

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Analoges Fernsehen .....</b>	<b>11</b>
2.1 Abtastung einer Schwarz-Weiß-Bildvorlage .....	14
2.2 Horizontal- und Vertikal-Synchronimpuls .....	16
2.3 Hinzunehmen der Farbinformation.....	18
2.4 Übertragungsverfahren .....	21
2.5 Verzerrungen und Störungen .....	23
2.6 Signale in der Vertikalaustastlücke .....	25
2.7 Messungen an analogen Videosignalen.....	29
<b>3 MPEG .....</b>	<b>37</b>
3.1 MPEG-Standards und deren Anwendung.....	37
3.2 MPEG-2-Transportstrom.....	43
3.3 Der Packetized Elementary Stream (PES).....	45
3.4 Das MPEG-2-Transportstrompaket.....	49
3.5 Informationen für den Empfänger .....	53
3.5.1 Synchronisierung auf den Transportstrom.....	54
3.5.2 Auslesen der aktuellen Programmstruktur.....	55
3.5.3 Der Zugriff auf ein Programm.....	57
3.5.4 Zugriff auf verschlüsselte Programme .....	58
3.5.5 Programmsynchronisation (PCR, DTS, PTS) .....	61
3.5.6 Zusatz-Informationen im Transportstrom (PSI / SI / PSIP) ....	64
3.5.7 Nicht-private und private Sections und Tabellen .....	64
3.5.8 Die Service Information gemäß DVB (SI) .....	74
3.6 PSIP gemäß ATSC .....	88
3.7 ARIB-Tabellen gemäss ISDB-T .....	90
3.8 DTMB-Tabellen (China) .....	92
3.9 Weitere wichtige Details des MPEG-2 Transportstromes .....	93
3.9.1 Die Transport Priority.....	93
3.9.2 Die Transport Scrambling Control Bits.....	93
3.9.3 Die Adaptation Field Control Bits.....	94

3.9.4 Der Continuity Counter .....	94
<b>4 Digitales Videosignal gemäss ITU-BT.R601 (CCIR601).....</b>	<b>97</b>
<b>5 Videosignalformate für HDTV und UHDTV .....</b>	<b>103</b>
5.1 Bildformate.....	104
5.2 Unkomprimiertes HDTV-Basisbandsignal.....	106
5.3 Physikalische Videoschnittstellensignale bis hin zu UHDTV.....	109
<b>6 Transformationen vom Zeitbereich in den Frequenzbereich und zurück .....</b>	<b>113</b>
6.1 Die Fouriertransformation .....	114
6.2 Die Diskrete Fouriertransformation (DFT).....	117
6.3 Die Fast Fouriertransformation (FFT).....	119
6.4 Praktische Realisierung und Anwendung der DFT und FFT.....	120
6.5 Die Diskrete Cosinustransformation (DCT).....	121
6.6 Signale im Zeitbereich und deren Transformierte im Frequenzbereich.....	124
6.7 Systemfehler der DFT bzw. FFT und deren Vermeidung .....	127
6.8 Fensterfunktionen .....	130
<b>7 Videocodierung (MPEG-2, MPEG-4/AVC, HEVC).....</b>	<b>133</b>
7.1 Videokomprimierung.....	133
7.1.1 Zurücknahme der Quantisierung von 10 auf 8 Bit .....	137
7.1.2 Weglassen der H- und V-Lücke .....	137
7.1.3 Reduktion der Farbauflösung auch in vertikaler Richtung (4:2:0).....	139
7.1.4 Weitere Schritte zur Datenreduktion .....	140
7.1.5 Differenz-Plus-Code-Modulation von Bewegtbildern .....	140
7.1.6 Diskrete Cosinustransformation mit nachfolgender Quantisierung .....	147
7.1.7 Zig-Zag-Scan und Lauflängencodierung von Null-Sequenzen ... ..	154
7.1.8 Huffmann-Codierung .....	155
7.2 Zusammenfassung .....	155
7.3 Aufbau des Videoelementarstroms.....	158
7.4 Von MPEG-2 nach MPEG-4 .....	161
7.5 MPEG-4 Advanced Video Coding .....	161
7.6 HEVC, High Efficiency Video Coding, UHDTV .....	170
7.6.1. Bildformate.....	171
7.6.2. Videocodierungsverfahren.....	172
7.6.3. Einordnung von H.265 in die MPEG-Welt .....	172

