertungen der einzelnen klinischen Tests mit denen einer vorangegangen Studie von Nickisch und Kiese-Himmel aus dem Jahre 2007 korrelieren [4].

6.3 Beurteilung der statistischen Auswertung

Da unsere Daten keiner Vollerhebung entstammen, sondern es sich nur um eine Teilerhebung von Daten handelt, wurde zu Beginn der statistischen Auswertung

unserer Studie anhand des Chi-Quadrat-Tests überprüft, ob die wichtigsten Charakteristika der Kontrollgruppe der Patientengruppen entsprechen. Auch wenn minimale Unterschiede in der Geschlechterverteilung und im mittleren Alter der beiden Gruppen bestehen, lassen sich in Anbetracht der Tatsache, dass alle Schüler zum Zeitpunkt der Untersuchung die zweite Klassenstufe besuchten, die beiden Gruppen dennoch miteinander vergleichen.

Zur Überprüfung, welche der Testergebnisse normalverteilt sind, wurde vom Kolmogorow-Smirnov-Test Gebrauch gemacht. Da dieser auch für kleine Stichproben zulässig ist, ist das Ergebnis dieses Tests für die weiteren Berechnungen zulässig.

Um zu prüfen, ob sich die Mediane der einzelnen Testergebnisse beider Diagnosegruppen signifikant unterscheiden, wurden alle der zu untersuchenden Variablen dem nicht-parametrischen Mann-Whitney-U-Test zum Vergleich von unabhängigen Stichproben unterzogen. Da das α -Niveau durch Bonferroni-Korrektur angepasst wurde, sind die durchgehend signifikanten Ergebnisse der Medianvergleiche ebenfalls verwertbar.

Um die linearen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Testergebnissen untereinander zu analysieren, wurden die Korrelationen nach Spearman (entspricht rho) berechnet. Auch hier sind nach Bonferroni-Korrektur alle Ergebnisse signifikant und können zweifellos für die Interpretation verwendet werden.

Eines der Ziele dieser Studie war es, die aktuellen Ergebnisse mit einer ähnlichen, vorangegangen Untersuchung des Münchener Kinderzentrums [4] zu vergleichen. Daher wurde hier - analog zu jener Studie - eine schrittweise Diskriminanzanalyse durchgeführt, um herauszufinden, ob bzw. mit welchen Tests man Kinder korrekt in die beiden Diagnosegruppen AVWS versus Non-AVWS einteilen kann. Durch eine anschließende Kreuzvalidierung wurde diese Signifikanz bestätigt.

Die Diskriminanzanalyse beantwortet die Frage, inwieweit die Testverfahren zwischen Kranken und Gesunden überhaupt signifikant "diskriminieren". Dies ist für mehrere der verwendeten Tests mit Ja zu beantworten. Die Forschungsfrage lautet allerdings, inwieweit sich eine möglichst optimale Kombination von Tests finden lässt, die hinreichend zwischen Kranken und Gesunden unterscheidet. Hierfür wird bei der Diskriminanzanalyse nun eine Art Variablenelektion durchgeführt. Diese nimmt den am besten diskriminierenden Test zuerst in die Diskriminanzfunktion auf.

Dann werden nach einem zuvor festgelegten Kriterium solange Tests hinzugefügt, bis die verbleibenden Tests das Kriterium nicht mehr erfüllen. Es wird nicht sichergestellt, dass die verwendeten Tests signifikant besser sind als die verbleibenden Tests. Die Güte der Tests wird nicht direkt miteinander verglichen. Es bleibt lediglich festzustellen, dass die drei ausgewählten Tests bei der eher kleinen Stichprobe ein wenig besser diskriminieren als die verbleibenden zwölf.

Um also die Frage zu klären, wie gut die Kombination der drei durch die Diskriminanzanalyse ermittelten Tests wirklich diskriminiert, wurde daher für die drei Tests einzeln sowie für diese zusammen anschließend Sensitivität und Spezifität berechnet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ergebnisse der statistischen Auswertung trotz einer eher kleinen Fallzahl der beiden Testgruppen durchgehend signifikant sind und somit ausnahmslos für die Bewertung der Studie herangezogen werden können.

6.4 Beurteilung der qualitativen Auswertung

Bei den Auswertungen des *Hannoverschen Binauralen Summationstests*, des *Heidelberger Lautdifferenzierungstests I A*, des *Heidelberger Lautdifferenzierungstests I B* als auch bei den beiden *Untertests B und C* aus dem *Münchener Auditiven Screening Test* fiel auf, dass einige Fehler, die von den Kindern der Kontrollgruppe gemacht wurden, gehäuft auftraten (vgl. Kap. 5.10). Da die Daten der qualitativen Auswertung der klinischen Gruppe jedoch nicht verfügbar waren, kann man diese nicht miteinander vergleichen.

Interessant wäre beispielsweise, warum beim *Hannoverschen Binauralen Summationstest* das Wort „Ratte“ von mehr als jedem zweiten gesunden Kind der Kontrollgruppe falsch verstanden und von über 40 % als „Atte“ identifiziert wurde (vgl. Kap. 5.10.1). Aufschlussreich wäre ein Vergleich mit Kindern, die nicht aus Bayern stammen, um zu überprüfen, ob es in Bundesländern, in denen das „r“ nicht so stark betont wird wie in München, genau so viele Kinder nur „Atte“ verstehen. Die Stimme der diesem Test zugehörigen CD spricht alle Wörter mit einem hochdeutschen Akzent aus, sodass das „r“ nicht so deutlich hörbar ist wie es die Münchener Kinder gewöhnt sein könnten.

Bei den beiden Untertests des *Heidelberger Lautdifferenzierungstest* fällt auf, dass bestimmte Silbenpaare relativ häufig falsch verstanden wurden, die restlichen Paare dagegen für fast kein Kind missverständlich waren (vgl. Kap. 5.10.2 und 5.10.3). Beim Untertest 1A waren es die drei Paare „*kriechen – Griechen*“, „*Dreck – Treck*“ und „*Blatt – Platt*“, beim Untertest 1B die vier folgenden Silbenpaare: „*kra – gra*“, „*dra – tra*“, „*bra – pra*“ und „*gla – kla*“.

Demzufolge stellen sich die Fragen, ob eine Differenzierung bzw. Identifikation dieser bestimmten Silbenpaare für Kinder in der zweiten Klassenstufe doch zu schwierig ist und inwiefern man diese Erkenntnis in die Auswertungen von zukünftigen Patientenergebnissen miteinbeziehen sollte.

