

# Inhalt

## 1 Akustische und audiometrische Grundbegriffe 1

---

*E. Lehnhardt*

Dokumentation der audiometrischen Daten . . . . .	1	Hörschwelle in Knochenleitung . . . . .	6
Stimmgabel- und Hörweitenprüfung . . . . .	1	Kalibrierung der Knochenleitungshörer . . . . .	7
Akustische Grundbegriffe . . . . .	2	Fühlschwelle . . . . .	7
Audiometer . . . . .	3	Audiogrammformular . . . . .	8
Hörschwelle in Luftleitung . . . . .	5	Literatur . . . . .	8
Kalibrierung der Luftleitungshörer . . . . .	6		

## 2 Hörschwellenmessung und -wertung 9

---

*E. Lehnhardt*

Luftleitungsschwelle . . . . .	9	Fehlermöglichkeit . . . . .	12
Knochenleitungsschwelle . . . . .	11	Hörschwellenverhalten . . . . .	12
Hochtonaudiometrie . . . . .	11	Literatur . . . . .	13
Unbehaglichkeitsschwelle . . . . .	12		

## 3 Vertäubung des Gegenohrs 15

---

*E. Lehnhardt*

Überhören . . . . .	15	Praktisches Vorgehen . . . . .	20
Vertäubung . . . . .	17	Literatur . . . . .	22

## 4 Physiologie und Pathophysiologie des Mittelohrs, Knochenleitungshören 27

---

*E. Lehnhardt*

Versteifung des Mittelohrs . . . . .	29	Knochenleitungshören . . . . .	33
Dämpfung des Mittelohrs . . . . .	29	Fazit . . . . .	34
„Blockierung“ des Mittelohrs . . . . .	31	Literatur . . . . .	34
Schwerhörigkeit durch Trommelfelldefekt . . . . .	32		

**5 Physiologie und Pathophysiologie des Innenohrs 35**

*E. Lehnhardt, Th. Janssen*

Anatomie .....	35	Akustisches Trauma .....	43
Biomechanik .....	36	Endolymphatischer Hydrops .....	43
Tonhöhenwahrnehmung .....	38	Diplakusis .....	44
Tonale Schallreizung .....	39	Auditorische Synaptopathie/Neuropathie .....	44
Transiente Schallreizung .....	40	Literatur .....	45
Rekrutment .....	41		

**6 Tonschwellenbild der Innenohrschwerhörigkeit 47**

*E. Lehnhardt*

Hochtonschwerhörigkeit .....	47	Kombinierte Mittelohr-Innenohr- Schwerhörigkeit .....	51
Mitteltonschwerhörigkeit .....	49	Einstufung der Schwerhörigkeit .....	52
Tiefton- und pantonale Schwerhörigkeit .....	50	Literatur .....	52

**7 Überschwellige Diagnostik 53**

*E. Lehnhardt, D. Mrowinski*

Rekrutmenttests .....	53	Zusammenfassung der subjektiven überschwelligen Tests .....	60
Fowler-Test .....	54	Endolymphhydropsdiagnostik .....	60
SISI-Test .....	54	Summationspotenzial .....	61
Lüscher-Test .....	57	Experimentelle Verfahren .....	61
Unbehaglichkeitsschwelle .....	58	Fazit .....	61
Geräuschaudiogramm .....	58	Literatur .....	62

