

Vorwort 2. Auflage.....	XXXVII
Vorwort 1. Auflage	XXXVIII

PROLOG I	DER ROTE FADEN	
P1	Der rote Faden	1

PROLOG II	HISTORISCHE ENTWICKLUNGEN	
P2	Historische Entwicklungen	7

KAPITEL 1	ALLGEMEINE ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE	A – Medizin
1.	Allgemeine Anatomie und Physiologie.....	15
1.1	Grundbegriffe	16
1.2	Zelle	16
1.3.	Zellverbände	19
1.3.1	Epithelgewebe.....	20
1.3.2	Binde- und Stützgewebe	20
1.3.3	Muskelgewebe	22
1.3.4	Nervengewebe	23
1.4.	Organe	24
1.5	Organsysteme	24

KAPITEL 2	ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES OHRES	A – Medizin
2.	Anatomie und Physiologie des Ohres.....	25
2.1	Gliederung des Hörorgans	26
2.2	Anatomie und Physiologie des Ohres.....	27
2.2.1	Lage des Hörorgans im Felsenbein	28
2.2.2	Pränatale Entwicklung	29
2.3	Äußeres Ohr (Auris externa)	30
2.3.1	Ohrmuschel (Auricula).....	30
2.3.2	Äußerer Gehörgang (Meatus acusticus externus)	31

2.4	Mittelohr (Auris media).....	36
2.4.1	Trommelfell und Paukenraum	36
2.4.2	Gehörknöchelchenkette und Binnenohrmuskeln	39
2.5	Innenohr (Auris interna)	43
2.5.1	Anatomie des Innenohres	43
2.5.2	Knöchernes Labyrinth	43
2.5.3	Schnecke (Cochlea)	44
2.5.4	Corti-Organ	47
2.5.4.1	Schallanalyse durch die Schnecke	48
2.6	Hörbahn	59
2.7	Gleichgewichtsorgan.....	64
2.7.1	Maculaorgane.....	64
2.7.2	Bogengangsorgane (Cupulaorgane)	65
2.7.3	Funktion des Gleichgewichtsorgans.....	66
KAPITEL 3	MEDIZINISCHE TERMINOLOGIE	A – Medizin
3.	Medizinische Terminologie	67
3.1	Allergien.....	69
3.1	Allergietypen	71
3.2	Entzündungen	73
3.3	Diabetes mellitus	74
KAPITEL 4	PATHOLOGIE DES HÖRORGANS	A – Medizin
4.	Pathologie des Hörorgans.....	77
4.1	Erkrankungen des äußeren Ohres.....	78
4.1.1	Verletzungen und nicht entzündliche Erkrankungen des äußeren Ohres.....	78
4.1.2	Erkrankungen des äußeren Gehörgangs	82
4.1.3	Entzündliche Veränderungen der Ohrmuschel und des Gehörgangs	85
4.1.4	Tumoren	90
4.2	Erkrankungen des Mittelohres	91
4.2.1	Tubenfunktionsstörungen	92
4.2.2	Entzündungen	95
4.2.3	Verletzungen	100
4.2.4	Fazialispareesen.....	101
4.2.5	Otosklerose	102
4.2.6	Tumoren	103
4.3	Erkrankungen des Innenohres.....	104
4.3.1	Erbte und erworbene Hörstörungen	104
4.3.2	Entzündliche Erkrankungen des Innenohres	106
4.3.3	Schädigung des Innenohres durch Unfälle und Noxen	106
4.3.4	Toxische Innenohrschädigung	107
4.3.5	Schädigung des Innenohres durch Lärm	107

4.3.6	Innenohrschwerhörigkeit unbekannter Genese.....	110
4.3.7	Retrocochleäre Tumoren.....	116
4.4	Erkrankungen des Gleichgewichtsorgans.....	117
KAPITEL 5	HÖRSTÖRUNGENS	A – Medizin
5.	Hörstörungen.....	119
5.1	Schallleitungsschwerhörigkeit (SLS).....	121
5.1.1	Versteifungstyp.....	123
5.1.2	Dämpfungstyp.....	124
5.1.3	Überlagerungstyp.....	125
5.2	Schallempfindungsschwerhörigkeit (SES).....	126
5.2.1	Innenohrschwerhörigkeit (ISS).....	127
5.2.1.1	Hochtonverlust.....	128
5.2.1.2	Mitteltonverlust.....	129
5.2.1.3	Tieftonverlust.....	129
5.2.2	Neurale Schwerhörigkeit.....	130
5.2.3	Einseitige Taubheit bzw. stark unterschiedliche Hörverluste.....	131
5.2.4	Kombinierte Innenohr-Schwerhörigkeit.....	132
5.3	Schallwahrnehmungs-Schwerhörigkeit.....	132
5.4	Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen.....	133
5.5	Psychogene Hörstörungen.....	133
5.6	Beispiele für häufig vorkommende Hörverluste.....	134
KAPITEL 6	NEUROPHYSIOLOGIE	A – Medizin
6.	Neurophysiologie.....	137
6.1	Einführung.....	138
6.2	Grundbaustein: Nervenzelle.....	139
6.3	Gliederung des Nervensystems.....	143
6.4	Netzwerkstruktur des Gehirns.....	147
6.4.1	Gehirnregionen.....	147
6.4.2	Alles-oder-Nichts-Gesetz.....	147
6.4.3	Zuordnung auf der Netzhaut.....	148
6.4.4	Parallele Signalverarbeitung im Gehirn.....	149
6.5	Lernen und Vergessen: Neuroplastizität.....	150
6.5.1	Akustische Deprivation und Akklimatisierung.....	151
6.6	Zentral-auditive Verarbeitung.....	151
6.7	Binaurales und räumliches Hören.....	153
6.7.1	Hörereignisse und ihre Lage im Raum.....	153

6.7.2	Räumliches Hören.....	154
6.7.3	Laufzeitdifferenzen.....	155
6.7.4	Intensitätsunterschiede.....	157
6.7.5	Formen des räumlichen Hörens.....	158
6.7.6	Lokalisation und Lateralisation.....	158
6.7.7	Entfernungswahrnehmung.....	159
6.7.8	Echoorientierung.....	160
6.7.9	Beispiel für eine Hörilluision.....	160
6.7.10	Signallaufzeiten und Verzögerung.....	161
6.7.11	Cocktailparty-Effekt.....	161
6.7.12	Richtungsbestimmende Bänder nach J.Blauert.....	162
KAPITEL 7	REIZ UND EMPFINDUNG: PSYCHOAKUSTIK	A – Medizin
7.	Reiz und Empfindung: Psychoakustik.....	163
7.1	Hörschwelle und Hörfläche.....	168
7.2	Lautstärkepegel: Das Phon.....	169
7.3	Lautheit.....	170
7.4	Verdeckung.....	172
7.4.1	Verdeckung durch breitbandige Signalquellen.....	172
7.4.2	Verdeckung durch einzelne Töne.....	173
7.4.3	Verdeckung durch Bandrauschen.....	174
7.4.4	Verdeckung durch gleichmäßig verdeckendes Rauschen.....	174
7.4.5	Simultanverdeckung.....	175
7.4.6	Anwendungen der Verdeckung.....	176
7.5	Wahrnehmung der Tonhöhe.....	177
7.5.1	Wahrnehmung von Frequenzänderungen.....	177
7.5.2	Verhältnistönhöhe (subjektive Tonhöhe).....	179
7.5.3	Einflussfaktoren auf die wahrgenommene Tonhöhe.....	179
7.5.4	Barkskala.....	180
7.5.5	Nachton.....	184
7.6	Synthetische und analytische Wahrnehmung.....	184
7.6.1	Virtuelle Tonhöhe.....	184
7.7	Wichtige Größen der Hörempfindung.....	186
7.8	Sprachverstehen in Räumen (von Olaf Tech).....	189
7.8.1	Hören und Verstehen.....	189
7.8.2	Definition der Sprachverständlichkeit.....	189
7.8.3	Wovon hängt die Sprachverständlichkeit ab?.....	190
7.8.4	Ermittlung der Sprachverständlichkeit.....	194
7.8.5	Anforderungen an Räume für Menschen mit Hörminderung.....	195
7.8.6	Schwerhörigenanlagen.....	195
7.8.7	Begriffe.....	196

