

## IV. Diagnostik durch subjektive Hörprüfungen

Der Bereich der auditiven Verarbeitung umfasst verschiedene Einzelmodalitäten (s. Abb. 5), die jeweils durch bestimmte Hörtests beurteilt werden können (Abb. 7).

Je anspruchsvoller in einem sog. Hörverarbeitungstest das Sprachmaterial ist, umso entscheidender werden die Testergebnisse zusätzlich zur Hörverarbeitung auch von der Sprachverarbeitung beeinflusst. Darüber hinaus werden je nach Test in unterschiedlichem Ausmaß Anforderungen an die auditiven Fähigkeiten, an die Aufmerksamkeit, an das Kurzzeitgedächtnis sowie an rezeptive und beim Nachsprechen auch an expressive sprachliche Leistungen gestellt. Bei einigen Tests, insbesondere einem Teil der psychoakustischen Verfahren, sind darüber hinaus zur exakten Umsetzung der Aufgabenstellung in nicht unerheblichem Anteil Sprachverständnisleistungen erforderlich. Generell ist zu bedenken, dass in einem auditiven Test eine Überforderung des Kindes alleine durch die Verwendung von Sprachmaterial, das die Sprachkompetenz des Kindes übersteigt, zustande

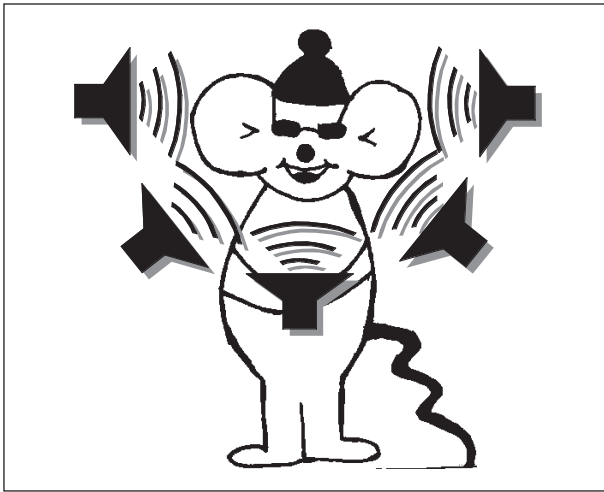
kommen kann. In diesem Fall wären auffällige Ergebnisse vermutlich vorrangig auf das linguistisch unangemessene Sprachmaterial zurückzuführen, so dass derartige Testresultate nicht zwingend auf eine AVWS deuten und auch nicht die Diagnose einer AVWS stützen. Daher muss das in den auditiven Verarbeitungstests verwendete Sprachniveau der Sprachkompetenz des Kindes individuell angepasst sein, um tatsächlich die auditiven Fähigkeiten selbst und nicht primär die linguistischen Leistungen zu beurteilen. Dies ist bei der Auswahl der Tests und bei der Abschlussbeurteilung des auditiven Gesamtleistungsprofils zu berücksichtigen (siehe hierzu die Ausführungen in Kapitel III).

Im Folgenden sind die unterschiedlichen auditiven Einzelmodalitäten und ihre jeweiligen Überprüfungsmöglichkeiten aufgeführt.

Die **auditive Lokalisation** lässt sich über Richtungshörprüfungen im Audiometrieräum einschätzen (Abb. 8). Allerdings ist die klas-

Auditive Lokalisation	Richtungshörvermögen
Auditive Selektion	Sprachaudiometrie im Störgeräusch (Mainzer, Göttinger, Oldenburger, Freiburger) Wörter im Störgeräusch (Münchener Auditiver Screeningtest)
Binaurale Summation	Hannoverscher Binauraler Summationstest
Sprachgebundene Separation	Dichotische Sprachaudiometrie (Uttenweiler) Dichotische Sprachaudiometrie (Feldmann)
Sprachgebundene Zeitauflösung	Test mit zeitkomprimierter Sprache (Nickisch)
Psychoakustische Tests	Hörfeldskalierung Unbehaglichkeitsschwelle
Psychoakustische Zeitverarbeitung	Gap Detection Test (Matulat) Ordnungsschwelle Psychoakustisches Testsystem (Patsy-Test)
Auditive Differenzierung	Heidelberger Lautdifferenzierungstest (HLAD) Hannoverscher Lautdiskriminationstest Subtest Phonemdifferenzierung (Münchener Auditiver Screeningtest)

