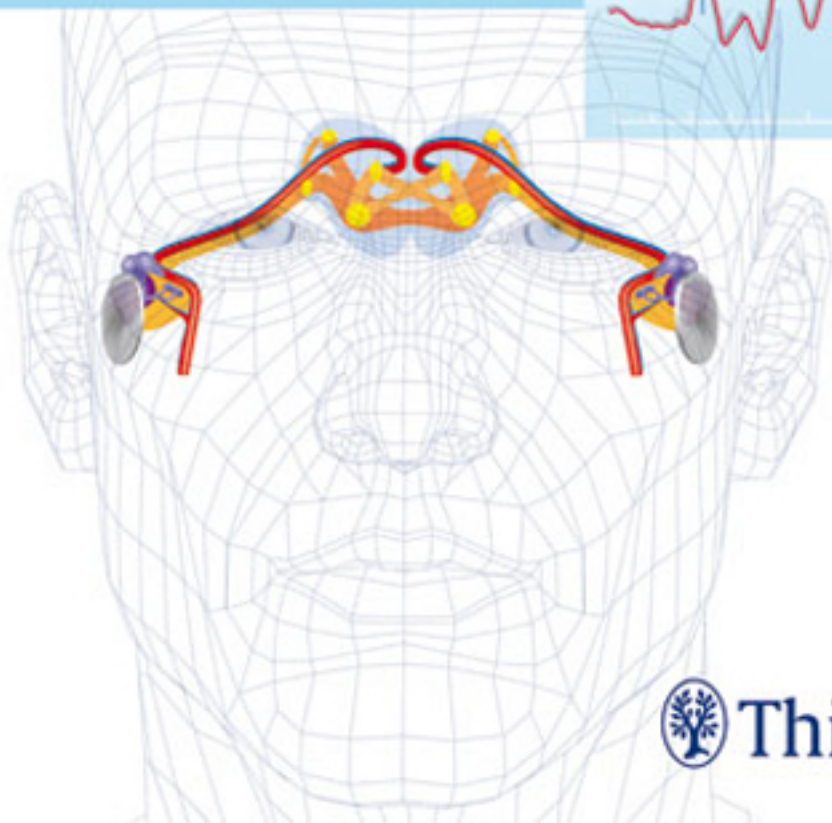
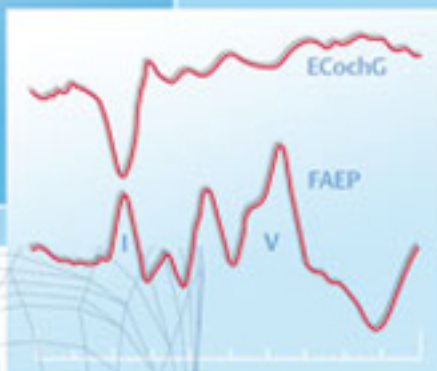
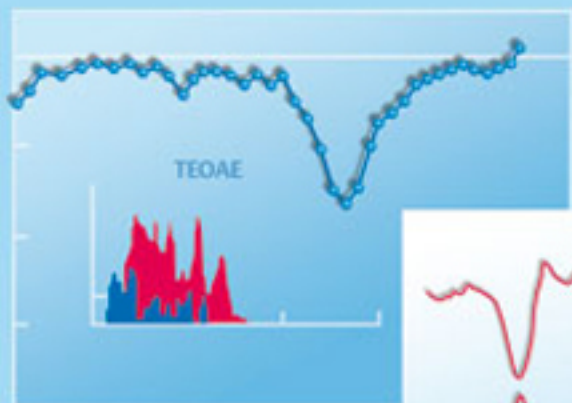


Praxis der Audiometrie

Ernst Lehnhardt
Roland Laszig

9., vollständig
überarbeitete Auflage



Thieme

Praxis der Audiometrie

Ernst Lehnhardt
Roland Laszig

Mit Beiträgen von

G. Hesse
Th. Janssen
M. Kinkel
D. Mrowinski
J. Müller-Deile
M. Ptok

9., vollständig überarbeitete Auflage

219 Abbildungen
8 Tabellen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

*Bibliografische Information
der Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