7.9	Die Wahrnehmungsorganisation	198
7.10	Einige psychoakustische Phänomene des pathologischen Gehörs	199
KAPITEL 8	GRUNDLAGEN DER AUDIOMETRIE	A – Medizin
8.	Grundlagen der Audiometrie	201
8.1	Technische Voraussetzungen	202
8.2	Einteilung der Messverfahren.....	203
8.3	Stimmgabelversuche	204
8.3.1	Der Weber-Versuch.....	204
8.3.2	Der Rinne-Versuch	206
8.4	Hörweitenprüfung (Sprachabstandsprüfung)	208
KAPITEL 9	TONAUDIOMETRIE	A – Medizin
9.	Tonaudiometrie	211
9.1	Audiometer.....	212
9.1.1	Signalarten der Audiometrie	215
9.2	Messverfahren der Tonaudiometrie	215
9.2.1	Hörschwelle (HS).....	215
9.2.2	Unbehaglichkeitsschwelle (US/UCL)	216
9.2.3	Pegel angenehmer Lautheit (MCL).....	217
9.2.4	Messformular	217
9.3	Praktische Durchführung der Tonaudiometrie	218
9.3.1	Durchführung der Hörschwellenmessung	219
9.3.2	Übergangsdämpfung (Überhören).....	222
9.3.3	Vertäuben in der Tonaudiometrie.....	223
9.3.4	Fehler bei der Tonaudiometrie	227
9.4	Auswertung der Messergebnisse	228
9.4.1	Schallleitungsschwerhörigkeit (SLS, SL-SH)	229
9.4.2	Schallempfindungsschwerhörigkeit (SES, SE-SH)	230
9.4.3	Kombinierte Schwerhörigkeit.....	232
9.4.4	Systematische Auswertung von Audiogrammen.....	233
9.5	Automatische Audiometrie nach von Békésy	233
9.6	Geräuschaudiometrie nach Langenbeck.....	234
KAPITEL 10	SPRACHAUDIOMETRIE	A – Medizin
10.	Sprachaudiometrie	235
10.1	Sprachtests im deutschen Sprachraum.....	236

10.1.1	Freiburger Sprachverständlichkeitstest	237
10.1.1.1	Zahlenverstehen (Mehrsilber)	237
10.1.1.2	Einsilberverstehen (Wörter)	238
10.1.2	Satztests	239
10.2	Durchführung des Freiburger Sprachverständlichkeitstests	243
10.2.1	Hörverlustmessung	246
10.2.2	Messung der Unbehaglichkeitsschwelle	248
10.2.3	Messung der Einsilberverständlichkeit	248
10.2.4	Vertäubung in der Sprachaudiometrie	249
10.2.5	Kurvenverläufe für Einsilberverstehen	251
10.3	Auswertung der Messergebnisse	253
10.3.1	Schalleitungsschwerhörigkeit	254
10.3.2	Schallempfindungsschwerhörigkeit	254
10.3.3	Einfluss auf das Sprachverstehen bei der Sprachaudiometrie	258

KAPITEL 11**ÜBERSCHWELIGE MESSVERFAHREN**

A – Medizin

11.	Überschwellige Messverfahren	261
11.1	Hörflächenskalierung	262
11.1.1	Oldenburger Hörflächenskalierung	263
11.1.2	Messdiagramm	264
11.2	Recruitmenttests	267
11.2.1	SISI-Test	267
11.2.2	Lüscher-Test	268
11.2.3	Fowler-Test	268
11.3	Weitere überschwellige Testverfahren	270
11.3.1	Carhart-Test	270
11.3.2	Tests zur Aufdeckung nicht organischer Hörstörungen	271
11.3.3	Lombard-Leseversuch	272
11.3.4	Langenbeck-Überhörversuch	272
11.3.5	Lee-Effekt	272
11.3.6	Stenger-Versuch	273
11.3.7	Just-follow-conversation-Test	274
11.3.8	Acceptable-Noise-Level-Test	274

KAPITEL 12**(SEMI-) OBJEKTIVE AUDIOMETRIE**

A – Medizin

12.	(Semi-)objektive Audiometrie	275
12.1	Impedanzmessungen	276
12.1.1	Prinzip der Impedanzmessungen	277
12.1.2	Tympanometrie	278
12.1.3	Stapediusreflexmessung	280
12.1.4	Gerätevarianten	284
12.2	Otoakustische Emissionen (OAE)	284
12.2.1	Spontane otoakustische Emissionen (SOAE)	285
12.2.2	Transistorisch evozierte otoakustische Emissionen (TEOAE)	286

12.2.3	Distorsionsprodukte (DPOAE).....	286
12.3	Elektrische Reaktionsaudiometrie (ERA).....	289
12.3.1	Grundlagen der ERA.....	289
12.3.2	Elektrocochleografie (ECochG).....	291
12.3.3	BERA.....	292
12.3.4	Mittlere akustisch evozierte Potenziale (MAEP).....	294
12.3.5	Späte akustisch evozierte Potenziale (SAEP): CERA.....	294
12.3.6	Sehr späte akustisch evozierte Potenziale (SSAEP).....	296
KAPITEL 13	KINDERAUDIOMETRIE (PÄDAUDIOMETRIE)	A – Medizin
13.	Kinderaudiometrie (Pädaudiometrie) und Tests für das zentrale Sprachverstehen.....	297
13.1	Kinderaudiometrie (Pädaudiometrie) (von Annette Limberger).....	298
13.1.1	Neugeborenen-Hörscreening	299
13.1.2	Subjektive Hörprüfung bei Kindern	299
13.1.2.1	Visuell konditionierte Audiometrie.....	300
13.1.2.2	Spielaudiometrie	302
13.1.2.3	Kindersprachaudiometrie	302
13.1.3	Objektive Hörprüfung bei Kindern	303
13.2	Tests für das zentrale Sprachverstehen	305
KAPITEL 14	PHYSIK	B – Naturwissenschaftliche Grundlagen
14.	Physik.....	311
14.1	Modelle und Größen in der Physik	312
14.1.1	Modellvorstellung in der Physik	313
14.1.2	Die physikalische Größe	313
14.1.3	Das SI-Einheitensystem.....	314
14.2	Grundgrößen der Mechanik	315
14.2.1	Der Körper	315
14.2.2	Kraft, Masse und Gewicht.....	315
14.2.3	Arbeit, Energie und Leistung.....	317
14.2.4	Bewegte Körper.....	318
KAPITEL 15	MECHANISCHE SCHWINGUNGEN UND WELLEN	B – Naturwissenschaftliche Grundlagen
15.	Mechanische Schwingungen und Wellen	319
15.1	Schwingungen	320
15.1.1	Die harmonische Schwingung	321
15.1.2	Gedämpfte Schwingungssysteme	322
15.1.3	Erzwungene Schwingungen	323

15.1.4	Gekoppelte Schwingungssysteme	324
15.2	Wellen	325
15.2.1	Mechanische Wellen.....	325
15.2.2	Grundlegende Eigenschaften der Wellen	327
KAPITEL 16	AKUSTIK	B – Naturwissenschaftliche Grundlagen
16.	Akustik	331
16.1	Schall	334
16.1.1	Luftschall	334
16.1.2	Flüssigkeitsschall	334
16.1.3	Körperschall	334
16.2	Wellenformen und Schallfelder	334
16.3	Schallfeldgrößen.....	337
16.4	Schallquellen.....	351
16.4.1	Schwingende Saiten	352
16.4.2	Schwingende Stäbe	352
16.4.3	Schwingende Membranen	353
16.4.4	Schwingende Luftsäulen, Pfeifen	354
16.4.5	Elektrische Schallquellen	355
16.4.6	Thermische Schallquellen	356
16.4.7	Phantomschallquellen (virtuelle Schallquellen).....	357
16.5	Sprache.....	360
16.5.1	Anatomie des Sprachtrakts	360
16.5.2	Spracherzeugung.....	361
16.5.3	Die schematische Darstellung des Artikulationstrakts	362
16.5.4	Der Laut (Phonem)	363
16.5.5	Stimmhafte und stimmlose Sprachlaute	366
16.5.6	Stimmlippen und Sprachlaute	367
16.5.7	Künstliche Spracherzeugung	375
16.5.8	Sprachenegrie und der Artikulationsindex.....	375
16.6	Darstellungsarten von Schall	377
16.6.1	Zeitliche Darstellung des Signalverlaufs.....	377
16.6.2	Darstellung des Signalverlaufs im Frequenzbereich.....	377
16.6.3	Sonogramm (Sonagramm)	379
16.7	Akustische Signale	382
16.7.1	Sinuston (Reinton)	382
16.7.2	Weitere periodische Signale und ihre Spektren	384
16.7.3	Modulierte Signale	384
16.7.4	Akustische Rauschsignale.....	386
16.8	Bewegte Schallquellen	390
16.8.1	Doppler-Effekt	390