**Abb. 7: Subjektive zentral-audiologische Tests**



**Abb. 8: Richtungshörprüfung**

sische Anordnung mit fünf Lautsprechern im Halbkreis vor dem Prüfling zu unempfindlich für die Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen, zumal Schallquellen bei bereits viel geringeren Winkelgraden geortet werden können als es dem 45-Grad-Abstand der fünf im Halbkreis vor der Testperson positionierten Lautsprecher entspricht. Im Normalfall kann die Richtung einer Schallquelle durch die Verrechnung interauraler Zeit- und Pegeldifferenzen im Hirnstamm auf zwei Winkelgrade genau bestimmt werden (Lehnhardt 1996). Fehlortungen mit Abweichungen von mehr als  $6^\circ$  (Lehnhardt 1996) bzw.  $7,5^\circ$  (Platte et al. 1978) gelten bereits als pathologisch.

Falls also mit der beschriebenen Versuchsanordnung (Abb. 8) auffällige Befunde des Richtungshörvermögens deutlich werden, sind diese bereits als hochgradige Einschränkungen des Richtungsgehörs zu werten. Gering- oder mittelgradige Beeinträchtigungen des Richtungsgehörs können mit dieser Versuchsanordnung (Abb. 8) nicht erfasst werden.

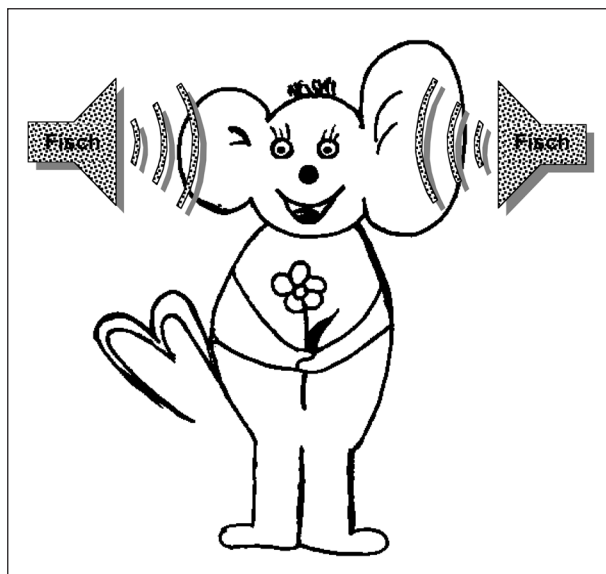
Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen zeigten bei Visto et al. (1996) bezüglich der Lokalisation bewegter Schallquellen im Gegensatz zu bewegten visuellen Reizen deutliche Einschränkungen im Vergleich zur Kontrollgruppe, so dass nach Ansicht der Autoren für Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen modalitätsspezifische auditive Verarbeitungsauffälligkeiten angenommen werden können. Bei Matulat et al. (1999) fanden sich 24% der Kinder mit

Auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen in der Richtungshörprüfung auffällig. Im Rahmen einer eigenen Pilotstudie zum Richtungshörvermögen bei Kindern zeigte sich mit sieben im Halbkreis vor dem Probanden befindlichen, relativ kleinen Lautsprechern in der AVWS-Gruppe eine signifikant geringere Sicherheit der Schallquellenlokalisation im Vergleich zur unauffälligen Kontrollgruppe (Kunze & Nickisch 2006).