**8 Impedanzaudiometrie 63**

*E. Lehnhardt*

Physikalische Vorbemerkungen .....	63	Akustisch-mechanischer Effekt .....	72
Klinische Anwendung .....	63	Klinische Wertung der reflektorischen Impedanzänderung .....	73
Tympanometrie .....	64	Mittelohrdiagnostik anhand des Stapediusreflexes .....	74
Praktisches Vorgehen .....	64	Diagnostik der sensorischen Schwerhörigkeit anhand der Stapediusreflexschwelle .....	78
Auswertung des Tympanogramms .....	66	Diagnostik der neuralen Schwerhörigkeit anhand der Stapediusreflexschwelle .....	80
Atem- und pulssynchrone Impedanzänderungen .....	67	Impedanzmessung zur topischen Fazialisdiagnostik .....	82
Funktionstests der Tube bei defektem Trommelfell .....	68	Zusammenfassende diagnostische Wertung der Impedanzbefunde .....	82
Impedanzänderung, ausgelöst durch den akustischen Stapediusreflex .....	70	Beispielhafte Befunde .....	83
Verlauf des Stapediusreflexes .....	70	Literatur .....	88
Praktisches Vorgehen bei kontralateraler Messung .....	71		
Praktisches Vorgehen bei ipsilateraler Messung .....	72		

VIII

## 9 Adaptation und Hörermüdung 89

*E. Lehnhardt*

Schwellschwundtest .....	90	Literatur .....	95
Automatische Audiometrie nach v. Békésy ....	91		

## 10 Hörprüfungen beim Säugling und Kleinkind 97

*M. Ptok*

<b>Generelles zur Diagnostik</b> .....	97	Sprachaudiometrie beim Kleinkind .....	106
<b>Screeninguntersuchungen</b> .....	100	Auswahl eines adäquaten subjektiven	
Neugeborenenhörscreening .....	100	Hörprüfverfahrens .....	107
Hörscreening im Rahmen der		<b>Objektive audiometrische Verfahren</b> .....	108
Vorsorgeuntersuchungen .....	101	<b>Diagnostik auditiver Verarbeitungs- und</b>	
<b>Subjektive audiometrische Verfahren</b> .....	101	<b>Wahrnehmungsstörungen</b> .....	109
Grundlagen subjektiver Hörprüfungen .....	101	Subjektive Tests .....	110
Einteilung der subjektiven Testverfahren .....	102	Objektive Tests .....	110
Verhaltensaudiometrie:		<b>Grundsätzliches zur Hörgeräteversorgung</b>	
Reflex-/Reaktionsschwellen und Zuwendungsschwellen im freien Schallfeld .....	103	<b>beim Kleinkind</b> .....	110
Zuwendungsaudiometrie .....	104	Indikationen für eine Hörgeräteversorgung	
Bewertungsverfahren .....	104	bei Kindern .....	110
Konditionierung mit visueller positiver		Besonderheiten der Hörgerätetechnik .....	111
Verstärkung .....	105	Hörgerätekontrollen/	
Audiometrische Verfahren mit instruierten		Nachsorgeuntersuchungen .....	111
Reizantworten .....	105	Literatur .....	111

## 11 Otoakustische Emissionen 113

*Th. Janssen*

<b>Entstehung und Eigenschaften der otoakustischen Emissionen</b> .....	113	Transitorisch evozierte otoakustische	
Spontane otoakustische Emissionen .....	114	Emissionen bei Kindern .....	126
Simultan evozierte		Transitorisch evozierte otoakustische	
otoakustische Emissionen .....	115	Emissionen bei cochleärer Hörstörung .....	128
Transitorisch evozierte		Distorsionsproduktemissionen zur	
otoakustische Emissionen .....	115	frequenzspezifischen und quantitativen	
Distorsionsproduktemissionen .....	115	Bestimmung einer cochleären Hörstörung ..	129
<b>Messprinzipien</b> .....	117	Distorsionsproduktemissionen	
Ohrsonden .....	117	zur Bestimmung regenerativer Prozesse ....	131
Messprinzip transitorisch evozierter		DP-Kochleogramme zur Bestimmung des	
otoakustischer Emissionen .....	118	Hörverlusts bei Kindern .....	131
Messprinzip Distorsionsproduktemissionen .	120	<b>Topodiagnostik mit</b>	
<b>Klinische Anwendung</b> .....	126	<b>otoakustischen Emissionen</b> .....	132
Neugeborenenhörscreening mit		Literatur .....	134
automatisierten transitorisch evozierten			
otoakustischen Emissionen .....	126		