16.8.2	Machsche Zahl	391
16.9	Schall in akustischen Leitungen und Räumen, Raumakustik	392
16.9.1	Arten der Schallabstrahlung	392
16.9.2	Schallleitung in Rohren	393
16.9.3	Orgelpfeifen und der Exponentialtrichter	399
16.9.4	Kundtsches Rohr	400
16.9.5	Der Helmholtz-Resonator	401
16.10	Schallausbreitung in einem Raum	402
16.10.1	Schallreflexion	402
16.10.2	Schallbrechung	403
16.10.3	Schallabsorption (Schalldämpfung).....	403
16.10.4	Schalldämmung	404
16.10.5	Schallbeugung	405
16.10.6	Hall und Nachhall	406
16.10.7	Schallfelder im Raum.....	407
16.11	Schallschutzmaßnahmen an Gebäuden, Maschinen und Verkehrswegen	409
KAPITEL 17	AUFBAU DER MATERIE UND ELEKTRISCHE LADUNG	B – Naturwissenschaftliche Grundlagen
17.	Aufbau der Materie und Elektrische Ladung.....	414
17.1	Ein einfaches Atommodell	415
17.2	Statische Elektrizität.....	416
17.2.1	Kräfte zwischen den Ladungen: Elektrische Feldstärke	416
17.2.2	Der Faraday-Käfig.....	417
17.2.3	Empfindlichkeit elektronischer Bauteile gegen Elektrostatische Felder	417
17.3	Ladungstrennung: Elektrische Spannung	418
17.3.1	Potenzial	419
17.4	Bewegte elektrische Ladungen: Elektrischer Strom	419
17.4.1	Wirkungen des Elektrischen Stroms	420
17.4.2	Messung des Elektrischen Stroms	421
17.5	Redoxreaktionen	421
17.5.1	Oxidation und Reduktion	422
17.5.2	Die Spannungsreihe der Elemente	422
17.6	Die Batterie: Gleichspannung	423
17.6.1	Batterien und Akkus.....	423
17.6.2	Selbstentladung.....	429
17.6.3	Umgang mit Batterien und Akkus.....	429
17.6.4	Begriffe und Normen	430
17.7	Stoffzerlegung durch den Elektrischen Strom: Galvanisation	432
17.7.1	Allgemeine Anwendungen.....	432
17.7.2	Galvanische Verfahren in der Hörakustik	431

17.8	Der Elektrische Stromkreis	432
17.8.1	Leiter, Halbleiter, Nichtleiter	432
17.8.2	Widerstand, Leitwert und spezifischer Widerstand	432
17.8.3	Der Ohmsche Widerstand	435
17.9	Das Ohmsche Gesetz	437
17.9.1	Bestandteile eines Stromkreises	438
17.9.2	Zählpfeilsysteme eines Stromkreises	439
17.10	Kirchhoffsche Regeln	439
17.10.1	Die erste Kirchhoffsche Regel: Knotenpunktregel.....	440
17.10.2	Die zweite Kirchhoffsche Regel: Maschenregel.....	440
17.11	Die Elektrische Leistung	442
KAPITEL 18	GRUNDSCHALTUNGEN UND ENERGIEQUELLEN	B – Naturwissenschaftliche Grundlagen
18.	Grundsaltungen und Energiequellen der Elektronik	443
18.1	Grundsaltungen	444
18.1.1	Reihenschaltung	444
18.1.2	Parallelschaltung	446
18.1.3	Gemischte Schaltungen	448
18.1.4	Schaltzeichen und Schaltungsunterlagen	448
18.2	Spannungsteiler	450
18.2.1	Unbelasteter Spannungsteiler	450
18.2.2	Belasteter Spannungsteiler	451
18.2.3	Potentiometer.....	452
18.2.4	Anwendungen in der Hörakustik	453
18.3	Wechselspannung	454
18.3.1	Kenngößen einer Wechselspannung	455
18.3.2	Sinusförmige Wechselspannung	457
18.3.3	Nicht sinusförmige Wechselspannung	457
18.3.4	Zeigerdiagramme	458
18.4	Gleichspannung	459
18.4.1	Lineare Netzteile	459
18.4.2	Schaltnetzteile	460
18.5	Spannungsquellen	460
18.5.1	Reale Spannungsquellen	460
18.5.2	Reale Stromquellen	460
18.6	Signal- und Spannungsquellen	461
KAPITEL 19	PASSIVE BAUTEILE: KONDENSATOR UND SPULE	B – Naturwissenschaftliche Grundlagen
19.	Passive Bauteile: Kondensator und Spule	468
19.1	Kondensator	464

19.1.1	Elektrische Influenz und dielektrische Polarisation	465
19.1.2	Das Gleichspannungsverhalten des Kondensators	466
19.1.3	Parallelschaltung von Kondensatoren	466
19.1.4	Reihenschaltung von Kondensatoren	467
19.1.5	Wechselspannungsverhalten eines Kondensators.....	467
19.1.6	Bauformen von Kondensatoren	468
19.1.7	Messen von Kapazitäten	471
19.2	Anwendungen des Kondensators	471
19.2.1	Spannungsglättung	471
19.2.2	RC-Filterschaltungen	472
19.2.3	Koppelkondensatoren	472
19.2.4	Braunsche Röhre	473
19.2.5	Elektrostatisches Mikrofon	473
19.3	Magnetismus	474
19.3.1	Elektromagnetismus.....	474
19.3.2	Wichtige magnetische Größen	475
19.3.3	Ohmsches Gesetz des magnetischen Kreises.....	478
19.3.4	Magnetische Eigenschaften von Stoffen.....	478
19.3.5	Induktion, Selbstinduktion, Lenzsche Regel	480
19.4	Spule.....	482
19.4.1	Spule im Gleichstromkreis.....	482
19.4.2	Reihen- und Parallelschaltung von Spulen.....	482
19.4.3	Spule im Wechselstromkreis.....	483
19.4.4	Messung von Induktivitäten	483
19.5	Einige Anwendungen von Spulen	483
19.5.1	Elektromagnet.....	484
19.5.2	Drehspulmesswerk.....	484
19.5.3	Elektrodynamisches Mikrofon	484
19.5.4	Telefonspule.....	485
19.5.5	Transformator	485
19.6	Elektrische Schwingkreise	486
19.7	Gegenüberstellung passiver Bauteile.....	488
KAPITEL 20	MESS- UND PRÜFGERÄTE DER ELEKTRONIK	B – Naturwissenschaftliche Grundlagen
20.	Mess- und Prüfgeräte der Elektrotechnik	491
20.1	Messvorgang.....	492
20.2	Multimeter.....	495
20.3	Oszilloskop.....	499
20.4	Weitere elektrische Messgeräte.....	503

KAPITEL 21	CHEMIE	B – Naturwissenschaftliche Grundlagen
21.	Chemie	504
21.1	Aufbau der Stoffe.....	507
21.1.1	Aufbau der Materie.....	507
21.2	Chemische Bindungen.....	508
21.2.1	Primärbindungen, Hauptvalenzbindungen	509
21.2.2	Sekundärbindungen, Nebervalenzbindungen.....	512
21.2.3	Chemische Reaktionen, Energie und Massenverhältnisse.....	513
21.3	Organische Chemie.....	517
21.3.1	Eigenschaften des Kohlenstoffs.....	518
21.3.2	Einige Kohlenwasserstoffe und deren Derivate	519
21.4	Kunststoffe.....	522
21.4.1	Allgemeine Eigenschaften der Kunststoffe	523
21.4.2	Einteilung der Kunststoffe	524
21.5	Polymerchemie	529
21.5.1	Polykondensation	530
21.5.2	Polyaddition.....	531
KAPITEL 22	WERKSTOFFKUNDE	B – Naturwissenschaftliche Grundlagen
22.	Werkstoffkunde.....	533
22.1	Werkstoffe	534
22.1.1	Metalle	534
22.1.2	Kunststoffe.....	535
22.2	Werkstoffe der Hörakustik.....	537
22.2.1	Werkstoffe für die Ohrabformung	537
22.2.2	Werkstoffe für die Negativ-Form	541
22.2.3	Werkstoffe den Otoplastikrohling	544
22.3	Hilfsstoffe der Hörakustik	549
22.3.1	Klebstoffe.....	550
22.3.2	Schleif- und Poliermittel.....	551
22.3.3	Lösungsmittel.....	551
22.4	Bearbeitung von Werkstoffen	552
22.4.1	Urformen.....	552
22.4.2	Umformen.....	552
22.4.3	Trennen	553
22.4.4	Fügen.....	554
22.4.5	Beschichten	560
22.4.6	Stoffeigenschaften ändern	562

KAPITEL 23	ELEKTRONISCHE HALBLEITERBAUTEILE	C – Technische Grundlagen
23.	Elektronische Halbleiterbauteile	565
23.1	Halbleiterwerkstoffe	566
23.1.1	Eigenleitfähigkeit der Halbleiterwerkstoffe.....	568
23.1.2	Dotieren von Halbleitern	569
23.2	Kombinationen von P- und N-Leitern	570
23.2.1	Der PN-Übergang - die Halbleiterdiode	570
23.3	Halbleiterdiode.....	573
23.3.1	Ausführungen von Dioden	573
23.3.2	Einige Anwendungen der Halbleiterdiode	574
23.4	Transistoren.....	582
23.4.1	Bipolare Transistoren.....	582
23.4.2	Kennlinienfelder des bipolaren Transistors.....	585
23.4.3	Einstellung des Arbeitspunktes	587
23.4.4	Erzeugung der Basisvorspannung	590
23.5	Transistorgrundschaltungen	591
23.6	Unipolare Transistoren (Feldeffekttransistoren).....	595
23.7	Integrierte Schaltkreise	597
23.7.1	Integrationsgrade bei ICs	599
23.7.2	Bauformen von ICs	599
23.7.3	Anwendungsgebiete integrierter Schaltungen.....	600
23.7.4	Bauteilträger und Kühlung von Halbleiterbauteilen	600
KAPITEL 24	VERSTÄRKERSCHALTUNGEN	C – Technische Grundlagen
24.	Verstärkerschaltungen	603
24.1	Gleichspannungsverstärker und Darlingtonschaltung.....	605
24.2	Wechselspannungsverstärker	606
24.2.1	NF-Verstärker mit Gleichstromkopplung	609
24.3	Leistungsverstärker (Endstufen)	610
24.3.1	A-Betrieb	610
24.3.2	B-Betrieb	612
24.3.3	AB-Betrieb.....	612
24.3.4	Class-H-Verstärker.....	613
24.3.5	Class-D-Verstärker.....	613
24.4	Schaltverstärker	614