Insofern kann das Richtungshörvermögen grundsätzlich als relevant in der Diagnostik von auditiven Verarbeitungsstörungen eingeschätzt werden. Die allgemein übliche Versuchsanordnung mit fünf für den Probanden sichtbaren Lautsprechern eignet sich für diese Diagnostik jedoch nicht (Abb. 8).

Tests zur **auditiven Selektion** prüfen die Fähigkeit, Sprache in geräuschvoller Umgebung zu verstehen (Störgeräuschunterdrückung) und stellen einen wesentlichen Teilbereich in der Diagnostik von Hörverarbeitungsstörungen dar. Patienten mit AVWS klagen häufig über Einschränkungen des Sprachverstehens in geräuschvoller Umgebung. Bedeutsam können Beeinträchtigungen der Störgeräuschunterdrückung besonders während des Schulunterrichts werden, da Störschallpegel von 65-76dB in Schulklassenräumen nicht unüblich sind (Moodley 1989, Hartung 1983, Schick et al. 1999). Darüber hinaus erschweren die Halligkeit, die Nachhallzeit und der Abstand zur Lehrperson das Sprachverstehen im Klassenraum. Mit jeder Verdoppelung des Abstandes vom Lehrer nimmt der Schalldruckpegel des Sprachschalls um 6dB ab. Sprachschallpegel von 70dB aus 1m Entfernung verringern sich auf 64dB aus 2m Entfernung, auf 58dB aus 4m Entfernung und auf 52dB aus 8m Entfernung. Dagegen ist der Störschallpegel im Schulklassenraum an jeder Stelle etwa gleich hoch. Um Sprache völlig problemlos verfolgen zu können, muss für einen Normalhörenden der Sprachschall um 6dB über dem Störschallpegel liegen (Löwe 1991). Dies bedeutet, dass bei einem Störschall von ca. 60dB in einem Klassenraum und einem Sprachschall des Lehrers von 70dB (aus 1m Entfernung) die Sprache des Lehrers aus

2m Entfernung mit 64dB gerade noch gut, aus 8m Entfernung (hintere Bankreihen) mit einem dort einfallenden Sprachschall von 52dB nur noch mit Einschränkungen verstehbar ist. Ein Kind mit Problemen der Störgeräuschunterdrückung wird dem Unterricht aus 8m Entfernung daher nicht mehr kontinuierlich folgen können.



**Abb. 9: Sprachaudiometrie mit Störgeräusch**

Zur Testung der auditiven Selektion wird das Sprachverstehen (Mainzer-, Göttinger- oder Freiburger Sprachaudiometrie bzw. Oldenburger Satztest, Oldenburger Kindersatztest oder Oldenburger Kinderreimtest) unter Störgeräuschbedingungen geprüft (Abb. 9). Um vergleichbare und reproduzierbare Testergebnisse zu erhalten, müssen Sprachschall und Störgeräusch

stets exakt im Hinblick auf den jeweiligen Schalldruckpegel definiert sein.

Weiterhin ist für die Sprachaudiometrie im Störgeräusch zu berücksichtigen, dass Sprachschall und Störgeräusch aus derselben Richtung oder auch aus unterschiedlichen Einfallswinkeln vorgegeben werden können und daher je nach Testanordnung binaurale Interaktionsprozesse verstärkt in das Testergebnis mit einfließen (z.B. BILD-Test u.a. bei Esser 1987). Als Störgeräusche werden sowohl Breitbandrauschen, Cocktailpartyrauschen oder sprachsimuliertes Rauschen eingesetzt.

Für die Sprachaudiometrie im Störgeräusch müssen also die Art des Sprachmaterials und des Störgeräusches sowie auch deren Schalldruckpegel und der jeweilige Schalleinfallswinkel definiert sein, um die Ergebnisse reproduzieren zu können und vergleichbar zu machen. Aus Tabelle 1 sind die bisherigen Untersuchungen zu deutschsprachigen sprachaudiometrischen Tests mit Störgeräuschen ersichtlich. Für die Testung empfehlenswert erscheint uns eine Versuchsanordnung mit einem sprachsimulierten Störgeräusch (60dB) von beiden Seiten oder von oben sowie Sprachschall von vorn (65dB), da dies der Situation in Schulklassenräumen nahekommt. Unter diesen Bedingungen werden laut Tab. 1 von Normalhörenden mindestens 85-90% der einsilbigen Wörter verstanden.

