

Gesamtübersicht

Band 1

Vorwort	VII
Die Herausgeber	XI
Verzeichnis der Autoren	XIII
Inhaltsverzeichnis	XVII
1 Grundlagen der Akustik	1
2 Schallquellen	66
3 Schallwahrnehmung	115
4 Mikrofone und Lautsprecher	136
5 Tonaufnahme und Tonwiedergabe	217
6 Klanggestaltung	370
7 Analoge Tonsignalspeicherung	422
8 Analoge Tonregieanlagen	482
9 Beschallung	565
10 Analoge Tonmesstechnik	613

Band 2

Inhaltsverzeichnis	VII
11 Grundlagen der digitalen Tontechnik	657
12 Audiocodierung	709
13 Digitale Studioprozesse	781
14 Digitale Tonsignalspeicherung	828
15 Film- und Fernsehton	924
16 Digitale Betriebstechnik	1007
17 Rundfunksysteme	1085
18 Qualitätssicherung	1267
19 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	1353
Fachwörter und Abkürzungen Englisch – Deutsch	1395
Sachregister	1426

Inhaltsverzeichnis (Band 2)

11 Grundlagen der digitalen Tontechnik	657
11.1 Einführung	657
11.2 Signale	659
11.2.1 Kontinuierliche Signale	659
11.2.1.1 Signaldarstellung	660
11.2.1.2 Signalverarbeitung	663
11.2.2 Diskrete Signale	663
11.2.2.1 Abtastung	663
11.2.2.2 Quantisierung	667
11.2.2.3 Signalrekonstruktion	672
11.3 Systemkomponenten der digitalen Signalverarbeitung	674
11.3.1 Analog/Digital-Wandlung	674
11.3.1.1 Successive-Approximation-Wandler	674
11.3.1.2 Delta-Sigma-Wandler	675
11.3.2 Digital-/Analog-Wandlung	678
11.3.2.1 R-2R-Wandler	678
11.3.2.2 Delta-Sigma-Wandler	679
11.3.2.3 Bitstream-Systeme	679
11.3.3 Digitale Signalverarbeitung	680
11.3.3.1 Signalprozessoren	681
11.3.3.2 Filter	683
11.4 Digitale Signalübertragung	684
11.4.1 Quellencodierung und Datenkompression	685
11.4.2 Kanalcodierung und Fehlerbehandlung	686
11.4.3 Übertragungsnetze	686
11.5 Digitale Audioschnittstellen	688
11.5.1 AES/EBU und SPDIF	688
11.5.1.1 Entwicklung	689
11.5.1.2 Datenformat	690
11.5.1.3 Kanalcodierung	693
11.5.1.4 Elektrische Eigenschaften und Steckverbinder	694
11.5.2 Mehrkanal-Schnittstellen	695
11.5.2.1 Dolby-E Interface	695
11.5.2.2 MADI	696
11.5.2.3 ADAT	696
11.5.2.4 TDIF	696
11.5.3 FireWire	696
11.5.4 USB	697
11.5.4.1 Entwicklung	698
11.5.4.2 Topologie	698
11.5.4.3 Datenübertragung	698
11.5.4.4 Elektrische Eigenschaften und Steckverbinder	700
11.5.4.5 Audioapplikationen	700
11.5.5 Thunderbolt	701
11.5.6 Drahtlose Übertragung	701

11.5.7 Videoschnittstellen	702
11.5.7.1 SDI	703
11.5.7.2 DVI	703
11.5.7.3 HDMI	703
11.6 Audio-Dateiformate	704
11.6.1 WAV, WAVE	704
11.6.2 BWF	705
11.6.3 RF64, RIFF64	705
11.6.4 AES31 Dateitransfer-Format	706
Standards und Richtlinien	706
Literatur	707
12 Audiocodierung	709
12.1 Einführung	709
12.1.1 Verlustfreie Codierv Verfahren	710
12.1.2 Verlustbehaftete Codierv Verfahren	711
12.1.2.1 Wellenformcodierung	711
12.1.2.2 Quellenorientierte Codierung	711
12.1.2.3 Empfängerorientierte Codierung	712
12.1.3 Standardisierung von Audiocodierv Verfahren	712
12.1.3.1 Offene und proprietäre Standards	712
12.1.3.2 Generationsentwicklung der MPEG-Audiostandards	713
12.2 Grundprinzipien psychoakustisch basierter Codierv Verfahren	714
12.2.1 Psychoakustische Grundlagen	714
12.2.1.1 Frequenzabhängige Maskierung	715
12.2.1.2 Zeitabhängige Maskierung	718
12.2.1.3 Räumliche Schallwahrnehmung	718
12.2.2 Bausteine psychoakustisch basierter Codierv Verfahren	719
12.2.2.1 Filterbank	719
12.2.2.2 Quantisierung und Codierung	721
12.2.2.3 Psychoakustisches Modell	722
12.2.2.4 Spektrale Bandbreitenerweiterung, SBR	723
12.2.3 Codierung zwei- und mehrkanaliger Stereosignale	724
12.2.3.1 Joint-Stereo Codierung	724
12.2.3.2 Spatial Audio Codierung	726
12.3 Qualitätsaspekte der Audiocodierung	728
12.3.1 Qualitätsstufen von Codec-Anwendungen	728
12.3.2 Typische Codier-Artefakte	730
12.3.2.1 Artefakte durch begrenzte Zeitauflösung	730
12.3.2.2 Birdies	732
12.3.2.3 Mehrkanal-Artefakte	732
12.3.2.4 Artefakte durch Tandem-Codierung	733
12.3.3 Qualitätsbewertung von Codierv Verfahren	734
12.3.3.1 Hörtests	734
12.3.3.2 Objektive Testverfahren	735
12.4 Psychoakustisch basierte Audiocodecs	736
12.4.1 Übersicht	736
12.4.2 MPEG-1/2 Audio	737

