

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für
Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie,
der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
(Direktor: Prof. Dr. med. habil. Stefan Plontke)

**Stellenwert der phonologischen Bewusstheit im Rahmen der Diagnostik
der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt

der medizinischen Fakultät

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Stefan Leopold

geboren am 22.11.1976 in Halberstadt

Betreuerin: Frau apl. Prof. Dr. med. habil. Sylva Bartel

Gutachter: Herr Prof. Dr. med. Michael Fuchs, Leipzig

Herr Prof. Dr. med. Rainer Müller, Dresden

12.12.2017

27.09.2018

Referat

In der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde Halle-Wittenberg erfolgt die Untersuchung bei V.a. auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) entsprechend den Empfehlungen der Leitlinien AVWS der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie mit psychometrischen, psychoakustischen, audiometrischen Tests sowie dem BAKO-1-4-Test zur Prüfung der phonologischen Bewusstheit. Das Ergebnis des letzteren fließt nicht in die Diagnosestellung AVWS ein. Anhand der retrospektiven Auswertung von 120 im Zeitraum von 2012 bis 2015 untersuchten Kindern sollen in dieser Arbeit die Zusammenhänge zwischen der AVWS und der phonologischen Bewusstheit untersucht und geklärt werden, ob die Erfassung der phonologischen Bewusstheit mit Hilfe des BAKO 1-4 zur Diagnostik der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung geeignet ist, bzw. welche Konsequenzen sich aus der Durchführung des Tests ergeben. Zusätzlich soll die Korrelation zwischen sprachlich-auditiven Kurzzeitgedächtnisleistungen und AVWS-Tests geprüft werden.

Im Ergebnis wurde festgestellt, dass mehr Kinder eine Einschränkung der phonologischen Bewusstheit aufwiesen als eine AVWS (87 vs. 72 Kinder). Es konnte kein Zusammenhang zwischen AVWS und phonologischer Bewusstheit gesehen werden. Die Ergebnisse der eigenen Analysen sprechen dafür, dass es sinnvoll ist, die phonologische Bewusstheit, auch im Sinne einer modalitätsübergreifenden Therapie, separat zu beschreiben. Zudem kann eine vereinfachte Testkombination im Sinne einer optimierten AVWS-Diagnostik nicht abgeleitet werden, es ist eine umfassende Testbatterie notwendig.

Die Korrelationsanalysen und Überprüfung der Übereinstimmungen zwischen sprachlich-auditiven Kurzzeitgedächtnisleistungen mit AVWS-Tests bestätigen bei vorsichtiger Interpretation die Ergebnisse anderer Arbeitsgruppen, dass übergeordnete Top-Down-Prozesse im Sinne von Kurzzeitgedächtnis-, Aufmerksamkeitsleistungen und kognitiven Funktionen die auditiven Teilleistungen beeinflussen.

Leopold, Stefan: Stellenwert der phonologischen Bewusstheit im Rahmen der Diagnostik der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung, Halle (Saale), Univ., Med. Fak., Diss., 67 Seiten, 2017

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Periphere Hörbahn	2
1.2 Zentrales Hörsystem	3
1.3 Grundlagen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung	4
1.4 Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung	4
1.4.1 Definition der DGPP	4
1.4.2 Leitdefizite	5
1.4.3 Diagnosestellung AVWS	6
1.4.4 Klassifikation der AVWS	6
1.4.5 Diagnostik	6
1.4.6 Differentialdiagnosen	7
1.5 Phonologische Verarbeitung, phonologische Bewusstheit	8
1.6 Auditiv-kinästhetische Wahrnehmungstrennschärfe, Phonemdiskrimination	9
1.7 Zusammenhang zwischen AVWS und Lese-Rechtschreiberwerb	9
2 Zielstellung	11
3 Material und Methoden	12
3.1 Patientendaten	12
3.2 Ausschlusskriterien	12
3.3 Untersuchungsverfahren	12
3.3.1 Anamnese	13
3.3.2 HNO-Status	14
3.3.3 Audiologische Diagnostik	14
3.3.4 Logopädische Diagnostik	16
3.3.5 Testung der kognitiven Leistungsfähigkeit	16
3.3.6 Komplettierung der Diagnostik bei V.a. AVWS	16
3.3.7 Phonologische Bewusstheit	18
3.3.8 Audiometrische Verfahren	19
3.3.9 Sonstige Untersuchungen	22

3.4	Statistische Methoden	23
3.4.1	Analysepopulation	23
3.4.2	Deskriptive Statistik	23
3.4.3	Univariate Analysen	23
3.4.4	Software und statistische Analysen	24
4	Ergebnisse	25
4.1	Häufigkeitsverteilung	25
4.2	Deskriptive Statistik der Variablen	26
4.3	Analysen	31
4.3.1	Diagnosestellung Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung	31
4.3.2	Diagnosestellung AVWS unter Einbeziehung der phonologischen Bewusstheit	31
4.3.3	Übereinstimmungen der Testergebnisse und Cohen's Kappa κ	34
4.3.4	Zusammenhang der Testergebnisse– Korrelationsanalysen	39
4.3.5	Mittelwertunterschied – t-Test	44
5	Diskussion	47
5.1	Patienten	47
5.2	Alters- und Geschlechtsverteilung	48
5.3	Diagnostik	48
5.4	Ergebnisse	49
5.4.1	Erstellung einer deskriptiven Statistik der Daten	49
5.4.2	Bestehen signifikante Übereinstimmungen bzw. Korrelationen zwischen den einzelnen Tests und Untertests zur Erfassung einer AVWS und einer Einschränkung der phonologischen Bewusstheit	50
5.4.3	Ist die Erfassung der phonologischen Bewusstheit mit Hilfe des BAKO 1-4 zur Diagnostik der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung geeignet. Wenn nicht, welche Konsequenzen können sich aus der Durchführung des Tests bei Kindern ergeben, die sich mit der Verdachtsdiagnose AVWS vorstellen	55
5.4.4	Korrelieren sprachlich-auditive Kurzzeitgedächtnisleistungen mit AVWS-Tests	56
6	Zusammenfassung	58

Literaturverzeichnis	60
Thesen	67
Eidesstattliche Erklärung	
Erklärung über frühere Promotionsversuche	
Erklärung zum Wahrheitsgehalt der Angaben	
Lebenslauf	
Danksagung	

Abkürzungsverzeichnis

AAA	American Academy of Audiology
ADHD	Attention Deficity Hyperactivity Disorder
AG	Arbeitsgemeinschaft
(c)APD	(central) Auditory processing disorder
ASHA	American Speech-Language-Hearing Association
AVWS	Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung
BAKO 1-4	Test Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen
BERA	Brainstem evoked response audiometry
BSA	British Society of Audiology
CERA	Cortical evoked response audiometry
DGPP	Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e.V.
Dichot	Dichotisches Wortpaarverstehen
DPOAE	Distorsiv produzierte otoakustische Emissionen
EEG	Elektroenzephalographie
HMS	Hörmerkspanne
HNO	Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
HSET	Heidelberger Sprachentwicklungstests
H-LAD	Heidelberger Lautdifferenzierungstest
H-LAD aud	Untertest auditive Phonemdifferenzierung
H-LAD ka	Untertest Lautanalyse
H-LAD kin	Untertest Phonemidentifikation
IQ	Intelligenzquotient

IS	Imitation von Satzstrukturen, Untertest des HSET
KZG	Kurzzeitgedächtnis
LK	Lautkategorisierung
LRS	Lese-Rechtschreibstörung
MAUS	Münchener auditiver Screeningtest für Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen
Max	Maximum
Mean	Mittelwert
Min	Minimum
MVPT	Motor-Free Visual Perception Test
MW	Mittelwert
N	Anzahl (unter Einbeziehung aller Kinder)
n	Anzahl
N.	Nervus
N (miss.)	Anzahl fehlender Werte
PET	Psycholinguistischer Entwicklungstest
PR	Prozentränge
PV	Phonemvertauschung
PWS	Pseudowortsegmentierung
P25	25%-Quantil (unterhalb dessen befinden sich 25% aller Fälle)
P75	75%-Quantil (unterhalb dessen befinden sich 75% aller Fälle)
RWB	Restwortbestimmung
SD	Standardabweichung
TEOAE	Transitorisch evozierte otoakustische Emissionen

TROG-D	Test zur Überprüfung des Grammatikverständnisses
V.a.	Verdacht auf
VE	Vokalersetzung
VLB	Vokallängenbestimmung
WU	Wortumkehr
ZFG	Zahlenfolgedächtnis (Untertest des PET)
ZKS	Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache

1 Einleitung

Zu den Aufgaben der Fachdisziplin Phoniatrie und Pädaudiologie gehört die Abklärung bei Verdacht auf auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung. Dies betrifft in diesem Fall Kinder, bei denen trotz unauffälligem peripherem Hörvermögen Probleme mit dem Verstehen von Gehörtem bestehen. Nach Ptok et al. (2016) weisen immerhin 0,5 bis 1% aller Kinder eine solche Einschränkung auf, wobei Hess bereits 2001 eine stetige Zunahme dieser Anzahl beschrieb (Hess, 2001). Die Eltern geben an, dass die Kinder nicht richtig zuhören können, sich mündlich gestellte komplexe Aufgabenstellungen nicht merken, Laute verwechseln und Buchstaben im Diktat verdrehen, akustische Informationen bei Nebengeräuschen und Lärm nicht verstehen (Nickisch, 2007; Nickisch et al., 2007; Nickisch et al., 2015).

Es existieren zahlreiche Untersuchungen, die verschiedene Testverfahren und Testbatterien für die Diagnostik einer AVWS berücksichtigt haben (Musiek, 1999; Nickisch et al., 2005; Wohlleben et al., 2007; Kiese-Himmel, 2008; Preclik et al., 2008; Nickisch und Kiese-Himmel, 2009; Nickisch et al., 2013; Eißfeller, 2016). Auch die DGPP macht in den Leitlinien 2011 und 2016 Vorschläge für eine Testkombination zur Diagnostik einer AVWS (Gross et al., 2010; Ptok et al., 2010; Nickisch et al., 2015). Diese Testkombination enthält auch Testverfahren zur Lautanalyse und zur phonologischen Bewusstheit, welche als wesentliche Vorläuferfunktionen für den Lese- und Schriftspracherwerb angesehen werden. Ob und inwieweit diese phonologische Bewusstheit eine Rolle bei der Diagnosestellung einer AVWS spielt, wird diskutiert (Nickisch und Kiese-Himmel, 2017, persönliche Mitteilung), ist aber bislang nicht spezifiziert oder bewertet. Auch ein „Goldstandard“ bezüglich der Tests ist bisher nicht etabliert.

Bisherige Untersuchungen konnten nachweisen, dass die phonologische Bewusstheit eine wesentliche Rolle bei den Wortanalyse- bzw. Dekodierungsfähigkeiten spielt und dass Kinder mit einer Lese-Rechtschreibstörung im Vergleich zu Gleichaltrigen ohne Lese-Rechtschreibstörung eine deutlich schlechtere phonologische Bewusstheit haben (Klicpera und Gasteiger-Klicpera, 1994; Ptok, 2007a). Nicht selten und zunehmend werden in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten, Kopf- und Halschirurgie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg neben Kindern mit Spracherwerbs- oder Aufmerksamkeitsstörungen daher Kinder mit einem Hinweis auf einen erschwerten Erwerb schulischer Fertigkeiten hinsichtlich Lesen und Schreiben vorgestellt, mit der Frage, ob ursächlich oder komorbid eine AVWS vorliegt.

Brosch et. al. (2010) sahen einen signifikanten, aber eher geringen Zusammenhang ihrer AVWS-Testinventare zwischen sprachfreien/sprachgebundenen Hörtests und Tests zur phonologischen Bewusstheit (H-LAD und BAKO 1-4), wiesen aber auf die heterogene Datenlage dazu hin.

Die vorliegende Arbeit geht der Frage nach, welche Untersuchungen der Hallenser Testbatterie – basierend auf interdisziplinären audiologischen, sprachlichen und psychologischen Verfahren – rückblickend die Diagnose einer AVWS wesentlich unterstützen, wie sie untereinander korrelieren und insbesondere welche Zusammenhänge zur phonologischen Bewusstheit bestehen.

1.1 Periphere Hörbahn

In der Literatur werden ein peripheres und ein zentrales Hörsystem unterschieden (Ptok et al., 2010).

Äußeres Ohr

Das Schallsignal wird über die Ohrmuschel und den Gehörgang auf das Trommelfell geleitet. Am Trommelfell als Grenze zum Mittelohr wird der Luftschall in Körperschall umgewandelt (Kwok, 2001).

Mittelohr

Der Schall wird jetzt über die Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel am ovalen Fenster zum Innenohr weitergeleitet. Das Mittelohr dient der Anpassung der Impedanz. Dies geschieht über die Hebelwirkung der Gehörknöchelchen, zudem hat die Stapesfußplatte eine Fläche von $1/20$. des Trommelfells und ist somit deutlich kleiner. Dies ist notwendig, da der Widerstand für mechanische Wellen in Luft niedriger ist als der in Flüssigkeiten. Andernfalls würde der größte Teil der Schallenergie beim Auftreffen auf die flüssigkeitsgefüllten Innenohrstrukturen reflektiert werden (Lindenberger et al., 2001).

Innenohr

Die Schallenergie wird im knöchernen Labyrinth, der Cochlea, nochmals verstärkt. Beim Auftreffen der mechanischen Impulse am ovalen Fenster kommt es zu einem Druckunterschied zwischen den Gängen des häutigen Labyrinths in der Cochlea, der Scala vestibuli, dem Ductus cochlearis und der Scala tympani. Der Ductus cochlearis wird von der Basilarmembran, auf dem sich das Corti-Organ befindet, und der Reissnermembran begrenzt. Frequenzspezifisch wird entsprechend der Wanderwellentheorie die Membrana tectoria im Ductus cochlearis ausgelenkt, bei hohen Frequenzen näher der Basis der Cochlea, bei niedrigen Frequenzen näher der Spitze (Helicotrema). Es kommt zu einer Aktivierung der Sinneszellen des Corti-Organ, den äußeren und inneren Haarzellen. Bei Auslenkung der Basilarmembran kommt es zu einer Scherbewegung zwischen Tektorialmembran und Cortiorgan. Das führt zu einer aktiven Kontraktion der äußeren Haarzellen. Die Erregung der inneren Haarzellen erfolgt über die Endolymphströmung im Subtektorialraum (passive Wanderwelle) sowie aktiv verstärkt durch die äußeren Haarzellen als mechanischen Verstärkungsfaktor. Es findet eine mechanoelektrische Transduktion in bioelektrische Potentiale statt (Lindenberger und Strutz, 2001).

1.2 Zentrales Hörsystem

Die Innervation der inneren Haarzellen erfolgt über afferente Neuronen. Das einzelne Neuron gliedert sich in eine bipolare Ganglienzelle, die im Ganglion spirale angeordnet ist. Das periphere Axon terminiert an den inneren Haarzellen, das zentrale am Cochleariskern. Die zentralen Fasern bilden den N. cochlearis. Die Innervation der äußeren Haarzellen erfolgt vorwiegend efferent. Das efferente System hat seinen Ursprung im medialen Trapezkörperkern (medianes System, welches zur Gegenseite kreuzt), bzw. im oberen Olivenkomplex (laterales System). Das laterale System verläuft im N. vestibularis.

Die aufsteigende Hörbahn beginnt mit den afferenten Fasern des N. cochlearis. Diese afferenten Fasern enden vorwiegend im ventralen Teilkern des Nucleus cochlearis. Die Neuronen projizieren gekreuzt und ungekreuzt zum oberen Olivenkomplex. Die Fasern des hinteren Anteils des Nucleus cochlearis projizieren zum Lemniscus lateralis und Colliculus inferior der Gegenseite. Die Neuronen des Colliculus inferior leiten die Nervenimpulse zum Corpus geniculatum mediale im Thalamus und von dort aus zum primären auditorischen Kortex im Temporallappen weiter.

Die Nervenfasern der absteigenden Hörbahn verlaufen parallel zu denen der aufsteigenden. Die afferenten und efferenten Bahnen bilden Regelkreise, so werden die Aktivität und damit die verstärkende Funktion der äußeren Haarzellen beeinflusst (Lindenberger und Strutz, 2001).

Eine Hörstörung kann alle Teilfunktionen einzeln oder in Kombination betreffen. In der aktuellen Leitlinie AVWS der DGPP (Nickisch et al., 2015) wird unterschieden in Schalleitungsschwerhörigkeit, Schallempfindungsschwerhörigkeit und Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung.

1.3 Grundlagen der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung

Im Konsensus-Statement der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (Nickisch et al., 2007) wird der Begriff Verarbeitung als neuronale Weiterleitung sowie Vorverarbeitung (unbewusste Verarbeitung) und Filterung von auditiven Signalen definiert. Diese finden im Bereich der Hörbahn auf den Ebenen Hörnerv, Hirnstamm und Kortex statt.

Der Begriff Wahrnehmung wird definiert als bewusste Analyse auditiver Informationen im Bereich der Hörbahn hin zu höheren Zentren. Diese kommt durch die Verwertung akustischer Signale, sogenannten „bottom-up“-Prozessen zustande und wird durch die Vigilanz, Aufmerksamkeit und Gedächtnisleistung („top-down“-Prozesse) beeinflusst.

1.4 Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung

1.4.1 Definition der DGPP

Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen sind Störungen zentraler Prozesse des Hörens bei normalem Tonaudiogramm. Zitat: „Zentrale Prozesse des Hörens ermöglichen u.a. die vorbewusste und bewusste Analyse, Differenzierung und Identifikation von Zeit-, Frequenz- und Intensitätsveränderungen akustischer oder auditiv-sprachlicher Signale sowie Prozesse der binauralen Interaktion (z.B. zur Geräuschlokalisierung, Lateralisation, Störgeräuschbefreiung und Summation) und der dichotischen Verarbeitung.“ (Nickisch et al., 2015).

Die Definitionen der (central) Auditory Processing Disorders der American Speech-Language-Hearing Association (2005) und der British Society of Audiology (2011) legen Störungen der Informationsverarbeitung der Hörbahn im Sinne defizitärer Bottom-up-Prozesse zugrunde, das heißt, es wird eine Reduktion auf rein audiologische und sprachauditive Defizite empfohlen.

Die auditive Aufmerksamkeit, das auditive Gedächtnis, die phonologische Bewusstheit, die auditive Synthese und das Verstehen sowie das Interpretieren auditiver Informationen als Bestandteil der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung werden explizit ausgeschlossen (Ptok et al., 2016). In der deutschsprachigen Definition der DGPP wird davon ausgegangen, dass neben der Einschränkung der Verarbeitung und Wahrnehmung von nicht-sprachlichen auch die Einschränkung höherer kognitiver und/oder sprachgebundener Leistungen Bestandteile der Verarbeitung und Wahrnehmung sind (Nickisch et al. 2007; Ptok et al., 2010). Daher empfiehlt die DGPP eine ganzheitliche Betrachtung (Böhme, 2008).

1.4.2 Leitdefizite

Tabelle 1: Darstellung der Leitdefizite der AVWS, aus Böhme, 2008.

<i>Verarbeitung:</i>	
Auditive Lokalisation	Erkennen der Richtung der Schallquelle
Auditive Selektion	Herausfiltern informationsrelevanter Schallereignisse aus Störlärm
Binaurale Summation	Verschmelzung bds. unterschiedlicher Frequenzspektren eines Wortes
Auditive Separation	Auswerten auf jedem Ohr gleichzeitig einlaufender, aber unterschiedlicher Informationen (dichotisches Hören)
Sprachgebundene Zeitauflösung	Sprachverstehen bei erhöhtem Sprechtempo
Hördynamik	Spanne vom leisest hörbaren zum lautesten Schallereignis
Psychoakustische Zeitverarbeitung	Erkennen und differenzieren kürzester nonverbaler auditiver Ereignisse
Auditive Differenzierung	Hörereignisse auf Geräusch-, Klang- und Phonemebene unterscheiden
<i>Wahrnehmung:</i>	
Auditive Identifikation	Hörereignisse auf Geräusch-, Klang- und Phonemebene erkennen
Auditive Analyse	Heraushören von Einzelementen auf Silben-, Wort-, Satz-, Textebene
Auditive Synthese	Verknüpfen von Einzellauten zu Wörtern
Auditive Ergänzung	Vervollständigen fragmentierter auditiver zu sinnvollen Informationen
Auditive Aufmerksamkeit	Aufmerksamkeitslenkung auf Schallereignisse über längeren Zeitraum
Auditive Kurzzeitspeicherung	Merkfähigkeit, z.B. für Geräusche und Wörter
Auditive Sequenzierung	Speichern in konkreter Reihenfolge

1.4.3 Diagnosestellung AVWS

In den Leitlinien wird empfohlen, drei Formen der AVWS zu unterscheiden (Nickisch et al., 2015).

„AVWS mit Schwerpunkt defizitäre auditive Verarbeitung“ weisen Defizite in der sprachfreien basalen auditiven Verarbeitung und/ oder in schwierigen auditiven Situationen (z.B. bei Hören im Störgeräusch, bei mehreren Gesprächspartnern, bei schneller oder undeutlicher Sprechweise, bei dichotisch angebotener Sprache) auf.

„AVWS mit Schwerpunkt defizitäre auditiv-sprachliche Verarbeitung“ wird definiert durch Störungen der Phonemdifferenzierung, der Phonemidentifikation, -analyse, -synthese und/oder des auditiven Kurzzeitgedächtnisses, ohne dass eine Störung der basalen auditiven Verarbeitung nachweisbar ist.