Nach Wohlleben (2001) gilt ein Einsilberverstehen im Störgeräusch unter o.a. Versuchsbe-

Test	Durchführung Pegel	Durchführung	Anzahl	Alter	Auswertung	Autor
Göttinger + Störgeräusch	50dB Sprache 50dB BB-R <sup>1</sup>	Sprache von vorn BB-R <sup>1</sup> von oben	N = 108	2. Klasse (7 bis 10 Jahre)	Normal: ≥ 80% Grenzwert 70%	Feldhusen et.al 2004
Freiburger + Störgeräusch	65dB Sprache 60dB ss-R <sup>2</sup>	Sprache von vorn ss-R <sup>2</sup> von hinten	N = 148	2. und 3. Klasse	Normal: ≥ 85% Cut-off 80%	Wohlleben et al. 2001
Freiburger + Störgeräusch	50dB Sprache 50dB BB-R <sup>1</sup>	Sprache von vorn BB-R <sup>1</sup> von oben	N = 108	2. Klasse (7 bis 10 Jahre)	Freiburger nicht geeignet	Feldhusen et.al 2004
Oldenburger Kinderreimtest +Störgeräusch	65dB Sprache S/N -10,-5,0dB ICRA <sup>3</sup>	Kopfhörer, binaural	N = 55	7 bis 10 Jahre (2.und 3.Klasse)	Mittelwerte, Standardabw.	Steffens 2003
Wörter im Störgeräusch (MAUS)	65dB Sprache, S/N 6dB ss-R <sup>2</sup>	Kopfhörer, getrenntohrige Testung	N = 356	6 bis 11 Jahre (1.bis 4. Klasse)	T-Werte-Bereiche	Nickisch et al. 2004
Oldenburger Kindersatztest +Störgeräusch	Sprache mit -7,5; -6; -4,5dB zu 65dB O-R <sup>4</sup>	Kopfhörer, monaural	N= 67	1. bis 4. Klasse	50%-iges Wortverstehen: Mittelwerte, Standardabw.	Wagener, Kollmeier 2005

**Tabelle 1: Deutschsprachige sprachaudiometrische Tests mit Störgeräuschen**  
(<sup>1</sup> Breitbandrauschen; <sup>2</sup> sprachsimuliertes Rauschen; <sup>3</sup> ICRA-1-Rauschen; <sup>4</sup> Oldenburger Rauschen)

dingungen in der Freiburger Sprachaudiometrie von weniger als 80% als pathologisch für Zweit- und Drittklässler (Cut-off-Wert). Feldhusen et al. (2004) empfehlen für Zweitklässler die Göttinger Sprachaudiometrie II, da sich das Sprachverstehen unter Störgeräuschbedingungen in der Freiburger Sprachaudiometrie bereits für unauffällige Zweitklässler als zu gering erwies. Insofern erscheint es sinnvoll, die Freiburger Sprachaudiometrie im Störgeräusch erst bei Kindern ab der 3. Grundschulklasse einzusetzen sowie für jüngere Kinder die Göttinger Sprachaudiometrie II zu verwenden. Die zur Sprachaudiometrie im Störgeräusch verwendete Wortreihe sollte aus mindestens 20 Wörtern bestehen, d.h. im Falle der Göttinger Sprachaudiometrie aus mindestens 2 Wortgruppen à 10 Wörtern. In der Freiburger Sprachaudiometrie umfasst jede einzelne Wortgruppe ohnehin 20 Testwörter.