Trotz fehlender Vergleiche mit den Fehlern der klinischen Gruppe oder Kindern aus anderen Bundesländern sollte diese qualitative Auswertung der klinischen Tests durchaus Anreiz zum Nachdenken bei der Auswertung zukünftiger Testergebnisse geben.

6.5 Beurteilung der durch die Diskriminanzanalyse ermittelte Testkombination

Zu der von uns durch die Diskriminanzanalyse ermittelte Testkombination gehören folgende drei Tests: Der Subtest *Imitation von Sätzen* aus dem *Heidelberger Sprachentwicklungstest*, der *Mottier-Test* aus dem *Zürcher Lesetest* sowie *Sprachverstehen im Störgeräusch*.

Jeder dieser drei Tests prüft jeweils eine andere Teilleistungsstörung der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung. Der *Mottier-Test* prüft die Fähigkeit der auditiven Sequenzierung sowie die Hörmerkspanne der Kinder (vgl. Kap. 3.3.1). Durch den Subtest *Imitation von Sätzen* dagegen lässt sich eine Aussage über die grammatisch-syntaktischen Fähigkeiten einschließlich des Kurzzeitgedächtnisses der Testpersonen treffen (vgl. Kap. 4.4.12) und der Test *Verstehen im Störgeräusch* untersucht die Fähigkeit der Kinder zur auditiven Selektion (vgl. Kap. 4.4.2).

Beim *Mottier-Test* sowie bei *Sprachverstehen im Störgeräusch* handelt es sich interessanterweise um zwei sprachlich-auditive Tests, die komplexere Verarbeitungsmechanismen verlangen als die nonverbale auditive Verarbeitung [4].

Da durch diese Testkombination mehrere unterschiedliche Teilleistungsbereiche geprüft werden, kann man davon ausgehen, dass die große Mehrheit der Kinder, die von einer auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung betroffen sind, durch diese drei Tests tatsächlich richtig klassifiziert werden. Wären drei diagnostische Verfahren ermittelt worden, zwischen denen ein Kausalzusammenhang besteht, weil beispielsweise alle auf unterschiedliche Weise die auditive Selektion testen, wäre die Chance, dass mehr gesunde Kinder falsch-negativ eingestuft werden würden, sehr viel höher, da nicht bei allen an AVWS erkrankten Kindern diese Teilleistungsstörung vorliegen muss (vgl. Kap. 2.4).

Diese These wird durch die Ergebnisse der Kreuzvalidierung unterstützt, da bei der Anwendung unserer Diskriminanzfunktion sowohl 98,8 % der ursprünglich gruppierten Fälle als auch 98,8 % der kreuzvalidierten gruppierten Fälle richtig zugeordnet wurden (vgl. Kap. 5.7).

6.6 Vergleich der Ergebnisse mit vorangegangenen Studien

Vergleicht man die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit denen vorangegangener Studien, so lassen sich die Erkenntnisse durchaus miteinander vereinbaren.

In einer analog durchgeführten Studie von Nickisch und Kiesel-Himmel „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen 8- bis 10-jähriger: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern?“ [4] erwiesen sich ebenfalls drei Prüfverfahren als statistisch signifikant. Neben dem *Mottier-Test* und *Sprachverständnis im Störgeräusch* wurde hier anstatt *Imitation von Sätzen* der Subtest *Phonemdifferenzierung* aus dem *Heidelberger Lautdifferenzierungstest* als dritte Variable in die Diskriminanzfunktion aufgenommen. Durch die aus diesen drei Verfahren abgeleitete Diskriminanzfunktion wurden 94,1 % der Kinder richtig klassifiziert, nach Kreuzvalidierung lag die korrekte Gruppenzuordnung immer noch bei 90 %. Bei einer insignifikant kleineren Teilnehmerzahl an Kindern in unserer Studie ($n = 81$ vs. $n = 89$) gelang die korrekte Gruppenzuordnung anhand unserer Diskriminanzfunktion mit 98,8 % noch etwas besser.

Zur Beurteilung unserer Ergebnisse kann man ebenfalls die Studie von Kiesel-Himmel „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen im Kindesalter: eine Schimäre- oder fehlen uns klinisch nützliche Verfahren zur

Diagnosesicherung?“ [28] heranziehen, die sich mit der selben Fragestellung beschäftigt. Kiese-Himmel analysiert allerdings nur psychometrische Testverfahren und lässt die pädaudiometrischen Tests außen vor. Die Diskriminanzfunktion dieser Studie ermittelte nur zwei diagnostische Verfahren: ebenfalls den *Mottier-Test* und analog zu unserer Studie den Subtest *Imitation von Sätzen*. Die korrekte Zuordnung der Fälle gemäß der Diskriminanzfunktion gelang hier aber nur zu 80 % und liegt somit deutlich unter den Erfolgsquoten von Nickisch (90 %) sowie von der vorliegenden Studie (98,8 %). Diese Differenz zwischen den Ergebnissen lässt sich jedoch durchaus plausibel damit erklären, dass Kiese-Himmels Testkombination als einzige nur zwei diagnostische Verfahren beinhaltet und somit weniger Teilbereiche der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung geprüft werden als bei Nickisch und Kiese-Himmel [4] sowie der vorliegenden Studie (vgl. Kap. 6.5).

Durch die Vergleiche unserer Erkenntnisse mit denen aus vorherigen Studien ist die Schlussfolgerung durchaus berechtigt, dass der *Mottier-Test*, der in allen drei Studien in der Diskriminanzfunktion enthalten ist, ein äußerst wichtiges diagnostisches Verfahren zur auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung darstellt. Die Tatsache, dass die beiden anderen klinischen Tests unserer Diskriminanzfunktion jeweils ebenfalls in einer weiteren Studie ermittelt wurden (*Imitation von Sätzen* bei Kiese-Himmel, *Verstehen im Störgeräusch* bei Nickisch und Kiese-Himmel [4]), zeigt, dass auch diese Tests berechtigterweise einen hohen Stellenwert in der Diagnostik dieses Krankheitsbilds haben.

