

S t u d i o t e c h n i k
Hintergrund- und Praxiswissen

Mit 150 Abbildungen und 17 Fotos

Michael Warstat und Thomas Görne

3. Auflage 1998

Inhaltsverzeichnis

Nachrichtentechnische Grundlagen	11
1.1 Analoge Signale	12
1.2 Filter	16
1.2.1 Hochpaß und Tiefpaß	16
1.2.2 Bandpaß und Bandsperre	20
1.2.3 Aktive Filter	22
1.3 Amplituden- und Frequenzmodulation (AM, FM)	23
1.4 Analoge Übertragung	23
1.4.1 Multiplex-Verfahren	24
1.4.2 Übertragungsfehler	25
1.5 Anschlußtechnik	27
1.5.1 Symmetrierung	29
1.5.2 Anschlußnormen	30
1.5.3 Arbeitspegel im Studio	31
1.6 Impedanzanpassung	31
1.7 Anhang: Tabellen und weiterführende Literatur	33
Einführung in die digitale Signalverarbeitung	35
2.1 Warum digital?	35
2.2 Digitale Signale	36
2.3 Digitale Filter	37
2.4 Vom Analog- zum Digitalsignal	39
2.4.1 Pulsamplitudenmodulation (PAM)	39
2.4.2 Spiegelungsfehler (Aliasing)	39
2.4.3 Pulsmodulation (PCM)	41
2.4.4 Quantisierungsfehler	42
2.5 Wandler	44
2.5.1 Der Analog/Digital-Wandler	44
2.5.2 Der Digital/Analog-Wandler	47
2.6 Wandlerfehler	48
2.6.1 Nichtlinearitäten der Quantisierer	48
2.6.2 Jitter-Fehler	49
2.7 Digitale Übertragung	50
2.7.1 Multiplex-Verfahren	50
2.7.2 Echtzeitverarbeitung	50

2.7.3	Pufferung	51
2.7.4	Bandbreitebedarf	52
2.7.5	Speicherplatzbedarf	52
2.7.6	Fehlererkennung und -korrektur	52
2.7.7	Kanalcodierung	55
2.8	Anhang: Tabellen und weiterführende Literatur	57
Computertechnik		59
3.1	Hardware	59
3.1.1	Hauptprozessor (CPU) und Hilfsprozessoren	61
3.1.2	Digitaler Signalprozessor (DSP)	64
3.1.3	Speicher (RAM und ROM)	65
3.1.4	Festplatte (Hard Disk)	66
3.1.5	Optische Massenspeicher: CD-ROM, CD-R, WORM, MOD	69
3.1.6	Diskette (Floppy Disk)	70
3.1.7	Magnetbandspeicher (Streamer)	70
3.1.8	Schnittstellen	70
3.1.9	Datenbus	73
3.1.10	Eingabegeräte	73
3.1.11	Ausgabegeräte	74
3.2	Software	74
3.2.1	Betriebssysteme	74
3.2.2	Programmierung des Computers	76
3.3	Der Computer als Studiogerät	77
3.3.1	Notensatz mit dem Computer	78
3.3.2	Der Computer im MIDI-Studio	78
3.3.3	Hard-Disk-Recording	80
3.4	Anhang: Tabellen und Literatur	84
MIDI		85
4.1	Anschlüsse	86
4.2	Aufbau der MIDI-Meldungen	86
4.3	Übertragung der MIDI-Meldungen	87
4.3.1	Die einzelnen Bytes	87
4.3.2	Übertragung der Bytes	88
4.4	Betriebsarten	89
4.5	MIDI-Hardware	89
4.6	Synchronisierung	90
4.7	Anhang: Elektronik und die wichtigsten MIDI-Meldungen	93
Mischpulte		97
5.1	Signalbearbeitung und -Überwachung im Mischpult	99
5.1.1	Gain und Fader	99
5.1.2	Filter	100
5.1.3	Aussteuerungsmesser	101

5.1.4	Korrelationsgradmesser	104
5.2	Signalnuß im Mischpult	106
5.2.1	Masterschiene	106
5.2.2	Subgruppenschienen	106
5.2.3	Aux-Schienen	108
5.2.4	PFL-Schiene	109
5.2.5	Einschleifmöglichkeiten (Inserts)	109
5.3	Aufbau der Kanalzüge	109
5.3.1	Eingang	110
5.3.2	Subgruppe	112
5.3.3	Master	112
5.3.4	I/O-Modul	113
5.3.5	Softwaresimulation („digitales Pult“)	113
5.4	Signalpegel und Dynamik	114
5.4.1	Original- und Programmdynamik	114
5.4.2	Systemdynamik: SNR und Headroom	115
5.4.3	Einstellung der Arbeitspegel	116
5.4.4	Dynamikmanipulation	117
5.4.5	Klangmanipulation	117
5.5	Anhang: Mischpult-Kauderwelsch	119
6	Magnetische Tonaufzeichnung	121
6.1	Magnetismus	122
6.2	Tonaufzeichnung	126
6.2.1	Die Magnetisierung des Tonbands	128
6.2.2	Die Vormagnetisierung	128
6.3	Tonwiedergabe	132
6.4	Störungen und Verluste	133
6.4.1	Wiedergabeverluste	133
6.4.2	Spaltverluste	135
6.4.3	Aufzeichnungsverluste und -Störungen	136
6.4.4	Der Kopiereffekt	138
6.5	Die Tonköpfe	138
6.5.1	Der Aufnahmekopf	139
6.5.2	Der Wiedergabekopf	140
6.5.3	Der Löschkopf	140
6.5.4	Ausführungen bei verschiedenen Geräten	141
6.6	Aufbau des Magnetbandes	142
6.7	Kompensation der Verluste	144
6.7.1	Aufnahmeentzerrung	145
6.7.2	Wiedergabeentzerrung	147
6.8	Der Antriebsmechanismus	150
6.9	Die Bandführung	152
6.10	Wartung und Pflege	153
6.11	Einmessen	154