„AVWS mit defizitärer auditiver und auditiv-sprachlicher Verarbeitung“ bedeutet die Kombination.

1.4.4 Klassifikation der AVWS

Entsprechend der Empfehlung der DGPP wird die Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung in spezifische und unspezifische AVWS unterteilt. Unter spezifischer AVWS wird die isolierte Störung verstanden, die unspezifischen Störungen treten in Zusammenhang mit anderen Teilleistungseinschränkungen wie Sprachentwicklungs-, Lese-Rechtschreibstörungen, Aufmerksamkeitsdefizit mit oder ohne Hyperaktivität auf.

1.4.5 Diagnostik

Im Rahmen der Diagnostik ist eine ausführliche Anamnese notwendig. Eine periphere Hörstörung ist mit Hilfe eines Ton- und Sprachaudiogramms und Distorsionsprodukten auszuschließen. Ebenfalls wird die Hirnstammaudiometrie zum Ausschluss einer auditorischen Neuropathie dringend empfohlen (Ptok, 2007b). Eventuelle periphere Hörstörungen sollen vor der weiteren Diagnostik und Therapie behandelt worden sein.

Ein Sprachtest ist notwendig, um die Testauswahl und die Interpretation der Ergebnisse ggf. auf die Sprachkompetenz des Kindes abzustimmen und um ein sicheres Aufgabenverständnis

zu gewährleisten. Zudem ist die Beurteilung der Sprachkompetenz auch für eine therapeutische Indikation entscheidend (Musiek et al., 2010; Nickisch et al., 2015).

Entsprechend der Empfehlungen der Leitlinie sollen zur Diagnostik Tests zur auditiven Diskrimination, Tests zur auditiven zeitlichen Verarbeitung, dichotische Sprachaudiometrietests, Sprachaudiometrietests mit verminderter Redundanz, veränderter Sprache bzw. beeinträchtigter Sprachqualität, binaurale Interaktionstests, Phonemdifferenzierungstests, Phonemidentifizierungstests, Tests zum auditiven Kurzzeitgedächtnis, zur phonologischen Bewusstheit und Tests zum Sprachverständnis zur Anwendung kommen.

Bisher konnte kein einheitlich anerkanntes Vorgehen zur Diagnostik der AVWS entwickelt werden. Es wird empfohlen, jeweils eine individuell auf das jeweilige Kind abgestimmte Testbatterie zu nutzen (Bellis, 2004; American Speech-Language-Hearing Association, 2005). Nach internationalem Verständnis ist angeraten, vorwiegend subjektive audiologische Verfahren zu verwenden (Jeger und Musiek, 2000). Keine Einigkeit herrscht über den Umfang der Testungen. Es sollten sprachgebundene und sprachfreie audiologische Verfahren genutzt werden (American Speech-Language-Hearing Association, 2005; British Society of Audiology, 2011). Ebenfalls soll die Aufmerksamkeit des Patienten beobachtet und beurteilt werden, um „top-down“-Überlagerungen zu erkennen und gering zu halten (British Society of Audiology, 2011).

Die Testergebnisse sollen interpretiert werden anhand einer ermittelten Altersnorm. Allerdings sind diese Werte nicht einheitlich festgelegt (Mottier, 1951; Berger et al., 1998; Dockter et al., 2004; Wohlleben et al., 2007; Kiese-Himmel und Nickisch, 2014).

1.4.6 Differentialdiagnosen

Differentialdiagnostisch sollten unter Anderem eine ausgeprägte rezep tive Sprachstörung, Aufmerksamkeitsstörung, kognitive Einschränkungen und Autismus abgeklärt werden. Wenn die gestörte Wahrnehmung akustischer Signale eher durch diese Störungsbilder verursacht wird, sollte keine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung diagnostiziert und die tatsächlichen Schwerpunkte therapiert werden (Chermak et al., 1999; Kiese-Himmel und Nickisch, 2014; Nickisch et al., 2015).

1.5 Phonologische Verarbeitung, phonologische Bewusstheit

Die phonologische Verarbeitung bedeutet die Verarbeitung von Informationen im Sinne akustischer Signale mit sprachlichem Inhalt (Ptok et al., 2007). Dies ist Voraussetzung für den regelrechten Spracherwerb und den Erwerb schriftsprachlicher Kompetenzen. Sie wird als Vorläuferfertigkeit für den Lese-Rechtschreib-Erwerb gesehen (Ptok et al., 2008).

Dazu beschäftigt sich die Forschung mit drei Komponenten:

1. Phonologische Bewusstheit bedeutet den bewussten Umgang mit Sprachlauteinheiten wie Einzellaute, Silben, Wörtern, Reimen. Unabhängig vom Inhalt soll gesprochene Sprache formal-lautlich bearbeitet werden können. Sätze und Wörter können in kleinere Einheiten wie Silben und einzelne Buchstaben zerlegt werden (phonologische Bewusstheit im weiteren Sinne). Mit zunehmendem Alter können kleinere Einheiten bearbeitet werden, z.B. die einzelnen Sprachlaute ausgetauscht und ausgelassen oder Worte können rückwärts gesprochen werden (phonologische Bewusstheit im engeren Sinne). Die phonologische Bewusstheit im engeren Sinne besteht aus zwei Komponenten, der phonologischen Analyse- und der zur phonologischen Synthesefähigkeit. Die phonologische Analyse wird mit Aufgaben wie Lautauslassungen, Identifizierung oder Segmentierung von Lauten erfasst. Die Testung der phonologischen Synthesefähigkeit erfolgt durch Wortbildung aus einzelnen Lauten. Die phonologische Analysefähigkeit beeinflusst den Schriftspracherwerb eher in der ersten Grundschulklasse, die phonologische Synthesefähigkeit eher die Lesefähigkeit ab der zweiten Grundschulklasse (Ptok et al., 2008).
2. Benennungsgeschwindigkeit bedeutet die Schnelligkeit, mit der auf das Lexikon, also den Speicherplatz für Wortwissen im Langzeitgedächtnis, zugegriffen werden kann. Zur Testung sollen Kinder z.B. bekannte Objekte so schnell wie möglich benennen. Dazu muss das Objekt visuell erkannt werden, kurzzeitig im visuellen Gedächtnis gespeichert werden, die entsprechende Repräsentation im Langzeitgedächtnis (Lexikon) aktiviert werden und über die Aktivierung des phonologischen Codes artikuliert werden. Kinder mit verlängerter Benennungsgeschwindigkeit fallen durch eine schlechte Leseleistung auf, lesen buchstabierend. Die Fähigkeit, Wörter im orthographischen Lexikon zu speichern und dort für ein flüssiges Lesen abzurufen, ist eingeschränkt.

3. Phonologisches Arbeitsgedächtnis zur kurzzeitigen Speicherung phonologischer Informationen, dies entspricht also einem Teil des Kurzzeitgedächtnisses. Die Überprüfung der Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses erfolgt anhand der Hör-Merk-Spanne für das Nachsprechen von Kunstwörtern, ggf. auch Realwörtern und Zahlen. Die Verwendung von unbekanntem Kunstwörtern, wie im Mottier-Test, wird als reinere Messmethode angesehen, da bei bekannten Wörtern die Semantik, und damit das Langzeitgedächtnis aktiviert werden.

1.6 Auditiv-kinästhetische Wahrnehmungstrennschärfe, Phonemdiskrimination

Die auditiv-kinästhetische Wahrnehmungstrennschärfe oder Phonemdiskrimination bedeutet die Unterscheidungsfähigkeit klangähnlicher Laute sowie deren korrekte Artikulation. Diese werden phonologischen Fähigkeiten zugeordnet (Schulte-Körne et al., 1998; Brunner und Stuhmann, 2013). Dazu gehören die auditive Analyse und Diskrimination, das phonologische Arbeitsgedächtnis und die Fähigkeit zur Umwandlung der phonologischen Information in Artikulationsprozesse. Sie gilt als Teilaspekt des Erwerbs von Fähigkeiten des Lesens und Schreibens. Zur Testung wurde der Heidelberger Lautdifferenzierungstests (H-LAD) entwickelt (Brunner et al., 2005). Er wird auch zur Diagnostik bei V.a. AVWS verwandt (Dockter et al., 2004; Wohlleben et al., 2007; Wagner et al., 2015).

1.7 Zusammenhang zwischen AVWS und Lese-Rechtschreiberwerb

Mehrere Arbeitsgruppen haben den Zusammenhang zwischen der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung und dem Lese-Rechtschreiberwerb untersucht (Brunner und Stuhmann, 2013; Ptok, 2000). Es wurde festgestellt, dass Kinder mit AVWS oft Einschränkungen im Lese- und Rechtschreiberwerb haben (Watson und Miller, 1993). Auch im Rahmen der Diagnostik der Lese-Rechtschreibstörung werden Schwächen in Teilfunktionen der auditiv-phonologischen Sprachverarbeitung nachgewiesen (Schröter, 2013). Danach stehen die Teilfunktionen der AVWS Analyse, Differenzierung und Identifikation auditiv-sprachlicher Reize in direktem Bezug zum Erwerb des einzelheitlichen Lesens und Schreibens. In der folgenden Tabelle 2 werden die Zusammenhänge zwischen auditiven Teilleistungen und Fähigkeiten des Lesens und Schreibens dargestellt.

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen eingeschränkten Teilfunktionen der AVW* und der Lese- und Rechtschreibfähigkeit, aus Schröter, 2013.

<i>Auditive Teilfunktion</i>	<i>Lesen</i>	<i>Schreiben</i>
Lautdiskrimination	/	Verwechslung von klangähnlichen Buchstaben
Auditive Merkfähigkeit	Lesen mehrsilbiger Wörter erschwert	Schreiben mehrsilbiger Wörter erschwert
Auditive Analyse	/	Auslassung von Buchstaben
Auditive Synthese	Zusammenlauten von Buchstaben erschwert, Lesetempo langsam, Raten	/
Auditive Ergänzung	Raten durch falschen Zugriff im phonologischen In- und Outputlexikon	/
Auditive Identifikation	/	Verwechslung, Auslassung und Tilgung von Buchstaben

*AVW = auditive Verarbeitung und Wahrnehmung

2 Zielstellung

In der phoniatisch-pädaudiologischen Sprechstunde werden Kinder mit V.a. Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen vorgestellt. In dieser Arbeit soll eine Übersicht über die untersuchten Kinder, die im Zeitraum von Januar 2012 bis Dezember 2015 in die Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der HNO-Universitätsklinik Halle überwiesen wurden, dargestellt werden. Die Auswertung der Daten erfolgte retrospektiv, Voraussetzungen zum Einschluss waren, dass eine vollständige Diagnostik durchgeführt wurde und valide Ergebnisse vorliegen. Dies traf für insgesamt 120 Patienten zu.

Es existieren keine einheitlichen Vorgaben und standardisierte Empfehlungen zum diagnostischen Vorgehen. Ein Teilaspekt, der in die Diagnose einfließen soll, ist die phonologische Bewusstheit. Allerdings ist nicht geklärt, in welcher Form. Laut Leitlinie AVWS der DGPP wird der Test BAKO 1-4 empfohlen (Bellis, 2004; Nickisch et al., 2015), alternativ der Untertest Laute verbinden des Psycholinguistischen Entwicklungstests (PET). Kinder, bei denen eine Lese-Rechtschreibstörung bekannt war, wurden zum Testzeitpunkt nicht berücksichtigt.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die Zusammenhänge zwischen der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung und der phonologischen Bewusstheit bei Kindern untersucht werden. Dabei sollen folgende Punkte und Fragestellungen erörtert werden:

1. Erstellung einer deskriptiven Statistik der Daten.
2. Bestehen signifikante Übereinstimmungen bzw. Korrelationen zwischen den einzelnen Tests und Untertests zur Erfassung einer AVWS und einer Einschränkung der phonologischen Bewusstheit.
3. Ist die Erfassung der phonologischen Bewusstheit mit Hilfe des BAKO 1-4 zur Diagnostik der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung geeignet. Wenn nicht, welche Konsequenzen können sich aus der Durchführung des Tests bei Kindern ergeben, die sich mit der Verdachtsdiagnose AVWS vorstellen.
4. Korrelieren sprachlich-auditive Kurzzeitgedächtnisleistungen mit AVWS-Tests.

3 Material und Methoden

3.1 Patientendaten

Es wurden insgesamt 120 Kinder in die Studie einbezogen, die in den Jahren 2012 bis 2015 in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie des UKH bei Verdacht auf Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung untersucht und bei denen valide Ergebnisse festgestellt wurden. Die Erhebung der Daten erfolgte retrospektiv.

Die Vorstellung der Patienten in der Phoniatrie-Pädaudiologischen Ambulanz erfolgte bei Verdacht auf AVWS mit Überweisung durch den behandelnden HNO-Arzt. Der Verdacht war durch die Eltern, Lehrer in der Schule, Logopäden, Kinderärzte und Kinderpsychologen bzw. HNO-Fachärzte geäußert worden.

3.2 Ausschlusskriterien

Als Ausschlusskriterien wurden eine Intelligenzminderung, Autismus, eine gesicherte Lese-Rechtschreibstörung und eine unbehandeltes Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom mit oder ohne Hyperaktivität entsprechend den Empfehlungen der Leitlinie festgelegt. Ebenfalls musste eine periphere Hörstörung ausgeschlossen sein.

3.3 Untersuchungsverfahren

Zur Diagnostik der AVWS existiert keine einheitliche Vorgabe. Entsprechend den Empfehlungen der Leitlinie für Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung werden psychoakustische und elektrophysiologische Tests sowie sprachgebundene auditive Verfahren einbezogen, mit dem Ziel, eine AVWS zu bestätigen bzw. auszuschließen (Nickisch et al., 2015).

Die Diagnostik wird an mehreren Tagen durchgeführt (Welzel und Bartel-Friedrich, 2003). Es sind mehrere Fachdisziplinen involviert, Ärzte der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie, diplomierte Sprechwissenschaftler, Logopäden, Audiologen und Audiometrieassistenten, Psychologen, Gesundheits- und Pflegewissenschaftler sowie Mitarbeiter der Administration.

3.3.1 Anamnese

Bei Erstvorstellung erfolgt eine ausführliche Anamnese mit folgenden Fragen. Existiert ein Hinweis für eine periphere Hörstörung oder für adenoide Vegetationen. Sind typische AVWS-Symptome wie Einschränkung der Hörmerkfähigkeit, Lautverwechslungen, Probleme im Störlärm, Probleme, mehrere gleichzeitig gebotene Informationen zu unterscheiden und spezifische Probleme in der Schule auffällig. Sind bereits eine logopädische und/ oder eine Ergotherapie erfolgt. Weiterhin werden bereits eingeleitete Fördermaßnahmen in der Schule, der Schwangerschaftsverlauf, die allgemeine, sprachliche und motorische Entwicklung anhand der Meilensteine erfragt. Zusätzliche Inhalte betreffen weitere Erkrankungen und Therapien, Operationen, Familien- und Sozialanamnese mit Erfassung der Geschwister und Mehrsprachigkeit.

Anschließend werden die Eltern gebeten, den Fragebogen AVWS der DGPP auszufüllen, sowie den Fragebogen ADHD.

Der Anamnesebogen zur Erfassung Auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS) der AG AVWS der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP), Stand 12.9.2002, beinhaltet insgesamt 35 Fragen zu den Bereichen Allgemeine Fragen (AF), Auditive Diskrimination (DI), Richtungsgehör (RI), Hören im Störschall (SE), Auditives Gedächtnis (GD) und Geräuschüberempfindlichkeit (GÜ). Die Antworten können wie folgt angegeben werden. „Ohne Probleme“, „mit wenigen Problemen“, „mit vielen Problemen“, „mit sehr vielen Problemen“ bzw. „weiß nicht“. Der Test wird in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie zur Ergänzung der Anamnese genutzt.

Um einen Hinweis auf eine mögliche Aufmerksamkeitsstörung mit oder ohne Hyperaktivität zu bekommen, wird ebenfalls der ADHD-Fragebogen (Attention Deficity Hyperactivity Disorder), modifiziert nach Prof. Ptok (persönliche Übermittlung) an die Eltern zur Beantwortung ausgehändigt. Der Fragebogen umfasst insgesamt 20 Fragen zu einer eingeschränkten Aufmerksamkeit (9 Fragen), einer Hyperaktivität (6 Fragen) bzw. Impulsivität (3 Fragen). Auch diese Antworten dienen der Ergänzung der Anamnese. Für das Vorliegen einer Aufmerksamkeitsstörung spricht, wenn mindestens 6 Fragen der Kategorie als zutreffend beantwortet wurden. Die Symptome sollten bereits vor dem 7. Lebensjahr aufgetreten sein und mindestens sechs Monate bestehen. Dies gilt auch für die Bereiche der Hyperaktivität und der Impulsivität. In beiden Kategorien sollten insgesamt mindestens 6 Fragen als auffällig angegeben werden, um einen Hinweis für das Vorliegen eines Hyperaktivitätssyndroms zu erhalten. Das Ergebnis wird in der Epikrise und in der Fragestellung an den Psychologen, eine Aufmerksamkeitsstörung mit oder ohne Hyperaktivitätssyndrom auszuschließen bzw. zu sichern, formuliert.

3.3.2 HNO-Status

Der HNO-Status beinhaltet die vollständige HNO-ärztliche Spiegeluntersuchung, inklusive der binokularen mikroskopischen Untersuchung der Trommelfelle sowie des Ausschlusses von klinisch relevanten adenoiden Vegetationen.

3.3.3 Audiologische Diagnostik

Bei Erstvorstellung in der Phoniatriesch/ Pädaudiologischen Abteilung werden zum Ausschluss einer peripheren Hörstörung ein Reintonaudiogramm und ein Tympanogramm durchgeführt.

Tonschwellenaudiometrie

Es handelt sich um ein audiometrisches Verfahren. Zum Ausschluss einer peripheren Schwerhörigkeit wird das Hörvermögen in den Frequenzen zwischen 125 Hz und 8 kHz geprüft. Dazu werden Töne frequenzspezifisch über Kopfhörer präsentiert zur Erfassung der Luftleitung und über den Knochenhörer, der auf den Warzenfortsatz aufgesetzt wird, zur Erfassung der Knochenleitungshörschwelle. Es wird mit leisen Tönen begonnen und die Lautstärke sukzessive erhöht, bis der Patient den Ton hört. So können Schallempfindungs-, Schalleitungs- und kombinierte Schwerhörigkeiten erfasst werden.

Impedanzmessung

Es handelt sich um ein akustisches Verfahren. Zur Erfassung der Schwingungsfähigkeit des Trommelfells wird eine Messsonde im Gehörgang platziert und ein Sontenton erzeugt. Dieser wird am Trommelfell reflektiert und über ein Mikrofon an der Sonde registriert. Anschließend werden ein Sog und ein Druck von -300 dPa bis +300 dPa auf das Trommelfell ausgeübt. Bei frei schwingendem Trommelfell mit Druckgleichheit im Mittelohr und im Gehörgang ist die Schallreflexion des Sontentons bei neutralem Druck minimal und erhöht sich bei Druckänderung. Es entsteht eine Compliancekurve mit Maximum bei Druckgleichheit im Mittelohr und Gehörgang. Bei eingeschränkter Schwingungsfähigkeit des Trommelfells, z.B. bei einem Paukenerguss, flacht die Compliancekurve ab (Ernst, 2001).

Münchener Auditiver Screeningtest MAUS

In der gleichen Sitzung erfolgt ein Screening für AVWS mit dem Münchener Auditiver Screeningtest MAUS (Nickisch et al., 2006). Der Test wurde aus drei Verfahren zusammengestellt, die sich inhaltlich an folgenden Tests zur AVWS-Diagnostik orientieren (Böhme, 2008).

Untertest A: Silbenfolgen im MAUS-Test, orientiert sich am Mottier-Test.

Untertest B: Wörter im Störgeräusch rechts, Wörter im Störgeräusch links, Wörter im Störgeräusch gesamt im MAUS-Test, orientiert sich an der Sprachaudiometrie im Störschall.

Untertest C: Phonemdifferenzierung und Phonemidentifikation im MAUS-Test, orientiert sich am Untertest Lautdifferenzierung des Heidelberger Lautdifferenzierungstests.

Der MAUS-Test setzt sich aus folgenden Untertests zusammen (Nickisch et al., 2006):

- (a) Silbenfolgen mit 18 Items, es werden je sechs 3-er, 4-er und 5-er Sinnlossilbenfolgen präsentiert, die korrekt wiederholt werden sollen.
- (b) Wörter im Störgeräusch mit insgesamt 24 Items, Darbietung monaural mit je 12 Items pro Ohr von einsilbigen, hochfrequenten Wörtern, unterlegt mit sprachsimuliertem Rauschen bei -6 dB. Auch diese sollen wiedergegeben werden.
- (c) Phonemdifferenzierung/ Phonemidentifikation mit 13 Konsonant-Vokal und 10 Konsonant-Konsonant-Vokal-Silbenpaaren als Sinnlossilben. Im ersten Teil soll entschieden werden, ob sich die Silben gleichen oder ob sie sich unterscheiden, im zweiten Teil sollen die kompletten Silbenpaare wiederholt werden.

