

Entwicklung und Fertigung eines Hörfunksenders als Demonstrator zur Ausstrahlung von DAB+ im VHF-Band III

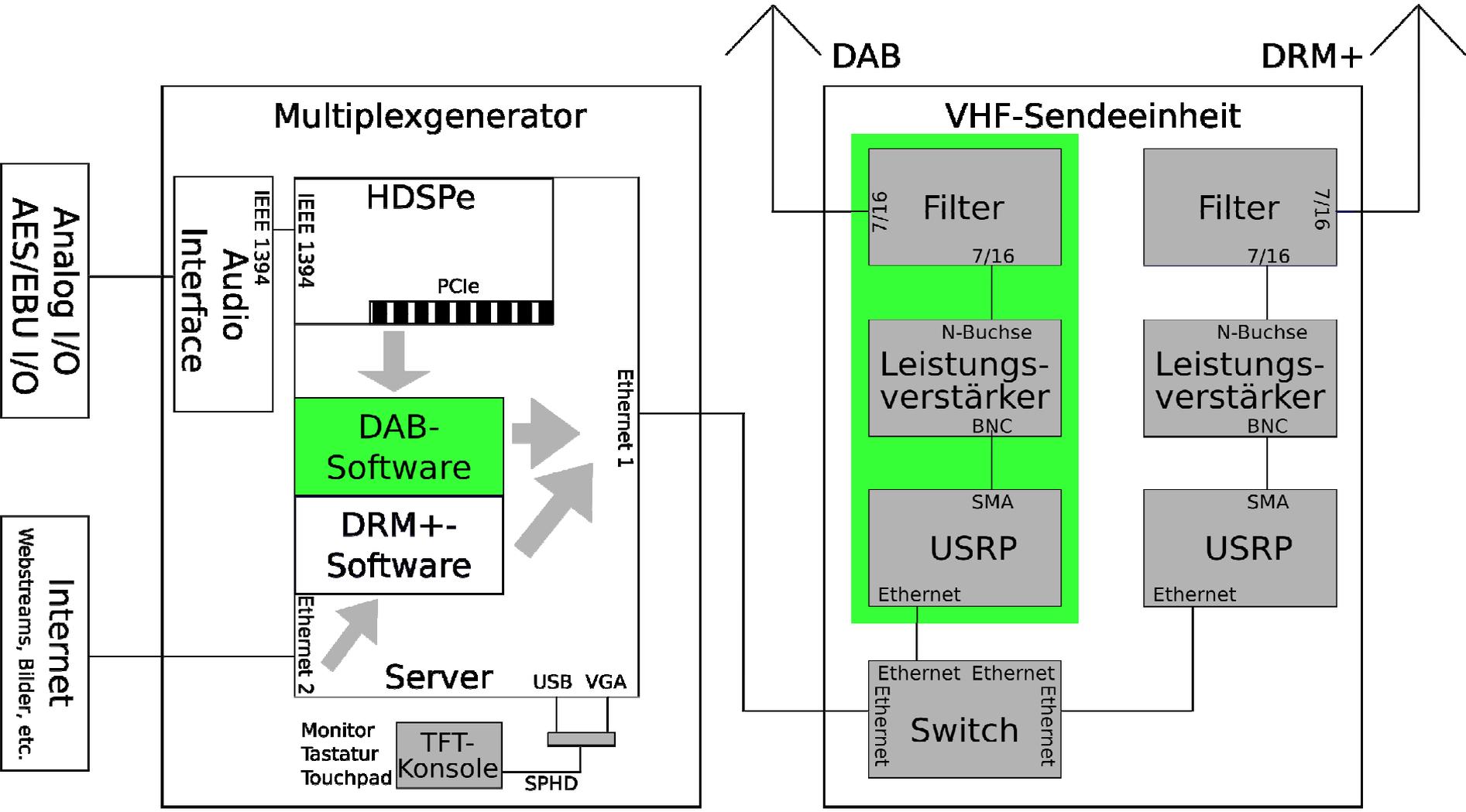
Teil 2: Technische Bewertung und Praxistest