Bei der Testung des Sprachverstehens im Störgeräusch ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse von Untersuchungsraum zu Untersuchungsraum nur begrenzt miteinander vergleichbar sind, wenn die Tests im Freifeld erfolgen, da die physikalischen Raumeigenschaften untereinander stark variieren. Um die Vergleichbarkeit und die Reproduzierbarkeit zu optimieren, wären eigentlich Tests anzustreben, bei denen sowohl der Sprach- als auch der Störschall genau definiert auf Tonträger aufgespielt sind und die Wiedergabe über Kopfhörer erfolgt.

Auf Tonträger stehen folgende Varianten der Sprachaudiometrie im Störschall (Sprach- und Störschall jeweils auf demselben Kanal gemischt) zur Verfügung:

- Im Sinne eines Screenings: Subtest Wörter im Störgeräusch (sprachsimuliert) aus dem Münchner Auditiven Screeningtest für Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (MAUS)<sup>1</sup>. T-Werte-Bereiche liegen für Kinder von 6 bis 10 Jahren (1. bis 4. Grundschulklasse) vor.
- Oldenburger Kinderreimtest im Störgeräusch (ICRA-1-Rauschen)<sup>2</sup>. Mittelwerte und Standardabweichungen liegen für Kinder zwischen 7 bis 10 Jahren (2. und 3. Grundschulklasse) vor.
- Beidohriger Zahlentest im Störgeräusch von Sauer<sup>3</sup>. Eine Standardisierung für Erwach-

sene liegt vor. Auf Grund der hohen Redundanz für Zahlen bietet der Test jedoch nicht die Möglichkeit, auf das Satzverstehen im Störlärm rückzuschließen.

- Für jüngere Kinder existiert eine Pilot-Testversion des Mainzer Sprachaudiometrietest III mit Störgeräusch<sup>4</sup> (Nickisch 1988).

Hierfür wurde der Mainzer Kinder-Sprachaudiometrietest III mit 65, 62 und 60dB bei gleichzeitiger Darbietung eines Schulklassengeräusches von jeweils 60dB auf Tonträger fixiert. Bei einer Sprach-Störgeräusch-Differenz von 0\* und +2\*\*dB verstanden in dem Pilot-Test Fünf- und Sechsjährige zwischen 30-70% der Testwörter, bei einer Differenz von +5\*\*\*dB zwischen 70-100%.

In aller Regel erfolgt die Sprachaudiometrie mit Störgeräusch jedoch unter Freifeldbedingungen, da dies der Alltagssituation wesentlich näher kommt als dies mit Kopfhörern der Fall wäre. In einer Untersuchung der Münsteraner Arbeitsgruppe mit Sprachschall von vorne und Störgeräusch aus einem Kugellautsprecher von oben fand sich das Wortverstehen im Störschall bei 31% der Patienten mit einer AVWS auffällig (Matulat et al. 1999). Nach eigenen Untersuchungen mit Sprache von vorn und sprachsimuliertem Rauschen von beidseits seitlich (90°) lag bei 46% der Kinder mit nachgewiesener AVWS das Einsilberverstehen im auffälligen Bereich (Nickisch 2002).

Werden die Oldenburger Satztests eingesetzt, sollte bei der Diagnostik einer AVWS der Kindersatztest mit 3-Wortkombinationen verwendet werden (Wagener & Kollmeier 2005), da eine nicht unbedeutende Anzahl der Kinder mit Verdacht auf AVWS wegen der auditiven Kurzzeitgedächtnisstörung und der Aufmerksamkeitsprobleme die 5-Wortsätze der Erwachsenenversion bereits unter Ruhebedingungen schlecht bewälti-

