

Inhaltsverzeichnis

1	Digitales Fernsehen – ein erster Überblick (REIMERS)	1
1.1	Begriffsdefinition und Analyse des Einsatzfeldes	1
1.2	Entstehungsgeschichte der Empfehlungen für das digitale Fernsehen	4
1.2.1	Arbeiten in den Vereinigten Staaten von Amerika	6
1.2.2	Arbeiten in Europa	8
1.2.3	Arbeiten in Japan und der Volksrepublik China	11
1.3	Zielsetzungen bei der Entwicklung des digitalen Fernsehens .	12
1.4	Datenreduktion als Schlüssel zum Erfolg.	15
1.5	Mögliche Verbreitungswege für das digitale Fernsehen	17
1.6	Standards und Normen in der Welt des digitalen Fernsehens	20
1.7	Das DVB Project heute	21
2	Digitalisierung und Signaldarstellung von Audio- und Videosignalen (JOHANSEN)	23
2.1	Abtastung und Quantisierung	23
2.2	Digitalisierung von Videosignalen.	24
2.2.1	A/D- und D/A-Wandler für Videosignale	27
2.2.2	Signaldarstellung für Videosignale	29
2.3	Digitalisierung von Audiosignalen	32
2.3.1	Signaldarstellung für Audiosignale	34
2.3.2	A/D- und D/A-Wandler für Audiosignale	34
3	Quellencodierung für Audiosignale nach MPEG (FECHTER)	41
3.1	Grundlagen der Datenreduktion.	42
3.2	Psychoakustische Grundlagen	43
3.2.1	Hörschwelle und Hörfläche	43
3.2.2	Verdeckung.	45
3.2.2.1	Verdeckung durch stationäre Schalle.	45
3.2.2.2	Zeitabhängige Verdeckungseffekte	47

3.3	Quellencodierung für Audiosignale durch Ausnutzung der Verdeckungseigenschaften des Gehörs	49
3.3.1	Grundstruktur des Codierverfahrens nach MPEG	50
3.3.2	Codierung nach Layer 1	55
3.3.3	Codierung nach Layer 2	57
3.3.4	Codierung nach Layer 3	59
3.3.5	Decodierung.	60
3.3.6	Die Parameter von MPEG-Audio	61
3.3.7	Die Audiocodierung nach MPEG-2	62
3.4	Zusammenfassung	63
4	Quellencodierung für Videosignale nach JPEG und MPEG (RICKEN †, EDEN).	67
4.1	Codierung nach JPEG	68
4.1.1	Blockschaltbilder von Encoder und Decoder	68
4.1.2	Diskrete Cosinus-Transformation	69
4.1.3	Quantisierung.	72
4.1.4	Redundanzreduktion.	74
4.1.5	Besondere Modi.	76
4.1.6	Dateiformat (Austauschformat)	80
4.2	Codierung nach den MPEG-Standards	81
4.2.1	Blockschaltbilder Encoder und Decoder	83
4.2.2	Bewegungsschätzung	86
4.2.3	Bild-Umsortierung	89
4.2.4	Datenratenkontrolle	90
4.2.5	Besonderheiten bei MPEG-1	92
4.2.6	Besonderheiten bei MPEG-2	94
4.2.7	H.264.	102
4.3	Zusammenfassung	111
5	Systemebene und Multiplexbildung nach MPEG-2 (FOELLSCHER, RICKEN †).	115
5.1	Unterschiede zwischen Program Multiplex und Transport Multiplex.	115
5.2	Die Systemebene im ISO/OSI-Schichtenmodell	117
5.3	Ende-zu-Ende Synchronisierung.	119
5.4	Service Information	124
5.4.1	PSI/SI-Tabellen und ihre Einfügung in den MPEG-2 Transport Stream.	124
5.4.2	Struktur von Sections und Tabellen	128
5.4.3	Beispiele der Tabellennutzung: NIT und SDT	132
5.4.3.1	Network Information Table (NIT)	132
5.4.3.2	Service Description Table (SDT)	134