Michael Kröger

Technische Universität Kaiserslautern
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Lehrstuhl für Nachrichtentechnik
Prof. Dr.-Ing. Ralph Urbansky

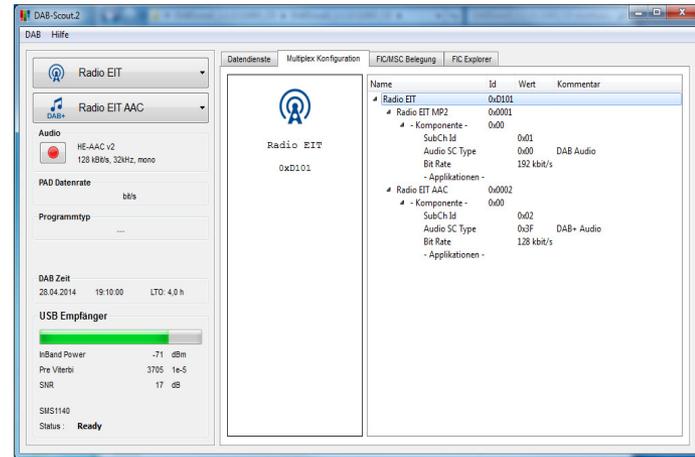
03.07.2014

Zur Erinnerung



Überprüfung des Ausgangsdatenstroms

- Software: DABScout.2, IRT
- Ausgangssignal des USRP
- HF-Eigenschaften nicht relevant
- ODR-mmbTools
 - Standardkompatibler Multiplexaufbau
 - Audioservices: (DAB, DAB+)
 - Datenservices: work-in-progress

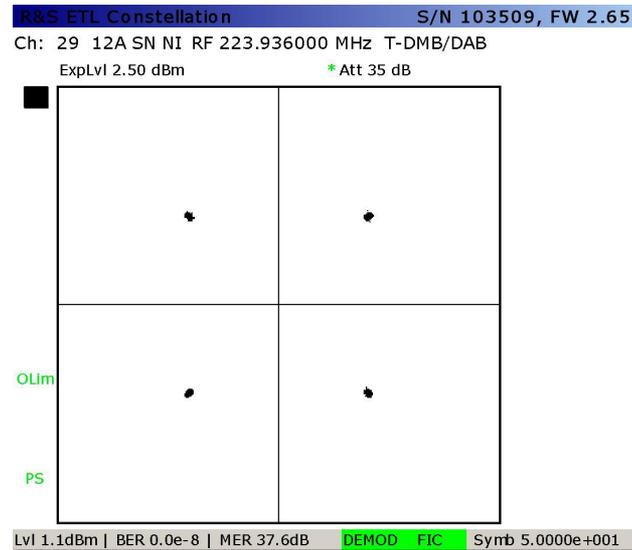
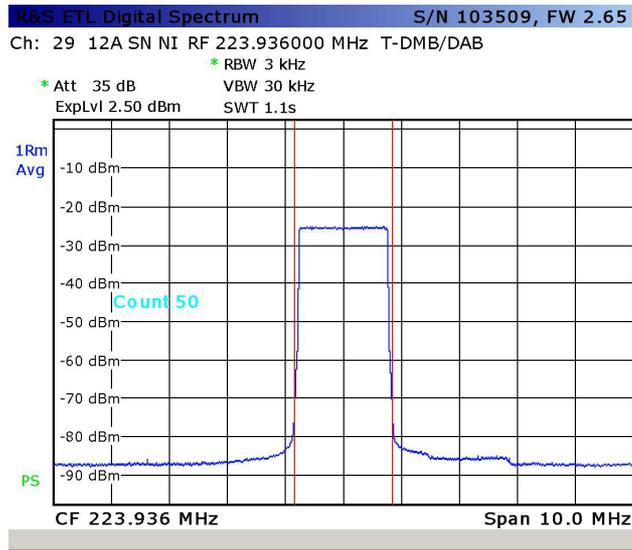


