



# AVWS<sup>1</sup> erkennen: konsentiierte Konzepte

---

R. Schönweiler

<sup>1</sup>Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung

# „Kandidatenschaft“ für eine Diagnostik auf AVWS



Probleme mit dem **Zuhören, Verstehen, Begreifen und Lernen**, die tatsächlich im Alltag beobachtet werden, bei Ausschluss folgender Erklärungsmöglichkeiten:

Störungen der Sinnesorgane und kognitiver Fähigkeiten:

- Unbehandelter peripherer **Hörverlust**
- Unbehandelte Fehlsichtigkeit oder andere **Visusstörung**
- **Sprachverständnisstörung**, rezeptive oder globale SES
- Unterdurchschnittliche intellektuelle **Begabung** und/oder unterdurchschnittliches auditives und **visuelles Gedächtnis**

(ggf. fachärztlicher Ausschluss mit **normierten Tests** und **bekanntem Irrtumswahrscheinlichkeiten**)

# „Kandidatenschaft“ für eine Diagnostik auf AVWS



Probleme mit dem **Zuhören, Verstehen, Begreifen und Lernen**, die tatsächlich im Alltag beobachtet werden, bei Ausschluss folgender Erklärungsmöglichkeiten:

Seelische und soziogene Störungen:

- Unbehandeltes **AD(H)S**
- Störung aus dem **Autismus-Spektrum**, Asperger-Syndrom
- Mangelnde Anregung
- Schwerwiegendes Erziehungsproblem, Krisen in der Familie

(ggf. fachärztlicher Ausschluss, basierend auf **Erfahrung** und unterstützt durch **Algorithmen**)

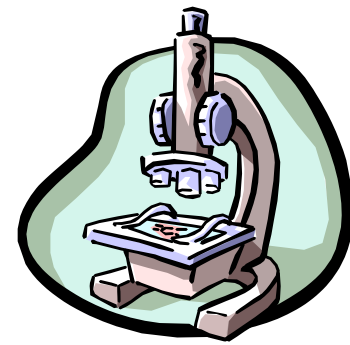
# Aktuelle Leitlinien USA, GB, D

## zur Kandidatenschaft, Diagnostik, Therapie



- American Speech Language Hearing Association  
**ASHA** Task Force seit **1992**, Technical Report **2005**
- Californian Speech Language Hearing Association  
**CSHA** Guideline **2007**
- American Academy of Audiology **AAA** Guideline **2010**
- British Society of Audiology **BSA** Interim Statement **2007**
- Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie  
**DGPP** Konsensuspapiere **1999, 2006, 2010**
- Mitgeltende Grundlagen
  - Good clinical practice (GCP), bes. für Forschungsplanung
  - Evidence based medicine (EBM), bes. für die Erstellung von Leitlinien, für die Auswahl von Verfahren (Diagnose, Therapie)

# Testbatterie AVWS Systematik



Deutsch	Definitionen International	Funktionen	Psychoakustische Tests	(Elektro-) Physio- logische Tests
Hören	Hearing	Luft- und Knochenleitung, cochleäre Transduktion	Tonschwelle	Impedanz, OAE, BERA
Auditive Ver- arbeitungs- und Wahr- nehmungs- störungen (AVWS)	Auditory processing (APD)	Binaurale Interaktion	<u>Lokalisation, MLD, Spr. im Störschall</u>	Kontral. Staped.-reflexe & <u>OAE, BIC</u>
		Mustererkennung (nonverbal oder verbal)	JND, gap detection, Diskrimination, competing & degraded speech	CERA MMN (Oddball Paradigma mit Phonemen & Silb.)
	Higher order/ language related functions	Aud. Gedächtnis, phon. Bewußtheit, Analyse, Synthese (nonverb./verbal)	Mottier, ZFG, Phonemanalyse, -synthese, aud. Aufmerks. tests	P 300, P 400 (Oddball Paradigma mit Wörtern & Sätzen)

