

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 4. Auflage	V
Aus den Vorworten der 1.–3. Auflagen	VI
Abkürzungen	XI
1 Der Schall	1
1.1 Schallausbreitung	1
1.1.1 Wie entsteht eine Schallwelle?	1
1.1.2 Schall in der Luft	2
1.1.3 Nahfeld und Fernfeld	2
1.1.4 Die Schallgeschwindigkeit c	3
1.1.5 Laufzeit des Schalls	6
1.1.6 Wettereinflüsse	6
1.2 Schwingung	8
1.2.1 Sinusschwingung	8
1.2.2 Überlagerung von Schwingungen (Interferenz)	9
1.3 Grafische Darstellung von Audiosignalen	11
1.4 Tonhöhe und Intervalle	12
1.4.1 Wahrnehmung der Tonhöhe	12
1.4.2 Musikalische Intervalle	13
1.4.3 Intervalle in der Ton- und Messtechnik	14
1.5 Ton, Klang, Geräusch und Lärm	15
1.6 Obertöne und Klangfarbe	17
1.7 Formanten	19
1.8 Übungsaufgaben	21
2 Schallkenngrößen	22
2.1 Schalldruck p und Schalldruckpegel L_p	22
2.2 Auslenkung ξ der Luftmoleküle	25
2.3 Schallschnelle v	25
2.4 Schallkennimpedanz Z	27
2.5 Schallintensität I	28
2.6 Schallleistung P und Schallenergie W	29
2.7 Übungsaufgaben	31
3 Grundlagen der Akustik	33
3.1 Akustische Phänomene	33
3.1.1 Reflexion	33

3.1.2	Streuung	35
3.1.3	Beugung und Abschattung	35
3.1.4	Stehende Wellen	36
3.1.5	Kammfiltereffekt	37
3.1.6	Dopplereffekt	37
3.1.7	Absorption von Schall	38
3.2	Nachhall	41
3.2.1	Raumimpulsantwort	42
3.2.2	Anregung bei Dauerschall	43
3.2.3	Nachhallzeit RT_{60}	44
3.2.4	Deutlichkeitsmaß C_{50} und Klarheitsmaß C_{80}	47
3.3	Direktschall und Reflexionen (Hallradius)	49
3.4	Übungsaufgaben	53
4	Das menschliche Gehör	54
4.1	Anatomie des Gehörs	54
4.2	Wahrnehmung durch das Gehör	57
4.2.1	Lautstärkewahrnehmung	57
4.2.2	Räumliches Hören	59
4.2.3	Verdeckungseffekte	60
4.2.4	Schallwahrnehmung bei elektroakustischer Wiedergabe	62
4.3	Hörschäden	66
4.4	Übungsaufgaben	68
5	Lärmschutz	70
5.1	Schutz der Mitarbeiter (LärmVibrationsArbSchV)	70
5.1.1	Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung	70
5.1.2	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen	71
5.1.3	Gehörschutzmittel	74
5.1.4	Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung (G20 Lärm)	75
5.1.5	Lärminderungsprogramm	75
5.2	Schutz des Publikums (DIN 15 905-5)	76
5.2.1	Richtwerte	76
5.2.2	Maßnahmen	77
5.2.3	Zeitbewertung bei Messungen	78
5.3	Schutz der Anwohner (TA Lärm)	79
5.4	Übungsaufgaben	80
6	Grundlagen der Elektronik	81
6.1	Grundbegriffe	81

6.2	Passive Filter	89
6.2.1	RC-Kombinationen als Tief- und Hochpass	90
6.2.2	Filter höherer Ordnung	91
6.2.3	Bandfilter (Bandpass und Bandsperre)	92
6.2.4	Ideale und reale Filter	94
6.3	Diode und Transistor	95
6.3.1	Diode	95
6.3.2	Gleichrichterschaltungen	97
6.3.3	Transistor	99
6.3.4	Verstärker in Emitterschaltung	102
6.3.5	Anforderungen an Spannungsverstärker	104
6.3.6	Gegenkopplung bei Verstärkerschaltungen	106
6.4	Operationsverstärker	107
6.5	Modulation	110
6.5.1	Amplitudenmodulation (AM)	111
6.5.2	Frequenzmodulation (FM)	113
6.6	Übungsaufgaben	114
7	Stromversorgung	116
7.1	Netzstrom	116
7.1.1	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (Residual Current Protective Device = RCD)	117
7.1.2	Steckverbinder für 230V/16A	118
7.1.3	Sicherheitshinweise beim Umgang mit elektrischen Anlagen	118
7.2	Netzteile	119
7.2.1	Wie funktioniert ein Transformator?	119
7.2.2	Unregelte Netzteile	120
7.2.3	Stabilisierte Netzteile (Analoge Stabilisierung)	121
7.2.4	Getaktete Netzteile (Schaltnetzteile)	121
7.3	Batterien und Akkus	122
7.3.1	Technische Parameter	123
7.3.2	Eigenschaften verschiedener Batterietypen	124
7.3.3	Eigenschaften verschiedener Akkutypen	125
7.3.4	Kenndaten von Akkus	126
7.3.5	Laden von Akkus	127
7.4	Übungsaufgaben	127
8	Der Pegel	129
8.1	Was ist ein Logarithmus?	129
8.2	Relative Pegel	131
8.3	Absolute Pegel	133

