







# Vortrag über

# Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik am Do. 25.10.2007 in Kaiserslautern

A. Steil - J. Lehnert - F. Schad

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik



## ► Vorstellung der Referenten



Standort Kaiserslautern Fachbereich Angewandte Ingenieurwissenschaften

Fachhochschule Kaiserslautern University of Applied Sciences

Morlauterer Str. 31

Prof. Dr. Andreas Steil Monauterer Str. 31
F67657 Kaiserslautern
Tel.: +49(0)631 2724 211
+49(0)6303 8090383
Hobil: +49(0)172 2422898
Fax: +49(0)631 3724 222
E-Mail: andreas.steil@fh-kl.de URL: www.fh-kl.de/~andreas.steil



Standort Kaiserslautern Fachbereich Angewandte Ingenieurwissenschaften

Fachhochschule Kaiserslautern University of Applied Sciences

Morlauterer Str. 31 67657 Kaiserslautern
Tel.: +49(0)631 2724 251
E-Mail: felix.schad@fh-kl.de Dipl.-Ing. (FH) Felix Schad

URL: www.fh-kl.de/~drm







# ► Vorstellung der LMK

# Die Landeszentrale für Medien und Kommunikation (LMK) Rheinland-Pfalz (in Ludwigshafen)

### Kern-Aufgaben:

- · Lizenzierung, Aufsicht und Beratung privater Rundfunkveranstalter
- Verbesserung der technischen Infrastruktur des Landes
- Förderung Offener Kanäle und der Medienkompetenz

# Zusammenarbeit in der

Arbeitsgemeinschaft der Landesmedienanstalten (ALM/DLM) bei länderübergreifenden Themen.

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik



► Vorstellung der LMK

# Aufgaben der Abteilung Technik der LMK

- · Rundfunktechnik/Rundfunkversorgung
- · Informations- und Telekommunikationstechnik
- Technik für Offene Kanäle und Medienkompetenzprojekte

### **Zusammenarbeit mit:**

- Technische Kommission der Landesmedienanstalten (TKLM)
- Gemeinsame Stelle Digitaler Zugang der ALM/DLM (GSDZ)
- öffentlich-rechtlicher Rundfunk, privater Rundfunk, BNetzA, WiMi, Industrie und Forschung

Mitglied u. a.: in World DAB und im DRM-Konsortium





#### ► Gliederung / Ablauf

- 1 Einführung
  - ► Frequenzbereiche für den Rundfunk
  - ► Digitalisierung der Rundfunkübertragung
- 2 Digitalisierung des "AM"-Bereichs
  - ► Ausgangslage
  - ► Beschreibung des DRM-Systems
  - ► Vorführung des DRM-Systems
- 3 Digitalisierung des "FM"-Bereichs
  - **►** Einführung
  - ► HD-Radio
  - ► DRM+
- 4 Ausblick
  - ► Blick in die Glaskugel

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07

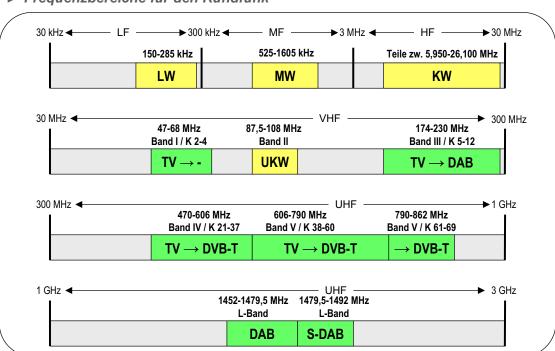


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

#### Einführung



► Frequenzbereiche für den Rundfunk





# Einführung



# ► Digitalisierung der Rundfunkübertragung

	Fernsehbereich	Hörfunkbereich		
1995		Frequenzplan für <b>DAB</b> im Band III		
1997	"Initiative Digitaler Rundfunk" der Bundesregierung mit dem Ziel in 10 Jahren den Rundfunk zu digitalisieren			
2003	WRC mit Festlegungen für die Frequenznutzung für DRM bis 30 MHz			
2004/06	RRC mit einem digitalen Frequenzplan für <b>DVB-T / DAB</b> im Band III, IV, V			
2007	DMB im L-Band			
ab 2008	Beginn <b>DVB-H</b>	Beginn <b>DAB+ / DMB</b> im Band III		
bis 2010	DVB-T Flächenausbau ör.	S-DAB für EU		
	Beginn <b>DVB-SH</b>	Überlegungen zur UKW-Digitalisierung mit DRM+ oder HD-Radio		
bis 2012	EU: analog TV abschalten, nur noch DVB			
> 2020		analog UKW abschalten		

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik



# ► Gliederung / Ablauf

- 1 Einführung
  - ► Frequenzbereiche für den Rundfunk
  - ► Digitalisierung der Rundfunkübertragung
- 2 Digitalisierung des "AM"-Bereichs
  - ► Ausgangslage
  - ► Beschreibung des DRM-Systems
  - ► Vorführung des DRM-Systems
- 3 Digitalisierung des "FM"-Bereichs
  - **►** Einführung
  - ► HD-Radio
  - **▶** DRM+
- 4 Ausblick
  - ► Blick in die Glaskugel





# ► Ausgangslage

# AM-Rundfunkbänder der ITU Region 1

Bezeichnung	Frequenzbereich (kHz)	Audio- Bandbreite (kHz)	Ausbreitung	Versorgungsgebiet
Langwelle	148,5 - 283,5	4,5	Bodenwelle	Ausgedehnt, geschlossen
Mittelwelle	526,5 - 1606,5	5,0	Tag: Bodenwelle Nachts: Raumwelle	Lokal Interkontinental
Kurzwelle	3950 - 4000 4750 - 4995 5950 - 6200 7100 - 7300 9500 - 9900 11650 - 12050 13600 - 13800 15100 - 15600 17550 - 17900 21450 - 21850 25670 - 26100	5,0	Raumwelle, keine nennenswerte Bodenwelle	Interkontinental Ausbreitungsbe- dingungen wechslen häufig abhängig vom Zustand der lonsophäre

Zum Vergleich: Flächendeckendes UKW-Netz: ca. 50 – 70 km Senderabstand!

