

HÖRAKUSTIK PRAXIS

LERNEN + WISSEN

JENS ULRICH

ECKHARD HOFFMANN

PROLOG VORWORT, BUCHÜBERBLICK, ...

Vorwort	.....V
Buchüberblick	..... 1
Literatur	..... 687
Stichwortverzeichnis	..... 691
Danksagung	..... 703
Die Autoren	..... 704

HÖRGERÄTEKUNDE

Hörgerätekunde 19
----------------	----------

ABSCHNITT 1 HARDWARE

Abschnitt 1	Hardware	..... 21
1.	Analoge und digitale Welt	..... 23
1.1	Digitale Darstellung	..... 23
1.1.1	Das „digitale“ Prinzip der Natur	..... 23
1.2	Wodurch ist die analoge Betrachtungsweise begründet?	..... 24
1.3	Analoge und digitale Darstellungen	..... 24
1.4	„Hybrid“ - eine Kombination von Technologien	..... 24
1.5	Prinzipien der analogen und digitalen Signalverarbeitungstechnik	..... 24
1.5.1	Die Technik der digitalen Signalverarbeitung	..... 25
2.	Blockschaltbilder	..... 27
2.1	Elemente der Blockschaltbilder	..... 27
2.2	Einige einfache Blockschaltbilder und ihre Bedeutung	..... 27
2.3	Einige Blockschaltbilder digitaler Hörsysteme	..... 29
2.3.1	Fehler bei der Digitalisierung vermeiden	..... 29
2.3.2	Hörgeräte mit Kanälen	..... 29
2.3.3	Weitere Blockschaltbilder digitaler Hörsysteme	..... 30
2.3.4	Kanallose Systeme	..... 31
2.4	Hybride Hörsysteme	..... 32
3.	Mechanische und elektromechanische Komponenten der Hörsysteme	..... 33
3.1	Einteilung der Bauteile	..... 34
3.2	Gehäuse der Hörgeräte	..... 34
3.3	Gerätegröße	..... 37
3.4	Elektromechanische Bauelemente	..... 37
4.	Signalerfassung: Mikrofone, T-Spule, Bluetooth-Schnittstelle	..... 38
4.1	Mikrofone	..... 38
4.1.1	Omnidirektionale und Richtmikrofone	..... 39
4.1.2	Das Mikrofoneigenrauschen	..... 40
4.2	Die T-Spule	..... 41
4.3	Antennen für NFMI und die Bluetooth-Technologie	..... 41
4.3.1	Erzeugung von Funkwellen, Bluetooth	..... 42

5.	A/D- und D/A-Wandler (Signalwandler)	43
5.1	Der A/D-Wandler	43
5.2	Der D/A-Wandler	43
6.	Audiologische Filterbänke und die Fouriertransformation	44
6.1	Audiologische Filterbänke	44
6.1.1	Filter	45
6.1.2	Tiefpass, Hochpass, Bandpass	46
6.1.3	Zeitverhalten der Filter	48
6.1.4	Die Filterordnung	48
6.1.5	Filtertechnologien	49
6.2	Einsatz der Fourieranalyse (FFT)	51
6.3	Windowing	51
6.3.1	Zeitfenster (Window) und spektrale Verschmierung	51
7.	Elektronik	53
7.1	Der (analoge) Verstärker	54
7.1.1	Transistoren als wichtiger Bestandteil eines Verstärkers	54
7.1.2	Beispiel für einen zweistufigen Verstärker	55
7.2	Der prinzipielle Aufbau eines Digitalsystems	55
7.2.1	Der Prozessorkern (Core)	56
7.2.2	Digitale Signalprozessoren	56
7.2.3	Baugruppen und Bestandteile eines Digitalsystems	58
7.3	Gatter, die grundlegenden Bausteine eines Digitalsystems	58
7.3.1	Gatter (Latches)	59
7.4	Künstliche Intelligenz (KI)	59
8.	Regelvorrichtungen (AGC)	61
8.1	Der Unterschied zwischen Steuern und Regeln	62
8.2	Wozu werden Regelvorgänge in der Hörakustik gebraucht?	62
8.2.1	Aufgaben der Regel- und Begrenzerschaltungen in der Hörakustik	63
8.2.2	Adaptive Kompression	65
8.3	Hardwarelösungen einer AGC-Schaltung mit einem VCA	65
8.4	PC-Schaltungen	66
9.	Endstufen und Hörer	67
9.1	Endstufen	67
9.1.1	Class-A-Endstufe	67
9.1.2	Gegentaktendstufe (Class-AB- oder Class-B-Endstufe)	68
9.1.3	Class-D-Endstufe (Pulsbreitenmodulation)	68
9.2	Hörer	69
9.2.1	Hörer für Hörsysteme	69
9.3	Hörerdesign - Hintergründe für die Auswahl des passenden Hörers	70
9.4	Sonderbauformen von Hörern	71
10.	Sensoren - MEMS	72
10.1	Erfassung von Körperfunktionen - die Gesundheitszentrale	72
10.1.1	Einige Funktionen einer Gesundheitszentrale	73
10.2	MEMS (Micro-Electro-Mechanical-Systems)	74
10.2.1	MEMS-Chips in der Hörakustik	74

11.	Konnektivität und Schnittstellen	75
11.1	NFMI-Schnittstelle	75
11.2	Bluetooth-Schnittstellen	76
11.3	FM-Anlagen	77
11.4	Schnittstellen im Vergleich	77
12.	Energieversorgung und Ladevorrichtungen	78
12.1	Die Speicherung elektrischer Energie	79
12.1.1	Das Prinzip einer Batterie	79
12.1.2	Kapazität eines galvanischen Elements	79
12.2	Batterien und Akkus	79
12.2.1	Die Nutzungsdauer	80
12.3	Die Zink-Luft-Zelle	80
12.4	Der Lithium-Ionen-Akku	82
12.4.1	Ladevorrichtungen und Ladezeiten	83
12.4.2	Umgang mit Batterien und Akkus	84
13.	Bauformen und Sonderbauformen	85
13.1	Die historische Entwicklung der Bauformen	85
13.2	Hinter-dem-Ohr-Geräte (HdO)	86
13.3	Im-Ohr-Geräte (Ido)	89
	Praxistipp von Carsten Braun	90
13.4	Bauform Ohranhänger	91
13.5	Contralateral Routing of Signals (CROS)	92
13.5.1	CROS-Arten	92
13.5.2	Ausführungsvarianten	93
13.6	Knochenleitungsversorgungen	93
13.6.1	Bauformen von Knochenleitungshörgeräten	94
13.7	Bone anchored hearing aid (BAHA)	95
13.8	Cochlea-Implantat (CI)	96
	Praxistipp von Dr. Johannes Burkart	99