---

7.6.4. Schritte der Videocodierung bei H.265 .....	174
7.6.5. HEVC im Detail .....	177
7.6.6. Zusammenfassung, Ausblick und Entwicklung bis hin zu UHDTV .....	185
<b>8 Audiocodierung.....</b>	<b>187</b>
8.1 Das digitale Audioquellensignal.....	188
8.2 Geschichte der Audiokomprimierung.....	189
8.3 Das psychoakustische Modell des menschlichen Ohres.....	191
8.4 Grundprinzip der Audiocodierung.....	195
8.5 Teilbandcodierung bei MPEG Layer I, II.....	198
8.6 Transformationscodierung bei MPEG Layer III und Dolby Digital... .....	200
8.7 Mehrkanalton.....	202
8.8 Neue Entwicklungen – MPEG-4 .....	203
<b>9 Programmbegleitende Daten .....</b>	<b>207</b>
9.1 Videotext und Untertitel .....	208
9.2 Video Program System (VPS).....	211
9.3 WSS – Wide Screen Signalling.....	215
9.4 Praktische Beispiele.....	216
9.5 Weitere programmbegleitende Daten .....	218
<b>10 Physikalische AV-Schnittstellen-Signale .....</b>	<b>221</b>
10.1 Physikalische Schnittstellen für digitale Videosignale.....	223
10.2 "CCIR601" Parallel und Seriell.....	225
10.3 Synchrone, parallele Transportstromschnittstelle (TS PARALLEL) .....	226
10.4 Asynchrone serielle Transportstromschnittstelle (TS- ASI).....	228
10.5 SMPTE310-Schnittstelle .....	229
10.6 ISDB-T BCMUX.....	229
10.7 DVI-Schnittstelle .....	229
10.8 HD-SDI-Schnittstelle.....	231
10.9 DVB-IP-Schnittstelle.....	231
10.10 SDI over IP, AVB.....	231
10.11 HDMI – High Definition Multimedia Interface .....	232
10.11.1 HDMI - Entwicklung und Versionen .....	233
10.11.2 Mechanische Ausführung.....	234
10.11.3 HDMI-Schnittstellenfunktionen .....	236
10.11.4 HDMI-Schnittstellensignalfomate.....	237
10.11.5 HDMI-Messtechnik.....	240
10.11.6 HDMI - Zusammenfassung und Ausblick.....	240

<b>11 Messungen am MPEG-2-Transportstrom</b>	<b>245</b>
11.1 Verlust der Synchronisation (TS-Sync-Loss)	246
11.2 Fehlerhafte Sync-Bytes (Sync_Byte_Error)	248
11.3 Fehlende oder fehlerhafte Program Association Table (PAT) (PAT_Error)	249
11.4 Fehlende oder fehlerhafte Program Map Table (PMT) (PMT_Error)	249
11.5 Der PID_Error	250
11.6 Der Continuity_Count_Error	252
11.7 Der Transport_Error	253
11.8 Der Cyclic Redundancy Check-Fehler	254
11.9 Fehler der Program Clock Reference (PCR_Error, PCR_accuracy) .....	255
11.10 Der Presentation Time Stamp Fehler (PTS_Error)	256
11.11 Fehlende oder fehlerhafte Conditional Access Table (CAT_Error)	257
11.12 Fehlerhafte Wiederholrate der Service Informationen (SI_Repetition_Error)	258
11.13 Überwachung der Tabellen NIT, SDT, EIT, RST und TDT/TOT .....	259
11.14 Nicht referenzierte PID (unreferenced_PID)	260
11.15 SI_other_Error	261
11.16 Fehlerhafte Tabellen NIT_other, SDT_other_Error, EIT_other_Error	262
11.17 Überwachung eines ATSC-konformen MPEG-2-Transportstroms .....	262
<b>12 Bildqualitätsanalyse an digitalen TV-Signalen</b>	<b>265</b>
12.1 Methoden zur Bildqualitätsmessung	268
12.1.1 Subjektive Bildqualitätsanalyse	269
12.1.2 Double Stimulus Continual Quality Scale Method DSCQS	269
12.1.3 Single Stimulus Continual Quality Scale Method SSCQE	269
12.2 Objektive Bildqualitätsanalyse	270
12.3 Zusammenfassung und Ausblick	276
<b>13 Grundlagen der Digitalen Modulation</b>	<b>279</b>
13.1 Einführung	279
13.2 Mischer	281
13.3 Amplitudenmodulation	283
13.4 IQ-Modulator	285
13.5 Der IQ-Demodulator	293
13.6 Anwendung der Hilbert-Transformation bei der IQ-Modulation	298

