Martin Kompis

Audiologie

4. , vollständig überarbeitete Neuauflage

hogrefe

Audiologie

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

Audiologie

Martin Kompis

Programmbereich Gesundheitsberufe

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

Martin Kompis

Audiologie

4., vollständig überarbeitete Neuauflage

unter Mitarbeit von
Hans Holzherr
Gianni Pauciello

hogrefe

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

Prof. Dr. Dr. Martin Kompis
Leitender Arzt, Stationsleiter Audiologie
Universitätsklinik für HNO, Kopf- und Halschirurgie
Inselspital, Universität Bern
CH-3010 Bern
Martin.Kompis@insel.ch

Wichtiger Hinweis: Der Verlag hat gemeinsam mit den Autoren bzw. den Herausgebern große Mühe darauf verwandt, dass alle in diesem Buch enthaltenen Informationen (Programme, Verfahren, Mengen, Dosierungen, Applikationen etc.) entsprechend dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes abgedruckt oder in digitaler Form wiedergegeben wurden. Trotz sorgfältiger Manuskriptherstellung und Korrektur des Satzes und der digitalen Produkte können Fehler nicht ganz ausgeschlossen werden. Autoren bzw. Herausgeber und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und keine daraus folgende oder sonstige Haftung, die auf irgendeine Art aus der Benutzung der in dem Werk enthaltenen Informationen oder Teilen davon entsteht. 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.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://www.dnb.de abrufbar.

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

Anregungen und Zuschriften bitte an:
Hogrefe AG
Lektorat Gesundheitsberufe
z. Hd.: Barbara Müller
Länggass-Strasse 76
CH-3000 Bern 9
Tel: +41 31 300 45 00
Fax: +41 31 300 45 93
E-Mail: verlag@hogrefe.ch
E-Mail: barbara.mueller@hogrefe.ch
Internet: http://www.hogrefe.ch

Lektorat: Barbara Müller
Herstellung: Daniel Berger
Illustrationen: Hans Holzherr
Umschlagabbildung: Gianni Pauciello
Umschlaggestaltung: Claude Borer, Basel
Satz: Claudia Wild, Konstanz
Druck und buchbinderische Verarbeitung: AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten
Printed in Germany

1.–3. Auflage 2004, 2009, 2013. Verlag Hans Huber/Hogrefe AG, Bern
4. Auflage 2016
© 2016 Hogrefe Verlag, Bern
(E-Book-ISBN_PDF 978-3-456-95553-7)
ISBN 978-3-456-85553-0

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

Nutzungsbedingungen

Der Erwerber erhält ein einfaches und nicht übertragbares Nutzungsrecht, das ihn zum privaten Gebrauch des E-Books und all der dazugehörigen Dateien berechtigt.

Der Inhalt dieses E-Books darf von dem Kunden vorbehaltlich abweichender zwingender gesetzlicher Regeln weder inhaltlich noch redaktionell verändert werden. Insbesondere darf er Urheberrechtsvermerke, Markenzeichen, digitale Wasserzeichen und andere Rechtsvorbehalte im abgerufenen Inhalt nicht entfernen.

Der Nutzer ist nicht berechtigt, das E-Book – auch nicht auszugsweise – anderen Personen zugänglich zu machen, insbesondere es weiterzuleiten, zu verleihen oder zu vermieten.

Das entgeltliche oder unentgeltliche Einstellen des E-Books ins Internet oder in andere Netzwerke, der Weiterverkauf und/oder jede Art der Nutzung zu kommerziellen Zwecken sind nicht zulässig.

Das Anfertigen von Vervielfältigungen, das Ausdrucken oder Speichern auf anderen Wiedergabegeräten ist nur für den persönlichen Gebrauch gestattet. Dritten darf dadurch kein Zugang ermöglicht werden.

Die Übernahme des gesamten E-Books in eine eigene Print- und/oder Online-Publikation ist nicht gestattet. Die Inhalte des E-Books dürfen nur zu privaten Zwecken und nur auszugsweise kopiert werden.

Diese Bestimmungen gelten gegebenenfalls auch für zum E-Book gehörende Audiodateien.