ABSCHNITT 2 OTOPLASTIK

Abschnitt 2	Otoplastik	101
1.	Physikalische Grundlagen	103
1.1	Die Physiologie der Ohrmuschel	103
1.2	Elastizität	103
1.2.1	Ausbreitungsmedien	103
1.2.2	Der Elastizitätsbegriff	104
1.3	Massendichte	105
1.4	Der Feder-Masse-Schwinger als Modell für die Schallausbreitung	105
1.5	Konsequenzen für die Hörakustik	106
1.6	Akustische Masse	107
1.7	Resonanzen und Resonatoren	107
1.7.1	Der Helmholtz-Resonator	107
1.8	Rohrdämpfung	108
1.9	Die Faltung (Konvolution)	108
2.	Anatomie des Außenohrs	110
2.1	Wichtige anatomische Strukturen der Ohrmuschel	111
2.2	Der äußere Gehörgang	112

2.2.1	Der knorpelige Gehörgang (Meatus acusticus externus cartilagineus)	112
2.2.2	Der knöcherne Gehörgang (Meatus acusticus externus osseus)	113
2.2.3	Die Gehörgangshaut	114
3.	Die dynamische Verformung der Gehörgangsgeometrie und die Okklusion	115
3.1	Anatomie und Physiologie des Kiefergelenks	115
3.2	Dynamik der Gehörgangsgeometrie	117
3.3	Okklusion	120
3.4	Die Wahrnehmung der eigenen Stimme mit getragenen Hörgerät	122
4.	Die Ohrabformung	124
4.1	Silikonabformmaterialien	124
4.2	Für die Abformung benötigte Werkzeuge	127
4.3	Anforderungen an eine Ohrabformung	128
	ExpertInnen-Tipp Elena Greshake zu Abformmaterial	128
4.4	Herstellung einer Tamponade	129
4.4.1	Tamponade individuell herstellen	130
4.4.2	Vorgefertigte Tamponaden: Auswahl	132
4.4.3	Gehörgangshaare und Cerumen	132
4.4.4	Sonderfälle: Exostosen und Kavernen	133
4.5	Tamponade im äußeren Gehörgang platzieren	134
4.6	Das Applizieren des Abformmaterials	135
4.7	Entnahme und Kontrolle der Ohrabformung	136
4.8	3D-Scan des äußeren Gehörgangs	139
	Expertentipp Hans-Dieter Radulea	140
5.	Bauformen der Otoplastiken	141
5.1	Die Wahl einer geeigneten Otoplastikbauform	141
5.2	„Traditionelle“ Bauformen	146
5.2.1	SE-Schale	146
5.2.2	SE-Ring (Reifenform)	147
5.2.3	SE-Spange lang und kurz	148
5.2.4	SE-Kralle	149
5.2.5	SE-Stöpsel	150
5.3	Besondere Bauformen	151
5.3.1	01-Otoplastik (Mondotoplastik)	151
5.3.2	Concha-Line-Otoplastik	151
5.3.3	Cymba-Line-Otoplastik	151
5.3.4	Ersatz-Otoplastik bei Reparaturfällen	152
5.4	Besondere Ausführungsformen von Otoplastiken	152
5.4.1	Die Folienotoplastik	152
5.4.2	Die skelettierte Otoplastik	152
5.4.3	Hohlkanal-Otoplastik (HoKa)	153
5.4.4	IROS-Otoplastik (Step-Vent-Otoplastik), Stufe oder Doppelstufe	153
5.4.5	Nugget-Otoplastik, nach Mike Gerl	153
5.5	Otoplastiken für Dünnschlauchgeräte	154
5.6	Bauformen für RIC-HdO-Systeme	154
5.6.1	Klick-Systeme	155
5.7	IdO-Gehäuse	155
5.7.1	Eigenschaften und Bedingungen für den Einsatz von IdO-Geräten	155
5.8	Zusatzbohrungen (ZuBo)	156
	Expertentipp Harald Bonsel	156

6.	Die Eigenschaften einer Otoplastik	157
6.1	Die akustischen Eigenschaften der Otoplastik	158
6.1.1	Einfluss des Restvolumens auf die Verstärkung	158
6.1.2	Akustische Einflüsse einer Ventbohrung (ZuBo) auf die Übertragung	158
6.1.3	Der Vent-out-Effekt	160
6.1.4	Der Vent-in-Effekt	161
6.1.5	Auswirkung der ZuBo auf das Rückkopplungsverhalten	161
6.1.6	Die Geometrie der ZuBo	161
6.2	Messungen am äußeren Ohr	162
6.2.1	REUG = Real Ear Unaided Gain	162
6.2.2	REOG = Real Ear Occluded Gain	162
6.2.3	REOIG = Real Ear Occluded Insertion Gain, Insertion Loss	163
6.2.4	REAG = Real Ear Aided Gain	163
6.2.5	REIG = Real Ear Insertion Gain	163
6.2.6	Einteilung der REIG-Kurve in Bereiche	163
6.2.7	Kammfiltereffekt aufgrund von Phasendifferenzen	165
6.2.8	Die OSPL90	166
6.3	Die Verstärkung, Okklusion und die Wahrnehmung der eigenen Stimme	166
6.3.1	Die Wahrnehmung der eigenen Stimme	166
6.3.2	Die Verstärkung bei einem Sprachsignal und unterschiedlichen Vents	167
6.3.3	Vorteile einer okklusionsfreien Versorgung	168
6.4	Der Einfluss eines Vents auf adaptive Hörerätefunktionen	168
6.4.1	Auswirkungen auf die Direktionalität der Richtmikrofone	168
6.5	Normalschlauchsysteme	169
6.5.1	Vereinfachte Betrachtung der Akustik	170
6.5.2	Einfluss des Schallschlauchs	171
6.5.3	Reflexionen bei Querschnittsänderung und der Hornschlauch	172
6.5.4	Der Einsatz von Dämpfungsgliedern - Dämpfung der Schlauchresonanz	173
6.6	Die medizinisch physiologischen Auswirkungen einer ZuBo	174
6.7	Die Handhabung und Reinigung durch den Kunden	175
6.8	Wie erfolgt eine sinnvolle Gestaltung der Otoplastik in der Praxis?	175
6.8.1	Die Aufgaben einer Otoplastik	175
6.8.2	Offene Versorgung	176
6.8.3	Geschlossene Versorgung	176
6.8.4	Okklusionsfreie Versorgung	176
6.8.5	Versorgung mit herkömmlichem Vent	176
6.9	Akustik des Gehörschutzes	177
6.9.1	Maximalwert der Dämpfung	178
6.9.2	Kapselgehörschutz	178
6.9.3	Aktiver Gehörschutz	178
6.9.4	In-Ear-Monitoring	178
6.9.5	Gehörschutzfilter	179
	Expertentipps von Erich Bayer: Motorradfahrergehörschutz etc.	180
7.	Material und Oberflächen von Otoplastiken	183
7.1	Acryl	184
7.2	Polyurethan	187
7.3	Silikon	189
7.4	Metalle	191
7.5	Keramik	193
7.6	Schallschlauchmaterial	193
7.6.1	Polyvinylchlorid (PVC)	193

