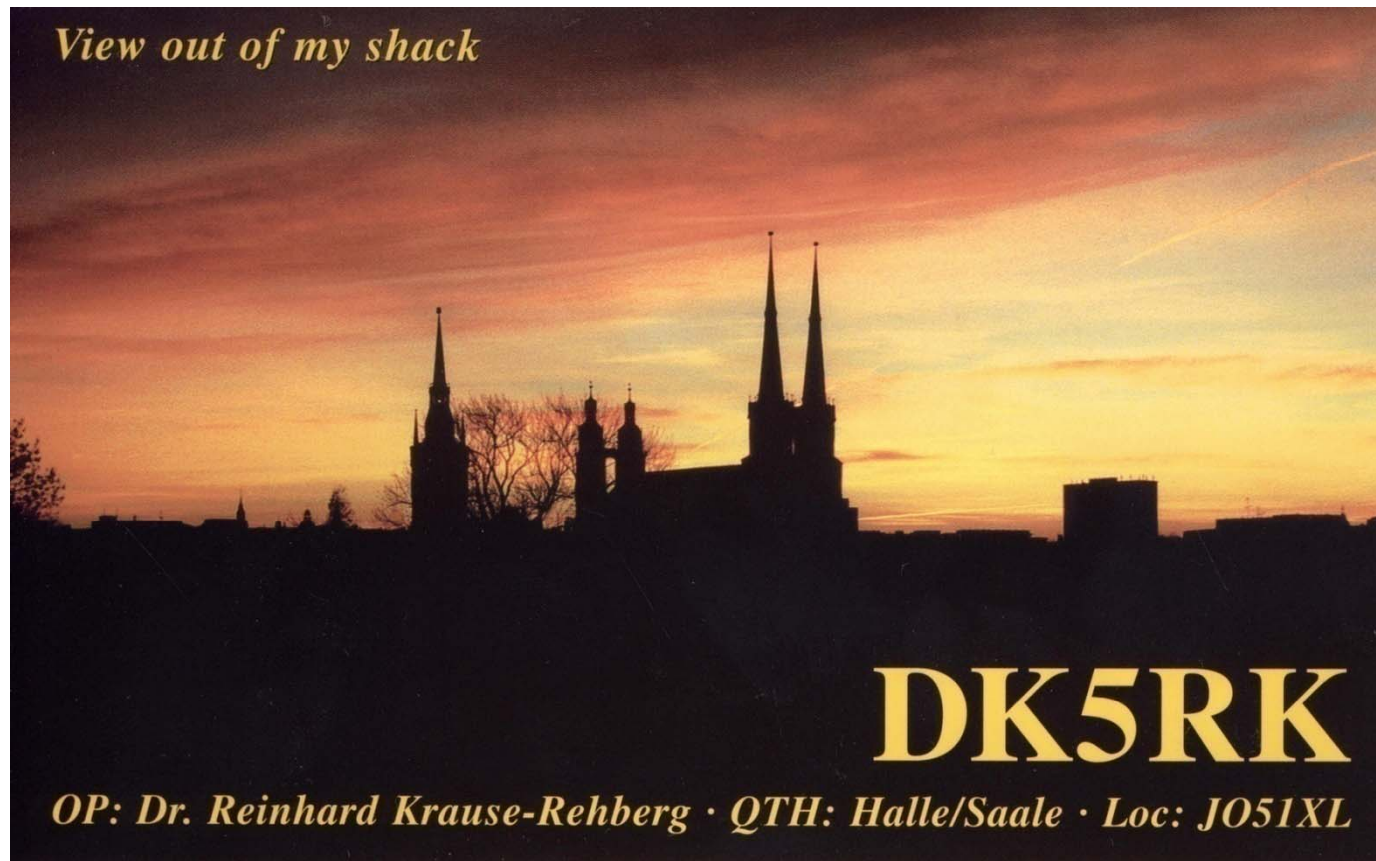


# 10 Jahre „Digital Radio Mondiale“

- Vorstellung DK5RK
- Geschichte und Technik von DRM
- Modes, Geräte
- Sound-Beispiele
- Wo geht es hin?

