

 **LMK**

MedienColloquium

in Kooperation mit der Hochschule Kaiserslautern
am 15. März 2017 in Ludwigshafen

Impulsvortrag

Small-scale DAB mit den ODR-mmbTools, eine Senderinfrastruktur für die digitale Verbreitung über DAB

- Die ODR-mmbTools
- Der erste DAB-Koffersender 2013/14
- Motivation zum aktuellen, verbesserten Aufbau

Joachim Lehnert, LMK




MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen


 **LMK**
Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz

► Motivation zum Bau des ersten DAB-Koffersenders 2013/14

Presseerklärung der BAKOM (Schweiz)

- **Funkkonzession** an die DIGRIS AG zum **Aufbau lokaler DAB-Sender**
- **Einsatz softwaregestützter Technologie** mit geringen Sender-Kosten
- das Schweizer Unternehmen **OpenDigitalRadio.org** hat dieses „Software Defined Radio“-System entwickelt




 **Wäre ein solches Sender-System kostengünstig und leicht nachbaubar und damit geeignet, das Interesse an DAB in Rheinland-Pfalz zu wecken?**

Joachim Lehnert, LMK 2

MedienColloquium

15. März 2017 - Ludwigshafen



Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz



► Motivation zum Bau des ersten DAB-Koffersenders 2013/14

OpenDigitalRadio.org

- **Non-profit Organisation** in der Schweiz zur Förderung des „software defined radio“ (SDR, hauptsächlich OpenSource-Software)
- **Aufbau einer community** für den Austausch von Erfahrungen
- **Informationen und Unterstützung** zum Aufbau von einfachen Send- und Empfängerinfrastrukturen, insbesondere

Entwicklung der Open-Source-Software „ODR-mmbTools“

- **ODR-DABMux:** Software zur Signalgenerierung für DAB-/ DAB+-Sender (und DMB)
- **ODR-DABMod:** Software zur Ansteuerung des **Ettus USRP** „Universal Software Radio Peripheral“ als Sender & Empfänger





Joachim Lehnert, LMK

3

MedienColloquium

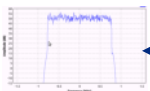
15. März 2017 - Ludwigshafen




Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz

► ODR-mmbTools mit USRP zur Übertragung von DAB/DAB+

Funktionen der ODR-mmbTools (Stand 2013/14)



DAB OFDM
1-10 mW RMS



Linux-Server

IP-Stream
Audio in

Audio → **DAB-Audio-Encoder**
MPEG-1 Layer II

Audio → **DAB+-Audio-Encoder**
MPEG-4 fdk-aac


Video → **DMB-Encoder**

ODR-DABMux

- Main Service Channel (MSC)
- Fast Information Channel (FIC)
- Ensemble
- Services
- Subchannels
- Protection Level
- DAB-Mode
- Frequenz

ODR-DABMod

I/Q-Basisband-Modulator



Joachim Lehnert, LMK


4

MedienColloquium


15. März 2017 - Ludwigshafen

► ODR-mmbTools mit USRP zur Übertragung von DAB/DAB+


Funktionen der ODR-mmbTools (Stand 2016/17)



Landeszentrale für Medien und Kommunikation Rheinland-Pfalz



DAB OFDM
1-10 mW RMS



GPS/SFN **NEW**
USRP/WBX

Linux-Server

ODR-AudioEnc **NEW**

MPEG-1 Layer II
MPEG-4 fdk-aac

ODR-DABMux

- Main Service Channel (MSC)
- Fast Information Channel (FIC)

Ensemble
Services
Subchannels
Protection Level
DAB-Mode
Frequenz

ODR-DABMod

I/Q-Basisband-Modulator

ETI → EDI (IP) **NEW**

Joachim Lehnert, LMK


5

MedienColloquium

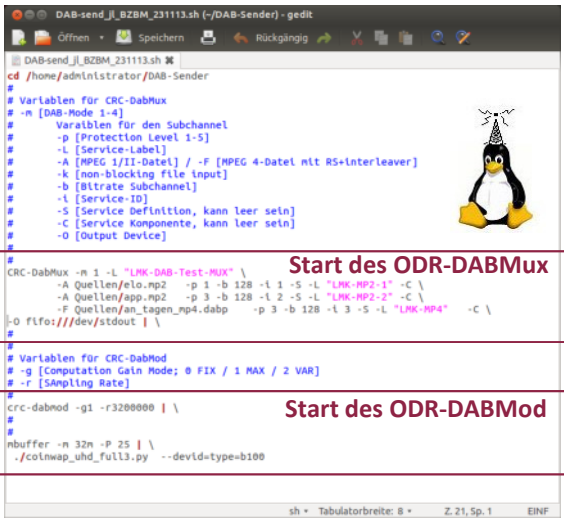
15. März 2017 - Ludwigshafen

► Linux-Skript für die ODR-mmbTools mit USRP

ODR-mmbTools mit Linux-Skripten und Kommandozeilen-Befehlen



Landeszentrale für Medien und Kommunikation Rheinland-Pfalz



viele Konfigurationsdateien

Start des ODR-DABMux

Start des ODR-DABMod

Joachim Lehnert, LMK

6

MedienColloquium

15. März 2017 - Ludwigshafen

► Erforderliche Komponenten für einen DAB-Sender mit ODR-mmbTools und USRP

Komponenten für einen small-scale DAB-Sender mit USRP(!)