24.5	Differenzverstärker	615
24.5.1	Differenzverstärker im Differenzbetrieb	615
24.5.2	Differenzverstärker im Gleichtaktbetrieb	616
24.6	Operationsverstärker (Rechenverstärker)	617
24.6.1	Schaltungen des Operationsverstärkers mit Ohmschen Widerständen	617
24.6.2	Schaltungen des Operationsverstärkers mit frequenzabhängigen Widerständen	619
KAPITEL 25	SYSTEMTHEORIE	C – Technische Grundlagen
25	Systemtheorie	625
25.1	Begriffe	626
25.1.1	Signal	626
25.1.2	System	626
25.1.3	Linearität	627
25.2	Mathematische Methoden der Systemtheorie	633
25.2.1	Fourier-Transformation	633
25.2.2	Faltung (Convolution)	641
KAPITEL 26	ANALOGUE UND DIGITALE SIGNALVERARBEITUNG	C – Technische Grundlagen
26.	Analoge und digitale Signalverarbeitung	647
26.1	Grundlagen der analogen und digitalen Signalverarbeitung	648
26.1.1	Informationen und Mustererkennung	648
26.2	Analoge Signalverarbeitung	648
26.3	Digitale Signalverarbeitung	649
26.4	Blockschaltbilder der analogen und digitalen SV im Vergleich	651
KAPITEL 27	SCHALLWANDLER	C – Technische Grundlagen
27.	Schallwandler	653
27.1	Mikrofone	657
27.1.1	Wichtige Begriffe zum Kennzeichnen von Mikrofoneigenschaften	658
27.1.2	Membran und ihre Schwingverhalten	659
27.1.3	Druckkapsel (Schalldruckempfänger)	659
27.1.4	Druckgradientenempfänger	662
27.1.5	Direktionalität und Polardiagramm	666
27.1.6	Sonderformen von Mikrofonen	668
27.1.7	Nahbesprechung	669
27.1.8	Kammfiltereffekt	669
27.1.8	Wandlerprinzipien	670
27.1.8.1	Elektromagnetische Schallempfänger	670
27.1.8.2	Elektrodynamische Schallempfänger	671
27.1.8.3	Elektrostatische Schallempfänger	671

27.1.8.4	Kohlemikrofon.....	674
27.1.8.5	Piezoelektrisches Mikrofon.....	674
27.1.8.6	Silizium-Mikrofon.....	675
27.1.9	Überblick über die Mikrofonarten.....	675
27.2	Anwendungen der Mikrofone.....	677
27.2.1	Mikrofone in der Hörakustik.....	680
27.3	Mikrofonsysteme.....	683
27.3.1	Beamforming.....	683
27.3.2	Delay-and-Sum-Beamformer.....	685
27.3.3	Frost-Beamformer.....	686
27.3.4	Adaptive Beamformer.....	687
27.3.5	Binaurale Aspekte bei Mikrofonsystemen.....	690
27.4	Lautsprecher und Hörer.....	691
27.4.1	Lautsprecher.....	691
27.4.2	Akustischer Kurzschluss, Lautsprecherboxen.....	693
27.3.3	Hörgerätehörer.....	695
KAPITEL 28	FILTER	C – Technische Grundlagen
28.	Filter.....	699
28.1	Wichtigste Unterscheidungsmerkmale der Filter.....	701
28.1.1	Gliederung der Filter in analoge und digitale Filter.....	701
28.1.2	Amplitudenfrequenzgang.....	704
28.1.3	Phasenfrequenzgang.....	705
28.1.4	Weitere grundlegende Filtereigenschaften.....	705
28.1.5	Tiefpassfilter.....	706
28.1.6	Hochpassfilter.....	706
28.1.7	Bandpassfilter.....	706
28.1.8	Weitere frequenzselektive Filter.....	707
28.1.9	Lineare und nichtlineare Filter.....	707
28.2	Entwicklung von Filtern.....	708
KAPITEL 29	ANALOGUE UND DIGITALE FILTER	C – Technische Grundlagen
29.	Analoge und digitale Filter.....	709
29.1	Analoge Filter.....	710
29.1.1	Grundprinzip eines analogen Filters.....	710
29.1.2	Aktive analoge Filter.....	711
29.1.3	Der „ideale“ Tiefpassfilter.....	712
29.1.4	Ansätze zur Annäherung an den idealen Tiefpass.....	713
29.2	Praktische Ausführung analoger Filter.....	714
29.2.1	Analoge passive Filter.....	714
29.2.2	Analoge aktive Filter.....	719

29.3	Aufbau digitaler Filter.....	721
29.3.1	Funktionsweise digitaler Filter	722
29.3.2	Finite-Impulse-Response-Filter (FIR)	724
29.3.3	Infinite-Impulse-Response-Filter (IIR)	727
29.3.4	FFT-Filter	728
29.3.5	Adaptive Filter	729
29.4	Filterbänke	731
KAPITEL 30	REGELSCHALTUNGEN	C – Technische Grundlagen
30.	Regelschaltungen	733
30.1	Begriffe der Regelungstechnik	734
30.2	Einsatzgebiete von Regelschaltungen	735
30.3	Regelkreis.....	736
30.3.1	Sprungantwort	736
30.3.2	Regler	737
30.3.3	Reglereinsatz in der Praxis	741
30.3.4	Regelstrecken.....	743
30.3.5	Regelkreis mit P-Strecke und P-Regler	745
30.3.6	Zeitabhängigkeit der Regelung.....	746
KAPITEL 31	REGEL- UND BEGRENZUNGSSCHALTUNGEN DER HÖRAKUSTIK	C – Technische Grundlagen
31.	Regel- und Begrenzungsschaltungen der Hörakustik	749
31.1	AGC-Regelkreis	750
31.2	Automatisches Poti (Automatic-Volume-Control AVC)	755
31.3	Eingangspegelgesteuerte Regelschaltungen (AGC _p)	756
31.3.1	Wide-Dynamic-Range-Compression (WDRC = DRC = FDRC)	756
31.3.2	Bill und Till: zwei sich widersprechende Philosophien	757
31.3.3	High-Level-Compressor (HLC)	759
31.4	Begrenzerschaltungen (Limiter)	759
31.4.1	Peak-Clipping(PC)	759
31.4.2	AGC ₀	760
KAPITEL 32	AD- UND DA-WANDLER	C – Technische Grundlagen
32.	AD- und DA-Wandler	761
32.1	AD-Wandler	762
32.1.1	Sample & Hold-Schaltung (Abtast- und Halteschaltung)	763
32.1.2	Single-Slope-Wandler (Einrampenwandler)	763
32.1.3	Dual-Slope-Wandler (Zweirampenwandler)	764
32.1.4	Tracking-Wandler (Nachlaufverfahren).....	764

32.1.5	Sukzessive-Approximations-Wandler (Wägeverfahren)	764
32.1.6	Flash-Wandler, die direkte Methode (Parallel-Verfahren)	765
32.1.7	Delta-Sigma-Wandler (1-Bit-Wandler)	766
32.2	DA-Wandler	766
32.2.1	Zählmethode (Pulsweitenmodulation)	767
32.2.2	Iterationsmethode (Wäge-Verfahren).....	767
32.2.3	Parallelverfahren (Direkte Methode)	767
32.3	Wandlerfehler.....	768
32.3.1	Abtastprinzip (Shannon Theorem)	768
32.3.2	Quantisierung	770
KAPITEL 33	GRUNDLAGEN DER DIGITALTECHNIK	C – Technische Grundlagen
33.	Grundlagen der Digitaltechnik.....	771
33.1	Vergleich von Analog- und Digitaltechnik.....	772
33.2	Dualcode	772
33.3	Logische Verknüpfungen	774
33.3.1	UND-Verknüpfung (AND, Konjunktion).....	774
33.3.2	ODER-Verknüpfung (OR, Disjunktion)	775
33.3.3	NICHT-Verknüpfung (NOT, Negation)	775
33.3.4	Zusammengesetzte Verknüpfungen	776
33.3.5	Schaltzeiten.....	777
33.4	Schaltungstechnik.....	777
33.4.1	Schaltungsfamilien	777
33.5	Aufstellen der Funktionsgleichungen	778
33.6	Bedeutende Baugruppen der Digitaltechnik.....	778
33.6.1	Speicher	779
33.6.2	Schieberegister	781
33.6.3	Codeumsetzer (Codierschaltungen)	782
33.6.4	Datenselektoren, Multiplexer.....	782
33.6.5	Adressdekoder	782
33.6.6	Rechenschaltungen	782
33.6.37	Taktsignal (Clock).....	784
KAPITEL 34	PROZESSOREN	C – Technische Grundlagen
34.	Prozessoren.....	785
34.1	Mikroprozessoren.....	786
34.1.1.	Hardware und Software.....	788
34.1.2.	Von-Neumann-Architektur	791
34.2	Aufbau eines Mikroprozessors	791
34.2.1	Direct-Memory-Access (DMA)	792

