

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	XV
Begriffsdefinitionen .....	XIX

## Teil I: Grundlagen der Fernseh- und Videotechnik

<b>1 Die Eigenschaften und Grenzen des menschlichen Sehsinns .....</b>	<b>3</b>
1.1 Zapfen und Stäbchen .....	3
1.1.1 Allgemeines .....	3
1.1.2 Farbsehen .....	4
1.1.3 Helligkeitswahrnehmung .....	4
1.2 Die geometrischen Auflösungseigenschaften .....	5
1.2.1 Die Hell/Dunkel-Auflösung .....	5
1.2.2 Die Farbauflösung .....	5
1.3 Die zeitlichen Auflösungseigenschaften .....	5
1.3.1 Talbot'sches Gesetz .....	5
1.3.2 Bewegungsverschmelzung .....	6
1.3.3 Flimmern .....	6
1.4 Zusammenfassung .....	7
<b>2 Grundlagen der Schwarz/Weiß-Technik (625/50-Norm) .....</b>	<b>9</b>
2.1 Zeilenweise Abtastung und Übertragung .....	9
2.2 Halbbildübertragung .....	10
2.3 Das Bild-Austast-Synchron (BAS)-Signal .....	10
2.3.1 Das Bildsignal .....	10
2.3.2 Das Austastsignal .....	11
2.3.3 Das Synchronsignal .....	11
2.3.4 Das BAS-Graubalkendiagramm .....	12
2.4 Videobandbreite und Spektrum .....	12
2.4.1 Die theoretisch erforderliche Bandbreite des Videosignals ..	12
2.4.2 Kellfaktor und tatsächliche Bandbreite .....	13
2.4.3 Das Spektrum des BAS-Signals .....	14
2.5 Zusammenfassung .....	15
<b>3 Das Farbbildsignal und seine Verarbeitungsstufen .....</b>	<b>17</b>
3.1 Die RGB-Farbwertsignale .....	17
3.1.1 Spektralzerlegung bei der Bildabtastung .....	17
3.1.2 Farbbildreproduktion durch additive Farbmischung .....	17
3.1.3 Maxwelldreieck .....	18

3.2	Die Farbdifferenzsignale . . . . .	19
3.2.1	Kompatibilitätsüberlegungen . . . . .	19
3.2.2	Gewinnung der Luminanz Y . . . . .	19
3.2.3	Die Farbdifferenzsignale R-Y und B-Y . . . . .	20
3.2.4	Bandbreitenreduzierung in den Farbdifferenzsignalen . . . . .	20
3.3	Das FBAS- oder Composite-Signal . . . . .	21
3.3.1	Frequenzverkämmung mittels Farbhilfsträger bzw. SubCarrier (SC) . . . . .	21
3.3.2	Addition von Luminanz und Chrominanz zum FBAS-Signal . . . . .	23
3.3.3	Das FBAS-Farbbalkendiagramm . . . . .	24
3.4	Rückführung zum RGB-Signal . . . . .	25
3.5	Zusammenfassung . . . . .	27
	Einschub 1: Frequenzumsetzung durch Amplitudenmodulation (AM) . . . . .	29
	Einschub 2: Frequenzumsetzung durch Frequenzmodulation (FM, engl. RF) . . . . .	31
<b>4</b>	<b>Fernsehnormen und Farbübertragungsverfahren . . . . .</b>	<b>33</b>
4.1	Die heutigen Fernsehnormen: „US-525/60“ und „CCIR-625/50“ . . . . .	33
4.1.1	Historische Entwicklung . . . . .	33
4.1.2	Prinzipielle Probleme bei der Normwandlung . . . . .	34
4.2	Die klassischen Farbübertragungsverfahren . . . . .	35
4.2.1	Das NTSC-Verfahren (im Rahmen der US-Norm) . . . . .	35
4.2.1.1	Die NTSC-Farbartsignale „I“ und „Q“ . . . . .	35
4.2.1.2	Die NTSC-Farbträgerfrequenz (SubCarrier Frequency) . . . . .	35
4.2.1.3	Umsetzung beider Farbartsignale durch Quadraturmodulation . . . . .	35
4.2.1.4	Der komplexe Farbvektor im NTSC-Verfahren . . . . .	36
4.2.1.5	Phasenfehler im NTSC-Verfahren . . . . .	37
4.2.2	Das PAL-Verfahren (im Rahmen der CCIR-Norm) . . . . .	37
4.2.2.1	Die PAL-Farbartsignale „U“ und „V“ . . . . .	37
4.2.2.2	Zeilenweise Umschaltung – Phase Alternation Line (PAL) . . . . .	37
4.2.2.3	Die PAL-Farbträgerfrequenz . . . . .	38
4.2.2.4	Die PAL-Sequenzen . . . . .	39
4.2.3	Das SECAM-Verfahren (im Rahmen der CCIR-Norm) . . . . .	40
4.2.3.1	Die SECAM-Farbartsignale „D <sub>R</sub> “ und „D <sub>B</sub> “ . . . . .	40
4.2.3.2	Sequentielle couleur a memoire – Übertragung der Farbartsignale im zeilenweisen Wechsel . . . . .	40
4.2.3.3	Die SECAM-Farbträger . . . . .	40
4.2.3.4	Störwirkungen bei SECAM . . . . .	41
4.2.3.5	Die SECAM-Sequenzen . . . . .	41
4.2.3.6	Mischen bzw. Blenden von SECAM-Signalen . . . . .	41
4.2.3.7	Kompatibilität zu PAL . . . . .	42

