
Inhaltsverzeichnis

1	Tontechnik im Wandel	1
1.1	Töne im Wandel – Vom Porzellan zum Plastikgeschirr	1
1.2	Technik im Wandel – Vom Skalpell zum Schweizer Taschenmesser	2
1.3	Berufsbilder im Wandel – Vom Techniker zum Gestalter	3

Teil I Schall – Der Rohstoff

2	Schall in der Physik	7
2.1	Die Schallwelle	7
2.2	Schallausbreitung	9
2.3	Schallbeschreibung	10
2.3.1	Schalldruck	11
2.3.2	Schalldruckpegel	11
2.3.3	Schalleistung	12
2.3.4	Schalleistungspegel	12
2.3.5	Spektrum	12
3	Schall in der Elektrotechnik	13
3.1	Elektrische Größen	13
3.1.1	Strom	13
3.1.2	Spannung	14
3.1.3	Widerstand	14
3.1.4	Das Ohmsche Gesetz	14
3.2	Elektronische Bauteile	14
3.2.1	Widerstand	15
3.2.2	Kondensator	15
3.2.2.1	Kondensatoren im Gleichstromkreis	16
3.2.2.2	Kondensatoren im Wechselstromkreis	18
3.2.3	Spulen	18

3.2.3.1	Spulen im Gleichstromkreis	19
3.2.3.2	Spulen im Wechselstromkreis	19
3.2.4	Operationsverstärker	19
3.3	Elektronische Grundschaltungen	20
3.3.1	Reihenschaltung	21
3.3.2	Parallelschaltung	21
3.3.3	Gemischte Schaltungen	21
3.3.4	Anpassung	22
3.3.4.1	Spannungsanpassung	23
3.3.4.2	Stromanpassung	23
3.3.4.3	Leistungsanpassung	24
3.3.5	Verstärkerschaltungen	24
3.3.5.1	Impedanzwandler	24
3.3.5.2	Nichtinvertierender Verstärker	25
3.3.5.3	Invertierender Verstärker	25
3.3.6	Filterschaltungen	25
3.3.6.1	Passive Filter	26
3.3.6.2	Aktive Filter	27
4	Schall in der Wahrnehmung	29
4.1	Das menschliche Gehör	29
4.1.1	Das äußere Ohr	30
4.1.2	Das Mittelohr	30
4.1.3	Das Innenohr	31
4.1.4	Gehörschutz	31
4.2	Psychoakustik	32
4.2.1	Das Hörfeld	32
4.2.2	Lautstärke hören	32
4.2.2.1	Schalldruck und Schalldruckpegel	33
4.2.2.2	Kurven gleicher Lautstärke	34
4.2.2.3	Bewertungskurven	34
4.2.2.4	Lautheit	35
4.2.3	Tonhöhen hören	35
4.2.3.1	Das critical band	36
4.2.3.2	Verdeckung	37
4.2.4	Kombinationstöne	39
4.2.5	Grundtonhören – Residualeffekt	39
4.2.6	Haas-Effekt – Gesetz der ersten Wellenfront	39
5	Schall in seinen Formen	41
5.1	Sprache oder Musik	41
5.2	Sprache oder Geräusch	42
5.3	Musik oder Geräusch	42