Anmerkung

Sofern der Printausgabe eine CD-ROM beigefügt ist, sind die Materialien/Arbeitsblätter, die sich darauf befinden, bereits Bestandteil dieses E-Books.

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

Inhalt

Zu diesem Buch 9
Vorwort zur vierten Auflage 11

1. Grundlagen der Akustik und der auditiven Wahrnehmung 13
   1.1 Akustik und Wellenausbreitung 13
   1.2 Allgemeine Sinnesphysiologie 15
   1.3 Auditive Wahrnehmung und logarithmische Maße 16

2. Anatomie und Physiologie des Ohrs 25
   2.1 Äußeres Ohr 26
   2.2 Mittelohr 27
   2.3 Innenohr 29
   2.4 Hörnerv, Hörbahn, primäre Hörrinde 34

3. Reinaudiometrie 37
   3.1 Technische Voraussetzungen 37
   3.2 Messung der Hörschwelle 48
   3.3 Freifeldaudiometrie 60
   3.4 Messung der Unbehaglichkeitsschwelle 63
   3.5 Schwellenschwund 65
   3.6 Békésy-Audiometrie 67

4. Hörstörungen 71
   4.1 Schallleitungsschwerhörigkeit 71
   4.2 Schallempfindungsschwerhörigkeit 77
      4.2.1 Innenohrschwerhörigkeit 79
      4.2.2 Retrokochleäre Hörstörungen 84
      4.2.3 Auditorische Synaptopathie / Neuropathie 85

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

4.3 Vergleich Schallleitungsschwerhörigkeit – Schallempfindungsschwerhörigkeit, gemischte Schwerhörigkeit 87
4.4 Zentrale Hörstörungen 88

5. Stimmgabeltests 91
5.1 Rinne-Test 91
5.2 Weber-Test 94
5.3 Übersicht über den Rinne- und den Weber-Test 95
5.4 Weitere Stimmgabeltests 96

6. Sprachaudiometrie 97
6.1 Audiologische Aspekte der Sprache 97
6.2 Die Hörweitenprüfung 102
6.3 Das Sprachaudiogramm 104
6.4 Sprachverstehen im Störlärm 114
6.4.1 Basler Satztest 115
6.4.2 HSM-Satztest 118
6.4.3 Oldenburger Satztest 118
6.4.4 Dreinsilber Test 120
6.5 Weitere Sprachtests 120
6.5.1 Weitere Satztests 121
6.5.2 Logatomtests und Minimal-Pair-Tests . . . 121
6.5.3 Sprachtests in anderen Sprachen 123
6.5.4 Sprachtests für Kinder 125

7. Überhören und Vertäubung 129
7.1 Überhören 129
7.2 Vertäubung in der Reintonaudiometrie 132
7.2.1 Berechnung des Mindest- und des Höchstvertäubungspegels 134
7.2.2 Gleitende Vertäubung 137
7.2.3 Freiburger 70-80-90 dB Regel 139
7.3 Vertäubung in der Sprachaudiometrie 139

8. Recruitment 141
8.1 Messung der Unbehaglichkeitsschwelle 143
8.2 Hörflächenskalierung 144
8.3 Fowler-Test 145

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

8.4 Lüscher-Test und SISI-Test 147

9. Tympanometrie und Stapediusreflexmessung 151
9.1 Tympanometrie 151
9.2 Stapediusreflexmessung 155
9.3 Reflexermüdbarkeit 157

10. Otoakustische Emissionen (OAE) 161
10.1 Spontane otoakustische Emissionen (SOAE) 162
10.2 Transitorisch evozierte otoakustische Emissionen (TEOAE) 163
10.3 Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen (DPOAE) 167
10.4 Wertung und Anwendungsbereiche 171

11. Auditorisch evozierte Potentiale 173
11.1 Frühe auditorisch evozierte Potentiale 175
11.2 Frequenzspezifische ERA 180
11.3 Andere Potentiale und weitere Messverfahren ... 185

12. Kinderaudiologie 189
12.1 Hörstörungen bei Kindern 189
12.2 Anamnese und Beobachtung 191
12.3 Hörprüfungen bei Kindern 192
12.3.1 Subjektive Hörprüfungen bei Kindern ... 193
12.3.2 Objektive Hörprüfungen bei Kindern ... 197
12.4 Neugeborenen-Hörscreening 198
12.5 Therapie der Schwerhörigkeit beim Kind 200