7.6.2	Polyurethan	194
7.6.3	Silikonschläuche	194
7.7	Farben und Oberflächen	194
8.	Die Gestaltung der Otoplastik	195
8.1	Herstellung einer individuellen Otoplastik	196
8.1.1	Manuelle Bearbeitung einer Ohrabformung	197
8.2	Grundlagen des Otoplastikdesigns auf digitaler Basis	200
8.2.1	Der Produktionsvorgang	201
8.2.2	Beispiele für Werkzeuge eines 3D-Programms für Otoplastiken	201
8.3	Die Modelliersoftware	207
8.3.1	Templates	207
8.3.2	Formen von Bauteilen	207
8.3.3	Arbeitsschritte und Programmfunktionen	208
8.3.4	Scannen der Ohrabformung und Preprocessing	209
8.4	Otoplastiken für HdO-Geräte (BTE)	210
8.4.1	SE-Ring mit Normalschlauch und ZuBo	211
8.4.2	CymCa und ComCa-Effekt nach U. Voogdt	212
8.4.3	SE-Kurzspange in RIC-Ausführung	213
8.5	Otoplastiken für IdO-Geräte (ITE)	215
8.5.1	Custom Faceplates, integrated Faceplates und Solid Faceplate	215
8.5.2	Werkzeuge und Gestaltungsmöglichkeiten beim IdO-Schalenbau	216
8.6	Gehörschutz	217
8.6.1	Aktiver Gehörschutz und In-Ear-Monitoring	217
8.6.2	Individuell angepasster Gehörschutz	217
9.	Herstellungsverfahren der Otoplastik	219
9.1	Rapid Prototyping	220
9.1.1	Die Entwicklung der CAM-Verfahren	220
9.2	CAM-Herstellungsverfahren	221
9.2.1	Selektives Lasersintern (SLS-Verfahren)	221
9.2.2	Stereolithografie (SLA-Verfahren)	222
9.2.3	Digital-Light-Prozessing (DLP-Verfahren)	223
9.2.4	3D-Druck	223
9.2.5	Scan-Led-Verfahren	224
9.3	Das klassische PNP-Verfahren	224
9.3.1	Vorbereitungen	224
9.3.2	Herstellung einer Negativform	226
9.3.3	Anmischen und Einfüllen des Polymers	229
9.3.4	Druckpolymerisation	230
9.3.5	Rohling der Form entnehmen	231
9.4	Lichtpolymerisation, Silikon-Materialien und direkte Ohrabformung	233
9.4.1	Lichtpolymerisation	233
9.4.2	Silikonmaterialien	233
9.4.3	Direkte Ohrabformung	233
9.5	Verfahrensvarianten	233
9.6	Bearbeitung des Rohlings	235
9.6.1	Die Technikanlage	235
9.6.2	Fräser und Bohrer	236
9.6.3	Herstellung eines SE-Rings aus einem Otoplastikrohling	239
9.7	Herstellung einer IdO-Hohlschale aus Lichtpolymerisat	251
9.7.1	Vorbereitung der Ohrabformung	251
9.7.2	Negativform herstellen	252

9.7.3	Lichtpolymerisat einfüllen und polymerisieren	252
9.8	IdO-Hohlschale für den Elektroeinbau bearbeiten	254
9.8.1	Schalenhöhe mit der Planscheibe anpassen	254
9.9	Einbau der Hörgeräteelektronik in die IO-Schale	256
9.10	Oberflächengestaltung	258
10.	Haltbarkeit einer Otoplastik und Hygiene	259
10.1	Der Einfluss des Otoplastikwerkstoffs.....	259
10.2	Der Einfluss der Pflege	259

ABSCHNITT 3 SOFTWARE

Abschnitt 3	Software	261
1.	Die Software als flexibler und wichtiger Bestandteil moderner Hörsysteme	263
1.1	Die Kundenberatung	263
1.1.1	Der Marketing-Aspekt	263
1.2	Technologie-Level	263
1.3	Software-Upgrade	264
2.	Die wichtigsten Features im Überblick	265
2.1	Verstärkungseinstellungen	267
2.2	Der Rückkopplungsmanager	267
2.3	Sprach und Situationserkennung	267
2.4	Störgeräuschabschwächung	267
2.5	„Pinna-Effekt“	267
2.6	Frequenzbereichsveränderungen	267
2.7	Bassanhebung (Bass-Boost, Power Bass)	267
2.8	Bedien- und Tragekomfort	267
2.9	Binaurale Kopplungen	267
2.10	Konnektivität zu externen Geräten	267
2.11	Automatiken zur Anpassunterstützung	268
2.12	Health-Daten erfassen und auswerten	268
2.13	Übersetzungsfunktion	268
3.	Funktionen der Fitting-Module	269
3.1	Eingabe/Änderung von Kundendaten	269
3.2	Gerätewahl	271
3.2.1	Eingabe von Otoplastikdaten	272
3.2.2	Wahl des Anpassverfahrens	273
3.2.3	Anforderungsprofil des Benutzers (Kundenprofil)	273
3.2.4	Wahl bzw. Aktivierung von Zubehör	273
3.3	Gerätevoreinstellung (First Fit)	273
3.4	Gerätegrundeinstellungen	273
3.4.1	Verstärkung	273
3.4.2	Kompression und MPO	274
3.4.3	Regelschwellen	275
3.4.4	Schwingzeiten	275
3.4.5	MPO (Maximum Power Output)	275
3.4.6	Frequenzkompression	275
3.5	Einstellung adaptiver Parameter	276

