

Aus dem Lehrstuhl für Sozialpädiatrie an der Technischen Universität München

Ärztlicher Direktor des Kinderzentrums München: Prof. Dr. Volker Mall

Diagnostik der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen bei Erstklässlern

Clara Franziska Werner

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr. Jürgen Schlegel

Prüfende/-r der Dissertation:

1. Prof. Dr. Volker Mall
2. Prof. Dr. Stefan Burdach

Die Dissertation wurde am 13.05.2019 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 05.11.2019 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	7
1. TABELLEN	7
2. DIAGRAMME	7
3. ABBILDUNGEN	8
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	9
1. EINLEITUNG	11
2. AUDITIVE VERARBEITUNG UND WAHRNEHMUNG	15
2.1. THEORETISCHE GRUNDLAGEN	15
2.1.1. ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE	15
2.1.1.1. Auris externa und Auris media	15
2.1.1.2. Auris interna	16
2.1.1.3. Auditives System	17
2.1.2. PATHOLOGIE DER HÖRSTÖRUNGEN	18
2.1.2.1. Schallleitungsstörungen	18
2.1.2.2. Schallempfindungsstörungen	19
2.1.2.3. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen	19
2.2. DEFINITION	20
2.2.1. AUDITIVE VERARBEITUNG UND AUDITIVE WAHRNEHMUNG	20
2.2.2. AUDITIVE VERARBEITUNGS- UND WAHRNEHMUNGSSTÖRUNGEN	21
2.2.3. FORMEN DER AUDITIVEN VERARBEITUNGS- UND WAHRNEHMUNGSSTÖRUNGEN	22
2.2.4. BOTTOM-UP- UND TOP-DOWN-PROZESSE	23
2.3. PATHOGENESE UND ÄTIOLOGIE	24
2.4. PRÄVALENZ	25
2.5. KLINISCHE SYMPTOME	26
2.6. DIAGNOSTIK	27
2.6.1. ZIELE DER DIAGNOSTIK	28
2.6.2. VORDIAGNOSTIK	28
2.6.2.1. Anamnese	28
2.6.2.2. Diagnostik der Auris externa, media und interna	28
2.6.2.3. Tonaudiometrie	29
2.6.2.4. Sprachaudiometrie	29

2.6.3.	SPEZIFISCHE DIAGNOSTIK DER AUDITIVEN VERARBEITUNGS- UND WAHRNEHMUNGSSTÖRUNGEN	29
2.6.4.	SUBJEKTIVE TESTS	29
2.6.4.1.	Selektion	30
2.6.4.1.1.	Göttinger Sprachaudiometrie, Freiburger Sprachaudiometrie	30
2.6.4.1.2.	Oldenburger Satztest, Oldenburger Kindersatztest	30
2.6.4.2.	Binaurale Summation – Hannoverscher Binauraler Summationstest	31
2.6.4.3.	Separation - Dichotischer Diskriminationstest für Kinder (Uttenweiler)	31
2.6.4.4.	Psychoakustische Zeitverarbeitung	31
2.6.4.4.1.	Psychoakustisches Testsystem	32
2.6.4.4.2.	Gap-Detection-Test (Matulat)	32
2.6.4.5.	Differenzierung – Heidelberger Lautdifferenzierungstest: Phonemdifferenzierung	33
2.6.5.	OBJEKTIVE TESTS	33
2.6.6.	PSYCHOMETRISCHE TESTS	34
2.6.6.1.	Identifikation – Heidelberger Lautdifferenzierungstest: Phonemidentifikation	34
2.6.6.2.	Sequenzierung und auditives Kurzzeitgedächtnis	35
2.6.6.2.1.	Mottier-Test (Zürcher Lesetest): Sinnlossilben	35
2.6.6.2.2.	Zahlenmerkspanne	36
2.6.6.2.2.1.	Psycholinguistischer Entwicklungstest: Zahlenfolgedächtnis	36
2.6.6.2.2.2.	Wechsler Intelligence Scale for Children-IV: Zahlennachsprechen	36
2.6.6.2.2.3.	Kaufman Assessment Battery for Children-II: Zahlennachsprechen	36
2.6.6.2.3.	Heidelberger Sprachentwicklungstest: Imitation grammatischer Strukturformen	36
2.6.6.3.	Analyse – Heidelberger Lautdifferenzierungstest: Phonemanalyse	37
2.6.6.4.	Synthese – Psycholinguistischer Entwicklungstest: Laute Verbinden	37
2.6.6.5.	Sprachentwicklungstests – Heidelberger Sprachentwicklungstest: Verstehen grammatischer Strukturformen	38
2.7.	DIFFERENTIALDIAGNOSTIK	38
2.7.1.	SPRACHVERSTÄNDNISSTÖRUNGEN	38
2.7.2.	AUFMERKSAMKEITS-DEFIZIT-HYPERAKTIVITÄTS-STÖRUNGEN	39
2.7.3.	KOGNITIVE STÖRUNGEN	40
2.7.4.	LESE-RECHTSCHREIB-STÖRUNGEN	40
2.8.	THERAPIE	41
2.8.1.	ZIELE DER THERAPIE	41
2.8.2.	THERAPIE DER EINGESCHRÄNKTEN LEISTUNGSBEREICHE	42
2.8.3.	KOMPENSATORISCHE STRATEGIEN	42
2.8.4.	VERBESSERUNG DER UMGEBUNGSBEDINGUNGEN	43

2.8.5.	HÄUSLICHES ÜBEN	44
2.9.	VERLAUF UND PROGNOSE	44
2.10.	ZIEL DER STUDIE	44
3.	MATERIAL UND METHODIK	46
<hr/>		
3.1.	VORBEREITUNG	46
3.2.	STUDIENKOLLEKTIV	47
3.2.1.	KLINISCHE GRUPPE	47
3.2.2.	KONTROLLGRUPPE	47
3.3.	UNTERSUCHUNGSABLAUF	48
3.4.	DIAGNOSTIK	49
3.4.1.	VORDIAGNOSTIK	49
3.4.1.1.	Tonaudiometrie	49
3.4.1.2.	Sprachaudiometrie (Göttinger Kindersprachtest II)	49
3.4.2.	SUBJEKTIVE TESTS	50
3.4.2.1.	Sprachverstehen im Störgeräusch (Göttinger Kindersprachtest II)	50
3.4.2.2.	Heidelberger Lautdifferenzierungstest	50
3.4.2.2.1.	Phonemdifferenzierung und Phonemidentifikation	50
3.4.2.2.2.	Phonemanalyse	51
3.4.2.3.	Dichotischer Diskriminationstest für Kinder (Uttenweiler)	52
3.4.2.4.	Hannoverscher Binauraler Summationstest	53
3.4.2.5.	Gap-Detection-Test (Matulat)	53
3.4.2.6.	Psychoakustisches Testsystem	53
3.4.2.6.1.	Tonhöhendifferenzierung	54
3.4.2.6.2.	Gap-Detection-Test	54
3.4.2.6.3.	Lautstärkendifferenzierung	55
3.4.2.6.4.	Monaurale Ordnungsschwelle	55
3.4.2.6.5.	Binaurale Ordnungsschwelle	56
3.4.3.	PSYCHOMETRISCHE TESTS	56
3.4.3.1.	Mottier-Test (Zürcher Lesetest)	57
3.4.3.2.	Psycholinguistischer Entwicklungstest	57
3.4.3.2.1.	Zahlenfolgedächtnis	57
3.4.3.2.2.	Laute Verbinden	58
3.4.4.	SPRACHENTWICKLUNGSTESTS	59
3.4.4.1.	Heidelberger Sprachentwicklungstest	59

3.4.4.1.1.	Imitation grammatischer Strukturformen	59
3.4.4.1.2.	Verstehen grammatischer Strukturformen	61
3.5.	STATISTISCHE AUSWERTUNG	61
4.	ERGEBNISSE	63
<hr/>		
4.1.	VARIABLENBESCHREIBUNG	63
4.2.	ALTERS- UND GESCHLECHTERVERTEILUNG	64
4.3.	DESKRIPTIVE STATISTIK	65
4.4.	ANPASSUNG DES ALPHA-NIVEAUS DURCH BONFERRONI-KORREKTUR	66
4.5.	HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER KLINISCHEN TESTS	67
4.6.	MITTELWERTVERGLEICH DURCH MANN-WHITNEY-U-TEST	75
4.7.	KORRELATIONSANALYSE NACH SPEARMAN	76
4.8.	DISKRIMINANZANALYSE	79
4.8.1.	SCHRITTWEISE ANALYSE	80
4.8.2.	EIGENWERTE UND KANONISCHE KORRELATION	80
4.8.3.	STANDARDISIERTER KANONISCHER DISKRIMINANZFUNKTIONSKOEFFIZIENT	81
4.8.4.	STRUKTUR-MATRIX	82
4.9.	KREUZVALIDIERUNG	82
4.10.	GÜTEKRITERIEN	83
4.10.1.	RECEIVER OPERATING CHARACTERISTIC-KURVEN	83
4.10.2.	CUT-OFF-WERTE	88
4.10.3.	LIKELIHOOD-RATIO	89
4.10.4.	VIERFELDERTAFELN	90
4.11.	QUALITATIVE AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE DER KONTROLLGRUPPE	92
4.11.1.	HANNOVERSCHER BINAURALER SUMMATIONSTEST	92
4.11.2.	HEIDELBERGER LAUTDIFFERENZIERUNGSTEST – TEST 1 A	93
4.11.3.	HEIDELBERGER LAUTDIFFERENZIERUNGSTEST – TEST 1 B	94
4.11.4.	HEIDELBERGER LAUTDIFFERENZIERUNGSTEST – TEST 1 C	95
4.11.5.	HEIDELBERGER LAUTDIFFERENZIERUNGSTEST – TEST 2	96
5.	DISKUSSION	98
<hr/>		
5.1.	DISKUSSION DER METHODIK	98
5.1.1.	BEURTEILUNG DES STUDIENKOLLEKTIVS	98
5.1.2.	BEURTEILUNG DER KLINISCHEN TESTS	99
5.2.	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	100
5.2.1.	BEURTEILUNG DER STATISTISCHEN AUSWERTUNG	100

5.2.2.	BEURTEILUNG DER DURCH DIE DISKRIMINANZANALYSE ERMITTELTEN TESTKOMBINATIONEN	101
5.2.3.	BEURTEILUNG DER QUALITATIVEN AUSWERTUNG	103
5.2.4.	VERGLEICH DER ERGEBNISSE MIT VORANGEGANGENEN STUDIEN	105
5.3.	FAZIT FÜR DIE PRAXIS	108
5.4.	AUSBLICK	109
6.	ZUSAMMENFASSUNG	111
6.1.	DEUTSCHE ZUSAMMENFASSUNG	111
6.2.	ENGLISH SUMMERY	111
	LITERATURVERZEICHNIS	112
	ANHANG	118
1.	ANHANG: ANTRAG AUF GENEHMIGUNG DURCH DAS SCHULAMT (2015)	118
2.	ANHANG: ANTRAG AUF GENEHMIGUNG DURCH DAS SCHULAMT (2016)	120
3.	ANHANG: GENEHMIGUNG DURCH DAS SCHULAMT (2015)	122
4.	ANHANG: GENEHMIGUNG DURCH DAS SCHULAMT (2016)	123
5.	ANHANG: ELTERNBRIEF	124
6.	ANMELDUNG ZUR STUDIE	125
7.	ANHANG: KORRELATIONSTABELLE	126
8.	ANHANG: CUT-OFF-WERTE	127
	VERÖFFENTLICHUNGEN	136
1.	VERÖFFENTLICHUNG: ERSTER ARTIKEL IN EINER FACHZEITSCHRIFT	136
2.	VERÖFFENTLICHUNG: ZWEITER ARTIKEL IN EINER FACHZEITSCHRIFT	136
3.	VERÖFFENTLICHUNG: ERSTE POSTERPRÄSENTATION	136
4.	VERÖFFENTLICHUNG: ZWEITE POSTERPRÄSENTATION MIT POSTERPREIS	136
	DANKSAGUNG	137
	CURRICULUM VITAE	138

Abbildungsverzeichnis

1. Tabellen

Tabelle 1: Beschreibung der Variablen	63
Tabelle 2: Alters- und Geschlechterverteilung des Studienkollektivs	64
Tabelle 3: Deskriptive Statistik der auditiven Tests	65
Tabelle 4: Deskriptive Statistik der Sprachtests	66
Tabelle 5: Berechnung der Normalverteilung auditiver Tests	74
Tabelle 6: Berechnung der Normalverteilung Sprachtests	75
Tabelle 7: Mann-Whitney-U-Test	76
Tabelle 8: Spearman - höchste Korrelationen	77
Tabelle 9: Spearman - hohe Korrelationen	77
Tabelle 10: Schrittweise Analyse - Aufgenommene Variablen	80
Tabelle 11: Eigenwerte - Zusammenfassung der kanonischen Diskriminanzfunktion	81
Tabelle 12: Standardisierter kanonischer Diskriminanzfunktionskoeffizient	81
Tabelle 13: Struktur-Matrix	82
Tabelle 14: Kreuzvalidierung	83
Tabelle 15: AUC auditiver Tests	87
Tabelle 16: AUC der Sprachtests	88
Tabelle 17: Cut-Off-Werte auditiver Tests	88
Tabelle 18: Cut-Off-Werte der Sprachtests	89
Tabelle 19: Likelihood-Ratio auditiver Tests	89
Tabelle 20: Likelihood-Ratio der Sprachtests	90
Tabelle 21: Vierfeldertafel mit mindestens zwei auffälligen Tests	91
Tabelle 22: erweiterte Vierfeldertafel mit mindestens drei auffälligen Tests	91
Tabelle 23: HLAD Test 2	96
Tabelle 24: Übersicht vorausgegangener Studien	105

2. Diagramme

Diagramm 1: Geschlechterverteilung des Studienkollektivs	64
Diagramm 2: Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung auditiver Tests	67
Diagramm 3: Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Sprachentwicklungstests	73
Diagramm 4: Korrelation Mottier-Test und HSET „Imitation grammatischer Strukturen“	78
Diagramm 5: Korrelation Mottier-Test und PET „Zahlenfolgengedächtnis“	78

Diagramm 6: Korrelation HSET „Imitation grammatischer Strukturen" und PET „Zahlenfolgen- gedächtnis"	79
Diagramm 7: ROC-Kurven auditiver Tests	84
Diagramm 8: ROC-Kurven der Sprachtests	87
Diagramm 9: Hannoverscher Binauraler Summationstests - Fehlerverteilung	92
Diagramm 10: Hannoverscher Binauraler Summationstest - Wörter, anstatt "Ratte"	93
Diagramm 11: HLAD Test 1 A - Fehlerverteilung	94
Diagramm 12: HLAD Test 1 B - Fehlerverteilung	95
Diagramm 13: HLAD Test 1 C – Fehlerverteilung	96

3. Abbildungen

Abbildung 1: Schallaufnahme & -weiterleitung	15
Abbildung 2: Hörorgan a. Auris media & interna b. Cochleaquerschnitt	16
Abbildung 3: Schema der Hörbahn	17
Abbildung 4: Tonaudiogramm bei Schalleistungsschwerhörigkeit	19
Abbildung 5: Tonaudiogramm bei Schallempfindungsschwerhörigkeit	19
Abbildung 6: unauffälliges Tonaudiogramm	20
Abbildung 7: Darstellung der frühen akustisch evozierten Potenziale	34

Abkürzungsverzeichnis

AAA	American Academy of Audiology
ADHS	Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störungen
APD	Auditory Processing Disorder
ASHA	American Speech-Language-Hearing Association
AUC	Area Under the Curve
AVWS	Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen
BERA	Brainstem Evoked Response Audiometry
Bin. Sum.	Binauraler Summationstest
BSA	British Society of Audiology
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
(C)APD	(Central) Auditory Processing Disorder
CSHA	California Speech-Language-Hearing Association
dB	Dezibel
DGPP	Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie
d. h.	das heißt
Dichot.	Dichotischer Test (Uttenweiler)
EEG	Elektroenzephalogramm
engl.	englisch
ggf.	gegebenenfalls
GrSo	Grundschulordnung
HLAD	Heidelberger Lautdifferenzierungstest
HLAD Diff.	Phonemdifferenzierung (HLAD)
HLAD Id.	Phonemidentifikation (HLAD)
HLAD Ana.	Phonemanalyse (HLAD)
HSET	Heidelberger Sprachentwicklungstest
HSET IS	Imitation grammatischer Strukturformen (HSET)
HSET VS	Verstehen grammatischer Strukturformen (HSET)
Hz	Hertz
ICD	International Classification of Diseases
IQ	Intelligenzquotient
K-ABC	Kaufman Assessment Battery for Children
lat.	lateinisch

LR	Likelihood-Ratio
LRS	Lese-Rechtschreib-Störungen
Mott.	Mottier-Test
ms	Millisekunde
N	Fallzahl
N.	Nervus
OAE	Otoakustische Emissionen
o. g.	oben genannt
p	Wahrscheinlichkeit
PaTSy	Psychoakustisches Testsystem
PaTSy bin.	PaTSy binaural
PaTSy Gap.	PaTSy Gap Detection
PaTSy mon.	PaTSy monaural
PaTSy Peg.	PaTSy Tonpegel
PaTSy Th.	PaTSy Tonhöhe
PET	Psycholinguistischer Entwicklungstest
PET LV	Laute Verbinden (PET)
PET ZGF	Zahlenfolgedächtnis (PET)
ROC-Kurven	Receiver-Operating-Characteristic-Kurven
SD	Standardabweichung
s. g.	so genannt
Stoerg.	Sprachverstehen im Störgeräusch (Göttinger II)
u. a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel
ZNS	Zentrales Nervensystem

1. Einleitung

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) erhielten in den letzten Jahren zunehmende Aufmerksamkeit, die sich in der steigenden Anzahl der zu testenden Fälle widerspiegelt (Dawes und Bishop, 2009). Das wachsende Interesse entstand dadurch, dass bereits in den 1970er-Jahren ein kausaler Zusammenhang zwischen Defiziten auditiven Informationsverarbeitung und Sprachentwicklungsstörungen beschrieben wurde (Tallal, 1976). Hinzu kommt, dass sich die Fachgesellschaften weltweit intensiv mit der Thematik beschäftigten, jedoch Uneinigkeiten bezüglich der Definition des Krankheitsbildes bestehen.

Im Jahr 1996 brachte die American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) den Begriff „Zentral-auditive Verarbeitungsstörung“ (englisch (engl.) Central Auditory Processing Disorder) ein (ASHA, 1996). Die deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP) benutzt seit dem Jahr 2000 den Ausdruck „**Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen**“. Im Deutschen wurde der Begriff ohne den Zusatz „zentral“ verwendet, da die exakte Trennung zwischen peripheren und zentralen Hörstörungen unscharf ist. Durch den Zusatz „zentral“ könnte die Annahme entstehen, dass die Verarbeitung der gehörten Information erst im zentralen Nervensystem beginnt. Dagegen spricht jedoch die Tatsache, dass die Hörverarbeitung bereits in der Peripherie (zum Beispiel (z. B.) Cochlea) ihren Anfang nimmt (Zenner, 1994; Nickisch et al., 2007; Ptok et al., 2010). Aufgrund ähnlicher Überlegungen wird seit 2005 im englischen Sprachraum das Wort „central“ in Klammern gesetzt, so dass nun der einheitliche Begriff „**(Central) Auditory Processing Disorder**“ ((C)APD) genutzt wird (ASHA, 2005).

Definiert werden AVWS als Störungen zentraler Prozesse des Hörens bei normalem Tonaudiogramm. Zentrale Prozesse des Hörens ermöglichen u. a. die vorbewusste und bewusste Analyse, die Differenzierung und Identifikation von Zeit-, Frequenz- und Intensitätsveränderungen akustischer oder auditiv-sprachlicher Signale, sowie Prozesse der binauralen¹ Interaktion (z. B. zur Geräuschlokalisierung, Lateralisation und Störgeräuschbefreiung) und der dichotischen Verarbeitung (Ptok et al., 2000; Nickisch et al., 2007; DGPP, 2015).

Da AVWS nicht selten mit anderen Krankheitsbildern assoziiert sind und es häufig Überschneidungsbereiche mit anderen Krankheiten gibt (Nickisch und Schönweiler, 2011), kann die Angabe der Krankheitshäufigkeit nur als grober Richtwert betrachtet werden. Die Prävalenz der (C)APD wird im angloamerikanischen Raum mit 10-20% für Erwachsene, sowie 2-3 % für Kinder angegeben. Jungen seien doppelt so häufig betroffen wie Mädchen (Chermak und Musiek, 1997).

¹ beide Ohren betreffend

Bislang sind die Ursachen für die Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen nicht hinreichend erforscht. Es wird angenommen, dass es sich bei den AVWS um eine Fehlfunktion der afferenten und efferenten Nervenfasern der Hörbahn handelt. Unbekannt ist weiterhin, ob ein generelles Defizit der Hörbahn oder eine isolierte Störung dieser den AVWS zugrunde liegen (Nickisch et al., 2007). Laut der British Society of Audiology (BSA) wird das Krankheitsbild als ein Defekt der nervalen Impulse der Verarbeitung auf Hirnstammebene und der Wahrnehmung der höheren auditorischen Funktionen unter Einbeziehung kognitiver Funktionen verstanden (BSA, 2017). Diese auditive Signalverarbeitung und -wahrnehmung wird auch als „Bottom-up-Prozess“ bezeichnet. Die aufsteigend „Bottom-up-Prozesse“ werden jedoch zunehmend durch absteigende so genannten (s. g.) „Top-down-Prozesse“ beeinflusst. Unter „Top-down-Prozess“ versteht man in der zentralen Hörbahn die zunehmende Beeinflussung durch Vigilanz, Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Konzentration, die sich meist auf alle Sinnesmodalitäten auswirkt (Moore et al., 2013; Nickisch et al., 2015).

Die Symptome, die bei Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen vorkommen können, sind sehr vielfältig. Einige Patienten geben im Alltag z. B. Probleme beim Richtungshören oder Missverständnisse bei gesprochenen Aufforderungen an (Nickisch et al., 2007; Keilmann et al., 2013). Meist sind es Probleme des Verstehens von Sprache in anspruchsvollen Hörsituationen, wie z. B. das Hören des Lehrers bei Hintergrundgeräuschen im Klassenzimmer. Bei Verdacht auf AVWS sollte zu einem Facharzt der Phoniatrie und Pädaudiologie (syn. Ärzte für Sprach-Stimm- und kindliche Hörstörungen) oder in entsprechende Fachkliniken überwiesen werden (Nickisch et al., 2013).

Für die fachspezifische pädaudiologische Diagnostik der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen konnte sich bisher, weder national noch international, ein „Goldstandard“ etablieren (Cacace und McFarland, 2005; BSA, 2011a). Vielmehr durchlaufen die zu testenden Kinder eine umfassende audiologische Untersuchungsreihe, die überwiegend subjektive, audiometrische Tests beinhaltet (ASHA, 1996; BSA, 2011a). Zusätzlich wird das Hinzufügen von sprachlich-auditive Untersuchungsinstrumente empfohlen (Nickisch et al., 2007; BSA, 2017). AVWS kann als Diagnose angenommen werden, wenn in mindestens zwei Tests die Ergebnisse auffällig sind. Ein Test gilt dann als „auffällig“, wenn die Testresultate zwei oder mehr Standardabweichungen unterhalb der Referenzmittelwerte der Altersgruppe liegen (DGPP, 2015).

Anschließend folgt eine umfangreiche Behandlung, die von Schönweiler et al. (2012) zusammengefasst wurde. Für die Therapie der AVWS ist es wichtig, dass sie individuell an das Beschwerdepil des Patienten angepasst wird und die vorhandenen, persönlichen Ressourcen stärkt. Deswegen beinhaltet die Behandlung einerseits ein funktionsspezifisches Training, das die eingeschränkten funktionalen

Leistungen verbessern soll und andererseits ein Training der Kompensationsfähigkeiten, das durch das Erlernen und Einüben von kompensatorischen, metakognitiven und metalinguistischen Strategien die vorhandenen Ressourcen unterstützt. Zusätzlich kann die Verbesserung der akustischen Signalqualität, z. B. durch Schalldämmungsmaßnahmen im Klassenzimmer oder durch drahtlose Hörsprechanlagen erfolgen. All diese Komponenten tragen dazu bei, das Hören im Alltag zu verbessern beziehungsweise (bzw.) zu unterstützen. Von großer Bedeutung ist auch die genaue Beratung und Aufklärung von Eltern, Lehrern und Therapeuten, was einen interdisziplinären Therapieansatz erfordert. Dieser setzt sich aus pädaudiologisch-phoniatrischem, logopädischem, psychologischem, schulpädagogischem und gegebenenfalls (ggf.) neuropädiatrischem Fachpersonal zusammen.

Wie oben bereits erwähnt, bleibt die korrekte Diagnostik von AVWS jedoch eine Herausforderung. Bis heute sind weder der Umfang der Testkombination noch die genaue Auswahl der Untersuchungsinstrumente eindeutig festgelegt (AAA, 2010; BSA, 2017). Die American Academy of Audiology (AAA) stellt heraus, dass durch die Komplexität des zentral auditiven Systems mehr als ein Test zur Diagnosestellung nötig ist. Sie betont dabei, dass mit steigender Anzahl der pädaudiologischen Untersuchungsinstrumente die Sensitivität größer wird, sich jedoch die Spezifität verkleinert (AAA, 2010). Um das Problem vieler Einzeltests zu umgehen, stellen Nickisch et al. (2007) fest, dass möglicherweise eine Kombination von drei bis vier Tests zur Diagnosefindung günstiger ist, um multiples Testen zu vermeiden. In einem ersten Schritt ermöglicht die Zusammensetzung von drei bis vier einzelnen und spezifischen Tests die Gruppenzuordnung „AVWS“ und „Non-AVWS“. In einem zweiten Schritt könnten dann die individuellen Defizite des jeweiligen Patienten mit einer weiteren, eigens angepassten Testreihe spezifiziert werden (Nickisch et al., 2015).

Um die nötige Testkombination für den ersten Schritt der Diagnosestellung herauszufinden, beschäftigen sich Nickisch und Kiese-Himmel (2009) in ihrer Studie mit der Frage „Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern?“. Sie stellen fest, dass eine signifikante Gruppentrennung bei Dritt- und Viertklässlern durch drei Untersuchungsinstrumente in 94% der Fälle möglich ist. Anschließend zeigt eine weitere Studie von Nickisch et al. (2013) mit einer ähnlichen Fragestellung, dass vier Untersuchungsinstrumente nötig sind, um bei Zweitklässlern in knapp 98% der Fälle beide Gruppen statistisch signifikant voneinander zu trennen. So scheint die Annahme gestützt, dass eine Kombination von drei bis vier Untersuchungsinstrumenten ausreicht, um in einem ersten Schritt die Diagnose AVWS bei Grundschulern zu stellen. Voraussetzungen zur Diagnosestellung sind ein unauffälliger Intelligenzquotient (IQ), eine normale Sprachentwicklung, sowie die gute Mitarbeit und die stetige Konzentration während der Testung. Wenn eines der letzten beiden Punkte nicht gegeben ist, wird eine Wiederholung der Testung notwendig.

Die Fachgesellschaften empfehlen für die Diagnose der AVWS ein Mindestalter von sieben Jahren (AAA, 2010; BSA, 2011a; DGPP, 2015). Die AAA geht davon aus, dass eine Gruppentrennung vor diesem Alter nicht möglich ist. Die Testergebnisse weisen erfahrungsgemäß hohe Streuungen auf und können durch Boden- und Zufallseffekte beeinflusst werden (AAA, 2010). Da jedoch im klinischen Alltag die Nachfrage nach einer früheren Diagnosestellung wächst, stellt sich die Frage, ob eine diagnostische Trennung zwischen erkrankten und normal hörenden Kindern bereits in der ersten Grundschulklasse möglich ist.

Ziel der vorliegenden Studie ist es daher herauszufinden, ob die Gruppentrennung bereits im zweiten Schulhalbjahr der ersten Grundschulklasse gelingen kann und ob für diese Trennung eine bestimmte Anzahl der üblich verwendeten, standardisierten Untersuchungsinstrumente zur Diagnostik der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen ausreicht.

2. Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung

2.1. Theoretische Grundlagen

2.1.1. Anatomie und Physiologie

2.1.1.1. Auris externa und Auris media

Das äußere Ohr (lateinisch (lat.) **Auris externa**) besteht aus Ohrmuschel (lat. Auricula), äußerem Gehörgang (lat. Meatus acusticus externus) und Trommelfell (lat. Membrana tympanica). Die aus elastischem Knorpel bestehende Auricula fängt durch ihre Trichterform den Schallreiz auf, bündelt ihn und leitet ihn durch den Meatus acusticus externus an die Membrana tympanica weiter (Luftleitung). Durch den Schalltrichter entsteht eine Umwandlung des Frequenz-Intensitäts-Verhältnisses, aus der eine Schall- und Resonanzverstärkung resultiert. Insbesondere geschieht dies für die Frequenzen zwischen circa (ca.) 200 und 5000 Hertz (Hz), dem Hauptsprachbereich. Die Membrana tympanica bildet die Grenze zum Mittelohr (lat. Auris media) und dient als Schutzbarriere und Modulator. Sie fängt die Schwingungen auf und überträgt sie auf die Gehörknöchelchen (lat. Ossicula auditus), dadurch gelingt die Umwandlung von Luft- zu Körperschall (vergleiche (vgl.) Abbildung 1).

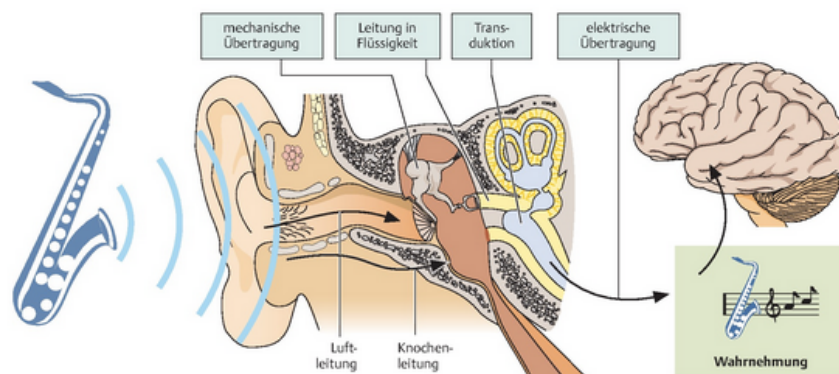


Abbildung 1: Schallaufnahme & -weiterleitung

aus (Huckstorf, 2013: S.313)

Die Paukenhöhle (lat. Cavitas tympani) der **Auris media** enthält die drei Gehörknöchelchen (lat. Ossicula auditus) Hammer (lat. Malleus), Amboss (lat. Incus) und Steigbügel (lat. Stapes) (vgl. Abbildung 2a). Die Aufgaben der Auris media sind die Schallübertragung, die Vorverstärkung des Schalls sowie die Anpassung der niedrigen Impedanz der Luft (Schallwellenwiderstand) an die hohe Impedanz des flüssigkeitsgefüllten Innenohrs (lat. Auris interna) (vgl. Abbildung 1). Ohne die Impedanzanpassung in der Auris media würden ca. 98 % des Schalls von der Auris interna reflektiert und nicht aufgenommen werden. Die Auris media führt insgesamt zu einer Schallpegelvorverstärkung um den Faktor 22. Grund dafür sind erstens der Größenunterschied der Membrana tympanica zum ovalen Fenster (lat. Fenestra vestibuli oder Fenestra ovalis) (Verhältnis 17:1) und zweitens die Hebelwirkung der Ossicula auditus (Faktor 1,3). Fehlt einer der beiden Faktoren, ist die Vorverstärkung

um ca. 20 Dezibel (dB) herabgesetzt (Putz und Pabst, 2007: S.769-778; Huppelsberg und Walter, 2009: S.341; Ptok et al., 2010; Schmidt et al., 2010: S. 320).

2.1.1.2. Auris interna

Die **Auris interna** liegt im Felsenbein (lat. Os temporale) und besteht aus dem Hör- sowie dem Gleichgewichtsorgan, mit jeweils einem knöchernen und einem membranösen Labyrinthsystem (vgl. Abbildung 2a) (Aumüller et al., 2010: S. 1128; Schmidt et al., 2010: S.322).

Das Hörorgan beinhaltet die knöcherne Hörschnecke (lat. **Cochlea**) sowie drei membranöse, lymphgefüllte Hohlräume. Das eigentliche Hörsinnesorgan, das Corti-Organ mit den inneren und den äußeren Haarzellen, befindet sich auf der Basilarmembran im mittleren der Hohlräume, dem Schneckengang (lat. Scala media oder Ductus cochlearis) (vgl. Abbildung 2b) (Aumüller et al., 2010: S.1127; Schmidt et al., 2010: S.322-328).

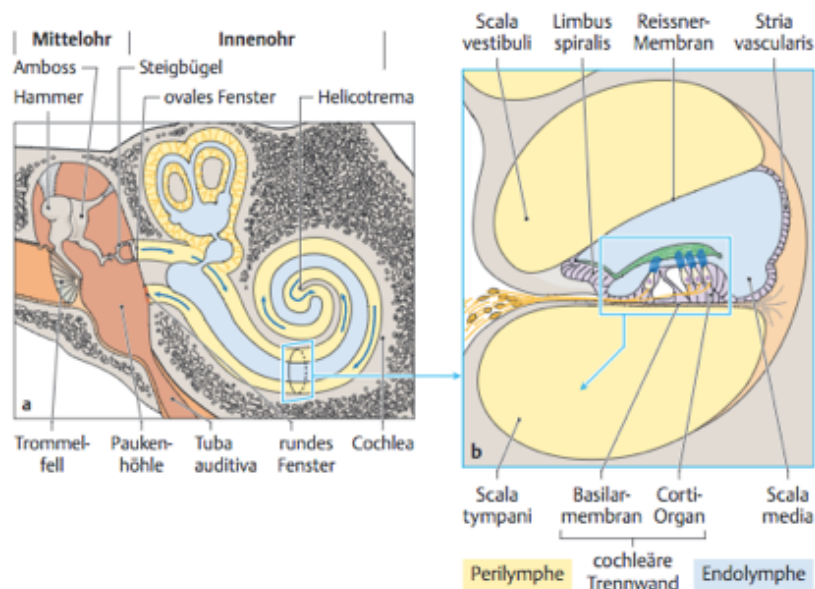


Abbildung 2: Hörorgan a. Auris media & interna b. Cochleaquerschnitt

aus (Gekle et al., 2010: S.660)

Durch die Bewegung des Stapes an der Fenestra vestibuli wird der Schall auf die Perilymphe übertragen. Die Perilymphe ist eine natriumreiche Flüssigkeit, die der Zusammensetzung der extrazellulären Flüssigkeit entspricht. Durch die Flüssigkeitsbewegung wird im membranösen Teil die kaliumreiche Endolymphe in Schwingung versetzt. Dies hat eine Verschiebung der Basilarmembran zur Folge (vgl. Abbildung 2a). Die dadurch entstehende Wanderwelle hat für die unterschiedlichen Frequenzen verschiedene Orte des maximalen Ausschlags. Für hohe Frequenzen befindet sich das Schwingungsmaximum nahe der Cochleabasis und für tiefe Frequenzen in Richtung der Cochleaspitze. Es besteht somit bereits in der Auris interna eine örtliche Zuordnung der Frequenzen (Tonotopie), die sich bis in die zentralen Hörbahnen fortsetzt (Schmidt et al., 2010: S.322-328).

Indem die Endolymphe verschoben und die Basilarmembran ausgelenkt wird, werden äußere und innere Haarzellen aktiviert. Die Aufgabe der äußeren Haarzellen ist die aktive Verstärkung der

mechanischen Energie um ca. 40-60 dB (elektromechanische Transduktion). Anschließend sorgen die inneren Haarzellen durch eine Verschiebung des Ionenkonzentrationsgradienten für die Umwandlung der mechanischen Energie in ein bioelektrisches Signal (mechanoelektrische Transduktion) (Aumüller et al., 2010: S.1128; Ptok et al., 2010; Schmidt et al., 2010: S.322-328).

2.1.1.3. Auditives System

Das elektrische Signal der inneren Haarzellen wird in den afferenten Fasern des Hörnervens (lat. Nervus (N.) cochlearis) über das Ganglion spirale cochleae (**1. Neuron**) zu den Nuclei cochleares anterior und posterior (**2. Neuron**) im Hirnstamm weitergeleitet (vgl. Abbildung 3), wo bereits eine basale Informationsverarbeitung stattfindet. Auf Höhe des Hirnstamms kreuzt ein Teil der Fasern zur Gegenseite was eine binaurale Verarbeitung der gehörten Information möglich macht und für das Richtungshören von Bedeutung ist. Diese Verarbeitung kommt durch akustisch evozierte Potenziale (engl. auditory evoked potential) zum Ausdruck, wodurch Lokalisation, Summation, Fusion, Separation, Diskrimination, Identifikation, Differenzierung und Integration des Schallsignals ermöglicht werden (Aumüller et al., 2010: S.1128-1129; Ptok et al., 2010; Schmidt et al., 2010: S.325-328)

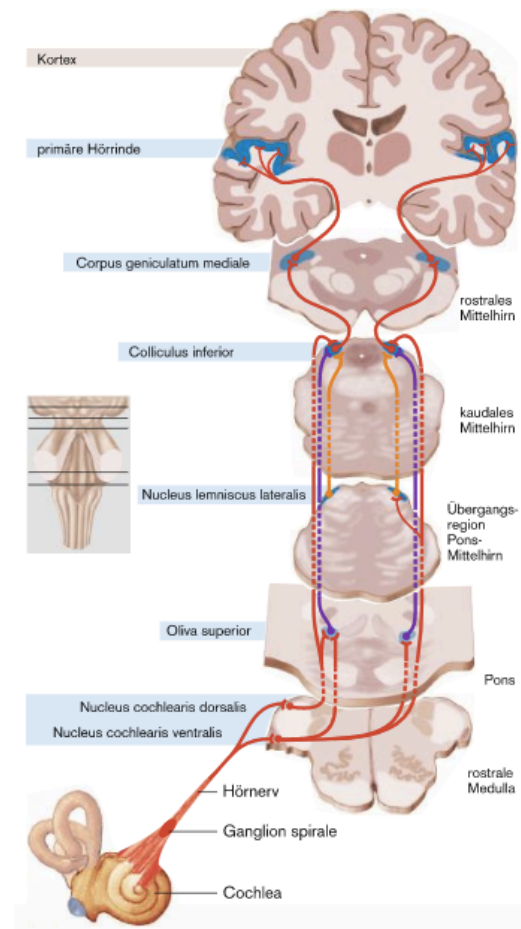


Abbildung 3: Schema der Hörbahn
aus (Rosanowski et al., 2008: S.747)

Die Hörbahn verläuft weiter über die Nuclei olivares superiores, wobei nur ein Teil der Fasern verschaltet wird (fakultatives **3. Neuron**). Als Lemniscus lateralis ziehen die Fasern weiter über den Colliculus inferior (**3. oder 4. Neuron**) zum Corpus geniculatum mediale des Thalamus (**4. oder 5. Neuron**). Die Informationen des Schallsignals werden anschließend als Faser der Hörstrahlung (lat. Radiatio acustica) in die Hörrinde zu den Gyri temporales superiores des **primären auditorischen Kortex** (Inselrinde, Heschl'schen Querwindung, Area 41 nach Brodmann) weitergeleitet (vgl. Abbildung 3). Hier und in dem **sekundären auditorischen Kortex** (Area 42 nach Brodmann, Wernike Areal) findet die finale Analyse des Gehörten statt. Dadurch gelingt Laut- und Geräuscherkennung, Klang- und Wortverständnis, akustische Aufmerksamkeit und Speicherung von Wort-, Musik- und Sprachinhalten (Putz und Pabst, 2007: S.783; Aumüller et al., 2010: S.1130; Ptok et al., 2010; Schmidt et al., 2010: S.328-332).

Ebenso wie die Cochlea sind die auditorischen Kortexes tonotrop aufgebaut. Verschiedene Teile der Cochlea spiegeln sich auf bestimmten Abschnitten des primären auditorischen Kortex wieder. Hohe Frequenzen werden medial und tiefe Frequenzen lateral in den Heschl'schen Querwindungen repräsentiert (Putz und Pabst, 2007: S.783; Aumüller et al., 2010: S.1130).

2.1.2. Pathologie der Hörstörungen

Grob orientierend teilt man Hörstörungen in (1) Schallleitungsschwerhörigkeiten, (2) Schallempfindungsschwerhörigkeiten oder (3) auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung ein (Ptok et al., 2010).

2.1.2.1. Schallleitungsstörungen

Bei einer Beeinträchtigung der Luftschallleitung bis zur Fenestra vestibuli spricht man von einer Schallleitungsschwerhörigkeit. Die Luftleitung beschreibt den Schalltransport durch den Meatus acusticus externus, über die Membrana tympanica und die Ossicula auditus zur Auris interna. Die Schallleitungsschwerhörigkeit zeigt im Tonaudiogramm einen messbareren Hörverlust für die Luftleitung, bei unauffälliger Knochenleitung (vgl. Abbildung 4). Als Knochenleitung wird die Erregung der Auris interna über die Schwingung des Schädelknochens (Körperschall) bezeichnet. Hierbei werden der Meatus acusticus und die Auris media umgangen. Die Pathogenese der Schallleitungsschwerhörigkeit kann unter anderem (u. a.) durch Probleme in der Auris externa oder media hervorgerufen werden, z. B. durch Fremdkörper im Meatus acusticus externus, krankhaft veränderte Ossicula auditus (z. B. otosklerotische Stapesfixierung) oder eine Otitis media mit Paukenerguss (Schmidt et al., 2010: S.318-321; Ptok et al., 2010).

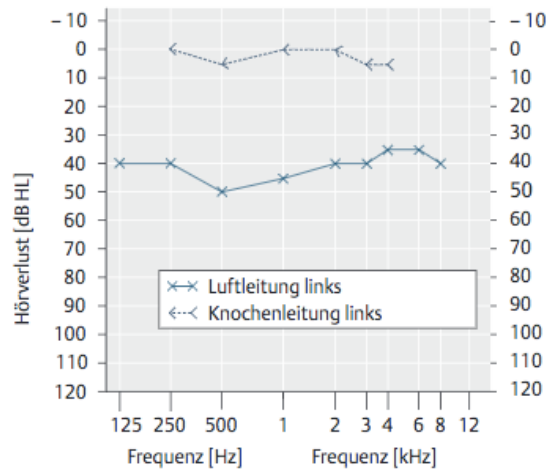


Abbildung 4: Tonaudiogramm bei Schalleistungsschwerhörigkeit

aus (Rosanowski et al., 2008: S.166)

2.1.2.2. Schallempfindungsstörungen

Eine Schallempfindungsschwerhörigkeit tritt auf, wenn die mechanoelektrische Transduktion in der Auris interna gestört ist. Dabei unterscheidet man zwischen einer kochleären Störung, bei Fehlfunktion der Haarzellen und einer retrokochleären Störung, die den N. cochlearis betrifft. Die Hörschwelle ist insgesamt angehoben. Dies spiegelt sich im Tonaudiogramm durch Auffälligkeiten sowohl der Luft-, als auch der Knochenleitung wieder (vgl. Abbildung 5). Ursachen können Erkrankungen der Auris interna sein, wie Knalltraumata, ototoxische Medikamente oder Entzündungen (Schmidt et al., 2010: S. 318-321; Ptok et al., 2010).

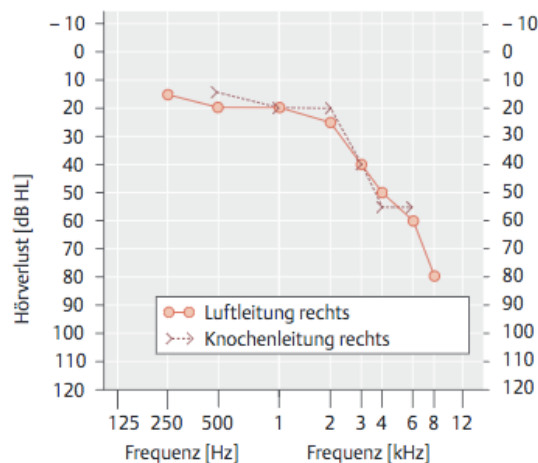


Abbildung 5: Tonaudiogramm bei Schallempfindungsschwerhörigkeit

aus (Rosanowski et al., 2008: S.166)

2.1.2.3. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen

Die BSA spricht von einer auditorischen Verarbeitungsstörung (engl. Auditory Processing Disorder (APD)), wenn die neuronale Verarbeitung auditorischer Stimuli auf Hirnstammniveau und/oder die

Wahrnehmung in höheren auditorischen Funktionen unter Einbeziehung kognitiver Funktionen gestört ist (BSA, 2011a; BSA, 2011b; BSA, 2017). Das Tonaudiogramm zeigt hierbei in der Regel keine Auffälligkeiten (vgl. Abbildung 6).

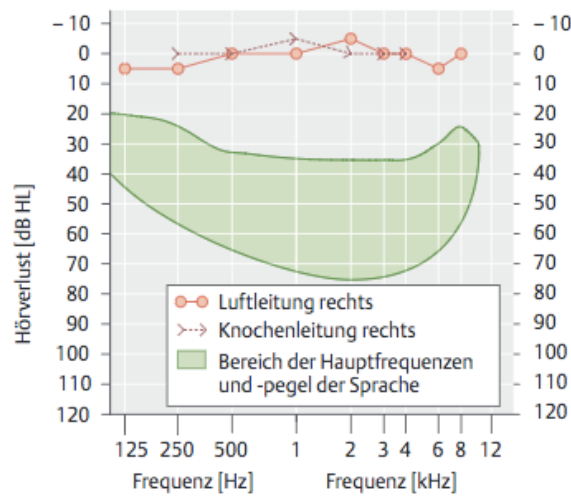


Abbildung 6: unauffälliges Tonaudiogramm

aus (Rosanowski et al., 2008: S.166)

Zusammenfassend können bei einer Hörstörung alle Teilfunktionen einzeln betroffen sein oder es tritt eine Kombination von eingeschränkten Teilfunktionen auf. Eine genaue Einteilung in periphere oder zentrale Hörstörung bleibt jedoch unscharf, da z. B. der N. cochlearis anatomisch dem peripheren Nervensystem und funktionell der zentralen Hörbahn zugeordnet wird. Anatomisch gesehen beginnt das zentrale Hören bereits in der Peripherie der Cochlea. Somit wäre (fast) jede cochleäre Störung eine kombinierte peripher-zentrale Schwerhörigkeit. Um dieser Unschärfe entgegenzuwirken werden die Hörstörungen (Schalleistungsschwerhörigkeit, Schallempfindungsschwerhörigkeit, auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung) nach dem diagnostizierten Schwerpunkt benannt (Ptok et al., 2010).

2.2. Definition

2.2.1. Auditive Verarbeitung und auditive Wahrnehmung

Im zentralen Nervensystem (ZNS) ist die auditive Verarbeitung und Wahrnehmung (engl. (central) auditory processing) zuständig für eine effiziente und effektive Aufnahme, Verarbeitung und Interpretation von Umwelt- und Körperreizen. Dies geschieht durch die Integration verschiedener Sinnesmodalitäten. Diese Prozesse laufen dabei zeitgleich, zum Teil hierarchisch ab und verbinden eine Vielzahl von parallel und seriell verteilten neuronalen Netzwerken miteinander (Fujisaki und Kawashima, 1970; Ptok et al., 2000; ASHA, 2005; Nickisch et al., 2007).

Die **auditive Verarbeitung** ist für neuronale Weiterleitung des auditiven Signals auf verschiedenen Ebenen des Hörsystems (Hörnerv, Hirnstamm, Kortex) sowie Vorverarbeitung und Filterung zuständig

(Ptok et al., 2000; Nickisch et al., 2007). Mit Hilfe der auditiven Verarbeitung können u. a. Geräusche lokalisiert und Störgeräusche unterdrückt werden. Als Teil der Hördynamik ermöglicht sie binaurale Summation sowie sprachgebundene Zeitauflösung (Nickisch et al., 2016; Ptok et al., 2010). An die auditive Verarbeitung schließt sich die **auditive Wahrnehmung** (engl. perception) an. Sie ist Teil der Kognition und verläuft von den primären und sekundären auditorischen Kortizes zu den höheren Zentren (Großhirnrinde, Sprachzentren). Sie trägt zur zunehmend bewussten Analyse der auditiven Reize bei. Die auditive Wahrnehmung kommt durch oben genannte (o. g.) Signalverarbeitung (s. g. Bottom-up-Prozesse) und die größer werdende Beeinflussung durch Vigilanz, Aufmerksamkeit und Gedächtnis (s. g. Top-down-Prozesse) zustande (Ptok et al., 2000; Nickisch et al., 2007). Laut Uttenweiler (1996) beruht die Wahrnehmung selten auf nur einer Sinnesleistung, sondern „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“. Durch die sprachbasierten auditiven Leistungen bzw. die Bereiche, die durch auditive Wahrnehmung beschrieben werden sind Funktionen wie das auditive Kurzzeitgedächtnis, die Lautidentifikation und die phonologische Bewusstheit möglich (CSHA, 2007; Nickisch et al., 2016)

2.2.2. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen

Die Nomenklatur der Störungsbilder, welche die auditive Verarbeitung und Wahrnehmung betrifft, ist weltweit unterschiedlich (Nickisch et al., 2007). Die Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP) definiert die Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen als Störungen zentraler Hörprozesse bei normalem Tonaudiogramm. Die zentralen Prozesse sind dabei u. a. zuständig für die vorbewusste (engl. preattentive) und bewusste (engl. attentive) Analyse, Differenzierung und Identifikation von Zeit-, Frequenz- und Intensitätsbeziehungen nicht sprachgebundener (akustischer) oder sprachgebundener (auditiv-sprachlicher) Interaktionen, sowie Prozesse der binauralen Interaktion (z. B. zur Geräuschlokalisierung, Lateralisation, Störgeräuschbefreiung und Summation) und der dichotischen Verarbeitung (Ptok et al., 2000; Nickisch et al., 2007; Ptok et al., 2010).

Von AVWS spricht man, wenn durch normierte und standardisierte psychoakustische Untersuchungsinstrumente eine Einschränkung der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung bewiesen werden kann (Ptok et al., 2010). Zusätzlich sollte zuvor der Ausschluss einer peripheren Hörstörung fachärztlich erfolgt sein. Sollte eine Komorbidität zwischen einer peripheren Hörstörung und AVWS bestehen, sollte zuerst die periphere Hörstörung adäquat behandelt werden, bevor eine mögliche AVWS-Diagnostik folgt (Nickisch et al., 2007). AVWS sind Informationsverarbeitungsdefizite, die primär oder schwerpunktmäßig die auditive Sinnesmodalität betreffen (Cacace und McFarland, 1998; Jerger und Musiek, 2000). Die auditiven Auffälligkeiten entstehen durch Einschränkung der neuronalen Verarbeitung für auditive Stimuli. Sie werden nicht von höher sprachlichen, kognitiven oder anderen Faktoren

verursacht (Cacace und McFarland, 1998; Jerger und Musiek, 2000; ASHA, 2005). So ergibt sich also, dass AVWS isoliert (modalitätsspezifisch), in Kombination mit anderen Störungen (z. B. Aufmerksamkeitsstörungen, Hyperaktivität, Lernstörungen, Gedächtnisstörungen, Spracherwerbsstörungen oder allgemein kognitive Defizite) oder als Symptom der genannten Störungen auftreten können. Die genaue klinische Abgrenzung gestaltet sich mitunter schwierig (Ptok et al., 2000; Nickisch et al., 2007). Sobald die gestörte Verarbeitung und Wahrnehmung besser durch ein anderes Krankheitsbild erklärt werden kann, sollte der Begriff AVWS nicht verwendet werden (Nickisch et al., 2016). Die Diagnose sollte auch dann nicht verwendet werden, wenn die normierte Testreihe keine AVWS beweist (Ptok et al., 2010; Nickisch et al., 2015).

