

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen der Akustik	1
1.1 Komponenten einer Stereoanlage	1
1.1.1 Verzerrungen	4
1.1.2 Akustische Kommunikation	8
1.1.3 Schallgeschwindigkeit	15
1.1.4 Schwingungsarten	16
1.1.5 Das menschliche Ohr	18
1.1.6 Begriffe der Elektroakustik	20
1.1.7 Formeln der Elektroakustik	24
1.2 Grundlagen von Mikrofonen	32
1.3 Grundlagen von Lautsprechern	37
1.4 Phasenverzerrung und Klangverfälschung	40
2 Spracherzeugung und Wahrnehmung	47
2.1 Akustische Signale	48
2.1.1 Mechanismus der Spracherzeugung	49
2.1.2 Stimmbänder für stimmhafte und stimmlose Laute	50
2.1.3 Frequenzanalyse	52
2.1.4 Lautübergänge und phonetische Lauteinheiten	56
2.1.5 Diphone und Morpheme	60
2.1.6 Unterschiede zwischen Sprechern	63
2.2 Spracherzeugung und Wahrnehmung	64
2.2.1 Lineare Filter für Spracherzeugung	64
2.2.2 Anregungsquelle und Filter	67
2.2.3 Akustische Filter	69
2.2.4 Gehör	71
2.2.5 Empfindungsgrößen des Gehörs	76
2.2.6 Lautstärkemessung	78
2.2.7 Tonhöhenempfindung	81

3	Messgeräte für Audioanlagen	85
3.1	Funktionsgenerator und Multimeter	85
3.2	Funktionsgenerator und 2-Kanal-Oszilloskop	90
3.3	Spannungserzeuger und 4-Kanal-Oszilloskop	98
3.4	Leistungs- oder Wattmeter	104
3.5	Bode-Plotter	108
3.6	Klirrfaktormessgerät	120
4	Elektronische Musikinstrumente	127
4.1	Elektronische Orgeln	127
4.1.1	Mutter- oder Hauptoszillatoren	129
4.1.2	Frequenzteilung	137
4.1.3	Tonleiter	144
4.2	Tonintervalle	147
4.3	Klangsynthese	149
4.3.1	Frequenzspektrum	150
4.3.2	Hüllkurvenschaltung	153
4.3.3	Schallausbreitung	158
4.3.4	Doppler-Effekt	159
4.3.5	Überlagerung von Schallwellen	162
4.3.6	Schallmessung	163
4.3.7	Schallintensität	165
4.3.8	Relativer Schallpegel	170
4.3.9	Hörvermögen	171
4.3.10	Elongation	173
4.3.11	Schallquellen	175
5	Mikrofone	179
5.1	Richtcharakteristiken	179
5.2	Kohlemikrofon	186
5.3	Kristallmikrofon	188
5.4	Bändchenmikrofon	191
5.5	Tauchspulmikrofon	193
5.6	Elektromagnetisches Mikrofon	194
5.7	Kondensatormikrofon	194
5.8	Elektret-Kondensatormikrofon	197
5.9	Druck- und Druckdifferenzmikrofone	199
5.10	Richtmikrofone	204
5.11	Lavalier-Mikrofon	205
5.12	Drahtloses Mikrofon	207
5.13	Parabilmikrofon	207
5.14	Verbindungen von Mikrofonen zu den Vorverstärkern	208

6 Kleinsignalvorverstärker	211
6.1 Kenndaten von Verstärkern	211
6.1.1 Verstärkungsfaktor, Verstärkungsmaß und Leerlaufverstärkung	212
6.1.2 Rausch- und Störabstand	215
6.1.3 Verzerrungen, Impulsverhalten und Klirrfaktor.	221
6.1.4 Betriebsarten von Verstärkern	222
6.1.5 Universelle Verstärkerschaltung.	225
6.1.6 Stromgegengekoppelte Transistorstufe	227
6.1.7 Emitterschaltung mit Stromgegenkopplung	229
6.2 Mehrstufige Verstärker	229
6.2.1 Übertragungskopplung	230
6.2.2 Kopplungsarten	232
6.2.3 Kapazitive Kopplung	234
6.3 Kleinsignalverstärker mit Transistoren	237
6.3.1 Emitterschaltung eines Kleinsignalverstärkers	238
6.3.2 Thermische Arbeitspunktstabilisierung	241
6.3.3 Einstufiger Verstärker.	245
6.3.4 Kollektorschaltung.	246
6.3.5 Mehrstufige Verstärker.	247
6.3.6 Direkte Gleichstromkopplung	249
6.3.7 Zweistufiger Verstärker	250
6.3.8 Zweistufiger Verstärker mit Gegenkopplung	253
6.4 Operationsverstärker	257
6.4.1 Grundprinzip und Kennwerte	258
6.4.2 Kenndaten eines Operationsverstärkers.	260
6.4.3 Übertragungskennlinie.	261
6.4.4 Komparator	263
6.4.5 Invertierender Operationsverstärker (Umkehrverstärker)	264
6.4.6 Invertierender Verstärkerbetrieb.	265
6.4.7 Nicht invertierender Operationsverstärker.	267
6.4.8 Kompensation von Störgrößen.	269
6.4.9 Wechselspannungsverstärker	272
6.4.10 Addierer (Umkehraddierer)	273
7 Aktive und passive Filter für Klangnetzwerke.	275
7.1 Passive Klangnetzwerke.	276
7.1.1 RC-Tiefpass	277
7.1.2 CR-Hochpass	281
7.1.3 LR-Tiefpass	282
7.1.4 RL-Hochpass	284
7.1.5 Kriterien für Filter	285

