

Digital Radio Mondiale



Technische Kurzbeschreibung des Systems

Version 1: Joachim Lehnert LMK Ludwigshafen, Vorsitz Deutsches DRM-Forum, 2015

Aktualisiert: Detlef Pagel, RFmondial, Vorsitz Deutsches DRM-Forum, 11_2025

Inhaltsverzeichnis

0 Zusammenfassung.....	3
1 DRM-Systemtechnik	5
1.1 Systemkomponenten	5
1.1.1 DRM Content-Server.....	5
1.1.2 DRM-Modulator.....	5
1.1.3 MDI/DCP-Signalzuführung	6
1.2 OFDM-Systemparameter	7
1.3 Feldstärkewerte für die Netz- und Versorgungsplanung.....	10
1.3.1 DRM bis 30 MHz	11
1.3.2 DRM über 30 MHz	11
2 Signalübertragung	13
2.1 Gleichwellennetze	13
2.2 Simulcastbetrieb.....	13
2.2.1 Adjacent-Channel Simulcast im MW-Bereich.....	13
2.2.2 Single-Channel Simulcast im MW-Bereich	14
2.2.3 Simulcast im UKW-Bereich	15
2.2.4 Multichannel Mode im VHF-Bereich	16
3 Inhalte.....	17
3.1 Hörfunk/Audio.....	17
3.2 Datendienste	17
4 Empfänger-Spezifikation	18
5 Normierung und Standardisierung	18
5.1 ETSI	18
5.2 ITU.....	19
5.3 ECC.....	20

Zusammenfassung

Digital Radio Mondiale (DRM) ist ein schmalbandiges digitales Rundfunksystem zur weltweiten, nationalen, überregionalen und regionalen/lokalen Verbreitung von bis zu vier Angeboten (Hörfunkprogramme mit MPEG xHE-AAC oder AAC mit SBR und PS (HE AACV2) für hochqualitative Audioübertragung bei sehr geringen Datenraten sowie Datendienste) in einem Multiplex.

DRM ist ein offener ETSI-Standard und bei der ITU als digitales Rundfunksystem für den weltweiten Einsatz in ihren technischen Empfehlungen aufgenommen.

DRM umfasst diverse Signal-Konfigurationen für die digitale Verbreitung von Rundfunkangeboten über OFDM-Sender in folgenden Frequenzbereichen:

- in den Lang-, Mittel- und Kurzwellenbändern bis 30 MHz mit den vier OFDM-Übertragungsmodi A, B, C und D und einer Bandbreite von 4,5 kHz bis 20 kHz, kompatibel zu den international verwendeten Kanalabständen,
- in den VHF-Bändern I - III von 30 MHz bis 300 MHz mit dem OFDM-Übertragungsmodus E und einer Bandbreite von 96 kHz. Damit kann DRM rasterkonform im UKW-Bereich (87,5 – 108 MHz) und gemeinsam mit DAB/DAB+ auch im VHF-Band III (174 – 230 MHz) eingesetzt werden.

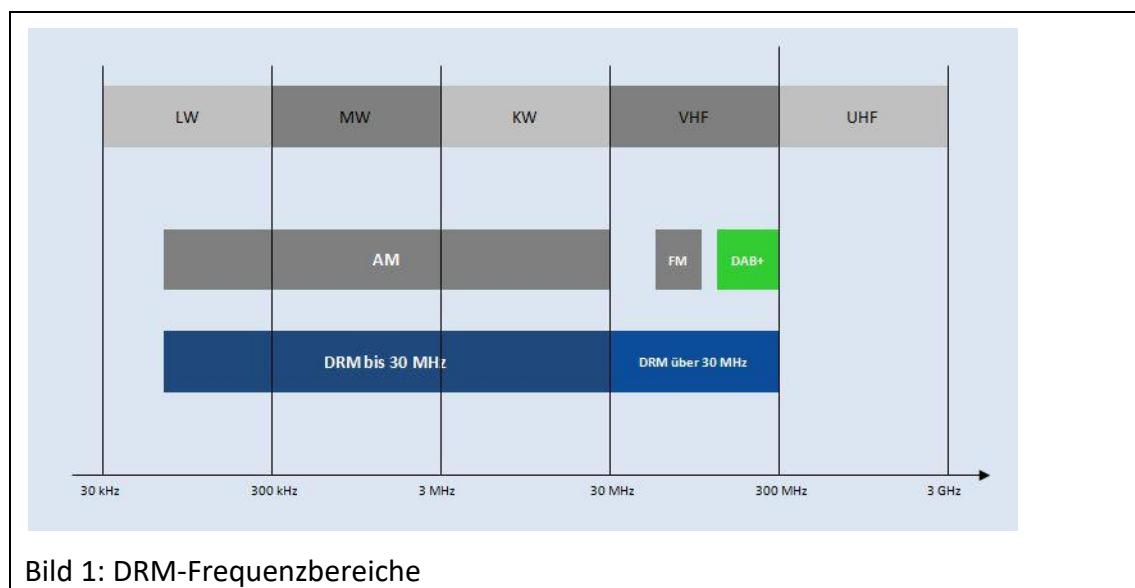


Bild 1: DRM-Frequenzbereiche

Die Entwicklung und die weltweite Markteinführung von DRM wird vom internationalen *DRM Konsortium* unterstützt, das am 4. März 1998 durch zwanzig der weltweit wichtigsten internationalen Rundfunkunternehmen und führenden Organisationen der Medienbranche sowie Hersteller von Empfangsgeräten in Guangzhou/China gegründet wurde. Es hat seinen offiziellen Sitz bei der EBU in Genf, das Projektbüro befindet sich in London.

In Deutschland wurde im Jahr 2003 das *Deutsche DRM-Forum* (<https://deutsches-drm-forum.de/>) als offener Zusammenschluss der interessierten Marktbeteiligten gegrün-

det. Das Deutsche DRM-Forum ist eine Informations- und Kommunikationsplattform für die Mitglieder des DRM-Konsortiums und die DRM-Supporter im deutschsprachigen Raum und ist offen für alle Interessierte an DRM. Ziel ist die Förderung der Einführung von DRM in allen Rundfunkbereichen, also den AM-Bändern, Band I, Band II (UKW-Band) und Band III.