3.5.1	Mikrofonsystem	276
3.5.2	Störschallreduzierung	276
3.5.3	Rückkopplungsmanager	276
3.6	Gerätefeineinstellungen	277
3.6.1	Einstellkopplung rechts/links	277
3.6.2	Hörgeräte stumm schalten	277
3.6.3	Aktivierung und Verwaltung weiterer Programme	277
3.6.4	Audiostreaming	278
3.6.5	Binaurale Kopplung	278
3.6.6	Bedienelemente	279
3.7	Anpasshilfen	279
3.7.1	Data-Logging und Data-Learning	279
3.7.2	Akklimatisierungsmanager	279
3.7.3	Fernwartung	280
3.7.4	Anpass-Assistent	281
3.7.5	Der „Test-Button“	281
3.7.6	Audiovisuelle Informationen und Präsentationen	281
3.8	Verwaltung	281
4.	Verstärkungseinstellungen	283
4.1	Wovon ist die Verstärkung abhängig?	283
4.1.1	Dynamiken verschiedener Hörverluste	283
4.2	Die Einstellung der benötigten Verstärkung	284
4.2.1	Gerätevoreinstellung	284
4.2.2	Akklimatisierungsstufen und Zielkonstruktionen	284
4.2.3	Feinanpassung	285
4.3	Einstellungen der Verstärkung	285
4.3.1	Die Dynamikkennlinie	285
4.3.2	Der TK-Steller	287
4.3.3	Regelzeiten und dynamisches Verhalten	287
4.4	Begrenzungsschaltung (MPO) beachten	288
4.5	Binaurale Aspekte der Verstärkungseinstellungen	288
5.	Sprach- und Situationserkennung	289
5.1	Automatische Programmwahl	290
5.2	Änderung der Programmparameter	290
5.3	Technische Umsetzung	290
5.3.1	Symmetrische und asymmetrische Hörsituationen	291
5.3.2	Spracherkennung	291
5.4	Messtechnische Untersuchungsmöglichkeiten	293
6.	Rückkopplungsmanager	295
6.1	Kanalabsenkung	297
6.2	Notchfilter	297
6.3	Phasenumkehr	297
6.4	(Transiente) Frequenzverschiebung	297
6.5	Zeitlich-spektrale Modulation	297
6.6	Umsetzung	297
6.6	Messtechnische Untersuchung	299
7.	Störschallreduzierung	300
7.1	Die Frequenzselektivität bei Innenohrschwerhörigkeiten	300

7.1.1	Das Satzverstehen bei SNR-Verbesserungen	302
7.2	Mikrofonssysteme	304
7.2.1	Physikalische Grenzen	304
7.2.2	Richtmikrofone am Kopf des Kunden	305
7.2.3	Binaurale Richtmikrofone	307
7.2.4	Mikrofonarrays	307
7.2.5	Sprachorientierte Richtwirkung	307
7.2.6	Richtmikrofone bei offenen Anpassungen	307
7.2.7	Mögliche Probleme beim Einsatz der Richtmikrofone in der Praxis	307
7.2.8	Messtechnische Untersuchung der Direktionalität	308
7.3	Verstärkungsabsenkung	309
7.4	Wiener-Filter	310
7.5	Impulsschallreduzierung	310
7.5.1	Umsetzung	311
7.6	Windgeräuschreduzierung	311
7.6.1	Umsetzung	311
7.7	Hallreduzierung	312
7.8	Klangoptimierung	312
7.9	Pinna-Effekt	313
7.10	Messtechnische Untersuchungsmöglichkeiten	313
7.10.1	Verstärkungsabsenkung	313
7.10.2	Wiener-Filter	314
7.10.3	Impulsschallreduzierung	314
8.	Frequenzkompression, Frequenztransposition und Bassanhebung	315
8.1	Frequenzbereichskompression	316
8.2	Frequenzbereichsverschiebung	316
8.3	Umsetzung	316
8.4	Bassanhebung (Bass-Boost, Power Bass)	317
8.4.1	Adaptive Bassanhebung	317
8.4.2	Virtueller Bass	318
9.	Data-Logging, Akklimatisierungsmanager	319
9.1	Data-Logging	319
9.2	Klangoptimierung durch einen Lernvorgang (Data-Learning)	320
9.3	Akklimatisierungsmanager	320
10.	Konnektivität	321
10.1	Fernbedienung des Hörgeräts mit dem Smartphone	321
10.2	Geotagging	322
10.3	Audiostreaming	322
11.	Sensorik zur Erfassung physiologischer Parameter	323
11.1	Sensorspezifische Funktionen	323
12.	Künstliche Intelligenz	324
13.	Tragekomfort.....	325
13.1	Binaurale Koordination	325
13.2	Signaltöne und Bedienungsinformationen	325
13.3	Einschalt-Verzögerung	325

ABSCHNITT 4**ZUBEHÖR**

Abschnitt 4	Zubehör	327
1.	Schall- und Gehörschutz	329
1.1	Schallschutz	329
1.1.1	Schallschutzmaßnahmen an Gebäuden, Maschinen und Verkehrswegen	330
1.2	Gehörschutz	331
1.2.1	Persönliche Schutzausrüstungen (PSA)	331
1.2.2	Industrieller Gehörschutz	331
1.2.3	Passender Schutz für den speziellen Lärm	332
1.2.4	Gehörschutzstöpsel	332
1.2.5	Ohrstöpsel für bestimmte Personengruppen	334
1.3	Kapselgehörschützer, Schallschutzhelme und Schutzanzüge	337
1.4	Aktiver Gehörschutz und Headsets	338
1.4.1	Statischer Gehörschutz	338
1.4.2	Dynamischer Gehörschutz	338
1.5	Individuell angepasster Gehörschutz	339
1.5.1	Gehörschutz mit eingebautem Filter	339
1.5.2	Schwimmschutz	340
1.5.3	Schlafschutz	340
2.	Ausgelagerte Mikrofone und FM-Anlagen	341
2.1	Mikrofon beim Sprecher	341
2.2	FM-Anlagen	341
2.2.1	Aufbau von FM-Anlagen	341
2.2.2	Vorteile	341
2.2.3	Dynamic FM	342
2.2.4	Anschließbare Geräte	342
2.2.5	Überprüfung der Funktionalität der FM-Anlage	342
3.	Reinigung und Pflege	343
3.1	Reinigung von HdO-Geräten	343
3.2	Reinigung von IdO-Geräten und HdO-Gehäusen	343
3.3	Trocknen von Hörgeräten	344
3.4	Ultraschall-Reinigungsgeräte	344
3.5	Pflegecreme	344
4.	Blitzwecker, Telefone, Lisa-Anlagen	345
4.1	Blitzwecker	345
4.2	Lichtsignalanlagen (LISA)	345
4.3	Telefone	346
4.4	Telefon-Hörverstärker für stationäre Telefone	346
4.5	TV-Hörsysteme	346
4.6	Hörverstärker für Mobiltelefone	347
4.7	Kommunikationsverstärker	347
4.7	Ringschleifenverstärker	348
5.	Servicearbeiten	349
5.1	Batteriewechsel	349
5.2	Schallschlauch wechseln	349
5.3	Schirmchen wechseln	349
5.4	Wechsel eines Cerumenfilters	349