# Fähigkeit, die Schallrichtung zu erkennen

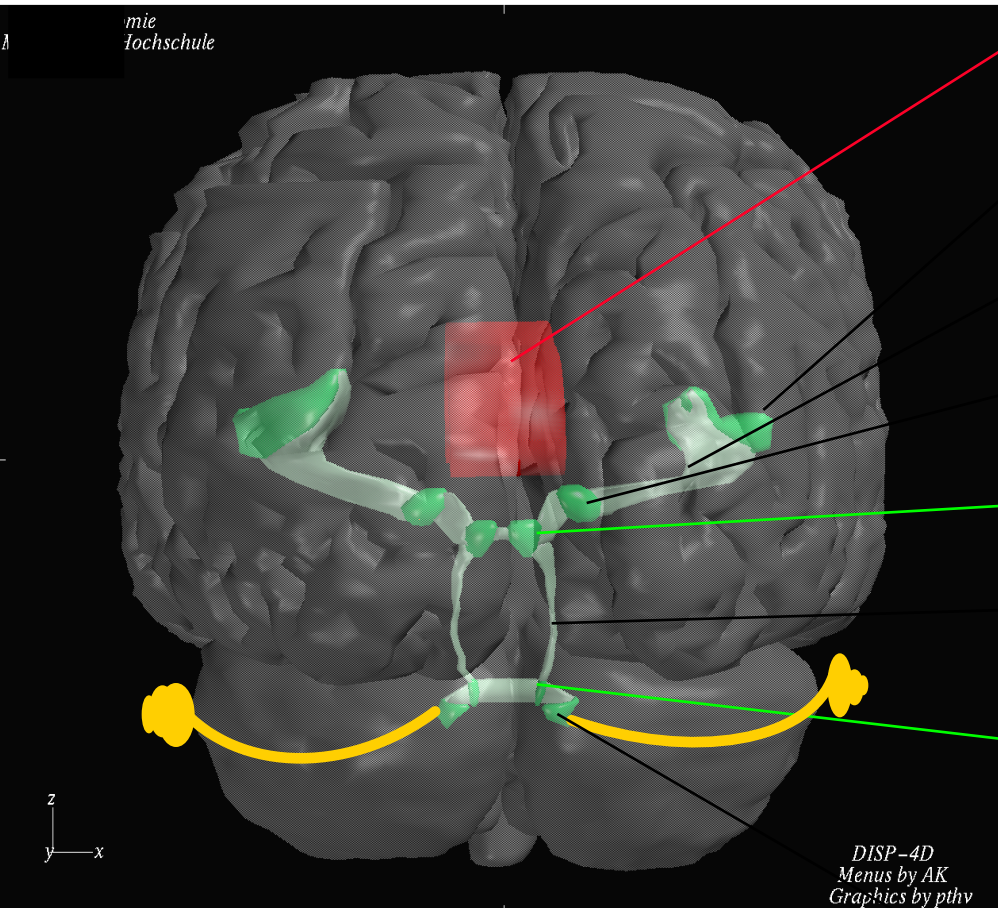


<p>Newborn from sleep</p> <p><b>bis 3</b></p>	<p>3-4 mo. Roll from face head turn</p> <p><b>3 bis 4</b></p>
<p>4-7 mo. Face fixed to side only</p> <p><b>4 bis 7</b></p>	<p>7-9 mo. Turn face side and back</p> <p><b>7 bis 9</b></p>
<p>9-12 mo. Turn face side and back</p> <p><b>9 bis 13</b></p>	<p>13-16 mo. Turn face side and back</p> <p><b>13 bis 16</b></p>
<p>16-21 mo. Turn face side and back</p> <p><b>16 bis 21</b></p>	<p>21-24 mo. Turn face side and back</p> <p><b>21 bis 24</b></p>

(Northern & Downs  
1984, 2002)

Monate

# Neuronale Repräsentation interauraler Differenzen



Corpus callosum:  
dichotisches Verstehen

Heschl'sche Querwindung

Radiatio acustica

Corpus geniculatum mediale

Colliculus inferior: IID/ILD

Lemniscus lateralis

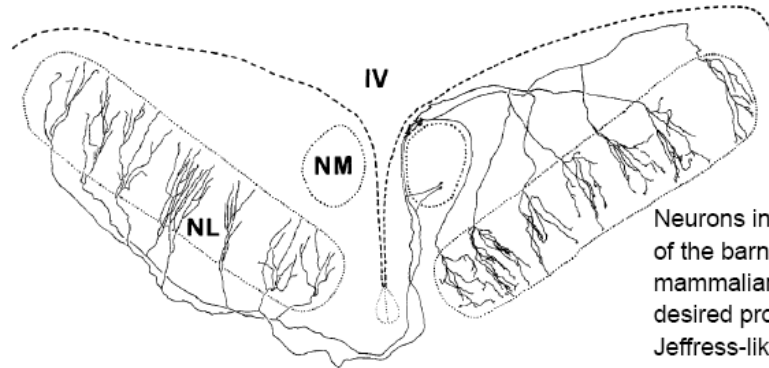
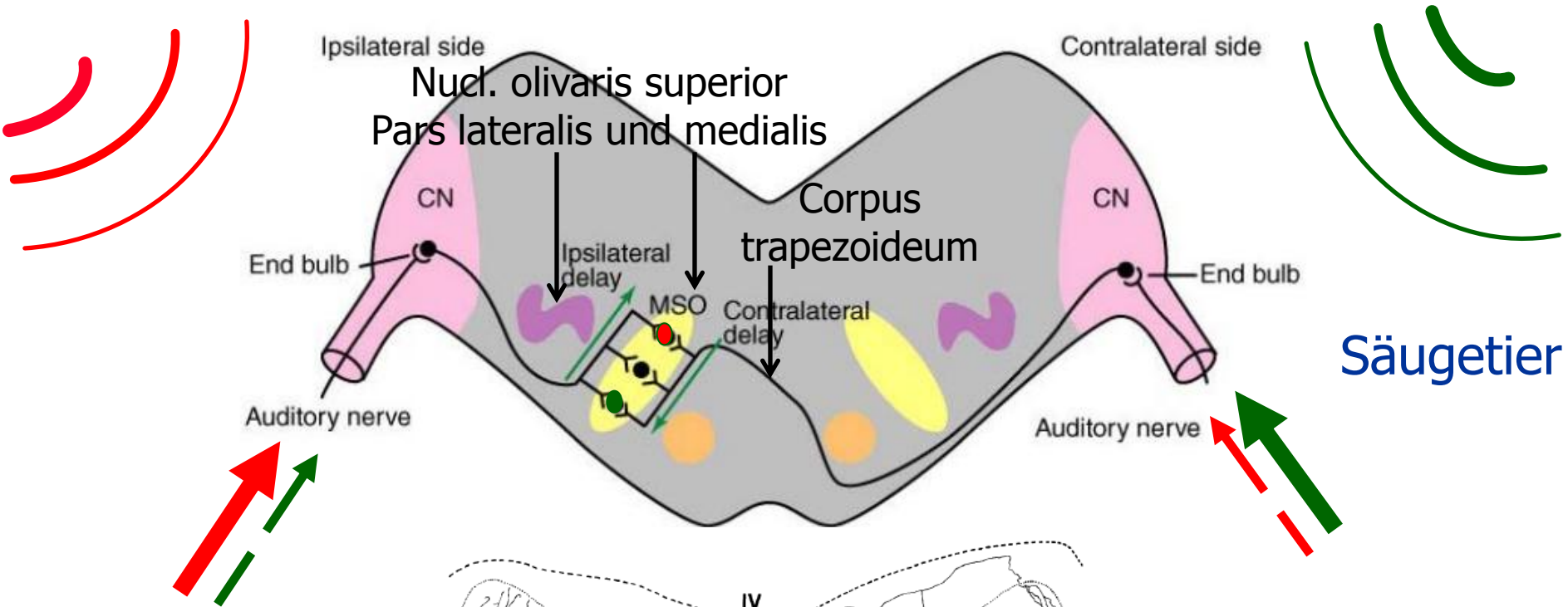
N. olivaris sup., Corpus trapezoideum:  
ITD (medialer Teil, "Medioolivo-  
cochlärer Komplex", MOCS  
IID/ILD (lateraler Teil)

Nuclei cochleares ventr./dors.