Der gesamte Test wird standardisiert vom Tonträger über Kopfhörer bei 65 dB HL dargeboten. Die Testdauer beträgt ca. 15 Minuten. Die erreichte Punktzahl wird in Rohwertebereichen zusammengefasst. In einer Tabelle kann entsprechend der Altersgruppe zwischen 6;0 bis 7;05, 7;06 bis 8;05 und 8;06 bis 11 Jahren der T-Wertebereich erfasst werden. Diese werden mit <30 (extrem unterdurchschnittlich), 30 – 40 (unterdurchschnittlich), 41 – 60 (durchschnittlich), 61 – 70 (überdurchschnittlich) und >70 (extrem überdurchschnittlich) angegeben.

Von Nickisch et al. (2006) wurde eine Sensitivität von 96 Prozent ermittelt. Mit einer Testdauer von ca. 15 Minuten erfüllt der MAUS-Test die Kriterien eines Screeningtests. Bei unauffälligem Ergebnis ist das Vorliegen einer AVWS unwahrscheinlich, bei auffälligem Test wird die eingehendere Untersuchung empfohlen. Eine Diagnose kann jedoch nicht gestellt werden.

Ist dieser unauffällig, wird keine weitere Diagnostik durchgeführt, es besteht kein Anhalt für eine AVWS. Andernfalls wird die AVWS-Diagnostik komplettiert.

3.3.4 Logopädische Diagnostik

Durch die Logopäden bzw. Sprach- und Sprechtherapeuten wird ein testdiagnostisch-basierter Sprachstatus erhoben mit Beurteilung der phonetisch-phonologischen, syntaktisch-morphologischen und semantisch-lexikalischen Sprachebenen sowie der pragmatisch-kommunikativen Ebene.

3.3.5 Testung der kognitiven Leistungsfähigkeit

Bei Normakusis bds. und auffälligem MAUS-Test soll, wenn noch nicht erfolgt, im Anschluss durch einen Psychologen eine Intelligenztestung und die Beurteilung der Aufmerksamkeit durchgeführt werden. Bei unauffälliger Intelligenz, Gesamt-IQ ≥ 85 , und nach Ausschluss bzw. Therapieeinleitung bei ADHD werden weitere Termine zur Vervollständigung der AVWS-Diagnostik vereinbart.

3.3.6 Komplettierung der Diagnostik bei V.a. AVWS

Psychometrische Testverfahren

Durch die Logopäden bzw. Sprach- und Sprechtherapeuten der eigenen Abteilung werden die psychometrischen Testverfahren durchgeführt.

Auditive Diskrimination, Phonemdifferenzierung und -identifikation

Diese Leistungen der auditiven Wahrnehmungstrennschärfe werden mit dem Heidelberger Lautdifferenzierungstest H-LAD erfasst (Brunner et al., 2005). Der Test ist für die Grundschulklassen 1 bis 4 normiert (Dockter et al., 2004, Dockter et al., 2005, Dierks et al., 1999) und teilt sich in die beiden Untertests 1: Lautdifferenzierung und 2: Lautanalyse.

Im Untertest 1 soll erkannt werden, ob vorgesprochene Minimalpaare aus realen sowie Kunstwörtern gleich oder ungleich sind (Subtest A, „auditive Phonemdifferenzierung“), dies entspricht einer auditiven Vergleichsleistung. Die Worte sollen anschließend nachgesprochen werden (Subtest B, „Kinästhetik/ Lautidentifikation“), dies entspricht einer kinästhetischen Nachsprechleistung. Der Untertest umfasst insgesamt 32 Items.

Im Untertest 2 („Analyse und Differenzierung von Konsonantenhäufung im Anlaut“) sollen die ersten beiden Konsonanten eines vorgegebenen Wortes mit Konsonantenverbindungen genannt werden, dies entspricht einer Analyseleistung. Dieser Untertest umfasst insgesamt 12 Items.

Auch der Heidelberger Lautdifferenzierungstest wird über Kopfhörer bei 65 dB durchgeführt.

Für die Normierung wurden 141 Kinder untersucht (Möhring et al., 2003) und T-Werte ermittelt. Als auffällig wird ein Ergebnis schlechter als eine Standardabweichung vom Mittelwert eingestuft.

Auditives Kurzzeitgedächtnis und Sequenz

Das Arbeitsgedächtnis wird ebenfalls mit mehreren Tests erfasst.

Das Kind wird bei der Durchführung des Untertests „Zahlenfolgegedächtnis“ des Psycholinguistischen Entwicklungstest PET (Angermaier, 1977) aufgefordert, gehörte Zahlenfolgen mit zunehmender Länge nachzusprechen. Die Zahlen werden mit einer Geschwindigkeit von 2 Zahlen pro Sekunde vorgesprochen und müssen korrekt in der richtigen Reihenfolge (Sequenz) wiederholt werden. Es sind zwei Versuche zugelassen, auffällig ist ein ermittelter T-Wert von < 29 (Wohlleben et al., 2007).

Der Mottier-Test erfasst mehrere Teilleistungen der AVWS, die Merkfähigkeit, Differenzierung, Identifikation, Sequenzierung, Kinästhetik und die Aufmerksamkeit. Er ist Bestandteil des Zürcher Lesetests (Mottier, 1951) und wurde zur Diagnostik lese-rechtschreib-schwacher Kinder entwickelt mit der primären Prüfdimension phonologisches Arbeitsgedächtnis. In der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Universitätsklinik Halle wird mit dem Test das Kurzzeitgedächtnis geprüft (Böhme, 2008). Der Untersucher spricht insgesamt 30 sinnleere Silbensequenzen in ansteigender Länge von 2 bis 6 Silben vor. Das Ergebnis wird eingeteilt in „unauffällig“, „reduziert“ und „stark reduziert“ (Schönweiler, 2005, persönliche Mitteilung).

Mit Hilfe des Heidelberger Sprachentwicklungstests HSET, Untertest „Imitation von Satzstrukturen“ (IS), wird die Merkfähigkeit für komplexe Sätze geprüft (Grimm und Schöler, 1991). Die Sätze sind dem Prüfmittel für Untersuchungen zur auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung von Ptok (1997) entnommen und zeigen altersabhängig eine zunehmende Länge. Sie werden vom Untersucher vorgelesen und sollen korrekt wiederholt werden. Hier erfolgt die Kategorisierung in „unauffällig“ und „auffällig“, wobei bereits ein Fehler als auffälliges Testergebnis gewertet wird.

3.3.7 Phonologische Bewusstheit

Entsprechend der Empfehlung der DGPP zur AVWS-Diagnostik wird abschließend die Testung der Phonologischen Bewusstheit durchgeführt. Der hierfür verwandte Test Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen BAKO 1-4 (Stock et al., 2003) ist für die Grundschulklassen 1 bis 4 normiert. Die Phonologische Bewusstheit wird als die „Fähigkeit von Kindern, die Lautstruktur der gesprochenen Sprache zu analysieren und ggf. zu manipulieren“ definiert (Stock et al., 2003). Sie ist neben Benennungsgeschwindigkeit und dem phonologischen Arbeitsgedächtnis Teil der phonologischen Informationsverarbeitung. Hierbei handelt es sich um die Fähigkeit, akustische Signale mit sprachlichem Inhalt richtig verarbeiten zu können. Dies ist nach aktuellen Forschungsergebnissen die Voraussetzung für den regelrechten Schriftspracherwerb und wird bei der Diagnostik der Lese-Rechtschreib-Störung untersucht (Ptok et al., 2007; Ptok et al., 2008).

Der Test BAKO 1-4 besteht aus sieben Untertests (Ptok und Buller, 2006).

1. Pseudowortsegmentierung PWS (8 Items). Die Laute eines vorgesprochenen Pseudowortes sollen einzeln genannt werden.
2. Vokalersetzung VE (12 Items). Der Vokal /a/ soll durch /i/ ersetzt werden.
3. Restwortbestimmung RWB (7 Items). Der erste Laut eines Wortes soll weggelassen werden.
4. Phonemvertauschung PV (11 Items). Die ersten beiden Laute des Wortes sollen vertauscht werden.
5. Lautkategorisierung LK (8 Items). Ein abweichender Laut von vier angebotenen Worten soll erkannt werden.
6. Vokallängenbestimmung VLB (10 Items). Von vier angebotenen Worten soll das benannt werden, dessen Vokallänge abweicht.
7. Wortumkehr WU (18 Items). Vertauschen der Reihenfolge der Laute eines Wortes.

Die Ergebnisse der Untertests werden in T-Werten bzw. Prozenträngen (PR) angegeben.

Das Ergebnis des BAKO 1-4 wird diskutiert, ggf. wird eine pädagogische Förderung bzw. logopädische oder sprachtherapeutische Intervention angeraten. In die Diagnose AVWS fließt das Resultat des Tests nicht ein.

In der audiologischen Abteilung werden folgende Untersuchungen durchgeführt.

3.3.8 Audiometrische Verfahren

Tonschwellenaudiometrie (Siehe Kapitel 3.3.1)

Kindersprachaudiometrie (Ernst, 2001)

Sprachverständnistest: Angewandt werden altersabhängig der dritte Teil des Mainzer Kindersprachverstehenstest mit Ein- und Zweisilbern von 6 bis ca. 8 Jahre, der Göttinger Kindersprachverstehenstest Teil 2 mit Einsilbern von 5 bis 6 Jahren sowie der Freiburger Sprachverstehenstest mit Zahlen (vier Silben) und Wörtern (Einsilber) ab 8 Jahren. Teilweise wird der Test nach Jakobi-Albrecht mit Einsilbern von 8 bis 10 Jahren verwandt. Die Worte bzw. Zahlen werden in einer Lautstärke von 65 dB über Kopfhörer dargeboten. Die Kinder sollen je nach Test die gehörten Worte auf Bildtafeln zeigen oder die Worte bzw. Zahlen korrekt wiederholen. Erfasst wird das Sprachverstehen. Ein Diskriminationsverlust darf nicht auftreten, da eine Normakusis Voraussetzung für die weitere AVWS-Testung ist. Mit Hilfe der Sprachaudiometrie können die Angaben im Tonaudiogramm überprüft werden.

Kindersprachaudiometrie im Störschall

Zur Erfassung des Sprachverstehens im Störlärm werden die bereits beschriebenen Sprachaudiometrietests angewandt. Diese Untersuchung erfolgt im Freifeld. Die Worte und Zahlen werden in einer Lautstärke von 65 dB über einen vor dem Patienten platzierten Lautsprecher dargeboten. Das Störgeräusch von 60 dB wird über einen weiteren Lautsprecher, der hinter dem Patienten angebracht ist, erzeugt. Das entspricht einer 65/60 dB Signal-Noise (SN)-Ratio.

Als auffällig wird ein Diskriminationsverlust größer 30% gewertet.

Akustische Verfahren

Impedanzmessung (siehe Kapitel 3.3.3)

Messung Otoakustischer Emissionen (Schönweiler und Ptok, 2010)

Prinzip: Es wird die Funktion der äußeren Haarzellen überprüft. Schall, der am äußeren Gehörgang abgegeben wird, wird über das Trommelfell und die Gehörknöchelchenkette an die Cochlea weitergeleitet. Hier werden durch den mechanischen Reiz die äußeren Haarzellen elektromechanisch angeregt und erzeugen ihrerseits einen Schall. Der wird über das Mittelohr an den äußeren Gehörgang fortgeleitet und kann hier durch ein Mikrophon registriert werden.

Transitorisch evozierte otoakustische Emissionen (TEOAE)

Es werden nach kurzem überschwelligem Klickreiz Emissionen mit einer Latenz von 5 bis 15 ms registriert. Das Emissionspektrum ist individuell.

Distorsionsprodukt-evozierte otoakustische Potentiale (DPOAE)

Es werden kontinuierlich 2 Sinustöne im Verhältnis 1:1,2 als Primärtöne abgegeben und die Emissionen durch ein Mikrophon registriert.

Emissionen lassen sich bis zu einer Schwelle von bis ca. 30 dB bei den TEOAE und ca. 50 dB bei den DPOAE (Perzeptionsschwerhörigkeit) nachweisen. Bei eingeschränkter Schallleitung, z.B. bei Paukenerguss, sind die Emissionen schon bei geringeren Schalldruckpegeln nicht mehr nachweisbar. Vorteil der DPOAE ist, dass im Vergleich zu TEOAE eine höhere Frequenzspezifität von 250 bis 8000 Hz besteht.

Elektrophysiologische Verfahren

Bei akustischen Stimuli kommt es im Bereich der Hörbahn zu zentralnervösen elektrischen Antworten. Diese Potentiale werden über Elektroden auf der Kopfhaut in einem Elektroenzephalogramm abgeleitet. Dabei erfolgt eine Mittelwertbildung der Potentiale. Stimuluskorrelierte Signalabschnitte addieren sich zum evozierten Potential mit bestimmten Latenzen, nicht-stimuluskorrelierte Potentiale, wie die EEG Grundaktivität, löschen sich aus. Als akustische Stimuli dienen Klickreize, Tonpips oder Tonbursts, die mit definierten Zeitabständen (Interstimulusintervallen) über eine Sonde im Gehörgang abgegeben werden (Schönweiler und Ptok, 2010).

Frühe auditorisch evozierte Potentiale (BERA)

Bei der Brainstem evoked response audiometry (BERA) werden frühe akustisch evozierte Potentiale abgeleitet bis etwa 10 Millisekunden nach dem Stimulus. Es lässt sich ein typisches Antwortmuster mit 5 Wellen mit bestimmten Interpeak- und Absolutlatenzen darstellen. Die Wellen werden in der Cochlea (I), dem Hörnerven sowie dem Nucleus cochlearis (II), Nucleus olivaris superior (III), Lemniscus lateralis (IV) und Colliculus inferior (V) im Hirnstamm generiert. Die Welle V nach Jewett wird nach ca. 5 Millisekunden generiert. Eine Verlängerung der Latenzzeit weist auf eine Schädigung der Leitungsbahn, z.B. bei Kleinhirnbrückenwinkeltumoren, hin.

Späte auditorisch evozierte Potentiale (CERA)

Bei der Cortical evoked response audiometry (CERA) werden späte akustisch evozierte Potentiale bis 1000 Millisekunden nach Reizbeginn abgeleitet. Dabei wird das auditive System von der Cochlea bis zum sekundären und tertiären auditiven Kortex untersucht. Es erfolgt ein Stimulus von 1000 Hz als Toneburst über einen Kopfhörer mit Reizraten von 0,2 Hz / 0,7 Hz und 1,1 Hz. Die evozierten Potentiale werden mit N1 (nach ca. 100 ms), P2 (nach ca. 200 ms) und N2 (nach ca. 300 ms) bezeichnet und sind im Gegensatz zu den frühen Reizantworten frequenzspezifisch. Der Patient muss bei der Untersuchung wach sein.

Dichotische Hörtests

Dichotischer Diskriminationstest nach Uttenweiler in der Auswertung nach Berger (Uttenweiler, 1980; Berger et al., 1998; Berger und Demirakca, 2000; Berger et al., 2001). Bei dem Test werden über einen Kopfhörer gleichzeitig auf dem linken Ohr ein mehrsilbiges Wort und auf dem rechten Ohr ein anderes mehrsilbiges Wort bei 70 dB vorgesprochen. Normalhörende können alle gehörten Worte wiedergeben. Es wird die Interaktion der beiden Hörbahnen geprüft. Laut Auswertmodus nach Berger werden die korrekt wiedergegebenen Wortpaare mit je 5% bewertet. Es sollen 75% für ein unauffälliges Ergebnis erreicht werden. Bei auffälligem Ergebnis kann ggf. eine Tendenz zum monauralen Hören rechts oder links abgeleitet werden.

Psychoakustische Verfahren

Hörfeldskalierung (kategoriale Lautheitsskalierung)

Der Test dient der Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Schallpegel und Lautheitsempfinden. Es werden seitengetreunt über Kopfhörer Rauschimpulse in unterschiedlicher Lautstärke von 20 bis 90 dB und jeweils in den Frequenzen 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz und 4000 Hz angeboten. Der Patient soll angeben, ob das Rauschen nicht, sehr leise, leise, mittellaut, laut, sehr laut oder zu laut gehört wurde (Böhme, 2008).

Sprachaudiometrietests mit veränderter Sprache bzw. Sprachqualität

Hörtest mit Zeitkomprimierter Sprache (ZKS)

Über Kopfhörer werden Ein- und Zweisilber vorgesprochen (Nickisch und Biesalski, 1984; Ptok, 1997). Diese werden um den Faktor 2 zeitkomprimiert, also zu schnell, sowie seitengetreunt rechts und links, wiedergegeben. Das Ergebnis wird kategorisiert in unauffällig und auffällig. Der Auswertmodus orientiert sich an den Normwerterhebungen von Wohleben et al., (2007), das heißt bis 7 Fehler unauffälliges, ab 8 Fehler auffälliges Ergebnis.

3.3.9 Sonstige Untersuchungen

Überprüfung des Grammatikverständnisses

Um Defizite des primären Sprachverständnisses von der AVWS abzugrenzen, wird das Grammatikverständnis mithilfe des TROG-D überprüft. Der Test untersucht das qualitative und quantitative Verständnis für morphologisch-syntaktische Strukturen der deutschen Sprache (Fox-Boyer, 2006). Die Testergebnisse werden quantitativ analysiert und altersabhängig Rohwerte und Prozentränge ermittelt.

Überprüfung der visuellen Wahrnehmungsfähigkeit

Zur orientierenden Testung der visuellen Wahrnehmungsfähigkeit wird der Motor Free Visual Perception Test MVPT angewandt. Der sich ergebende Perception-Quotient (P.Q.) erlaubt eine Aussage über das visuelle Kurzzeitgedächtnis. Vom Patienten müssen Figuren zugeordnet

werden. Das Ergebnis entspricht der Gesamtpunktzahl der korrekten Antworten, die Validierung erfolgte nach Alter gestaffelt.

Die Ergebnisse des TROG-D und des MVPT fließen jedoch nicht in die Auswertung hinsichtlich der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung ein.

Eine AVWS wurde dann diagnostiziert, wenn 3 Testverfahren in der Kombination aus psychometrischen, psychoakustischen und audiometrischen Tests als auffällig zu werten waren. Bei Vorliegen von altersbezogenen Normwerten lag ein auffälliges Ergebnis unterhalb der einfachen Standardabweichung, das heißt T-Wert < 40 .

Abschließend erfolgt die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse und Befundbesprechung mit den Eltern.

3.4 Statistische Methoden

3.4.1 Analysepopulation

Für die einzelnen Variablen werden nur die Patienten verwendet, für die Daten vorhanden sind (jeweils Complete Case).

3.4.2 Deskriptive Statistik

Für die Verteilungen (quasi-)kontinuierlicher Variablen werden Mittelwert, Median, Standardabweichung, Summe, Minimum und Maximum sowie die 25%- und 75%-Quartile (Q1, Q3) angegeben. Bei kategorialen Variablen werden die absoluten und relativen Häufigkeiten in Kontingenztafeln dargestellt.

3.4.3 Univariate Analysen

Die Untersuchung der Übereinstimmung von Diagnosen erfolgt in Kontingenztafeln und wird mittels Cohens Kappa K quantifiziert. Dieses Übereinstimmungsmaß wird mit dem entsprechenden 95%-Konfidenzintervall angegeben. Die Interpretation des Kappa ist nicht konkret festgelegt, Werte unter 0.4 deuten aber auf schlechte Übereinstimmung hin (1 - perfekte Übereinstimmung, 0 - reiner Zufall, negative Werte entsprechen gegenteiligen Entscheidungen).

Die Interpretation des Kappa entspricht den Empfehlungen von Sachs (2003):

kappa < 0,10:	keine Übereinstimmung
kappa 0.01-0.40:	fair agreement (schwache Übereinstimmung)
kappa 0.41-0.6:	moderate agreement (deutliche Übereinstimmung)
kappa 0.61-0.8:	good agreement (starke Übereinstimmung)
kappa 0.81-1:	very good agreement (fast vollständige Übereinstimmung)

Mit Hilfe des Spearmanschen Rangkorrelationskoeffizienten rho werden Zusammenhänge ordinalskaliertes Daten hinsichtlich ihrer Rangplätze dargestellt. Der Koeffizient rho kann zwischen -1 (negative Rangkorrelation), 0 (keine Korrelation) und 1 (perfekte positive Rangkorrelation) betragen (Sachs, 2003).

Die Untersuchung des Zusammenhangs stetiger (linearer), metrischer Variablen erfolgt anhand der Pearson Korrelation. Hier wird der geschätzte Korrelationskoeffizient r $[-1; 1]$ mit einem dazugehörigen p-Wert angegeben, der bei Signifikanz einen nachweisbaren Unterschied des Korrelationskoeffizienten zum Wert 0 indiziert. Die grafische Darstellung erfolgt mit Hilfe eines Streudiagramms (Sachs, 2003; Benninghaus, 2007).

Mittels t-Test wird der Mittelwert einer stetigen Variablen zwischen zwei Ausprägungen einer kategorialen Variablen untersucht. Ein signifikanter p-Wert steht daher für einen signifikanten Mittelwertunterschied zwischen den Gruppen. Für jede Gruppe werden der Mittelwert und die Standardabweichung angegeben (Sachs, 2003).

3.4.4 Software und statistische Analysen

Alle Analysen wurden unter Anwendung der Software SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NY, USA) sowie der Software IBM SPSS Statistics 24 für Microsoft Windows (IBM International Business Machines Corporation, Armonk, NY, USA) durchgeführt. Wenn nicht explizit angegeben, wurden die Ergebnisse zum vollen Signifikanzniveau von 5% betrachtet, d.h. es erfolgte keine Korrektur bzgl. multiplen Testens. Bei den Korrelationen sowie t-Tests für verschiedene Einzeltests sind die p-Werte entsprechend einer Bonferroni-Korrektur multiple adjustiert. Jeder p-Wert $\leq 0,05$ entspricht einem signifikanten Ergebnis, $\leq 0,01$ einem hochsignifikanten Ergebnis. Weiterhin genutzt wurden Microsoft Office (Word 2010 und Excell 2010) für Windows 7 der Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA.