34.2.2	Pipeline.....	793
34.3	Digitale Signalprozessoren (DSP).....	793
34.3.1	Harvard-Architektur	793
34.3.2	Dual-Ported-Rams.....	794
34.3.3	Eigenschaften Digitaler Signalprozessoren	794
KAPITEL 35	GRUNDGEDANKEN DER PSYCHOLOGIE	D – Psychologische Grundlagen
35.	Grundgedanken der Psychologie	797
35.1	Erfahrungswissenschaften	798
35.1.1	Psychometrie: „Werkzeuge der Psychologie“	799
35.1.2	Quantitative Methoden	799
35.1.3	Hörakustik und Psychologie.....	800
35.2	Psychologie für Hörakustiker? (von Gottfried Lutz)	800
35.2.1	Wozu braucht ein Hörakustiker Psychologie?	800
35.2.2	Ist Psychologie eine Art Gebrauchsanweisung für meine Mitmenschen?.....	801
35.2.3	Wie lernt man sich selbst kennen?	801
35.2.4	Gibt es so etwas wie ein Modell ?.....	802
35.2.5	Kann man von einem Akustiker erwarten, dass er die Kunden immer versteht?	803
35.2.6	Gibt es einen Kompass, mit dem ich ...?.....	803
35.3	Schwerhörigkeit im Alter (von Wolfgang Wirth)	804
35.3.1	Verdrängung oder Kampf um kommunikative Teilhabe	804
35.3.2	Psychosoziale Folgewirkungen	804
35.3.3	Doppelstigma Alter und Behinderung	805
35.3.4	Resignativer Rückzug, Depression und psychische Erkrankung	805
35.3.5	Hörgeräte und Hörhilfen	805
35.3.6	Hoffnung und Neubeginn.....	806
KAPITEL 36	SCHWERHÖRIGKEIT UND IHRE FOLGEN	D – Psychologische Grundlagen
36.	Schwerhörigkeit und ihre Folgen	809
36.1	Einführung	810
36.2	Ich bin schwerhörig - aber nicht „der Schwerhörige“ (von Gottfried Lutz).....	810
36.2.1	Nicht: ich höre schlecht, sondern ihr	811
36.2.2	Beschwerliches Hören.....	811
36.2.3	Erschreckende Gewissheit	812
36.2.4	So tun, „als ob...“ oder tun, was mir gut tut?.....	812
36.2.5	Das erste Hörgerät.....	813
36.2.6	Schwerhörig = dumm?	814
36.2.7	Auf der Schwelle oder zwischen den Stühlen.....	814
36.2.8	Erwartungen	815

KAPITEL 37	GRUNDLAGEN DER KUNDENBETREUUNG	D – Psychologische Grundlagen
37.	Grundlagen der Kundenbetreuung (von Thomas Wollherr)	817
37.1.	Bedürfnis und Bedarf	818
37.1.1.	Bedarf „wecken“	819
37.2.	Komponenten einer Aussage	819
37.2.1.	Wortwahl	820
37.2.2	Körpersprache.....	821
37.3.	Sicherheit - der vielleicht wichtigste Faktor	822
37.4.	Das strukturierte Kundengespräch.....	823
KAPITEL 38	DIE ANPASSUNG ALS THERAPEUTISCHER PROZESS	D – Psychologische Grundlagen
38.	Die Hörsystemanpassung als therapeutischer Prozess	829
38.1	Was ist eine Therapie?.....	830
38.1.1	Voraussetzungen für eine Therapie	830
38.1.2	Leidensdruck und Hoffnung: Zwei Triebfedern für Veränderungen.....	830
38.1.3	Aspekte des therapeutischen Prozesses	831
38.2	Durchführung der Therapie	831
38.2.1	Problemanalyse.....	831
38.2.2	Therapiehindernisse	832
38.2.3	Ziele und Rangliste	833
38.3	Therapie und Hörsystemanpassung	834
38.3.1	Gleitende Anpassung	834
38.3.2	Anpassung mit automatisch erfolgreicher Akklimatisierung	834
38.3.3	Hörtrainingsvorspann.....	835
38.3.4	„Volle“ Verstärkung, „die akustische Hölle“	835
38.3.5	Sanfte Anpassung, die Verstärkung bleibt unter dem notwendigen Maß.....	835
38.4	Klang- oder Verstehensoptimierung?	835
38.5	Hörtraining	835
38.5.1	Trainingsplan	835
38.5.2	Hörtaktik	835

KAPITEL 39	BAUVARIANTEN VON HÖRSYSTEMEN	E – Technologie der Hörsysteme
39.	Bauvarianten von Hörsystemen	841
39.1	Einteilung der Hörsysteme	842
39.2	Bauformen	843
39.2.1	Taschengeräte	844
39.2.2	„Hinter-dem-Ohr-Geräte“ (HdO, BTE)	844
39.2.3	„Im-Ohr-Geräte“ (IdO, ITE)	844
39.2.4	Dauertragegeräte	846
39.2.5	Hörbrille	846
39.2.6	Gegenüberstellung der Bauformen	847
39.3	Weitere Gliederungsmöglichkeiten	848
39.3.1	Gliederung nach dem Ausgangspegel	848
39.4	Schaltungstechnologien	849
39.4.1	Analoge Hörsysteme	849
39.4.2	(Voll-) Digitale Hörsysteme	849
39.4.3	Schaltungstechnologien	850
39.5	Signalverarbeitungsstrategien in der Hörakustik	850
39.5.1	Signalverarbeitung im Zeit- oder Frequenzbereich	850
39.5.2	Signalverarbeitung im Zeitbereich	851
39.5.3	Signalverarbeitung im Frequenzbereich	851
39.6	Einteilung der Baugruppen der Hörsysteme	852
39.7	Sonderversorgungen und spezielle Bauformen von Hörsystemen	853
39.7.1	Contralateral Routing of Signals (CROS)	853
39.7.1.1	Normaler CROS	854
39.7.1.2	Bi-CROS	854
39.7.1.3	Kreuz-CROS	854
39.7.1.4	Bauformen und Indikationen	854
39.7.1.5	Einstellen eines CROS-Systems mit Hilfe von Insitu-Messungen	855
39.7.2	RetroX	856
39.7.3	Versorgung über Knochenleitung	857
39.7.3.1	Knochenleitungsbrille	857
39.7.3.2	Knochenleitungssystem mit Stirnband oder Kopfbügel	858
39.7.3.3	Knochenverankerte Hörsysteme (BAHA)	858
39.7.4	Teilimplantierbare Hörsysteme	859
39.7.5	Cochlea-Implantate	860
39.7.5.1	Aufbau eines Cochlea-Implantats	860
39.7.5.2	Funktion eines Cochlea-Implantats	860
39.7.5.3	Voraussetzung für eine Versorgung mit einem CI	861
39.7.5.4	Hören mit einem Cochlea-Implantat	862
39.7.5.5	CI-Operation	862
39.7.5.6	Postoperative Versorgung (Rehabilitation)	863
39.7.5.7	Besonderheiten	864
39.7.5.8	Gerätetypen und Ausführungen	865