12.4.2.1	MPEG-1	737
12.4.2.2	MPEG-2 Low Sampling Rate Erweiterungen	737
12.4.2.3	MPEG-2 Multikanal-Erweiterungen	738
12.4.2.4	MPEG-1/2 Bitstrom und Fileformat	739
12.4.2.5	Layer 1 Audiodaten	740
12.4.2.6	Layer 2 Audiodaten	741
12.4.2.7	Layer 3 Audiodaten	741
12.4.3	MPEG-2/4 AAC	742
12.4.3.1	Filterbank	744
12.4.3.2	Bitstrom und Fileformat	745
12.4.4	MPEG-4 High-Efficiency AAC	745
12.4.4.1	HE-AAC Varianten	745
12.4.4.2	Audioqualität und Einsatzbereiche von AAC-Codecs	746
12.4.5	MPEG Mehrkanalcodecs	748
12.4.5.1	MPEG-Surround	748
12.4.5.2	HE-AAC mit MPEG-Surround	749
12.4.5.3	MPEG SAOC (Spatial Audio Object Coding)	749
12.4.5.4	MP3-Surround	750
12.4.6	Dolby Mehrkanalcodecs	750
12.4.6.1	Dolby Digital	750
12.4.6.2	Dolby Digital Plus	751
12.4.6.3	Dolby E	753
12.4.7	DTS	754
12.4.7.1	Basisverfahren	754
12.4.7.2	DTS-ES	755
12.4.7.3	DTS 96/24	755
12.4.8	apt-X	756
12.4.8.1	Basisverfahren	756
12.4.8.2	Enhanced apt-X	757
12.5	Sprachcodecs	758
12.5.1	ITU-T G.722	758
12.5.2	ITU-T G.722.1, G.722.2	759
12.6	Weitere gebräuchliche Audiocodecs	760
12.6.1	Windows Media Audio	761
12.6.2	Ogg Vorbis	761
12.7	Matrix-basierte Surround-Systeme	761
12.7.1	Dolby Surround / Dolby ProLogic	762
12.8	Verlustfreie Audiocodiervverfahren	763
12.8.1	Übersicht	763
12.8.2	Free Lossless Audio Codec (FLAC)	764
12.8.3	MPEG-4 Lossless Coding (ALS)	765
12.9	Digitale Signaturen von Audiodateien	766
12.9.1	Digitales Wasserzeichen	766
12.9.1.1	Anforderungen und Eigenschaften	767
12.9.1.2	Anwendungsbereiche	768
12.9.2	Digitaler Fingerabdruck	770
12.9.2.1	Anforderungen und Eigenschaften	770
12.9.2.2	Merkmalsauswahl	771

12.9.2.3	Lösungsmodelle	771
12.9.2.4	Anwendungsbereiche	772
12.9.3	Digitale Rechteverwaltung	773
12.9.3.1	Anwendungsbereiche	774
12.9.3.2	Basistechniken	775
12.9.3.3	Nachteile von DRM	776
Standards	.....	777
Literatur	.....	779
13	Digitale Studioprozesse	781
13.1	Tonsignalbearbeitung	781
13.1.1	Digitale Effektgeräte	781
13.1.2	Digitale Tonmischpulte	783
13.1.3	Kreuzschienen	786
13.1.4	Systembetrachtungen	789
13.1.5	PC-basierte Bearbeitungssysteme	790
13.1.6	Audioworkstations	792
13.1.7	Integrierte Funkhaussysteme	793
13.2	Digitale Programmproduktion und Sendeabwicklung im Hörfunk ...	794
13.2.1	Aufbau einer Hörfunkorganisation	796
13.2.2	Abläufe in der digitalen Programmproduktion	798
13.2.2.1	Akquisition von Programminhalten	798
13.2.2.2	Kontribution von Programminhalten	800
13.2.2.3	Distribution	802
13.2.3	Digitaler Workflow	803
13.2.4	Module im digitalen Workflow	806
13.2.4.1	Beitragserstellung	808
13.2.4.2	Sendungsbegleitende Produktion	809
13.2.4.3	Datenbankmanager für Audio-Files	809
13.2.4.4	Sendeplanung	811
13.2.4.5	Sendeprotokoll und Nutzungsrechte	813
13.2.4.6	Recherchewerkzeuge Archiv	813
13.2.4.7	Aktualitätenspeicher	814
13.2.4.8	Musikrotation	815
13.2.4.9	Sendeablaufsteuerung	816
13.2.4.10	Regionalisierung	819
13.2.4.11	Themen- und Ereignisplanung	820
13.2.4.12	Nachrichtenverteilung	820
13.2.4.13	Phonescreeing und Off Airs	821
13.2.4.14	Verkehrsinformationen	822
13.2.4.15	Zusatzinformationen	823
13.2.4.16	Leitungsdisposition	824
13.2.4.17	Dokumentationssystem	824
13.2.5	Außenübertragungstechnik	825
14	Digitale Tonsignalspeicherung	828
14.1	Digitale Tonaufzeichnung	828
14.1.1	Quelldaten, Kanaldaten und Kanalmodulation	829

