

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Analoges Fernsehen	9
2.1 Abtastung einer Schwarz-Weiß-Bildvorlage	13
2.2 Horizontal- und Vertikal-Synchronimpuls	14
2.3 Hinzunehmen der Farbinformation.....	16
2.4 Übertragungsverfahren	19
2.5 Verzerrungen und Störungen	21
2.6 Signale in der Vertikalaustastlücke.....	23
2.7 Messungen an analogen Videosignalen	27
3 Der MPEG-2-Datenstrom	35
3.1 Der Packetized Elementary Stream (PES).....	38
3.2 Das MPEG-2-Transportstrompaket	42
3.3 Informationen für den Empfänger	46
3.3.1 Synchronisierung auf den Transportstrom.....	47
3.3.2 Auslesen der aktuellen Programmstruktur.....	48
3.3.3 Der Zugriff auf ein Programm.....	50
3.3.4 Zugriff auf verschlüsselte Programme.....	51
3.3.5 Programmsynchronisation (PCR, DTS, PTS)	53
3.3.6 Zusatz-Informationen im Transportstrom (PSI / SI / PSIP)	56
3.3.7 Nicht-private und private Sections und Tabellen	56
3.3.8 Die Service Information gemäß DVB (SI)	66
3.4 PSIP gemäß ATSC	80
3.5 ARIB-Tabellen gemäss ISDB-T	82
3.6 DMB-T (China) Tabellen	84
3.7 Weitere wichtige Details des MPEG-2 Transportstromes	84
3.7.1 Die Transport Priority.....	85
3.7.2 Die Transport Scrambling Control Bits.....	85
3.7.3 Die Adaptation Field Control Bits.....	86
3.7.4 Der Continuity Counter	86

4 Digitales Videosignal gemäß ITU-BT.R601 (CCIR601).....	87
5 High Definition Television – HDTV	93
6 Transformationen vom Zeitbereich in den Frequenzbereich und zurück	99
6.1 Die Fouriertransformation	100
6.2 Die Diskrete Fouriertransformation (DFT).....	103
6.3 Die Fast Fouriertransformation (FFT)	105
6.4 Praktische Realisierung und Anwendung der DFT und FFT.....	106
6.5 Die Diskrete Cosinustransformation (DCT).....	107
6.6 Signale im Zeitbereich und deren Transformierte im Frequenzbereich.....	110
6.7 Systemfehler der DFT bzw. FFT und deren Vermeidung	113
6.8 Fensterfunktionen	116
7 Videocodierung gemäß MPEG-2 und MPEG-4.....	119
7.1 Videokomprimierung.....	119
7.1.1 Zurücknahme der der Quantisierung von 10 auf 8 Bit	123
7.1.2 Weglassen der H- und V-Lücke	123
7.1.3 Reduktion der Farbauflösung auch in vertikaler Richtung (4:2:0)	125
7.1.4 Weitere Schritte zur Datenreduktion	125
7.1.5 Differenz-Plus-Code-Modulation von Bewegtbildern.....	126
7.1.6 Diskrete Cosinustransformation mit nachfolgender Quantisierung.....	132
7.1.7 Zig-Zag-Scan und Lauflängencodierung von Null-Sequenzen	139
7.1.8 Huffmann-Codierung.....	140
7.2 Zusammenfassung	140
7.3 Aufbau des Videoelementarstroms	143
7.4 Modernere Videokomprimierungsverfahren	146
7.5 MPEG-4 Advanced Video Coding	146
8 Komprimierung von Audiosignalen gemäß MPEG und Dolby	157
8.1 Das digitale Audioquellensignal.....	157
8.2 Geschichte der Audiokomprimierung.....	159
8.3 Das psychoakustische Modell des menschlichen Ohres.....	160
8.4 Grundprinzip der Audiocodierung.....	165
8.5 Teilbandcodierung bei MPEG Layer I, II.....	168
8.6 Transformationscodierung bei MPEG Layer III und Dolby.....	170
8.7 Mehrkanalton.....	172