<sup>1</sup> Westra-CD Nr. 24, Firma WESTRA, Marktplatz 10, 86637 Wertingen

<sup>2</sup> über thomas.steffens@klinik.uni-regensburg.de erhältlich

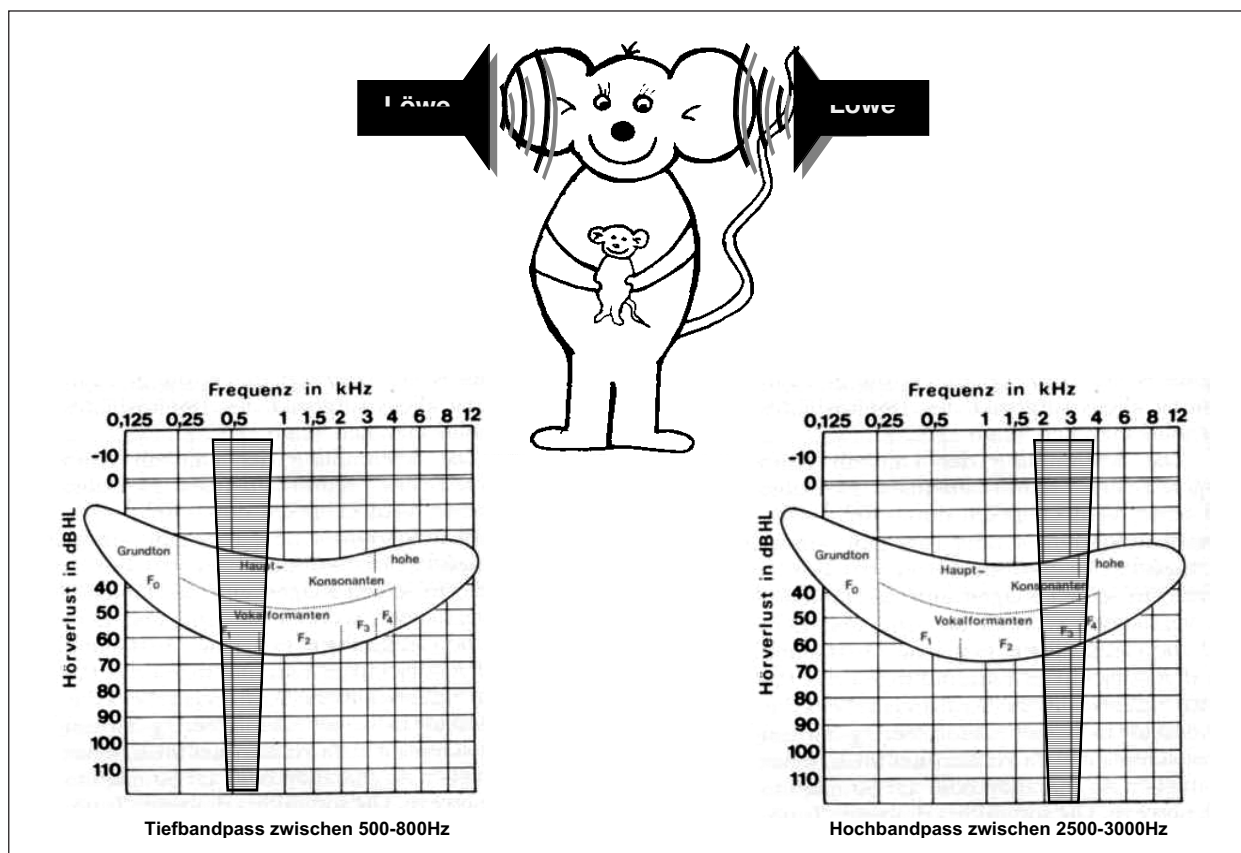
<sup>3</sup> Westra-CD Nr. 12

<sup>4</sup> Bei Westra als ehem. Pilotversion erhältlich

\* d.h. Stör- und Nutzsoll sind gleich laut

\*\* d.h. Sprachschall ist 2 dB lauter als Störschall

\*\*\* d.h. Sprachschall ist 5 dB lauter als Störschall



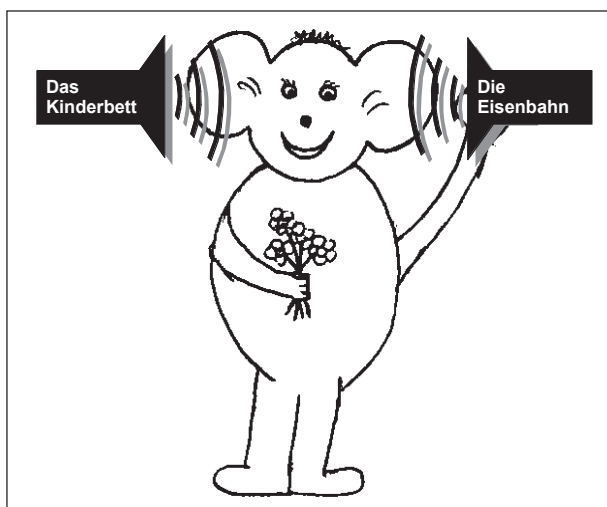
**Abb. 10: Binauraler Summationstest: Tiefbandpass zwischen 500-800Hz; Hochbandpass zwischen 2500-3000Hz**

gen können (Meister et al. 2007). Einerseits sind Tests im Störgeräusch mit Sätzen denjenigen mit Einzelwörtern vorzuziehen, da die 50%-Verständlichkeit klarer ermittelt werden kann und keine Überraschungseffekte auftreten, wenn im Störgeräusch plötzlich ein Wort gehört wird. Andererseits sind Einzelworttests schneller als Satztests durchführbar, zudem kann auf das zu erwartende Testwort aufmerksam gemacht werden, z.B. durch einen Ankündigungston (Hoppe et al. 2007) oder Fingeraufzeigen durch den Untersucher kurz zuvor. Der Oldenburger Kinderreimtest (Oldenburger Kinderreimtest 2000) ist für die Ermittlung der 50%-Schwelle im Störgeräusch nicht geeignet (Wagener et al. 2004). Cut-Off-Werte für die Sprachaudiometrie im Störgeräusch mit dem Göttinger Sprachaudiometrietest II für Schüler der 3. und 4. Grundschulklassenstufe