Überprüfung des USRP-Signals

Analyser: ETL, R&S

Schulterabstand

Konstellationsdiagramm



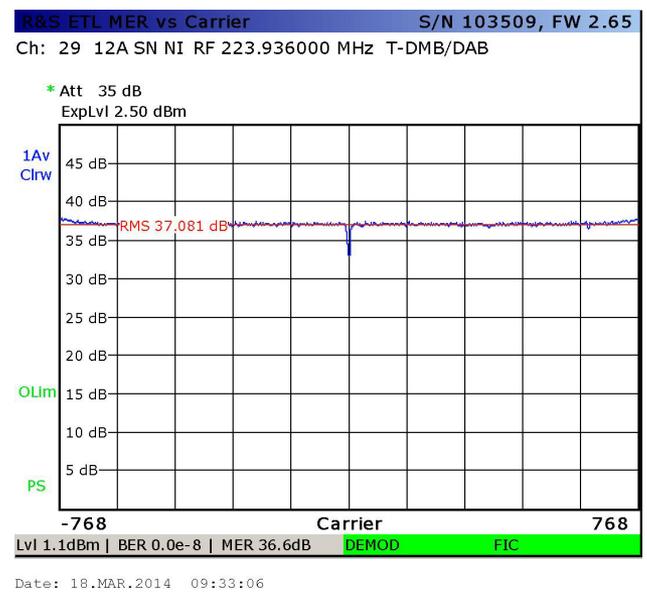
Date: 18.MAR.2014 09:29:04

Date: 18.MAR.2014 09:32:00

- Sehr großer Schulterabstand
- Geringes Eigenrauschen

Überprüfung des USRP-Signals

MER



Zusammenfassung

R&S ETL Digital Overview S/N 103509, FW 2.65
 Ch: 29 12A SN NI RF 223.936000 MHz T-DMB/DAB

* Att 35 dB
 ExpLvl 2.50 dBm

Ensemble: Uni KI DAB Test		Date & Time(UTC): 18.03.2014, 11:15	
Pass	Limit	< Results	< Limit Unit
Level	-60.0	1.1	10.0 dBm
Sideband		Normal	
Transmission Mode		Mode I, 1536 carriers	
Carrier Freq Offset	-30000.0	20.2	30000.0 Hz
Bit Rate Offset	-100.0	0.1	100.0 ppm
MER/EVM (rms)	24.0	36.8	----- dB
MER/EVM (peak)	10.0	24.0	----- dB
BER before Viterbi		0.0e-7(29/100)	1.0e-2
FIB Errors		0	1 /s
Subchannel parameters (SubChId ---, Type ---)			
BER before RS		Not applicable	2.0e-4
Packet Error Ratio		Not applicable	1.0e-8
Packet Errors		Not applicable	1 /s
MPEG Ts Bitrate		Not applicable	kbit/s

Lvl 1.1dBm | BER 0.0e-7 | MER 36.8dB DEMOD FIC

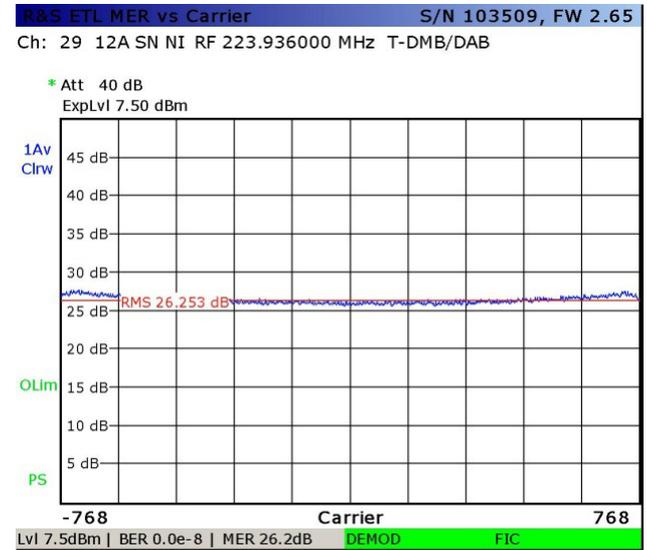
Date: 18.MAR.2014 09:29:56

- Hohe Modulationsqualität
- Übertrifft Empfehlungen von R&S deutlich

Bewertung des Verstärkers

Electrolink 3B0K1A

- Messung mit 10W (RMS)
- $IP_{3,0} = 55,7 \text{ dBm}$
- MER: 28,6 dB RMS
- Erfüllt R&S Qualitäts-empfehlungen für DAB-Sender