39.7.5.9	Grundlagen der Sprachverarbeitungsstrategien	865
39.7.5.10	Periodizitätsprinzip und Ortsprinzip	866
39.7.5.11	Sprachverarbeitungsstrategie CIS	866
39.7.5.12	Schaltungsvarianten	867
39.7.6	Tinnitusgeräte	867
KAPITEL 40	MECHANISCHE / ELEKTROMECHANISCHE KOMPONENTEN	E – Technologie der Hörsysteme
40.	Mechanische und elektromechanische Komponenten, elementare Funktionsgruppen ..	869
40.1	Mechanische Baugruppen von Hörsystemen	871
40.1.1	Gehäuse	874
40.1.2	Cerumenschutzsysteme	875
40.2	Elektromechanische Baugruppen	876
40.3	Elementare Bau- und Funktionsgruppen von Hörsystemen	880
40.4	Spannungsversorgung von Hörsystemen	891
KAPITEL 41	GRUNDLEGENDE SIGNALVERARBEITUNG IN HÖRSYSTEMEN	E – Technologie der Hörsysteme
41.	Grundlegende Signalverarbeitung in Hörsystemen	893
41.1	„Volldigitale“ Hörsysteme	894
41.1.1	Signalverarbeitung von Hörsystemen im Frequenzbereich	897
41.1.2	Anwendungsbeispiel für ein Hörsystem mit FT	898
41.1.3	Softwarebasierte Hörsysteme	899
41.1.4	Hörsysteme mit steuerbarem Transversalfilter	900
41.1.5	Prozessor-Leistungsdaten	902
41.2	Software digitaler Hörsysteme	903
41.2.1	Basissoftware	903
41.2.2	Zeit- oder Beobachtungsfenster	905
41.2.3	Data Logging	905
41.2.4	Die wichtigsten und häufigsten akustischen Situationen	906
41.2.5	Self-Learning	907
41.2.6	Akklimatisierung	908
41.2.7	Einstellung von FFT-Filterbänken	908
41.2.8	Amplituden- und Leistungsspektrum	908
41.2.9	Verfahren zur Signalanalyse und Verarbeitung	909
41.2.9.1	Faltung (Convolution)	909
41.2.9.2	Korrelation	909
41.2.9.3	Cepstrum	911
41.2.9.4	Sprach- und Störsignale	911
41.3	Rückkopplungsmanager	913
41.3.1	Maßnahmen zur „Vermeidung“ von akustischen Rückkopplungen	913
41.3.2	Einsatz von Rückkopplungsmanagern	914
41.3.3	Verfahrensvarianten	914
41.3.4	Aktivieren des Rückkopplungsmanagers	915
41.4	Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Hörsystemen	917

41.4.1	Entwicklung von elektronischen Geräten	917
41.4.2	Herstellung von Hörsystemen	922
41.4.3	Vertrieb und Marketing	926
KAPITEL 42	AUDIOLOGISCHE UND ANPASSTECHNISCHE FUNKTIONEN	E – Technologie der Hörsysteme
42.	Audiologische und anpasstechnische Funktionen.....	927
42.1	Sprach- und Störsignale - die Signalanalyse.....	928
42.1.1	Phonemerkennung durch zeitverzögerte neuronale Netzwerke.....	931
42.2	Mikrofonsysteme	931
42.2.1	Beamforming	934
42.2.2	Delay- and Sum-Beamformer.....	935
42.2.3	Frost-Beamformer.....	936
42.2.4	Adaptive Beamformer	936
42.2.5	Binaurale Aspekte bei Mikrofonsystemen	937
42.2.6	Ausrichtung des Mikrofonsystems.....	937
42.3	Strategien der Dynamikanpassung	938
42.3.1	Verstärkungsbedarf und Einsatzbereich einer Silbenkompression	938
42.3.2	Wieviele Kanäle werden benötigt?	941
42.3.3	Tiefenabsenkung zur Reduzierung der Störschallverdeckung.....	941
42.3.4	Verbesserung der Sprachverständlichkeit.....	942
42.4	Dynamische Kontrolle der Verstärkung	942
42.4.1	Statistische Eigenschaften des Eingangssignals.....	942
42.4.2	Einstellung der Verstärkung	943
42.4.3	Maximaler Ausgangspegel (Maximum-Output-Level MOL)	943
42.4.4	Komfortgrenze	943
42.4.5	Hörbarkeitsgrenze.....	943
42.4.6	Kurve der maximalen Verstärkung.....	943
42.4.7	Insitu-Skalierung.....	944
42.5	Störschallreduzierung	945
42.5.1	Impulsschallreduzierung	945
42.5.2	Unterdrückung von Windgeräuschen	945
42.5.3	Ist eine (vollständige) Trennung von Nutz- und Störschall möglich?	946
42.6	Weitere Verfahren der Signalverarbeitung	947
42.6.1	Glättung des Frequenzgangs.....	947
42.6.2	Okklusionsmanager.....	948
42.6.3	Sprachanhebung (Wiener Filter)	948
42.6.4	Frequenzkompression	949
42.6.5	Schalltrichterfunktion	949
42.6.6	Bass-Boost	949
42.6.7	Einschaltverzögerung.....	950
42.7	Hörprogramme.....	950
42.7.1	Hören in Ruhe.....	950
42.7.2	Sprache im Störgeräusch.....	950
42.7.3	Musik.....	950

42.7.4	Telefonprogramme.....	950
42.7.5	Automatische Programmwahl.....	951
42.8	Aspekte der binauralen Systemkopplung.....	951
42.9	Schnittstellen zu anderen Geräten, Fernbedienungen.....	953

KAPITEL 43 **LEITFADEN DER MODERNEN ANPASSUNG** **F – Hörsystemanpassung**

43.	Leitfaden der modernen Anpassung.....	957
43.1	Ziele einer zeitgemäßen Anpassung.....	959
43.1.1	Form und Design.....	960
43.1.2	Audiologische Anforderungen.....	960
43.1.3	Trage- und Gerätekomfort.....	961
43.1.4	Zubehör.....	961
43.1.5	Kundeninformation.....	961
43.2	Zuverlässigkeit der Ausgangs- und Messdaten.....	962
43.3	Statistische Daten und individueller Hörbedarf.....	964
43.3.1	Stellenwert der Statistik für die Anpassung.....	964
43.3.2	Ergänzung „fehlender“ Daten.....	964
43.4	„Spontanakzeptanz“.....	964
43.4.1	Weichspülanpassung? - Nein danke!.....	964
43.4.2	Motivation.....	965
43.5	Ist die vergleichende Anpassung noch zeitgemäß?.....	965

KAPITEL 44 **KUNDENGESPRÄCHE UND KUNDENBERATUNG** **F – Hörsystemanpassung**

44.	Kundengespräche und Kundenberatung.....	967
44.1	Allgemeine Verhaltensregeln bei den Kundengesprächen.....	968
44.2	Beratungsgespräche.....	971
44.2.1	Informationsgespräch.....	971
44.3	Audiologisches Vorgespräch.....	974
44.3.1	Zweck des audiologischen Vorgesprächs.....	974
44.3.2	Begrüßung und Eröffnungsgespräch.....	975
44.3.3	Persönliche Daten.....	976
44.3.4	Allgemeine Fragen zur Schwerhörigkeit.....	976
44.3.5	Fragen zum medizinisch-anatomischen Bereich.....	979
44.3.6	Ermittlung des individuellen Hörbedarfs.....	980
44.3.7	Soziales Umfeld.....	980
44.3.8	Festlegung des Versorgungsziels, standardisierte Fragebögen.....	982

44.4	Beratungsgespräch	983
44.4.1	Hörgerätevorauswahl.....	985
44.4.2	Durchführung des Beratungsgesprächs	986
44.5	Einweisungsgespräche	989
44.5.1	Tonaudiogramm	989
44.5.2	Sprachaudiogramm	990
44.6	Nachkontrollgespräch	991
44.7	Abschlussgespräch	992
44.8	Reparatur- und Reklamationsgespräch	993
44.8.1	Reparaturannahme	993
44.8.2	Reklamationsgespräch	994
44.9	Begrüßungs- und Telefongespräche.....	994
44.9.1	Begrüßungsgespräch.....	994
44.8.2	Begrüßung am Telefon.....	994
44.9.3	Telefongespräche	995
KAPITEL 45	OTOPLASTIK	F – Hörsystemanpassung
45.	Otoplastik.....	997
45.1	Einfluss der Otoplastik auf die Hörsystemanpassung.....	998
45.2	Bestimmung der Otoplastikparameter	998
45.2.1	Parameter für die Haltgebung der Otoplastik.....	999
45.2.2	Otoplastikwerkstoffe	999
45.2.3	Gestaltung von Farbe und Oberfläche der Otoplastik	1001
45.3	Klassische Otoplastikformen.....	1003
45.3.1	SE-Ring	1003
45.3.2	SE-Schale	1003
45.3.3	SE-Spange.....	1004
45.3.4	SE-Kralle	1004
45.3.5	SE-Stöpsel	1004
45.3.6	Ohrmulde.....	1005
45.3.7	Schlauchhalterung, CROS-Halterung.....	1005
45.3.8	Folienotoplastik	1005
45.3.9	HOKA-Otoplastik (Hohlkanalotoplastik).....	1005
45.3.10	Tandemotoplastik	1005
45.3.11	01-Otoplastik = Mondotoplastik.....	1005
45.3.12	Cymbaplastik.....	1006
45.3.13	Testotoplastik.....	1006
45.4	Okklusionsarme Otoplastik.....	1007
45.4.1	Wie kann man die Okklusion als Akustiker erfassen?	1007
45.4.2	Nachteile der offenen Anpassung	1007
45.4.3	Ausführungsformen	1008
45.5	Akustische Eigenschaften der Otoplastik.....	1009