4 Ergebnisse

4.1 Häufigkeitsverteilung

Insgesamt gehen 120 Patienten unter Berücksichtigung der Ausschlusskriterien in die Analysen ein, die zur Abklärung bei V.a. eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Universitätsklinik in Halle im Zeitraum von Januar 2012 bis Dezember 2015 vorgestellt wurden. Bei 72 Patienten wurde dieser Verdacht bestätigt, bei 48 ergab sich kein Anhalt für eine AVWS.

Tabelle 3: Häufigkeitsverteilung der Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung.

	N	%
AVWS		
auffällig	72	60.00
unauffällig	48	40.00
Summe	120	100.00

Die vorgestellten Kinder wurden ebenfalls hinsichtlich der phonologischen Bewusstheit überprüft. Immerhin 87 (72,5%) waren auffällig, 33 Kinder (27,5%) unauffällig.

Tabelle 4: Häufigkeitsverteilung der eingeschränkten Phonologischen Bewusstheit.

	N	%
Phonologische Bewusstheit		
auffällig	87	72.50
unauffällig	33	27.50
Summe	120	100.00

Die Abbildung 1 stellt die Anzahl der Kinder dar, die sowohl mit AVWS und eingeschränkter phonologischer Bewusstheit auffielen, sowie die Anzahl derer, bei denen entweder eine AVWS oder eine eingeschränkte phonologische Bewusstheit diagnostiziert wurde.

Es ist ersichtlich, dass nur 17 (23,6%) der 72 Kinder mit diagnostizierter AVWS keine Einschränkung der phonologischen Bewusstheit aufweisen. Bei immerhin 55 (76,4%) Kindern wurde sowohl eine AVWS als auch eine Einschränkung der phonologischen Bewusstheit festgestellt. Das entspricht einem Verhältnis von ca. 1:3.

Von allen untersuchten Kindern haben 17 Kinder (14,2%) ausschließlich eine AVWS und 32 (26,7%) ausschließlich eine Einschränkung im Bereich der phonologischen Bewusstheit. Von insgesamt 120 untersuchten Kindern waren 16 (13,3%) gänzlich unauffällig.

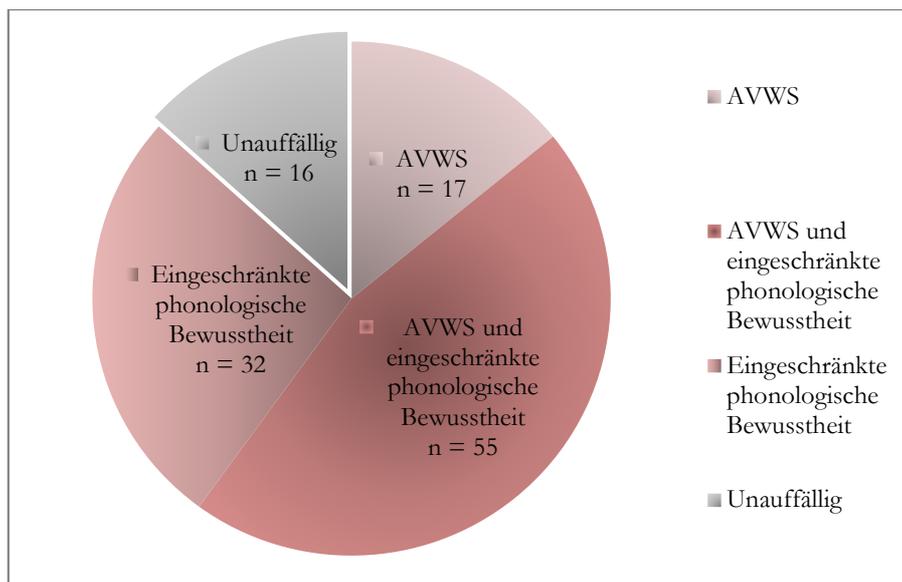


Abbildung 1: Darstellung der Häufigkeitsverteilung der AVWS und der phonologischen Bewusstheit (N=120).

4.2 Deskriptive Statistik der Variablen

Bei den 120 untersuchten Patienten handelt es sich um insgesamt 31 Mädchen und 89 Jungen im Alter von 6 bis 13 Jahren bei Erstvorstellung in der Abteilung. Der Median lag bei 8 Jahren, Standardabweichung 1,29 Jahre.

Tabelle 5: Deskriptive Statistik: Alter aller untersuchten Kinder.

	N	N(miss.)	Mean	SD	Min	Q1	Median	Q3	Max
Alter	120	0	8.02	1.29	6.0	7.0	8.0	9.0	13.0

Tabelle 6: Deskriptive Statistik: Geschlecht aller untersuchten Kinder.

	N	%
Geschlecht		
weiblich	31	25.83
männlich	89	74.17
Summe	120	100.00

Bei den untersuchten Kindern dominierte das männliche Geschlecht mit knapp 75%.

In Tabelle 7 sind die Klassenstufen der untersuchten Kinder dargestellt. Der größere Anteil besuchte die erste (n=52) bzw. zweite Klasse (n=45).

Tabelle 7: Deskriptive Statistik: Klassenstufe aller untersuchten Kinder.

	N	%
Klassenstufe		
1	52	43.33
2	45	37.50
3	13	10.83
4 und höher	10	8.33
Summe	120	100.00

Bei 51 Jungen (70,8%) und 21 Mädchen (29,2%) wurde eine AVWS bestätigt. Das Verhältnis Mädchen zu Jungen beträgt 1: 2,5.

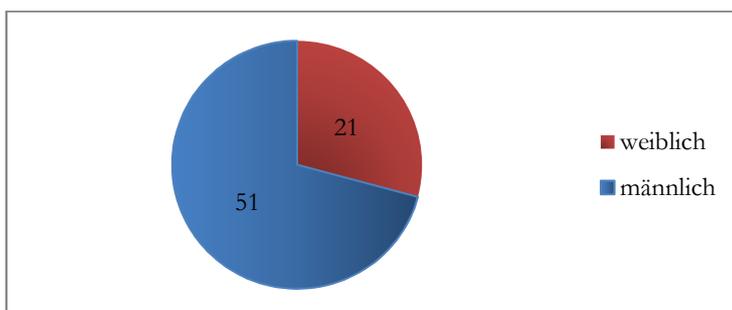


Abbildung 2: Geschlechtsverteilung der AVWS-auffälligen Kinder, n=72.

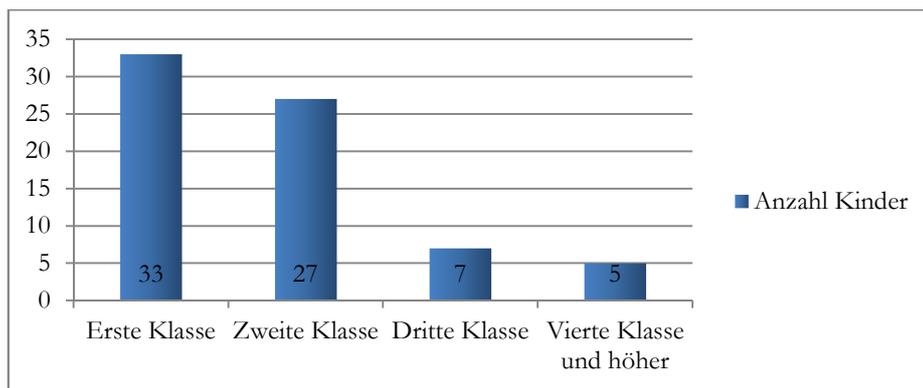


Abbildung 3: Klassenstufen bei Diagnosestellung AVWS, n=72.

Bei den meisten Kindern wurde bereits frühzeitig in der ersten und zweiten Klasse die Diagnose AVWS gestellt.

In den folgenden Tabellen 8, 9 und 10 sind die Ergebnisse der einzelnen gültig gewerteten Tests zur AVWS-Diagnostik, dem Sprachstatus und den Tests zur Phonologischen Bewusstheit aller untersuchten Kinder dargestellt.

Die Hörmerkfähigkeit, das dichotische Hörvermögen sowie der Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache waren am häufigsten auffällig. Die wenigsten Kinder hatten eine Einschränkung des Lautheitsempfindens (Tabelle 8).

Insgesamt zeigten 98 (knapp 82%) Kinder Auffälligkeiten der Sprachentwicklung. Die betroffenen Sprachebenen werden in der Tabelle 9 dargestellt.

Die pragmatisch-kommunikative Ebene wurde im Rahmen der Untersuchungen ebenfalls beurteilt, aber nicht testdiagnostisch erfasst. Da kein einheitlicher Bewertungsmaßstab existiert, sind die Ergebnisse nicht in diese Arbeit aufgenommen worden.

Tabelle 8: Deskriptive Statistik: Darstellung der Testergebnisse der Diagnosetests AVWS aller untersuchten Kinder (N=120).

			N	%
Tests	Hörmerkfähigkeit	auffällig	93	77.50
		unauffällig	27	22.50
	Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache	auffällig	74	61.67
		unauffällig	46	38.33
	H-LAD ka	auffällig	25	20.83
		unauffällig	95	79.17
	H-LAD kin	auffällig	32	26.67
		unauffällig	88	73.33
	H-LAD aud	auffällig	24	20.00
		unauffällig	96	80.00
	Dichotisches Hörvermögen	auffällig	77	64.17
		unauffällig	43	35.83
	Sprachaudiogramm im Störlärm	auffällig	24	20.00
		unauffällig	96	80.00
Hörfeldskalierung	auffällig	9	7.50	
	unauffällig	111	92.50	

Tabelle 9: Deskriptive Statistik Sprachstatus aller untersuchten Kinder (N=120).

			N	%
Sprach-Tests	phonetisch-phonologische Ebene	auffällig	57	47.50
		unauffällig	63	52.50
	syntaktisch-morphologische Ebene	auffällig	84	70.00
		unauffällig	36	30.00
	semantisch-lexikalische Ebene	auffällig	23	19.17
		unauffällig	97	80.83
	Gesamtergebnis	auffällig	98	81.67
		unauffällig	22	18.33

Tabelle 10: Deskriptive Statistik: Darstellung der Testergebnisse der Untertests des BAKO aller untersuchten Kinder (N=120).

			N	%
BAKO	Gesamt	auffällig	87	72.50
		unauffällig	33	27.50
	Pseudowortsegmentierung	auffällig	85	70.83
		unauffällig	35	29.17
	Vokalersetzung	auffällig	76	63.33
		unauffällig	44	36.67
	Restwortbestimmung	auffällig	83	69.17
		unauffällig	37	30.83
	Phonemvertauschung	auffällig	87	72.50
		unauffällig	33	27.50
	Lautkategorisierung	auffällig	75	62.50
		unauffällig	45	37.50
	Vokallängenbestimmung	auffällig	52	43.33
		unauffällig	68	56.67
	Wortumkehr	auffällig	90	75.00
		unauffällig	30	25.00

Aus Tabelle 10 geht hervor, dass immerhin 87 der untersuchten Kinder, also fast 73%, eine Einschränkung der phonologischen Bewusstheit aufweisen.

Die untersuchten Kinder zeigten in den folgenden Untertests des BAKO 1-4 die häufigsten Einschränkungen: Untertest Wortumkehr, Untertest Phonemvertauschung, Untertest Pseudowortsegmentierung sowie Untertest Restwortbestimmung. Der Untertest Vokallängenbestimmung bereitete den wenigsten Kindern Probleme.

4.3 Analysen

4.3.1 Diagnosestellung Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung

Entsprechend der Empfehlung in der Leitlinie Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie wurde bei diagnostizierter AVWS eine genauere Beschreibung anhand der diagnostizierten Defizite vorgenommen.

AVWS mit Schwerpunkt defizitäre auditive Verarbeitung: 2 Patienten (2,8 %)

AVWS mit Schwerpunkt defizitäre auditiv-sprachliche Verarbeitung: keine Patienten

AVWS mit defizitärer auditiver und auditiv-sprachlicher Verarbeitung: 70 Patienten (97,2%)

Das heißt, die meisten Kinder zeigten Defizite im auditiven und auditiv-sprachlichen Bereich. Nur zwei zeigten Auffälligkeiten ausschließlich im Bereich der auditiven Verarbeitung.

Wenn die Sprachentwicklung in die Diagnosestellung einbezogen wird, ergeben sich folgende Diagnosen:

Spezifische AVWS ohne Vorliegen einer Sprachentwicklungsstörung: 12 Kinder (16,7%).

Unspezifische AVWS mit Vorliegen einer Sprachentwicklungsstörung: 60 Kinder (83,3%).

Davon sind 52 Kinder auf syntaktisch-morphologischer Ebene auffällig (86,7%).

Immerhin über 83% der Kinder mit AVWS zeigten auch eine auffällige Sprachentwicklung. Fast 87% dieser Kinder auf syntaktisch-morphologischer Ebene.

4.3.2 Diagnosestellung AVWS unter Einbeziehung der phonologischen Bewusstheit

In der Auswertung der Tests zur Diagnosestellung Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung wird in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Universitätsklinik Halle die phonologische Bewusstheit, erfasst durch den BAKO-Test, nicht einbezogen. In diesem Kapitel soll dargestellt werden, wie sich die Ergebnisse bei Einbeziehung BAKO 1-4 in die Diagnosestellung AVWS verändern.

Unter der hypothetischen Voraussetzung, dass weiterhin drei auffällige Tests zur Diagnose AVWS führen und eine Einschränkung der phonologischen Bewusstheit in die Diagnosestellung einbezogen wird, würde zusätzlich zu den bisher 72 auffälligen Kindern bei 19 weiteren die Diagnose Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung gestellt werden (Tabelle 11). Somit hätte sich die Diagnose AVWS bei 91 Kindern (75,8%) ergeben.

Tabelle 11: Gegenüberstellung der Diagnose AVWS vs. AVWS inkl. BAKO gesamt aus mindestens drei auffälligen Tests.

	AVWS (inkl. BAKO gesamt)				Summe	
	auffällig		unauffällig			
	N	%	N	%	N	%
AVWS						
auffällig	72	60.00	0	0.00	72	60.00
unauffällig	19	15.83	29	24.17	48	40.00
Summe	91	75.83	29	24.17	120	100.00

Unter der Voraussetzung, dass stattdessen vier Tests zur Diagnose AVWS auffällig sein müssen, würde unter Einbeziehung einer eingeschränkten phonologischen Bewusstheit bei keinem weiteren Kind eine AVWS diagnostiziert werden. Allerdings wären von 72 bisher auffälligen 11 weniger, also nur noch 61 Kinder auffällig (Tabelle 12).

Tabelle 12: Gegenüberstellung Diagnose AVWS vs. AVWS inkl. BAKO gesamt aus mindestens vier auffälligen Tests.

	AVWS (inkl. BAKO gesamt)				Summe	
	auffällig		unauffällig			
	N	%	N	%	N	%
AVWS						
auffällig	61	50.83	11	9.17	72	60.00
unauffällig	0	0.00	48	40.00	48	40.00
Summe	61	50.83	59	49.17	120	100.00

Die folgende Darstellung (Tabelle 13) erfolgt vor dem Hintergrund, dass sowohl der H-LAD als auch der BAKO 1-4 Aspekte der phonologischen Verarbeitung, einer Vorläuferfähigkeit des Schriftspracherwerbs, messen. Sollte nicht die Phonemdiskrimination in die Auswertung einbezogen werden, sondern stattdessen die Ergebnisse des BAKO 1-4 einfließen, würden 11 Kinder mehr, also insgesamt 83 Kinder statt der bisher 72 Kinder, die Diagnose AVWS erhalten (siehe Tabelle 13). Ersichtlich ist, dass von den 72 bisher auffälligen Kindern in diesem Fall 3 unauffällig sind, aber dafür von den 48 bisher unauffälligen Kindern jetzt 14 auffällig wären.

Tabelle 13: Gegenüberstellung Diagnosestellung AVWS unter Einbeziehung des BAKO gesamt versus des H-LAD gesamt aus drei auffälligen Tests.

	AVWS (inkl. BAKO gesamt)				Summe	
	auffällig		unauffällig			
	N	%	N	%	N	%
AVWS inkl. H-LAD gesamt						
auffällig	69	57.50	3	2.50	72	60.00
unauffällig	14	11.67	34	28.33	48	40.00
Summe	83	69.17	37	30.83	120	100.00

4.3.3 Übereinstimmungen der Testergebnisse und Cohen's Kappa κ

In der folgenden Kreuztabelle 14 werden die Übereinstimmungen und Zuordnungen der einzelnen Tests zur Diagnose AVWS bzw. dessen Ausschluss quantifiziert dargestellt.

Tabelle 14: Übereinstimmung und Zuordnung der gesicherten bzw. ausgeschlossenen Diagnose AVWS und den einzelnen Diagnose-Tests, quantitative Darstellung.

		AVWS – ja n = 72		AVWS – nein n = 48	
		n	%	n	%
Dichotisches Hörvermögen	auffällig	60	83.33	17	35.42
	unauffällig	12	16.67	31	64.58
H-LAD ka	auffällig	22	30.56	3	6.25
	unauffällig	50	69.44	45	93.75
H-LAD aud	auffällig	20	27.78	4	8.33
	unauffällig	52	72.22	44	91.67
H-LAD kin	auffällig	29	40.28	3	6.25
	unauffällig	43	59.72	45	93.75
HMS Silben	auffällig	63	87.50	26	54.17
	unauffällig	9	12.50	22	45.83
HMS Sätze	auffällig	66	91.67	29	60.42
	unauffällig	6	8.33	19	39.58
HMS Zahlen	auffällig	39	54.17	14	29.17
	unauffällig	33	45.83	34	70.83
Hörfeldskalierung	auffällig	9	12.50	0	0.00
	unauffällig	63	87.50	48	100.00
Störlärm	auffällig	19	26.39	5	10.42
	unauffällig	53	73.61	43	89.58
ZKS	auffällig	56	77.78	18	37.50
	unauffällig	16	22.22	30	62.50

Beispielsweise zeigt sich bei 60 Patienten (83,3%) mit diagnostizierter AVWS ein auffälliges dichotisches Hörvermögen, bei 12 Patienten (16,7%) ist der Test unauffällig.

Andererseits zeigen 31 Patienten (64,6%), bei denen sich kein Anhalt für eine AVWS ergibt, auch keine Auffälligkeiten in diesem Test, demgegenüber fallen 17 Patienten (35,4%) mit einem eingeschränkten dichotischen Hörvermögen auf.

Tabelle 14 und die grafische Darstellung der Werte (Abbildung 4) zeigen, dass die meisten der 72 Kinder mit diagnostizierter AVWS Einschränkungen der Hörmerkfähigkeit, des dichotischen Hörvermögens und im Hörtest mit verminderter Redundanz (ZKS) aufweisen.

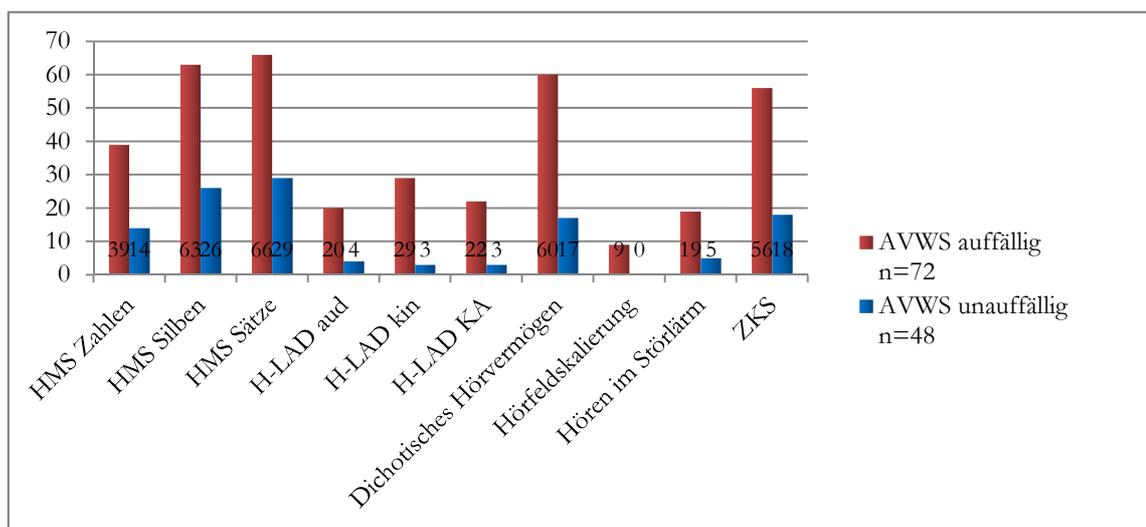


Abbildung 4: Gegenüberstellung der Häufigkeiten der AVWS-Tests bei den AVWS-auffälligen und AVWS-unauffälligen Kindern.

