

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	15
<b>1 Grundlagen der Akustik</b>	<b>19</b>
1.1 Schwingungen	19
1.2 Schall	20
1.3 Schalldruck und Schalldruckpegel	21
1.4 Wahrnehmung von Schall durch das menschliche Gehör	24
1.4.1 Gehörschädigung	24
1.4.2 Frequenzabhängigkeit	24
1.5 Schallausbreitung	27
1.5.1 Raumakustik	27
1.5.2 Gleichphasige Schallwellen	28
1.5.3 Phasenverschobene Wellen	29
1.5.4 Wellenauslösung	31
1.5.5 Kammfiltereffekte	32
<b>2 Unterschiedliche P.A.-Konzepte</b>	<b>37</b>
2.1 Allgemeines	37
2.2 Etwas Geschichte...	38
2.3 Beschallungskonzepte	42
2.3.1 ELA-Technik	42
2.3.2 Die klassische Gesangsanlage	44
2.3.3 Klein-P.A.s mit passiven Subwoofern	47
2.3.4 Klein-P.A.s mit aktiven Subwoofern	49
2.4 Groß-P.A.s	53
<b>3 Die direkte Abnahme von Audiosignalen</b>	<b>59</b>
3.1 Wozu DI-Boxen?	59
3.1.1 Signalsymmetrierung	60
3.1.2 Galvanische Trennung	62

3.1.3 Impedanzwandlung	62
3.2 Passive oder aktive DI-Boxen?	63
3.3 Ausstattung von DI-Boxen	65
<b>4 Mikrofontechnik</b>	<b>67</b>
4.1 Dynamische Mikrofone	68
4.2 Kondensatormikrofone	69
4.3 Dynamisch contra Kondensator	71
4.4 Richtwirkung	72
4.4.1 Warum Richtwirkung?	72
4.4.2 Funktionsprinzip	73
4.4.3 Nahbesprechungseffekt	73
4.4.4 Verschiedene Richtcharakteristiken	74
4.5 Unterschiedliche Bauformen	75
4.5.1 „Hand Held“-Ausführungen	75
4.5.2 Lavaliermikrofone	77
4.5.3 Headset-Mikrofone	77
4.5.4 Clip-Mikrofone	79
4.5.5 Grenzflächen-Mikrofone	80
4.5.6 Großmembran-Mikrofone	82
4.6 Welches Mikrofon an welcher Stelle ?	83
4.6.1 Auswahl eines Gesangsmikrofons	83
4.6.2 Schlagzeug	86
4.6.3 Bassdrum	88
4.6.4 Snare	90
4.6.5 HiHat	90
4.6.6 Toms	91
4.6.7 Becken	92
4.6.8 Perkussion	93
4.6.9 Bass	94
4.6.10 Elektrische Gitarre	96
4.6.11 Akustische Gitarre	97
4.6.12 Violine und Cello	99
4.6.13 Saxofon	99
4.6.14 Trompete	99
4.6.15 Posaune	100
4.6.16 Querflöte	101
4.6.17 Mundharmonika	101
4.6.18 Akkordeon	101
4.6.19 Klavier und Flügel	102

<b>5 Signaltransport</b>	<b>105</b>
5.1 Unsymmetrische Kabelverbindungen	105
5.2 Symmetrische Kabelverbindungen	107
5.3 Brummprobleme	108
5.4 Beschaltung	109
<b>6 Signalübermittlung durch Drahtlose Technik</b>	<b>111</b>
6.1 Funktionsweise	111
6.2 Rechtliche Rahmenbedingungen	114
6.3 Frequenzbereich-Übersicht	117
6.3.1 UKW, 8 m-Band	117
6.3.2 VHF, 2 m-Band	117
6.3.3 UHF, 0,7 m-Band	118
6.3.4 ISM-Frequenzen, deregulierter Bereich	119
6.4 Frequenz-Einzelzuteilungen	119
6.5 Digitales Fernsehen (DVB-T)	120
6.6 LTE	121
6.7 Intermodulationsproblematik	122
6.8 Wireless-Systeme in Österreich und in der Schweiz	124
6.9 Praktische Tipps zum Kauf und Einsatz von Wireless-Systemen	125
6.9.1 Wireless im Rudel	125
6.9.2 Welcher Frequenzbereich?	125
6.9.3 Technische Konformität	126
6.9.4 Anzahl der Kanäle	127
6.9.5 Sendeleistung	128
6.9.6 Bedienelemente	128
6.9.7 Handsender	129
6.9.8 Taschensender	129
6.9.9 Aufsteck-Sender	130
6.9.10 Stromversorgung	131
6.9.11 Ausstattung von Empfängern	132
6.9.12 Rauschunterdrückung, Kompondierung, Pilotton	133
6.9.13 Diversity	134
6.9.14 Antennen, Splitter, Booster und Antennenkabel	135
<b>7 P.A.-Mischpulte</b>	<b>139</b>
7.1 Ausführungen	139
7.1.1 Bauformen	139
7.1.2 Digitale Mischpulte	141
7.1.3 Analog oder digital?	143