# DK5RK (OV W35 – Uni Halle)

- Funkamateurl seit 1973 – Beruf: Physiker an Uni Halle
- CW / QRP / Digitalfunk / Selbstbau kleiner Projekte
- in Ausstellung: 1-Transistor-TX / DSW-20&40 / 12V-40m-Röhrenaudio



# Digital Radio Mondiale

- DRM-Projekt 1996 in Paris beschlossen
- Idee: Kopplung der Vorteile der sehr weiten Ausbreitung auf AM-Bändern mit guter Audio-Qualität
- Anspruch: ähnlich FM
- ist auch ökonomischer: DRM-Sender benötigt nur 10% der Leistung verglichen zu AM-Sender
- Nachteile: Empfänger deutlich aufwändiger
- keine freilaufenden Oszillatoren möglich
- Fading ist großes Problem, soll durch Redundanz der Signale ausgeschaltet werden – funktioniert aber noch nicht gut genug, siehe unten ...



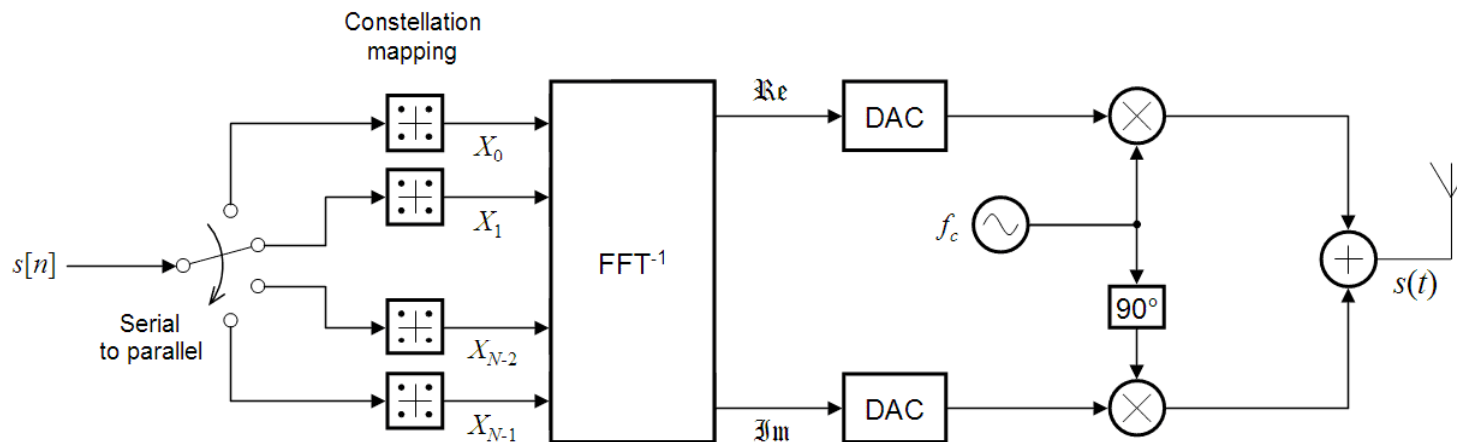
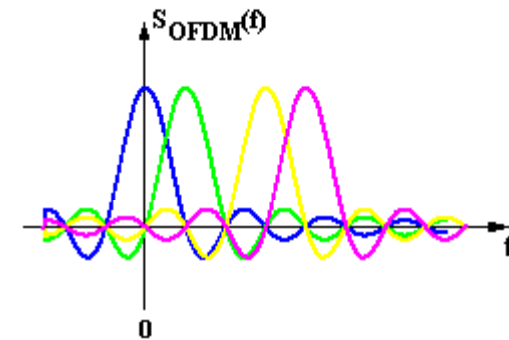
# Digital Radio Mondiale

- ist digitaler Rundfunk auf LW, MW und Kurzwelle
- für UKW gibt es eine Weiterentwicklung: DRM+
- Audiodaten werden komprimiert und digital übertragen
- verlustbehaftete Komprimierung mit „Advanced Audio Coding“ (AAC) der MPEG-Gruppe
- wird schon in online-Musikbörsen verwendet z.B. iTunes Store
- „fast FM-Qualität“ ist Anspruch aber in AM-Bereichen sind Bit-Raten 11...26 kBit zu gering für Dynamikumfang klassischer Musik
- ist aber okay für Popmusik / Informationen und speziell im Auto
- DRM+ ist auf UKW aber DAB klanglich deutlich überlegen
- Feldversuche sind für 2007 geplant