(Gerke und Schönweiler 1998)

# Neuronale Repräsentation einer Schallrichtung

1. Korrelationsmodelle, z.B. Equalisation-Cancelation-Modell von Durlach (1963)
2. Differenzmodelle, z.B. Jeffress-Modell (1948), nur ITDs

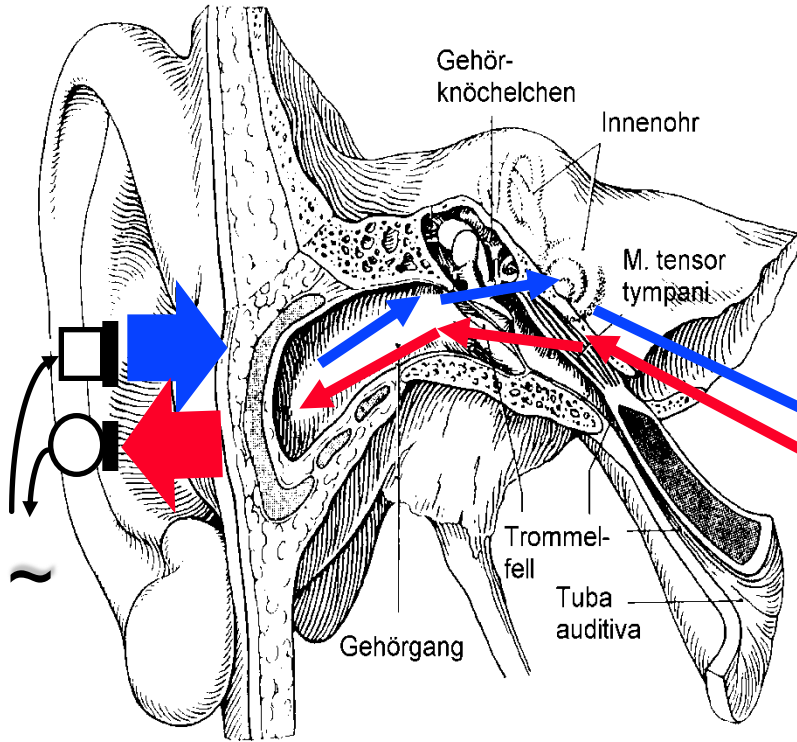


Neurons in the nucleus laminaris (NL) of the barn owl, the bird analog of the mammalian MSO, show exactly the desired properties – including a Jeffress-like anatomical structure, and physiological recordings showing topographically-ordered “best ITD” values within the NL.

Schleiereule

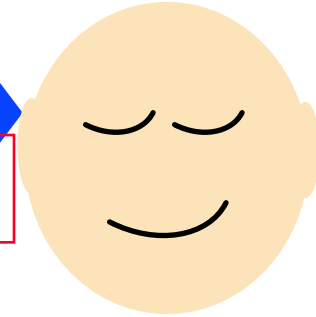
CN = Nucleus cochlearis  
 MSO = MOCS  
 NL = Nucleus laminaris  
 IV = IV. Ventrikel