Hier soll in einer kompakten Form auf die wesentlichen Merkmale von DRM eingegangen werden. Eine ausführliche Beschreibung findet sich im DRM Handbook, abrufbar unter: <https://www.drm.org/about-drm/drm-handbook/>

Systembeschreibung

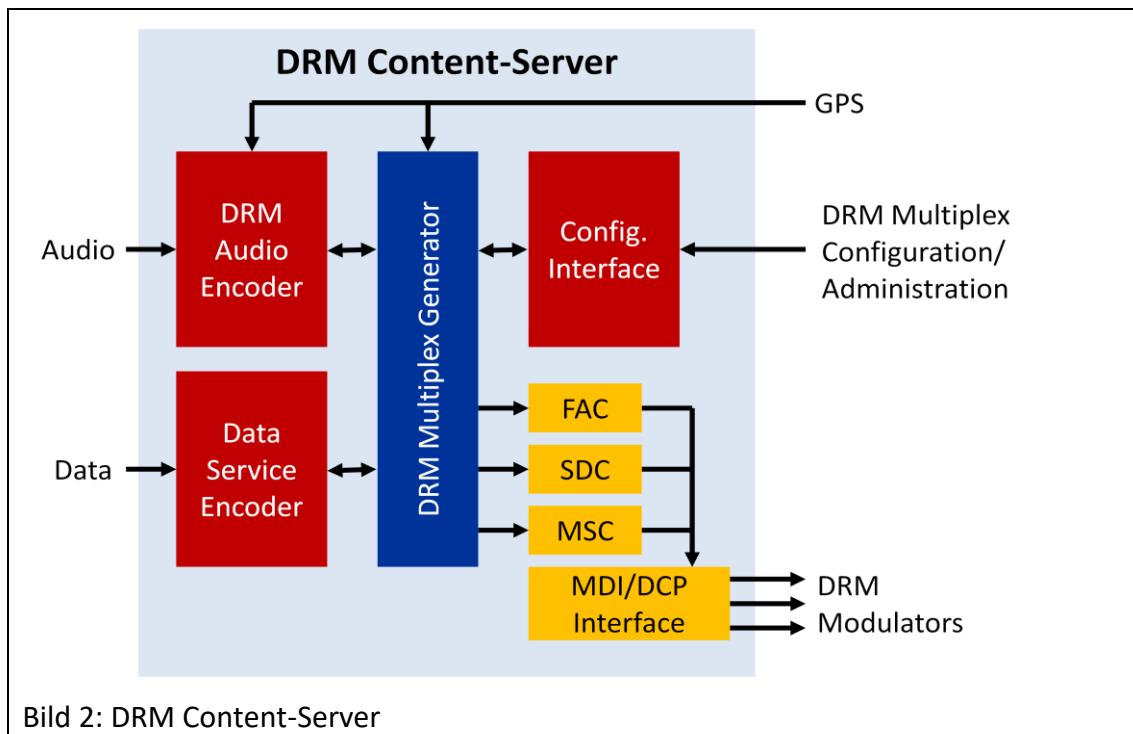
1 DRM-Systemtechnik

1.1 Systemkomponenten

Die Konfiguration des Basisbandsignals zur Übertragung von Audio- und Datendiensten über DRM bis zur Generierung des ODFM-Signals zur Abstrahlung über einen Sender wird in zwei wesentlichen Funktionseinheiten realisiert: dem **DRM Content-Server** und dem **DRM-Modulator**.

1.1.1 DRM Content-Server

Der DRM Content-Server mit den Audio-Encodern für bis zu vier Quellsignalen und dem Multiplexer dient zur Zusammenführung des Inhalteangebots im Main Service Channel (MSC). Zusätzlich werden im Multiplex-Signal noch der Fast Access Channel (FAC) und der Service Description Channel (SDC) eingefügt. Diese beiden Kanäle beinhalten Parameter zur Identifikation der übertragenden Inhalte und der Übertragungsparameter zum Empfang des DRM-Signals. Über das Multiplex Distribution Interface (MDI) wird das gesamte Multiplex-Signal mithilfe des sogenannten Distribution and Communications Protocol (DCP) weitergeleitet.



1.1.2 DRM-Modulator

Der DRM-Modulator übernimmt die Kanalcodierung für den MSC, den FAC und den SDC separat mit einer Energieverwischung und einem Faltungscoder. Der MSC durchläuft zusätzlich noch einen Time-Interleaver. Außerdem werden die Pilotsignale für die

Kanalschätzung des OFDM-Signals erzeugt. Danach wird der Rahmen für das eigentliche OFDM-Signal generiert, das als HF-Signal auf die gewünschte Sendefrequenz umgesetzt wird.

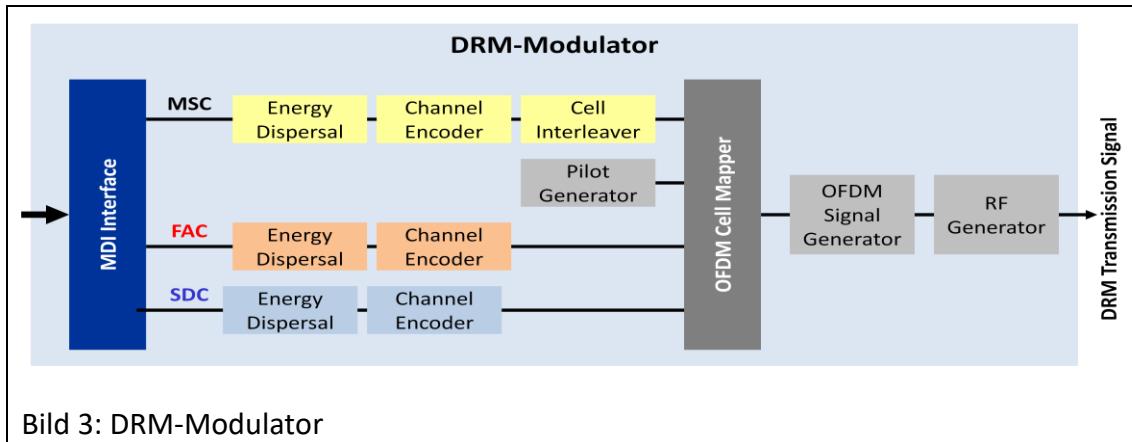


Bild 3: DRM-Modulator

1.1.3 MDI/DCP-Signalzuführung

Üblicherweise wird das DRM-Multiplexsignal im Studio mit dem DRM Content-Server zusammengestellt, konfiguriert und über das Multiplex Distribution Interface (MDI) mit dem Distribution and Communications Protocol (DCP) dem DRM-Modulator an den jeweiligen Sendestandorten zugeführt.

Das MDI/DCP-Signal enthält den eigentlichen DRM-Multiplex (bestehend aus MSC, FAC, SDC), alle Informationen für den DRM-Modulator (OFDM-Mode, Zeitstempel für SFN-Betrieb, sendernetzspezifische Angaben usw.) sowie weitere spezifische Angaben und zusätzliche Fehlerschutzdaten. Die Bitrate des MDI/DCP-Datenstroms ist nur um ca. 20-25% höher als das DRM-Multiplexsignal und kann über schmalbandige Übertragungswege, beispielsweise über UDP/IP, serielle Leitungen, Satelliten, WAN, LAN und ISDN an einen oder mehrere DRM-Modulatoren (z.B. in Gleichwellennetzen) zugeführt werden.