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

VDE KL 25.10.07



# Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

# Digitalisierung des "AM"-Bereichs



# ► Beschreibung des DRM-Systems → Historische Entwicklung

1996	Erstes Treffen von Rundfunkveranstaltern und Vertretern der Industrie Ziel: Attraktivität des AM-Rundfunks durch bessere Qualität zu steigern			
1998	Gründung des DRM-Konsortiums (Vorsitz: Deutsche Welle)			
2001	ETSI-Standard EN 101 980 V1.1 (2001-09) Digital Radio Mondiale ( <b>DRM</b> ); System Specification			
2003	WARC 03: Regulativer Rahmen für DRM zur Nutzung in den KW-Bändern			
2005	Beschluss des DRM-Konsortiums zur Erweiterung des ETSI-Standards bis 120 MHz ( <b>DRM+</b> )			

Die "Digitalisierung" des AM-Bereichs wird vom DRM-Konsortium <u>www.drm.org</u> vorangetrieben.

FH KL, TU KL und LMK Rheinland-Pfalz sind assoziierte Mitglieder im DRM-Konsortium.





- ► Beschreibung des DRM-Systems → Schlüsseleigenschaften des Systems
- Konformität mit dem analogen Frequenzraster (4,5 20,0 kHz):
  - © Analoger Sender kann auf gleicher Frequenz digitalisiert werden
- Aufwendige Codierung des Modulationssignals:
  - Niedriges S/N
  - © Gleiche "digitale" Versorgungsreichweite bei geringerer Sendeleistung
- "Robuste" OFDM-Modulation:
  - © Problemloser Mehrwegeempfang
  - © Gleichwellennetze möglich
- Hochwertige Audiocodierung
  - © Exzellente Audioqualität
- Bis zu 4 Datendienste möglich:
  - © Zusatzinformation übertragbar

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07

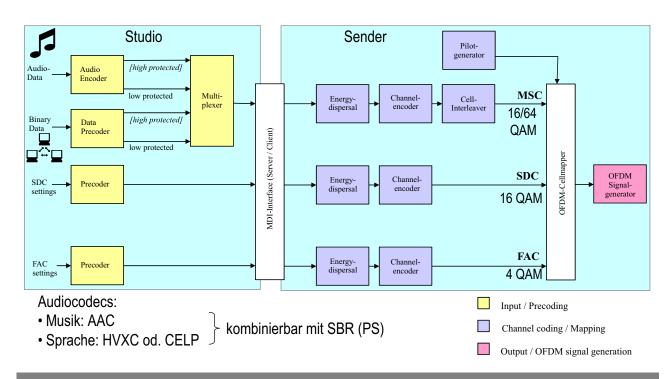


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

Digitalisierung des "AM"-Bereichs



▶ Beschreibung des DRM-Systems → Überblick über die Basisbandsignalerzeugung







# ► Beschreibung des DRM-Systems → Modulationsparameter

	45 (5111 (0) 1 ( '( 414)				
Übertragungs-Bandbreite	4,5 / 5 kHz (Simulcast mit AM)				
(Frequenz < 30 MHz)	• 9 / 10 kHz				
	• 18 / 20 kHz (2 AM-Kanäle)				
Modulationsarten	Audio: 16 QAM, 64 QAM (auch hierarchisch)				
	Daten: 4QAM				
OFDM-Mode	A – Gauß-Kanal, wenig Schwund (LW/MW)				
	B – Zeit- und frequenzselektive Kanäle				
	mit großem Delay (MW, KW)				
	C – wie B mit höherer Dopplerverschiebung (KW)				
	D – wie C mit "hartem" Delay (KW)				
OFDM-Parameter	Interleaving: 400 ms oder 2 s				
	• Takt: T = 88,333 ms / f = 12 kHz				
S/N	Mode A : 14,9 dB – 16,5 dB				
	Mode B: 22,3 dB – 23,2 dB				

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

VDE KL 25.10.07

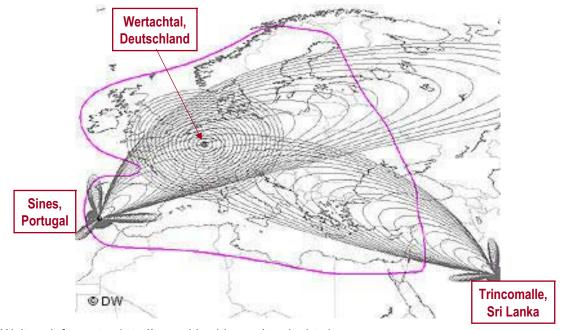


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik





# ► Beispiel für DRM-Versorgung: DW in Europa



Weitere Infos unter: http://maps.hirschler.net/tx\_site.html





# ► Beispiel für DRM-Versorgung: DW in Sines



Drehstand-Kurzwellenantenne



Operator-Team





"Brücke"