6	Sprache	43
6.1	Sprachquellen	43
6.1.1	Wer spricht?	43
6.1.1.1	Sprecher und Schauspieler	43
6.1.1.2	Reporter	44
6.1.1.3	Promis und Passanten	44
6.1.2	Was wird gesprochen?	45
6.1.2.1	Künstlerisches Wort	45
6.1.2.2	Informatives Wort	45
6.1.2.3	Konversation	45
6.1.3	Wo wird gesprochen?	45
6.1.4	Bei welcher Gelegenheit wird gesprochen?	46
6.1.5	Auditive und audiovisuelle Medien	47
6.2	Stimme	47
6.2.1	Physiologie	47
6.2.2	Akustik	48
6.2.2.1	Formanten	49
6.2.2.2	Frequenzgang	50
6.2.2.3	Abstrahlverhalten	50
6.3	Texte	51
6.3.1	Syntax	51
6.3.2	Semantik	51
6.3.3	Pragmatik	52
6.4	Sprechen	52
6.4.1	Atmung, Tönung und Lautung – Wörter sprechen	52
6.4.2	Rhythmus, Melodie, Klang und Dynamik – Texte sprechen	54
6.4.2.1	Rhythmus	54
6.4.2.2	Melodie	54
6.4.2.3	Klang	54
6.4.2.4	Dynamik	55
7	Musik	57
7.1	E-Musik und U-Musik	57
7.1.1	E-Musik	58
7.1.2	U-Musik	58
7.1.3	F-Musik	58
7.2	Andere Unterscheidungskriterien	59
7.2.1	Vokal – Instrumental	59
7.2.2	Größe der Besetzung	59
7.3	Instrumente	59
7.3.1	Blasinstrumente	60
7.3.1.1	Schwingung	60
7.3.1.2	Erregung	62
7.3.1.3	Anpassung	63

7.3.1.4	Flöten	63
7.3.1.5	Rohrblattinstrumente	64
7.3.1.6	Doppelrohrblattinstrumente	64
7.3.1.7	Sonstige	64
7.3.2	Saiteninstrumente	65
7.3.2.1	Schwingung	65
7.3.2.2	Erregung	66
7.3.2.3	Anpassung	67
7.3.3	Schlaginstrumente	68
7.3.3.1	Schwingung	68
7.3.4	Elektronische Instrumente	70
7.3.4.1	Tonabnehmer	70
7.3.4.2	Klangsynthese	71
7.3.5	Gesang	76
7.4	Musikalische Struktur	76
7.4.1	Melodik	77
7.4.1.1	Tonleitern und Skalen	77
7.4.2	Harmonik	77
7.4.2.1	Akkord	78
7.4.2.2	Stufentheorie	80
7.4.2.3	Funktionstheorie	81
7.4.3	Rhythmik	81
7.4.3.1	Tempo	82
7.4.3.2	Takt	83
7.4.3.3	Rhythmus	83
7.5	Musizieren	83
7.5.1	Intonation	83
7.5.2	Timbre	84
7.5.3	Timing	85
7.5.4	Balance	85
7.5.5	Interpretation	86
8	Geräusche	89
8.1	Atmosphären	89
8.2	Effektklänge (SFX)	90

Teil II Technik – Die Werkzeuge

9	Schallwandler	95
9.1	Mikrofone	95
9.1.1	Wandlerprinzipien	95
9.1.1.1	Elektrodynamische Mikrofone	96
9.1.1.2	Elektrostatische Mikrofone	97
9.1.2	Richtcharakteristik	99

9.1.2.1	Druckempfänger	99
9.1.2.2	Druckgradientenempfänger	100
9.1.2.3	Richtwirkung	101
9.1.3	Bauformen	105
9.1.3.1	Kleinmembranmikrofone	105
9.1.3.2	Großmembranmikrofone	105
9.1.3.3	Doppelmembranmikrofone	106
9.1.3.4	Grenzflächenmikrofone	106
9.1.3.5	Ansteckmikrofone	106
9.1.3.6	Röhrenmikrofone	107
9.1.4	Technische Daten	107
9.1.4.1	Frequenzgang/Übertragungsbereich	107
9.1.4.2	Empfindlichkeit	108
9.1.4.3	Ersatzgeräuschpegel	108
9.1.4.4	Geräuschpegelabstand	108
9.1.4.5	Grenzschalldruckpegel	108
9.2	Tonabnehmer	108
9.2.1	Moving Coil (MC)/Moving Magnet (MM)	109
9.2.2	Kristallsysteme	109
9.3	Lautsprecher	109
9.3.1	Parameter	109
9.3.2	Chassis	110
9.3.2.1	Wandlerprinzipien	110
9.3.2.2	Membranausformungen	111
9.3.3	Lautsprecherbox	113
9.3.3.1	Akustische Phänomene	113
9.3.3.2	Mehrwegesysteme	114
9.3.3.3	Konstruktionsmuster	114
9.3.4	Elektronik	115
9.3.4.1	Endstufe	115
9.3.4.2	Frequenzweiche	116
9.3.4.3	Controller	116
9.3.4.4	Konnektivität	117
9.3.5	Lautsprecheranordnungen	117
9.3.5.1	Mono	117
9.3.5.2	Stereo	117
9.3.5.3	Mehrkanal	119
9.3.5.4	Wellenfeldsynthese	120
9.4	Kopfhörer	121
9.4.1	Geschlossene Kopfhörer	121
9.4.2	Offene Kopfhörer	122
9.4.3	Kopfhörerverstärker	122
9.4.4	Druckkammerprinzip	122
9.5	Analog-Digital-Wandler – AD-Wandler	123
9.5.1	Zahlensysteme	123