Da Nickisch und Kiese-Himmel [4] ausschließlich Dritt- und Viertklässler untersuchten, während an der vorliegenden Studie nur Zweitklässler teilnahmen, wäre es durchaus interessant zu überprüfen, ob sich während der Grundschulzeit bestimmte Teilleistungsfähigkeiten so entwickeln, dass man die diagnostischen Verfahren noch mehr an die genaue Entwicklungsstufe der Kinder anpassen muss als bisher gedacht. Möglicherweise spielt das genaue Schuljahr der Kinder doch eine größere Rolle als das genaue Lebensalter in Monaten.

6.7 Beurteilung der Anwendbarkeit der Ergebnisse

Die Ergebnisse der gegenwärtigen Studie geben durchaus Beweggrund, erste praktische Konsequenzen für den klinischen Alltag zu ziehen. Augenscheinlich

reicht zur ersten Beurteilung, ob bei einem Patienten eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung vorliegt, die Anwendung von den drei folgenden diagnostischen Tests aus: *Mottier-Test*, *Imitation von Sätzen* sowie *Sprachverstehen im Störgeräusch*, da so eine korrekte Gruppenzuordnung bei Inkaufnahme einer minimalen Fehlerwahrscheinlichkeit möglich ist. Bei einer fehlerlosen Gruppenzuordnung nach Kreuzvalidierung mit 98,8 % ist die Überlegung, diese zumindest bei Zweitklässlern zum „Goldstandard zur Diagnosesicherung“ für auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen zu machen, plausibel.

Bedenkt man jedoch, dass auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen recht unterschiedlich ausgeprägt sein können (vgl. Kap. 2.4) und die Therapie den jeweiligen Teilleistungsstörungen genauestens angepasst werden sollte (vgl. Kap. 2.5), ist es ratsam, im Anschluss an die Diagnosestellung bei Kindern, bei denen durch die oben genannte Testkombination die Diagnose AVWS gesichert wurde, anschließend alle weiteren Teilfunktionen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung einzeln durch die übrigen standardisierten Tests zu überprüfen. Nur so kann eine individuelle Therapie optimiert und den Kindern ein maximal problemloses Alltagsleben ermöglicht werden.

Eine mögliche periphere Hörstörung sowie eine Intelligenzminderung sollten vor der Testung auf AVWS oder zumindest bei einem positivem Testergebnis differenzialdiagnostisch dennoch ausgeschlossen werden.

6.8 Ausblick

Betrachtet man die Ergebnisse der vorliegenden Studie, so ist es absolut legitim, diese theoretischen Erkenntnisse in der Praxis umzusetzen. Beim Verdacht einer auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung erscheint es empfehlenswert als erste Maßnahmen zur Diagnosesicherung den Subtest *Imitation von Sätzen*, den *Mottier-Test* und das *Sprachverstehen im Störgeräusch* zu untersuchen.

Sinnvoll wäre es dennoch zu überprüfen, ob die drei ermittelten Diagnoseverfahren auch zur Diagnosesicherung bei Kindern anderer Alterstufen anwendbar sind oder ob sich in der Grundschulzeit die sprachlich-auditiven Fähigkeiten der Kinder mit jedem Schuljahr so stark ändern, dass die jeweiligen diagnostischen Verfahren dem Alter

und besonders der Klassenstufe noch genauer angepasst werden sollten als bislang gedacht.

Genauso sollte überlegt werden, ob man unterschiedliche Testversionen für Schüler in den verschiedenen Regionen Deutschlands erstellen sollte, um Verfälschungen des Testergebnisses, die schlicht darauf beruhen, dass diese einen anderen Sprachklang gewöhnt sind, einführen sollte (vgl. Kap. 5.10 und 6.4).

Zusätzlich sollte der Frage nachgegangen werden, ob diejenigen Wörter und Silben, die den gesunden Kindern beim *Hannoverschen Binauralen Summationstest*, beim *Heidelberger Lautdifferenzierungstest* und bei Teil B und C des *Münchner Auditiven Screening Tests (MAUS)* erhebliche Probleme bereitet haben (vgl. Kap. 5.10), zukünftig weniger stark in den Testauswertungen berücksichtigt werden oder zumindest bei Zweitklässlern gar ganz weggelassen werden sollten.

Da die Anzahl der Kinder mit auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen tendenziell steigt und eine frühzeitige Therapie bei AVWS-Kindern zu enormen Erfolgen führen kann, wäre auch die Möglichkeit, diese drei Tests zur Diagnosesicherung beispielsweise analog zur Vorschuluntersuchung standardmäßig einzuführen, erwägenswert. Mit weniger als 30 Minuten Testzeit und einem relativ geringen Kostenaufwand könnte man so die betroffenen Kinder früher erkennen und behandeln. Die Chance, eine AVWS eingangs fälschlicherweise als Lese-Rechtschreib-Schwäche, ADHS etc. zu diagnostizieren, würde erheblich minimiert werden.

7 Zusammenfassung

Ziel unserer Studie war es, herauszufinden, welche Tests zur Diagnostik von auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) auffällige Kinder von unauffälligen trennen. Bedeutend ist diese Studie, da es auf diesem Gebiet der Pädaudiologie, das zunehmend an Bedeutung gewinnt, nach wie vor keinen wirklichen „Goldstandard“ gibt.

Alle Kinder der zweiten Klassenstufe von vier ausgewählten Münchener Grundschulen wurden eingeladen, an der vorliegenden Studie teilzunehmen. Teilgenommen haben letztendlich 48 Kinder, bei denen zwischen April und Juni 2010 jeweils 19 diagnostische Tests zur AVWS im Rahmen der vorliegenden Promotionsarbeit durchgeführt wurden. Die Testergebnisse dieser Kinder (Kontrollgruppe) wurden mit den Daten von 33 Patienten des Münchener Kinderzentrums verglichen, bei denen durchweg eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung diagnostiziert wurde und die zum Zeitpunkt der Untersuchung ebenfalls die zweite Klasse einer Regelgrundschule besuchten.