---

13.7 Praktische Anwendungen der Hilbert-Transformation.....	301
13.8 Kanalcodierung/Fehlerschutz .....	302
13.9 Analoge Modulationsverfahren im Vergleich .....	307
13.9.1 Amplitudenmodulation.....	308
13.9.2 Varianten der Amplitudenmodulation .....	311
13.9.3 Frequenzmodulation .....	312
13.9.4 Phasenmodulation.....	316
13.10 Bandbegrenzung modulierter Trägersignale.....	317
13.11 Zusammenfassung .....	320
<b>14 Digitale TV-Übertragung über Satellit - DVB-S/S2/S2X .....</b>	<b>321</b>
14.1 Die DVB-S-Systemparameter .....	324
14.2 Der DVB-S-Modulator .....	327
14.3 Faltungscodierung .....	331
14.4 Signalverarbeitung im Satelliten.....	337
14.5 Der DVB-S-Empfänger .....	338
14.6 Einflüsse auf der Satellitenübertragungsstrecke .....	342
14.7 DVB-S2 .....	345
14.8 DVB-S2X – Erweiterungen im DVB-S2-Standard .....	353
<b>15 DVB-S/S2 - Messtechnik .....</b>	<b>359</b>
15.1 Einführung.....	359
15.2 Messung der Bitfehlerverhältnisse .....	360
15.3 Messungen an DVB-S/S2-Signalen mit einem Spektrumanalyzer .....	362
15.3.1 Näherungsweise Ermittlung der Rauschleistung N .....	364
15.3.2 CNR, SNR und $E_b/N_0$ .....	366
15.3.3 Ermittlung des $E_b/N_0$ .....	366
15.4 Modulation Error Ratio (MER) .....	369
15.5 Messung des Schulterabstands .....	369
15.6 DVB-S-Empfänger-Test.....	370
15.7 Messungen an der Satellitenempfangsanlage .....	371
<b>16 Digitale TV-Übertragung über Breitbandkabel gemäß DVB-C...375</b>	
16.1 Der DVB-C-Standard .....	378
16.2 Der DVB-C-Modulator.....	380
16.3 Der DVB-C-Empfänger.....	381
16.4 Störeinflüsse auf der DVB-C-Übertragungsstrecke .....	383
<b>17 Digitale TV-Übertragung über Breitbandkabel nach ITU-T J83B (USA).....387</b>	
17.1 J83B-Übertragungsparameter .....	389