Bei den primären AVWS zeichnen sich Defizitschwerpunkte ab, die Ptok et al. (2000) beschreiben. Einerseits ergeben sich **AVWS mit überwiegend gestörter Verarbeitung** (engl. brainstem auditory processing disorder (Kraus et al., 1984)), das heißt (d. h.) die Störungen liegen auf Hirnstammebene, wobei die funktionelle Integrität der inneren und äußeren Haarzellen ungestört ist. Wenn die Störungen jenseits des primären auditorischen Kortex liegen, z. B. in deren Assoziationszentren, spricht man andererseits von **AVWS bei überwiegend gestörter Wahrnehmung**. Die Funktionen auf Hirnstammebene sind davon nicht betroffen, was sich in einer uneingeschränkten binauralen Interaktion zeigen könnte. Die **zentrale Schwerhörigkeit**, eine Sonderform der AVWS, zeichnet sich durch intakte otoakustische Emissionen (OAE) und erhaltene Hirnstammpotenziale aus. Das Defizit geht mit einem gering bis mittelgradig eingeschränkten Sprachverständnis einher. Ausschlaggebend ist eine deutliche Absenkung der Tonschwelle im Audiogramm. Im Gegensatz dazu liegen bei **symptomatischen AVWS** keine auditorisch-spezifische kognitive Prozesse oder organische Veränderungen der Hörbahn vor.

In Deutschland werden die AVWS gemäß der Internationalen Klassifikation von Krankheiten (engl. International Classification of Diseases (ICD-10)) mit dem Code F80.20 verschlüsselt (DMDI, 2018). Synonyme für AVWS sind u. a. zentrale Fehlhörigkeit, Hörwahrnehmungsstörung, akustische Agnosie, Central Auditory Processing Disorder (CAPD bzw. (C)APD) und Auditory Processing Disorder (ASHA, 1996; Böhme, 2003: p.303; BSA, 2011a).

2.2.3. Formen der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen

Ptok et al. (2010) erkennen und Nickisch et al. (2015) bestätigen, dass sich durch die o. g. Definition drei unterschiedliche Formen der AVWS darstellen. Diese ergeben sich anhand der Diagnostik und beschreiben individuelle Störungsschwerpunkte eines Patienten: (1) AVWS mit Schwerpunkt defizitäre auditive Verarbeitung, (2) AVWS mit Schwerpunkt defizitäre auditiv-sprachliche Verarbeitung sowie (3) eine Kombination der beiden Formen. Es wird daher empfohlen, den Begriff „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen“ nur mit exakter Beschreibung der diagnostizierten

Defizite zu verwenden, da man von einem möglichen Zusammenhang zwischen der defizitären basalen auditiven Verarbeitung und den höheren Verarbeitungs- und Wahrnehmungsfunktionen ausgeht.

Bei den **AVWS mit Schwerpunkt defizitäre auditive Verarbeitung** bestehen die Defizite hauptsächlich in den sprachfreien Funktionen bzw. in der basalen auditiven Verarbeitung und/oder in anspruchsvollen Hörsituationen. Schwierige auditive Situationen ergeben sich beispielsweise in Gruppengesprächen oder bei Hintergrundgeräuschen.

Im Gegensatz dazu zeigen die **AVWS mit Schwerpunkt defizitäre auditiv-sprachliche Verarbeitung** ihre Störungen in den sprachgebundenen Funktionen, wie der Phonemdifferenzierung, -identifikation, -analyse, -synthese und/oder des auditiven Kurzzeitgedächtnisses. Es liegt dabei keine Störung der auditiven Verarbeitung vor.

Eine Kombination der beiden Formen beinhaltet **AVWS mit Schwerpunkt defizitärer auditiver und auditiv-sprachlicher Verarbeitung**. Die Dysfunktionen liegen gleichzeitig sowohl in den sprachfreien als auch in den sprachgebundenen Funktionen vor. Nach derzeitigem Wissensstand kann nicht sicher beurteilt werden, ob Defizite der sprachfreien Funktionen in einem kausalen Zusammenhang mit Defiziten der sprachgebundenen Signale stehen.

2.2.4. Bottom-up- und Top-down-Prozesse

Die AVWS können isoliert, als s. g. Bottom-up-Prozesse, mit o. g. Komorbiditäten oder als Symptom der genannten Störungen, als s. g. Top-down-Prozesse auftreten. Die Problematik der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung steht dabei stets im Vordergrund (Nickisch et al., 2016).

Bottom-up-Prozesse beschreiben die Signalverarbeitung, die im ZNS aufsteigend von der peripheren Reizaufnahme über das Hörorgan hin zum Kortex verläuft. Sie ermöglicht damit die Wahrnehmung, die Teil der Kognition ist. Dabei sind die Bottom-up-Prozesse modalitätsspezifisch, d. h. auf nur eine Sinnesqualität beschränkt. Dies bedeutet im auditiven Bereich eine zu höheren Zentren hin, zunehmend bewusste Analyse auditiver Informationen (Ptok et al., 2000; Nickisch et al., 2007; Nickisch et al., 2016).

Im Gegensatz dazu verlaufen **Top-down-Prozesse** im ZNS von den höheren Hirnfunktionen absteigend, also vom Kortex in Richtung der Peripherie und wirken sich meist auf alle Sinnesmodalitäten aus. Die Top-down-Prozesse beeinflussen die Signalverarbeitung durch Vigilanz, Aufmerksamkeit und Gedächtnis. Es lassen sich häufig auf den horizontal verlaufenden Querebenen (z. B. der Aufmerksamkeit oder des Kurzzeitgedächtnisses) übergeordnete, gemeinsame Anteile einer Störung erkennen. Beispielsweise können als übergeordneter Anteile Defizite der Sequenzierungsleistung neben der auditiven Ebene auch die visuelle und motorische (Quer-) Ebene betreffen. Die auditiven Defizite sind dabei Folgen oder Symptome der möglichen genannten Komorbiditäten. Als unspezifische Top-down-Prozesse (z. B. bei einer Lernbehinderung) werden Störungen bezeichnet, die sich auf alle Querebenen auswirken (Nickisch et al., 2007; Nickisch et al., 2016).

Da beide Prozesse eng miteinander verknüpft sind, kann im Einzelfall die Trennung in „Bottom-up-“ oder „Top-down-Prozess“ schwierig sein. Es ist auch möglich, dass beide Prozesse gleichwertig beeinträchtigt sind (Nickisch et al., 2016).

2.3. Pathogenese und Ätiologie

Die Pathogenese der AVWS beruht vermutlich auf der Dysfunktion der Afferenz und Efferenz der zur Hörbahn gehörenden Anteile des ZNS. Weiterhin ist jedoch nicht gesichert, ob es sich hierbei um ein generelles Defizit oder um eine Störung einzelner Abschnitte der Hörbahn handelt (Ptok et al., 2000). Die exakte topische Zuordnung im ZNS ist nicht möglich, da sich die Störungen nicht auf einen umschriebenen Bereich begrenzen lassen. Es wird jedoch vermutet, dass der Hörkortex und das Corpus callosum eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von AVWS einnehmen. Im Hörkortex finden Mustererkennungsprozesse statt, die u. a. für die Speicherung von Wort-, Musik- und Sprachinhalten verantwortlich sind und somit Teil der auditiven Wahrnehmung sind. Mit Hilfe des Corpus callosum ist der interhemisphärische Transfer von Reizen möglich, der ein wesentlicher Bestandteil der auditiven Verarbeitung, z. B. beim dichotischen Hören ist (Böhme, 2003: S.361).

Häufig treten AVWS isoliert und ohne weitere erkennbare Ursachen auf, sie können jedoch mit anderen Krankheitsbildern, wie z. B. Lernstörungen verknüpft sein oder sich als Symptom dieser präsentieren (Friedrich et al., 2013: S.361).

Seit den 1980-er Jahren werden drei ätiologische Konzepte der (C)APD diskutiert: (1) Beeinträchtigung der Hirnreifung, (2) neurologische Grunderkrankung und (3) entwicklungsneurologische Auffälligkeiten als Erklärung für eine defizitäre auditive Verarbeitung und Wahrnehmung (Musiek et al., 1985).

Das erste Konzept besagt, dass die fetale **Hirnreifung** bereits pränatal durch Noxen verändert sein kann. Dies kann die Entwicklung der Hörbahn maßgeblich beeinflussen und eine Ursache für AVWS sein. Besonders häufig führen dabei der Missbrauch von Alkohol, Nikotin oder anderen Drogen während der Schwangerschaft zu einer zentralen Fehlhörigkeit des Kindes (Ptok, 1997a). Musiek et al. (1984) nehmen an, dass die daraus resultierende verlangsamte oder unzureichende Myelinisierung während der Hirnreifung zu Problemen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung führt. Zu dieser gelangen sie, da Kinder mit Diskonnetionssyndrom auf Höhe des Corpus callosum ähnliche klinische Symptome wie Kinder mit AVWS zeigen. Grund dafür ist der eingeschränkte Transfer und die verminderte Interaktion akustischer Stimuli zwischen den beiden Hemisphären. Als weitere Ursache für AVWS werden häufige Otitiden im Kindesalter diskutiert. Chronische oder rezidivierende Otitis media, die mit Paukenerguss einhergeht, können zu AVWS führen, fanden Khavarghalani et al. (2016) heraus. Die daraus resultierende, oft langanhaltende Schallleitungsschwerhörigkeit stört das Hören der betroffenen Kinder in einer vulnerablen Entwicklungsphase des ZNS. Durch die fehlende auditive Stimulation

der zentralen Hörbahn kommt es hier zur zweitweisen Unterbrechung der Hirnreifung, was sich in einer Fehlhörigkeit widerspiegeln kann. Diese Annahme wird in der Literatur jedoch sehr kontrovers diskutiert.

Bamiou et al. (2001) bestätigen, als zweites Konzept, dass **neurologische Erkrankungen** mit Beeinträchtigung der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung einhergehen können. Besonders Schädigungen des ZNS, hervorgerufen durch Infektionskrankheiten, wie z. B. bakterielle Meningitis oder virale Enzephalitis können AVWS-ähnliche klinische Symptome vortäuschen. Zentrale Tumore, die die Zentren der Sprachverarbeitung verdrängen, zerebrovaskuläre Geschehen, wie Apoplex oder Schädel-Hirn-Trauma, die mit Atrophie des Corpus callosum einhergehen oder die Friedreich-Ataxie, die durch die auditotische Neuropathie (nachweisbare evozierter OAE bei nicht ableitbaren auditorisch evozierten Hirnstammpotenzialen (Ptok, 2000)) auffällt (Rance et al., 2010), können sich ebenso in AVWS-ähnlichen Symptomen äußern. In diesen Fällen darf man jedoch keine AVWS im engeren Sinne diagnostizieren.

Das dritte Konzept sieht **entwicklungsneurologische Beeinträchtigungen** als Grund für die Mehrheit aller diagnostizierten AVWS (Chermak und Musiek, 1997). Es handelt sich um die Fälle, in denen weder eine Hirnreifstörung noch eine aktive neurologische Grunderkrankung festgestellt werden können. Speziell in der Hörbahn können abnorme Hirnentwicklungen festgestellt werden. Diese Kinder zeigen insgesamt schlechte auditive Leistungen, die sich im Langzeitverlauf nicht oder nur langsam verbessern. Die Defizite bleiben auch nach abgeschlossener Hirnreifung, teilweise bis in das Erwachsenenalter bestehen. Dies spiegelt sich in der auditiven Testung durch schlechtere Ergebnisse im Vergleich zur Altersnorm wider (Musiek et al., 1985).

2.4. Prävalenz

Die Häufigkeit der AVWS wird in der Literatur unterschiedlich angegeben. Anfang der 1990er-Jahre wurde die Prävalenz der (C)APD auf rund 7 % geschätzt (Musiek et al., 1990). 1997 nahmen Chermak und Musiek an, dass im angloamerikanischen Raum die Krankheitshäufigkeit für Erwachsene bei 10-20 %, sowie für Kinder bei 2-3 % liege. Für die Geschlechterverteilung wurde das Verhältnis auf 2:1 von männlich zu weiblich geschätzt. In einer neueren Studie gehen Hind et al. (2011) davon aus, dass die Prävalenz im Kindesalter geringer ist, als von Chermak und Musiek (1997) angenommen. Sie schätzten die Häufigkeit von AVWS auf ungefähr 0,5-1 %. Da die AVWS häufig mit Begleiterkrankungen auftreten und es dadurch einen großen Überschneidungsbereich mit anderen Krankheiten gibt, ist bei vielen Patienten von einer unvollständigen Diagnosestellung auszugehen (Nickisch und Schönweiler, 2011). Die daraus resultierende Dunkelziffer von AVWS scheint somit deutlich höher.

2.5. Klinische Symptome

Die AVWS zeigen klinisch eine Analysestörung der in akustischen Stimuli enthaltenen Frequenz-, Zeit-, Intensität- und Phaseninformationen. Dies führt zu Störungen der Analyse und Integration dynamischer, spektraler und temporaler Beziehungen (Ptok et al., 2000). Dadurch können im Rahmen der Störung besonders häufig Defizite bei (1) dem Hören im Störschall, (2) der Unterscheidung von Schallreizen, (3) des Richtungshören und (4) der Hörgedächtnisspanne auftreten. Diese und weitere Symptome können einzeln oder zusammen in unterschiedlicher Ausprägung auftreten. Insgesamt ist das klinische Erscheinungsbild sehr vielfältig (Nickisch et al., 2007).

Defizite der auditiven Verarbeitung können ihren Ursprung beim **Verstehen im Störgeräusch** haben, das Jerger und Musiek (2000) als besonders wichtig einschätzen. Laut Berger (2007: S.113) zeigen sich die AVWS „in Einschränkungen der Sprachverständlichkeit, besonders unter akustisch ungünstigen Bedingungen“. Im Alltag bestehen daher Schwierigkeiten beim Verstehen von gesprochener Sprache in lauter Umgebung oder in Gruppengesprächen. Probleme in akustisch anspruchsvollen Situationen können sich auch in der Schule zeigen. Die Klassenzimmer sind meist schlecht schallisoliert, was zu starkem Widerhall führt (ASHA, 2005). Dies kann bei Kindern mit eingeschränkter Hörfähigkeit Schulprobleme zur Folge haben. Durch die akustischen Defizite fällt Kindern mit AVWS das Erlernen von Lesen und Schreiben besonders schwer (Musiek et al., 1990; Bamiou et al., 2001).

Kinder mit AVWS können auch Schwierigkeiten in der **Diskrimination** von Sprache und Geräuschen haben. Die Unterscheidung von ähnlich klingenden, ähnlich ausgesprochenen Wörtern, Silben oder Lauten bereitet diesen Kindern große Mühe. Dies kann sich in der Schule durch schlechte Leistungen z. B. im Diktat widerspiegeln (Bellis und Ferre, 1999). Auch im Alltag werden gesprochene Instruktionen oft missverstanden, da die Spracherkennung reduziert ist. Manche Eltern berichten, dass verbale Aufforderungen nicht ausgeführt werden (Nickisch et al., 2007). Gesprochene Anweisungen können demzufolge nicht vollständig verstanden, interpretiert und durchgeführt werden. Dies könnte auch an dem eingeschränkten interhemisphärischen Austausch liegen, der AVWS zugrunde liegen könnte (Bellis und Ferre, 1999).

Die eingeschränkte Fähigkeit zur Schallquellenlokalisation ist ebenfalls ein typisches Zeichen für ein reduziertes Hörvermögen. Entscheidend ist dabei die unvollständige Interaktion zwischen beiden Ohren (Nickisch et al., 2007). Es kann bei den betroffenen Personen zu Verunsicherung führen. Das **Richtungshören** ist dabei von großer Bedeutung, da die Geräuschursache, z. B. das Martinshorn eines heranfahrenden Krankenwagens nicht richtig eingeordnet werden kann (Keilmann et al., 2013). Ein Defizit in diesem Merkmal kann zu inadäquatem Verhalten und unzureichenden Reaktionen im Straßenverkehr führen, was das Unfallrisiko anheben kann (Berger, 2007).

Laut Nickisch und Kiese-Himmel (2009) kann eine gestörte auditive Sprachwahrnehmung auch aus einem verminderten, **sprachlich-auditiven Kurzzeitgedächtnis** entstehen. Die auditive Hörgedächtnisspanne ist sowohl ein wichtiger Top-down Faktor, als auch ein eigenständiger Subkomplex auditiver Störungen. Zusätzlich ist sie ein wesentlicher Aspekt der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung sprachlicher Signale. Durch das kurzfristige Behalten auditiver Stimuli gelingt die Leistung des Zahlen- bzw. Silbengedächtnisses (Nickisch et al., 2007). Kinder mit AVWS und Defiziten im phonologischen Kurzzeitgedächtnis haben demzufolge eine ausgeprägte auditive Kapazitätsbeschränkung der Aufmerksamkeitsressourcen (Kiese-Himmel und Nickisch, 2016). Durch die fehlende Aufmerksamkeitsfokussierung fallen sie z. B. durch häufiges Nachfragen auf (Jeger und Musiek, 2000), was zu häufigen Missverständnissen führen kann (Chermak et al., 1999). Auch Lehrer bemerken, z. B. dass Hausaufgaben, die am Ende des Unterrichts aufgegeben werden, häufig von einem Kind mit AVWS nicht mehr gehört werden (Nickisch et al., 2007).

Bellis und Ferre (1999) erkennen, dass durch Defizite der prosodischen² Merkmale Satzmelodien und Sprachfärbungen schlechter erfasst werden können. Kinder mit AVWS lesen und sprechen oft monoton und vereinfacht. Auch die soziale Kommunikation leidet darunter, da beispielsweise Fragen oder Witze nicht als solche erkannt werden. Das daraus resultierende **Verhalten** von Kindern mit AVWS reicht von sehr ruhig und introvertiert bis hin zu unaufmerksam und leichter ablenkbar (Musiek et al., 1990; Chermak et al., 1999; Bellis, 2011).

2.6. Diagnostik

Aufgrund der recht unterschiedlichen klinischen Erscheinungsformen und der Heterogenität von AVWS ist im Rahmen der Diagnosestellung ein interdisziplinäres Vorgehen von Phoniatern und Pädaudiologen, Pädiatern, Logopäden, Neurologen sowie Psychologen wichtig (Bamiou et al., 2001; ASHA, 2005; Nickisch et al., 2007; BSA, 2017). Idealerweise wird ein Kind, das zu Hause oder in der Schule auffällt, von den Eltern bei dem behandelnden Pädiater vorgestellt. Dieser überweist an einen Phoniater und Pädaudiologen oder an andere speziell ausgebildete Fachärzte. Diese können am besten die audiologischen Fähigkeiten und mögliche Behandlungskonzepte erarbeiten (Gross et al., 2010).

Die Leitlinie zur Diagnostik der AVWS wurde von Gross et al. (2010) zusammengefasst. Dabei wurden die (1) Ziele der Diagnostik, die Wichtigkeit der (2) Voruntersuchungen mit ausführlicher Anamnese, sowie eine mögliche Kombination subjektiver, objektiver und psychometrischer Untersuchungen für eine (3) spezifische AVWS-Diagnostik herausgearbeitet.

² für die Gliederung der Rede bedeutsame sprachlich-artikulatorische Erscheinung wie Akzent, Intonation, Pausen oder Ähnliches

2.6.1. Ziele der Diagnostik

Das Leitziel der phoniatisch-pädaudiologischen Untersuchung sollte der Beweis oder der Ausschluss der AVWS sein. Die Diagnose „AVWS“ gilt dann als bestätigt, wenn bei normaler nonverbaler Intelligenz mindestens zwei auditive Untersuchungen als auffällig bewertet werden. Dafür müssen die Ergebnisse mindestens zwei Standardabweichungen (SD) unterhalb des Mittelwertes der Normgruppe liegen (ASHA, 2005; Nickisch et al., 2007).

Ein weiteres Ziel umfasst die genaue Beschreibung der symptomatischen Defizite des Patienten, um Hinweise auf die Ursache und Lokalisation der Störung zu gewinnen. Genauso wichtig wie das Herausarbeiten der Schwächen ist auch das Erkennen von individuellen Fähigkeiten, die das Kind in einer anschließenden Therapie als Kompensationsstrategie nutzen kann (Gross et al., 2010; Ptok et al., 2010).

2.6.2. Vordiagnostik

2.6.2.1. Anamnese

Um herauszufinden, ob sich ein Kind für die weitere AVWS-Diagnostik eignet, sollte eine detaillierte Krankengeschichte erfragt werden. Wichtig ist dabei auf Schilderungen der Eltern oder anderer Bezugspersonen einzugehen. Es sollte besonders nach den oben beschriebenen, häufigen klinischen Symptomen gefragt werden (siehe dazu Kapitel 2.5.). Bei Erhebung der Vorgeschichte helfen u. a. speziell entwickelte Fragebögen wie der „Anamnesebogen zur Erfassung von AVWS“³ der DGPP, der frei im Internet zur Verfügung steht. Dieser Fragebogen dient allerdings nicht als Screeningtest und kann eine ausführliche Diagnostik nicht ersetzen (Massinger et al., 2004; Nickisch et al., 2016).

2.6.2.2. Diagnostik der Auris externa, media und interna

Für die weitere Diagnostik ist es wichtig, dass das periphere Hörorgan unauffällig ist. Daher gehört zu den notwendigen Voruntersuchungen die fachärztliche Prüfung der Auris externa, media und interna. Eine Binokularmikroskopie beurteilt den Meatus acusticus externus und die Strukturen der Auris media. Außerdem erfolgen die Erstellung eines Tonaudiogramms der Luft- und Knochenleitung und eine Tympanometrie⁴. Bei Unklarheit der Hörschwelle können weitere Untersuchungen wie z. B. transitorisch evozierte OAE oder eine Hirnstammaudiometrie erforderlich sein. Des Weiteren sollten entwicklungs- und neuropsychologische Untersuchungen durchgeführt werden, um mögliche Differentialdiagnosen wie beispielsweise Lernbehinderung, geistige Retardierung oder Aufmerksamkeitsstörungen im Vorfeld auszuschließen (Nickisch et al., 2016).

³ http://www.dgpp.de/cms/media/download_gallery/FragAVWS.pdf, letzter Zugriff 18.01.2019

⁴ Messung der Trommelfellimpedanz

2.6.2.3. Tonaudiometrie

Als Testverfahren des peripheren Hörorgans überprüft die Tonaudiometrie die Hörschwelle für reine Töne. Untersucht wird ab wie viel Dezibel (Schallpegel) welche Frequenz (Tonhöhe) gehört wird. Dafür werden Frequenzen im Bereich von 250 bis 8000 Hz in Halboktavschritten einzeln und seitengetreunt über Kopfhörer (Luftleitung) und Knochenleitungshörer (Knochenleitung) dargeboten. Die Tonschwellenaudiometrie dient zur Erkennung von möglichen peripheren Hörverlusten, die sich durch eine Verschiebung der Tonschwellenkurve präsentieren (Schmidt et al., 2010) (vgl. Kapitel 3.4.1.1.).

2.6.2.4. Sprachaudiometrie

In einer herkömmlichen Sprachaudiometrie, die ebenfalls zu den peripheren Höruntersuchungen gezählt wird, wird das Sprachverständnis im überschwelligen Bereich und nicht die Hörschwelle von Sprachsignalen gemessen. Präsentiert werden einzelne Wörter, die bei 50 dB seitengetreunt gehört werden. Altersabhängig können unterschiedliche Tests zum Einsatz kommen, wie z. B. Mainzer-, Göttinger- oder Freiburger-Sprachaudiometrie. Patienten mit AVWS zeigen typischerweise unauffällige Testergebnisse. Auffälligkeiten sind beispielsweise bei Sprache mit verringerter Redundanz zu erwarten (Nickisch et al., 2016) (vgl. Kapitel 3.4.1.2. Test 1).

2.6.3. Spezifische Diagnostik der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen

Bei unauffälligen Voruntersuchungen scheint der Verdacht auf eine zentrale Problematik bei geschilderten Hörproblemen im Alltag wahrscheinlicher. Es folgt eine umfangreiche Testreihe, für die es bisher keinen „Goldstandard“ gibt. Diese umfasst (1) subjektive und (2) objektive Hörprüfungen, sowie (3) psycholinguistische und Sprachentwicklungstests. Für die Erhebung der subjektiven Hörtests ist die aktive Mitarbeit des Patienten erforderlich. Im Gegensatz dazu erfolgen objektive Hörprüfungen ohne diese. Die Testreihe ist deshalb so umfassend, da die einzelnen Teilleistungen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung überprüft werden, um genauere Aussagen zu den möglichen neuroanatomischen Korrelationen der Störungen zu liefern (Nickisch et al., 2016). Im Folgenden (Kapitel 2.6.4. bis 2.6.6.) werden die verschiedenen auditiven Einzelmodalitäten und ihre mögliche Prüfmöglichkeit vorgestellt.

2.6.4. Subjektive Tests

Durch die im Folgenden vorgestellten Hörprüfungen wird hauptsächlich die zentrale Hörverarbeitung untersucht.

2.6.4.1. Selektion

Die **auditive Selektion** beschreibt die Fähigkeit zur Störgeräuschunterdrückung. Durch sie ist man in der Lage trotz lauter Umgebung relevante Sprachinformationen zu verstehen. Um Sprache bei Störlärm als Normalhörender problemlos zu verstehen, muss die Sprache um 6 dB lauter sein als die Hintergrundgeräusche (Löwe, 1991).

2.6.4.1.1. Göttinger Sprachaudiometrie, Freiburger Sprachaudiometrie

Feldhusen et al. (2004) empfehlen zur Prüfung des Sprachverstehens unter Störgeräuschbedingungen für Zweitklässler die **Göttinger Sprachaudiometrie** Teil II und ab der dritten Grundschulklasse die **Freiburger Sprachaudiometrie**. Als Störgeräusch wird dabei Breitbandrauschen oder sprachsimuliertes Rauschen verwendet. Der Störschall ertönt aus zwei Lautsprechern, links und rechts (90°) des Probanden. Als Sprache werden Wortreihen benutzt, die mindestens 20 Testwörter beinhalten sollten. D.h. bei der Göttinger Sprachaudiometrie zwei Wortgruppen mit je zehn Wörtern und bei der Freiburger Sprachaudiometrie eine Wortgruppe. Der Nutzschall ertönt aus einem Lautsprecher, der gegenüber (0°) des Probanden, in einem Meter Entfernung steht. Die Untersuchung findet unter Freifeldbedingungen statt, um Alltagssituationen wie den Schulunterricht besser widerspiegeln zu können, da während des Unterrichts der Störschallpegel bis zu 65-70 dB betragen kann (Moodley, 1989). Im Klassenzimmer kommen zu der lauten Geräuschkulisse Schallreflexionen, Nachhall und der Abstand zum Lehrer hinzu und erschweren das Verstehen während des Unterrichts.

So scheint es nachvollziehbar, dass Kinder mit einer Beeinträchtigung der auditiven Selektion Schwierigkeiten haben, dem Unterrichtsgeschehen zu folgen (Nickisch et al., 2016) (vgl. Kapitel 3.4.1.2. Test 2).

2.6.4.1.2. Oldenburger Satztest, Oldenburger Kindersatztest

Im Gegensatz zu den im Vorfeld beschriebenen Tests wird bei den **Oldenburger Satztests** nicht das Verstehen von Einzelwörtern getestet, sondern das Verstehen von ganzen Sätzen unter Störgeräuschbedingungen. Wagener und Kollmeier (2005) empfehlen für die AVWS-Diagnostik den Einsatz von Drei-Wortkombinationen, da längere Sätze für Kinder mit AVWS, aufgrund der häufig vorhandenen Einschränkung des Kurzzeitgedächtnisses sowie Konzentrationsstörungen schwierig sein können. Bei dem **Oldenburger Kindersatztest** wird als Störgeräusch das Oldenburger Rauschen eingesetzt. Die Testung erfolgt monaural mit Kopfhörern oder im Freifeld. Einsetzbar ist der Test ab der ersten Grundschulklasse. Vorteil gegenüber der Göttinger und Freiburger Sprachaudiometrie ist, dass durch das Testen mit Sätzen die 50 %-Verständlichkeit beurteilt werden kann. Zusätzlich kommt es seltener zu Überraschungseffekten, wenn im Störgeräusch plötzlich ein Wort gehört wird. Nachteilig ist jedoch, dass die Testung insgesamt sehr viel länger dauert und die Aufmerksamkeit des Probanden nicht auf das einzelne Wörter gelenkt werden kann (Nickisch et al., 2016).

2.6.4.2. Binaurale Summation – Hannoverscher Binauraler Summationstest

Die **binaurale Summation** ist ein zentraler Hörverarbeitungsprozess, der das Zusammensetzen eines gehörten Signals aus verschiedenen Frequenzspektren ermöglicht. Zur Testung bekommt das eine Ohr die hohen Frequenzanteile (2500-3000 Hz) des Wortes präsentiert, das andere gleichzeitig die tiefen (500-800Hz) desselben Wortes (Matzker, 1958). Bei intakter Integrität des unteren Hirnstamms können die angebotenen Wortfragmente zu einem vollständigen Wort zusammengesetzt und verstanden werden.

Um die Verarbeitung von binaural angebotenen Signalen zu begutachten, die interaurale Intensitäts- oder Zeitvariationen einbeziehen, verwendet man binaurale Interaktionstests wie z. B. den **Hannoverschen Binauralen Summationstest** (Ptok, 1997b). Dabei werden über einen Kopfhörer zweisilbige Wörter vorgespielt, die verstanden und nachgesprochen werden müssen.

Sobald ein zeitlicher Unterschied in der neuronalen Informationsverarbeitung des Gehörten auftritt, ist das Zusammensetzen der dargebotenen Wortfragmente erschwert. Das Wort wird verzerrt wahrgenommen, so dass sich beim Summationstest keine Steigerung des Wortverstehens gegenüber dem Einzelwortfragment darstellt (Nickisch et al., 2016) (vgl. Kapitel 3.4.2.4.).

2.6.4.3. Separation - Dichotischer Diskriminationstest für Kinder (Uttenweiler)

Gleichzeitig vorgegebene, auf beiden Ohren unterschiedliche Schallreize (Wörter) werden durch die Fähigkeit der **auditiven Separation** gleichermaßen verstanden. Dieses Phänomen beschreibt das dichotische Hören, wofür die getrennte Funktionsfähigkeit beider Hörbahnen notwendig ist (Nickisch et al., 2016).

Für Kinder ab fünf Jahren kann die auditive Separation mit dem **Dichotischen Diskriminationstest für Kinder** nach **Uttenweiler** geprüft werden. Mit einem Sprachschallpegel von 70 dB werden über Kopfhörer binaural gleichzeitig zwei unterschiedliche, dreisilbige, für das Kind leicht verständliche Wörter angeboten, die nachgesprochen werden müssen. Normalhörende erkennen nahezu alle Testwörter (Uttenweiler, 1980).

Wichtig ist, dass die vorgegebenen Wörter dem linguistischen Stand des Kindes entsprechen. Bei linguistischer Überforderung würden auch normalhörende Kinder auffällige Ergebnisse erzielen. Kinder verstehen auf dem rechten Ohr dargebotene Wörter meist besser als links. Man spricht dabei von einem Rechtsohrvorteil. Grund dafür scheint die Dominanz der linken Hemisphäre bei der Wahrnehmung sprachlicher Informationen zu sein. Lassen sich dagegen Linksohrvorteile darstellen, spricht dies qualitativ für das Vorliegen von AVWS (De Maddalena et al., 2001) (vgl. Kapitel 3.4.2.3.).

2.6.4.4. Psychoakustische Zeitverarbeitung

Das Erkennen und Unterscheiden kürzester nonverbaler auditiver Ereignisse nennt sich **psychoakustische Zeitverarbeitung**. Die Hörverarbeitung von sprachfreien, auditiven Reizen wird auch als

basale auditive (engl. low-level) Funktion bezeichnet. Dabei ist ein exaktes auditives Zeitauflösungsvermögen der Hörbahn erforderlich. Tests zur auditiven zeitlichen Verarbeitung begutachten die Analysefähigkeit von akustischen Stimuli über einen Zeitverlauf. Dabei kann die Dauer des angebotenen Reizes oder die Zeit zwischen den Schallreizen (Interstimulusintervall) variieren (Nickisch et al., 2016).

Psychoakustische Tests untersuchen vorrangig die Verarbeitung von nicht-sprachlichen Schallreizen. Einerseits erscheint positiv, dass die non-verbale psychoakustischen Tests nicht zusätzlich die sprachlichen Leistungen prüfen, da das Sprachniveau und der Wortschatz bei Kindern mit AVWS häufig nicht ihrem Alter entsprechend sind (Dias et al., 2012). Andererseits ist es von großer Wichtigkeit, dass der Proband die Aufgabenstellung versteht, um den Test korrekt auszuführen. Dafür sind gute auditive Leistungen wie Auffassungsvermögen, Aufmerksamkeit, Kurzzeitgedächtnis und Sprachverständnis erforderlich (Nickisch et al., 2016).

Die Testung kann z. B. mit dem Psychoakustischen Testsystem oder dem Gap-Detection-Test erfolgen, die im Folgenden vorgestellt werden.

2.6.4.4.1. Psychoakustisches Testsystem

Das **Psychoakustische Testsystem** (PaTSy)⁵ ist ein handliches elektronisches Testgerät, das folgende fünf Subtests enthält: (1) Tonhöhendifferenzierung zur Bestimmung des gerade nach wahrnehmbaren Frequenzunterschiedes zweier Töne, (2) Gap-Detection-Test zur Bestimmung der gerade nach wahrnehmbaren Lücke in einem Rauschen, (3) Lautstärkendifferenzierung zur Bestimmung des gerade nach wahrnehmbaren Unterschiedes der Intensität zweier Geräusche sowie (4) monaurale und (5) binaurale Zeitordnung zur Bestimmung der monauralen bzw. binauralen Reihungserkennung.

Das Gerät kann bei Kindern ab sieben Jahren eingesetzt werden, da Normwerte ab diesem Alter für jede Aufgabe hinterlegt sind. Somit werden im Anschluss an jede psychoakustische Aufgabe automatisch dem Alter des Kindes angepasste Prozentränge errechnet. Der Prozentrang gibt an, wie viele Kinder ohne sprachgebundene Schwierigkeiten (Normgruppe) gleiche oder schlechtere Ergebnisse erzielt haben. Bei einem Prozentrang von beispielsweise 25, haben 25 % der gleichaltrigen Kinder gleich oder schlechter abgeschnitten. 75 % der Kinder erzielten jedoch bessere Ergebnisse. Ein Prozentrang unter 16 in drei oder mehr Subtests gilt als auffälliges Ergebnis (Nickisch et al., 2016) (vgl. Kapitel 3.4.2.6.).

2.6.4.4.2. Gap-Detection-Test (Matulat)

Mit dem **Gap-Detection-Test** von **Matulat** wird untersucht, ob in einem monotonen Rauschen immer kürzer werdende Geräuschlücken identifiziert werden können. Dabei sollten Geräuschlücken von mindestens 10 Millisekunden (ms) erkannt werden. Normalhörende erkennen Lücken bis zu 3 ms. Im

⁵ Firma Mack, info@mack-team.de, J.-Frauenhofer-Str. 47, 85276 Pfaffenhofen

Gegensatz dazu können einige Patienten mit AVWS Geräuschlücken von ≥ 10 ms nicht erkennen (Matulat et al., 1999; Dias et al., 2012) (vgl. Kapitel 3.4.2.5.).

2.6.4.5. Differenzierung – Heidelberger Lautdifferenzierungstest: Phonemdifferenzierung

Die **auditive Differenzierung**, eine weitere auditive Teilleistung, ist für die Unterscheidung von Hörereignissen auf Geräusch-, Klang- und Phonemebene zuständig. Laute zu unterscheiden ist Teil der Hörverarbeitung (ASHA, 2005).

Mit den Tests der auditiven Lautdifferenzierung wird die Fähigkeit geprüft, zwischen ähnlich klingenden sprachlichen Stimuli zu unterscheiden. Dies geschieht z. B. mit dem **Heidelberger Lautdifferenzierungstest** (HLAD), Subtest „**Phonemdifferenzierung**“ (Brunner et al., 1998). Im HLAD werden Sinnlos-silben und Realwörter verwendet. Er kann bei Kindern ab der ersten Grundschulklasse angewendet werden. Bei dem Test zur Phonemdifferenzierung wird die Fähigkeit beurteilt, wie gut Wort- und Silbenpaare, die sich in nur einem Phonem unterscheiden, s. g. Minimalwortpaare (Bsp. Kern - gern) differenziert werden können. Das Kind muss diese Minimalwortpaare als gleich oder verschieden erkennen (Bellis, 2004; Nickisch et al., 2016) (vgl. Kapitel 3.4.2.2.1.).

Die Lautdifferenzierung spielt eine entscheidende Rolle bei der kindlichen Sprachentwicklung. Es ist deshalb möglich, dass Kinder mit Defiziten in dieser Fähigkeit Sprachentwicklungsprobleme entwickeln können (Lauer, 2006). Laut Nickisch et al. (2016) treten Probleme der Phonemdifferenzierung bei Grundschulkindern mit AVWS gehäuft auf.

2.6.5. Objektive Tests

Als Standardverfahren der objektiven audiologischen Testung empfiehlt die DGPP die Durchführung einer Hirnstammaudiometrie. Im Gegensatz dazu, soll die Ableitung später akustischer evozierter Potenziale nur im Einzelfall und bei spezifischer Fragestellung erfolgen (Nickisch et al., 2015; Nickisch et al., 2007; Gross et al., 2010).

Die klassische Hirnstammaudiometrie (engl. Brainstem Evoked Response Audiometry (BERA)) dient zur Objektivierung der Hirnaktivitätsveränderungen beim Hörvorgang. So lässt sich die neuronale Aktivität nach akustischem Stimulus über Oberflächenelektroden an Mastoid und Scheitel aufzeichnen. Die Potenzialausbreitung erfolgt über den N. cochlearis bis in den Hirnstamm. Die BERA misst frühe akustisch evozierte Potenziale, die bis zu 10 ms nach dem Schallreiz auftreten. Die Veränderung der Hirnaktivität zwischen Ton und gemessenem Potenzial stellen sich in Form von fünf Wellen dar, wodurch eine Lokalisationsdiagnostik gelingt. Die Welle I repräsentiert den distalen und die Welle II den proximalen Anteil des N. cochlearis. Die Wellen III bis V stellen den Verlauf der Hörbahn im Hirnstamm dar. Die Welle III zeigt dabei die Nuclei cochleares, die Welle IV die Nuclei olivares

superiores bzw. den Lemniscus lateralis und die Welle V den Colliculus inferior (Hoth et al., 2015; Nickisch et al., 2016; Schmidt et al., 2010: S.328-9; Huppelsberg und Walter, 2009: S. 340).

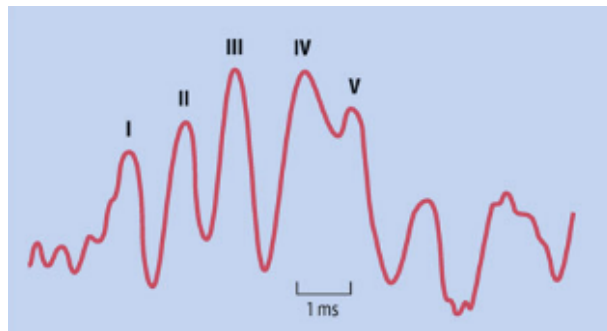


Abbildung 7: Darstellung der frühen akustisch evozierten Potenziale aus (Schmidt et al., 2010: S.329)

Die BERA wird insbesondere bei Unklarheit bezüglich (bzgl.) der Hörschwelle als objektive Höruntersuchung genutzt (Gross et al., 2010). Während der pädaudiologischen Diagnostik erfolgt die Ableitung im Schlaf, da die aktive Mitarbeit des Patienten nicht notwendig ist (Hoth et al., 2015).

Bei AVWS ist insbesondere auf die Latenz- und Amplitudenauswertung zu achten (Nickisch et al., 2007). Als Korrelat für eine Störung der Hörverarbeitung lassen sich nur vereinzelte Auffälligkeiten, wie z. B. verlängerte Interpeaklatenzen (Latenz zwischen den Wellen) oder Interauraldifferenzen (Unterschiede zwischen den beiden Ohren) nachweisen (v. Suchodoletz und Wolfram, 1996). Diese Veränderungen treten jedoch selten auf und sind nicht pathognomonisch für eine AVWS, daher ist die BERA meist ohne pathologischen Befund. Anderenfalls sollten weitere bildgebende Verfahren des Kopfes, wie z. B. Computer- oder Kernspintomographie erfolgen, um hirnorganische Störungen wie beispielsweise eine Raumforderung zu erkennen (Nickisch et al., 2016).

2.6.6. Psychometrische Tests

Auditiv-sprachliche, psychometrische Verfahren dienen zur Prüfung der auditiven Wahrnehmungsleistung. Bei allen Tests sind zusätzlich Sprachverständnisleistungen erforderlich. Hierzu zählt auch das bereits beschriebene Untersuchungsinstrument „Phonemdifferenzierung“, ein Subtest des HLAD (siehe Kapitel 2.6.4.5.).

Bevorzugt sollte die Wiedergabe der Testitems über einen Tonträger erfolgen. Werden die Vorgaben durch den Untersucher vorgesprochen, muss das Mundbild z. B. mit der Hand verdeckt werden, damit es den Probanden nicht möglich ist, visuell zu kompensieren (Nickisch et al., 2016).

2.6.6.1. Identifikation – Heidelberger Lautdifferenzierungstest:

Phonemidentifikation

Die Fähigkeit der **auditiven Identifikation** sorgt für das genaue Erkennen von Hörereignissen auf Geräusch-, Klang- und Phonemebene. Ist diese Funktion intakt, kann z. B. auf Phonemebene erkannt

werden, dass das Wort „Maus“ mit dem Buchstaben /m/ beginnt. Laute richtig zu erkennen ist Teil der Hörwahrnehmung (ASHA, 2005; Nickisch et al., 2016).

Bellis (2004) empfiehlt für die AVWS-Diagnostik die Überprüfung der korrekten Phonemerkennung. Hierfür steht der Subtest der „**Phonemidentifikation**“ des HLAD, von Brunner et al. (1998) zur Verfügung, der für die 1.-4. Grundschulklasse normiert ist. Bei dem Test zur Phonemidentifikation wird die Fähigkeit beurteilt, wie gut Wort- bzw. Silbenpaare, die sich in nur einem Phonem unterscheiden, s. g. Minimalwortpaare (Bsp. Kern - gern) erkannt werden können. Das Kind muss diese Minimalwortpaare korrekt und in richtiger Reihenfolge nachsprechen. Im HLAD werden dafür Sinnlossilben und Realwörter verwendet. (Bellis, 2004; Nickisch et al., 2016).

Grundschul Kinder mit AVWS haben oft Schwierigkeiten mit der Identifikation auf Lautebene. Das Geräusch- und Klangerkennen ist hiervon meist nicht betroffen (Nickisch et al., 2016) (vgl. Kapitel 3.4.2.2.1.).

2.6.6.2. Sequenzierung und auditives Kurzzeitgedächtnis

Die **auditive Sequenzierung** dient der Speicherung von auditiven oder auditiv-sprachlichen Ereignissen in korrekter Reihenfolge. Tests zum **auditiven Kurzzeitgedächtnis** erarbeiten die Merkfähigkeit im auditiven Gebiet (Bellis, 2004). Die in den Tests vorgegebenen Einzelelemente können Geräusche, Zahlen, Silben oder Wörter sein. Wichtig ist, dass verschiedene Qualitäten geprüft werden. Das kann über das Nachsprechen von Sinnlossilben oder mehrsilbigen Kunstwörtern sowie Zahlen oder Sätze geschehen. Daher erfolgt die Testung z. B. mit dem Mottier-Test (Sinnlossilben), dem Psycholinguistischen Entwicklungstest (Zahlen) oder dem Subtest „Imitation grammatischer Strukturen“ des Heidelberger Sprachentwicklungstests (Sätze), die im Folgenden näher beschrieben werden.

2.6.6.2.1. Mottier-Test (Zürcher Lesetest): Sinnlossilben

Der **Mottier-Test** aus dem Zürcher Lesetest untersucht die auditive Sequenzierung und Hörmerkspanne mit Hilfe von Kunstwörtern (Bsp. ge-bi-da-fi-no). Die immer länger werdenden Zweier- bis Sechtersinnlossilbenfolgen müssen hierbei fehlerlos und in richtiger Reihenfolge wiedergegeben werden (Mottier, 1951; Welte, 1981). Dabei greift der Test auf mehrere auditive Teilleistungen zurück, wie auf die Phonemdifferenzierung und -identifikation, das auditive Kurzzeitgedächtnis, die Sequenzierung und die Artikulation. Bei Auffälligkeiten im Testergebnis ist dies wichtig zu bedenken, da man keine Aussage darüber treffen kann, welche Einzelleistung für die minderen Ergebnisse verantwortlich sind. Hierfür ist weitere Diagnostik erforderlich (Risse und Kiese-Himmel, 2009; Nickisch et al., 2016).

Der Mottier-Test ist für Kinder von fünf bis 16 Jahren einsetzbar. Die Studie von Wild und Fleck (2013) stellt dafür die aktuellen Normierungen zur Verfügung. Da das Nachsprechen von Kunstwörtern von Kultur und Herkunft des Kindes unabhängig ist, eignet sich der Test gut im klinischen Alltag (Dollaghan und Campbell, 1998) (vgl. Kapitel 3.4.3.1.).

2.6.6.2.2. Zahlenmerkspanne

Die Testung der Zahlenmerkspanne hat den Vorteil, dass sie nicht auf die Fähigkeiten der Phonem-identifikation bzw. -differenzierung zurückgreift und daher von Kindern mit expressiven Sprachentwicklungsstörungen besser bewältigt werden kann (Nickisch et al., 2016). Im Folgenden sind verschiedenen Tests aufgeführt, mit der die phonologische Speicherung für Zahlen überprüft werden kann.

2.6.6.2.2.1. *Psycholinguistischer Entwicklungstest: Zahlenfolgedächtnis*

Mit Hilfe des **Psycholinguistischen Entwicklungstests** (PET) von Angermaier (1977) wird im Subtest „**Zahlenfolgedächtnis**“ die Merkfähigkeit von Zahlen und die Sequenzierung geprüft. Einsetzbar ist der Test für Kinder von drei bis zehn Jahren. Der Untersucher gibt die einstelligen Zahlenfolgen mit der Geschwindigkeit von zwei Zahlen pro Sekunde vor. Nachteilig ist, dass die Normen veraltet sind und die Testung auf Grund von Wiederholungen bei falscher Zahlenfolgewedergabe zeitaufwendig ist (Nickisch et al., 2016) (vgl. Kapitel 3.4.3.2.1.).

2.6.6.2.2.2. *Wechsler Intelligence Scale for Children-IV: Zahlennachsprechen*

Auch der **Wechsler Intelligence Scale for Children IV** von Petermann und Petermann (2011) testet mit dem Subtest „**Zahlennachsprechen**“ die Zahlenmerkspanne. Bei Kindern zwischen sechs und 16 Jahren gibt der Untersucher eine Zahlenreihe mit einer Zahl pro Sekunde vor. Der Proband muss Zahlenfolgen vorwärts und rückwärts korrekt wiedergeben. Die reine Sequenzierungsleistung wird dabei nur von den vorwärts nachgesprochenen Zahlenreihen repräsentiert, da das Rückwärtsnachsprechen von Zahlen zusätzlich das Arbeitsgedächtnis prüft. Es wird empfohlen die Bewertung von vorwärts und rückwärts wiederholten Zahlenfolgen zu trennen (Nickisch et al., 2016).

2.6.6.2.2.3. *Kaufman Assessment Battery for Children-II: Zahlennachsprechen*

Es kann ebenfalls der Subtest „**Zahlennachsprechen**“ des Intelligenztests **Kaufman Assessment Battery for Children** (K-ABC) II zur Überprüfung der Sequenzierungsleistung verwendet werden (Kaufman et al., 2015). Normiert ist der Test für Kinder zwischen drei und 18 Jahren. In der AVWS-Diagnostik empfiehlt Kiese-Himmel (2007) den Einsatz des Subtests „Zahlennachsprechen“ des K-ABC dem Subtest „Zahlenfolgedächtnis“ des PET vorzuziehen. Der K-ABC belastet die Aufmerksamkeitsspanne weniger und hat die aktuellere Normierung.

2.6.6.2.3. *Heidelberger Sprachentwicklungstest: Imitation grammatischer Strukturformen*

Für die Beurteilung des Kurzzeitgedächtnisses und der Grammatikkompetenz für komplexe Sätze kann der Subtest „**Imitation grammatischer Strukturformen**“ aus dem **Heidelberger Sprachentwicklungstest** (HSET) von Grimm und Schöler (1978) genutzt werden. Es ist jedoch zu beachten, dass es sich primär um einen Sprachentwicklungstest handelt, der sekundär das auditive Kurzzeitgedächtnis untersucht. Einsetzbar ist der Test für Kinder zwischen vier und zehn Jahren. Ziel des Subtestes ist es, die

vom Untersucher vorgegeben Sätze fehlerfrei zu reproduzieren, indem die Sätze nachgesprochen werden. Dabei wird auf die grammatikalische Exaktheit in der Satz wiederholung und die Genauigkeit der Artikulation geachtet (Grimm und Schöler, 1991; Straßburg et al., 2008) (vgl. Kapitel 3.4.4.1.1.).

2.6.6.3. Analyse – Heidelberger Lautdifferenzierungstest: Phonemanalyse

Die Fähigkeit der **auditiven Analyse** beschreibt das Heraushören von Einzellaute auf Silben-, Wort-, Satz- oder Textebene. Sie ist dabei Teil der auditiven Wahrnehmung und der phonologischen Bewusstheit. Die Lautanalyse bezieht sich auf die Fähigkeit, einen Laut innerhalb eines Wortes zu erkennen oder seine Position angeben zu können. Beispielsweise wird im Wort /Esel/ der Buchstabe /s/ gefunden und erkannt, dass sich das /s/ in der Mitte des Wortes befindet.

Die Lautanalyse und die Phonem-Graphem⁶-Korrespondenz kann z. B. mit dem **HLAD** Subtest „**Phonemanalyse**“ von Brunner et al. (1998) untersucht werden. Der Test steht dabei ebenfalls für Kinder der 1.-4. Grundschulklasse zur Verfügung. Bei dem Subtest „Phonemanalyse“ werden über Kopfhörer 12 ein- bis zweisilbige Wörter vorgegeben. Der Proband muss von einem gehörten Wort (z. B. /Grad/) das Graphem korrekt benennen (hier: /Gr-/) und das Wort anschließend fehlerfrei wiederholen (vgl. Kapitel 3.4.2.2.2.).