6.12	Spuraufteilung der Audiokassette	159
6.13	Mehrspurverfahren	160
6.14	Spuraufteilung und Tonbandbreite	161
6.15	Anhang: Tabellen und Literaturhinweise	166
Kompander		169
7.1	Funktionsweise des Kompanders	169
7.2	Fehler bei der Kompondierung	171
7.3	Kompandertypen	174
7.3.1	Dolby A, B, C	174
7.3.2	Dolby SR und S	175
7.3.3	dbx, Telcom und HighCom	178
7.3.4	Kompander in der Digitaltechnik	179
7.4	Wiedergabeseitige Rauschunterdrückung	180
R-DAT		183
8.1	Physikalische Betrachtungen	184
8.2	Schrägspuraufzeichnung	186
8.2.1	Slanted-Azimut-Verfahren	189
8.2.2	Aufnahmeentzerrung	190
8.3	Die aufgezeichneten Daten	191
8.3.1	PCM-Daten	191
8.3.2	Die verschiedenen IDs	192
8.3.3	Subcodedaten	193
8.3.4	ATF-Daten	194
8.4	Signalcodierung	194
8.4.1	Fehlerkorrektur	194
8.4.2	Der ETM-Kanalcode	196
8.4.3	Kopierschutz	196
8.5	Wiedergabevorgang	197
8.6	Antriebsmechanismen	198
8.7	Kassettenformat und Bandmaterial	199
8.8	Synchronisierung	200
8.8.1	Das Editieren	201
8.9	Vierkopf-Geräte	202
8.10	Andere Verfahren mit rotierenden Köpfen	203
8.11	Anhang	204
8.11.1	R-DAT Spezifikationen	204
8.11.2	DAT-Subcode	204
8.11.3	ETM-Codetabelle	21C
8.11.4	Lochcode der Kassette	211

9 S-DAT	213
9.1 Das DCC System	213
9.1.1 Die Kopfkonstruktion	213
9.1.2 Datenreduktion	215
9.1.3 Kanalcodierung	217
9.1.4 Kassettenformat und Bandführung	218
9.2 DASH und ProDigi (PD)	219
10 Magneto—optische Verfahren	221
10.1 Das Mini-Disc System	221
10.1.1 Aufnahme und Wiedergabe	221
10.1.2 Datenreduktion	224
10.1.3 Kanalcodierung	225
10.1.4 Shock-Proof-Memory	228
10.2 Das MOD System	229
11 Effektgeräte	233
11.1 Hall	233
11.1.1 Hallraum, Hallplatte und Hallspirale	236
11.1.2 Elektronische Hallgenerierung	237
11.1.3 Hall Parameter	238
11.1.4 Gated und Reverse	239
11.1.5 Anwendungen	239
11.2 Equalizer	240
11.2.1 Graphische Equalizer	241
11.2.2 Parametrische Equalizer	242
11.2.3 Gütekriterien	242
11.2.4 Anwendungen	242
11.3 Kompressor und Limiter	243
11.3.1 Parameter	245
11.3.2 Spezielle Schaltungen und Ausführungen	246
11.3.3 Anwendungen	248
11.4 Gates und Expander	249
11.4.1 Expander	252
11.5 Exciter / Enhancer	253
11.6 Chorus, Flanger und Phaser	255
11.6.1 Delay und Modulation	255
11.6.2 Charakteristika	256
11.7 Pitch-Shifter (Harmonizer)	257
11.7.1 Ausführungen und Gütekriterien	259
11.8 Sonstige	260
11.8.1 Auto-Panner	260
11.8.2 Pseudo Stereo	261
11.8.3 Vocoder und Phasen-Vocoder	263
11.9 Anhang: Effektgeräte-Kauderwelsch	265

12 Die Monitoranlage	267
12.1 Lautsprecher	267
12.1.1 Wandlerprinzipien	268
12.1.2 Bauweisen	268
12.1.3 Akustische Konstruktionsprinzipien	270
12.2 Mehrwegkonstruktionen	273
12.2.1 Passive und aktive Frequenzweichen	273
12.2.2 Zweiweg-, Dreiweg- und Vierwegboxen	275
12.3 Elektrische Leistung und Schalldruck	275
12.4 Aufstellung und Einfluß der Abhörraumakustik	277
12.5 Ausführungen von Studiomonitoren	280
12.6 Kopfhörer	282
12.7 Auswahlkriterien	284
12.8 Anhang: Formeln und weiterführende Literatur	285
13 Timecode	287
13.1 Formate	289
13.1.1 Die Codierung	289
13.1.2 Die Bitaufteilung	292
13.1.3 Die Timecode-Generierung	292
13.2 Weitere Formate	293
13.2.1 AES- und IEC-958 Timecode	293
13.2.2 DAT-Timecode	293
13.2.3 MIDI-Timecode	293
13.3 Praxistips	294
13.4 Trouble Shooting	296
13.5 Anhang: Tabellen	297
14 Nachbearbeitung	299
14.1 Der Schnitt	299
14.1.1 Sprach- und Musikschnitt	300
14.1.2 Analoger Bandschnitt (mechanischer Schnitt)	301
14.1.3 Digitaler Bandschnitt (elektronischer Schnitt)	306
14.1.4 Digitaler Schnitt auf der Festplatte	309
14.2 Das CD-Master	313
14.2.1 Spezifikationen der CD	313
14.2.2 Anforderungen an das Masterband	314
14.3 Anhang: Schnitt-Kauderwelsch	317
Abkürzungsverzeichnis	318
Stichwortverzeichnis	321