17.2 J83B-Basisband-Eingangssignale .....	390
17.3 Forward Error Correction .....	390
17.4 Berechnung der Nettodatenrate .....	392
17.5 Rolloff-Filterung .....	393
17.6 Fall-off-the-Cliff .....	393
<b>18 Messungen an digitalen TV-Signalen im Breitbandkabel.....</b>	<b>395</b>
18.1 DVB-C/J83A, B, C-Messem Empfänger mit Konstellationsanalyse	396
18.2 Erfassung von Störeinflüssen mit Hilfe der Konstellationsanalyse .....	400
18.2.1 Additives weißes gauß'sches Rauschen (AWGN) .....	400
18.2.2 Phasenjitter .....	403
18.2.3 Sinusförmiger Interferenzstörer .....	404
18.2.4 Einflüsse des IQ-Modulators .....	405
18.2.5 Modulation Error Ratio (MER) - Modulationsfehler .....	407
18.2.6 Error Vector Magnitude (EVM) .....	409
18.3 Messung der Bitfehlerverhältnisse (BER) .....	409
18.4 Messungen mit einem Spektrumanalyzer .....	410
18.5 Messung des Schulterabstandes .....	413
18.6 Messung der Welligkeit im Kanal bzw. Kanalschräglage .....	413
18.7 DVB-C/J83ABC-Empfänger-Test .....	413
<b>19 Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex (COFDM) .....</b>	<b>417</b>
19.1 Warum Mehrträgerverfahren? .....	419
19.2 Was ist COFDM? .....	422
19.3 Erzeugung der COFDM-Symbole .....	428
19.4 Zusatzsignale im COFDM-Spektrum .....	437
19.5 Hierarchische Modulation .....	441
19.6 Zusammenfassung .....	442
<b>20 Die terrestrische Übertragung von digitalen TV-Signalen über DVB-T .....</b>	<b>445</b>
20.1 Der DVB-T-Standard .....	448
20.2 Die DVB-T-Träger .....	449
20.3 Hierarchische Modulation .....	455
20.4 DVB-T-Systemparameter des 8/7/6-MHz-Kanals .....	457
20.5 DVB-T-Modulator und Sender .....	467
20.6 Der DVB-T-Empfänger .....	470
20.7 Störeinflüsse auf der DVB-T-Übertragungsstrecke .....	475
20.8 DVB-T-Gleichwellennetze (SFN) .....	484
20.9 Mindestens notwendiger Empfängereingangspegel bei DVB-T	492

---

<b>21 Messungen an DVB-T-Signalen.....</b>	<b>499</b>
21.1 Messung der Bitfehlerverhältnisse .....	501
21.2 Messungen an DVB-T-Signalen mit einem Spektrumanalyzer ..	503
21.3 Konstellationsanalyse an DVB-T-Signalen .....	507
21.3.1 Weißes Rauschen (AWGN = Additive White Gaussian Noise) .....	507
21.3.2 Phasenjitter .....	508
21.3.3 Interferenzstörer .....	509
21.3.4 Echos, Mehrwegeempfang .....	509
21.3.5 Dopplereffekt.....	509
21.3.6 IQ-Fehler des Modulators.....	509
21.3.7 Ursache und Auswirkung von IQ-Fehlern bei DVB-T.....	512
21.4 Messung des Crestfaktors .....	522
21.5 Messung des Amplituden-, Phasen- und Gruppenlaufzeitganges..... .....	523
21.6 Messung der Impulsantwort .....	524
21.7 Messung des Schulterabstandes.....	524
 <b>22 DVB-H/DVB-SH – Digital Video Broadcasting for Handhelds....</b>	<b>531</b>
22.1 Einführung.....	531
22.2 Konvergenz zwischen Mobilfunk und Broadcast.....	532
22.3 DVB-H – die wesentlichen Parameter.....	534
22.4 DSM-CC Sections .....	535
22.5 Multiprotocol Encapsulation (MPE).....	536
22.6 DVB-H – Standard .....	537
22.7 DVB-H - Zusammenfassung .....	541
22.8 DVB-SH .....	544
 <b>23 Digitales Terrestrisches Fernsehen gemäß ATSC (Nordamerika)</b>	<b>547</b>
23.1 Der 8VSB-Modulator .....	552
23.2 8VSB-Brutto- und Nettodatenrate .....	561
23.3 Der ATSC-Empfänger .....	562
23.4 Störeinflüsse auf der ATSC-Übertragungsstrecke.....	562
23.5 ATSC-M/H „Mobile DTV“ .....	563
23.5.1 Kompatibilität zur bestehenden ATSC-Rahmenstruktur.....	564
23.5.2 MPEG-4-Video- und Audio-Streaming.....	566
23.5.3 ATSC-M/H-Multiplexer .....	567
23.5.4 ATSC-M/H-Modulator .....	570
23.5.5 Bildung von Gleichwellennetzen.....	571
23.6 Closed Captioning .....	573
23.7 Aktueller Stand ATSC.....	574