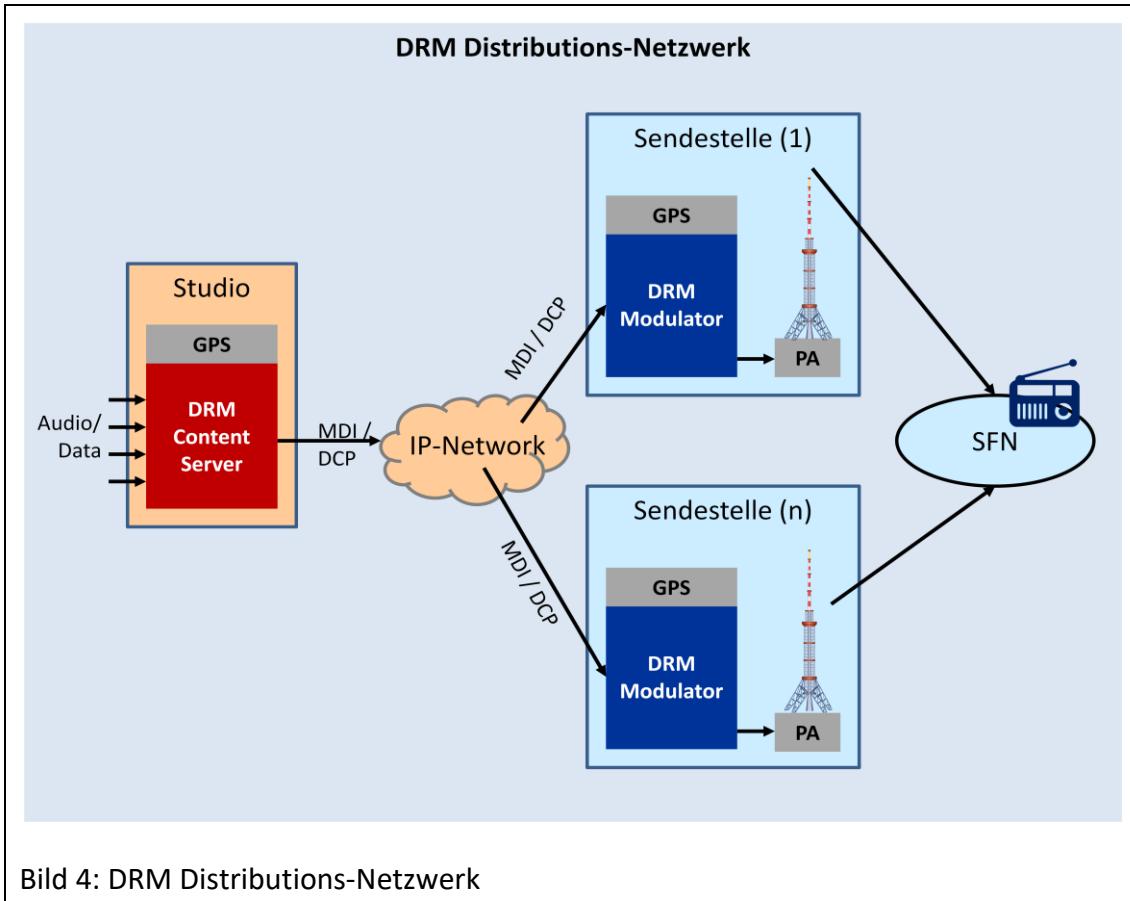


Bild 4: DRM Distributions-Netzwerk

1.2 OFDM-Systemparameter

In DRM können unterschiedliche Werte der Signalbandbreite und der weiteren OFDM-Parameter, der QAM-Modulation des Multiplex-Basisbands, der Fehlerschutzklassen und des Time-Interleavings eingestellt werden. Diese vielfältigen Werte werden in fünf OFDM-Modes A-E unterteilt, wobei die Modes A-D für die Übertragung bis 30 MHz und der Mode E für die Übertragung in den VHF-Bändern definiert sind.

Innerhalb der OFDM-Modi gibt es verschiedene Fehlerschutzklassen, durch die die typischen Ausbreitungs-Effekte wie Fading, selektives Fading, Atmosphärenstörungen sowie Störungen durch benachbarte Sender kompensiert werden. Aufgrund der begrenzten Datenrate müssen im Falle kritischer Ausbreitungsbedingungen u. U. Kompromisse zwischen einem höheren Fehlerschutz für eine gute Empfangssicherheit und der damit einhergehenden geringeren Nettobitrate für die Audioübertragung gefunden werden.

Tabelle 1: Modulation und Fehlerschutz

OFDM-Mode		MSC-QAM und Fehlerschutz	Interleaver	Bandbreite (kHz)
A	DRM bis 30 MHz	64-QAM mit R=0,5 / 0,6 / 0,71 / 0,78 (Protection Level PL = 0 / 1 / 2 / 3) 16-QAM mit R=0,5 / 0,62 (Protection Level PL= 0 / 1)	0,4 s / 2 s	4,5 / 5 / 9 / 10 / 18 / 20
B				
C				
D				
E	DRM über 30 MHz	16-QAM mit R=0,33 / 0,41 / 0,5 / 0,62 (Protection Level PL = 0 / 1 / 2 / 3) 4-QAM mit R=0,25 / 0,33 / 0,4 / 0,5 (Protection Level PL= 0 / 1 / 2 / 3)	0,6 s	96

Tabelle 2: OFDM-Träger und -Bandbreite

OFDM-Mode	Unterträger-Abstand[Hz]	Anzahl der Unterträger bei Bandbreite				
		9 kHz	10 kHz	18 kHz	20 kHz	96 kHz
A	41 2/3	204	228	412	460	---
B	46 7/8	182	206	366	410	---
C	68 2/11	---	138	---	280	---
D	107 1/7	---	88	---	178	---
E	444	---	---	---	---	312

Tabelle 3: OFDM-Symboldauer

OFDM-Mode	Symboldauer Tu [ms]	Guardintervall Tg [ms]	Gesamte Symboldauer Ts [ms]
A	24	2,66	26,66
B	21,33	5,33	26,66
C	14,66	5,33	20
D	9,33	7,33	16,66
E	2,25	0,25	2,5

Mode A ist hauptsächlich für lokale Sendungen auf der Lang- und Mittelwelle vorgesehen, bei denen die Übertragung durch die Bodenwelle überwiegt und es daher kaum Fading gibt. Unter bestimmten Voraussetzungen wird der Mode A (bei Nutzung von 16-QAM) auch für Kurzwellenübertragungen eingesetzt, um die Datenrate und damit die Tonqualität zu verbessern.