Die auditive Analyse spielt im Rahmen des Schriftspracherwerbs eine große Rolle. Durch sie lernen Kinder z. B. durch Klatschen, wie viele Silben ein Wort enthält. Auch das Aufteilen eines Wortes in Einzellaute ist Teil davon (Nickisch et al., 2016).

2.6.6.4. Synthese – Psycholinguistischer Entwicklungstest: Laute Verbinden

Mit Hilfe der **auditiven Synthese** gelingt das Verknüpfen von Einzellaute zu vollständigen Wörtern. Die Fähigkeit beruht im Wesentlichen auf der Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Wiedergabe auditiver Informationen, sowie dem Wissen über lautsprachliche Strukturen der Sprache. Sie ist dabei Teil der phonologischen Bewusstheit. Eine intakte Diskrimination und Identifikation der einzelnen Laute und die richtige Sequenzierung der Lautfolge sind Voraussetzung der auditiven Synthese (Nickisch et al., 2016).

Mit Hilfe des Subtestes „**Laute Verbinden**“ aus dem **PET** von Angermaier (1977) kann die auditive Synthese überprüft werden. Der Test ist für Kinder zwischen drei und zehn Jahren normiert. Die dabei vom Untersucher vorgegebenen Einzellaute, wie beispielsweise /R/-/ei-/s/, werden zu ganzen Wörtern (hier: /Reis/) zusammengezogen und verstanden (vgl. Kapitel 3.4.3.2.2.).

⁶ kleinste bedeutungsunterscheidende Einheit, die ein Phonem repräsentiert

2.6.6.5. Sprachentwicklungstests – Heidelberger Sprachentwicklungstest: Verstehen grammatischer Strukturformen

Tests, die primär das Sprachverständnis untersuchen, dienen vor allem dazu, differentialdiagnostische Überlegungen zu vertiefen oder Sprachverständnisstörungen aufzudecken.

Der **HSET** von Grimm und Schöler (1978) überprüft altersadaptiert den aktuellen Sprachentwicklungsstand eines Kindes. Einsetzbar ist der Test für Kinder zwischen vier und zehn Jahren. Der Subtest „**Verstehen grammatischer Strukturformen**“ prüft zudem die Fähigkeit, komplexe Satzinhalte zu verarbeiten (Instruktionsverständnis). Ziel des Subtestes ist es, die vom Untersucher vorgegeben Sätze fehlerfrei zu reproduzieren, indem die im Satz dargestellte Situation mit Hilfe von kleinen Figuren nachspielt wird. Dabei muss die Handlungsabfolge völlig dem Satzinhalt entsprechen und die Subjekt-Objekt-Unterscheidung korrekt sein. Wie genau das Kind die Handlung (z. B. beißen oder packen) darstellt ist dabei unwesentlich (Grimm und Schöler, 1991; Bellis, 2004; Gross et al., 2010; Nickisch et al., 2016) (vgl. Kapitel 3.4.4.1.2.).

2.7. Differentialdiagnostik

Eine klare Abgrenzung zwischen AVWS und anderen Erkrankungen kann erschwert sein, da die Symptombereiche häufig kombiniert auftreten oder ineinander übergehen (Nickisch et al., 2007). Die Diagnose AVWS sollte nur dann gegeben werden, wenn die Defizite schwerpunktmäßig oder primär die auditive Sinnesmodalität betreffen (Nickisch, 2007). Bei der Diagnosestellung von AVWS sollten besonders folgende Komorbiditäten differentialdiagnostisch in Betracht gezogen werden: (1) Sprachverständnisstörungen, (2) Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störungen, (3) kognitive Störungen und (4) Lese-Rechtschreib-Störungen. Nickisch et al. (2007) fordern zusätzlich zu den bereits genannten Störungen die Berücksichtigung und ggf. eine Abgrenzung von AVWS und Komorbiditäten wie z. B. autistischen Störungen, frühkindlichen Persönlichkeitsstörungen, emotionalen Störungen und Verhaltensstörungen.

2.7.1. Sprachverständnisstörungen

Definiert wird das Sprachverständnis als das Auffassen von sprachlichen Sinneszusammenhängen (Nickisch und Schönweiler, 2011). Bei Sprachverständnisstörungen liegen die vorrangigen Probleme im Wortverständnis, im Begreifen von Satzarten, Grammatikformen, Passivsätzen, Präpositionen und W-Fragen (CSHA, 2007).

Sprachverständnisstörungen können einerseits Folge von AVWS sein oder diese mitverursachen oder andererseits als Teilsymptom von Sprachentwicklungsstörungen auftreten. Möglich ist auch eine Kombination der beschriebenen Fälle (Nickisch et al., 2007; Nickisch et al., 2016; Nickisch und Schönweiler, 2011).

Die Defizite im Sprachverständnis können als Top-down-Faktoren die AVWS-Untersuchungen beeinflussen. In diesem Fall ist es wichtig, dass die teilweise komplexen mündlichen Testinstruktionen die rezeptive und expressive Sprachkompetenz des Kindes nicht überfordern (Nickisch et al., 2016). Ist dies nicht gegeben kann die richtige Interpretation der pädaudiologischen Befunde nicht mehr gewährleistet werden (Nickisch et al., 2015). Das Sprachverständnis wird mit Sprachverständnistests, wie z. B. dem Subtest „Verstehen grammatischer Strukturformen“ aus dem HSET (vgl. Kapitel 2.6.6.5.) geprüft (Nickisch und Schönweiler, 2011).

2.7.2. Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störungen

Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störungen (ADHS) und AVWS sind Krankheitsbilder verschiedener Entität. Sie werden unterschiedlich definiert und sind klinisch unterscheidbar, wobei sie ähnliche Symptome präsentieren können. Beide Störungsbilder gehen mit einer eigenen, komplexen Diagnostik und Therapie einher. Komorbiditäten zwischen ADHS und AVWS sind jedoch häufig (Chermak et al., 1998; Chermak et al., 1999; Norrelgen et al., 1999; Bamiou et al., 2001; Chermak et al., 2002).

Kinder mit AVWS können zu den auditiven Defiziten auch ADHS-typische Symptome, wie hyperaktive oder unaufmerksame Verhaltensweisen zeigen. Unaufmerksamkeiten können während der auditiven Testung als Top-down-Prozess die AVWS-Untersuchung beeinflussen (Nickisch und Schönweiler, 2011). Während der Diagnostik ist laut Chermak et al. (1999) für Kinder mit AVWS typisch, dass sie deutlich schlechtere Ergebnisse im Sprachverstehen unter Störgeräuschbedingungen erzielen als ihre Altersnorm und/oder eine Beeinträchtigung der Phonemdifferenzierung zeigen. Auch Norrelgen et al. (1999) bestätigen, dass reduzierte Ergebnisse in der Phonemdifferenzierung für AVWS spezifisch seien. Außerdem zeigen sie, dass Kindern mit AVWS häufiger Defizite in einem bestimmten Teilbereich, wie beispielsweise dem auditiven Arbeitsgedächtnis, aufweisen.

Im Gegensatz dazu erzielen Kinder mit ADHS vor allem bei strukturierten Aufgabenstellungen, wie z. B. bei dem Erledigen von Arbeitsblättern schlechtere Ergebnisse (Nickisch und Schönweiler, 2011). Die Schwierigkeit liegt vermutlich in einer stark verkürzten Aufmerksamkeitsspanne (Chermak et al., 1999). In der auditiven Testung erzielen Kinder mit ADHS meist unauffällige Ergebnisse, wenn sie während der Testung positiv verstärkt und ihre Aufmerksamkeit zur Aufgabenstellung hingelenkt wird (Chermak et al., 1999; Nickisch et al., 2007; Nickisch, 2007). Damit mögliche Top-down-Einflüsse so gering wie möglich gehalten werden, sollten die Untersuchungen möglichst am Vormittag, in kurzen Einheiten und mit regelmäßigen Pausen stattfinden (Chermak et al., 1999).

Wenn ADHS diagnostiziert und diese medikamentös therapiert werden, sollte der Beginn der Behandlung vor einer AVWS-Abklärung erfolgen (Nickisch und Schönweiler, 2011), da laut Tillery et al. (2000)

Hinweise dafürsprechen, dass die Medikation mit Methylphenidat⁷ einen positiven Effekt auf die Aufmerksamkeit der Kinder hat. Die Untersuchungsergebnisse der Phonemsynthese und der Sprachaudiometrie im Störgeräusch wurden dagegen durch Methylphenidat nicht beeinflusst. Deshalb wird empfohlen, am Tag der AVWS-Testung die Medikation wie gewohnt einzunehmen (Nickisch und Schönweiler, 2011).

Nickisch und Schönweiler (2011) raten außerdem, das Verhalten der Kinder während der Untersuchungen genau zu dokumentieren. So soll die Art der Unterbrechungen z. B. durch Kommentare und die Formen der Ablenkbarkeit z. B. visuell qualifiziert werden. Für die differentialdiagnostische Überlegung ist wichtig, ob das dokumentierte Verhalten durch ein Defizit der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung oder durch die fehlende Aufmerksamkeitsfokussierung für auditive Stimuli oder auf beide Faktoren zurückzuführen ist.

2.7.3. Kognitive Störungen

Vor der AVWS-Diagnostik sollte eine umfangreiche, standardisierte Intelligenzdiagnostik erfolgen. Ziele sind dabei einerseits die Unterteilung der Leistungsprofile in nonverbal- oder sprachlich-kognitiv und andererseits das Erkennen von möglichen mentalen Entwicklungsstörungen (Nickisch et al., 2007; Nickisch und Schönweiler, 2011).

Das auditive Kurzzeitgedächtnis wird mit Untersuchungen zur auditiven Sequenzierung (vgl. Kap. 2.6.6.2.) überprüft. Bei Defiziten im auditiven Kurzzeitgedächtnis (z. B. für Sinnlossilben, Zahlen oder Sätze) muss herausgearbeitet werden, ob die Einschränkungen modalitätsspezifisch, also im auditiven Bereich bestehen, damit man von einer AVWS sprechen kann. Sind die Defizite dagegen modalitätsübergreifend, beispielsweise zusätzlich zu der auditiven auch in der visuellen oder visuell-motorischen Sinnesmodalität vorhanden, muss man eher von einer kognitiven Beeinträchtigung oder einem Top-down-Prozess ausgehen. Das visuelle Kurzzeitgedächtnis kann z. B. mit dem Subtest „Symbolfolge“ des PET getestet werden. Der Subtest „Handbewegungsfolge“ aus dem K-ACB kann die visuell-motorische Sinnesmodalität überprüfen (Jerger und Musiek, 2000; Nickisch et al., 2007; Nickisch et al., 2016).

2.7.4. Lese-Rechtschreib-Störungen

Wenn bei Kindern Symptome von Lese-Rechtschreib-Störungen (LRS) bestehen, sollte eine eigenständige, genaue LRS-Diagnostik vor einer möglichen AVWS-Diagnostik erfolgen.

Komorbiditäten zwischen LRS und AVWS sind häufig (Nickisch et al., 2016). Der Zusammenhang zwischen den beiden Störungsbildern ist bis heute nicht eindeutig erforscht (Nickisch und Schönweiler, 2011). Die sprachgebundene auditive Wahrnehmung gilt als wesentliche Voraussetzung für den Lese-

⁷ Handelsname: Ritalin

Rechtschreib-Erwerb (Übersicht: Bus und Van IJzendoorn, 1999). Nach abgeschlossener Diagnostik für LRS und AVWS werden die Fehlerprofile miteinander verglichen. Regelfehler sprechen eher für eine LRS ohne AVWS. Wahrnehmungsfehler, die auf die sprachgebundenen, auditiven Funktionen und Leistungen zurückzuführen sind, weisen eher auf AVWS hin (Nickisch, 2007). Da das AVWS-Profil insgesamt sehr heterogen ist, zeigen Kinder mit AVWS, laut Nickisch und Schönweiler (2011) sehr variable Fehlerausprägungen in ihren Lese-, Buchstabier- und Rechtschreibleistungen.

Von einer AVWS-Therapie profitieren Kinder, die z. B. durch Training der Lautunterscheidung Worttrennschärfefehler reduzieren oder durch Üben des auditiven Gedächtnisses sowie der Sequenzierung Wortdurchgliederungsfehler verringern. Bei Regelfehlern ist durch die auditive Therapie keine Besserung zu erwarten (Nickisch und Schönweiler, 2011).

2.8. Therapie

Die Behandlung sollte, genau wie die Diagnosestellung, interdisziplinär erfolgen. Die Zusammenarbeit von Logopäden, Pädagogen, Frühförderern und Psychologen versucht einen individuellen Therapieplan zu gestalten, um die AVWS in ihrer Heterogenität zu behandeln (Schönweiler et al., 2012). Die an den Einzelnen angepasste Behandlung richtet sich nach der Anamnese und den Hauptsymptomen des Patienten, sowie den Befunden der phoniatriisch-pädaudiologischen und sprachlichen Diagnostik (ASHA, 2005; BSA, 2011a; BSA, 2011b). Dieses dadurch entstehende individuelle auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsprofil (kurz: Auditives Profil) zeigt, welche auditiven Teilbereiche gezielt geübt werden sollten und welche gut ausgebildeten Teilbereiche zur Kompensation genutzt werden können (Nickisch et al., 2016). Die Therapie sollte möglichst zeitnah nach der Diagnosestellung beginnen, um optimale Erfolge zu generieren und bleibende Funktionsdefizite zu verhindern (Bamiou et al., 2001; Schönweiler et al., 2012). Nickisch et al. (2015) empfehlen eine umfassende Beratung von Eltern/Bezugspersonen, Lehrern/Erziehern und Therapeuten, um in allen Bereichen intensive Förderung und Unterstützung zu erzielen.

Für die umfangreiche Therapie haben sich vier Behandlungssäulen etabliert, die möglichst kombiniert zum Einsatz kommen sollten (Nickisch et al., 2016): (1) gezieltes defizitorientiertes Training, (2) Verfahren zur Kompensation gestörter Funktionen, (3) Verbesserung der Umgebungsbedingungen und (4) tägliches Üben.

2.8.1. Ziele der Therapie

Die Behandlungsziele sind die signifikante Verbesserung der Alltagsfunktionen und der initialen Hauptsymptome, die sich aus den anamnestischen Beschwerden und den getesteten Auffälligkeiten ergeben (Bellis, 2011; BSA, 2011b). Dabei ist es unumgänglich, die Hauptbeschwerden mit den zeitlichen, schulischen und motivationalen Ressourcen des Patienten in Verbindung zu bringen (BSA,

2011a; BSA, 2011b). Wichtig erscheint auch, die Therapieeffekte in regelmäßigen Abständen durch subjektive und objektive Verfahren zu überprüfen, um die Ziele der Therapie an die Entwicklung des Kindes anzupassen (Schönweiler et al., 2012).

2.8.2. Therapie der eingeschränkten Leistungsbereiche

Die Studie von Loo et al. (2016) beschreibt, dass durch übende Verfahren die eingeschränkten auditiven Leistungsbereiche kontinuierlich gestärkt werden können. Das Übungsmaterial erleichtert dabei die Vorbereitung, Durchführung und Erfolgskontrolle der Behandlung (Schönweiler et al., 2012). Es hat sich herausgestellt, dass störungsspezifische, an die Funktionen der AVWS angepasste Übungen effektiver sind als unspezifische (ASHA, 2005). Zu den verwendeten Verfahren zählen z. B. das Training von Lokalisationsfähigkeit, Phonemdifferenzierung, Phonemanalyse in Wörtern, auditiver Synthese sowie phonologischer Bewusstheit. In der klinischen Praxis wird dafür sprachfreies Material bzw. Sprachmaterial verwendet. Transferprozesse zwischen den einzelnen Übungen werden bisher durch klinische Beobachtungen nur vermutet (Ptok et al., 2000; Nickisch et al., 2007). Musiek et al. (2002) gehen davon aus, dass aufgrund der hohen Plastizität des kindlichen ZNS das audiologische Training positive Effekte auf die auditive Verarbeitung und Wahrnehmung erzielen kann.

2.8.3. Kompensatorische Strategien

Das Erlernen bzw. Einüben von kompensatorischen Strategien ist eine weitere Säule der Therapie. Dabei werden die Ressourcen und Stärken genutzt, auf die ein Kind individuell zurückgreifen kann. Es handelt sich um die gut ausgebildeten, anderen Sinnesmodalitäten sowie intakte auditive Teilleistungen und andere uni- oder multimodale Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstrategien. Außerdem ist es hilfreich, visuelle Unterstützungen zu nutzen, indem das Mundbild des Kommunikationspartners beobachtet wird oder in der Schule beispielsweise Tafelbilder ein Thema veranschaulichen. Auch taktil-kinästhetische (z. B. durch Ertasten von Plastikbuchstaben) und rhythmisch-motorische Elemente (z. B. durch Klatschen eines Wortes) werden während der Therapie benutzt. Besonders hilfreich erscheint das Anwenden dieser gelernten Strategien, wenn das akustische Signal in ungünstiger Qualität angeboten wird (Ptok et al., 2000; Nickisch et al., 2007; Schönweiler et al., 2012). Die dabei zum Einsatz kommenden metakognitiven und metalinguistischen Verfahren beschreibt Chermak (1998) ausführlich. Zu den metakognitiven Maßnahmen zählen u. a. das frühzeitige Erkennen von anspruchsvollen Hörsituationen, das Erfassen der Hauptidee des Gesagten, auch wenn nicht alle Informationen korrekt gehört wurden oder das Visualisieren auditiver Signale z. B. durch Gesten oder Aufschreiben. Metalinguistische Maßnahmen dienen einerseits u. a. zum Erkennen von Wörtern im Zusammenhang oder zum Erkennen der linguistischen Struktur des Gesagten. Andererseits gelingt durch sie die Zerlegung von komplexen sprachlichen Einheiten in einzelne Segmente, um das Verstehen auditiver Informationen zu erleichtern (Schönweiler et al., 2012).

2.8.4. Verbesserung der Umgebungsbedingungen

Die Modifikation der Hörumgebung hat die Verbesserung der Signalqualität als Ziel. In erster Linie sollen das Signal-Rausch-Verhältnis verbessert und die Intensität eines an das Ohr gelangendes Signals erhöht werden (Ptok et al., 2000; Nickisch et al., 2007).

Für Schulkinder ist die Verbesserung der Hörumgebung während des Schulunterrichts von großer Bedeutung. Um z. B. im Klassenzimmer das Signal-Rausch-Verhältnis zu optimieren, müssen zum einen die Störgeräusche minimiert und zum anderen der Störschall verringert werden. So kann aufgrund von Geräuschquellen (z. B. ein laufender Beamer) ggf. die Antwort eines Mitschülers nicht richtig gehört werden, da die Geräuschquelle das Nutzsignal (in diesem Fall die gesagte Antwort) verdeckt bzw. maskiert. Daraus folgt für Kinder mit AVWS ein reduziertes Sprachverstehen im Unterricht, vor allem bei geringer Redundanz und bisher unbekanntem Informationen. Außerdem lenken Störgeräusche besonders Kinder mit komorbider Aufmerksamkeitsstörung leicht ab. Dies ist vor allem bei großem Signal-Störgeräusch-Abstand der Fall. Deswegen sollten Kinder mit AVWS in der ersten Reihe seitlich sitzen. So wird der räumliche Abstand zum Lehrer geringgehalten, und trotzdem besteht die Möglichkeit, den Lehrer und ggf. andere Schüler beim Sprechen aktiv zu verfolgen, um ein Lippenlesen zu ermöglichen (Nickisch et al., 2016; Schönweiler et al., 2012). Auch von Seitens des Lehrers kann eine bessere Verständlichkeit ermöglicht werden, indem er langsamer und der Klasse zugewandt spricht sowie entsprechend artikuliert. Durch visuelle Hilfen, wie in Kapitel 2.8.3. beschrieben sollte der Unterricht zusätzlich untermauert werden (Ptok et al., 2000; Nickisch et al., 2007).

Klatte et al. (2010) meinen, dass auch das Sprachverstehen von normalhörenden Kindern durch Hintergrundgeräusche und durch Nachhall im Klassenzimmer stark beeinträchtigt sein kann. Dabei beeinflussen die Geräusche Erstklässler stärker, als Drittklässler. Der Nachhall hatte dagegen bei Ruhe keine Auswirkungen auf das Sprachverstehen der Schüler. Auch Yang und Bradley (2009) sowie Iglehart (2016) bestätigen, dass die Verständlichkeit umso besser wird, je kürzer der Nachhall ist. Um den Störschall, den Nachhall und die Reflexionseffekte zu minimieren, sind zum Teil einfache bauliche Maßnahmen sinnvoll. Besonders gut eignen sich Teppichböden, mit schallabsorbierenden Platten verkleidete Decken und Wände, Vorhänge an Fenstern und Poster oder Bilder an den Wänden (Schick et al., 2000; Nickisch et al., 2016). Auch eine geringere Klassenstärke würde den Störschall verkleinern (Ptok et al., 2000; CSHA, 2007; Nickisch et al., 2007).

Zur Intensitätserhöhung kann in Einzelfällen auch der Einsatz von drahtlosen Übertragungsanlagen (früher: FM-Anlage⁸) diskutiert werden. Die Übertragungsanlage stellt eine direkte, kabellose Hörverbindung zwischen Schüler und Lehrer her und unterdrückt so Störschall, Nachhall und räumliche

⁸ Frequenzmodulierende-Anlage

Abstände. Besonders Kinder mit AVWS und Hauptproblemen in der Störgeräuschunterdrückung profitieren von solchen Anlagen, da sich das Sprachverstehen im Störgeräusch deutlich verbessern kann (Nickisch et al., 2016).

2.8.5. Häusliches Üben

Die aktive Einbindung des Patienten in Form regelmäßiger, therapiebezogener Hausaufgaben ist ein wichtiger Bestandteil des Therapieerfolges. Da häufig Einschränkungen in der auditiven Merkfähigkeit bestehen, festigen sich die gelernten Strategien nur durch stetiges Trainieren. Dafür sollten die Übungen täglich mit Unterstützung der Eltern erfolgen. Der Therapeut gibt dafür nach jeder Stunde an den Stand des Kindes angepasste Übungsblätter mit nach Hause (Nickisch et al., 2016; Nickisch et al., 2015).

2.9. Verlauf und Prognose

Als **sekundäre Folgen** von AVWS können, analog zu peripheren Hörstörungen, Beeinträchtigungen der Kommunikation durch erschwerten Sprach- und Schrifterwerb, der Aufmerksamkeit, der Schullaufbahn, des Bildungsgrades, der kognitiv-sprachlichen Kompetenz, sowie der psychosozialen Entwicklung resultieren (Musiek et al., 1990; Chermak et al., 1999; Bamiou et al., 2001; ASHA, 2005; Nickisch et al., 2007; Reiß, 2009: p. 297). Aus diesen Gründen ist das bereits erwähnte interdisziplinäre Management von AVWS Patienten von großer Wichtigkeit.

Einige Studien berichten über den **Erfolg therapeutischer Interventionen** bei AVWS. Dabei zeigt sich, dass die auditiven Fähigkeiten mit auditiv-sprachlichem Übungsmaterial gut trainiert werden können. Für die Therapieansätze, die sprachgebundene Materialien verwenden, wurden positive Transfer-effekte u. a. auf die Sprachentwicklung, die Lese-Rechtschreibleistung und die phonologische Bewusstheit der Patienten belegt (Bus und Van IJendoorn, 1999; Nickisch, 2005; Nickisch et al., 2007). Eine regelmäßige, fachärztliche Beratung und eine kontinuierliche Anpassung des Behandlungskonzepts ist empfehlenswert, da Betroffene berichten, dass sie in anspruchsvollen Hörumgebungen ein Leben lang Schwierigkeiten haben (Nickisch et al., 2007; AAA, 2010; Nickisch et al., 2015). Im Einzelfall ist eine signifikante Verbesserung der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsfunktionen möglich (Ptok et al., 2000).

2.10. Ziel der Studie

Mit der aktuellen Erhebung soll untersucht werden, ob die Unterscheidung der beider Diagnosegruppen „AVWS“ und „Non-AVWS“ gegenüber den Voruntersuchungen an Zweit-, Dritt- und Viertklässlern auch bei jüngeren Kindern, d. h. im zweiten Schulhalbjahr der ersten Klassenstufe, möglich ist. Zusätzlich soll eine Auswahl an diagnostischen Standarduntersuchungsinstrumente gefunden

werden, die zwischen Kindern mit AVWS und normalhörenden, normal entwickelten Kindern unterscheiden kann.

Aus der analog durchgeführten Studie von Nickisch und Kiese-Himmel (2009) ist bekannt, dass eine Unterscheidung bei Dritt- und Viertklässlern durch folgende drei Untersuchungsinstrumente möglich ist: (1) Mottier-Test, (2) Göttinger Sprachaudiometrie II im Störgeräusch und (3) Subtest „Phonemdifferenzierung“ des HLAD. Bei einer weiteren Studie konnten Nickisch et al. (2013) zeigen, dass bei Zweitklässlern, eine Kombination von vier Untersuchungsinstrumenten nötig ist, um die Gruppen statistisch signifikant zu trennen: (1) Mottier-Test, (2) Göttinger Sprachaudiometrie II im Störgeräusch, (3) Dichotischer Test nach Uttenweiler und (4) Subtest „Zahlenfolgedächtnis“ des PET.

Damit ergeben sich für die vorliegende Studie folgende Fragestellungen:

- Ist eine Gruppentrennung von „AVWS“ und Non-AVWS“ bereits bei Erstklässlern im zweiten Schulhabjahr möglich?
- Wenn die Gruppentrennung gelingt, wie viele Untersuchungsinstrumente sind mindestens notwendig um die beiden Gruppen signifikant zu trennen?

3. Material und Methodik

3.1. Vorbereitung

In beiden Jahren war der Ablauf zur Vorbereitung der Studie identisch. Die Schulleiter von zwei ausgewählten Münchner Grundschulen wurden gebeten, die Studie zu unterstützen. Die Schulen wurden auf Grund der positiven Zusammenarbeit in der Vergangenheit und der unmittelbaren Nähe zum kbo⁹-Kinderzentrum München (kurz: Kinderzentrum) im Stadtteil Großhadern gewählt. Da alle Untersuchungen außerhalb der Unterrichtszeit und im Kinderzentrum stattfanden, sollte der zeitliche Aufwand für die teilnehmenden Kinder und ihre Eltern und so gering wie möglich ausfallen. Nach der mündlichen Einverständniserklärung der Schulleiter erhielten diese Informationen zur Studie mit Einführung in die Thematik der AVWS und des geplanten Studienablaufs. Mit Bitte auf Genehmigung der Studie „Normierung auditiver Tests bei Erstklässlern“ durch das Münchner Schulamt, wurden das Studiendesign, der Elternbrief und das Anmeldeformular an die Schulleiterin geschickt (vgl. Anhang 1. und 2.). Nach Erhalt der Genehmigung gemäß § 20 Grundschulordnung, die einige Auflagen enthielt, wurden die Schulleiter informiert und gebeten, die Einhaltung der Auflagen gegebenenfalls zu überwachen (vgl. Anhang 3. und 4.). Anschließend wurde die Studie in allen ersten Klassen der beiden Grundschulen vorgestellt und der Elternbrief und das Anmeldeformular an alle Schüler verteilt.

Der Elternbrief gab den Eltern eine Einführung in die Thematik der AVWS und betonte die Wichtigkeit der wissenschaftlichen Arbeit auf diesem Gebiet. Zusätzlich wurden die Eltern über die Rahmenbedingungen, wie beispielsweise den zeitlichen Aufwand, informiert (vgl. Anhang 5.)

Alle interessierten Eltern füllten das Anmeldeformular für ihr Kind aus, das neben der Einverständniserklärung auch die nötigen Voraussetzungen des zu testenden Kindes abfragte. Um den Einschluss eines Kindes in die Studie zu garantieren wurden folgende Punkte im Vorfeld abgefragt (vgl. Anhang 6.).

- Alter des Kindes
- Klassenstufe
- Deutsch und/oder andere Muttersprache
- geschätzte sehr gute bis befriedigende Deutschnote
- keine Wiederholung des ersten Schuljahres
- keine Hörstörungen
- keine Sprachstörungen
- keine Lese-Rechtschreib-Störungen
- keine Aufmerksamkeitsstörungen

⁹ Kliniken des Bezirks Oberbayern

Das Anmeldeformular aller interessierten Schüler wurden vom Klassenleiter eingesammelt und über die Schulleiter an das Kinderzentrum übermittelt. Es wurden alle Kinder, die die notwendigen Voraussetzungen zur Teilnahme an der Studie erfüllten, telefonisch oder per E-Mail informiert und zu einem persönlichen Termin zur Testung in das Kinderzentrum eingeladen.

3.2. Studienkollektiv

Das Studienkollektiv bestand aus den folgenden zwei Diagnosegruppen, die im Folgenden detailliert vorgestellt werden: (1) Klinische Gruppe und (2) Kontrollgruppe.

3.2.1. Klinische Gruppe

Die klinische Gruppe bestand aus 41 Kindern (31 Jungen; 10 Mädchen), mit der Diagnose AVWS. Bei einem Altersdurchschnitt von 6,93 Jahren (Standardabweichung (SD) 0,52) lag die Altersspanne bei sechs bis acht Jahren (vgl. Kapitel 4.2.).

Retrospektiv wurden die Patienten mit einer AVWS-Diagnose im engeren Sinne über die bereits bestehende Datenbank der pädaudiologischen Abteilung des Kinderzentrums ausgewählt. Alle Patienten besuchten zur Zeit der Datenerhebung die erste Klasse im zweiten Schulhalbjahr einer Regelschule. Die anderen Untersuchungen, die vor der AVWS-Diagnostik durchgeführt wurden, wie beispielsweise Intelligenzprofilmessung oder neuropädiatrische Voruntersuchungen, zeigten keine pathologischen Befunde. Alle Patienten erfüllten folgende Voraussetzungen zum Einschluss in die Studie: beidseits regelrechte Hörschwelle (Tonaudiogramm über Kopfhörer < 15 dB von 250 bis 8000 Hz in Halboktavschritten), HNO-Spiegeluntersuchung einschließlich Ohrmikroskopie und Tympanometrie ohne pathologischen Befund.

3.2.2. Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe bestand aus 42 normalhörenden, normal entwickelten Kindern (23 Jungen; 19 Mädchen). Bei einem Altersdurchschnitt von 6,79 Jahren (SD 0,52) lag die Altersspanne bei sechs bis acht Jahren (vgl. Kapitel 4.2.). Von den 42 Probanden der Kontrollgruppe waren zehn Kinder mehrsprachig. Die restlichen Kinder waren monolingual deutschsprachig. Alle besuchten die erste Klasse im zweiten Schuljahr einer staatlichen Grundschule in München. Die geschätzte Deutschnote war sehr gut bis befriedigend, es wurde bislang kein Schuljahr wiederholt, anamnestisch bestanden weder Sprachentwicklungs-, Hör- noch Lese-Rechtschreib- oder Aufmerksamkeitsstörungen. Diese Einschlusskriterien wurden bereits im Vorfeld mit Hilfe des Anmeldeformulars abgefragt.

Bei jedem Kind wurde zuerst eine Tympanometrie durchgeführt, um beispielsweise einen Paukenerguss oder eine Tubenventilationsstörung zu eruieren. Die Hörschwelle wurde anschließend mit einem Tonaudiogramm geprüft, um eine mögliche periphere Hörstörung zu detektieren. Dabei wurden über

Kopfhörer Töne mit einem Schalldruck von 0 bis 15 dB und ein Frequenzbereich von 250 bis 8000 Hz in Halboktavschritten dargeboten.

Bei allen untersuchten Kindern der Diagnose- und Kontrollgruppe waren die Tympanogramme beidseits regelrecht und das Tonaudiogramm wies beidseits geringe Schwellen (Kopfhörer) von < 15 dB bei 250 bis 8000 Hz auf.

3.3. Untersuchungsablauf

Die Testung der Kontrollgruppe wurden von Juli bis September 2015 und von Juni bis August 2016 im Kinderzentrum durchgeführt. Begonnen wurde die Testung mit einer Tympanometrie, gefolgt von einer Testreihe, die im schallisoliertem Audiometrieräum durchgeführt wurde:

- Tonaudiometrie
- Sprachaudiometrie (Göttinger Kindersprachtest II)
- Sprachverstehen im Störgeräusch (Göttinger Kindersprachtest II)
- Heidelberger Lautdifferenzierungstest
 - Subtest „Phonemdifferenzierung“
 - Subtest „Phonemidentifikation/Kinästhetik“
 - Subtest „Phonemanalyse/Phonem-Graphem-Korrespondenz“
- Dichotischer Diskriminationstest für Kinder (Uttenweiler)
- Hannoverscher Binauraler Summationstest
- Gap-Detection-Test (Matulat)

Die übrigen Untersuchungen fanden in einem normalen Untersuchungsraum statt:

- Psychoakustisches Testsystem
 - Subtest „Tonhöhendifferenzierung“
 - Subtest „Gap-Detection-Test“
 - Subtest „Lautstärkendifferenzierung“
 - Subtest „Monaurale Ordnungsschwelle“
 - Subtest „Binaurale Ordnungsschwelle“
- Mottier-Test
- Psycholinguistischer Entwicklungstest
 - Subtest „Zahlenfolgedächtnis“
 - Subtest „Laute Verbinden“
- Heidelberger Sprachentwicklungstest
 - Subtest „Imitation grammatischer Strukturformen“
 - Subtest „Verstehen grammatischer Strukturformen“

3.4. Diagnostik

Die Diagnostik gliedert sich in vier Abschnitte: (1) Vordiagnostik, (2) subjektive und (3) psychometrische Tests sowie (4) Sprachentwicklungstests. Im Folgenden werden alle Abschnitte der durchgeführten Diagnostik erläutert. Dabei wird für jedes einzelne Untersuchungsinstrument auf folgende Punkte eingegangen: genaue Zielsetzung, genutztes Material, mündliche Einweisungen zu Beginn, detaillierte Beschreibung der Durchführung, exakte Auswertung und Kriterien, ab wann ein Test als „auffällig“ gilt.

3.4.1. Vordiagnostik

Die obligate Vordiagnostik erfolgt zu Beginn der eigentlichen Untersuchung zur Hörverarbeitungs- und Wahrnehmungsleistung. Erst wenn sich die Vordiagnostik als unauffällig präsentiert kann mit der eigentlichen Testung zur auditiven Verarbeitung und auditiven Wahrnehmung begonnen werden.

3.4.1.1. Tonaudiometrie

Ziel: Hörschwellenbestimmung für unterschiedliche Frequenzbereiche, zum Ausschluss einer peripheren Hörstörung.

Material: Audiometer, Kopfhörer

Anweisung an das Kind: „Du bekommst jetzt einzelne Töne vorgespielt, diese können sehr leise oder dumpf sein, deswegen hör genau hin. Sobald du einen Ton wahrnimmst, zeige auf das Ohr, wo du den Ton gehört hast.“

Durchführung: Das linke und rechte Ohr werden separat getestet. Die Töne werden einzeln im Frequenzbereich von 250 bis 8000 Hz in Halboktavschritten zuerst mit einem Schalldruckpegel von 0 dB angeboten. Wenn das Kind angibt den Ton zu hören, wird dieser bei dem Pegel von 0 dB gespeichert. Wenn nicht, wird der Schalldruck jeweils um 5 dB gesteigert, bis das Kind angibt, den Ton zu hören. Die Testung der nächsten Frequenz beginnt wieder bei 0 dB. Wenn das Kind angibt den Ton erst bei einem Schalldruck > 15 dB zu hören, wird die Messung für die jeweilige Frequenz wiederholt. Grund dafür ist der sichere Ausschluss einer Hörminderung für die jeweilige Frequenz.

Die Töne werden nicht zu lange und nicht rhythmisch vorgespielt. Zwischen dem linken und rechten Ohr wird nach dem Zufallsprinzip gewechselt. Der Schalldruck aller gehörten Töne wird in einem Diagramm gespeichert und seitengetrent für beide Ohren und mit Normalschwellen verglichen.

Auswertung: Als auffällig gilt, wenn mehr als eine Tonschwelle bei einem Schalldruck > 15 dB liegt.

3.4.1.2. Sprachaudiometrie (Göttinger Kindersprachtest II)

Ziel: Messung des Sprachverständnisses, zum Ausschluss einer peripheren Hörstörung.

Material: Audiometer, externe CD, Kopfhörer, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Du hörst einzelne Wörter über die Kopfhörer. Zuerst hörst du Wörter auf dem einen, dann auf dem anderen Ohr. Bitte wiederhole laut, was du gehört hast.“

Durchführung: Von der CD werden jeweils über Kopfhörer bei 50 dB zehn Wörter vorgespielt. Zuerst sind die Wörter aus Gruppe 7 nur auf dem linken Ohr und anschließend die Wörter aus Gruppe 4 nur auf dem rechten Ohr hörbar.

Gruppe 7 (links): *Kreuz, Schaf, Prinz, Bus, Milch, Rock, Brett, Korb, Fass, Eis*

Gruppe 4 (rechts): *Fuß, Bein, Ring, Kamm, Schlauch, Bach, Krebs, Stock, Hund, See*

Falsch wiedergegebene Wörter werden so dokumentiert, wie das Kind sie ausgesprochen hat.

Auswertung: Als auffällig gilt, wenn < 80 % der Wörter nicht richtig verstanden werden.

3.4.2. Subjektive Tests

Die subjektive Hörprüfung dient vornehmlich der Untersuchung der auditiven Verarbeitung. Da sie sich in verschiedene Einzelmodalitäten unterteilen lässt sind zur genauen Beurteilung mehrere Untersuchungsinstrumente nötig, die in Folgendem beschrieben werden. Bei der Auswertung der subjektiven Tests ist darauf zu achten, dass zusätzlich zur Hörverarbeitung auch die Sprachverarbeitung die Testergebnisse beeinflusst. Deswegen muss jeder Test individuell an die Sprachkompetenz des Kindes angepasst werden (Nickisch et al., 2016).

3.4.2.1. Sprachverstehen im Störgeräusch (Göttinger Kindersprachtest II)

Ziel: Testung der auditiven Selektion.

Material: Audiometer, externe CD, Lautsprecher, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Stell dir vor, wir sind in deiner Klasse. Von vorne spricht dein Lehrer einzelne Worte. Um dich herum reden deine Mitschüler, deswegen ist es laut und unruhig. Versuche trotzdem zu hören, was der Lehrer sagt und wiederhole die Worte bitte laut.“

Durchführung: Die Testung findet unter Freifeldbedingungen statt. Der Proband benötigt keine Kopfhörer. Links und rechts (90° zur Testperson) ertönt aus Lautsprechern mit jeweils 60 dB ein sprachsimuliertes Störgeräusch. Gegenüber des Probanden befindet sich, in ca. einem Meter Entfernung ein Lautsprecher (0° zur Testperson) aus dem folgende zehn Wörter der Gruppen 9 und weitere zehn Wörter Gruppe 10 der CD mit 65 dB zu hören sind:

Gruppe 9: *Lamm, Wurst, Geld, Tür, Ohr, Schwamm, Knie, Kleid, Baum, Mond*

Gruppe 10: *Knopf, Nuss, Schwein, Feld, Uhr, Zahn, Pilz, Brett, Gras, Laub*

Das Störgeräusch und die gesprochenen Wörter hört der Proband zeitgleich. Falsch wiedergegebene Wörter werden so dokumentiert, wie das Kind sie ausgesprochen hat.

Auswertung: Als auffällig gilt, wenn < 80 % der Wörter nicht richtig verstanden werden.

3.4.2.2. Heidelberger Lautdifferenzierungstest

3.4.2.2.1. Phonemdifferenzierung und Phonemidentifikation

Ziel (Test 1 A bis C): Testung der auditiven Differenzierung und der auditiven Identifikation.

Material: Audiometer, externe CD, Kopfhörer, Testbogen

Anweisung an das Kind (Test 1 A bis C): „Du hörst immer zwei Wörter oder Silben. Warte bitte ab, bis du beide Wörter oder Silben gehört hast. Entscheide dich dann, ob diese gleich oder verschieden sind und teile mir deine Entscheidung mit. Wiederhole anschließend beide Wörter oder Silben in der Reihenfolge, in der du sie zuvor gehört hast. Zum Ausprobieren spreche ich dir ein Wortpaar vor: /Berg - Zwerg/. Sind diese beiden Wörter gleich oder verschieden? (hier: verschieden) Und kannst du sie in der richtigen Reihenfolge wiedergeben? (hier: Berg - Zwerg)“.

Durchführung (Test 1 A bis C): Von einer CD werden über Kopfhörer Wort- oder Silbenpaare bei einem Schalldruckpegel von 65 dB abgespielt. Falsch wiedergegebene Reihenfolgen oder falsch nachgesprochene Wort- oder Silbenpaare werden so dokumentiert, wie das Kind diese ausgesprochen hat.

Test 1 A. Folgende 15 Wortpaare werden vorgespielt:

<i>Kuss - Guss</i>	<i>Pass - Pass</i>	<i>Kord - kocht</i>
<i>Reisen - reißen</i>	<i>Kern - gern</i>	<i>Gasse - Gasse</i>
<i>Dreck - Dreck</i>	<i>Seide - Seite</i>	<i>Bass - Pass</i>
<i>kriechen - Griechen</i>	<i>Dreck - Treck</i>	<i>scharrt - Schacht</i>
<i>Gasse - Kasse</i>	<i>Blatt - platt</i>	<i>Klette - Glätte</i>

Test 1 B. Folgende neun Silbenpaare werden vorgespielt:

<i>tra - tra</i>	<i>dra - tra</i>	<i>ba - ba</i>
<i>kra - gra</i>	<i>bra - pra</i>	<i>ka - ga</i>
<i>gla - kla</i>	<i>da - ta</i>	<i>ba - pa</i>

Test 1 C. Folgende acht Wortpaare werden vorgespielt:

<i>kämmen - kennen</i>	<i>Kirche-Kirsche</i>	<i>kämmen - kämmen</i>
<i>Draht - Grad</i>	<i>Kragen - tragen</i>	<i>lärmen - lernen</i>
<i>krachen - krachen</i>	<i>dir - Gier</i>	

Auswertung (Test 1 A bis C): In den Tests 1 A bis C können jeweils 32 Punkte bei 32 Items für Differenzierung und Identifikation erreicht werden. Für jedes korrekt differenzierte bzw. korrekt wiederholte Wort- bzw. Silbenpaar gibt es einen Punkt. Die Punkte der drei Tests werden addiert. Um den finalen Rohwert zu erhalten werden sieben Punkte (s. g. Ablenkitems) abgezogen, so dass der maximal zu erreichende Rohwert 25 ist. Dabei ist darauf zu achten, wie viele Minimalwort- und Silbenpaare das Kind korrekt differenzieren konnte (Phonemdifferenzierung = auditiver Summenwert) und wie viele Wörter und Silben richtig nachgesprochen wurden (Phonemidentifikation = kinästhetischer Summenwert). Somit ergibt sich ein auditiver und ein kinästhetischer Summenwert, der an Klassenstufen adaptierte Prozentränge und T-Werte umgewandelt wird. Als auffällig gilt ein T-Wert der Phonemdifferenzierung und der Phonemidentifikation < 40.

3.4.2.2.2. Phonemanalyse

Ziel (Test 2): Testung der auditiven Analyse/Phonem-Graphem-Korrespondenz.

Material: Audiometer, externe CD, Kopfhörer, Testbogen

Anweisung an das Kind (Test 2): „Du hörst nun einzelne Wörter. Bitte sage zuerst, mit welchen beiden Buchstaben das jeweilige Wort beginnt und wiederhole dann, welches Wort du gehört hast.

Zum Üben sage ich dir ein Wort laut vor: /Maus/. Mit welchen beiden Buchstaben beginnt das Wort? (hier: /Ma-/) Und welches Wort hast du verstanden? (hier: Maus)“.

Durchführung (Test 2): Von einer CD werden über Kopfhörer 12 einzelne Wörter bei einem Schalldruckpegel von 65dB vorgespielt:

<i>Blatt</i>	<i>kriechen</i>	<i>Griechen</i>
<i>Dreck</i>	<i>Glätte</i>	<i>Klette</i>
<i>Grad</i>	<i>Treck</i>	<i>Draht</i>
<i>tragen</i>	<i>platt</i>	<i>Kragen</i>

Es wird erfasst, welches Graphem genannt wird und ob die Wortwiederholung korrekt oder falsch ist.

Auswertung (Test 2): Für jede richtige Antwort gibt es einen Punkt. Es wird die Anzahl aller korrekt wiedergegebenen Grapheme addiert. Bei der Anlautanalyse können maximal 12 Punkte bei 12 vorgespielten Items erreicht werden. Die Wortwiederholung wird nicht bewertet. Die erreichte Punktzahl wird ebenfalls an Klassenstufen adaptierte Prozentränge und T-Werte umgewandelt. Als auffällig gilt ein T-Wert der Phonemanalyse < 40.

3.4.2.3. Dichotischer Diskriminationstest für Kinder (Uttenweiler)

Ziel: Prüfung der auditiven Separation.

Material: Audiometer, externe CD, Kopfhörer, Testbogen mit Übungsliste

Anweisung an das Kind: „Du hörst nun zum einhören zuerst auf deinem linken und dann auf deinem rechten Ohr einzelne Wörter mit Artikel. Bitte wiederhole diese. Im Anschluss an die Übungsliste hörst du gleichzeitig zwei unterschiedliche Wörter auf beiden Ohren. Bitte wiederhole beide Wörter mit Artikel, die du verstanden hast.“

Durchführung: Der Sprachschallpegel wird beidseits bei 70 dB eingestellt. Begonnen wird mit einer monauralen Eingangsgruppe (hier: Übungsliste), getrennt für das linke und das rechte Ohr, die nicht in die Bewertung mit eingeht. Anschließend folgt eine binaurale Testgruppe zum Einüben, die ebenfalls nicht in die Bewertung mit eingeht. Die nachfolgenden zwei Testgruppen mit je fünf Wortpaaren werden bewertet. Für die Bewertung des Tests werden von einer CD insgesamt zehn dreisilbige Wortpaare mit Artikel dichotisch vorgespielt:

<i>Der Hampelmann - Das Puppenkleid</i>	<i>Der Regenschirm - Das Kinderlied</i>
<i>Der Schmetterling - Das Märchenbuch</i>	<i>Der Teddybär - Das Motorrad</i>
<i>Der Apfelbaum - Das Unterhemd</i>	<i>Das Vogelnest - Der Zauberstab</i>
<i>Die Schildkröte - Das Rennauto</i>	<i>Der Schlafanzug - Die Rollschuhe</i>
<i>Die Feuerwehr - Das Puppenkleid</i>	<i>Der Weihnachtsbaum - Das Kerzenlicht</i>

Auswertung: Nur komplett fehlerfrei nachgesprochene Wortpaare werden als richtig gewertet, die Artikel bilden lediglich das Signalwort und werden nicht in die Bewertung miteinbezogen. Zusätzlich erfolgt eine Rechts-Links-Differenzierung, bei der auch inkomplett nachgesprochene Wörter mit einem halben Punkt bewertet werden. Als auffällig gilt ein Wortpaarverstehen < 80 %.

3.4.2.4. Hannoverscher Binauraler Summationstest

Ziel: Prüfung der zentralen Hörverarbeitung durch binaurale Interaktion.

Material: Audiometer, externe CD, Kopfhörer, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Du hörst nun einzelne Wörter. Einen Wortteil wirst du auf deinem linken und den anderen auf deinem rechten Ohr hören. Bitte sprich laut nach, was du verstanden hast.“

Durchführung: Es wird beidseits ein Schalldruck von 65 dB eingestellt und folgende 20 zweisilbigen Wörter binaural von der CD abgespielt:

Kanne, Nagel, Reiter, Schlüssel, Regen, rutschen, waschen, Bogen, Laden, Reifen, Hase, Ziege, Ratte, Kirsche, Klammer, sauber, Kleider, fegen, Kasse, laufen

Auswertung: Für jedes richtig wiedergegebene Wort gibt es einen Punkt. Es können maximal 20 Punkte bei 20 gehörten Items erreicht werden. Falsche wiedergegebene Wörter werden so dokumentiert, wie das Kind sie ausgesprochen hat. Als auffällig gilt, wenn > 3 Fehler gemacht werden bzw. wenn < 85 % der Worte nicht richtig wiedergegeben werden.

3.4.2.5. Gap-Detection-Test (Matulat)

Ziel: Prüfung der psychoakustischen Zeitverarbeitung.

Material: Audiometer, externe CD, Kopfhörer, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Du hörst nun ein Rauschen. Wenn das Rauschen kurz unterbrochen wird, sage bitte laut „Ja“. Du musst genau hinhören, denn die Pausen sind sehr kurz.“

Durchführung: Von einer CD wird ein bandförmiges Rauschen abgespielt, das immer wieder unterbrochen wird. Die Tonlückenlänge wird dabei stets kürzer:

512 ms, 384 ms, 256 ms, 192 ms, 128 ms, 32 ms, 24 ms, 16 ms, 12 ms, 8 ms

Jede Tonlückenlänge wird mindestens zweimal angeboten. Es wird dokumentiert, welche Lücken bei einer maximalen Latenz von einer Sekunde überhört werden.

Auswertung: Als auffällig gilt, wenn Lücke von ≥ 12 ms nicht identifiziert werden.

3.4.2.6. Psychoakustisches Testsystem

Ziel: Prüfung der basalen Hörverarbeitung.

Material: Psychoakustisches Testsystem Testgerät, Kopfhörer, Testbogen

Durchführung: Nach Einschalten des Geräts erfolgt die Altersangabe der Testperson in Jahren, sowie die Auswahl des jeweiligen Subtests. Vor jedem Test erhält das zu testende Kind eine Erklärung des Ablaufs. Die Töne werden zum Einhören einige Mal mit der jeweiligen Erklärung vorgespielt. Das Gerät

funktioniert nach dem „two alternative/forced choice“-Prinzip. Der Patient muss dabei zwischen zwei kurz hintereinander folgenden Tonbeispielen entscheiden, welcher Ton als Letztes gehört wurde. Alle Tonbeispiele werden dabei über Kopfhörer angeboten. Um die Entscheidung leichter und kindgerechter zu gestalten werden auf dem Display zwei, den Tonbeispielen entsprechende Symbole (z. B. Lokomotive und laufender Wasserhahn) angezeigt. Jedes Symbol ist einer Auswahltaste (blau oder rot) zugeordnet. Nach der Entscheidung des Kindes gibt der Untersucher das genannte Ergebnis in das Testgerät ein. Ein lachendes Gesicht erscheint bei korrekter Lösung, ein trauriges bei falschem Ergebnis. Durch Feedback des Untersuchers wird das Kind bei richtiger Lösung positiv bestärkt. Der Untersucher soll immer weniger Rückmeldung geben, je weiter der Test voranschreitet. Der Untersucher kann jedoch nicht aktiv in den Untersuchungsablauf eingreifen.

Auswertung: Am Ende jedes Subtests werden automatisch individuelle Testergebnisse altersadaptiert ermittelt und als Testwert angezeigt. Zusätzlich wird das erzielte Ergebnis mit den Ergebnissen einer im Testgerät automatisch hinterlegten Normgruppe verglichen und einem Prozentrang zugeordnet. Als auffällig gilt ein Prozentrang < 16 (entspricht einem T-Wert < 40) in drei oder mehr Subtests.

3.4.2.6.1. Tonhöhendifferenzierung

Ziel: Bestimmung der Tonhöhendifferenzierungsschwelle.

