

# EMV und ENAMS

## Hans-Jürgen DL7ATR

# Hans-Jürgen Bersch, DL 7 ATR

- Jahrgang 1954
- Funkamateurl seit 1972
- Rufzeichen DC1DU, DH7AFG, SO3ATR
- OVV G26 Rureifel, EMV Referent Distrikt G, Notfunkkreisbeauftragter StädteRegion Aachen
- Aktivitäten
  - KW, UHF, VHF
  - SSB, Digital Modes, Notfunk
  - Contest, Fieldday



# Agenda

- **EMV Referat**
- EMV Grundlagen
  - Europäische Regulierungen
  - Geltungsbereich
  - Internationale Normen
  - EMV Prüfungen
- Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV
- BEMFV
- ITU-R P.372-17
- ENAMS

<https://www.darc.de>

# EMV Referat

- **Aufgabe:**
  - **Hilfe zur Selbsthilfe**
  - **Unterstützung bei Störfällen**
  - **Unterstützung bei BEMFV Erklärung**
  - **Informationen zu aktuellen EMV Problemen auf der Distrikts Webseite**
  - **Monatliche Sprechstunde (Jeden 1. Donnerstag 19:00) auf „treff.darc.de“**
  - **3 OM's im Referat G**
    - **Manfred DH0KAI, Christian DM4KCS, Hans-J. DL7ATR**
  - **Freiwillige vor !!**

<https://www.darc.de>

# Agenda

- EMV Referat
- **EMV Grundlagen**
  - Europäische Regulierungen
  - Geltungsbereich
  - Internationale Normen
  - EMV Prüfungen
- Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV
- BEMFV
- ITU-R P.372-17
- ENAMS

<https://www.darc.de>

# Europäische Regulierung

- Produkte für den Europäischen Markt müssen den Europäischen Richtlinien entsprechen
- Wenn harmonisierte Normen für die Prüfung verwendet werden, besteht die Vermutung das das Produkt den Europäischen Richtlinien entspricht

– **New Approach**

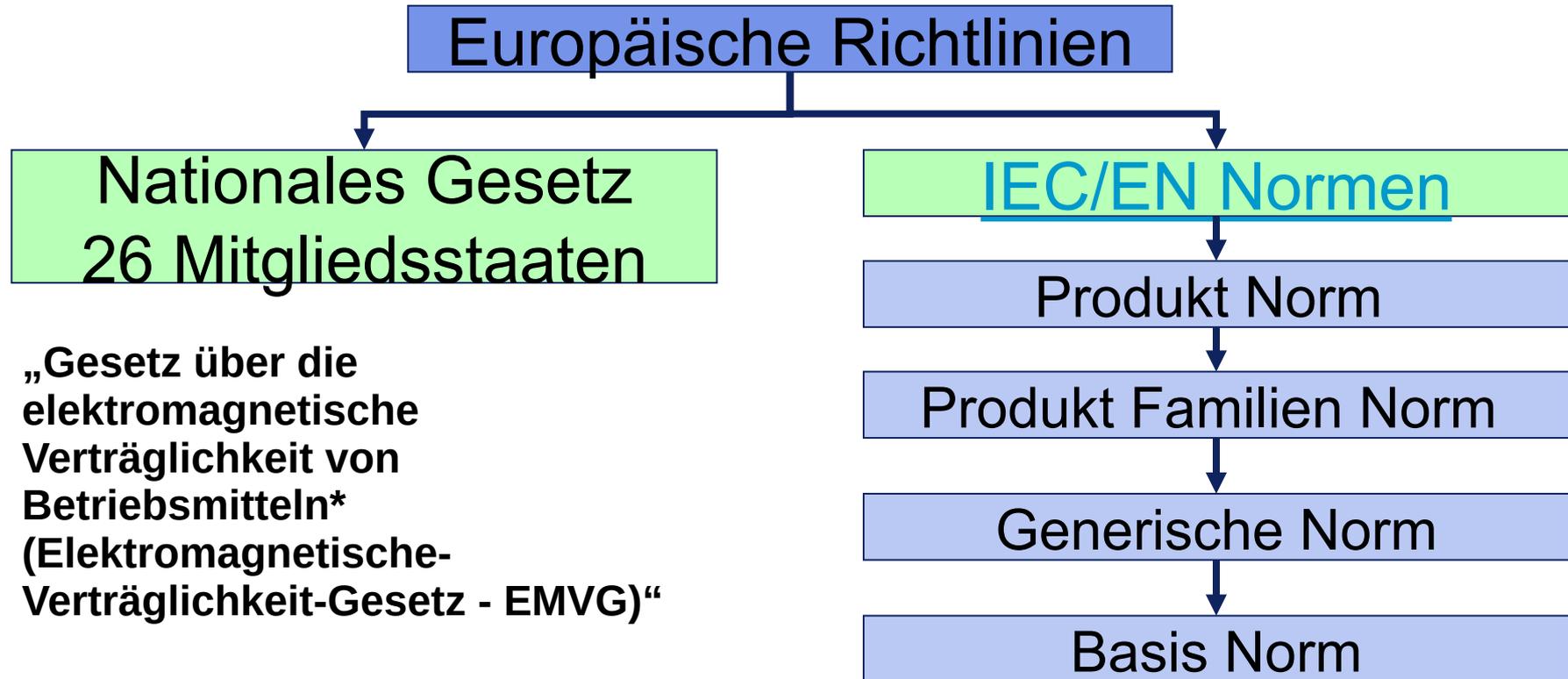


- CE Konformitätserklärung und das CE Zeichen sind vorgeschrieben

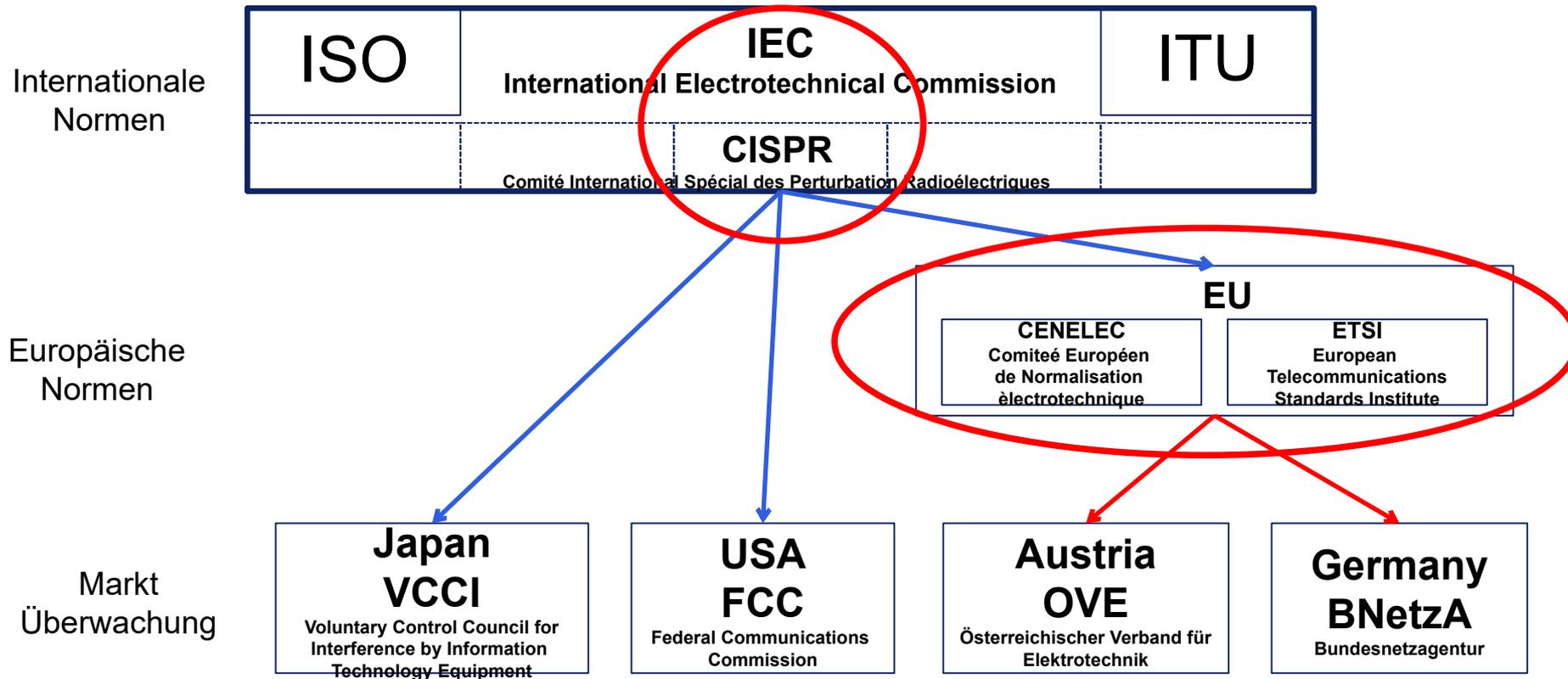
# Europäische Richtlinien

- **EMV Richtlinie 2014/30/EU**
  - „...Die Mitgliedstaaten sollten gewährleisten, dass Funkdienstnetze, einschließlich Rundfunkempfang und Amateurfunkdienst ..., Stromversorgungs- und Telekommunikationsnetze sowie die an diese Netze angeschlossene Geräte gegen elektromagnetische Störungen geschützt werden.“
- **ATEX Richtlinie 2014/34/EU**
  - „Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen..“
- **Niederspannungs Richtlinie 2014/35/EU**
  - „...gewährleisten, dass auf dem Markt befindliche elektrische Betriebsmittel den Sicherheitszielen entsprechen, die ein hohes Schutzniveau in Bezug auf die Gesundheit und Sicherheit von Menschen und Haus- und Nutztieren sowie in Bezug auf Güter garantieren ..“
- **Funkanlagen Richtlinie 2014/53/EU**
  - „ Wenn Geräte zum Zweck der Kommunikation oder der Ortung bestimmungsgemäß Funkwellen ausstrahlen oder empfangen, dann liegt eine systematische Nutzung von Funkfrequenzen vor. Damit die Funkfrequenzen effizient genutzt werden und keine funktechnischen Störungen verursacht werden, sollten sämtliche derartigen Geräte von dieser Richtlinie erfasst werden.“
- **RoHS Richtlinie 2011/65/EU**
  - “.. Diese Richtlinie legt Bestimmungen für die Beschränkung der Verwendung von gefährlichen Stoffen in Elektro- und Elektronikgeräten fest, um einen Beitrag zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt einschließlich der umweltgerechten Verwertung und Beseitigung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten zu leisten.”
- **Maschinen Richtlinie 2006/42/EU**
  - „... die Sicherheit und die Gesundheit von Personen, insbesondere von Arbeitnehmern und Verbrauchern, und gegebenenfalls von Haustieren und Sachen, insbesondere in Bezug auf Risiken beim Umgang mit Maschinen, zu gewährleisten.“

# Harmonisierte Normen



# Internationale Normung



# Geltungsbereich der EMV Richtlinie

- **„Betriebsmittel“**: ein Gerät oder eine ortsfeste Anlage;
- **„Gerät“**: ein fertiger Apparat oder eine als Funktionseinheit auf dem Markt bereitgestellte Kombination solcher Apparate, der bzw. die für Endnutzer bestimmt ist und elektromagnetische Störungen verursachen kann oder dessen bzw. deren Betrieb durch elektromagnetische Störungen beeinträchtigt werden kann;
- **„Bauteile“** oder **„Baugruppen“**, die dazu bestimmt sind, vom Endnutzer in ein Gerät eingebaut zu werden, und die elektromagnetische Störungen verursachen können oder deren Betrieb durch elektromagnetische Störungen beeinträchtigt werden kann;

# EMV Prüfung

Europe	US	Asia
European Directive	FCC	National Regulations
National Law's		

**Elektromagnetische  
Verträglichkeit  
EMC**

**Störaussendung  
EMI  
Messempfänger**



**Störfestigkeit  
EMS  
Generator /  
Verstärker**

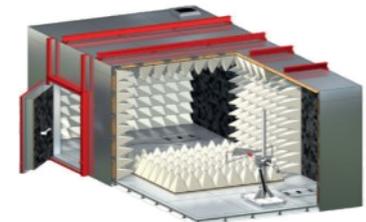
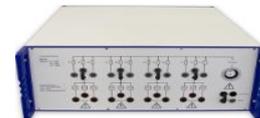