Zur statistischen Analyse der Daten wurde mit dem Statistikprogramm SPSS, Microsoft Excel und Microsoft Word jeweils für die klinische Gruppe sowie für die Kontrollgruppe eine deskriptive Statistik mit Fallzahl, Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum erstellt. Mögliche Häufigkeitsunterschiede in den beiden Diagnosegruppen wurden durch den Chi-Quadrat-Test berücksichtigt. Anhand des Mann-Whitney-U-Tests wurde geprüft, ob signifikante Medianunterschiede zwischen den beiden Gruppen bestehen. Mit Ausnahme von *MAUS C* und drei *Patsy-Subtests* (*Tonhöhe, binaurale zeitliche Ordnungsschwelle, Geräuschlücken*) waren bei allen diagnostischen Tests signifikante Unterschiede zwischen den beiden Diagnosegruppen zu erkennen, wobei die Kinder der Kontrollgruppe jeweils die besseren durchschnittlichen Ergebniswerte erreichten. Dem Kolmogorow-Smirnov-Test, durch den die jeweiligen Ergebniswerte auf Normalverteilung überprüft wurden, folgte eine Korrelationsanalyse nach Spearman zwischen den einzelnen diagnostischen Tests. Bei allen statistischen Tests wurde der α - Fehlerwahrscheinlichkeit durch multiples Testen durch Anpassung des α -Niveaus durch Bonferroni-Korrektur entgegengewirkt, sodass die durchgehend signifikanten Testergebnisse ausnahmslos verwertbar sind. Eine schrittweise Diskriminanzanalyse, die durchgeführt wurde, um die Ergebnisse mit den Daten

anderer anerkannten Studien zu vergleichen, ergab, dass sich die folgenden drei Verfahren am besten zur Diagnosesicherung einer auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung eignen: der Subtest *Imitation von Sätzen* aus dem *Heidelberger Sprachentwicklungstest*, der *Mottier-Test* aus dem *Zürcher Lesetest* sowie als dritter Test *Sprachverstehen im Störgeräusch*. Mit einer anschließenden Kreuzvalidierung wurde berechnet, dass durch die ermittelte Testkombination letztendlich 98,8 % aller Kinder den beiden Diagnosegruppen AVWS vs. Non-AVWS korrekt zugeordnet werden können. Zur Beurteilung der Güte der einzelnen Testverfahren sowie der Testkombination wurden Sensitivität und Spezifität und der beste Cut-Off-Wert berechnet.

Als letzter Schritt wurde eine qualitative Auswertung der Ergebniswerte der Kinder der Kontrollgruppe durchgeführt, um herauszufinden, mit welchen einzelnen Testkomponenten, z.B. bestimmten Wörtern oder Silben, auch gesunde Kinder vermehrt Schwierigkeiten haben. Auch diese Analyse ergab wertvolle Erkenntnisse, die bei zukünftigen Testungen berücksichtigt werden sollten.

Die vorliegende Studie liefert äußerst zufriedenstellende Ergebnisse. Da ein individuelles Leistungsprofil eines Kindes für eine optimale Therapie unverzichtbar ist, sollte zwar weiterhin bei allen Kindern, bei denen die Diagnose AVWS gesichert ist, eine vollständige Diagnostik durch die bekannten standardisierten Verfahren durchgeführt werden. Nur so können alle Teilleistungsstörungen erkannt und optimal therapiert werden. Aufgrund der durchgehend signifikanten Ergebnisse der gegenwärtigen Studie erscheint zur Feststellung der Diagnose einer auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung die alleinige Anwendung des *Mottier-Tests*, des Subtests *Imitation von Sätzen* sowie des Tests *Sprachverstehen im Störgeräusch* jedoch völlig ausreichend.

Zur Bestätigung dieser Theorie sowie zur Untersuchung, ob diese Testkombination auch zur Diagnosesicherung einer AVWS für Schüler anderer Klassenstufen oder anderer Regionen Deutschlands geeignet ist, wären weitere Studien zu diesem Thema sicherlich sinnvoll. Zusätzlich sollte untersucht werden, inwieweit man die Wörter, die selbst den gesunden Kindern erhebliche Probleme bereitet haben, für zukünftige Testungen der Patienten weniger stark berücksichtigt.

Ein Aufwand für weitere Studien in Hinblick auf die Diagnostik der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung wäre sicherlich lohnend, da dieses Thema auch in Zukunft weiterhin an Bedeutung gewinnen wird.

Literaturverzeichnis

- [1] ASHA: American Speech-Language-Hearing Association (1996): Task Force on Central Auditory Processing Consensus Development. Clinical Focus Grand Rounds. *American Journal of Audiology*, 5, 41-54
- [2] Nickisch, A., Gross, M., Schönweiler, R., Uttenweiler, V., am Zehnhoff-Dinnesen, A.G., Berger, R., Radü, H. J., Ptok, M. (2007): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen, Konsensus-Statement der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie; *HNO* 2007; 55: 61 - 72
- [3] Nickisch, A., Heber, D., Burger-Gartner, J. (2010): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) bei Schulkindern. Diagnose und Therapie. 3.; erweiterte und überarbeitete Auflage. Verlag modernes lernen, Dormund.
- [4] Nickisch, A., Kiese-Himmel,C. (2009): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen 8- bis 10-jähriger: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern? *Laryngo-Rhino-Otol* 2009; 88: 469-476.
- [5] Chermak GD., Musiek F. (1997): Central auditory processing disorders. New perspectives. San Diego, London. Singular Publishing Group Inc. 1997.
- [6] Ptok, M., Berger, R., von Deuster, Ch., Gross, M., Lamprecht – Dinnesen, A., Nickisch, A., Radü, H.-J., Uttenweiler, V. (2000): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen – Konsensus – Statement. *HNO*, 48, 357 – 360.
- [7] Heuckmann Ch, Nickisch A (2003) Normierung des Anamnesebogens zur Erfassung Auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungstörungen (AVWS). In: Gross M, Kruse E (Hrsg.) Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte 2003/2004, Band 11, Videel-Verlag, Niebüll, 296-299.
Online Version: www.egms.de/en/meetings/dgpp2003/03dgpp093.shtml
- [8] Leuprendeur, A., Weikert, M., Fuhrmann, J., Schaller, P. (2006): Diagnostik der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Ein pragmatisches Konzept aus der phoniatriisch-logopädischen Praxis. L.O.G.O.S interdisziplinär 14/ 2, 113- 121.