AKUSTISCHE MESSTECHNIK

Akustische Messtechnik	351
------------------------------	-----

ABSCHNITT 1 AUFBAU VON MESSBOX UND IN-SITU-ANLAGE

Abschnitt 1	Aufbau von Messbox und In-situ-Anlage	353
1.	Grundlagen der Messtechnik (Metrologie)	355
1.1	Begriffe, der Messvorgang	355
1.1.1	Das Messprinzip	355
1.1.2	Die Messmethode	356
1.1.3	Das Messverfahren	356
1.1.4	Das Messgerät (Messinstrument)	356
1.2	Messgeräte	356
1.2.1	Kalibrieren und Eichen.....	357
1.3	Messfehler und Genauigkeiten	357
1.4	Sonderthema Fehler und Fehlerfortpflanzung	358
2.	Blockschaltbilder von Messbox und In-situ-Anlage	360
2.1	Der Einsatz von Messboxmessungen	361
2.2	In-situ-Messung	362
2.3	RECD-Messung	363
3.	Abhören mit dem Stethoclip	364
3.1	Vorbereitung vor akustischen Messungen	364
3.2	Geeignete Testworte	364
3.3	Gerätevorbereitung vor dem Abhören	364
4.	Kuppler	366
4.1	Der 2 ccm-Kuppler	366
4.2	Der Freiburger-Konischer-Kuppler (FKK)	367
4.3	Freiburger-Konischer-Kinder-Kuppler	367
4.4	Zwislocki-Kuppler	367
4.5	Ohrsimulator	367
4.6	Messungen bei der Anpassung in der Praxis	367
5.	Messsignale	368
5.1	Sinus	368
5.1.1	Sonderthema: Die Sinusfunktion	368
5.2	Sinus in der Tonaudiometrie	369
5.3	Burst	370
5.4	Wobbelton	370
5.5	Chirp	370
5.6	Rauschsignale	371
5.6.1	Weißes Rauschen	371
5.6.2	Rosa Rauschen (1/f Rauschen)	371
5.6.3	Sprachsimulierendes Rauschen	372
5.6.4	Schmalbandrauschen	372
5.6.5	Breitbandrauschen	373
5.7	Sprache	373
5.8	Musik	374

5.9	Die Signaldynamik	374
5.9.1	Signaldynamik in der Hörakustik	374
6.	Kalibrieren, justieren und eichen	375
6.1	Audiometer	376
6.1.1	Funktionskontrolle	376
6.1.2	Messtechnische Kontrolle	376
6.2	Kalibriervorgänge an einer Messbox	377
6.2.1	Kalibrieren von Messmikrofonen	377
6.2.2	Kalibrieren der Messbox	377
6.2.3	Varianten der Messboxmessungen	377
6.3	Sondenkalibrierung bei der In-situ-Messung	378
7.	Zubehör für Messboxmessungen	380
7.1	Der Batterieadapter	380
7.2	Batteriespannungsprüfer	380

ABSCHNITT 2 DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

Abschnitt 2	Durchführung der Messungen	381
1.	Positionierung von Hörsystem und Kunde	383
1.1	Durchführung von Messboxmessungen	383
1.2	Durchführung von In-situ-Messungen	384
1.3	Rauschen im Prüfraum - die untere Messgrenze	386
2.	Messdiagramme und Darstellungsarten	388
2.1	Wahl passender Messungen und Messdiagramme	388
2.1.1	Kurvenscharen	388
2.1.2	Umschaltbare Darstellungen	388
2.1.3	Die Verwendung von Farbe	388
2.1.4	Wasserfalldarstellung	388
2.1.5	Das passende Koordinatensystem wählen	391
2.2	Darstellung im Zeit- oder Frequenzbereich	391
2.3	Analog- und Digitalsignal, kontinuierliche und diskontinuierliche Signale	392
2.4	Diverse Diagrammformen	393

ABSCHNITT 3 TRADITIONELLE MESSVERFAHREN

Abschnitt 3	Traditionelle Messverfahren	395
1.	Einzeltonmessung	397
2.	Der Frequenzgang	398
2.1	Frequenzgang des Hörsystems	399
2.2	Zielkonstruktionen	399
3.	Die Dynamikkennlinie (LE/LA-Diagramm)	400
4.	Zusammenhang zwischen Einzeltonmessung, Frequenzgang und Dynamikkennlinie	401

ABSCHNITT 4 MODERNE MESSVERFAHREN

Abschnitt 4	Moderne Messverfahren	403
1.	Auswerteverfahren der Messtechnik	405
1.1	RMS-Verfahren (Root Mean Square, Effektivwert)	405
1.1.1	Der Einfluss der Mittelungszeit	405
1.1.2	Wie wird der RMS-Wert berechnet?	406
1.2	Kurvenglättung, Anzahl der Messungen	406
1.3	FFT-Verfahren (Fast-Fourier-Transformation)	407
1.3.1	Einkanal- und Zweikanal-FFT	408
1.3.2	Vergleich zwischen RMS-Verfahren und FFT-Verfahren	409
1.4	Sonagramm	409
1.5	Zeitverlaufdiagramm	410
1.6	Statistische Auswertungen	411
1.7	Perzentilverfahren	411
1.7.1	Von der Pegelstatistik zur Perzentilanalyse	412
1.7.2	Begrenzung der Messdynamik	413
2.	Real Ear to Coupler Difference (RECD-Messung)	415
2.1	Das Messprinzip der RECD-Messung	415
2.2	Mögliche Abweichungen bei der RECD-Messung	415
2.3	Die Durchschnitts-RECD für Erwachsene	416
2.4	Real Ear Dial Difference (REDD)	417
3.	Normierte Darstellungen	419
3.1	Normierte Darstellung nach Reimer Rohwedder	419
3.1.1	Beispiel Regen	419
3.1.2	Beispiel Hundegebell	419
3.1.3	Beispiel Bohrmaschine	419
3.2	SNR-Messung nach Björn Hagerman und Ake Olofsson	421
4.	Weitere Messungen zur Beurteilung von Hörgerätefeatures	423
4.1	Impulsschallreduzierung	423
4.2	Frequenzverschiebung und Frequenzkompression	424
4.3	Maximale Verstärkung ohne Kopplung	425
4.4	Mehrkanaligkeit: Messung mit dem Zweittonverfahren	426
4.5	Dynamisches Kompressionsverhältnis	427
4.6	Signal-Durchlaufzeit (Delay)	428
4.7	Richtmikrofone	429

ABSCHNITT 5 NORMMESSUNG

Abschnitt 5	Normmessung	431
1.	Relevante Normen	433
1.1	Messnormen der Hörakustik	433
1.2	DIN EN 60 118-7 Akustik-Hörgeräte-Teil 7	434
2.	Normmessungen: Begriffsdefinitionen	435

3.	OSPL-90	436
3.1	Beispiel einer praktischen Durchführung	436
4.	FOG	438
4.1	Beispiel einer praktischen Durchführung	438
5.	NAW, RTS (RTS, normale akustische Wiedergabekurve)	439
5.1	Beispiel für eine praktische Durchführung	439
6.	Normmessungen mit wenig Praxisrelevanz	442
6.1	Betriebsstromstärke	442
6.2	Gesamtklirrfaktor	442
6.3	Eingangsbezogenes Eigenrauschen	442
6.4	Mittleres maximales Induktiv-akustisches Übertragungsmaß	443
6.5	Äquivalentes akustisches Übertragungsmaß der T-Spule	443
6.6	LE/LA-Verhalten im eingeschwungenen Zustand	443
6.7	Dynamische Kennwerte der AGC	444