8.8 Neue Entwicklungen – MPEG-4	172
9 Videotext, Untertitel und VPS gemäß DVB.....	175
9.1 Videotext und Untertitel	176
9.2 Video Program System (VPS)	179
9.3 WSS – Wide Screen Signalling	183
9.4 Praktische Beispiele.....	184
10 Digitale Videostandards und Schnittstellen im Vergleich.....	187
10.1 MPEG-1 und MPEG-2, Video-CD und DVD, M-JPEG und MiniDV	187
10.2 MPEG-3, MPEG-4, MPEG-7 und MPEG-21	190
10.3 Physikalische Schnittstellen für digitale Videosignale	194
10.3.1 "CCIR601" Parallel und Seriell	195
10.3.2 Synchrone, parallele Transportstromschnittstelle (TS PARALLEL)	196
10.3.3 Asynchrone serielle Transportstromschnittstelle (TS- ASI)	199
10.3.4 SMPTE310-Schnittstelle	199
10.3.5 DVI-Schnittstelle	199
10.3.6 HDMI-Schnittstelle	201
10.3.7 HD-SDI-Schnittstelle.....	201
10.3.8 Gigabit-Ethernet-Schnittstelle als Transportstromverteiler	201
11 Messungen am MPEG-2-Transportstrom	203
11.1 Verlust der Synchronisation (TS-Sync-Loss)	204
11.2 Fehlerhafte Sync-Bytes (Sync_Byte_Error)	206
11.3 Fehlende oder fehlerhafte Program Association Table (PAT) (PAT_Error).....	206
11.4 Fehlende oder fehlerhafte Program Map Table (PMT) (PMT_Error).....	207
11.5 Der PID_Error	208
11.6 Der Continuity_Count_Error	209
11.7 Der Transport_Error	211
11.8 Der Cyclic Redundancy Check-Fehler	211
11.9 Fehler der Program Clock Reference.....	212
11.10 Der Presentation Time Stamp Fehler (PTS_Error).....	214
11.11 Fehlende oder fehlerhafte Conditional Access Table (CAT_Error)	215
11.12 Fehlerhafte Wiederholrate der Service Informationen (SI_Repetition_Error).....	216
11.13 Überwachung der Tabellen NIT, SDT, EIT, RST und TDT	217
11.14 Nicht referenzierte PID (unreferenced_PID).....	218

11.15 Fehler bei der Übertragung zusätzlicher Service Informationen SI_other_Error	218
11.16 Fehlerhafte Tabellen (NIT_other, SDT_other_Error, EIT_other_Error)	219
11.17 Überwachung eines ATSC-konformen MPEG-2-Transportstroms	219
12 Bildqualitätsanalyse an digitalen TV-Signalen	221
12.1 Methoden zur Bildqualitätsmessung	223
12.1.1 Subjektive Bildqualitätsanalyse	224
12.1.2 Double Stimulus Continual Quality Scale Method DSCQS	225
12.1.3 Single Stimulus Continual Quality Scale Method SSCQE	225
12.2 Objektive Bildqualitätsanalyse	225
12.3 Zusammenfassung und Ausblick	231
13 Grundlagen der Digitalen Modulation.....	233
13.1 Einführung	233
13.2 Mischer	235
13.3 Amplitudenmodulation	237
13.4 IQ-Modulator	239
13.5 Der IQ-Demodulator	247
13.6 Anwendung der Hilbert-Transformation bei der IQ-Modulation	252
13.7 Praktische Anwendungen der Hilbert-Transformation	255
13.8 Kanalcodierung/Fehlerschutz	256
13.9 Analoge Modulationsverfahren im Vergleich	261
13.9.1 Amplitudenmodulation	262
13.9.2 Varianten der Amplitudenmodulation	265
13.9.3 Frequenzmodulation	266
13.9.4 Phasenmodulation	270
13.10 Bandbegrenzung modulierter Trägersignale	271
13.11 Zusammenfassung	274
14 Übertragung von digitalen Fernsehsignalen über Satellit - DVB – S/S2.....	275
14.1 Die DVB-S-Systemparameter	278
14.2 Der DVB-S-Modulator	281
14.3 Faltungscodierung	285
14.4 Signalverarbeitung im Satelliten	291
14.5 Der DVB-S-Empfänger	292
14.6 Einflüsse auf der Satellitenübertragungstrecke	296
14.7 DVB-S2	299