# Messung der MOCES-Funktion durch kontralaterale Suppression der TEOAE

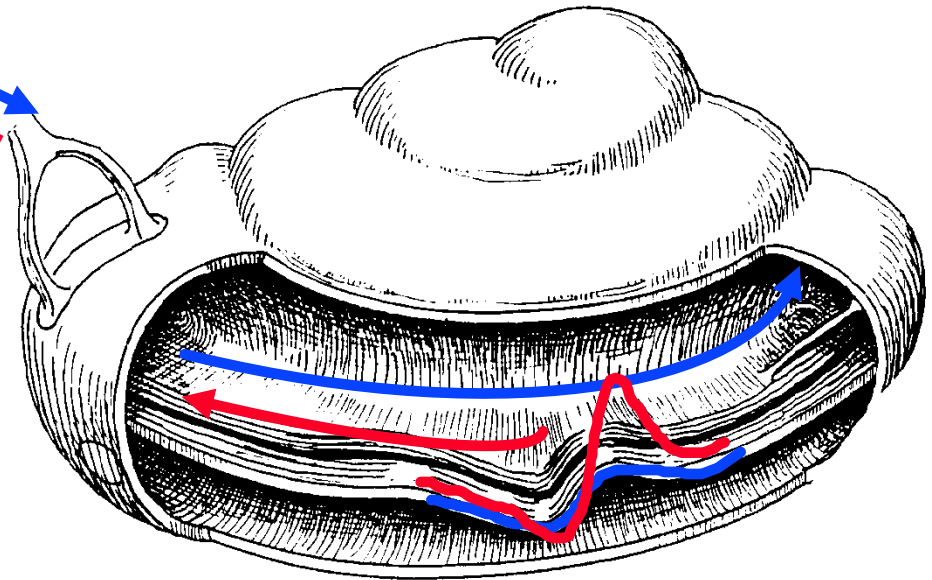


Otoakustische Emissionen

(60-) 80 dB  
Prüfschall  
ca. -1 dB  
Emission  
zw. 8-20 ms



(20-) 60 dB  
Rauschen  
kontralaterale  
Beeinflussung



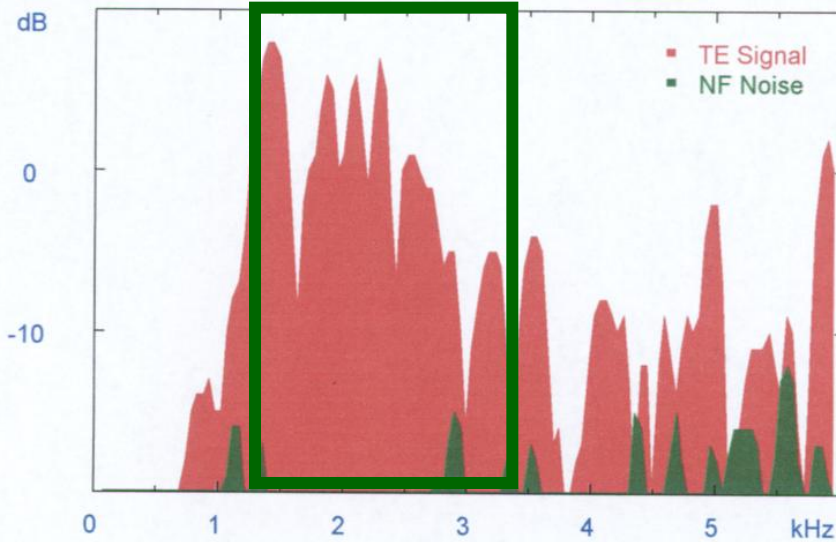
Wanderwelle, aktive Verstärkung

# Nachweis der MOCS-Funktion durch Messung der kontralateralen Suppression von TEOAE

(Collet et al. 1990, Berlin et al. 1993, Durant und Carvallo 2002)

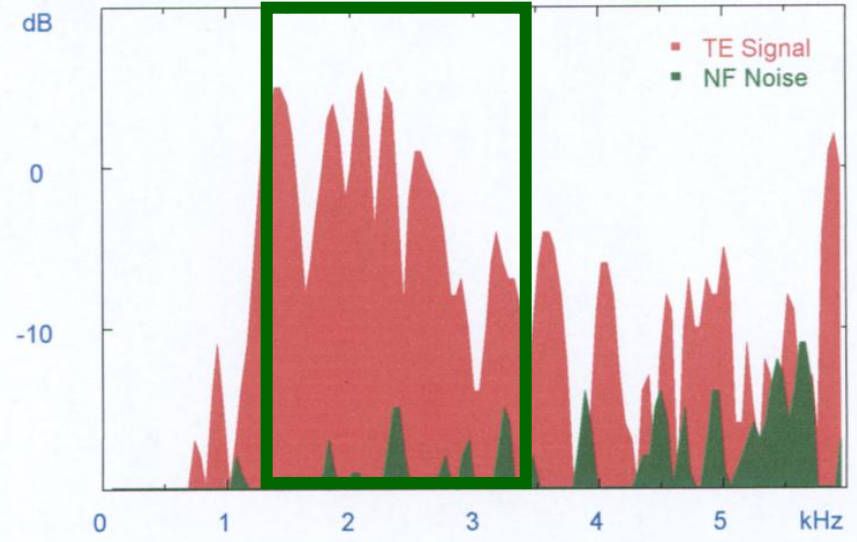
## BIO-LOGIC OTOACOUSTIC EMISSIONS (OAE) REPORT - Paç

Patient:   
 Birthdate:   
 Result: PASS   
 Comment:   
 Ear: Right   
 ID:



## BIO-LOGIC OTOACOUSTIC EMISSIONS (OAE) REPORT - Paç

Patient:   
 Birthdate:   
 Result: PASS   
 Comment: +kontralateralem Störlärm   
 Ear: Right   
 ID:



Right: 23-Feb-06: Stab:100% : TE Screen, 70% at 3/4 freq. for Pass: 06B23T1

Frq(kHz)	Repro(%)	TE(dB)	NF(dB)	TE-NF(dB)	Result
1.0	89	0.4	-8.5	8.9	-
1.5	100	14.7	-9.4	24.1	Pass
2.0	100	15.6	-7.9	23.5	Pass
3.0	95	9.7	-5.6	15.3	Pass
4.0	86	6.2	-5.0	11.2	Pass
1.2-3.5	99	18.7	-2.6	21.3	-

Right: 23-Feb-06: Stab:100% : TE Screen, 70% at 3/4 freq. for Pass: 06B23T1

Frq(kHz)	Repro(%)	TE(dB)	NF(dB)	TE-NF(dB)	Result
1.0	85	-2.5	-9.2	6.7	-
1.5	100	12.0	-10.0	22.0	Pass
2.0	99	14.2	-6.3	20.5	Pass
3.0	95	9.3	-5.3	14.6	Pass
4.0	79	6.0	-3.4	9.4	Pass
1.2-3.5	99	17.1	-2.0	19.1	-

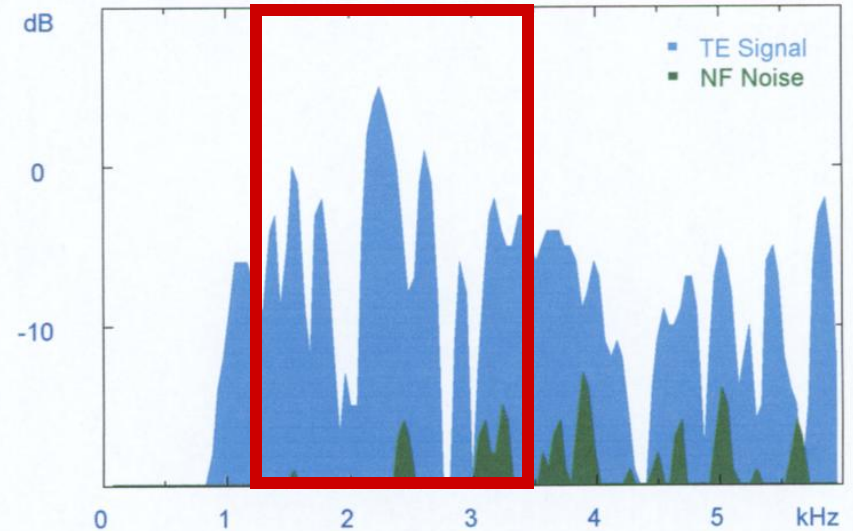
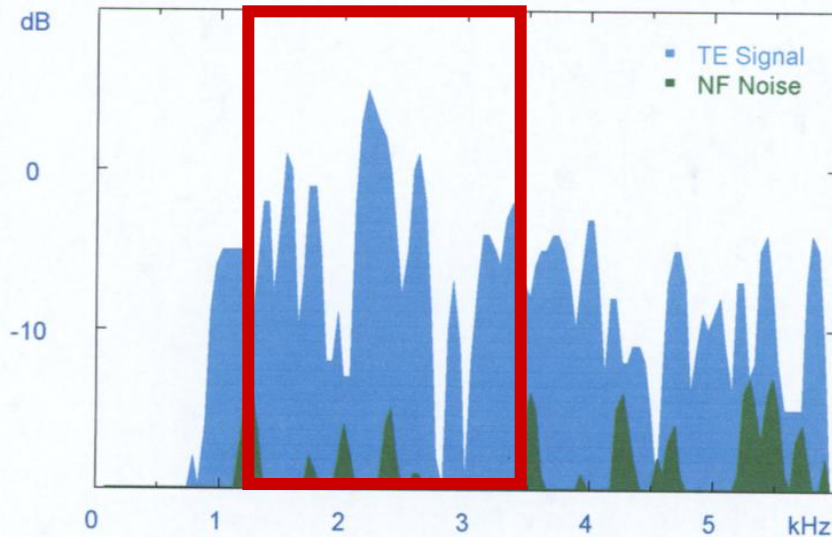
# Gestörte MOCs-Funktion durch reduzierte kontralaterale Suppression von TEOAE bei APD (Muchnik et al. 2004, Sanches und Carvalho 2006)