HÖRSYSTEMANPASSUNG

Hörsystemanpassung	446
--------------------------	-----

ABSCHNITT 1 SIEBEN PHASEN DER ANPASSUNG

Abschnitt 1	Sieben Phasen der Anpassung	447
1.	Die Ziele und Einflussfaktoren einer Hörsystemanpassung	449
1.1	Ziele einer Anpassung	449
1.1.1	Das Sprachverstehen	449
1.1.2	Überwindung der Hörentwöhnung und die Berücksichtigung des individuellen Lautheitsempfindens	450
1.1.3	Der Geräteklang	450
1.1.4	Die Kosmetik - Vermeidung der Stigmatisierung	450
1.1.5	Bedienung und Pflege	450
1.1.6	Der Tragekomfort und das Wohlbefinden	450
1.1.7	Die Höranstrengung	450
1.2	Einflussfaktoren einer Hörsystemanpassung	450
1.2.1	Der Einfluss der Kundenpersönlichkeit	451
1.2.2	Die Berücksichtigung kosmetischer Kundenwünsche	451
1.2.3	Das Umfeld des Kunden	452
1.2.4	(Sichtbare) anatomische Strukturen	452
1.3	Audiologische Faktoren	452
1.4	Finanzielle Aspekte	454
1.5	Die Erhebung benötigter Daten	454
1.6	Erwartungen und Befürchtungen des Kunden	454
1.6.1	Kundenerwartungen	454
1.6.2	Das befürchteten Kunden	454

2.	Das 7-Phasen-Konzept: Hörsystemanpassung mit Struktur	456
2.1	Das 7-Phasen-Konzept	456
2.1.1	Der Einsatz von Checklisten	456
2.2	Beschreibung der sieben Phasen und ihre jeweiligen Ziele	457
2.2.1	Phase 1 - Begrüßungs- und Motivationsphase (Abschnitt 2)	458
2.2.2	Phase 2 - Befundungsphase (Abschnitt 3)	458
2.2.2.1	Die Datenanalyse, ein wichtiger Bestandteil der Befundungsphase	458
2.2.3	Phase 3 - Beratungsphase (Abschnitt 4)	458
2.2.4	Phase 4 - Trainingsphase (Abschnitt 5)	458
2.2.5	Phase 5 - Entscheidungsphase, vertiefende Beratung (Abschnitt 6)	458
2.2.6	Phase 6 - Optimierungsphase (Abschnitt 7)	458
2.2.7	Phase 7 - Nutzungsphase (Abschnitt 8)	459
	Expertentipp von Harald Bonsel	460

ABSCHNITT 2 PHASE 1 - BEGRÜSSUNGS- UND MOTIVATIONSPHASE

Abschnitt 2	Phase 1 - Begrüßungs- und Motivationsphase	461
1.	Ziele und Inhalte der Phase 1 - Begrüßungsphase	463
1.1	Vorstellung und Erklärung zum Ablauf der Anpassung	463
1.2	Erstanpassung oder Nachversorgung	464
2.	Der Umgang mit dem Kunden, Kommunikation mit Hörgeschädigten	465
2.1	Aspekte des eingeschränkten Sprachverstehens	465
2.2	Der Zeitaspekt	465
2.3	Tipps für eine erfolgreiche Kommunikation mit Schwerhörigen	465
2.3.1	Reden, nicht schreien	465
2.3.2	Blickkontakt halten	466
2.3.3	Gegenlicht vermeiden	466
2.3.4	Die Struktur des Gesprächs	467
2.3.5	Die Bedeutung unterstützender Gesten	467
2.3.6	Zusammenfassend wiederholen	467
2.4	Empfehlungen für die Gestaltung eines Kundengesprächs	468
2.4.1	Fragetechniken	469
2.4.2	Aktives Zuhören	470
2.4.3	Die fokussierte Aufmerksamkeit	470
2.4.4	Die Botschaften der nonverbalen Kommunikation	470
2.4.5	Das Modell zur Krisenbewältigung von Erika Schuchardt	472
2.5	Allgemeine Struktur der Einweisungsgespräche	472
2.6	Tipps zum verständlichen Erklären von Grafiken	474

ABSCHNITT 3 PHASE 2 - BEFUNDUNGSPHASE

Abschnitt 3	Phase 2 - Befundungsphase	475
1.	Das audiologische Vorgespräch	477
1.1	Die Gesprächsatmosphäre und der Vertrauensaufbau	477
1.2	Die Gliederung des audiologischen Vorgesprächs in sechs Teile	477

1.3	Erfassung persönlicher Daten	478
1.4	Allgemeine Fragen zur Schwerhörigkeit	479
1.5	Fragen zum medizinisch-anatomischen Bereich	480
1.6	Fragen zum individuellen Hörbedarf	481
1.7	Fragen zum sozialen Umfeld	482
1.8	Kundenwünsche erfragen	483
2.	Die Otoskopie	485
2.1	Otoskope	485
2.1.1	Ausführungen von Otoskopen	485
2.2	Durchführung der Otoskopie	487
2.3	Distanzzonen und Hygiene.....	489
3.	Tonaudiometrie	491
3.1	Audiometer	491
3.1.1	Geräteaufbau und Ausstattungen	491
3.1.2	Tonaudiometer	494
3.2	Durchführung der Tonaudiometrie	497
3.2.1	Bestimmung der Luftleitung	498
3.2.2	Bestimmung der Knochenleitung	503
3.2.3	Bestimmung der Unbehaglichkeitsschwelle	506
3.2.4	Die Bestimmung angenehmer Lautstärkepegel (MCL)	508
3.3	Beschreibungsschema für ein Tonaudiogramm	509
3.4	Tonaudiometrie und Hörfeldskalierung	509
3.5	Vertäuben in der Tonaudiometrie	511
3.6	Freifeldmessungen in der Tonaudiometrie	514
	Expertentipp von Gudrun Surup	514
4.	Durchführung des Freiburger Sprachtests	515
4.1	Freiburger Sprachtest	515
4.1.1	Sonderthema: Spektraler Ausgleich	516
4.2	Hörverlust für Zahlen	518
4.3	Unbehaglichkeitsschwelle für Sprache	519
4.4	Einsilberverstehen	520
4.5	Verwechslungen von Einsilbern	523
4.5.1	Ursachen der Wortverwechslungen	523
4.6	Wann ist die Bestimmung eines CSL sinnvoll?	527
4.7	Freifeldmessungen	527
4.8	Reproduzierbarkeit der Messungen	527
4.9	Vertäübung beim Freiburger Sprachtest	528
5.	Datenanalyse in sechs Schritten	529
5.1	Ziele der Datenanalyse	529
5.2	Bedeutung der in der Befundungsphase erhobenen Daten und deren Analyse	530
5.3	Auswertung von Vorgespräch, Otoskopie und Audiometrie	530
5.3.1	Das audiologische Vorgespräch analysieren	530
5.3.2	Otoskopiebefunde auswerten	531
5.3.3	Ergebnisse der Tonaudiometrie und Hörfeldskalierung bewerten	533
5.3.4	Ergebnisse der Sprachaudiometrie (Freiburger Sprachtest) auswerten	533
5.4	Durchführung der Datenanalyse in sechs Schritten	534
5.4.1	1. Analyseschritt: Daten auf Konsistenz überprüfen	534
5.4.2	2. Analyseschritt: Korrelation der Messergebnisse überprüfen	536

