

Jens Ulrich • Eckhard Hoffmann

Hörakustik 3.0

Theorie und Praxis

Inhaltsverzeichnis / Gesamtübersicht.

Hörakustik 3.0 – Theorie und Praxis (HTP 3.0)

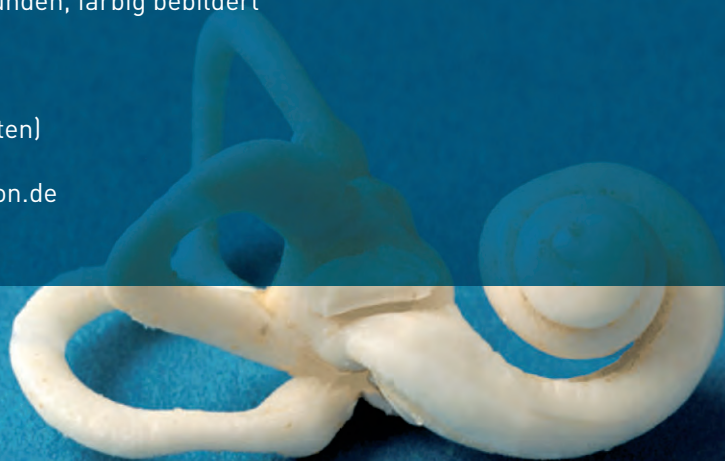
von Jens Ulrich und Eckhard Hoffmann (3. Auflage, Januar 2017)

DIN A4, über 1.400 Seiten, Hardcover, gebunden, farbig bebildert

ISBN 978-3-942873-36-9

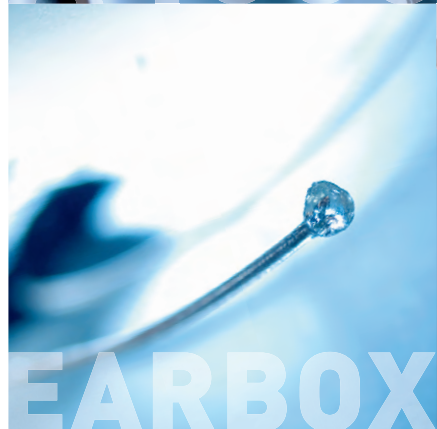
€ 240,-- (inkl. 7% MwSt., zzgl. Versandkosten)

Erhältlich auch direkt über: www.acousticon.de



$$U = R \cdot I$$

www.acousticon.de



» Perzentile » Audiologische Messtechnik » In-Situ-Sonden
» TruTarget » Lautsprechersysteme » AccuFit » Messboxen
» LPFit » Raumklangsysteme » Schulungen » » » » » » » » » »

acousticon



HÖRAKUSTIK 3.0

THEORIE UND PRAXIS

JENS ULRICH

ECKHARD HOFFMANN

MIT BEITRÄGEN VON:

ANNETTE LIMBERGER

GOTTFRIED LUTZ[†]

OLAF TECH

WOLFGANG WIRTH

THOMAS WOLLHERR

Impressum

Autoren: Jens Ulrich und Eckhard Hoffmann

Herausgeber & Vertrieb: DOZ Verlag Heidelberg

Buchlayout: Queens Land Kommunikation, Heinheimerstraße 29-31, 64289 Darmstadt

Satz: Jens Ulrich

Druck: Druckpress GmbH, Leimen

Titelbild: Peter Baumbach

Auflage: 3. Auflage, Januar 2017

ISBN: 978-3-942873-36-9

Copyright: © 2017 by Jens Ulrich & Eckhard Hoffmann
Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigungen des gesamten Werkes, auch in Auszügen, bedürfen der vorherigen Zustimmung der Herausgeber.

Hinweis: Einige Bilder und Grafiken des Buches wurden mit Corel-Draw erstellt.
Geschützte Warennamen und -zeichen wurden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um freie Warennamen bzw. -zeichen handelt.
Alle Angaben, Normen und Erklärungen können sich ohne besondere Vorankündigung infolge des technischen Fortschritts ändern.

Die Fachinhalte dieses Werkes sind unabhängig von den Anzeigen. Die Anzeigen ermöglichten jedoch die Realisierung dieses Fachbuches. Um eine freundliche Beachtung wird daher gebeten.

PROLOG I DER ROTE FADEN - VORWORT ZUR DRITTEN AUFLAGE

P1	Vorwort zur 3. Auflage	P2
P2	Der rote Faden	P3

PROLOG II HISTORISCHE ENTWICKLUNGEN

P3	Historische Entwicklungen	P7
----	---------------------------------	----

A**MEDIZIN****KAPITEL 1 ALLGEMEINE ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE****A – MEDIZIN**

1.	Allgemeine Anatomie und Physiologie	4
1.1	Grundbegriffe	4
1.2	Zelle	4
1.3.	Zellverbände	6
1.3.1	Epithelgewebe	7
1.3.2	Binde- und Stützgewebe	7
1.3.3	Muskelgewebe	9
1.3.4	Nervengewebe	9
1.4.	Organe	10
1.5	Organsysteme	10

KAPITEL 2 ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES OHRES**A – MEDIZIN**

2.	Anatomie und Physiologie des Ohres	12
2.1	Gliederung des Hörorgans	12
2.2	Anatomie und Physiologie des Ohres	13
2.2.1	Lage des Hörorgans im Felsenbein	13
2.2.2	Pränatale Entwicklung	15
2.3	Äußeres Ohr (Auris externa)	15
2.3.1	Ohrmuschel (Auricula)	15
2.3.2	Äußerer Gehörgang (Meatus acusticus externus)	17
2.4	Mittelohr (Auris media)	21
2.4.1	Trommelfell und Paukenraum	22
2.4.2	Gehörknöchelchenkette und Binnenohrmuskeln	26
2.5	Innenohr (Auris interna)	29
2.5.1	Anatomie des Innenohres	30
2.5.2	Labyrinth	30
2.5.3	Der innere Gehörgang (Meatus acusticus internus)	31
2.5.4	Schnecke (Cochlea)	31
2.5.5	Ductus cochlearis (Scala media, Schnecken gang)	31

2.5.6	Corti-Organ	34
2.6	Schallanalyse durch die Schnecke	36
2.6.1	Vom Luftschall zur Wanderwelle	36
2.6.2	Mechanoelektrische Transduktion	40
2.6.3	Erregung der inneren Haarzellen	42
2.6.4	Stereozilien	43
2.7	Codierung des Schallsignals	45
2.7.1	Tuningkurven (Codierung der Schallfrequenz)	45
2.7.2	Codierung des Schalldrucks	46
2.8	Hörbahn	48
2.9	Gleichgewichtsorgan	52
2.9.1	Maculaorgane	53
2.9.2	Bogengangsorgane (Cupulaorgane)	53
2.9.3	Funktion des Gleichgewichtsorgans	54

KAPITEL 3**MEDIZINISCHE TERMINOLOGIE****A – MEDIZIN**

3.	Medizinische Terminologie	56
3.1	Allergien	57
3.1	Allergietypen	58
3.2	Entzündungen	60
3.3	Diabetes mellitus	61

KAPITEL 4**PATHOLOGIE DES HÖRORGANS****A – MEDIZIN**

4.	Pathologie des Hörorgans	63
4.1	Erkrankungen des äußeren Ohres	64
4.1.1	Verletzungen und nicht entzündliche Erkrankungen des äußeren Ohres	64
4.1.2	Erkrankungen des äußeren Gehörgangs	67
4.1.3	Entzündliche Veränderungen der Ohrmuschel und des Gehörgangs	70
4.1.4	Tumoren	75
4.2	Erkrankungen des Mittelohres	75
4.2.1	Tubenfunktionsstörungen	76
4.2.2	Entzündungen	78
4.2.3	Verletzungen	84
4.2.4	Fazialisparesen	86
4.2.5	Otosklerose	87
4.2.6	Tumoren	87
4.3	Erkrankungen des Innenohres	88
4.3.1	Erbte und erworbene Hörstörungen	88
4.3.2	Entzündliche Erkrankungen des Innenohres	89
4.3.3	Schädigung des Innenohres durch Unfälle und Noxen	90
4.3.4	Toxische Innenohrschädigung	90
4.3.5	Schädigung des Innenohres durch Lärm	91
4.3.6	Innenohrschwerhörigkeit unbekannter Genese	94
4.3.7	Retrocochleäre Tumoren	99
4.4	Erkrankungen des Gleichgewichtsorgans	100
4.5	Desinfektion	101
4.5.1	Desinfektion in der Hörakustik	102

KAPITEL 5**OPERATIONEN AM OHR****A - MEDIZIN**

5.	Operationen am Ohr	104
5.1	Operationen am äußeren Ohr	105
5.1.1	Operationen an der Ohrmuschel	105
5.1.1.1	Korrektur der abstehenden Ohrmuschel	105
5.1.1.2	Ohrmuscheltumoren	106
5.1.2	Operationen am Gehörgang	106
5.1.2.1	Exostosen	106
5.1.2.2	Kleine Eingriffe am Trommelfell	107
5.2	Operationen am Mittelohr	108
5.2.1	Rekonstruktion des Trommelfells und Kettenrekonstruktion	109
5.2.3	Sanierende Maßnahmen	111
5.2.4	Mastoidektomie	113
5.2.5	Stapeschirurgie	113
5.3	Eingriffe bei Belüftungsstörungen des Mittelohres	114
5.4	Eingriffe zur Implantation von Hörhilfen	115
5.4.1	Knochenverankerte Hörhilfen (BAHA)	115
5.4.2	Mittelohrprothesen	115
5.4.3	Cochlea-Implantat	116
5.4.4	Hirnstammprothesen	118

KAPITEL 6**HÖRSTÖRUNGEN****A – MEDIZIN**

6.	Hörstörungen	120
6.1	Schallleitungsschwerhörigkeit (SLS)	120
6.1.1	Versteifungstyp	123
6.1.2	Dämpfungstyp	123
6.1.3	Überlagerungstyp	124
6.2	Schallempfindungsschwerhörigkeit (SES)	125
6.2.1	Innenohrschwerhörigkeit (ISS)	126
6.2.1.1	Hochtonverlust	126
6.2.1.2	Mitteltonverlust	127
6.2.1.3	Tieftonverlust	128
6.2.2	Neurale Schwerhörigkeit	129
6.2.3	Einseitige Taubheit bzw. stark unterschiedliche Hörverluste	130
6.2.4	Kombinierte Innenohrschwerhörigkeit	130
6.3	Schallwahrnehmungsschwerhörigkeit	130
6.4	Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen (AVWS)	131
6.5	Psychogene Hörstörungen	133
6.6	Beispiele für häufig vorkommende Hörverluste	133

KAPITEL 7**NEUROPHYSIOLOGIE****A – MEDIZIN**

7.	Neurophysiologie	138
7.1	Einführung	138
7.2	Grundbaustein: Nervenzelle	139
7.3	Gliederung des Nervensystems	142
7.4	Netzwerkstruktur des Gehirns	146
7.4.1	Gehirnregionen	146
7.4.2	Alles-oder-Nichts-Gesetz	147

7.4.3	Zuordnung auf der Netzhaut	147
7.4.4	Parallele Signalverarbeitung im Gehirn	148
7.5	Lernen und Vergessen: Neuroplastizität	149
7.5.1	Akustische Deprivation und Akklimatisierung	149
7.6	Zentral-auditive Verarbeitung	150
7.7	Binaurales und räumliches Hören	151
7.7.1	Hörereignisse und ihre Lage im Raum	152
7.7.2	Räumliches Hören	153
7.7.3	Laufzeitdifferenzen	153
7.7.4	Intensitätsunterschiede	155
7.7.5	Formen des räumlichen Hörens	156
7.7.6	Lokalisation und Lateralisation	156
7.7.7	Entfernungswahrnehmung	157
7.7.8	Echoorientierung	157
7.7.9	Beispiel für eine Hörillusion	158
7.7.10	Signallaufzeiten und Verzögerung	158
7.7.11	Cocktailparty-Effekt	159
7.7.12	Richtungsbestimmende Bänder nach J. Blauert	159