**Leitungsgeführt**

**Gestrahlt**

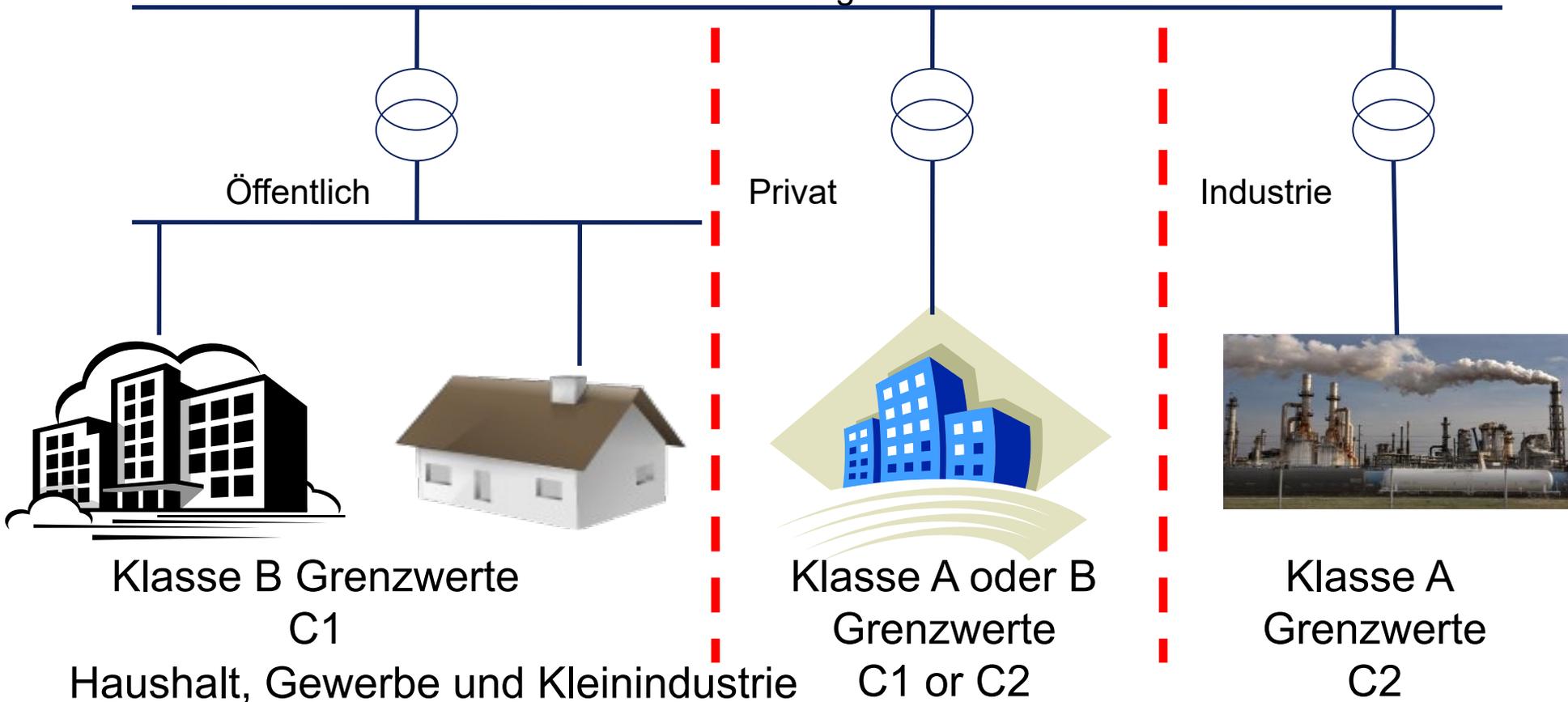
**Leitungsgeführt**

**Gestrahlt**

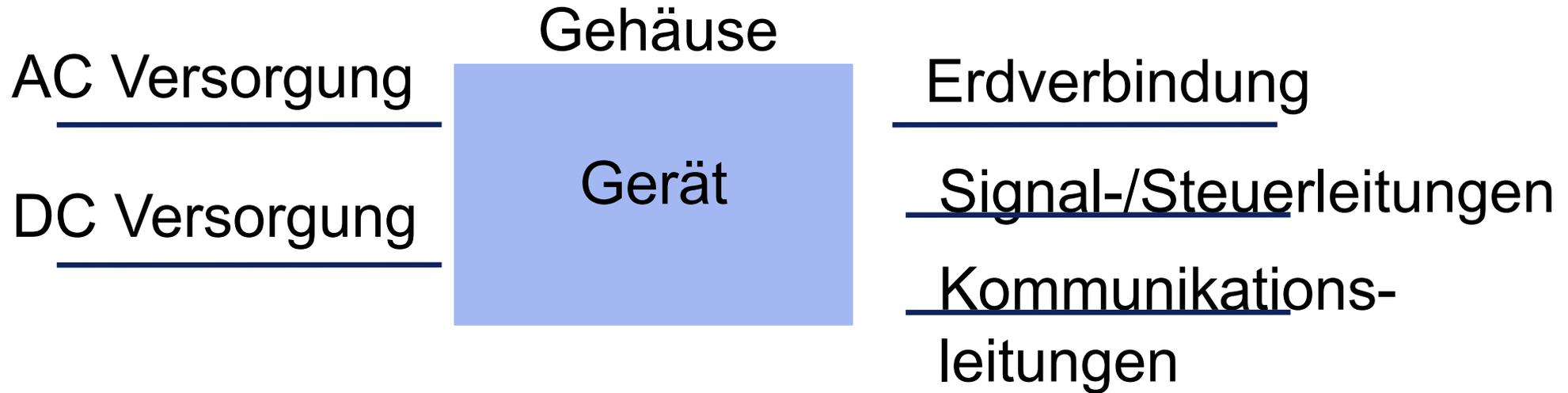


# EMV Umgebung

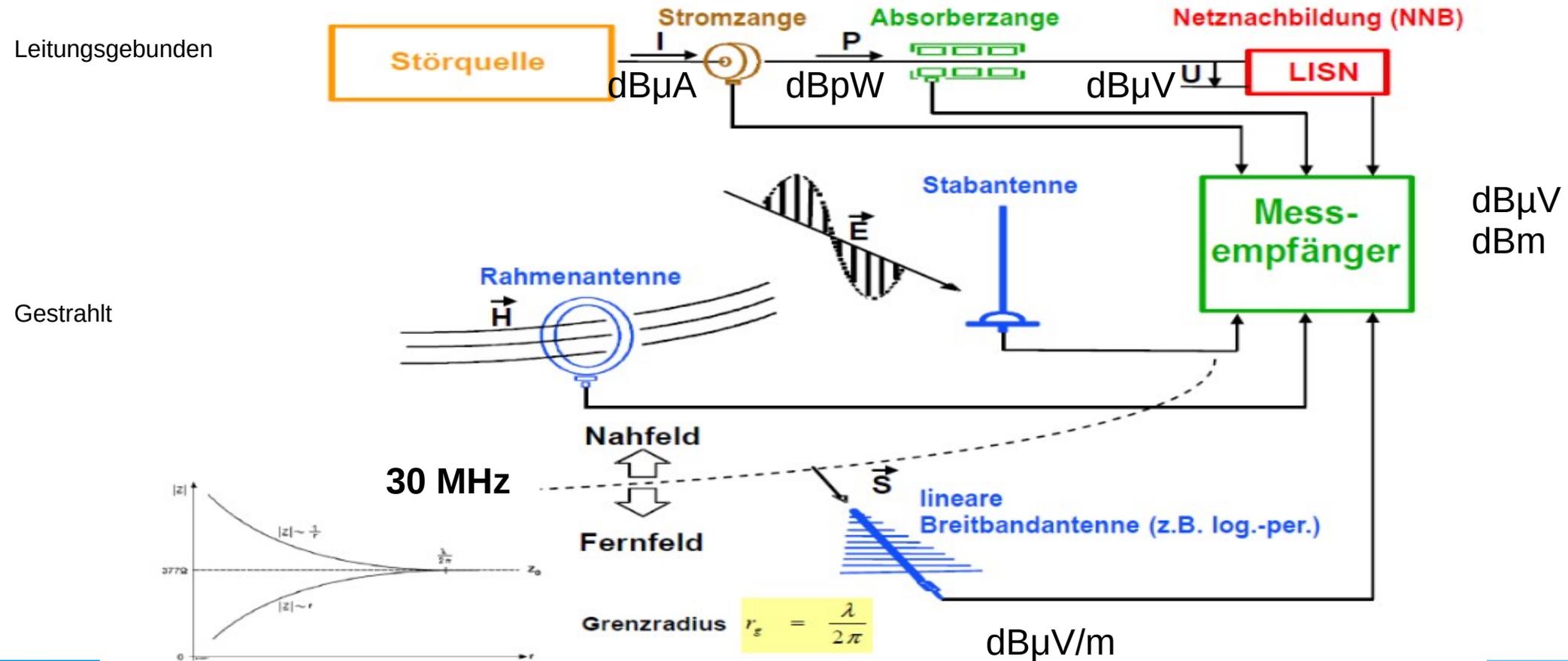
10 kV ≥ Voltage ≤ 50 kV



# Störaussendung EMI



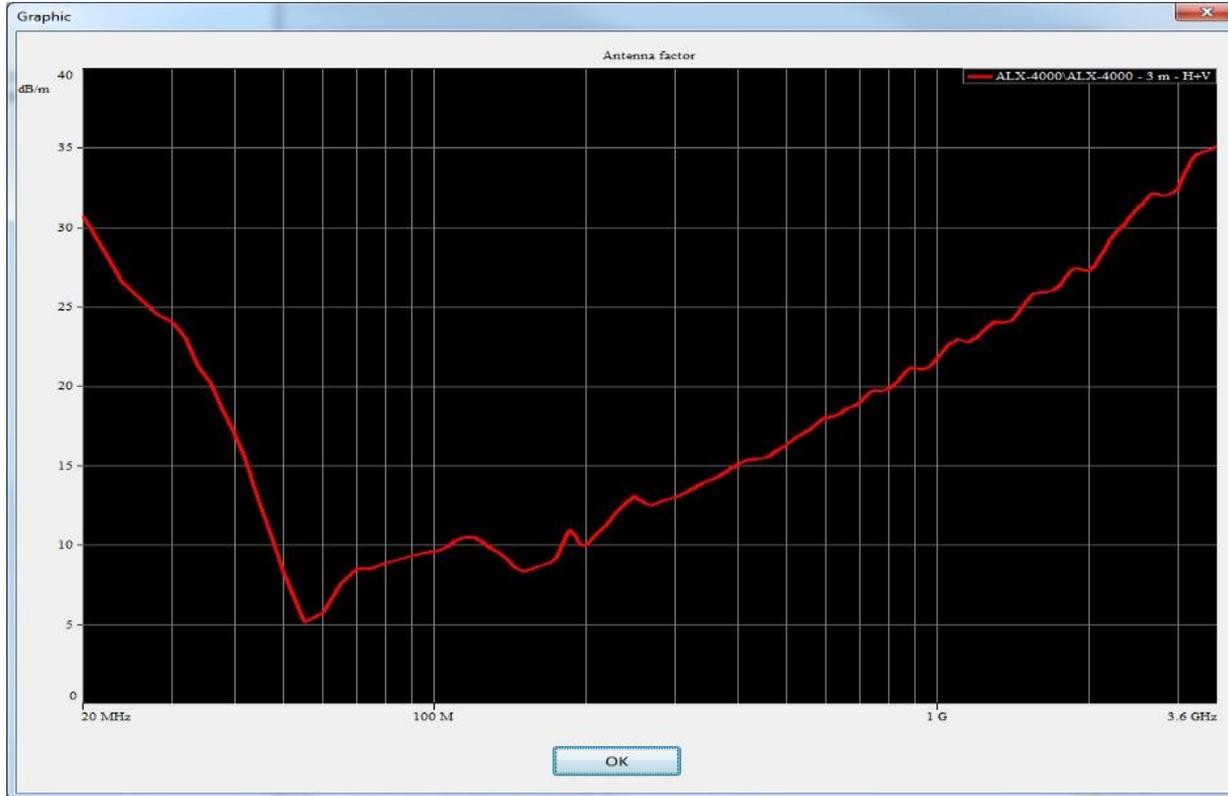
# Störaussendung EMI



# Antennen Faktor

Correction Factor

$$\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} = \text{dB}\mu\text{V} + \text{AF}$$



$$AF = \sqrt{\left(\frac{4\pi}{G_r} \frac{Z_0}{\lambda^2 Z_i}\right)} \quad [1/\text{m}]$$

$G_r$  = Gewinn der Empfangsantenne

$\lambda$  = Wellenlänge

$Z_0$  = Feldwiderstand des freien Raums  $\sim 377 \Omega$

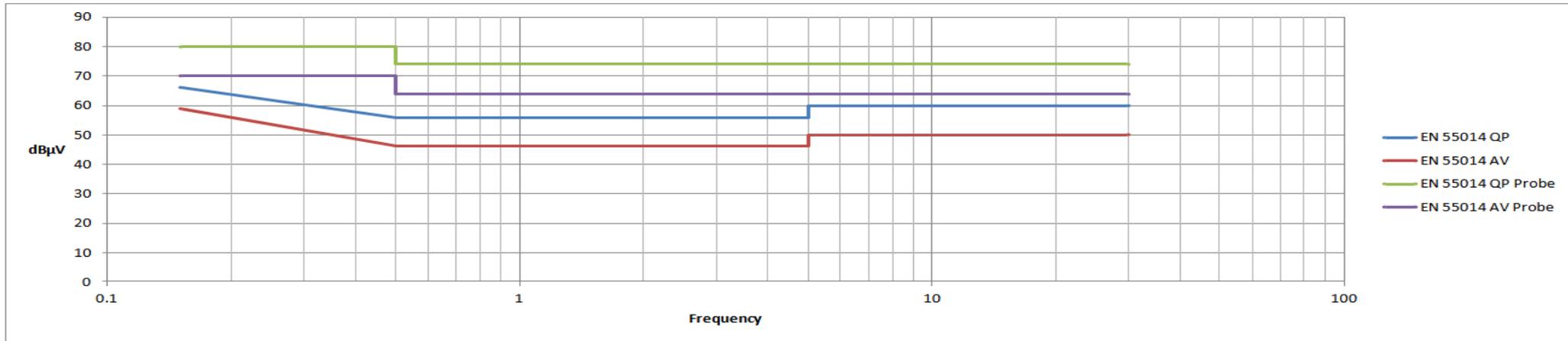
$Z_i$  = Fußpunktimpedanz der Antenne

# IF Bandbreite

Band	Frequency Range	6 dB Bandwidth $B_6$
A	9 kHz – 150 kHz	200 Hz
B	150 kHz – 30 MHz	9 kHz
C and D	30 MHz – 1 GHz	120 kHz
E	1 GHz – 18 GHz	1 MHz

# Grenzwerte 0.15 – 30.0 MHz

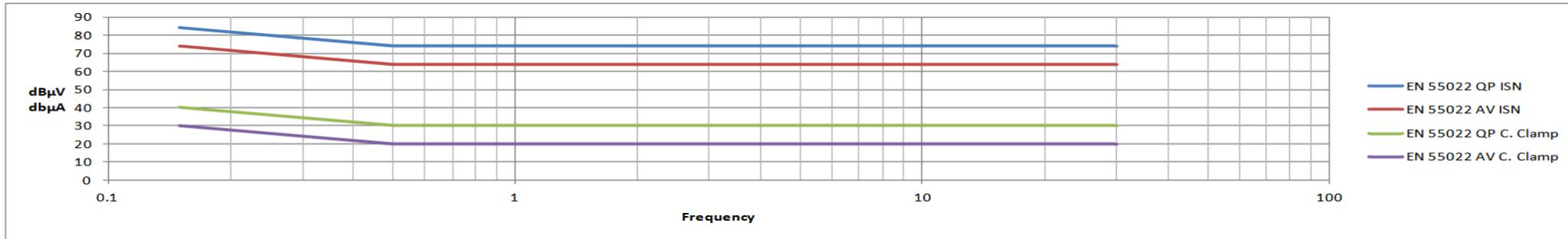
- Versorgungsleitungen mit LISN
- Lastausgänge mit Tastkopf



Frequency Range MHz	Supply Lines		Load Output Lines	
	QP [dBµV]	AV [dBµV]	QP [dBµV]	AV [dBµV]
0.15 – 0.50	66 - 56	59 - 46	80	70
0.50 – 5.00	56	46	74	64
5.00 – 30.00	60	50	74	64