Quelle: Deutsche Welle

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

VDE KL 25.10.07

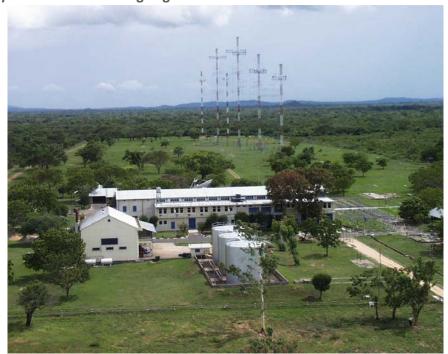


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

# Digitalisierung des "AM"-Bereichs







Quelle: Deutsche Welle





# ▶ Beispiel für DRM-Versorgung: DW im Wertachtal



Quelle: Deutsche Welle

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

# Digitalisierung des "AM"-Bereichs



#### **▶** Radios



Coding Technologies / Mayah **DRM2010** (Prototyp, **600** €): analoger und DRM-Empfang (LW, MW and KW)



Coding Technologies USB Receiver "World Traveler" (198,99 €)



WINRADIO G303i, PC-Einsteckkarte (600 €)



Morphy Richards, Multinorm-Empfänger (200 €)

# Für Weihnachten 2007 sind viele weitere DRM-Radios im Handel angekündigt

# **Diverse Software-Radio-Konzepte**

(DRM-Signal aus umgerüstetem AM-Radio über Soundkarten-Line-Eingang mit 12 kHz Bandbreite) **Diorama, DreaM, FhG** 







# ► Vorführung des DRM-Systems



J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

Digitalisierung des "AM"-Bereichs



► Vorführung des DRM-Systems

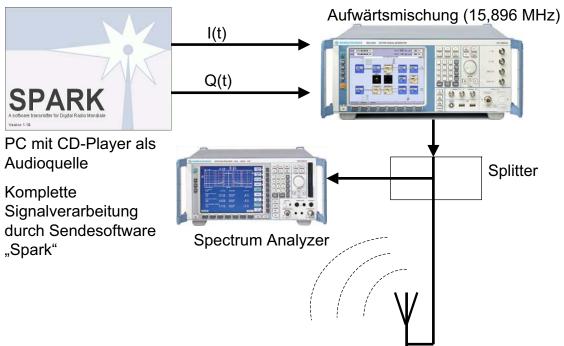
# Kurze Demonstrationen:

- DRM-Sender der FH Kaiserslautern (Experimentalaufbau)
  - Verschiedene Übertragungsmodi, Audioencoder
  - Mischung zur Sendefrequenz über Signalgeneratoren oder über eigens entwickelte Module möglich
- Live-Empfang zum Vergleich:
  - DRM- und AM-Empfang









J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07

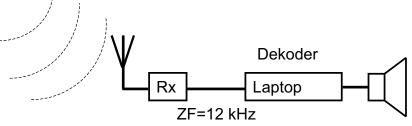


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

Digitalisierung des "AM"-Bereichs

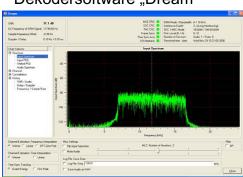


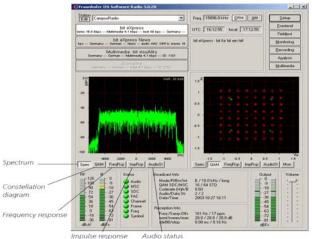
#### ► Beispielhafter Aufbau eines DRM-Empfängers



# Fraunhofer Software-Radio

# Dekodersoftware "Dream"







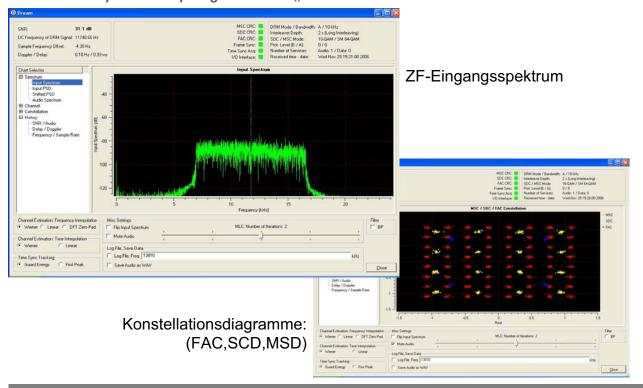
J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

# Digitalisierung des "AM"-Bereichs



VDE KL 25.10.07

# ► Beispiel für Empfangssoftware: "Dream"

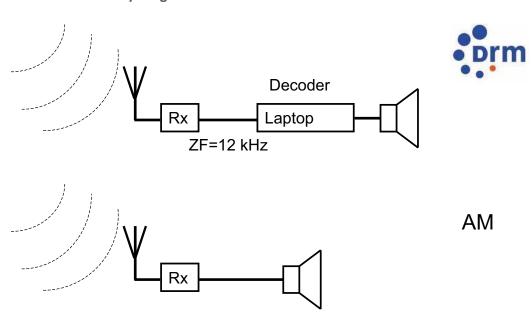


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

Digitalisierung des "AM"-Bereichs

LMK

# ▶ DRM / AM-Empfang: Was ist heute in den LMK-Bändern los?



Hinweis: DRM-Softwaredecoder können oftmals auch die "klassischen" analogen Modulationsformate demodulieren!