BIO-LOGIC OTOACOUSTIC EMISSIONS (OAE) REPORT -

BIO-LOGIC OTOACOUSTIC EMISSIONS (OAE) REPORT - Page

Patient:  
Birthdate:  
Result: PASS  
Comment:  
Ear: Left  
ID:

Patient:  
Birthdate:  
Result: PASS  
Comment: +kontralateralem Störlärm  
Ear: Left  
ID:



Left: 23-Feb-06: Stab:100% : TE Screen, 70% at 3/4 freq. for Pass: 06B23'

Frq(kHz)	Repro(%)	TE(dB)	NF(dB)	TE-NF(dB)	Result
1.0	91	3.1	-8.3	11.4	-
1.5	96	6.8	-8.3	15.1	Pass
2.0	97	11.9	-6.1	18.0	Pass
3.0	97	8.6	-6.2	14.8	Pass
4.0	89	7.7	-4.2	11.9	Pass
1.2-3.5	96	14.4	-2.0	16.4	-

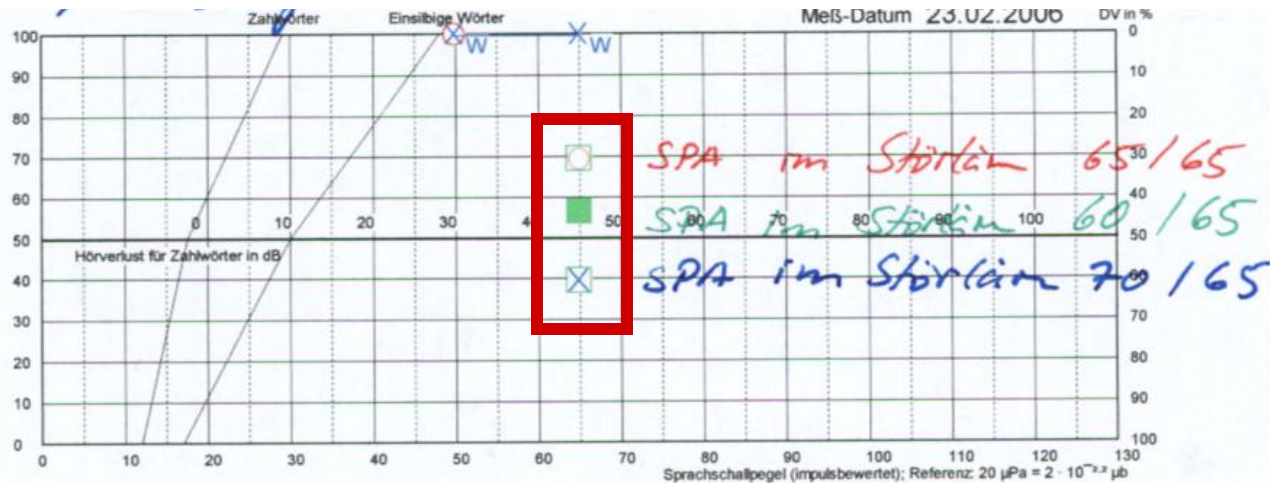
Left: 23-Feb-06: Stab:100% : TE Screen, 70% at 3/4 freq. for Pass: 06B23T17.T

Frq(kHz)	Repro(%)	TE(dB)	NF(dB)	TE-NF(dB)	Result
1.0	93	0.9	-9.6	10.5	-
1.5	98	5.4	-9.9	15.3	Pass
2.0	99	11.6	-7.3	18.9	Pass
3.0	95	8.7	-5.2	13.9	Pass
4.0	85	7.1	-3.6	10.7	Pass
1.2-3.5	97	14.0	-2.3	16.3	-