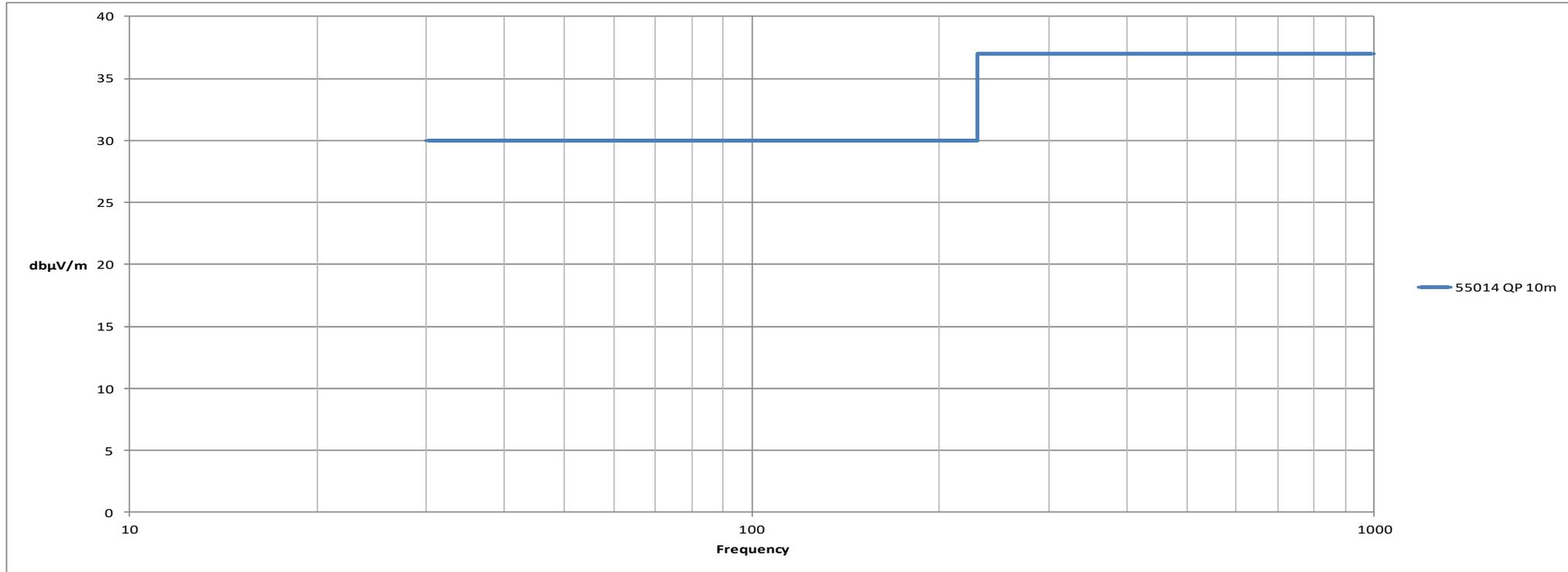
# Grenzwerte 0.15 – 30.0 MHz

- Kommunikations-, Signal- und Steuerleitungen mit ISN oder Stromzange



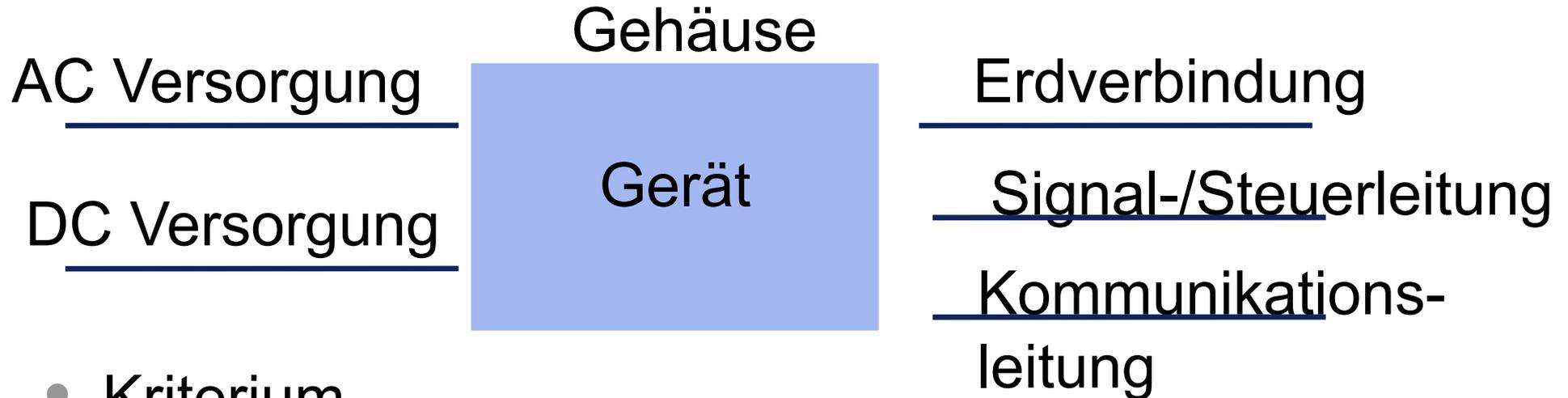
Frequency Range MHz	Communication Lines			
	QP [dBµV]	AV [dBµV]	QP [dBµA]	AV [dBµA]
0.15 – 0.50	84 - 74	74 - 64	40 - 30	30 - 20
0.50 – 30.00	74	46	30	20

# Radiated Emission 30 – 1000 MHz



Frequency Range	10m Distance
MHz	QP [dBµV/m]
30 – 230	30
230 – 1000	37

# Störfestigkeit EMS



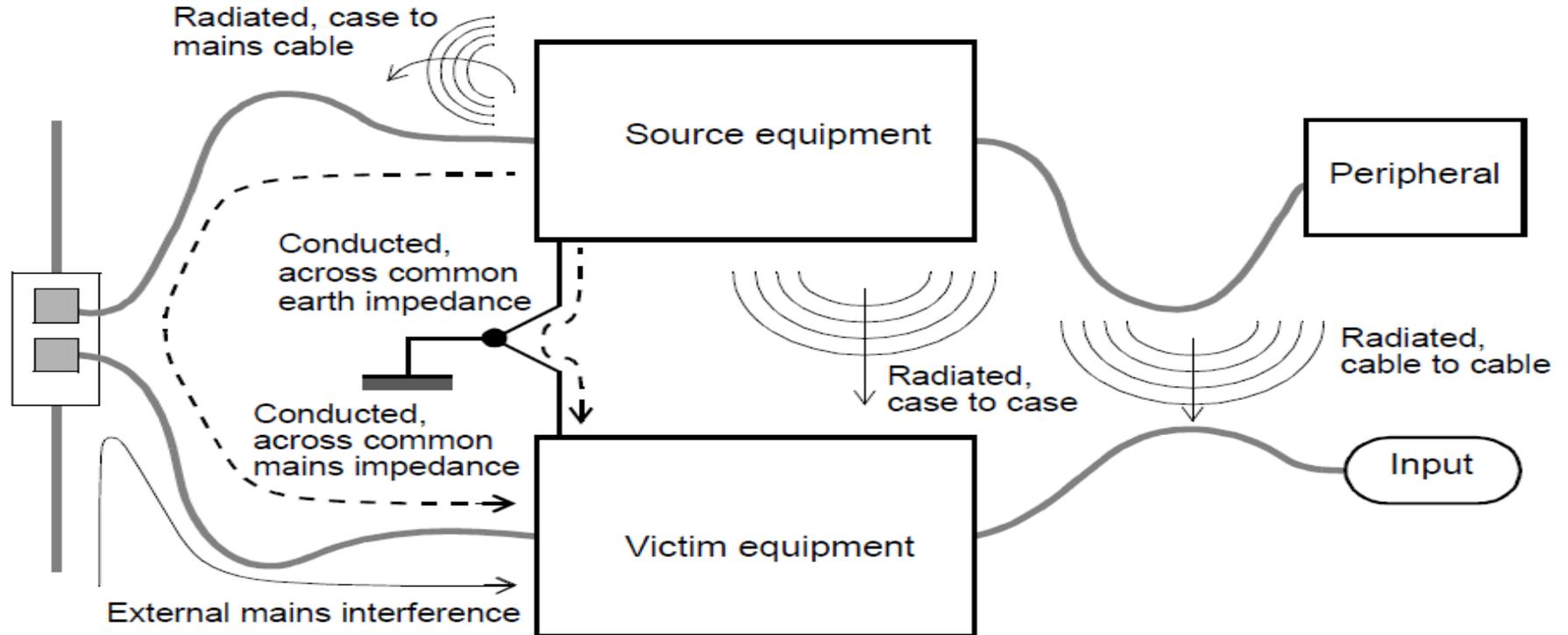
- Kriterium
  - A: Keine Auswirkung
  - B: Keine Auswirkung
  - C: Kein Defekt, Temporäre Fehlfunktion



# EMV Zusammenhänge



# EMV Zusammenhänge



# Agenda

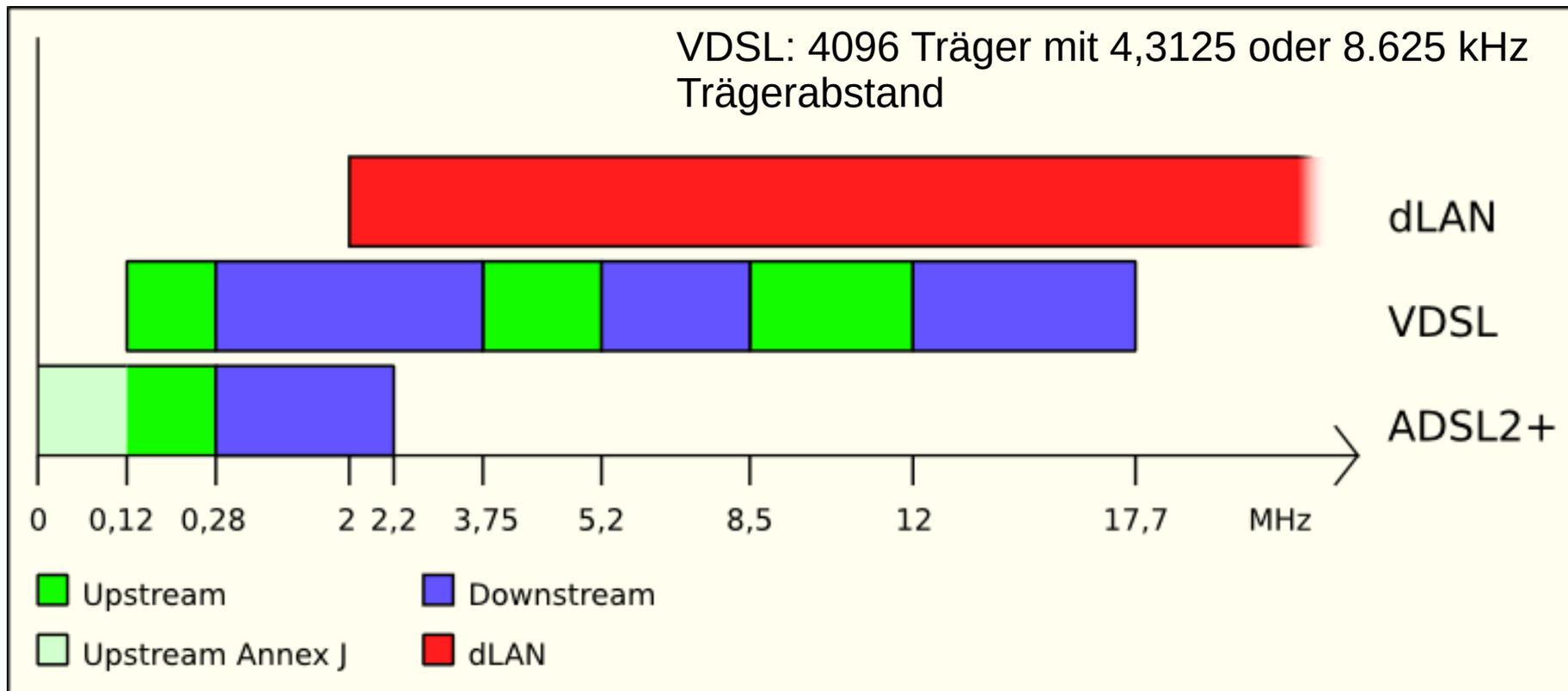
- EMV Referat
- EMV Grundlagen
  - Europäische Regulierungen
  - Geltungsbereich
  - Internationale Normen
  - EMV Prüfungen
- **Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV**
- BEMFV
- ITU-R P.372-17
- ENAMS

<https://www.darc.de>

# Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV

- Verordnung zum Schutz von
  - Sende- und Empfangsfunkanlagen die zu **Sicherheitszwecken** betrieben werden
  - Öffentlichen Telekommunikationsnetzen
- **Die Frequenzen des Amateurfunkdienstes sind nicht in der SchuTSEV enthalten !!!**
- „Störaussendungen“ sind von einem leitungsgeführten elektrischen Nutzsignal verursachte elektromagnetische Energieanteile, die den Leiter durch Induktion, Influenz oder Strahlungskopplung unerwünscht verlassen und den Funkverkehr störend beeinträchtigen können.

# Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV



Frequenzbereich in MHz			
2,850	–	3,155	Flugfunk
3,400	–	3,500	Flugfunk
3,800	–	3,950	Flugfunk
4,650	–	4,850	Flugfunk
5,450	–	5,730	Flugfunk
6,525	–	6,765	Flugfunk
8,815	–	9,040	Flugfunk
10,005	–	10,100	Flugfunk
11,175	–	11,400	Flugfunk
13,200	–	13,360	Flugfunk
15,010	–	15,100	Flugfunk
17,900	–	18,030	Flugfunk
21,924	–	22,000	Flugfunk
23,200	–	23,350	Flugfunk
30,350	–	30,750	MIL
34,350	–	35,810	BOS
38,450	–	39,850	BOS
43,300	–	45,250	MIL
46,000	–	47,000	MIL
74,205	–	77,485	BOS, Flugnavigationsfunk
84,005	–	87,265	BOS
108,000	–	137,000	Flugfunk, Flugnavigationsfunk
138,000	–	144,000	Flugfunk
165,200	–	165,700	BOS
167,550	–	169,390	BOS
169,800	–	170,300	BOS
172,150	–	173,990	BOS
240,250	–	270,25	Flugfunk
275,250	–	285,25	Flugfunk
290,250	–	301,25	Flugfunk
306,250	–	318,25	Flugfunk
328,250	–	345,25	Flugnavigationsfunk, Flugfunk
355,250	–	399,90	BOS, Flugfunk
443,59375	–	444,96875	BOS
448,59375	–	449,96875	BOS

# Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV

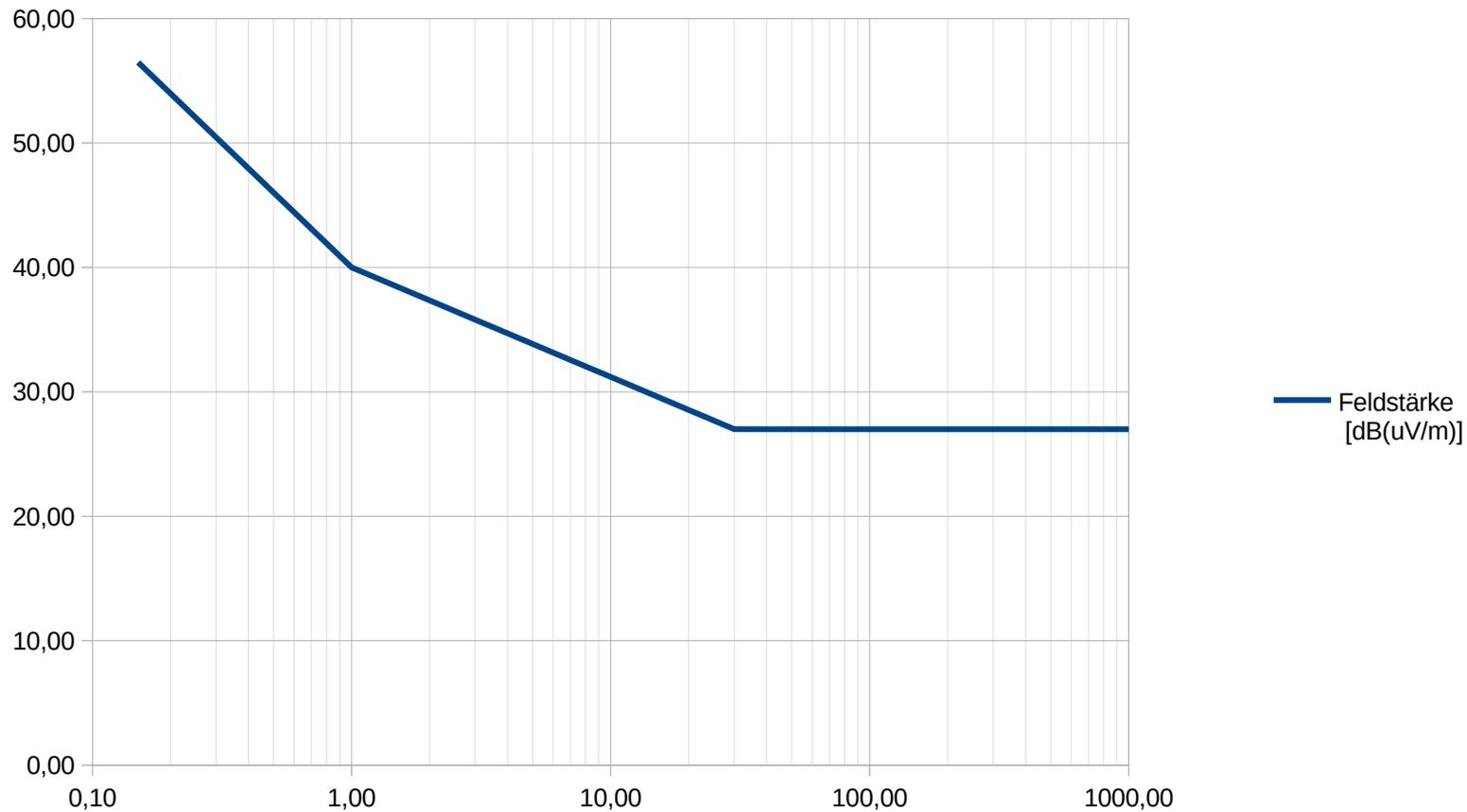
	Frequenz im Bereich		Grenzwert der Störfeldstärke (Spitzenwert der elektrischen Feldstärke in 3 m Abstand in dB[ $\mu$ V/m])	Messbandbreite
1.	9 bis	150 kHz	$40 - 20 \times \log_{10}(f/\text{MHz})$	200 Hz
2.	>150 bis	1 000 kHz	$40 - 20 \times \log_{10}(f/\text{MHz})$	9 kHz
3.	> 1 bis	30 MHz	$40 - 8,8 \times \log_{10}(f/\text{MHz})$	9 kHz
4.	> 30 bis	108 MHz	27 <sup>1)</sup>	120 kHz
5.	>108 bis	144 MHz	18 <sup>2)</sup> (27 <sup>1)</sup> )	120 kHz
6.	>144 bis	230 MHz	27 <sup>1)</sup>	120 kHz
7.	>230 bis	400 MHz	18 <sup>2)</sup> (27 <sup>1)</sup> )	120 kHz
8.	>400 bis	1 000 MHz	27 <sup>1)</sup>	120 kHz
9.	> 1 bis	3 GHz	40 <sup>3)</sup>	1 MHz

1) Dies entspricht einer äquivalenten Strahlungsleistung von 20 dB(pW).

2) Der Wert von 18 dB( $\mu$ V/m) gilt nur für breitbandige, digitale leitergebundene (Rundfunk-)Signale. Für alle anderen Signale beträgt dieser Wert 27 dB( $\mu$ V/m).

3) Dies entspricht einer äquivalenten Strahlungsleistung von 33 dB(pW).

# Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV



# Agenda

- EMV Referat
- EMV Grundlagen
  - Europäische Regulierungen
  - Geltungsbereich
  - Internationale Normen
  - EMV Prüfungen
- Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV
- **BEMFV**
- ITU-R P.372-17
- ENAMS

<https://www.darc.de>

# BEMFV

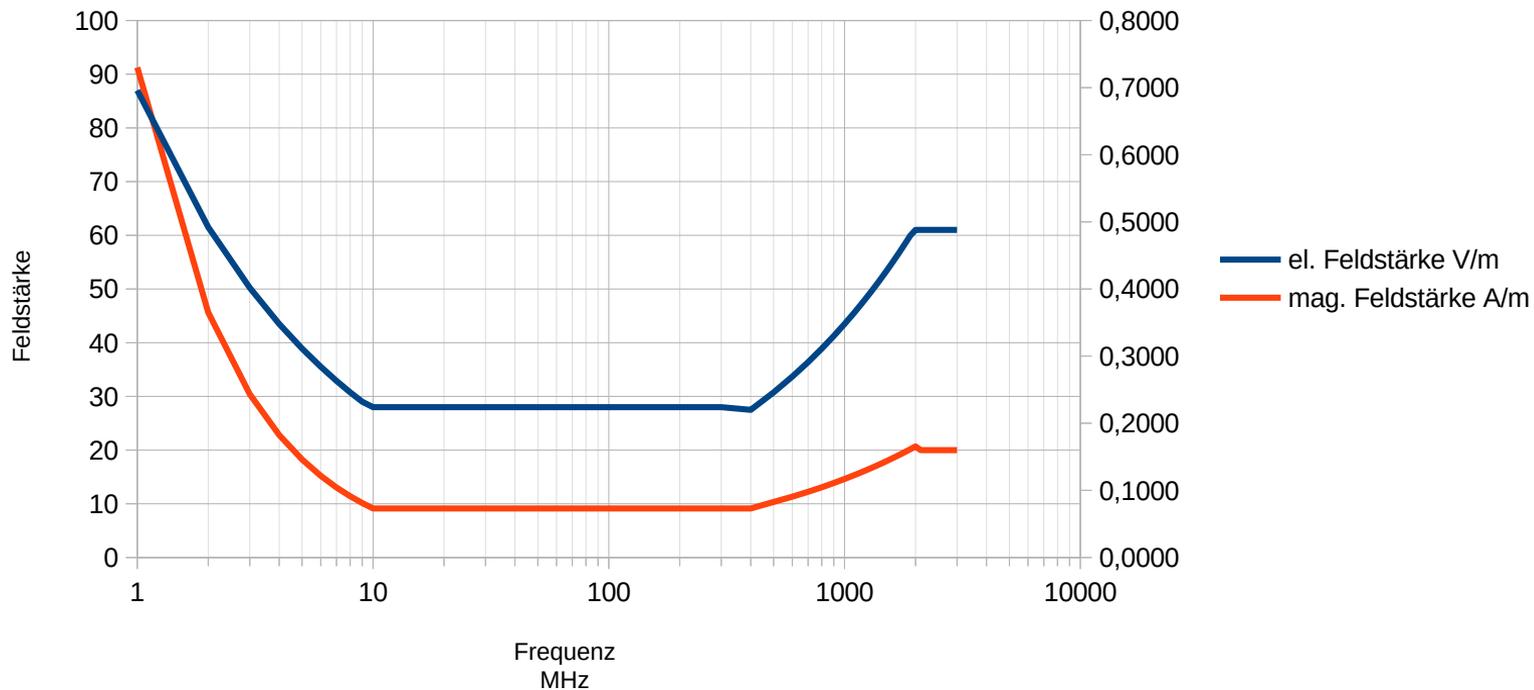
- Nachweisverfahren zur Gewährleistung des Schutzes von Personen in den durch den Betrieb von ortsfesten Funkanlagen entstehenden elektromagnetischen Feldern.
- Zur Begrenzung der elektromagnetischen Felder (EMF) von ortsfesten Funkanlagen sind für den Frequenzbereich 9 Kilohertz bis 300 Gigahertz die folgenden Werte als Grenzwerte einzuhalten:
  - 1. Die in der geltenden Fassung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV - festgesetzten Grenzwerte und
  - 2. Für den Frequenzbereich 9 Kilohertz bis 50 Megahertz zusätzlich die zulässigen Werte für aktive Körperhilfen nach DIN EN 50527-1 und DIN EN 50527-2-1

<https://www.darc.de>

# BEMFV

## Personenschutzwerte

26. BImSchV



[www.darc.de](http://www.darc.de)

# BEMFV

- Funkamateure müssen eine „Selbsterklärung“ nach BEMFV erstellen bei einer Sendeleistung von  $>10\text{W}$  EIRP.
- **Achtung:** Sind am Standort der Amateurfunkanlage andere feste Funkanlagen die eine Standortbescheinigung benötigen und die Sicherheitsbereiche der Funkanlagen überschneiden sich mit dem Sicherheitsbereich der Amateurfunkanlage, muss die Amateurfunkanlage in die Standortbescheinigung aufgenommen werden.
- Jeder Änderung der AFU Anlage erfordert dann eine neue Standortbescheinigung

<https://www.darc.de>

# Agenda

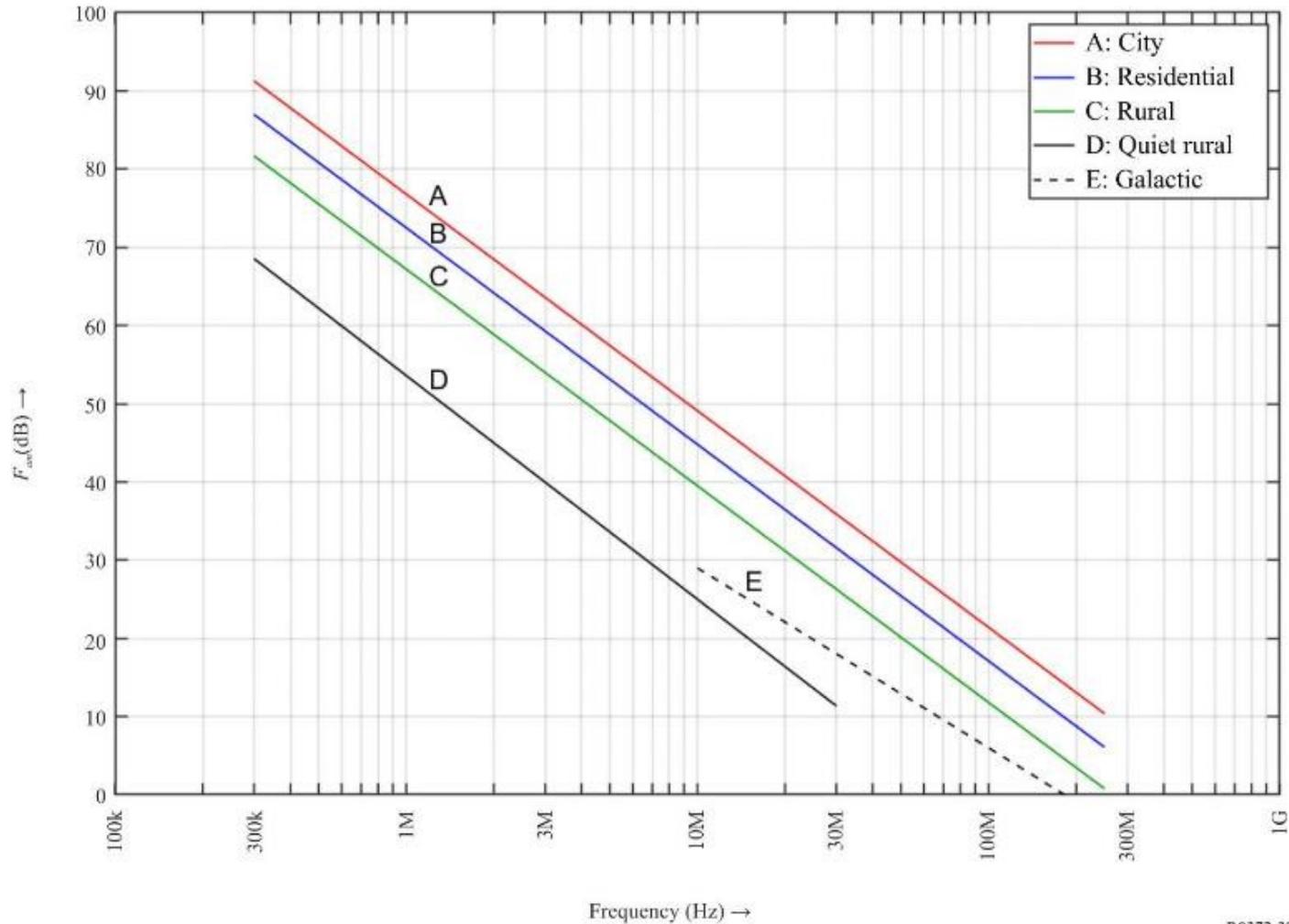
- EMV Referat
- EMV Grundlagen
  - Europäische Regulierungen
  - Geltungsbereich
  - Internationale Normen
  - EMV Prüfungen
- Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV
- BEMFV
- **ITU-R P.372-17**
- ENAMS

<https://www.darc.de>

# ITU-R P.372-17

- „Recommendation ITU-R P.372 provides information on the background level of radio noise in the frequency range from 0.1 Hz to 100 GHz“
- Quellen können sein :
  - Blitze , Atmosphärische Gase, Wolken, Regen, Erdoberfläche,
  - Galaxis, Man-made Quellen
- Die ITU-R P.372 ist **keine** Norm mit Grenzwerten, sondern beschreibt zu erwartende Mittelwerte für das Hintergrundrauschen

### Median values of man-made noise power for a short vertical lossless grounded monopole antenna



# ITU-R P.372-17

- Ländlich (rural)
  - Ländliches Kleinsiedlungsgebiet mit Wohngebäuden und Mietshäusern und Selbstversorgung durch gartenbauliche Nutzung und Kleintierhaltung.
- Wohngebiet (residential)
  - Reines Wohngebiet. Andere Nutzungen sind sehr eingeschränkt. Außer Wohngebäuden sind der Versorgung des Gebietes dienende Läden und Gaststätten sowie nicht störende Handwerksbetriebe zulässig.
- Städtisch (city)
  - Mischgebiet mit den Nutzungsarten Wohnen und Gewerbebetriebe gleichberechtigt nebeneinander.