9.5.2	Abtastung	125
9.5.2.1	Analoge Tiefpassfilterung	125
9.5.2.2	Aliasing	126
9.5.2.3	Oversampling	126
9.5.2.4	Tastung	127
9.5.3	Quantisierung	127
9.5.3.1	Quantisierungsrauschen	127
9.5.3.2	Dithering	128
9.5.3.3	Noise Shaping	128
9.5.4	Technische Umsetzung	129
9.5.4.1	Multibit-Wandler	129
9.5.4.2	1-Bit-Wandler	130
9.6	Digital-Analog-Wandler – DA-Wandler	130
9.6.1	Multibit-Wandler	131
9.6.2	1-Bit-Wandler	132
10	Mischpulte	133
10.1	Signalfusspläne und Prinzipschaltbilder	133
10.2	Eingangskanalzüge	134
10.2.1	Eingangsstufe	136
10.2.1.1	Mikrofoneingang	136
10.2.1.2	Line-Eingang	136
10.2.1.3	Tape-Eingang	136
10.2.2	Ausgänge	137
10.2.2.1	Inserts	137
10.2.2.2	Sammelschienen	138
10.2.2.3	Ausgangsstufe	140
10.2.2.4	Direct Out	141
10.2.3	Signalmanipulation	142
10.3	Mastersektion	142
10.3.1	Bedienelemente	142
10.3.2	Signalüberwachung	142
10.3.2.1	Pegel	143
10.3.2.2	Phasenlage (Korrelation, Stereobild)	145
10.3.2.3	Frequenzgang	147
10.3.3	Automation	147
10.3.3.1	Mutegruppen	148
10.3.3.2	Snapshot-Automation	148
10.3.3.3	Total Recall	148
10.3.3.4	(MIDI)-Mute-Automation	149
10.3.3.5	Dynamische Automation	150
10.3.4	Steckfeld	150
10.4	Mischpult-Bauformen	151
10.4.1	Beschallungs- und Sendepulte	151
10.4.1.1	FOH – Front of House	151

10.4.1.2	Monitorpulte	152
10.4.1.3	Sendepulte	153
10.4.2	Mehrspur-Recording-Pulte	154
10.4.2.1	Record-Status	155
10.4.2.2	Mixdown-Status	156
10.4.3	Hardwarecontroller und virtuelle Mischpulte	156
10.4.4	Sonstige Mischpultkonzepte	158
10.4.4.1	8-Bus	158
10.4.4.2	Channel Strips	158
11	Aufnahme- & Übertragungstechnik	159
11.1	Profi- und Consumerformate	159
11.2	Analoge Audioaufzeichnung	160
11.2.1	Magnetton	160
11.2.1.1	Tonband	160
11.2.1.2	Bandmaschinen	161
11.2.2	Schallplatte	165
11.2.3	Lichtton	166
11.3	Analoge Audioübertragung	167
11.3.1	Kabelverbindungen	167
11.3.2	Telefon	168
11.3.3	Modulationstechniken	169
11.3.3.1	Amplitudenmodulation – AM	169
11.3.3.2	Frequenzmodulation– FM	171
11.3.4	Mittelwelle, Kurz- und Langwelle	172
11.3.5	UKW	173
11.3.6	UHF	173
11.4	Digitale Audioaufzeichnung	174
11.4.1	Informationstheorie	174
11.4.1.1	Nachricht, Signal, Alphabet	175
11.4.1.2	Information, Entscheidungsgehalt, Entropie ..	176
11.4.1.3	Relevanz, Irrelevanz, Redundanz	178
11.4.2	Codierung	178
11.4.2.1	Signalformcodierung	179
11.4.2.2	Quellencodierung	180
11.4.2.3	Kanalcodierung	181
11.4.2.4	Leitungscodierung	184
11.4.3	Medien	187
11.4.3.1	Magnetische Speichermedien	188
11.4.3.2	Optische Formate	190
11.4.3.3	Magnetooptische Formate	191
11.4.3.4	Elektronische Verfahren	191
11.5	Digitale Audioübertragung	192
11.5.1	Schnittstellen	192
11.5.1.1	AES/EBU	192