#### ► Gliederung / Ablauf

- 1 Einführung
  - ► Frequenzbereiche für den Rundfunk
  - ► Digitalisierung der Rundfunkübertragung
- 2 Digitalisierung des "AM"-Bereichs
  - ► Ausgangslage
  - ► Beschreibung des DRM-Systems
  - ► Vorführung des DRM-Systems
- 3 Digitalisierung des "FM"-Bereichs
  - **►** Einführung
  - ► HD-Radio
  - ► DRM+
- 4 Ausblick
  - ► Blick in die Glaskugel

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

Digitalisierung des "FM"-Bereichs



► Einführung: Politisches Ziel

# Startszenario 2000 der Initiative Digitaler Rundfunk (IDR) mit dem bisherigen politischen Ziel:

- Auslaufen der analogen Hörfunkübertragung zwischen 2010 und 2015
- danach Ablösung des UKW-Hörfunks durch DAB

dadurch Übernahme in Telekommunikationsgesetz (TKG)

§ 63 (5): analoge UKW-Lizenzen sollen bis 2015 widerrufen werden

## Sachstandsbericht der IDR vom September 2005:

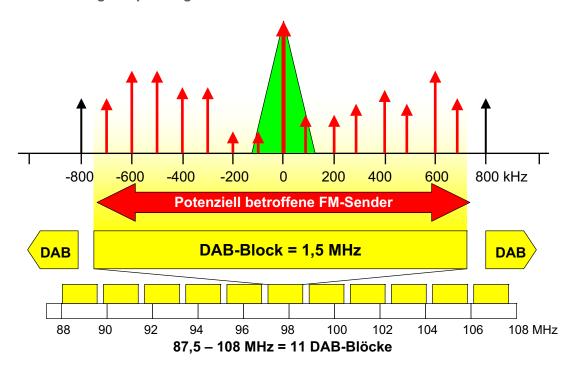
# Das bisherige politisches Ziel zur Digitalisierung des UKW-Band mit DAB wird keinesfalls erreicht:

- Ablösung des analogen UKW-Hörfunks durch DAB bis 2015 wegen fehlender Marktdurchdringung von DAB nicht umsetzbar
- Am Ziel, den analogen UKW-Hörfunk durch ein digitales System (DAB oder DRM+) zu ersetzen, wird aber festgehalten.





► Einführung: Einplanung von DAB im UKW-Bereich



J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

Digitalisierung des "FM"-Bereichs



► Einführung: Technischer Lösungsansatz

Die **Digitalisierung des UKW-Frequenzbereichs mit DAB** ist nur mit internationaler Planungskonferenz mit der Neuordnung des UKW-Bereichs wegen der zu großer Rasterung erreichbar. Hierzu absehbar **keine Initiative in Europa**.

# <u>Erfahrung</u>: eine analog-digital-Umstellung kann über rasterkonforme Systeme schnell erreicht werden:

- im AM-Hörfunkbereich: DRM (Simulcast sogar prinzipiell machbar)
- im TV-Bereich: Inselweise Umstellung über die Vereinbarung von Chester '97

<u>Überlegung</u>: Kann ein digitales Übertragungssystem, dass das UKW-Raster einhält, auch eine raschere digitale UKW-Umstellung als mit DAB ermöglichen?

- DRM-Konsortium: Erweiterung des DRM-Standards auf 120 MHz (DRM+)
- USA: Start von HD Radio auf IBOC-Standard im US-UKW-Bereich





► Einführung: Anforderungen an ein digitales UKW-Hörfunksystem

# Das digitale System muss technisch in allen Belangen "besser" sein als der klassische UKW-FM-Hörfunk

- Mindestens ein Programm in h\u00f6rbar besserer Qualit\u00e4t als bei UKW-FM mit einem Angebot an zus\u00e4tzlichen Diensten
- Mindestens die gleiche Versorgungsreichweite und -sicherheit wie FM-Radio, gerade für den mobilen und portablen Empfang im Haus, gerecht werden
- Auf bekannte Standards für den digitalern Hörfunk zurückgreifen (zur einfachen Implementierung in die Radios, Multinorm-Chipsätze (z.B. NXP, Microtune))
- Eignung für Gleich- und Mehrfrequenznetze (SFN bzw. MFN)
- Schnelle Umstellung einzelner Frequenzen (vgl. "Chester 97")
- Bestehende UKW-FM-Versorgungsgebiete dürfen nicht gestört werden
- Bekannte Hörfunk-Strukturen (urbane, lokale, regionale und landesweite) darstellbar

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik



#### ► Gliederung / Ablauf

- 1 Einführung
  - ► Frequenzbereiche für den Rundfunk
  - ► Digitalisierung der Rundfunkübertragung
- 2 Digitalisierung des "AM"-Bereichs
  - ► Ausgangslage
  - ► Beschreibung des DRM-Systems
  - ► Vorführung des DRM-Systems
- 3 Digitalisierung des "FM"-Bereichs
  - **►** Einführung
  - ► HD-Radio
  - ► DRM+
- 4 Ausblick
  - ► Blick in die Glaskugel





- ► HD-Radio<sup>TM</sup>: Übersicht
- HD-Radio<sup>™</sup> ist ein von der US-amerikanischen Firma *Ibiquity* entwickelter proprietärer Standard (IBOC DSB (<u>I</u>n-<u>B</u>and, <u>O</u>n <u>C</u>hannel <u>D</u>igital <u>S</u>ideband))
- Insbes. Betreiber privater FM-Lokalradios finden den hybriden Modus interessant, d.h. die simultane analoge und digitale Übertragung
- Wesentliche Modulationsparameter:

	HD-Radio <sup>™</sup>		
Paramter	Digital	Analog	
Modulation	OFDM		
Bandbreite / Khz	2*69		
Subträgerabstand / Hz	361	Konventionelles Stereo-FM	
Subträgeranzahl	2*191	inkl. RDS	
Subträgermodulation	QPSK		
Datenrate / kBit/s	98		

Weitere Infos unter http://www.ibiquity.com und http://www.hd-radio.ch

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07

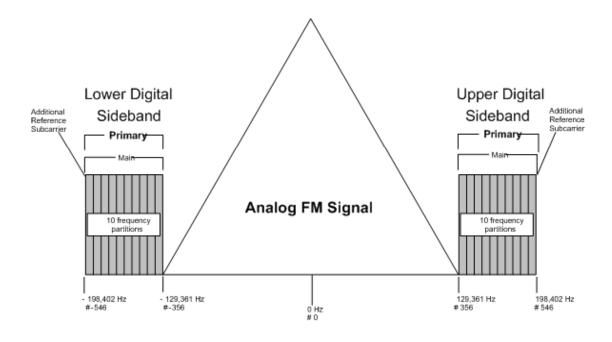


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

Digitalisierung des "FM"-Bereichs



► HD-Radio: FM; Hybrider Modus

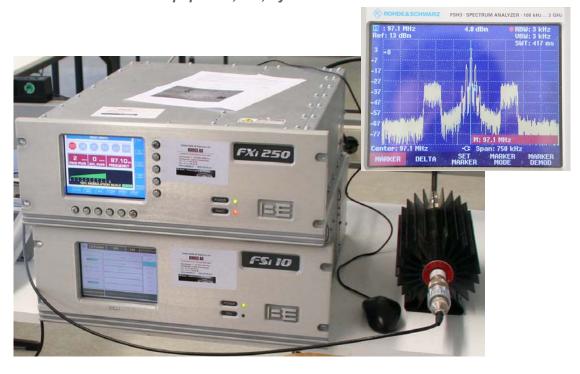


Quelle: HD Radio Engineering Handbook; iBiquity digital





# ► HD-Radio: Senderequipment; FM, hybrider Modus



J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

VDE KL 25.10.07

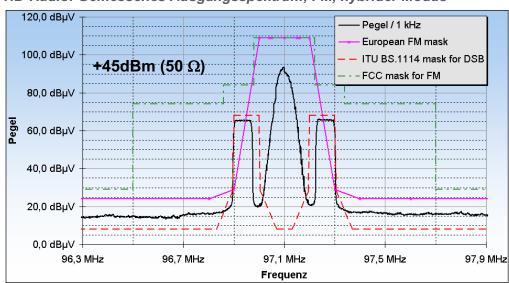


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

# Digitalisierung des "FM"-Bereichs



#### ► HD-Radio: Gemessenes Ausgangsspektrum; FM, hybrider Modus



#### Relevante Spektrumsmasken

- ITU-R BS.1114 (Digitale Seitenbänder)
- ETSI EN 302018-1 V1.2.1 (FM)
- Zusätzlich: FCC 47CFR73.317 (FM in ITU-Region II)

#### Anmerkung:

Dargestellt ist die Zusammenfassung von 2 Messungen des unteren und oberen Seitenbandes mit unterschiedlichen Filtern



**BROADCAST** 



#### ► HD-Radio: Partner für Equipment







Quelle: Markus Ruoss, Ruoss AG

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

VDE KL 25.10.07

## Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

# Digitalisierung des "FM"-Bereichs



# ► HD-Radio: HD-Radios

#### 40+ Modelle verfügbar

# Car Receivers

- Alpine (DVA-9965)
- Fujitsu/Eclipse (HDR-105 HD)
- JVC (KD-SHX900), (KD-HDR1)
- Kenwood (KTC-HR100TR), (900)
- Panasonic (CQ-CB8901U)
- Sanyo (ECD HD 1990M)

# Home Receivers

- Boston Acoustics (Recepter Radio® HD)
- Polk Audio (i-Sonic Entertainment System)
- Radiosophy™ (Multistream™)
- Yamaha (RX-V4600)
- Cambridge Soundworks 820HD
- Denon DRA-697CI
- Niles
- Radio Shack HDX3
- Sangean America HDT-1
- Integra DTR-10.5, TUN-3.7 and RDC-7.1
- OnkyoTX-NR1000 and T-4555P

#### **Custom Receivers**

- Audio Design Associates (Quadri-tune)
- Day Seguerra (Models 2, 4)
- Rotel (RT-1084 HD)



JVC

0 111

Rotel

Alpine





Fujitsu/Eclipse





Kenwood

Panasonic





Recepter Radio



**Audio Design Associates** 

O O O O



Yamaha



DaySequerra

Quelle: Markus Ruoss, Ruoss AG

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07

Onkyo

Denon





#### ► HD-Radio: HD-Radio in der Welt

- · AUSTRIA ... Active Interest
- AUSTRALIA ... Active interest AM and FM on Air
- ARGENTINA... Active interest Plan testing 07
- BRAZIL ... Adoption and regional ... 25+ stations on-air
- CANADA ... Testing and advanced interest
- CHILE ... Active Interest Testing planned 07
- CENTRAL AMERICA ... Active interest
- FRANCE ... Testing and advance interest (FM)
- NEW HONG KONG ... Testing and advanced interest (FM)
- INDONESIA ... Testing and advanced interest (FM and AM)
- NEW LATVIA ... Testing and advanced interest (FM)
- MEXICO ... Testing and advanced interest (FM/AM)
- NEW ZEALAND ... Testing and advanced interest (FM)
- NEW NIGERIA ... Testing and advanced interest (FM)
- PUERTO RICO ... Adoption and nationwide operation (FM and AM)
- PHILIPPINES .... Adoption and regional implementation (FM and AM)
- POLAND ... Testing and advanced interest (FM)
- SWITZERLAND ... Testing and advanced interest (Advanced testing FM only)
- SOUTH AMERICA ... Active Interest