- 1. Auflage 1952; Leitfaden der praktischen Audiometrie
- 2. Auflage 1956; Leitfaden der praktischen Audiometrie
- 3. Auflage 1963; Leitfaden der praktischen Audiometrie
- 4. Auflage 1970; Leitfaden der praktischen Audiometrie
- 5. Auflage 1978; Praktische Audiometrie. Lehrbuch und synoptischer Atlas
- 6. Auflage 1987; Praxis der Audiometrie
- 7. Auflage 1996; Praxis der Audiometrie
- 8. Auflage 2000; Praxis der Audiometrie

- 1. spanische Auflage 1965
- 2. spanische Auflage 1966
- 3. spanische Auflage 1992
- 1. holländische Auflage 1983
- 1. japanische Auflage 1983

© 2009 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
Deutschland
Telefon: + 49/(0)711/8931-0
Unsere Homepage: www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: Andrea Schnitzler, Innsbruck
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlaggrafik: Martina Berge, Erbach
Satz: primustype Hurler GmbH, Notzingen
gesetzt in UltraXML
Druck: Grafisches Centrum Cuno, Calbe

ISBN 978-3-13-369009-6

1 2 3 4 5 6

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Anschriften

Herausgeber

Prof. em. Dr. med. Dr. med. dent.
Dr. h. c. mult. Ernst Lehnhardt
Siegesstraße 15
30175 Hannover

Prof. Dr. med. Dr. h. c. Roland Laszig
HNO-Klinik
Klinikum der Albert-Ludwigs-Universität
Killianstraße 5
79106 Freiburg

Autoren

Priv.-Doz. Dr. Gerhard Hesse
Tinnitus-Klinik
Krankenhaus Bad Arolsen
Große Allee 50
34454 Bad Arolsen

Prof. Dr.-Ing. Dr. med. habil. Thomas Janssen
HNO-Klinik
TU München
Ismaninger Straße 22
81664 München

Dr. rer. nat. Martin Kinkel
KIND Hörgeräte
Kokenhorststraße 3–5
30938 Burgwedel

Prof. em. Dr.-Ing. Dieter Mrowinski
Uetzer Steig 24
14089 Berlin

Dr. rer. nat. Joachim Müller-Deile
Audiologie
Klinik für HNO-Heilkunde
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein,
Campus Kiel
Arnold-Heller-Straße 3
24105 Kiel

Prof. Dr. med. Dr. h. c. Martin Ptok
Klinik und Poliklinik für Phoniatrie
und Pädaudiologie
Med. Hochschule Hannover OE6510
Carl-Neuberg-Straße 1
30625 Hannover

Die 8. Auflage der *Praxis der Audiometrie* war im Jahr 2000 erschienen. Seither haben sich wieder wesentliche Fortschritte ergeben – sowohl für den diagnostischen Teil der Audiometrie wie für die Therapie verschiedener Schwerhörigkeitsformen.

Die TEOAE sind seit dem 1. Januar 2009 vom Gesetzgeber zu einem integrierten Bestandteil der Neugeborenen- und Kleinkindvorsorge bestimmt worden, sind also viel häufiger zu messen als bisher. Die DPOAE sollten, nachdem sie hier noch einmal sehr plastisch dargestellt sind, zur Regel werden – in der klinischen Diagnostik und in der Begutachtung von Innenohrschäden.

In der ERA sind die *Auditory steady-state evoked Responses* wegen ihrer die Frequenz differenzierenden Aussage dabei, sich neben den FAEP zu etablieren.

Mit dem Cochlear Implant werden neben Gehörlosen inzwischen auch sehr Schwerhörige versorgt – als Alternative für das Hörgerät oder auch als Kombination beider. Der HNO-Arzt sollte also darauf vorbereitet sein, immer öfter nach den Chancen einer solchen Operation gefragt und postoperativ evtl. auch um eine audiometrische Kontrolle gebeten zu werden; die Ergebnisse sind allerdings mit den erwähnten neuen sprachaudiometrischen Tests korrekter zu erfassen als mit den herkömmlichen, allgemein noch verwendeten. Zu den notwendigen Tests gehört auch die kategoriale

Lautheitsskalierung, die bislang schon für die Indikation und Anpassung von Hörgeräten benutzt wurde. Dem Hörgeräte-Akustiker bietet wieder ein eigenes Kapitel die Grundkenntnisse und insbesondere die Neuigkeiten, die er für eine professionelle Versorgung seiner Schwerhörigen benötigt.