14.1.1.1	Speicherkanal	830
14.1.2	Datenformatierung	831
14.1.3	Schreibcodes und Kanalmodulation	832
14.1.4	Fehlererkennung und Fehlerkorrektur	835
14.1.4.1	Instrumente der Fehlererkennung und Fehlerkorrektur	836
14.1.5	Magnetische Aufzeichnung	838
14.1.6	Magnetband-Aufzeichnung	841
14.1.6.1	Helical-Scan-Aufzeichnung	841
14.1.6.2	Helical-Scan-Aufzeichnung für 8-Kanal-Ton	845
14.1.6.3	Längsaufzeichnung	846
14.1.6.4	Tondatenaufzeichnung auf Computermagnetband	848
14.1.7	Magnetplattenaufzeichnung	853
14.1.7.1	Aufbau und Funktion	854
14.1.7.2	Controller, Codierung und weitere Entwicklung	855
14.1.8	Optische Aufzeichnung	858
14.1.8.1	Optische Speicherverfahren	858
14.1.8.2	Optische Aufzeichnungsverfahren	859
14.1.9	Compact Disc	861
14.1.9.1	Beschreibung	861
14.1.9.2	CD-R	863
14.1.10	Super Audio CD (SACD)	864
14.1.10.1	Aufbau und Eigenschaften	865
14.1.10.2	Datenorganisation, Kanalcodierung und Fehlerschutz	866
14.1.11	DVD-Audio	867
14.1.11.1	Aufbau und Eigenschaften	867
14.1.11.2	Datenformat	868
14.1.12	Magneto-Optical Disc (MOD)	869
14.1.12.1	Aufbau und Funktionsweise	869
14.1.12.2	Zukünftige Entwicklung	871
14.1.13	Flash-Speicher	873
14.1.13.1	Funktionsweise	873
14.1.13.2	Flash-Filesystem und Kanalcodierung	874
14.1.13.3	Flash-Karten und künftige Entwicklung	875
14.1.14	Tonsignalrestauration	877
14.2	Mastering	880
14.2.1	Definition des Mastering	881
14.2.2	Technische und klangliche Aspekte	881
14.2.2.1	Formatierung	882
14.2.2.2	Pegelanpassung	882
14.2.2.3	Dynamik	882
14.2.2.4	Dither und Noise Shaping	883
14.2.2.5	Remastering und Tonrestauration	883
14.2.2.6	Analog oder digital?	884
14.2.3	Surround Mastering	884
14.2.3.1	Mastering von Kinomischungen	885
14.2.4	Das Mastering-Studio	885
14.2.5	Master-Formate	886
14.2.5.1	CD-Audio	886
14.2.6	Alternative Formate	887
14.2.6.1	Super Audio CD	887
14.2.6.2	Super Audio Hybrid Disc	888

14.2.6.3	DVD-Audio	888
14.2.6.4	HD-DVD	888
14.2.6.5	DVD-Video	888
14.2.6.6	Blu-ray Disc	890
14.2.6.7	Audio-only Blu-ray / Pure Audio Blu-ray	892
14.3	Digitale Tonarchive	893
14.3.1	Anforderungen	895
14.3.1.1	Funktionale Anforderungen aus Sicht des Archivs	896
14.3.1.2	Funktionale Anforderungen aus Sicht des Programms	896
14.3.1.3	Systemtechnische Anforderungen	897
14.3.2	Archivsysteme	898
14.3.2.1	Speichersysteme	900
14.3.2.2	Datenbanken	903
14.3.2.3	Benutzeroberflächen	903
14.3.2.4	Einspielstationen	908
14.3.2.5	Ausspielstationen	909
14.3.2.6	Schnittstellen	910
14.3.3	Metadaten	911
14.3.3.1	Kategorien von Metadaten	911
14.3.3.2	Bedeutung von Metadaten im digitalen Workflow	912
14.3.3.3	Technischer Umgang mit Metadaten	912
14.3.3.4	Automatische Erzeugung von Metadaten	920
Standards, Richtlinien und Empfehlungen		921
Nicht öffentliche Dokumente		922
Literatur		922
15	Film- und Fernsehton	924
15.1	Einführung	924
15.2	Zeitliche Relationen zwischen Bild und Ton	926
15.2.1	Zeitliche Wahrnehmung	926
15.2.2	Synchronität und Bild-Ton-Versatz	927
15.3	Inhaltliche Relationen zwischen Bild und Ton	929
15.3.1	Sounddesign und Montage	929
15.4	Mikrofonierung und Tonaufzeichnung	930
15.4.1	Mikrofonierung des Originaltons	931
15.4.2	Mikrofonierung für Stereo und Surround	933
15.4.3	Mikrofonierung im Synchronstudio	935
15.4.4	Mikrofonierung im Fernsehstudio	935
15.4.5	Tonaufzeichnung mit dem Camcorder	936
15.4.6	Aufnahme mit abgesetztem Recorder	937
15.4.7	Workflow mit analogen und digitalen Medien	938
15.4.8	Portable Audiomischer	938
15.4.9	Ü-Wagen- und Studio-Produktion	939
15.5	Bildbezogene Aufzeichnungs- und Dateiformate für Ton	941
15.5.1	Analoge, bandgestützte Aufzeichnungsformate	941
15.5.2	Digitale, bandgestützte Aufzeichnungsformate	942