# Binaurale Hörfunktion

## Sprachverstehen im Störschall

### 1. Freiburger oder Göttinger Sprachverstehenstest im Störschall



### 2. Oldenburger Kindersatztest im Störschall, OlKiSa: SRT -2,1 dB

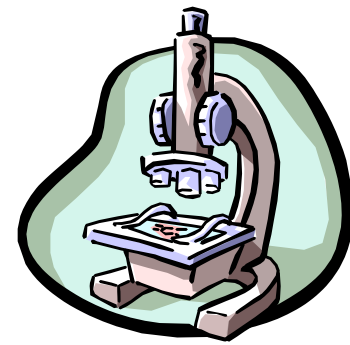
### 3. Binaural Intelligibility Level Difference (B.I.L.D.):

re.	monaural	70%
re.	binaural	80%
li.	monaural	90%
li.	binaural	80%

B.I.L.D = 10 %: normal

B.I.L.D = -10 %: auffällig

# Testbatterie AVWS Systematik



Deutsch	Definitionen International	Funktionen	Psychoakustische Tests	(Elektro-) Physio- logische Tests
Hören	Hearing	Luft- und Knochenleitung, cochleäre Transduktion	Tonschwelle	Impedanz, OAE, BERA
Auditive Ver- arbeitungs- und Wahr- nehmungs- störungen (AVWS)	Auditory processing (APD)	Binaurale Interaktion	Lokalisation, MLD, <u>Spr. im Störschall</u>	Kontral. Staped.-reflexe & OAE, <u>BIC</u>
		Mustererkennung (nonverbal oder verbal)	JND, gap detection, Diskrimination, competing & degraded speech	CERA MMN (Oddball Paradigma mit Phonemen & Silb.)
	Higher order/ language related functions	Aud. Gedächtnis, phon. Bewußtheit, Analyse, Synthese (nonverb./verbal)	Mottier, ZFG, Phonemanalyse, -synthese, aud. Aufmerks.tests	P 300, P 400 (Oddball Paradigma mit Wörtern & Sätzen)

# Sprachlautunterscheidungs-fähigkeit (Heidelberger Lautdiskriminationstest H-LAD)

Polli. HNO  
41893566  
B  
27.12.95 M

## Heidelberger Lautdifferenzierungstest (HLAD)

Testbogen des Kinderzentrums München

17.9. MAI 2005

\_\_\_\_\_ Geburtsdatum: \_\_\_\_\_ Testdurchführungsdatum: \_\_\_\_\_

Differenzierung Ergebnis Test 1a 13 + Test 1b 8 + Test 1c 8 - 7 Ablenkitems = 22

Identif./Kinästh. Ergebnis Test 1a 13 + Test 1b 7 + Test 1c 8 - 7 Ablenkitems = 21

Durchführung über Kopfhörer mit 65dBHL



Ergebnisse:

Noch normale  
Perzentilen...

	Differenzierung	Identifikation/ Kinästhetik		Analyse/Phonem- Graphem-Korr.		Gesamttest
Rohwert Test 1	<u>22</u> max. 25	<u>21</u> max. 25	Rohwert Test 2	<u>9</u> max. 12	Rohwert Gesamttest	<u>52</u> max. 62
PR Test 1	<u>43</u>	<u>81</u>	PR Test 2	<u>41</u>	PR Gesamttest	<u>62</u>
T-Wert Test 1	<u>48</u>	<u>59</u>	T-Wert Test 2	<u>48</u>	T-Wert Gesamttest	<u>53</u>

4. Klasse

Schaltet wiederkehrend  
total ab, erzählt



Test 1 A	+ = korrekt - = falsch	Wie wurden die Wörter nachgesprochen?
Kuss – Guss	+	✓ <i>unsinnig; wird angepöbel</i>
Reisen – reißen	+	✓ <i>wenn man ihn anfordert</i>
Dreck – Dreck	+	✓ <i>mit zu werden</i>
kriechen – Griechen	+	✓
Gasse – Kasse	+	✓
Pass – Pass	+	✓
Kern – gern	+	✓
Seide – Seite	+	✓
Dreck – Treck	-	-
Blatt – platt	+	✓
Kord – kocht	+	✓
Gasse – Gasse	-	- <i>Kame (Game)</i>
Bass – Pass	+	✓
schartt – Schacht	+	✓
Klette – Glätte	+	✓
Korrekte Antworten:	Differenzierung: <u>13</u> von 15	Identifikation/Kinästhetik: <u>13</u> von 15

...aber geringe  
Aufmerksamkeit  
und Vermei-  
dungsverhalten,  
zeigt massive  
Probleme mit  
der Aufgabe an!