Der Umfang dieser 9. Auflage konnte trotz der Fülle des zu vermittelnden Stoffes sogar reduziert werden. Der *Synoptische Atlas* wurde in den Internetanhang ausgegliedert; das audiometrische Gesamtbild baut sich dort nun nacheinander aus der Vielzahl von Einzelbefunden auf.

Im Internetanhang finden sich außerdem *Vertäubungs*-Beispiele als Ergänzung zu Kapitel 3; aus der zunächst angegebenen Tonschwelle entwickeln sich hier unter gleitender Vertäubung des Gegenohres – *interaktiv* – Schritt für Schritt die endgültigen, wahren Werte.

Der Thieme Verlag hat wieder keine Mühen gescheut, den Druck und insbesondere die vielen farbigen Abbildungen unseren Wünschen entsprechend zu gestalten; die Mitarbeiter des Verlags, Frau Sabine Schwab und Herr Matthias Elm, kamen unseren Anliegen jederzeit und offen entgegen – wir danken ihnen dafür.

Hannover/Freiburg,
im Mai 2009

Ernst Lehnhardt
Roland Laszig

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-	
Mitteltonschwerhörigkeit	49	Schwerhörigkeit	51
Tiefton- und pantonale Schwerhörigkeit	50	Einstufung der Schwerhörigkeit	52
		Literatur	52

7 Überschwellige Diagnostik 53

E. Lehnhardt, D. Mrowinski

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

8 Impedanzaudiometrie 63

E. Lehnhardt

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

9 Adaptation und Hörermüdung

89

E. Lehnhardt

Schwellenschwundtest	90	Literatur	95
Automatische Audiometrie nach v. Békésy	91		

10 Hörprüfungen beim Säugling und Kleinkind

97

M. Ptak

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

11 Otoakustische Emissionen

113

Th. Janssen

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

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

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

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

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

14 Hörgeräte**165***M. Kinkel*

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

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

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

16 Aggravation – Simulation – psychogene Hörstörung

194

E. Lehnhardt

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

17 Elektrische Reaktionsaudiometrie

203

D. Mrowinski

Einführung	203	Frühe auditorisch evozierte Potenziale	216
Anatomie der Hörbahnen	204	BERA-Messtechnik	217
Unterteilung der verschiedenen Potenziale ..	205	Hörbahndiagnostik	221
Untersuchungstechnik	205	Objektiver Hörtest	223
Reizgenerator: auditorische Reizformen	206	Spezielle BERA-Verfahren	226
Vertäubung	207	Mittlere auditorisch evozierte Potenziale	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	Späte auditorisch evozierte Potenziale	231
Filterung	210	Reizabhängigkeit	231
Signalverarbeitung und Auswertung	210	Registrierung	232
Untersuchungsgang	212	Klinische Anwendung	232
Elektrokochleografie	213	Sehr späte auditorisch evozierte Potenziale ...	232
Methodik der Ableitung		„Mismatch Negativity“	233
und Stimulation	213	Verarbeitungspotenzial P300	233
Registrieren und Trennen von Mikrofon-		„Contingent negative Variation“	233
potenzial, Summationspotenzial und		Einsatzbereiche und Aussagen der	
Summenaktionspotenzial	214	ERA-Methoden	234
Eigenschaften der sehr frühen		Literatur	235
auditorisch evozierten Potenziale	214		

18 Audiometrie und Cochlear Implant

239

J. Müller-Deile, R. Laszig

Komponenten und Funktion des Cochlear Implants	239	Intra- und postoperative objektive audiometrische Verfahren	247
Audiometrische Indikationen bei Erwachsenen und Kindern	240	Stapediusreflex	247
Abklärungen vor Cochlear-Implant-Versorgung .	243	Elektrisch evozierte Reizantwortpotenziale ..	248
Elektrokochleografie und		Telemetrisch gemessene elektrisch evozierte	
Hirnstammaudiometrie	243	Summenaktionspotenziale	248
Subjektiver Promontoriumstest	243	Postoperative Basis- und Folgetherapie	250
Objektiver Promontoriumstest	244	Anpassen des Sprachprozessors	250
Operation	245	Qualitätssicherung	252
Intra- und postoperative Überprüfung der Implantate	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
		Bilaterale Cochlear-Implant-Versorgung	258
		Literatur	258