- [9] Breitenbach, E. (1995): Material zur Diagnose und Therapie auditiver Wahrnehmungsstörungen. CityDruck GmbH. Würzburg.
- [10] Warnke, F. (2000): Sprachauffälligkeiten: nur ein Automatisierungsdefizit? L.O.G.O.S. Interdisziplinär 8/1, 43-51.
- [11] Uttenweiler, V. (1996): Diagnostik zentraler Hörstörungen, auditive Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstörungen. Stimme Sprache Gehör 20, 80-90.
- [12] Löwe, A. (1991): Hörerziehung für hörgeschädigte Kinder. Schindele. Heidelberg.
- [13] Mrowinski, D., Scholz, G., (2006): Audiometrie. Eine Anleitung für die praktische Hörprüfung. Thieme Verlag. Stuttgart.
- [14] Matzker, J. (1958): Ein binauraler Hörsynthesetest zum Nachweis zerebraler Hörstörungen. Thieme Verlag. Stuttgart.
- [15] Uttenweiler, V. (1980): Dichotischer Diskriminationstest für Kinder. Sprache Stimme Gehör, 4, 107 – 111.
- [16] Feldmann, H. (1965): Dichotischer Diskriminationstest, eine neue Methode zur Diagnostik zentraler Hörstörungen. Archiv Ohren-Nasen-Kehlkopfheilkunde, 184, 294 – 329.
- [17] Nickisch, A., Heuckmann, C., Burger, T., Massinger, C., Kunze, S. (2004): Münchener Auditiver Screeningtest für Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (MAUS). Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. 21. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP. Freiburg/Breisgau, 10.-12.09.2004. Düsseldorf, Köln: German Medical Science; 2004. Onlineversion:
<http://www.egms.de/en/meetings/dgpp2004/04dgpp55.shtml>
- [18] Bohny, A. (1981): Verbale auditive Agnosie. Der Sprachheilpädagoge 13, 50-59.
- [19] Brunner, M., Seibert, A., Dierks, A., Körkel, B. (1998): Heidelberger Lautdifferenzierungstest zur Überprüfung der auditiven Wahrnehmungstrennschärfe. Audiometriedisk 19, Westra Elektroakustik, Wertingen.

- [20] Kiese-Himmel, C. & Risse, T. (2009). Normen für den Mottier-Test bei 4- bis 6-jährigen Kindern. *HNO* 57: 943-948
- [21] Grissemann, H. (1968): Die Legasthenie als Deutungsschwäche, Hans Huber Verlag Bern, 1968
- [22] Welte, V. (1981): Der Mottier-Test, ein Prüfmittel für die Lautdifferenzierungsfähigkeit und die auditive Merkfähigkeit. *Sprache Stimme Gehör* 5: 121- 125.
- [23] Angermaier, M. (1977): Psycholinguistischer Entwicklungstest. Beltz. Weinheim.
- [24] Wagner RK, Torgesen JK, Rashotte C (1994): The development of reading-related phonological processing abilities: New evidence of a bi-directional causality from a latent variable longitudinal study. *Developmental Psychology*; 30: 73- 78.
- [25] Wohlleben, B., Nubel, K., Gross, M. (2002 a): Orientierende Tests zur Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. In: Kruse, E. & Gross, M. (Hrsg). Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte 2001/ 2002. Heidelberg. Median-Verlag, 342-345.
- [26] Matulat, P., Bersenbrügge, H., Lamprecht-Dinnesen, A. (1999): Diagnose zentraler Hörverarbeitungsstörungen und auditiver Wahrnehmungsstörungen-eine retrospektive Erhebung. *Z Adiolol* 1999 Suppl II, 112-114.
- [27] Grimm, H., Schöler, H. (1978): Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET). Westermann. Braunschwaig
- [28] Kiese-Himmel, C. (2008): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen im Kindesalter: eine Schimäre - oder fehlen uns klinisch-nützliche Verfahren zur Diagnosesicherung? *Laryngo-Rhino-Otol* 2008; 87: 791-795.
- [29] Böhme, G. (2006): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen; 2., vollständig überarbeitete Auflage. Verlag Hans Huber Bern 2006.
- [30] Berger, R. (2007): Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS). *Z Allg Med* 2007; 83: 113- 117.
- [31] Jaeschke, R., Guyott, G., Sackett, D. L.: Users' guides to the medical

- literature. III. How to use an article about a diagnostic test. B. What are the results and will they help me in caring for my patients? J Am Med Assoc 271, 703 (1994).
- [32] Nickisch, A., Gohde, K., Kiese-Himmel,C. (2009): AVWS bei Regelschülern im 2. Schuljahr: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern? Laryngo-Rhino-Otol 2012; DOI: 10.1055/s-0031-1299758.

Anhang

Anhang Nr. 1: Korrelationsanalyse nach Spearman

a)

| | | Stoerg | Bin.Sum | Dichot | HLAD Id. | HLAD Ana. | HLAD Diff. | LV |
|-----------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Stoerg. | Korrelationskoeff. | 1,000 | -,309 ^{**} | ,247 [*] | ,330 ^{**} | ,271 [*] | ,198 | ,392 ^{**} |
| | N | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 79 |
| Bin.Sum | Korrelationskoeff. | - ,309 ^{**} | 1,000 81 | - ,303 ^{**} | - ,495 ^{**} | - ,225 [*] | - ,375 ^{**} | - ,394 ^{**} |
| | N | | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 79 |
| Dichot. | Korrelationskoeff. | ,247 [*] | -,303 ^{**} | 1,000 | ,426 ^{**} | ,280 [*] | ,273 [*] | ,329 ^{**} |
| | N | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 79 |
| HLAD Id. | Korrelationskoeff. | ,330 ^{**} | -,495 ^{**} | ,426 ^{**} | 1,000 | ,592 ^{**} | ,814 ^{**} | ,517 ^{**} |
| | N | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 79 |
| HLAD Ana. | Korrelationskoeff. | ,271 [*] | -,225 [*] | ,280 [*] | ,592 ^{**} | 1,000 | ,610 ^{**} | ,358 ^{**} |
| | N | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 79 |
| HLAD Diff. | Korrelationskoeff. | ,198 | -,375 ^{**} | ,273 [*] | ,814 ^{**} | ,610 ^{**} | 1,000 | ,438 ^{**} |
| | N | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 79 |
| LV | Korrelationskoeff. | ,392 ^{**} | -,394 ^{**} | ,329 ^{**} | ,517 ^{**} | ,358 ^{**} | ,438 ^{**} | 1,000 |
| ZFG | Korrelationskoeff. | ,451 ^{**} | -,311 ^{**} | ,394 ^{**} | ,415 ^{**} | ,272 [*] | ,261 [*] | ,514 ^{**} |
| | N | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 79 |
| Mottier. | Korrelationskoeff. | ,422 ^{**} | -,527 ^{**} | ,390 ^{**} | ,523 ^{**} | ,261 [*] | ,436 ^{**} | ,615 ^{**} |
| | N | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 79 |
| IS | Korrelationskoeff. | ,391 ^{**} | -,484 ^{**} | ,485 ^{**} | ,450 ^{**} | ,257 [*] | ,372 ^{**} | ,591 ^{**} |
| | N | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 79 |
| MAUS A | Korrelationskoeff. | ,318 ^{**} | -,405 ^{**} | ,278 [*] | ,508 ^{**} | ,174 | ,345 ^{**} | ,526 ^{**} |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 68 |
| MAUS B | Korrelationskoeff. | ,235 | -,440 ^{**} | ,369 ^{**} | ,480 ^{**} | ,233 | ,390 ^{**} | ,165 |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 68 |
| MAUS C | Korrelationskoeff. | ,168 | -,200 | ,069 | ,394 ^{**} | ,177 | ,486 ^{**} | ,282 [*] |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 68 |
| MAUS D | Korrelationskoeff. | ,267 [*] | -,311 ^{**} | ,245 [*] | ,458 ^{**} | ,184 | ,320 ^{**} | ,479 ^{**} |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 68 |