KAPITEL 8**REIZ UND EMPFINDUNG: PSYCHOAKUSTIK****A – MEDIZIN**

8.	Reiz und Empfindung: Psychoakustik	162
8.1	Hörschwelle und Hörfläche	165
8.2	Lautstärkepegel: Das Phon	166
8.3	Lautheit	167
8.4	Verdeckung	168
8.4.1	Verdeckung durch breitbandige Signalquellen	169
8.4.2	Verdeckung durch einzelne Töne	169
8.4.3	Verdeckung durch Bandrauschen	169
8.4.4	Verdeckung durch gleichmäßig verdeckendes Rauschen	170
8.4.5	Simultanverdeckung	170
8.4.6	Anwendungen der Verdeckung	171
8.5	Wahrnehmung der Tonhöhe	172
8.5.1	Wahrnehmung von Frequenzänderungen	172
8.5.2	Verhältnistonhöhe (subjektive Tonhöhe)	174
8.5.3	Einflussfaktoren auf die wahrgenommene Tonhöhe	174
8.5.4	Barkskala	175
8.5.5	Nachton	178
8.6	Synthetische und analytische Wahrnehmung	178
8.6.1	Virtuelle Tonhöhe	179
8.7	Wichtige Größen der Hörempfindung	180
8.8	Sprachverstehen in Räumen (von Olaf Tech)	182
8.8.1	Hören und Verstehen	182
8.8.2	Definition der Sprachverständlichkeit	183
8.8.3	Wovon hängt die Sprachverständlichkeit ab?	183
8.8.4	Ermittlung der Sprachverständlichkeit	186
8.8.5	Anforderungen an Räume für Menschen mit Hörminderung	187
8.8.6	Schwerhörigenanlagen	188
8.8.7	Begriffe	188
8.9	Die Wahrnehmungsorganisation	190
8.10	Einige psychoakustische Phänomene des pathologischen Gehörs	191

KAPITEL 9 GRUNDLAGEN DER AUDIOMETRIE A – MEDIZIN

9.	Grundlagen der Audiometrie	194
9.1	Allgemeine Anforderungen an einen Untersuchungsraum für Audiometrie	194
9.1.1	Anforderungen an Prüfräume für Freifeldmessungen	194
9.1.2	Raummaße und physikalische Kenngrößen	195
9.1.3	Schalldämmung und Schalldämpfung	196
9.1.4	Schalleintrag (Störlärm) von außen	197
9.1.5	Lautsprecherboxen, Eigenschaften und Anordnung	198
9.1.6	Die wichtigsten Fehler beim Aufstellen der Boxen	200
9.1.7	Der Einfluss der Raumfarbe und Farbgestaltung	202
9.2	Einteilung der Messverfahren	202
9.3	Stimmgabelversuche	204
9.3.1	Der Weber-Versuch	204
9.3.2	Der Rinne-Versuch	205
9.4	Hörweitenprüfung (Sprachabstandsprüfung)	207
9.5	Otoskopie	208

KAPITEL 10 TONAUDIOMETRIE A – MEDIZIN

10.	Tonaudiometrie	210
10.1	Audiometer	210
10.1.1	Signalarten der Audiometrie	212
10.2	Messverfahren der Tonaudiometrie	212
10.2.1	Hörschwelle (HS)	212
10.2.2	Unbehaglichkeitsschwelle (US/UCL)	214
10.2.3	Pegel angenehmer Lautheit (MCL)	214
10.2.4	Messformular	214
10.3	Praktische Durchführung der Tonaudiometrie	216
10.3.1	Durchführung der Hörschwellenmessung	217
10.3.2	Übergangsdämpfung (Überhören)	219
10.3.3	Vertäuben in der Tonaudiometrie	220
10.3.4	Fehler bei der Tonaudiometrie	224
10.4	Auswertung der Messergebnisse	225
10.4.1	Schallleitungsschwerhörigkeit (SLS, SL-SH)	225
10.4.2	Schallempfindungsschwerhörigkeit (SES, SE-SH)	227
10.4.3	Kombinierte Schwerhörigkeit	229
10.4.4	Systematische Auswertung von Audiogrammen	229
10.5	Automatische Audiometrie nach von Békésy	230
10.6	Geräuschaudiometrie nach Langenbeck	230
10.7	Der TEN-Test	231

KAPITEL 11 SPRACHAUDIOMETRIE A – MEDIZIN

11.	Sprachaudiometrie	234
11.1	Sprachtests im deutschen Sprachraum	234
11.1.1	Freiburger Sprachverständlichkeitstest	235
11.1.1.1	Zahlenverstehen (Mehrsilber)	235
11.1.1.2	Einsilbervverstehen (Wörter)	235
11.1.2	Satztests	237
11.2	Durchführung des Freiburger Sprachverständlichkeitstests	240
11.2.1	Hörverlustmessung	242
11.2.2	Messung der Unbehaglichkeitsschwelle	243

11.2.3	Messung der Einsilberverschwindigkeit	244
11.2.4	Vertäufung in der Sprachaudiometrie	245
11.2.5	Kurvenverläufe für Einsilberverschenden	246
11.3	Auswertung der Messergebnisse	248
11.3.1	Schallleitungsschwerhörigkeit	248
11.3.2	Schallempfindungsschwerhörigkeit	248
11.3.3	Einfluss auf das Sprachverstehen bei der Sprachaudiometrie	251

KAPITEL 12**ÜBERSCHWELLIGE MESSVERFAHREN****A – MEDIZIN**

12.	Überschwellige Messverfahren	254
12.1	Hörflächenskalisierung	254
12.1.1	Oldenburger Hörflächenskalisierung	255
12.1.2	Messdiagramm	256
12.2	Recruitmenttests	258
12.2.1	SISI-Test	258
12.2.2	Lüscher-Test	259
12.2.3	Fowler-Test	259
12.3	Weitere überschwellige Testverfahren	261
12.3.1	Carhart-Test	261
12.3.2	Tests zur Aufdeckung nicht organischer Hörstörungen	261
12.3.3	Lombard-Leseversuch	262
12.3.4	Langenbeck-Überhörversuch	262
12.3.5	Lee-Effekt	263
12.3.6	Stenger-Versuch	263
12.3.7	Just-follow-conversation-Test	264
12.3.8	Acceptable-Noise-Level-Test	264

KAPITEL 13**(SEMI-) OBJEKTIVE AUDIOMETRIE****A – MEDIZIN**

13.	(Semi)objektive Audiometrie	266
13.1	Impedanzmessungen	266
13.1.1	Prinzip der Impedanzmessungen	267
13.1.2	Tympanometrie	268
13.1.3	Stapediusreflexmessung	269
13.1.4	Gerätevarianten	272
13.2	Otoakustische Emissionen (OAE)	272
13.2.1	Spontane otoakustische Emissionen (SOAE)	274
13.2.2	Transitorisch evozierte otoakustische Emissionen (TEOAE)	274
13.2.3	Distorsionsprodukte (DPOAE)	275
13.3	Elektrische Reaktionsaudiometrie (ERA)	277
13.3.1	Grundlagen der ERA	277
13.3.2	Elektrocochleografie (ECoChG)	278
13.3.3	BERA	279
13.3.4	Mittlere akustisch evozierte Potenziale (MAEP)	281
13.3.5	Späte akustisch evozierte Potenziale (SAEP): CERA	281
13.3.6	Sehr späte akustisch evozierte Potenziale (SSAEP)	282

KAPITEL 14**KINDERAUDIOMETRIE (PÄDAUDIOMETRIE)****A – MEDIZIN**

14.	Kinderaudiometrie (Pädaudiometrie) und Tests für das zentrale Sprachverstehen	284
14.1	Kinderaudiometrie (Pädaudiometrie) (von Annette Limberger)	284
14.1.1	Neugeborenen-Hörscreening	285
14.1.2	Subjektive Hörprüfung bei Kindern	285
14.1.2.1	Visuell konditionierte Audiometrie	286

14.1.2.2	Spielaudiometrie	287
14.1.2.3	Kindersprachaudiometrie	288
14.1.3	Objektive Hörprüfung bei Kindern	289
14.2	Tests für das zentrale Sprachverstehen	290

B**Naturwissenschaftliche Grundlagen**

KAPITEL 15	PHYSIK	B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN
15.	Physik	296
15.1	Modelle und Größen in der Physik	296
15.1.1	Modellvorstellung in der Physik	296
15.1.2	Die physikalische Größe	297
15.1.3	Das SI-Einheitensystem	298
15.2	Grundgrößen der Mechanik	299
15.2.1	Der Körper	299
15.2.2	Kraft, Masse und Gewicht	299
15.2.3	Arbeit, Energie und Leistung	301
15.2.4	Bewegte Körper	302
KAPITEL 16	MECHANISCHE SCHWINGUNGEN UND WELLEN	B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN
16.	Mechanische Schwingungen und Wellen	304
16.1	Schwingungen	304
16.1.1	Die harmonische Schwingung	305
16.1.2	Gedämpfte Schwingungssysteme	306
16.1.3	Erzwungene Schwingungen	307
16.1.4	Gekoppelte Schwingungssysteme	308
16.2	Wellen	308
16.2.1	Mechanische Wellen	309
16.2.2	Grundlegende Eigenschaften der Wellen	309
KAPITEL 17	AKUSTIK	B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN
17.	Akustik (Grundlagen)	314
17.1	Schall	315
17.1.1	Luftschaall	315
17.1.2	Flüssigkeitsschall	315
17.1.3	Körperschall	316
17.2	Wellenformen und Schallfelder	316
17.3	Schallfeld- und Schallenergiegrößen	318
17.4	Schallquellen	330
17.4.1	Ton, Klang, Geräusch, Knall und Schwebung	332
17.4.2	Mechanische Schallquellen	332
17.4.2.1	Schwingende Saiten	332
17.4.2.2	Schwingende Stäbe	333
17.4.2.3	Schwingende Membranen	333
17.4.2.4	Schwingende Luftsäulen, Pfeifen	334

17.4.3	Elektrische Schallquellen	335
17.4.4	Thermische Schallquellen	336
17.4.5	Biologische Schallquellen	337
17.4.6	Phantomschallquellen (virtuelle Schallquellen)	337
17.5	Bewegte Schallquellen	339
17.5.1	Doppler-Effekt	339
17.5.2	Machsche Zahl	340
17.6	Schallausbreitung	341
17.6.1	Der Kugelstrahler (Isotropstrahler)	341
17.6.2	Kolbenstrahler	341
17.6.3	Richtwirkung	341
17.7	Schallsignale und deren Darstellung	342
17.7.1	Darstellungsarten von Schall	342
17.7.2	Akustische Signale	342
17.2.2.1	Sinuston (Reinton)	342
17.2.2.2	Weitere periodische Signale und ihre Spektren	343
17.7.2.3	Der Dirac-Impuls, Stoßfunktion, Impulsfunktion	344
17.7.2.4	Akustische Rauschsignale	344
17.7.2.5	Modulierte Signale	346
17.8	Musik	347
17.8.1	Töne und Tonarten	348
17.8.2	Dynamik	349
17.8.3	Musikprogramme	349

KAPITEL 18**RAUMAKUSTIK****B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN**

18	Raumakustik	352
18.1	Freifeld und diffuses Schallfeld	352
18.2	Schallausbreitung in einem Raum	353
18.2.1	Schallreflexion	353
18.2.2	Schallbrechung	353
18.2.3	Schallabsorption (Schalldämpfung)	354
18.2.4	Schalldämmung	355
18.2.4.1	Frequenzabhängigkeit von Reflexion und Absorption	355
18.2.5	Schallbeugung	356
18.2.6	Hall und Nachhall	356
18.2.6.1	Hallradius, Hallabstand und Nachhallzeit	357
18.2.7	Schallfelder in Räumen	358
18.3	Schall in akustischen Leitungen	360
18.3.1	Schallleitung in Rohren	360
18.3.2	Orgelpfeifen und der Exponentialtrichter	365
18.3.3	Kundtsches Rohr	366
18.3.4	Der Helmholtz-Resonator	367
18.4	Akustik in Räumen - Raumakustik	368

KAPITEL 19**SPRACHE****B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN**

19	Sprache	372
19.1	Phonetik	373
19.1.1	Spracherzeugung (artikulatorische Phonetik)	373
19.1.1.1	Die schematische Darstellung des Artikulationstrakts	375
19.1.1.2	Akustisches Modell des Vokaltrakts (Filter)	375
19.1.1.3	Die linguistische Analyse der Sprache: Der Laut	380
19.1.2	Die messtechnische Analyse der Sprache: Akustische Phonetik	384
19.1.2.1	Untersuchungen im Zeitbereich	385
19.1.2.2	Untersuchungen im Frequenzbereich	387