7.2 Auswahlkriterien	146
7.3 Bestandteile eines Mischpultkanals	148
7.3.1 Eingangsbuchsen und Pad-Schalter	148
7.3.2 Phantomspeisung	148
7.3.3 Vorverstärker/Headamp	150
7.3.4 Insert-Effektweg	154
7.3.5 Phasendrehung	156
7.3.6 Equalizer/Klangregelung	156
7.3.7 Low-Cut-Filter/HPF	158
7.3.8 Aux-Wege	158
7.3.9 PFL, AFL, IPS, Solo	160
7.3.10 Mute	161
7.3.11 Direct-Out	161
7.4 Subgruppen	162
7.4.1 Audio-Subgruppen	162
7.4.2 VCA und DCA	164
7.5 Mastersektion	164
7.5.1 Matrix und Monosumme	164
7.5.2 Anzeigen	165
7.5.3 Oszillator	166
7.5.4 Talkback	166
7.5.5 Returns und Stereokanäle	166
7.6 Netzteile	167
7.7 Powermischer	168
7.8 DJ-Pulte	170
<b>8 Signalbearbeitung, Effekte und Effektgeräte</b>	<b>173</b>
8.1 Serielle und parallele Ansteuerung	173
8.2 Hard- und Software-Effektprozessoren	173
8.2.1 Gerätetypen und Effektkonfigurationen	176
8.2.2 Ein- und Ausgänge	176
8.2.3 Stromversorgung	179
8.3 Equalizer	179
8.3.1 Parametrische Equalizer	180
8.3.2 Grafische Equalizer	184
8.3.3 Analoge Equalizer-Ausführungen	187
8.3.4 Digitale Equalizer	189
8.4 Kompressoren und Limiter	190
8.4.1 Ein Kompressor – wozu?	190
8.4.2 Funktion eines Kompressors	191

8.4.3 Hard- und Soft-Knee-Kennlinien	192
8.4.4 Attack, Release und Output-Level	193
8.4.5 Kompressor-Ausführungen	196
8.4.6 Vocal-Stressing und De-Essing	197
8.4.7 Limiter	199
8.5 Noisegates und Expander	199
8.5.1 Wofür Noisegates?	199
8.5.2 Funktion	200
8.5.3 Noisegate-Parameter	201
8.5.4 Noisegate-Ausführungen	204
8.6 Exciter	205
8.7 Delay	206
8.8 Reverb	208
8.9 Modulationseffekte	211
<b>9 Frequenzweichen</b>	<b>215</b>
9.1 Hoch- und Tiefpass-Filter	215
9.2 Flankensteilheiten	217
9.3 Filtercharakteristiken	218
9.4 Passive Frequenzweichen	220
9.4.1 Vor- und Nachteile	220
9.4.2 Schutzschaltungen	222
9.5 Aktive Frequenzweichen	222
9.5.1 Vor- und Nachteile	222
9.5.2 Analog-Controller	225
9.6 Digital-Controller	225
<b>10 Leistungsverstärker</b>	<b>229</b>
10.1 Wissenswertes über Endstufen	229
10.2 Analoge und „digitale“ Endstufen	233
10.2.1 Class-A/B- und Class-H-Endstufen	233
10.2.2 Schaltnetzteile	235
10.2.3 Class-D-Endstufen	237
10.3 Schutzschaltungen	238
10.3.1 Temperaturschutz	238
10.3.2 Schutz gegen Gleichspannung	239
10.3.3 Softstart	239
10.3.4 Clipping	240
10.4 Ausgangsleistung und Abschlusswiderstand	241
10.5 Dämpfungsfaktor	242