b)

| | | ZFG | Mottier. | IS | MAUS A | MAUS B | MAUS C | MAUS D |
|-----------------|--------------------|-------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Stoerg. | Korrelationskoeff. | ,451** | ,422** | ,391** | ,318** | ,235 | ,168 | ,267* |
| | N | 81 | 81 | 81 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| Bin.Sum | Korrelationskoeff. | - ,311** | -,527** 81 | - ,484** 81 | - ,405** 69 | - ,440** 69 | -,200 69 | - ,311** 69 |
| | N | | | | | | | |
| Dichot. | Korrelationskoeff. | ,394** | ,390** | ,485** | ,278* | ,369** | ,069 | ,245* |
| | N | 81 | 81 | 81 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| HLAD | Korrelationskoeff. | ,415** | ,523** | ,450** | ,508** | ,480** | ,394** | ,458** |
| Id. | | | | | | | | |
| | N | 81 | 81 | 81 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| HLAD | Korrelationskoeff. | ,272* | ,261* | ,257* | ,174 | ,233 | ,177 | ,184 |
| Ana. | | | | | | | | |
| | N | 81 | 81 | 81 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| HLAD | Korrelationskoeff. | ,261* | ,436** | ,372** | ,345** | ,390** | ,486** | ,320** |
| Diff. | | | | | | | | |
| | N | 81 | 81 | 81 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| LV | Korrelationskoeff. | ,514** | ,615** | ,591** | ,526** | ,165 | ,282* | ,479** 68 |
| | N | | | | | | | |
| ZFG | Korrelationskoeff. | 1,000 | ,672** | ,582** | ,684** | ,191 | ,111 | ,318** |
| | N | 81 | 81 | 81 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| Mottier. | Korrelationskoeff. | ,672** | 1,000 | ,628** | ,773** | ,244* | ,189 | ,484** |
| | N | 81 | 81 | 81 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| IS | Korrelationskoeff. | ,582** | ,628** | 1,000 | ,608** | ,273* | ,155 | ,383** |
| | N | 81 | 81 | 81 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| MAUS A | Korrelationskoeff. | ,684** | ,773** | ,608** | 1,000 | ,222 | ,166 | ,574** |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| MAUS B | Korrelationskoeff. | ,191 | ,244* | ,273* | ,222 | 1,000 | ,232 | ,230 |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| MAUS C | Korrelationskoeff. | ,111 | ,189 | ,155 | ,166 | ,232 | 1,000 | ,508** |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| MAUS D | Korrelationskoeff. | ,318** | ,484** | ,383** | ,574** | ,230 | ,508** | 1,000 |
| | N | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |

Anhang Nr.2: Genehmigung Schulamt



Ein Tochterunternehmen der
Kliniken des Bezirks Oberbayern

Kinderzentrum München

gemeinnützige GmbH

Sozialpädiatrisches Zentrum
Fachklinik für Sozialpädiatrie und Entwicklungsrehabilitation

Kinderzentrum München gemeinnützige
GmbH – Postfach 70 10 60 – 81310
München

Heiglhofstraße 63
81377 München
Tel. 089/71009-0 (Zentrale)
www.kinderzentrum-muenchen.de

Phoniatrie – Pädaudiologie – Logopädie

Leitung: Dr. med. Andreas Nickisch
Facharzt für Pädaudiologie und Phoniatrie sowie Hals-Nasen-
Ohren-Heilkunde
Tel. 089/71009-0
E-Mail: a.nickisch@kinderzentrum-muenchen.de

München 2010

Genehmigung der Studie:

Sehr geehrte Frau Schulrätin,

nachdem Sie freundlicherweise bereits im Jahr 2004/2005 eine Fragebogenstudie und Testungen zur Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) an verschiedenen Münchener Grundschulen sowie eine Normierungsstudie im Jahr 2006/2007 genehmigt hatten, möchten wir Sie erneut um Ihre Hilfe bitten.

Im Rahmen einer Studie zur Erfassung von Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) möchten wir eine Normalgruppe von Kindern als Grundlage zum Gruppenvergleich mit AVWS- Kindern mit verschiedenen Hörtests untersuchen.

Die Normierung dieser unterschiedlichen Hörtests liegt uns sehr am Herzen, da es momentan auf dem Gebiet der medizinischen Diagnostik von AVWS nur wenige korrekt normierte Tests in deutscher Sprache gibt, sodass diese Studie deutschlandweit von großer Wichtigkeit wäre.

Hierzu ist geplant, die Daten von ca. 70 Grundschulkindern der Klassenstufe 2 zu erheben. Wir möchten im ersten Schritt die Eltern über unsere Studie informieren und ihnen die Möglichkeit geben, selbst zu entscheiden, ob sie daran teilnehmen möchten. Die Termine für die Höruntersuchungen werden dann persönlich mit den Eltern vereinbart. Die Testungen, die außerhalb der Schulzeit im Kinderzentrum München durchgeführt werden und verschiedene Tests zur Diagnostik von AVWS umfassen, dauern pro Kind insgesamt ca. 1 bis 1 ½ Stunden. Es ist vorgesehen, dass jedes Kind als kleine Aufwandsentschädigung 10 Euro erhält.

Gerne würden wir mir der Grundschule zusammenarbeiten, da diese im direkten Umfeld des Kinderzentrums liegt und somit der Aufwand für Eltern und Kinder so gering wie möglich ist. Außerdem haben wir in vorausgegangenen Studien bereits

sehr gute Erfahrungen mit dieser Schule gemacht. Die Schulleitung wäre ihrerseits mit dem beschriebenen Vorgehen einverstanden.