19.1.3	Auditive Phonetik	391
19.2	Die Funktion der einzelnen Sprachlaute: Phonologie	392
19.2.1	Minimalpaare	392
19.2.2	Allophone	394
19.2.3	Phonotaktik	394
19.3	Bedeutung der Sprache für die Hörakustik	394
19.3.1	Das Hörfeld der Sprache im Tonaudiogramm	394
19.3.2	Informationsgehalt der Sprache	394
19.3.3	Sprache in drei wichtigen Hörsituationen	396
19.3.4	Kenngrößen und Eigenschaften	396
19.4	Hochtonversorgung - Notwendigkeit und Überblick	396
19.5	Auditives Feedback - Der Hör-Sprach-Kreis	397

KAPITEL 20**AUFBAU DER MATERIE, GRUNDLAGEN DER E-TECHNIK****B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN**

20.	Aufbau der Materie und Grundlagen der Elektrotechnik	400
20.1	Ein einfaches Atommodell	400
20.1.1	Periodensystem der chemischen Elemente (PSE)	401
20.2	Grundlagen der Elektrotechnik	402
20.2.1	Statische Elektrizität	402
20.2.1.1	Kräfte zwischen den Ladungen: Elektrische Feldstärke	402
20.2.1.2	Der Faraday-Käfig	403
20.2.1.3	Empfindlichkeit elektronischer Bauteile gegen Elektrostatische Felder	403
20.2.2	Ladungstrennung: Elektrische Spannung	403
20.2.3	Das elektrische Potenzial	404
20.2.4	Bewegte elektrische Ladungen: Elektrischer Strom	404
20.3	Redoxreaktionen	406
20.3.1	Oxidation und Reduktion	406
20.3.2	Die Spannungsreihe der Elemente	407
20.4	Die Batterie: Gleichspannung	408
20.4.1	Batterien und Akkus	408
20.4.2	Selbstentladung	412
20.4.3	Umgang mit Batterien und Akkus	412
20.4.4	Begriffe und Normen	413
20.5	Stoffzerlegung durch den Elektrischen Strom: Galvanisation	413
20.5.1	Allgemeine Anwendungen	414
20.5.2	Galvanische Verfahren in der Hörakustik	414
20.6	Der Elektrische Stromkreis	415
20.6.1	Leiter, Halbleiter, Nichtleiter	415
20.6.2	Widerstand, Leitwert und spezifischer Widerstand	415
20.6.3	Der Ohmsche Widerstand	417
20.7	Das Ohmsche Gesetz	420
20.7.1	Bestandteile eines Stromkreises	420
20.7.2	Zählpeilsysteme eines Stromkreises	421
20.8	Kirchhoffsche Regeln	422
20.8.1	Die erste Kirchhoffsche Regel: Knotenpunktregel	422
20.8.2	Die zweite Kirchhoffsche Regel: Maschenregel	422
20.9	Die elektrische Leistung	424

KAPITEL 21**GRUNDSCHALTUNGEN UND ENERGIEQUELLEN****B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN**

21.	Grundsaltungen und Energiequellen der Elektronik	426
21.1	Grundsaltungen	426
21.1.1	Reihenschaltung	426
21.1.2	Parallelschaltung	427
21.1.3	Gemischte Schaltungen	429
21.1.4	Schaltzeichen und Schaltungsunterlagen	430
21.2	Spannungsteiler	431
21.2.1	Unbelasteter Spannungsteiler	431
21.2.2	Belasteter Spannungsteiler	432
21.2.3	Potentiometer	432
21.2.4	Anwendungen in der Hörakustik	433
21.3	Wechselspannung	434
21.3.1	Kenngößen einer Wechselspannung	434
21.3.2	Sinusförmige Wechselspannung	436
21.3.3	Nicht sinusförmige Wechselspannung	436
21.3.4	Zeigerdiagramme	437
21.4	Gleichspannung	438
21.4.1	Lineare Netzteile	438
21.4.2	Schaltnetzteile	438
21.5	Spannungsquellen	438
21.5.1	Reale Spannungsquellen	439
21.5.2	Reale Stromquellen	439
21.6	Signal- und Spannungsquellen	440

KAPITEL 22**PASSIVE BAUTEILE: KONDENSATOR UND SPULE****B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN**

22.	Passive Bauteile: Kondensator und Spule	442
22.1	Elektrische Bauelemente	442
22.2	Der Kondensator	442
22.2.1	Elektrische Influenz und dielektrische Polarisierung	443
22.2.2	Das Gleichspannungsverhalten des Kondensators	444
22.2.3	Parallelschaltung von Kondensatoren	444
22.2.4	Reihenschaltung von Kondensatoren	444
22.2.5	Wechselspannungsverhalten eines Kondensators	445
22.2.6	Bauformen von Kondensatoren	446
22.2.7	Messen von Kapazitäten	447
22.3	Anwendungen des Kondensators	448
22.3.1	Spannungsglättung	448
22.3.2	RC-Filterschaltungen	448
22.3.3	Koppelkondensatoren	448
22.3.4	Braunsche Röhre	449
22.3.5	Elektrostatisches Mikrofon	449
22.4	Magnetismus	450
22.4.1	Elektromagnetismus	450
22.4.2	Wichtige magnetische Größen	451
22.4.3	Ohmsches Gesetz des magnetischen Kreises	452
22.4.4	Magnetische Eigenschaften von Stoffen	453
22.4.5	Induktion, Selbstinduktion, Lenzsche Regel	455
22.5	Spule (Induktivität)	456
22.5.1	Spule im Gleichstromkreis	456
22.5.2	Reihen- und Parallelschaltung von Spulen	457
22.5.3	Spule im Wechselstromkreis	457
22.5.4	Messung von Induktivitäten	458

22.6	Einige Anwendungen von Spulen	458
22.6.1	Elektromagnet	458
22.6.2	Drehpulmesswerk	458
22.6.3	Elektrodynamisches Mikrofon	458
22.6.4	Telefonspule	459
22.6.5	Transformator	459
22.7	Elektrische Schwingkreise	459
22.8	Gegenüberstellung passiver Bauteile	461

KAPITEL 23**MESS- UND PRÜFGERÄTE DER ELEKTRONIK****B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN**

23.	Mess- und Prüfgeräte der Elektrotechnik	464
23.1	Messvorgang	464
23.2	Multimeter	467
23.3	Oszilloskop	470
23.4	Weitere elektrische Messgeräte	474

KAPITEL 24**CHEMIE****B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN**

24.	Chemie	476
24.1	Aufbau der Stoffe	477
24.1.1	Aufbau der Materie	477
24.2	Chemische Bindungen	478
24.2.1	Primärbindungen, Hauptvalenzbindungen	479
24.2.2	Sekundärbindungen, Nebenvalenzbindungen	481
24.2.3	Chemische Reaktionen, Energie und Massenverhältnisse	483
24.3	Organische Chemie	486
24.3.1	Eigenschaften des Kohlenstoffs	486
24.3.2	Einige Kohlenwasserstoffe und deren Derivate	487
24.4	Kunststoffe	490
24.4.1	Allgemeine Eigenschaften der Kunststoffe	491
24.4.2	Einteilung der Kunststoffe	492
24.5	Polymerchemie	497
24.5.1	Polykondensation	498
24.5.2	Polyaddition	498

KAPITEL 25**WERKSTOFFKUNDE****B – NATURWISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGEN**

25.	Werkstoffkunde	502
25.1	Werkstoffe	502
25.1.1	Metalle	502
25.1.2	Kunststoffe	503
25.2	Werkstoffe der Hörakustik	504
25.2.1	Werkstoffe für die Ohrabformung	504
25.2.2	Werkstoffe für die Negativ-Form	509
25.2.3	Werkstoffe den Otoplastikrohling	510
25.3	Hilfsstoffe der Hörakustik	516
25.3.1	Klebstoffe	516
25.3.2	Schleif- und Poliermittel	518

25.3.3	Lösungsmittel	518
25.4	Bearbeitung von Werkstoffen	518
25.4.1	Urformen	519
25.4.2	Umformen	519
25.4.3	Trennen	519
25.4.4	Fügen	520
25.4.5	Beschichten	524
25.4.6	Stoffeigenschaften ändern	526

C

Technische Grundlagen



KAPITEL 26

ELEKTRONISCHE HALBLEITERBAUTEILE

C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN

26.	Elektronische Halbleiterbauteile	530
26.1	Halbleiterwerkstoffe	531
26.1.1	Eigenleitfähigkeit der Halbleiterwerkstoffe	532
26.1.2	Dotieren von Halbleitern	533
26.2	Kombinationen von P- und N-Leitern	534
26.2.1	Der PN-Übergang - die Halbleiterdiode	534
26.3	Halbleiterdiode	535
26.3.1	Ausführungen von Dioden	535
26.3.2	Einige Anwendungen der Halbleiterdiode	536
26.4	Transistoren	543
26.4.1	Bipolare Transistoren	543
26.4.2	Kennlinienfelder des bipolaren Transistors	545
26.4.3	Einstellung des Arbeitspunktes	546
26.4.4	Erzeugung der Basisvorspannung	548
26.5	Transistorgrundsaltungen	550
26.6	Unipolare Transistoren (Feldeffekttransistoren)	552
26.7	Integrierte Schaltkreise	554
26.7.1	Integrationsgrade bei ICs	555
26.7.2	Bauformen von ICs	556
26.7.3	Anwendungsgebiete integrierter Schaltungen	556
26.7.4	Bauteilträger und Kühlung von Halbleiterbauteilen	557

KAPITEL 27

VERSTÄRKERSCHALTUNGEN

C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN

27.	Verstärkerschaltungen	560
27.1	Gleichspannungsverstärker und Darlingtonschaltung	560
27.2	Wechselspannungsverstärker	561
27.2.1	NF-Verstärker mit Gleichstromkopplung	564
27.3	Leistungsverstärker (Endstufen)	564
27.3.1	A-Betrieb	565
27.3.2	B-Betrieb	565
27.3.3	AB-Betrieb	566
27.3.4	Class-H-Verstärker	567
27.3.5	Class-D-Verstärker	567
27.4	Schaltverstärker	568

27.5	Differenzverstärker	569
27.5.1	Differenzverstärker im Differenzbetrieb	569
27.5.2	Differenzverstärker im Gleichtaktbetrieb	569
27.6	Operationsverstärker (Rechenverstärker)	569
27.6.1	Schaltungen des Operationsverstärkers mit Ohmschen Widerständen	570
27.6.2	Schaltungen des Operationsverstärkers mit frequenzabhängigen Widerständen	572

KAPITEL 28**SYSTEMTHEORIE****C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN**

28	Systemtheorie	576
28.1	Begriffe	576
28.1.1	Signal	576
28.1.2	System	576
28.1.3	Linearität	577
28.2	Mathematische Methoden der Systemtheorie	582
28.2.1	Fourier-Transformation	582
28.2.2	Faltung (Convolution)	589
28.2.3	Korrelation	592

KAPITEL 29**ANALOGUE UND DIGITALE SIGNALVERARBEITUNG****C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN**

29.	Analoge und digitale Signalverarbeitung	596
29.1	Grundlagen der analogen und digitalen Signalverarbeitung	596
29.1.1	Informationen und Mustererkennung	596
29.2	Analoge Signalverarbeitung	597
29.2.1	Baugruppen der analogen Signalverarbeitung	597
29.3	Digitale Signalverarbeitung	598
29.4	Blockschaltbilder der analogen und digitalen SV im Vergleich	600

KAPITEL 30**SCHALLWANDLER****C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN**

30.	Schallwandler	602
30.1	Mikrofone	605
30.1.1	Wichtige Begriffe zum Kennzeichnen von Mikrofoneigenschaften	605
30.1.2	Membran und ihre Schwingverhalten	607
30.1.3	Druckkapsel (Schalldruckempfänger)	607
30.1.4	Druckgradientenempfänger	609
30.1.5	Direktionalität und Polardiagramm	611
30.1.6	Sonderformen von Mikrofonen	614
30.1.7	Nahbesprechung	614
30.1.8	Kammfiltereffekt	615
30.1.9	Wandlerprinzipien	615
30.1.9.1	Elektromagnetische Schallempfänger	615
30.1.9.2	Elektrodynamische Schallempfänger	616
30.1.9.3	Elektrostatische Schallempfänger	616
30.1.9.4	Kohlemikrofon	616
30.1.9.5	Piezoelektrisches Mikrofon	616
30.1.10	Kondensatormikrofone in Mikrosystemtechnik	619
30.1.11	Virtuelle Mikrofone	620
30.1.12	Überblick über die Mikrofonarten	620
30.2	Anwendungen der Mikrofone	621
30.2.1	Mikrofone in der Hörakustik	623
30.3	Mikrofonsysteme	625