8.4	Aussteuerung	135
8.5	Rechnen mit Pegeln	138
8.6	Übungsaufgaben	140
9	Mikrofone	141
9.1	Mikrofon-Wandlerprinzipien	141
9.1.1	Kohlemikrofon	141
9.1.2	Dynamische Mikrofone	142
9.1.3	Kondensatormikrofon	144
9.1.4	Piezoelektrischer Wandler	146
9.2	Empfängerprinzipien und Richtcharakteristiken	147
9.2.1	Druckempfänger	147
9.2.2	Druckgradientenempfänger	148
9.2.3	Interferenzempfänger	152
9.2.4	Mikrofone mit veränderbarer Richtcharakteristik	154
9.3	Technische Daten von Mikrofonen	156
9.4	Bauarten	159
9.4.1	Kleinmembranmikrofone	159
9.4.2	Großmembranmikrofone	160
9.4.3	Miniaturmikrofone	160
9.4.4	Grenzflächenmikrofon	161
9.4.5	Digitale Mikrofone	163
9.4.6	Messmikrofone	163
9.5	Übungsaufgaben	166
10	Verfahren zur Mikrofonierung	167
10.1	Einzelmikrofonierung	167
10.1.1	Schlagzeug	167
10.1.2	Percussion/Schlagwerk	171
10.1.3	Gitarre	172
10.1.4	Bass	174
10.1.5	Keyboards	175
10.1.6	Flügel und Klavier	175
10.1.7	Bläser	177
10.1.8	Streicher	178
10.1.9	Gesang und Sprache	179
10.2	Stereo-Aufnahmeverfahren	181
10.2.1	Pegel- bzw. Koinzidenzstereofonie ΔL	181
10.2.2	Laufzeitstereofonie Δt	184
10.2.3	Gemischte Aufnahmeverfahren	185
10.2.4	Mikrofonierung mit Trennkörper	186

10.3	Surround-Aufnahmeverfahren	188
10.4	Stützmikrofone	192
10.5	Übungsaufgaben	194
11	Anpassung und Audioleitungen	196
11.1	Anpassung	196
11.2	Audioleitungen	198
11.2.1	Leitungsbeläge	199
11.2.2	Lautsprecherkabel	200
11.2.3	NF-Kabel	203
11.2.4	HF-Kabel	211
11.3	Übungsaufgaben	216
12	Drahtlose Tonübertragung	217
12.1	Mikroport-Technik	217
12.1.1	Sendefrequenzen	218
12.1.2	Signalweg einer UHF-Mikroportanlage	219
12.1.3	Modulation bei Mikroports	220
12.1.4	Intermodulation und Frequenzplanung	221
12.1.5	Sender	222
12.1.6	Antennen	224
12.1.7	Empfänger	231
12.1.8	Diversity-Verfahren	231
12.1.9	Digitale Mikroports	233
12.2	Infrarot-Technik	233
12.2.1	Signalweg einer IR-Anlage	234
12.2.2	IR-Modulation	234
12.2.3	Probleme bei der IR-Übertragung	235
12.2.4	Anlagenteile der IR-Technik	235
12.3	Übungsaufgaben	237
13	Digitale Audiosignale	239
13.1	Zahlensysteme	239
13.2	Pulscodemodulation (PCM)	241
13.3	Pulsweitenmodulation (PWM)	249
13.4	Leitungskodierung	250
13.5	Maßnahmen zur Verhinderung von Datenverlust	252
13.6	Digitale Audioprotokolle	254
13.7	Synchronisation	259
13.8	Übungsaufgaben	263

14	MIDI	265
14.1	Physikalische MIDI-Schnittstelle	266
14.2	MIDI-Daten	267
14.3	MIDI-Signalverteilung	271
14.4	MIDI über USB und FireWire	273
14.5	Übungsaufgaben	274
15	Mischpulte	276
15.1	Bauweisen	276
15.2	Einsatzgebiete	277
15.3	Signalfluss eines analogen Beschallungspultes	281
15.3.1	Mono-Eingangskanal	282
15.3.2	Gruppen und Matrix	289
15.3.3	Aux-Master	291
15.3.4	Kopfhörerverstärker und Oszillator	291
15.3.5	Central Control Module (CCM)	292
15.4	Digitale Mischpulte	293
15.5	Mischpultautomation	300
15.5.1	Statische Automation	300
15.5.2	Dynamische Automation	301
15.6	Übungsaufgaben	304
16	Klangbearbeitung	305
16.1	Dynamikbeeinflussung	305
16.1.1	Definition der Dynamik	305
16.1.2	Regelverstärker	307
16.1.3	Spezielle Regelverstärker	310
16.2	Filter (Equalizer)	313
16.2.1	Analoge Filter	313
16.2.2	Digitale Filter	317
16.3	Effektgeräte	319
16.3.1	Echo	319
16.3.2	Hall	321
16.3.3	Weitere Effekte	324
16.4	Wie ist ein musikalischer Mix aufgebaut?	332
16.5	Übungsaufgaben	335