Die Beteiligung der Schule, Eltern und Kindern beruht auf völlig freiwilliger Basis. Die Studienergebnisse stellen wir Ihnen selbstverständlich anschließend zur Verfügung. Die erhobenen Daten der Kinder werden von uns vor der Datenanalyse sorgfältig verschlüsselt, sodass eine vollständige Pseudonymisierung gewährleistet ist.

Da wir durch die Studien im Bereich der Diagnostik von AVWS große Fortschritte gemacht haben, sind wir sehr optimistisch, dass wir auch diesmal gute und produktive Ergebnisse erzielen würden.

Für Fragen stehe ich Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung:

Kristine.gohde@campus.lmu.de

Mit freundlichem Gruß

Dr. med. A. Nickisch
Leiter der Abteilung für
Phoniatrie und Pädaudiologie
Kinderzentrum München

Kristine Gohde
Medizinstudentin
LMU München

Anhang Nr. 3: Genehmigung durch das Schulamt

Kopie

**Staatliches Schulamt
in der Landeshauptstadt München**

Staatliches Schulamt - Postfach - 80313 München

Dr. med. A. Nickisch
Kinderzentrum München
Phoniatrie – Pädaudiologie - Logopädie
Heiglhofstraße 63
81377 München

Ihre Zeichen/
Ihre Nachricht vom
03.05.2010

Bitte bei Antwort angeben
Unsere Zeichen

Tel. (089) 544135-21
Fax (089) 544135-67
Zimmer Nr.

München, 10.05.2010

Durchführung von Erhebungen (§ 25 VSO)

Sehr geehrter Herr Dr. Nickisch,

Ihr Antrag auf Durchführung einer Studie zur Erfassung von Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) in Zusammenarbeit mit der Grundschule wird gemäß § 25 Volksschulordnung mit folgenden Auflagen genehmigt:

1. Die Schulleitung der Grundschule an der Großhaderner Straße muss mit der Durchführung einverstanden sein.
2. Die Anonymität der Betroffenen muss gewahrt bleiben. Ein Personenbezug der Daten muss gänzlich auszuschließen sein. Es wird davon ausgegangen, dass alle datenschutzrechtlichen Bestimmungen beachtet werden, insbesondere Art. 10 und 15 BayDSG.
3. Die Erhebungs- und Einverständnisbögen dürfen nicht von den vorgelegten Mustern abweichen.
4. Die Erhebung ist außerhalb des Unterrichts durchzuführen.

Die Leitung der Grundschule ... erhält einen Abdruck dieses Schreibens und wird gebeten, die Einhaltung der Auflagen ggf. zu überwachen.

Mit freundlichen Grüßen

U. K. Gohde

Schulrätin

Abdruck an die Leitung der Grundschule:
Abdruck an Frau Kristine Gohde

\\vfile\\srat\\sr-01\\briefe - kurzmitteilungen- vorlagen\\2010\\genehmigung einer studie -2.doc

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| Briefanschrift: Staatliches Schulamt Schwanthalerstr. 40 80336 München | Amtsgebäude: Schwanthalerstraße 40 80336 München MVV-Hbf: Hauptbahnhof | Parteiverkehr: Mo - Do: 09.00 - 12.00 Uhr 14.00 - 15.00 Uhr Fr: 08.00 - 12.00 Uhr | Vermittlung: (089) 544135-0 Telefax: (089) 544135-67 | E-Mail: muENCHEN.fpost@schulamt.munIN.de Internet: http://www.schulamt-muenchen.munIN.de |
|---|---|--|---|---|

Anhang Nr. 4: Elternbrief



Ein Tochterunternehmen der
Kliniken des Bezirks Oberbayern

Kinderzentrum München
gemeinnützige GmbH

Sozialpädiatrisches Zentrum
Fachklinik für Sozialpädiatrie und Entwicklungsrehabilitation

Kinderzentrum München gemeinnützige
GmbH – Postfach 70 10 60 – 81310
München

Heiglhofstraße 63
81377 München
Tel. 089/71009-0 (Zentrale)
www.kinderzentrum-muenchen.de

Phoniatrie – Pädaudiologie – Logopädie

Leitung: Dr. med. Andreas Nickisch
Facharzt für Pädaudiologie und Phoniatrie sowie Hals-Nasen-
Ohren-Heilkunde
Tel. 089/71009-0
E-Mail: a.nickisch@kinderzentrum-muenchen.de

München 2010

Sehr geehrte Eltern,

nachdem wir freundlicherweise an der Grundschule am Canisiusplatz sowie an der Grundschule an der Großhaderner Straße eine Studie zur Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) vornehmen durften, möchten wir Sie und die Grundschule Ihres Kindes ebenfalls um Hilfe bitten.

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) gewinnen zunehmend an Bedeutung. Eine AVWS liegt vor, wenn das Hörorgan normal funktioniert, aber trotzdem Hörauffälligkeiten bestehen.

Da bei einigen deutschsprachigen Tests zur Diagnostik einer AVWS noch nicht untersucht wurde, wie gut diese Tests in der Lage sind, Kinder mit einer AVWS von normalhörenden Kindern zu unterscheiden, haben wir bereits vor einiger Zeit eine Studie mit Dritt- und Viertklässlern vorgenommen und hierdurch sehr wertvolle Erkenntnisse gewonnen, die deutschlandweit Anerkennung gefunden haben.

Um die Diagnostik auf diesem Gebiet weiter zu verbessern, möchten wir nun eine ähnliche Studie vornehmen, diesmal jedoch mit Kindern aus der zweiten Klassenstufe. Daher würden wir uns sehr freuen, wenn Sie uns bei diesem Projekt behilflich sein könnten.

Um eine aussagekräftige Gruppe normalentwickelter, normalhörender Kinder zu untersuchen, sind die Untersuchungsergebnisse von etwa 70 Kindern notwendig, sodass wir Ihnen sehr dankbar wären, wenn Sie und Ihr Kind hierbei mithelfen würden.

Die Untersuchung erfolgt im Rahmen einer Doktorarbeit und wird nicht z.B. durch Studiengelder finanziell unterstützt.