**12 Tinnitus****137***G. Hesse*

<b>Definition</b> .....	137	<b>Distorsionsproduktemissionen und efferentes System</b> .....	142
<b>Beschwerdebild</b> .....	137	<b>Deutung der Befunde</b> .....	143
<b>Otologische und audiometrische Befunde</b> .....	137	<b>Tinnitus als Krankheitsbild</b> .....	144
<b>Lautheitsempfinden bei Tinnituspatienten</b> .....	140	Literatur .....	145
<b>Objektive Tinnitusdiagnostik</b> .....	141		

**13 Sprachaudiometrie****147***E. Lehnhardt*

<b>Physikalische Daten der Sprache</b> .....	147	Hörverlust in dB, gemessen mit Zahlen .....	153
<b>Generelle Forderungen an das Sprachtestmaterial</b> .....	148	<b>Wertung der Ergebnisse im Freiburger Test</b> .....	156
<b>Sprachverständlichkeitstests</b> .....	149	Das Überhören im Sprachaudiogramm .....	156
Freiburger Test .....	149	Vertäübung im Sprachaudiogramm .....	156
Göttinger und Oldenburger Satztests .....	149	Freifeldmessung für das Sprachaudiogramm .....	157
Weitere Satztests .....	151	<b>Klinische Bewertung anhand des Sprachaudiogramms</b> .....	158
<b>Eichung des Sprachaudiometers für den Freiburger Test</b> .....	152	Mittelohrschwerhörigkeit .....	158
<b>Testablauf anhand des Freiburger Sprachtests</b> ..	152	Innenohrschwerhörigkeit .....	158
Verständlichkeit in Prozent, gemessen mit Einsilbern .....	152	Neurale Schwerhörigkeit .....	161
		<b>Die Sprachtests als Teil der Audiometrie</b> .....	162
		Literatur .....	163

**14 Hörgeräte****165***M. Kinkel*

<b>Ziel einer Hörgeräteanpassung</b> .....	165	Bestimmung der Zielvorgaben .....	176
<b>Hörgerätetechnologie</b> .....	167	Feinanpassung .....	178
Prinzipieller Aufbau von Hörgeräten .....	167	Quantifizierung des Versorgungserfolgs .....	179
Signalverarbeitungsstrategien .....	168	<b>Praktisches Vorgehen zur Hörgeräteanpassung</b> ..	182
Bauformen .....	170	Hörgeräteanpassung bei Erwachsenen .....	182
Schallzuführung und Otoplastik .....	174	Hörgeräteanpassung bei Kindern .....	183
Zusatzausstattung und Kommunikationshilfen .....	175	Indikation und organisatorischer Ablauf .....	184
<b>Verfahren zur Hörgeräteanpassung</b> .....	175	<b>Fazit</b> .....	185
Grundlegende Strategie .....	175	Literatur .....	185

**15 Zentrale Hördiagnostik****188***E. Lehnhardt, G. Hesse*

<b>Stapediusreflex</b> .....	188	<b>Sprachungebundene zentrale Tests</b> .....	191
<b>Hörmüdigung</b> .....	188	„Binaural Masking Level Differenz“ .....	191
<b>Richtungshören</b> .....	188	„Gaps in Noise“ .....	192
<b>Zentrale Sprachtests</b> .....	189	<b>Generelle Wertung der zentralen Sprachtests</b> ..	192
Dichotisches Sprachverstehen .....	189	Literatur .....	193

X

## 16 Aggravation – Simulation – psychogene Hörstörung

194

E. Lehnhardt

<b>Grundlage der Fehlleitung</b> .....	194	Hinweise aus dem Vergleich des Sprachaudiogramms mit der Tonschwelle ...	198
<b>Relevante Hinweise</b> .....	194	<b>Tests</b> .....	198
Hinweise aus dem allgemeinen Verhalten des Patienten .....	194	Tests bei einseitiger Aggravation oder Simulation .....	198
Hinweise aus dem Tonschwellenaudiogramm .....	195	Tests mit dem Gehörgangverschluss .....	199
Hinweise aus dem Vergleich von Ton- und Geräuschschwelle mit dem Sprachaudiogramm .....	195	Test bei beidseitiger Aggravation oder Simulation .....	200
Hinweise aus dem Békésy-Audiogramm ....	196	<b>Psychogene Hörstörung</b> .....	200
Hinweise aus dem Sprachaudiogramm ....	197	Literatur .....	202