# ITU-R P.372-17

- Der DARC stellt für die Überprüfung das Programm „QRM-Estimator“ zur Verfügung

QRM Estimator

# Agenda

- EMV Referat
- EMV Grundlagen
  - Europäische Regulierungen
  - Geltungsbereich
  - Internationale Normen
  - EMV Prüfungen
- Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV
- BEMFV
- ITU-R P.372-17
- **ENAMS**

<https://www.darc.de>

# Was ist ENAMS ?

- **ENAMS** ist ein Überwachungssystem für das Hintergrundrauschen ( **E**lectrical **N**oise **A**rea **M**easurement **S**ystem)
- ITU-P372
- 54 Stationen in Deutschland
- 16 Stationen in 7 anderen Ländern
- Österreich, Schweiz, Frankreich, Belgien, Großbritannien, USA, Neuseeland, Antarktis
- Betriebsdauer >>5 Jahre
- Gefördert aus den Mitteln der Mitgliedschaft „Pro“

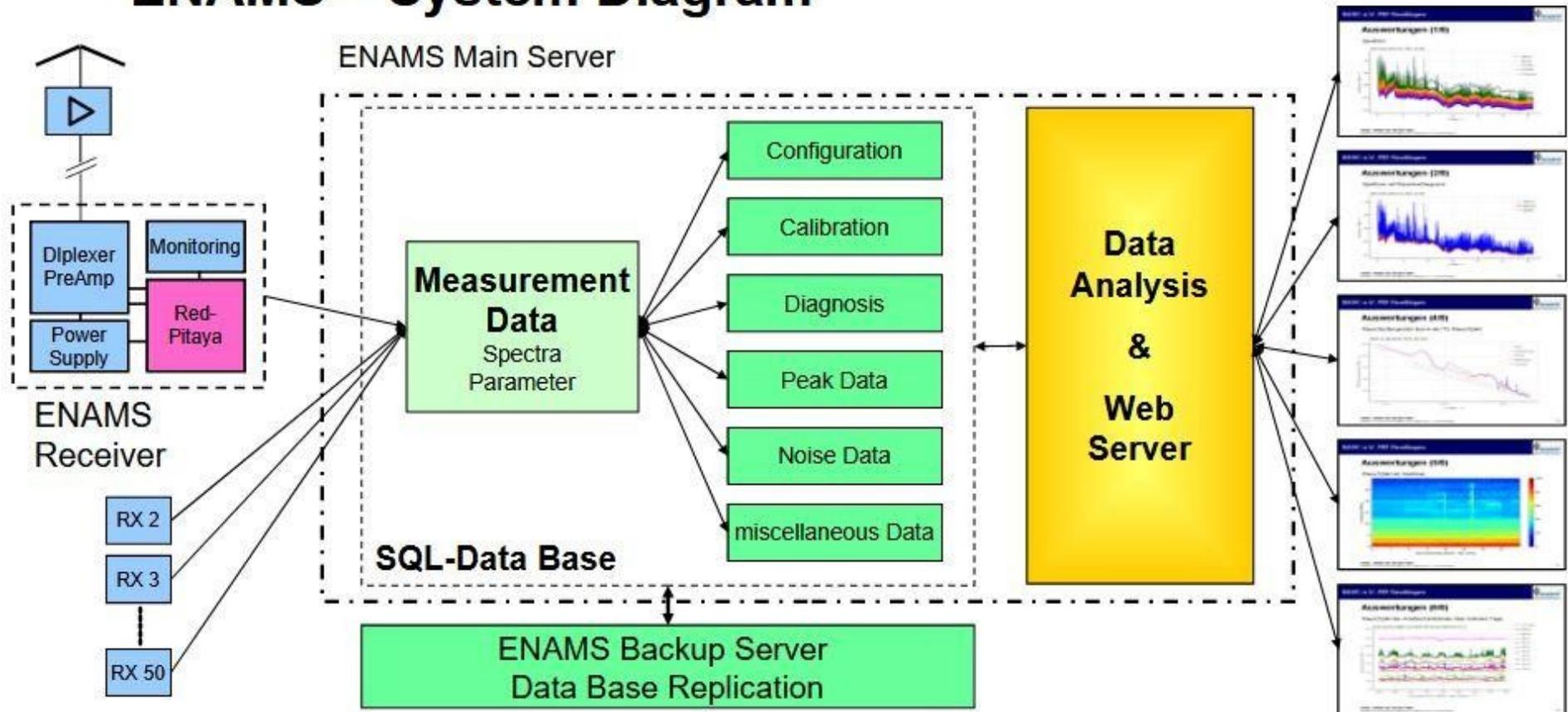
# Was ist ENAMS ?

## Spezifikation

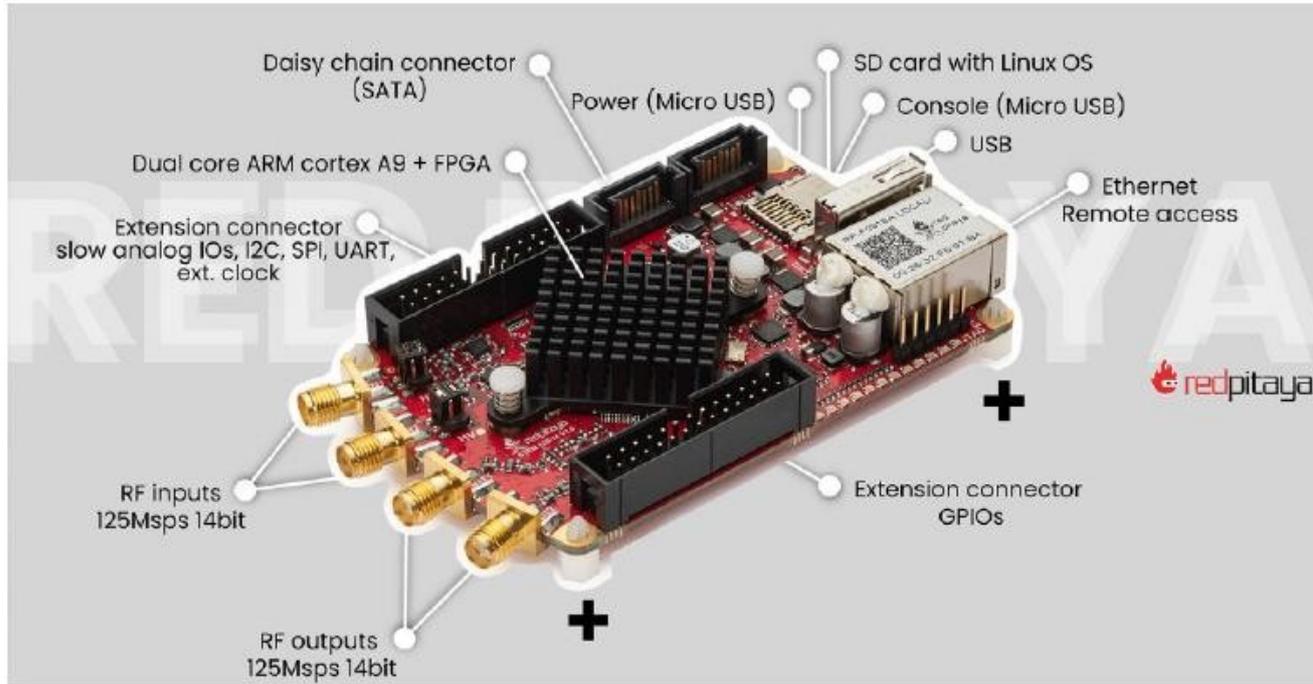
- Frequenzbereich: 66 kHz bis 31 MHz
- Grundrauschen: < ITU-P372 rural
- Auflösebandbreite: 305 Hz
- Detektoren: RMS und Peak (B=10 kHz)
- 144 Messungen / Tag, alle 10 Minuten eine Messung
- Daten: 36 MB / Station / Tag

# Was ist ENAMS ?

## ENAMS – System Diagram



# Was ist ENAMS ?



## Characteristics:

Processor	Dual-Core ARM Cortex-A9
FPGA	Xilinx Zynq 7010
RAM	512MB (4Gb)
System memory	Micro SD up to 32GB

## RF inputs

Channels	2
Sample rate	125MS/s
ADC resolution	14bit
Full voltage range	+1V / +20V
Input coupling	DC
Bandwidth	DC-60MHz

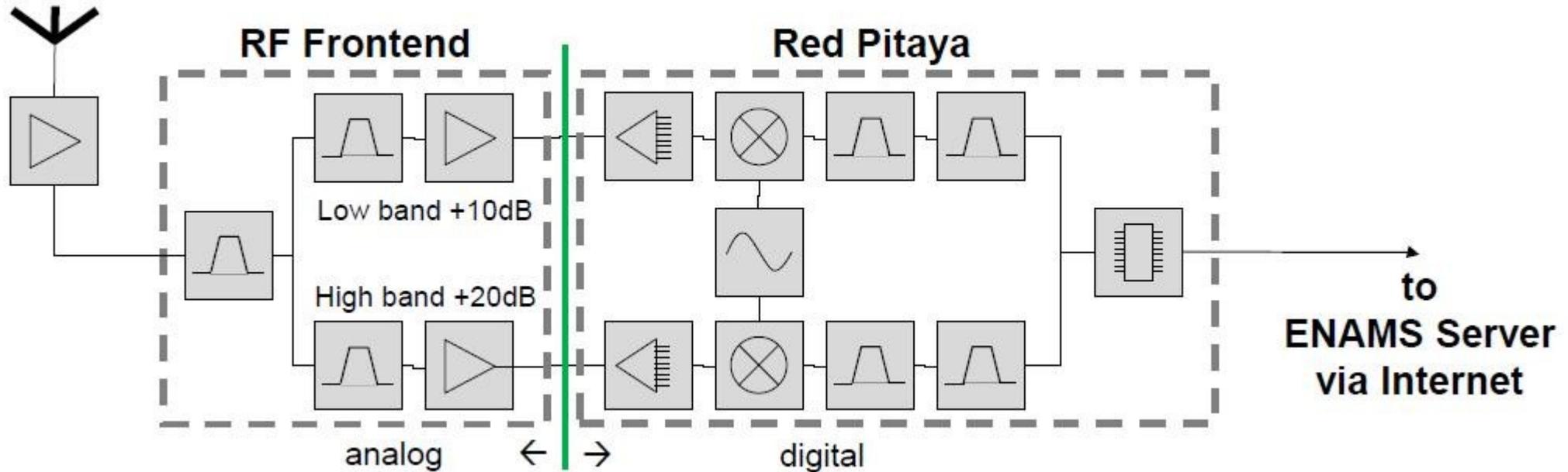
## RF outputs

Channels	2
Sample rate	125MS/s
DAC resolution	14 bit
Full voltage range	+1V
Load impedance	50 ohm
Shortcut protection	Yes
Rising/falling time	2V / 10ns
Bandwidth	DC – 50MHz

DL6SES, Dipl.-Ing. Klaus Eichel, DG8AL, Dr. Andreas Lock, January 2025

# ENAMS Empfänger

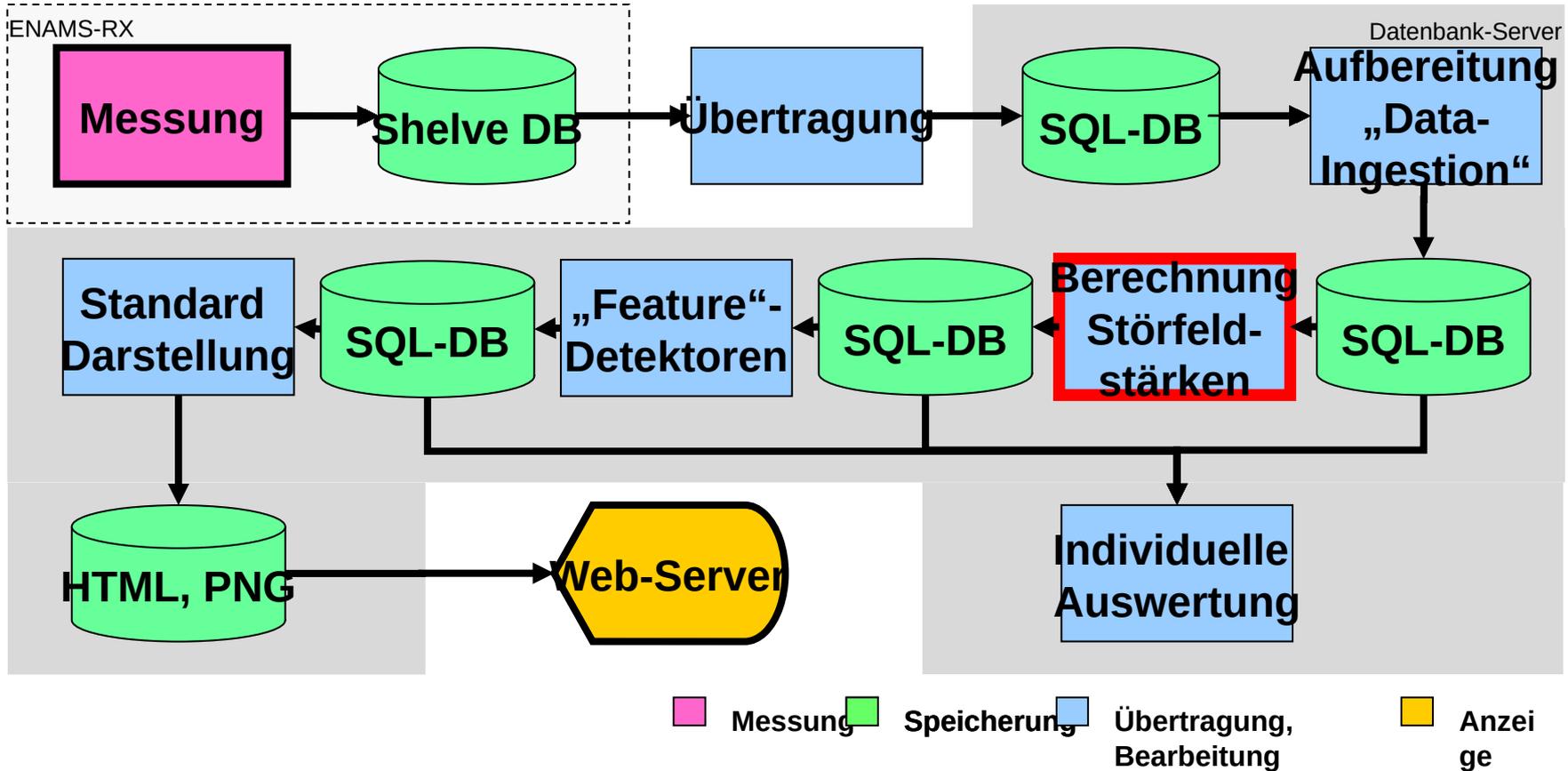
Only the signal path is shown:



# Was ist ENAMS ?



# ENAMS Datenfluss



# ENAMS Auswertung

- Daten Auswertung soll für mehrere Zielgruppen erfolgen
- Funkamateure
  - Störpegel in den Amateurfunkbändern
- Behörden, z.B. BNetzA
  - Darstellung wie für Funkamateure
  - Störfeldstärken in dBm/m und dB $\mu$ V/m
- Forschungsinstitute
- Funkdienste
- Politiker

Quelle: <https://enams.de/index.php/de/auswertung>

# ENAMS Auswertung

- <http://enams.de/index.php/diagramme-auswertung>

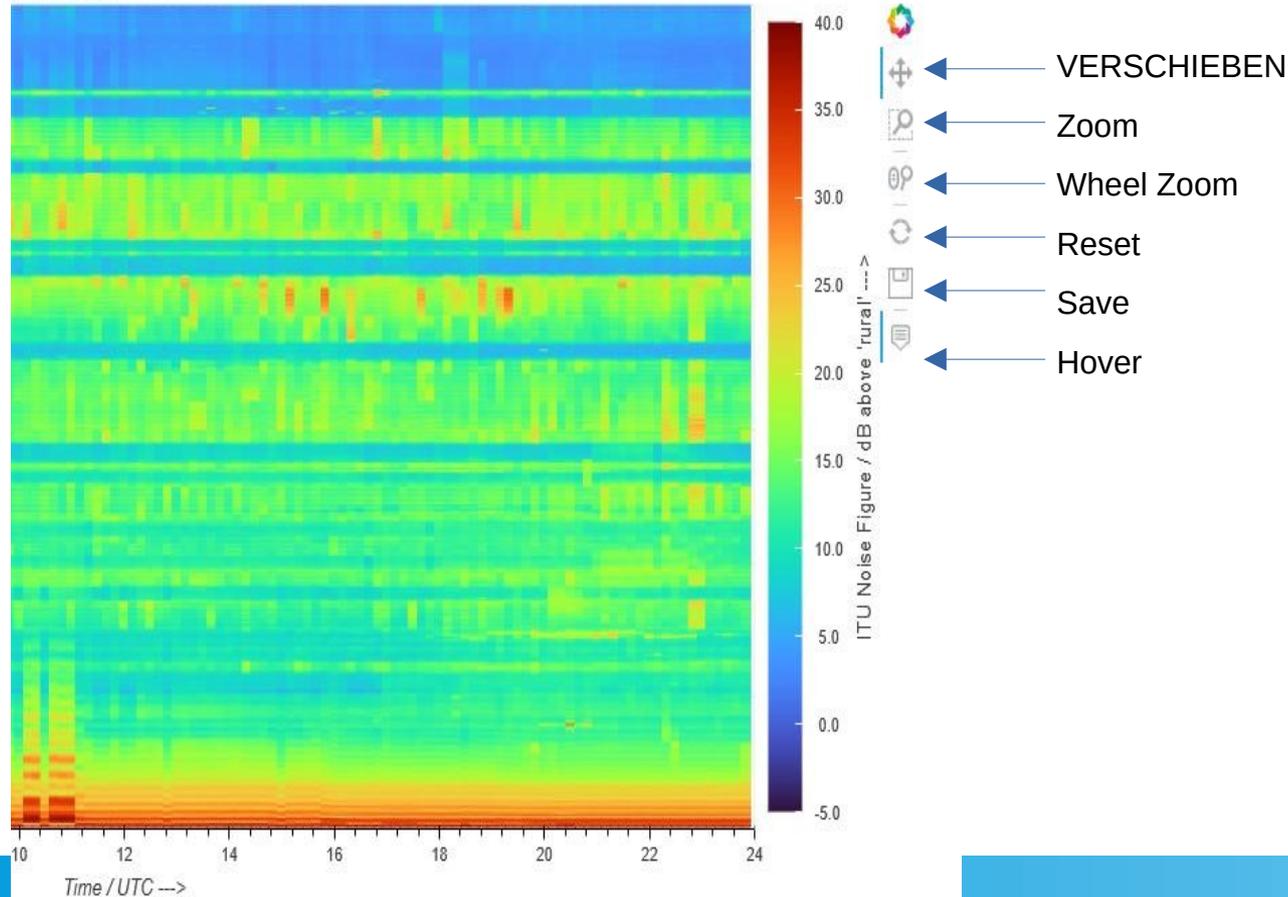


The screenshot shows the ENAMS evaluation interface. At the top left is the DARC logo, which consists of a diamond shape containing the letters 'D', 'A', 'R', and 'C' around a central antenna symbol, followed by the text 'DARC' in a stylized blue font. Below the logo is the text 'Deutscher Amateur-Radio-Club e.V. Bundesverband für Amateurfunk in Deutschland'. To the right of the logo is a search bar with the placeholder text 'Suchen...'. Below the logo and search bar is a navigation menu with the following items: 'HOME', 'Was ist ENAMS', 'Veröffentlichungen', 'das Team', 'Auswertung', 'Diagramme Auswertung' (highlighted in blue), and 'DARC e.V.'. Below the navigation menu is a settings icon (a gear with a downward arrow). Below the settings icon is the instruction 'Bitte ENAMS "Standort --> Datum --> Auswerte Art " wählen.' followed by the English translation 'Select ENAMS "Place --> Date --> evaluating type " please.'. Below the instruction are three dropdown menus: 'Standort' with the value 'Bonn-040 in G(Typ:re)', 'Datum' with a blank value, and 'Auswertung' with a blank value.



# ENAMS Auswertung

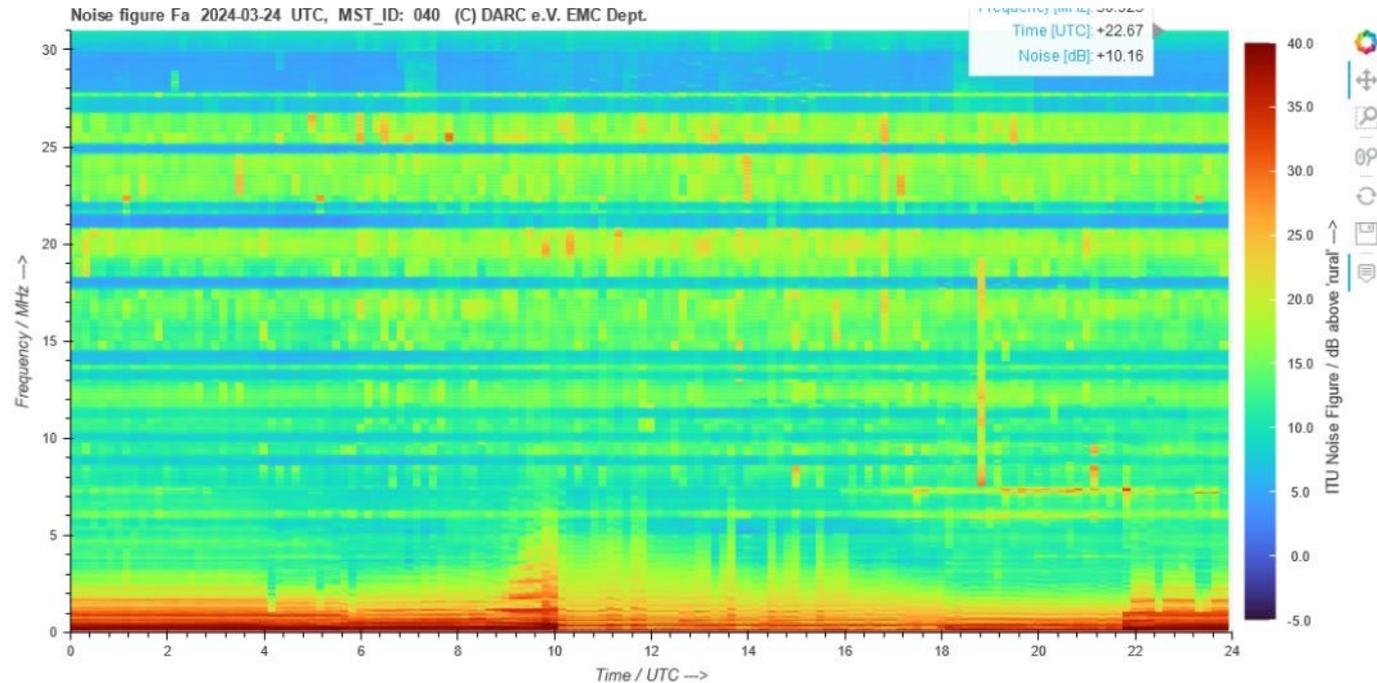
v. EMC Dept.



# Daten Auswertung

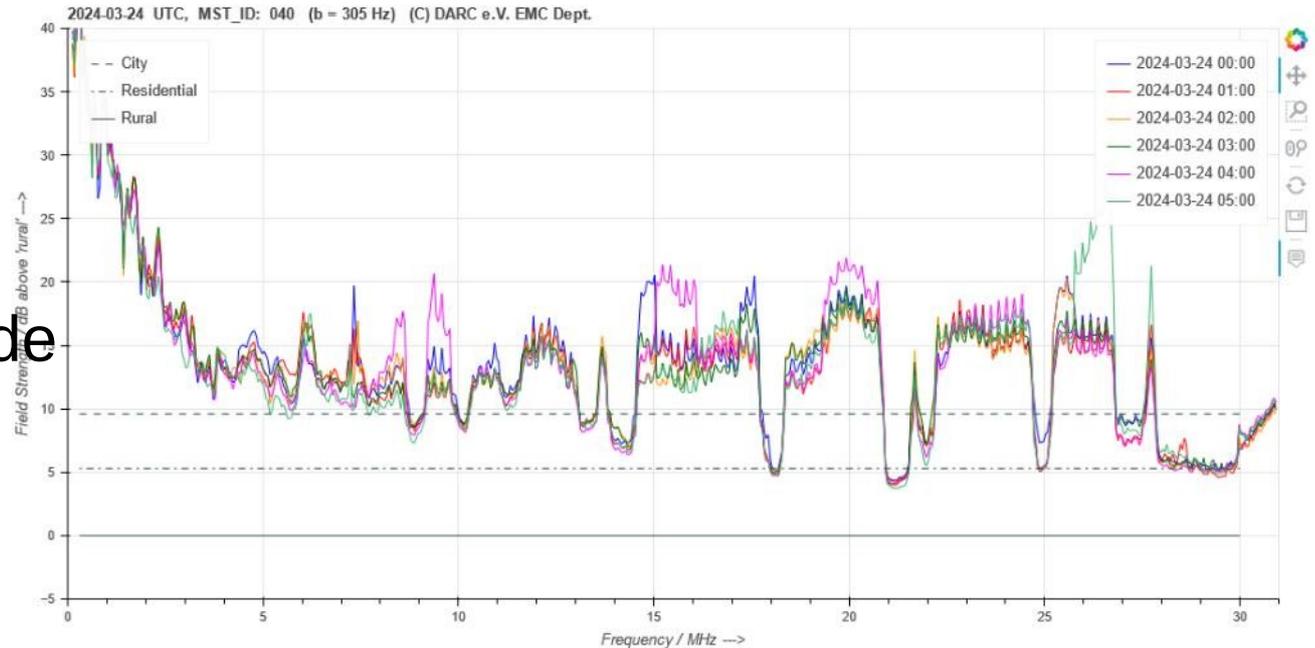
## • Heatmaps

- Der Rauschpegel im Bereich von 66 kHz bis 31 MHz in 50 kHz Schritten mit einer Auflösung von 10 min für 24 Stunden
- X- Achse Zeit
- Y- Achse Frequenz
- Farbe Rauschpegel über „ländlich“