Anweisung an das Kind: „Du hörst zwei Töne hintereinander. Der eine klingt hoch wie das Geräusch einer Mücke, der andere tief wie das Summen einer Hummel. Sage mir bitte, ob der Ton am Schluss von der Mücke oder der Hummel kam.“

Durchführung: Zur Überprüfung der Fähigkeit zwischen zwei Tönen unterschiedlicher Tonhöhen zu unterscheiden hört das Kind über Kopfhörer jeweils zwei Töne verschiedener Frequenzen. Der hohe Ton erinnert an das Geräusch einer Mücke und ist der blauen Auswahltaste zugeordnet. Der tiefe Ton erinnert an das Summen einer Hummel und ist der roten Auswahltaste zugeordnet. Nach Beginn des Tests werden beide Töne in kurzem zeitlichen Abstand zueinander auf beiden Ohren angeboten. Durch Drücken der blauen oder roten Auswahltaste wird die Frage „War der letzte Ton hoch oder tief?“ beantwortet. Im weiteren Testverlauf wird jeweils die blaue oder rote Auswahltaste entsprechend des zuletzt gehörten Tons bedient. Die beiden Töne gleichen sich dabei in ihrer Frequenz immer weiter an. Der Test endet, wenn das Gerät die individuelle Schwelle ermittelt hat, an dem das Kind grade noch den Unterschied zweier Tonfrequenzen wahrnehmen konnte. Im Display erscheint der individuell erreichte Testwert und zusätzlich ein altersadaptierter Prozentrang.

3.4.2.6.2. Gap-Detection-Test

Ziel: Bestimmung der Tonlückenschwelle.

Anweisung an das Kind: „Du hörst nun ein Stottern, das wie eine fahrende Lokomotive klingt und ein Rauschen, das wie fließendes Wasser aus dem Wasserhahn klingt. Sage mir bitte, ob der Ton am Schluss von der Lokomotive oder dem Wasserhahn kam.“

Durchführung: Zur Untersuchung der Fähigkeit eine kurze Zeitlücke innerhalb eines Rauschens zu verarbeiten, werden dem Kind zwei unterschiedliche Geräusche vorgespielt. Das eine Geräusch ist ein Rauschen mit Lücke (stottern) und erinnert an eine fahrende Eisenbahn. Es ist der blauen Auswahl Taste zugeordnet. Das andere Geräusch ist ein Rauschen ohne Lücke (rauschen) und erinnert an das monotone Fließen von Wasser aus einem Wasserhahn. Es ist der roten Auswahl Taste zugeordnet. Nach Testbeginn werden dem Kind beide Rauschsignale kurz hintereinander auf beiden Ohren angeboten. Durch Bestätigen der blauen oder roten Auswahl Taste soll die Frage „War zuletzt das Stottern oder das Rauschen?“ beantwortet werden. Die Untersuchung wird fortgesetzt und die Frage jeweils durch die blaue oder rote Auswahl Taste, entsprechend des gehörten Tonablaufs bedient. Dabei werden die angebotenen Tonlücken im Stottern immer kürzer. Der Test endet, wenn das Gerät die individuelle Tonlückenschwelle ermittelt hat, die das Kind grade noch wahrnehmen konnte. Im Display erscheint der individuell erreichte Testwert und zusätzlich ein altersadaptierter Prozentrang.

3.4.2.6.3. Lautstärkendifferenzierung

Ziel: Bestimmung der Schallpegeldifferenzierungsschwelle.

Anweisung an das Kind: „Du hörst zwei Töne hintereinander. Der eine ist ganz leise wie eine Maus, der andere laut wie ein Elefant. Sage mir bitte, ob der Ton am Schluss von der Maus oder dem Elefanten stammt.“

Anweisung: Um die Fähigkeit zu testen, zwischen zwei Tönen unterschiedlicher Lautstärken zu differenzieren, werden jeweils ein lauter und ein leiser Ton angeboten. Das leisere Rauschen wird durch das Symbol einer Maus dargestellt und ist der blauen Auswahl Taste zugeordnet. Das lautere Rauschen wird durch das Symbol eines Elefanten repräsentiert und ist der roten Auswahl Taste zugeordnet. Nach Testbeginn werden dem Kind beide Rauschsignale kurz hintereinander auf beiden Ohren angeboten. Durch Bestätigen der blauen oder roten Auswahl Taste soll die Frage „War der letzte Ton leise oder laut?“ beantwortet werden. Im weiteren Testverlauf wird jeweils die blaue oder rote Auswahl Taste entsprechend des zuletzt gehörten Tons bedient. Im Laufe des Tests gleichen sich die Lautstärken immer weitem an. Der Test endet, wenn das Gerät die individuelle Schwelle ermittelt hat, an dem das Kind grade noch den Intensitätsunterschied wahrnehmen konnte. Im Display erscheint der individuell erreichte Testwert und zusätzlich ein altersadaptierter Prozentrang.

3.4.2.6.4. Monaurale Ordnungsschwelle

Ziel: Bestimmung der monauralen Zeitordnung.

Anweisung an das Kind: „Du hörst immer zwei Töne. Bei einem Ton springt der Hase vom Hügel herunter, beim anderen hüpft er wieder hinauf. Springt der Hase als letztes auf den Hügel hinauf oder von ihm herunter?“

Durchführung: Ob ein Kind zwei deutlich unterschiedliche Töne, die kurz hintereinander folgen, in ihrer zeitlichen Reihenfolge einordnen kann, wird mit diesem Subtest überprüft. Die Töne wechseln von Tief

nach Hoch oder umgekehrt. Zur Vereinfachung wird das Sinnbild eines springenden Hasen benutzt, der auf einen Hügel hinauf- oder herunterspringt. Dabei ist das Tonbeispiel von Hoch nach Tief dem vom Hügel nach unten hüpfenden Hasen und der blauen Auswahl Taste zugeordnet. Das Tonbeispiel von Tief nach Hoch ist dem von unten auf den Hügel hüpfenden Hasen und der roten Auswahl Taste zugeordnet. Nach Testbeginn werden dem Kind beide Tonbeispiele in kurzem zeitlichen Abstand nur auf dem rechten Ohr präsentiert. Durch Betätigen der blauen oder roten Auswahl Taste soll die Frage „War der letzte Ton tief oder hoch?“ beantwortet werden. Die Untersuchung wird fortgesetzt und die Frage jeweils durch die blaue oder rote Auswahl Taste, entsprechend des hörbaren Tonbeispiels bedient. Im Laufe des Testes nähert sich die Zeitordnung der Töne kontinuierlich an. Der Test endet, wenn das Gerät den individuellen Zeitunterschied ermittelt hat, die das Kind grade noch wahrnehmen konnte. Im Display erscheint der individuell erreichte Testwert und zusätzlich ein altersadaptierter Prozentrang.

3.4.2.6.5. Binaurale Ordnungsschwelle

Ziel: Bestimmung der binauralen Seitenordnung.

Anweisung an das Kind: „Du hörst, wie ein Pfeil auf eine Zielscheibe trifft. Zeige auf das Ohr, auf dem du den Pfeil zum Schluss gehört hast.“

Durchführung: Zur Testung der binauralen Reihungserkennung wechselt ein Ton von links nach rechts oder umgekehrt. Das linke Geräusch ist einer Zielscheibe und der blauen Auswahl Taste zugeordnet. Das rechte Geräusch ist ebenfalls einer Zielscheibe, jedoch der roten Auswahl Taste zugeordnet. Nach Beginn des Tests werde in kurzem zeitlichen Abstand beide Geräusche auf beiden Ohren hörbar. Durch Tippen auf den linken oder rechten Kopfhörer, zeigt das Kind an, auf welchem Ohr der Ton zuletzt ertönte und beantwortet die Frage „Ist das Geräusch zuletzt links oder rechts?“. Die Untersuchung wird fortgesetzt und die Frage jeweils durch die blaue oder rote Auswahl Taste, entsprechend des Gehörens gedrückt. Dabei wird der Intensitätsunterschied immer kürzer. Der Test endet, wenn das Gerät den individuellen Intensitätsunterschied ermittelt hat, den das Kind grade noch wahrnehmen konnte. Im Display erscheint der individuell erreichte Testwert und zusätzlich ein altersadaptierter Prozentrang.

3.4.3. Psychometrische Tests

Auditiv-sprachliche, psychometrische Verfahren dienen zur Prüfung der auditiven Wahrnehmungsleistung. Werden die Vorgaben durch den Untersucher vorgesprochen, muss das Mundbild z. B. mit der Hand verdeckt werden, damit es dem Probanden nicht möglich ist, visuell zu kompensieren. Zu den psychometrischen Tests zählen auch die oben bereits beschriebenen Untersuchungsinstrumente des HLAD Subtest „Phonemdifferenzierung“ und „Phonemidentifikation/Kinästhetik“.

3.4.3.1. Mottier-Test (Zürcher Lesetest)

Ziel: Prüfung der auditiven Differenzierung, Identifikation, Merkfähigkeit, Sequenzierung, Kinästhetik und Aufmerksamkeitsdefizite durch Sinnlossilben.

Material: Vorgabe durch den Untersucher, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Ich spreche dir einzelne Silben vor, die jeweils ein Zauberwort ergeben. Versuche bitte das Wort nachzusprechen, so wie du es gehört hast. Damit du das Wort nicht von meinen Lippen ablesen kannst halte ich eine Hand vor den Mund, sodass du meine Lippen nicht sehen kannst.“

Durchführung: Der Untersucher gibt bei verdecktem Mundbild eine Silbe pro Sekunde vor, ohne zu überartikulieren oder zu rhythmisieren. Der Proband muss stetig länger werdende Sinnlossilbenfolgen (Zweier- bis Sechtersilbenfolgen) korrekt und in der richtigen Reihenfolge wiedergeben. Es wurden folgende Silbenfolgen vorgegeben:

<i>rela</i>	<i>kapeto</i>	<i>pikatura</i>	<i>katopinafe</i>	<i>pekatorisema</i>
<i>noma</i>	<i>giboda</i>	<i>gabodila</i>	<i>gebidafino</i>	<i>dagobilaseta</i>
<i>godu</i>	<i>lorema</i>	<i>monalura</i>	<i>ronamelita</i>	<i>leraminofeko</i>
<i>mera</i>	<i>tokipa</i>	<i>topakimu</i>	<i>tapikusawe</i>	<i>kapotilafesa</i>
<i>luri</i>	<i>nomari</i>	<i>debagusi</i>	<i>degobesaro</i>	<i>bigadonafera</i>
<i>limo</i>	<i>dugabe</i>	<i>relomano</i>	<i>muralenoka</i>	<i>nomalirakosa</i>

Fehlbenennungen werden stets komplett eingetragen und fehlerhafte Laute markiert. Testende ist nach zwei aufeinanderfolgenden Fehlbenennungen. Der Mottier-Test ist bei Kinder und Jugendliche von fünf bis 16 Jahren anwendbar.

Auswertung: Jedes richtig ausgesprochene Wort ergibt einen Punkt. Bei 30 Items können maximal 30 Punkte erreicht werden. Die Summe aller richtig wiedergegebenen Items, der Rohwert, ergibt einen altersadaptierten T-Wert. Als auffällig gilt ein „stark reduziertes“ oder schlechtes Ergebnis im Vergleich zum Altersmittelwert (Rohwert) nach Bohny. In der Normierung nach Wild und Fleck gilt ein T-Wert < 40 als auffällig.

3.4.3.2. Psycholinguistischer Entwicklungstest

Der Psycholinguistische Entwicklungstest von Angermaier (1977) ist für Kinder von drei bis zehn Jahren einsetzbar. Im Folgenden werden die zwei Subtests „Zahlenfolgengedächtnis“ und „Laute Verbinden“ des PET genauer vorgestellt.

3.4.3.2.1. Zahlenfolgengedächtnis

Ziel: Prüfung der Merkfähigkeit und der auditiven Sequenzierung durch Zahlennachsprechen.

Material: Vorgabe durch den Untersucher, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Ich spreche dir immer länger werdende Telefonnummern vor. Bitte versuche diese zu wiederholen. Wenn beim ersten Mal ein kleiner Fehler dabei ist, versuchen wir es ein zweites

Mal. Damit du nicht von meinen Lippen ablesen kannst, halte ich eine Hand vor den Mund, sodass du meine Lippen nicht sehen kannst.“

Durchführung: Der Proband muss stetig länger werdende Zahlenfolgen (Zweier- bis Achterzahlenfolgen) korrekt und in der richtigen Reihenfolge wiedergeben. Ab sechs Jahren wird bei den zwei Dreierzahlenfolgen begonnen, die mit Sternchen markiert (*) sind. Wenn diese beiden Zahlenfolgen im ersten Versuch fehlerfrei bewältigt wurden, beginnt ein Stichprobenverfahren. Dafür werden die Sternchen-markierten Zahlenfolgenpaaren aus dem Testbogen verwendet. Es werden je zwei Zahlenfolgen (Vierer- bis Achterzahlenfolgen) getestet, solange, bis der erste Versuch eines Paares falsch ist, dann wird der zweite Versuch angeboten und bewertet. Danach wird Schritt für Schritt zurückgegangen, bis drei aufeinander folgende Zahlenfolgen beim ersten Versuch fehlerfrei sind. Es werden folgende Zahlenfolgen, mit der Geschwindigkeit von zwei Zahlen pro Sekunde vorgegeben:

8-1-1 *	2-7-3-3 *	4-7-3-9-9 *	7-4-8-3-5-5 *	3-6-1-9-2-7-7 *	3-1-9-2-7-4-8-8 *
6-4-9 *	6-3-5-1 *	6-1-4-2-8 *	2-9-6-1-8-3 *	5-3-6-9-7-8-2 *	9-6-3-8-5-1-7-2 *
5-2-8	8-2-9-3	1-5-2-9-6	5-2-4-9-3-6	8-1-6-2-5-9-3	4-7-3-1-6-2-9-5
	1-6-8-5	7-3-1-8-4	4-7-3-8-1-5	2-7-4-1-8-3-6	8-2-5-9-3-6-4-1
		5-9-6-2-7	6-9-5-7-2-8	4-9-6-3-5-7-1	

Testende ist nach zwei Fehlnennungen hintereinander, jeweils nach dem zweiten Versuch.

Auswertung: Für jede richtig wiedergegebene Zahlenfolge gibt es beim ersten Versuch zwei Punkte. Nach einer Fehlnennung erfolgt nach Wiederholung der Zahlenfolge ein zweiter Versuch, wird dieser richtig gelöst gibt es einen Punkt. Bei einer weiteren Fehlnennung nach dem zweiten Versuch gibt es null Punkte. So können bei 28 Items maximal 56 Punkte erreicht werden. Da man bei Kindern ab sechs Jahren mit dem dritten Item beginnt, werden die ersten beiden Zweierzahlenfolgen als erfolgreich angenommen und das Kind erhält vier Punkte. Die Summe der Punkte ergibt mit Hilfe von alters- und geschlechtsadaptierten Tabellen einen T-Wert. Als auffällig gilt ein T-Wert < 40.

3.4.3.2.2. Laute Verbinden

Ziel: Prüfung der auditiven Synthese, Identifikation, Differenzierung und Sequenzierung.

Material: Vorgabe durch den Untersucher, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Ich spreche nun wie ein Roboter z. B. sage ich /F-isch/, anstatt /Fisch/. Zuerst sind es Wörter, die du kennst, anschließend Zauberwörter. Du bist mein Papagei und wiederholst deswegen bitte das ganze Wort. Damit du nicht von meinen Lippen ablesen kannst, halte ich eine Hand vor den Mund, sodass du meine Lippen nicht siehst.“

Durchführung: Die Vorgabe der Wörter erfolgt durch den Untersucher mit der Geschwindigkeit von zwei Einheiten pro Sekunde, ohne zu überartikulieren und mit verdecktem Mundbild. Ab dem Alter von sechs Jahren wird mit den Wörtern aus Abschnitt B, Aufgabe 8 begonnen:

8. <i>Z-ug</i>	14. <i>R-au-ch</i>	20. <i>M-o-nd</i>
9. <i>Z-ahn</i>	15. <i>R-ei-s</i>	21. <i>Sch-i-r-m</i>
10. <i>a-l-t</i>	16. <i>M-i-l-ch</i>	22. <i>R-a-d-i-o</i>
11. <i>S-ee</i>	17. <i>m-ü-d-e</i>	23. <i>F-e-d-e-r</i>
12. <i>K-uh</i>	18. <i>d-i-ck</i>	25. <i>G-a-r-t-e-n</i>
13. <i>Sch-n-ee</i>	19. <i>B-au-m</i>	

Es folgen die Sinnloswörter aus Abschnitt C, wobei die unterstrichene Laute lang und die mit Akzent markierten kurz ausgesprochen werden:

25. <i>l-é-k</i>	28. <i>s-p-á-k</i>	31. <i>n-ó-r-í-d-é</i>
26. <i>v-ú- m</i>	29. <i>t-á-p-í-k</i>	32. <i>á-d-é-l-m-á-t</i>
27. <i>n-á-s-t</i>	30. <i>ó-p-á-s-t-</i>	33. <i>s-ó-b-é-r-n-ó</i>

Der Proband muss die einzelnen Laute miteinander verbinden und das ganze Wort korrekt wiedergeben. Der Test endet bei drei aufeinander folgenden Fehlnennungen.

Auswertung: Jedes richtig wiedergegebene Wort ergibt einen Rohwertpunkt. Es können maximal 33 Punkte bei 33 Wörtern erreicht werden. Da bei Kindern ab sechs Jahren mit dem Abschnitt B begonnen wird, werden die ersten sieben Testwörter aus Abschnitt A als erfolgreich angenommen und das Kind erhält sieben Punkte. Die Summe aller Punkte ergibt mit Hilfe von alters- und geschlechtsadaptierten Tabellen einen T-Wert. Als auffällig gilt ein T-Wert < 40.

3.4.4. Sprachentwicklungstests

Die Tests zur Sprachentwicklung beurteilen zusätzlich zu den auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen insbesondere die Sprachverarbeitung, sowie das Sprachverständnis und die Grammatikkompetenz. Wichtig ist hierbei, dass das verwendete Sprachmaterial individuell an das Sprachniveau des Kindes angepasst wird, um primär die linguistischen Leistungen zu beurteilen.

3.4.4.1. Heidelberger Sprachentwicklungstest

Der Heidelberger Sprachentwicklungstest von Grimm und Schöler (1978) überprüft altersadaptiert den aktuellen Sprachentwicklungsstand. Er ist für Kinder im Alter von vier bis zehn Jahren geeignet. Im Folgenden werden die Subtests „Imitation und Verstehen grammatischer Strukturformen“ des HSET genauer beschrieben.

3.4.4.1.1. Imitation grammatischer Strukturformen

Ziel: Prüfung der Grammatikkompetenz und der Merkfähigkeit für komplexe Sprachinhalte.

Material: Vorgabe durch den Untersucher, Testbogen

Anweisung an das Kind: „Ich spreche dir einen Satz vor und du wiederholst ihn bitte genauso, wie ich ihn gesagt habe.“

Durchführung: Der Untersucher spricht die folgenden Sätze deutlich und mit normaler Artikulation vor.

Bei Kindern ab fünf Jahren wird mit dem siebten Satz begonnen.

7. *Das Fahrrad wird von dem Omnibus an die Wand geschoben.*

8. *Die Tante, die weit weg wohnt, kommt zu Besuch.*

9. *Der Schrank, den ich mir gekauft habe, ist schön.*

10. *Vater hat einen Rucksack gekauft, bevor wir wanderten.*

11. *Das ist der Mann, dessen Sohn krank ist.*

12. *Die Sonne scheint, nachdem es immer geregnet hatte.*

Wenn das Kind die Aufgaben 7-12 nicht fehlerfrei wiedergeben konnte, folgen sechs einfachere Sätze.

1. *Der Teppich wird von dem Vater ausgeklopft.*

2. *Die kleine Maus wird von dem Löwen gejagt.*

3. *Es ist heute Morgen kein schönes Wetter.*

4. *Bevor du spielst musst du den Tisch abräumen.*

5. *Es sitzt der kleine Vogel im Gebüsch.*

6. *Ursula wird von Peter auf dem Rücken getragen.*

Alle Fehler werden dokumentiert.

Auswertung: Es können maximal 24 Punkte erreicht werden. Wenn der Proband die Aufgaben 7-12 fehlerlos bewältigt, erhält er sofort 24 Punkte. Wenn nicht, werden zusätzlich die Sätze 1-6 angeboten.

Für jeden fehlerlos wiedergegebenen Satz gibt es zwei Punkte. Als falsch und somit mit null Punkten werden grammatikalische Fehler, fehlende Wörter oder neu hinzugefügte Wörter gewertet. Folgende drei Ausnahmen sind jedoch erlaubt und werden trotz dieser Fehler mit zwei Punkten bewertet:

1. Das Zusammenziehen von Präpositionen und Artikeln bei den Aufgaben 1, 2 und 7.

2. Die Umwandlung von „von“ zu „vom“ bei der Aufgabe 6.

3. Das Voranstellen eines bestimmten Artikels bei den Aufgaben 6 und 10.

Bei syntaktischen oder semantischen Fehlern wird die Aufgabe als nur teilweise falsch gewertet und erhält einen Punkt:

1. Passivformverkürzung durch Weglassen des Agens bei den Aufgaben 1, 2, 6 und 7.

2. Veränderung der zeitlichen Form bei den Aufgaben 4, 10 und 12.

3. Weglassen des Wortes „es“ am Satzbeginn bei den Aufgaben 3 und 5.

4. Veränderungen des Relativpronomens bei den Aufgaben 8, 9 und 11.

5. Zusätzlicher Einbau eines Relativpronomens nach einem Relativsatz in den Aufgaben 8 und 9.

6. Wortveränderungen, wie z. B. „zum Besuch“ statt „zu Besuch“ bei den Aufgaben 3, 8, 10 und 12.

7. Zusätzlicher Einbau von Wörtern, die den Sinn des Satzes nicht verändern z. B. „sehr schön“ anstatt „schön“ bei den Aufgaben 3, 9 und 11.

Enthält eine Aufgabe mehr als einen der sieben oben genannten Teilfehler, wird sie mit null Punkten bewertet. Die Summe aller Rohwerte wird altersadaptiert in T-Werte übertragen. Als auffällig gilt ein T-Wert < 40.

3.4.4.1.2. Verstehen grammatischer Strukturformen

Ziel: Prüfung der Verarbeitung komplexer Sprachinhalte (Instruktionsverständnis) und die rezeptive Nutzung syntaktischen Wissens.

Material: Vorgabe durch den Untersucher, Testbogen, Spielfiguren

Anweisung an das Kind: „Ich lese dir einzelne Sätze vor, die du bitte genauso nachspielst, wie ich sie vorgelesen habe. Für jeden Satz bekommst du ein paar Figuren.“

Durchführung: Die Aufgaben werden mit normaler Artikulation und Tempo vorgelesen. Zuvor erhält das Kind für jede Aufgabe die passenden Spielfiguren. Vor Aufgabe 10 wird zusätzlich erklärt, dass Waldi ein Hund, Mümmel ein Hase und Pussi eine Katze ist. Bei Kindern ab fünf Jahren wird mit Aufgabe 8 begonnen.

8. *Die Mutter wird von dem kleinen Kind gewaschen.*

9. *Der Elefant, der den Hasen streichelt, stößt den Esel an.*

10. *Waldi erlaubt, dass Pussi Mümmel streichelt.*

11. *Pussi erlaubt Waldi, Mümmel anzustoßen.*

12. *Bevor der Hund rennt, springt das Pferd.*

13. *Die Ente stößt den Hund an, der die Katze beißt.*

14. *Der Hund beißt den Bären, der den Hasen packt.*

15. *Mümmel lässt Pussi Waldi lieb streicheln.*

16. *Die Giraffe, die der Hase packt, beißt die Ente.*

17. *Waldi verspricht Pussi, Mümmel zu streicheln.*

Auswertung: Es können maximal 17 Punkte erreicht werden. Kinder ab fünf Jahren beginnen mit Aufgabe 8 und erhalten somit volle Punktzahl für die Aufgaben 1 bis 7. Für jeden richtig nachgespielten Satz gibt es einen Punkt. Bei falscher Lösung gibt es null Punkte. Als falsch wird jede Vertauschung in der Handlungsabfolge und jede unvollständig ausgeführte Instruktion bewertet. Alle Rohwertpunkte werden altersadaptiert in T-Werte übertragen. Als auffällig gilt ein T-Wert < 40.

3.5. Statistische Auswertung

Es erfolgte eine anonyme, elektronische Verarbeitung der personenstandsbezogenen Daten. Dafür lag die Genehmigung durch die Ethikkommission vor. Für die statistische Auswertung des Datensatzes wurde die Software IBM SPSS Statistics Version 24 benutzt. Zur Erstellung von Tabellen und Diagrammen wurden die Microsoftprogramme Word und Excel verwendet.

Nach der Beschreibung der Variablen umfasste die Auswertung den T-Test zur Berechnung der Altersverteilung und den χ^2 -Test nach Pearson zur Berechnung der Geschlechterverteilung in beiden Diagnosegruppen, sowie eine deskriptive Statistik mit Fallzahl, Mittelwert, Standardabweichung, Median, Maximum und Minimum. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde mit $\alpha = 0,05$ festgelegt. Die α -Fehlerwahrscheinlichkeit, die durch multiples Testen entstehen kann, wurde durch die Bonferroni-Korrektur angepasst.

Bei der Frage nach der Normalverteilung der Daten wurde diese einerseits graphisch mit Hilfe von Histogrammen dargestellt und andererseits durch den Kolmogorow-Smirnov-Test berechnet. Eine anschließende Prüfstatistik für unabhängige Stichproben (Mittelwertvergleiche) wurde durch das parameterfreie Verfahren des Mann-Whitney-U-Test für nicht normalverteilte Ergebnisse erstellt. Dieser Test wurde verwendet, da sich im zuvor berechneten Kolmogorow-Smirnov-Test die Daten als nicht normalverteilt darstellten.

Mit der Korrelationsanalyse nach Spearman wurden Zusammenhänge zwischen den einzelnen klinischen Tests untersucht.

Mit einer schrittweisen Diskriminanzanalyse wurde untersucht, wie viele klinische Tests nötig sind, um die beiden Diagnosegruppen voneinander zu trennen. Zunächst wurde die Diskriminanzfunktion geschätzt, anschließend wurden die einzelnen Fälle anhand ihres Funktionswertes den analysierten Gruppen zugeordnet. Die Berechnung des Eigenwertes bestimmte den Erklärungsgehalt der Diskriminanzfunktion und der standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizient beschrieb ihre Gewichtung. Des Weiteren zeigte die Struktur-Matrix die Korrelation zwischen den Variablen und der Diskriminanzfunktion. Abschließend wurde eine Kreuzvalidierung vorgenommen, um zu testen, ob die zuvor erfolgte Gruppenzuordnung korrekt war.

Um die Güte der genutzten diagnostischen Untersuchungsinstrumente zu bestimmen, wurden für jeden Test die Sensitivität und Spezifität, sowie die Cut-Off-Werte ermittelt. Diese stellen sich graphisch in Receiver-Operating-Characteristic-Kurven dar. Durch die Likelihood-Ratio konnte gezeigt werden, welche Untersuchungsinstrumente die Probanden der richtigen Diagnosegruppe zuordneten. Mit erweiterten Vierfeldertafeln wurde für verschiedene Kriterien analysiert, bei welcher Standardabweichung die Gruppenzuordnung am besten gelang.

Zuletzt wurden einzelne Ergebnisse der Kontrollgruppe qualitativ ausgewertet. Dafür wurden der Binaurale Summationstest und der Heidelberger Lautdifferenzierungstest genauer betrachtet und die einzelnen Fehlerprofile analysiert.

4. Ergebnisse

4.1. Variablenbeschreibung

Die folgende Tabelle 1 stellt für alle einzelnen klinischen Tests die verwendeten Abkürzungen und die zur Auswertung nötigen Einheiten dar.

Tabelle 1: Beschreibung der Variablen

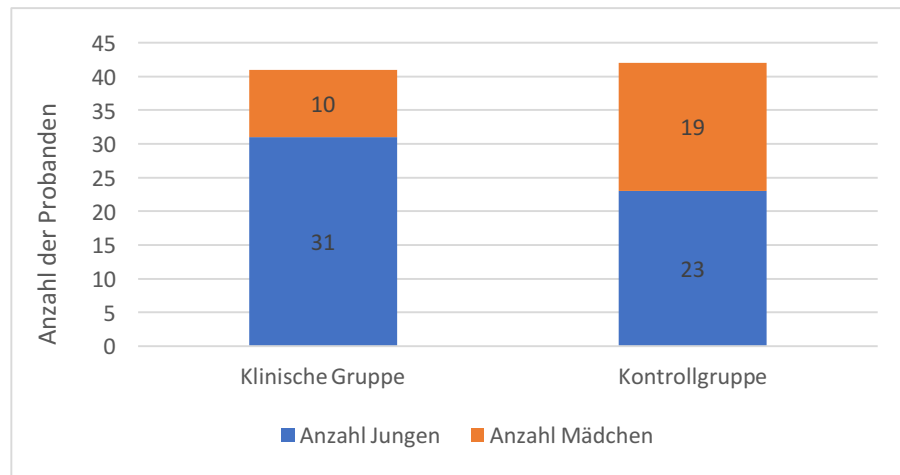
Klinischer Test	Abkürzung	Einheiten
Sprachverstehen im Störgeräusch (Göttinger II)	Stoerg.	korrekt verstandene Wörter in %
Binauraler Summationstest	Bin. Sum.	korrekt verstandene Wörter in %
Dichotischer Test (Uttenweiler)	Dichot.	korrekt verstandene Wortpaare in %
Phonemdifferenzierung (HLAD)	HLAD Diff.	Auditiver Summenwert korrekt differenzierter Wort- und Silbenpaare*
Phonemidentifikation (HLAD)	HLAD Id.	Kinästhetischer Summenwert korrekt nachgesprochener Wort- und Silbenpaare*
Phonemanalyse (HLAD)	HLAD Ana.	Anzahl korrekt erkannter Grapheme
Laute Verbinden (PET)	PET LV	Anzahl korrekt gebildeter Wörter
Zahlenfolgedächtnis (PET)	PET ZFG	Rohwert korrekt wiederholter Zahlenfolgen
Mottier-Test	Mott.	Anzahl korrekter Silbenfolgen
Imitation grammatische Strukturformen (HSET)	HSET IS	Rohwert korrekt wiederholter Sätze
Verstehen grammatischer Strukturformen (HSET)	HSET VS	Anzahl korrekt nachgespielter Sätze
PaTSy Tonhöhe	PaTSy Th.	Gerade noch erkennbarer Unterschied für Tonfrequenzen in Hz
PaTSy Gap Detection	PaTSy Gap.	Gerade noch erkennbarer Unterschied für Geräuschlücken in ms
PaTSy Tonpegel	PaTSy Peg.	Gerade noch erkennbarer Unterschied für Tonintensität in dB
PaTSy monaural	PaTSy mon.	Monaurale zeitliche Ordnungsschwelle in ms
PaTSy binaural	PaTSy bin.	Binaurale zeitliche Ordnungsschwelle in ms

* abzüglich 7 Punkten durch s. g. Ablenkitems

4.2. Alters- und Geschlechterverteilung

Die klinische Gruppe (41 Probanden) setzte sich aus 31 Jungen und 10 Mädchen zusammen. Die Kontrollgruppe, mit 42 Probanden bestand aus 23 Jungen und 19 Mädchen. Die Geschlechterverteilung des gesamten Studienkollektivs ist in dem Diagramm 1 dargestellt.

Diagramm 1: Geschlechterverteilung des Studienkollektivs



Die Alters- und Geschlechterverteilung der klinischen Gruppe und der Kontrollgruppe zeigt nachfolgende Tabelle 2. Es wird zwischen Jungen und Mädchen getrennt. Die Altersspanne der Erstklässler lag zwischen sechs und acht Jahren.

Tabelle 2: Alters- und Geschlechterverteilung des Studienkollektivs

Alter	AVWS (49,4)		Non-AVWS (50,6)		Alle (%)
	Jungen	Mädchen	Jungen	Mädchen	
6 Jahre	5	2	5	5	17 (20,5)
7 Jahre	24	6	17	13	60 (72,3)
8 Jahre	2	2	1	1	6 (7,2)
Alle (%)	31 (37,3)	10 (12,1)	23 (27,7)	19 (22,9)	83 (100)

Das gesamte Studienkollektiv umfasste 83 Probanden (100 %). Die klinische Gruppe bestand aus 41 Kindern (49,4 %), wovon 31 Jungen (37,3 %) und 10 Mädchen (12,1 %) waren. Das durchschnittliche Lebensalter betrug in dieser Gruppe 6,93 Jahre bei einer SD von 0,52. In der gesunden Kontrollgruppe waren insgesamt 42 Kindern (50,6 %) davon 23 Jungen (27,7 %) und 19 Mädchen (22,9 %). Das Durchschnittsalter betrug 6,79 Jahre, mit einer SD von 0,52.

In Bezug auf beide Gruppen ergab sich rechnerisch durch den T-Test bei unabhängigen Stichproben kein signifikanter Unterschied im mittleren Lebensalter ($t = 1,554$; $p = 0.150$). In der Geschlechterverteilung zeigte sich eine signifikante Häufigkeitsdifferenz im χ^2 -Test nach Pearson ($\chi^2 = 7.530$;

p = 0.006; df = 1) zugunsten des männlichen Geschlechts. Es zeigte sich ein signifikanter Gruppenunterschied in Bezug auf die Geschlechterverteilung durch den T-Test bei unabhängigen Stichproben (t = 2,016; p= 0.001).

4.3. Deskriptive Statistik

Die folgenden Tabellen 3 und 4 zeigen für alle durchgeführten klinischen Tests die Anzahl der Probanden, die den Test erfolgreich bewältigten (Fallzahl N), die Mittelwerte (MW) mit SD, die Mediane sowie Minimum und Maximum.

In der klinischen Gruppe (AVWS) entsprechen 100% der Teilnehmer N = 41. In der Kontrollgruppe (Non-AVWS) sind 100% der Probanden N = 42. Wenn ein Kind einen der klinischen Tests nicht bewältigen konnte oder die Daten für den Test nicht vorliegen, weichen die Fallanzahlen der Gesamtgruppe ab. Diese Abweichungen sind in Klammern mit Prozentsatz beigefügt.

Tabelle 3: Deskriptive Statistik der auditiven Tests

Klinischer Test	Gruppe	N	MW	SD	Median	Minimum	Maximum
Stoerg.	AVWS	41	73,40	13,69	75	30	95
	Non-AVWS	42	82,33	9,02	85	65	100
Bin. Sum.	AVWS	40 (98%)	80,00	9,81	80	60	100
	Non-AVWS	42	87,26	7,26	85	75	100
Dichot.	AVWS	41	58,83	26,61	60	0	100
	Non-AVWS	42	88,33	12,28	90	50	100
HLAD Diff.	AVWS	41	15,56	3,32	16	7	24
	Non-AVWS	42	21,29	2,48	22	15	25
HLAD Id.	AVWS	41	9,46	5,03	9	0	19
	Non-AVWS	42	17,12	2,71	17	11	22
HLAD Ana.	AVWS	41	4,27	3,13	4	0	12
	Non-AVWS	42	9,88	1,70	10	7	12
PET LV	AVWS	41	18,37	6,19	17	4	30
	Non-AVWS	42	26,98	3,59	28	19	33
PET ZFG	AVWS	41	15,12	3,50	15	10	23
	Non-AVWS	42	26,31	5,51	26	17	40
Mott.	AVWS	40 (98%)	9,95	2,94	9	6	17
	Non-AVWS	42	16,88	2,84	17	11	22

Klinischer Test	Gruppe	N	MW	SD	Median	Minimum	Maximum
PaTSy Th.	AVWS	34 (83%)	116,71	72,73	118	0,25	260
	Non-AVWS	38 (91%)	73,14	54	76,5	0,5	249
PaTSy Gap.	AVWS	34 (83%)	41,18	45,99	29	3	237
	Non-AVWS	38 (91%)	6,55	8,31	3	3	40
PaTSy Peg.	AVWS	30 (73%)	4,44	2,94	4	0,25	11
	Non-AVWS	38 (91%)	3,34	1,9	3	0,5	10
PaTSy mon.	AVWS	32 (78%)	579,31	314,73	587,5	26	1145
	Non-AVWS	38 (91%)	308,05	314,15	237,5	26	1045
PaTSy bin.	AVWS	34 (83%)	251,79	217,35	163	31	783
	Non-AVWS	38 (91%)	92,61	83,87	79	6	392

Bei allen fünf Subtests des PaTSy fällt auf, dass nur 73-83 % der AVWS-Kinder in der Lage waren, die Subtests zu bewältigen. Auch Non-AVWS Kindern fiel dies schwer, so dass nur 86-89 % die Subtests absolvieren konnten. Insgesamt fallen alle Subtests des PaTSy durch große SD auf. Der Hannoversche Binauraler Summationstests und der Mottier-Tests wurde nur von 98 % der Diagnosegruppe geschafft. Im Gegensatz dazu absolvierten alle Kinder der Kontrollgruppe diese beiden Tests. Die anderen AVWS-spezifischen Untersuchungen konnten von 100% der Diagnose-, sowie der Kontrollgruppe bewältigt werden (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 4: Deskriptive Statistik der Sprachtests

Klinischer Test	Gruppe	N	MW	SD	Median	Minimum	Maximum
HSET IS	AVWS	39 (95%)	11,28	6,27	11	0	24
	Non-AVWS	42	22,12	1,47	22	19	24
HSET VS	AVWS	40 (98%)	11,35	3,10	12	5	19
	Non-AVWS	41 (98%)	15,41	1,09	16	12	17

Die Sprachentwicklungstests „Imitation grammatischer Strukturen“ und „Verstehen grammatischer Strukturen“, beide aus dem HSET, wurden in der AVWS-Gruppe nur in 98-95 % bewältigt. In der Non-AVWS-Gruppe fehlen die Daten eines Probanden im Subtest „Verstehen grammatischer Strukturen“ des HSET, da der Proband den Test nicht bewältigte (vgl. Tabelle 4).

4.4. Anpassung des Alpha-Niveaus durch Bonferroni-Korrektur

Die Bonferroni-Korrektur neutralisiert die α -Fehlerwahrscheinlichkeit, die durch multiples Testen entstehen kann.

Bei einigen statistischen Auswertungen wurde ein Signifikanzniveau von $p = 0,01$ gewählt, wie z. B. bei der Korrelationsanalyse nach Spearman (vgl. Kapitel 4.7.). In diesen Fällen ergibt sich bei Einschluss aller 16 Tests nach Bonferroni-Korrektur ein Signifikanzniveau von $\alpha < 0,0006$.

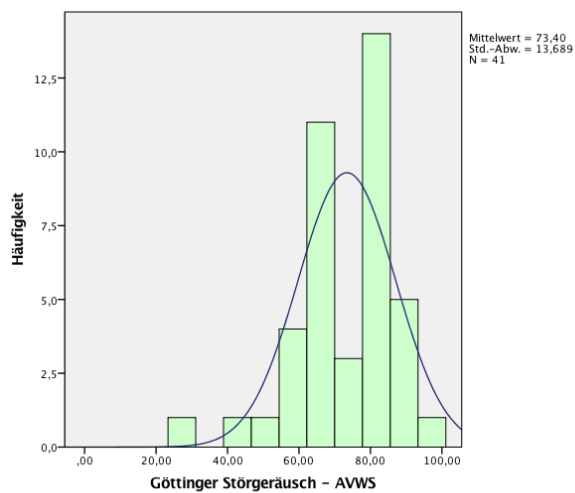
Da das übliche verwendete Signifikanzniveau bei $p < 0,05$ liegt, ergibt sich bei Einschluss der 14 auditiven Tests (Ausschluss der zwei Sprachentests des HSET) mit Bonferroni-Korrektur ein Signifikanzniveau von $p < 0,0036$.

4.5. Häufigkeitsverteilung der klinischen Tests

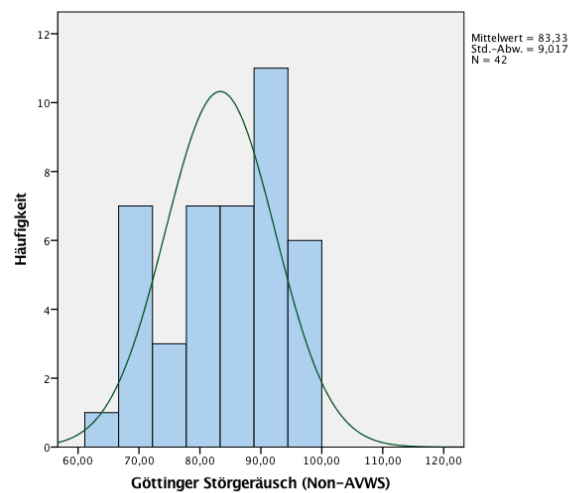
Mit Hilfe von Histogrammen mit Polygonenzug gelingt die übersichtliche Darstellung der Häufigkeitsverteilung der einzelnen Testergebnisse. Die graphische Darstellung bietet die Möglichkeit zu erkennen, ob die erhobenen Daten der klinischen Tests normalverteilt sind. Im Folgenden werden die Ergebnisse beider Gruppen gegenüber dargestellt.

Diagramm 2: Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung auditiver Tests

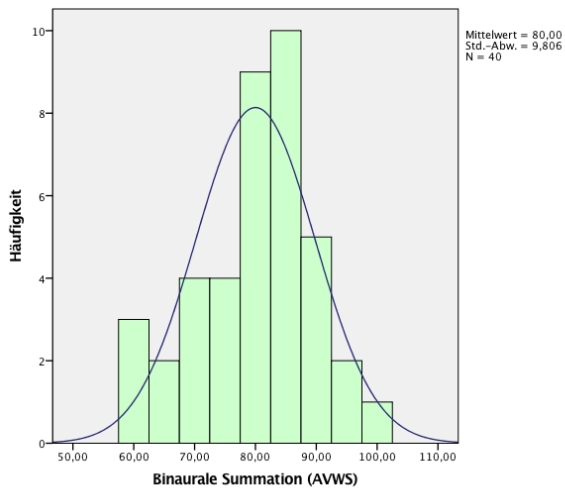
1. a) Stoerg. (AVWS)



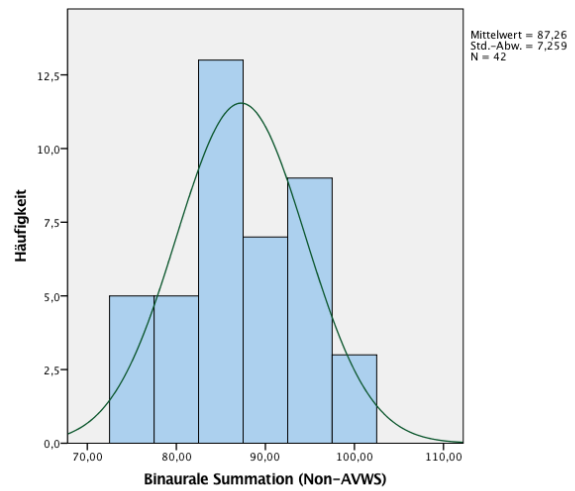
1. b) Stoerg. (Non-AVWS)



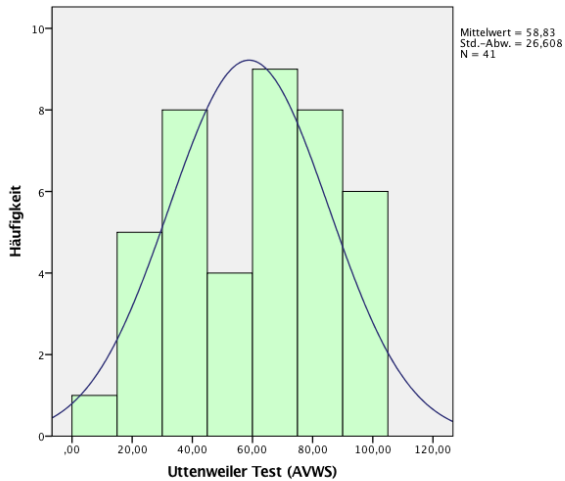
2. a) Bin. Sum. (AVWS)



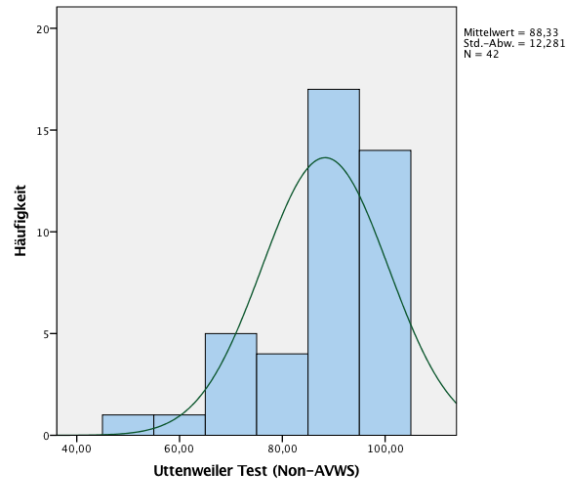
2. b) Bin. Sum. (Non-AVWS)



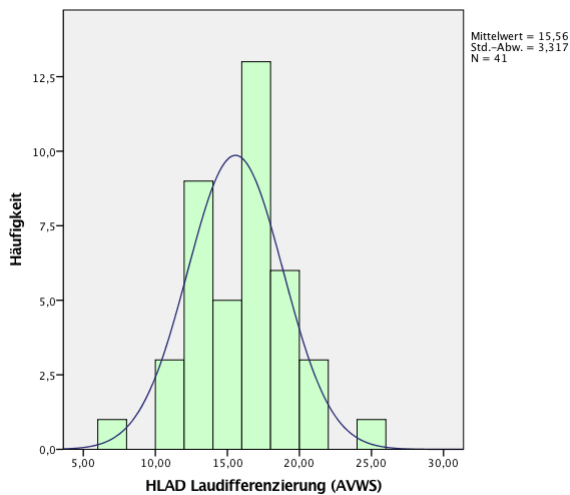
3. a) Dichot. (AVWS)



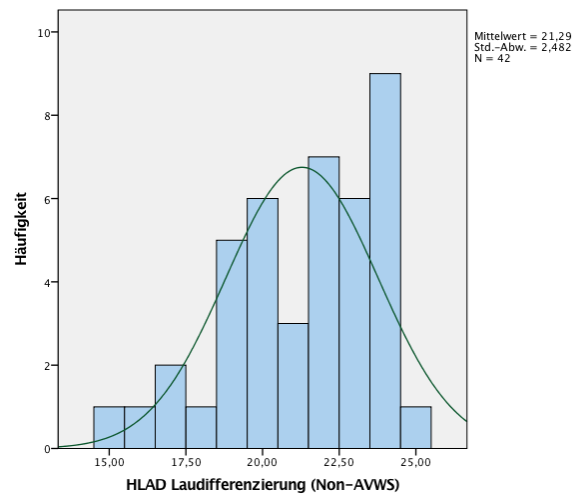
3. b) Dichot. (Non-AVWS)



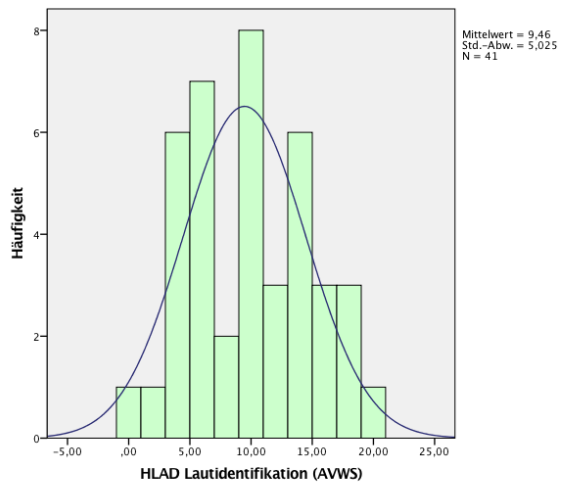
4. a) HLAD Diff. (AVWS)



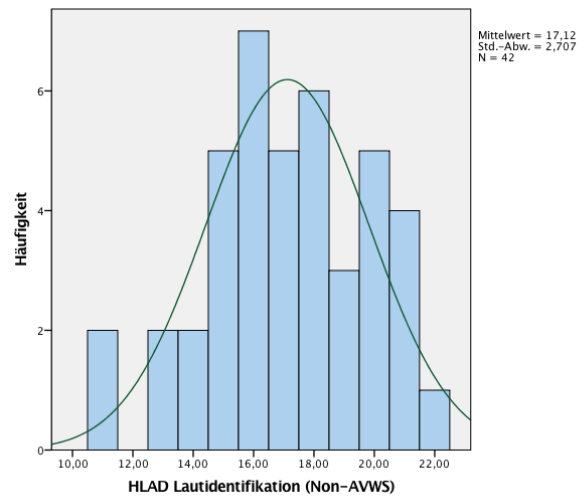
4. b) HLAD Id. (Non-AVWS)



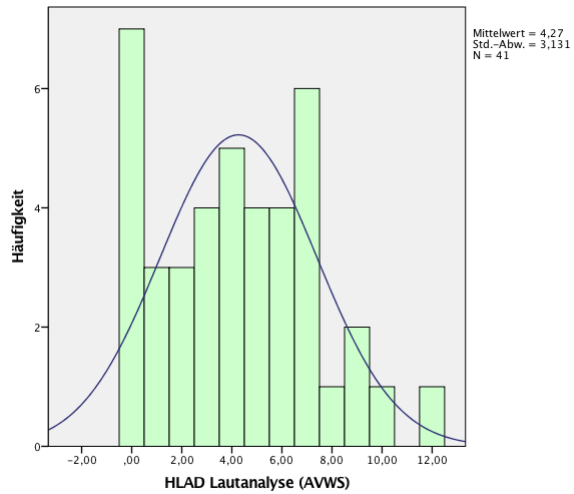
5. a) HLAD Id. (AVWS)



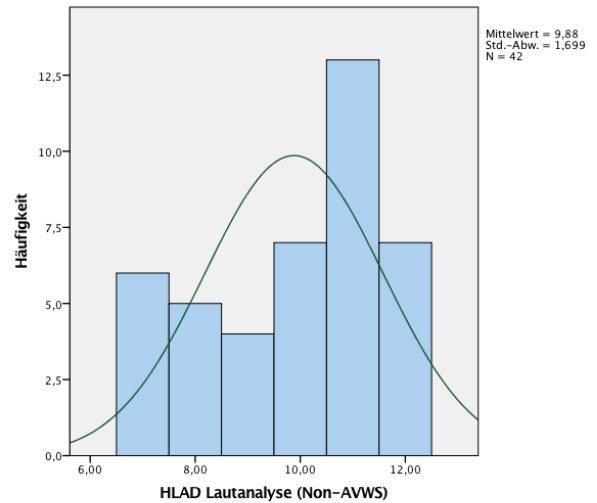
5. b) HLAD Id. (Non-AVWS)



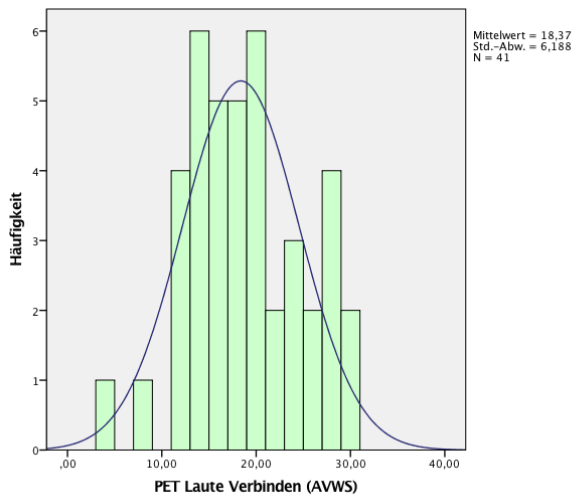
6. a) HLAD Ana. (AVWS)