30.3.1	Beamforming	626
30.3.2	Delay-and-Sum-Beamformer	626
30.3.3	Frost-Beamformer	627
30.3.4	Adaptive Beamformer	629
30.3.5	Binaurale Aspekte bei Mikrofonsystemen	630
30.4	Lautsprecher und Hörer	633
30.4.1	Lautsprecher	633
30.4.2	Akustischer Kurzschluss, Lautsprecherboxen	635
30.3.3	Hörgerätehörer	636

KAPITEL 31**FILTER****C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN**

31.	Filter	640
31.1	Wichtigste Unterscheidungsmerkmale der Filter	641
31.1.1	Gliederung der Filter in analoge und digitale Filter	641
31.1.2	Amplitudenfrequenzgang	643
31.1.3	Phasenfrequenzgang	644
31.1.4	Weitere grundlegende Filtereigenschaften	644
31.1.5	Tiefpassfilter	645
31.1.6	Hochpassfilter	645
31.1.7	Bandpassfilter	645
31.1.8	Weitere frequenzselektive Filter	646
31.1.9	Lineare und nichtlineare Filter	646
31.2	Entwicklung von Filtern	647

KAPITEL 32**ANALOGUE UND DIGITALE FILTER****C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN**

32.	Analoge und digitale Filter	650
32.1	Analoge Filter	650
32.1.1	Grundprinzip eines analogen Filters	650
32.1.2	Aktive analoge Filter	651
32.1.3	Der „ideale“ Tiefpassfilter	652
32.1.4	Ansätze zur Annäherung an den idealen Tiefpass	653
32.2	Praktische Ausführung analoger Filter	654
32.2.1	Analoge passive Filter	654
32.2.2	Analoge aktive Filter	657
32.3	Aufbau digitaler Filter	658
32.3.1	Funktionsweise digitaler Filter	660
32.3.2	Finite-Impulse-Response-Filter (FIR)	661
32.3.3	Infinite-Impulse-Response-Filter (IIR)	663
32.3.4	FFT-Filter	664
32.3.5	Adaptive Filter	665
32.4	Filterbänke	667

KAPITEL 33**REGELSCHALTUNGEN****C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN**

33.	Regelschaltungen	670
33.1	Begriffe der Regelungstechnik	670
33.2	Einsatzgebiete von Regelschaltungen	671
33.3	Regelkreis	672
33.3.1	Sprungantwort	672
33.3.2	Regler	673

33.3.3	Reglereinsatz in der Praxis	676
33.3.4	Regelstrecken	677
33.3.5	Regelkreis mit P-Strecke und P-Regler	678
33.3.6	Zeitabhängigkeit der Regelung	680

KAPITEL 34	REGEL- UND BEGRENZUNGSSCHALTUNGEN DER HÖRAKUSTIK	C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN
-------------------	---	----------------------------------

34.	Regel- und Begrenzungsschaltungen der Hörakustik	684
34.1	Verstärkung der Hörgeräte	684
34.1.1	Die Ausgangssituation	684
34.1.2	Lineare frequenzunabhängige Verstärkung ohne Begrenzung	685
34.1.3	Lineare Verstärkung mit Peak clipping als Begrenzungsschaltung	686
34.1.4	Kompression mit konstantem statischen Kompressionsverhältnis	687
34.1.5	Automatische Anpassung der Verstärkung durch eine AGC (Automatic Gain Control)	688
34.2	AGC-Regelkreis	689
34.2.1	Dynamikkennlinie	691
34.2.2	Bedeutung der Ein- und Ausschwingzeiten	692
34.2.3	Automatisches Poti (Automatic-Volume-Control AVC)	694
34.3	Eingangspegelgesteuerte Regelschaltungen (AGC _i)	695
34.3.1	Wide-Dynamic-Range-Compression (WDRC = DRC = FDRC)	695
34.3.2	Bill und Till: Zwei sich widersprechende Philosophien	696
34.3.3	High-Level-Compressor (HLC)	697
34.4	Begrenzerschaltungen (Limiter)	697
34.4.1	Peak Clipping (PC)	697
34.4.2	AGC _o	697
34.5	Binaural gekoppelte WDRC-Kompressoren	698

KAPITEL 35	AD- UND DA-WANDLER	C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN
-------------------	---------------------------	----------------------------------

35.	AD- und DA-Wandler	700
35.1	AD-Wandler	700
35.1.1	Sample & Hold-Schaltung (Abtast- und Halteschaltung)	701
35.1.2	Single-Slope-Wandler (Einrampenwandler)	701
35.1.3	Dual-Slope-Wandler (Zweirampenwandler)	701
35.1.4	Tracking-Wandler (Nachlaufverfahren)	702
35.1.5	Sukzessive-Approximations-Wandler (Wägeverfahren)	702
35.1.6	Flash-Wandler, die direkte Methode (Parallel-Verfahren)	703
35.1.7	Delta-Sigma-Wandler (1-Bit-Wandler)	703
35.2	DA-Wandler	704
35.2.1	Zählmethode (Pulsweitenmodulation)	704
35.2.2	Iterationsmethode (Wäge-Verfahren)	704
35.2.3	Parallelverfahren (Direkte Methode)	705
35.3	Wandlerfehler	705
35.3.1	Abtastprinzip (Shannon Theorem)	705
35.3.2	Quantisierung	707

KAPITEL 36	GRUNDLAGEN DER DIGITALTECHNIK	C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN
-------------------	--------------------------------------	----------------------------------

36.	Grundlagen der Digitaltechnik	710
36.1	Vergleich von Analog- und Digitaltechnik	710
36.2	Dualcode	710
36.3	Logische Verknüpfungen	712

36.3.1	UND-Verknüpfung (AND, Konjunktion)	712
36.3.2	ODER-Verknüpfung (OR, Disjunktion)	713
36.3.3	NICHT-Verknüpfung (NOT, Negation)	713
36.3.4	Zusammengesetzte Verknüpfungen	714
36.3.5	Schaltzeiten	714
36.4	Schaltungstechnik	715
36.5	Aufstellen der Funktionsgleichungen	715
36.6	Bedeutende Baugruppen der Digitaltechnik	716
36.6.1	Speicherspeicher	716
36.6.2	Schieberegister	718
36.6.3	Codeumsetzer (Codierschaltungen)	719
36.6.4	Datenselektoren, Multiplexer	719
36.6.5	Adressdekoder	719
36.6.6	Rechenschaltungen	719
36.6.7	Taktsignal (Clock)	722

KAPITEL 37**PROZESSOREN****C – TECHNISCHE GRUNDLAGEN**

37.	Prozessoren	724
37.1	Mikroprozessoren	724
37.1.1.	Hardware und Software	726
37.1.2.	Von-Neumann-Architektur	728
37.2	Aufbau eines Mikroprozessors	729
37.2.1	Direct-Memory-Access (DMA)	730
37.2.2	Pipeline	730
37.3	Digitale Signalprozessoren (DSP)	731
37.3.1	Harvard-Architektur	731
37.3.2	Dual-Ported-Rams	731
37.3.3	Eigenschaften Digitaler Signalprozessoren	731

D**Psychologische Grundlagen****KAPITEL 38****GRUNDGEDANKEN DER PSYCHOLOGIE****D – PSYCHOLOGISCHE GRUNDLAGEN**

38.	Grundgedanken der Psychologie	736
38.1	Erfahrungswissenschaften	736
38.1.1	Psychometrie: „Werkzeuge der Psychologie“	736
38.1.2	Quantitative Methoden	737
38.1.3	Hörakustik und Psychologie	737
38.2	Psychologie für Hörakustiker? (von Gottfried Lutz)	738
38.2.1	Wozu braucht ein Hörakustiker Psychologie?	738
38.2.2	Ist Psychologie eine Art Gebrauchsanweisung für meine Mitmenschen?	738
38.2.3	Wie lernt man sich selbst kennen?	739
38.2.4	Gibt es so etwas wie ein Modell ?	739
38.2.5	Kann man von einem Akustiker erwarten, dass er die Kunden immer versteht?	740
38.2.6	Gibt es einen Kompass, mit dem ich ...?	740
38.3	Schwerhörigkeit im Alter (von Wolfgang Wirth)	741
38.3.1	Verdrängung oder Kampf um kommunikative Teilhabe	741
38.3.2	Psychosoziale Folgewirkungen	741
38.3.3	Doppelstigma Alter und Behinderung	742
38.3.4	Resignativer Rückzug, Depression und psychische Erkrankung	742

38.3.5	Hörgeräte und Hörhilfen	742
38.3.6	Hoffnung und Neubeginn	743

KAPITEL 39	SCHWERHÖRIGKEIT UND IHRE FOLGEN	D – PSYCHOLOGISCHE GRUNDLAGEN
-------------------	--	--------------------------------------

39.	Schwerhörigkeit und ihre Folgen	746
39.1	Einführung	746
39.2	Ich bin schwerhörig - aber nicht „der Schwerhörige“ (von Gottfried Lutz)	746
39.2.1	Nicht ich höre schlecht, sondern ihr	747
39.2.2	Beschwerliches Hören	747
39.2.3	Erschreckende Gewissheit	748
39.2.4	So tun, „als ob...“ oder tun, was mir gut tut?	748
39.2.5	Das erste Hörgerät	748
39.2.6	Schwerhörig = dumm?	749
39.2.7	Auf der Schwelle oder zwischen den Stühlen	750
39.2.8	Erwartungen	751

KAPITEL 40	GRUNDLAGEN DER KUNDENBETREUUNG	D – PSYCHOLOGISCHE GRUNDLAGEN
-------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

40.	Grundlagen der Kundenbetreuung (von Thomas Wollherr)	754
40.1.	Bedürfnis und Bedarf	754
40.1.1.	Bedarf „wecken“	754
40.2.	Komponenten einer Aussage	755
40.2.1.	Wortwahl	756
40.2.2	Körpersprache	757
40.3.	Sicherheit - der vielleicht wichtigste Faktor	757
40.4.	Das strukturierte Kundengespräch	758

KAPITEL 41	DIE ANPASSUNG ALS THERAPEUTISCHER PROZESS	D – PSYCHOLOGISCHE GRUNDLAGEN
-------------------	--	--------------------------------------

41.	Die Hörsystemanpassung als therapeutischer Prozess	764
41.1	Was ist eine Therapie?	764
41.1.1	Voraussetzungen für eine Therapie	764
41.1.2	Leidensdruck und Hoffnung: Zwei Triebfedern für Veränderungen	764
41.1.3	Aspekte des therapeutischen Prozesses	765
41.2	Durchführung der Therapie	765
41.2.1	Problemanalyse	765
41.2.2	Therapiehindernisse	766
41.2.3	Ziele und Rangliste	767
41.3	Therapie und Hörsystemanpassung	767
41.3.1	Gleitende Anpassung	768
41.3.2	Anpassung mit automatisch erfolgreicher Akklimatisierung	769
41.3.3	Hörtrainingsvorspann	769
41.3.4	„Volle“ Verstärkung, „die akustische Hölle“	769
41.3.5	Sanfte Anpassung, die Verstärkung bleibt unter dem notwendigen Maß	769
41.4	Klang- oder Verstehensoptimierung?	769
41.5	Hörtraining	769
41.5.1	Trainingsplan	770
41.5.2	Hörtaktik	770