# Daten Auswertung

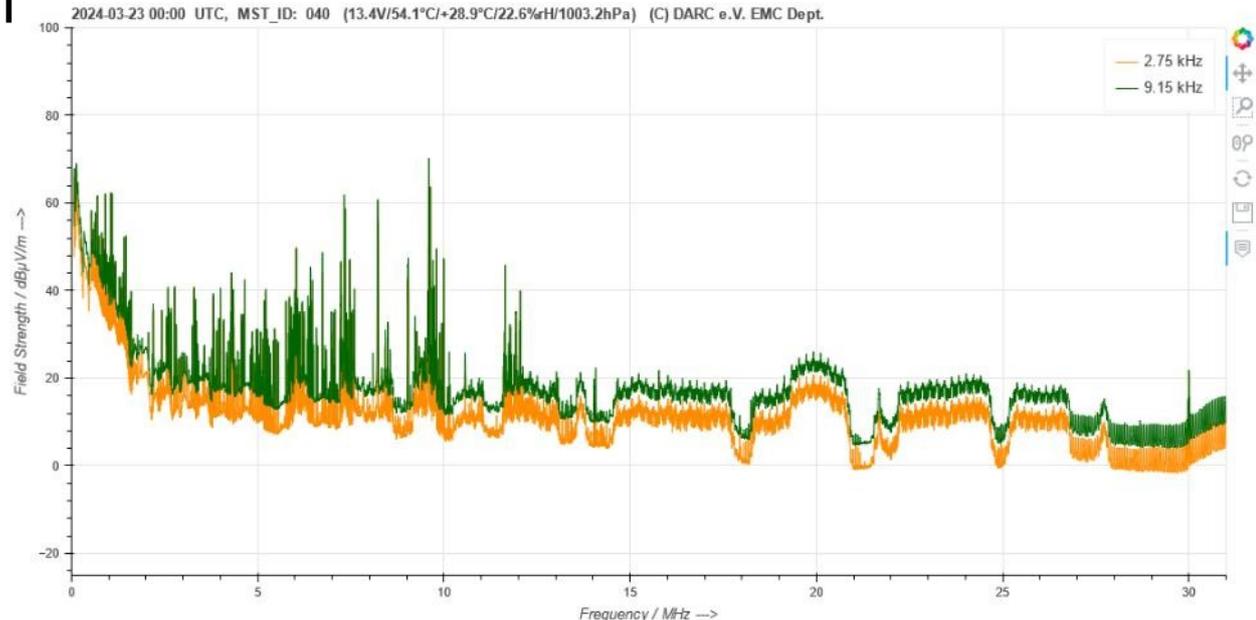
- **Rauschpegel**
- Der Rauschenpegel im Bereich von 66 kHz bis 31 MHz über 6 Stunden
- X- Frequenz
- Y- Rauschen über „ländlich“
- Linien gemittelte Werte für 1 Stunde



# Daten Auswertung

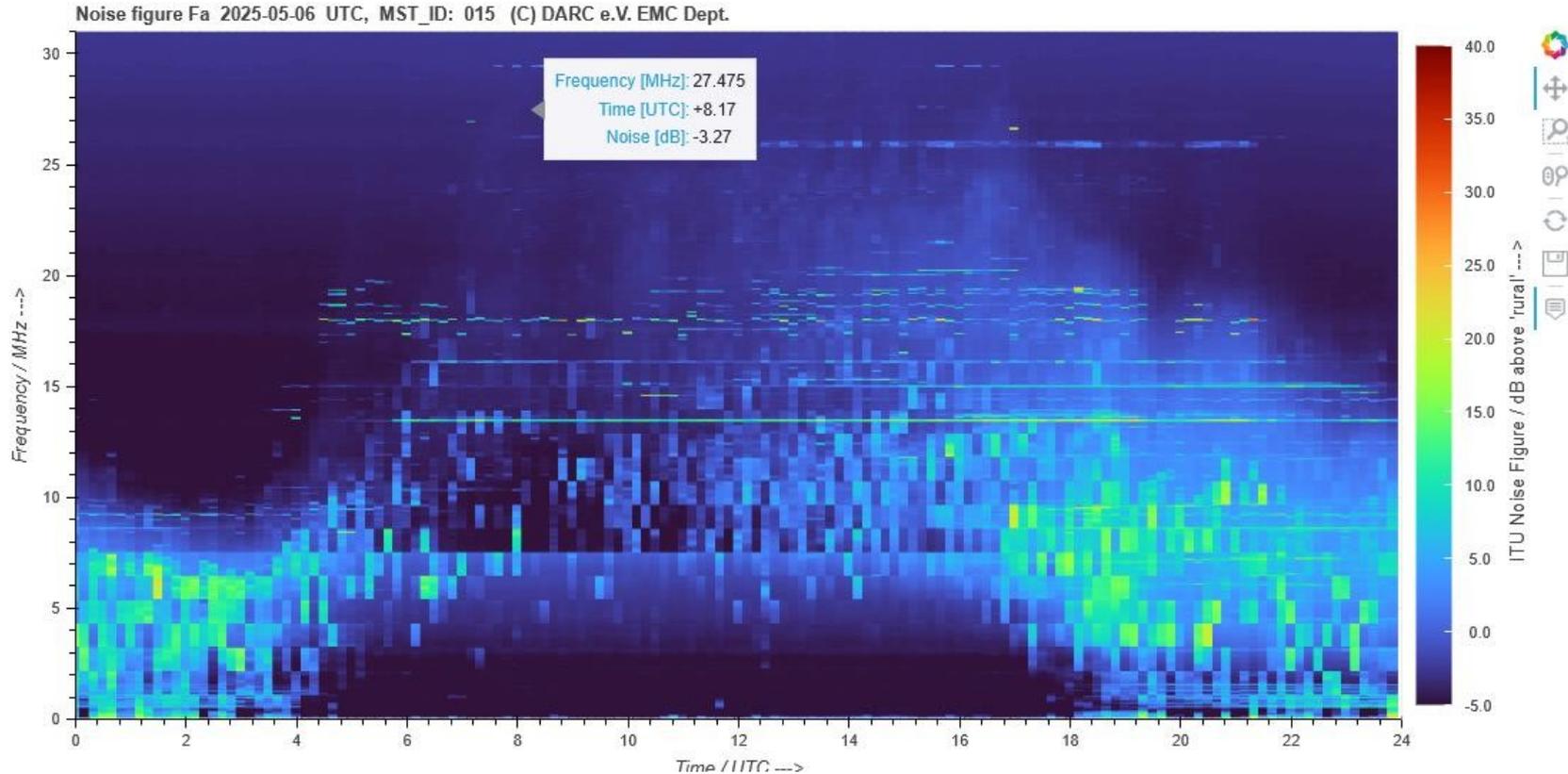
- **Spektrum**

- Die Feldstärke 66 kHz bis 31 MHz gemittelt über 6 Stunden
- X- Frequenz
- Y- Feldstärke in  $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$
- Farbe: Messbandbreite 2,75 und 9,15 kHz