DAB Multiplex-Generator

LINUX/Ubuntu-PC
mit ODR-mmbTools
und weiterer Software

Audio → **USB oder IP**

VHF DAB-Sender

Antenne

DAB-Bandpassfilter

DAB OFDM
10-100 Watt RMS

VHF-Linearendstufe

USRP
DAB OFDM
1-10 mW RMS
mit Board WBX

DAB-Basisband

Bilder: www.thinkpenguin.com, www.ettus.com

Joachim Lehnert, LMK 7

MedienColloquium

15. März 2017 - Ludwigshafen

► DAB-Reichweitenprognose

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
10 W (ERP)
 223,936 MHz (12A)

r=5 km

Versorgung Outdoor 95%


PL 1: 53,5 dBµV/m
PL 3: 57,5 dBµV/m

- Klar: versorgt mit PL 1 und PL 3
- Grün: versorgt nur mit PL 1
- Blau: unversorgt

Berechnung mit FRANSY


Joachim Lehnert, LMK 8


MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen

 Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz

► Voruntersuchungen mit positiven Ergebnissen

Bisherige Erkenntnisse positiv!


- ✓ **Labora Aufbau** zur Aussendung von DAB/DAB+ mit den ODR-mmbTools und dem USRP funktioniert 
- ✓ **HF-Komponenten** (Linearverstärker, DAB-Maskenfilter, Antenne) für Strahlungsleistungen von 10-100 W RMS sind (preiswert) erhältlich
- ✓ **Lokale Versorgung** ist mit dieser Strahlungsleistung erreichbar

 **Weitere Überlegungen:**

- **Small-scale DAB-Sender** geeignet für **Dauerbetrieb**?
- **Anforderungen der BNetzA** erfüllbar?
- **Aufbau auch portabel** für **Special Events**?
- **Abstrahlung zusätzlich von DRM+ und UKW-FM** (beides mit dem SDR ‚SPARK‘)?

Joachim Lehnert, LMK 9

MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen

 Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz

► Motivation für das Kooperationsprojekt 2013/14


Kooperationsprojekt der LMK und der TU Kaiserslautern zum Aufbau eines small-scale DAB- und DRM+-Senders
im Rahmen einer studentischen Arbeit mit Unterstützung der FH Kaiserslautern **von Oktober 2013 bis April 2014**

Ziel: Musteraufbau zum Nachweis der Machbarkeit:

- **Bereitstellung einer günstigen und portablen DAB-Infrastruktur für Veranstaltungsrundfunk** (UKW-Frequenzkoordinierung schwierig)
- **Dauereinsatz als DAB-Sender im lokalen Bereich**, z.B. für CampusRadio (kleine Veranstalter, die keine UKW-Frequenz mehr erhalten können)
- **Integration eines DRM+-Demonstrators** (z.B. gemeinsame Feldtests mit TU KL /FH KL und Herstellern von Multinorm-Empfangschips)

Joachim Lehnert, LMK 10

MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen



Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz

▶ *Aufbaukonzept für den DAB-/DRM+-Sender im Kooperationsprojekt 2013/14*

Konzept: Portabler Aufbau in zwei 19“-Flightcases

Multiplex-Generator

Audio-Interface/Processing

ODR-mmbTools
DAB-MUX und DAB-MOD
(SPARK)
DRM-MUX/MOD

Dual-Core-PC mit Ubuntu/Linux

- **Soundkarte** mit 4x analog und 4x AES/EBU-Audioeingängen
- **Software** zur Einbindung von Playlisten, Internetstreams, Audioverarbeitung
- **ODR-mmbTools für DAB/DAB+**
- **SPARK für DRM+** (optional)

DAB-Sender VHF-Band III

USRP N200
OFDM-Modulator

VHF-Band III
Verstärker

DAB-
Maskenfilter

Antenne


- **USRP N200** (Signalübernahme über **1 Gbit-LAN-Verbindung**),
- **DAB-Linearverstärker 100 W**
- **DAB-Maskenfilter**, 19“-einbaubar
- **Rundstrahl-Antenne** (mit 20m Koax-Verbindungskabel)
- **Betrieb** am 220V/10A-Netz
- **Absetzbar** vom Multiplex-Generator in Antennennähe