E

Technologie der Hörsysteme



KAPITEL 42

BAUVARIANTEN VON HÖRSYSTEMEN

E – TECHNOLOGIE DER HÖRSYSTEME

42.	Bauvarianten von Hörsystemen	776
42.1	Einteilung der Hörsysteme	776
42.2	Bauformen	777
42.2.1	Taschengeräte	777
42.2.2	Hinter-dem-Ohr-Geräte (HdO, BTE)	778
42.2.3	Im-Ohr-Geräte (IdO, ITE)	778
42.2.4	Dauertragegeräte	780
42.2.5	Hörbrille	780
42.3	Weitere Gliederungsmöglichkeiten	781
42.3.1	Gliederung nach dem Ausgangspegel	781
42.4	Schaltungstechnologien	782
42.4.1	Analoge Hörsysteme	782
42.4.2	(Voll-) Digitale Hörsysteme	782
42.5	Signalverarbeitungsstrategien in der Hörakustik	783
42.5.1	Signalverarbeitung im Zeit- oder Frequenzbereich	783
42.5.2	Signalverarbeitung im Zeitbereich	784
42.5.3	Signalverarbeitung im Frequenzbereich	785
42.6	Schutzarten gemäß IEC60529	785
42.7	Einteilung der Baugruppen der Hörsysteme	786
42.8	Sonderversorgungen und spezielle Bauformen von Hörsystemen	786
42.8.1	Contralateral Routing of Signals (CROS)	786
42.8.1.1	Normaler CROS	787
42.8.1.2	Bi-CROS	788
42.8.1.3	Kreuz-CROS	788
42.8.1.4	Bauformen und Indikationen	788
42.8.2	Versorgung über Knochenleitung	789
42.8.3	Anforderungen an Hörgeräte für Kinder	790
42.9	Implantierbare Hörsysteme	791
42.9.1	Teilimplantierbare Hörgeräte	791
42.9.2	Cochlea-Implantate (CI)	793
42.9.2.1	Aufbau eines Cochlea-Implantats	794
42.9.2.2	Funktion eines Cochlea-Implantats	794
42.9.2.3	Voraussetzung für eine Versorgung mit einem CI	794
42.9.2.4	Hören mit einem Cochlea-Implantat	795
42.9.2.5	Postoperative Versorgung (Rehabilitation)	795
42.9.2.6	Ersteinstellung des Sprachprozessors	796
42.9.3	Vollimplantierbare Hörgeräte	797
42.9.4	Hirnstammimplantate	797
42.10	Tinnitusgeräte	797

KAPITEL 43

MECHANISCHE / ELEKTROMECHANISCHE KOMPONENTEN

E – TECHNOLOGIE DER HÖRSYSTEME

43.	Mechanische und elektromechanische Komponenten, elementare Funktionsgruppen	800
43.1	Mechanische Baugruppen von Hörsystemen	801
43.1.1	Gehäuse	803
43.1.2	Cerumenschutzsysteme	803
43.2	Elektromechanische Baugruppen	804

43.3	Elementare Bau- und Funktionsgruppen von Hörsystemen	807
43.4	Spannungsversorgung von Hörsystemen	812

KAPITEL 44**GRUNDLEGENDE SIGNALVERARBEITUNG IN HÖRSYSTEMEN****E – TECHNOLOGIE DER HÖRSYSTEME**

44.	Grundlegende Signalverarbeitung in Hörsystemen	820
44.1	„Volldigitale“ Hörsysteme	820
44.1.1	Signalverarbeitung von Hörsystemen im Frequenzbereich	822
44.1.2	Anwendungsbeispiel für ein Hörsystem mit FT	824
44.1.3	Softwarebasierte Hörsysteme	826
44.1.4	Hörsysteme mit steuerbarem Transversalfilter	826
44.1.5	Prozessor-Leistungsdaten	829
44.2	Software digitaler Hörsysteme	830
44.2.1	Basissoftware	830
44.2.2	Zeit- oder Beobachtungsfenster	831
44.2.3	Data Logging	832
44.2.4	Die wichtigsten und häufigsten akustischen Situationen	832
44.2.5	Self-Learning	833
44.2.6	Akklimatisierung	834
44.2.7	Einstellung von FFT-Filterbänken	834
44.2.8	Amplituden- und Leistungsspektrum	835
44.2.9	Verfahren zur Signalanalyse und Verarbeitung	835
44.2.9.1	Faltung (Convolution)	835
44.2.9.2	Korrelation	835
44.2.9.3	Cepstrum	837
44.2.9.4	Sprach- und Störsignale	838
44.3	Rückkopplungsmanager	839
44.3.1	Maßnahmen zur „Vermeidung“ von akustischen Rückkopplungen	839
44.3.2	Einsatz von Rückkopplungsmanagern	840
44.3.3	Verfahrensvarianten	840
44.3.4	Aktivieren des Rückkopplungsmanagers	841
44.4	Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Hörsystemen	843
44.4.1	Entwicklung von elektronischen Geräten	843
44.4.2	Herstellung von Hörsystemen	848
44.4.3	Vertrieb und Marketing	849

KAPITEL 45**AUDIOLOGISCHE UND ANPASSTECHNISCHE FUNKTIONEN****E – TECHNOLOGIE DER HÖRSYSTEME**

45.	Audiologische und anpasstechnische Funktionen	852
45.1	Sprach- und Störsignale - die Signalanalyse	852
45.1.1	Phonemerkennung durch zeitverzögerte neuronale Netzwerke	853
45.2	Mikrofonsysteme	854
45.2.1	Beamforming	855
45.2.2	Delay- and Sum-Beamformer	857
45.2.3	Frost-Beamformer	858
45.2.4	Adaptive Beamformer	858
45.2.5	Binaurale Aspekte bei Mikrofonsystemen	859
45.2.6	Ausrichtung des Mikrofonsystems	860
45.3	Strategien der Dynamikanpassung	861
45.3.1	Verstärkungsbedarf und Einsatzbereich einer Silbenkompression	861
45.3.2	Wieviele Kanäle werden benötigt?	863
45.3.3	Tiefenabsenkung zur Reduzierung der Störschallverdeckung	864
45.3.4	Verbesserung der Sprachverständlichkeit	864
45.4	Dynamische Kontrolle der Verstärkung	864
45.4.1	Statistische Eigenschaften des Eingangssignals	864
45.4.2	Einstellung der Verstärkung	865

45.4.3	Maximaler Ausgangspegel (Maximum-Output-Level, MOL)	865
45.4.4	Komfortgrenze	865
45.4.5	Hörbarkeitsgrenze	865
45.4.6	Kurve der maximalen Verstärkung	866
45.4.7	In-situ-Skalierung	866
45.5	Störschallreduzierung	866
45.5.1	Impulsschallreduzierung	867
45.5.2	Unterdrückung von Windgeräuschen	867
45.5.3	Störgeräuschunterdrückung bei gleichmäßigen Störsignalen	868
45.5.4	Ist eine (vollständige) Trennung von Nutz- und Störschall möglich?	869
45.6	Weitere Verfahren der Signalverarbeitung	870
45.6.1	Glättung des Frequenzgangs	870
45.6.2	Okklusionsmanager	871
45.6.3	Sprachanhebung (Wiener Filter)	872
45.6.4	Frequenzkompression	872
45.6.5	Schalltrichterfunktion	872
45.6.6	Bass-Boost	872
45.6.7	Einschaltverzögerung	873
45.7	Wichtige Hörprogramme	874
45.7.1	Hören in Ruhe	874
45.7.2	Sprache im Störgeräusch	874
45.7.3	Musikprogramme	874
45.7.4	Telefonprogramme	874
45.7.5	Automatische Programmwahl	874
45.8	Aspekte der binauralen Systemkopplung	875
45.9	Schnittstellen zu anderen Geräten, Fernbedienungen	876

KAPITEL 46**VOM HÖRGERÄT ZUM VERNETZTEN HÖRSYSTEM****E – TECHNOLOGIE DER HÖRSYSTEME**

46.	Vom beigefarbenen Hörgerät zum vernetzten Hörsystem	878
46.1	Von Hörgerät zum Hörsystem	878
46.2	Das Internet der Dinge (IOT)	878
46.2.1	Die Sprachsteuerung	880
46.3	Das vernetzte Hörsystem	880
46.3.1	Praktische Anwendungen für vernetzte Hörsysteme	881
46.3.2	Apps rund ums Hören und Hörsysteme	881
46.4	Das Netzwerk als Grundvoraussetzung	882
46.4.1	Einige Netzwerktypen	883
46.4.2	Technische Möglichkeiten der Datenübertragung bei Hörsystemen	883
46.5	In der Hörakustik relevante Funkstandards für den Nahbereich	883
46.5.1	Bluetooth	884
46.5.2	Bluetooth 4.0 entwickelt für das Internet der Hausgeräte	884
46.5.3	WiFi Halow	886
46.5.4	Infrarotwellen	886
46.6	Modulation	886
46.6.1	Analoge Modulationsverfahren	887
46.6.2	Amplitudenumtastung (ASK)	887
46.6.3	Frequenzumtastung (FSK)	887
46.7	Anwendungen bei Hörsystemen	887
46.7.1	Der Datenfluss zum Einstellen der Hörsysteme durch den Hörakustiker	887
46.7.2	Interne Kommunikation zwischen den Hörgeräten	888
46.7.3	Fernbedienungen	888
46.7.4	Geräteanbindungen	889
46.7.4.1	Hörakustik-Apps	889
46.7.4.2	Telefonieren	890

46.7.4.3	Ausgelagerte Mikrofone	891
46.7.4.4	Hörsysteme mit eingebauter Bluetooth 4-Schnittstelle	891
46.7.5	Drahtlose Signalübertragung mit FM-Anlagen	892
46.7.5.1	Was ist eine drahtlose Höranlage?	892
46.7.5.2	FM-Vorteil und SNR-Vorteil	892
46.7.5.3	Die Wahl der Trägerfrequenz bzw. -kanal	892
46.7.5.4	Drahtlose Signalübertragung mit digitaler Modulation	893
46.7.5.5	Einsatzbereich für Wireless-Mikrofone	894
46.7.6	Datenübertragung über Ringschleifen	894

F

Hörsystemanpassung



KAPITEL 47	LEITFADEN DER MODERNEN ANPASSUNG	F – HÖRSYSTEMANPASSUNG
------------	----------------------------------	------------------------

47.	Leitfaden der modernen Anpassung	898
47.1	Ziele einer zeitgemäßen Anpassung	899
47.1.1	Form und Design	899
47.1.2	Audiologische Anforderungen	899
47.1.3	Trage- und Gerätekomfort	900
47.1.4	Zubehör	900
47.1.5	Kundeninformation	901
47.2	Zuverlässigkeit der Ausgangs- und Messdaten	901
47.3	Statistische Daten und individueller Hörbedarf	903
47.3.1	Stellenwert der Statistik für die Anpassung	903
47.3.2	Ergänzung „fehlender“ Daten	903
47.4	„Spontanakzeptanz“	904
47.4.1	Weichspülanpassung? - Nein danke!	904
47.4.2	Motivation	904
47.5	Ist die vergleichende Anpassung noch zeitgemäß?	904

KAPITEL 48	KUNDENGESPRÄCHE UND KUNDENBERATUNG	F – HÖRSYSTEMANPASSUNG
------------	------------------------------------	------------------------

48.	Kundengespräche und Kundenberatung	908
48.1	Allgemeine Verhaltensregeln bei den Kundengesprächen	908
48.2	Beratungsgespräche	910
48.2.1	Informationsgespräch	911
48.3	Audiologisches Vorgespräch	913
48.3.1	Zweck des audiologischen Vorgesprächs	913
48.3.2	Begrüßung und Eröffnungsgespräch	914
48.3.3	Persönliche Daten	915
48.3.4	Allgemeine Fragen zur Schwerhörigkeit	915
48.3.5	Fragen zum medizinisch-anatomischen Bereich	917
48.3.6	Ermittlung des individuellen Hörbedarfs	919
48.3.7	Soziales Umfeld	920
48.3.8	Festlegung des Versorgungsziels, standardisierte Fragebögen	921
48.4	Beratungsgespräch	921
48.4.1	Hörgerätevorauswahl	923
48.4.2	Durchführung des Beratungsgesprächs	923
48.5	Einweisungsgespräche	927
48.5.1	Tonaudiogramm	927
48.5.2	Sprachaudiogramm	928

48.6	Nachkontrollgespräch	929
48.7	Abschlussgespräch	930
48.8	Reparatur- und Reklamationsgespräch	930
48.8.1	Reparaturannahme	930
48.8.2	Reklamationsgespräch	931
48.9	Begrüßungs- und Telefongespräche	931
48.9.1	Begrüßungsgespräch	931
48.9.2	Begrüßung am Telefon	931
48.9.3	Telefongespräche	932