17	Frequenzweichen, Controller und Leistungsverstärker	337
17.1	Frequenzweichen.....	337
17.1.1	Passive Frequenzweichen	337
17.1.2	Aktive Frequenzweichen.....	339
17.2	Controller	339
17.3	Leistungsverstärker.....	341
17.3.1	Technische Daten von Verstärkern	341
17.3.2	Clipping bei Endstufen	345
17.3.3	Stereo, Parallel Mono und Bridged Mono	345
17.4	100V-Anlagen.....	346
17.5	Übungsaufgaben	348
18	Lautsprecher.....	350
18.1	Lautsprecher-Wandlerprinzipien.....	350
18.1.1	Elektrodynamische Lautsprecher.....	350
18.1.2	Elektrostatische Lautsprecher	355
18.1.3	Piezoelektrische Lautsprecher	356
18.2	Lautsprecherboxen	356
18.2.1	Akustischer Kurzschluss und unendliche Schallwand.....	357
18.2.2	Geschlossenes Gehäuse	357
18.2.3	Bassreflex-Box.....	359
18.2.4	Bandpass-Gehäuse	359
18.2.5	Transmissionline-Gehäuse.....	360
18.2.6	Hörner	360
18.2.7	Kriterien zur Beurteilung von Lautsprecherboxen.....	363
18.3	Anordnung und Kombination von Lautsprecherboxen.....	370
18.4	Linienstrahler (Line Arrays)	372
18.5	Übungsaufgaben	379
19	Beschallungsanlagen.....	380
19.1	Konzepte für Beschallungsanlagen.....	380
19.2	Konzertbeschallung.....	382
19.3	Theaterbeschallung.....	389
19.4	Einmessen von Beschallungsanlagen	396
19.4.1	Testsignale.....	396
19.4.2	Elektrisches Einmessen	399
19.4.3	Akustisches Einmessen.....	399
19.4.4	Subjektive Kontrolle.....	402

19.5	Installations- und Beschallungspläne	403
19.5.1	Bühnenanweisungen.....	403
19.5.2	Beschallungspläne	406
19.5.3	Signalfusspläne nach dem USITT Sound Graphic Standard	414
19.6	Übungsaufgaben	419
20	Kommunikationsanlagen (Intercom).....	420
20.1	Kabelgebundene Systeme	420
20.1.1	Analoge Partylines	420
20.1.2	Digitale Kommunikationssysteme	426
20.2	Drahtlose Systeme	426
20.2.1	Simplex-Funk.....	427
20.2.2	Duplex-Funk.....	427
20.2.3	Digitaler Duplex-Funk	428
20.3	Übungsaufgaben	430
21	Medientechnik.....	431
21.1	Magnetbandaufzeichnung.....	431
21.1.1	Analoge Tonbandtechnik.....	431
21.1.2	Digitale Magnetbandaufzeichnung.....	439
21.2	Digitale Audioaufnahmen am Computer	441
21.2.1	Soundkarten	441
21.2.2	Speichermedien für Audio- und Videodateien	443
21.2.3	Audiodateien.....	448
21.2.4	Software zur Audibearbeitung.....	451
21.3	Anschluss an Netze	454
21.3.1	Netz-Topologien.....	454
21.3.2	OSI-Schichtenmodell.....	456
21.3.3	Ethernet.....	458
21.3.4	Audionetze	459
21.4	Übungsaufgaben	466
22	Videotechnik.....	467
22.1	Videokamera.....	467
22.1.1	Optisches System	468
22.1.2	Bildwandler.....	471
22.1.3	Kameraelektronik	478
22.2	Videosignale	483
22.2.1	BAS-Signal	483
22.2.2	Farbsignale	486
22.2.3	Digitale Videosignale.....	489

22.3	Videosignalverteilung	492
22.4	Videoaufzeichnung	494
22.5	Bildmischer	497
22.6	Bildschirme	500
22.6.1	CRT-Monitor	500
22.6.2	LCD/TFT-Monitor	502
22.6.3	Plasmamonitor	505
22.6.4	LED-Monitor	506
22.6.5	Vor- und Nachteile der vorgestellten Display-Technologien	508
22.7	Übungsaufgaben	508
23	Anhang	510
	Lösungen zu den Übungsaufgaben	510
	Englische Fachbegriffe der Akustik und Tontechnik	537
	Formelsammlung	544
	Literatur	558
	Quellenverzeichnis	563
	Sachregister	565
	Der Autor	587