6	Verfahren der Vorwärts-Fehlerkorrektur (FEC) bei der Übertragung von digitalem Fernsehen (ROY) . . .	137
6.1	Grundlegende Betrachtungen	137
6.2	Reed-Solomon Codes	141
6.2.1	Einführung in die Arithmetik des Galois-Feldes	142
6.2.2	Definition des Reed-Solomon Codes und der Codierung/Decodierung im Frequenzbereich.	148
6.2.3	Fehlerkorrektur beim Reed-Solomon Code	150
6.2.4	Beispiel einer Codierung und Decodierung im Frequenzbereich.	152
6.2.5	Codierung und Decodierung im Zeitbereich	155
6.2.6	Leistungsfähigkeit von Reed-Solomon Codes	156
6.3	Faltungscodes	157
6.3.1	Grundbegriffe der Faltungscodes.	157
6.3.2	Beispiel einer Faltungscodierung und -decodierung.	160
6.3.2.1	Aufbau des Beispiel-Encoders.	160
6.3.2.2	Zustands- und Netzdiagramm des Beispiel-Encoders.	160
6.3.2.3	Beispiel einer Codierung mit folgender (Viterbi)Decodierung.	162
6.3.3	Hard- und Softdecision	165
6.3.4	Punktierung von Faltungscodes.	167
6.3.5	Leistungsfähigkeit von Faltungscodes	168
6.4	Verkettung von Codes.	169
6.4.1	Verkettung von Blockcodes.	170
6.4.2	Interleaving.	171
6.4.3	Fehlerkorrekturverfahren für DVB	173
6.5	Hinweise zur weiterführenden Literatur.	175
7	Digitale Modulationsverfahren (JAEGER)	179
7.1	NRZ-Basisbandsignal	179
7.2	Grundsätze der digitalen Modulation eines cosinusförmigen Trägersignals	187
7.2.1	Amplitudentastung (2-ASK)	189
7.2.2	Frequenzumtastung (2-FSK)	191
7.2.3	Die Phasenumtastung (2-PSK)	192
7.3	Die Quadraturphasenumtastung (QPSK)	195
7.4	Höherstufige Amplitudenumtastung (ASK) und digitale Restseitenband-Amplitudenmodulation (RSB-AM)	199
7.5	Digitale Quadratur-Amplitudenmodulation (QAM)	204
7.6	Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM)	211

8	Conditional Access für das Digitale Fernsehen	
	(VERSE)	221
9	Der Satellitenstandard und seine Decodertechnik	
	(VERSE)	229
9.1	Grundlagen der Satellitenübertragung	229
9.1.1	Übertragungsstrecke	229
9.1.2	Sendertechnik	230
9.1.3	Polarisationsentkopplung	232
9.1.4	Energieverwischung	233
9.1.5	Empfängertechnik	234
9.1.6	Kenndaten eines Fernsehsatelliten am Beispiel des Astra 1D	234
9.2	Anforderungen an den Satellitenstandard	235
9.3	Encoderseitige Signalverarbeitung	237
9.3.1	Systemübersicht	237
9.3.2	Energieverwischung (Energy Dispersal Scrambling)	237
9.3.3	Fehlerschutzcodierung	238
9.3.4	Filterung	240
9.3.5	Modulation	240
9.4	Decodertechnik	242
9.4.1	Demodulator	242
9.4.2	Filterung und Taktrückgewinnung	243
9.4.3	Viterbi-Decoder	243
9.4.4	Sync Byte Detector	245
9.4.5	Deinterleaver und RS-Decoder	246
9.4.6	Energy Dispersal Remover	246
9.4.7	Basisband-Schnittstelle	247
9.5	Leistungsmerkmale des Standards	247
9.5.1	Ermittlung der Nettodatenraten	247
9.5.2	Benötigter Störabstand im Übertragungskanal	248
9.5.3	Antennendurchmesser	249
9.6	Lokale terrestrische Übertragung	250
9.7	DVB-S2, die nächste Generation des Satellitenrundfunks	250
10	Der DVB-Kabelstandard und seine Decodertechnik	
	(JAEGER)	253
10.1	Kabelfernsehen, HFC- und Breitbandkommunikationsnetze	253
10.1.1	Intermodulationen	256
10.1.2	Thermisches Rauschen	258
10.1.3	Reflexionen	260