15.5.3 Digitale, dateibasierte Aufzeichnungsformate	943
15.5.3.1 AVI - Audio Video Interleaved	945
15.5.3.2 MXF – Media Exchange Format	945
15.5.3.3 GXF - General Exchange Format	947
15.5.4 Kanal- und Spurenbelegung für den Programmaustausch	947
15.6 Synchronisation und Synchronverfahren	948
15.6.1 Pilotton und Neo-Pilotton	949
15.6.2 SMPTE/EBU-Timecode	949
15.6.3 MIDI-Timecode	952
15.6.4 Rotosyn	953
15.6.5 Multiplexing, Interleaving und Time-Stamping	953
15.6.6 Time-Alignment Audio/Video	955
15.7 Nachbearbeitung und Mischung	956
15.7.1 Schnitt	956
15.7.2 Integrierte Audioproduktion	957
15.7.3 Synchronregie und Mischung	959
15.7.4 Lautheitssteuerung und Fernseh-Soundprocessing	960
15.8 Filmtoneformate und Wiedergabeverfahren	962
15.8.1 Analoges und digitaler Lichtton	964
15.8.2 Magnetton	965
15.8.3 dci - Digital Cinema Initiative	965
15.8.4 Wiedergabe in der Filmtonegie und im Kino	966
15.8.5 Wiedergabe im Kino – A-Chain, B-Chain	968
15.8.6 Der Ton im digitalen Kino	970
15.9 Fernsehformate und Wiedergabeverfahren	973
15.9.1 Kanalformate und Wiedergabesysteme für Fernsehsehton	973
15.9.2 IRT-Zweitoneverfahren (A2)	973
15.9.3 NICAM 728, NICAM Stereo	974
15.9.4 Matrizierter Surroundton	974
15.9.5 Digitale Fernsehformate für Stereo- und Surroundton	976
15.9.6 Stereo- und Mehrkanalübertragung für professionelle Anwendungen und Kontribution	979
15.10 Audio-Schnittstellen in Videosystemen	981
15.10.1 SDI und HD-SDI	982
15.10.2 SDTI – Serial Digital Transport Interface	985
15.10.3 RS-422 und Sony 9-Pin	985
15.10.4 RS-422 und ESAM-Protokoll	986
15.10.5 Mehrkanalton über Zweikanalschnittstellen	987
15.10.6 HDMI	987
15.11 Einführung in die Film- und Videotechnik	988
15.11.1 Audiovisuelle Wahrnehmung und multimodale Integration	988
15.11.2 Der Sehsinn	989
15.11.3 Bildabtastung	991
15.11.4 Digitales Video	997

15.11.5 Video-Aufzeichnungsformate	1001
15.11.6 Monitore und Projektoren	1002
15.11.7 Bildgestaltung	1002
Normen, Richtlinien	1004
Literatur	1005
16 Digitale Betriebstechnik	1007
16.1 Zentrale Einrichtungen	1007
16.1.1 Betriebszentrale	1008
16.1.1.1 Koppelfelder	1009
16.1.1.2 Leitungsanbindung	1012
16.1.1.3 Sendeverteilung	1015
16.1.1.4 Weitere Einrichtungen	1017
16.1.1.5 Handhabung der Systeme	1018
16.1.2 Synchronisation	1018
16.1.3 Vernetzung	1019
16.1.3.1 Server	1019
16.1.3.2 Produktion	1020
16.1.3.3 Kontribution von Programmbeiträgen	1020
16.1.3.4 Programmaustausch	1021
16.1.3.5 Datensicherheit	1022
16.1.3.6 Anwendungssoftware	1022
16.1.4 Sendestudio	1022
16.1.4.1 Konventioneller Regiebetrieb	1024
16.1.4.2 Selbstfahrerbetrieb	1024
16.1.4.3 Leitungsanbindung	1025
16.1.4.4 Weitere Einrichtungen	1026
16.1.5 Vorproduktion	1027
16.1.6 Intercom	1027
16.1.6.1 Sprechanlagen	1028
16.1.6.2 Betriebsfernsprechanlage	1029
16.1.7 Stromversorgung	1030
16.1.7.1 EMV-gerechte Stromversorgung	1031
16.2 Übertragungswege	1035
16.2.1 Problemstellung	1035
16.2.2 Codiervverfahren	1037
16.2.2.1 Quellencodierung	1037
16.2.2.2 Kanalcodierung	1037
16.2.2.3 Kryptologische Codierung / Verschlüsselung	1037
16.2.3 Synchronisation	1037
16.2.4 Die E1-Schnittstelle	1038
16.2.4.1 Übersicht	1038
16.2.4.2 Technische Parameter	1038
16.2.4.3 Quellencodierungsverfahren bei E1	1042
16.2.4.4 Synchronisation bei E1	1046
16.2.5 Die ASI-Schnittstelle	1048
16.2.5.1 Übersicht	1048
16.2.5.2 Technische Beschreibung	1048
16.2.6 HYBNET – das Netz der ARD	1052
16.2.6.1 Übersicht	1052