15 DVB-S/S2 - Messtechnik.....	309
15.1 Einführung	309
15.2 Messung der Bitfehlerverhältnisse.....	310
15.3 Messungen an DVB-S/S2-Signalen mit einem Spektrumanalyzer ...	
.....	312
15.3.1 Näherungsweise Ermittlung der Rauschleistung N	314
15.3.2 C/N, S/N und Eb/N ₀	316
15.3.3 Ermittlung des E _B /N ₀	316
15.4 Modulation Error Ratio (MER)	319
15.5 Messung des Schulterabstands.....	319
15.6 DVB-S-Empfänger-Test	320
16 Die Breitbandkabelübertragung gemäß DVB-C.....	323
16.1 Der DVB-C-Standard	324
16.2 Der DVB-C-Modulator.....	326
16.3 Der DVB-C-Empfänger.....	327
16.4 Störeinflüsse auf der DVB-C-Übertragungsstrecke.....	329
17 Die Breitbandkabelübertragung nach ITU-T J83B.....	333
17.1 J83B-Übertragungsparameter	335
17.2 J83B-Basisband-Eingangssignale.....	336
17.3 Forward Error Correction	336
17.4 Berechnung der Nettodatenrate	338
17.5 Rolloff-Filterung.....	339
17.6 Fall-off-the-Cliff.....	339
18 Messungen an digitalen TV-Signalen im Breitbandkabel.....	341
18.1 DVB-C/J83A, B, C-Messempfänger mit Konstellationsanalyse	342
18.2 Erfassung von Störeinflüssen mit Hilfe der Konstellationsanalyse ..	
.....	346
18.2.1 Additives weißes gauß'sches Rauschen (AWGN)	346
18.2.2 Phasenjitter	349
18.2.3 Sinusförmiger Interferenzstörer.....	350
18.2.4 Einflüsse des IQ-Modulators	350
18.2.5 Modulation Error Ratio (MER) - Modulationsfehler	353
18.2.6 Error Vector Magnitude (EVM).....	355
18.3 Messung der Bitfehlerverhältnisse (BER)	355
18.4 Messungen mit einem Spektrumanalyzer	356
18.5 Messung des Schulterabstandes.....	359
18.6 Messung der Welligkeit im Kanal bzw. Kanalschräglage	359
18.7 DVB-C/J83ABC-Empfänger-Test.....	359

19 Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex (COFDM).....361

- 19.1 Warum Mehrträgerverfahren? 363
- 19.2 Was ist COFDM? 366
- 19.3 Erzeugung der COFDM-Symbole 371
- 19.4 Zusatzsignale im COFDM-Spektrum 380
- 19.5 Hierarchische Modulation..... 382
- 19.6 Zusammenfassung 383

20 Die terrestrische Übertragung von digitalen TV-Signalen über DVB-T.....385

- 20.1 Der DVB-T-Standard..... 388
- 20.2 Die DVB-T-Träger 389
- 20.3 Hierarchische Modulation..... 395
- 20.4 DVB-T-Systemparameter des 8/7/6-MHz-Kanals..... 397
- 20.5 DVB-T-Modulator und Sender 407
- 20.6 Der DVB-T-Empfänger 410
- 20.7 Störeinflüsse auf der DVB-T-Übertragungstrecke..... 415
- 20.8 DVB-T-Gleichwellennetze (SFN) 424
- 20.9 Mindestens notwendiger Empfängereingangsspegel bei DVB-T 432