1 Gbit-LAN

Joachim Lehnert, LMK


11

MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen



Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz


▶ *Praktischer Aufbau – Multiplexgenerator im Kooperationsprojekt 2013/14*



Multiplexgenerator V1.0

1 HE TFT-Konsole
2 HE Schublade
Steckdosenleiste
Multiface II ADI 4 DD
3 HE Linux Server

Vorderansicht



1 HE TFT-Konsole
Analog In
Analog Out
Power Good


Rückansicht

8 HE
50 cm tief

Joachim Lehnert, LMK

12


MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen



Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz


▶ *Praktischer Aufbau – VHF-Sendeeinheit im Kooperationsprojekt 2013/14*

VHF-Sendeeinheit V1.0



Steckdosenleiste	■
2 HE DRM Control Panel	
USRP	USRP
2 HE Verstärker	
2 HE Filter	

Vorderansicht




8 HE
95 cm tief

Rückansicht

Joachim Lehnert, LMK
13

MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen



Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz

▶ *Kosten für den DAB-Sender im Kooperationsprojekt 2013/14*

Gesamtkosten DAB-Sender

Multiplex-Generator
~ 2.830 (netto)

knapp 12.000 € (netto)

VHF-Sendeeinheit
~ 9.150 € (netto)

Multiplex-Generator

Audio in	19"-Rack-Monitor/ Tastatur	490 €
◎Soundcard 4xAES/EBU & 4xanalog◎ mit Audioprocessing		1.340 €
19" PC mit Ubuntu JACK, TooLame, DAB-MUX, DAB-MOD etc.	LAN 1 Gbit	730 €
◎ Rack/Netzteile/sonstiges		270 €

VHF-Sendeeinheit

Antenne Koaxkabel/Blitzschutz	930 €
◎ Richtkoppler/Messausgang	150 €
◎ Antennenfilter	1.700 €
◎ Linearverstärker 100 W	3.900 €
◎ USRP N200 mit WBX-Board	1.870 €
◎ 220V/10A Netzteile/Lüftung/Rack	600 €

Joachim Lehnert, LMK
14

MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen



Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz

► Symposium zur Präsentation des Kooperationsprojekts 2013/14






Symposium

**Einstieg in die digitale Verbreitung über DAB und DRM+
für den lokalen Hörfunk und Bürgermedien**
- Meilensteine aus Rheinland-Pfalz, Deutschland und Europa –
am Donnerstag, 3. Juli 2014
im Konferenz-Center des Fritz-Walter-Stadions in Kaiserslautern

Informationen zum Symposium und
Berichte zum Kooperationsprojekt unter:
www.drm-radio-kl.eu

Joachim Lehnert, LMK
15

MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen

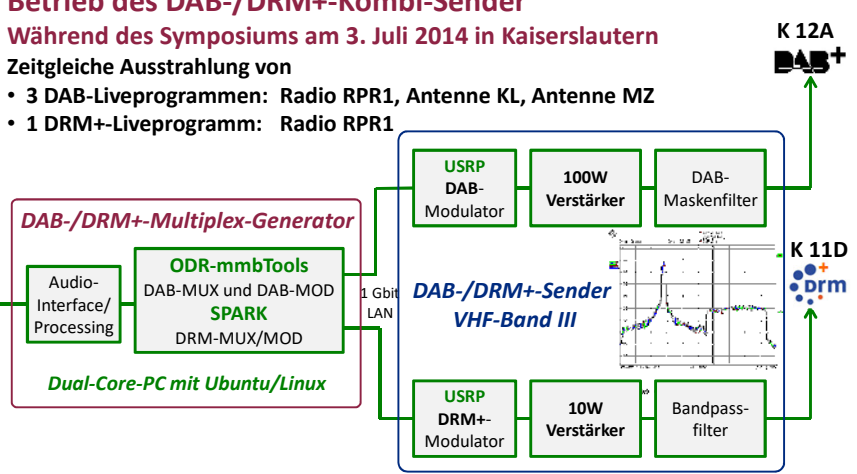


Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz

► Aufbau für den DAB-/DRM+-Kombi-Sender im Kooperationsprojekt 2013/14

Betrieb des DAB-/DRM+-Kombi-Sender
Während des Symposiums am 3. Juli 2014 in Kaiserslautern
Zeitgleiche Ausstrahlung von

- 3 DAB-Liveprogrammen: Radio RPR1, Antenne KL, Antenne MZ
- 1 DRM+-Liveprogramm: Radio RPR1