KAPITEL 49**OTOPLASTIK****F – HÖRSYSTEMANPASSUNG**

49.	Otoplastik	934
49.1	Kräfte, Abdichtung und Okklusion	935
49.1.1	Haltgebung der Otoplastik	935
49.1.2	Abdichtung	935
49.1.3	Die Okklusion	935
49.1.4	Die offene Anpassung und ihre Eigenschaften bei digitalen Hörgeräten	937
49.1.5	Wie kann man die Okklusion als Akustiker erfassen?	938
49.1.6	Aufbau okklusionsfreier Otoplastiken	938
49.2	Weitere Merkmale einer Otoplastik	938
49.2.1	Otoplastikwerkstoffe	939
49.2.2	Gestaltung von Farbe und Oberfläche der Otoplastik	940
49.3	Otoplastikformen	941
49.3.1	Klassische Otoplastikformen für Normalschlauchgeräte	941
49.3.1.1	SE-Ring	942
49.3.1.2	SE-Schale	942
49.3.1.3	SE-Spange	942
49.3.1.4	SE-Kralle	943
49.3.1.5	SE-Stöpsel	943
49.3.1.6	Ohrmulde	943
49.3.1.7	Schlauchhalterung, CROS-Halterung	943
49.3.2	Bauformen von IdO-Geräten	944
49.3.3	Schirmchen, Tulpen und Doms	945
49.4	Akustische Eigenschaften der Otoplastiken	946
49.4.1	Schallleitungskette eines HdO-Normalschlauchsystems	946
49.4.1.1	Einfluss von Schallschlauchlänge und Innendurchmesser	947
49.4.1.2	Einsatz von Dämpfungsgliedern	950
49.4.1.3	Akustische Eigenschaften und der Einsatz von Belüftungsbohrungen (Vents)	952
49.4.1.4	Gestaltung der Belüftungsbohrung	954
49.4.2	Schallleitungskette bei einem IdO-System	954
49.5	Sonderformen der Otoplastiken	955
49.5.1	Folienotoplastik	955
49.5.2	Hohlkanalotoplastik (Hoka)	955
49.5.3	Tandemotoplastik	955
49.5.4	Mondotoplastik (01 - Otoplastik)	955
49.5.5	Lybarger Hochtonotoplastik	955
49.5.6	Tieftonotoplastik	956
49.5.7	Otoplastik mit Y-Bohrung	956
49.5.8	Testotoplastik	956
49.6	Auswahl der Parameter bei einer HdO-Otoplastik	956
49.6.1	Ausführung des Gehörgangzapfens	956
49.6.2	Bestimmung der Zapfenlänge	956
49.6.3	Verankerung der Otoplastik in der Ohrmuschel	958
49.6.4	Wahl des Otoplastikmaterials	958
49.6.5	Praktische Ausführung von Belüftungsbohrungen	958
49.6.6	Wahl der Otoplastikoberfläche	960
49.6.7	Ankopplung des Restvolumens an die Schallleitungskette	960



Unser Herzstück.

Innovation aus Tradition: Seit über 65 Jahren entwickeln wir Produkte zur Anpassung von Hörgeräten an das menschliche Ohr. Unsere langjährige Erfahrung in der digitalen Fertigung von Otoplastiken zeichnet uns aus. Das weltweite Wachstum ist für uns eine Bestätigung und zugleich eine große Verpflichtung, Ihnen immer wieder innovative Qualitätsprodukte und zuvorkommenden Service zu bieten.



www.dreve.com

49.7	Auswahl der Parameter bei einem IdO-Hörsystem	961
49.8	Wie kann man die Wahrnehmung der Okklusion vermeiden?	961

KAPITEL 50**HERSTELLUNGSVERFAHREN DER OTOPLASTIK****F – HÖRSYSTEMANPASSUNG**

50.	Herstellungsverfahren der Otoplastik	964
50.1	Ohrabformung	964
50.1.1	Werkzeuge und Materialien für die Ohrabformung	964
50.1.2	Otoskopische Voruntersuchung und Herstellung der Tamponade	968
50.1.3	Abformung mit Silikon-Abdruckmasse	970
50.1.4	Anzeichnen und Beschneiden des Abdrucks	975
50.2	PNP-Verfahren	978
50.2.1	Druckpolymerisation	978
50.2.1.1	Materialien für die Negativform bei der Druckpolymerisation	979
50.2.1.2	Membrannachdruckverfahren (Micropol-System)	979
50.2.1.3	Polymerisation mit allseitigem Druck	984
50.2.2	Lichtpolymerisation	986
50.2.2.1	IO-Schalenbau mit Lichtpolymerisat	986
50.2.2.2	Einbau der Hörgeräteelektronik in die IO-Schale	989
50.2.2.3	Herstellung eines Otoplastikrohlings aus Lichtpolymerisat	990
50.2.2.4	Herstellung einer Folienotoplastik aus Lichtpolymerisat	991
50.2.2.5	Die Herstellung einer Hohlkanal-Otoplastik aus Lichtpolymerisat	993
50.2.3	Herstellung einer Gehörschutzotoplastik	994
50.2.4	Beschriftung und Kennzeichnung von Otoplastiken	995
50.3	Bearbeiten der Otoplastik mit der Technikanlage	996
50.3.1	Die Technikanlage	996
50.3.2	Fräsvorgang	998
50.3.3	Anzeichnen der Rohotoplastik	999
50.3.4	Bearbeitung einer Rohotoplastik zu einem SE-Ring (nach Thomas Wichmann)	1000
50.3.5	Verfahrensvarianten	1007
50.4	Verglasen der Otoplastik und der Einbau des Schallschlauchs	1007
50.5	Bewertungen	1010
50.6	Rapid Prototyping	1011
50.6.1	Herstellung eines virtuellen Modells	1011
50.6.2	3D-Druck (3dp)	1012
50.6.3	Selektives Lasersintern (SLS-Verfahren)	1012
50.6.4	Stereolithographie (SLA)	1013
50.6.5	Digital-Light-Processing (DLP)	1014
50.7	Die Nano-Beschichtung	1015

KAPITEL 51**GRUNDLAGEN DER MESSTECHNIK****F – HÖRSYSTEMANPASSUNG**

51.	Grundlagen der Messtechnik	1018
51.1	Metrologie	1018
51.1.1	Begriffe der Metrologie	1018
51.1.2	Die Messbox	1019
51.1.3	Die In-situ-Messung	1019
51.2	Abhören eines Hörgerätes	1020
51.2.1	Abhören bei aktivem Mikrofon	1020
51.2.2	Abhören bei aktiver T-Spule	1021
51.2.3	Abhören mithilfe des Audiometers	1021
51.3	Aufbau einer Messbox	1021
51.3.1	Substitutionsverfahren	1022
51.3.2	Kompensationsverfahren	1023
51.3.3	Direkte Auswertung der Samples (Abtastwerte)	1023

51.3.4	Kuppler	1023
51.3.4.1	2 ccm-Kuppler	1024
51.3.4.2	Freiburger konischer Kuppler (FKK)	1025
51.3.4.3	Freiburger konischer Kinder-Kuppler (FKKK)	1025
51.3.4.4	Zwislocki-Kuppler	1025
51.3.4.5	Ohrsimulator.....	1025
51.4	„Standard“-Messverfahren	1026
51.4.1	Die Einzeltonmessung	1028
51.4.2	Der Frequenzgang	1028
51.4.3	Die Dynamikkennlinie (LE/LA-Diagramm)	1029
51.4.4	Der Zusammenhang zwischen Einzeltonmessung, Frequenzgang und Dynamikkennlinie	1029
51.5	Bestimmung von Stellern analoger Trimmergeräte mithilfe der Messbox	1029
51.5.1	Verstärkungssteller (GC, VC)	1030
51.5.2	Klangblenden (Tone-Control, TC)	1031
51.5.3	Peak Clipping (PC)	1032
51.5.4	Ausgangspegelgesteuerte Automatic-Gain-Control (AGC _o)	1033
51.5.5	Eingangspegelgesteuerte Automatic-Gain-Control (AGC _i)	1033
51.5.6	Hinweise zur Stellerbestimmung	1034
51.6	Messverfahren	1035
51.6.1	RMS-Verfahren (Root-Mean-Square, Effektivwert)	1035
51.6.2	Wie wird ein RMS-Wert berechnet?	1035
51.6.3	FFT-Verfahren	1036
51.6.4	Perzentilanalyse	1037
51.7	Messsignale	1037
51.7.1	Sinus	1038
51.7.2	Wobbelton	1038
51.7.3	Chirp	1038
51.7.4	Rauschsignale	1038
51.7.5	Sprachsignale	1039
51.8	Varianten bei der Durchführung der Messungen	1039

KAPITEL 52**NORMMESSUNGEN****F – HÖRSYSTEMANPASSUNG**

52.	Normmessungen	1043
52.1	Bestimmung der Hörgerätedaten gemäß DIN EN 60118-7:2006-08	1045
52.1.2	Begriffe	1045
52.2	Normmessung Messkurven I bis III	1046
52.3	Normmessung nach DIN EN 60118-7:2006-08 mit der Aurical Messkurven I bis III	1047
52.4	Normmessung mit anderen Messboxen	1050
52.4.1	Messung mit der ACAM5	1050
52.4.2	Messung mit der Affinity	1051
52.4.3	Messung mit der UNITY2	1051
52.5	Automatisierter Messablauf der Normmessung	1051
52.6	Weitere Messungen nach DIN IEC 60117-7:2005	1053

KAPITEL 53**MESSUNGEN ZUR BEURTEILUNG VON EIGENSCHAFTEN EINES HS****F – HÖRSYSTEMANPASSUNG**

53.	Messungen zur Beurteilung von Eigenschaften eines Hörsystems	1058
53.1	Bestimmung der Signallaufzeiten	1058
53.2	Analyse eingangspegelgesteuerter Regelschaltungen	1059
53.2.1	Das Messen von Ein- und Ausschwingzeiten mit dem Pegelsprungverfahren	1060
53.2.2	Bestimmung des dynamischen Kompressionsverhältnisses	1061

53.2.3	Betrachtungen der Kompression im Zeitbereich	1064
53.2.4	Beispiel für ein statisches und ein dynamisches Kompressionsverhältnis	1066
53.3	Frequenzspezifisches Dynamikverhalten eines Hörsystems	1067
53.4	Messungen des Systemverhaltens (Frequenzgang) mit zwei Signalen	1071
53.4.1	Messungen mit zwei Sinussignalen (Zweitonverfahren)	1071
53.4.2	Anwendungsbeispiel	1072
53.4.3	Messungen mit Chirp und Sinussignal	1073
53.5	Amplitudenstatistik	1073
53.6	Langzeitsystemverhalten	1074
53.7	Spektraler Ausgleich	1075
53.8	In-situ-Messung	1076
53.8.1	Messaufbau der In-situ-Messung	1076
53.8.2	Die Messung der Verstärkung des äußeren Gehörgangs (OEG, REUG)	1077
53.8.3	Messung der Verstärkung mit Hörgerät (In-situ-Gain, REAG)	1078
53.8.4	Insertion-Gain	1078
53.8.5	Real-Ear-to-Coupler-Difference (RECD) Messung	1080
53.8.6	Perzentilanalyse und Visible Speech	1080
53.8.7	Vergleich zwischen Visible Speech und Perzentilanalyse	1083
53.9	Messreihen	1083
53.10	Binaurale Messungen mit der Messbox	1084
53.10.1	Binaurale Messverfahren	1084

KAPITEL 54**MESSTECHNISCHE BEURTEILUNG EINER STÖRSCHALLREDUZIERUNG F – HÖRSYSTEMANPASSUNG**

54.	Messtechnische Erfassung der Wirksamkeit einer Störschallreduzierung	1088
54.1	Das Hören im Störlärm	1088
54.2	Das Signalrauschverhältnis (SNR)	1088
54.3	Messtechnische Erfassung der Störschallreduzierung	1088
54.3.1	Richtmikrofone	1089
54.3.2	Impulsschallreduzierung	1089
54.3.3	Störschallreduzierung durch Verstärkungsabsenkung in den betroffenen Kanälen	1090
54.4	Normierte Darstellung nach Reimer Rohweder	1092
54.5	Verfahren nach Björn Hagerman und Ake Olofsson	1092

G**Anpassverfahren und -methoden****KAPITEL 55****ANPASSVERFAHREN****G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN**

55.	Anpassverfahren	1098
55.1	Vor- und Feinanpassung	1099
55.1.1	Ziele der Voreinstellung	1101
55.1.2	Aufgaben der Feinanpassung	1101
55.2	Grundlagen der Voreinstellung	1102
55.2.1	Art und Umfang des Hörverlusts	1102
55.2.2	Sprachverstehen und Verdeckung	1102