21 Messungen an DVB-T-Signalen..... 439

- 21.1 Messung der Bitfehlerverhältnisse..... 441
- 21.2 Messungen an DVB-T-Signalen mit einem Spektrumanalyzer .. 443
- 21.3 Konstellationsanalyse an DVB-T-Signalen 447
 - 21.3.1 Weißes Rauschen (AWGN = Additive White Gaussian Noise) 447
 - 21.3.2 Phasenjitter 448
 - 21.3.3 Interferenzstörer..... 449
 - 21.3.4 Echos, Mehrwegeempfang 449
 - 21.3.5 Dopplereffekt..... 449
 - 21.3.6 IQ-Fehler des Modulators..... 449
 - 21.3.7 Ursache und Auswirkung von IQ-Fehlern bei DVB-T..... 452
- 21.4 Messung des Crestfaktors 462
- 21.5 Messung des Amplituden-, Phasen- und Gruppenlaufzeitganges 462
- 21.6 Messung der Impulsantwort..... 463
- 21.7 Messung des Schulterabstandes..... 464

22 DVB-H/DVB-SH – Digital Video Broadcasting for Handhelds.... 469

- 22.1 Einführung 469
- 22.2 Konvergenz zwischen Mobilfunk und Broadcast 471
- 22.3 DVB-H – die wesentlichen Parameter 473

22.4 DSM-CC Sections	474
22.5 Multiprotocol Encapsulation (MPE).....	475
22.6 DVB-H – Standard	476
22.7 Zusammenfassung	480
22.8 DVB-SH	483
23 Digitales Terrestrisches Fernsehen gemäß ATSC (Nordamerika)	487
23.1 Der 8VSB-Modulator	492
23.2 8VSB-Brutto- und Nettodatenrate	501
23.3 Der ATSC-Empfänger	502
23.4 Störeinflüsse auf der ATSC-Übertragungsstrecke.....	502
23.5 ATSC-M/H „Mobile DTV“	503
23.5.1 Kompatibilität zur bestehenden ATSC-Rahmenstruktur	504
23.5.2 MPEG-4-Video- und Audio-Streaming.....	506
23.5.3 ATSC-M/H-Multiplexer	507
23.5.4 ATSC-M/H-Modulator	510
23.5.5 Bildung von Gleichwellennetzen.....	511
23.6 Closed Captioning	513
23.7 Analog Switch-off	515
24 ATSC/8VSB-Messtechnik	517
24.1 Messung der Bitfehlerverhältnisse.....	518
24.2 8VSB-Messungen mit Hilfe eines Spektrumanalysators	519
24.3 Konstellationsanalyse an 8VSB-Signalen	520
24.4 Ermittlung des Amplituden- und Gruppenlaufzeitganges.....	522
25 Digitales Terrestrisches Fernsehen gemäß ISDB-T (Japan).....	525
25.1 Layer-Bildung.....	528
25.2 Basisbandcodierung.....	530
25.3 Änderungen in der Transportstromstruktur	530
25.4 Blockschaltbild	532
25.5 Kanaltabellen	533
25.6 Leistungsfähigkeit von ISDB-T	533
25.7 Weitere ISDB-Standards	535
25.8 ISDB-T-Messtechnik	536
25.9 Zusammenfassung	537
26 Digital Audio Broadcasting - DAB	539
26.1 Vergleich DAB und DVB.....	540
26.2 DAB im Überblick.....	544
26.3 Der physikalische Layer von DAB.....	550
26.4 DAB – Forward Error Correction – FEC.....	562