Es folgt die Einordnung anhand des Übereinstimmungsmaßes Cohen's Kappa mit dem entsprechenden 95%-Konfidenzintervall (Tabelle 15). Die Auswertung erfolgt auf dem Nominalskalenniveau. Die Testergebnisse des dichotischen Hörvermögens zeigen eine mittelmäßige Übereinstimmung mit einem Kappa von 0.488 [0.327; 0.648]. Ebenso besteht eine mittelmäßige Übereinstimmung mit den Ergebnissen des Tests für zeitkomprimierte Sprache von 0.406 [0.239; 0.573]. Die Ergebnisse sind signifikant. Die übrigen Tests zeigen eine schlechtere Übereinstimmung.

Tabelle 15: Übereinstimmung der gesicherten Diagnose AVWS und den einzelnen Diagnose-Tests, Cohen's Kappa (n=72).

AVWS	Cohens-Kappa		
	K	Lower CI	Upper CI
Dichotisches Hörvermögen	0.488	0.327	0.648
ZKS	0.406	0.239	0.573
HMS Silben	0.343	0.175	0.512
HMS Sätze	0.327	0.164	0.491
H-LAD kin	0.299	0.171	0.427
HMS Zahlen	0.228	0.063	0.393
H-LAD ka	0.209	0.092	0.325
H-LAD aud	0.167	0.050	0.283
Störlärm	0.137	0.019	0.255
Hörfeldskalierung	0.103	0.035	0.170

Damit lässt sich die beste, jedoch nur moderate, Übereinstimmung für das dichotische Hörvermögen, den Hörtest für zeitkomprimierte Sprache und für die Hörmerkfähigkeit für sinnlose Silben (Mottier-Test) feststellen. Eine Aussage, welche Testkombination sich aus den drei aussagekräftigsten oder erweiterten Tests zur AVWS-Diagnostik eignet, lässt sich allerdings nicht ableiten.

Abbildung 5 veranschaulicht das Resultat grafisch.

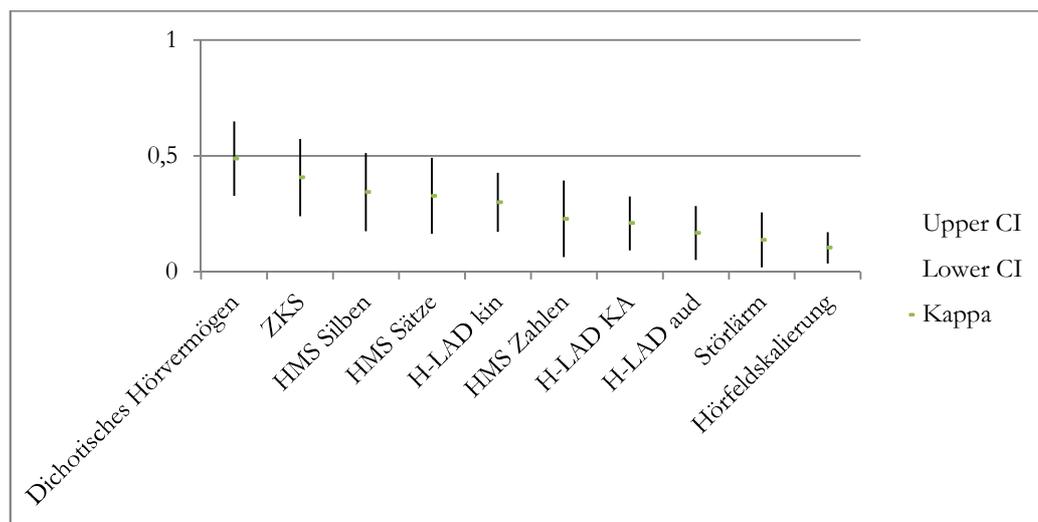


Abbildung 5: Übereinstimmungsmaß Cohen's Kappa der einzelnen Tests zur Diagnose AVWS mit dem entsprechenden 95%-Konfidenzintervall (Fehlerbalkendiagramm).

Die Tabelle 16 stellt analog zur Tabelle 14 die Ergebnisse der einzelnen Untertests des BAKO 1-4 bezogen auf die AVWS-auffälligen und –unauffälligen Kinder dar.

Tabelle 16 Übereinstimmung von AVWS und den BAKO-Untertests.

		AVWS – ja n = 72		AVWS – nein n = 48	
		n	%	n	%
BAKO Lautkategorisierung	auffällig	49	68.06	26	54.17
	unauffällig	23	31.94	22	45.83
BAKO Phonemvertauschung	auffällig	55	76.39	32	66.67
	unauffällig	17	23.61	16	33.33
BAKO Pseudowortsegmentierung	auffällig	51	70.83	34	70.83
	unauffällig	21	29.17	14	29.17
BAKO Restwortbestimmung	auffällig	54	75.00	29	60.42
	unauffällig	18	25.00	19	39.58
BAKO Vokalersetzung	auffällig	51	70.83	25	52.08
	unauffällig	21	29.17	23	47.92
BAKO Vokallängenbestimmung	auffällig	31	43.06	21	43.75
	unauffällig	41	56.94	27	56.25
BAKO Wortumkehr	auffällig	58	80.56	32	66.67
	unauffällig	14	19.44	16	33.33
BAKO gesamt	auffällig	55	76.39	32	66.67
	unauffällig	17	23.61	16	33.33

Die Abbildung 6 stellt die Ergebnisse aus Tabelle 16 mit der Anzahl der auffälligen BAKO-Untertests grafisch dar.

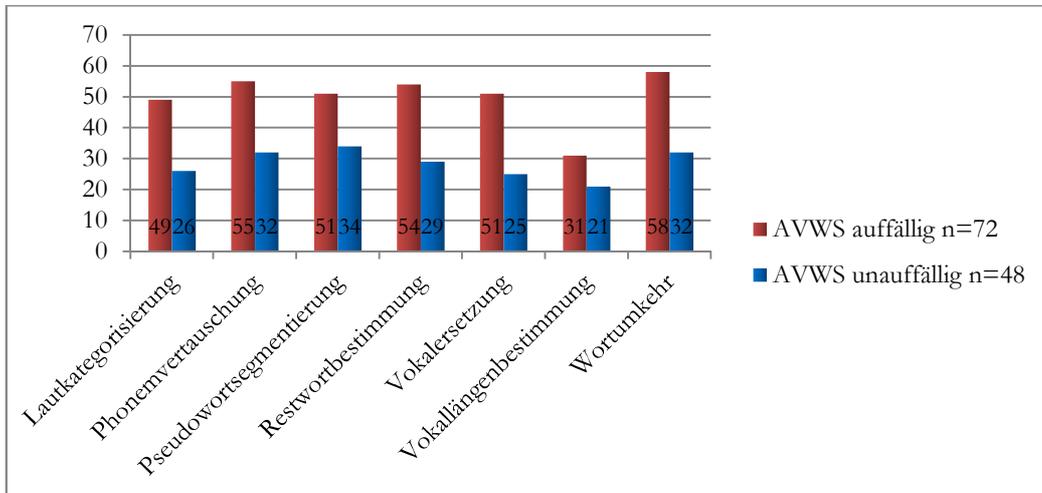


Abbildung 6: Gegenüberstellung der Häufigkeiten der auffälligen BAKO-Untertests bei den AVWS-auffälligen und AVWS-unauffälligen Kindern.

Es zeigt sich nach Tabelle 17 keine signifikante Übereinstimmung der BAKO-Untertests zur Diagnose AVWS. Die Auswertung erfolgt auf Nominalskalenniveau mit dem Übereinstimmungsmaß Cohen's Kappa.

Tabelle 17: Übereinstimmung der gesicherten Diagnose AVWS und den einzelnen Untertests des BAKO 1-4, Cohen's Kappa (n=72).

AVWS	Cohens-Kappa		
	K	Lower CI	Upper CI
BAKO Vokalersetzung	0.190	0.012	0.368
BAKO Restwortbestimmung	0.152	-0.025	0.329
BAKO Wortumkehr	0.148	-0.024	0.320
BAKO Lautkategorisierung	0.140	-0.039	0.319
BAKO Phonemvertauschung	0.103	-0.072	0.277
BAKO gesamt	0.103	-0.072	0.277
BAKO Pseudowortsegmentierung	-0.000	-0.174	0.174
BAKO Vokallängenbestimmung	-0.006	-0.176	0.163

Auch zwischen dem Gesamtergebnis des BAKO 1-4 und den Ergebnissen der einzelnen AVWS-Teilleistungstests ließ sich keine signifikante Übereinstimmung feststellen (Tabelle 18).

Tabelle 18: Übereinstimmung des BAKO 1-4-Testergebnisses und den Ergebnissen der AVWS-Teilleistungsdiagnostik bei Kindern mit gesicherter AVWS, Cohen's Kappa (n=72).

BAKO Gesamtergebnis	Cohens-Kappa		
	K	Lower CI	Upper CI
HMS	0.158	-0.031	0.348
H-LAD ka	0.155	0.071	0.239
H-LAD kin	0.132	0.027	0.237
Dichotisches Hörvermögen	0.083	-0.096	0.262
Hörfeldskalierung	0.011	-0.046	0.069
H-LAD aud	-0.010	-0.113	0.092
Störlärm	-0.010	-0.113	0.092
ZKS	-0.136	-0.301	0.029

4.3.4 Zusammenhang der Testergebnisse– Korrelationsanalysen

Korrelation zwischen den Testergebnissen des BAKO 1-4 und des H-LAD

Die Ergebnisse der Testung der Phonologischen Bewusstheit im BAKO 1-4 und die Ergebnisse der Testung der Phonemdiskrimination durch den Heidelberger Lautdifferenzierungstest H-LAD werden in T-Werten angegeben. Da es sich bei den erfassten T-Werten um ein metrisches Skalenniveau handelt, kann die Korrelationsanalyse nach Pearson angewandt werden.

In den folgenden Tabellen 19, 20 und 21 wird die Korrelation jeweils zweier metrischer Variablen der Ergebnisse des H-LAD und des BAKO 1-4 mit dem Korrelationskoeffizienten r dargestellt. Diese ist signifikant, wenn der entsprechende p -Wert maximal 5% beträgt. Auf einen kausalen Zusammenhang zwischen den Merkmalen kann jedoch nicht geschlossen werden.

Tabelle 19: Korrelation zwischen den T-Werten der BAKO-Untertests und denen des H-LAD aller untersuchten Kinder (N=120).

	BAKO 1-4							
H-LAD	PWS	VE	RWB	PV	LK	VLB	WU	Gesamt
Subtest aud	r = 0,088 p = 0,255	r = 0,255 p = 0,034	r = 0,112 p = 1,000	r = 0,021 p = 1,000	r = 0,012 p = 1,000	r = -0,025 p = 1,000	r = 0,129 p = 1,000	r = 0,109 p = 0,235
Subtest kin	r = 0,279 p = 0,014	r = 0,321 p = 0,002	r = 0,258 p = 0,031	r = 0,203 p = 0,182	r = 0,145 p = 0,802	r = 0,057 p = 1,000	r = 0,057 p = 1,000	r = 0,316 p = 0,000
Subtest ka	r = 0,445 p = 0,000	r = 0,328 p = 0,002	r = 0,414 p = 0,000	r = 0,371 p = 0,000	r = 0,262 p = 0,027	r = 0,184 p = 0,308	r = 0,414 p = 0,000	r = 0,459 p = 0,000
Gesamt	r = 0,354 p = 0,001	r = 0,405 p = 0,000	r = 0,382 p = 0,000	r = 0,256 p = 0,033	r = 0,171 p = 0,436	r = 0,090 p = 1,000	r = 0,361 p = 0,000	r = 0,398 p = 0,000

Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Phonemdiskrimination und der phonologischen Bewusstheit, wenn alle untersuchten Kinder in die Auswertung eingehen. Dieser liegt zum Teil auf dem Signifikanzniveau von 0,1% bzw. 0,01%, besonders deutlich wird der positive Zusammenhang zum Beispiel bei der Korrelation des H-LAD- Untertests Konsonantenanalyse und nahezu allen BAKO-Untertests (bis auf Vokallängenbestimmung) sowie dem BAKO-Gesamtwert. Der BAKO-Untertest Vokalersetzung korreliert ebenfalls mit allen Untertests des H-LAD. Im Untertest auditive Phonemdifferenzierung zeigt sich in den Korrelationen zu den übrigen Tests des BAKO 1-4 bis auf den Untertest Vokalersetzung allerdings kein signifikanter Zusammenhang.

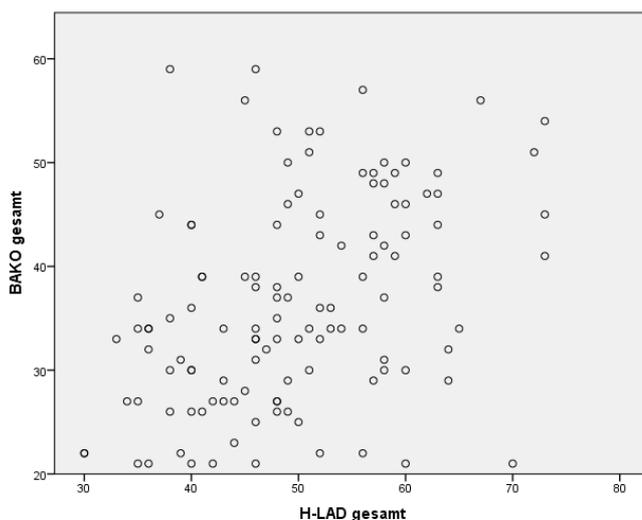


Abbildung 7: Streudiagramm Korrelation von H-LAD gesamt mit BAKO gesamt aller untersuchten Kinder (N=120).

Die Abbildung 7 zeigt beispielhaft die Korrelation zwischen den Ergebnissen des H-LAD gesamt und des BAKO gesamt in einem Streudiagramm. Ein linearer Zusammenhang kann erkannt werden, aufgrund der vorwiegend mäßigen (Korrelationskoeffizient r zwischen 0,4 und 0,6) bzw. schlechten (r unter 0,4) Übereinstimmung ergibt sich jedoch keine streng lineare Struktur.

Es folgt eine zusammenfassende Darstellung der Korrelation zwischen den Testergebnissen des BAKO 1-4 sowie denen des H-LAD der Kinder, bei denen eine AVWS diagnostiziert wurde ($n=72$).

Tabelle 20: Korrelation zwischen den T-Werten der BAKO-Untertests und denen des H-LAD der AVWS-auffälligen Kinder ($n=72$).

H-LAD	BAKO 1-4							Gesamt
	PWS	VE	RWB	PV	LK	VLB	WU	
Subtest aud	$r = 0,092$ $p = 0,443$	$r = 0,188$ $p = 0,114$	$r = 0,060$ $p = 0,620$	$r = -0,090$ $p = 0,461$	$r = -0,009$ $p = 0,939$	$r = 0,135$ $p = 0,258$	$r = 0,034$ $p = 0,774$	$r = 0,014$ $p = 0,906$
Subtest kin	$r = 0,367$ $p = 0,002$	$r = 0,334$ $p = 0,004$	$r = 0,175$ $p = 0,142$	$r = 0,170$ $p = 0,154$	$r = 0,118$ $p = 0,324$	$r = 0,006$ $p = 0,960$	$r = 0,178$ $p = 0,135$	$r = 0,269$ $p = 0,022$
Subtest ka	$r = 0,505$ $p = 0,000$	$r = 0,330$ $p = 0,005$	$r = 0,438$ $p = 0,000$	$r = 0,408$ $p = 0,000$	$r = 0,202$ $p = 0,088$	$r = 0,186$ $p = 0,118$	$r = 0,372$ $p = 0,001$	$r = 0,465$ $p = 0,000$
Gesamt	$r = 0,444$ $p = 0,000$	$r = 0,378$ $p = 0,001$	$r = 0,299$ $p = 0,011$	$r = 0,180$ $p = 0,130$	$r = 0,098$ $p = 0,411$	$r = -0,005$ $p = 0,965$	$r = 0,253$ $p = 0,032$	$r = 0,315$ $p = 0,007$

Im Vergleich zur Korrelationsanalyse aller untersuchten Kinder lässt sich bei den Kindern mit diagnostizierter AVWS eine geringere Anzahl an signifikanten Korrelationen zwischen den Testergebnissen des H-LAD und des BAKO 1-4 feststellen. Das positive Korrelationsmuster zwischen den BAKO 1-4 Untertests und den H-LAD-Untertests betrifft am häufigsten die Konsonantenanalyse.

Tabelle 21: Korrelation zwischen den T-Werten der BAKO-Untertests und denen des H-LAD der AVWS-unauffälligen Kinder (n=48).

	BAKO 1-4							
H-LAD	PWS	VE	RWB	PV	LK	VLB	WU	Gesamt
Subtest aud	r = 0,025 p = 0,867	r = 0,249 p = 0,088	r = 0,099 p = 0,505	r = 0,121 p = 0,412	r = 0,133 p = 0,367	r = 0,116 p = 0,432	r = 0,216 p = 0,140	r = 0,159 p = 0,280
Subtest kin	r = 0,098 p = 0,506	r = 0,143 p = 0,334	r = 0,236 p = 0,106	r = 0,166 p = 0,259	r = 0,223 p = 0,127	r = 0,167 p = 0,258	r = 0,332 p = 0,021	r = 0,272 p = 0,062
Subtest ka	r = 0,344 p = 0,017	r = 0,200 p = 0,172	r = 0,371 p = 0,009	r = 0,259 p = 0,076	r = 0,361 p = 0,012	r = 0,230 p = 0,115	r = 0,470 p = 0,001	r = 0,364 p = 0,011
Gesamt	r = 0,181 p = 0,219	r = 0,298 p = 0,040	r = 0,403 p = 0,004	r = 0,279 p = 0,055	r = 0,350 p = 0,015	r = 0,253 p = 0,083	r = 0,480 p = 0,001	r = 0,409 p = 0,004

Bei den Kindern, bei denen eine AVWS ausgeschlossen wurde, zeigt sich nur eine geringe Anzahl an signifikanten Korrelationen zwischen den Testergebnissen des H-LAD und des BAKO 1-4. Am häufigsten korreliert die Konsonantenanalyse mit einzelnen Untertests des BAKO 1-4.

Korrelation zwischen Kurzzeitgedächtnisleistungen und AVWS-Tests

Tabelle 22: Darstellung der Korrelationen zwischen Kurzzeitgedächtnisleistungen und AVWS-Tests bei AVWS auffälligen Kindern (n=72).

	ZFG	Mottier	HMS Sätze	Dichot	H-LAD aud	H-LAD kin
Mottier	rho = 0,116 p = 0,330	--	--	--	--	--
HMS Sätze	κ = 0,075 p = 0,285	κ = 0,185 p = 0,107	--	--	--	--
Dichot	rho = 0,018 p = 0,884	rho = -0,175 p = 0,141	κ = 0,250 p = 0,022	--	--	--
H-LAD aud	r = -0,107 p = 0,373	rho = 0,016 p = 0,896	κ = -0,059* p = 0,026	rho = 0,029 p = 0,810	--	--
H-LAD kin	r = 0,120 p = 0,125	rho = 0,263 p = 0,026	κ = 0,020 p = 0,717	rho = 0,006 p = 0,957	r = 0,433 p = 0,000	--
H-LAD ka	r = 0,047 p = 0,696	rho = 0,165 p = 0,165	κ = -0,007 p = 0,877	rho = 0,201 p = 0,090	r = 0,135 p = 0,258	r = 0,305 p = 0,009

*= p-Wert bei sehr schlechter Übereinstimmung mit geringem Cohen's Kappa nicht berücksichtigt

In der Tabelle 22 werden die Übereinstimmungen und Korrelationen zwischen sprachlich-auditiven Kurzzeitgedächtnisleistungen und AVWS-Tests dargestellt. Die Daten wurden bei den AVWS-auffälligen Kindern ausgewertet, um Einflüsse von Kurzzeitgedächtnisleistungen auf AVWS-Tests zu erfassen (Nickisch und Kiese-Himmel, 2016). Entsprechend der Skalenniveaus der Daten erfolgte die Auswahl der Übereinstimmung nach Cohen's Kappa κ sowie die der Korrelationen nach Spearman's rho und Pearson's r. Hierbei korrelierten positiv:

KZG Sinnleere Silben (Mottier) mit Phonemidentifikation (H-LAD kin)
 KZG Sätze (HMS Sätze) mit dichotischem Wortpaarverstehen (Dichot)

Weitere signifikante Zusammenhänge zwischen KZG-Leistungen und AVWS-Test resultierten nicht.

Tabelle 23: Darstellung der Korrelationen zwischen Kurzzeitgedächtnisleistungen und AVWS-Tests bei AVWS unauffälligen Kindern (n=48).

	ZFG	Mottier	HMS Sätze	Dichot	H-LAD aud	H-LAD kin
Mottier	rho = 0,344 p = 0,018	--	--	--	--	--
HMS Sätze	κ = 0,261 p = 0,027	κ = 0,258 p = 0,074	--	--	--	--
Dichot	rho = 0,254 p = 0,085	rho = -0,36 p = 0,812	κ = 0,201 p = 0,117	--	--	--
H-LAD aud	r = 0,183 p = 0,219	rho = -0,112 p = 0,454	κ = -0,033 p = 0,615	rho = -0,218 p = 0,136	--	--
H-LAD kin	r = 0,138 p = 0,356	rho = 0,076 p = 0,612	κ = 0,011 p = 0,855	rho = -0,187 p = 0,203	r = 0,356 p = 0,013	--
H-LAD ka	r = 0,298 p = 0,042	rho = -0,14 p = 0,927	κ = -0,60 p = 0,296	rho = -0,033 p = 0,824	r = 0,279 p = 0,054	r = 0,392 p = 0,006

Eine Korrelation zwischen sprachlich-auditiven Kurzzeitgedächtnisleistungen und AVWS-Tests bei AVWS-unauffälligen Kindern zeigte sich zwischen:

KZG Zahlenfolgedächtnis mit KZG sinnleere Silben (Mottier)
 Hörmerkfähigkeit für Sätze und
 Untertest Lautanalyse des
 Lautdifferenzierungstests (H-LAD ka)

Tabelle 24: Darstellung der Korrelationen zwischen Kurzzeitgedächtnisleistungen und AVWS-Tests bei allen untersuchten Kindern (N=120).