45.5.1	Schalleitungskette eines HdO-Systems.....	1009
45.5.1.1	Einfluss von Schlauchlänge und Innendurchmesser	1010
45.5.1.2	Einsatz von Dämpfungsgliedern.....	1012
45.5.1.3	Akustische Eigenschaften und der Einsatz von Belüftungsbohrungen.....	1013
45.5.1.4	Y-Bohrung, Hohlkanal-Otoplastiken und Horneffekte	1014
45.5.2	Schalleitungskette in einem IdO-System	1017
45.5.3	Kosmetik, Komfort und Kräfte	1017
45.5.4	Ablauf bei der Auswahl der Parameter bei einer HdO-Otoplastik.....	1018
45.5.5	Auswahl der Parameter bei einem IdO-Hörsystem.....	1024

KAPITEL 46**HERSTELLUNGSVERFAHREN DER OTOPLASTIK****F – Hörsystemanpassung**

46.	Herstellungsverfahren der Otoplastik.....	1025
46.1	Ohrabformung.....	1026
46.1.1	Werkzeuge und Materialien für die Ohrabformung.....	1026
46.1.2	Otoskopische Voruntersuchung und Herstellung der Tamponade	1028
46.1.3	Abformung mit Silikon-Abdruckmasse	1031
46.1.4	Anzeichnen und Beschneiden des Abdrucks.....	1036
46.2	PNP-Verfahren	1040
46.2.1	Druckpolymerisation	1040
46.2.1.1	Materialien für die Negativform bei der Druckpolymerisation	1041
46.2.1.2	Membrannachdruckverfahren (Micropol-System).....	1041
46.2.1.3	Polymerisation mit allseitigem Druck.....	1045
46.2.2	Lichtpolymerisation	1048
46.2.2.1	IO-Schalenbau mit Lichtpolymerisat.....	1048
46.2.2.2	Einbau der Hörgeräteelektronik in die IO-Schale.....	1052
46.2.2.3	Herstellung eines Otoplastikrohlings aus Lichtpolymerisat	1053
46.2.2.4	Herstellung einer Folienotoplastik aus Lichtpolymerisat	1054
46.2.2.5	Die Herstellung einer Hohlkanal-Otoplastik aus Lichtpolymerisat.....	1056
46.2.3	Herstellung einer Gehörschutzotoplastik	1058
46.2.4	Beschriftung und Kennzeichnung von Otoplastiken	1060
46.3	Bearbeiten der Otoplastik mit der Technikanlage	1061
46.3.1	Die Technikanlage	1061
46.3.2	Fräsvorgang	1064
46.3.3	Anzeichnen der Rohotoplastik	1064
46.3.4	Bearbeitung einer Rohotoplastik zu einem SE-Ring (nach Thomas Wichmann)	1065
46.3.5	Verfahrensvarianten.....	1073
46.4	Verglasen der Otoplastik und der Einbau des Schallschlauchs	1073
46.5	Bewertungen	1076
46.6	Rapid Prototyping	1077
46.6.1	Herstellung eines virtuellen Modells.....	1077
46.6.2	Selektives Lasersintern (SLS-Verfahren).....	1078
46.6.3	Stereolithographie (SLA).....	1079
46.6.4	Digital-Light-Prozessing (DLP)	1081
46.6.5	3D-Druck	1082
46.7	Die Nano-Beschichtung	1082

KAPITEL 47	GRUNDLAGEN DER MESSTECHNIK	F – Hörsystemanpassung
47.	Grundlagen der Messtechnik	1085
47.1	Abhören eines Hörgerätes	1086
47.1.1	Abhören bei aktivem Mikrofon	1087
47.1.2	Abhören bei aktiver T-Spule	1088
47.1.3	Abhören mithilfe des Audiometers	1088
47.2	Aufbau einer Messbox	1088
47.2.1	Substitutionsverfahren	1089
47.2.2	Kompensationsverfahren	1090
47.2.3	Direkte Auswertung der Samples	1091
47.3	Kuppler	1091
47.3.1	2 ccm-Kuppler	1092
47.3.2	Freiburger konischer Kuppler (FKK)	1092
47.3.3	Freiburger konischer Kinder-Kuppler	1092
47.3.4	Zwislocky-Kuppler	1092
47.3.5	Ohrsimulator	1094
47.4	„Standard“-Messverfahren	1095
47.4.1	Bestimmung von Stellern mithilfe der Messbox	1095
47.5	Messverfahren	1100
47.5.1	RMS-Verfahren (Root-Mean-Square, Effektivwert)	1001
47.5.2	Wie wird ein RMS-Wert berechnet?	1001
47.5.3	FFT-Verfahren	1002
47.5.4	Percentilanalyse	1104
47.6	Messsignale	1104
47.6.1	Sinus	1104
47.6.2	Wobbelton	1105
47.6.3	Chirp	1105
47.6.4	Rauschsignale	1105
47.6.5	Sprachsignale	1106
47.7	Varianten bei der Durchführung der Messungen	1107
KAPITEL 48	NORMMESSUNGEN	F – Hörsystemanpassung
48.	Normmessungen	1107
48.1	Bestimmung der Hörgerätedaten gemäß DIN EN 60118-7	1111
48.1.2	Begriffe	1111
48.2	Normmessung Messkurven I bis III	1112
48.3	Normmessung nach DIN EN 60118-7 mit der Aurical Messkurven I bis III	1113
48.4	Normmessung mit anderen Audiometern	1117
48.4.1	Messung mit der ACAM5	1117
48.4.2	Messung mit der Affinity	1117

48.4.3	Messung mit der UNITY2.....	1118
48.5	Automatisierter Messablauf der Normmessung	1118
48.6	Weitere Messungen nach DIN IEC 60117-7: 2005	1119
KAPITEL 49	MESSUNGEN ZUR BEURTEILUNG VON EIGENSCHAFTEN EINES HS	F – Hörsystemanpassung
49.	Messungen zur Beurteilung von Eigenschaften eines Hörsystems.....	1125
49.1	Bestimmung der Signallaufzeiten	1126
49.2	Analyse eingangspegelgesteuerter Regelschaltungen	1129
49.2.1	Das Messen von Ein- und Ausschwingzeiten mit dem Pegelsprungverfahren	1129
49.2.2	Bestimmung des dynamischen Kompressionsverhältnisses.....	1131
49.2.3	Betrachtungen der kompression im Zeitbereich	1132
49.2.4	Beispiel für ein statisches und ein dynamisches Kompressionsverhältnis	1134
49.3	Frequenzspezifisches Dynamikverhalten eines Hörsystems.....	1136
49.4	Messungen des Systemverhaltens (Frequenzgang) mit zwei Signalen	1140
49.4.1	Messungen mit zwei Sinussignalen (Zweitonverfahren).....	1141
49.4.2	Anwendungsbeispiel	1142
49.4.3	Messungen mit Chirp und Sinussignal.....	1143
49.5	Amplitudenstatistik	1145
49.6	Langzeitsystemverhalten	1145
49.7	Spektraler Ausgleich.....	1145
49.8	Direktionalität der Mikrofonanlage.....	1146
49.9	Insitu-Messung.....	1147
49.9.1	Messaufbau der Insitu-Messung	1147
49.9.2	Die Messung der Verstärkung des äußeren Gehörgangs (OEG, REUG).....	1148
49.9.3	Messung der Verstärkung mit Hörgerät (Insitu-Gain, REAG).....	1149
49.9.4	Insertion-Gain	1150
49.9.5	Real-Ear-to-Coupler-Difference (RECD) Messung	1152
49.9.6	Percentil-Analyse Visible Speech.....	1152
49.10	Messreihen.....	1155
49.11	Binaurale Messungen mit der Messbox.....	1155
49.11.1	Binaurale Messverfahren	1156