<b>24 ATSC/8VSB-Messtechnik .....</b>	<b>577</b>
24.1 Messung der Bitfehlerverhältnisse .....	578
24.2 8VSB-Messungen mit Hilfe eines Spektrumanalysators .....	579
24.3 Konstellationsanalyse an 8VSB-Signalen .....	580
24.4 Ermittlung des Amplituden- und Gruppenlaufzeitganges .....	582
24.5. Weitere Messungen .....	585
<b>25 Digitales Terrestrisches Fernsehen gemäß ISDB-T (Japan).....</b>	<b>587</b>
25.1 Layer-Bildung.....	590
25.2 Basisbandcodierung.....	592
25.3 Änderungen in der Transportstromstruktur .....	592
25.4 Blockschaltbild .....	594
25.5 Kanaltabellen .....	595
25.6 Leistungsfähigkeit von ISDB-T.....	595
25.7 Weitere ISDB-Standards .....	597
25.8 ISDB-T-Messtechnik.....	598
25.9 Zusammenfassung .....	599
<b>26 Digital Audio Broadcasting – DAB/DAB+.....</b>	<b>601</b>
26.1 Vergleich DAB und DVB.....	602
26.2 DAB im Überblick.....	606
26.3 Der physikalische Layer von DAB .....	612
26.4 DAB – Forward Error Correction – FEC.....	624
26.5 DAB-Modulator und Sender.....	630
26.6 DAB-Datenstruktur .....	633
26.7 DAB-Gleichwellennetze.....	639
26.8 DAB Data Broadcasting .....	640
26.9 DAB+ .....	642
26.10 DAB-Messtechnik .....	643
26.10.1 Test von DAB-Empfängern.....	643
26.10.2 Messungen am DAB-Signal .....	644
<b>27 DVB-Datendienste in „Object Carousels” .....</b>	<b>647</b>
27.1 Data Broadcasting bei DVB .....	648
27.2 Object Carousels.....	649
27.3 MHP = Multimedia Home Platform.....	651
27.4 System Software Update – SSU .....	653
<b>28 T-DMB .....</b>	<b>655</b>
<b>29 IPTV – Fernsehen über Internet-Protokoll.....</b>	<b>657</b>
29.1 DVB-IP .....	659



---

29.2 IP-Schnittstelle ersetzt TS-ASI .....	660
29.3 OTT – Over the Top TV .....	661
<b>30 DRM – Digital Radio Mondiale .....</b>	<b>663</b>
30.1 Audio-Quellencodierung .....	667
30.2 Fehlerschutz .....	667
30.3 Modulationsverfahren .....	668
30.4 Rahmenstruktur .....	669
30.5 Störeinflüsse auf der Übertragungsstrecke .....	670
30.6 DRM-Datenraten .....	671
30.7 DRM-Sendestationen und DRM-Receiver .....	672
30.8 DRM+ .....	673
<b>31 DVB-T-Gleichwellennetze in der Praxis .....</b>	<b>675</b>
31.1 SFN-Messparameter .....	676
31.1.1 Schutzintervall-Verletzung .....	680
31.1.2 Vorecho .....	681
31.1.3 Das 0 dB-Echo .....	682
31.1.4 Quasi-Mobil-Empfangssituation .....	682
31.1.5 Abstrahlung unterschiedlicher TPS-Bits .....	683
31.1.6 Frequenzgenauigkeit der Sender .....	684
31.2 Praktische Beispiele .....	685
31.2.1 Vorechos .....	686
31.2.2 Die 0 dB-Echos .....	686
31.2.3 Quasi-Mobil-Kanal .....	687
31.2.4 TPS-Bits .....	687
31.2.5 DVB-T-Mobilempfang .....	688
31.3 Verhalten von DVB-T-Receivern .....	693
31.4 DVB-T-Empfängertest .....	694
31.4.1 Mindestempfängereingangspegel im AWGN-Kanal .....	695
31.4.2 Minimales SNR .....	695
31.4.3 Nachbarkanalbelegung .....	696
31.4.4 Gleichkanalempfang .....	696
31.4.5 Mehrwegeempfang .....	696
31.4.6 Kanalsuche .....	696
31.4.7 Bootgeschwindigkeit und Bootverhalten .....	697
31.4.8 Programmwechsel .....	697
31.4.9 Videotext .....	697
31.4.10 VPS-Funktionalität .....	697
31.4.11. Dynamische PSI/SI-Tabellen .....	698
31.4.12 Firmwareausstattung .....	698
31.4.13 sonstiges .....	698