16.2.6.2	Konzept	1052
16.2.6.3	Dienste und Verbindungen	1058
16.2.6.4	HYBNET-Betriebsregelung	1064
16.2.7	Filetransfer	1065
16.2.7.1	ARD-Filetransfer und Replikation	1065
16.2.7.2	Breitbandiger Audio-Filetransfer	1066
16.2.7.3	Digitale Bemusterung	1066
16.2.8	Codecs	1070
16.2.8.1	ISDN-Audiocodecs	1070
16.2.8.2	Satelliten-Codecs	1071
16.2.8.3	IP-Audiocodecs / Audio-over-IP	1071
16.3	Prozessstrukturen	1076
16.3.1	Prozessmodell	1076
16.3.2	Dienstleistungs-Beziehungen	1078
16.3.3	Organisationsstrukturen	1078
16.3.4	Prozessanalyse	1080
16.3.4.1	Prozessoptimierung	1081
16.3.4.2	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	1081
16.3.5	Fazit und Ausblick	1082
Standards	.....	1083
Literatur	.....	1084
17	Rundfunksysteme	1085
17.1	Grundlagen	1086
17.1.1	Übertragungskanäle	1086
17.1.1.1	Terrestrischer Mehrwege-Rundfunkkanal	1086
17.1.1.2	Satelliten-Rundfunkkanal	1089
17.1.1.3	Kabel-Rundfunkkanal	1089
17.1.2	Modulationsverfahren	1090
17.1.2.1	Definitionen und Grundlagen	1090
17.1.2.2	Klassische analoge Modulationsverfahren	1091
17.1.2.3	Klassische digitale Modulationsverfahren	1094
17.1.2.4	Multiträger-Modulation (OFDM)	1098
17.1.3	Kanalcodierung	1101
17.1.3.1	Definitionen und Grundlagen	1101
17.1.3.2	Faltungscodes	1102
17.1.3.3	Reed-Solomon-Codes	1104
17.2	Terrestrische Rundfunksysteme	1106
17.2.1	Analoge Rundfunkübertragung	1106
17.2.1.1	AM-Rundfunk unterhalb 30 MHz	1106
17.2.1.2	FM-Rundfunk im UKW-Band II	1108
17.2.1.3	Analoges Fernsehen	1110
17.2.2	Digital Audio Broadcasting (DAB)	1110
17.2.2.1	Tonübertragung bei DAB	1111
17.2.2.2	Digital Multimedia Broadcasting (DMB)	1113
17.2.2.3	OFDM-Parameter und Übertragungs-Modi	1114
17.2.2.4	DAB-Übertragungsrahmen	1115
17.2.2.5	Quellenangepasste Kanalcodierung	1116
17.2.2.6	Interleaving	1118
17.2.2.7	Transportmechanismen bei DAB	1120

17.2.2.8	DAB-Multiplexkonfiguration	1121
17.2.2.9	DAB Service Information	1123
17.2.2.10	DAB-Ensemble-Information	1124
17.2.2.11	DAB-Dienststruktur	1125
17.2.3	Implementierung von DAB/DAB+/DMB-Netzen	1126
17.2.4	Digital Video Broadcasting (DVB)	1127
17.2.4.1	Überblick	1127
17.2.4.2	Terrestrisches Digitalfernsehen (DVB-T)	1129
17.2.4.3	Erweiterung zu DVB-H (Handheld)	1134
17.2.4.4	Kabelfernsehen DVB-C (Cable)	1135
17.2.4.5	DVB-Multiplex und Service-Information	1136
17.2.5	Digital Radio Mondiale (DRM)	1137
17.2.5.1	Übertragungs-Modi und OFDM-Parameter	1138
17.2.5.2	Modulation und Codierung	1139
17.2.5.3	Audiocodierung für DRM	1140
17.2.5.4	DRM-Multiplex	1141
17.2.5.5	DRM-Service-Information	1142
17.2.6	In-Band-On-Channel (IBOC) – System „High Definition Radio“	1142
17.2.6.1	Service Modes	1143
17.2.6.2	Audiocodierung	1144
17.2.6.3	Kanalcodierung	1145
17.2.7	Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB)	1146
17.3	Satellitenrundfunk	1147
17.3.1	Astra Digital Radio (ADR)	1147
17.3.2	DVB über Satellit	1148
17.3.2.1	DVB-S	1148
17.3.2.2	DVB-S2	1148
17.4	Internet Radio	1148
17.4.1	Übersicht	1148
17.4.2	Technische Grundlagen	1151
17.4.2.1	Download	1152
17.4.2.2	Streaming	1152
17.4.2.3	Unicast und Broadcast	1153
17.4.2.4	Multicast	1153
17.4.2.5	Content Caching und Content Distribution Networks	1154
17.4.3	Streaming Protokolle	1155
17.4.3.1	IP-Protokoll	1156
17.4.3.2	RTP/UDP-Protokoll	1156
17.4.3.3	HTTP/TCP	1157
17.4.4	Streaming-Architektur	1158
17.4.4.1	Source	1158
17.4.4.2	Server	1159
17.4.4.3	Client	1159
17.4.4.4	Streaming-Plattformen und -Formate	1160
17.4.5	Shoutcast	1161
17.4.5.1	Shoutcast-Source	1161
17.4.5.2	Shoutcast-Server	1162
17.4.5.3	Shoutcast-Client	1163
17.4.5.4	Shoutcast-Protokoll	1163
17.4.5.5	Metadaten	1164
17.4.6	Verzeichnisse und Personalisierte Dienste	1165