Sachverzeichnis

261

Praxis der Audiometrie interaktiv

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

Akustische und audiometrische Grundbegriffe

E. Lehnhardt

Dokumentation der audiometrischen Daten

Zur Dokumentation der audiometrischen Daten sollten einheitliche Formulare, Symbole und Farben verwendet werden (siehe Einbandinnenseite). Nur so ist es möglich, die Vielfalt audiometrischer Daten leicht verständlich und eindeutig auch für andere Untersucher festzuhalten. Die zaghaften Ansätze einer internationalen Standardisierung haben leider bislang nur begrenzten Erfolg gehabt.

Da der Ohrenarzt gewöhnt ist, die Befunde des rechten Ohres auf die linke Bildseite und die des linken auf die rechte zu projizieren, bietet es sich an, diese Gepflogenheit auf das Audiogramm zu übertragen, d. h. für jedes Ohr ein getrenntes Ton- und Sprachaudiogramm zu verwenden. Geräushton- oder Mithörschwelle und Schwellenschwund gehören in das Tonaudiogramm, zumal sie sich unmittelbar darauf beziehen. In das Sprachaudiogramm sind ggf. die Ergebnisse der Hörgeräteanpassung einzufügen.

Für zusätzliche Testbefunde wie die der Impedanzmessung oder zentrale Sprachtests empfiehlt sich eine Darstellungsform, die eine *synoptische* Wertung ermöglicht. Darin sind die tonalen Hörfunktionen oben, das monaurale Sprachverstehen darunter und der dichotische Test ganz unten angeordnet (siehe Kap. 15). Je mehr Befunde „mit einem Blick“ miteinander zu vergleichen und gegeneinander abzuwägen sind, umso eher fallen Unstimmigkeiten ins Auge. Umso eher werden sich auch Erfahrungswerte einprägen und aus der Wiederholung scheinbar nicht zueinander passender Befunde neue Erkenntnisse herleiten. Diese Aufzeichnungsform hat überdies den Vorteil, dass in der Fotokopie die Lesbarkeit und Eindeutigkeit der Ergebnisse kaum geschmälert wird.

Stimmgabel- und Hörweitenprüfung

■ Die Stimmgabelprobe gilt der raschen Differenzierung zwischen Mittelohr- und Innenohrschwerhörigkeit. Beim Rinne-Versuch prüft man das Knochenleitungshören gegenüber dem Luftleitungshören des gleichen Ohres, beim Weber-Versuch werden beide Ohren in Knochenleitung (KL) miteinander verglichen.

■ Die Schwingungszahl der verwendeten Stimmgabel pro Sekunde sollte unter der Eigenfrequenz des Mittelohrs liegen, also unter 800 oder 1000 Hz. Da die Testergebnisse knapp darunter noch weniger eindeutig ausfallen, stellt die 440-Hz-Stimmgabel einen vernünftigen Kompromiss dar.

Zum *Rinne-Versuch* fragt man den Patienten nach der größeren Lautheit in Luftleitung (LL) „vor dem Ohr“ oder der in Knochenleitung auf dem Warzenfortsatz „hinter dem Ohr“. Dieser Versuch hat heute nur noch einen orientierenden Wert.

Unentbehrlich ist weiterhin der *Weber-Versuch*, insbesondere für die Frage, ob eine Vertäubung (siehe Kap. 3) notwendig ist, und auch in der Erstuntersuchung zur Unterscheidung von Mittelohr- oder Innenohrschwerhörigkeit. Die auf den Scheitel aufgesetzte Stimmgabel wird bei annähernd normalem Gehör und bei seitengleicher Schwerhörigkeit diffus im Kopf wahrgenommen oder bei einseitiger Schwerhörigkeit in ein Ohr „*lateralisiert*“.

- Bei einseitiger Mittelohrschwerhörigkeit hört der Patient den Ton im *kranken* Ohr.
- Bei einseitiger Innenohrschwerhörigkeit oder Taubheit wird der Ton im *gesunden* Ohr wahrgenommen.
- Bei kombinierter Mittelohr-Innenohr-Schwerhörigkeit kann die Lateralisation *unsicher* sein, je nachdem, welcher Schwerhörigkeitsanteil überwiegt.