55.2.3	Loudness Equalization und der MCL	1102
55.2.4	Lautheitsnormalisierung (Loudness Normalization)	1103
55.2.5	In-situ-Gain contra Insertion-Gain: Was ist die Zielsetzung?	1103
55.3	Hörschwellenorientierte Anpassverfahren	1103
55.3.1	„Halber Hörverlust“ (HV/2)	1104
55.3.2	Prescription of Gain and Output (POGO)	1105
55.3.3	Berger	1106
55.3.4	NAL (National Acoustic Laboratories of Australia)	1108
55.3.5	Desired-Sensation-Level (DSL)	1108
55.3.6	Bedeutung der hörschwellenorientierten Verfahren	1109
55.3.7	Vergleich der Zielkonstruktionen für HV/2, POGO, Berger und NAL-RP	1109
55.4	Dynamikorientierte Anpassverfahren	1110
55.4.1	Isophonendifferenzmaß nach Keller	1110
55.4.2	Anpassverfahren NAL-NL1 und NL2 (NL = nonlinear)	1111
55.4.3	DSL [i/o]	1114
55.4.4	Fig 6	1117
55.5	Verfahren zur Lautheitsnormalisierung (Lautheitsskalierung)	1117
55.6	Anpassverfahren, die auf der Perzentilanalyse aufbauen	1119
55.6.1	Perzentilanpassung	1119
55.7	Überlegungen zur Voreinstellung von Hörsystemen	1122
55.7.1	Erforderliche Genauigkeit	1123
55.7.2	Ergänzung fehlender Daten	1123
55.7.3	Kriterien zur Geräteauswahl	1124
55.8	Beispiel: Einstellen eines einfachen analogen Hörsystems	1124
55.9	Ablauf einer Hörsystemanpassung	1127
55.9.1	Anpassung bei Erwachsenen	1128
55.9.2	Erste Sitzung	1129
55.9.3	Folgesitzungen	1134
55.9.4	Hörtraining	1139
55.10	Eine grobe Gliederung der Anpassfälle	1139
55.10.1	Unterschied zwischen einer Erst- und Folgeanpassung	1140
55.10.2	Symmetrie des Hörverlustes	1140
55.10.3	Grad des Hörverlustes	1141
55.10.4	Art des Hörverlustes	1142
55.10.5	Was ist bei bestimmten Anpassfällen bzw. Personen zu beachten?	1142

KAPITEL 56**RESPONSIVE ANPASSUNG****G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN**

56.	Die responsive Anpassung	1146
56.1	Das Konzept der responsiven Anpassung	1146
56.2	Grundlagen	1146
56.3	Die Wahl des geeigneten Hörsystems: Käufertypologie	1147
56.3.1	Käufertypologie	1148
56.3.2	Begeisternde Faktoren	1149
56.4	Vom Erstkontakt bis zur erfolgreichen Hörsystemanpassung	1149
56.4.1	Der erste Eindruck	1149
56.4.2	Am Anfang und am Ende der Terminvergabe steht ein Lächeln	1150
56.4.3	Der zweite Eindruck	1154
56.5	Die erste Sitzung	1154
56.5.1	Erhebung audiologischer Daten	1154
56.5.2	Kunden über Messergebnisse informieren und auf Eingewöhnungszeit vorbereiten	1155
56.5.3	Bauformen erklären	1155
56.5.4	Der Startpunkt ist wichtig: Qualität und Features erklären	1155
56.5.5	Ohrabformung (bei Bedarf)	1156

56.5.6	Folgeversorgungen	1156
56.6.7	Die Geräte(vor)einstellung	1156
56.6.8	Überprüfung der Grundverstärkung und Abgabe der ersten Geräte	1158
56.6	Zweite Sitzung: Die vertiefende Kundenbefragung	1158
56.6.1	Einige typische Kundenaussagen	1159
56.6.2	Keine Beanstandungen des Kunden - Aussagen des Vorgesprächs abklären	1160
56.6.3	Maßnahmen zur Problembehebung - stets Alternativen benennen	1160
56.6.4	Dokumentation der Einstellungsänderungen	1160
56.7	Vergleichende Anpassung und Festlegung der endgültigen Geräte	1160
56.8	Verhalten in Problemfällen	1160
56.8.1	Perzentilanalyse	1161
56.8.2	Balance zwischen rechtem und linkem Hörsystem	1161
56.8.3	Hörfeldskalierung (Lautheitsskalierung)	1161
56.9	Die Geräteabgabe	1161
56.10	Dokumentation der Anpassung	1162
56.11	Die wichtigsten 10 Punkte einer guten Anpassung	1162

KAPITEL 57**ANPASSUNG MIT VORLAUFENDER AKKLIMATISIERUNG****G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN**

57.	Anpassung mit vorlaufender Akklimationisierung	1164
57.1	Das Konzept der Anpassung mit vorlaufender Akklimationisierung	1164
57.2	Durchführung des Trainingsvorlaufs	1164
57.2.1	Die Einstellung des Trainingshörsystems	1164
57.2.2	Die Trainingsphase	1169
57.3	Die Anpassung der Hörgeräte	1169
57.3.1	Eine Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied	1169
57.3.2	Anpassverfahren	1170
57.3.3	Einstellung der MPO	1171
57.3.4	Feinanpassung	1174
57.3.5	Vergleichende Anpassung	1174
57.3.6	Die Höranstrengung	1174
57.4	Abgabe und Nachsorge	1176
57.4.1	Geräteabgabe	1176
57.4.2	Nachsorge	1176

KAPITEL 58**ANPASSUNG BEI SPRACHBARRIEREN****G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN**

58.	Die Anpassung bei Sprachbarrieren	1178
58.1	Die Sprachbarriere und sich daraus ergebende Konsequenzen	1178
58.1.1	Hilfsmittel bei Sprachbarrieren	1178
58.1.2	Nonverbale Kommunikation	1179
58.2	Kultur, Mentalität, soziales Verhalten	1181
58.3	Durchführung des Audiologischen Vorgesprächs	1181
58.4	Probleme bei der Audiometrie	1182
58.4.1	Internationale Vereinheitlichungsbemühungen	1182
58.4.2	Der Einsatz von Piktogrammen	1182
58.5	Vorgehen bei der Anpassung	1183

signia

Life sounds brilliant.

Mehr als 135 Jahre Erfahrung.



Vor über 135 Jahren baute Werner von Siemens ein Telefon mit Hufeisenmagnet. Damit konnten auch schwerhörige Menschen besser verstehen. Dieser wegweisenden Entwicklung folgten bahnbrechende Innovationen. Seit den Anfängen stellen wir unser Wissen in den Dienst des Menschen. Unser Ziel: besseres Hören und mehr Lebensqualität für Menschen mit Hörminderung.

Mehr als 135 Jahre Erfahrung, mehr als 135 Jahre Erfolg.

signia-pro.de

Signia GmbH ist eine Markenlizenznehmerin der Siemens AG.

Hörsysteme

SIEMENS

KAPITEL 59 HÖRSYSTEMANPASSUNG BEI KINDERN G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN

59.	Hörsystemanpassung bei Kindern (von Annette Limberger)	1186
59.1	Anforderungen an Hörsysteme für Kinder	1186
59.2	Die 5 Schritte der Anpassung	1186
59.2.1	Welches Kind bekommt ein Hörsystem?	1186
59.2.2	Die Otoplastik	1188
59.2.3	Messung der Übertragungsfunktion des äußeren Ohres	1188
59.2.4	Auswahl der Hörsysteme	1189
59.2.5	Anpassalgorithmen (präskriptive Methoden)	1189
59.2.6	Verifikation der Einstellung	1190
59.2.7	Validierung der Anpassung	1191
59.3	Zusammenfassung	1192

KAPITEL 60 PRAKTISCHE DURCHFÜHRUNG DER VOREINSTELLUNG G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN

60.	Praktische Durchführung der Voreinstellung	1194
60.1	Softwareplattform NOAH	1194
60.1.1	Programmierschnittstellen	1194
60.1.2	NOAH4	1196
60.1.3	Funktionen des Patientenbrowsers	1197
60.1.4	Modulauswahl	1197
60.1.5	Kunden importieren oder exportieren	1197
60.2	Daten zur Geräteauswahl	1197
60.2.1	Vor- und Beratungsgespräch	1197
60.2.2	Audiometrische Daten	1198
60.2.2.1	Daten der Tonaudiometrie	1198
60.2.2.2	Daten der Sprachaudiometrie	1199
60.2.2.3	Daten der Hörfeldskalierung	1199
60.2.3	Anpassbereich des Fitting-Moduls	1199
60.2.4	Anatomisch bedingte Spezialfälle	1199
60.3	Fitting-Module	1200
60.3.1	Funktionen der Fitting-Module	1201
60.3.2	Wahl des Anpassverfahrens	1202
60.3.3	Gerätevoreinstellung: First Fit	1202
60.3.4	Verwaltung besonderer Gerätefunktionen	1203
60.3.5	Grund- und Sonderprogramme	1205
60.3.6	Präsentieren von Hörsituationen	1205
60.3.7	Binauraler Abgleich	1206
60.3.8	Binaurale Einstellungen	1206
60.3.9	Fernbedienungen und Sonderzubehör	1206
60.3.10	Dokumentation	1206
60.4	Gerätefeineinstellung	1206
60.4.1	Maßgerechte Otoplastik: Grundlage des Anpasserfolgs	1210
60.4.2	Voreinstellung mit Messbox- oder In-situ-Überprüfung	1210
60.5	Fallbeispiele	1212
60.5.1	Einstellung analoger Systeme	1213
60.5.2	Voreinstellung digitaler Systeme	1214
60.5.3	Reine Schallleitungsschwerhörigkeit	1217
60.5.4	Kombinierte Schwerhörigkeit	1217

KAPITEL 61 FEINANPASSUNG G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN

61.	Feinanpassung	1200
61.1	Basisanpassung	1200

61.2	Feinanpassung	1220
61.2.1	Subjektive Befragung des Kunden	1221
61.2.2	Messungen mithilfe der Ton- und Sprachaudiometrie	1223
61.2.3	Hörsituationen	1225
61.2.4	Darbietung von Klangbeispielen	1227
61.2.5	Visuelle Verdeutlichung	1228
61.3	In-situ-Verfahren	1229
61.3.1	Feineinstellung mithilfe von Visible Speech	1229
61.3.2	Information und Motivation	1229
61.3.3	Perzentilenverfahren	1230
61.4	Rauschimpulsaudiometrie	1233
61.5	Lautheitsskalierung (Hörfeldskalierung)	1234
61.6	Die Auswertung von Data Logging	1235
61.7	Das Signal-Rauschverhältnis (SNR) und der ANL-Test	1235
61.7.1	Signal-Rauschverhältnis (SNR)	1236
61.7.2	Der ANL-Test	1236
61.7.3	Satztests	1237
61.7.4	Möglichkeiten zur Verbesserung des SNR	1237
61.8	Binaurale Aspekte der Feinanpassung	1237
61.9	Anpasspilot	1239
61.10	Firmenspezifische Anpassmessungen	1239
61.11	Evaluation des Hörerfolges	1239

KAPITEL 62**ANPASSFÄLLE, DIE HÄUFIG VORKOMMEN****G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN**

62.	Anpassfälle, die häufig vorkommen	1244
62.1	Schallempfindungsschwerhörigkeiten	1244
62.1.1	Innenohrschwerhörigkeiten	1244
62.1.1.1	Situation eines Innenohrschwerhörigen	1244
62.1.1.2	Konsequenzen für die Anpassung	1244
62.1.1.3	Welche GerätebaufORMen bieten sich an?	1245
62.1.1.4	Auf die Otoplastik kommt es an!	1245
62.1.1.5	Anpassfälle Innenohrschwerhörigkeiten	1246
62.1.1.6	Eine zeitgemäße vergleichende Anpassung	1250
62.1.2	Schallempfindungsschwerhörigkeit mit Hochtonsteilabfall (toten Zonen?)	1250
62.1.2.1	Situation	1250
62.1.2.2	Woran erkennt man eine tote Zone?	1251
62.1.2.3	Soll eine Frequenzkompression oder Frequenz-Komposition eingesetzt werden?	1251
62.1.2.4	Frequenzkompression oder Frequenztransposition einstellen	1252
62.1.2.5	Rückkopplung und Rückkopplungsmanager	1254
62.1.3	Neurale Schallempfindungsschwerhörigkeit	1256
62.2	Arbeiten mit Zielkonstruktionen	1257
62.2.1	Beispiel: Eine Zielkonstruktion fitten	1258
62.3	Ein Anpassfall aus der Praxis	1261
62.3.1	Die Ausgangssituation	1261
62.3.2	Anpassung nach Herstellervorgaben	1263
62.3.3	Situation nach der Feinanpassung	1265
62.3.4	Zusammenfassung	1267
62.3.5	Einsatz des ANL-Tests zur Bestimmung der anfänglichen Hörgeräteverstärkung	1268
62.3.6	Einsatz des ANL-Tests zur Demonstration der Störgeräuschunterdrückung	1268
62.4	Schallleitungsschwerhörigkeit	1270
62.4.1	Situation eines Schallleitungsschwerhörigen	1270
62.4.2	Konsequenzen für die Hörgeräteanpassung	1270