26.5 DAB-Modulator und Sender.....	568
26.6 DAB-Datenstruktur.....	571
26.7 DAB-Gleichwellennetze.....	577
26.8 DAB Data Broadcasting.....	578
26.9 DAB+.....	580
26.10 DAB-Messtechnik.....	580
26.10.1 Test von DAB-Empfängern.....	581
26.10.2 Messungen am DAB-Signal.....	581
27 DVB-Datendienste: MHP und SSU.....	585
27.1 Data Broadcasting bei DVB.....	586
27.2 Object Carousels.....	587
27.3 MHP = Multimedia Home Platform.....	589
27.4 System Software Update – SSU.....	591
28 T-DMB.....	593
29 IPTV – Fernsehen über Internet.....	595
29.1 DVB-IP.....	597
29.2 IP-Schnittstelle ersetzt TS-ASI.....	598
29.3 Zusammenfassung.....	599
30 DRM – Digital Radio Mondiale.....	601
30.1 Audio-Quellencodierung.....	605
30.2 Fehlerschutz.....	605
30.3 Modulationsverfahren.....	606
30.4 Rahmenstruktur.....	607
30.5 Störeinflüsse auf der Übertragungsstrecke.....	608
30.6 DRM-Datenraten.....	609
30.7 DRM-Sendestationen und DRM-Receiver.....	610
30.8 DRM+.....	611
31 Praxis digital-terrestrischer TV-Netze.....	613
31.1 Die DVB-T-Gleichwellennetze Süd- und Ostbayern.....	613
31.2 Playout Center und Zuführungsnetzwerke.....	617
31.3 Technischer Aufbau der Senderstandorte.....	617
31.3.1 Sender Wendelstein.....	618
31.3.2 Sender Olympiaturm München.....	633
31.3.3 Sender Brotjackliriegel.....	636
31.4 Messungen in DVB-T-Gleichwellennetzen.....	638
31.4.1 Messparameter.....	638
31.4.2 Praktische Beispiele.....	647

31.4.3 Verhalten von DVB-T-Receivern.....	653
31.4.4 Empfängertest und Simulation von Empfangsbedingungen in Gleichwellennetzen	654
31.5 Netzplanung.....	658
31.6 Auffüllen von Versorgungslücken.....	659
31.7 Fall-off-the-Cliff.....	662
31.8 Zusammenfassung	663
32 DMB-T oder jetzt DTMB.....	665
33 Rückkanaltechniken	669
34 Display-Technologien	671
34.1 Alte Wandlerysteme – die Nipkow-Scheibe	673
34.2 Bildröhre.....	675
34.3 Der Plasma-Bildschirm.....	678
34.4 Der Flüssigkristall-Bildschirm.....	680
34.5 Bewegungspiegel-Systeme	682
34.6 Organische Leuchtdioden	682
34.7 Auswirkungen auf die Bild-Wiedergabe	682
34.8 Kompensationsmaßnahmen	684
34.9 Messtechnik	685
34.10 Stand der Technik.....	686
35 Neue Generation von DVB-Standards.....	689
35.1 Übersicht über die DVB-Standards	690
35.2 Eigenschaften der alten und neuen DVB-Standards.....	691
35.3 Möglichkeiten und Ziele der neuen DVB-Standards.....	692
36 Basisbandsignale für DVB-x2	695
36.1 Eingangssignalfomate	695
36.1.1 MPEG-2-Transportströme – TS	696
36.1.2 Generic Fixed Packetized Streams – GFPS.....	696
36.1.3 Generic Continuous Streams – GCS.....	697
36.1.4 Generic Encapsulated Streams – GSE.....	698
36.2 Signalverarbeitung- und Aufbereitung im Modulator-Eingangsteil	698
36.2.1 Single Input Stream	699
36.2.2 Multiple Input Streams	702
36.3 Standardspezifische Besonderheiten.....	705
36.3.1 DVB-S2	705
36.3.2 DVB-T2	706