Ruoss AG; Betreiber Radio Sunshine

• THAILAND ... Limited operation (FM – Bangkok)

• NEW UKRAINE ... Limited operation (2 sites – FM)

• USA ... Adoption and nationwide operation (1200+ stations AM and FM)



Quelle: www.ibiquity.com

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

# Digitalisierung des "FM"-Bereichs



#### ► HD-Radio: HD-Radio Feldversuch in der Schweiz



Programme auf 88 MHz:

Sunshine, FM analog

Sunshine, digital 48 kBit/s
 Energy Zurich, digital 32 kBit/s
 "Info- Channel", digital 16 kBit/s

Quelle: Markus Ruoss, Ruoss AG





#### ► HD-Radio: HD-Radio Feldversuch in Heidelberg



# Programme auf 102,8 MHz; 41kW Sendeleistung vom Standort Königstuhl

- Radio Regenbogen, FM analog
- Radio Regenbogen, digital 48 kBit/s
- Regenbogen Gold, digital 32 kBit/s
- Regenbogen Comedy, digital 16 kBit/s

#### Versuchszeitraum:

25/26.10.2007 (Einschaltbesprechung & erste Tests) 1.12.2007 – 29.2.2008 (Dauerbetrieb)

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik



#### ► Gliederung / Ablauf

- 1 Einführung
  - ► Frequenzbereiche für den Rundfunk
  - ► Digitalisierung der Rundfunkübertragung
- 2 Digitalisierung des "AM"-Bereichs
  - ► Ausgangslage
  - ► Beschreibung des DRM-Systems
  - ► Vorführung des DRM-Systems
- 3 Digitalisierung des "FM"-Bereichs
  - **►** Einführung
  - ► HD-Radio
  - ► DRM+
- 4 Ausblick
  - ► Blick in die Glaskugel





#### ► DRM+: Übersicht

#### DRM+

- ist ein offener Standard
- ist mit dem UKW-Raster voll kompatibel, so dass eine Abbildung der heutigen Hörfunklandschaft durch Migration möglich wird
- ist ein frequenzökonomisches System
- bietet gleiche technische Verbreitungsbedingungen, d.h. urbane, lokale, regionale und landesweite Versorgungsstrukturen sind abbildbar
- ist gleichwellenfähig
- bietet Datenraten bis 180 kBit/s
- bedingt das komplette "Ersetzen" eines UKW-Senders
- bietet ein hohes Maß an programmgestalterischer Flexibilität für den Veranstalter

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

Digitalisierung des "FM"-Bereichs



#### **▶** *DRM*+ & *DRM120*

- Kooperation LMK/TKLM & FH KL seit 2005
- DRM120: DRM+ ähnliches Sendeformat der FH KL, entstanden im Rahmen einer Vorstudie zur Machbarkeit rasterkonformen OFDM-basierten Rundfunks im UKW-Band



- Sendersoftware Spark+ (DRM120/DRM+)
- Wesentliche Modulationsparameter:

Paramter	DRM+		DRM120
Modulation	OFDM		OFDM
Bandbreite / kHz	96		100
Subträgerabstand / Hz	444		857
Subträgeranzahl	213		111
Subträgermodulation	4-, 16 QAM		16 QAM
Datenrate / kBit/s	35 185		bis 180





▶ DRM+/DRM120-Equipment an der FH Kaiserslautern (Stand Okt. 07)



Spark+ (links)
SMU200 (rechts unten)

R&S Class A Verstärker



J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07

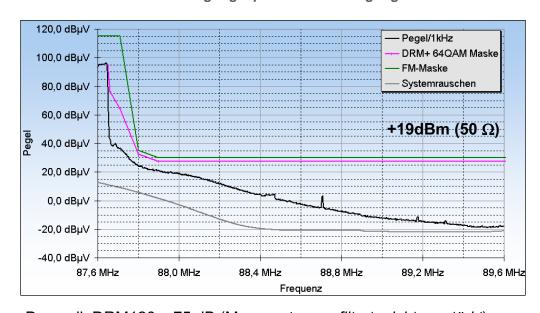


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

Digitalisierung des "FM"-Bereichs



▶ DRM120: Gemessenes Ausgangsspektrum am Ausgang des R&S-PAs

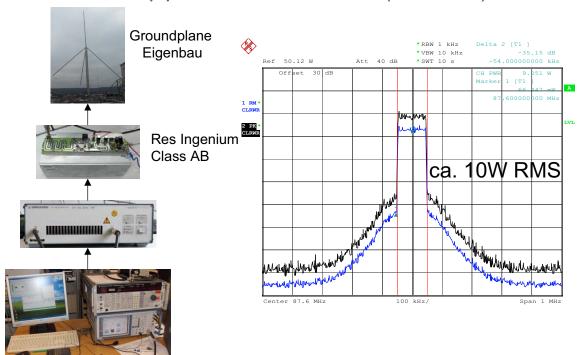


- Dynamik DRM120 ≥ 75 dB (Messwert, ungefiltert, nicht verstärkt)
- DRM Sendermaske kompatibel mit FM-Maske ETSI-EN 302 108-1 V1.2.1