11.5.1.2	S/PDIF	193
11.5.1.3	ADAT	194
11.5.1.4	MADI	194
11.5.2	ISDN	194
11.5.2.1	G.711	195
11.5.2.2	G.722	195
11.5.2.3	MPEG	196
11.5.2.4	Apt-X100	196
11.5.3	Audio over IP	197
11.5.4	Digitaler Rundfunk	197
11.6	Aufzeichnung von Steuerbefehlen	198
11.6.1	Das MIDI-Protokoll	199
11.6.1.1	Adressierung	199
11.6.1.2	Message-Aufbau	199
11.6.1.3	Channel Voice Messages	200
11.6.1.4	Channel Mode Messages	201
11.6.1.5	System Common Messages	202
11.6.1.6	System Real-Time Messages	203
11.6.2	Die MIDI-Übertragung	204
11.6.2.1	Der MIDI-Datenstrom	204
11.6.2.2	Die MIDI-Schnittstelle	205
11.6.3	Die MIDI-Daten-Speicherung	205
11.6.4	MIDI-Erweiterungen	205
11.6.4.1	MIDI Timecode	206
11.6.4.2	MMC – MIDI Machine Control	207
11.6.4.3	MIDI Show Control	207
11.6.4.4	General MIDI (GM)	207
11.6.4.5	Downloadable Sounds (DLS)	208
11.6.5	MIDI Sequencer	209
11.6.6	MIDI Setup	210
12	Synchronisation	213
12.1	Takt	214
12.1.1	Perforation	214
12.1.2	Biphase	215
12.1.3	Pilotton	215
12.1.4	Word Clock	215
12.1.5	MIDI Clock	216
12.1.6	Selbsttaktende Codierung	216
12.1.7	Taktfehler – Jitter	217
12.2	Song Position	217
12.3	Timecode	217
12.3.1	Bildraten	218
12.3.2	Die Timecodeaufzeichnung	219
12.3.2.1	LTC – Longitudinal Timecode	219

12.3.2.2	VITC – Vertical Interval Timecode	219
12.3.2.3	MTC – MIDI Timecode	220
12.3.3	SMPTE-Timecode	220
12.3.3.1	Data Bits	220
12.3.3.2	User Bits	221
12.3.3.3	Synchronwort	221