62.5	Kombinierte Schwerhörigkeit	1270
62.6	„Der böse Mann“	1271
62.6.1	Das mürrische und griesgrämige Kundenverhalten	1271
62.6.2	Die Überraschung	1271
62.	Anpassfälle, die nur sehr selten erfolgreich sind	1272
62.7.1	Geringer Hörverlust	1272
62.7.2	Hörgeräte auf Wunsch der Angehörigen	1272

KAPITEL 63**ANPASSFÄLLE MIT MEDIZINISCHEN BESONDERHEITEN****G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN**

63.	Anpassfälle mit medizinischen Besonderheiten	1274
63.1	Einseitige Taubheit: Beispiele zur (Bi)(CROS)-Versorgung	1274
63.1.1	Ursachen einer einseitigen Taubheit	1274
63.1.2	Folgen einer einseitigen Taubheit	1274
63.1.3	Welche Versorgungsmöglichkeiten bieten sich an?	1275
63.2	Großer Unterschied zwischen rechtem und linkem Ohr	1277
63.3	Otosklerose	1280
63.3.1	Ursachen einer Otosklerose	1280
63.3.2	Folgen einer Otosklerose	1280
63.3.3	Versorgungsmöglichkeiten bei Otosklerose	1280
63.3.4	Anpassfall	1281
63.4	Positive Persönlichkeitsentwicklung durch gut angepasste Hörsysteme	1281
63.4.1	Reifung der Hörbahn - Hören will erlernt sein	1282
63.4.2	Wichtige Daten des audiologischen Vorgesprächs	1282
63.4.3	Audiometrische Untersuchungen	1283
63.4.4	Anpassung neuer Hörgeräte	1284
63.4.5	Situation nach mehrmonatiger Tragezeit	1284
63.4.6	Psychologische Auswirkung	1286
63.5	Anpassung nach Missbildungen z. B. durch Contergan oder Unfällen	1286
63.5.1	Nebenwirkungen von Contergan	1286
63.5.2	Probleme und Möglichkeiten bei der Hörgeräteanpassung	1287

KAPITEL 64**PROGRAMME FÜR BESONDERE HÖRSITUATIONEN****G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN**

64.	Programme für besondere Hörsituationen	1290
64.1	Notwendigkeit der Einstellung für spezielle Programme	1290
64.2	Das Musikprogramm	1290
64.3	Bedürfnisse älterer Menschen	1292
64.4	Das Telefonprogramm	1292
64.4.1	Bandbreite des Telefongesprächs	1293
64.4.2	Aktivierung eines Telefonprogramms mithilfe eines Magneten	1293
64.4.3	Die T-Spule	1293
64.4.4	Anforderungen an die Einstellungen des Hörsystems	1293
64.5	Das Programm für Radio und Fernsehen	1294
64.5.1	Technische Möglichkeiten für Radio- und Fernsehgenuss	1294
64.5.2	Einstellungen für ein Radio- und Fernsehprogramm	1295
64.6	Programme für das Hören im Störschall	1295
64.6.1	Einstellungen des Hörsystems	1295
64.7	Programme für den Büroarbeitsplatz	1297

64.8	Programm für Freizeit und Hobby im Freien	1297
64.9	Diverse Spezialfälle	1297

KAPITEL 65	OTOPLASTIK PRAXIS	G – ANPASSVERFAHREN UND -METHODEN
-------------------	--------------------------	--

65.	Otoplastik Praxis	1300
65.1	Wahl der Gerätebauform	1300
65.1.1	Die vom Kunden gewünschte Gerätebauform	1300
65.1.2	Anatomische Strukturen - worauf sollte man achten?	1300
65.1.3	Einfluss des Hörverlusts auf die Otoplastik	1301
65.1.4	Anforderungen an die Ohrabformung	1301
65.2	Wahl der Otoplastikform	1301
65.3	Bearbeitung der Ohrabformung durch den Hörakustiker	1303
65.3.1	Zapfenlänge bearbeiten	1303
65.3.2	Einsetzbarkeit sichern	1304
65.4	Professionelle Anbindung einer Otoplastik für Slimtubegeräte	1305

H

Zubehör, Fehlersuche, Reparaturen



KAPITEL 66	ZUBEHÖR, LÄRM- UND SCHALLSCHUTZ	H – ZUBEHÖR, FEHLERSUCHE, REPARATUREN
-------------------	--	--

66.	Zubehör, Lärm- und Schallschutz	1310
66.1	Zubehör	1310
66.1.1	Eigenständiges Zubehör	1310
66.1.2	Infrarot - drahtlose Tonübertragung	1313
66.1.3	Zubehör als Ergänzung der Hörsysteme	1314
66.1.4	Akkusysteme	1315
66.1.5	Ringschleifen-Verstärker	1315
66.2	Lärm- und Schallschutz	1315
66.2.1	Lärm und seine Bedeutung	1316
66.2.2	Schall und seine Auswirkung auf den Körper	1318
66.2.3	Durch Lärm verursachte Hörschäden	1319
66.2.4	Persönliche Schallschutzausrüstung (PSA)	1319
66.2.5	Passender Schutz für den speziellen Lärm	1321
66.2.6	Gehörschutzstöpsel	1321
66.2.7	Kapselgehörschützer, Schallschutzhelme, Schutzanzüge	1324
66.2.8	Schwimmschutz	1324
66.3	Musik	1325

KAPITEL 67	FEHLERSUCHE IN HÖRSYSTEMEN	H – ZUBEHÖR, FEHLERSUCHE, REPARATUREN
-------------------	-----------------------------------	--

67.	Fehlersuche in Hörsystemen	1328
67.1	Häufigste Fehler in Hörsystemen	1328
67.2	Messen von Bauteilen oder Baugruppen	1329
67.2.1	Spannungsmessung	1332
67.2.2	Messung der Stromaufnahme des Gerätes	1332
67.2.3	Widerstandsmessung	1332
67.2.4	Diodenmessung	1333

67.2.5	Transistormessung mit dem Diodenmessbereich des digitalen Multimeters	1334
67.2.6	Überprüfung von Kondensatoren mit dem digitalen Ohmmeter	1334
67.2.7	Ablauf der Messungen	1335
67.3	Fehlersuche	1335
67.3.1	Unterbrechungen	1336
67.3.2	Kurzschlüsse	1337
67.3.3	Kurzschlüsse von Kondensatoren	1338
67.3.4	Fehler in Potis, Schalter defekt	1339
67.3.5	Allgemeine Fehlersuche	1339
67.4	Reale Baugruppen und ihre Abweichungen von idealen Zielen	1340
67.4.1	Fehler und Abweichungen, die durch Mikrofone verursacht werden	1340
67.4.2	Fehler und Abweichungen, die durch Verstärker verursacht werden	1341
67.4.3	Resonanzen im Frequenzgang eines Hörsystems und ihre Ursachen	1341
67.4.4	Weitere Fehlermöglichkeiten	1341

KAPITEL 68**REPARATUREN****H – ZUBEHÖR, FEHLERSUCHE, REPARATUREN**

68.	Reparaturen	1344
68.1	Auswechseln von Bauteilen an Hörsystemen	1344
68.1.1	Lagerung eines IdO-Hörers	1348
68.1.2	Auswechseln eines Schallschlauchs	1349
68.2	Nacharbeiten der Otoplastik	1352
68.3	Reparaturen an Zubehörteilen	1352

KAPITEL 69**SACHVERSTÄNDIGENGUTACHTEN****H – ZUBEHÖR, FEHLERSUCHE, REPARATUREN**

69.	Sachverständigengutachten	1354
69.1	Der Werklieferungsvertrag	1354
69.2	Mängel und Mängelrüge	1354
69.2.1	Wesentliche und unwesentliche Mängel bei Werklieferungsverträgen	1354
69.2.2	Über welchen Zeitraum darf der Kunde reklamieren?	1355
69.3	Rechtsstreit	1355
69.4	Der Sachverständige	1356
69.4.1	Begriff „Sachverständiger“	1356
69.4.2	Einsatz des Sachverständigen	1356
69.4.3	Der öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige	1356
69.5	Sachverständiger für Hörakustik	1357
69.5.1	Mitwirkung der Bundesinnung	1357
69.5.2	Tätigkeitsfelder der Gutachter für Hörakustik	1357
69.5.3	Art und Form der Gutachten	1357
69.5.4	Der Ortstermin	1358

ANHANG**LITERATUR, STICHWORTVERZEICHNIS, DANKSAGUNG, DIE AUTOREN**

L	Literatur	1359
S	Stichwortverzeichnis	1363
D	Danksagung	1387
A	Die Autoren	1388

www.acousticon.de

Am Puls der Hörakustik.

**Mehr als drei Jahrzehnte Erfahrung
und ungebremste Innovationsfreude.**

Kompliziertes einfach machen. Komplexe Sachverhalte auf den Punkt bringen. Und zudem das vorhandene Know-how in optimaler Transparenz zur Verfügung stellen. So gehen wir bei Acousticon seit nunmehr über drei Jahrzehnten Tagtäglich für unsere Kunden ans Werk. Mit großer Liebe zum Beruf und zur Hörakustikbranche. Und mit einem hohen Anspruch an uns selbst, unsere Produkte und die Ergebnisse, die Sie am Ende durch unsere Leistungen erzielen können.

Durch die enge Zusammenarbeit mit Lehrinstituten, Forschungseinrichtungen und hochkarätigen Experten aus allen Bereichen der Branche sind wir der Zeit gerne auch mal einen Schritt voraus. Sei es als Perzentilspezialist der ersten Stunde. Als Entwickler einzigartiger Anpassverfahren wie TruTarget, AccuFit oder LPFit. Oder als Anbieter hochfunktionalen audiologischen Equipments. Bei allem was wir tun, bleiben wir hautnah am Bedarf und den Bedürfnissen unserer Kunden. Auf diese Weise entwickeln wir ebenso praxisorientierte wie wirtschaftliche Produkte und de facto – immer wieder auch zukunftsweisende Lösungen für Sie.

Acousticon. Ihr Partner mit Weitblick.



Acousticon Hörsysteme GmbH
Hirschbachstraße 48
D-64354 Reinheim
Telefon +49(0)61 62/93 24-0
Telefax +49(0)61 62/93 24-49
info@acousticon.de

acousticon



Hörakustik 3.0 – Das Standardwerk in der Hörakustik

Über 1.400 Seiten fundiertes Hörakustik-Wissen mit vielen Hilfen für Lehrlinge und Meisterschüler. 69 Kapitel mit allen relevanten Themen der Hörakustik. Mehr als 2.500 Abbildungen und Tabellen.

Das Standardwerk für alle Hörakustiker – vom Lehrling bis zum Meisterschüler und Hörakustik-Meister. Eine umfassende Wissensquelle für Studenten der Hörakustik, Audiologen und Ingenieure im Bereich der Akustik. Dieses Fachbuch gehört in seiner neuesten Fassung in jeden Hörakustik-Betrieb.

Hörakustik 3.0 – komplett überarbeitet und auf aktuellem technischen Stand. Die neu integrierten Inhalte greifen die heutigen Herausforderungen der Hörakustik auf, unterstützen den Lernprozess nachhaltig und bringen Hörakustiker auf den aktuellen Wissensstand.

NEU: Moderne kundenorientierte Anpassmethoden in der Hörakustik und praxisorientierte Anpassbeispiele

NEU: Operationslehre – Ohroperationen verstehen und nachvollziehen

NEU: Mehr anatomische Abbildungen zum besseren Verständnis des Hörorgans und seines komplexen Aufbaus

NEU: Hörsystem-Anpassung bei Kindern

