

 **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

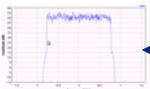


Landeszentrale für  
Medien und Kommunikation  
Rheinland-Pfalz

---

► 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

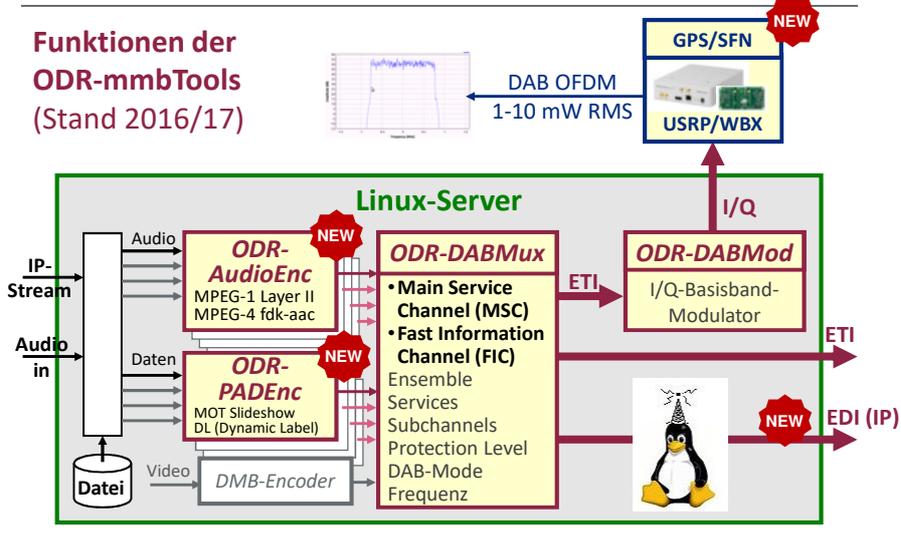
15. März 2017 - Ludwigshafen

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

### Funktionen der ODR-mmbTools (Stand 2016/17)



Landeszentrale für Medien und Kommunikation Rheinland-Pfalz



Joachim Lehnert, LMK

5

## MedienColloquium

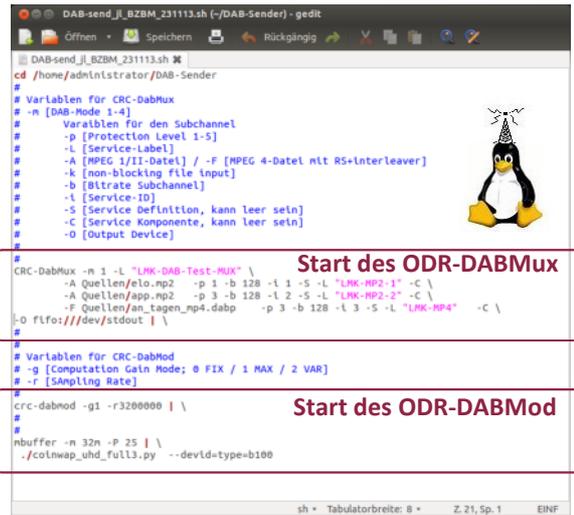
15. März 2017 - Ludwigshafen

► Linux-Skript für die ODR-mmbTools mit USRP

### ODR-mmbTools mit Linux-Skripten und Kommandozeilen-Befehlen



Landeszentrale für Medien und Kommunikation Rheinland-Pfalz



**Start des ODR-DABMux**

```
CRC-DabMux -m 1 -L "LMK-DAB-Test-MUX" \
-A Quellen/elo.mp2 -p 1 -b 128 -t 1 -s -L "LMK-MP2-1" -C \
-A Quellen/app.mp2 -p 3 -b 128 -t 2 -s -L "LMK-MP2-2" -C \
-F Quellen/an_tagen_mp4.dabp -p 3 -b 128 -t 3 -s -L "LMK-MP4" -C \
-O /dev/stdout | \
```

**Start des ODR-DABMod**

```
crc-dabmod -g1 -r3200000 | \
nbuffer -n 32n -P 25 | \
./colnwap_uhd_full3.py --devId=type=b100
```

viele Konfigurationsdateien

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**

**DAB-Basisband**

### VHF DAB-Sender

**Antenne**

**DAB-Bandpassfilter**

↑ DAB OFDM  
10-100 Watt RMS

**VHF-Linearendstufe**

↑ DAB OFDM  
1-10 mW RMS  
mit Board WBX

**USRP**

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

*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.		730 €
Rack/Netzteile/sonstiges		270 €

LAN 1 Gbit

**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](http://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

**DAB-/DRM+-Multiplex-Generator**

Audio-Interface/Processing → ODR-mmbTools (DAB-MUX und DAB-MOD, SPARK, DRM-MUX/MOD) → 1 Gbit LAN

*Dual-Core-PC mit Ubuntu/Linux*

**DAB-/DRM+-Sender VHF-Band III**

1 Gbit LAN → (USRP DAB-Modulator → 100W Verstärker → DAB-Maskenfilter) → K 12A DAB+

1 Gbit LAN → (USRP DRM+-Modulator → 10W Verstärker → Bandpass-filter) → K 11D DRM+

Joachim Lehnert, LMK 16

## MedienColloquium

15. März 2017 - Ludwigshafen

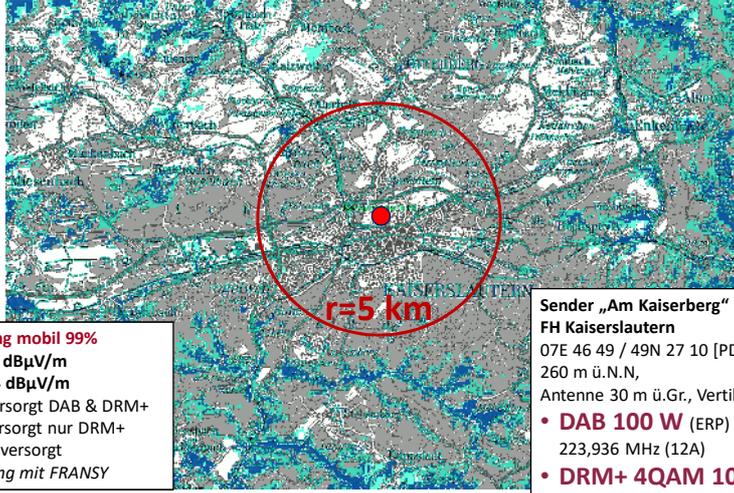


Landeszentrale für  
Medien und Kommunikation  
Rheinland-Pfalz

---

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

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



**r=5 km**

**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 Auswand 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](http://www.drm-radio-kl.eu)), z.B. durch das IRT in 2015/16



Joachim Lehnert, LMK

18

**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