10.6 Eingänge	243
10.7 Gleichtaktunterdrückung	244
10.8 Ausgänge	245
10.8.1 Speakon-, XLR- und EP-Buchsen	245
10.8.2 Klinkenbuchsen	245
10.8.3 Schraubanschlüsse	245
10.9 Betriebsarten	246
10.9.1 Mono-Bridged-Betrieb	247
10.9.2 Parallel-Mono-Betrieb	248
10.9.3 Y-Mono-Betrieb	249
<b>11 Lautsprecher und Lautsprecherboxen</b>	<b>251</b>
11.1 Dynamische Lautsprecher	251
11.1.1 Prinzip	251
11.1.2 Basslautsprecher	252
11.1.3 Mitten- und Hochton-Lautsprecher	253
11.1.4 Koaxial-Lautsprecher	255
11.2 Anschluss von Lautsprechern	256
11.2.1 Spulenwiderstand	256
11.2.2 Impedanzverlauf	256
11.2.3 Lautsprecher-Kombinationen	257
11.3 Belastbarkeit	260
11.3.1 Leistungsbilanz	260
11.3.2 Leistungsangaben	261
11.3.3 Wirkungsgrade	262
11.4 Lautsprecherboxen	263
11.4.1 Akustischer Kurzschluss	263
11.4.2 Geschlossenes Gehäuse	265
11.4.3 Bassreflexboxen	265
11.4.4 Exponentialboxen	266
11.4.5 Bandpässe	266
11.4.6 Motorboxen	267
11.4.7 Koaxial-Boxen	267
11.4.8 Linienstrahler	268
11.4.9 Line-Array-Boxen	270
<b>12 Das Monitorsystem</b>	<b>275</b>
12.1 Wozu eine Monitoranlage?	275
12.2 Monitor mit Klein-P.A.	276
12.3 Monitormix über das F.o.H.-Pult	278

12.3.1 Problematik	279
12.4 Monitormix über ein zusätzliches Pult	281
12.4.1 Welches Monitorpult für wen?	282
12.4.2 Front- und Monitorpult direkt verkoppelt	285
12.4.3 Aktiver Monitorsplit	286
12.5 Monitorboxen	288
12.5.1 Bodenmonitore	288
12.5.2 Multifunktionsboxen und Side-Fills	290
12.6 In-Ear-Monitoring (IEM)	292
12.6.1 Die Ohrhörer	292
12.6.2 Vorteile des In-Ear-Monitorings	293
12.6.3 Nachteile des In-Ear-Monitorings	294
12.6.4 Subsonic-Shaker	295
12.6.5 In-Ear-Praxis	296
<b>13 Die Stromversorgung</b>	<b>299</b>
13.1 Einphasige Wechselstromversorgung	299
13.1.1 Stromkabel	299
13.1.2 Steckverbinder	300
13.2 Dreiphasige Wechselstromversorgung	303
13.2.1 CEE- und Powerlock-Kabel	303
13.2.2 Nutzung von Starkstromanschlüssen	305
13.3 Einsatz von Stromaggregaten	307
13.4 Zubehör	308
13.4.1 Kabeltrommeln	308
13.4.2 Schutzschalter	309
13.4.3 Power-Conditioner/USV	310
13.5 Phantomspeisung	311
13.5.1 Wie funktioniert's?	312
13.5.2 Praktische Tipps	314
<b>14 Steck- und Kabelverbindungen</b>	<b>315</b>
14.1 Stecker, Buchsen und Kupplungen für Audioverbindungen	316
14.1.1 XLR-Stecker	316
14.1.2 Cinch-Stecker	317
14.1.3 Klinkenstecker	318
14.1.4 Speakon-Stecker	320
14.1.5 EP-Stecker	321
14.1.6 Multipin-Stecker	321
14.1.7 Adapter	323