31.5 Netzplanung.....	698
31.6 Auffüllen von Versorgungslücken.....	699
31.7 Fall-off-the-Cliff.....	702
31.8 Zusammenfassung .....	703
<b>32 Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting - DTMB (China) ...</b>	<b>705</b>
<b>33 DOCSIS - Data over Cable Service Interface Specification.....</b>	<b>709</b>
33.1 Downstream.....	709
33.2 Upstream.....	711
33.3 CMTS und Cable Modem.....	712
33.4 Entwicklung von DOCSIS.....	713
33.5 Datenströme – Kontinuierlich und im Zeitschlitzverfahren (TDMA).....	717
33.6 Modulation – Single Carrier und Multicarrier im Kabel .....	718
33.7 DOCSIS 3.1 .....	720
33.8 Ausblick.....	732
<b>34 Display-Technologien .....</b>	<b>735</b>
34.1 Alte Wändlersysteme – die Nipkow-Scheibe .....	737
34.2 Bildröhre .....	739
34.3 Der Plasma-Bildschirm.....	742
34.4 Der Flüssigkristall-Bildschirm.....	744
34.5 Bewegungspiegel-Systeme .....	746
34.6 Organische Leuchtdioden .....	746
34.7 Auswirkungen auf die Bild-Wiedergabe .....	746
34.8 Kompensationsmaßnahmen .....	748
34.9 Messtechnik .....	749
34.10 Stand der Technik.....	751
<b>35 Neue Generation von DVB-Standards (DVB-x2).....</b>	<b>753</b>
35.1 Übersicht über die DVB-Standards .....	754
35.2 Eigenschaften der alten und neuen DVB-Standards.....	755
35.3 Möglichkeiten und Ziele der neuen DVB-Standards.....	757
<b>36 Basisbandsignale für DVB-x2 .....</b>	<b>759</b>
36.1 Eingangssignalfomate .....	759
36.1.1 MPEG-2-Transportströme – TS .....	760
36.1.2 Generic Fixed Packetized Streams – GFPS.....	760
36.1.3 Generic Continuous Streams – GCS .....	761
36.1.4 Generic Encapsulated Streams – GSE.....	762

---

36.2 Signalverarbeitung- und Aufbereitung im Modulator-Eingangsteil .....	762
36.2.1 Single Input Stream .....	763
36.2.2 Multiple Input Streams .....	766
36.3 Standardspezifische Besonderheiten .....	769
36.3.1 DVB-S2 .....	769
36.3.2 DVB-T2 .....	770
36.3.3 DVB-C2 .....	777
36.3.4 DVB-S2X .....	777
<b>37 DVB-T2 .....</b>	<b>779</b>
37.1 Einführung .....	779
37.2 Theoretische maximale Kanalkapazität .....	780
37.3 DVB-T2 - Übersicht .....	782
37.4 Basisband-Interface .....	782
37.5 Fehlerschutz .....	784
37.6 COFDM-Parameter .....	788
37.6.1 Normal Carrier Mode .....	790
37.6.2 Extended Carrier Mode .....	792
37.7 Modulationsverfahren .....	794
37.7.1 Normale Konstellationsdiagramme .....	794
37.7.2 Begriffsdefinition „Cell“ – Zelle .....	795
37.7.3 Gekippte Q-delayed Konstellationsdiagramme .....	796
37.8 Rahmenstruktur .....	798
37.8.1 P1-Symbol .....	801
37.8.2 P2-Symbole .....	802
37.8.3 Symbol, Frame, Superframe .....	804
37.9 Blockdiagramm .....	804
37.10 Interleaver .....	805
37.10.1 Interleaver-Arten .....	806
37.10.2 DVB-T2-Time Interleaver-Konfiguration .....	807
37.11 Pilote .....	810
37.12 Sub-Slicing .....	813
37.13 Time-Frequency-Slicing (TFS) .....	813
37.14 PAPR Reduction .....	814
37.15 Mehrantennensysteme SISO/MISO .....	816
37.15.1 MISO nach Alamouti .....	817
37.15.2 Modified Alamouti bei DVB-T2 .....	819
37.16 Future Extension Frames .....	821
37.17 Auxilliary Data Streams .....	821
37.18 DVB-T2-MI .....	822
37.19 SFN's in DVB-T2 .....	822