17.4.7 Podcast	1166
17.4.7.1 Download und Dateiformat	1167
17.4.7.2 Abonnement über RSS	1167
17.4.7.3 Podcast-Komponenten und Nachrichtenfluss	1168
17.5 Programmbegleitende Dienste	1170
17.5.1 Übersicht	1170
17.5.2 Typologie der Dienste	1170
17.5.2.1 Programmbegleitende und nicht-programmbegleitende Dienste	1171
17.5.2.2 Funktionen	1172
17.5.3 Datenmanagement	1172
17.5.3.1 Generierung programmbegleitender Dienste	1172
17.5.3.2 Einspeisung und Übertragung bei RDS	1176
17.5.3.3 Einspeisung und Übertragung bei DAB	1178
17.5.3.4 DAB-Dateneinstaster	1180
17.5.4 Serviceinformationen	1181
17.5.4.1 Programm-Identifikation	1183
17.5.4.2 Programme Service Name	1183
17.5.4.3 Programm-Typ	1184
17.5.4.4 Traffic Announcement	1184
17.5.4.5 Alternative Frequenzliste	1185
17.5.4.6 Service Following Information	1185
17.5.4.7 Programm-Nummer	1185
17.5.5 Radiotext	1186
17.5.5.1 Radiotext in RDS	1186
17.5.5.2 Radiotext plus	1186
17.5.5.3 Dynamic Label Segment	1187
17.5.5.4 Dynamic Label plus	1188
17.5.6 Multimedia-Daten	1188
17.5.6.1 MOT	1189
17.5.6.2 MOT-Applikationen	1190
17.5.7 Electronic Programme Guide	1193
17.5.8 TopNews	1194
17.5.9 Radio DNS	1195
17.5.10 IMDA-Metadaten	1196
17.5.11 Codierte Verkehrsinformationen	1196
17.5.11.1 RDS-TMC	1197
17.5.11.2 TPEG	1200
17.6 Mehrkanal-Stereofonie in Hörfunk und Fernsehen	1202
17.6.1 Vom Kinton zur mehrkanaligen Rundfunkübertragung	1202
17.6.2 Formate für Mehrkanalton	1204
17.6.2.1 ITU-R Surround Sound Standard	1205
17.6.2.2 Weitere Mehrkanalton-Formate	1207
17.6.2.3 Objektorientierte Audioübertragung	1209
17.6.3 Postproduktion und Distribution von Mehrkanalton im Fernsehen	1211
17.6.3.1 Dolby E - Format	1212
17.6.3.2 apt-X und Enhanced apt-X Format	1214
17.6.4 Standardisierte Kanalbelegungen für Mehrkanalton	1215
17.6.4.1 Aufzeichnung von 5.1-Mehrkanalton nach EBU/ITU und SMPTE	1215
17.6.4.2 Programmaustausch und -verteilung bei ARD und ZDF	1216
17.6.5 Kontrolle und Überwachung von Mehrkanalton beim Rundfunk	1218

17.6.6 Übertragung von 5.1-Mehrkanalton über Rundfunksysteme	1219
17.6.6.1 Programmverbreitung über DVB	1220
17.6.6.2 Programmverbreitung über IP-Medien	1223
17.6.6.3 Programmverbreitung über DAB	1225
17.6.6.4 Laufzeiten bei Übertragung von 5.1-Mehrkanalton	1227
17.6.7 Quellencodierung für die Ausstrahlung von 5.1-Mehrkanalton	1228
17.6.7.1 Dolby Digital-Format	1228
17.6.7.2 DTS-Format	1232
17.6.7.3 MPEG Advanced Audio Coding	1234
17.6.7.4 Metadaten	1236
17.6.8 Downmix von Mehrkanalton	1239
17.6.8.1 Veränderung von Signaleigenschaften durch den Downmix-Prozess	1240
17.6.8.2 Kompensation von Downmix-Artefakten	1243
17.6.8.3 Downmix von Mehrkanalton für die Kopfhörerwiedergabe	1243
17.7 Barrierefreie Audiokommunikation	1244
17.7.1 Otologischer Hintergrund	1245
17.7.1.1 Hörverluste und ihre Auswirkung	1245
17.7.1.2 Lautheit und Recruitment	1246
17.7.1.3 Sprache und Sprachverständlichkeit	1247
17.7.2 Unterstützende Audio-Übertragungssysteme	1248
17.7.2.1 Studioseitige Methoden zur Verbesserung der Barrierefreiheit	1249
17.7.2.2 Übertragungsseitige Methoden zur Verbesserung der Barrierefreiheit	1249
17.7.2.3 Empfängerseitige Methoden zur Verbesserung der Barrierefreiheit	1250
17.7.3 Visualisierung von Sprachinformationen	1251
17.7.3.1 Untertitelung	1251
17.7.3.2 SynFace – synthetisches Gesicht zur Darstellung der Lippenbewegungen	1252
17.7.3.3 Gebärdensprache	1252
17.7.4 Vorschläge für integrierte Systemlösungen zur Sprachunterstützung ..	1253
17.7.4.1 Integrated Source and Receiver related Audio Processing	1253
17.7.4.2 Dialogue Enhancement	1255
17.7.4.3 Individual Supportive Audio Signal Processing	1256
17.7.5 Sprachverständlichkeit in Veranstaltungsräumen	1257
17.7.5.1 Induktive Übertragung	1257
17.7.5.2 Funk-Übertragung	1259
17.7.5.3 Infrarot-Übertragung	1259
Standards	1259
Literatur	1261
18 Qualitätssicherung	1267
18.1 Einführung	1267
18.2 Qualitätsparameter des analogen und digitalen Tonkanals	1269
18.2.1 Subjektive Grenzwerte	1269
18.2.2 Anzustrebende Zielwerte	1271
18.2.3 Additionsgesetze für Werte und Toleranzen	1271
18.2.4 A/D- und D/A-Wandlung	1272
18.2.4.1 Abtastrate	1272
18.2.4.2 Bitauflösung, Bitanzahl	1273
18.2.4.3 Weitere Parameter	1273
18.2.5 Pegelbedingungen	1274