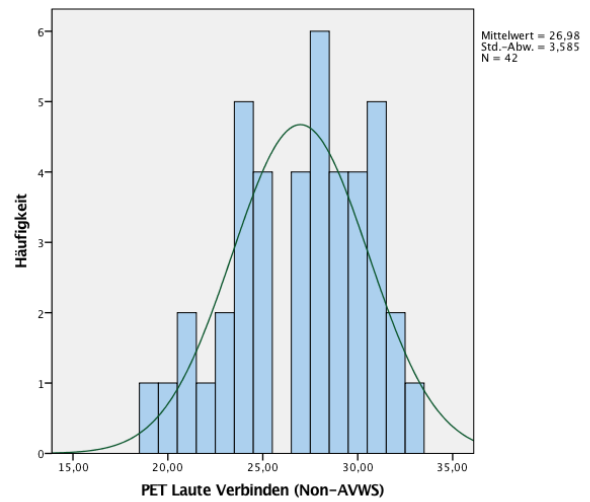
6. b) HLAD Ana. (Non-AVWS)



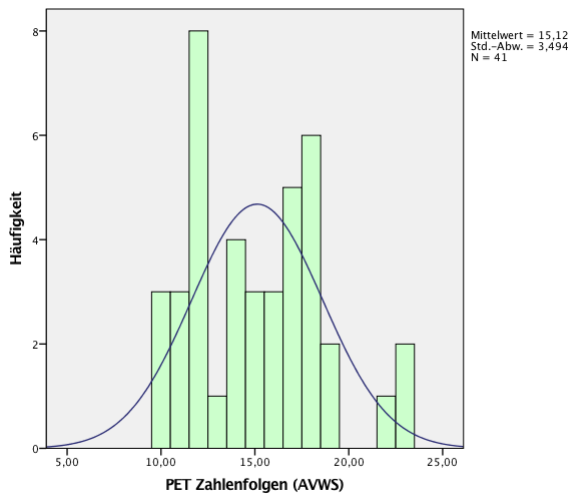
7. a) PET LV (AVWS)



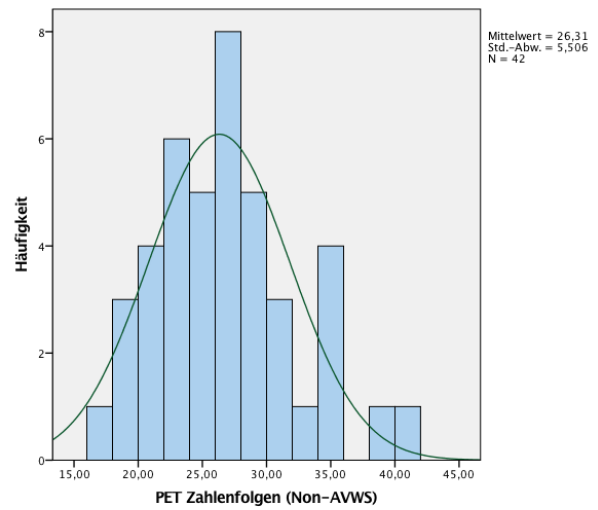
7. b) PET LV (Non-AVWS)



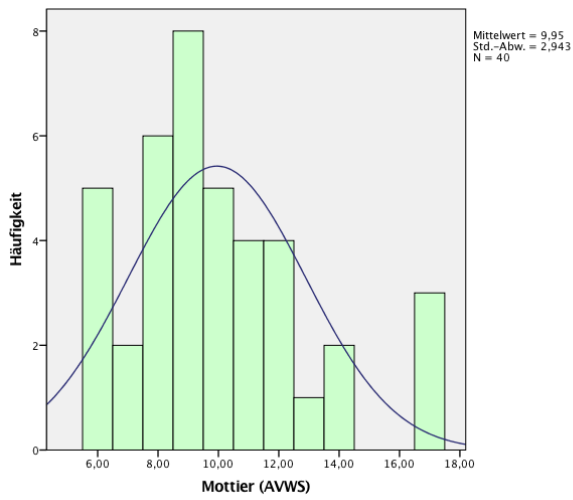
8. a) PET ZFG (AVWS)



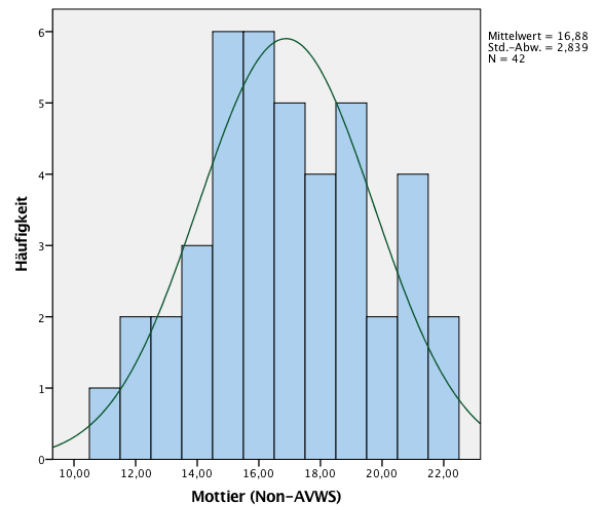
8. b) PET ZFG (Non-AVWS)



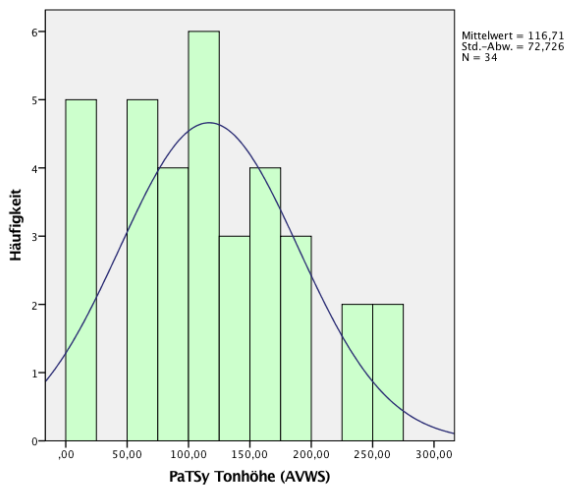
9. a) Mott. (AVWS)



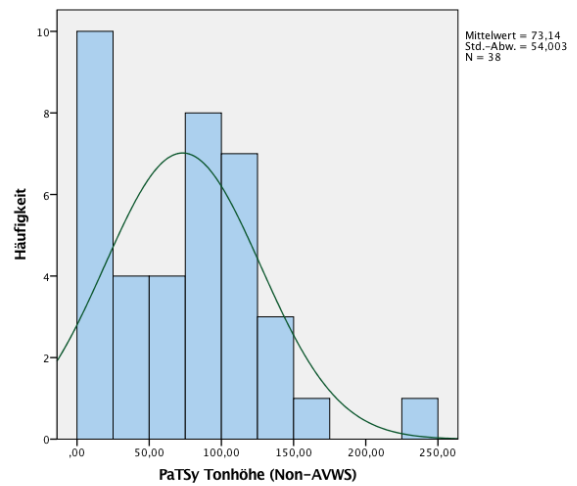
9. b) Mott. (Non-AVWS)



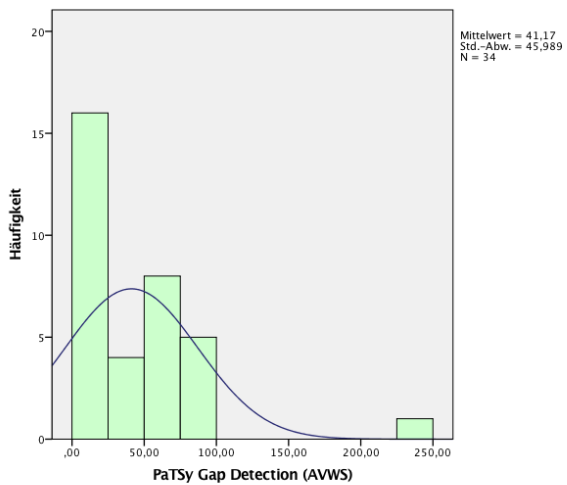
10. a) PaTSy Th. (AVWS)



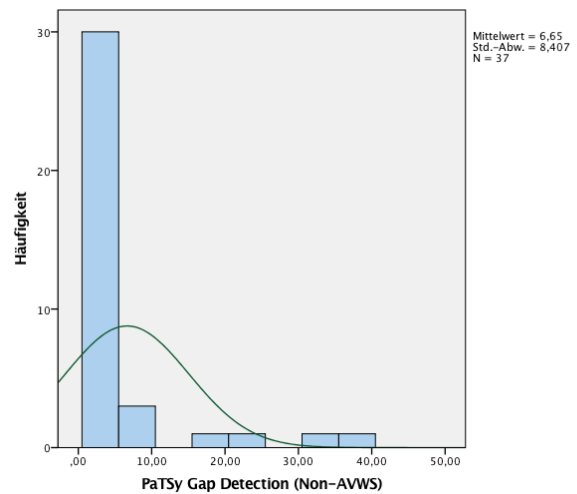
10. b) PaTSy Th. (Non-AVWS)



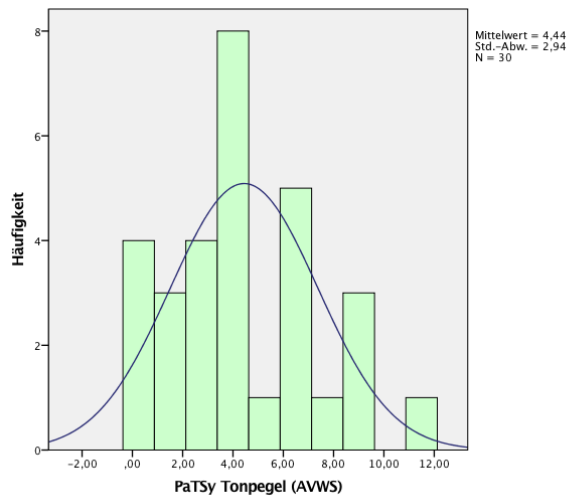
11. a) PaTSy Gap. (AVWS)



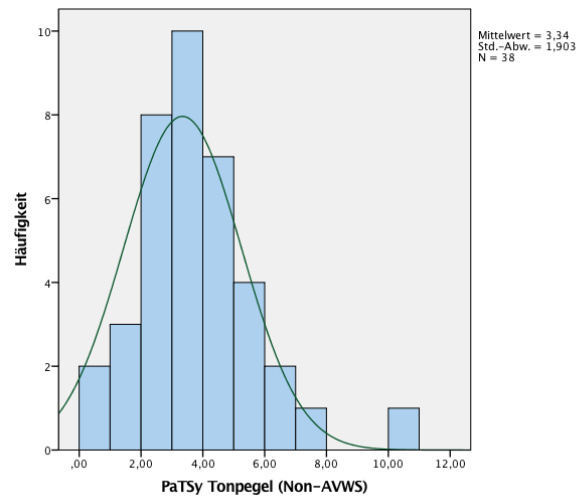
11. b) PaTSy Gap. (Non-AVWS)



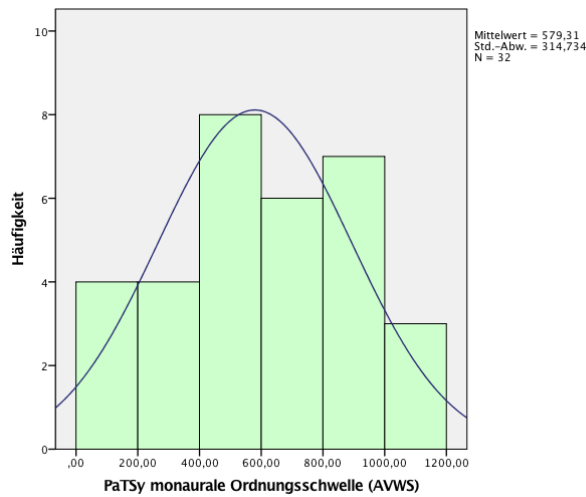
12. a) PaTSy Peg. (AVWS)



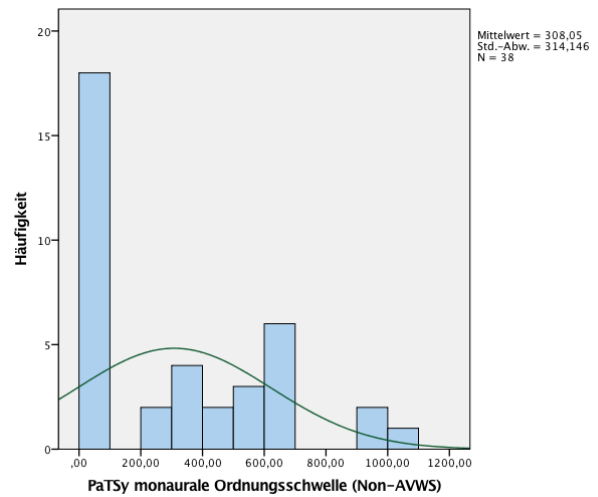
12. b) PaTSy Peg. (Non-AVWS)



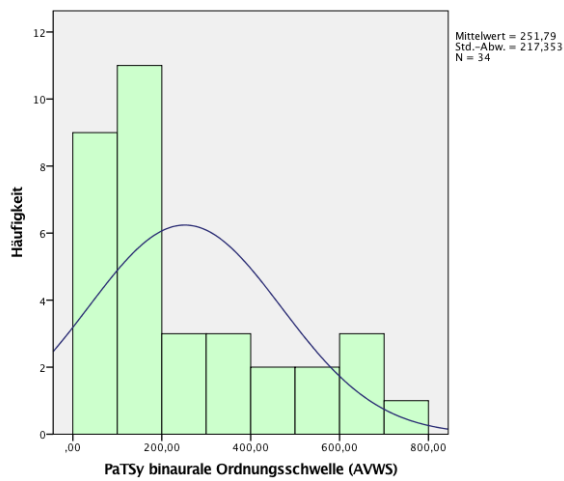
13. a) PaTSy mon. (AVWS)



13. b) PaTSy mon. (Non-AVWS)



14. a) PaTSy bin. (AVWS)



14. b) PaTSy bin. (Non-AVWS)

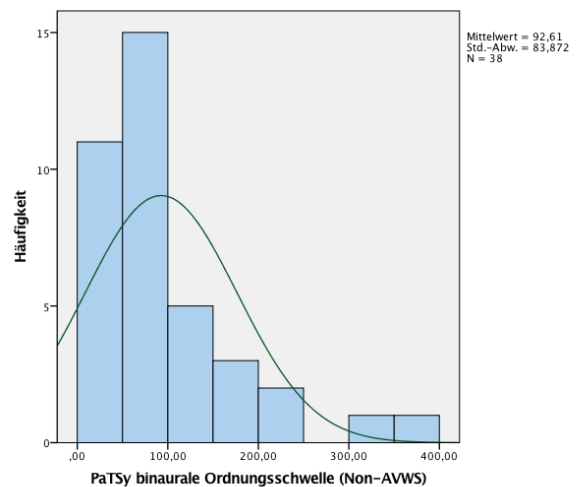
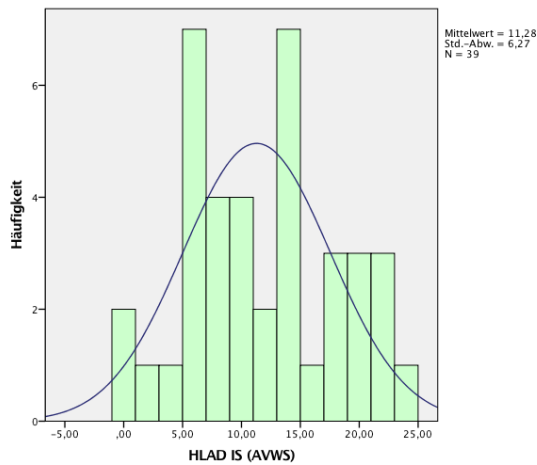
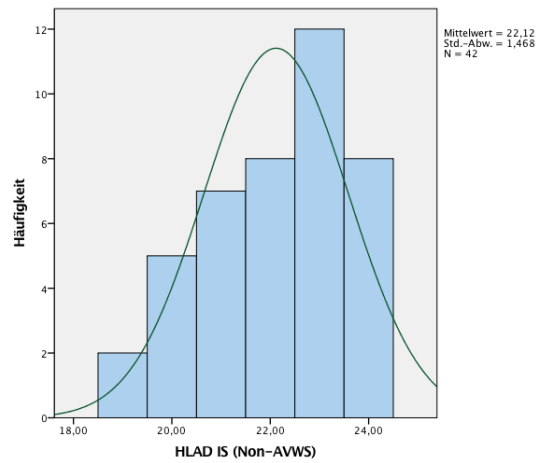


Diagramm 3: Graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Sprachentwicklungstests

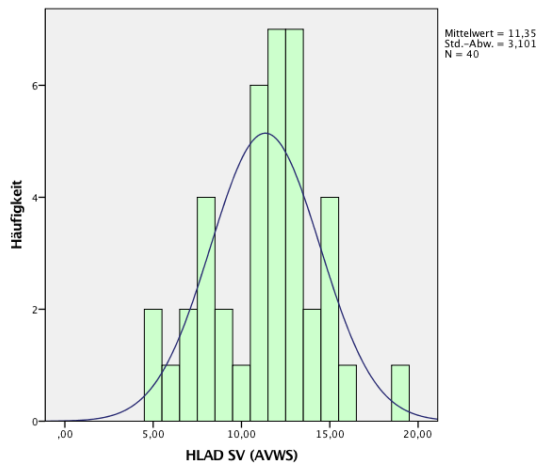
15. a) HSET IS (AVWS)



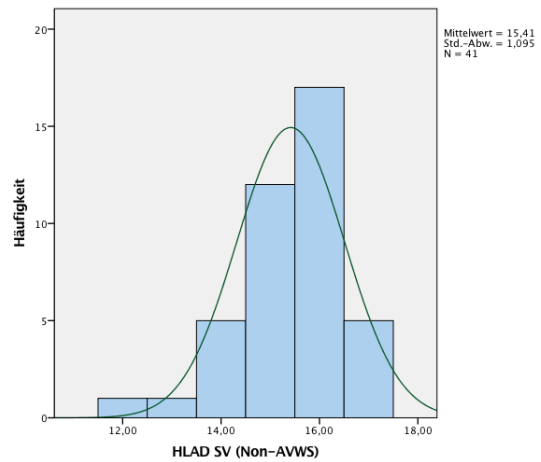
15. b) HSET IS (Non-AVWS)



16. a) HSET VS (AVWS)



16. b) HSET VS (Non-AVWS)



Durch die Betrachtung der einzelnen Histogramme wird deutlich, dass bei den meisten klinischen Tests keine Normalverteilung vorlag.

Als nach links verschoben und flacher als die Normalverteilungskurve stellten sich in der Kontrollgruppe das Göttinger Störgeräusch, die Subtests „Phonemdifferenzierung“ und „-analyse“ des HLAD, der Subtest „Laute Verbinden“ des PET und der Subtest „Imitation grammatischer Strukturen“ des HSET dar. In beiden Gruppen präsentierte sich der Binaurale Summationstest als nach links verschoben und flacher.

Nach links verschoben und steiler waren in der klinischen Gruppe das Göttinger Störgeräusch, in beiden Gruppen der Sprachtest HSET mit Subtest „Verstehen grammatischer Strukturen“ sowie der Dichotische Test in der Kontrollgruppe.

In der Diagnosegruppe stellten sich folgende zwei Tests als nach rechts verschoben und steiler dar: Mottier-Test und HSET Subtest „Verstehen grammatischer Strukturen“. In der gesunden Vergleichsgruppe waren es folgende Tests: Dichotischer Test und PaTSy mit Subtest „Tonpegel“ und „binauraler Ordnungsschwelle“. In beiden Gruppen war der Subtest „Gap Detection“ des PaTSy nach rechts verschoben und steiler als die Normalverteilung

Nach rechts verschoben und flacher stellten sich der PET Subtest „Zahlengedächtnis“ und die beiden Subtests „Tonpegel“ und „binaurale Ordnungsschwelle“ des PaTSy in der klinischen Gruppe dar. In der Kontrollgruppe war nur der Subtest „monaurale Ordnungsschwelle“ des PaTSy rechtsverschoben und flacher als die Normalverteilungskurve.

Zusätzlich zur graphischen Darstellung erfolgte die Berechnung der Normalverteilung durch den Kolmogorov-Smirnov-Test. Mit dem Normalverteilungstest wurde untersucht, ob die Hypothese, die Variablen der einzelnen klinischen Tests seien in der Grundgesamtheit normalverteilt, angenommen werden kann.

Tabelle 5: Berechnung der Normalverteilung auditiver Tests

Klinischer Test	AVWS		Non-AVWS	
	N	p	N	p
Stoerg.	41	0,003	42	0,002
Bin. Sum.	40	0,003	42	0,004
Dichot.	41	0,087*	42	0
HLAD Diff.	41	0,2*	42	0,008
HLAD Id.	41	0,08*	42	0,2*
HLAD Ana.	41	0,2*	42	0
PET LV	41	0,115*	42	0,048
PET ZFG	41	0,014	42	0,161*
Mott.	40	0,021	42	0,2*
PaTSy Th.	34	0,2*	38	0,2*
PaTSy Gap.	34	0,001	37	0
PaTSy Peg.	30	0,006	38	0,004
PaTSy mon.	32	0,2*	38	0
PaTSy bin.	34	0,001	38	0,001

* nicht signifikant, da $p > 0,05$

Tabelle 6: Berechnung der Normalverteilung Sprachtests

Klinischer Test	AVWS		Non-AVWS	
	N	p	N	p
HSET IS	39	0,2*	42	0
HSET VS	40	0,17	41	0

* nicht signifikant, da $p > 0,05$

Die Berechnung der auditiven Tests durch den Kolmogorov-Smirnov-Test zeigte, dass die Ergebnisse beider Testgruppen des HLAD Subtests „Phonemidentifikation“ und des PaTSy Subtests „Tonhöhe“ normalverteilt waren. In der klinischen Gruppe stellten sich zusätzlich der Dichotische Test, die HLAD Subtests „Phonemdifferenzierung“ und „-analyse“ sowie der PET Subtest „Laute Verbinden“ und der PaTSy Subtest „monaurale Ordnungsschwelle“ normalverteilt dar. In der Kontrollgruppe erwiesen sich der PET Subtest „Zahlengedächtnis“ und der Mottier Test als normalverteilt. Für alle anderen auditiven Tests konnte die Hypothese, bei $p < 0,05$ abgelehnt werden. Durch die Berechnung ergab sich keine Normalverteilung (vgl. Tabelle 5).

Bei den Sprachentwicklungstests war lediglich der Subtest „Imitation grammatischer Strukturen“ des HSET in der klinischen Gruppe normalverteilt (vgl. Tabelle 6).

4.6. Mittelwertvergleich durch Mann-Whitney-U-Test

Es wurde davon ausgegangen, dass die einzelnen Tests die beiden Diagnosegruppen nicht signifikant voneinander trennen können. Der nicht-parametrische Mann-Whitney-U-Test sollte überprüfen, ob diese Nullhypothese angenommen oder abgelehnt werden kann. In die Berechnung gingen die 14 auditiven Tests mit ein. Ausgeschlossen wurden die zwei Sprachentwicklungstest des HSET „Imitation grammatischer Strukturen“ und „Verstehen grammatischer Strukturen“ (vgl. Tabelle 4).

Voraussetzung für den Mann-Whitney-U-Test waren die in Kapitel 4.3. berechneten der Mittelwerte und Standardabweichungen der auditiven Tests. Außerdem wurde die Werte nach Bonferroni korrigiert. Die klinische Gruppe erzielte dabei erwartungsgemäß schlechtere Ergebnisse, als die Kontrollgruppe.

Tabelle 7: Mann-Whitney-U-Test

Klinischer Test	Nullhypothese	p	Entscheidung
Stoerg.	keine Gruppenunterschiede	0 *	Nullhypothese abgelehnt
Bin.Sum.		0,001 *	
Dichot.		0 *	
HLAD Diff.		0 *	
HLAD Id.		0 *	
HLAD Ana.		0 *	
PET LV		0 *	
PET ZFG		0 *	
Mott.		0 *	
PaTSy mon.		0,001 *	
PaTSy bin.		0 *	
PaTSy Gap.		0 *	
PaTSy Th.		0,009	Nullhypothese
PaTSy Peg.	0,108	behalten	

* *signifikant nach Bonferroni-Korrektur mit α -Level 0,05, sprich $\alpha < 0,0036$*

Beim Vergleich der Mittelwerte der einzelnen Tests wurden nahezu durchgehend signifikante Gruppenunterschiede erreicht. Insgesamt gelingt die Gruppenunterscheidung nach Bonferroni-Korrektur in 12 der 14 auditiven Tests. Die Nullhypothese konnte somit für 12 der 14 Tests abgelehnt werden. Bei zwei der fünf Subtests des PaTSy wurde sie jedoch beibehalten: (1) Subtest „Tonhöhe“ und (2) Subtest „Tonpegel“. In diesem Fall waren keine Gruppenunterschiede messbar.

4.7. Korrelationsanalyse nach Spearman

Da sich die meisten Daten als nicht normalverteilt darstellten (vgl. Kapitel 4.5.), wurde zur Analyse der Korrelation der Korrelationskoeffizient rho nach Spearman bestimmt. In die Berechnung gingen die Daten der klinischen Gruppe und der Kontrollgruppe ein (vollständige Übersicht vgl. Anhang 7.).

Die Tabelle 8 zeigt die drei höchsten Korrelationen zwischen je zwei klinischen Tests. In der Tabelle 9 sind weitere hohe Korrelationen zwischen den einzelnen klinischen Tests dargestellt.

Tabelle 8: Spearman - höchste Korrelationen

Klinische Tests	Korrelationskoeffizient	Signifikanz (2-seitig)	N
Mott. & HSET IS	0,779	0 *	80
Mott. & PET ZFG	0,770	0 *	82
PET ZFG & HSET IS	0,766	0 *	81

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

Tabelle 8 stellt die höchsten Korrelation dar. Diese ergaben sich zwischen dem Mottier-Test und dem Subtest „Imitation grammatischer Strukturformen“ des HSET ($\rho = 0,779$). Dies bedeutet, dass die Probanden, die im Mottier-Test gute Ergebnisse erreichten, in der Regel auch in dem Subtest „Imitation grammatischer Strukturformen“ des HSET gut abschnitten. Die zweithöchste Korrelation bestand zwischen dem Mottier-Test und dem Subtest „Zahlenfolgedächtnis“ des PET ($\rho = 0,770$). Zwischen dem Subtest „Zahlenfolgedächtnis“ des PET und dem Subtest „Imitation grammatischer Strukturformen“ des HSET zeigte sich die dritthöchste Korrelation ($\rho = 0,766$).

Tabelle 9: Spearman - hohe Korrelationen

Klinische Tests	Korrelationskoeffizient	Signifikanz (2-seitig)	N
HLAD Id. & HLAD Diff.	0,741	0 *	83
HLAD Id. & HLAD Ana.	0,741	0 *	83
HSET IS & HSET VS	0,735	0 *	79
HLAD Ana. & PET LV	0,732	0 *	83
HLAD Ana. & HSET IS	0,728	0 *	81
HLAD Ana. & Mott.	0,724	0 *	82
HLAD Id. & Mott.	0,716	0 *	82
HLAD Ana. & HLAD Diff.	0,712	0 *	83
HLAD Ana. & PET ZFG	0,708	0 *	83

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

Betrachtet man die vollständige Übersicht im Anhang 7. so fällt auf, dass die Korrelationen zwischen den einzelnen klinischen Tests bei fast allen Tests auf dem 5 % Niveau gegeben waren. Auffallend ist, dass der Subtest „Tonpegel“ des PaTsy nur mit dem Subtest „Gap-Detection“ des PaTsy unter dem 5 %-Niveau korrelierte.

In den folgenden Streudiagrammen sind die drei höchsten Korrelationen graphisch dargestellt (vgl. Diagramme 4-6).

Diagramm 4: Korrelation Mottier-Test und HSET „Imitation grammatischer Strukturen“

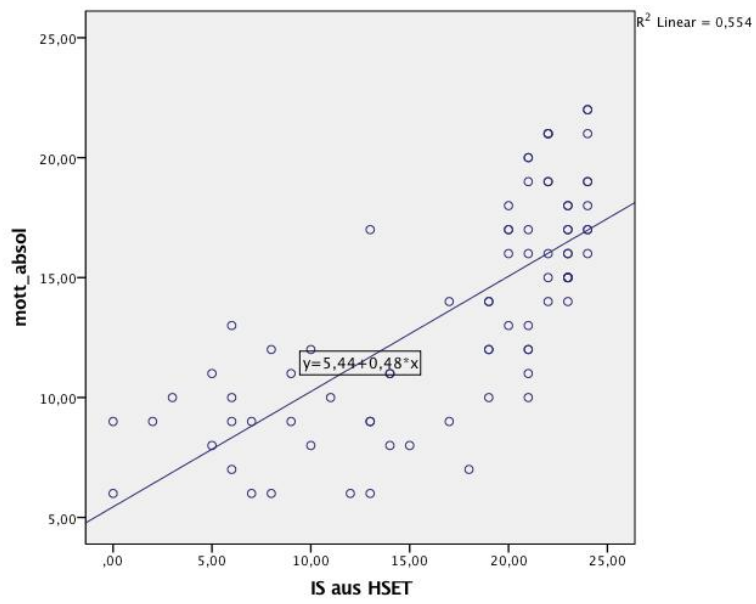


Diagramm 5: Korrelation Mottier-Test und PET „Zahlenfolgedächtnis“

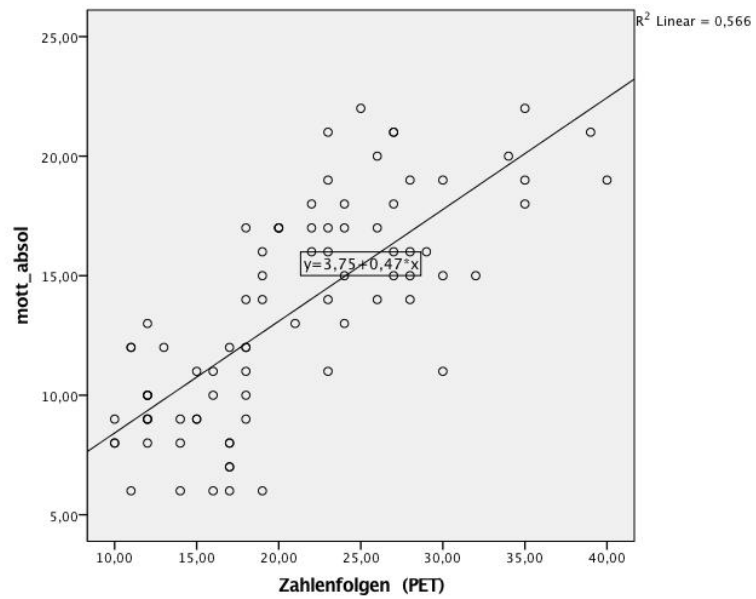
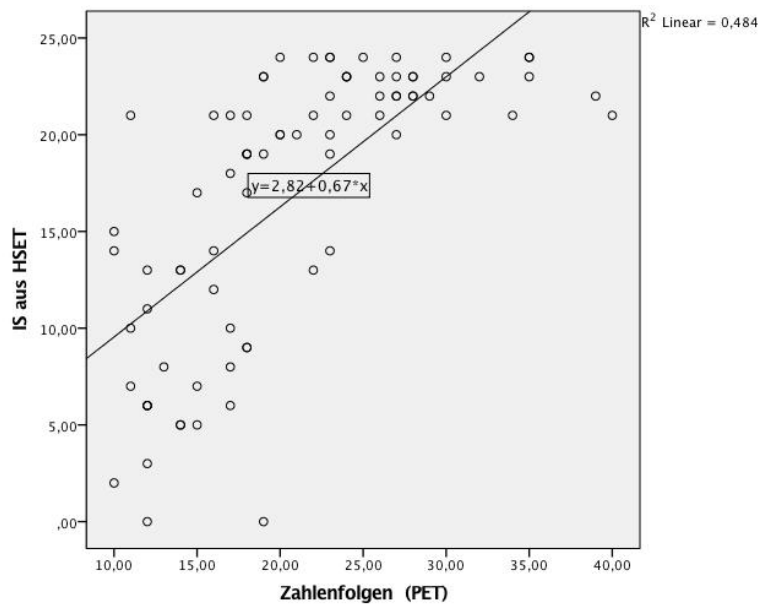


Diagramm 6: Korrelation HSET „Imitation grammatischer Strukturen“ und PET „Zahlenfolgedächtnis“



4.8. Diskriminanzanalyse

Die Diskriminanzanalyse diente dazu herauszufinden, ob durch eine Auswahl der durchgeführten klinischen Untersuchungen eine exakte Zuordnung in die Diagnosegruppe „AVWS“ bzw. „Non-AVWS“ gelingen kann. Die Analyse ermöglicht die Vergleichbarkeit mit vorangegangenen Studien von Nickisch und Kiese-Himmel (2009) sowie von Nickisch et al. (2013). Beide Studien beschäftigten sich mit der Frage „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen – Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern?“ in unterschiedlichen Altersklassen (2. bis 4. Grundschulklasse).

Für die folgende Analyse wurden acht der 14 auditiven Tests verwendet (vgl. Tabelle 3). Der Subtest „Phonemanalyse/Phonem-Graphem-Korrespondenz“ aus dem HLAD wurde nicht in die Analyse mitaufgenommen, da Erstklässler häufig variable Leistungen in der Phonem-Graphem-Zuordnung zeigen. Zusätzlich ist der individuelle Wissensstand eines Kindes sehr abhängig von den jeweiligen Lehrmethoden, dem Lerntempo der Klasse sowie dem Lehrplan. Außerdem wurden die fünf Subtests des PaTSy ausgeschlossen, da sich zeigte, dass nur 86-89 % der Non-AVWS-Kinder, sowie 75-85 % der Kinder mit AVWS diese Tests meisterten.

Bei der Diskriminanzanalyse wurden die Gruppenunterschiede begutachtet und in Bezug auf mehrere Variablen geprüft. Ziel war es, eine Kombination aus verschiedenen Variablen zu finden, durch die die Gruppentrennung gelingt. Als unabhängige Variabel fungierten die klinischen Untersuchungsinstrumente, als Abhängige die Zuordnung in eine der beiden Diagnosegruppen (Gruppierungsvariable). In die Berechnung gingen 81 Fälle (97,6 % des gesamten Studienkollektivs) mit ein. Zwei Fälle der AVWS-Gruppe wurden ausgeschlossen, da für einen Probanden die Daten zu dem Mottier-Test und für einen weiteren die Daten des Binauralen Summationstests fehlten.

4.8.1. Schrittweise Analyse

Mit einer schrittweisen Diskriminanzanalyse wurde untersucht, welche Bedeutung die zuvor genannten acht Untersuchungsinstrumente zur Unterscheidung der Diagnosegruppen hatten. Zuerst wurde die Diskriminanzfunktion geschätzt, anschließend wurden die einzelnen Fälle anhand ihres Funktionswerts den Diagnosegruppen zugeordnet.

Tabelle 10: Schrittweise Analyse - Aufgenommene Variablen

Schritt	Aufgenommene Variable	Wilks Lambda	df 1	df 2	df 3	F	p
1	Mott.	0.376	1	1	79	130,885	0
2	PET ZFG	0.296	2	1	79	92,776	0
3	HLAD Diff.	0.261	3	1	79	72,531	0
4	Stoerg.	0.242	4	1	79	59,592	0

Bei jedem Schritt wurde die Variable aufgenommen, die das gesamte Wilks-Lambda (Gütekriterium zum Einschluss von Variablen) minimierte. Je näher Wilks Lambda an 0 lag, desto besser war die Trennschärfe. Die Anzahl der maximalen Rechenschritte betrug 16. Die F-Wahrscheinlichkeit der maximalen Signifikanz für die Aufnahme war 0,10 und für die minimale Signifikanz zum Ausschluss betrug sie 0,15. Nach vier Schritten waren F-Niveau, Toleranz oder VIN für weitere Berechnungen unzureichend. Somit war keine weitere Variable mehr signifikant. Die beiden Diagnosegruppen wurden durch folgende vier Untersuchungsinstrumente signifikant voneinander getrennt (vgl. Tabelle 10):

- erster Schritt: Mottier-Test
- zweiter Schritt: Subtest „Zahlenfolgedächtnis“ des PET
- dritter Schritt: Subtest „Phoenmdifferenzierung“ des HLAD
- vierter Schritt: Sprachverstehen im Störgeräusch (Göttinger II)

4.8.2. Eigenwerte und kanonische Korrelation

Des Weiteren wurde der Eigenwerte mit dazugehöriger kanonischen Korrelation der zuvor erhobenen Diskriminanzfunktion berechnet. Je größer der Eigenwert ist, desto höher ist der Erklärungsgehalt der Diskriminanzfunktion. Die kanonische Korrelation kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Je näher sie an den Wert 1 herankommt, desto größer ist ihr Erklärungsgehalt. Zur Bewertung der Güte wurde das Quadrat der kanonischen Korrelation (R^2) zum Bestimmtheitsmaß, einer Regressionsanalyse genutzt. R^2 nimmt Werte von 0 bis 1 an. Bei einem Wert von 1 geht man von einem linearen Zusammenhang aus. Je größer R^2 desto besser ist die Diskriminanzfunktion geeignet, um die abhängige Variable (Gruppenzugehörigkeit) zu beschreiben.

Tabelle 11: Eigenwerte - Zusammenfassung der kanonischen Diskriminanzfunktion

Eigenwert	% der Varianz	Kumulierte %	kanonische Korrelation	R ²
3,136	100	100	0,871	0,759

Der relativ große errechnete Eigenwert von 3,136 ließ darauf schließen, dass das Modell der Diskriminanzanalyse zum Einteilen der Diagnosegruppen weiter untersucht werden konnte. Die kanonische Korrelation von 0,871 bot außerdem einen großen Erklärungsgehalt. Die Güte konnte anhand des Eigenwertes nicht beschrieben werden, so dass zur Bewertung der Güte das Quadrat der kanonischen Korrelation (R²) genutzt wurde. R² war 0,759 und beschrieb daher die Zuteilung zu einer der beiden Diagnosegruppen zufriedenstellend (vgl. Tabelle 11).

Zusammenfassend hatte die Diskriminanzfunktion einen großen Erklärungsgehalt und eine zufriedenstellende Güte.

4.8.3. Standardisierter kanonischer Diskriminanzfunktionskoeffizient

Mit Hilfe des standardisierten kanonischen Diskriminanzfunktionskoeffizienten gelingt die Beschreibung der Diskriminanzfunktion. In der folgenden Tabelle 12 sind die Werte der einzelnen Variablen eingetragen. Je höher der Wert des Diskriminanzfunktionskoeffizienten, desto größer ist die Gewichtung der einzelnen Variable bezüglich der Gruppentrennung.

Tabelle 12: Standardisierter kanonischer Diskriminanzfunktionskoeffizient

Variable	Standardisierter kanonischer Diskriminanzfunktionskoeffizient
PET ZFG	0.525
Mott.	0.456
HLAD Diff.	0.396
Stoerg.	0.315

Der Subtest „Zahlenfolgedächtnis“ des PET hatte mit einem Wert von 0,525 die höchste diskriminatorische Gewichtung der vier zu trennenden Untersuchungsinstrumente. Der Mottier-Test hatte die zweithöchste (0,456), gefolgt von dem Subtest „Phonemdifferenzierung“ des HLAD (0,396). Der Test mit der geringsten Gewichtung zur Trennung beider Gruppen ist der Test Sprachverstehen im Störgeräusch (Göttinger II) mit einem Wert von 0,315 (vgl. Tabelle 12).

Die Interpretation des standardisierten kanonischen Diskriminanzfunktionskoeffizienten war dadurch erschwert, dass durch gegenseitige Wechselwirkungen der erklärenden Variablen die Gewichtung verschoben sein kann. Bei einer hohen Korrelation kann der Einfluss auf das Gruppenbild nicht ausschließlich einer Variablen zugeschrieben werden.

4.8.4. Struktur-Matrix

Mit Hilfe der Strukturmatrix gelingt die bessere Interpretation der Diskriminanzfunktion, da sie die Korrelation zwischen der einzelnen Variablen und der Diskriminanzfunktion zeigt. Die nachfolgenden Tabelle 13 zeigt die Korrelationen zwischen die einzelnen klinischen Tests und der Diskriminanzfunktion.

Tabelle 13: Struktur-Matrix

Variable / Klinischer Test	Korrelation
Mott.	0.727
PET ZGF	0.707
HLAD Diff.	0.550
HLAD Id. *	0.456
PET LV *	0.351
Stoerg.	0.252
Dichot. *	0.249
Bin.Sum. *	0.101

* diese Variable wurde in der schrittweisen Analyse nicht verwendet

Durch die Strukturmatrix, gelang es zu erkennen, dass der Mottier-Test die höchste Korrelation mit einem Wert von 0,727 aufwies, gefolgt von dem Subtest „Zahlenfolgedächtnis“ des PET (0,707) und dem Subtest „Phonemdifferenzierung“ des HLAD (0,550). Diese drei Untersuchungsinstrumente waren Teil der in Kapitel 4.8.1 beschriebenen schrittweisen Analyse. Das vierte Untersuchungsinstrument der schrittweisen Diskriminanzanalyse war des Sprachverstehens im Störgeräusch (Göttinger II). Dieser wies mit 0,252 eine eher durchschnittliche Korrelation auf.

Im Gegensatz dazu wies der Subtest „Phonemidentifikation“ des HLAD mit einem Wert von 0,456 eine hohe Korrelation auf und ist somit zur Gruppenunterscheidung geeignet. Er war jedoch kein Bestandteil der Diskriminanzfunktion.

4.9. Kreuzvalidierung

Die Diskriminanzfunktion umfasste folgende vier Tests (1) Mottier-Test, (2) „Zahlenfolgedächtnis“ des PET, (3) „Phonemdifferenzierung“ des HLAD und (4) Sprachverstehen im Störgeräusch (Göttinger II). Abschließend wurde überprüft, ob die vier Untersuchungsinstrumente der Diskriminanzfunktion die individuellen Testprofile korrekt klassifizieren konnten (Kreuzvalidierung). Der vorhergesagten Gruppenzugehörigkeit „AVWS“ wurde ein Proband zugeteilt, sobald sich in mindestens zwei der genannten Untersuchungsinstrumente ein auffälliges Ergebnis zeigte. Waren weniger, als zwei Ergebnisse auffällig wurde das Kind der vorhergesagten Gruppenzugehörigkeit „Non-AVWS“ zugeordnet.

In der AVWS Gruppe wurde ein Fall ausgeschlossen, da die Daten des Mottier-Tests nicht vorlagen (hier: klinische Gruppe N = 40 (100%)). Die Berechnung der Kontrollgruppe bezog alle 42 Fälle (100 %) mit ein.

Tabelle 14: Kreuzvalidierung

Gruppe		vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit		
		Non-AVWS (%)	AVWS (%)	gesamt (%)
Original	Non-AVWS (%)	41 (97,6)	1 (2,4)	42 (100)
	AVWS (%)	4 (10)	36 (90)	40 (100)
Kreuzvalidiert	Non-AVWS (%)	40 (95,2)	2 (4,8)	42 (100)
	AVWS (%)	4 (10)	36 (90)	40 (100)

Durch vier o. g. Untersuchungsinstrumente gelang eine gute Zuordnung in die vorhergesagten Diagnosegruppen. In der Kontrollgruppe wurde nur eines der Kinder (2,4 %) falsch zugeordnet. Die restlichen 41 Kinder (97,6 %) der Kontrollgruppe wurden korrekt in die vorhergesagte Gruppe „Non-AVWS“ eingeordnet. Von den 40 Kindern der klinischen Gruppe wurden 36 (90 %) richtig als Diagnosegruppe erkannt, 4 (10 %) wurden fälschlicherweise als „Non-AVWS“ klassifiziert. Insgesamt gelang die Vorhersage der richtigen Gruppenzugehörigkeit in 93,9 % der Fälle.

Kreuzvalidiert wurden von den 42 Kinder der Kontrollgruppe 40 (95,2 %) richtig und 2 (4,8 %) falsch zugeordnet. In der klinischen Gruppe (N = 40) wurden 36 Probanden (90 %) richtig und 4 (10 %) falsch gruppiert. Insgesamt wurden 92,7 % der kreuzvalidierten gruppierten Fälle korrekt klassifiziert.

4.10. Gütekriterien

Ein wichtiges Gütekriterium für diagnostische Tests ist die Validität, die darüber aussagt, wie gültig ein Test ist. Dafür wird die Sensitivität und Spezifität eines jeden Tests benötigt.

Zur Beschreibung der Güte wurde im Folgenden für jeden einzelnen Test die Sensitivität und Spezifität errechnet. Zusätzlich erfolgte zur Beschreibung der diagnostischen Güte die Darstellung in Receiver Operating Characteristic-Kurven (ROC-Kurven) um die Fläche unter der ROC-Kurve zu ermitteln, sowie die besten Cut-Off-Werte zu berechnen. Mit Hilfe der Likelihood-Ratio wurde festgestellt, wie gut ein Proband seiner richtigen Diagnosegruppe zugeordnet werden konnte. Abschließend wurden durch Vierfeldertafeln bei verschiedenen Kriterien mit unterschiedlichen SD geprüft, wann die Gruppenzuordnung am besten gelang.

4.10.1. Receiver Operating Characteristic-Kurven

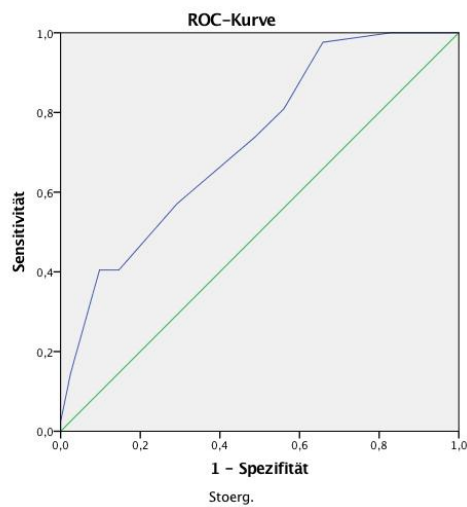
Die Richtig-Positiv-Rate (Sensitivität) und die Falsch-Positiv-Rate (1- Spezifität) für alle 16 Tests sind in folgenden Diagramm 7 und 8 als ROC-Kurven (blauer Graph) dargestellt. Es wurden dabei alle Cut-Off-Werte des Messbereiches abgebildet. Die grüne Linie stellt dabei die Bezugsdiagonale dar. Je weiter

entfernt die ROC-Kurve von der Diagonalen liegt, desto größer ist die diagnostische Trennschärfe des einzelnen Tests.

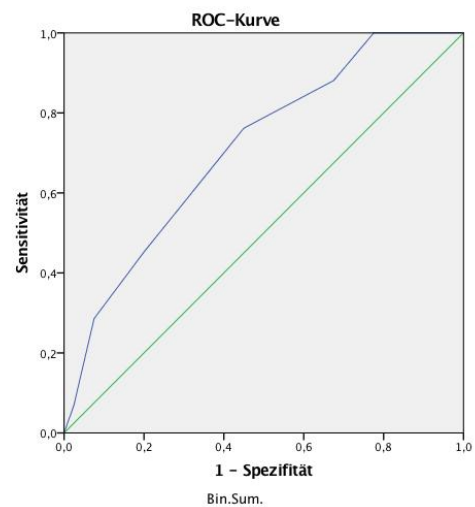
Bei den auditiven Tests (Diagramm 7 a – i), sowie den Sprachtests (Diagramm 8) galt, je größer das Testergebnis, desto positiver war der Test. Positiv beschrieb in diesem Fall, dass eine Person als „gesund“ angenommen wurde. Im Gegensatz dazu galt bei den PaTSy Subtests (Diagramm 7 j – n), je größer das erzielte Ergebnis, desto schlechter schnitt der Proband ab.

Diagramm 7: ROC-Kurven auditiver Tests

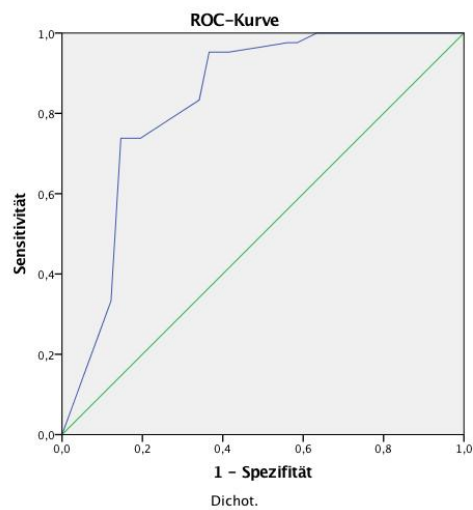
a) Stoerg.



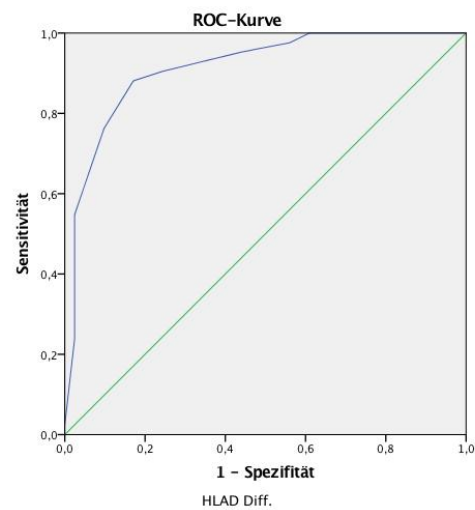
b) Bin.Sum.



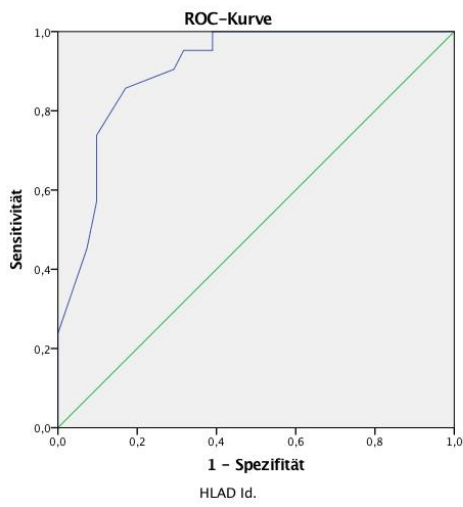
c) Dichot.



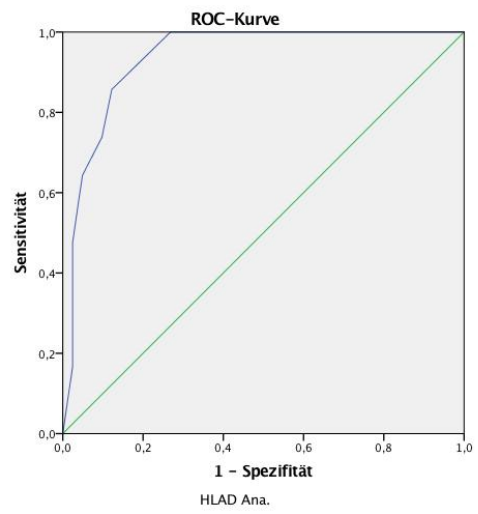
d) HLAD Diff.