	ZFG	Mottier	HMS Sätze	Dichot	H-LAD aud	H-LAD kin
Mottier	$\rho = 0,265$ $p = 0,004$	--	--	--	--	--
HMS Sätze	$\kappa = 0,211$ $p = 0,002$	$\kappa = 0,332$ $p = 0,000$	--	--	--	--
Dichot	$\rho = 0,209$ $p = 0,022$	$\rho = 0,250$ $p = 0,006$	$\kappa = 0,348$ $p = 0,000$	--	--	--
H-LAD aud	$r = 0,085$ $p = 0,356$	$\rho = 0,070$ $p = 0,450$	$\kappa = -0,029$ $p = 0,509$	$\rho = 0,057$ $p = 0,534$	--	--
H-LAD kin	$r = 0,208$ $p = 0,023$	$\rho = 0,305$ $p = 0,001$	$\kappa = 0,091$ $p = 0,075$	$\rho = 0,132$ $p = 0,151$	$r = 0,435$ $p = 0,000$	--
H-LAD ka	$r = 0,216$ $p = 0,018$	$\rho = 0,194$ $p = 0,035$	$\kappa = 0,026$ $p = 0,559$	$\rho = 0,241$ $p = 0,008$	$r = 0,226$ $p = 0,023$	$r = 0,406$ $p = 0,000$

Bei Einbeziehung aller Kinder in die Korrelationsanalyse zeigten sich deutlich mehr signifikante Korrelationen (Tabelle 24). Insbesondere die Kurzzeitgedächtnisleistung für Zahlen (ZFG) und sinnlose Silben (Mottier) korrelieren signifikant mit den Tests Kurzzeitgedächtnis für Sätze sowie der Lautidentifikation, Lautanalyse und dem dichotischen Hörvermögen.

4.3.5 Mittelwertunterschied – t-Test

Die folgenden Tabellen enthalten die Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben zum Vergleich der Mittelwerte metrischer Daten zwischen den Kategorien AVWS- auffällig und AVWS- unauffällig sowie phonologische Bewusstheit auffällig und unauffällig.

Die Ergebnisse des BAKO 1-4 waren im Mittel in beiden Gruppen AVWS und Non-AVWS im unteren Normbereich bzw. unterdurchschnittlich. Die AVWS-auffälligen Kinder schnitten durchschnittlich in den BAKO-Untertests etwas schlechter ab. Eine signifikante Unterscheidung findet sich allerdings nur beim Untertest Vokalersetzung, das heißt, die Non-AVWS-Kinder schnitten hier signifikant besser ab (Tabelle 25).

Tabelle 25: Mittelwertunterscheidung (T-Werte) AVWS auffällig und unauffällig mit den Untertests der phonologischen Bewusstheit.

	AVWS		p
	ja (n=72)	nein (n=48)	
BAKO Pseudowortsegmentierung	38,26 ± 10,039	40,77 ± 10,957	0,199
BAKO Vokalersetzung	39,11 ± 7,076	43,67 ± 8,203	0,002
BAKO Restwortbestimmung	38,24 ± 9,178	41,23 ± 10,885	0,107
BAKO Phonemvertauschung	40,35 ± 8,326	42,27 ± 8,641	0,224
BAKO Lautkategorisierung	40,14 ± 10,445	41,23 ± 9,313	0,560
BAKO Vokallängenbestimmung	46,35 ± 10,133	46,60 ± 9,806	0,891
BAKO Wortumkehr	38,03 ± 7,438	39,35 ± 7,810	0,350
BAKO gesamt	35,17 ± 10,115	38,56 ± 9,369	0,066

Tabelle 26: Mittelwertunterscheidung (T-Werte) der H-LAD- Untertests in Bezug zur phonologischen Bewusstheit (N=120).

	BAKO 1-4 gesamt		p
	auffällig (n= 87)	unauffällig (n=33)	
H-LAD aud	52,38 ± 11,057	53,67 ± 13,981	0,637
H-LAD kin	46,41 ± 11,038	53,64 ± 10,219	0,001
H-LAD ka	46,15 ± 9,345	54,76 ± 9,836	0,000
H-LAD gesamt	47,71 ± 9,213	55,21 ± 9,552	0,000

Wie in Tabelle 26 zu erkennen ist, zeigten die Kinder mit eingeschränkter phonologischer Bewusstheit durchschnittlich schlechtere Ergebnisse in Bezug auf die auditiv-kinästhetische Wahrnehmungstrennschärfe (H-LAD) im Vergleich zu den Kindern ohne Einschränkung der phonologischen Bewusstheit. Dabei besteht ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen. Kinder mit guter phonologischer Bewusstheit zeigten signifikant bessere Leistungen bei der Phonemidentifikation, der Konsonantenanalyse und im Gesamtwert. In der folgenden Abbildung 8 ist dies grafisch dargestellt, exemplarisch anhand des H-LAD gesamt- Wertes. Angegeben sind die Mittelwerte, die Maxima und Minima sowie die oberen und unteren Quartile. Innerhalb der Quartile finden sich 50% der Werte.

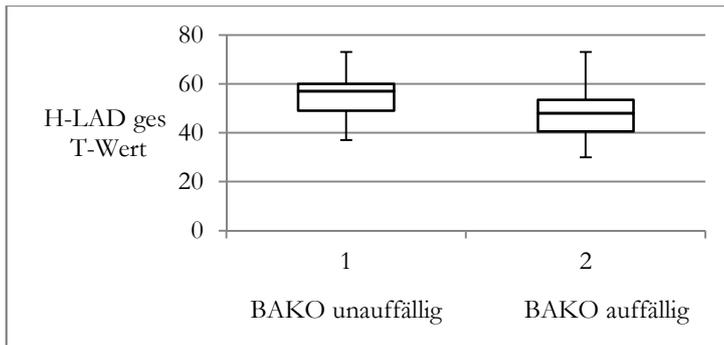


Abbildung 8: Mittelwertunterschiede des H-LAD gesamt bezogen auf die phonologische Bewusstheit (Boxplot).

5 Diskussion

Zum Aufgabengebiet des Facharztes für Phoniatrie und Pädaudiologie gehört der Ausschluss bzw. die Abklärung von kindlichen Hörstörungen. Diese umfasst sowohl die peripheren als auch die zentralen Hörstörungen. In den Abteilungen werden Kinder vorgestellt, deren Eltern bzw. Lehrer auf Defizite aufmerksam wurden, die u.a. die Merkfähigkeit von Gehörtem, das Sprachverstehen in lauter Umgebung, die Lokalisation von akustischen Signalen, die Verwechslung von Lauten betreffen. Die Aufgabe des Pädaudiologen ist es in diesem Fall, eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) auszuschließen bzw. festzustellen. Häufig lassen sich die Probleme aber nicht oder nicht allein durch eine AVWS erklären. Es ist bekannt, dass diese Kinder oft auch Einschränkungen im Lese- und Rechtschreiberwerb haben (Ptok et al., 2000; Brunner und Stuhmann, 2013). Auch im Rahmen der Diagnostik der Leserechtschreibstörung (LRS) werden Schwächen in Teilfunktionen der auditiv-phonologischen Sprachverarbeitung nachgewiesen (Schröter, 2013). Danach stehen die Teilfunktionen der AVWS hinsichtlich Analyse, Differenzierung und Identifikation auditiv-sprachlicher Reize in direktem Bezug zum Erwerb des einzelheitlichen Lesens und Schreibens.

5.1 Patienten

In der vorliegenden Arbeit erfolgte die Prüfung der Zusammenhänge zwischen basalen Fertigkeiten des Lese-Rechtschreiberwerbs, der Fähigkeit der Lautdifferenzierung und -analyse und zentralauditiven Funktionen.

Insgesamt wurden die Daten von 120 Kindern retrospektiv ausgewertet, die im Zeitraum von 2012 bis 2015 in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde des UKH mit V.a. AVWS untersucht wurden. Ausgeschlossen wurden Kinder mit Intelligenzminderung, Autismus, gesicherter Lese-Rechtschreibstörung, einer unbehandelten ADHS und einer peripheren Hörstörung. Eingeschlossen wurden nur die Kinder, bei denen die Untersuchungen vollständig durchgeführt wurden und aussagekräftige Ergebnisse vorlagen. Diese Auswahlkriterien wurden streng eingehalten.

5.2 Alters- und Geschlechtsverteilung

Vorge stellt wurden 89 Jungen (74,2%) und 31 Mädchen (25,8%). Die Kinder waren im Alter von 6 bis 13 Jahren, der Altersdurchschnitt betrug 8 Jahre.

Bei 72 der 120 Kinder (60%) wurde eine AVWS diagnostiziert. Das waren 51 Jungen (70,8%) und 21 Mädchen (29,2%).

Die Geschlechterverteilung der auffälligen Kinder zeigte ein Verhältnis männlich : weiblich von 2,5 : 1. Dies entspricht den Angaben anderer Arbeitsgruppen (Nickisch et al., 2007; Imgrunt, 2009; Brunner und Stuhmann, 2013). Gründe, dass Jungen etwa doppelt so häufig betroffen sind wie Mädchen, sind bisher nicht eindeutig geklärt. Brunner und Stuhmann (2013) vermuten, dass Mädchen die Schwächen der Sprachverarbeitung besser kompensieren können und andere Strategien für die Rechtschreibung einsetzen.

5.3 Diagnostik

In die Diagnose AVWS fließen in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Universität Halle die erfassten Ergebnisse der Testung der auditiven Diskrimination, Phonemdifferenzierung und -identifikation, des auditiven Arbeitsgedächtnisses, des dichotischen Hörvermögens, Sprachverstehen im Störlärm, der Hörfeldskalierung und der Sprachaudiometrie mit veränderter Sprache bzw. Sprachqualität ein. Die Diagnose AVWS ist zu stellen, wenn mindestens 3 Testergebnisse auffällig sind.

Auffällig werden die Ergebnisse im H-LAD schlechter als eine Standardabweichung vom Mittelwert (Möhring et al., 2003) gewertet. Im Untertest Zahlenfolgegedächtnis des PET soll ein T-Wert von 29 und besser erreicht werden (Wohlleben et al., 2007). Die Auswertung des Motier-Tests richtet sich nach der Anzahl der Fehler und ist altersabhängig (Auswertmodus nach Schönweiler, 2005, persönliche Mitteilung). Zur Überprüfung des Satzgedächtnisses wird der HSET herangezogen, bereits ein Fehler ergibt ein auffälliges Testergebnis.

Im Rahmen der audiometrischen Verfahren wird die Sprachaudiometrie im Störgeräusch durchgeführt, auffällig ist ein Diskriminationsverlust größer als 30%, sowie der Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache. Hier liegt die Normgrenze bei bis zu 7 Fehlern (Wohlleben et al., 2007). Das elektrophysiologischen Verfahren umfasst das dichotische Hörvermögen mit der Normgrenze bis 75% korrektes Wortpaarverstehen (Berger et al., 1998; Berger und Demirakca, 2000; Berger et al., 2001). Als psychoakustisches Verfahren wird das Lautheitsempfinden mit Hilfe der Hörfeldskalierung angewandt. Die Auswertung erfolgt nach den Angaben des Kindes,

ob das Rauschen nicht, sehr leise, leise, mittellaut, laut, sehr laut oder zu laut gehört wurde (Böhme, 2008).

Zusätzlich wird die Phonologische Bewusstheit getestet, allerdings erfolgt die Bewertung separat. Das Ergebnis fließt nicht in die Diagnose AVWS ein.

Imgrunt et al. (2009) diagnostizierten eine AVWS bei zwei auffälligen Tests aus auditiver Merkfähigkeit, Phonemdiskrimination, dichotischem Hörvermögen, Prüfung des Richtungshörens und der Ordnungsschwelle sowie anhand der Störschallaudiometrie. Somit wurde eine andere Testauswahl getroffen. Grundsätzlich herrscht auch keine Einigkeit zu Grenzwerten und Testkombinationen. Diese wurden von verschiedenen Arbeitsgruppen (Berger und Demirakca, 2000; Dockter et al., 2004; Brunner et al., 2005; Wohlleben et al., 2007; Kiese-Himmel und Risse, 2009; Nickisch et al., 2013; Wilson und Arnott, 2013; Kiese-Himmel, 2014; Weihing et al., 2015; Ptok et al., 2016) ermittelt und diskutiert. Beispielsweise formulierten Ptok et al. (2016) in Anlehnung an die American Speech-Language-Hearing Association (2005) und die American Academy of Audiology (Musiek et al., 2010) aus, dass mindestens ein Ergebnis von MW-2SD bei einohriger Testung bei 2 verschiedenen Testverfahren (Musiek et al., 2010), oder mindestens ein Ergebnis von MW-2SD in mindestens 2 Testverfahren oder eine Testleistung von MW-3SD in einem Test (American Speech-Language-Hearing Association, 2005) für eine AVWS spreche. Diese Differenzen tragen dazu bei, dass im klinischen Alltag unterschiedliche Empfehlungen für die Diagnose einer AVWS genutzt werden. Auch Wilson und Arnott (2013) kritisierten, dass viele Kliniker die Diagnose nach Empfehlungen einzelner Wissenschaftler stellen. Sie analysierten retrospektiv die Krankenakten von 150 Schulkindern, die mindestens 4 AVWS-Tests absolvierten. Legten sie die unterschiedlichen individuellen Empfehlungen zugrunde, ergab sich die Diagnose AVWS mit einer Spanne von 7,3 bis 96% der untersuchten Kinder (Ptok et al., 2016).

5.4 Ergebnisse

5.4.1 Erstellung einer deskriptiven Statistik der Daten

Bei 72 (60,0%) der insgesamt 120 in dieser Studie untersuchten Kinder wurde eine AVWS diagnostiziert. Immerhin bei 87 Kindern (72,5%) konnte eine eingeschränkte phonologische Bewusstheit festgestellt werden, wobei 55 Kinder (45,8%) beide Störungsbilder aufwiesen.

Die Hörmerkfähigkeit war bei 77,5% aller untersuchten Kinder die am häufigsten eingeschränkte Teilleistung, gefolgt vom dichotischen Hörvermögen (64,2%) sowie dem Hörtest mit

zeitkomprimierter Sprache (61,7%). Die wenigsten Kinder hatten eine Einschränkung des Lautheitsempfindens (7,5%).

Folgende Untertests des BAKO 1-4 bereiteten allen 120 Kindern die größten Probleme: Untertest Wortumkehr (75,0%), Untertest Phonemvertauschung (72,5%), Untertest Pseudowortsegmentierung (70,8%) sowie Untertest Restwortbestimmung (69,2%). Der Untertest Vokallängenbestimmung bereitete den wenigsten Kindern Probleme (43,3%).

Im Rahmen der Diagnostik der AVWS und der phonologischen Bewusstheit hatte jedes der insgesamt 120 untersuchten Kinder zumindest ein auffälliges Testergebnis. Nur bei 16 Kindern (13,3%) zeigte sich kein Anhalt für eine AVWS und keine eingeschränkte phonologische Bewusstheit.

Imgrunt et al. (2009) diagnostizierten bei der Untersuchung von 75 Kindern mit V.a. AVWS bzw. Lese-Rechtschreibstörung bei 71% eine eingeschränkte phonologische Bewusstheit und bei 36% eine AVWS. Somit ist der Prozentsatz der Kinder mit eingeschränkter phonologischer Bewusstheit in beiden Untersuchungspopulationen nahezu identisch. Beide Untersuchungsgruppen wurden anhand des normierten Tests BAKO 1-4 untersucht, so dass testabhängige Einflüsse unwahrscheinlich sind. Vielmehr muss davon ausgegangen werden, dass die Miteinbeziehung der LRS bei Imgrunt et al. (2009) auf eine Komorbidität hinweist, während der hohe Anteil im eigenen Patientengut (ohne LRS) eine mehr generelle LRS-unabhängige Einschränkung anzeigt. Der Prozentsatz der Kinder mit diagnostizierter AVWS ist in der eigenen Arbeit jedoch fast doppelt so hoch (60% versus 36%) im Vergleich zur Untersuchung von Imgrunt et al. (2009). Mögliche Ursachen sind neben der Patientenauswahl und einem möglichen Zufall auch bei der Auswahl und Bewertung der Testverfahren zu sehen.

5.4.2 Bestehen signifikante Übereinstimmungen bzw. Korrelationen zwischen den einzelnen Tests und Untertests zur Erfassung einer AVWS und einer Einschränkung der phonologischen Bewusstheit

Übereinstimmungen der AVWS-Diagnosetests

Entsprechend der Skalenniveaus wurden die Übereinstimmungen zwischen nominal skalierten Daten erfasst. Gegebenenfalls wurden dazu die Skalen reduziert. Dies führt jedoch zu einem Informationsverlust. Dadurch kann es sein, dass kleine Effekte, die sich bei der Korrelation bei höherem, metrischem Skalenniveau noch finden, bei der Übereinstimmungsüberprüfung zwi-

schen nominalen Daten nicht mehr nachweisbar sind. Dies ist in den Tabellen 18 und 20 erkennbar. Während sich in Tabelle 20 auf metrischem Skalenniveau eine signifikante Korrelation zwischen BAKO Gesamt und H-LAD Konsonantenanalyse findet, ist in Tabelle 18 auf Nominalskalenniveau kein Zusammenhang zwischen den Tests nachweisbar.

Die Übereinstimmung wird mit Hilfe des Übereinstimmungsmaßes Cohen's Kappa dargestellt. Hier wird eine Aussage getroffen, ob sich mehr als eine zufällige Übereinstimmung finden lässt.

Dies trifft moderat und signifikant für die Tests dichotisches Hörvermögen, Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache, Hörmerkspanne für Silben und für Sätze in Bezug auf die Diagnose AVWS zu. Diese waren die häufigsten pathologischen Tests bei den Kindern mit AVWS (siehe Tabelle 15).

Keine Übereinstimmungen konnten in Bezug auf die Untertests des BAKO 1-4 und der Diagnose AVWS gefunden werden (Tabelle 17). Auch zeigten sich keine Übereinstimmungen zwischen dem Gesamtergebnis des BAKO 1-4 und den einzelnen AVWS-Diagnostetests (Tabelle 18). Eine mögliche Erklärung ist, dass sich die auffälligen auditiven Teilfunktionen bei Kindern, bei denen eine AVWS festgestellt wurde, nicht in größerem Maß in der Diagnose Einschränkung der phonologischen Bewusstheit abbilden.

Insofern war die Testkombination aus sprachbasierten, sprachbasierten, aber redundanzgeminderten Testverfahren und das sprachlich-auditive Kurzzeitgedächtnis prüfenden Testverfahren hilfreich und geeignet, die Diagnose AVWS zu stellen. Demgegenüber zeigten die anderen Tests, insbesondere auch die Phonemdiskrimination, eine schlechtere bis gar keine Übereinstimmung. Eine hohe diskriminatorische Testgüte bezüglich der Hörmerkspanne für Silben und Sätze berichteten auch Kiese-Himmel und Nickisch (2015), wohingegen eine moderate diagnostische Genauigkeit u. a. bezüglich Hörmerkspanne für Zahlen, Sprachaudiometrie im Störgeräusch, dichotisches Wortpaarverstehen, H-LAD-Phonemidentifikation, H-LAD-Phonemdifferenzierung, und eine tendenziell eher niedrige Genauigkeit für den HLAD-Phonemanalyse vorlagen. Bereits 2009 (Nickisch und Kiese-Himmel) und 2013 (Nickisch et al.) hatte die Arbeitsgruppe nachgewiesen, dass die diagnostische Trennung von Schulkindern mit AVWS von unauffällig entwickelten Kindern bei Zweitklässlern mit 4 Untersuchungsinstrumenten (Mottier-Test; Göttinger Sprachaudiometrie im Störgeräusch; Uttenweiler Test; PET-Untertest ZFG) sowie bei Dritt- und Viertklässlern mit 3 Untersuchungsinstrumenten (Mottier-Test; Göttinger Sprachaudiometrie im Störgeräusch; HLAD-Phonemdifferenzierung) zuverlässig gelang mit 94,1 bzw. 97,5 % korrekten Klassifikationen.

Eißfeller (2016) berichtete für seine Patientengruppe B (n= 52), die neben der Leipziger Testbatterie auch den H-LAD beinhaltete, 6 Testkombinationen, die eine Sensitivität von 100% aufwiesen.

Testkombination 1: Zahlenfolgegedächtnis, Regiometrie und FB-AVWS

Testkombination 2: ZFG, auditorischer Extinktionstest und FB-AVWS

Testkombination 3: ZFG, Sprachaudiometrie und FB-AVWS

Testkombination 4: ZFG, Sprachaudiometrie im Störschall und FB-AVWS

Testkombination 5: H-LAD aud, Regiometrie und FB-AVWS

Testkombination 6: Textgedächtnis, Sprachaudiometrie und FB-AVWS

Die Empfehlung einer einheitlichen und vereinfachten Testbatterie für die AVWS-Diagnostik kann aus diesen Analysen nicht abgeleitet werden. Eine umfassende Testbatterie ist breit anzulegen und sollte auf das jeweilige Kind bzw. die angegebenen Symptome abgestimmt werden, um der Komplexität des Störungsbildes gerecht zu werden. Die steht in Übereinstimmung mit den Leitlinien (Nickisch et al., 2015) und dem Konsensus-Statement der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (Nickisch et al., 2007).