---

4.3	Neuere Entwicklungen . . . . .	42
4.3.1	HDTV – High Definition TeleVision . . . . .	42
4.3.2	MAC – Multiplexed Analoge Components . . . . .	44
4.3.3	Das PALplus-Verfahren . . . . .	45
4.4	Zusammenfassung . . . . .	47
 <b>Teil II: Messen von Videosignalen</b>		
<b>5</b>	<b>Meßgeräte und Testbildvorlagen . . . . .</b>	<b>51</b>
5.1	Meßgeräte . . . . .	51
5.1.1	Waveform-Monitor . . . . .	51
5.1.2	Vektorscope . . . . .	52
5.1.3	Tabellarische Übersicht über die wichtigsten Bedienelemente . . . . .	53
5.2	Der Farbbalken als Testvorlage zu Meßzwecken . . . . .	54
5.2.1	Zusammensetzung des Farbbalkens (100/100) . . . . .	54
5.2.2	Vom 100/100- zum 100/75-Farbbalken . . . . .	55
5.3	Zusammenfassung . . . . .	57
<b>6</b>	<b>Messen von Composite-Signalen . . . . .</b>	<b>59</b>
6.1	Grundlegende Einstellungen an einem Composite-Meßplatz . . . . .	59
6.2	Messen des Pegels mittels Farbbalken . . . . .	60
6.3	Messen der H-Lage, auch H-Phase . . . . .	63
6.4	Messen der SubCarrier (SC)-Phase . . . . .	65
6.4.1	Grundsätzliches . . . . .	65
6.4.2	Der SC-Meßvorgang für PAL-Signale . . . . .	66
6.5	Meßtechnische Überwachung des laufenden Composite-Programms . . . . .	69
6.6	Zusammenfassung . . . . .	70
<b>7</b>	<b>Messen von Komponentensignalen . . . . .</b>	<b>73</b>
7.1	Grundlegende Überlegungen zum Komponenten-Meßplatz . . . . .	73
7.2	Messen der Pegel mit Hilfe der „Parade“-Darstellung . . . . .	74
7.2.1	Einrichten des Meßgerätes in der „Parade“-Darstellung . . . . .	74
7.2.1.1	„Tektronix WFM 300A“ . . . . .	74
7.2.1.2	„Electronic Visuals 4151“ . . . . .	75
7.2.2	Normdarstellung der drei Signalkomponenten . . . . .	75
7.2.3	Pegelmessung in der „Parade“-Darstellung . . . . .	77
7.3	Messen der H-Lage . . . . .	79
7.4	Messen von Zeitfehlern zwischen den Komponenten in der „Overlay“-Darstellung . . . . .	79
7.5	Gleichzeitige Pegel- und Zeitfehlermessung in der „Bowtie“-Darstellung . . . . .	81
7.6	Gleichzeitige Pegel- und Zeitfehlermessung in der „Lightning“-Darstellung . . . . .	84
7.7	Zusammenfassung . . . . .	86