wurden durch Untersuchungen an normal entwickelten Kindern und AVWS-Kindern ermittelt (Nickisch & Kiese-Himmel 2009). Aufgrund dieser Studie sind Testergebnisse von unter 85% als auffällig zu bewerten. Ferner erwies sich die Sprachaudiometrie im

Störgeräusch für die Diagnosestellung einer AVWS als sehr bedeutsam, da sie zusammen mit der Lautdifferenzierung und dem Sinnlos-silbenfolgen-Kurzzeitgedächtnis mit einer Treffsicherheit von über 90% in der Lage war, Kinder mit AVWS von unauffällig entwickelten Kindern zu unterscheiden (Nickisch & Kiese-Himmel 2009).

Eine weitere der klassischen zentralen Hörverarbeitungsprüfungen ist der **Binaurale Summationstest**, der erstmals 1958 von Matzker vorgestellt wurde (s.a. Matzker 1960). Hierbei werden auf dem einen Ohr die hohen Frequenzanteile eines Wortes vorgespielt, auf dem anderen Ohr gleichzeitig die tieffrequenten Anteile desselben Wortes (Abb. 10).

Die Aufgabe des zentralen Hörsystems besteht in der exakten Fusion der beiden Fragmente zu einer vollständigen Wortgestalt. Bei Zeitdifferenzen der Informationsverarbeitung zwischen rechts und links ist es vorstellbar, dass die beiden Fragmente in der Hörbahn nicht exakt zeitgleich miteinander verbunden werden. Damit



**Abb. 11: Dichotische Sprachaudiometrie**

käme es zu einer verzerrten Wortgestalt mit der Folge eines verringerten Sprachverstehens im binauralen Summationstest.