Mode B wird vor allem bei Kurzwellen-Übertragungen mit nur einer Reflexion an der Ionosphäre (sogenannter „single hop“) eingesetzt. Der Mode B wird auch nachts im Lang- und Mittelwellenbereich eingesetzt, da dann in diesen Bändern die Raumwelle an der Wellenausbreitung beteiligt ist.

Mode C kann für Kurzwellensendungen über lange Distanzen hinweg verwendet werden. Da bei diesen Entfernungslängen die Wellen mehrfach zwischen Ionosphäre und Erde hin und her reflektiert werden (sogenannter „multi hop“), kommt es hier verstärkt zur Überlagerung von Wellen mit verschiedenen Laufzeiten und somit zu Signalverstärkungen und Signalauslöschen. In der Regel wird zur Überseeversorgung dennoch der Mode B benutzt, da er eine höhere Datenrate bietet.

Mode D ist der störungsunempfindlichste Übertragungsmodus und wird hauptsächlich für NVIS-Übertragungen (Near Vertical Incidence Skywave) verwendet. Diese Sendeart kann in den tropischen Regionen verwendet werden. Da hierbei die Wellen nahezu senkrecht nach oben abgestrahlt werden, kommt es neben den bereits genannten Fading-Effekten, bedingt durch die nicht konstante Höhe der über dem Boden reflektierenden Luftschichten, zusätzlich zu Doppler-Verschiebungen.

Mode E ist der Übertragungsmodus für die VHF-Bänder zwischen 30 MHz und 300 MHz mit einer Bandbreite von 96 kHz, womit DRM konform mit dem Raster von 100 kHz im UKW-Band und auch als Vielfaches von 96 kHz im Band III, auch neben DAB+, eingeplant werden kann. Berücksichtigt ist auch die Sicherstellung des Empfangs bei hohen Fahrgeschwindigkeiten.

In der folgenden Tabelle sind die typischen Netto-Bitraten in den jeweiligen OFDM-Modi und Schutzzklassen bei der Verwendung von EEP (equal error protection) für die Angebote angegeben.

Tabelle 4: Übertragungsraten

OFDM-Mode	MSC-Modulation (nQAM)	Fehler-schutz	Signalbandbreite						
			4,5 kHz	5 kHz	9 kHz	10 kHz	18 kHz	20 kHz	96 kHz
			Für Angebote nutzbare Nettodatenrate in kbit/s (equal error protection)						
A	64	min.	14,7	16,7	30,9	34,8	64,3	72,0	
		max.	9,7	10,6	19,7	22,1	40,9	45,8	
	16	min.	7,8	8,8	16,4	18,4	34,1	38,2	
		max.	6,3	7,1	13,1	14,8	27,3	30,5	
B	64	min.	11,3	13,0	24,1	27,4	49,9	56,1	
		max.	7,2	8,3	15,3	17,5	31,8	35,8	
	16	min.	6,0	6,9	12,8	14,6	26,5	29,8	
		max.	4,8	5,5	10,2	11,6	21,2	23,8	
C	64	min.				21,6		45,5	
		max.				13,8		28,9	
	16	min.				11,5		24,1	
		max.				9,2		19,3	
D	64	min.				14,4		30,6	
		max.				9,1		19,5	
	16	min.				7,6		16,2	
		max.				6,1		13,0	
E	16	min.							186,3
		max.							99,4
	4	min.							74,5
		max.							37,2

1.3 Feldstärkewerte für die Netz- und Versorgungsplanung

Wichtiger Parameter zur Feststellung, ob an einem bestimmten Ort ein Rundfunksystem empfangen werden kann, ist die die Mindestnutzfeldstärke.

Für DRM wurde festgelegt, dass das Kriterium für die Mindestnutzfeldstärke eine Bitfehlerrate von kleiner als 1×10^{-4} im DRM-Decoder des Empfängers ist.

1.3.1 DRM bis 30 MHz

Für DRM sind die Werte für die Mindestnutzfeldstärken in der ITU-R BS.1615 (jeweils in der neuesten Version) „*Planning parameters*“ for digital sound broadcasting at frequencies below 30 MHz festgelegt.

Tabelle 5: Mindestnutzfeldstärken für DRM (gem. ITU-R BS.1615-3)

Frequenzband	Robustness-Mode	Bandbreite	Mindest-Nutzfeldstärke [dBμV/m]					
			für 16-QAM		für 64-QAM			
			bei Fehlerschutz (R)					
			0,5	0,62	0,5	0,6	0,71	0,78
Langwelle (Bodenwellenausbreitung)	A	4,5 kHz	41,4	43,5	46,9	48,4	50,1	51,8
	A	9 kHz	41,2	43,3	46,7	47,9	49,7	51,3
Mittelwelle (Bodenwellenausbreitung)	A	4,5/5 kHz	35,4	37,5	40,9	42,4	44,1	45,8
	A	9/10 kHz	35,2	37,3	40,7	41,9	43,7	45,3
Mittelwelle (Bodenwellen- und Raumwellenausbreitung)	A	4,5/5 kHz	36,4	39,3	41,8	43,2	46,2	49,5
	A	9/10 kHz	36,0	39,1	41,5	42,9	45,8	48,6
Kurzwelle	B	5 kHz	29,3 – 36,9	32,6 – 39,7	35,2 – 42,4	37,8 – 44,5		
	B	10 kHz	29,2 – 36,6	32,3 – 39,4	34,7 – 41,9	37,3 – 44,0		

Radiogeräte sind zusätzlichen Störeinflüssen in unterschiedlichen Empfangsbedingungen in ländlicher, außerstädtischer und städtischer Umgebung ausgesetzt. Eine besondere Bedeutung hat dabei das sog. Man-made-noise, sodass die erforderliche Empfangsfeldstärke im schlechtesten Fall um bis zu 40 dB höher sein kann als die angegebenen Mindestnutzfeldstärken.