13. Psychogene Hörstörung, Simulation und Aggravation ... 203
13.1 Diagnostik 204
13.1.1 Objektive Untersuchungen 204
13.1.2 Hinweise in der routinemäßigen Hörprüfung 204
13.1.3 Simulationstests bei einseitig normaler Hörschwelle 206
13.1.4 Simulationstests bei beidseitig erhöhter Hörschwelle 206
13.2 Praktische Aspekte und Fallbeispiele 207

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

14. Hörgeräte 213
14.1 Luftleitungshörgeräte 214
14.1.1 Aufbau und Bauformen 214
14.1.2 Eigenschaften und Optionen 217
14.1.3 Hörgerätetechnologie und Anpassung . . . 223
14.2 Knochenleitungshörgeräte, knochenverankerte und implantierbare Hörgeräte 224
14.3 Hörgerätekontrolle und Quantifizierung des Nutzens einer Hörgeräteversorgung 228

15. Cochlea-Implantate 231
15.1 Bau und Funktion 232
15.2 Indikation und Ergebnisse 236
15.3 Abklärungen und CI-Versorgung 238

16. Tinnitus 241
16.1 Ursachen und Einteilung 241
16.2 Diagnostik 243
16.3 Therapie 244

17. Audiometer Simulator Software 247
17.1 Installation 248
17.2 Bedienung 248
17.3 Anpassungen und Support 251

Literatur 253
Sachregister 267
Inhalt der Begleit-CD 275

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

Zu diesem Buch

Das vorliegende Buch «Audiologie» basiert auf dem Inhalt der gleichnamigen Vorlesung und verschiedener Kurse an den Universitäten Bern und Fribourg. Es richtet sich an Leser, die in Gesundheitsberufen tätig sind oder sich auf eine solche Tätigkeit vorbereiten und erst wenig oder noch gar nicht mit der Audiologie in Kontakt gekommen sind. Aufgrund seines Inhalts und seiner kompakten Form ist es für Studierende der Logopädie, der Medizin, aber auch für Ingenieure, Audiometristinnen und Audiometristen oder Hörgeräteakustiker geeignet. Es soll den ersten Kontakt mit dem interessanten Gebiet der Audiologie erleichtern, verständlich, übersichtlich und kurzweilig sein.

Das Hauptgewicht liegt auf den gängigen audiologischen Untersuchungen und deren praktischen Ausführungen. Aufgrund der Kürze des Buches ist es nicht möglich, alle Untersuchungsmethoden, Krankheitsbilder und therapeutischen Möglichkeiten ausführlich darzustellen. Einige Themen, deren Wichtigkeit unbestritten ist, wie beispielsweise die Nachbetreuung nach einer Cochlea-Implantation oder nach einer Hörgeräteversorgung bei Kindern, sind in diesem Buch darum bewusst nicht ausführlich behandelt.

Für den Textteil wurde eine Darstellung gewählt, die das Lesen und Lernen unterstützen soll. Für die ersten Lernphasen ermöglichen die Inhaltsangaben in der linken Spalte eine rasche Übersicht über das Stoffgebiet, in der Vertiefungsphase kann zur Selbstkontrolle der Textteil rechts mit einem Blatt Papier abgedeckt werden.

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

Dieses Buch wäre ohne die Hilfe und Unterstützung vieler Kollegen, Freunde und Mitarbeiter nicht entstanden. Zu besonderem Dank verpflichtet bin ich Dr. O. Bernath, M. Bettler, B. Bormann, R. Hänni, E. Häsler, Prof. Dr. R. Häusler, Dr. M. Irla, M. Krebs, G. Pauciello, Dr. K. Reinhardt, B. Richard, S. Schenk, PD Dr. E. Seifert, Ch. Schmid und Ch. Stieger. Nicht zuletzt für das Auffinden zahlreicher Fehler in früheren Fassungen des Manuskripts bin ich ihnen sehr dankbar. Für die verbleibenden Fehler bin ich alleine verantwortlich. Umso mehr freue ich mich über alle Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge. Meine Adresse lautet:

PD Dr. Dr. Martin Kompis
Klinik für HNO, Hals-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Inselspital
Universität Bern
3010 Bern
Schweiz

Bern, im Frühjahr 2004 M. Kompis

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

Vorwort zur vierten Auflage

Wertvolle Rückmeldungen von Lesern zu den ersten Auflagen haben die Verbesserungen in der vorliegenden, 4. Auflage ermöglicht.