5.4.3	3. Analyseschritt: Die Eckdaten einer Anpassung bestimmen	536
5.4.4	4. Analyseschritt: Geeignete Bauformen finden	537
5.4.4.1	Einflussfaktor: Größe und Beschaffenheit des äußeren Gehörgangs	538
5.4.4.2	Baugröße des benötigten Hörers in Abhängigkeit vom Hörverlust	539
5.4.4.3	Anatomie des retroauriculären Bereichs	539
5.4.4.4	Baugrößen von Hörgeräteelementen berücksichtigen	539
5.4.4.5	Faktoren, die durch eine sinnvolle Otoplastikgestaltung erfüllt werden sollten	540
5.5	5. Analyseschritt: Daten der Otoplastik (vorläufig) festlegen	540
5.6	6. Analyseschritt: Benötigte Features und sinnvolles Zubehör erfassen	542
5.6.1	Hörsituation Restaurant	542
5.6.2	Aktivität im Freien	543
5.6.3	Gerätetragen beim Bewegungssport	543
5.6.4	Musik und Oper	543
5.6.5	Schauspiel	544
5.6.6	Konferenzsituationen	544
5.6.7	Familienfeiern	544
5.6.8	Telefonieren	544
5.6.9	Fernsehen	544
5.6.10	Hörsystem mit Gehörschutzfunktion	544
5.6.11	In der Küche, Koch	544
5.6.12	Autofahrt, Taxifahrer	544
5.6.13	Hören in großen Räumen	545
5.6.14	Durchsagen am Flughafen bzw. Bahnhofsdurchsagen verstehen	545
5.7	Spezielle Anpassfälle	545

ABSCHNITT 4 PHASE 3 - BERATUNGSPHASE

Abschnitt 4	Phase 3 - Beratungsphase	547
1.	Messungen der Befundungsphase erklären	550
1.1	Erklärung der Otoskopiebefunde	550
1.2	Erklärung der Tonaudiometrie	550
1.3	Freiburger Sprachtest	551
2.	Technische Beratung	553
2.1	Hörsystembauform	553
2.2	Qualitätsstufen und Ausführungen	554
	Expertentipp von Thomas Schottler	554
3.	Kosmetische Beratung	555
4.	Hörentwöhnung und Gewöhnungsphase	556

ABSCHNITT 5 PHASE 4 - TRAININGSPHASE

Abschnitt 5	Phase 4 - Trainingsphase - Trainingsgerät auswählen	557
1.	Anpassmethoden	560
1.1	Die gleitende Anpassung	560
1.2	Responsive Anpassung	561
1.2.1	Das Konzept der responsiven Anpassung	561

1.2.2	Die Grundlagen	561
1.2.3	Die Wahl des geeigneten Hörsystems: Käufertypologie	562
1.3	Anpassung mit vorlaufender Akklimatisierung	564
1.3.1	Das Konzept der Anpassung mit vorlaufender Akklimatisierung	564
1.3.2	Durchführung des Trainingsvorlaufs	564
1.4	Die vergleichende Anpassung	566
2.	Anpassverfahren	567
2.1	Einteilung der Anpassverfahren	568
2.1.1	Entwicklung der Anpassverfahren	568
2.2	Hörschwellenorientierte Verfahren	569
2.2.1	HV/2 (Lybarger)	569
2.2.2	Weitere historische Anpassverfahren	569
2.3	Dynamikbreitenorientierte Anpassverfahren	570
2.3.1	Anpassung digitaler Hörsysteme	570
2.3.2	NAL-NL1 und NAL-NL2	572
2.3.3	DSL v5.0 bzw. v5.0a	575
2.3.4	Berücksichtigung der Knochenleitungswerte und US	576
2.3.5	Die binaurale Lautheitssumation	577
2.3.6	Vergleiche	579
2.4	Dynamikorientierte Frequenzanpassung mittels Lautheitsskalierung	580
2.4.1	LGOB (Loudness growths in 1/2-octave bands)	580
2.4.2	IHAFF (Independent Hearing Aid Fitting Forum)	580
2.4.3	Madsen Aurical Methode	580
2.4.4	Würzburger Hörfeld	581
2.4.5	ScalAdapt	581
2.4.6	Präscriptivverfahren nach Kießling	581
2.5	Auf Zielhörfelder bezogene Anpassverfahren (Perzentilanpassung)	582
2.5.1	Perzentilanpassung (nach Harald Bonsel)	582
2.5.1.1	Praktische Vorgehensweise	583
2.5.1.2	Akklimatisierung	584
2.5.2	AHA-Fit	584
2.6	Lautheitsorientierte Frequenzanpassung	585
	Expertentipp von Gudrun Surup	586
	Expertentipp von Engin Aksel	588
3.	Nutz- und Störschall	589
3.1	Die Unterscheidung von Nutz- und Störschall	589
3.2	Modulationen und Signalanalysen	590
3.2.1	Welche Arten der Modulationen gibt es?	590
3.2.2	Einige Möglichkeiten zur Signalanalyse	591
3.3	Sprache	595
3.3.1	Aufbau der Sprache	597
3.3.2	Phone, Phoneme und Allophone	597
3.3.2.1	Phoneme der deutschen Sprache	598
3.3.3	Die Formanten der Vokale	600
3.3.4	Der Schwa-Laut	601
3.3.5	Konsonanten	602
3.3.5.1	Lautgruppen	603
3.3.6	Die spektrale Flachheit	603
3.3.7	„Steckbrief“ der Phoneme	603
3.3.8	Die prinzipielle Bedeutung der Phoneme für die Hörsystemanpassung	603
3.3.9	Minimalpaare mit unterschiedlichen Anlauten	604