Die Durchführung der Testung wird im Kinderzentrum München stattfinden. Dazu würden wir Sie und Ihr Kinder zu einem mit Ihnen persönlich vereinbarten Termin einladen. Die Durchführung der Testung, die pro Kind ca. 1,5 Stunden dauert,

beinhaltet verschiedene Tests zur AVWS sowie eine Hörprüfung. Die Aufgaben in diesem Test bestehen aus Nachsprechen und Vergleichen von Wörtern und Silben sowie dem Richtungshören. Damit Ihr Kind an der Studie teilnehmen kann, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein: Deutschnote 1-3, unauffällige Sprachentwicklung, keine Hörstörung, keine Lese-Rechtschreibstörung und keine Aufmerksamkeitsstörung.

Die Beteiligung beruht auf völlig freiwilliger Basis und bedarf Ihrer Einverständniserklärung. Die erhobenen Daten der Kinder werden von uns sorgfältig verschlüsselt, sodass eine vollständige Pseudonymisierung gewährleistet ist. Von unserer Seite her darf keinerlei Weitergabe der Testergebnisse an die Schulleitung oder an Lehrpersonen erfolgen.

Falls bei Ihrem Kind Auffälligkeiten auffallen sollten, würden wir Ihnen dies von unserer Seite her mitteilen.

Alle Kinder, die bisher an unserer Studie teilgenommen haben, hatten bei den Testungen viel Spaß. Als kleines Dankeschön erhält jedes Kind eine Aufwandsentschädigung von 10€, die aus einem Spendenkonto finanziert wird.

Wenn Sie Interesse haben unsere Studie zu unterstützen, würden wir uns sehr freuen. Bitte geben Sie in diesem Fall Ihrem Kind das beigelegte Formular ausgefüllt wieder mit in die Schule. Dieses wird dann von der Schulleitung an uns weitergeleitet und wir setzen uns mit Ihnen in Verbindung.

Da wir durch die letzten Studien dank der freundlichen Unterstützung von Eltern, Kindern und Lehrern der anderen Münchner Grundschulen im Bereich der Diagnostik von auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen große Fortschritte gemacht haben, sind wir sehr optimistisch, dass wir mit Ihrer Hilfe auch diesmal gute und produktive Ergebnisse erzielen würden.

Für Fragen stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung.
(Kristine Gohde: kristine.gohde@campus.lmu.de)

Mit freundlichen Grüßen

Dr. med. A. Nickisch
Leiter der Abteilung für
Phoniatrie und Pädaudiologie
Kinderzentrum München

Kristine Gohde
Medizinstudentin
LMU München
kristine.gohde@campus.lmu.de

Anhang Nr. 5: Anmeldung Studie



Ein Tochterunternehmen der
Kliniken des Bezirks Oberbayern

Kinderzentrum München

gemeinnützige GmbH

Sozialpädiatrisches Zentrum
Fachklinik für Sozialpädiatrie und Entwicklungsrehabilitation

Kinderzentrum München gemeinnützige
GmbH – Postfach 70 10 60 – 81310
München

Heiglhofstraße 63
81377 München
Tel. 089/71009-0 (Zentrale)
www.kinderzentrum-muenchen.de

Phoniatrie – Pädaudiologie – Logopädie

Leitung: Dr. med. Andreas Nickisch
Facharzt für Pädaudiologie und Phoniatrie sowie Hals-Nasen-
Ohren-Heilkunde
Tel. 089/71009-0
E-Mail: a.nickisch@kinderzentrum-muenchen.de

München 2010

Anmeldung zur Studie “Normierung auditiver Tests“

Um die Teilnahme aller Kinder an unserer Studie so gut wie möglich zu koordinieren, bitten wir Sie, uns Wochentage zu nennen, an denen Sie generell einen Termin mit uns wahrnehmen können. Die Untersuchungen werden unter der Woche nachmittags und abends, samstags ganztags stattfinden. Wir werden uns telefonisch mit Ihnen in Verbindung setzen, um einen Termin zu vereinbaren. **Alle Daten werden ausschließlich anonym verarbeitet. Es erfolgt KEINE Rückmeldung der Ergebnisse an die Schule. Die Anmeldung ist nicht verbindlich. Sie können von Ihrer Zusage jederzeit zurücktreten.**

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung:

Kristine Gohde: kristine.gohde@campus.lmu.de

Mit freundlichen Grüßen

Dr. med. A. Nickisch
Leiter der Abteilung für
Phoniatrie und Pädaudiologie
Kinderzentrum München

Kristine Gohde
Medizinstudentin
LMU München
kristine.gohde@campus.lmu.de

ANMELDUNG

Hiermit melde ich meine Tochter / meinen Sohn (Vor- und Nachname) _____, geb. _____, derzeit in der Schulklasse: _____, zur Teilnahme an der o.g. Studie an.

Wurde ein Schuljahr wiederholt? _____

Die Muttersprache des Kindes ist: _____

Besteht eine Hörstörung? _____

Besteht eine Sprachstörung? _____

Bestehen Lese- oder Rechtschreibprobleme? _____

Aktuelle Deutschnote: _____

Meine Telefonnummer: _____

Meine E-Mail-Adresse: _____

An folgenden Wochentagen hätten wir generell Zeit: _____

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei allen, die maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Allen voran danke ich Herrn Prof. Dr. med. Rüdiger von Kries, Leiter der Abteilung Epidemiologie und komm. Leiter des Instituts für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin sowie Herrn Dr. med. Andreas Nickisch, Abteilung für Phoniatrie und Audiologie des Kinderzentrum Münchens für die Überlassung des Dissertationsthemas. Vor allem aber danke ich den beiden für die tatkräftige und stetige Unterstützung, die vielen wertvollen Hinweise und Anregungen, ohne die mir diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Meinen lieben Eltern danke ich dafür, dass sie mir mein Studium überhaupt ermöglicht haben, viel mehr aber noch für ihre Liebe und Unterstützung auf all meinen Lebenswegen.

Ich danke Falko Aretz für die statistische Hilfestellung bei dieser Arbeit, genauso für die Kraft und die Liebe, die er mir während meines Studiums geschenkt hat.

Katrina Oestreich danke ich dafür, dass sie während meines ganzen Studiums mit mir gelernt, gelacht und geweint hat und damit dafür gesorgt hat, dass ich die Freude an meinem Studium auch in schweren Zeiten nie verliere.

Ganz besonderer Dank gilt natürlich auch allen Kindern und Eltern, die bei dieser Studie mitgemacht haben!