# Elektrophysiologische Messungen „Videosedierung“ für AEP bei Kindern >3 J.

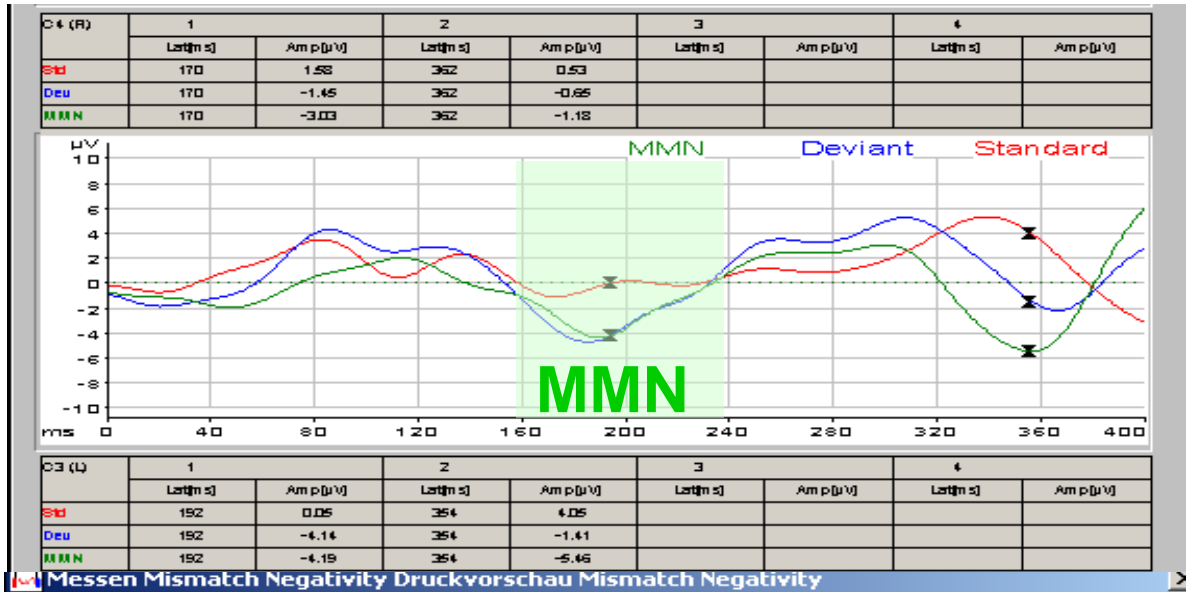


# Mismatch-Negativity, MMN) da/ga-Kontrast

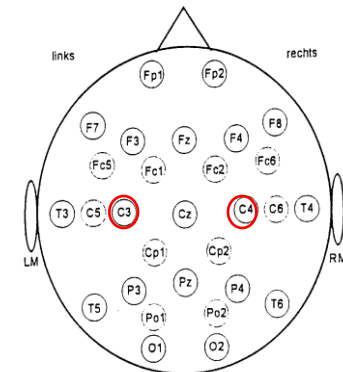
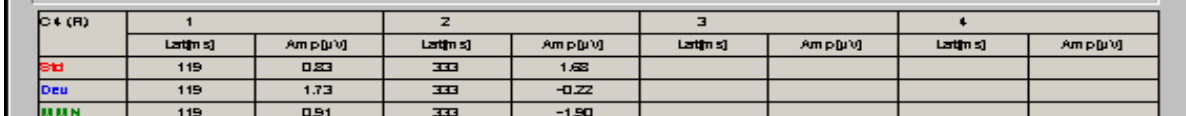
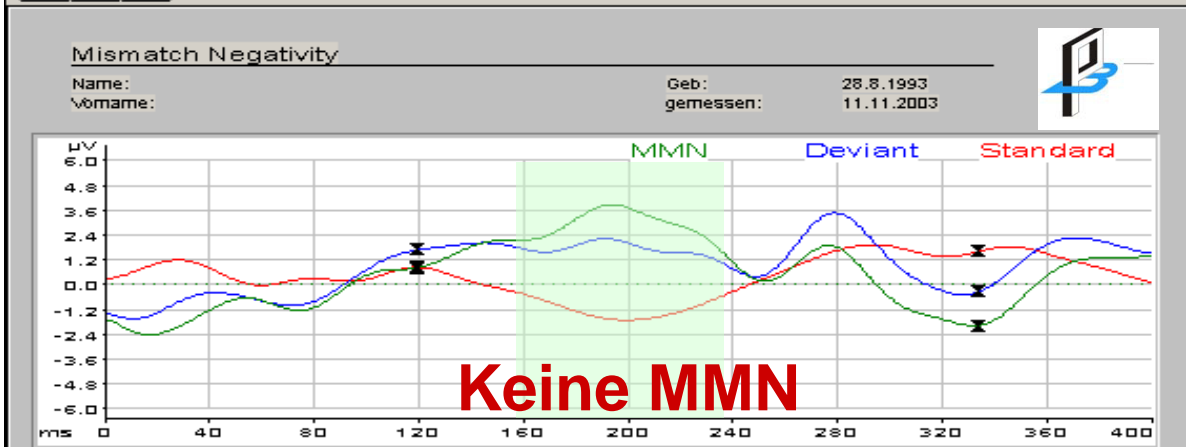
“da – da – da –  
ga – da – ga –  
da – da – ga...”

= Oddball  
Paradigma:

Pseudozufall  
80 % da (Std.)  
20 % ga (Dev.)

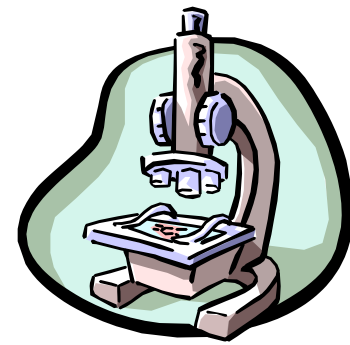


28.8.1993



1000 Hz/1050 Hz

# Testbatterie AVWS Systematik



Deutsch	Definitionen International	Funktionen	Psychoakustische Tests	(Elektro-) Physio- logische Tests
Hören	Hearing	Luft- und Knochenleitung, cochleäre Transduction	Tonschwelle	Impedanz, OAE, BERA
Auditive Ver- arbeitungs- und Wahr- nehmungs- störungen (AVWS)	Auditory processing (APD)	Binaurale Interaktion	Lokalisation, MLD, Spr. im Störschall	Kontral. Staped.-reflexe & OAE, BIC
		Mustererkennung (nonverbal oder verbal)	JND, gap detection, <u>Diskrimination</u> , competing & degraded speech	CERA <u>MMN (Oddball Paradigma mit Phonemen &amp; Silb.)</u>
	Higher order/ language related functions	Aud. Gedächtnis, phon. Bewußtheit, Analyse, Synthese (nonverb./verbal)	Mottier, ZFG, Phonemanalyse, -synthese, aud. Aufmerks.tests	P 300, P 400 (Oddball Paradigma mit Wörtern & Sätzen)

# Fallbeispiel Testbatterie



## ■ Auditives Arbeitsgedächtnis

Fallbeispiel  
9 J. alter  
Junge

- Silbenfolgen (Mottier-Test) Rohwert 9 (normal > 20)  
(auch abhängig von der Lautunterscheidungsfähigkeit)
- Zahlenfolgen (PET-ZFG) Perz. = 0,13; -3 SD

## ■ Phonologische Bewusstheit

- Aud. Gestaltschluss (PET-WE) Perz. = 69
- Aud. Synthese (PET-LV) Perz. = 14; -1 SD  
(auch abhängig vom Arbeitsgedächtnis)

**Positiver „cross-check“** (AAA 2010), d.h. Ähnliches messende Tests stimmen in ihren Ergebnissen überein

PET=Psycholinguistischer Entwicklungstest, ZFG=Zahlenfolgegedächtnis,  
WE=Wörter ergänzen, LV=Laute verbinden

# Testprofil: Diagnosekriterien erfüllt?

Synoptische Darstellung anatomischer Strukturen, auditiver Funktionen und Diagnoseverfahren