Der binaurale Summationstest prüft vorwiegend die Integrität des unteren Hirnstamms (Bellis 2003). Zur Testung steht der Hannoversche Binaurale Summationstest mit zweisilbigen Wörtern (Ptok 1997)<sup>5</sup> zur Verfügung, von denen jedoch einige Wörter genau die Phoneme aufweisen, die Kinder mit auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen oft schlecht erkennen. Bei solchen Kindern kann der Hannoversche Binaurale Summationstest allein wegen der Lautdifferenzierungs-/Lautidentifikationsstörung bereits auffällig sein, ohne dass sich aus diesem Testergebnis zwangsläufig Probleme bei der binauralen Summation ableiten ließen.

Die Prüfung der auditiven Separation erfolgt über den **Test mit Dichotischer Sprache** (Abb. 11). Hierbei werden binaural gleichzeitig jeweils verschiedene Wörter vorgegeben, die beide nachgesprochen werden müssen.

Der Test mit Dichotischer Sprache wurde im Deutschen zunächst für Erwachsene von Feldmann<sup>6</sup> (1965, 1967) entwickelt und kann frühestens vom 10. bis 11. Lebensjahr an eingesetzt werden (s. Vergleich verschiedener, altersspezifischer Normkurven des Feldmann-Tests in Uttenweiler 1980). De Maddalena et al. (2001) haben auf Grund ihrer Untersuchungen sogar

empfohlen, den Feldmannstest (Wörter) erst nach dem 11. Lebensjahr vorzunehmen, da der Test bei Grenzwerten von 70-80% für jüngere Kinder zu inakzeptabel hohen Zahlen auffälliger Befunde bereits in der unauffälligen Kontrollgruppe führte. Bei Kindern mit Lese-Rechtsschreibstörungen ergab sich im Gegensatz zur Kontrollgruppe im Feldmannstest oft ein deutlicher Rechtsohrvorteil (de Maddalena et al. 2001). Zudem wurde die Retest-Reliabilität des Feldmannstests an 8- bis 13-jährigen Kindern über Wiederholungstestungen durchschnittlich 3 Monate nach der Erstuntersuchung überprüft und mit  $r=0,73$  als ausreichend stabil beschrieben (de Maddalena & Brosch 2005).

Für jüngere Kinder ab fünf Jahren steht der Test mit Dichotischer Sprache von Uttenweiler<sup>7</sup> (1980, 1981) zur Verfügung. Im Feldmannstest werden als dichotisches Sprachmaterial Zahlen, Wörter und Sätze vorgegeben, im Uttenweiler-Test kindgerechte Wörter.

Wir empfehlen die Durchführung der Tests mit dichotischer Sprache für alle Wortgruppen mit einem Sprachschallpegel von 70dB (sowohl für die monauralen Eingangsgruppen als auch die binauralen Testgruppen). Dies erscheint gerade für Kinder vorteilhaft, da die klassische Durchführung mitunter die Untersuchungszeit in nicht unerheblichem Maß unnötig verlängert und im Uttenweiler-Test nur eine begrenzte Anzahl von dichotischen Wortpaaren zur Verfügung steht.

Um möglichst valide Testergebnisse zu erzielen, legen wir für jüngere Kinder nahe, nach der monauralen Prüfung zunächst eine binaurale Testgruppe zum Einüben der dichotischen Testsituation zu verwenden und erst die danach folgenden zwei Testgruppen zu werten. Im Normalfall werden beidseits ca. 90-100% der Testwörter verstanden (Uttenweiler 1980). Die quantitative Auswertung sollte nach den neueren, von Berger (1998, 2000) vorgeschlagenen Kriterien erfolgen, d.h. nur völlig richtig wiedergegebene Wortpaare werden als richtig bewertet. Nicht oder nur teilweise korrekt nachgesprochene Wortpaare werden als falsch interpretiert. Weiterhin erfolgt die qualitative Auswertung der Ergebnisse, indem geprüft wird, ob z.B. Rechts-Links-Diffe-

<sup>5</sup> Westra-CD Nr. 18

<sup>6</sup> Westra-CD Nr. 5

<sup>7</sup> Westra-CD Nr. 5