18.2.5.1	Systemgrenzpegel	1274
18.2.5.2	Zugelassener Maximalpegel	1275
18.2.5.3	Einstellpegel	1276
18.2.5.4	Messpegel	1276
18.2.5.5	Minimaler Programmsignalpegel	1276
18.2.5.6	Pegelpprofile im analogen und digitalen Tonkanal	1276
18.2.6	Störpegel	1278
18.2.6.1	Störpegelmessung	1278
18.2.6.2	Störspektrum	1279
18.2.6.3	Gesamtverzerrung mit Rauschen	1280
18.2.7	Zeitbedingungen	1280
18.2.7.1	Jitter	1280
18.2.7.2	Augendiagramm	1281
18.2.7.3	Synchronisation	1282
18.2.7.4	Zeitversatz	1282
18.2.7.5	Phasenversatz	1283
18.2.8	Störungen im digitalen Datenstrom	1284
18.2.8.1	Störungen im Audiobitstrom	1284
18.2.8.2	Störungen in den Zusatzinformationen	1284
18.2.8.3	Fehlerursachen und -auswirkungen	1285
18.2.8.4	Fehlererkennung	1286
18.2.8.5	Fehlerkorrektur	1287
18.3	Digitale Audiomesstechnik	1288
18.3.1	Messverfahren	1288
18.3.2	Messsysteme	1289
18.3.3	Gehörbasierte objektive Messverfahren	1290
18.3.3.1	PEAQ	1290
18.3.3.2	NMR	1291
18.3.3.3	PESQ	1291
18.4	Visuelle Programmsignalkontrolle	1292
18.4.1	Spitzenpegelbezogene Aussteuerung	1292
18.4.1.1	Standardisierte Pegelfestlegungen	1292
18.4.1.2	Quasi-Spitzenwert und True Peak-Aussteuerungsmesser	1293
18.4.1.3	Spitzenpegelbezogene Aussteuerungsrichtlinien	1297
18.4.2	Lautheitsbezogene Aussteuerung	1298
18.4.2.1	Lautheitsmesser – Nationale Lösung von ARD/ZDF/IRT	1299
18.4.2.2	Lautheitsmesser – Internationale Lösung	1300
18.4.2.3	True Peak Meter	1304
18.4.2.4	Lautheitsbereichsmesser	1304
18.4.2.5	Lautheitsbezogene Aussteuerungsrichtlinien	1304
18.4.3	Weitere Geräte zur Programmsignalkontrolle	1305
18.4.3.1	VU-Meter	1305
18.4.3.2	Darstellung des Frequenzspektrums	1305
18.4.3.3	Korrelationsanzeige	1306
18.4.4	Goniometrische Messverfahren	1307
18.4.4.1	Stereo-Sichtgerät	1308
18.4.4.2	Mehrkanal-Sichtgerät	1309
18.5	Dynamik	1311
18.5.1	Dynamikbereiche	1311
18.5.1.1	Originaldynamik	1311
18.5.1.2	Systemdynamik	1312