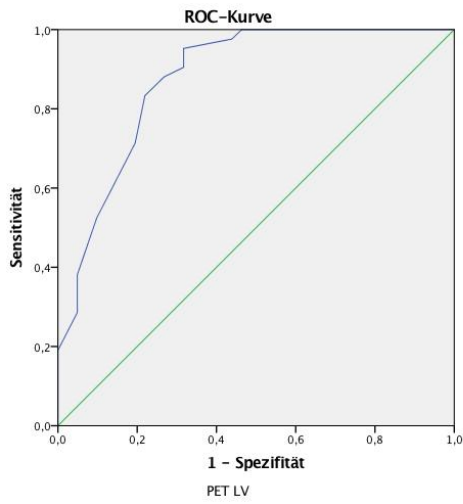
e) HLAD Id.



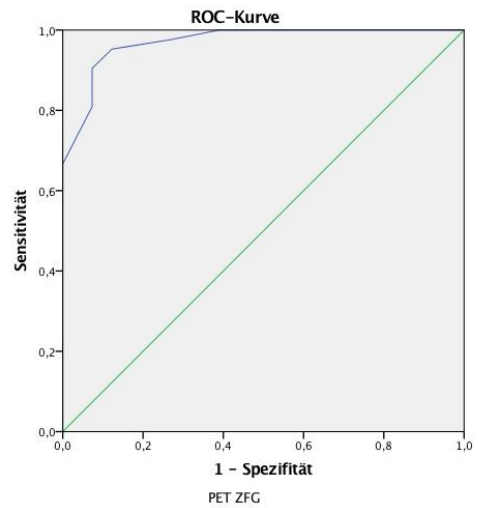
f) HLAD Ana.



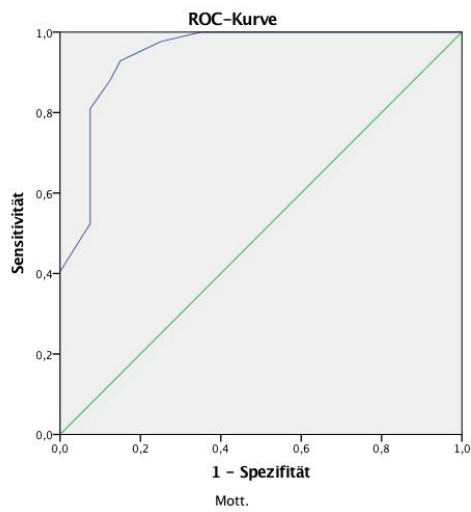
g) PET LV



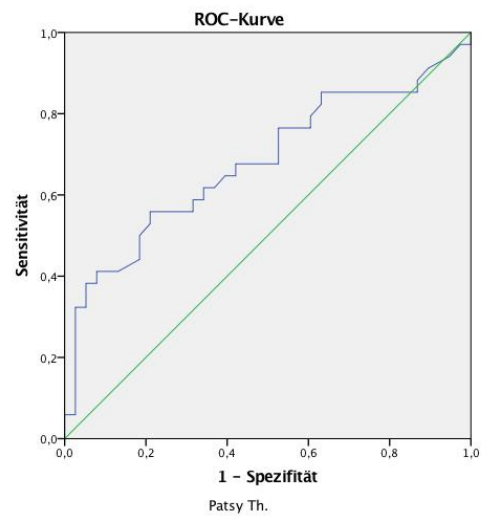
h) PET ZFG



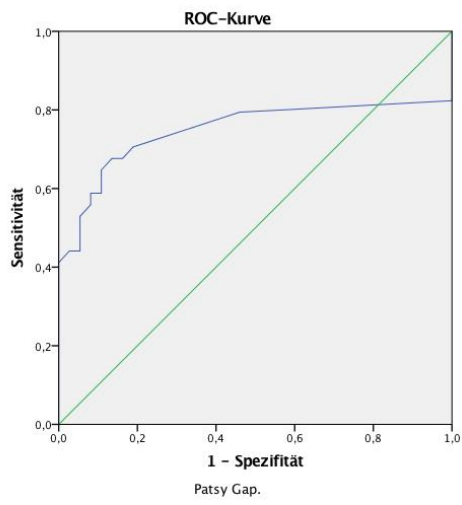
i) Mott



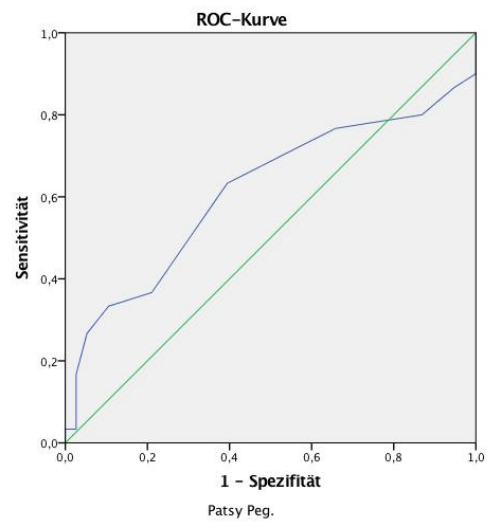
j) PaTsy Th.



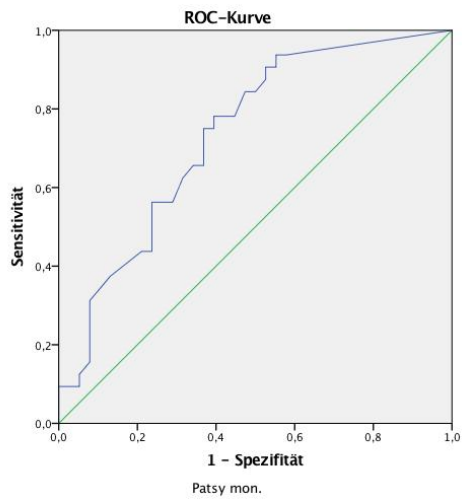
k) PaTSy Gap.



l) PaTSy Peg.



m) PaTSy mon.



n) PaTSy bin.

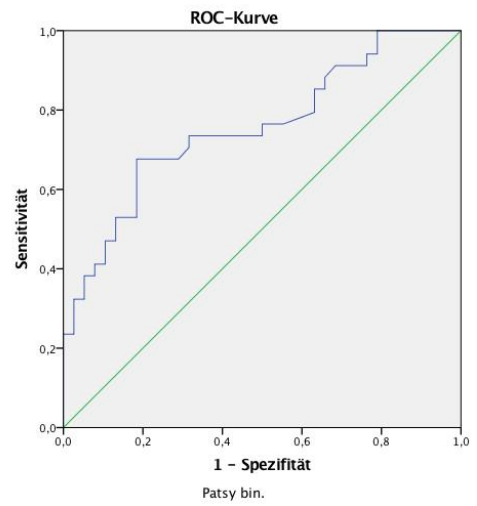
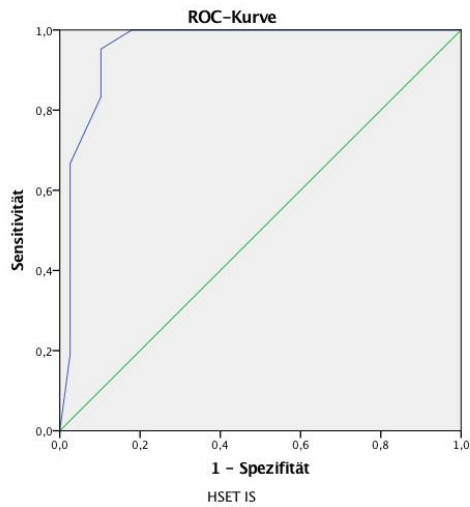
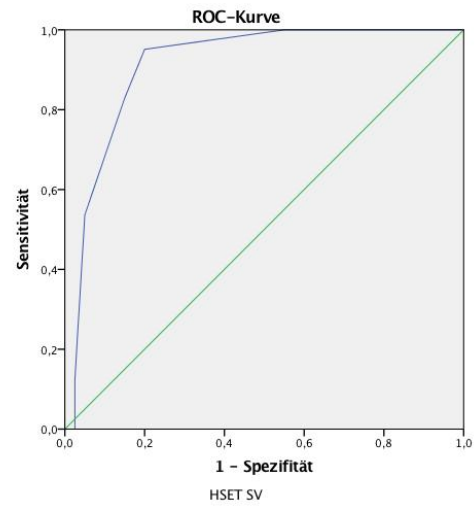


Diagramm 8: ROC-Kurven der Sprachtests

a) HSET IS



b) HSET VS



Als Effektgröße einer ROC-Kurve wurde die Fläche unter der Kurve (engl. Area Under the Curve (AUC)) betrachtet. Die Fläche sollte im Bereich von 0,5 bis 1 liegen. Je höher der Wert, desto besser ist die Güte des jeweiligen Tests. In der Medizin werden Wert > 0,8 angestrebt. Die folgenden Tabellen 15 und 16 zeigen die AUC für die einzelnen klinischen Tests.

Tabelle 15: AUC auditiver Tests

Variable für Testergebnis	Area Under the Curve
PaTSy Peg.	0,613
PaTSy Th.	0,680
Bin.Sum.	0,712
Stoerg.	0,724
PaTSy mon.	0,733
PaTSy Gap.	0,749
PaTSy bin.	0,756
Dichot.	0,832
PET LV	0,877
HLAD Id.	0,906
HLAD Diff.	0,914
HLAD Ana.	0,936
Mott.	0,944
PET ZFG	0,971

Tabelle 16: AUC der Sprachtests

Variable für Testergebnis	Area Under the Curve
HSET VS	0,913
HSET IS	0,956

Von den 16 Tests hatten neun Untersuchungsinstrumente eine AUC > 0,8. Bei diesen Tests erzielte die Kontrollgruppe deutlich höhere Ergebnisse, als die erkrankten Probanden.

In Tabelle 15 waren die drei auditiven Tests mit der besten Validität der Subtest „Zahlenfolgedächtnis“ des PET (0,971), der Mottier-Test (0,944) und der des Subtest „Phonemanalyse“ des HLAD (0,936). Bei den beiden Subtests („Imitation grammatischer Strukturen“ und „Verstehen grammatischer Strukturen“) des HSET, die ebenfalls eine AUC > 0,8 erreichten handelte es sich um Sprachtests und nicht um AVWS-Tests im engeren Sinne (vgl. Tabelle 16).

4.10.2. Cut-Off-Werte

Der Cut-Off-Wert wird aus der maximalen Summe aus Sensitivität und Spezifität minus eins eines Tests, dem s. g. Youden-Index ermittelt. Aus den zuvor ermittelten ROC-Kurven lassen sich Sensitivität und eins minus Spezifität ablesen. Daher erfolgt zuerst die Berechnung der Spezifität, um anschließend den Youden-Index berechnen zu können.

Der Cut-Off-Wert befindet sich dort, wo Sensitivität und Spezifität am ehesten gleichgewichtig sind und legt fest, ab welchem Testergebnis die Untersuchung als auffällig zu werten ist. Die folgenden Tabellen 17 und 18 zeigen die errechneten Cut-Off-Werte (vgl. Anhang 8.).

Tabelle 17: Cut-Off-Werte auditiver Tests

Variable	Sensitivität	1-Spezifität	Spezifität	Youden-Index	Cut-Off-Wert
PaTSy Peg.	0,633	0,395	0,605	0,238	3,5
PaTSy Th.	0,559	0,211	0,789	0,789	110
Bin.Sum.	0,762	0,45	0,55	0,312	82,5
Stoerg.	0,976	0,659	0,341	0,317	67,5
PaTSy mon.	0,781	0,395	0,605	0,386	337,5
PaTSy Gap.	0,676	0,135	0,865	0,541	8,5
PaTSy bin.	0,127	0,184	0,816	0,492	127
Dichot.	0,738	0,146	0,854	0,592	88
PET LV	0,952	0,317	0,683	0,635	20,5
HLAD Id.	0,857	0,171	0,829	0,686	14,5
HLAD Diff.	0,881	0,171	0,829	0,710	18,5
HLAD Ana.	0,857	0,122	0,878	0,735	7,5

Variable	Sensitivität	1-Spezifität	Spezifität	Youden-Index	Cut-Off-Wert
Mott.	0,929	0,15	0,85	0,779	12,5
PET ZFG	0,905	0,073	0,927	0,832	19,5

Tabelle 18: Cut-Off-Werte der Sprachtests

Variable	Sensitivität	1-Spezifität	Spezifität	Youden-Index	Cut-Off-Wert
HSET VS	0,951	0,2	0,8	0,751	13,5
HSET IS	0,952	0,103	0,897	0,849	19,5

Beim Vergleich der anhand der vorliegenden Daten errechneten Cut-Off-Werte mit den bisher festgelegten Kriterien, ob ein Test als auffällig oder unauffällig zu werten war fiel auf, dass die Mehrzahl der neu errechneten Werte über den alten lag (vgl. Kapitel 3.4.).

Im „Dichotischen Test“ nach Uttenweiler beispielsweise galt der Test bisher als auffällig, wenn weniger als 80 % der Wortpaare richtig verstanden wurden (vgl. Kapitel 3.4.2.3.). Der neu errechnete Cut-Off-Wert (88 % korrektes Wortpaarverstehen) liegt somit über dem festgelegten Kriterium.

4.10.3. Likelihood-Ratio

Die nachfolgenden Tabellen 19 und 20 zeigen die positive und negative Likelihood-Ratio (LR) der einzelnen diagnostischen Untersuchungsinstrumente. Eine hohe positive LR bedeutet, dass dieser Test eine kranke Person richtig erkennt. Besonders aussagekräftig sind dabei Werte größer als 10. Bei den negativen LR spricht ein Wert unter 0,1 für die korrekte Zuordnung der gesunden Person durch den jeweiligen Test.

Tabelle 19: Likelihood-Ratio auditiver Tests

Variable	LR+	LR-
PaTSy Peg.	1,627	0,619
PaTSy Th.	1,36	0,407
PaTSy Gap.	3,254	0,475
PaTSy mon.	1,663	0,374
Bin.Sum.	1,693	0,433
Stoerg.	1,949	0,607
PaTSy bin.	2,256	0,398
Dichot.	5,055	0,307
PET LV	3,288	0,163
HLAD Id.	5,012	0,172
HLAD Diff.	5,152	0,144

Variable	LR+	LR-
HLAD Ana.	7,025	0,163
Mott.	6,193	0,084
PET ZFG	12,397	0,102

Tabelle 20: Likelihood-Ratio der Sprachtests

Variable	LR+	LR-
HSET VS	4,755	0,061
HSET IS	9,242	0,054

Die stark positive LR zeigte, dass der Subtest „Zahlenfolgedächtnis“ des PET (LR+ 12,397), sowie der Subtest „Phonemanalyse“ des HLAD (LR+ 7,025) der auditiven Tests einen erkrankten Probanden richtig als „krank“ zu identifizieren vermochte. Im Gegensatz dazu zeigte der Mottier-Test mit einer negativen LR von 0,084 an, dass ein hörgesunder Proband richtig als „gesund“ erkannt wurde. Beim „Zahlenfolgedächtnis“ des PET (LR- 0,102) wurde diese Aussagekraft nur knapp erreicht.

Der Sprachtest „Imitation grammatischer Strukturformen“ des HSET (LR+ 9,242) zeigte, dass ein erkrankter Proband richtig zu zuordnen wurde. Zusätzlich boten beide Subtests des HSET eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass gesunde Probanden richtig erkannt wurden (HSET IS = LR- 0,054 und HSET VS = LR- 0,061).

4.10.4. Vierfeldertafeln

Mit Hilfe von erweiterten Vierfeldertafeln wurde festgestellt, bei welcher Kombination aus wie vielen „auffälligen“ Tests und bei welchem Kriterium bzgl. der Standardabweichung die Gruppenzuordnung am besten gelang.

Hierfür wurden verschiedene Kriterien mit Abweichungen von \leq minus 1 SD, \leq minus 1,5 SD und \leq minus 2 SD von der Altersnorm in Bezug auf die errechneten Mittelwerte der Ergebnisse der Kontrollgruppe verwendet (vgl. Kapitel 4.3.). Als auffällige Ergebnisse wurden auffällige Leistungen in mindestens zwei bzw. drei, der in der Diskriminanzanalyse ermittelten Tests angewendet (vgl. Kapitel 4.8.).

Tabelle 21 und 22 vergleichen die beiden Diagnosegruppen miteinander. Das gesamte Kollektiv umfasst dabei 82 Kinder (N = 82); davon 40 Kinder mit AVWS und 42 Non-AVWS Kinder. In Tabelle 21 war das Kriterium einer auffälligen Leistung als auffällige Ergebnisse in mindestens zwei Untersuchungsinstrumenten definiert, in Tabelle 22 als auffällige Ergebnisse in mindestens drei der vier Untersuchungsinstrumente. In beiden Tabellen sind die Fallzahlen mit entsprechenden Prozentzahlen in Klammern abgebildet.

Tabelle 21: Vierfeldertafel mit mindestens zwei auffälligen Tests

	Kriterium ≤ 1 SD	Kriterium ≤ 1,5 SD	Kriterium ≤ 2 SD
AVWS mit unauffälligem Testergebnis (%)	2 (5)	4 (10)	12 (30)
AVWS mit auffälligem Testergebnis* (%)	38 (95)*	36 (90)*	28 (70)*
Non-AVWS mit unauffälligem Testergebnis* (%)	35 (83,3)*	40 (95,2)*	42 (100)*
Non-AVWS mit auffälligem Testergebnis (%)	7 (16,7)	2 (4,8)	0 (0)
korrekte Gruppenzuordnung (%)	73 (89)	76 (92,7)**	70 (85,4)
falsche Gruppenzuordnung (%)	9 (11)	6 (7,3)	12 (14,6)

* korrekte Gruppenzuordnung, ** höchste Rate an korrekter Gruppenzuordnung

In Tabelle 21 ist dargestellt, dass unter der Annahme von mindestens zwei auffälligen Ergebnissen und dem Kriterium „Ergebnis ≤ minus 1 SD“ 38 von 40 Kindern mit AVWS (95 %) richtig klassifiziert wurden. Fälschlicherweise wurden sieben Kinder ohne AVWS als erkrankt eingestuft (16,7 % falsch positiv). Bei dem Kriterium „Ergebnis ≤ minus 1,5 bzw. 2 SD“ und zwei auffälligen Leistungen stieg die Spezifität weiter an. Bei dem Kriterium „Ergebnis ≤ minus 1,5 SD“ wurden nur noch zwei Kinder (4,8 % falsch positiv) und bei dem Kriterium „Ergebnis ≤ minus 2 SD“ kein Kind mehr irrtümlicherweise als krank eingestuft. Dafür sank die Sensitivität, so dass bei dem Kriterium „Ergebnis ≤ minus 1 SD“ zwei von 40 Kindern mit AVWS (5 % falsch negativ) fälschlicherweise ein unauffälliges Testergebnis erzielten. Bei dem Kriterium „Ergebnis ≤ minus 1,5 SD“ wurden vier von 40 Kindern mit AVWS falsch eingestuft (10 % falsch negativ) und bei dem Kriterium „Ergebnis ≤ minus 2 SD“ sogar 12 von 30 (30 % falsch negativ). Die höchste Rate an korrekter Gruppenzuordnung ergab sich mit 92,7 %, bei 76 von 82 Kindern bei dem Kriterium „Ergebnis ≤ minus 1,5 SD“ in mindestens zwei Untersuchungsinstrumenten.

Tabelle 22: erweiterte Vierfeldertafel mit mindestens drei auffälligen Tests

	Kriterium ≤ 1 SD	Kriterium ≤ 1,5 SD	Kriterium ≤ 2 SD
AVWS mit unauffälligem Testergebnis (%)	6 (15)	10 (25)	31 (77,5)
AVWS mit auffälligem Testergebnis* (%)	34 (85)*	30 (75)*	9 (22,5)*
Non-AVWS mit unauffälligem Testergebnis* (%)	41 (97,6)*	42 (100)*	42 (100)*
Non-AVWS mit auffälligem Testergebnis (%)	1 (2,4)	0 (0)	0 (0)
korrekte Gruppenzuordnung (%)	75 (91,5)**	72 (87,8)	51 (62,2)
falscher Gruppenzuordnung (%)	7 (8,5)	10 (12,2)	31 (37,8)

* korrekte Gruppenzuordnung, ** höchste Rate an korrekter Gruppenzuordnung

Tabelle 22 zeigt, dass durch das Kriterium „Ergebnis \leq minus 1 SD“ mit der Annahme, dass mindestens drei Leistungen auffällige waren, 34 von 40 Kinder mit AVWS (85 %) richtig klassifiziert wurden. Jedoch wurde auch ein Kind ohne AVWS irrtümlicherweise als krank eingestuft (2,4 % falsch positiv). Die Spezifität stieg unter der Änderung des Kriteriums in „Ergebnis \leq minus 1,5 SD bzw. \leq minus 2 SD“ weiter an, sodass kein Kind ohne AVWS als krank eingruppiert wurde. Hingegen entwickelte sich die Sensitivität insofern unbefriedigend, als dass sich bei dem Kriterium „Ergebnis \leq minus 1,5 SD“ zehn von 40 Kinder mit AVWS (25 % falsch negativ) und bei dem Kriterium „Ergebnis \leq minus 2 SD“ insgesamt 31 von 40 Kinder mit AVWS (77,5 % falsch negativ) nicht als krank erkannt wurden. Die höchste Rate an korrekter Gruppenzuordnung ergab sich mit 91,5 % bei 75 von 82 Kindern bei dem Kriterium „Ergebnis \leq minus 1 SD“ in mindestens drei Untersuchungsinstrumenten.

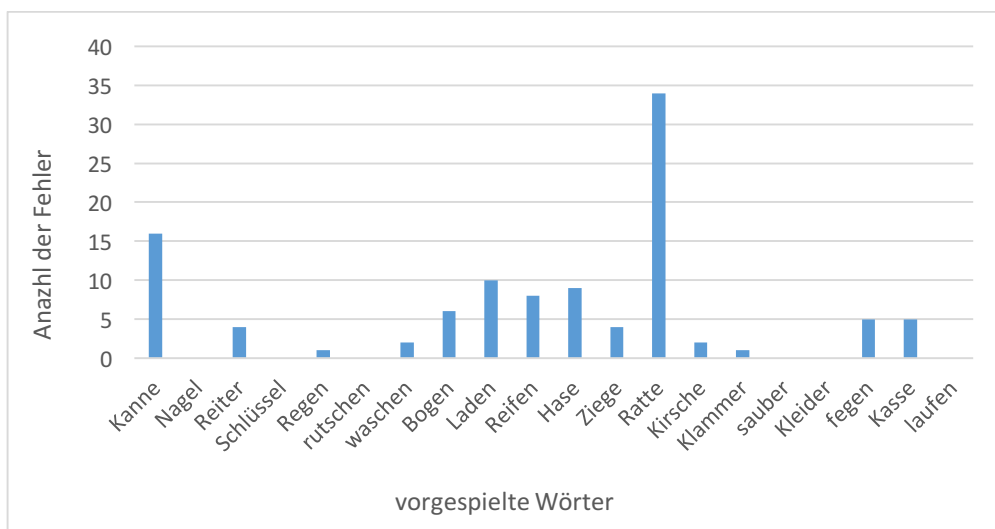
4.11. Qualitative Auswertung der Ergebnisse der Kontrollgruppe

Die Ergebnisse der Kontrollgruppe wurden zusätzlich qualitativ ausgewertet. Dabei ergaben sich bei dem Hannoverschen Binauralen Summationstest und dem HLAD spezifische Auffälligkeiten, die im Folgenden näher beschrieben werden. Für die anderen klinischen Untersuchungen ergaben sich keine spezifischen Häufungen einzelner Fehler.

4.11.1. Hannoverscher Binauraler Summationstest

Der Hannoverscher Binauraler Summationstest galt ab mindestens drei fehlerhaft wiederholten Wörtern als auffällig (vgl. Kapitel 3.4.2.4.). Insgesamt fiel der Test bei zehn von 42 Kindern (23,8 %) der Kontrollgruppe positiv aus. Im folgendem Diagramm 9 ist die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Fehler veranschaulicht.

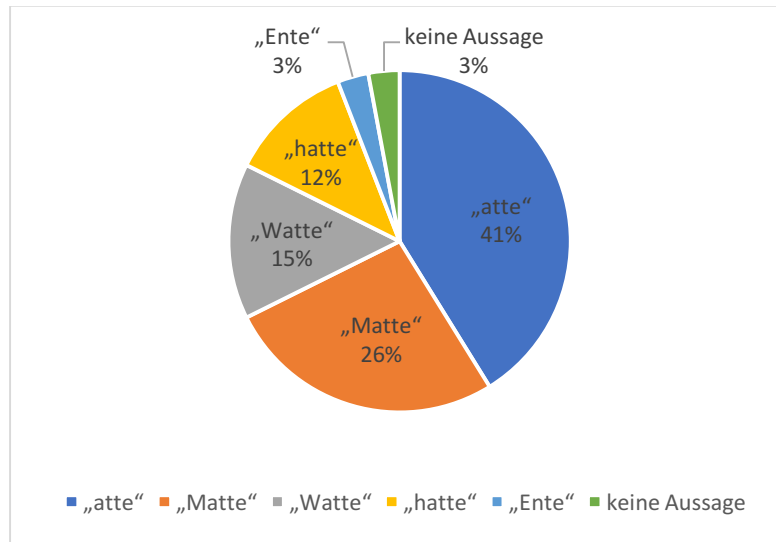
Diagramm 9: Hannoverscher Binauraler Summationstests - Fehlerverteilung



Die drei Wörter, die am häufigsten fehlerhaft wiederholt wurden waren: „Ratte“, „Kanne“ und „Laden“. Das Diagramm 9 zeigt, dass das Wort „Ratte“ von 34 Kindern (81 %), das Wort „Kanne“ von 16 Kindern (38 %) und das Wort „Laden“ von insgesamt 10 Kindern (24 %) falsch wiederholt wurde.

Im folgendem Diagramm 10 sind die Wörter aufgelistet, die die Kinder anstatt dem Wort „Ratte“ wiedergaben.

Diagramm 10: Hannoverscher Binauraler Summationstest - Wörter, anstatt "Ratte"

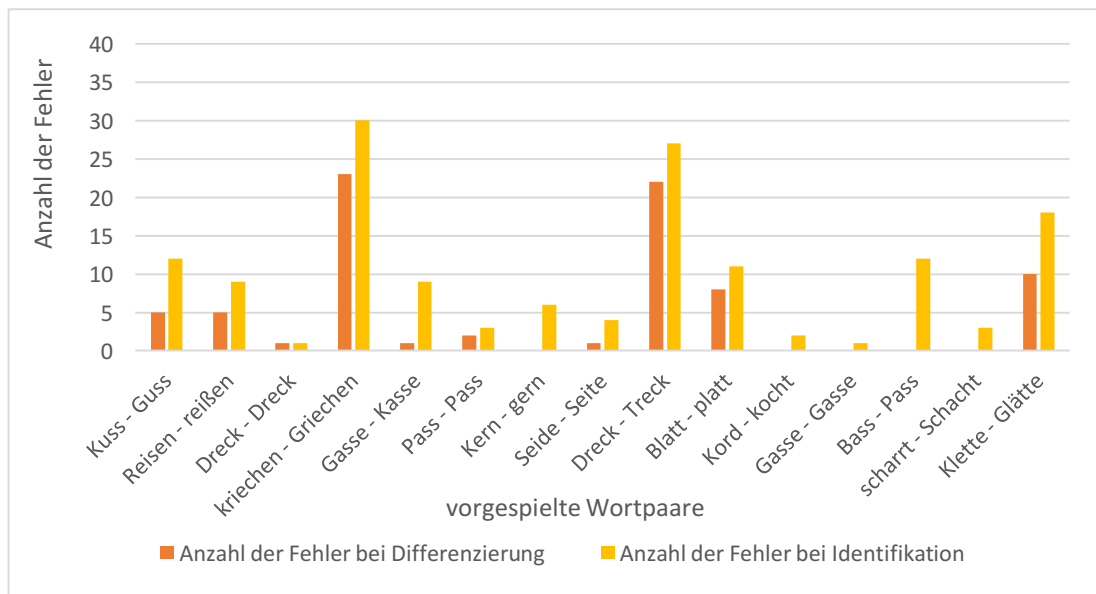


Von den 34 Kinder, die das Wort „Ratte“ missverstanden, gaben 14 Kinder (41 %) an „atte“ verstanden zu haben, neun (26 %) das Wort „Matte“, fünf (15 %) das Wort „Watte“ und vier (12 %) das Wort „hatte“. Ein Kind (3 %) gab an das Wort „Ente“ verstanden zu haben und ein anderes (3%) kein Wort gehört zu haben.

4.11.2. Heidelberger Lautdifferenzierungstest – Test 1 A

Bei dem HLAD Test 1 A mussten die Wortpaare richtig differenziert (Differenzierung) und danach in korrekter Reihenfolge wiederholt werden (Identifikation) (vgl. Kapitel 3.4.2.2.1.). Folgendes Diagramm 11 zeigt die Anzahl der fehlerhaften Differenzierungen und Identifikationen der einzelnen Wortpaare.

Diagramm 11: HLAD Test 1 A - Fehlerverteilung



Die drei Wortpaare mit den meisten Fehlern in der Differenzierung und Identifikation waren: „Kriechen – Griechen“, „Dreck – Treck“ und „Klette – Glätte“. Von den 42 normal hörenden Kindern hatten 23 Kinder (54,8 %) Schwierigkeiten das Wortpaar „Kriechen – Griechen“ richtig zu differenzieren und 30 (71,4 %) konnten es nicht korrekt wiederholen. Die Begriffe „Dreck – Treck“ wurden von 22 Kindern (52,4 %) nicht korrekt differenziert und von 27 Kindern (64,3 %) fehlerhaft identifiziert. „Klette – Glätte“ wurde von 10 Kindern (23,8 %) falsch differenziert und von 18 (42,9 %) nicht fehlerfrei wiederholt. Die Gemeinsamkeit der drei Wortpaare bestand darin, dass es sich bei den Wortpaarungen jeweils um zwei unterschiedliche Wörter handelte und jeweils auf die Anfangsbuchstaben /K/, /G/, /D/ oder /T/ ein Konsonant folgte.

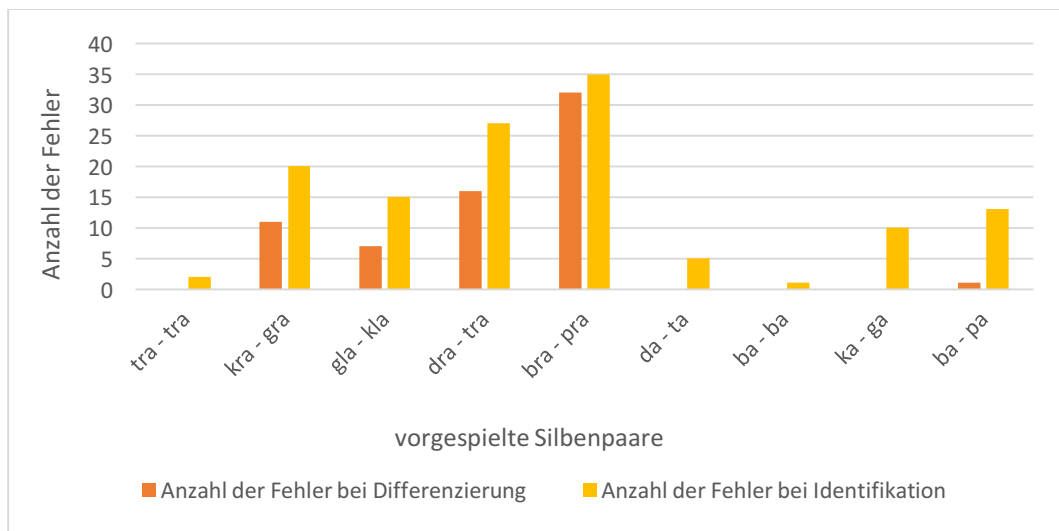
Bei den restlichen Wortpaaren lag die Anzahl der fehlerhaften Differenzierung bei maximal acht Fehlern und bei der Identifikation bei weniger als 13.

Insgesamt fiel auf, dass der Kontrollgruppe die korrekte Identifikation der Wortpaare schwerer fiel, als die richtige Differenzierung (vgl. Diagramm 11).

4.11.3. Heidelberger Lautdifferenzierungstest – Test 1 B

Der HLAD Test 1 B beinhaltet Silbenpaare, die jeweils korrekt differenziert und in richtiger Reihenfolge wiederholt werden mussten (vgl. Kapitel 3.4.2.2.1.). Es zeigte sich folgende Fehlerverteilung.

Diagramm 12: HLAD Test 1 B - Fehlerverteilung



Bei den folgenden vier Silbenpaaren waren sowohl die Differenzierung, als auch die Identifikation problematisch: „kra – gra“, „gla – kla“, „dra – tra“ sowie „bra – pra“.

Von 42 Kindern der Kontrollgruppe konnten insgesamt 32 (76,2 %) das Silbenpaar „bra – pra“ nicht richtig differenzieren und 35 (83,3 %) nicht richtig identifizieren. Auch das Paar „dra – tra“ fiel 16 Kindern (38,1 %) schwer zu differenzieren und 27 (64,3 %) machten Fehler in der Wiederholung. „Kra – gra“ war für 11 Kinder (26,2 %) schwer zu differenzieren und 20 (47 %) wiederholten das Silbenpaar falsch. Bei „gla – kla“ wurde siebenmal (16,7 %) nicht richtig differenziert und 15 Male (35,7 %) nicht korrekt wiederholt. Die Gemeinsamkeit der vier Silbenpaaren bestand darin, dass es sich bei den Paarungen jeweils um zwei verschiedene Silben handelte und jeweils auf die Anfangsbuchstaben /K/, /G/, /D/, /T/, /B/ oder /P/ ein Konsonant folgte. Dies ist analog zu den bereits in Kapitel 4.11.2. beschriebenen gehäuften Graphemfehlern.

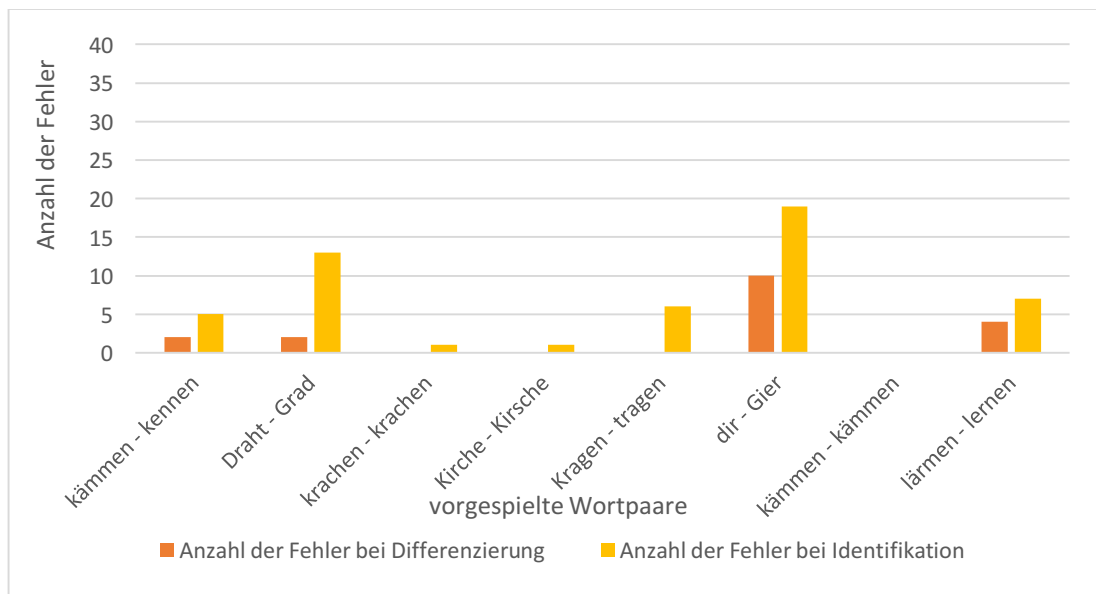
Im Gegensatz dazu waren bei den folgenden vier Silbenpaaren nur die Identifikationen falsch: „tra – tra“, „da – ta“, „ba – ba“ und „ka – ga“.

Das Paar „ka – ga“ wurde von zehn (23,8 %) Kindern fehlerhaft wiederholt, „da – ta“ von fünf (11,9 %), bei „tra – tra“ waren es zwei (4,8 %) Kinder und bei „ba – ba“ nur eins (2,4 %) (vgl. Diagramm 12).

4.11.4. Heidelberger Lautdifferenzierungstest – Test 1 C

Bei dem Test 1 C des HLAD wurden dem Probanden andere Wortpaare als in Test 1 A präsentiert, bei denen das kritische Phonem jeweils an anderen Stellen des Wortes liegt (Anlaut vs. Inlaut) (vgl. Kapitel 3.4.2.2.1.). Das folgende Diagramm 13 zeigt die Fehlerverteilung in der Kontrollgruppe.

Diagramm 13: HLAD Test 1 C – Fehlerverteilung



In Diagramm 13 ist abgebildet, dass das Wortpaar „dir – Gier“ am häufigsten falsch differenziert und falsch identifiziert wurde. Die Differenzierung war bei 10 Kindern (23,8 %) fehlerhaft und die Identifikation bei 19 Kindern (45,2 %). Das Wortpaar mit den zweithäufigsten Fehlern war „Draht – Grad“, das nur zwei Kinder (4,8 %) falsch differenzierten, aber 13 Kinder (31 %) falsch wiederholten. Bei dem Paar „lärmern – lernen“ waren vier Differenzierungen (9,5 %) und sieben Identifikationen (16,7 %) nicht korrekt. Bei „kämmen – kennen“ differenzierten zwei (4,8 %) Kinder nicht richtig und das Nachsprechen gelang fünf Kindern nicht (11,9 %).

Bei den folgenden drei Wortpaaren war nur das Wiederholen fehlerhaft: Das Paar „Kragen – tragen“ wurde sechsmal (14,3 %) falsch nachgesprochen und die Paare „krachen – krachen“ sowie „Kirche – Kirsche“ jeweils einmal (2,4 %).

Komplett fehlerfrei in Differenzierung und Identifikation war das Wortpaar „kämmen – kämmen“.

4.11.5. Heidelberger Lautdifferenzierungstest – Test 2

Mit dem HLAD Test 2 wurden die Phonemanalyse und die Phonem-Graphem-Korrespondenz getestet (vgl. Kapitel 3.4.2.2.2.). Die Tabelle 23 zeigt für jedes Wort die Anzahl der wiedergegebenen richtigen und falschen Grapheme.

Tabelle 23: HLAD Test 2

Wort	richtiges Graphem		falsches Graphem							
	Graphem	Anzahl	Graphem	Anzahl	Graphem	Anzahl	Graphem	Anzahl	Graphem	Anzahl
Blatt	Bl-	34	Ba-	7	pl-	1				
Dreck	Dr-	37	Tr-	4	Re-	1				
Grad	Gr-	36	Kr-	3	Dr-	1	Ta-	1	k.A.	1

Wort	richtiges Graphem		falsches Graphem							
tragen	tr-	39	dr-	2	ta-	1				
kriechen	kr-	34	gr-	5	ki-	1	tr-	1		
Glätte	Gl-	38	Kl-	4						
Treck	Tr-	25	Dr-	16	Tl-	1				
platt	pl-	27	Bl-	14	Kl-	1				
Griechen	Gr-	37	Kr-	4	ri-	1				
Klette	Kl-	34	Gl-	7						
Draht	Dr-	39	Tr-	2	Gr-	1				
Kragen	Kr-	31	tr-	5	Gr-	4	Dr-	1	ka-	1

In der Tabelle 23 lässt sich erkennen, dass das Wort „Treck“ von 25 Kindern (60 %) der Kontrollgruppe richtig und von 17 (40 %) Kindern falsch analysiert wurde. Das Graphem, das am häufigsten in der Falschnennung auftrat war „Dr-“ (16/17 Fehlnennungen; 38,1 % aller Kinder). Bei dem Wort „platt“ gaben 15 Kinder (35,7 %) das falsche Graphem an. Am häufigsten wurde stattdessen „Bl-“ verwendet (14/15 Fehlnennungen; 33,3 % aller Kinder). Auch das Wort „Kragen“ wurde von 11 Kindern (26,2 %) falsch analysiert. Stattdessen wurden folgende Grapheme genannt: „tr-“ (5/11 Fehlnennungen; 11,9 % aller Kinder), „Gr-“ (4/11 Fehlnennungen; 9,5 % aller Kinder), „Dr-“ und „ka-“ (je 1/11 Fehlnennungen; 2,4 % aller Kinder).

5. Diskussion

5.1. Diskussion der Methodik

5.1.1. Beurteilung des Studienkollektivs

Die Betrachtung der Kontrollgruppe und des gesamten Studienkollektivs erscheint sinnvoll, um zu überprüfen, ob ein kontrollierter Gruppenvergleich möglich ist.

Alle Probanden der **Kontrollgruppe** besuchen zur Zeit der Testung die erste Klasse im zweiten Schulhalbjahr einer staatlichen Regelgrundschule. Es wurden keine Kinder von Privat-, Förder-, freien Waldorf-, Montessori- oder integrierten Gesamtschulen rekrutiert. Anamnestisch handelt es sich um hörgesunde, normal entwickelte Erstklässler. Diese und weitere Einschlusskriterien werden bereits vor der Untersuchung durch das Anmeldeformular erfasst (vgl. Kapitel 3.2.2. und Anhang 6.). Da u. a. eine sehr gute bis befriedigende Deutschnote zu den Einschlusskriterien zählen, geschieht hier eine Stichprobenverzerrung in Richtung einer Idealstichprobe. Zusätzlich findet eine geographische Selektion statt, da nur an zwei Grundschulen die Vorstellung der Studie erfolgt. Beide Grundschulen befinden sich im Stadtteil Großhadern, im Großraum München. Dadurch ist von einer weiteren Verzerrung der Stichprobe, einer regionalen Inanspruchnahme-Stichprobe auszugehen (Kiese-Himmel et al., 2018).

Unten den folgenden Annahmen findet keine weitere Selektion der Stichprobe statt: (1) das Unterrichtsniveau und der Lehrplan seien an beiden Grundschulen identisch, (2) die klinischen Tests untersuchen keine Allgemeinbildung und seien deshalb von allen Kindern gleich gut zu bewältigen und (3) ein niedriger Bildungsstand der Eltern stelle kein Ausschlusskriterium dar.

Zusammenfassend handelt es sich bei der Kontrollgruppe um eine selektive Stichprobe, die die allgemeine Bevölkerung von Erstklässlern nicht repräsentieren kann. Die vorliegende Studie kann als „Pilotstudie“ an Erstklässlern verstanden werden, da sich im Gruppenvergleich gute Leistungsdifferenzen zeigten (Kiese-Himmel et al., 2018).

Betrachtet man nun das **gesamte Studienkollektiv** (Klinische Kontrollgruppe), fallen folgende drei Unterschiede zwischen den Gruppen auf: (1) Gruppenstärke, (2) Geschlechter- und (3) Altersverteilung.

Das gesamte Studienkollektiv umfasst 83 Probanden (100 %). Dabei sind die beiden Gruppen nicht exakt gleich groß. Die Kontrollgruppe besteht aus 42 Probanden (50,6 %) und die klinische Gruppe aus 41 (49,4 %). Dieser marginale Unterschied der **Gruppenstärke** ist jedoch zu vernachlässigen.

Außerdem bestehen statistisch signifikante Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung der Geschlechter (vgl. Kapitel 4.2.). In Bezug auf das gesamte Kollektiv wurden insgesamt 54 Jungen (65 %) und 29

Mädchen (35 %) getestet. Davon sind 23 Jungen (27,7 %) und 19 Mädchen (22,9 %) aus der Kontrollgruppe. Im Gegensatz dazu umfasst die klinische Gruppe deutlich mehr Jungen (N = 31; 37,3 %), als Mädchen (N = 10; 12,1 %). Des Weiteren zeigt sich ein signifikanter Gruppenunterschied der **Geschlechterverteilung**. Diese ungleiche Geschlechterverteilung in der Diagnosegruppe (75,6 % Jungen zu 24,4 % Mädchen) repräsentiert das von Chermak und Musiek (1997) postulierte Verteilungsmuster der Geschlechteraufteilung bei „(C)APD“ von 2:1 (Junge zu Mädchen) und ist daher zu akzeptieren.

In der **Altersverteilung** ergeben sich ebenfalls Unterschiede. Insgesamt ist die Mehrzahl aller Probanden sieben Jahre alt (N = 60 (72 %)). In der Kontrollgruppe und in der klinischen Gruppe sind exakt gleich viele siebenjährige Probanden (jeweils N = 30 (36 %)). Von 17 getesteten Sechsjährigen (21 %) gehören 10 zu der Kontroll- (12 %) und sieben zu der Diagnosegruppe (8 %). Die kleinste Altersgruppe bilden die sechs Achtjährigen (7 %). Davon zählen zwei zu den Non-AVWS Kindern (2 %) und vier zu der klinischen Gruppe (6 %). Insgesamt ist der Altersdurchschnitt vergleichbar. In der Kontrollgruppe liegt er bei 6,79 Jahren (SD 0,52) und in der Patientengruppe bei 6,93 Jahren (SD 0,52). Insgesamt ergeben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Altersverteilung.

Es ergeben sich somit Gruppenunterschiede in Bezug auf die Gruppenstärke und die Geschlechterverteilung. Da diese Unterschiede insgesamt gering ausfallen ist der kontrollierte Gruppenvergleich der vorliegenden Studie zulässig.

5.1.2. Beurteilung der klinischen Tests

Die Beurteilung ob der kontrollierte Gruppenvergleich zulässig ist, erfordert auch die Begutachtung der klinischen Tests. Dazu gehört die Beurteilung des Testablaufes. Um die Vergleichbarkeit der klinischen Tests untereinander zu untersuchen, wird zusätzlich die Art der Wiedergabe der einzelnen Items betrachtet.

In den **Testablauf** der Patientengruppe sind unterschiedliche Versuchsleiter involviert. Die Tests im Audiometrierraum führen entweder ein Arzt oder eine Audiologieassistentin durch. Die Untersuchungsinstrumente, die sich vornehmlich mit der Sprachentwicklung beschäftigen werden von einer Logopädin in einem Übungsraum getestet. Die Versuchsleiter der klinischen Gruppe sind allesamt Experten. Die Kontrollgruppe wird nur von einer Person getestet, die insgesamt über weniger Erfahrung verfügt, jedoch von den Experten geschult ist. Da jedoch alle Versuchsleiter nach den gleichen Vorgaben und Richtlinien im Kinderzentrum arbeiten, wird davon ausgegangen, dass sich keine Unterschiede in der Art und Weise des Vorgehens ergaben. Somit ist der kontrollierte Gruppenvergleich annehmbar.

Die Art der **Wiedergabe der Testitems** ist bei den einzelnen klinischen Tests unterschiedlich. Es werden entweder Tonträger (z. B. CD) verwendet oder es erfolgt die mündliche Vorgabe durch den Untersucher. Insgesamt ist die Mehrzahl der klinischen Untersuchungen mit Tonträgern assoziiert, was standardisierte und reproduzierbare Ergebnisse gewährleistet. Bei der mündlichen Vorgabe besteht

die Gefahr, dass der Sprecher rhythmisiert oder überartikuliert und die Probanden dadurch bessere Ergebnisse erzielen. Die schriftliche Vorgabe für den Untersucher weder zu Rhythmisieren noch zu Überartikulieren wurden jedoch von den Untersuchern durchweg korrekt umgesetzt. Insgesamt sind die Tests, bei denen die Items mündlich vorgegeben werden möglicherweise etwas weniger aussagekräftig, da ihre Ergebnisse stark abhängig vom Untersucher sind. Der Vorteil ist jedoch, dass eine individuelle Anpassung an das Niveau des Probanden problemlos gelingt. Insgesamt sollte aber die einheitliche Wiedergabe von Tonträgern für alle auditiven Tests angestrebt werden.

Da die vorliegende Studie ähnliche Ergebnisse zu den Studien von Nickisch und Kiese-Himmel (2009) und Nickisch et al. (2013) zeigt, wird davon ausgegangen, dass die Beeinflussung auf die Durchführung der klinischen Tests insgesamt als gering einzuschätzen ist.

5.2. Diskussion der Ergebnisse

5.2.1. Beurteilung der statistischen Auswertung

Bei der vorliegenden Stichprobe handelt es sich eine Teilerhebung von Daten. Um herauszufinden, ob bei einer unabhängigen Stichprobe die Daten der Kontrollgruppe, die der klinischen Gruppe entsprechen, werden zuerst der Altersdurchschnitt und die Geschlechterverteilung beider Gruppen miteinander verglichen. Zur Berechnung der Altersverteilung dient der **T-Test**, der keinen signifikanten Unterschied im Altersdurchschnitt beider Diagnosegruppen zeigt. Der **Chi²-Test nach Pearson**, mit dem die Berechnung der Geschlechterverteilung in beiden Diagnosegruppen erfolgt, zeigt einen signifikanten Häufigkeitsunterschied in der Geschlechterverteilung, zugunsten des männlichen Geschlechts. Da jedoch alle Daten im zweiten Halbjahr der ersten Klasse erhoben werden, kann der Gruppenvergleich angenommen werden.

Die Häufigkeitsverteilung der klinischen Tests wird durch **Histogramme** graphisch dargestellt und mit Hilfe des **Kolmogorow-Smirnov-Tests**, der auch bei kleinen Stichproben zulässig ist berechnet. Der Test soll herausfinden, ob es sich bei den Daten um eine Normalverteilung handelt. Der Test ergab, dass die Mehrzahl der Daten in Bezug auf die Grundgesamtheit nicht normal verteilt ist. Eine weitere Berechnung ist mit Tests, die auch bei nicht Normalverteilung gültig sind zulässig.

Dem **Mann-Whitney-U-Test**, ein nicht parametrischer Test für unabhängige Stichproben, ging eine deskriptive Statistik voraus. Er dient als Prüfstatistik zum Mittelwertvergleich bei nicht normal verteilten Ergebnisse. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde mit $\alpha = 0,05$ festgelegt. Der Mann-Whitney-U-Test ergibt nach Anwendung der Bonferroni-Korrektur in 12 von 14 Tests signifikante Unterschiede. Kein Gruppenunterschied ergibt sich in den zwei PaTSy Subtests „Tonhöhe“ und „Tonpegel“. Insgesamt erzielt die Diagnosegruppe erwartungsgemäß schlechtere Ergebnisse bei weiter Streuung. Die durchschnittliche Leistung der Kontrollgruppe streut geringer. Ausnahme hiervon bilden der Mottier-Test und der PaTSy Subtest „monaurale Ordnungsschwelle“. Bei beiden Tests sind die SD in beiden

Gruppen ähnlich, bei großer mittlerer Leistungsdifferenz. Die Interpretation der Mittelwerte in Bezug auf Durchschnittsleistung und Verteilung ist bei großer Streuung relativ ungenau. Die Effekte können auch zufällig zustande kommen, wenn z. B. die Testanforderungen zu schwierig sind und die Probanden die Tests deswegen nicht meistern können (Kiese-Himmel et al., 2018). Dies ist bei allen PaTSy Subtests gegeben, die nur 73-83 % der AVWS-Kinder und 86-89 % der hörgesunden Kinder bewältigen können. Zusätzlich fallen alle PaTSy Subtests durch große Streuung auf, so dass der PaTSy nicht zur Gruppenunterscheidung geeignet ist. Der Dichotische Test fällt ebenfalls durch große Streuung in der AVWS-Gruppe auf.