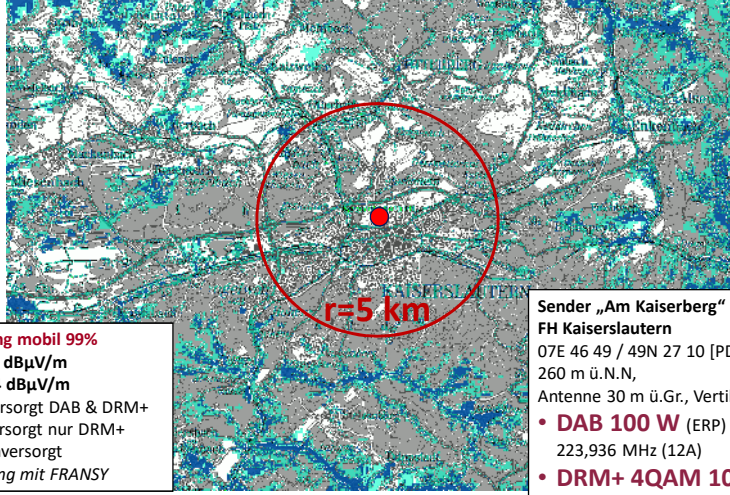
Joachim Lehnert, LMK
16

MedienColloquium

15. März 2017 - Ludwigshafen

Landeszentrale für Medien und Kommunikation Rheinland-Pfalz

► Reichweitenprognose der DAB-/DRM+-Sender während des Symposiums 2014



Versorgung mobil 99%
DAB: 61 dB μ V/m
DRM+: 44 dB μ V/m
- Klar: versorgt DAB & DRM+
- Cyan: versorgt nur DRM+
- Blau: unversorgt
Berechnung mit FRANSY

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 100 W** (ERP)
223,936 MHz (12A)
- **DRM+ 4QAM 10 W** (ERP)
222,064 MHz (11D)

Joachim Lehnert, LMK

17


MedienColloquium

15. März 2017 - Ludwigshafen

Landeszentrale für Medien und Kommunikation Rheinland-Pfalz

► Fazit aus dem Kooperationsprojekt 2013/14

Fazit über den DAB-Koffersender V1.0



- ODR-mmbTools:**
 - **Betrieb:** kostengünstig realisierbar
 - **Nur Audio-Content:** Ausstrahlung von DAB und DAB+
 - **Schnittstellen:** standardgemäß nur ETI
 - **Bedienung:** Linux-Kenntnisse vorausgesetzt
- VHF-Sendeinheit:**
 - **Betriebssicherheit:** Nicht immer gewährleistet
 - **Konfiguration/ Monitoring:** nur mit zusätzlichem Aufwand machbar
- 2-Koffer-Konzept/portabler Aufbau:**
 - **Flexibel:** Für örtlich/zeitlich begrenzte DAB-Ausstrahlung sehr gut geeignet
 - **Nachbau:** auch für stationären Betrieb leicht machbar (Anleitung siehe www.drm-radio-kl.eu), z.B. durch das IRT in 2015/16

Joachim Lehnert, LMK

18

MedienColloquium der LMK am 15. März 2017

MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen

LMK
Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz

► *Fazit aus dem Kooperationsprojekt 2013/14*

Überlegung zu Optimierungen

ODR-mmbTools:



- **Programmierung einer Benutzeroberfläche:** Akzeptanz für small-scale DAB-Konzept kann steigen, da Personen ohne Linux-Kenntnisse diese Sender einsetzen können.

VHF-Sendeeinheit:

- **Einsatz eines professionellen DAB-Senders** statt USRP mit Linearendstufe
 - Verbesserung der Stabilität und der Signalqualität des DAB-Signals
 - Ansteuerung des Senders über Ethernet mit EDI-Schnittstelle
 - Remoteüberwachung

2-Koffer-Konzept/portabler Aufbau:

- **Flightcase-Größe verringern** durch Verkleinerung der Komponenten
- **Investitionskosten verringern** durch Einsatz günstigerer Komponenten


Joachim Lehnert, LMK 19

MedienColloquium
15. März 2017 - Ludwigshafen

LMK
Landeszentrale für
Medien und Kommunikation
Rheinland-Pfalz


► *Motivation für das Kooperationsprojekt 2013/14*

Kooperationsprojekte der LMK und der Hochschule Kaiserslautern zur Optimierung des portablen small-scale DAB-Senders
im Rahmen von zwei studentischen Arbeiten
von Juli 2016 bis März 2017



1. Aufbau eines NEUEN small-scale DAB-Koffersenders V2.0 „ODR2go“ von Juli bis Oktober 2016

2. Programmierung einer Benutzeroberfläche für die ODR-mmbTools von Oktober 2016 bis März 2017



Joachim Lehnert, LMK 20