37.20 Senderkennung in DVB-T2 .....	823
37.21 Leistungsfähigkeit .....	824
37.22 T2-Lite .....	824
37.23 Ausblick .....	825
<b>38 DVB-C2.....</b>	<b>827</b>
38.1 Einführung .....	827
38.2 Theoretische maximale Kanalkapazität .....	829
38.3 DVB-C2 – Übersicht .....	830
38.4 Basisband-Interface .....	831
38.5 Fehlerschutz.....	831
38.6 COFDM-Parameter .....	832
38.7 Modulationsverfahren.....	834
38.8 Definition einer Zelle (Cell) .....	835
38.9 Interleaver.....	836
38.10 Variable Coding and Modulation (VCM).....	837
38.11 Rahmenstruktur .....	837
38.12 Kanalbündelung und Slice-Bildung.....	837
38.13 Preamble-Symbole.....	839
38.14 Pilote bei DVB-C2.....	841
38.15 PAPR-Reduktion .....	843
38.16 Blockdiagram.....	844
38.17 Pegelverhältnisse im Breitbandkabel.....	844
38.18 Leistungsfähigkeit .....	844
38.19 Ausblick.....	845
<b>39 DVB-T2-Messtechnik .....</b>	<b>847</b>
39.1 Messung des HF-Pegels.....	848
39.2 Messung der Bitfehlerverhältnisse (BER) .....	850
39.3 Messung des Modulationsfehlerverhältnisses (MER) .....	851
39.4 Konstellationsanalyse an DVB-T2-Signalen.....	856
39.5 Messung des Schulterabstandes.....	858
39.6 Messung der Kanalimpulsantwort .....	859
39.7 Messung von Amplitudengang und Gruppenlaufzeit .....	860
39.8 Messung des Crest-Faktors (PAPR) .....	861
39.9 Pre- und Post-Signalling-Daten .....	862
39.10 Praktische Erfahrungen und Messergebnisse .....	862
39.10.1 Single und Multiple PLP .....	864
39.10.2 Coderaten und Modulationsverfahren bei DVB-T2 .....	865
39.10.3 Vergleich non-rotated und rotated Constellations .....	865
39.10.4 Time Interleaver Parameter und Data Symbols per Frame.....	866
39.10.5 DVB-T2-Gleichwellennetze.....	866

---

39.10.5 SISO/MISO bei DVB-T2 .....	867
39.10.6 Mobilitäglichkeit von DVB-T2 .....	868
39.11 Zusammenfassung .....	869
<b>40 UKW-FM-Hörfunk.....</b>	<b>871</b>
40.1 Kanalraster und Modulationsverfahren .....	872
40.2 Spektrum eines FM-modulierten Signals .....	875
40.3 Stereo-Multiplex-Signal .....	880
40.4 Radio-Daten-System (RDS) .....	883
40.5 Minimale Feldstärke und Nachbarkanal-Schutzabstände .....	886
40.6 Störeinflüsse auf der UKW-FM-Übertragungsstrecke .....	887
40.7 Minimaler Empfängereingangspegel .....	888
40.8 Vergleich mit DAB/DAB+ .....	893
40.9 Messungen an UKW-FM-Stereo-Signalen .....	894
40.9.1 Messung des HF-Pegels .....	895
40.9.2 „Einpegeln“ .....	895
40.9.3 Messung des FM-Hubs und der Multiplex-Leistung .....	896
40.9.4 Messung des Störabstands .....	897
40.9.5 Frequenzgang linker und rechter Audiokanal .....	900
40.9.6 Messung des Stereo-Übersprechens .....	900
40.9.7 Messung des Klirrfaktors bzw. der THD .....	901
40.9.8 Stereo-Balance .....	902
40.9.9 Zweitonfaktor .....	903
40.9.10 MPX-Basisband-Frequenzgang .....	903
40.9.11 Asynchrone und synchrone AM .....	904
40.9.12 Messung von Außerbandanteilen .....	904
<b>41 Weitere Übertragungsstandards .....</b>	<b>907</b>
41.1 MediaFLO .....	907
41.2 IBOC – HD-Radio .....	908
41.3 FMextra .....	909
41.4 CMMB – Chinese Multimedia Mobile Broadcasting .....	909
<b>42 Digitale Dividende.....</b>	<b>911</b>
42.1 Anatomie der Mobilfunksignale .....	911
42.2 Terrestrische TV-Netze und Mobilfunk .....	912
42.3 Breitbandkabel-TV-Netze und Mobilfunk .....	913
42.3.1 Einfluss des Gleichkanal-Mobilfunks auf DVB-C-Empfang ....	914
42.3.2 Einfluss des Gleichkanal-Mobilfunks auf analogen TV- Empfang .....	914