1.3.2 DRM über 30 MHz

Für DRM sind in der ITU-R BS.1660-6 (08/2012) *Technical basis for planning of terrestrial digital sound broadcasting in the VHF band* sechs Empfangssituationen definiert, für die die in der Tabelle angegebenen Mindestnutzfeldstärken festgelegt sind:

- **Fixed reception (FX):** Stationärer Empfang mit einer festen Empfangsanenne in zehn Meter Höhe mit einer Ortswahrscheinlichkeit von 70 %

- **Portable indoor reception (PI):** Empfang im Haus mit einem an der Steckdose verbundenen Radio mit einer Ortswahrscheinlichkeit von 95 %
- **Portable indoor reception handheld (PI-H):** Empfang im Haus mit einem einfachen Radio mit integrierter Antenne mit einer Ortswahrscheinlichkeit von 95 %
- **Portable outdoor reception (PO):** Empfang außer Haus mit einem portablen, batteriebetriebenen Radio mit einer Ortswahrscheinlichkeit von 95 %
- **Portable outdoor reception handheld (PO-H):** Empfang außer Haus mit einem einfachen Radio mit integrierter Antenne mit einer Ortswahrscheinlichkeit von 95 %
- **Mobile reception (MO):** Empfang in Fahrzeugen, auch bei hohen Geschwindigkeiten, mit einer Ortswahrscheinlichkeit von 99 %

Tabelle 6: Mindestnutzfeldstärken für DRM über 30 MHz (gem. ITU-R BS 1660-6)

Frequenz- bereich (Mitten- frequenz)	Modula- tionsart	Fehler- schutz (R)	Mindest-Nutzfeldstärke [dB μ V/m]					
			bei Empfangssituation					
			FX	PI	PI-H	PO	PO-H	MO
VHF-Band I (65 MHz)	4-QAM	1/3	18,15	48,91	58,06	39,71	48,26	41,11
	16-QAM	1/2	24,75	57,01	66,16	47,81	56,36	48,41
VHF-Band II (100 MHz)	4-QAM	1/3	17,32	50,92	61,37	40,74	50,66	42,27
	16-QAM	1/2	23,92	59,02	69,47	48,84	58,76	49,57
VHF-Band III (200 MHz)	4-QAM	1/3	17,26	52,52	63,89	42,38	53,30	44,13
	16-QAM	1/2	23,86	60,62	71,99	50,48	61,40	51,43

Die angegebenen Mindestnutzfeldstärken beziehen sich auf eine rauschbegrenzte Empfangssituation (einschließlich Man-made-noise) ohne Berücksichtigung des Einflusses von zusätzlichen Interferenzeinflüssen durch andere Funkdienste, die im gleichen oder benachbarten Funkkanal betrieben werden. Diese Störungen durch andere Rundfunkdienste auf den Empfang von DRM werden über die „Protection Ratio“ (Schutzabstand: systemabhängiger Störabstand C/I zwischen zwei Funkdiensten) definiert. Dabei wird unterschieden, ob DRM+ ein anderes Rundfunksystem stört oder ob ein anderes System DRM+ stört. Die Störabstände für DRM sind in der ITU-R BS.1660-6 (08/2012) *Technical basis for planning of terrestrial digital sound broadcasting in the VHF band* festgelegt.

2 Signalübertragung

DRM wird als eigenständiges digitales Rundfunksignal für die terrestrische Verbreitung über einzelne Sendeanlagen abgestrahlt.

Je nach Versorgungsaufgabe können Sendernetze mit Sendern genutzt werden, die auf verschiedenen Frequenzen verschiedene Programme verbreiten (MFN, Multi Frequency Networks) oder die auf einer Frequenz große Versorgungsgebiete mit gleichen Programmen von mehreren Senderstandorten aus versorgen (SFN, Single Frequency Networks).

Für die Übergangsphase von der analogen bis zur ausschließlichen digitalen Rundfunkverbreitung stehen außerdem verschiedene Varianten der Simulcastübertragung zur Verfügung.

2.1 Gleichwellennetze

Durch die Verwendung von OFDM mit einem Guardintervall kann DRM frequenzeffizient in Gleichwellennetzen (Single Frequency Network – SFN) verbreitet werden. Diese Betriebsart wird in allen Rundfunk-Bändern und Betriebsarten unterstützt.

2.2 Simulcastbetrieb

Für DRM sind mehrere Formen der Abstrahlung zusammen mit analogen Signalen machbar (Simulcast), um in einer Übergangsphase zum zukünftigen ausschließlichen digitalen Rundfunkbetrieb einen AM-/FM-Empfang weiterhin zu gewährleisten.

Die einfachste Simulcast-Variante ist, einen Sender abwechselnd zwischen einer DRM- und einen AM-Ausstrahlungen umzuschalten (temporärer Simulcast).

Eine anspruchsvollere Form des Simulcast ist die Ausstrahlung kombinierter DRM/AM- bzw. DRM/FM-Signale im Mittelwellen- bzw. UKW-Bereich, die vorhandene, analoge Empfänger unterstützt und gleichzeitig modernen DRM-fähigen Empfängern bessere Qualität, Zusatzdienste und mehr Programmvielfalt bietet.

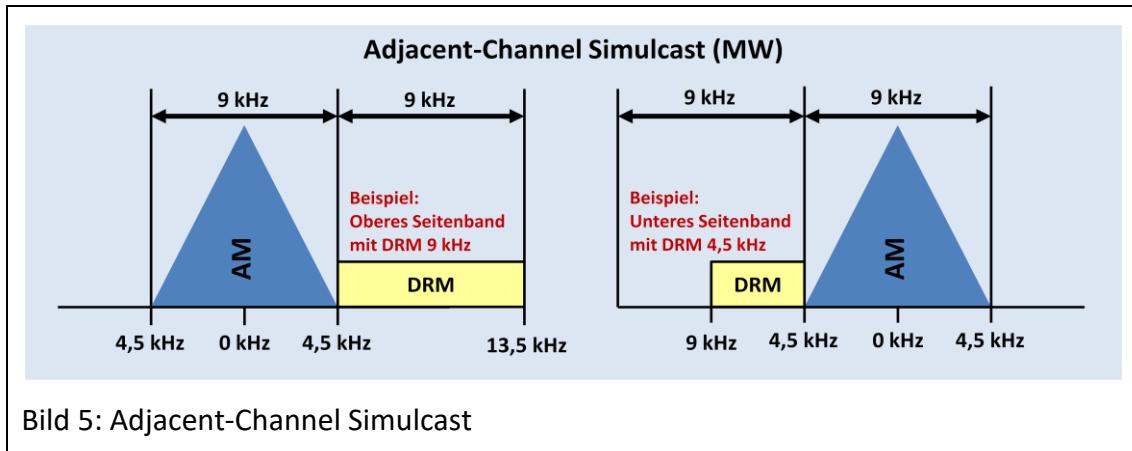
2.2.1 Adjacent-Channel Simulcast im MW-Bereich

Im Mittelwellenbereich sieht der DRM-Standard vor, das DRM-Signal mit voller oder halber Kanalbandbreite neben ein vollständiges AM-Signal mit 9 oder 10 kHz Bandbreite (je nach Region) zu platzieren (Adjacent-Channel Simulcast).

DRM-fähige Mittelwellensender sind in der Lage, ein solches Simulcast-Signal direkt zu erzeugen. Die daraus resultierende erweiterte Gesamt-Bandbreite zwischen 13,5 und 20 kHz bei hoher Linearität stellen große Anforderungen an die Bandbreite und an die korrekte Konfiguration der Antenneninstallation.