# Modulation: OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)

- große Zahl von Subträgern statt einem Träger bei AM
- Modulation nutzt Frequenz, Amplitude und Phase
- DVB-T bspw. auch (2048...8192 Träger)
- 54 Mbps-WLAN hat 52 Träger
- DRM nutzt 88...460 Träger mit 4...20 kHz Bandbreite
- IDFT: komplex rechnende inverse diskrete Fouriertransformation kann vollständig digital realisiert werden – wenig aufwändig für Gerätehersteller
- Bandbreite in Europa: LW/MW 9 kHz und KW 10 kHz sind Standard (andere Werte möglich)



Bildquelle: Wikipedia.de

# Übertragungsmodi

- **Modus A:** hauptsächlich für lokale Sendungen auf der Lang- und Mittelwelle vorgesehen, ohne Fading
- **Modus B** ist vor allem bei Kurzwellen-Übertragungen mit nur einer Reflexion an der Ionosphäre (sog. "single hop") beliebt. Es handelt sich um Sender, die z.B. nur innerhalb Europas empfangen werden sollen. Es gab auch Versuche im Amateurfunkfunk.
- **Modus C** wird für Kurzwellensendungen über Kontinente hinweg verwendet ("multi hop,,")
- **Modus D** ist der störungsunempfindlichste Übertragungsmodus und wird hauptsächlich für NVIS-Übertragungen (Near Vertical Incidence Skywave) verwendet. Diese Sendart soll in den tropischen Regionen verwendet werden. Da hierbei die Wellen nahezu senkrecht gen Himmel gestrahlt werden, kommt es neben Fading-Effekten noch zu Doppler-Verschiebungen

Modus	Träger- abstand (Hz)	Anzahl der Träger				Symbol- dauer (ms)	Schutz- intervall (ms)	Symbole pro Rahmen	Datenrate	Robustheit gegen Doppler und Mehrwege- Ausbreitung
		9 kHz	10 kHz	18 kHz	20 kHz					
A	41,66	204	228	412	460	26,66	2,66	15	++	--
B	46,88	182	206	366	410	26,66	5,33	15	o	-
C	68,18	*	138	*	280	20,00	5,33	20	-	o
D	107,14	*	88	*	178	16,66	7,33	24	--	++

## Schutzklassen: Qualität versus Robustheit

- große Zahl von Subträgern statt einem Träger bei AM

Schutz klasse	Modus / Bandbreite / QAM-Modus									Robus theit
	A		B		C		D			
	9 kHz	10 kHz	9 kHz	10 kHz	9 kHz	10 kHz	9 kHz	10 kHz		
64- QAM	16- QAM	64- QAM	16- QAM	64- QAM	16- QAM	64- QAM	16- QAM	64- QAM		
0	19,6	7,6	15,2	11,6	17,4	9,1	13,7	6,0	9,1	++
1	23,5	10,2	18,3	14,5	20,9	11,4	16,4	7,5	10,9	o
2	27,8	-	21,6	-	24,7	-	19,4	-	12,9	-
3	30,8	-	24,0	-	27,4	-	21,5	-	14,3	--

## kommerzielle Empfänger

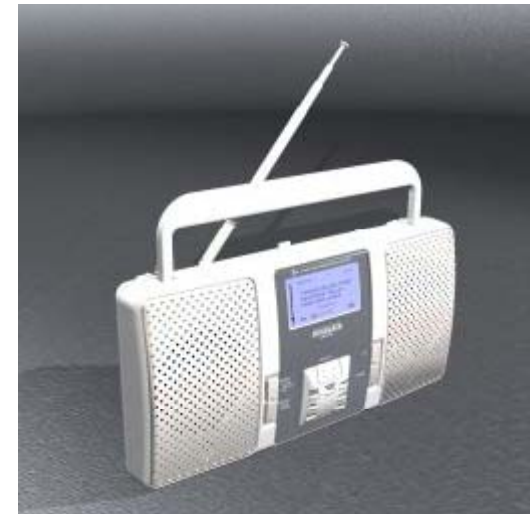
- Empfänger müssen sehr frequenzstabil und rauscharm sein
- digitale Signalprozessoren für Demodulation
- technisch im Prinzip kein Problem
- es sind bereits eigenständige Geräte im Vertrieb
- Preise noch ziemlich hoch, könnten aber bei Massenproduktion genügend niedrig sein