36.3.3 DVB-C2.....	713
37 DVB-T2	715
37.1 Einführung	715
37.2 Theoretische maximale Kanalkapazität	716
37.3 DVB-T2 - Übersicht	718
37.4 Basisband-Interface	719
37.5 Fehlerschutz	719
37.6 COFDM-Parameter.....	723
37.6.1 Normal Carrier Mode	725
37.6.2 Extended Carrier Mode.....	727
37.7 Modulationsverfahren.....	729
37.7.1 Normale Konstellationsdiagramme	729
37.7.2 Begriffsdefinition „Cell“ – Zelle	730
37.7.3 Gekippte Q-delayed Konstellationsdiagramme	731
37.8 Rahmenstruktur.....	733
37.8.1 P1-Symbol	735
37.8.2 P2-Symbole	736
37.8.3 Symbol, Frame, Superframe	738
37.9 Blockdiagramm.....	738
37.10 Interleaver	738
37.10.1 Interleaver-Arten	739
37.10.2 DVB-T2-Time Interleaver-Konfiguartion	740
37.11 Pilote.....	743
37.12 Sub-Slicing	746
37.13 Time-Frequency-Slicing (TFS).....	746
37.14 PAPR Reduction.....	747
37.15 Mehrantennensysteme SISO/MISO.....	749
37.15.1 MISO nach Alamouti.....	750
37.15.2 Modified Alamouti bei DVB-T2	752
37.16 Future Extension Frames	754
37.17 Auxilliary Data Streams.....	754
37.18 DVB-T2-MI.....	755
37.19 SFN's in DVB-T2.....	755
37.20 Senderkennung in DVB-T2	756
37.21 Leistungsfähigkeit.....	757
37.22 Ausblick.....	757
38 DVB-C2 – der neue DVB-Breitbandkabelstandard	759
38.1 Einführung	759
38.2 Theoretische maximale Kanalkapazität	761
38.3 DVB-C2 – Übersicht	762

38.4 Basisband-Interface	763
38.5 Fehlerschutz	763
38.6 COFDM-Parameter	764
38.7 Modulationsverfahren	765
38.8 Definition einer Zelle (Cell)	766
38.9 Interleaver	767
38.10 Variable Coding and Modulation (VCM)	768
38.11 Rahmenstruktur	768
38.12 Kanalbündelung und Slice-Bildung	769
38.13 Preamble-Symbole	770
38.14 Pilote bei DVB-C2	773
38.15 PAPR-Reduktion	773
38.16 Blockdiagram	775
38.17 Pegelverhältnisse im Breitbandkabel	775
38.18 Leistungsfähigkeit	775
38.19 Ausblick	776
39 DVB-x2-Messtechnik	777
39.1 DVB-S2	777
39.2 DVB-T2	778
39.3 DVB-C2	780
39.4 Zusammenfassung	781
40 CMMB – Chinese Multimedia Mobile Broadcasting	783
41 Weitere Übertragungsstandards	785
41.1 MediaFLO	785
41.2 UKW-FM-Hörfunk	786
41.2.1 Kanalraster und Modulationsverfahren	787
41.2.2 Spektrum eines FM-modulierten Signales	789
41.2.3 Stereo-Multiplex-Signal	791
41.2.4 Radio-Daten-System	795
41.2.5 Minimale Feldstärke und Nachbarkanal-Schutzabstände	796
41.2.6 Störeinflüsse auf der UKW-FM-Übertragungsstrecke	797
41.2.7 Messungen an UKW-FM-Stereo-Signalen	798
41.3 IBOC – HD-Radio	798
41.4 FMextra	800
41.5 Auswirkungen der Digitalen Dividende auf BK- und DTV-Netze	800
41.5.1 Anatomie der Mobilfunksignale	801
41.5.2 Terrestrische TV-Netze und Mobilfunk	802
41.5.3 Breitbandkabel-TV-Netze und Mobilfunk	802

41.5.4 Störfestigkeitsnorm für Ton- und Fernsehempfänger .	804
41.5.5 Zusammenfassung	805
42 Digitales Fernsehen und digitaler Hörfunk weltweit.....	807
Literaturverzeichnis	811
Abkürzungsverzeichnis	819
TV-Kanaltabellen.....	835
Europa, Terrestrik und Kabel.....	835
Australien, Terrestrik.....	838
Nord-Amerika, Terrestrik.....	839
Nord-Amerika, Kabel	841
Sachverzeichnis	847



<http://www.springer.com/978-3-642-15046-3>

Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und
Praxis

MPEG-Basisbandcodierung, DVB-, DAB-, ATSC-,
ISDB-T-Übertragungstechnik, Messtechnik

Fischer, W.

2010, XXIV, 858 S. 687 Abb., Hardcover

ISBN: 978-3-642-15046-3