10.2	Nutzeranforderungen an den Kabelstandard.	261
10.3	Encoderseitige Signalverarbeitung.	263
10.3.1	Umsetzung der Bytes auf Symbolwörter	264
10.3.2	Differentielle Codierung der MSBs	265
10.3.3	Modulation	267
10.4	Decodertechnik.	270
10.4.1	Kabeltuner	270
10.4.2	ZF-Interface	272
10.4.3	Rückgewinnung des Trägersignales.	272
10.4.4	Erzeugung des Taktsignals	275
10.4.5	Demodulation des QAM-Signals.	276
10.4.6	Differentielle Decodierung	279
10.4.7	Umsetzung der Symbolwörter auf Bytes	279
10.4.8	Detektion der MPEG-Synchron-Wörter.	280
10.5	Leistungsmerkmale des Standards.	282
10.5.1	Ermittlung der Nutzdatenraten.	282
10.5.2	Benötigter Störabstand im Übertragungskanal	284
10.6	DVB-Nutzung in Großgemeinschaftsantennen-Anlagen	286
10.7	Lokale terrestrische Übertragung (MMDS)	288
11	Der Standard zur terrestrischen Ausstrahlung von DVB-Signalen (LISS, REIMERS, ROY)	291
11.1	Grundlagen der terrestrischen Fernsehausstrahlung	292
11.2	Nutzeranforderungen an ein System zur terrestrischen Ausstrahlung von DVB-Signalen.	298
11.3	Encoderseitige Signalverarbeitung.	300
11.3.1	Innerer Interleaver und Symbolmapping	301
11.3.2	Wahl der OFDM-Parameter	304
11.3.3	Gestaltung des Übertragungsrahmens	307
11.4	Decodertechnik.	311
11.4.1	Empfängerklassen.	313
11.4.2	Ein klassisches Schaltungskonzept	315
11.4.2.1	Antenne	316
11.4.2.2	Tuner	317
11.4.2.3	ZF-Verarbeitung	319
11.4.2.4	DVB-T-Decoderbaustein.	321
11.4.3	Verbesserte Technologien für den DVB-T-Empfang	322
11.4.3.1	Antennenvorverstärker für DVB-T	322
11.4.3.2	Einchip-Siliziumtuner	324
11.4.3.3	NIM-Technologie	325
11.4.3.4	Antennen-Diversität	327
11.5	Hierarchische Modulation	328

11.6	Leistungsmerkmale des Standards	333
11.6.1	Ermittlung der Nutzdatenraten	334
11.6.2	Benötigter Störabstand im Übertragungskanal	337
11.6.3	Für den mobilen Empfang relevante Leistungsmerkmale . . .	340
12	DVB-Datenrundfunk (FOELLSCHER)	345
12.1	Grundlagen des Datenrundfunks	345
12.2	Data Piping	346
12.3	Data Streaming	347
12.3.1	Asynchrones Data Streaming	348
12.3.2	Synchrones Data Streaming	348
12.3.3	Synchronisiertes Data Streaming	349
12.4	Daten-/Objekt-Karussell	349
12.4.1	Daten-Karussell	350
12.4.2	Objekt-Karussell	353
12.5	Multiprotokoll-Einkapselung	356
12.5.1	IP über DVB	358
12.6	System Software Update	361
13	DVB-Lösungen für interaktive Dienste (LEISSE, PIASTOWSKI)	365
13.1	Interaktive Dienste	365
13.2	Netzunabhängige Protokolle für interaktive Dienste im DVB-System	368
13.2.1	Protokolle zur Datenübertragung	368
13.2.2	Systemmodell	369
13.2.3	Protokolle der höheren Schichten	370
13.3	Netzabhängige Lösungen für PSTN, ISDN, DECT, GSM. . .	372
13.3.1	Interaktionskanal über PSTN/ISDN	372
13.3.2	Interaktionskanal über DECT	374
13.3.3	Interaktionskanal über GSM	375
13.4	Netzabhängige Lösungen für DVB-C, DVB-S und DVB-T	377
13.4.1	Interaktionskanal für Kabelfernsehsysteme	377
13.4.1.1	Systemkonzept	377
13.4.1.2	Physikalische Schicht und Paketformat	378
13.4.1.3	MAC-Protokoll	381
13.4.1.4	Protokollschnittstellen zu höheren Schichten	383
13.4.1.5	DOCSIS® – der alternative Kabel-Rückkanal	383
13.4.2	Interaktionskanal für LMDS	385
13.4.3	Interaktionskanal für Satelliten-Verteilssysteme	386