Einige Abbildungen sind erneuert worden, um den aktuellen Stand der Technik, insbesondere im Bereich der Hörgeräte und Cochlea Implantate, gerecht zu werden. Mehrere Zeichnungen wurden neu und professionell von Herrn H. Holzherr gestaltet, andere sind ganz neu hinzugekommen. Mehrere Kapitel wurden aktualisiert und korrigiert. Alte Tippfehler wurden durch neue ersetzt.

Die beigelegte mixed mode CD enthält neu zum ersten Mal in dieser Auflage zu jedem Kapitel eine Powerpoint-Datei mit allen Abbildungen und Tabellen aus dem Buch. Ich hoffe, die Abbildungen so für den Unterricht leichter zugänglich zu machen.

Wie in den früheren Auflagen ist wiederum die Software «Audiometer Simulator», diesmal in der Version 3.1.2, auf dem CD-ROM-Teil der beigelegten mixed-mode CD zu finden. Das Programm kann zum Einüben der Reinton- und der Sprachaudiometrie, sowie von einigen Simulationstests eingesetzt werden. Version 3.1.2 ist gegenüber früheren Versionen leicht erweitert und alle bis anhin bekannten Fehler sind behoben worden.

Ich hoffe, dass das Buch dank dieser Neuerungen noch ein wenig nützlicher geworden ist. Wenn es neben der Fachinformation auch etwas Spass an der spannenden Materie zu vermitteln vermag, ist sein Zweck erfüllt. Weiterhin freue ich mich über alle Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge. Meine Anschrift lautet:

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

Prof. Dr. Dr. Martin Kompis
Klinik für HNO, Hals-, Kiefer-
und Gesichtschirurgie
Inselspital
Universität Bern
3010 Bern
Schweiz

Bern, im Sommer 2015 M. Kompis

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.

1. Grundlagen der Akustik und der auditiven Wahrnehmung

1.1 Akustik und Wellenausbreitung

Akustik beschäftigt sich mit mechanischen Schwingungen in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern, die für Menschen hörbar sind.

Definition

Schallwellen sind mechanische Schwingungen der Teilchen in einem Gas, einer Flüssigkeit oder in einem festen Körper. Im luftleeren Raum können sich keine Schallwellen ausbreiten. Schallwellen (und damit auch die in ihnen enthaltene Information und Energie) breiten sich aus, ohne dass sich das Gas oder der Festkörper, in dem sie sich ausbreiten, im Mittel von der Stelle bewegt. Jedes einzelne Teilchen schwingt lediglich um eine Ruheposition und gibt die Information an benachbarte Teilchen weiter (s. **Abb. 1-1**).

Schallwellen

Die Geschwindigkeit der Schallausbreitung hängt vom Ausbreitungsmedium ab. In der Luft beträgt sie rund 340 m/s, der Schall legt also in 3 Sekunden rund 1 km zurück. Die Schallgeschwindig-

Schallgeschwindigkeit

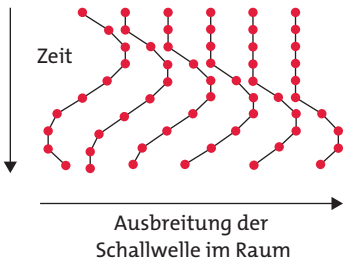

Abbildung 1-1: Ausbreitung einer Schallwelle: Die einzelnen Teilchen (schwarze Punkte) schwingen um eine Ruheposition und bleiben im Mittel am Ort, während sich die Schallwelle ausbreitet.

© 2016 by Hogrefe Verlag, Bern
Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form vervielfältigt und an Dritte weitergegeben werden.
Aus Martin Kompis; Audiologie. 4. Auflage.