Korrelationsanalysen BAKO 1-4 und H-LAD

Die Korrelationsanalyse nach Pearson mit der Darstellung des Korrelationskoeffizienten r erfolgte zwischen den Testergebnissen, die auf metrischem Skalenniveau erfasst wurden.

BAKO 1-4 und H-LAD wurden zur Diagnostik einer möglichen Lese-Rechtschreibschwäche entwickelt und messen Aspekte der phonologischen Verarbeitung als Vorläuferfähigkeit des Schriftspracherwerbs. Der BAKO 1-4 wurde zur Erfassung der phonologischen Bewusstheit entwickelt (Stock et al., 2003), der H-LAD zur Erfassung der Lautdiskrimination (Brunner und Stuhmann, 2013). In beiden Tests werden ebenfalls Fähigkeiten der phonologischen Merkfähigkeit verlangt (Kiese-Himmel, 2010).

Die Korrelationsanalysen nach Pearson zwischen H-LAD und den Untertests des BAKO 1-4 unter Einbeziehung aller untersuchten Kinder (N=120) zeigen zum Teil hochsignifikante, mäßige Korrelationen (Tabelle 19). Das spricht für eine hohe Reliabilität der Testgüte beider Tests (Brosch et al., 2010). Dies trifft vor allem für den Untertest Vokalersetzung des BAKO 1-4 und den Untertest 2 Konsonantenanalyse des H-LAD zu.

Bei Unterteilung der Gruppen in AVWS und Non-AVWS verringerten sich die Korrelationen zwischen H-LAD und BAKO 1-4 in beiden Gruppen (Tabellen 20 und 21). Dies kann ebenfalls als Hinweis gedeutet werden, dass phonologische Bewusstheit und AVW im Sinne der zentralen Hörkompetenz unterschiedliche Teilleistungskomponenten darstellen und sich nicht gegenseitig bedingen.

Weiterhin zeigte sich, dass die Untertests Lautkategorisierung und Vokallängenbestimmung des BAKO 1-4 nicht mit den Tests des H-LAD korrelieren (Tabellen 19, 20, 21). Nach Ptok und Buller (2006) spielen in diesen beiden Untertests Entscheidungsfindungsprozesse eine Rolle, und erfordern damit eine zusätzliche andere kognitive Leistung. Ptok und Buller (2006) postulieren daher anhand ihrer Analysen zur Konstruktvalidität des Tests BAKO 1-4, dass die übrigen Untertests die eigentliche phonologische Verarbeitungsfähigkeit testen. Der zweite Faktor, die „phonologische Entscheidungsfähigkeit“, kann ggf. bei ängstlichen Kindern mit Schwierigkeiten zur Entscheidungsfindung die Ergebnisse negativ beeinflussen und verfälschen. Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen zeigten sich kongruent und unterstützen diese Interpretation.

Mittelwertunterschied – t-Test

Bezüglich der Mittelwerte der Ergebnisse des BAKO 1-4 bei den AVWS- und Non-AVWS-Kindern im t-Test (Tabelle 25) zeigten sich außer im Untertest Vokalersetzung keine signifikanten Unterschiede. Die Mittelwerte des BAKO 1-4 lagen im unteren Durchschnitt bzw. knapp pathologischen Bereich sowohl bei AVWS als auch bei Non-AVWS-Kindern, sie waren bei Non-AVWS-Kindern im Durchschnitt etwas besser, aber bis auf den Untertest Vokalersetzung nicht signifikant besser. Daher ist die Bedeutung für die Diagnose AVWS aus den Daten nicht oder nur dahingehend interpretierbar, dass AVWS-Kinder zwar Schwächen in der phonologischen Bewusstheit aufweisen können, aber die phonologische Bewusstheit allein als Diagnosekriterium unzureichend erscheint. Vielmehr ist auch für Non-AVWS-Kinder eine Überwachung bzw. Überprüfung der phonologischen Bewusstheit anzuraten, um ggf. therapeutische Maßnahmen zu indizieren.

Die zuvor beschriebenen positiven Korrelationsbeziehungen zwischen den Untertests des H-LAD und des BAKO 1-4 bei Berücksichtigung der gesamten Untersuchungspopulation (N=120) hatten auch im Mittelwertvergleich Bestand (Tabelle 26). So zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Kindern mit eingeschränkter phonologischer Bewusstheit und denen ohne Einschränkung in Bezug auf die auditiv-kinästhetische Wahrnehmungstrennschärfe.

Kinder mit guter phonologischer Bewusstheit zeigten signifikant bessere Leistungen bei der Phonemidentifikation, der Konsonantenanalyse und im Gesamtwert, wobei selbst die BAKO 1-4-auffälligen Kinder durchschnittliche Leistungen beim H-LAD aufwiesen. Das heißt, dass trotz normaler Leistung im H-LAD eine eingeschränkte phonologische Bewusstheit vorliegen kann. Andererseits geht eine unauffällige phonologische Bewusstheit mit signifikant besseren Leistungen im H-LAD einher.

Brosch et al. (2010) kommen ebenfalls zum Ergebnis, dass BAKO 1-4 und H-LAD gut korrelieren, da beide Tests Aspekte der phonologischen Verarbeitung überprüfen. Diese werden aber im Sinne der Lautanalyse und –differenzierung durch den BAKO 1-4 differenzierter getestet. Brosch et al. (2010) untermauern diese Feststellung damit, dass bei einem reinen Training auditiver Funktionen keine Besserung der Lese-Rechtschreibleistungen nachgewiesen werden konnte.

Trotz der zum Teil hochsignifikanten Korrelationen von Leistungen im H-LAD, die zu einer etablierten Testbatterie bei V. a. auf AVWS zählen, und den Ergebnissen des BAKO 1-4 bei allen Gruppen (AVWS, Non-AVWS, alle Kinder), die einen Zusammenhang darlegen, erscheint der BAKO 1-4 zur Differenzierung AVWS und Non-AVWS nicht ausreichend genug geeignet. Ein Argument hierfür liegt in den nicht differenten Leistungen im BAKO 1-4 im unteren Durchschnittsbereich oder knapp pathologischen Bereich auch der Non-AVWS-Kinder (Tabelle 25). Demgegenüber lässt eine gute Leistung im BAKO 1-4 zwar auch ein gutes Ergebnis im H-LAD erwarten; diese gute auditiv-kinästhetische Wahrnehmungstrennschärfe belegt jedoch nicht das Nichtvorhandensein einer AVWS.

Korrelation zur Hörmerkfähigkeit

Eine Übereinstimmung bzw. eine Korrelation zwischen den Ergebnissen des BAKO 1-4 (Tabelle 18) bzw. des H-LAD (Tabelle 22) und der Hörmerkfähigkeit für Zahlen, Silben und Sätze lässt sich nicht nachweisen. Die Ausnahme bildet bei AVWS-Kindern die positive Korrelation von Phonemidentifikationsleistung und Hörmerkleistung für Silben. Auch wenn BAKO 1-4 und H-LAD das phonologische Gedächtnis mit erfassen, erscheint die Teilkomponente „phonologische Bewusstheit“ weniger dominant und unterstreicht die auditive Teilleistung Merkfähigkeit in der AVWS-Diagnostik als nicht zu überrepräsentiert.

5.4.3 Ist die Erfassung der phonologischen Bewusstheit mit Hilfe des BAKO 1-4 zur Diagnostik der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung geeignet. Wenn nicht, welche Konsequenzen können sich aus der Durchführung des Tests bei Kindern ergeben, die sich mit der Verdachtsdiagnose AVWS vorstellen

Die Prävalenz auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen wird mit 2-3% angegeben (Nickisch et al., 2007). Die Prävalenz einer Lese-Rechtschreibstörung (LRS) liegt bei 4-7% (Ptok, 2007a; Schulte-Körne, 2010; Schröter, 2013). Da Kinder mit vermuteter oder gesicherter LRS nicht in das Studienkollektiv aufgenommen wurden, um den Einfluss der phonologischen Bewusstheit bei AVWS herauszuarbeiten bzw. das Vorliegen einer LRS in der eigenen Abteilung nicht eruiert wurde, sind keine vergleichenden Prävalenzdaten ermittelt worden.

Über 97% der Kinder mit AVWS zeigten eine AVWS mit defizitärer auditiver und auditiv-sprachlicher Verarbeitung, nur knapp 3% eine AVWS mit defizitärer auditiver Verarbeitung. Somit sind die Störungsbilder bei den meisten Kindern komplexer und beziehen neben den Bottom-up-Prozessen auch die Top-down-Einflüsse mit ein. Entsprechend der Definition der American Speech-Language-Hearing Association (2005) würden unter Ausschluss der Top-down-Prozesse nur 2 der 72 Kinder die Diagnose AVWS erhalten und entsprechend gefördert und therapiert werden.

Bei über 83% der Kinder wurde neben einer AVWS auch eine auffällige Sprachentwicklung, damit eine unspezifische AVWS oder AVWS mit Komorbidität, festgestellt. Hauptsächlich war die syntaktisch-morphologische Ebene betroffen, also die Kompetenz in Bezug auf Grammatikfunktionen und Satzbaukomplexität. Nur knapp 17% haben eine spezifische AVWS ohne weitere Komorbiditäten. Laut Kiese-Himmel und Nickisch (2016) gehören Störungen des phonologischen Kurzzeitgedächtnisses zur primären Symptomatik einer unspezifischen Sprachentwicklungsstörung. Sie vermuten, dass das phonologische, aber auch das nonverbale Kurzzeitgedächtnis bei unspezifischer SES beeinträchtigt ist und auf eine AVWS verweist. Bereits 2013 hatte die Arbeitsgruppe (Kiese-Himmel und Nickisch, 2013) in ihrer Studie geschlossen, dass ein fließender Übergang zwischen AVWS und spezifischer Sprachentwicklungsstörung besteht.

Wird phonologische Bewusstheit in die Diagnose AVWS einbezogen, ändert sich das Ergebnis deutlich. Unter der Voraussetzung, dass weiterhin drei auffällige Tests herangezogen werden, würde immerhin bei 19 weiteren Kindern die Diagnose gestellt werden (Tabelle 11). Das ent-

spricht 75,8% aller untersuchten Kinder. Bei notwendigen 4 auffälligen Tests hätten nur noch 61 Kinder (50,8%) eine AVWS (Tabelle 12).

Der aus den eigenen Daten generierte Sachverhalt einer nicht differenzierenden Bewertungsmöglichkeit durch den BAKO 1-4 hinsichtlich AVWS versus Non-AVWS spricht dafür, dass ein Zusammenhang zwischen der phonologischen Bewusstheit und der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung nicht zu verifizieren ist. Entsprechend kann geschlossen werden, dass der BAKO 1-4 hinsichtlich der Diagnose AVWS als weniger hinweisgebend anzusehen ist. Da jedoch eine hohe Zahl der untersuchten Kinder eine Einschränkung der Phonologischen Bewusstheit aufwies, sollte diese im Rahmen der Diagnostik ebenfalls erfasst und beschrieben werden. Damit kann eine modalitätsübergreifende Therapie eingeleitet werden. Brunner et al. (2017) zeigten in einer retrospektiven Studie, dass die Therapie der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung, der Einschränkung der Phonemdiskrimination und der Lese-Rechtschreibstörung in ihrer Untersuchungsgruppe zu einer signifikanten Verbesserung auch der anderen Defizite führte. Insbesondere wurde ein positiver Zusammenhang zwischen der Verbesserung der auditiven Diskrimination und der Lese-Rechtschreibleistung sowie des Kurzzeitgedächtnis und der Wahrnehmungstrennschärfe (H-LAD) gesehen. Einschränkend weist die Arbeitsgruppe darauf hin, dass trotz der signifikanten Verbesserung der Leistungen nach Therapie sich diese weiterhin im pädagogisch auffälligen Bereich befanden. Dies solle bei der Beratung der Eltern und der Kinder berücksichtigt werden, um zu hohe Ansprüche an die Therapie zu vermeiden.

5.4.4 Korrelieren sprachlich-auditive Kurzzeitgedächtnisleistungen mit AVWS-Tests

Der zum Teil kontroversen Betrachtungsweise nachgehend, dass eine AVWS wesentlich von kognitiven Einflüssen im Zusammenhang mit entwicklungsneurologischer Störung zu sehen ist (die Aufmerksamkeit und das Kurzzeitgedächtnis betreffende Top-Down-Prozesse), zur Verarbeitung und Wahrnehmung von Sprache aber auch kurzfristige Speicherleistungen *miterforderlich* sind und andererseits AVWS als Bottom-up-Pathologien beschrieben werden (Kiese-Himmel und Nickisch, 2015; Kiese-Himmel und Nickisch, 2016) erfolgte die Korrelation zwischen Kurzzeitgedächtnisleistungen und weiteren auditiven Prüfdimensionen für AVWS. Kiese-Himmel und Nickisch (2015, 2016) stellten bei der Untersuchung von 91 Grundschulkindern mit AVWS eine signifikante, mäßige Korrelation zwischen der Hörmerkfähigkeit für sinnleere Silben und den Prüfdimensionen Phonem- Identifikation und –Analyse sowie zwischen der Hörmerkfähigkeit für Sätze und den Prüfdimensionen dichotisches Hörvermögen und Phonemidentifikation fest. Diese Korrelationen konnten in der Kontrollgruppe mit 87 gesun-

den Kindern nicht gesehen werden. Die Korrelation erfolgte den Skalenniveaus der Daten entsprechend mit Hilfe des Rangkoeffizienten nach Spearman. Die Autoren postulierten, dass Assoziationen zwischen den Leistungen des phonologischen Kurzzeitgedächtnisses und anderen auditiv-sprachlichen Prüfdimensionen durch AVWS transportiert werden, aber eine Betrachtung als entweder-oder-gesteuertes Prozessgeschehen (Bottom-up versus Top-Down) unvollkommen erscheint.

Die eigenen Korrelationsanalysen bzw. Übereinstimmungsuntersuchungen konnten diese Ergebnisse teilweise bestätigen (Tabelle 22). Das Kurzzeitgedächtnis (KZG) für sinnleere Silben (Mottier) korrelierte mit der Phonemidentifikation (H-LAD kin) und das KZG Sätze (HMS Sätze) mit dem dichotischem Wortpaarverstehen (Dichot). Die Korrelationen waren schwach, aber signifikant. Entsprechend der Skalenniveaus der Untersuchungsergebnisse erfolgten die Analysen mit Hilfe der Korrelation nach Pearson, dem Rangkoeffizienten nach Spearman und der Prüfung der Übereinstimmung Cohen's Kappa. Im letzteren Fall zeigte sich bei Anpassung der Daten der beschriebene Informationsverlust.

Bei Erfassung der Non-AVWS-Kinder (n=48) bestanden Korrelationen zwischen der Hörmerkfähigkeit für Zahlen und der Hörmerkfähigkeit für sinnleere Silben, für Sätze sowie der Lautanalyse (Tabelle 23). Der Schwerpunkt betraf also die Korrelationen zwischen den Kurzzeitgedächtnisleistungen.

Im Gegensatz dazu bestanden bei der Erfassung aller untersuchten Kinder (N=120) deutlich mehr Übereinstimmungen und Korrelationen zwischen den Kurzzeitgedächtnisleistungen und weiteren AVWS-Diagnosetests (Tabelle 24).

Insofern ist bei statistisch bedingter vorsichtiger Interpretation auch der eigenen Daten anzunehmen, dass übergeordnete Top-Down-Prozesse eine nicht zu unterschätzende Mitbeteiligung darstellen, da die Tests sprachbasiert sind und eine sprachkompetenz-gesteuerte Konzept- bzw. Informationsverarbeitung erfordern. Diese konzeptgesteuerte Sprachverarbeitung ist mit Kurzzeitgedächtnis- und Aufmerksamkeitsleistungen sowie kognitiven Funktionen assoziiert (Kiese-Himmel und Nickisch, 2016), und diese Assoziationen sind auch für das Sprachverständnis und den primären Wortschatzerwerb wesentlich (Gathercole et al., 1992). Inwieweit eine AVWS Leistungsbeziehungen zwischen Kognition und basalen auditiven und sprachlich-auditiven Fähigkeiten „transportiert“, kann daher oder sollte vielmehr auch in Abhängigkeit der zur Diagnostik verwendeten AVWS-Testbatterie betrachtet werden. Wesentlich erscheint dabei, dass durch die verschiedenen Prüfdimensionen, die durch die AVWS-Testbatterie ermittelt werden, ausreichend unterschiedliche Fähigkeiten erfasst werden (Kiese-Himmel und Nickisch, 2015), die für eine Testleistungs-orientierte Therapieempfehlung genutzt werden können.

6 Zusammenfassung

Zum Aufgabengebiet des Facharztes für Phoniatrie und Pädaudiologie gehört der Ausschluss bzw. die Abklärung von kindlichen Hörstörungen. Diese umfasst sowohl die peripheren als auch die zentralen Hörstörungen. Zur zentralen Hörstörung wird die auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung AVWS gerechnet. Die Eltern bzw. Lehrer der Kinder wurden auf Defizite aufmerksam, die u.a. die Merkfähigkeit von Gehörtem, das Sprachverstehen in lauter Umgebung, die Lokalisation von akustischen Signalen, die Verwechslung von Lauten betreffen.

In dieser Arbeit werden die Ergebnisse einer retrospektiven Auswertung der Daten von 120 Kindern, die in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde Halle im Zeitraum von Januar 2012 bis Dezember 2015 zur Abklärung einer AVWS vorgestellt wurden, dargestellt. Entsprechend den Empfehlungen der Leitlinie AVWS der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie wurde nach umfassender Anamnese, binokularer mikroskopischer Untersuchung der Trommelfelle, Ausschluss einer peripheren Hörstörung, Erhebung des Sprachstatus sowie Ausschluss einer Intelligenzminderung und Ausschluss bei bekannter Lese-Rechtschreibstörung eine umfassende Diagnostik auditiver Teilleistungen durchgeführt. Diese umfassen psychometrische, psychoakustische und audiometrische Tests. Ebenfalls entsprechend der Empfehlung der Leitlinie AVWS wurde ein Teilaspekt der phonologischen Verarbeitung als Vorläuferkompetenz des Lese-Rechtschreiberwerbs, die phonologische Bewusstheit mit Hilfe des Tests Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen BAKO 1-4 getestet. Es konnte festgestellt werden, dass der größere Anteil der überwiesenen Kinder eine Einschränkung der phonologischen Bewusstheit aufwies (72,5%), während bei 60,0% eine AVWS diagnostiziert wurde. 45,8% der untersuchten Kinder zeigten beide Störungsbilder, nur 13,3% waren unauffällig.

Die Analyse der Daten hinsichtlich bestehender Übereinstimmungen und Korrelationen zwischen einzelnen Tests und Untertests zur Erfassung einer AVWS und einer eingeschränkten phonologischen Bewusstheit mit Hilfe des Übereinstimmungstests Cohen's Kappa sowie der Korrelationsanalyse nach Pearson ergab die folgenden Ergebnisse. Es ließen sich moderate und signifikante Übereinstimmungen für die Tests dichotisches Hörvermögen, Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache, Hörmerkspanne für Silben und für Sätze in Bezug auf die Diagnose AVWS nachweisen. Diese waren auch die häufigsten pathologischen Tests bei den Kindern mit AVWS (Tabelle 14). Die anderen Tests, insbesondere auch die Phonemdiskrimination, zeigten eine schlechtere bis gar keine Übereinstimmung. Unter Berücksichtigung der AVWS-Komplexität kann jedoch daraus kaum geschlossen werden, dass die Durchführung der häufigsten pathologischen Tests im Sinne einer optimierten Testbatterie für die AVWS-Diagnostik

ausreichen würde. Zur Erfassung aller möglichen Defizite der sehr komplexen Diagnose AVWS ist eine umfassende Teilleistungsdiagnostik nötig.

Mit Hilfe der Korrelationsanalysen nach Pearsons zeigten sich zum Teil hochsignifikante, mäßig ausgeprägte Korrelationen zwischen den Testergebnissen des BAKO 1-4 und des H-LAD. Beide Tests wurden ursprünglich zur Diagnostik einer möglichen Lese-Rechtschreibschwäche entwickelt und messen Aspekte der phonologischen Verarbeitung als Vorläuferfähigkeit des Schriftspracherwerbs.

Ein Zusammenhang zwischen der phonologischen Bewusstheit und der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung konnte nicht dargestellt werden. Die Ergebnisse des BAKO 1-4 im Rahmen der AVWS-Diagnostik sind nach eigener Interpretation der Datenlage als weniger hinweisgebend anzusehen, da eine differenzierende Bewertungsmöglichkeit durch den BAKO 1-4 hinsichtlich AVWS versus Non-AVWS nicht zu generieren war. Berücksichtigt man die nach Leitlinie empfohlene Einbeziehung der phonologischen Bewusstheit oder diskutierte Variationen der Testanzahl, verschoben sich im eigenen Patientengut die Relationen erheblich. Statt der 72 auffälligen von insgesamt 120 untersuchten Kindern, würden 19 weitere Kinder die Diagnose AVWS erhalten, wenn weiterhin drei auffällige Tests und BAKO 1-4 zu dieser Diagnose führen. Bei nötigen vier auffälligen Tests wären 11 Kinder weniger auffällig und würden unter Umständen keine Therapie erhalten.