13.4.4	Interaktionskanal für Fernsehsysteme mit Satelliten- Zentralantenne	390
13.4.5	Interaktionskanal für Digitales Terrestrisches Fernsehen . . .	392
13.4.5.1	Physikalische Schicht und Paketformat	394
13.4.5.2	MAC-Layer-Protokoll.	398
14	Die Multimedia Home Platform (MHP) (KLINKENBERG, SCHIEK).	399
14.1	Die Rolle von Software-Plattformen im Empfänger.	400
14.2	Einige Nicht-MHP-Lösungen	401
14.2.1	ATVEF.	402
14.2.2	Betanova.	403
14.2.3	Liberate.	403
14.2.4	MediaHighway	404
14.2.5	MHEG	404
14.2.6	OpenTV	407
14.2.7	Migrationskonzepte.	407
14.3	MHP 1.0.	408
14.3.1	Java als Basistechnologie	409
14.3.2	Architekturüberblick	410
14.3.3	Transportprotokolle.	413
14.3.3.1	Protokolle für den Rundfunkkanal.	413
14.3.3.2	Protokolle für den Interaktionskanal	414
14.3.4	Applikationsmodell und -signalisierung.	415
14.3.5	Grafik-Modell.	418
14.3.6	Content-Formate	421
14.3.7	Benutzerschnittstelle	423
14.3.8	Sicherheitsarchitektur	424
14.3.9	Minimale Plattformfähigkeiten	428
14.4	MHP 1.1	429
14.4.1	Erweiterungen in MHP 1.1	430
14.5	Weiterentwicklungen des existierenden MHP Standards . . .	437
14.6	Die Zukunft von MHP.	440
14.6.1	Aspekte einer mobilen MHP	440
14.7	Die MHP-Testsuite	443
14.8	GEM, die global ausführbare MHP	444
14.9	Weitere, auf Java basierende Software-Plattformen	446
14.9.1	OSGi.	447
14.9.2	DAB Java Spezifikation	448
14.9.3	Mobile Information Device Profile – MIDP.	449

15	DVB-H und IP Datacast (IPDC) (HEUCK, KORNFELD, MAY)	451
15.1	DVB-H	451
15.1.1	Die physikalische Schicht.	453
15.1.2	Time Slicing.	453
15.1.3	Handover-Unterstützung	456
15.1.4	MPE-FEC: Zusätzlicher Fehlerschutz für IP-Daten.	456
15.1.5	Erweiterungen der physikalischen Schicht	459
15.2	IP Datacast (IPDC).	461
15.2.1	Architektur des DVB-H/IP Datacast-Gesamtsystems	461
15.2.2	Protokollstapel und Kodierungsformate	462
15.2.3	Electronic Service Guide (ESG)	463
15.2.4	Service Purchase and Protection (SPP)	464
15.2.5	Anwendungsbeispiele von IP Datacast	465
15.2.6	IP Datacast im Hybriden Netz	467
16	Messtechnik für das digitale Fernsehen (JOHANSEN, LADEBUSCH, TRAUBERG)	469
16.1	Messtechnik für die Quellensignalverarbeitung im Basisband	470
16.1.1	Qualitätsbeurteilung der Videoquellencodierung.	470
16.1.2	Überprüfung komprimierter Video- und Audiosignale	472
16.1.3	Überprüfung des MPEG-2 Transport Stream	472
16.1.4	Überprüfung der Decoderfunktionalität	479
16.2	Messungen für die digitale Übertragungstechnik.	480
16.2.1	Darstellung des Augendiagramms	481
16.2.2	Messungen an Modulatoren und Demodulatoren	483
16.2.2.1	Messungen an einem QAM-Sender	483
16.2.2.2	Messungen an einem QAM-Empfänger	484
16.2.2.3	Messungen an einer OFDM-Übertragung	485
16.2.3	Messung der Fehlerhäufigkeit.	486
16.2.3.1	Direkte Messung der Fehlerhäufigkeit	486
16.2.3.2	Vergleichsmessung der Fehlerhäufigkeit	488
	Literaturverzeichnis	491
	Abkürzungsverzeichnis	511
	Sachverzeichnis	521