# ▶ DRM+/DRM120-Equipment an der FH Kaiserslautern (Stand Okt. 07)



J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik





# ► Vergleich DRM+ vs. HD-Radio im FM Hybrid-Modus

Kriterium	DRM+	HD-RadioTM	Bemerkung
Spektrale Effizienz	Hoch	Niedrig	
Rasterkonformität	Ja	Nein	HD: Nicht möglich
SFN-Fähigkeit	Ja	Bedingt	HD: Nur ohne FM
Konf. mit Sendermaske	Ja	Nein	
Flexibilität (Inhalte, Codierung)	Hoch	Mittel	HD: 1. dig. Prog = FM
Verfügbarkeit (Sendeeq., Radios)	Noch nicht	Gut	
Zugriff auf Standard	Ja	???	HD: (noch) proprietär DRM+: offen
Hardwareaufwand	Mittel	Mittel	OFDM: Lineare PA
Reduktion der ERP geg. FM bei gleicher Versorgung	Ja	Nein	HD: Verlust an FM- Reichweite
Zusatzdienste (TMC, AFS,)	Ja	???	HD: AFS ja, TMC ?
Audiodatenraten	Hoch	Hoch	
Kosten	???	Moderat	HD: Migration
Störpotential/Verträglichkeit	???	???	Folgt





- ► Umfangreiche Messkampagnen zum Störpotential/Verträglichkeit
- Zweck: Die geplanten Versuchsübertragungen zu digitalem Rundfunk im UKW-Band machen theoretische und praktische Verträglichkeitsuntersuchungen vor der Versuchsabstrahlung notwendig!
- Als Verträglichkeitsmaß dient der Schutzabstand (engl. Protection Ratio):

Der Schutzabstand gibt den *HF-Leistungsabstand in dB* zweier Signale in Abhängigkeit der *Frequenzdifferenz* an, bei dem das verwendete *Störkriterium* des zu schützenden Dienstes *gerade noch erfüllt* ist.

- Die bzgl. ihres Störpotentiales untersuchten Systeme sind:
  - DRM120/DRM+
  - HD-Radio™
- Die von der Störung betroffenen Systeme sind:
  - FM-UKW-Hörfunk (87,5 107,9 MHz) **Exemplarische Ergebnisse**
  - Behördenfunk BOS im 4-Meter-Band (74,0 85,0 MHz)
  - Flugfunk (hier: 108,0 117,95 MHz, VOR & ILS Localizer)

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07

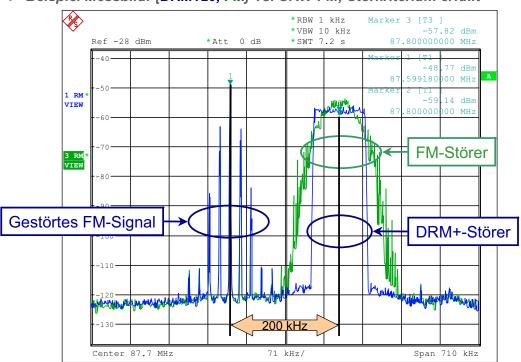


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik





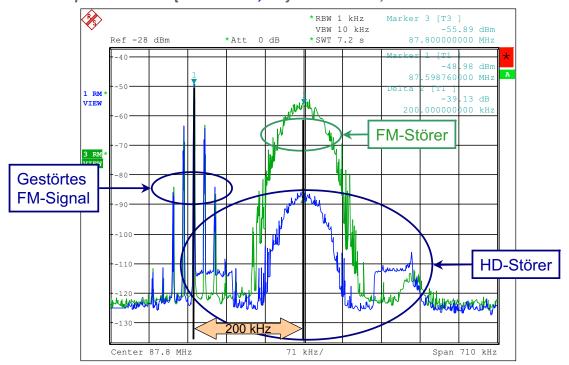
▶ Beispiel Messbild: {DRM120, FM} vs. UKW-FM; Störkriterium erfüllt







# ▶ Beispiel Messbild: {HD-Radio™, FM} vs. UKW-FM; Störkriterium erfüllt



J. Lehnert / A. Steil / F. Schad

VDE KL 25.10.07

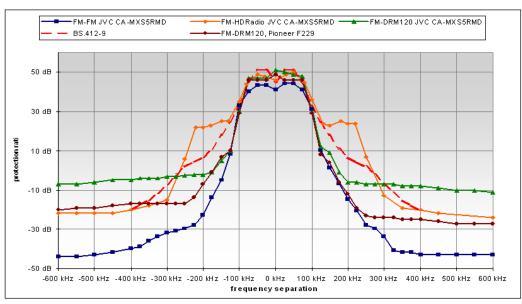


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik





# ► Gemessene Schutzabstände UKW-FM-Rundfunk

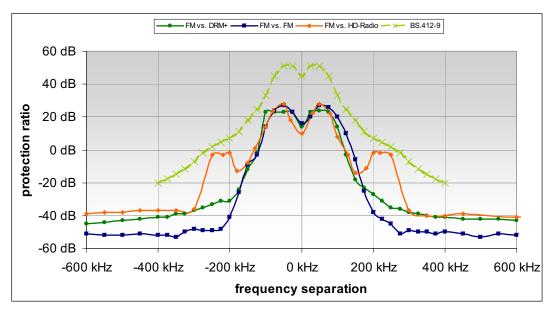


- Auszug aus 7 vermessenen Empfängern
- Allgemein: Bei DRM+ starke Streuung der Werte ab ± 200 kHz → Crestfaktor!
- Nutzeingangspegel: -54 dBm (JVC); -51 dBm (Pioneer)





#### ▶ Gemessene Schutzabstände RDS



- Empfänger: BMW Business RDS, Nutzeingangspegel –46 dBm
- Bei allen untersuchten Empfängern wurde festgestellt:
   Beim Auftreten der ersten RDS-Fehler ist die Audioübertragung schon längst hörbar gestört!