7.1.6	Filtertypen	288
7.1.7	RCL-Reihenschwingkreis	289
7.1.8	RCL-Parallelschwingkreis	291
7.2	T- und π -Filter	293
7.2.1	T- und π -Filter mit Tiefpassverhalten	295
7.2.2	T- und π -Filter mit Hochpassverhalten	297
7.2.3	Passives Tiefpass-Doppelsiebglied	299
7.2.4	Passives Hochpass-Doppelsiebglied	300
7.3	Bandpass und Bandsperre	301
7.3.1	CL-Bandpass	301
7.3.2	CL-Bandsperre	302
7.3.3	Bandpass mit Wienbrücke	303
7.3.4	Doppel-T-Filter	304
7.4	RC-Filter für Klangbeeinflussung	307
7.5	Möglichkeiten der Klangeinstellung mit RC-Filtern	313
7.5.1	Höhenanhebung und -absenkung	314
7.5.2	Tiefenanhebung und -absenkung	315
7.5.3	Einstellmöglichkeiten für Tiefen und Höhen	316
7.6	Aktive Filterschaltungen	320
7.6.1	Vergleich zwischen den aktiven Filterschaltungen	321
7.6.2	Hoch- und Tiefpass 1. Ordnung	323
7.6.3	Filter nach Gauß, Bessel, Butterworth, Cauer und Tschebyscheff	325
7.6.4	Aktive Tiefpass- und Hochpassfilter 1. Ordnung	329
7.6.5	Aktive Tiefpassfilter 2. Ordnung mit Zweifachgegenkopplung	332
7.6.6	Umwandlung von Tiefpass- in Hochpassfilter	335
7.6.7	Aktives Tiefpassfilter höherer Ordnung	336
7.6.8	Berechnungsbeispiele für aktive Tiefpassfilter 2. Ordnung	337
7.6.9	Aktives Tiefpassfilter 3. Ordnung	340
7.6.10	Aktives Tiefpassfilter 4. Ordnung	341
7.7	Aktive Bandpassfilter	342
7.7.1	Selektiver Verstärker mit Schwingkreis	343
7.7.2	Selektives Filter 2. Ordnung in Gegenkopplung	344
7.7.3	Sallen-Key-Bandpass	346
7.7.4	Bandpass 2. Ordnung	347
7.7.5	Bandpass mit hoher Güte und Verstärkung	348
7.7.6	Bandpass mit Doppel-T-Filter in Gegenkopplung	349
7.8	Einstellbare Filter	350
7.8.1	Einstellbares Tiefpassfilter	350
7.8.2	Einstellbares Hochpassfilter	351
7.8.3	Einstellbares Bandsperrfilter	352