→	W	←
+	R	+
6	Flüster- sprache Zahlen (m)	6
>6	Umgangs- sprache Zahlen (m)	>6
normal		

	W	→
+	R	-
6	Flüster- sprache Zahlen (m)	3
>6	Umgangs- sprache Zahlen (m)	5
Mittelohr- schwerhörigkeit links		

	W	→
+	R	+
1	Flüster- sprache Zahlen (m)	6
6	Umgangs- sprache Zahlen (m)	>6
Innenohr- schwerhörigkeit rechts		

Abb. 1.1 **Aufzeichnungsform** typischer Stimmgabel- und Hörweitenbefunde (W: Weber-Test, R: Rinne-Test).

- Gelegentlich erscheint das Ergebnis des Weber-Versuchs *widersprüchlich*, wie die Deutung des Phänomens selbst noch Schwierigkeiten bereitet (siehe Kap. 4).

■ Die Sprachabstandsprüfung dient dem quantitativen Erfassen des Sprachverstehens.

Zusätzlich kann ein *großer Unterschied* zwischen der Hörweite für Flüstersprache und derjenigen für Umgangssprache charakteristisch sein für die Innenohrschwerhörigkeit, während eine annähernd *gleiche* Einschränkung des Flüster- und Umgangsspracheverstehens für eine Lokalisation der Schwerhörigkeit im Mittelohr spricht.

■ Schwächen der Sprachabstandsprüfung sind unterschiedliche Sprechweise und Sprachlautstärke verschiedener Untersucher und auch des gleichen Sprechers in Abhängigkeit von seiner Stimmungslage. Andererseits schafft die Sprachabstandsprüfung einen lebendigen Kontakt zwischen Arzt und Patient und damit zugleich einen gewissen Spielraum für die Beurteilung der Ergebnisse.

Bei der *Flüsterspracheprüfung* genügt es, das nicht geprüfte Gegenohr durch Einpressen des Tragus oder der Fingerbeere in den Gehörgangseingang auszuschalten. Für die *Umgangsspracheprüfung* schüttelt man zusätzlich den Finger und erreicht so eine zumeist ausreichende Vertäubung des abgewandten Ohres.

Die Sprachabstandsprüfung sollte sich ausschließlich auf das Vorsprechen 2-stelliger, d.h. zumeist 4-silbiger Zahlen beschränken. Zu bewerten ist diejenige Meterzahl, aus der *mindestens 3 Zahlen nacheinander* richtig nachgesprochen wurden. Der Prüfer sollte sich zunächst Schritt für

Schritt vom Patienten fortbewegen, um dann – sobald einzelne Zahlen nicht verstanden werden – den Abstand wieder zu verringern. Das geprüfte Ohr muss dem Untersucher zugewandt sein, um ein Ablesen von den Lippen zu verhindern. Gegebenenfalls verdeckt die Hilfsperson – vor dem Patienten stehend – mit der flachen Hand den Blick hin zum Prüfer. Notiert werden die Werte zusammen mit denen der Stimmgabelprüfung – jedes Ohr getrennt für Flüstersprache und Umgangssprache – im linken Feld für das rechte, im rechten für das linke Ohr (Abb. 1.1). Nur wenn man dieses Aufzeichnungsschema strikt einhält, lässt sich das Ergebnis mit einem Blick erfassen.

Akustische Grundbegriffe

Schall kann in Luft, Gasen und in flüssigen oder festen Körpern entstehen. Für die Audiometrie interessieren der Luftschall und die Schallausbreitung im Knochen. Die durch den Schallgeber angeregten Teilchen bewegen sich abwechselnd voneinander weg und wieder aufeinander zu. Für die Beschreibung des Schalls sind folgende Daten von Bedeutung:

- Weg, um den die Teilchen ausgelenkt werden = *Amplitude* (A)
- Druck, mit dem sich Teilchen hin und her bewegen = *Schalldruck* (p in Pascal, $1 \text{ Pa} = 10 \mu\text{bar}$); in der Audiometrie liegen die Schalldrücke in der Größenordnung von kleinsten μbar -Werten
- Abstand zwischen 2 Maxima oder Minima = *Wellenlänge* λ (Lambda); er ist abhängig von der Anzahl der Auslenkungen pro Sekunde = *Frequenz* (f in Hertz)