Im Adjacent-Channel Simulcast-Betrieb wird ein Teil der koordinierten Strahlungsleistung des Gesamtsignals für das DRM-Signal aufgewandt, sodass der Anteil der AM-Leistung entsprechend reduziert werden muss. Damit reduziert sich der AM-Versorgungsbereich gegenüber dem reinen Analog-Betrieb des Senders. Je nach Konfi-

guration des DRM-Signals genügt eine Sendeleistung von 14-16 dB unter dem Analog-Signal für eine vergleichbare Analog- und Digital-Abdeckung.



In Europa kann der Adjacent-Channel Simulcast nicht eingesetzt werden, da das Kanalraster 9 kHz beträgt und die zusätzliche Nebenausstrahlung des DRM-Signals wegen den Störungen auf benachbarte Sender unverträglich ist. In einigen asiatischen Ländern, z.B. Indien, enthalten die Mittelwellen-Frequenzzuweisungen einen Frequenzabstand von 18 kHz statt 9 kHz oder 10 kHz, sodass dort der Adjacent-Channel Simulcast großflächig genutzt werden kann.

2.2.2 Single-Channel Simulcast im MW-Bereich

Für den Mittelwellen-Betrieb ist in der ETSI-Spezifikation ETSI TS 102 509 V1.1.1 [\[5\]](#) ein spezieller **Single Channel Simulcast** (SCS) beschrieben, mit dem ein vollwertiges 9/10 kHz AM-Signal einschließlich eines DRM-Signals mit halber Bandbreite (4,5/5 kHz) in einem 9/10 kHz MW-Kanal rasterkonform übertragen werden kann. Dies wird dadurch erreicht, dass das DRM-Signal unverändert in der rechten Hälfte des On-Air Signals übertragen wird, während die linke Hälfte des Signals derart modifiziert wird, dass ein AM-Empfänger bei der AM-Dekodierung der beiden Signalhälften das ursprüngliche AM-Signal vorfindet. Wegen der Umformung des AM-Signals kann der Empfang besonders mit älteren und einfach gebauten AM-Empfängern einen teilweise hörbaren Effekt haben.

Der SCS-Modus wurde bislang nicht eingeführt, weil durch die geringe verfügbare Kanalkapazität des DRM-Signals halber Breite keine ausreichende Audio-Qualität für das digitale Signal sichergestellt werden konnte. Dieses Problem des ursprünglichen SCS-Ansatzes ist durch die Einführung des MPEG xHE-AAC Audio-Codecs in DRM weitgehend gelöst.

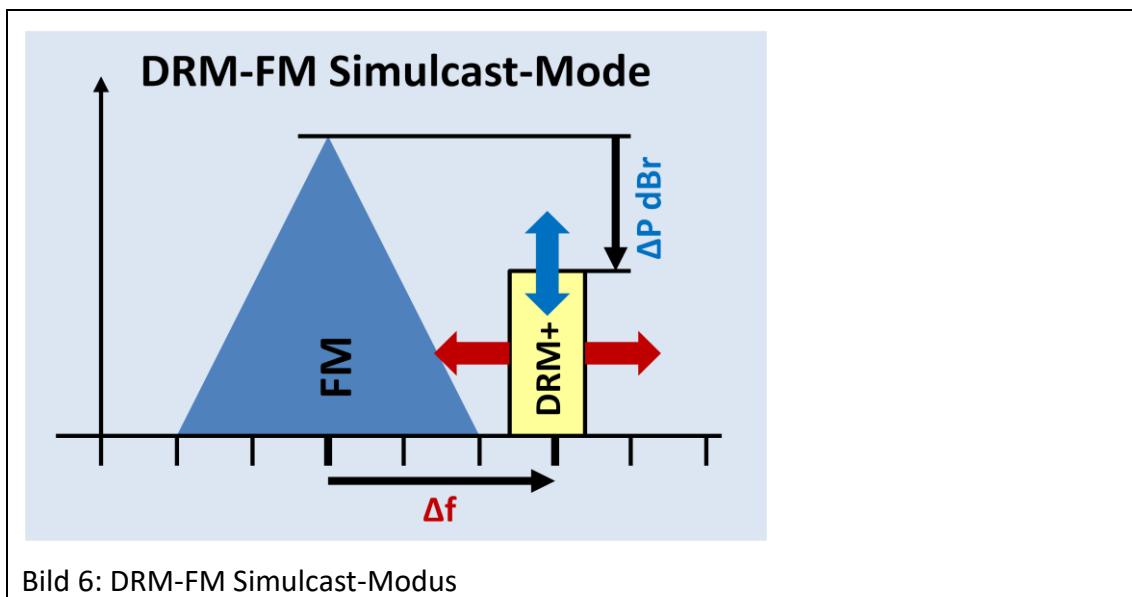
Da in einigen asiatischen Ländern eine Mittelwellen-Frequenzzuweisung 18 kHz statt 9 kHz oder 10 kHz umfasst, wird der ‚Adjacent-Channel Simulcast‘ Modus dort oftmals fälschlicherweise als ‚Single Channel Simulcast‘ bezeichnet.

2.2.3 Simulcast im UKW-Bereich

DRM- und FM-Signale können im Simulcast-Modus gegenseitig störungsfrei mit einem variablen Frequenzabstand ab 150 kHz (Center-to-Center) und einer geringeren DRM-Leistung als das FM-Signal gleichzeitig abgestrahlt werden. DRM erzielt bei gleicher Leistung wie ein FM-Signal eine wesentlich größere Reichweite. Daher ist die geringere DRM-Leistung ausreichend, um wenigstens die gleiche Reichweite wie das FM-Signal zu erhalten. Da das DRM und das FM-Signal selbständige Sendesignale sind, kann die DRM-Sendeleistung flexibel an die Anforderungen an das Versorgungsgebiet angepasst werden.

Das DRM-FM Simulcast-Signal kann mit einem DRM-FM-Exciter generiert werden. In dieser Funktionseinheit werden die DRM- und FM-Basisbandsignale zunächst getrennt erzeugt und dann in ein Gesamtsignal zusammengeführt, das auf die vorgesehene UKW-Frequenz umgesetzt wird. Nach einer Leistungsverstärkung wird das Signal über die Antenne abgestrahlt.

Stattdessen kann auch mit zwei autarken Sendern gearbeitet werden, wobei beide Signale über einen Combiner auf der Antennenzuleitung (Antenna Combining) zusammengeführt werden.