**Teil III: Digitale Videosignalverarbeitung**

Einschub 3: Was sind Binärzahlen ? .....	88
<b>8 Grundsätzliches zur digitalen Videosignalverarbeitung .....</b>	<b>89</b>
8.1 Prinzip der digitalen Signalverarbeitung .....	89
8.2 Digitalisieren eines analogen Signals .....	90
8.2.1 Abtastung .....	90
8.2.2 A/D-Wandlung und Quantisierung .....	91
8.2.3 Ausgabe der Daten .....	92
8.2.4 Fehlerschutz und Codierung .....	93
8.2.5 Blockschaltbild zur Digitalisierung von Videokomponentensignalen .....	94
8.3 Beispiele für die Wirkung der Digitalisierung auf Bilder .....	95
8.4 Signal-Rausch-Abstand (SNR) digitaler Signale .....	96
8.5 Zusammenfassung .....	96
Einschub 4: Fehlerschutz .....	98
Einschub 5: Codierung der Quelldaten .....	101
<b>9 Digitalisierung von Composite- und Komponentensignalen .....</b>	<b>103</b>
9.1 Digitalisierung von Compositesignalen (hier: PAL) .....	103
9.2 „CCIR-Recommendation 601“ („ITU-RBT 601“ bzw. „EBU Tech. 3267-E“) für 4:2:2-Komponentensignale .....	104
9.2.1 Abtastung und Bandbreite .....	104
9.2.2 Quantisierung .....	105
9.2.2.1 Quantisierung mit 8 Bit .....	105
9.2.2.2 Quantisierung mit 10 Bit .....	106
9.2.3 Datenrate .....	106
9.2.4 Multiplexstruktur $Y-C_R-C_B$ .....	107
9.2.5 Synchronisierung mit Hilfe von Timing Referenz-Signalen (TRS) .....	107
9.2.6 Die digitalen Schnittstellen .....	109
9.2.6.1 Die parallele Schnittstelle .....	109
9.2.6.2 Die serielle Schnittstelle .....	109
9.2.7 Vergleich der 601-Parameter zwischen der 525- und 625-Zeilennorm .....	110
9.3 Extended CCIR 601 – Komponentenverarbeitung für das 16:9-Bildformat .....	111
9.4 Zusammenfassung .....	111
Einschub 6: Begriffsklärung: „4:2:2“, „4:4:4“, „4:1:1“ sowie „4:2:0“ .....	112

<b>10 Datenkompression und Datenreduktion –</b>	
<b>Reduzierung von Datenraten und -mengen</b>	115
10.1 Einige ausgewählte Grundlagen	116
10.1.1 Entropie-Codierung bei Textdateien	116
10.1.2 Huffman-Codierung	117
10.1.3 „Umquantisierung“ digitaler Daten – Verkürzung von Datenworten	118
10.1.4 Transformation in den Frequenzbereich	118
10.1.4.1 Fourier-Transformation (FT)	118
10.1.4.2 Diskrete-Cosinus-Transformation (DCT)	119
10.1.5 Lauflängen-Codierung	121
10.1.6 Differenzbilder	122
10.1.7 Bewegungskompensation durch Block-Matching	123
10.2 Verlustlose Datenkompression – Redundanzreduktion am Beispiel einer Differenz-Puls-Code-Modulation (DPCM)	125
10.2.1 Einfache DPCM	125
10.2.2 Prädiktive DPCM	128
10.2.2.1 Eindimensionale Prädiktoren	128
10.2.2.2 Zweidimensionale Prädiktoren	128
10.2.2.3 Dreidimensionale oder Inter-Prädiktoren	129
10.2.2.4 Adaptive 2D-Prädiktion	130
10.2.3 Codierung	130
10.2.4 Bewertung verlustloser Kompressionsverfahren	131
10.3 Verlustbehaftete Datenkompression – Datenreduktion	131
10.3.1 Erkennbarkeit von Kompressionsfehlern	132
10.3.1.1 Auflösungsverlust bei bewegten Bildern	132
10.3.1.2 Gröbere Quantisierung bei höheren Frequenzen	133
10.3.1.3 Oblique-Effekt	133
10.3.1.4 Mach-Effekt	133
10.3.1.5 Maskierung	134
10.3.2 Verlustbehaftete Intra-DPCM	134
10.3.3 Transformations-Codierung	135
10.3.4 Joint Photographic Expert Group (JPEG)	135
10.3.4.1 Blockbildung und Diskrete-Cosinus- Transformation (DCT)	135
10.3.4.2 Psychovisuelle Bewertung der DCT-Koeffizienten	137
10.3.4.3 Adaptive Quantisierung der bewerteten DCT-Koeffizienten	138
10.3.4.4 Zick-Zack-Aufreihung und Lauflängen- Codierung	139
10.3.4.5 JPEG-Blockschaltbild und Decodierung	140
10.3.5 Motion Picture Expert Group (MPEG)	141
10.3.5.1 Hybride DCT als Werkzeug zur Daten- kompression nach MPEG 2	142
10.3.5.2 Definition von Bildgruppen – Groups Of Pictures (GOP) für MPEG 2 unter Verwendung von I-, P- und B-Bildern	143