Insgesamt sind diese Ergebnisse verwendbar, da die Bonferroni-Korrektur mit $\alpha = 0,0036$ angewendet wurde, die die α -Fehlerwahrscheinlichkeit, die durch multiples Testen entstehen kann, minimiert.

Da sich die Daten als nicht normal verteilt präsentierten, wurden sie mit der **Korrelationsanalyse nach Spearman** (Korrelationskoeffizient rho) auf lineare Zusammenhänge zwischen den einzelnen Testergebnissen untersucht. Auf dem 5 %-Niveau bieten fast alle Tests Zusammenhänge an. Ausnahme hiervon ist der Subtest „Tonpegel“ des PaTSy, der ausschließlich mit dem Subtest „Gap-Detection“ des PaTSy korreliert. Da jedoch die Mehrheit der Tests signifikante Korrelationen zeigte, ist die Interpretation der Ergebnisse weiterhin zulässig.

Analog zu den Studien, von Nickisch und Kiese-Himmel (2009) und Nickisch et al. (2013) erfolgt eine schrittweisen **Diskriminanzanalyse**. Diese untersucht, wie viele klinische Tests nötig sind, um die beiden Diagnosegruppen voneinander zu unterscheiden. Es ergibt sich, dass vier auditive Tests, das heißt (1) Mottier-Test, (2) „Zahlenfolgedächtnis“ des PET, (3) „Phonemdifferenzierung“ des HLAD sowie (4) Sprachverstehen im Störgeräusch des Göttinger Kindersprachtests (Teil II) in der Lage sind die Diagnosegruppen zu diskriminieren. Abschließend konnte eine **Kreuzvalidierung** die Signifikanz der optimalen Testkombination bestätigen. Insgesamt gelingt die Trennung durch die vier gefundenen Tests effizienter, als durch die 14 initial verwendeten Untersuchungsinstrumente.

Um die **Güte** der vier diskriminierenden Untersuchungsinstrumente zu bestimmen, wurden für jeden Test die Sensitivität und Spezifität bestimmt. Auch diese Werte ließen auf eine annehmbare Gültigkeit schließen.

Zusammenfassend zeigte die Studie trotz ihres kleinen Kollektivs signifikante Ergebnisse in der statistischen Auswertung. Somit ist die Bewertung der Studie zulässig.

5.2.2. Beurteilung der durch die Diskriminanzanalyse ermittelten Testkombinationen

Initial umfasste die Testbatterie der AVWS-Diagnostik, die für diese Studie verwendet wurde 14 Untersuchungsinstrumente. Mit Hilfe der Diskriminanzanalyse wurde eine Kombination aus Untersuchungsinstrumenten ermittelt, die weniger Tests beinhaltet. Sie besteht aus den folgenden vier Untersuchungsinstrumenten: (1) Mottier-Test, (2) „Zahlenfolgedächtnis“ des PET, (3)

„Phonemdifferenzierung“ des HLAD sowie (4) Sprachverstehen im Störgeräusch des Göttinger Kindersprachtests (Teil II) (vgl. Kapitel 4.8.). Die vier Untersuchungsinstrumente der Diskriminanzanalyse sind sprachlich-auditive Verfahren, die insgesamt in ihrer Aufgabenstellung und Durchführung anspruchsvoller sind, als Aufgaben, die überwiegend die nonverbale Verarbeitung prüfen (Nickisch und Kiese-Himmel, 2009). Bei dem komplexen Vorgang der Hörverarbeitung gehen auditive, kognitive und sprachliche Mechanismen ineinander über (Medwetsky, 2011). Da AVWS-Patienten vor allem über Schwierigkeiten der verbalen Kommunikation klagen, erscheint es sinnvoll mittels sprachgebundenen Tests zu prüfen (Nickisch et al., 2013).

Auffallend ist, dass drei der vier Tests zu den psychometrischen Verfahren gezählt werden. So untersuchen der Mottier-Test, das „Zahlenfolgengedächtnis“ des PET und die „Phonemdifferenzierung“ des HLAD überwiegend die auditive Wahrnehmungsleistung der Probanden.

Außerdem können durch die Testkombination weitere unterschiedliche Teilleistungen der auditiven Verarbeitung und auditiven Wahrnehmung beurteilt werden, die im Folgenden genauer beschrieben werden.

Der **Mottier-Test** prüft semantikfrei überwiegend das phonologische Kurzzeitgedächtnis, die Phonemidentifikation und die auditive Sequenzierung (vgl. Kapitel 3.4.3.1.). Die phonologische Verarbeitungsfähigkeit zu testen erscheint besonders wichtig, da sie im frühen Grundschulalter die Basis der sich entwickelnden Sprachverarbeitung bildet (Kiese-Himmel, 2008; Kiese-Himmel et al., 2018). Newbury et al. (2005) kamen zu der Überlegung, dass Defizite im phonologischen Kurzzeitgedächtnis eine Rolle bei der Entstehung von Lese- und Sprachentwicklungsstörungen spielen könnten. Es ist daher nicht verwunderlich, dass das Nachsprechen sinnleerer Silbenfolgen zwischen Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen und gesunden Kindern unterscheiden kann (Bishop et al., 1996). All das verdeutlicht ein mögliches neurobiologisches Zusammenspiel von Sprache und auditiver Verarbeitung und Wahrnehmung (Nickisch und Kiese-Himmel, 2009).

Das phonologische Kurzzeitgedächtnis und die auditive Sequenzierung werden ebenfalls durch den Subtest „**Zahlenfolgengedächtnis**“ des PET geprüft (vgl. Kapitel 3.4.3.2.1.). Im Gegensatz zu Sinnlos-silbenfolgen dienen die beiden auditiven Leistungen bei Zahlenfolgen der weitgehend sprachunspezifischen Weiterverarbeitung von aufgenommenen zeitlich-sequenziellen Klangmustern (Nickisch und Kiese-Himmel, 2009; Nickisch et al., 2013). Gindri et al. (2007) stellten fest, dass Erstklässler bereits bis zu Sechser-Zahlenfolgen lösen können. Sie gehen davon aus, dass dafür die Arbeitsspeicherkapazitäten und die phonologische Bewusstheitsleistung notwendig sind, die auch eine Voraussetzung für den Schrifterwerb darstellen.

Der Subtest „**Phonemdifferenzierung**“ des HLAD untersucht die auditive Differenzierungsleistung (vgl. Kapitel 3.4.2.2.1.). Die damit verbundene Fähigkeit der Phonemdifferenzierung ist bereits in der ersten Klassenstufe von Bedeutung, da sie eine Basisleistung der Sprachwahrnehmung ist (Chermak und

Musiek, 1997; Vanniasegaram et al., 2004; Nickisch et al., 2016). Defizite in der Phonemdifferenzierung können zu unvollkommener Sprachverarbeitung führen, die wiederum Einfluss auf die Entwicklung der Rechtschreibleistung hat. Somit ergab sich in der Studie von Brunner et al. (2010) ein signifikanter Zusammenhang zwischen Phonemdifferenzierung und Rechtschreibleistungen bei Erstklässlern.

Die auditive Selektion wird mit dem Göttinger Kindersprachtest (Teil II) „**Sprachverstehen im Störgeräusch**“ getestet (vgl. Kapitel 3.4.2.1.). Das Verstehen von Sprache bei Hintergrundgeräuschen ist durch die intakte auditive Verarbeitung möglich (Bellis und Ferre, 1999; Jerger und Musiek, 2000). Somit ist die neuronale Verarbeitung grundlegend für die Sprach- und Leseentwicklung (White-Schwoch et al., 2015; Nickisch et al., 2018). Brady et al. (1983) stellten fest, dass Kinder mit Leseproblemen bei Störgeräusch signifikant mehr Fehler machen, als Kinder mit guter Lesefähigkeit. Kein signifikanter Gruppenunterschied ergab sich dagegen beim Lesen ohne Hintergrundgeräusche.

Da durch die Kombination der vier Tests weiterhin die Prüfung von unterschiedlichen auditiven Teilleistungen gelingt, kann auch die verkleinerte Testbatterie die Heterogenität des klinischen Erscheinungsbildes der AVWS erfassen. Wenn dies nicht gegeben wäre und alle Tests die gleichen auditiven Teilleistungen testen würden, wäre vermutlich die Rate der falsch-negativen Ergebnisse höher und viele Kinder mit AVWS würde nicht als solche erkannt werden. Durch die ermittelte Kombination gelingt die Diagnosestellung jedoch in 93,9 % der Fälle und ist somit zufriedenstellend. Die Kreuzvalidierung bestätigt dies mit 92,7 % der Fälle (vgl. Kapitel 4.9.).

Die internationale und nationale Vorgabe zur Diagnosestellung „AVWS“ beinhaltet, dass sich in mindestens zwei Tests auffällige Ergebnisse zeigen, bei mindestens minus zwei SD (AAA, 2010; BSA, 2011a; Nickisch et al., 2007). Der Umfang der Testbatterie ist dabei nicht festgelegt. Um das Problem des multiplen Testens zu reduzieren können die vier Untersuchungsinstrumente, die sich in der Diskriminanzanalyse zeigten angewendet werden.

5.2.3. Beurteilung der qualitativen Auswertung

In die qualitative Auswertung gingen der Hannoversche Binaurale Summationstest und der Heidelberger Lautdifferenzierungstest mit ein. Es wurden die einzelnen Fehlerhäufungen der Kontrollgruppe analysiert (vgl. Kapitel 4.11.). Ein Gruppenvergleich mit den Ergebnissen der klinischen Gruppe wurde nicht durchgeführt, da diese Daten zur Auswertung nicht zur Verfügung standen.

Die Fehlerhäufungen des **Hannoverschen Binaurale Summationstests** sind in Kapitel 4.11.1. beschrieben. Auffallend war, dass über $\frac{1}{3}$ der Kontrollkinder das Wort „Kanne“ falsch hörten. Dies mag daran liegen, dass es das erste Wort des Tests ist und die Kinder zuvor keine Möglichkeit des Einhörens hatten. Wird das Wort „Kanne“ am Ende des Tests nochmals vorgespielt, wurde es in der Mehrzahl der Fälle korrekt wiedergegeben. Dies bestätigt den Verdacht, dass die Fehlennennung auf ein Problem des Einhörens zurückzuführen ist. Es scheint daher sinnvoll, den Probanden die Möglichkeit des Einhörens

zu gewähren oder das erste Wort des Tests nicht in die Bewertung einfließen zu lassen. Des Weiteren wurde von über 80 % der Probanden das Wort „Ratte“ falsch verstanden. Am häufigsten wurde stattdessen nur der Wortteil „atte“ gehört (41 % aller Fehlnennungen). Die Ursache dafür könnte sein, dass das Sprachverstehen der Kontrollkinder bayrisch geprägt ist, da alle Kinder aus dem Großraum München stammen. Im Bayrischen wird der Buchstabe /R/ häufig stärker betont oder gerollt ausgesprochen. Die Frauenstimme der CD des Hannoverschen Binauralen Summationstests spricht dagegen hochdeutsch, wodurch das /R/ als Anfangsbuchstabe des Wortes „Ratte“ nicht besonders hervorgehoben wird. Interessant erscheint hier ein Vergleich auf Bundesebene, um die Theorie der regionalen Sprachfärbung zu überprüfen.

Die **Tests 1 A bis C** des **HLAD** erfassen die Fähigkeit der Phonemdifferenzierung und -identifikation. Die genauen Fehlerprofile sind den Diagrammen 11 bis 13 der Kapitel 4.11.2.-4. zu entnehmen. Die meisten Fehler im Test 1 A wurden bei den Wortpaaren „kriechen – Griechen“ und „Dreck – Treck“ gemacht. Mehr als die Hälfte der Kinder konnten die Wortpaare nicht richtig differenzieren und knapp $\frac{2}{3}$ versagten in der Identifikation. Das Silbenpaar, aus Test 1 B, bei dem die häufigsten Fehler auftraten war „bra – pra“. Über $\frac{3}{4}$ der Probanden gelang die Differenzierung des Silbenpaares nicht und über 80 % identifizierten es nicht korrekt. Im Test 1 C war das Wortpaar mit der häufigsten Fehlnennung „dir – Gier“. Knapp $\frac{1}{4}$ der Kontrollkinder versagten in der Differenzierung und fast die Hälfte in der Identifikation. Für die Fehlerhäufungen bestimmter Wort- und Silbenpaare ist vermutlich das Alter der Probanden verantwortlich. Die Lautdifferenzierung ist ein wichtiger Teil der kindlichen Sprachentwicklung. Bei intakter Differenzierung wird auf Phonemebene erlernt zuerst deutlich verschiedene Lautpaare, wie z. B. /g/ - /f/ zu unterscheiden. Die genaue Diskrimination besonders schwieriger Lautpaare, wie beispielsweise /k/-/g/, /d/-/t/ und /b/-/p/ beginnt später in der Entwicklung (Nickisch et al., 2016). Die Grapheme „Kr-“, „Gr-“, „Dr-“, „Tr-“, „Br-“ und „Pr-“ gestalten sich für Erstklässler anscheinend noch schwierig. So scheint es nachvollziehbar, dass es Erstklässlern schwerfällt, die Paare „kriechen – Griechen“, „Dreck – Treck“ und „bra – pra“ korrekt zu differenzieren. Als Grund für die schlechte Identifikationsfähigkeit ist plausibel, dass die Mehrheit der falschgenannten Wörter (z. B. „Treck“ oder „Gier“) noch nicht im Wortschatz eines Erstklässlers verankert ist und deshalb schlechter erkannt wird. Insgesamt scheinen die Differenzierung und Identifikation für Kinder der ersten Klasse noch sehr anspruchsvoll zu sein. Dies ist für weitere Erhebungen zu beachten. Des Weiteren zeigten die Wortpaare „lärmen – lernen“ und „kämmen – kennen“ aus Test 1 C, dass die Unterscheidung zwischen /m/ und /n/ für Kinder der ersten Klasse noch kritisch ist (Nickisch et al., 2016).

Im **Test 2** des **HLAD** wurde die Fähigkeit der Lautanalyse geprüft. Bei über $\frac{1}{3}$ der Kontrollkinder gelang die Lautanalyse des Wortes „Treck“ nicht. Stattdessen wurde das falsche Graphem „Dr-“ verstanden (vgl. Kapitel 4.11.5.). Es spiegeln sich dabei die in Kapitel 4.11.2.-4. beschriebenen Fehlerprofile wieder, bei denen ebenfalls die Grapheme „Dr-“ und „Tr-“ gehäuft Fehler aufwiesen. Dies mag daran liegen,

dass sich das Wort „Treck“, wie oben bereits vermutet noch nicht im aktiven Wortschatz der Erstklässler befindet. Insgesamt ist die Phonem-Graphem-Zuordnung im zweiten Halbjahr der ersten Klasse noch sehr variabel ausgeprägt, da diese sehr abhängig von der Unterrichtsgestaltung und der Unterrichtsgeschwindigkeit ist (Nickisch et al., 2018). Ein Vergleich in dieser Qualität ist somit noch instabil. Dies sollte für weitere Studien bedacht werden.

Des Weiteren wäre es sinnvoll, die vorbeschriebenen Ergebnisse bzgl. des Hannoverschen Binauralen Summationstests und des HLAD an zukünftige Testungen in der klinischen Praxis anzupassen (vgl. Kapitel 4.11.). Einige Wörter und Silben dieser Tests scheinen für Kinder in der ersten Klasse noch zu schwierig zu sein, da auch Hörgesunde Probleme bei der korrekten Wiedergabe zeigten. Die Wörter und Silben, bei denen eine Fehlerhäufung ermittelt wurden, könnten z. B. in Zukunft weniger stark in die Bewertung miteingehen oder bei Erstklässlern nicht gewertet werden.

5.2.4. Vergleich der Ergebnisse mit vorangegangenen Studien

Vergleicht man die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen vorangegangener Studien, so sind die Ergebnisse durchaus miteinander kompatibel. Tabelle 24 bietet einen Überblick über die Studien, mit denen die vorliegende Arbeit verglichen werden kann.

Tabelle 24: Übersicht vorausgegangener Studien

Studie (Jahr) mit Kollektiv	Gruppentrennung durch folgende Tests möglich:
Wohlleben et al. (2007) 8- bis 10-Jährige (2. & 3.Klasse)	- Sprachverstehenstest im Störschall (Freiburger) - Mottier-Test - HSET „Imitation grammatischer Strukturformen“ - PET „Zahlenfolgedächtnis“, „Laute Verbinden“, „Wörter Ergänzen“ - HLAD „Phonemdifferenzierung“, „-identifikation“, „-analyse“ - Dichotisches Hören (rechts) - Zeitkomprimierte Wörter (rechts/links)
Kiese-Himmel (2008) 6- bis 12-Jährige	(1) Mottier-Test (2) HSET „Imitation grammatischer Strukturformen“
Nickisch und Kiese-Himmel (2009) 8- bis 10-Jährige (3. & 4. Klasse)	(1) Mottier-Test (2) HLAD „Phonemdifferenzierung“ (3) Sprachverstehen im Störgeräusch (Göttinger II)
Nickisch et al. (2013) 7-Jährige (2. Klasse)	(1) Sprachverstehen im Störgeräusch (Göttinger II) (2) Dichotischer Test (Uttenweiler) (3) PET „Zahlenfolgedächtnis“ (4) Mottier-Test

In der **Studie von Wohlleben et al. (2007)** sollten Tests gefunden werden, die zwischen Kindern mit Verdacht auf AVWS und Normalhörenden differenzieren können. Dafür wurden die Daten von 82 Hörgesunden mit 37 Patientendaten verglichen. Die Zweit- und Drittklässler aus Regelschulen waren

zwischen acht und zehn Jahre alt. Die Mittelwerte von 14 Tests einer AVWS-Testbatterie wurden durch den Mann-Whitney-U-Test geprüft. Dabei gelang eine hochsignifikante bis signifikante Gruppentrennung in 12 der 14 Tests. Stellt man nun die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit den Ergebnissen von Wohlleben et al. (2007) gegenüber, so lassen sich einige Ähnlichkeiten erkennen. Auch in der vorliegenden Studie wurden die Mittelwerte einzelner Tests mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests verglichen (vgl. Kapitel 4.6.). Folgenden Tests ergeben in Bezug auf die Gruppentrennung eine gemeinsame Schnittmenge: Sprachverstehen im Störgeräusch, allen drei Subtests des HLAD („Phonemdifferenzierung“, „-identifikation“ und „-analyse“), Mottier-Test und zwei Subtests des PET („Zahlenfolgedächtnis“ und „Laute Verbinden“). Die Ergebnisse des Dichotischen Tests lassen sich nicht miteinander vergleichen, da in der vorliegenden Arbeit nicht zwischen rechtem und linkem Ohr unterschieden wurde. Durch die gemeinsame Schnittmenge in Bezug auf die diskriminierenden Untersuchungsinstrumente wird eine Testbatterie präsentiert, die einen wichtigen Teilaspekt der Diagnosestellung „AVWS“ für Erst- bis Drittklässler bietet. Interessant wäre bei der Studie von Wohlleben et al. (2007), welche Tests sich mit einer schrittweisen Diskriminanzfunktion bei den Zweit- bis Drittklässlern ergeben hätten.

Die **Studie von Kiese-Himmel (2008)** eignet sich ebenfalls für den Vergleich, da auch hier die Vorhersage der optimalen Gruppenzugehörigkeit bei AVWS das zentrale Thema darstellte. Das Studienkollektiv bestand aus 39 Kindern mit monosymptomatischer AVWS und 12 normalhörenden Kindern, bei einer Altersspanne von sechs bis 12 Jahren. Insgesamt wurden fünf phonologische Verfahren geprüft und die Ergebnisse mit einer schrittweisen Diskriminanzanalyse berechnet. Nur zwei der fünf Tests vermochten die Kinder in 80 % der Fälle korrekt der jeweiligen Gruppe zuzuordnen: (1) Mottier-Test und (2) Subtest „Imitation grammatischer Strukturformen“ des HSET. Obwohl Kiese-Himmel (2008) nur psychometrische und keine pädaudiologischen Verfahren in ihre Studie einschloss, ist der Vergleich annehmbar. Analog zu der vorliegenden Studie gehört der Mottier-Test zu den diskriminierenden Untersuchungsinstrumenten (vgl. Kapitel 4.8.). Bei Kiese-Himmel (2008) gelingt die Gruppentrennung weniger gut (in 80 % der Fälle) als in der vorliegenden Arbeit (> 92 % der Fälle). Dies mag daran liegen, dass die Diskriminanzfunktion bei Kiese-Himmel (2008) nur zwei Tests umfasse und somit weniger auditive Teilleistungen gleichzeitig geprüft wurden.

Die analog durchgeführte **Studien von Nickisch und Kiese-Himmel (2009)** sowie **von Nickisch et al. (2013)** hatten sich mit der Frage „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen – Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern?“ in unterschiedlichen Altersklassen (zweite bis vierte Grundschulklasse) beschäftigt. In diesen Studien wurden ebenfalls eine schrittweise Diskriminanzanalyse durchgeführt, um eine Kombination an Untersuchungsinstrumente zu finden, die beiden Gruppen zu trennen vermochte. Insgesamt lassen sich die Studien gut miteinander vergleichen, da die Gruppengrößen ähnlich sind:

- Studie 2009: N = 85, davon 46 AVWS und 39 Non-AVWS
- Studie 2013: N = 81, davon 33 AVWS und 48 Non-AVWS
- vorliegende Studie: N = 83, davon 41 AVWS und 42 Non-AVWS

Bei der Studie 2009 reichten bei Dritt- und Viertklässlern drei Untersuchungsinstrumente aus, um die Gruppen in 94,1 % der Fälle signifikant und kreuzvalidiert in 91 % zu trennen: (1) Mottier-Test, (2) Sprachverstehen im Störgeräusch und (3) „Phonemdifferenzierung“ des HLAD. In der Studie von 2013 waren bei Zweitklässlern insgesamt vier Untersuchungsinstrumente für die signifikante Gruppenunterscheidung notwendig: (1) Mottier-Test, (2) Sprachverstehen im Störgeräusch, (3) Dichotischer Test und (4) „Zahlenfolgedächtnis“ des PET. Die richtige Klassifikation durch diese Testkombination gelang bei 97,5 % der Probanden und in der Kreuzvalidierung zu 96,3 %. Mit der aktuellen Studie an Erstklässlern wurde herausgefunden, dass eine signifikante Trennung der Gruppe durch folgende vier Tests gelingt: (1) Mottier-Test, (2) „Zahlenfolgedächtnis“ des PET, (3) „Phonemdifferenzierung“ des HLAD und (4) Sprachverstehen im Störgeräusch. Dabei wurden 93,9 % aller Kinder richtig zugeordnet (kreuzvalidiert 92,7 %). Die Ergebnisse scheinen durchaus vergleichbar und zufriedenstellend, da in allen Jahrgangsstufen der Grundschule die Gruppentrennung in über 90 % gelingt. Zusammenfassend lässt sich erkennen, dass sich die Testkombinationen der drei Studien nahezu übereinstimmen. Im Vergleich zur Studie von 2009 wurde die Testkombination der vorliegenden Studie nur um einen Test erweitert. Die vier diskriminierenden Tests der Studie von 2013 unterscheiden sich ebenfalls in einem Test von den Ergebnissen der aktuellen Studie.

Da der Mottier-Test in allen Studien und das Sprachverstehen im Störgeräusch in vier von fünf Studien zur Gruppenunterscheidung notwendig sind, lässt sich vermuten, dass die dadurch geprüften auditiven Teilleistungen (Hörmerkspanne, auditive Sequenzierung, Selektion) im Grundschulalter eine besonders wichtige Rolle spielen. Sullivan et al. (2015) untersuchten an normalhörenden Acht- bis Zehnjährigen die Auswirkungen von Störgeräuschen auf das Sprachverstehen und die Zusammenhänge mit auditiver Speicherung (in der vorliegenden Studie geprüft durch z. B. Mottier-Test). Die Studie konnte zeigen, dass die Leistungen des Arbeitsspeichers und des Hörverstehens durch die Störgeräusche negativ beeinflusst wurden, da die Probanden signifikant schlechtere Ergebnisse unter Lärmbedingungen erzielten als in Ruhe. Zusätzlich zeigte sich zwischen den Ergebnissen der Testung des Arbeitsgedächtnisses und denen für das Verstehen unter Störgeräuschbedingungen ein stärkerer Zusammenhang unter Störgeräuschbedingungen als in Ruhe. Dies deutet auf eine gesteigerte Beanspruchung des Arbeitsgedächtnisses hin, da das Verstehen bei Lärm schwieriger erscheint als in Ruhe. Als Fazit der Studie von Sullivan et al. (2015) sollte in der AVWS-Diagnostik bei Grundschulern vornehmlich auf die Leistungen im Sprachverstehen im Störgeräusch und in den Tests zur phonologischen Merkfähigkeit (Mottier-Test und „Zahlenfolgedächtnis“ des PET) geachtet werden, da Kinder mit AVWS signifikant schlechtere Ergebnisse erzielen, dass hörgesunde Kinder (Nickisch et al., 2018).

Interessant wäre es zu wissen, welche auditive Leistung sich zu welchem Zeitpunkt entwickelt und ob dieser Zeitpunkt mit dem Alter oder der Klassenstufe in Zusammenhang steht.

5.3. Fazit für die Praxis

Bislang empfehlen die internationalen Fachgesellschaften für die Diagnose „AVWS“ ein Mindestalter von sieben Jahren (AAA, 2010; BSA, 2011a; DGPP, 2015). Die AAA (2010) vermutet, dass eine Gruppentrennung vor diesem Alter nicht möglich ist, da die Testanforderungen zu komplex und die Vergleichbarkeit aufgrund der sehr variablen Reife des zentral auditorischen Systems nicht gegeben sei. Dies bestätigen Moore et al. (2011), indem sie zeigten, dass hörgesunde Sechs- bis Siebenjährige schlechtere Leistungen in der auditiven Verarbeitung erreichen, als Ältere. Die BSA (2011b) geht, durch die Varianz der Reife des zentral auditorischen Systems sogar von Einflüssen auf die Testergebnisse bis zum 12 Lebensjahr aus. Die vorliegende Studie zeigt jedoch, dass sich im kontrollierten Gruppenvergleich auffällige von unauffälligen Erstklässlern (im Alter von sechs bis acht Jahren) statistisch signifikant unterscheiden. Insgesamt gelingt die Gruppenunterscheidung in 12 von 14 der auditiven Tests (vgl. Kapitel 4.6.). Dabei stellte sich heraus, dass sprachfreie, auditive Testanforderungen für Erstklässler noch zu schwierig scheinen. Deswegen erbrachten zwei Subtests des PaTSy keine repräsentativen Ergebnisse für die Sechs- bis Achtjährigen.

Neben dem Mindestalter von sieben Jahren ist auch die erforderliche Diagnostik bislang nicht eindeutig geklärt. Bereits vor über 20 Jahren forderten Cacace und McFarland (1995) die spezifischen AVWS-Tests auf ihre Zuverlässigkeit (Reliabilität) zu prüfen, indem die Ergebnisse, die AVWS-Kindern erzielen mit denen normalhörender Kinder in verschiedenen Altersgruppen verglichen werden sollten. Zusätzlich fordert Kiese-Himmel (2008), dass für die Diagnose „AVWS“ eine Mindestanzahl an spezifisch-diagnostischen Kriterien ermittelt werden sollte. Auch international wächst der Drang nach einem einheitlichen „Goldstandard“ für die AVWS-Diagnostik (Cacace und McFarland, 1995; Vanniasegaram et al., 2004; Musiek et al., 2005). Mit der vorliegenden Studie sollte diesen Forderungen nachgegangen werden.

Der Ausschluss einer peripheren Hörstörung sowie einer Intelligenzminderung als mögliche Differenzialdiagnosen sollte in jedem Fall vor einer AVWS-Diagnostik erfolgen (Nickisch und Kiese-Himmel, 2009). Für die erste Beurteilung, ob eine AVWS als wahrscheinlich angenommen werden kann oder nicht, können für Erstklässler die vier ermittelten Untersuchungsinstrumente (1) Mottier-Test, (2) „Zahlenfolgedächtnis“ des PET, (3) „Phonemdifferenzierung“ des HLAD sowie (4) Sprachverstehen im Störgeräusch verwendet werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit geben Anlass, die neuen Erkenntnisse im klinischen Alltag anzuwenden, da die korrekte Gruppenzuordnung, nach Kreuzvalidierung in knapp 93 % der Fälle gelingt und sich dadurch nur eine minimale Fehlerwahrscheinlichkeit ergibt. So können die vier Tests durchaus als neuer „Goldstandard“ einer AVWS-Prä-Diagnostik bei Erstklässlern verstanden werden.

Nach der ersten vorläufigen Diagnosestellung durch die vier genannten Tests sollte sich eine zusätzliche umfangreichere AVWS-Diagnostik anschließen. Diese weiterführenden Untersuchungen sind von großer Wichtigkeit, da den AVWS ein sehr vielfältiges klinisches Erscheinungsbild zu Grunde liegt (vgl. Kapitel 2.5.) und für jeden Patienten ein eigenes Auditives Profil erstellt werden sollte. Hierbei werden die symptomatischen Defizite der auditiven Teilleistungen und die individuellen Fähigkeiten zur Kompensation beschrieben. Das Auditive Profil bildet die Grundlage für die individuell gestaltete Therapie der AVWS, die Kapitel 2.8. beschrieben wurde (Nickisch und Kiese-Himmel, 2009).

5.4. Ausblick

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Frage, ob bereits bei Erstklässlern im zweiten Schulhalbjahr eine Gruppenunterscheidung möglich ist und mit der Suche eines möglichen „Goldstandard“ einer AVWS-Prä-Diagnostik für die genannte Altersgruppe. Bisher liegt kein „Goldstandard“ für die Diagnostik der AVWS vor (Cacace und McFarland, 2005; BSA, 2011a).

So zeigte sich, dass eine Gruppentrennung der Erstklässler im zweiten Halbjahr möglich ist (vgl. Kapitel 4.6.). Des Weiteres konnte eine Kombination von vier Untersuchungsinstrumente beschrieben werden, mit der die vorläufige Diagnosestellung gelingt (vgl. Kapitel 4.8.). Die dadurch erzielten guten Studienergebnisse lassen eine Anwendung in der klinischen Praxis durchaus legitim erscheinen (vgl. Kapitel 5.3.). In jedem Fall sollte nach spätestens einem Jahr eine Wiederholung der Testung erfolgen. Grund dafür ist eine mögliche Reifeverzögerung der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen, die auch Hörgesunde betreffen kann und von Bamiou et al. (2001) beschrieben wurde. Demnach reicht die Myelinisierung der Nervenfasern bis ins junge Erwachsenenalter (Musiek et al., 1984). Dadurch wird häufig die Diagnose, erst retrospektiv und durch langfristige Beobachtung definitiv bestätigt (Kiese-Himmel et al., 2018). Man geht davon aus, dass die meisten auditiven Funktionen in den Grundschuljahren noch nicht ausreichend ausgebildet sind und sich die sprachlich-auditiven Fähigkeiten in den folgenden Jahren noch stark verändern kann. Dies zeigt sich auch dadurch, dass sich Kinder höhere Klassenstufen etwas besser in Patienten- und Kontrollgruppe einteilen lassen (vgl. Nickisch und Kiese-Himmel, 2009; Nickisch et al., 2013).

Als Ergänzung zu dieser Studie, stellt sich die Frage, ob die Gruppenunterscheidung auch im ersten Halbjahr der ersten Grundschulklasse gelingen kann. Unbedingte Voraussetzungen für die Diagnosestellung ist jedoch, dass die Untersuchungen von pädaudiologischem Fachpersonal vorgenommen wird, die untersuchten Kinder gut motiviert und während der Untersuchung durchgehend gut aufmerksam sind sowie auch keine Sprachentwicklungsstörungen auftreten.

Für das Grundschulalter scheinen zur Diagnosestellung von AVWS die genannten Tests eine richtungsweisende Bedeutung zu haben, wenn sie gezielt zur Diagnostik herangezogen werden und somit die Anwendung multipler Tests für die Diagnosestellung unterbleibt. Voraussetzung hierfür ist, vorab

sicherzustellen, dass das periphere Hörvermögen beidseits unauffällig ist sowie sie nonverbale Intelligenz im Durchschnittsbereich liegt, ebenso das Sprachverständnis. Ferner ist es wichtig, während der Untersuchung zu verfolgen, dass die Testergebnisse nicht durch evtl. aufmerksamkeitsbedingte Schwankungen überlagert werden.

6. Zusammenfassung

6.1. Deutsche Zusammenfassung

Im kontrollierten Gruppenvergleich konnte bei Zweit- bis Viertklässlern festgestellt werden, dass drei bis vier Untersuchungsinstrumente ausreichen, um Kinder mit Auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) von Normalhörenden (Non-AVWS) zu unterscheiden (vgl. Nickisch und Kiese-Himmel, 2009; Nickisch et al., 2013). Ziel dieser Studie ist es herauszufinden, ob die Gruppentrennung auch bei Erstklässlern gelingt.

Die Ergebnisse von 83 Erstklässlern, aufgeteilt in zwei Gruppen (AVWS N=41 vs. Non-AVWS N=42) wurden in acht audiologischen Tests einer AVWS-Testbatterie miteinander verglichen.

Die signifikante Gruppenunterscheidung gelang in 93,9 % der Fälle (kreuzvalidiert: 92,7 %) durch vier Tests: (1) Mottier-Test, (2) „Zahlenfolgengedächtnis“ des PET, (3) „Phonemdifferenzierung“ des HLAD, (4) Sprachverstehen im Störgeräusch.

Bei Erstklässlern sind zur Gruppentrennung vier Untersuchungsinstrumente notwendig.

6.2. English summary

A controlled group comparison showed that children with auditory processing disorders (APD) could be discriminated from normal hearing children (non-APD) in 2nd to 4th grade by three to four diagnostic tools (cf. Nickisch and Kiese-Himmel, 2009; Nickisch et al., 2013). Aim of the current study was, to see if a separation is also possible in 1st graders.

Performance of 83 1st graders in two confirmed groups (APD n=41 vs. non-APD n=42) in eight auditory processing tests of an electric test battery were compared.

Children with APD were significantly separated from non-APD children (accuracy: 93.9 %; cross-validated: 92.7 %) by following four tests: (1) Nonword Repetition, (2) Auditory Sequential memory of digits, (3) Phoneme Discrimination, (4) Word Understanding in Background Noise.

Using four diagnostic tools 1st graders can be separated too.

Literaturverzeichnis

- AAA. 2010. *American Academy of Audiology. Clinical Practice Guidelines: Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder* [Online]. Available: [https://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/CAPD Guidelines 8-2010.pdf_539952af956c79.73897613.pdf](https://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/CAPD_Guidelines_8-2010.pdf_539952af956c79.73897613.pdf) [Accessed 02.09. 2017].
- ANGERMAIER, M. 1977. *Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET; 2. korrig. Aufl.)*, Weinheim, Beltz.
- ASHA. 1996. *American Speech-Language-Hearing Association. Central Auditory Processing - Current Status of Research and Implications for Clinical Practice Task Force on Central Auditory Processing Consensus Development* [Online]. Available: <http://www.asha.org/policy/TR1996-00241.htm> [Accessed 30.08. 2017].
- ASHA. 2005. *American Speech-Language-Hearing Association. Working Group on Auditory Processing Disorders: (Central) Auditory Processing Disorders (Technical Report 2005/1)* [Online]. Available: <http://www.asha.org/policy/tr2005-00043.htm> [Accessed 28.08. 2017].
- AUMÜLLER, G., AUST, G., DOLL, A., ENGELE, J., KIRSCH, J., MENSE, S., REISSI, D., SALVETTER, J., SCHMIDT, W., SCHMITZ, F., SPANEL-BOROWSKI, K., WOLFF, W., WURZINGER, L. J. & ZILCH, H.-G. 2010. *Duale Reihe Anatomie*, Stuttgart, Georg Thieme Verlag KG.
- BAMIOU, D. E., MUSIEK, F. E. & LUXON, L. M. 2001. Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders--a review. *Archives of Disease in Childhood*, 85, 361-365.
- BELLIS, T. J. 2004. Redefining auditory processing disorder: An audiologist's perspective. *The ASHA Leader*, 9, 6-23.
- BELLIS, T. J. 2011. *Assessment and Management of Central Auditory Processing Disorders.*, New York, Thomson.
- BELLIS, T. J. & FERRE, J. M. 1999. Multidimensional approach to the differential diagnosis of central auditory processing disorders in children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 10, 319-328.
- BERGER, R. 2007. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS). *Z Allg Med*, 83, 113-117.
- BISHOP, D. V., NORTH, T. & DONLAN, C. 1996. Nonword repetition as a behavioural marker for inherited language impairment: Evidence from a twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 391-403.
- BÖHME, G. 2003. *Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen*, München, Urban & Fischer, Elsevier.
- BRADY, S., SHANKWEILER, D. & MANN, V. 1983. Speech perception and memory coding in relation to reading ability. *Journal of experimental child psychology*, 35, 345-367.
- BRUNNER, M., BÄUMER, C., ROSENAUER, K., SCHELLER, H. & PLINKERT, P. 2010. Die Bedeutung der Phonemdiskrimination für eine Lese-Rechtschreibstörung in den Klassenstufen eins bis sechs. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 38, 439-447.
- BRUNNER, M., SEIBERT, A., DIERKS, A. & KÖRKEL, B. 1998. Heidelberger Lautdifferenzierungstest (HLAD) zur Überprüfung der auditiven Wahrnehmungstrennschärfe. *Audiometrie Disk 19*. Wertingen: Westra Elektroakustik.
- BSA. 2011a. *British Society of Audiology. Position Statement: Auditory Processing Disorder (APD)* [Online]. Available: http://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2014/04/BSA_APD_PositionPaper_31March11_FINAL.pdf [Accessed 03.09. 2017].
- BSA. 2011b. *British Society of Audiology. Practice Guidance: An overview of current management of auditory processing disorder (APD)* [Online]. Available: http://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2014/04/BSA_APD_Management_1Aug11_FINAL_amended17Oct11.pdf [Accessed 04.09. 2017].
- BSA. 2017. *British Society of Audiology: Position Statement and Practice Guidance Auditory Processing Disorder (APD)* [Online]. Available: <http://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2017/04/APD-Position-Statement-Practice-Guidance-APD-2017.pdf> [Accessed 05.09. 2017].

- BUS, A. G. & VAN IJZENDOORN, M. H. 1999. Phonological awareness and early reading: A meta-analysis of experimental training studies. *Journal of educational psychology*, 91, 403-414.
- CACACE, A. T. & MCFARLAND, D. J. 1995. Opening Pandora's box: The reliability of CAPD tests. *American Journal of Audiology*, 4, 61-62.
- CACACE, A. T. & MCFARLAND, D. J. 1998. Central auditory processing disorder in school-aged children: A critical review. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 355-373.
- CACACE, A. T. & MCFARLAND, D. J. 2005. The importance of modality specificity in diagnosing central auditory processing disorder. *American Journal of Audiology* 14, 112-123.
- CHERMAK, G. D. 1998. Managing central auditory processing disorders: Metalinguistic and metacognitive approaches. *Seminars in Hearing*, 19, 379-392.
- CHERMAK, G. D., HALL, J. W. & MUSIEK, F. E. 1999. Differential Diagnosis and Management of Central Auditory Processing Disorder and Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 10, 289-303.
- CHERMAK, G. D. & MUSIEK, F. E. 1997. *Central Auditory Processing Disorders: New Perspectives*, San Diego, Singular Publishing Group.
- CHERMAK, G. D., SOMERS, E. K. & SEIKEL, J. A. 1998. Behavioral signs of central auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 9, 78-84.
- CHERMAK, G. D., TUCKER, E. & SEIKEL, J. A. 2002. Behavioral characteristics of auditory processing disorder and attention-deficit hyperactivity disorder: predominantly inattentive type. *Journal of the American Academy of Audiology*, 13, 332-338.
- CSHA. 2007. *California Speech-Language-Hearing Association. Guidelines for Diagnosis & Treatment for Auditory Processing Disorder* [Online]. Available: http://www.speechandhearing.ca.gov/forms_pubs/processing_disorders.pdf [Accessed 13.02. 2018].
- DAWES, P. & BISHOP, D. 2009. Auditory processing disorder in relation to developmental disorders of language, communication and attention: a review and critique. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 44, 440-465.
- DE MADDALENA, H., WATZLAWICK-SCHUMACHER, M. & AROLD, R. 2001. Der dichotische Diskriminationstest von Feldmann in der Diagnostik von Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörungen. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 80, 610-616.
- DGPP. 2015. *Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie: S1 Leitlinie Auditive Verarbeitungsstörungen Wahrnehmungsstörungen* [Online]. AWMF online. Available: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/049-012.html> [Accessed 16.08. 2017].
- DIAS, K. Z., JUTRAS, B., ACRANI, I. O. & PEREIRA, L. D. 2012. Random Gap Detection Test (RGDT) performance of individuals with central auditory processing disorders from 5 to 25 years of age. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 76, 174-178.
- DMDI. 2018. *Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information. ICD-10 Klassifikation* [Online]. Available: <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-gm/kodesuche/onlinefassungen/htmlgm2018/block-f80-f89.htm> - F80 [Accessed 19.10. 2017].
- DOLLAGHAN, C. & CAMPBELL, T. F. 1998. Nonword repetition and child language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 1136-1146.
- FELDHUSEN, F., MÖHRING, L., BRUNNER, M., TROOST, J., SPIELBERGER, C., BRAUN-FRANK, L., SCHOENFELDER, D. & PRÖSCHEL, U. 2004. Audiologische Diagnostik bei Kindern. *HNO*, 52, 156-161.
- FRIEDRICH, G., BIGENZAHN, W. & ZOROWKA, P. 2013. *Phoniatrie und Pädaudiologie*, Bern, Huber.
- FUJISAKI, H. & KAWASHIMA, T. 1970. Some experiments on speech perception and a model for the perceptual mechanism. *Annual Report of the Engineering Research Institute*, 29, 207-214.
- GEKLE, M., WISCHMEYER, E., GRÜNDER, S., PETERSEN, M., SCHWAB, A., MARKWARDT, F., KLÖCKER, N., BAUMANN, R. & MARTI, H. 2010. Sensomotorik und höhere Funktionen: 20 Hören und Sprechen; 20.3 Innenohr. *Taschenlehrbuch Physiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

- GINDRI, G., KESKE-SOARES, M. & MOTA, H. B. 2007. Working memory, phonological awareness and spelling hypothesis. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 19, 313-322.
- GRIMM, H. & SCHÖLER, H. 1978. *Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET)*, Braunschweig, Westermann.
- GRIMM, H. & SCHÖLER, H. 1991. *Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET; 2. verbess. Aufl.)*, Göttingen, Hogrefe.
- GROSS, M., BERGER, R., SCHÖNWEILER, R. & NICKISCH, A. 2010. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen - Diagnostik. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. *HNO*, 58, 1124-1127.
- HIND, S. E., HAINES-BAZRAFESHAN, R., BENTON, C. L., BRASSINGTON, W., TOWLE, B. & MOORE, D. R. 2011. Prevalence of clinical referrals having hearing thresholds within normal limits. *International Journal of Audiology*, 50, 708-16.
- HOTH, S., MÜHLER, R., NEUMANN, K. & WALGER, M. 2015. *Objektive Audiometrie im Kindesalter*, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag.
- HUCKSTORF, C. 2013. Kurzlehrbuch Physiologie. In: HUPPELSBERG, J. & WALTER, K. (eds.) 4. Auflage ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag.
- HUPPELSBERG, J. & WALTER, K. 2009. *Kurzlehrbuch Physiologie*, Stuttgart, New York, Georg Thieme Verlag.
- IGLEHART, F. 2016. Speech perception in classroom acoustics by children with cochlear implants and with typical hearing. *American Journal of Audiology*, 25, 100-109.
- JERGER, J. & MUSIEK, F. E. 2000. Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing. *Journal of the American Academy of Audiology*, 11, 467-474.
- KAUFMAN, A. S., KAUFMAN, N. L., MELCHERS, P. & MELCHERS, M. 2015. *KABC-II*, Pearson.
- KEILMANN, A., LÄSSI, A. K. & NOSPE, S. 2013. Symptome und Diagnosestellung auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. *HNO*, 61, 707-718.
- KHAVARGHAZALANI, B., FARAHANI, F., EMADI, M. & HOSSENI DASTGERDI, Z. 2016. Auditory processing abilities in children with chronic otitis media with effusion. *Acta otolaryngologica*, 136, 456-459.
- KIESE-HIMMEL, C. 2007. Subtest Zahlennachsprechen der K-ABC für Kinder mit auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung. *HNO*, 55, 972-980.
- KIESE-HIMMEL, C. 2008. (Central) Auditory Processing Disorders in Childhood--a Chimera or are Useful Clinical Diagnostic Tests Missing? *Laryngo-Rhino-Otologie*, 87, 791-5.
- KIESE-HIMMEL, C. & NICKISCH, A. 2016. Correlation of Phonological STM-Performances with Language-Based Dimensions in Children with APD. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 95, 24-8.
- KIESE-HIMMEL, C., NICKISCH, A. & WERNER, F. 2018. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung: Ist die Diagnose schon bei Erstklässlern möglich? *Laryngo-Rhino-Otologie*, 97, 37-43.
- KLATTE, M., LACHMANN, T. & MEIS, M. 2010. Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting. *Noise and Health*, 12, 270-282.
- KRAUS, N., OZDAMAR, O., STEIN, L. & REED, N. 1984. Absent auditory brain stem response: peripheral hearing loss or brain stem dysfunction? *Laryngoscope*, 94, 400-406.
- LAUER, N. 2006. *Zentral-auditive Verarbeitungsstörungen im Kindesalter: Grundlagen-Klinik-Diagnostik-Therapie*, Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- LOO, J. H. Y., ROSEN, S. & BAMIOU, D. E. 2016. Auditory training effects on the listening skills of children with auditory processing disorder. *Ear and Hearing*, 37, 38-47.
- LÖWE, A. 1991. Hörerziehung für hörgeschädigte Kinder. *Schindele. Heidelberg*.
- MASSINGER, C., NICKISCH, A., KIESE-HIMMEL, C., SCHÖNWEILER, R., RADÜ, H. J. & GROSS, M. 2004. *Bestehen Zusammenhänge zwischen den Angaben im AVWS-Anamnesebogen der DGPP und den Ergebnissen des Heidelberger Lautdifferenzierungstests?* [Online]. Available: <http://www.egms.de/static/en/meetings/dgpp2004/04dgpp57.shtml> [Accessed 06.12.2017].

- MATULAT, P., BERSENBRÜGGE, H. & LAMPRECHT-DINNESEN, A. 1999. Diagnose zentraler Hörverarbeitungsstörungen und auditiver Wahrnehmungsstörungen-eine retrospektive Erhebung. *Z Audiolog/Audiolog Acoust Suppl. II*, 112-114.
- MATZKER, J. 1958. *Ein binauraler Hörsynthese-Test zum Nachweis zerebraler Hörstörungen*, Stuttgart, Thieme.
- MEDWETSKY, L. 2011. Spoken language processing model: Bridging auditory and language processing to guide assessment and intervention. *Language, Speech and Hearing Services in Schools*, 42, 286-296.
- MOODLEY, A. 1989. Acoustic conditions in mainstream classrooms. *Journal of the British Association of Teachers of the Deaf*, 13, 48-54.
- MOORE, D. R., COWAN, J. A., RILEY, A., EDMONDSON-JONES, A. M. & FERGUSON, M. A. 2011. Development of auditory processing in 6-to 11-yr-old children. *Ear and Hearing*, 32, 269-285.
- MOORE, D. R., ROSEN, S., BAMIOU, D. E., CAMPBELL, N. G. & SIRIMANNA, T. 2013. Evolving concepts of developmental auditory processing disorder (APD): A British Society of Audiology APD Special Interest Group 'white paper'. *International Journal of Audiology*, 52, 3-13.
- MOTTIER, G. 1951. Mottier-Test. Über Untersuchungen zur Sprache lesegestörter Kinder. *Folia Phoniatria et Logopaedica*, 3, 170-177.
- MUSIEK, F. E., BELLIS, T. J. & CHERMAK, G. D. 2005. Nonmodularity of the central auditory nervous system: implications for (central) auditory processing disorder. *American Journal of Audiology*, 14, 128-138.
- MUSIEK, F. E., GOLLEGLY, K. M. & BARAN, J. A. 1984. Myelination of the corpus callosum and auditory processing problems in children: Theoretical and clinical correlates. *Seminars in Hearing*, 5, 231-240.
- MUSIEK, F. E., GOLLEGLY, K. M., LAMB, L. E. & LAMB, P. 1990. Selected issues in screening for central auditory processing dysfunction. *Seminars in Hearing*, 11, 372-384.
- MUSIEK, F. E., GOLLEGLY, K. M. & ROSS, M. K. 1985. Profiles of Types of Central Auditory Processing Disorders in Children With Learning Disabilities. *Journal of Childhood Communication Disorders*, 9, 43-63.
- MUSIEK, F. E., SHINN, J. & HARE, C. 2002. Plasticity, auditory training and auditory processing disorders. *Seminars in Hearing*, 23, 263-276.
- NEWBURY, D. F., BISHOP, D. V. & MONACO, A. P. 2005. Genetic influences on language impairment and phonological short-term memory. *Trends in cognitive sciences*, 9, 528-534.
- NICKISCH, A. 2005. Behandlungsmethoden von Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen: Bewertungskriterien. *Kinderärztliche Praxis*, 76, 216-223.
- NICKISCH, A. 2007. *Forum für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS)* [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Manfred_Gross/publication/263685341_Auditive_Verarbeitungs-_und_Wahrnehmungsstorungen_AVWS_Erste_Normwerte_zur_standardisierten_Diagnostik_bei_Schulkindern/links/555b11ab08ae6943a878134f/Auditive-Verarbeitungs-und-Wahrnehmungsstoerungen-AVWS-Erste-Normwerte-zur-standardisierten-Diagnostik-bei-Schulkindern.pdf [Accessed 15.12. 2017].
- NICKISCH, A., GOHDE, K. & KIESE-HIMMEL, C. 2013. AVWS bei Regelschülern im 2. Schuljahr: welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern? *Laryngo-Rhino-Otologie*, 92, 594-599.
- NICKISCH, A., GROSS, M., SCHÖNWEILER, R., BERGER, R., WIESNER, T., AM ZEHNHOFF DINNESEN, A. & PTOK, M. 2015. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS): Zusammenfassung und aktualisierter Überblick. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. *HNO*, 63, 434-438.
- NICKISCH, A., GROSS, M., SCHÖNWEILER, R., UTTENWEILER, V., AM ZEHNHOFF-DINNESEN, A., BERGER, R., RADÜ, H. J. & PTOK, M. 2007. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Konsensus-Statement der Deutschen Gesellschaft für Phoiatrie und Pädaudiologie. *HNO*, 55, 61-72.