7.8.4	Allpassfilter	354
7.8.5	Sperrfilter	356
7.8.6	Sperrfilter mit einstellbarer Verstärkung	357
7.8.7	Sperrfilter mit einstellbarer Dämpfung	358
7.9	Spezielle Klangeinsteller	359
7.9.1	Aktiver Klangeinsteller	359
7.9.2	Aktiver Präsenzeinsteller	361
7.9.3	Rausch- und Rumpelfilter	362
8	NF-Leistungsverstärker	365
8.1	Leistungsverstärker mit Transistoren	371
8.1.1	Eintakt-A-Verstärker	372
8.1.2	Leistungsverstärker mit verbessertem Eintakt-A-Betrieb	374
8.2	Leistungsverstärker im B-Betrieb	376
8.3	Komplementärer Leistungsverstärker im AB-Betrieb	379
8.4	Leistungsverstärker im D-Betrieb	382
8.5	IC-Leistungsverstärker	388
8.5.1	20-W-IC-Leistungsverstärker LM1875	390
8.5.2	Dualer 40-W-IC-Leistungsverstärker LM1876	393
8.5.3	40-W-IC-Leistungsverstärker LM2876	394
8.5.4	56-W-IC-Leistungsverstärker LM3875	396
8.5.5	68-W-IC-Leistungsverstärker LM3886	397
8.5.6	Abschaltbarer 30-W-IC-Leistungsverstärker LM4700	398
8.5.7	Dualer 11-W-IC-Leistungsverstärker LM4752	399
8.5.8	Dualer 40-W-IC-Leistungsverstärker LM4766	401
8.5.9	Dualer Klasse-D-Verstärker TPA3110	401
9	Lautsprecher, Frequenzweichen und Boxen	409
9.1	Dynamischer Tieftonlautsprecher	412
9.1.1	Übertragungskurve des dynamischen Lautsprechers	414
9.1.2	Lautsprecherchassis und Boxen	416
9.1.3	Tieftonlautsprecher	419
9.1.4	Mittel- und Hochtonlautsprecher	422
9.1.5	Doppelkonuslautsprecher	428
9.1.6	Koaxiallautsprecher	428
9.1.7	Trichter- oder Hornlautsprecher	430
9.1.8	Berechnung von Trichtern	434
9.2	Elektrisches und mechanisches Verhalten von Lautsprechern	435
9.2.1	Frequenzgang	437
9.2.2	Lautsprecherimpedanz	442
9.2.3	Lautsprecher für diffuse Schallverteilung	446
9.2.4	Akustische Linsen	450

9.3	Mittel- und Hochtonlautsprecher	452
9.3.1	Bändchenlautsprecher	452
9.3.2	Transmission-Line-Lautsprecher	453
9.3.3	Piezoelektrische Hochtöner	454
9.3.4	Air-motion-Wandler oder Jet-Hochtöner	455
9.3.5	Elektrostatische Lautsprecher	457
9.3.6	Gegentaktlautsprecher	459
9.4	Lautsprecherboxen und Schallführungen.	461
9.4.1	Akustischer Kurzschluss	461
9.4.2	Geschlossene Lautsprecherboxen (Kompaktboxen)	464
9.4.3	Schalldämmung und Schallabsorption (Schalldämpfung).	466
9.4.4	Bassreflexbox oder Phasenumkehrbox	469
9.4.5	Exponentialboxen	476
9.4.6	Transmission-Line-Box	480
9.5	Frequenzweichen	482
9.5.1	Frequenzweiche 1. Ordnung mit einem Spannungsfall/Oktave von 6 dB	483
9.5.2	Frequenzweiche 2. Ordnung mit einem Spannungsfall/Oktave von 12 dB	485
9.5.3	Frequenzweiche 3. Ordnung mit einem Spannungsfall/Oktave von 18 dB	486
9.5.4	Frequenzweiche 4. Ordnung mit einem Spannungsfall/Oktave von 24 dB	488
9.5.5	Phasenverzerrung.	490
9.5.6	Akustische Butterworth-Weichen	491
9.5.7	Frequenzweiche mit „filler driver“	492
9.5.8	Entzerrung	493
9.5.9	Induktivitäten für Frequenzweichen	495
9.6	Lautsprecherkombinationen.	497
9.6.1	Zweiweg-Lautsprecherkombination für eine Ausgangsleistung von 100 W	497
9.6.2	Zweiweg-Lautsprecherkombination für eine Ausgangsleistung von 50 W	499
9.6.3	Zweiweg-Lautsprecherkombination mit akustischer Butterworth-Frequenzweiche.	501
9.6.4	Zweiweg-Lautsprecherkombination für eine Ausgangsleistung von 100 W	503
9.6.5	Hochtonbereiche mit zusätzlichen Hochtönern	504
9.6.6	Zweiweg-Lautsprecherkombination für eine Ausgangsleistung von 50 W	505

9.6.7	Dreiweg-Lautsprecherkombination für eine Ausgangsleistung von 30 W	509
9.6.8	Dreiweg-Lautsprecherkombination für eine Ausgangsleistung von 30 W	511
9.6.9	Dreiweg-Lautsprecherkombination mit akustischer Butterworth-Frequenzweiche.....	513
Literatur		517
Stichwortverzeichnis		519