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik





► Ergebnis: Das "Labor"-Störpotential

#### DRM120/DRM+

- weist ein vergleichbares Störpotential gegenüber den Nachbardiensten BOS und VOR/ILS auf als FM. Ungeachtet dessen muss eine senderseitige Filterung zur Eliminierung evtl. Nebenaussendungen vorgesehen werden.
- hat gleiches bis höheres Störpotential im UKW-Band als FM. Die Höhe der Störung hängt wesentlich vom Empfängerfrontend ab.

#### ■ HD-Radio™

- weist bei senderseitiger Filterung ein vergleichbares Störpotential gegenüber BOS auf wie FM.
- hat gegenüber ILS/VOR ab einer Sendefrequenz 107,5 MHz ein höheres Interferenzpotential als FM. Ein Betrieb oberhalb 107,7 MHz ist aufgrund der Bandbreite nicht möglich.
- ist im UKW-Band im Sinne der Störwirkung mit Ausnahme des Bereichs
   ± (100 ... 250) kHz vergleichbar mit FM. Im Bereich ± (100 ... 250) kHz
   haben die digitalen Seitenbänder hohes Störpotential.
- erfüllt nicht die Vorgaben an die Spektrumsmaske in ITU-Region I.





▶ Weitere Aktivitäten in Kaiserslautern: DRM+ Feldtest

# **DRM+ Feldtest** ab Ende 2007 geplant:

- Koordinierte Versuchsfrequenz: 87,6 MHz, 100 W ERP, Rundstrahler
- Senderstandort Geb. B der FH Kaiserslautern
- Versorgungsgebiet: Stadt Kaiserslautern und angrenzendes Umland
- Erteilung der Versuchslizenz: Voraussichtlich Montag, 29.10.2007

### Ziele:

- Verifizierung der Labormessungen
- Versorgungsanalysen (FM/DRM+)
- Verifizierung von Empfängerkonzepten
  - IIS Erlangen
  - TU Kaiserslautern (Diorama)
- Erarbeitung von Planungsparametern zur Einführung von DRM+



J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07

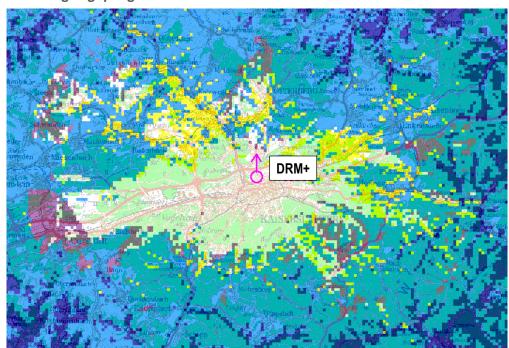


Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

Digitalisierung des "FM"-Bereichs



Versorgungsprognose des DRM+ Feldtests







#### ► Gliederung / Ablauf

- Einführung
  - ► Frequenzbereiche für den Rundfunk
  - ► Digitalisierung der Rundfunkübertragung
- 2 Digitalisierung des "AM"-Bereichs
  - ► Ausgangslage
  - ► Beschreibung des DRM-Systems
  - ► Vorführung des DRM-Systems
- 3 Digitalisierung des "FM"-Bereichs
  - ► Einführung
  - ► HD-Radio
  - ► DRM+
- Ausblick
  - ► Blick in die Glaskugel

J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

#### Ausblick



► Blick in die Glaskugel -> Zukunft des Hörfunks

# ... und wann kommt jetzt DRM und DRM+ richtig in den Markt?

Die Frage, ob irgendein bestehender Hörfunk-Bereich überhaupt digitalisiert werden soll oder kann ist keine technische Frage! Die Radio-Hörer und die Radio-Veranstalter müssen das entscheiden!

... daher ist es in einer Markteinführung zur UKW-Digitalisierung nicht wichtig, welches technische System gewählt wird.

DRM+ (OFDM)

ein CPM-System HD-Radio / IBOC

**DAB** 

#### ... sondern folgendes gilt:

- analoges UKW-Radio ist lange noch der akzeptierte Hauptverbreitungsweg
- Umstieg nur mit hoher Marktpenetranz der digitalen Angebote möglich
- das "wahre" digitale System muss einen bezahlbaren Mehrwert bieten
- Verbreitungsweg muss sich an Inhalt und Nutzer ausrichten (nicht umgekehrt)
- Hörfunk muss eigener Rundfunkmarkt bleiben



#### **Ausblick**



► Blick in die Glaskugel -> marktspezifische Fragen



Die <u>entscheidende</u> Frage in der Digitalisierung des UKW-Bereichs ist, wer den ersten analogen UKW-Sender umstellt.





J. Lehnert / A. Steil / F. Schad VDE KL 25.10.07



Digital Radio Mondiale (DRM) mit OFDM-Technik

**Schluss** 



► Danke! Fragen? Infos!

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