- NICKISCH, A., HEBER, D. & BURGER-GARTNER, J. 2016. *Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) bei Schulkindern: Diagnostik und Therapie*, Dortmund, verlag modernes lernen.
- NICKISCH, A. & KIESE-HIMMEL, C. 2009. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistung 8- bis 10-Jähriger: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern? *Laryngo-Rhino-Otologie*, 88, 469-76.
- NICKISCH, A. & SCHÖNWEILER, R. 2011. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen – Differenzialdiagnostik. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. *HNO*, 59, 380-384.
- NICKISCH, A., WERNER, F. & KIESE-HIMMEL, C. 2018. Diagnostik von AVWS bei Erstklässlern: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern? *Laryngo-Rhino-Otologie*, 97(09), 624-629.
- NORRELGEN, F., LACERDA, F. & FORSSBERG, H. 1999. Speech discrimination and phonological working memory in children with ADHD. *Developmental medicine and child neurology*, 41, 335-339.
- PETERMANN, F. & PETERMANN, U. 2011. *Wechsler intelligence scale for children - fourth edition (WISC-IV)*, Frankfurt am Main, Pearson Assessment & Information GmbH.
- PTOK, M. 1997a. Das schwerhörige Kind. *Deutsches Ärzteblatt*, 94, 1558-1563.
- PTOK, M. 1997b. Kinderaudiometrie: Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung. *CD no. 18, Westra Electronic GmbH*. Westra Electronic GmbH, GmbH.
- PTOK, M. 2000. Otoakustische Emissionen, Hirnstampfpotentiale, Tonschwellengehör und Sprachverständlichkeit bei auditorischer Neuropathie. *HNO*, 48, 28-32.
- PTOK, M., AM ZEHNHOFF-DINNESEN, A. & NICKISCH, A. 2010. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen – Definition. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. *HNO*, 58, 617-620.
- PTOK, M., BERGER, R., VON DEUSTER, C., GROSS, M., LAMPRECHT-DINNESEN, A., NICKISCH, A., RADÜ, H. J. & UTTENWEILER, V. 2000. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen - Konsensusstatement der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. *HNO*, 48, 357-360.
- PUTZ, R. & PABST, R. 2007. Sobotta Anatomie des Menschen, der komplette Atlas in einem Band. 22. Auflage ed. München: Elsevier GmbH Urban & Fischer Verlag.
- RANCE, G., CORBEN, L., BARKER, E., CAREW, P., CHISARI, D., ROGERS, M., DOWELL, R., JAMALUDDIN, S., BRYSON, R. & DELATYCKI, M. B. 2010. Auditory perception in individuals with Friedreich's ataxia. *Audiology and Neurotology*, 15, 229-40.
- REIS, M. 2009. *Facharztwissen HNO-Heilkunde*, Heidelberg, Springer.
- RISSE, T. & KIESE-HIMMEL, C. 2009. Der Mottier-Test. *HNO*, 57, 523-528.
- ROSANOWSKI, F., EYSHOLDT, U., BRAUER, T. & WALDFÄHRER, F. 2008. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. In: PROBST, R., GREVERS, G. & IRO, H. (eds.) 3. Auflage ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag.
- SCHICK, A., KLATTE, M. & MEIS, M. 2000. Noise stress in classrooms. *Contributions to Psychological Acoustics—Results of the eight Oldenburg Symposium on Psychological Acoustics. Bibliotheks- und Informationssystem der Universität Oldenburg*, 8, 533-569.
- SCHMIDT, R. F., LANG, F. & HECKMANN, M. 2010. *Physiologie des Menschen: Mit Pathophysiologie*, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag.
- SCHÖNWEILER, R., NICKISCH, A. & AM ZEHNHOFF-DINNESEN, A. 2012. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen – Vorschlag für Behandlung und Management bei AVWS. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. *HNO*, 60, 359-368.
- STRASSBUR, H.-M., DACHENEDER, W. & KRES, W. 2008. Psychologische Beurteilung und Grundsätze der Betreuung. In: ELSEVIER (ed.) *Entwicklungsstörungen bei Kindern - Praxisleitfaden für die interdisziplinäre Betreuung*. 4. ed. München.
- SULLIVAN, J. R., OSMAN, H. & SCHAFFER, E. C. 2015. The effect of noise on the relationship between auditory working memory and comprehension in school-age children. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 58, 1043-1051.

- TALLAL, P. 1976. Rapid auditory processing in normal and disordered language development. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 19, 561-571.
- TILLERY, K. L., KATZ, J. & KELLER, W. D. 2000. Effects of methylphenidate (Ritalin) on auditory performance in children with attention and auditory processing disorders. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 43, 893-901.
- UTTENWEILER, V. 1980. Dichotomischer Diskriminationstest für Kinder. *Sprache-Stimme-Gehör*, 4, 107-111.
- UTTENWEILER, V. 1996. Diagnostik zentraler Hörstörungen, auditiver Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstörungen. *Sprache-Stimme-Gehör*, 20, 80-90.
- V. SUCHODOLETZ, W. & WOLFRAM, I. 1996. Frühe akustisch evozierte Potentiale (FAEP) bei Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen. *Klinische Pädiatrie*, 208, 290-293.
- VANNIASEGARAM, I., COHEN, M. & ROSEN, S. 2004. Evaluation of selected auditory tests in school-age children suspected of auditory processing disorders. *Ear and Hearing*, 25, 586-597.
- WAGENER, K. & KOLLMEIER, B. 2005. Evaluation des Oldenburger Satztests mit Kindern und Oldenburger Kinder-Satztest. *Zeitschrift für Audiologie*, 44, 134-143.
- WELTE, V. 1981. Der Mottier-Test, ein Prüfmittel für die Lautdifferenzierungsfähigkeit und die auditive Merkfähigkeit. *Sprache-Stimme-Gehör*, 5, 121-125.
- WHITE-SCHWOCH, T., CARR, K. W., THOMPSON, E. C., ANDERSON, S., NICOL, T., BRADLOW, A. R., ZECKER, S. G. & KRAUS, N. 2015. Auditory Processing in Noise: A Preschool Biomarker for Literacy. *PLOS Biology* [Online], 13. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002196> [Accessed 10.03.2018].
- WILD, N. & FLECK, C. 2013. Neunormierung des Mottier-Test für 5- bis 17-jährige Kinder mit Deutsch als Erst- oder Zweitsprache. *Praxis Sprache*, Ausgabe 3.
- WOHLLEBEN, B., ROSENFELD, J. & GROSS, M. 2007. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS). *HNO*, 55, 403-410.
- YANG, W. & BRADLEY, J. 2009. Effects of room acoustics on the intelligibility of speech in classrooms for young children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125, 922-933.
- ZENNER, H.-P. 1994. Physiologische und biochemische Grundlagen des normalen und gestörten Gehörs. In: NEUMANN, H., HELMS, J., HERBERHOLD, C. & KASTENBAUER, E. (eds.) *Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis: Band 1 Ohr*. Stuttgart: Thieme.

Anhang

1. Anhang: Antrag auf Genehmigung durch das Schulamt (2015)



kbo-Kinderzentrum München · Heiglhofstraße 63 · 81377 München

Frau
Schulrätin Alexandra Brumann
Schreiben an das Schulamt
Schwanthalerstraße 40
80336 München

Univ.-Prof. Dr. med. Volker Mall
Ärztlicher Direktor
Lehrstuhlinhaber für Sozialpädiatrie an der TU
Heiglhofstraße 63
81377 München
Tel | 089 71009-0
Fax | 089 71009-148
E-Mail | info@kinderzentrum-muenchen.de

Ansprechpartner/in	Telefon	E-Mail	Datum
Frau F. Werner	+49 (0) 176 41361951	werner.franziska@campus.lmu.de	12. Mai. 2015

Antrag auf Genehmigung einer Erhebung an normal entwickelten Erstklässlern

Sehr geehrte Frau Schulrätin Brumann,

in den vergangenen Jahren genehmigten Sie bereits mehrere Studien, die sich mit dem Thema der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) beschäftigten. Unter anderem bewilligten Sie Untersuchungen an verschiedenen Münchner Grundschulen, beispielsweise eine Studie mit Fragebögen und Testung zur AVWS im Jahr 2004/05, eine Normierungsstudie im Jahr 2006/07, sowie weitere Testungen im Jahr 2010/11. Nun möchten wir Sie, im Rahmen einer Doktorarbeit erneut um Ihre Hilfe bitten.

Bei dieser neuen Studie zur Erfassung von Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) möchten wir eine Gruppe normal entwickelter, normal hörender Grundschulkinder untersuchen. Anhand von verschiedenen Hörtests werden sie anschließend mit AVWS-Kindern verglichen. Die Normierung dieser unterschiedlichen Hörtests ist für uns von großem Interesse, da es momentan auf dem Gebiet der medizinischen Diagnostik von AVWS nur wenige, korrekt normierte Tests in deutscher Sprache gibt. Folglich ist diese Studie zur Verbesserung der Diagnostik von AVWS deutschlandweit von großer Relevanz, insbesondere auch dahingehend, für z.B. Kinder mit Lese-Rechtschreibstörungen eine optimierte Diagnostik anzubieten, da AVWS eine der Ursachen bzw. Mitursachen für Lese-Rechtschreibstörungen darstellt.

Es ist geplant 50-60 Grundschulkinder der ersten Klassenstufe zu untersuchen. Dafür sollten zunächst die Eltern z.B. an einem Elternabend mündlich über die Studie informiert und anschließend an alle Schulkinder der ersten Klassenstufe ein Schreiben mit genauen Informationen zur Studie verteilt werden. Die Eltern können mit ihren Kindern gemeinsam entscheiden, ob sie an der Studie teilnehmen möchten. Anschließend werden wir persönliche Termine außerhalb der Schulzeiten für die Testung im kbo-Kinderzentrum München vereinbaren. Die Testung umfasst Höruntersuchungen und verschiedene andere Tests zur Diagnostik der AVWS und dauert pro Kind insgesamt ca. 1,5 bis 2 Stunden.

Da wir dies bereits in der Vergangenheit mit der Grundschule am Canisiusplatz und der Grundschule an der Großhaderner Straße zusammenarbeiten haben und alle Seiten damit sehr zufrieden waren, würden wir die Testung auch diesmal gerne wieder an diesen Grundschulen durchführen. Außerdem befinden sich beide Grundschulen in unmittelbarer Nähe zum Kinderzentrum, sodass der zeitliche Aufwand für Eltern und Kinder so gering wie möglich wäre. Die jeweilige Schulleitung ist mit dem beschriebenen Vorgehen ebenfalls einverstanden.

Die Teilnahme an unserer Studie erfolgt selbstverständlich freiwillig und nur mit der Einverständniserklärung der Eltern. Die erhobenen Daten werden von uns vor der Analyse sorgfältig verschlüsselt und anonym ausgewertet. Anschließend stellen wir Ihnen die Studienergebnisse selbstverständlich zur Verfügung.

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

Für Fragen stehen wir Ihnen selbstverständlich immer gerne zur Verfügung.

Franziska Werner: werner.franziska@campus.lmu.de

Mit freundlichen Grüßen,

Dr. med. Andreas Nickisch
Leitung Bereich Hören-Sprache-Cochleaimplantate
Kbo-Kinderzentrum München
Kinderzentrum München

Franziska Werner
Medizinstudentin
LMU München

Anlagen:

- Elternbogen
- Anmeldung
- Studiendesign

2. Anhang: Antrag auf Genehmigung durch das Schulamt (2016)



kbo-Kinderzentrum München · Heiglhofstraße 63 · 81377 München

Frau
Schulrätin Alexandra Brumann
Schreiben an das Schulamt
Schwanthalerstraße 40
80336 München

Univ.-Prof. Dr. med. Volker Mall
Ärztlicher Direktor
Lehrstuhlinhaber für Sozialpädiatrie an der TU
Heiglhofstraße 63
81377 München
Tel | 089 71009-0
Fax | 089 71009-148
E-Mail | info@kinderzentrum-muenchen.de

Ansprechpartner/in	Telefon	E-Mail	Datum
Frau F. Werner	+49 (0) 176 41361951	werner.franziska@campus.lmu.de	Februar 2016

Antrag auf erneute Genehmigung einer Erhebung an normal entwickelten Erstklässlern

Sehr geehrte Frau Schulrätin Brumann,

im letzten Schuljahr genehmigten Sie uns bereits die Studie, die sich mit dem Thema der **Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung bei Erstklässlern** beschäftigt. Im kommenden Sommer möchten wir diese Studie gerne fortführen und bräuchten hierfür nochmals ihre Genehmigung.

Bei dieser neuen Studie zur Erfassung von Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) möchten wir eine Gruppe normal entwickelter, normal hörender Grundschul Kinder untersuchen. Anhand von verschiedenen Hörtests werden sie anschließend mit AVWS-Kindern verglichen. Die Normierung dieser unterschiedlichen Hörtests ist für uns von großem Interesse, da es momentan auf dem Gebiet der medizinischen Diagnostik von AVWS nur wenige, korrekt normierte Tests in deutscher Sprache gibt. Folglich ist diese Studie zur Verbesserung der Diagnostik von AVWS deutschlandweit von großer Relevanz, insbesondere auch dahingehend, für z.B. Kinder mit Lese-Rechtschreibstörungen eine optimierte Diagnostik anzubieten, da AVWS eine der Ursachen bzw. Mitursachen für Lese-Rechtschreibstörungen darstellt.

Es ist geplant 50-60 Grundschul Kinder der ersten Klassenstufe zu untersuchen. Dafür sollten zunächst die Eltern z.B. an einem Elternabend mündlich über die Studie informiert und anschließend an alle Schulkinder der ersten Klassenstufe ein Schreiben mit genauen Informationen zur Studie verteilt werden. Die Eltern können mit ihren Kindern gemeinsam entscheiden, ob sie an der Studie teilnehmen möchten. Anschließend werden wir persönliche Termine außerhalb der Schulzeiten für die Testung im kbo-Kinderzentrum München vereinbaren. Die Testung umfasst Höruntersuchungen und verschiedene andere Tests zur Diagnostik der AVWS und dauert pro Kind insgesamt ca. 1,5 bis 2 Stunden.

Da wir dies bereits in der Vergangenheit mit der Grundschule am Canisiusplatz und der Grundschule an der Großhaderner Straße zusammenarbeiten haben und alle Seiten damit sehr zufrieden waren, würden wir die

Testung auch diesmal gerne wieder an diesen Grundschulen durchführen. Außerdem befinden sich beide Grundschulen in unmittelbarer Nähe zum Kinderzentrum, sodass der zeitliche Aufwand für Eltern und Kinder so gering wie möglich wäre. Die jeweilige Schulleitung ist mit dem beschriebenen Vorgehen ebenfalls einverstanden.

Die Teilnahme an unserer Studie erfolgt selbstverständlich freiwillig und nur mit der Einverständniserklärung der Eltern. Die erhobenen Daten werden von uns vor der Analyse sorgfältig verschlüsselt und anonym ausgewertet. Anschließend stellen wir Ihnen die Studienergebnisse selbstverständlich zur Verfügung.

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

Für Fragen stehen wir Ihnen selbstverständlich immer gerne zur Verfügung.

Franziska Werner: werner.franziska@campus.lmu.de

Mit freundlichen Grüßen,

Dr. med. Andreas Nickisch
Leitung Bereich Hören-Sprache-Cochleaimplantate
Kbo-Kinderzentrum München
Kinderzentrum München

Franziska Werner
Medizinstudentin
LMU München

Anlagen:

- Elternbogen
- Anmeldung zur Studie
- Studiendesign

3. Anhang: Genehmigung durch das Schulamt (2015)



Staatliches Schulamt - Postfach - 80313 München

Dr. med. A. Nikisch
Kbo-Kinderzentrum München
Leitung Bereich Hören-Sprache-Cochleaimplantate
Heiglhofstraße 63
81377 München

Ihre Zeichen/
Ihre Nachricht vom
12.05.2015

Bitte bei Antwort angeben
Unsere Zeichen
SchR IV / dur

Tel. (089) 544135-23
Fax (089) 544135-67
Zimmer Nr. 529

München, 09.06.2015

Durchführung von Erhebungen (§ 20 GrSO)

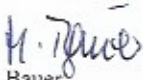
Schr geehrter Herr Dr. Nikisch,

Ihr Antrag auf Genehmigung einer Erhebung an normal entwickelten Erstklässlern in Zusammenarbeit mit der Grundschule an der Großhaderner Straße wird hiermit gemäß § 20 Grundschulordnung 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. Das Elternanschreiben sowie das Anmeldeblatt zur Studie dürfen nicht von den vorgelegten Mustern abweichen.
4. Die Erhebung ist außerhalb des Unterrichts durchzuführen.

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

Mit freundlichen Grüßen


H.-A. Bauer
Schulamtsdirektor

Abdruck an die Leitung der Grundschule an der Großhaderner Straße

Briefanschrift:
Staatliches Schulamt
Schwanthalerstr. 40
80330 München

Amtsgebäude:
Schwanthalerstraße 40
80336 München
MVG 112 Hauptbahnhof

Postverkehr:
Mo - Do: 09.00 - 17.00 Uhr
Fr: 08.00 - 15.00 Uhr
Fr: 08.00 - 12.00 Uhr

☎ Vermittlung:
(089) 544135-0
Telefax:
(089) 544135-67

E-Mail:
muenchen.flpost@schulamt.munich.de
Internet:
<http://www.schulamt-muenchen.munich.de>

4. Anhang: Genehmigung durch das Schulamt (2016)



Staatliches Schulamt - Postfach - 80313 München

Dr. med. A. Nickisch
Kbo-Kinderzentrum München
Leitung Bereich Hören-Sprache-Cochleaimplantate
Heiglhofstraße 63
81377 München

Ihre Zeichen / Ihre Nachricht
vom: 22.02.2016

Unser Zeichen / unsere Nachricht
vom: SchR III / dur

Telefon, Name:
+49 89 544135 - 43

Datum: 01.03.2016

Erneute Genehmigung einer Erhebung an normal entwickelten Erstklässlern

Sehr geehrter Herr Nickisch,

gemäß § 20 GrSO (Grundschulordnung) genehmigt das Staatliche Schulamt in der Landeshauptstadt München erneut die Durchführung der von Ihnen geplanten Erhebung. Ein erhebliches pädagogisch-wissenschaftliches Interesse an den Ergebnissen der Datenerhebung wird anerkannt.

Mit der Genehmigung ist die Erfüllung folgender Auflagen verbunden:

- Die Vorschriften des Bayerischen Datenschutzgesetzes, insbesondere die Regelungen zur Datensicherung, sind genauestens zu befolgen (Art. 15 BayDSG).
- Die Entscheidung über die Teilnahme der Schulen liegt beim Schulleiter.
- Die Mitwirkung aller Beteiligten ist freiwillig; sie werden darauf ausdrücklich hingewiesen.
- Die Erziehungsberechtigten sind über Inhalt und Zweck der Untersuchung und die Freiwilligkeit der Teilnahme zu informieren. Die Teilnahme setzt das schriftliche Einverständnis der Erziehungsberechtigten voraus.
- Die Anonymität der Betroffenen muss gewahrt bleiben; bei der Auswertung der Befragungsergebnisse dürfen keine Rückschlüsse auf einzelne Schüler, Schulen bzw. Lehrkräfte möglich sein.
- Die Befragung darf von dem uns als Muster vorgelegten Inhalten nicht wesentlich abweichen.
- Die Erhebung ist außerhalb des Unterrichts durchzuführen.

Die Leitungen der betreffenden Grundschulen erhalten einen Abdruck dieses Schreibens und werden gebeten, die Einhaltung der Auflagen ggf. zu überwachen.

Mit freundlichen Grüßen

F. Mitterer
Rektor

Kopie an:
GS Canisiusplatz
GS Großhaderner Straße

s:\sr\sr-03\texte-3\erhebungen\erhebungen 2016\nickisch_andreas_dr_zusage.docx

Briefanschrift:
Staatliches Schulamt
Schwanthalerstr. 40
80336 München

Amtsgebäude:
Schwanthalerstraße 40
80336 München
MVV-Hst: 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.flpost@schulamt.musin.de
Internet:
<http://www.schulamt-muenchen.musin.de>

5. Anhang: Elternbrief



An
Alle Eltern der 1. Klasse
Grundschule am Canisiusplatz

München, Juni 2015

Liebe Eltern,

vor ein paar Jahren durften wir bereits an der Grundschule am Canisiusplatz **Studien zur Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS)** durchführen und bitten Sie nun um Ihre Unterstützung.

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) gewannen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Eine AVWS liegt vor, wenn zwar das Hörorgan normal funktioniert, jedoch trotzdem Hörauffälligkeiten bestehen.

Die Medizin ist ständig bemüht, die Tests der Diagnostik einer AVWS zu verbessern. Deshalb haben wir bereits Studien mit Zweit-, Dritt- und Viertklässlern durchgeführt, aus denen wir sehr wertvolle Erkenntnisse gewinnen konnten, die deutschlandweit große Anerkennung fanden.

Nun möchten wir wieder eine ähnliche Studie durchführen, diesmal mit Kindern der **ersten Klassenstufe**. Gerade in dieser Zeit ist es sehr wichtig, dass Kinder mit einer AVWS früh erkannt werden, um im Schulalltag nicht benachteiligt zu sein.

Um eine aussagekräftige Gruppe normal entwickelter, normal hörender Kinder zu untersuchen, sind die Untersuchungsergebnisse von mind. 50 Kindern notwendig, sodass wir Ihnen sehr dankbar wären, wenn Sie und Ihr Kind bei unserer Studie mitmachen würden.

Die Durchführung der Testung wird im Kbo-Kinderzentrum München erfolgen. Dazu würden wir Sie und Ihr Kinder zu einem mit Ihnen persönlich vereinbarten Termin einladen. Die Testung dauert pro Kind 1,5 bis 2 Stunden und beinhaltet verschiedene Tests zur AVWS sowie Hörprüfungen. Die Aufgaben bestehen aus Richtungshören sowie Nachsprechen und Vergleichen von Wörtern und Silben. Damit Ihr Kind an der Studie teilnehmen kann, müssten folgende **Voraussetzungen** erfüllt sein: Deutsch sehr-gute bis befriedigende Leistungen, unauffällige Sprachentwicklung, keine Hörstörung, keine Lese- und Rechtschreibstörung, keine Aufmerksamkeitsstörung.

Die Teilnahme an unserer Studie erfolgt selbstverständlich freiwillig und nur mit Ihrer Einverständniserklärung. Die erhobenen Daten werden von uns sorgfältig verschlüsselt und anonym ausgewertet, sodass keine Rückschlüsse auf Sie oder Ihr Kind möglich sind. Wir dürfen somit auch keine Testergebnisse an die Schulleitung oder an das Lehrpersonal weitergeben. Falls wir bei der Testung Ihres Kindes Auffälligkeiten feststellen sollten, würden wir uns sofort persönlich mit Ihnen in Verbindung setzen.

Alle Kinder, die bisher an unseren Studien teilgenommen haben, hatten bei der Testung großen Spaß. Die Untersuchung erfolgt im Rahmen einer Doktorarbeit und wird leider nicht finanziell unterstützt durch Studiengelder o.Ä.. Als Aufwandsentschädigung erhält jedes teilnehmende Kind ein kleines Geschenk von uns.

Wenn Sie nun Interesse haben, unsere Studie zu unterstützen, geben Sie Ihrem Kind das beigegefügte Formular ausgefüllt wieder mit in die Schule. Die Formulare aller Teilnehmer werden dann vom Klassenleiter eingesammelt und über die Schulleitung zu uns weitergeleitet. Wir werden uns dann persönlich mit Ihnen in Verbindung setzen, um einen Termin zur Testung bei uns im Kinderzentrum zu vereinbaren. Wir freuen uns sehr über alle, die Teil unserer Studie werden wollen und sind optimistisch, auch diesmal mit Ihrer Hilfe gute und produktive Ergebnisse erzielen zu können.

Für Fragen stehen wir Ihnen selbstverständlich immer gerne zur Verfügung.

Franziska Werner: Werner.Franziska@campus.lmu.de

Mit freundlichen Grüßen,

Dr. med. Andreas Nickisch
Leitung Bereich Hören-Sprache-Cochleaimplantate
Kbo-Kinderzentrum München

Franziska Werner
Medizinstudentin
LMU München

6. Anmeldung zur Studie

München, Juni 2015

Anmeldung zur Studie „Normierung auditiver Tests“

Schön, dass Sie sich dazu entschieden haben Teil unserer Studie zu werden.

Um einen reibungslosen Ablauf der Testung im Kinderzentrum organisieren zu können, bitten wir Sie uns Tage zu nennen, an denen Sie generell Zeit hätten. Die Untersuchungen werden außerhalb der Schulzeiten stattfinden. Unter der Woche nachmittags ab ca. 17h, sowie am Wochenende samstags den ganzen Tag. Wir werden uns telefonisch mit Ihnen in Verbindung setzen und einen persönlichen Termin vereinbaren.

Alle von uns erhobenen Daten werden vor der Analyse sorgfältig verschlüsselt und anonym ausgewertet. Es erfolgt keine Weitergabe der Daten an Dritte (z.B. an Schule oder Lehrer). Ihr Anmeldung ist nicht verbindlich. Sie können jederzeit Ihre Zusage zurückziehen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung:
Franziska Werner: Werner.Franziska@campus.lmu.de

Mit freundlichen Grüßen,

Dr. med. Andreas Nickisch
Leitung Bereich Hören-Sprache-Cochleaimplantate
Kbo- Kinderzentrum München

Franziska Werner
Medizinstudentin
LMU München

bitte hier abtrennen 

ANMELDUNG zur Studie „Normierung auditiver Tests“

Hiermit melde ich meine Tochter / meinen Sohn (Vor- und Nachname) _____,
geb. _____._____._____, zur Zeit in der Schulklasse: 1 ____ zur Teilnahme an der o.g. Studie an.

Über meine Tochter / meinen Sohn:

- Muttersprache des Kindes: deutsch - andere: _____
- Aktuelle Deutscheistung (geschätzte Note): 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
- Wurde ein Schuljahr wiederholt? ja - nein
- Besteht eine Hörstörung? ja - nein
- Besteht eine Sprachstörung? ja - nein
- Bestehen Lese- und / oder Rechtschreibprobleme? ja - nein
- Besteht eine Aufmerksamkeitsstörung? ja - nein

Meine Kontaktdaten:

- Name: Frau / Herr _____
- Telefonnummer: _____
- Email Adresse: _____
- An folgenden Wochentagen hätten wir generell Zeit (Mehrfachnennung möglich):
 Montag - Dienstag - Mittwoch - Donnerstag - Freitag - Samstag

Unterschrift: _____

7. Anhang: Korrelationstabelle

KK = Korrelationskoeffizient; N = Fallzahl; * α -Niveau 0,05; ** α -Niveau 0,01

	Stoerg.	Bin. Sum.	Dichot.	HLAD Diff.	HLAD Id.	HLAD Ana.	PET LV	PET ZFG	Mott.	HSET IS	HSET SV	Patsy Th.	Patsy Gap.	Patsy Peg.	Patsy mon.	Patsy bin.
Stoerg.	KK 1,000 N 83	,252* 82	,249* 83	,273* 83	,217* 83	,311* 83	,202 83	,303** 83	,241* 82	,327** 81	,417** 81	-,444** 72	-,200 71	-,122 68	-,192 70	-,278* 72
Bin.	KK ,252* N 82	1,000 82	,230* 82	,335** 82	,251* 82	,256* 82	,269* 82	,247* 82	,360** 81	,397** 80	,240* 80	-,106 71	-,234 70	-,174 67	-,232 69	-,260* 71
Sum.	KK ,249* N 83	,230* 82	1,000 83	,346** 83	,506** 83	,569** 83	,545** 83	,637** 83	,611** 82	,675** 81	,561** 81	-,196 72	-,341** 71	,110 68	-,404** 70	-,234* 72
Dichot.	KK ,273* N 83	,335** 82	,346** 83	1,000 83	,741** 83	,712** 83	,527** 83	,630** 83	,664** 82	,596** 81	,501** 81	-,221 72	-,204 71	-,109 68	-,265* 70	-,405** 72
HLAD Diff.	KK ,217* N 83	,251* 82	,506** 83	,741** 83	1,000 83	,741** 83	,632** 83	,680** 83	,716** 82	,632** 81	,588** 81	-,281* 72	-,342** 71	-,208 68	-,307** 70	-,465** 72
HLAD Id.	KK ,311* N 83	,256* 82	,569** 83	,712** 83	,750** 83	1,000 83	,732** 83	,708** 83	,724** 82	,728** 81	,586** 81	-,261* 72	-,335** 71	-,083 68	-,352 70	-,449** 72
HLAD Ana.	KK ,202 N 83	,269* 82	,545** 83	,527** 83	,632** 83	,732** 83	1,000 83	,643** 83	,681** 82	,585** 81	,515** 81	-,331** 72	-,285* 71	-,084 68	-,280* 70	-,384** 72
PET LV	KK ,303** N 83	,247* 82	,637** 83	,632** 83	,708** 83	,708** 83	,643** 83	1,000 83	,770** 82	,766** 81	,691** 81	-,415** 72	-,394** 71	-,039 68	-,529** 70	-,353** 72
PET ZFG	KK ,241* N 82	,360** 81	,611** 82	,664** 82	,716** 82	,724** 82	,681** 82	,770** 82	1,000 82	,779** 80	,667** 80	-,333** 71	-,337** 70	-,096 67	-,359** 69	-,410** 71
Mott.	KK ,327** N 81	,397** 80	,675** 81	,596** 81	,632** 81	,728** 81	,585** 81	,766** 81	,779** 80	1,000 79	,735** 79	-,317** 71	-,279* 70	-,032 67	-,412** 69	-,423** 71
HSET IS	KK ,417** N 81	,240* 80	,561** 81	,501** 81	,588** 81	,586** 81	,515** 81	,691** 81	,735** 79	1,000 81	,508** 81	-,508** 70	-,410** 69	-,056 66	-,445** 68	-,385** 70
HSET SV	KK - N 81	-,106 71	-,196 72	-,221 72	-,281* 72	-,261* 72	- 72	-,415** 72	- 71	- 71	-,508** 70	1,000 72	,397** 69	,224 66	,568** 70	,345** 70
Patsy Th.	KK -,444** N 72	,71 72	,72 72	,72 72	,72 72	,72 72	,72 72	,72 72	,72 71	,72 71	,72 71	1,000 72	,397** 69	,224 66	,568** 70	,345** 70
Patsy Gap.	KK -,200 N 71	,70 70	,71 71	,71 71	,71 71	,71 71	,71 71	,71 71	,71 70	,71 69	,71 68	,71 67	1,000 71	,342** 68	,478** 68	,408** 70
Patsy Peg.	KK -,122 N 68	,67 68	,68 68	,68 68	,68 68	,68 68	,68 68	,68 68	,68 67	,68 66	,68 66	,68 66	,68 67	1,000 68	,220 65	,157 67
Patsy mon.	KK -,192 N 70	,65 69	,66 69	,66 69	,66 69	,66 69	,66 69	,66 69	,66 68	,66 67	,66 66	,66 67	,66 67	,66 65	1,000 70	,322** 68
Patsy bin.	KK -,278* N 72	,71 72	,72 72	,72 72	,72 72	,72 72	,72 72	,72 72	,72 71	,72 71	,72 71	,72 71	,72 70	,67 67	,322** 68	1,000 72

8. Anhang: Cut-Off-Werte

Stoerg				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
29,0000	1,000	1,000	,000	,000
37,5000	1,000	,976	,024	,024
47,5000	1,000	,951	,049	,049
52,5000	1,000	,927	,073	,073
57,5000	1,000	,902	,098	,098
62,5000	1,000	,829	,171	,171
67,5000	,976	,659	,341	,317
72,5000	,810	,561	,439	,249
77,5000	,738	,488	,512	,250
82,5000	,571	,293	,707	,278
86,0000	,405	,146	,854	,259
87,2500	,405	,122	,878	,283
88,7500	,405	,098	,902	,307
92,5000	,143	,024	,976	,119
97,5000	,024	,000	1,000	,024
101,0000	,000	,000	1,000	,000

Bin.Sum.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
59,0000	1,000	1,000	,000	,000
62,5000	1,000	,925	,075	,075
67,5000	1,000	,875	,125	,125
72,5000	1,000	,775	,225	,225
77,5000	,881	,675	,325	,206
82,5000	,762	,450	,550	,312
87,5000	,452	,200	,800	,252
92,5000	,286	,075	,925	,211
97,5000	,071	,025	,975	,046
101,0000	,000	,000	1,000	,000

Dichot.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
-1,0000	1,000	1,000	,000	,000
10,0000	1,000	,976	,024	,024
23,5000	1,000	,878	,122	,122
28,5000	1,000	,854	,146	,146
31,5000	1,000	,829	,171	,171
36,5000	1,000	,805	,195	,195
43,0000	1,000	,659	,341	,341
48,0000	1,000	,634	,366	,366
51,5000	,976	,585	,415	,391
56,5000	,976	,561	,439	,415
62,5000	,952	,415	,585	,537
65,5000	,952	,390	,610	,562
68,0000	,952	,366	,634	,586
75,0000	,833	,341	,659	,492
83,0000	,738	,195	,805	,543
88,0000	,738	,146	,854	,592
95,0000	,333	,122	,878	,211

101,000	,000	,000	1,000	,000
---------	------	------	-------	------

HLAD Diff.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
6,000	1,000	1,000	,000	,000
8,500	1,000	,976	,024	,024
10,500	1,000	,927	,073	,073
11,500	1,000	,902	,093	,093
12,500	1,000	,878	,122	,122
13,500	1,000	,683	,317	,317
14,500	1,000	,610	,390	,390
15,500	,976	,561	,439	,415
16,500	,952	,439	,561	,513
17,500	,905	,244	,756	,661
18,500	,881	,171	,829	,710
19,500	,762	,098	,902	,664
20,500	,619	,049	,951	,570
21,500	,548	,024	,976	,524
22,500	,381	,024	,976	,357
23,500	,238	,024	,976	,214
24,500	,024	,000	1,000	,024
26,000	,000	,000	1,000	,000

HLAD Id.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
-1,000	1,000	1,000	,000	,000
1,000	1,000	,976	,024	,024
2,500	1,000	,951	,049	,049
3,500	1,000	,878	,122	,122
4,500	1,000	,805	,195	,195
5,500	1,000	,683	,317	,317
7,000	1,000	,634	,366	,366
8,500	1,000	,585	,415	,415
9,500	1,000	,488	,512	,512
10,500	1,000	,390	,610	,610
11,500	,952	,390	,610	,562
12,500	,952	,317	,683	,635
13,500	,905	,293	,707	,612
14,500	,857	,171	,829	,686
15,500	,738	,098	,902	,640
16,500	,571	,098	,902	,473
17,500	,452	,073	,927	,379
18,500	,310	,024	,976	,286
19,500	,238	,000	1,000	,238
20,500	,119	,000	1,000	,119
21,500	,024	,000	1,000	,024
23,000	,000	,000	1,000	,000

HLAD Ana.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
-1,000	1,000	1,000	,000	,000
,500	1,000	,829	,171	,171
1,500	1,000	,756	,244	,244

HLAD Ana.				
2,5000	1,000	,683	,317	,317
3,5000	1,000	,585	,415	,415
4,5000	1,000	,463	,537	,537
5,5000	1,000	,366	,634	,634
6,5000	1,000	,268	,732	,732
7,5000	,857	,122	,878	,735
8,5000	,738	,098	,902	,640
9,5000	,643	,049	,951	,594
10,5000	,476	,024	,976	,452
11,5000	,167	,024	,976	,143
13,0000	,000	,000	1,000	,000

PET LV				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
3,0000	1,000	1,000	,000	,000
5,5000	1,000	,976	,024	,024
9,0000	1,000	,951	,049	,049
11,5000	1,000	,902	,098	,098
12,5000	1,000	,854	,146	,146
13,5000	1,000	,780	,220	,220
14,5000	1,000	,707	,293	,293
15,5000	1,000	,634	,366	,366
16,5000	1,000	,585	,415	,415
18,0000	1,000	,463	,537	,537
19,5000	,976	,439	,561	,537
20,5000	,952	,317	,683	,635
21,5000	,905	,317	,683	,588
22,5000	,881	,268	,732	,613
23,5000	,833	,220	,780	,613
24,5000	,714	,195	,805	,519
26,0000	,619	,146	,854	,473
27,5000	,524	,098	,902	,426
28,5000	,381	,049	,951	,332
29,5000	,286	,049	,951	,237
30,5000	,190	,000	1,000	,190
31,5000	,071	,000	1,000	,071
32,5000	,024	,000	1,000	,024
34,0000	,000	,000	1,000	,000

PET ZFG				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
9,0000	1,000	1,000	,000	,000
10,5000	1,000	,927	,073	,073
11,5000	1,000	,854	,146	,146
12,5000	1,000	,659	,341	,341
13,5000	1,000	,634	,366	,366
14,5000	1,000	,537	,463	,463
15,5000	1,000	,463	,537	,537
16,5000	1,000	,390	,610	,610
17,5000	,976	,268	,732	,708
18,5000	,952	,122	,878	,830
19,5000	,905	,073	,927	,832
20,5000	,833	,073	,927	,760

PET ZFG				
21,5000	,810	,073	,927	,737
22,5000	,762	,049	,951	,713
23,5000	,667	,000	1,000	,667
24,5000	,571	,000	1,000	,571
25,5000	,548	,000	1,000	,548
26,5000	,476	,000	1,000	,476
27,5000	,357	,000	1,000	,357
28,5000	,262	,000	1,000	,262
29,5000	,238	,000	1,000	,238
31,0000	,167	,000	1,000	,167
33,0000	,143	,000	1,000	,143
34,5000	,119	,000	1,000	,119
37,0000	,048	,000	1,000	,048
39,5000	,024	,000	1,000	,024
41,0000	,000	,000	1,000	,000

Mott.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
5,0000	1,000	1,000	,000	,000
6,5000	1,000	,875	,125	,125
7,5000	1,000	,825	175	,175
8,5000	1,000	,675	,325	,325
9,5000	1,000	,475	,525	,525
10,5000	1,000	,350	,650	,650
11,5000	,976	,250	,750	,726
12,5000	,929	,150	,850	,779
13,5000	,881	,125	,875	,756
14,5000	,810	,075	,925	,735
15,5000	,667	,075	,925	,592
16,5000	,524	,075	,925	,449
17,5000	,405	,000	1,000	,405
18,5000	,310	,000	1,000	,310
19,5000	,190	,000	1,000	,190
20,5000	,143	,000	1,000	,143
21,5000	,048	,000	1,000	,048
23,0000	,000	,000	1,000	,000

HSET IS				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
-1,0000	1,000	1,000	,000	,000
1,0000	1,000	,949	,051	,051
2,5000	1,000	,923	,077	,077
4,0000	1,000	,897	,103	,103
5,5000	1,000	,821	,179	,179
6,5000	1,000	,718	,282	,282
7,5000	1,000	,667	,333	,333
8,5000	1,000	,615	,385	,385
9,5000	1,000	,564	,436	,436
10,5000	1,000	,513	,487	,487
11,5000	1,000	,487	,513	,513
12,5000	1,000	,462	,538	,538
13,5000	1,000	,359	,641	,641
14,5000	1,000	,282	,718	,718

16,0000	1,000	,256	,744	,744
17,5000	1,000	,205	,795	,795
18,5000	1,000	,179	,821	,821
19,5000	,952	,103	,897	,849
20,5000	,833	,103	,897	,730
21,5000	,667	,026	,974	,641
22,5000	,476	,026	,974	,450
23,5000	,190	,026	,974	,164
25,0000	,000	,000	1,000	,000

HSET VS				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
4,0000	1,000	1,000	,000	,000
5,5000	1,000	,950	,050	,050
6,5000	1,000	,925	,075	,075
7,5000	1,000	,875	,125	,125
8,5000	1,000	,775	,225	,255
9,5000	1,000	,725	,275	,275
10,5000	1,000	,700	,300	,300
11,5000	1,000	,550	,450	,450
12,5000	,976	,375	,625	,601
13,5000	,951	,200	,800	,751
14,5000	,829	,150	,850	,679
15,5000	,537	,050	,950	,487
16,5000	,122	,025	,975	,097
18,0000	,000	,025	,975	-,025
20,0000	,000	,000	1,000	,000

PaTSy Th.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
-,7500	1,000	1,000	,000	,000
,3750	,971	1,000	,000	-,029
,7500	,971	,974	,026	-,003
3,5000	,941	,947	,053	-,006
7,5000	,912	,895	,105	,017
10,0000	,882	,868	,132	,014
11,5000	,853	,868	,132	-,015
13,5000	,853	,842	,158	,011
15,5000	,853	,816	,184	,037
17,5000	,853	,789	,211	,064
20,0000	,853	,763	,237	,090
23,0000	,853	,737	,263	,116
32,0000	,853	,711	,289	,142
42,0000	,853	,684	,316	,169
47,5000	,853	,632	,368	,221
51,5000	,824	,632	,368	,192
53,5000	,794	,605	,395	,189
56,5000	,765	,605	,395	,160
60,0000	,765	,579	,421	,186
62,0000	,765	,553	,447	,212
64,5000	,765	,526	,474	,239
67,0000	,735	,526	,474	,209
71,5000	,706	,526	,474	,180
75,5000	,676	,526	,474	,150

PaTSy Th.				
76,5000	,676	,500	,500	,176
78,0000	,676	,474	,526	,202
80,0000	,676	,447	,553	,229
81,5000	,676	,421	,579	,255
87,0000	,647	,421	,579	,226
92,5000	,647	,395	,605	,252
93,5000	,618	,368	,632	,250
95,0000	,618	,342	,658	,276
96,5000	,588	,342	,658	,246
99,0000	,588	,316	,684	,272
101,5000	,559	,316	,686	,243
104,0000	,559	,289	,711	,270
107,5000	,559	,237	,763	,322
110,0000	,559	,211	,789	,348
114,0000	,529	,211	,789	,318
118,0000	,500	,184	,816	,316
119,5000	,471	,184	,816	,287
120,5000	,441	,184	,816	,257
126,0000	,412	,132	,868	,280
133,0000	,412	,105	,895	,307
136,0000	,412	,079	,921	,333
140,0000	,382	,079	,921	,303
144,5000	,382	,053	,947	,329
150,5000	,324	,053	,947	,271
155,5000	,324	,026	,974	,298
157,0000	,294	,026	,974	,268
161,5000	,265	,026	,974	,239
174,0000	,206	,026	,974	,180
186,0000	,176	,026	,974	,150
194,0000	,147	,026	,974	,121
212,5000	,118	,026	,974	,092
227,5000	,088	,026	,974	,062
239,0000	,059	,026	,974	,033
252,5000	,059	,000	1,000	,059
258,0000	,029	,000	1,000	,029
261,0000	,000	,000	1,000	,000

PaTSy Gap.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
1,9900	1,000	1,000	,000	,000
2,9950	,824	1,000	,000	-,176
4,0000	,794	,459	,541	,335
5,5000	,706	,189	,811	,537
6,5000	,676	,162	,838	,514
8,5000	,676	,135	,865	,541
10,5000	,647	,108	,892	,539
12,0000	,618	,108	,892	,510
14,5000	,588	,108	,892	,480
18,0000	,588	,081	,919	,507
21,0000	,559	,081	,919	,478
25,5000	,529	,054	,946	,475
30,0000	,471	,054	,946	,417
33,0000	,441	,054	,946	,387

37,5000	,441	,027	,946	,414
45,0000	,412	,000	1,000	,412
55,0000	,382	,000	1,000	,382
61,0000	,353	,000	1,000	,353
64,5000	,324	,000	1,000	,324
68,5000	,265	,000	1,000	,265
72,0000	,235	,000	1,000	,235
74,5000	,176	,000	1,000	,176
76,0000	,118	,000	1,000	,118
78,5000	,088	,000	1,000	,088
82,5000	,059	,000	1,000	,059
161,0000	,029	,000	1,000	,029
238,0000	,000	,000	1,000	,000

PaTSy Peg.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
-,7500	1,000	1,000	,000	,000
,3750	,900	1,000	,000	-,100
,7500	,867	,947	,053	-,080
1,5000	,800	,868	,132	-,068
2,5000	,767	,658	,342	,106
3,5000	,633	,395	,605	,238
4,5000	,367	,211	,789	,156
5,5000	,333	,105	,895	,228
6,5000	,267	,053	,947	,214
7,5000	,167	,026	,974	,141
8,5000	,133	,026	,974	,107
9,5000	,033	,026	,974	,007
10,5000	,033	,000	1,000	,033
12,0000	,000	,000	1,000	,000

PaTSy mon.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
25,0000	1,000	1,000	,000	,000
38,5000	,938	,579	,421	,359
63,5000	,938	,553	,447	,385
87,5000	,906	,553	,447	,353
112,0000	,906	,526	,474	,380
162,5000	,875	,526	,474	,349
237,5000	,844	,500	,500	,344
287,5000	,844	,474	,526	,370
312,5000	,781	,447	,553	,334
337,5000	,781	,395	,605	,386
362,5000	,750	,395	,605	,355
387,5000	,750	,368	,632	,382
412,5000	,688	,368	,632	,320
437,5000	,656	,368	,632	,288
462,5000	,656	,342	,658	,314
487,5000	,625	,316	,684	,309
512,5000	,563	,289	,711	,274
550,0000	,563	,237	,763	,326
587,5000	,500	,237	,763	,263
622,5000	,438	,237	,763	,201
647,5000	,438	,211	,789	,227

662,5000	,375	,132	,868	,243
737,5000	,313	,079	,921	,234
812,5000	,281	,079	,921	,202
835,0000	,219	,079	,921	,140
860,0000	,188	,079	,921	,109
887,5000	,156	,079	,921	,077
925,0000	,125	,053	,947	,072
962,5000	,094	,053	,947	,041
1010,0000	,094	,026	,974	,068
1085,0000	,094	,000	1,000	,094
1135,0000	,063	,000	1,000	,063
1146,0000	,000	,000	1,000	,000

PaTSy bin.				
Cut-Off-Werte	Sensitivität	1 - Spezifität	Spezifität	Youden-Index
5,0000	1,000	1,000	,000	,000
13,5000	1,000	,816	,184	,184
25,9950	1,000	,789	,211	,211
30,9950	,971	,789	,211	,182
35,5000	,941	,789	,211	,152
41,0000	,941	,763	,237	,178
44,5000	,912	,763	,237	,149
48,0000	,912	,737	,263	,175
49,5000	,912	,711	,289	,201
50,5000	,912	,684	,316	,228
54,5000	,882	,658	,342	,224
59,0000	,853	,658	,342	,195
60,5000	,853	,632	,368	,221
61,5000	,794	,632	,368	,162
65,5000	,765	,553	,447	,212
69,5000	,765	,526	,474	,239
71,5000	,765	,500	,500	,265
80,5000	,735	,500	,500	,235
88,5000	,735	,447	,553	,288
90,5000	,735	,421	,579	,314
95,0000	,735	,395	,605	,340
98,5000	,735	,368	,632	,367
100,0000	,735	,316	,684	,419
102,5000	,706	,316	,684	,390
107,0000	,676	,289	,711	,387
110,5000	,676	,263	,737	,413
112,0000	,676	,237	,763	,439
118,0000	,676	,211	,789	,465
127,0000	,676	,184	,816	,492
133,0000	,647	,184	,816	,463
136,5000	,618	,184	,816	,434
139,5000	,588	,184	,816	,404
142,5000	,559	,184	,816	,375
147,5000	,529	,184	,816	,345
151,5000	,529	,158	,842	,371
156,5000	,529	,132	,868	,397
163,5000	,500	,132	,868	,368
172,5000	,471	,132	,868	,339
180,0000	,471	,105	,895	,366

PaTSy bin.				
185,5000	,441	,105	,895	,336
196,5000	,412	,105	,895	307
207,5000	,412	,079	,921	,333
217,0000	,382	,079	,921	,303
227,0000	,382	,053	,947	,329
251,5000	,353	,053	,947	,300
296,0000	,324	,053	,947	,271
324,5000	,324	,026	,974	,298
329,5000	,294	,026	,974	,268
341,0000	,265	,026	,974	,239
371,5000	,235	,026	,974	,209
416,0000	,235	,000	1,000	,235
449,5000	,206	,000	1,000	,206
514,5000	,176	,000	1,000	,176
606,5000	,118	,000	1,000	,118
647,0000	,088	,000	1,000	,088
654,5000	,059	,000	1,000	,059
720,5000	,029	,000	1,000	,029
784,0000	,000	,000	1,000	,000

Veröffentlichungen

1. Veröffentlichung: erster Artikel in einer Fachzeitschrift

Autoren: Kiese-Himmel, C.; Nickisch, A.; Werner, F.

Titel: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung: Ist die Diagnose schon bei Erstklässlern möglich?

Fachzeitschrift: Laryngo-Rhino-Otologie 2018; 97(01): 37-43

DOI: 10.1055/s-0043-120580

englischer Titel: Auditory Processing Disorder: Is The Diagnosis Already Possible In First Graders?

2. Veröffentlichung: zweiter Artikel in einer Fachzeitschrift

Autoren: Nickisch, A.; Werner, F.; Kiese-Himmel, C.

Titel: Diagnostik von AVWS bei Erstklässlern: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern?

Fachzeitschrift: Laryngo-Rhino-Otologie 2018; 97(09): 624-629

DOI: 10.1055/s-0044-101836

englischer Titel: APD in First Graders. Which tests discriminate between normal and impaired children?

3. Veröffentlichung: erste Posterpräsentation

Autoren: Nickisch, A.; Werner, F.; Kiese-Himmel, C.

Titel: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) - Diagnose auch schon bei Erstklässlern möglich?

Ort: 34. wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP, 3. Dreiländertagung D-A-CH, 14.-17.09.2017 Inselspital Bern, Schweiz

4. Veröffentlichung: zweite Posterpräsentation mit Posterpreis

Autoren: Werner, F.; Kiese-Himmel, C.; Nickisch, A.

Titel: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) bei Erstklässlern: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern?

Ort: 34. wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP, 3. Dreiländertagung D-A-CH, 14.-17.09.2017 Inselspital Bern, Schweiz

Auszeichnung: Rehder-Posterpreis

Danksagung

Besonders bedanken möchte ich mich bei Prof. Dr. med. Volker Mall, ärztlicher Direktor des kbo-Kinderzentrums München und Inhaber des Lehrstuhls für Sozialpädiatrie der Technischen Universität München (TUM) und bei Dr. med. Andreas Nickisch, ärztlicher Leiter der Abteilung Hören-Sprache-Cochleaimplantate mit CI-Zentrum für Kinder des kbo-Kinderzentrums München für die Überlassung des Themas der vorliegenden Dissertation. Vielen Dank für Ihre Anregungen und Hinweisen, Ihre Geduld bei Fragen, die prompte Beantwortung aller E-Mails und für die Bereitschaft von regelmäßigen Treffen. All dies hat meine Arbeit maßgeblich vorangebracht.

Ich möchte mich auch bei Alexandra Weber, der besten Audiologieassistentin des kbo-Kinderzentrums München recht herzlich für die viele Zeit der Einarbeitung und für die Unterstützung bei Fragen und Problemen bedanken.

Vielen Dank an meine Familie die mich während meines Studiums und der gesamten Zeit der Promotion intensiv unterstützt hat. Danke auch an Clara, Fabiana und Ann-Kristin die sich mit mir in den letzten Monaten und Jahren durch Formulierungen, Kommata und Layout gewunden haben. Ohne Euch wäre diese Arbeit nicht fertig geworden!

Ganz besonderer Dank gilt natürlich allen Erstklässlern und ihren Eltern, die bei der Studie mitgemacht haben.