KAPITEL 50	ANPASSVERFAHREN	F – Hörsystemanpassung
50.	Anpassverfahren.....	1159
50.1	Vor- und Feinanpassung.....	1161
50.1.1	Ziele der Voreinstellung.....	1163
50.1.2	Aufgaben der Feinanpassung.....	1163
50.2	Grundlagen der Voreinstellung.....	1163
50.2.1	Art und Umfang des Hörverlusts.....	1164
50.2.2	Sprachverstehen und Verdeckung.....	1164
50.2.3	Loudness Equalization und der MCL.....	1164
50.2.4	Lautheitsnormalisierung (Loudness Normalization).....	1164
50.2.5	Insitu-Gain contra Insertion-Gain: Was ist die Zielsetzung?.....	1165
50.3	Hörschwellenorientierte Anpassverfahren.....	1165
50.3.1	„Halber Hörverlust“ (HV/2).....	1166
50.3.2	Prescription of Gain and Output (POGO).....	1167
50.3.3	Berger.....	1168
50.3.4	NAL (National Acoustic Laboratories of Australia).....	1169
50.3.5	Desired-Sensation-Level (DSL).....	1170
50.3.6	Bedeutung der Hörschwellen orientierten Verfahren.....	1171
50.3.7	Vergleich der Zielkonstruktionen für HV/2, POGO, Berger und NAL-RP.....	1171
50.4	Dynamikorientierte Anpassverfahren.....	1172
50.4.1	Isophonendifferenzmaß nach Keller.....	1172
50.4.2	Anpassverfahren NAL-NL1 und NL2 (NL = nonlinear).....	1173
50.4.3	DSL [i/o].....	1176
50.4.4	Fig 6.....	1178
50.5	Verfahren zur Lautheitsnormalisierung (Lautheitsskalierung).....	1178
50.6	Entwicklung neuer Anpassverfahren.....	1180
50.6.1	Percentilanpassung.....	1180
50.7	Überlegungen zur Voreinstellung von Hörsystemen.....	1184
50.7.1	Erforderliche Genauigkeit.....	1185
50.7.2	Ergänzung fehlender Daten.....	1186
50.7.3	Kriterien zur Geräteauswahl.....	1186
50.8	Beispiel: Einstellen eines einfachen analogen Hörsystems.....	1186
50.9	Ablauf einer Hörsystemanpassung.....	1190
50.9.1	Anpassung bei Erwachsenen.....	1191
50.9.2	Folgesitzungen.....	1192
50.9.3	Einstellungen für spezielle Programme.....	1196
50.9.4	Kinderanpassungen.....	1205
50.9.5	Hörtraining.....	1205
50.10	Eine Gliederung der Anpassfälle.....	1206
50.10.1	Unterschied zwischen einer Erst- und Folgeanpassung.....	1206
50.10.2	Symmetrie des Hörverlustes.....	1207
50.10.3	Grad des Hörverlustes.....	1207

50.10.4	Art des Hörverlustes	1207
50.10.5	Was ist bei bestimmten Anpassfällen bzw. Personen zu beachten?	1209
KAPITEL 51	PRAKTISCHE DURCHFÜHRUNG DER VOREINSTELLUNG	F – Hörsystemanpassung
51.	Praktische Durchführung der Voreinstellung	1211
51.1	Softwareplattform NOAH	1212
51.1.1	Programmierschnittstellen.....	1212
51.1.2	NOAH3	1214
51.1.3	Funktionen des Kundenregisters.....	1215
51.1.4	Modulwahl	1215
51.1.5	Journal unter NOAH3.....	1215
51.1.6	Kunden importieren oder exportieren.....	1215
51.2	Daten zur Geräteauswahl	1216
51.2.1	Vor- und Beratungsgespräch.....	1216
51.2.2	Audiometrische Daten	1217
51.2.2.1	Daten der Tonaudiometrie.....	1218
51.2.2.2	Daten der Sprachaudiometrie	1218
51.2.2.3	Daten der Hörfeldskalierung	1218
51.2.3	Anpassbereich des Fitting-Moduls.....	1218
51.2.4	Anatomisch bedingte Spezialfälle	1219
51.3	Fitting-Module.....	1219
51.3.1	Funktionen der Fitting-Module	1219
51.3.2	Geräteauswahl und Simulationsmodus.....	1220
51.3.3	Problemfall: „Gerät nicht erkannt“	1221
51.3.4	Gerätevoreinstellung: First-Fit	1221
51.3.5	Verwaltung besonderer Gerätefunktionen	1223
51.3.6	Grund- und Sonderprogramme	1223
51.3.7	Präsentieren von Hörsituationen.....	1224
51.3.8	Binauraler Abgleich.....	1224
51.3.9	Binaurale Einstellungen	1224
51.3.10	Fernbedienungen und Sonderzubehör	1225
51.3.11	Dokumentation	1225
51.4	Gerätefeineinstellung	1226
51.4.1	Maßgerechte Otoplastik: Grundlage des Anpasserfolgs.....	1228
51.4.2	Voreinstellung mit Messbox- oder Insitu-Überprüfung	1229
51.5	Fallbeispiele	1231
51.5.1	Einstellung analoger Systeme	1231
51.5.2	Voreinstellung digitaler Systeme	1233
51.5.3	Reine Schalleitungsschwerhörigkeit.....	1236
51.5.4	Kombinierte Schwerhörigkeit.....	1236
51.5.5	Percentilanpassung.....	1237

KAPITEL 52	BASIS- UND FEINANPASSUNG	F – Hörsystemanpassung
52.	Basis- und Feinanpassung	1239
52.1	Basisanpassung	1240
52.2	Feinanpassung	1240
52.2.1	Subjektive Befragung des Kunden	1241
52.2.2	Messungen mit Hilfe der Ton- und Sprachaudiometrie	1243
52.2.3	Hörsituationen	1245
52.2.4	Darbietung von Klangbeispielen	1247
52.2.5	Visuelle Verdeutlichung	1248
52.3	Insitu-Verfahren	1249
52.3.1	Feineinstellung mithilfe von Visible Speech	1250
52.3.2	Information und Motivation	1250
52.3.3	Perzentilenverfahren	1250
52.4	Rauschimpulsaudiometrie	1253
52.5	Lautheitsskalierung (Hörfeldskalierung)	1254
52.6	Die Auswertung von Data-Logging	1255
52.7	Das Signal-Rauschverhältnis (SNR) und der ANL-Test	1256
52.7.1	Signal-Rauschverhältnis (SNR)	1256
52.7.2	Der ANL-Test	1256
52.7.3	Satztests	1257
52.7.4	Möglichkeiten zur Verbesserung des SNR	1257
52.8	Binaurale Aspekte der Feinanpassung	1258
52.9	Anpasspilot	1260
52.10	Firmenspezifische Anpassmessungen	1263
52.11	Evaluation des Hörerfolges	1264
52.12	Abgabe von Hörsystemen	1265

KAPITEL 53	ZUBEHÖR, LÄRM- UND SCHALLSCHUTZ	G – Zubehör, Fehlersuche, Reparaturen
53.	Zubehör, Lärm- und Schallschutz	1269
53.1	Zubehör	1270
53.1.1	Eigenständiges Zubehör	1270
53.1.2	Infrarot- drahtlose Tonübertragung	1273
53.1.3	Zubehör als Ergänzung der Hörsysteme	1275
53.1.4	Akkusysteme	1277
53.1.5	Ringschleifen-Verstärker	1277
53.1.6	FM-Anlagen	1277
53.2	Lärm- und Schallschutz	1279
53.2.1	Lärm und seine Bedeutung	1280
53.2.2	Schall und seine Auswirkung auf den Körper	1282
53.2.3	Durch Lärm verursachte Hörschäden	1283
53.2.4	Persönliche Schallschutzausrüstung (PSA)	1284
53.2.5	Passender Schutz für den speziellen Lärm	1287
53.2.6	Gehörschutzstöpsel	1287
53.2.7	Kapselgehörschützer, Schallschutzhelme, Schutzanzüge	1290
53.2.8	Schwimmenschutz	1291
53.3.	Musik	1291
KAPITEL 54	FEHLERSUCHE IN HÖRSYSTEMEN	G – Zubehör, Fehlersuche, Reparaturen
54.	Fehlersuche in Hörsystemen	1293
54.1	Häufigste Fehler in Hörsystemen	1294
54.2	Messen von Bauteilen oder Baugruppen	1296
54.2.1	Spannungsmessungen	1298
54.2.2	Messung der Stromaufnahme des Gerätes	1299
54.2.3	Widerstandsmessung	1299
54.2.4	Diodenmessung	1301
54.2.5	Transistormessung mit dem Diodenmessbereich des digitalen Multimeters	1301
54.2.6	Überprüfung von Kondensatoren mit dem digitalen Ohmmeter	1302
54.2,7	Ablauf der Messungen	1302
54.3	Fehlersuche	1303
54.3.1	Unterbrechungen	1304
54.3.2	Kurzschlüsse	1305
54.3.3	Kurzschlüsse von Kondensatoren	1307
54.3.4	Fehler in Potis, Schalter defekt	1308
54.3.5	Allgemeine Fehlersuche	1308
54.4	Reale Baugruppen und ihre Abweichungen von idealen Zielen	1309
54.4.1	Fehler und Abweichungen, die durch Mikrofone verursacht werden	1309
54.4.2	Fehler und Abweichungen, die durch Verstärker verursacht werden	1310

54.4.3	Resonanzen im Frequenzgang eines Hörsystems und ihre Ursachen.....	1310
54.4.4	Weitere Fehlermöglichkeiten	1311
KAPITEL 55	REPARATUREN	G – Zubehör, Fehlersuche, Reparaturen
55.	Reparaturen	1313
55.1	Auswechseln von Bauteilen an Hörsystemen.....	1314
55.1.1	Lagerung eines IdO Hörers.....	1319
55.1.2	Auswechseln eines Schallschlauchs.....	1320
55.2	Nacharbeiten der Otoplastik	1323
55.3	Reparaturen an Zubehörteilen	1323
ANHANG	STICHWORTVERZEICHNIS, FORMELSAMMLUNG	
S	Stichwortverzeichnis.....	1313
L	Literatur	1346
F	Formelsammlung	1351
A	Einige Abkürzungen.....	1371
D	Danksagung	1383
A	Die Autoren	1384