## 17 Elektrische Reaktionsaudiometrie

203

D. Mrowinski

<b>Einführung</b> .....	203	<b>Frühe auditorisch evozierte Potenziale</b> .....	216
Anatomie der Hörbahnen .....	204	BERA-Messtechnik .....	217
Unterteilung der verschiedenen Potenziale ..	205	Hörbahndiagnostik .....	221
<b>Untersuchungstechnik</b> .....	205	Objektiver Hörtest .....	223
Reizgenerator: auditorische Reizformen ....	206	Spezielle BERA-Verfahren .....	226
Vertäubung .....	207	<b>Mittlere auditorisch evozierte Potenziale</b> ....	228
Reizapplikation .....	208	Reizabhängigkeit .....	228
Reizpegelkalibrierung .....	208	Registrierung .....	229
Reizfolgefrequenz .....	208	Klinische Anwendung .....	229
Elektroden .....	208	40-Hz-Potenzial .....	229
Elektrodenposition .....	209	„Auditory steady-state evoked Responses“ ..	230
Verstärker und Sicherheit .....	209	<b>Späte auditorisch evozierte Potenziale</b> .....	231
Filterung .....	210	Reizabhängigkeit .....	231
Signalverarbeitung und Auswertung .....	210	Registrierung .....	232
Untersuchungsgang .....	212	Klinische Anwendung .....	232
<b>Elektrokochleografie</b> .....	213	<b>Sehr späte auditorisch evozierte Potenziale</b> ...	232
Methodik der Ableitung und Stimulation .....	213	„Mismatch Negativity“ .....	233
Registrieren und Trennen von Mikrofonpotenzial, Summationspotenzial und Summenaktionspotenzial .....	214	Verarbeitungspotenzial P300 .....	233
Eigenschaften der sehr frühen auditorisch evozierten Potenziale .....	214	„Contingent negative Variation“ .....	233
		<b>Einsatzbereiche und Aussagen der ERA-Methoden</b> .....	234
		Literatur .....	235

## 18 Audiometrie und Cochlear Implant

239

*J. Müller-Deile, R. Laszig*

<b>Komponenten und Funktion des Cochlear Implants</b> .....	239	<b>Intra- und postoperative objektive audiometrische Verfahren</b> .....	247
<b>Audiometrische Indikationen bei Erwachsenen und Kindern</b> .....	240	Stapediusreflex .....	247
<b>Abklärungen vor Cochlear-Implant-Versorgung</b> .	243	Elektrisch evozierte Reizantwortpotenziale ..	248
Elektrokochleografie und Hirnstammaudiometrie .....	243	Telemetrisch gemessene elektrisch evozierte Summenaktionspotenziale .....	248
Subjektiver Promontoriumstest .....	243	<b>Postoperative Basis- und Folgetherapie</b> .....	250
Objektiver Promontoriumstest .....	244	Anpassen des Sprachprozessors .....	250
<b>Operation</b> .....	245	Qualitätssicherung .....	252
<b>Intra- und postoperative Überprüfung der Implantate</b> .....	246	Technische Prüfung .....	253
Messung der elektrischen Impedanzen .....	246	Audiometrische Kontrollen bei Erwachsenen .	253
Integritätstests – Stimulogramm .....	246	Audiometrische Kontrollen bei Kindern .....	257
		Dokumentation der Evaluationsbefunde .....	257
		<b>Bilaterale Cochlear-Implant-Versorgung</b> .....	258
		Literatur .....	258

## Sachverzeichnis

261

### Praxis der Audiometrie interaktiv

Fallbeschreibungen und Vertäübungsbeispiele im Internet unter <http://interaktiv.audiometrie.com>