Allerdings bestätigen die eigenen Analysen den Hinweis, dass sich die Probleme der Kinder, die mit Verdacht auf AVWS vorgestellt werden, häufiger nicht ausschließlich bzw. auch gar nicht mit einer AVWS erklären lassen. Daher sollte eine Einschränkung der phonologischen Bewusstheit erfasst und separat als Störungsbild beschrieben werden, um vor dem Hintergrund der therapeutischen Konsequenzen die Einleitung einer modalitätsübergreifenden Intervention mit Behandlung aller Störungsbilder zu indizieren. Hier sind literaturunterstützt (Schröter, 2013) Transfereffekte sowohl auf die Sprachentwicklung als auch auf das Lesen und Schreiben zu erwarten.

Die Analysen zwischen Kurzzeitgedächtnisleistungen und weiteren auditiven Prüfdimensionen für AVWS zeigten zum Teil signifikante Übereinstimmungen und Korrelationen. Es ist davon auszugehen, dass übergeordnete Top-Down-Prozesse im Sinne von Kurzzeitgedächtnis-, Aufmerksamkeitsleistungen und kognitiven Funktionen die auditiven Teilleistungen beeinflussen, da die Tests sprachbasiert sind und eine sprachkompetenz-gesteuerte Konzept- bzw. Informationsverarbeitung erfordern (Kiese-Himmel und Nickisch, 2016).

Literaturverzeichnis

American Speech-Language-Hearing Association (2005) (Central) Auditory Processing Disorders [Technical Report]. Online verfügbar unter www.asha.org/policy/tr2005-00043.htm, Abruf am 16.07.2017.

Angermaier M: Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET). 2. korrig. Aufl. Beltz, Weinheim, 1977.

Bellis TJ (2004) Redefining auditory processing disorder: An audiologist's perspective. The ASHA Leader 9:6-23. Online verfügbar unter <http://www.asha.org/Publications/leader/2004/040330/f040330b1/>, Abruf am 21.04.2017.

Benninghaus H: Deskriptive Statistik. 11. Aufl. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2007, S. 184-188.

Berger R, Macht S, Beimesche H (1998) Probleme und Lösungsansätze bei der Auswertung des dichotischen Diskriminationstests für Kinder. HNO 46:753-756.

Berger R, Demirakca T (2000) Vergleich zwischen dem alten und neuen Auswertmodus im dichotischen Diskriminationstest. HNO 48:390-393.

Berger R, Hochweiler A, Böddeker I: Ergebnisse zur Normerhebung des dichotischen Diskriminationstests. In: Gross M, Kruse E (Hrsg): Aktuelle phoniatrich-pädaudiologische Aspekte 2001/2002. Band 9. Median-Verlag, Heidelberg: 225-228.

Böhme G: Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. 2. Aufl. Huber Hogrefe, Bern, 2008, S. 42, S. 47, S. 73-74, S. 94, S. 98-99.

British Society of Audiology (2011) Position statement: Auditory processing disorder (APD). Online verfügbar unter http://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2014/04/BSA_APD_PositionPaper_31March11_FINAL.pdf, Abruf am 05.08.2017.

Brosch S, Reiter R, Imgrunt J, Budde N, Rinker T (2010) Wie korrelieren BAKO 1-4 und H-LAD mit auditiven Verarbeitungsprozessen? Laryngo-Rhino-Otol 89:410-417.

Brunner M, Kizilkaya E, Plinkert PK (2017) Phonemdiskrimination und Leserechtschreibleistung unter logopädischer Therapie. Sprache Stimme Gehör 41:154-159.

- Brunner M, Seibert A, Dierks A, Körkel B: Heidelberger Lautdifferenzierungstest (H-LAD). Prüfung der auditiv-kinästhetischen Wahrnehmungstrennschärfe zur Differenzierung der Ursachen bei Lese-Rechtschreibschwäche. Handanweisung. 2. Aufl. Westra Elektroakustik, Wertingen, 2005.
- Brunner M, Stuhmann N (2013) Phonemdiskrimination und Rechtschreibschwäche. Ist der Zusammenhang geschlechtsspezifisch? HNO 61:65-70.
- Chermak GD, Hall JW, Musiek FE (1999) Differential Diagnosis and Management of Central Auditory Processing Disorder and Attention Deficit Hyperactivity Disorder. J Am Acad Audiol 10:289-303.
- Dierks A, Seibert A, Brunner M, Körkel B, Haffner J, Strehlow U, Parzer P, Resch F (1999) Testkonstruktion, -analyse und Erprobung des Heidelberger Lautdifferenzierungstests zur auditive-kinästhetischen Wahrnehmungstrennschärfe (HD-LT). Zschr. F. Kinder- und Jugendpsychiatrie 27:29-36.
- Dockter S, Feldhusen F, Brunner M, Pröschel U (2004) Heidelberger Lautdifferenzierungstest (H-LAD): Ermittlung von Normen für Klassenstufe 3. Vortrag. 21. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/de/meetings/dgpp2004/04dgpp54.shtml>, Abruf am 04.02.2017.
- Dockter S, Feldhusen F, Brunner M, Pröschel U (2005) Auditive Wahrnehmung. Normwerte für Klassenstufe 1. Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte, 13: 297-301.
- Ernst A: Audiometrie. In: Strutz J, Mann W (Hrsg): Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie. Thieme, Stuttgart-New York, 2001, S. 27-45.
- Eißfeller PJ. 2016. Evaluation des Leipziger Testinventars zur Diagnostik der auditiven Verarbeitung und Wahrnehmung [Dissertation]. Leipzig: Universität.
- Fox-Boyer A: TROG-D Test zur Überprüfung des Grammatikverständnisses. Schulz-Kirchner, Idstein, 2006, S. 9.
- Gathercole SE, Willis CS, Emslie H, Baddeley AD (1992) Phonological memory and vocabulary development during the early school years: A longitudinal study. Developmental Psychology 28:887-898.
- Grimm H, Schöler H: Heidelberger Sprachentwicklungstests HSET. 2. Aufl. Hogrefe, Göttingen, 1991.

Gross M, Berger R, Schönweiler R, Nickisch A (2010) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen – Diagnostik. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. HNO 58:1124-1128.

Hess MM (2001) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen im Kindesalter. HNO 49:593-597.

Imgrunt J. 2009. Wie korrelieren die Leistungen im BAKO 1-4-Test (Basiskompetenzen für Lese-Rechtschreibleistungen) und H-LAD-Test (Heidelberger Lautdifferenzierungstest) mit zentralauditiven Verarbeitungsprozessen? [Dissertation]. Ulm: Universität.

Jerger J, Musiek FE (2000) Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing. J Am Acad Audiol 11:467-474.

Kiese-Himmel (2008) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen im Kindesalter: eine Schimäre– oder fehlen uns klinisch nützliche Verfahren zur Diagnosesicherung. Laryngo-Rhino-Otol 87:791–795.

Kiese-Himmel C (2010) Welche phonologische Arbeitsgedächtnisleistung trennt Kinder mit AVWS von unauffälligen Kindern? HNO 59:292-300.

Kiese-Himmel C (2014) Mottier-Test – Kontroverse um die Normierung. Sprache Stimme Gehör 38:57.

Kiese-Himmel C, Nickisch A (2013) Kurzfristiges Satzbehalten bei Kindern mit auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Laryngo-Rhino-Otol 92:251-255.

Kiese-Himmel C, Nickisch A (2014) Sind AVWS mit und ohne Sprachentwicklungsstörung testdiagnostisch trennbar? Laryngo-Rhino-Otol 93:30-34.

Kiese-Himmel C, Nickisch A (2015) Diagnostische Genauigkeit einer AVWS-Testbatterie zur Klassifikation auffälliger Kinder. Laryngo-Rhino-Otol 94:373-377.

Kiese-Himmel C, Nickisch A (2016) Korrelieren phonologische KZG-Leistungen mit sprachbasierten Dimensionen bei AVWS-Kindern? Laryngo-Rhino-Otol 95:24-28.

Kiese-Himmel C, Risse T (2009) Normen für den Mottier-Test bei 4- bis 6-jährigen Kindern. HNO 57:943-948.

Klicpera C, Gasteiger-Klicpera B (1994) Die langfristige Entwicklung der mündlichen Lesefähigkeit bei schwachen und guten Lesern. Z Entwicklungspsychol Pädagog Psychol 26: 278–290.

- Kwok P: 2.1 Klinische Diagnostik 2.1.1 Ohr Äußeres Ohr. In Strutz J, Mann W (Hrsg): Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie. Thieme, Stuttgart, 2001, S. 9–11.
- Lindenberger M, Roede J, Strutz J: Mittelohr. In Strutz J, Mann W (Hrsg): Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie. Thieme, Stuttgart, 2001, S. 12–18.
- Lindenberger M, Strutz J: Innenohr. In Strutz J, Mann W (Hrsg): Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie. Thieme, Stuttgart, 2001, S. 18–25.
- Möhring L, Schöler H, Brunner M, Pröschel U (2003) Zur Diagnostik struktureller Defizite bei Lese-Rechtschreib-Störungen in der klinischen Arbeit: Beziehungen zwischen verschiedenen Leistungsindikatoren. *Laryngo-Rhino-Otol* 82:83-91.
- Mottier G (1951) Mottier-Test. Über Untersuchungen zur Sprache lesegestörter Kinder. *Folia Phoniatria* 3:170-177.
- Musiek FE (1999) Central auditory tests. *Scand Audiol Suppl* 51:33-46.
- Musiek FE, Bara JA, Bellis TJ, Chermak GD, Hall JW, Keith RW, Medwetsky L, West KL, Young M, Nagle S (2010) American Academy of Audiology. Clinical Practice Guidelines: Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder. Online verfügbar unter https://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/CAPD%20Guidelines%208-2010.pdf_539952af956c79.73897613.pdf, Abruf am 16.07.2017.
- Nickisch A (2007) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS). *Forum der Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie* 1:7-24.
- Nickisch A, Biesalski P (1984) Ein Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache für Kinder. *Sprache-Stimme-Gehör* 8:31-34.
- Nickisch A, Gohde K, Kiese-Himmel C (2013) AVWS bei Regelschülern im 2. Schuljahr: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern? *Laryngo-Rhino-Otol* 92:594-599.
- Nickisch A, Gross M, Schönweiler R, Uttenweiler V, Dinnesen A, Berger R, Radü HJ, Ptok M (2007) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen: Konsensus-Statement der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. *HNO* 55:61-72.
- Nickisch A, Heuckmann C, Burger T, Massinger C (2006) Münchner Auditiver Screeningtest für Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (MAUS). *Laryngo-Rhino-Otol* 85:253-259.

- Nickisch A, Kiese-Himmel C, Schönweiler R, Gross M, Radü HJ (2005) Zusammenhänge zwischen „Anamnesebogen für Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen“ und „Heidelberger Lautdifferenzierungstest“. *Laryngo-Rhino-Otol* 84:487-492.
- Nickisch A, Kiese-Himmel C (2009) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen 8- bis 10-Jähriger: Welche Tests trennen auffällige von unauffälligen Kindern? *Laryngo-Rhino-Otol* 88:469-476.
- Nickisch A, Kiese-Himmel C (2016) Korrelieren sprachlich-auditive Kurzzeitgedächtnisleistungen mit AVWS-Tests im Grundschulalter? Poster. 33. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/static/de/meetings/dgpp2016/16dgpp15.shtml>, Abruf am 14.12.2017.
- Nickisch A, am Zehnhoff-Dinnesen A, Berger R, Gross M, Ptok M, Schönweiler R (2015) Leitlinie „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen“. Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie DGPP e.V. Gültig seit 9/2015. Online verfügbar unter http://www.dgpp.de/cms/media/download_gallery/DGPP-Leitlinie-AVWS-2015.pdf, Abruf am 7.08.2017.
- Preklik M, Rosanowski F, Döllinger M, Eysholdt U, Kummer P (2008) Anamnesebogen für auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen, Psychometrische Korrelate im Vorschulalter. *HNO* 56:638-644.
- Ptok M: Kinderaudiometrie Auditive Verarbeitung und Wahrnehmung. Audiometrie Disk 18, WESTRA Elektroakustik, Wertingen, 1997.
- Ptok M (2000) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen und Legasthenie. *Hess. Ärzteblatt* 61:52-54.
- Ptok M (2007a) Auditive und phonologische Verarbeitungsfähigkeiten im Vorschulalter. *Laryngo-Rhino-Otol* 86:574-578.
- Ptok M (2007b) Diagnostik und Therapie der auditorischen Neuropathie. *Kinder- und Jugendmedizin* 7:321-327.
- Ptok M, Berendes K, Gottal S, Grabherr B, Schneeberg J, Wittler M (2007) Lese-Rechtschreibstörung. Die Bedeutung der phonologischen Informationsverarbeitung für den Schriftspracherwerb. *HNO* 55:737-747.
- Ptok M, Berendes K, Gottal S, Grabherr B, Schneeberg J, Wittler M (2008) Phonologische Verarbeitung. *Monatsschr Kinderheilkd* 156:860-866.

- Ptok M, Berger R, Deuster Chr von, Gross M, Lamprecht-Dinnesen A, Nickisch A, Radü HJ, Uttenweiler V (2000) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Konsensus-Statement. HNO 48:357-360.
- Ptok M, Buller N (2006) Faktorenanalytische Untersuchungen zur Konstruktvalidität des Tests ‘Basiskompetenzen für das 1.-4. Schuljahr‘ zur Überprüfung der phonologischen Verarbeitung. HNO 54:888-92.
- Ptok M, Miller S, Kühn D (2016) Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen bei Kindern. HNO 64:271-286.
- Ptok M, am Zehnhoff-Dinnesen A, Nickisch A (2010) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen – Definition. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. HNO 58:617-620.
- Sachs L: Angewandte Statistik. Anwendung statistischer Methoden. 11. Aufl. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2003, S. 352-361, S.473, S.512-516, S. 602-604.
- Schönweiler R, Ptok M: Phoniatrie und Pädaudiologie. 4. Aufl. Lübeck, 2010, S. 124-128, S. 129-132.
- Schröter C (2013) AVWS „meets“ LRS: Erfahrungen aus der therapeutischen Praxis. Spektrum Patholinguistik 6:159-171.
- Schulte-Körne G (2010) Diagnostik und Therapie der Lese-Rechtschreib-Störung. Dtsch Arztebl Int 107:718-727.
- Schulte-Körne G, Deimel W, Bartling J et al. (1998) Die Bedeutung der auditiven Wahrnehmung und der phonologischen Bewusstheit für die Lese-Rechtschreibschwäche. Sprache Stimme Gehör 22:25-30.
- Stock C, Marx P, Schneider W: BAKO 1-4 Basiskompetenzen für Lese- Rechtschreibleistungen. Beltz, Göttingen, 2003, S. 11.
- Uttenweiler V (1980) Dichotischer Diskriminationstest für Kinder. Stimme-Sprache-Gehör 4:107-111.
- Wagner S, Rinneberg-Schmidt L, Franke G, Fuchs M, Peter B, Meuret S (2015) AVWS-Diagnostik bei Jugendlichen. Vortrag. 32. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/static/de/meetings/dgpp2015/15dgpp55.shtml>, Abruf am 07.08.2017.

Watson BU, Miller TK (1993) Auditory perception, phonological processing, and reading ability/disability. *Speech Hear Res* 36:850-863.

Weihing J, Guenette L, Chermak G, Brown M, Ceruti J, Fitzgerald K, Geissler K, Gonzalez J, Brennehan L, Musiek FE (2015) Characteristics of Pediatric Performance on a Test Battery Commonly Used in the Diagnosis of Central Auditory Processing Disorder. *J Am Acad Audiol* 26:652-669.

Wilson WJ, Arnott W (2013) Using different criteria to diagnose (central) auditory processing disorder: how big a difference does it make? *J Speech Lang Hear Res* 56:63-70.

Wohlleben B, Rosenfeld J, Gross M (2007) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS). Erste Normwerte zur standardisierten Diagnostik bei Schulkindern. *HNO* 55:403-410.

Thesen

1. Bei Jungen wird die Diagnose AVWS häufiger gestellt als bei Mädchen.
2. Es ließen sich moderate und signifikante Übereinstimmungen für die Tests dichotisches Hörvermögen, Hörtest mit zeitkomprimierter Sprache, Hörmerkspanne für Silben und für Sätze in Bezug auf die Diagnose AVWS nachweisen.
3. Eine Empfehlung für eine vereinfachte Testbatterie zur AVWS-Diagnostik existiert bisher nicht und kann auch aus den eigenen Analysen nicht abgeleitet werden. Vielmehr sollte eine umfassende, mehrdimensionale, auf die Anamnese gestützte Diagnostik durchgeführt werden, um der AVWS-Komplexität gerecht zu werden.
4. Die auditive Verarbeitung- und Wahrnehmung im Sinne einer zentralen Hörkompetenz und die phonologische Bewusstheit stellen unterschiedliche Teilleistungskomponenten dar und bedingen sich nicht gegenseitig.
5. Auffällige auditive Teilfunktionen bei Kindern, bei denen eine AVWS festgestellt wurde, bilden sich nicht in der Diagnose Einschränkung der phonologischen Bewusstheit ab.
6. Die Auffälligkeiten, die die Kinder aufweisen, die mit dem V.a. eine AVWS vorgestellt werden, sind häufiger auf eine Einschränkung der phonologischen Bewusstheit zurückzuführen, als auf eine AVWS.
7. Die phonologische Bewusstheit sollte im Rahmen der AVWS-Diagnostik im Sinne einer optimalen, modalitätsübergreifenden Therapieempfehlung separat getestet werden, um die rechtfertigenden Therapieindikationen zu prüfen.
8. Die eigenen Analysen unterstützen die Daten, dass eine AVWS durch übergeordnete Top-Down-Prozesse im Sinne von Kurzzeitgedächtnis-, Aufmerksamkeitsleistungen und kognitiven Funktionen beeinflusst wird, da die Tests sprachbasiert sind und eine sprachkompetenz-gesteuerte Konzept- bzw. Informationsverarbeitung erfordern.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Alle Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis wurden eingehalten; es wurden keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht.

Leipzig,

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Ich erkläre, dass ich mich an keiner anderen Hochschule einem Promotionsverfahren unterzogen bzw. eine Promotion begonnen habe.

Leipzig,

Erklärung zum Wahrheitsgehalt der Angaben

Ich erkläre, die Angaben wahrheitsgemäß gemacht und die wissenschaftliche Arbeit an keiner anderen wissenschaftlichen Einrichtung zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht zu haben.

Leipzig,

Lebenslauf

Name: Stefan Leopold
Geboren: am 22.11.1976 in Halberstadt

Schulbildung

1995 Abitur Gymnasium Martineum, Halberstadt

Hochschulstudium Humanmedizin

1995-1999 Medizinische Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
1999-2000 Faculté de Médecine Lyon Sud, Lyon, Frankreich
2000-2003 Medizinische Fakultät der Universität Leipzig
07.05.2003 Abschluss des Studiums mit dem Dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung in Leipzig, AiP-Erlaubnis

Beruflicher Werdegang

6/2003 bis 3/2004 Assistenzarzt Hôpital des Cadolles, Neuchâtel, Schweiz, Station für HNO-Heilkunde
4/2004 bis 10/2004 Assistenzarzt Hôpital des Cadolles, Neuchâtel, Schweiz, Station für Allgemeine und Viszeralchirurgie
01.10.2004 Approbation als Arzt, Regierungspräsidium Leipzig
1/2005 bis 12/2005 Assistenzarzt HELIOS-Klinikum Erfurt, Station für HNO-Heilkunde
1/2006 bis 5/2006 Assistenzarzt SRH-Klinikum Suhl, Station für HNO-Heilkunde
6/2006 bis 5/2016 Assistenz- und Facharzt AMEOS-Klinikum Halberstadt, Station und Ambulanz für HNO-Heilkunde sowie Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie

16.09.2010	Facharztanerkennung für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Ärztekammer Sachsen-Anhalt
6/2011 bis 12/2013	Hospitationsvertrag MLU Universitätsklinikum Halle/Saale, Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie
27.02.2014	Facharztanerkennung für Sprach-, Stimm- und kindliche Hörstörungen, Ärztekammer Sachsen-Anhalt
Seit 6/2016	Klinik und Poliklinik für HNO-Heilkunde, Klinikum St. Georg Leipzig

Leipzig,

Danksagung

Großer Dank gilt meiner Doktormutter, Frau Prof. Sylva Bartel, für die Betreuung und die Unterstützung der wissenschaftlichen Bearbeitung des Themas.

Danken möchte ich auch Frau Dr. rer. nat. Daniela Adolf und Herrn M.Sc. Martin Hukauf der Firma StatConsult GmbH, Magdeburg, für die effektive und unkomplizierte biometrische Beratung.

Weiterer großer Dank gilt meinen Eltern sowie meinen Geschwistern Matthias und Thomas für die Schaffung der Voraussetzung und die Unterstützung während meines beruflichen Werdeganges.

Auf diesem Weg möchte ich auch meiner geschätzten Freundin und Kollegin Fr. Dr. med. Sabine Kleinhempel (†) für ihre moralische Unterstützung für die Erstellung einer Dissertation danken.

Ein ganz besonderer Dank gilt Martin für die moralische Unterstützung und Motivation, sowie die praktische Unterstützung in der Zeit, in der ich für andere alltägliche Verpflichtungen nicht zur Verfügung stand.