2.2.4 Multichannel Mode im VHF-Bereich

Zur effektiven Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Spectrums und zur Übertragung großer Datenmengen oder einer Vielzahl von Audio- oder Datendiensten steht die Multichannel Anwendung zur Verfügung. Bis zu 15 Stück 96 kHz breite DRM Träger können zu einem gemeinsamen DRM Signal zusammengefügt (gemultiplexed) werden. Diese können über einen Sender als Einzelfrequenz (MFN) oder in einem

Gleichkanalnetz mehrerer Sender (SFN) für große Versorgungsgebiete verbreitet werden.

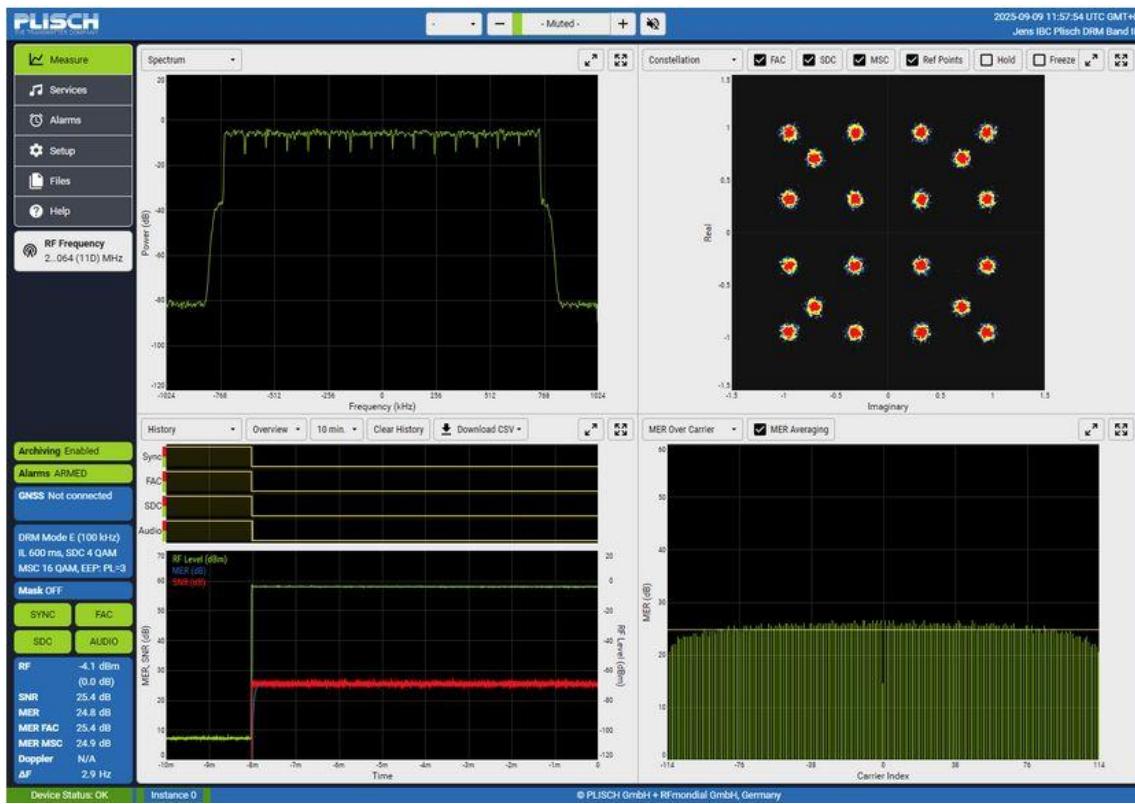


Bild 7: DRM Spectrumsansicht Multichannel mit 15 Einzelträgern

3 Inhalte

3.1 Hörfunk/Audio

Die Audiokodierung erfolgt mit dem höchst effizienten Verfahren: MPEG xHE-AAC Audio codec sowie AAC mit SBR und PS (HE-AACv2) bei geringen Datenraten. Somit ist gewährleistet, dass bereits ab einer Übertragungsrate von 6 kbit/s sowohl eine gute Sprach- als auch Musikqualität. Durch die Verwendung von xHE-AAC ist auch bei der Verbreitung über Kurz-, Mittel- und Langwelle, trotz der sehr schmalen HF-Bandbreite von 5 kHz aufwärts, eine wesentlich bessere Audioqualität als über den AM-Rundfunk zu erzielen.

Beispielsweise erlaubt xHE-AAC die Übertragung von Stereo-Programmen selbst in den sehr robusten Konfigurationen für die internationale Kurzwellen-Versorgung oder auch die Ausstrahlung gleich mehrerer Radioprogramme mit Zusatzdiensten in einem einzigen Mittelwellen-Kanal. Gleiches gilt im UKW-Bereich oder VHF-Band III, in dem ein einziges DRM-Signal bis zu 3 hochwertige Stereo-Hörfunkprogramme mit Zusatzdiensten übertragen kann.

3.2 Datendienste

Programm-Daten: Als programmbegleitende Informationen werden in DRM die Service ID, der Programmname, der Programmtyp und die Programmsprache übertragen.

Textmeldungen: Ähnlich dem Radiotext bei RDS oder Dynamic Labels bei DAB können Informationen über den laufenden Titel und Interpreten, die aktuelle Sendung, Programmhinweise, Nachrichten-Ticker usw. übertragen werden.

Journaline: Der für DRM und DAB entwickelte textbasierte Nachrichtendienst News-Service Journaline ermöglicht eine menübasierte Themenaufbereitung, sodass zum Beispiel aktuelle Nachrichten, Informationen zum Sender bzw. Programm oder regionale Verkehrsinformationen gezielt abgerufen werden können. Der Dienst ist darauf optimiert, auf einfachen Radiogeräten decodiert und genutzt werden zu können.

Elektronischer Programmführer (EPG): Ähnlich wie bei DVB und DAB kann über DRM ein EPG angeboten werden.

Slideshows: PNG- oder JPG-Grafiken können als Slideshows übertragen werden, die von DRM-Radios mit einem Grafikdisplay und ausreichendem Speicher dargestellt werden. Ähnlich wie bei Text Messages wird das Update-Intervall der Bilder vom Rundfunkveranstalter vorgegeben.

Uhrzeit/Datum: Über DRM kann die aktuelle Uhrzeit mit Datum übertragen werden, einschließlich des lokalen Zeit-Offsets für regionale und lokale DRM-Ausstrahlungen.

Automatic Frequency Switching (AFS): Über DRM werden in Mehrfrequenz-Sendernetzen die Frequenzinformationen aller Sender übertragen, die in diesem Sendernetz für eine Versorgung zuständig sind (ähnlich wie über RDS im UKW-Hörfunk). Dies ermöglicht eine automatische Umschaltung des Empfängers auf die am besten zu

empfangende DRM-Frequenz. Zusätzlich zu den Informationen des eigenen DRM-Netzes können alternative Frequenzen von AM-, FM- und DAB-Netzen übermittelt werden, damit der Empfänger auf diese Empfangsmöglichkeit eines Programms umschalten und wieder auf den DRM-Empfang zurückschalten kann. Für analoge LW-/MW-/KW-Sender wird das sogenannte AM-Signalisierungssystem (AMSS) als digitaler Zusatzkanal für den AM-Hörfunk für diese und weitere Funktionen genutzt.