Sangean DRM-40; 300 €



Morphy Richards DRM Radio; £ 199



angekündigt: Himalaya DRM2008  
Hongkong



## SDR-Empfänger

- aber auch SDR-Geräte attraktiv (Software Defined Radio)
- Beispiel: Digital World Traveller – USB-Radio für LW/MW/KW und UKW (199 €)
- Stromversorgung durch USB
- analoger und digitaler Empfang
- 2 Antenneneingänge (Software Umschaltung)
- Empfangsqualität erstaunlich gut





frequency search  
6095 kHz << | >>

DRM AM FM

local DX RF-Level mono stereo

RTL RADIO German  
no service  
no service  
no service

AUDIO DATA SYNCH  
www.rtlradio.de

RTL RADIO  
BR-B5akt  
WDR-Langenberg  
Deutsche Welle  
OldieStar Radio

Local: 20:47:27  
UTC: 18:47:27

dBFS 0  
-20  
-40  
-60  
-80  
-100

SNR: 20.5dB

-4000 -2000 0 2000 4000 Hz

RF-Level IF-Level

RTL RADIO: Luxembourg --- German ---  
Varied --- audio AAC SBR parametric stereo  
17.4 kbps --- Text 80 bps

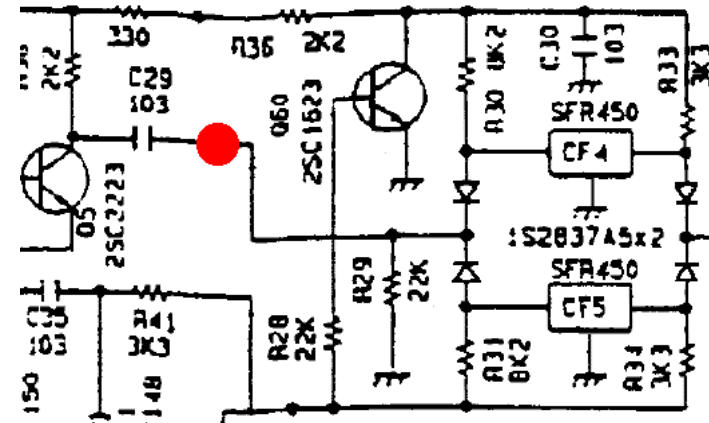
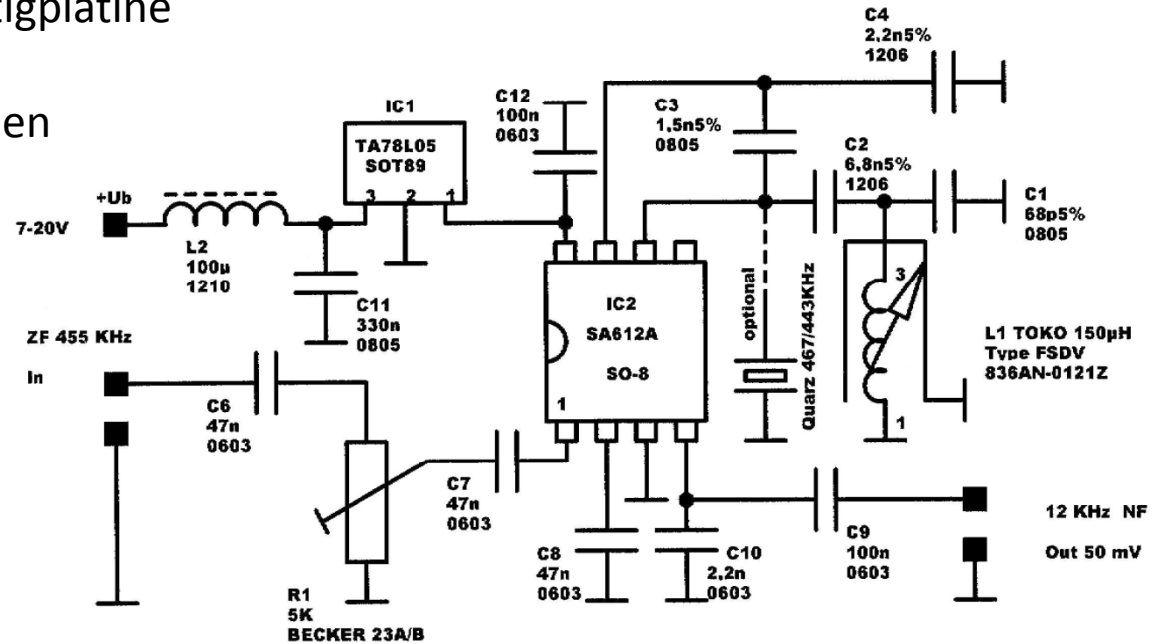
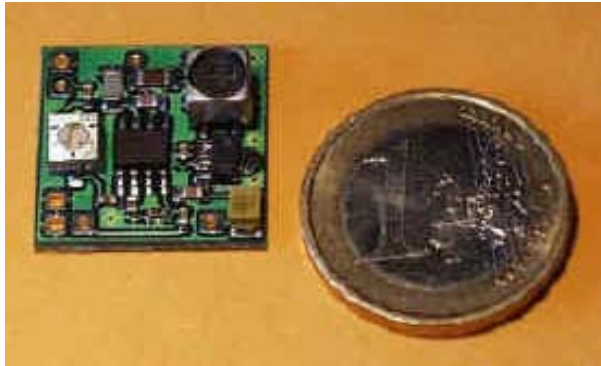
no service:

no service:

no service:

# Umbau von Weltempfängern – Beispiel ATS-909

- man fügt zusätzliche Mischstufe **vor** ZF-Filter ein (Filter sind zu schmal)
- Mischer als Bausatz oder SMD-Fertigplatine erhältlich ([www.sat-schneider.de](http://www.sat-schneider.de))
- Umbau kann man prinzipiell mit allen Weltempfängern machen



## Open-Source Software

- auch Eigenbau einfacher RX und Umbau vorhandener Geräte für eine ZF von 12 kHz
- diese wird durch PC-Soundkarte verarbeitet
- verschiedene Software verfügbar, sehr populär ist:





Microsoft PowerPoint - [10 Jahre „Digital Radio Mondiale.ppt]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Extras Bildschirmpräsentation Fenster

Arial 18

9

10

• Original [DRM-Sound](#) im AM-RX

• RTL Radio aus Luxemburg (600

Dream

View Settings ?

Level [dB]

26.02 kbps EEP AAC+ P-Stereo

**BBCWorld Service**

English GB

Current Affairs ID:E1C238

Listen to more science documentaries every weekday on the World Service at 11:30, 15:30 and 19:30

1 BBCWorld Service | AAC+ P-Stereo (26.02 kbps) + EPG (0.54 kbps) + AFS

2

3

Dream

SNR: **19.4 dB**

MSC WMER / MSC MER: 19.9 dB / 19.8 dB

DC Frequency of DRM Signal: 11952.46 Hz

Sample Frequency Offset: 0.85 Hz (17 ppm)

Doppler / Delay: 0.33 Hz / 0.72 ms

MSC CRC:

SDC CRC:

FAC CRC:

Frame Sync:

Time Sync Acq:

I/O Interface:

DRM Mode / Bandwidth: A / 10 kHz

Interleaver Depth: 2 s (Long Interleaving)

SDC / MSC Mode: 16-QAM / SM 64-QAM

Prot. Level (B / A): 1 / 0

Number of Services: Audio: 1 / Data: 0

Received time - date: Thu Jun 14 19:39:00 2007

Chart Selector

- Spectrum
- Input PSD
- Input Spectrum
- Waterfall Input Spectrum
- Shifted PSD
- Audio Spectrum

**Input Spectrum**

Input Spectrum [dB]

Frequency [kHz]

Channel Estimation: Frequency Interpolation

Wiener  Linear  DFT Zero Pad.

Channel Estimation: Time Interpolation

Wiener  Linear

Time Sync Tracking

Guard Energy  First Peak

Misc Settings

Flip Input Spectrum

Mute Audio

MLC: Number of Iterations: 1

Interferer Rejection

Bandpass Filter

Modified Metrics

Log File, Audio

Log File, Freq:  kHz

Save Audio as WAV  Reverberation

Close

Desktop icons: Eigene Dateien, Audiograber 1.83, TerraTec Home Cinema, JAlbum, Arbeitsplatz, CAPI Port für W2K und NT, WS\_FTP Pro, Network Stumbler, Netzwerkumgebung, Digital Photo Professional, Arcor, Origin 6.0G

**Dream** window:

View Settings ?