3.3.10	Dialekte und Akzente	605
3.3.11	Dynamik der Sprache	605
3.3.12	Die wichtigsten Sprachmerkmale	605
3.3.13	Hören und Verstehen	605
3.4	Musik	606
3.4.1	Frequenzbereich und Dynamik	606
3.5	Einige wichtige Schallsignale, die meist als Störlärm auftreten	608
3.5.1	Verkehrslärm	608
3.5.2	Schallereignisse der Baustelle	608
3.5.3	Im Restaurant	608
4.	Die Trainingsphase gestalten	609
4.1	Vorgehensweise bei der Trainingsphase	609
4.2	Vorauswahl geeigneter Übungsgeräte	609
4.3	Wahl des Anpassverfahrens	611
4.4	Die gleitende Anpassung	611
4.5	Dem Kunden die Gerätehandhabung erklären	614
4.6	Erstes Einschalten des Übungsgeräts	614
4.6.1	Die fokussierte Aufmerksamkeit	614
4.6.2	Bewährte Vorgehensweise	614
4.6.3	Zwei-Programme-Methode	615
4.7	Training durchführen	616

ABSCHNITT 6**PHASE 5 - ENTSCHEIDUNGSPHASE**

Abschnitt 6	Phase 5 - Entscheidungsphase - vertiefende Beratung	617
1.	Die Bedeutung der Geräte- und Otoplastikwahl zur Erreichung der Anpassziele	619
1.1	Die Gestaltung der Otoplastik	619
1.2	Eine ausreichende Geräteverstärkung bereitstellen	619
2.	Wichtige Hörsituationen	620
2.1	Möglichkeiten zur Analyse von Sound-Dateien	620
2.1.1	Woher kann man das passende Soundbeispiel erhalten?	620
2.1.2	Analyse durch Abhören	620
2.1.3	Die Darstellung im Zeitbereich einer Analysesoftware	620
2.1.4	Wasserfalldarstellung	621
2.1.5	Das Spektrum der Sounddatei	622
2.1.6	Wann lohnt es sich für den Hörgeräteakustiker eine Klanganalyse?	622
2.1.7	Weitergehende Analysemöglichkeiten	622
2.2	Checkliste Hörsituationen	623
2.3	Geeignete Messtechnik für eine Untersuchung auswählen	623
2.4	Lautsprecheranordnung für einen Soundcheck	623
3.	Data-Logging und Tragetagebuch	624
3.1	Data-Logging	624
3.2	Tragetagebuch	625
4.	Vertiefende Beratung	626
4.1	Gliederungsvorschlag zur Durchführung der vertiefenden Beratung	626
4.2	Erfassung von Problemen	626
4.3	Kundenerwartungen und Änderungsbedarf ermitteln	626

4.4	Vorschläge zur Problemlösung unterbreiten	627
4.5	Jeweiligen Nutzen für den Kunden thematisieren	627
4.6	Empfehlung aussprechen und erläutern	627
4.7	Kundenentscheidungen akzeptieren	628
	Expertentipp von Marco Faltus	628

ABSCHNITT 7 PHASE 6 - OPTIMIERUNGSPHASE

Abschnitt 7	Phase 6 - die Optimierungsphase	629
1.	Ohrabformung und Wahl der Otoplastik	631
1.1	Durchführung der Ohrabformung	631
1.1.1	Auswirkungen des Kauvorgangs auf die Otoplastik	631
1.1.2	Die Gehörgangsdynamik - Konsequenzen für die Praxis	632
1.2	Wahl der Otoplastik	635
1.2.1	Warum sollte die Otoplastik zeitlich vor der Feinanpassung optimiert werden?	635
1.2.2	Beispiel für den Einfluss der Otoplastik	635
2.	Methoden der Feinanpassung	639
2.1	Woraus ergibt sich die Notwendigkeit einer Feinanpassung?	640
2.2	Kann bei einer Feinanpassung auf begleitende Messungen verzichtet werden?	640
2.3	Eine Messstrategie entwerfen	641
2.4	Messungen zur Unterstützung der Feinanpassung und ihr Einsatzgebiet	641
2.5	Objektive Messungen	641
2.5.1	Messboxmessungen	641
2.5.2	In-situ-Messungen	641
2.6	Freifeldmessungen zur Fein-Justage der Geräteverstärkung	643
2.6.1	Die Aufblähkurve	643
2.6.2	Die Hörfeldskalierung	643
2.6.3	Loudness-Fitting	645
	Expertentipps von Mike Gerl	647
	Expertentipp von Matthias Parr	649
2.6.4	Freifeldmessungen mit dem Freiburger Sprachtest zur Qualitätssicherung	650
2.6.5	Der Phonak Phoneme Perception Test	652
	Expertentipp von Dr. Johannes Burkart	653
2.7	Bestimmung des SNR beim Hören im Störschall	657
2.7.1	Der ANL-Test	657
	Expertentipp von Harald Bonsel	659
2.8	Audiovisuelle Klangbeispiele und der Kundendialog	661
2.9	Die Höranstrengung	662
2.10	Verfahren zum Binauralabgleich	663
3.	Eine Messstrategie entwerfen	665
3.1	Die Qualitätsansprüche des Kunden an das Hören	665
3.2	Alter und geistige Fitness des Kunden	665
3.3	Art und Größe des Hörverlusts	665
3.4	Für den Kunden wichtige Hörsituationen	665
3.5	Der Startpunkt der Feinanpassung	666
3.5.1	MPO einstellen	666
3.5.2	Adäquate Verstärkungseinstellung	666
3.5.3	Das Sprachverstehen optimieren	668

4.	Die Einstellung von „Spezialprogrammen“	669
5.	Kundenaussagen interpretieren: Troubleshooting	670
	Expertentipp von Harald Bonsel	670
5.1	Einflussbereich der Otoplastik	671
5.2	Aussagen zu Verstärkungseinstellungen	671
5.2.1	Typische Äußerungen, die den Pegel betreffen	671
5.2.2	Aussagen, die das Spektrum beschreiben	672
5.2.3	Sprachlautstärke	672
5.2.4	Nebengeräusche sind störend	674
5.3	Einfluss adaptiver Parameter	674
5.4	Training und Schulung des Kunden	674
5.5	Einsatz von Zubehör	675
5.6	Bestehen technische Probleme?	675
5.7	Beispiele für Kundenaussagen	675
6.	Final Touch	679
6.1	Auswertung von Fragebögen (Frageinventaren)	679
6.2	Untersuchung des Sprachverstehens von Sätzen bzw. Texten in Ruhe und im Störlärm	680
6.3	Zufriedenheit des Kunden mit den Geräteeinstellungen in adäquaten Hörsituationen	680

ABSCHNITT 8**PHASE 7 - NUTZUNGSPHASE**

Abschnitt 8	Phase 7 - Nutzungsphase	681
1.	Kaufmännische Abwicklung	683
2.	Kundenservice	684
3.	Informationen	685
4.	Reklamationen	686