TPEG / Traffic Message Channel (TMC): Der Traffic Message Channel (TMC) zur Übertragung von Verkehrsinformationen wurde ursprünglich für RDS im UKW-Hörfunk konzipiert und kann über DRM ausgestrahlt werden. Der modernere und in seiner Funktionalität deutlich umfangreichere Nachfolger von TMC – TPEG, das Verfahren der Transport Protocol Experts Group – arbeitet ebenfalls über DRM.

Emergency Warning Functionality (EWF): Mithilfe der EWF können über DRM Katastrophen- und Alarmmeldungen signalisiert werden. Auch wenn der Hörer gerade ein anderes Programm hört, schaltet ein DRM-Radio automatisch auf das Programm mit den Warnmeldungen um. Je nach Hersteller können sich DRM-Radios im Alarmierungsfall auch aus dem Standby-Modus einschalten. Aus technischer Sicht ist EWF keine eigenständige Datendienste-Spezifikation, sondern die Kombination der Standard-DRM-Funktionen Audio, Journaline (für die Bereitstellung mehrsprachiger und detaillierter Instruktionen auf Abruf sowie die Information hörgeschädigter Nutzer), Alarm-Announcement sowie AFS-Signalisierung.

Die in DRM unterstützten Datendienste und Zusatzfunktionen (wie EWF) sind identisch mit denen des DAB Standards, was eine aufwandsarme Implementierung von Mehrstandard-Empfängern ermöglicht.

4 Empfänger-Spezifikation

Eine umfangreiche Empfängerspezifikation findet sich unter: <https://www.drm.org/about-drm/minimum-receiver-requirements/> und es soll daher hier nicht weiter darauf eingegangen werden.

5 Normierung und Standardisierung

5.1 ETSI

Die technischen Spezifikationen für DRM wurden vom European Telecommunications Standards Institute (ETSI) veröffentlicht.

Die wesentlichen Standards sind:

- ETSI ES 201 980 V4.1.1 (2014-01): *Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification*
- ETSI TS 102 821 V1.1.1 (2003-12): *Digital Radio Mondiale (DRM); Distribution and Communications Protocol (DCP)*

- ETSI TS 102 358 V1.1.1 (2005-01): *Digital Radio Mondiale (DRM); Specific Restrictions for the use of the Distribution and Communication Protocol (DCP)*
- ETSI TS 102 820 V4.1.1 (2016-03): *Digital Radio Mondiale (DRM); Multiplex Distribution Interface (MDI)*
- ETSI TS 102 349 V4.2.1 (2016-03): *Digital Radio Mondiale (DRM); Receiver Status and Control Interface (RSCI)*
- ETSI TS 102 386 V1.2.1 (2006-03): *Digital Radio Mondiale (DRM); AM signalling system (AMSS)*
- ETSI TS 101 968 V1.4.1 (2020-11): *Digital Radio Mondiale (DRM); Data applications directory*
- ETSI TS 102 509 V1.1.1 (2006-05): *Digital Radio Mondiale (DRM); Single Channel Simulcast (SCS)*
- ETSI TS 102 668 V1.1.1 (2009-04): *Digital Radio Mondiale (DRM); DRM-TMC (Traffic Message Channel)*
- ETSI EN 302 245-1 V1.1.1 (2005-01): *Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Transmitting equipment for the Digital Radio Mondiale (DRM) broadcasting service Part 1: Technical characteristics and test methods*
- ETSI EN 302 245-2 V1.1.1 (2005-01): *Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Transmitting equipment for the Digital Radio Mondiale (DRM) broadcasting service Part 2: Harmonized EN under article 3.2 of the R&TTE Directive*
- ETSI EN 301 234 V2.1.1 (2006-05): *Digital Audio Broadcasting (DAB); Multimedia Object Transfer (MOT) protocol*
- ETSI TS 102 979 V1.1.1 (2008-06): *Digital Audio Broadcasting (DAB); Journaline; User application specification*
- ETSI TS 102 818 V3.1.1 (2015-01): *Hybrid Digital Radio (DAB, DRM, RadioDNS); XML Specification for Service and Programme Information (SPI)*
- ETSI TS 102 371 V3.1.1 (2015-01): *Digital Audio Broadcasting (DAB); Digital Radio Mondiale (DRM); Transportation and Binary Encoding Specification for Service and Programme Information (SPI)*

5.2 ITU

Jede Funkanwendung und jedes Übertragungssystem muss auf internationaler Ebene von der International Telecommunication Union (ITU) genehmigt werden. Die Spezifikationen werden in den sogenannten Recommendations (Empfehlungen) der ITU veröffentlicht.

Folgende ITU-Recommendations sind für DRM relevant:

Für DRM bis 30 MHz:

- ITU-R BS.1514-3 (05/2025) *System for digital sound broadcasting in the broadcasting bands below 30 MHz*

- ITU-R BS.1615-3 (11/2023) *Planning parameters for digital sound broadcasting at frequencies below 30 MHz*

Für DRM über 30 MHz:

- ITU-R BS.1114-9 (06/2015) *Systems for terrestrial digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30-3 000 MHz*
- ITU-R BS.1660-6 (08/2012) *Technical basis for planning of terrestrial digital sound broadcasting in the VHF band*
- ITU-R BS.1894 (05/2011) *Digital radio broadcast service, captioned radio*

5.3 ECC

Innerhalb der Electronic Communications Committee (ECC) der CEPT wurden im April 2012 zwei Berichte verabschiedet, die sich mit der Nutzung von digitalen Hörfunksystemen in Europa beschäftigen:

ECC-Report 177 *Possibilities for Future Terrestrial Delivery of Audio Broadcasting Services*, mit Aussagen zur künftigen terrestrischen Verbreitung von Hörfunk, in dem die Verwendung von DRM (DRM30 und DRM+bis zum VHF-Band III) beschrieben ist.

Technischer Anhang zum ECC-Report 141 Future Possibilities for the Digitalisation of Band II (87.5–108 MHz), in dem die für den Einsatz im UKW-Band vorgeschlagenen digitalen Hörfunk-Systeme mit ihren technischen Eigenarten beschrieben werden. Dabei handelt es sich um DRM (offenes europäisches System im Mode E, DRM+), HD Radio (US-amerikanisches System) und RAVIS (russisches System). Im Wesentlichen werden die Fragen der Verträglichkeit dieser Systeme mit dem bestehenden analogen FM-Hörfunk und dessen Schutz behandelt.