Level [dB] **14.56 kbps EEP AAC+ Mono**

**RTL RADIO**

German Varied **LU** ID:E17110

RTL RADIO - Die Besten Hits Aller Zeiten

1 | RTL RADIO | AAC+ Mono (14.56 kbps) + AFS

---

**Dream** window:

SNR: **15.0 dB**

MSC WMER / MSC MER: 15.0 dB / 14.1 dB

DC Frequency of DRM Signal: 11967.39 Hz

Sample Frequency Offset: 2.54 Hz (53 ppm)

Doppler / Delay: 0.49 Hz / 5.85 ms

MSC CRC:  DRAM Mode / Bandwidth: B / 10 kHz

SDC CRC:  Interleaver Depth: 2 s (Long Interleaving)

FAC CRC:  SDC / MSC Mode: 16-QAM / SM 16-QAM

Frame Sync:  Prot. Level (B / A): 1 / 0

Time Sync Acq:  Number of Services: Audio: 1 / Data: 0

I/O Interface:  Received time - date: Thu Jun 14 19:29:00 2007

Chart Selector:

- Spectrum
  - Input PSD
  - Input Spectrum
  - Waterfall Input Spectrum**
  - Shifted PSD
  - Audio Spectrum
  - SNR Spectrum
- Channel
- Constellation
- History

**Waterfall Input Spectrum**

Frequency [kHz]

Channel Estimation: Frequency Interpolation

Wiener  Linear  DFT Zero Pad.

Channel Estimation: Time Interpolation

Wiener  Linear

Time Sync Tracking

Guard Energy  First Peak

Misc Settings

Flip Input Spectrum  Mute Audio

MLC: Number of Iterations: 1

Interferer Rejection

Bandpass Filter  Modified Metrics

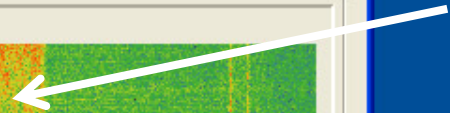
Log File, Audio

Log File, Freq:  kHz

Save Audio as WAV  Reverberation

Close

selektives Fading



## Sound-Beispiele

- Original [DRM-Sound](#) im AM-RX
- [RTL-Radio](#) aus Luxemburg (6095 kHz / 50 kW) [Beispiel 2](#) [Beispiel 3](#)
- klassische Musik vom WDR2 auf Mittelwelle Sender Langenberg 1593 kHz / 10 kW
- [BBC](#) auf 1296 kHz / 70 kW
- Bayrischer Rundfunk BR5 auf 6085 kHz / 10 kW mit [Fading](#)