Teil III Aufgaben – Die Bearbeitung

13	Aufnahme	225
13.1	Außenaufnahmen	225
13.1.1	Filmton	226
13.1.2	EB-Ton	226
13.1.3	Atmosphären	226
13.1.4	Live-Konzerte	227
13.2	Studioaufnahmen	227
13.2.1	Live Recording	228
13.2.2	Overdub Sessions	230
13.2.3	Mehrspuraufnahmen	231
13.2.4	Zweispuraufnahmen	231
13.3	Aufnahmevorbereitungen	232
13.3.1	Der richtige Aufnahmeraum	232
13.3.2	Die richtige Position im Raum	234
13.4	Mikrofonierung	235
13.4.1	Mikrofonauswahl	235
13.4.2	Mikrofonaufstellung	236
13.4.2.1	Position im Verhältnis zur Schallquelle	237
13.4.2.2	Position im Raum	240
13.5	Stereoaufnahmen	241
13.5.1	Synthetische Stereophonie	242
13.5.2	Intensitätsstereophonie	244
13.5.2.1	XY-Technik	244
13.5.2.2	Blumlein-Technik	247
13.5.2.3	MS-Technik	247
13.5.3	Laufzeitstereophonie	248
13.5.3.1	AB-Technik	249
13.5.3.2	Mehrpunkt-Technik	249
13.5.4	Gemischte Techniken – Äquivalenzstereophonie	249
13.5.4.1	Ohne Klangveränderung	250
13.5.4.2	ORTF	250
13.5.4.3	Mit Klangveränderung	250
13.5.4.4	OSS – Jecklin-Scheibe	251
13.5.4.5	Kunstkopf	252
13.5.4.6	Echtkopf	252

13.5.4.7 Stereomikrofone	252
13.5.5 Surroundtechniken	253
13.5.5.1 Atmokreuz	253
13.5.5.2 Fukuda Tree	254
13.5.5.3 INA 5	254
13.5.5.4 OSIS 321	255
13.5.5.5 KFM 360	256
13.5.5.6 Schallfeldmikrofone	257
13.6 Der Aufnahmeablauf	257
13.6.1 Der Wohlfühlfaktor	257
13.6.2 Wichtige Informationen	258
13.6.3 Technik – Die wichtigste Nebensache	259
13.6.4 Take für Take	259
14 Mischung	263
14.1 Qualitätskriterien für die Mischung	263
14.2 Klangmanipulation und Effekte	264
14.2.1 Klangregelung	264
14.2.1.1 Filter	265
14.2.1.2 Entzerrer	268
14.2.2 Dynamikprozessoren	271
14.2.2.1 Dynamik	272
14.2.2.2 Kompressor	272
14.2.2.3 Limiter	278
14.2.2.4 Expander	279
14.2.2.5 Noise Gate	279
14.2.2.6 De-Esser	281
14.2.2.7 Kompandersysteme	282
14.2.3 Panorama	283
14.2.4 Hall	285
14.2.5 Delay	288
14.2.6 Chorus/Flanger/Phaser	288
15 Schnitt	291
15.1 Sprachschnitt	296
15.1.1 Kürzungsschnitte	296
15.1.2 Korrekturen	296
15.1.3 Kosmetik	297
15.1.4 Montage	298
15.1.4.1 Umfragen	299
15.1.4.2 Collagen	299
15.2 Musikschnitt	300
15.2.1 Versionsschnitte	301
15.2.2 Korrekturen	302
15.2.3 Effektschnitte	303

16 Beschallung	305
16.1 Vorbereitungen	305
16.1.1 Das Programm	305
16.1.2 Die Halle	307
16.1.3 Sonstiges	309
16.1.4 Materialauswahl	310
16.1.5 Die Beschallungsanlage	312
16.1.5.1 Stacks & Cluster	312
16.1.5.2 Fills	314
16.1.5.3 Delay Lines	315
16.1.5.4 Line Arrays	316
16.1.5.5 Installationen	318
16.2 Technische Einrichtung	319
16.2.1 Technische Aspekte	319
16.2.1.1 Strom	319
16.2.1.2 Pultplatz	320
16.2.1.3 Backline	321
16.2.1.4 PA	322
16.2.2 Sicherheitsaspekte	323
16.3 Soundcheck	325
16.3.1 Einmessen der PA	325
16.3.2 Der Monitor Soundcheck	326
16.3.3 Der FOH Soundcheck	327
16.3.4 Lärmschutz	329
16.3.4.1 TA Lärm	329
16.3.4.2 Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung	330
16.3.4.3 DIN 15905 Teil 5	331
16.4 Die Veranstaltung	331
16.4.1 Präzision	331
16.4.2 Balance	332
16.4.3 Klanggestaltung	332
Literaturverzeichnis	333
Sachverzeichnis	337