	Peripherie	Hirnstamm					Kortex						
	Kochlea	Kleinhirn- brückenwinkel	Rautenhirn	Medulla oblongata	Mittelhirn	Zwischenhirn / Thalamus	Hörstrahlung	primärer Hörcortex	sekundärer Hörcortex		tertiäre Felder		Interhemisphä- renverbindung
Anatomische Strukturen	äußere und innere Haarzellen	Hörnerv	N. cochlearis	N. olivaris superior	Lemniscus lateralis (Schleifenkern)	Colliculus inferior	Corpus geniculatum mediale		Area 42	Area 22	Area 21	Area 20	Corpus callosum
Funktionen	Umwandlung	Verarbeitung						Wahrnehmung					
Funktionstests	Tuning, Sensitivität, Spezifität	-----Lokalisation, Summation, Fusion-----			-----Separation, Diskrimination, Identifikation, Differenzierung, Integration-----								
								-----Analyse-----		-----Ergänzung, Synthese-----			
								Laut- und Geräuschempfindung		Klang- und Wortverständnis			
										akustische Aufmerksamkeit			
										auditiver Speicher			
										-----Ultraschallgedächtnis-----			
<b>Objektive Testverfahren</b>													
n	OAE												
n	Stapediusreflex-Messung												
n	SR - Dissoziation												
p	Hirnstammaudiometrie	(I)	I/II	III / IV	V								
p	BF-BERA												
	CERA												
	P 300												
<b>Subjektive Testverfahren</b>													
n	Tonaudiogramm												
n	Höremüdung												
n	Hörfeldskalierung												
	Gap detection												
	JND I, F												
n	Richtungshören												
nn	Sprachaudiogramm												
nnn	SpA / Störlärm												
n	Dichotischer Test												
p	Zeitkomprimierte Sprache												
p	Lautdiskrimination												
ppp	Hörmerkspanne												
npp	Phonologische Bewusstheit												

Basale Verarbeitung „Processing“

Wahrnehmung „Higher level f.“

Fallbeispiel  
9 J. alter  
Junge

Prä-  
linguistisch

Linguistisch

# Testbatterie AVWS

## Interpretation (ASHA, CSHA, AAA)

Synoptische Darstellung anatomischer Strukturen, audiotiver Funktionen und Diagnoseverfahren

Anatomische Strukturen	Anatomische Strukturen										Audiotive Funktionen				Diagnoseverfahren			
	Äußeres Ohr	Mittelohr	Innenohr	Äußeres Ohr	Mittelohr	Innenohr	Äußeres Ohr	Mittelohr	Innenohr	Äußeres Ohr	Mittelohr	Innenohr	Äußeres Ohr	Mittelohr	Innenohr	Äußeres Ohr	Mittelohr	Innenohr
Funktionen	Hörvermögen										Sprachverständnis				Sprachproduktion			
Funktions Tests	Hörtest										Sprachtest				Sprachtest			
Ergebnisse	...										...				...			

Für eine AVWS sprechen

Fallbeispiel  
9 J. alter  
Junge

- ✓ ■ Pathologische Ergebnisse in zwei oder mehr Tests einer Testbatterie (**2 Verarbeitung, 5 Wahrnehmung**)
- ✓ ■ mit wenigstens einer Standardabweichung unter dem Mittelwert (**5 von 7 Tests**)
- ✓ ■ und/oder qualitativen Auffälligkeiten wie Vermeidungsverhalten, lange Antwortlatenz (**2 von 7 Tests**), zunehmende Fehler am Ende eines Tests
- ✓ ■ **Positiver** „Cross-check“ (AAA 2010) (**5 von 6 Tests**)

Gegen eine AVWS sprechen

- nur ein einziger Test auffällig (ggf. Wiederholung, (dann drei Standardabweichungen notwendig)
- Negativer Cross-check (Widersprüchliche Ergebnisse)

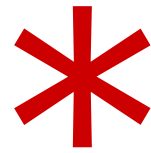
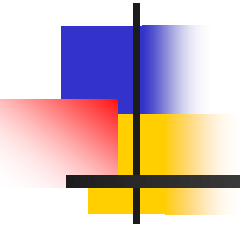
# Testbatterie AVWS

## Interpretation (ASHA, CSHA, AAA)



### Diagnose einer AVWS

- Ist (natürlich) **nicht** mit einem Screening möglich
- Ist möglichst **formal** und **reproduzierbar** mit Test, deren Gütekriterien bekannt sind (Gütekriterien: z.B. Sensitivität und Spezifität)
- Hat eine **Irrtumswahrscheinlichkeit** von vermutlich 2%, d.h. bei 50 Erstdiagnosen würde man in 1 Fall bei Wiederholung zu einem anderen Ergebnis kommen
- Mit jeder **Befundkontrolle** (Wiedervorstellungstermine!) nimmt die Irrtumswahrscheinlichkeit ab
- Erstdiagnose = „Arbeitsdiagnose“ als Grundlage der Indikation für eine **Therapie**





# Korrespondenzadresse und Urheberrecht



Prof. Dr. med. Rainer Schönweiler  
Leiter der Abt. für Phoniatrie und Pädaudiologie  
(Stimm-, Sprach- und kindliche Hörstörungen)  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck  
Ratzeburger Allee 160  
D-23562 Lübeck  
Tel. +49-(0)451-500-3485, Fax +49-(0)451-500-6792  
Homepage Klinik: [www.phoniatrie-luebeck@uk-sh.de](mailto:www.phoniatrie-luebeck@uk-sh.de)  
Homepage Lehrbuch: [www.schoenweiler.de](http://www.schoenweiler.de)  
E-Mail [rainer.schoenweiler@phoniatrie.uni-luebeck.de](mailto:rainer.schoenweiler@phoniatrie.uni-luebeck.de)

**Das Script unterliegt dem Urheberrecht. Eine Vervielfältigung ist nur für den persönlichen Gebrauch erlaubt. Eine Weitergabe an Dritte oder Veröffentlichung ist nicht ohne ausdrückliche Erlaubnis des Autors gestattet.**