18.5.1.3	Programmdynamik	1314
18.5.1.4	Wiedergabedynamik	1315
18.5.2	Dynamikkompression	1316
18.5.2.1	Anpassung an den Übertragungsweg	1317
18.5.2.2	Anpassung an den Programmcharakter	1317
18.5.2.3	Anpassung an die Wiedergabesituation	1317
18.5.3	Dynamiksteuerung	1318
18.5.3.1	Variable Dynamik für UKW/FM	1318
18.5.3.2	Dynamic Range Control (DRC) bei DAB	1318
18.5.3.3	Dynamiksteuerung für Dolby Digital	1319
18.5.3.4	Empfängerorientierte Dynamiksteuerung	1320
18.6	Auditive Programmsignalkontrolle	1320
18.6.1	Abhörstandard für Lautsprecherwiedergabe	1321
18.6.1.1	Abhörräume	1322
18.6.1.2	Geometrische Abmessungen von Abhörräumen	1322
18.6.1.3	Bezugs-Schallfeld	1324
18.6.1.4	Bezugs-Abhörpegel	1325
18.6.1.5	Anforderungen an Regielautsprecher	1326
18.6.1.6	Nahfeldabhören	1327
18.6.2	Abhörstandard für Kopfhörerwiedergabe	1328
18.6.3	Virtuelle Abhörräume	1328
18.7	Methoden zur subjektiven Beurteilung der Audioqualität	1329
18.7.1	Teststrategien	1330
18.7.2	Standardisierte Testmethoden	1331
18.7.2.1	Vergleichstest	1331
18.7.2.2	Triple stimulus – hidden reference – double blind Test	1331
18.7.2.3	MUSHRA-Test	1332
18.7.3	Subjektive akustische Qualitätsparameter	1333
18.7.3.1	Globale Attribute	1333
18.7.3.2	Detaillierte Parameter zur absoluten Bewertung	1333
18.7.3.3	Parameter zur Beschreibung digitaler Tonsignalstörungen	1334
18.7.3.4	Beurteilung von kombinierten Bild- und Toninformationen	1334
18.7.4	Testbedingungen	1335
18.7.4.1	Bewertungsskalen	1335
18.7.4.2	Testpersonen	1337
18.7.4.3	Programm-Material	1337
18.7.5.4	Auswertung von Testergebnissen	1337
18.8	Softwarepflege und Datensicherheit	1338
18.8.1	Softwaretypen	1338
18.8.1.1	Software	1338
18.8.1.2	Firmware	1338
18.8.1.3	Update	1339
18.8.1.4	Upgrade	1339
18.8.2	Datensicherung	1340
18.8.2.1	Sicherungskopie	1340
18.8.2.2	Arbeitskopien	1340
18.8.2.3	Passwortschutz	1341
18.8.2.4	Archivsicherheit	1341
18.8.2.5	Virenschutz	1342
18.8.2.6	Umgang mit Updates und Upgrades in Audioarchiven	1342
18.8.3	Mensch–Maschine–System im digitalen Hörfunkprozess	1343

18.8.3.1	Fehlerquellen	1344
18.8.3.2	Durchgängiger Workflow von Audio- und Metadaten	1346
Standards	.....	1348
Literatur	.....	1351
19	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	1353
19.1	Arbeitssicherheit	1353
19.1.1	Allgemeines	1353
19.1.1.1	Das duale System im Arbeitsschutz	1353
19.1.1.2	Staatliche Institutionen im Arbeitsschutz	1354
19.1.1.3	Berufsgenossenschaftlicher Arbeitsschutz	1354
19.1.1.4	Einfluss der EU	1355
19.1.2	Richtlinien und Regelwerke	1356
19.1.2.1	EG-Richtlinie 2003/10/EG „Lärm“	1356
19.1.2.2	Sicherheitsvorschriften für Produktionsstätten	1356
19.1.2.3	Das Arbeitsschutzgesetz	1358
19.1.2.4	Die Betriebssicherheitsverordnung	1358
19.1.2.5	Die Musterversammlungsstättenverordnung	1358
19.1.2.6	Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regeln	1358
19.1.3	Verantwortlichkeiten	1359
19.1.4	Arten der Verantwortung	1360
19.1.5	Gefährdungsermittlung	1362
19.1.6	Gefährdungsbeurteilung	1364
19.2	Gesundheitsschutz	1365
19.2.1	Gehörgefährdung durch elektroakustische Beschallung	1365
19.2.2	Hörschädigungen	1367
19.2.2.1	Gehörschaden aus arbeitsmedizinischer Sicht	1367
19.2.2.2	Vorübergehende und permanente Hörschwellenverschiebung	1368
19.2.2.3	Fehlender Lautheitsausgleich	1369
19.2.2.4	Stapediusreflex	1369
19.2.2.5	Gehörschäden und Musik	1369
19.2.3	Gesundheitsschutz-Gehör nach DIN 15905-5	1370
19.2.3.1	Verkehrssicherungspflicht	1370
19.2.3.2	Schutzmaßnahmen und Information	1371
19.2.3.3	Anhang	1372
19.2.4	Messung der Schallimmission	1373
19.2.4.1	Konsequenz der DIN 15905-5	1375
19.2.4.2	Die Praxis für Veranstaltungen	1375
19.2.4.3	Probleme der Norm DIN-15905-5	1376
19.2.5	Elektrische Sicherheit	1377
19.2.5.1	Produktionsstätten beim Hörfunk	1378
19.2.5.2	Kabelverlegung	1379
19.2.5.3	Anschluss elektrischer Geräte und Musikanlagen	1379
19.2.5.4	Gefahren des elektrischen Stroms	1380
19.2.5.5	Schutz vor einem elektrischen Schlag	1381
19.2.6	Inbetriebnahme von elektrischen Geräten und Anlagen	1386
19.2.6.1	Anschluss ortsveränderlicher Musikanlagen	1387
19.2.7	Verhalten bei Stromunfällen	1390
Standards	.....	1392
Literatur	.....	1393

Fachwörter und Abkürzungen Englisch – Deutsch	1395
Sachregister	1426