Date: 18.MAR.2014 12:06:55

Ensemble: Uni KI DAB Test		Date & Time(UTC): 18.03.2014, 13:50			
Pass	Limit	<	Results	< Limit	Unit
Level	-60.0		7.5	10.0	dBm
Sideband			Normal		
Transmission Mode			Mode I, 1536 carriers		
Carrier Freq Offset	-30000.0		-4.1	30000.0	Hz
Bit Rate Offset	-100.0		0.0	100.0	ppm
MER/EVM (rms)	24.0		26.5	-----	dB
MER/EVM (peak)	10.0		13.2	-----	dB
BER before Viterbi			0.0e-7(29/100)	1.0e-2	
FIB Errors			0	1	/s
Subchannel parameters (SubChId 1, Type STREAM AUDIO)					
BER before RS			Not applicable	2.0e-4	
Packet Error Ratio			Not applicable	1.0e-8	
Packet Errors			Not applicable	1	/s
MPEG Ts Bitrate			Not applicable		kbit/s

LVI 7.5dBm | BER 0.0e-7 | MER 26.5dB DEMOD FIC

Date: 18.MAR.2014 12:05:04

Abnahmemessung der BNetzA

Messequipment

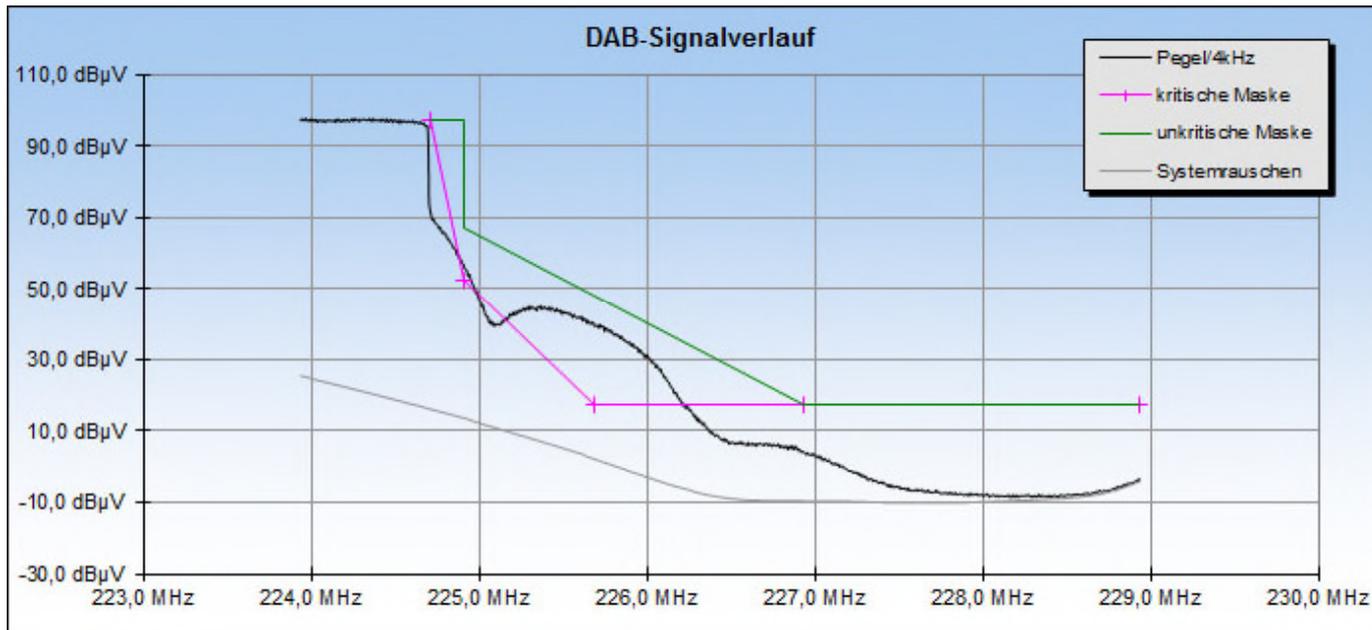
- Messempfänger ESPI 3, Rohde & Schwarz
- Abstimmbares Bandpassfilter