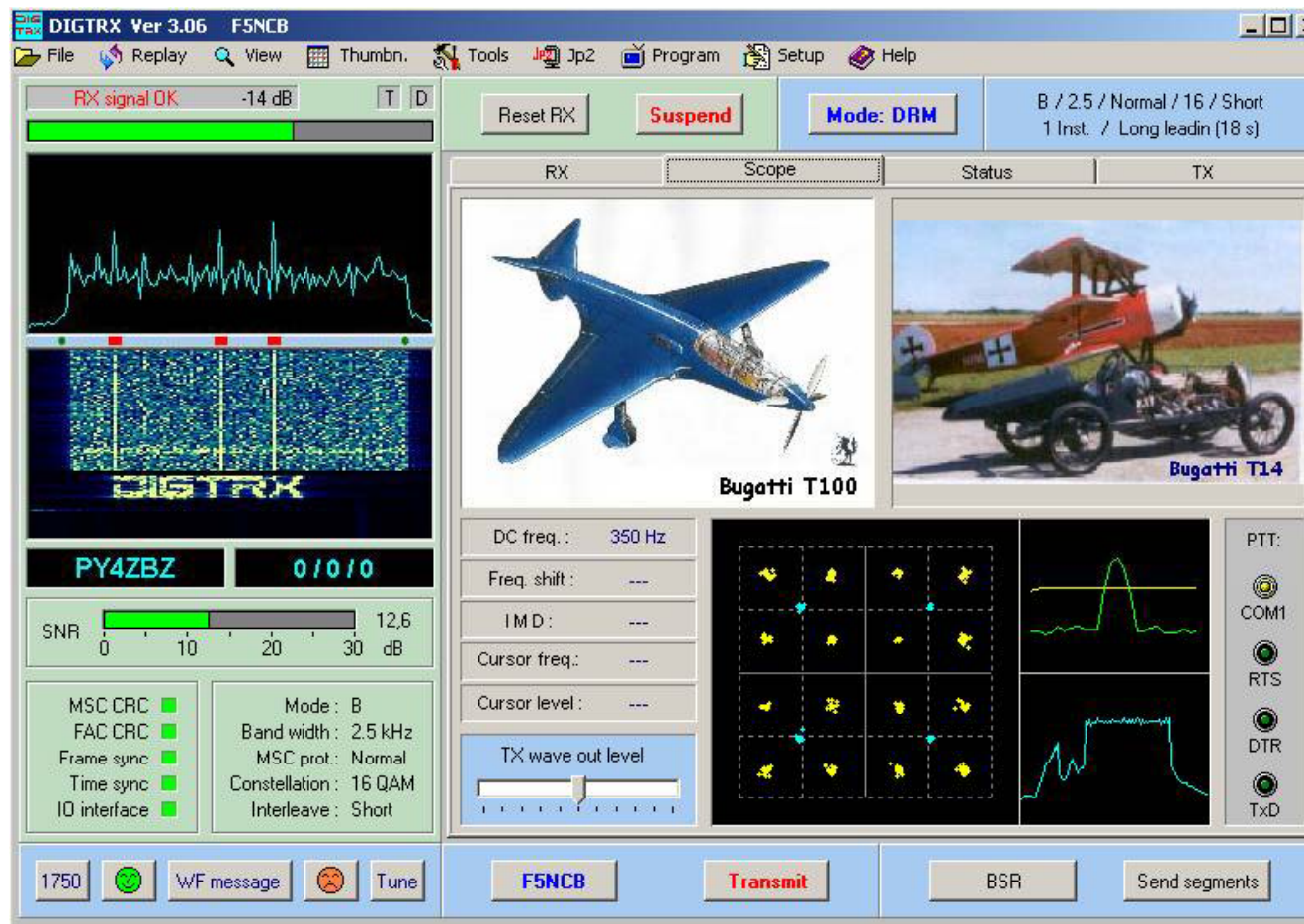
## Aussichten

- heute: ca. 700 Sende-h/Woche in DRM (Senderliste: [www.drm-dx.de](http://www.drm-dx.de))
- einigermaßen zuverlässig: Lokalrundfunk auf AM-Bändern (bspw. Hannover auf 26045 kHz) – aber FM-Sender für den Zweck besser geeignet
- trotzdem: im Moment ist DRM eher noch im Versuchsstadium
- größtes Problem für größere Reichweiten: Fading, aber auch QRM durch AM-Sender
- Empfangsaussetzer sind deutlich störender als AM-Fading
- Ausweg: Kombination der digitalen Audio-Streams mehrerer Sender einer Station mit unterschiedlichen Frequenzen zur Erzeugung ausreichender Redundanz
- oder robustere Modes verwenden bei schlechterer Qualität



# Digitale Sprachübertragung im Amateurfunk

- Francesco HB9TLK: HamDream für Bandbreite von 2,5 kHz
- wird aber nicht mehr weiter entwickelt
- DigiTRX von PY4ZBZ enthält aber HamDream – ist Freeware



## Referenzen

- <http://www.drm.org/>
- <http://www.deutsches-drm-forum.de/>
- [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)
- Nils Schiffhauer „Zehn Jahre digitaler Kurzwellenrundfunk“; Funk-Telegramm 19 (2007) Heft 4, S. 10-17
- DigTRX: [paginas.terra.com.br/lazer/py4zbz/hdsstv/HamDRM.htm](http://paginas.terra.com.br/lazer/py4zbz/hdsstv/HamDRM.htm)

Vortrag kann als PDF von [www.DK5RK.de](http://www.DK5RK.de) ab Montag heruntergeladen werden

**Danke für die Aufmerksamkeit!**