10.3.5.3 Hierarchische Struktur für unterschiedliche Auflösung und Qualität .....	144
10.4 Zusammenfassung .....	147

#### **Teil IV: Aufzeichnung von Videosignalen**

<b>11 Grundsätzliches zur magnetischen Aufzeichnung analoger Signale</b> .....	151
11.1 Prinzip der magnetischen Signalspeicherung .....	151
11.2 Nichtlinearität der Remanenzkurve .....	152
11.3 Bandwellenlänge .....	153
11.4 Bestimmung des Frequenzganges durch verschiedene Faktoren .....	153
11.4.1 Omega-Frequenzgang .....	153
11.4.2 Spaltverluste .....	154
11.4.3 Abstandsverluste und Selbstentmagnetisierung .....	154
11.4.4 Relative nutzbare Bandbreite .....	155
11.5 Spurbreite .....	156
11.6 Zusammenfassung .....	157
<b>12 Folgerungen für die analoge Aufzeichnung auf Magnetband (MAZ) – Aufzeichnung auf verschiedenen Stufen der Farbbildverarbeitung</b> .....	159
12.1 Schrägspuraufzeichnung zur Bewältigung kürzester Bandwellenlängen .....	160
12.1.1 Azimuth – Schrägstellung der Videoköpfe innerhalb der Spur .....	161
12.1.2 Wieviele Schrägspuren je Halbbild? .....	161
12.1.3 Übersichtstabelle: Spurparameter verschiedener MAZ-Formate .....	162
12.2 Frequenzumsetzung zur Bewältigung der Bandbreitenproblematik ..	163
12.3 FM-Modulation auch zur Bewältigung der Linearitätsproblematik ..	164
12.4 Analoge Aufzeichnung von Composite-Signalen .....	164
12.4.1 Geschlossene Composite-Aufzeichnung .....	164
12.4.2 Composite-Aufzeichnung im Colour-Under-Verfahren .....	164
12.5 Analoge Aufzeichnung von Komponentensignalen .....	166
12.6 Aufzeichnungs- bzw. Wiedergabedefekte durch Bandverunrei- nigungen .....	167
12.7 Dropout-Kompensation .....	168
12.8 Analoge Audioaufzeichnung bei Video-MAZ-Geräten .....	168
12.8.1 Längsspuraufzeichnung .....	168
12.8.2 FM-Schrägspuraufzeichnung .....	169
12.9 Zusammenfassung .....	170
Einschub 7: Prinzipielle Funktionsweise einer Magneto-Optischen-Disc (MOD) .....	172