42.3.3 Einfluss des Gleichkanal-Mobilfunks auf weitere digitale BK-Dienste .....	915
42.4 Störfestigkeitsnorm für Ton- und Fernsehgrundfunkempfänger ..	915
42.5 Zusammenfassung .....	915
<b>43 3DTV - Dreidimensionales Fernsehen .....</b>	<b>917</b>
43.1 Wie funktioniert 3D aus anatomischer Sicht .....	917
43.2 Das 3D-Prinzip .....	919
43.3 Wiedergabe von 3D .....	920
43.4 Die 3DTV-Übertragung.....	923
43.5 Stand der Technik und Ausblick.....	925
<b>44 Konvergenz von Rundfunk und Internet .....</b>	<b>927</b>
44.1 Einleitung.....	927
44.2 Internet-Applikationen im Fernseh- und Hörfunkumfeld.....	928
44.3 HbbTV - Hybrid Broadcast Broadband TV.....	929
44.4 OTT – Over the Top TV .....	934
44.5 Zusammenfassung und Ausblick.....	934
<b>45 Studio, Playout, Headend und Distributionsnetz.....</b>	<b>937</b>
45.1 Playout .....	938
45.2 Headend .....	939
45.3 Distributionsnetz.....	941
45.4 Zusammenfassung .....	941
<b>46 Terrestrische Rundfunksender und Sendestationen .....</b>	<b>943</b>
46.1 Modulationssignalzuführung .....	944
46.2 Terrestrische Rundfunk-Sendestation.....	946
46.3 Steuersender, Modulator, Exciter .....	948
46.4 GPS-Zeit-/Frequenz-Normal .....	950
46.5 Sender-Leistungsverstärker .....	950
46.5.1 Transistortechnologie .....	954
46.5.2 Leistungsverstärkerklassen.....	958
46.5.3 Leistungskoppler und Leistungsteiler.....	963
46.5.4 Wellenleiter .....	969
46.6 Senderausgangsfiler.....	977
46.6.1 Oberwellenfilter .....	978
46.6.2 Maskenfilter.....	979
46.7 Antennenweiche .....	985
46.8 Antennenzuführung und Sendeantenne .....	986
<b>47 Ausblick .....</b>	<b>995</b>

<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>997</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>1007</b>
<b>Rundfunk-Kanaltabellen.....</b>	<b>1027</b>
Europa, Terrestrik und Kabel .....	1027
Australien, Terrestrik .....	1030
Nord-Amerika, Terrestrik .....	1031
Nord-Amerika, Kabel .....	1033
<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>1041</b>

Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis

MPEG-Quellcodierung und Multiplexbildung, analoge und digitale Hörfunk- und Fernsehstandards, DVB, DAB/DAB+, ATSC, ISDB-T, DTMB, terrestrische, kabelgebundene und Satelliten-Übertragungstechnik, Messtechnik

Fischer, W.

2016, XXIII, 1056 S. 1 Abb. in Farbe., Hardcover

ISBN: 978-3-642-53895-7