<b>14.2 Kabelmaterial</b>	<b>324</b>
14.2.1 Bühnenkabel	324
14.2.2 Lautsprecherkabel	325
14.2.3 Analoges Multicore	325
14.2.4 Digitales Multicore	327
<b>14.3 Gängige Kabelverbindungen</b>	<b>329</b>
14.3.1 XLR/XLR	329
14.3.2 Klinke/Klinke	330
14.3.3 Stereoklinke/XLR	331
14.3.4 XLR/Monoklinke	331
14.3.5 Monoklinke/XLR	332
14.3.6 Stereoklinke/2 x Monoklinke	333
14.3.7 Speakon/Speakon	333
14.3.8 XLR/Speakon	334
<b>14.4 Herstellung und Reparatur von Kabeln</b>	<b>334</b>
14.4.1 Grundsätzliches über das Löten	334
14.4.2 Lötkolben, Lötpitzen und Lötzinn	335
14.4.3 Audiokabel selbst löten	336
14.4.4 Reparatur von Audiokabeln	341
14.4.5 Reparatur von Stromkabeln	341
<b>15 Zubehör, Werkzeug und das „Drumherum“</b>	<b>343</b>
15.1 Lampen, Ledermann und Gaffa-Tape	343
15.2 Werkzeug und Ersatzteile für „On the road“	345
15.3 Arbeiten mit einem Vielfachmessgerät	346
15.3.1 Ausführungen	347
15.3.2 Messbereiche	347
15.3.3 Messen von Stromstärken	348
15.3.4 Widerstandsmessungen	349
15.4 Wegwerfen oder wieder aufladen? –	350
Batterien contra Akkumulatoren	350
15.4.1 Nickel-Cadmium- und Nickel-Metallhydrid-Akkus	351
15.4.2 Umgang mit Akkumulatoren	352
15.5 Racks und Flightcases	352
15.5.1 Was ist ein Racksystem?	352
15.5.2 Rackausführungen	353
15.5.3 Racks selbst bauen	355
15.5.4 Geräteanordnung	355
15.5.5 Brummprobleme	358
15.5.6 F.o.H.- und Monitor-Sideracks	359

<b>16 Die Praxis</b>	<b>361</b>
16.1 Sprachbeschallung	361
16.2 Band mit Klein-P.A.	364
16.2.1 Aufbau	364
16.2.2 Soundcheck	366
16.3 Band mit großer P.A.	367
16.3.1 Die eigene P.A. – ja oder nein?	367
16.3.2 Aufbau und Inbetriebnahme	368
16.3.3 Klangtest	371
16.3.4 Arbeiten mit einem Spektrum-Analyser	372
16.3.5 Vorbereitungen am F.o.H.-Mischpult	375
16.3.6 Line-Check	379
16.3.7 Drumcheck	380
16.3.8 Bass und Gitarre	382
16.3.9 Keyboards	384
16.3.10 Blasinstrumente	386
16.3.11 Gesang	386
16.3.12 Einstellen der Monitoranlage	387
16.4 Einsatz von Effekten	392
16.4.1 Nachhall	392
16.4.2 Delay	392
16.5 Performance	393
<b>Anhang A: Wissenswertes um die Elektrotechnik</b>	<b>397</b>
A1 Was ist elektrischer Strom ?	397
A2 Spannung, Strom, Widerstand, Leistung	398
A2.1 Spannung	399
A2.2 Stromstärke	399
A2.3 Widerstand	399
A2.4 Das ohmsche Gesetz	399
A2.5 Leistung	400
A3 Gleichstrom und Wechselstrom	400
A4 Dreiphasenstrom, Drehstrom	402
A5 Erdung	405
A5.1 Schutzfunktion Erde	405
A5.2 Signalmasse	406
A5.3 Brummunterdrückung	409
A6 Elektrische und magnetische Felder	411
A6.1 Entstehung von elektrischen Feldern	412
A6.2 Kapazität	413

A6.3 Entstehung von magnetischen Feldern	414
A7 Signalübertragung	415
A7.1 Innenwiderstand	416
A7.2 Über- und Unteranpassung	419
A8 Signalpegel	421
A8.1 Volt contra dBu und dBV	421
A8.2 Pegelniveaus	423
A9 Elektronische Bauelemente und ihre Berechnungsgrundlagen	424
A9.1 Widerstände	424
A9.2 Reihenschaltung von Widerständen, Spannungsteiler	426
A9.3 Parallelschaltung von Widerständen, Stromteiler	427
A9.4 Potentiometer	428
A9.5 Kondensatoren	430
A9.6 Parallel- und Reihenschaltung von Kondensatoren	431
Anhang B: Über die CD	432
Testen der Anlage	433
Anhang C: Glossar	434
Anhang D: Literaturhinweise	453
Index	454