**Teil V: Die verschiedenen Video-Aufzeichnungsformate**

Anstelle einer Zusammenfassung . . . . .	175
Einschub 8: Chroma-Key . . . . .	176
Einschub 9: Überblick über die verschiedenen Aufzeichnungsverfahren . . .	177
<b>13 MAZ-Formate zur analogen Aufzeichnung von Composite-Signalen . . .</b>	<b>179</b>
13.1 Analog geschlossene Composite-Aufzeichnung . . . . .	179
13.1.1 Das 2"-Querspur-Format . . . . .	179
13.1.2 Das 1"-B-Format (Bosch, BTS) . . . . .	180
13.1.3 Das 1"-C-Format (Ampex) . . . . .	181
13.2 Analoge Composite-Aufzeichnung nach dem Colour-Under-Verfahren . . . . .	181
13.2.1 Das VHS-Format (JVC, Panasonic, Sony u.a.) . . . . .	182
13.2.2 Das U-matic-Format (Sony u.a.) . . . . .	182
13.2.2.1 Technische Parameter U-matic Low-Band . . . . .	183
13.2.2.2 Technische Parameter U-matic High-Band . . . . .	184
13.2.2.3 Technische Parameter U-matic High-Band SP . . . . .	185
<b>14 MAZ-Formate zur analogen Aufzeichnung von PAL-Komponenten (Y/C-Signale) im Colour-Under-Verfahren . . . . .</b>	<b>187</b>
14.1 Technische Parameter S-VHS-Format (JVC, Panasonic, Sony u.a.) .	189
14.2 Technische Parameter High8-Format (Sony) . . . . .	190
<b>15 MAZ-Formate zur analog-parallelen Aufzeichnung von Komponenten-Signalen . . . . .</b>	<b>191</b>
15.1 Das Betacam-Format (entwickelt von Sony) . . . . .	193
15.2 Das Betacam SP-Format (Sony u.a.) . . . . .	194
15.2.1 Technische Parameter Betacam SP/BVW-Serie . . . . .	195
15.2.2 Technische Parameter Betacam SP/PVW-Serie . . . . .	196
15.2.3 Technische Parameter Betacam SP/UVW-Serie . . . . .	197
15.3 Das M II-Format (Panasonic) . . . . .	198
15.3.1 Technische Parameter M II/60er-Serie . . . . .	199
15.3.2 Technische Parameter M II/30er-Serie . . . . .	200
<b>16 MOD-Formate zur analog-seriellen Aufzeichnung von Komponenten-Signalen . . . . .</b>	<b>201</b>
16.1 Durch direkten Zugriff vielseitig einsetzbar . . . . .	201
16.2 Technische Parameter VDR-V1000P (Pioneer) . . . . .	203
16.3 Technische Parameter der LVR/LVA-Serie (Sony) . . . . .	204
<b>17 MAZ-Formate zur digitalen Aufzeichnung von Composite-Signalen . . .</b>	<b>205</b>
17.1 Einordnung der digitalen Composite-Technik . . . . .	205
17.2 Technische Parameter D2 (Ampex, Sony u.a.) . . . . .	207
17.3 Technische Parameter D3 (Panasonic) . . . . .	208

<b>18 MAZ-Formate zur digitalen Aufzeichnung von Komponenten-Signalen nach CCIR 601 (4:2:2)</b> .....	209
18.1 Aufzeichnung digitaler Komponenten – Stand der Technik .....	209
18.2 Technische Parameter D1-Format (Sony u.a.) .....	212
18.3 Technische Parameter Digital-Betacam (Sony u.a.) .....	213
18.4 Technische Parameter D5-Format (Panasonic) .....	214
18.5 Technische Parameter DCT (Ampex) .....	215
18.6 Technische Parameter D6-Format .....	216
 Einschub 10: Die Entwicklung zum On-Line-Desktop-Editor .....	 217
<b>19 PC-Systeme zur digitalen nonlinearen Verarbeitung verschiedener Video-Ausgangsstufen</b> .....	219
19.1 Allgemeine Situation .....	219
19.2 Die Produktfamilie der Firma AVID .....	221
19.2.1 Technische Daten AVID Media Composer Off-Line .....	223
19.2.2 Technische Daten AVID Media Composer 1000 .....	224
19.2.3 Technische Daten AVID Media Composer 9000 .....	225
19.3 Die Produktfamilie der Firma ImMix/Scitex .....	226
19.3.1 Technische Daten des VideoCube- bzw. Turbocube-Systems (ImMix) .....	228
19.3.2 Technische Daten des DigiSphere-Systems (Scitex) .....	229
19.3.3 Technische Daten des VideoSphere-Systems (Scitex) .....	230
19.3.4 Technische Daten des StrataSphere-Systems (Scitex) .....	231
19.4 Technische Daten des Lightworks- bzw. Heavyworks-Systems .....	232
19.5 Technische Daten der Media 100-Systems .....	233
19.6 Technische Daten der Video Machine (Fast Electronic) .....	234
19.7 Technische Daten des Prvertime Editors .....	
(EMC – Edit Machine Cooperation) .....	235
 <b>Anhang</b>	
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	239
<b>Sachwörterverzeichnis</b> .....	243