Messungen im VHF-Band III am 15./16.04.2014

- DAB: USRP, Electrolink 3B0K1A (100W RMS),
DAB-Maskenfilter
- DRM+: USRP, Test-Verstärker (10W RMS)

Abnahmemessung der BNetzA

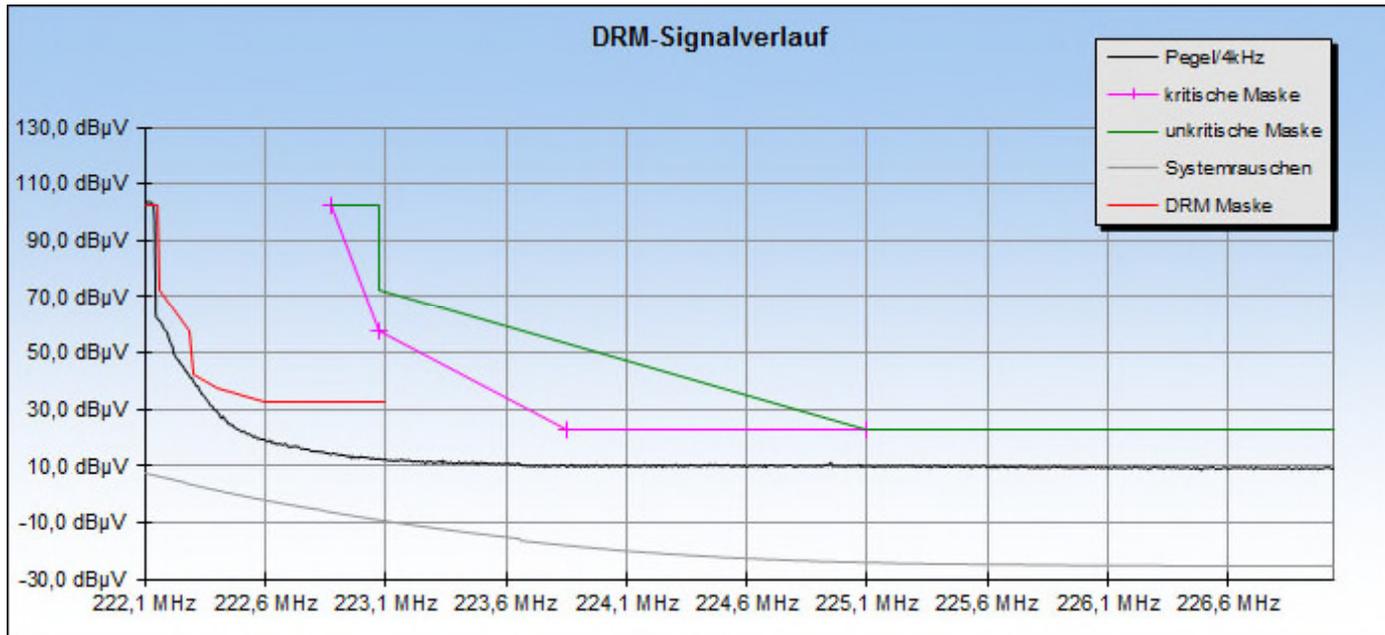
DAB:



Hält unkritische DAB-Spektralmaske ein

Abnahmemessung der BNetzA

DRM+:



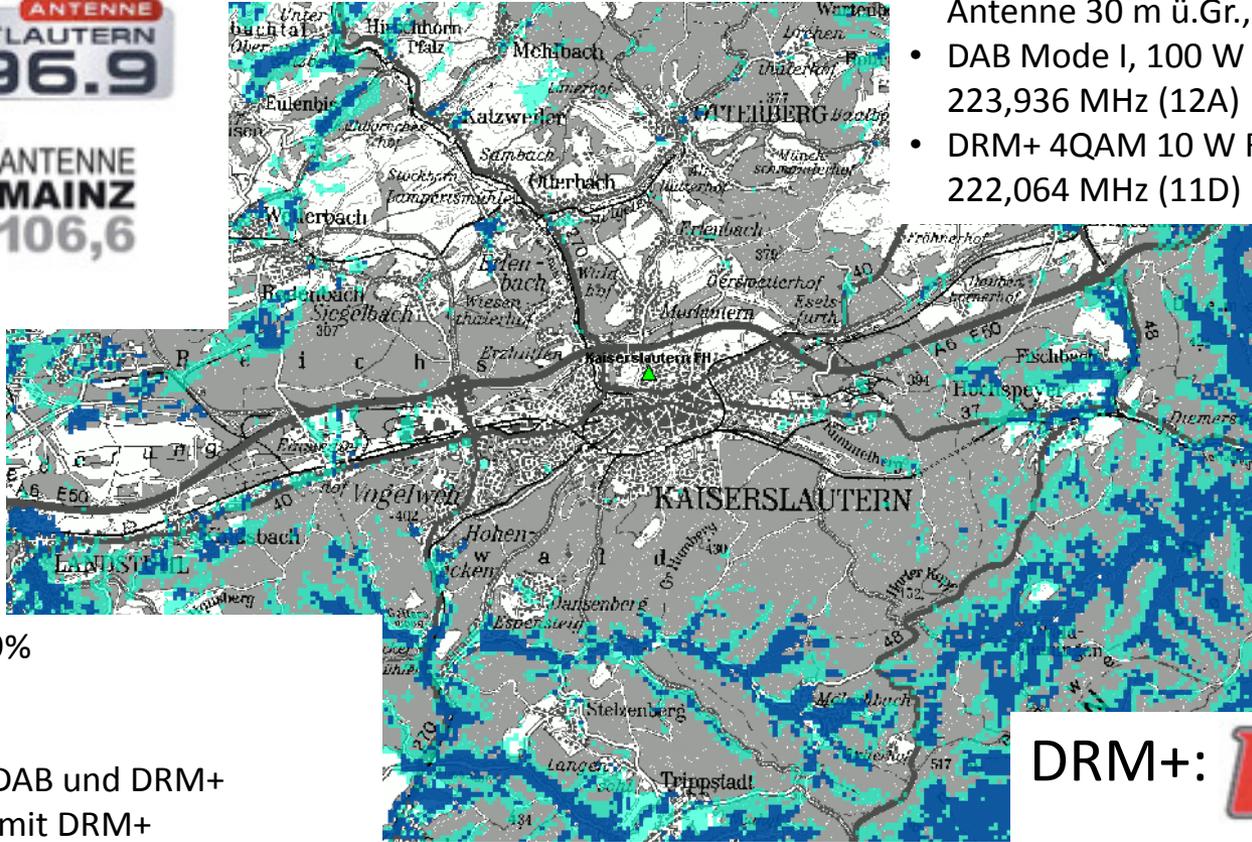
Hält kritische DAB-Spektralmaske ein

Hält DRM+-Spektralmaske ein

Demonstrationsausstrahlung ab 14:50 Uhr



- DAB-Sender „Am Kaiserberg“ FH Kaiserslautern
 07E 46 49 / 49N 27 10 [PD] 260 m ü.N.N.,
 Antenne 30 m ü.Gr., Vertikal, ND
- DAB Mode I, 100 W RMS (ERP) 223,936 MHz (12A)
 - DRM+ 4QAM 10 W RMS (ERP) 222,064 MHz (11D)



DRM+: **RPR1.**

Versorgung mobil 99%
 DAB: 61 dBµV/m
 DRM+: 44 dBµV/m
 - Klar: versorgt mit DAB und DRM+
 - Cyan: versorgt nur mit DRM+
 Blau: unversorgt
 Berechnung der LMK mit FRANSY

Fazit

- Abgenommen durch BNetzA
- Standardkonform
 - DAB und DAB+ Audio
 - DRM+
- Geeignet für lokale Versorgung
- Optimierungspotential der MER durch Pre-Distortion
- Entwicklung eine graphischen Benutzeroberfläche für Steuerung und Überwachung