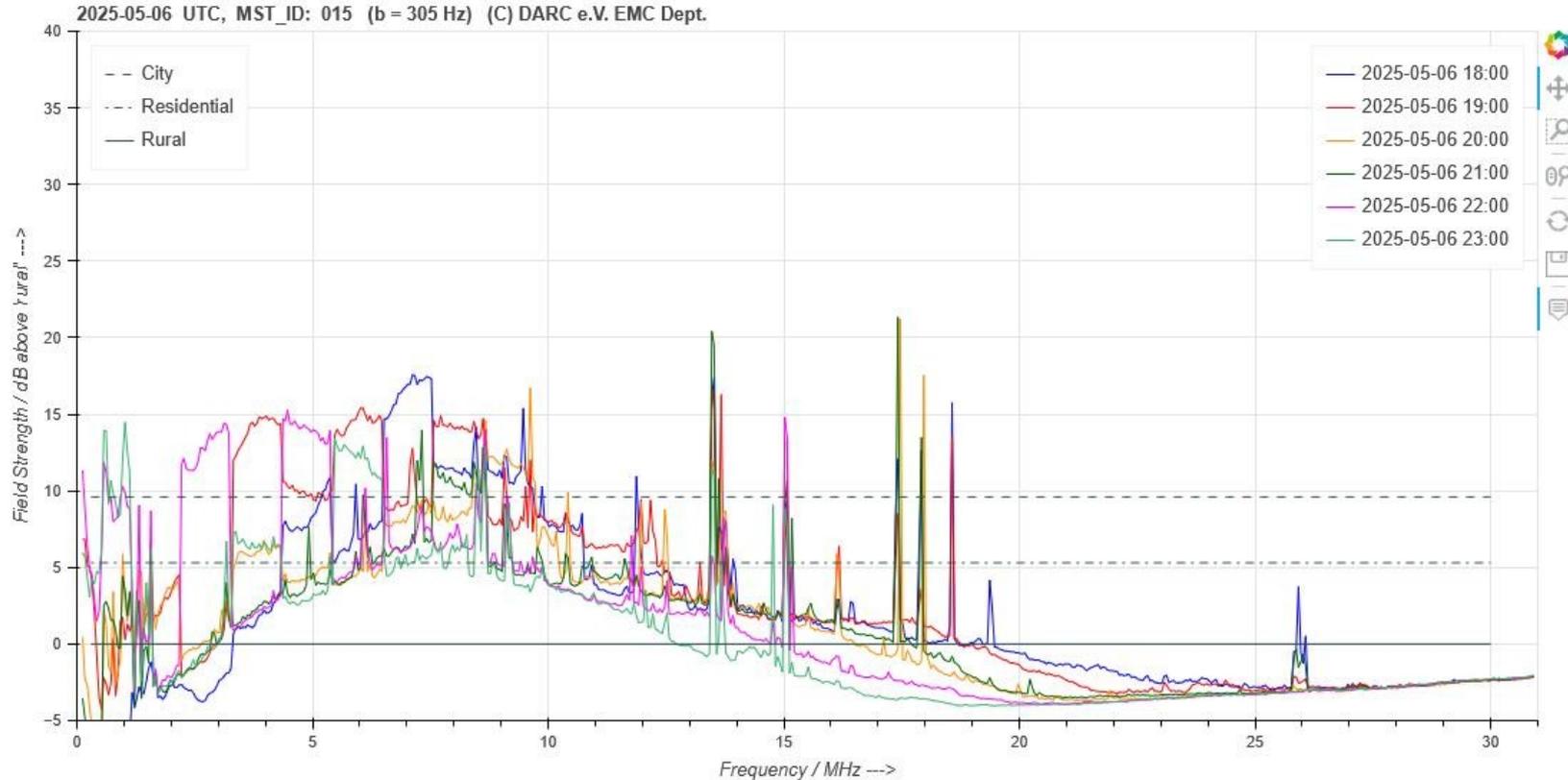
# Beispiele

## Landshut #15 Typische ländliche Station Heatmap



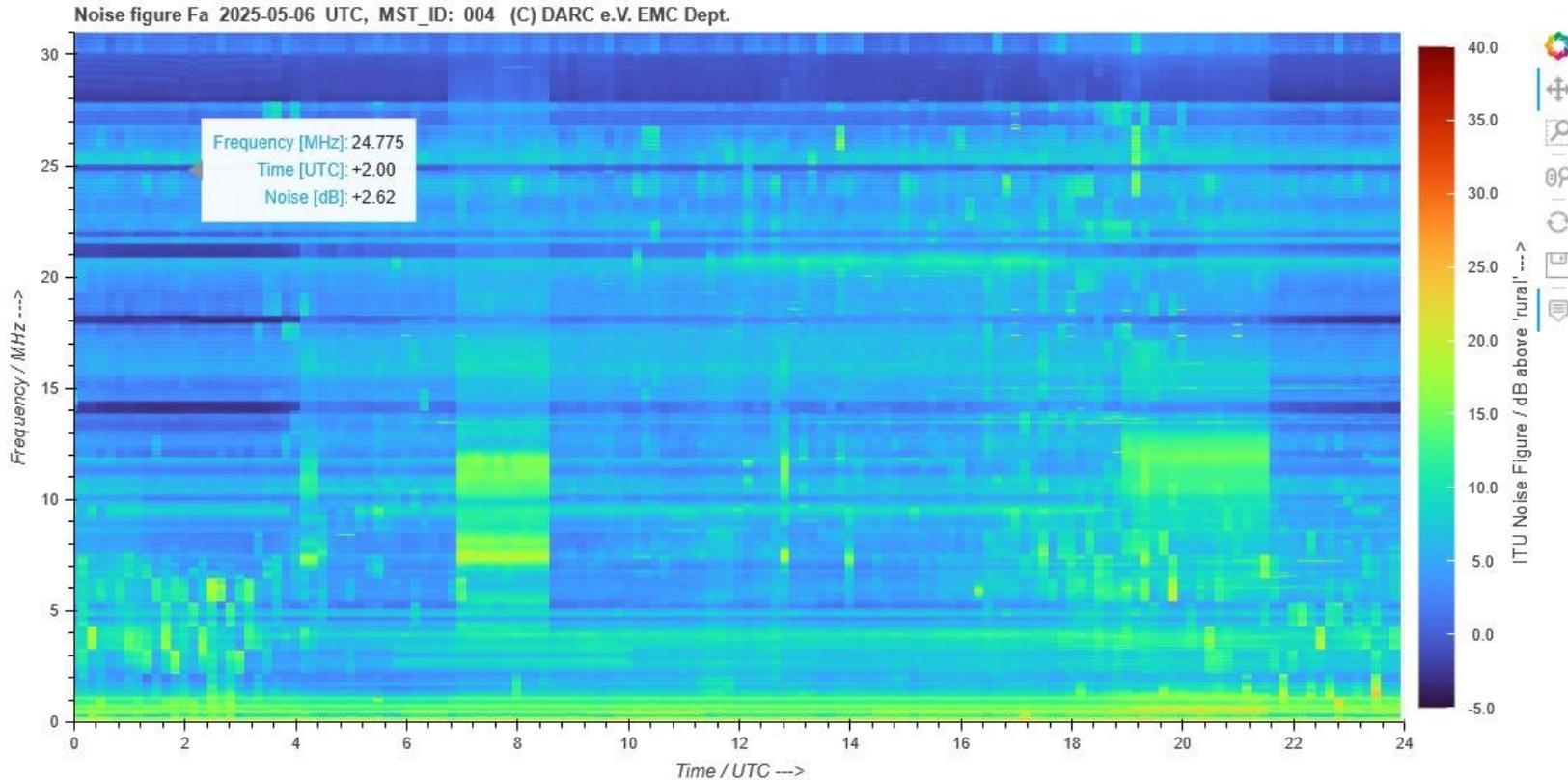
# Beispiele

## Landshut #15 Typische ländliche Station Noisefloor



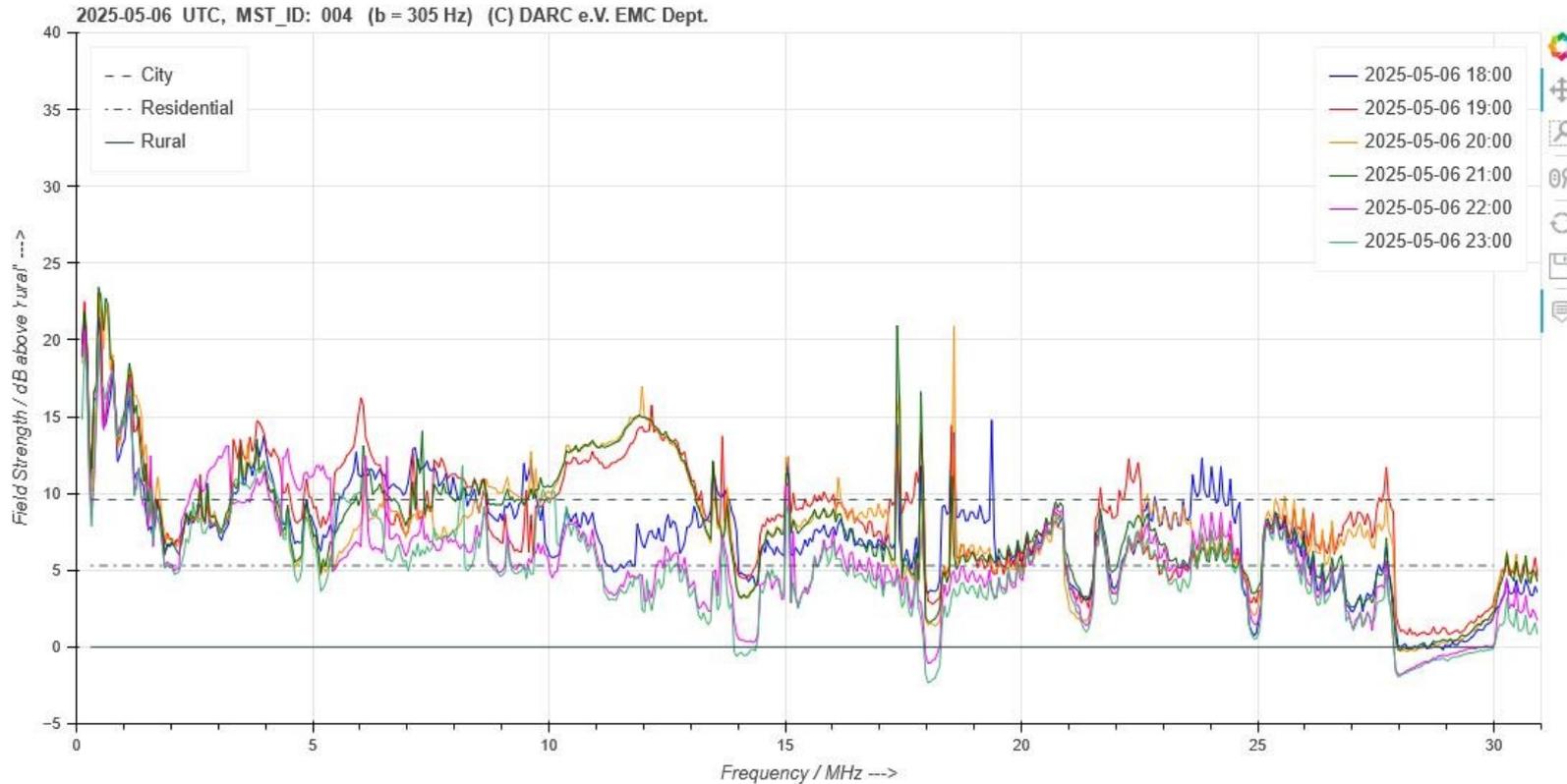
# Beispiele

## Weißenhorn #4 Typisches Wohngebiet Heatmap



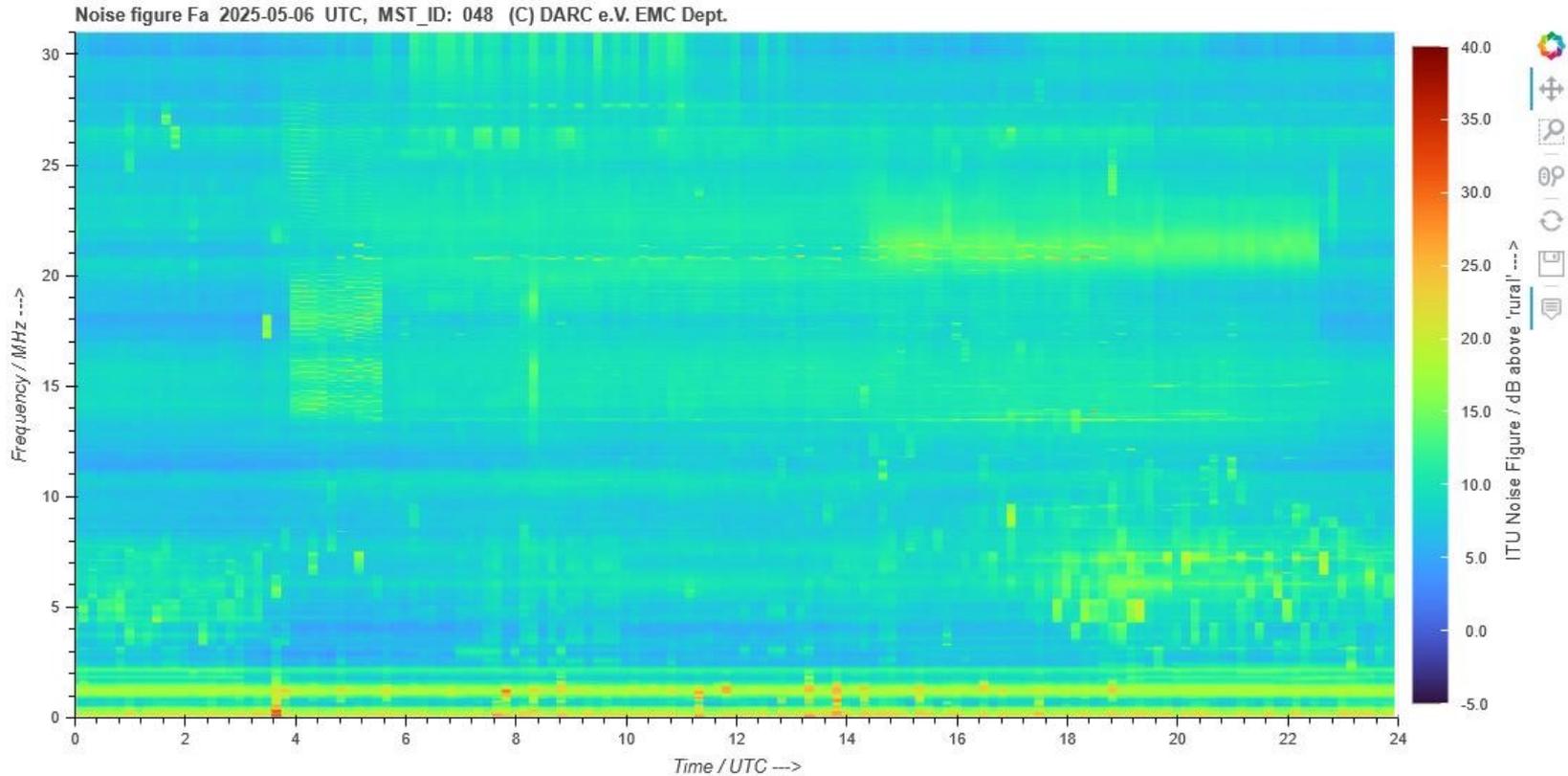
# Beispiele

## Weißenhorn #4 Typisches Wohngebiet Noisefloor



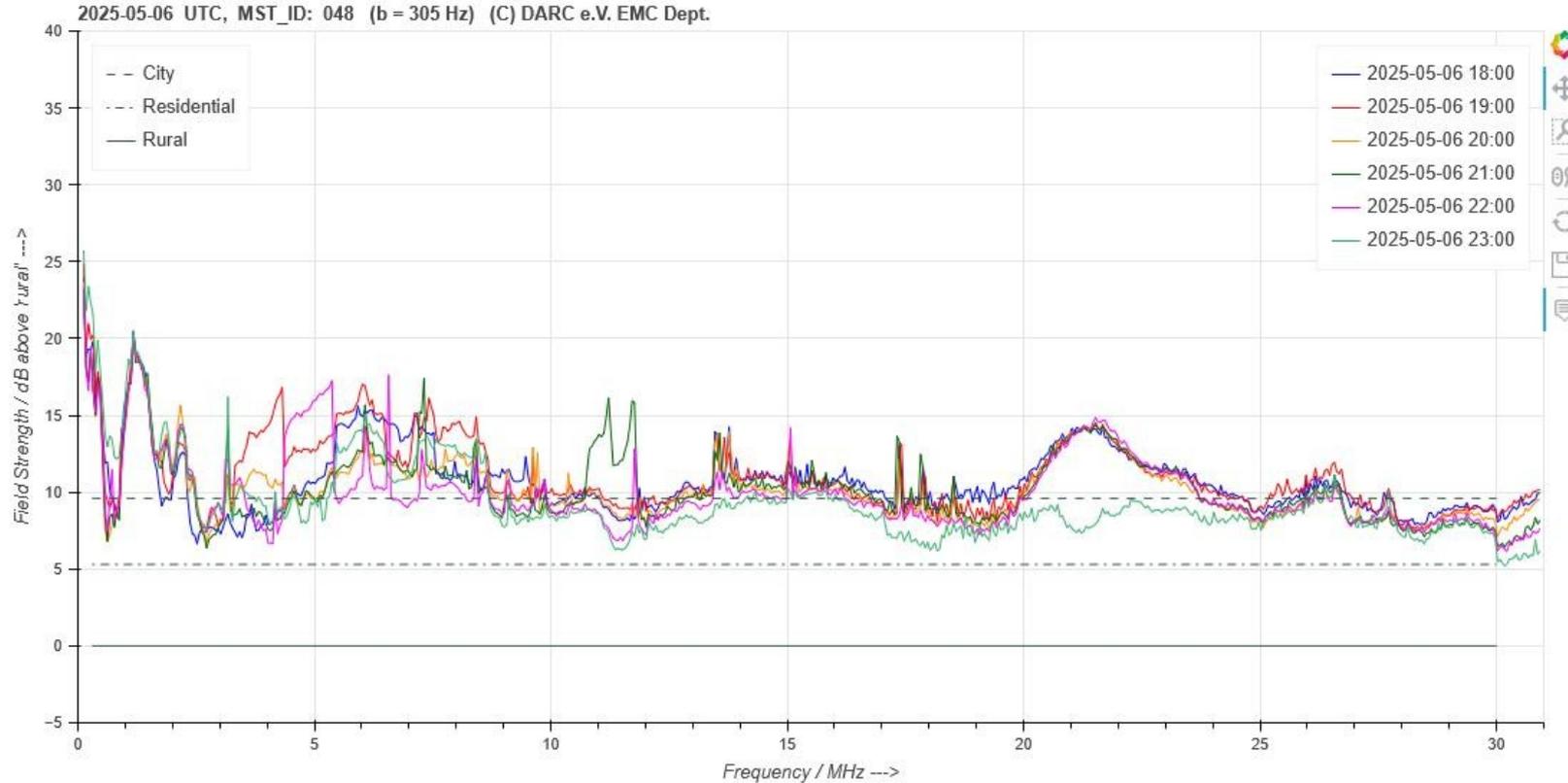
# Beispiele

## Cottbus #48 Typisches Stadtgebiet Heatmap



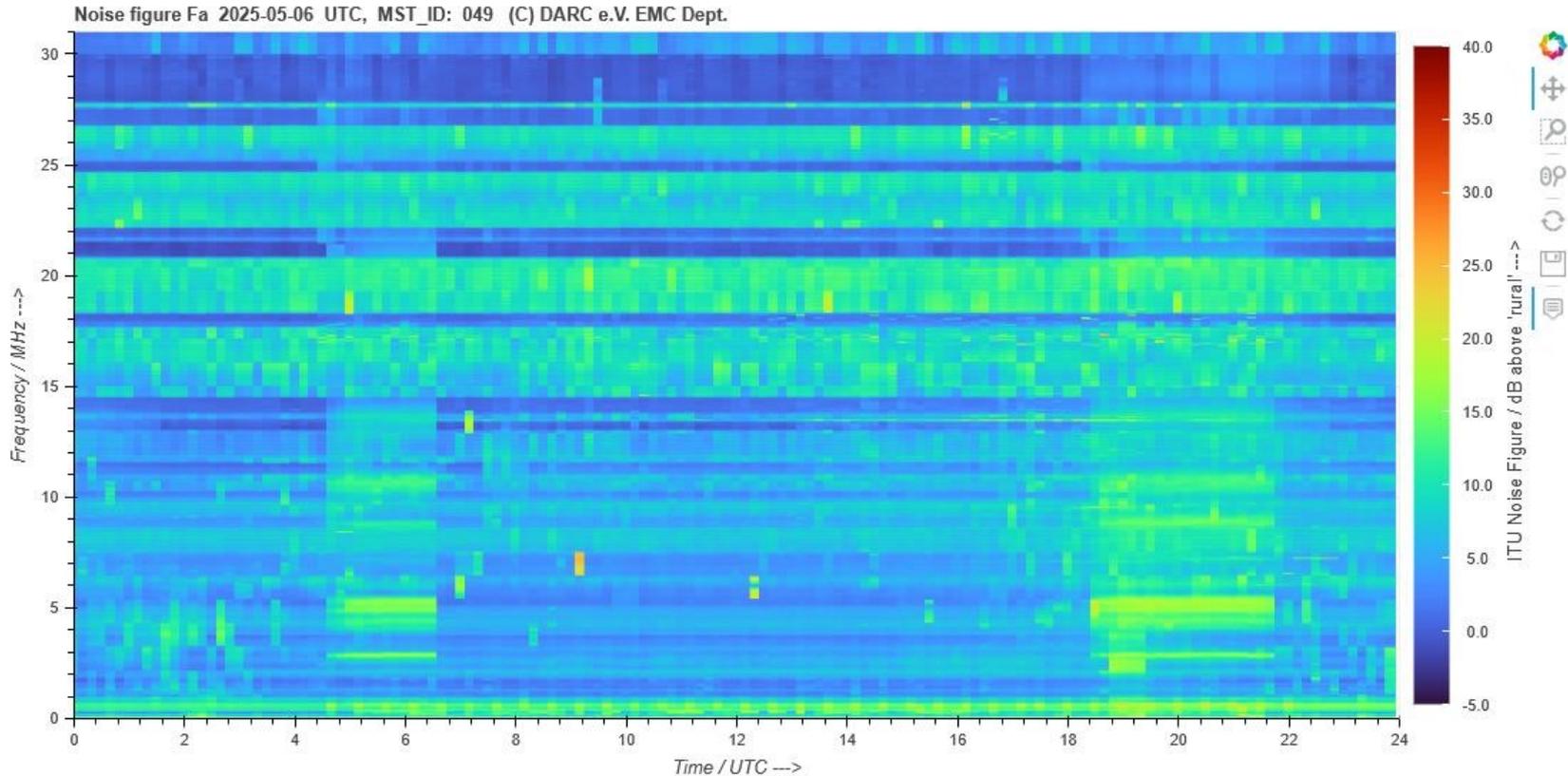
# Beispiele

## Cottbus #48 Typisches Stadtgebiet Noisefloor



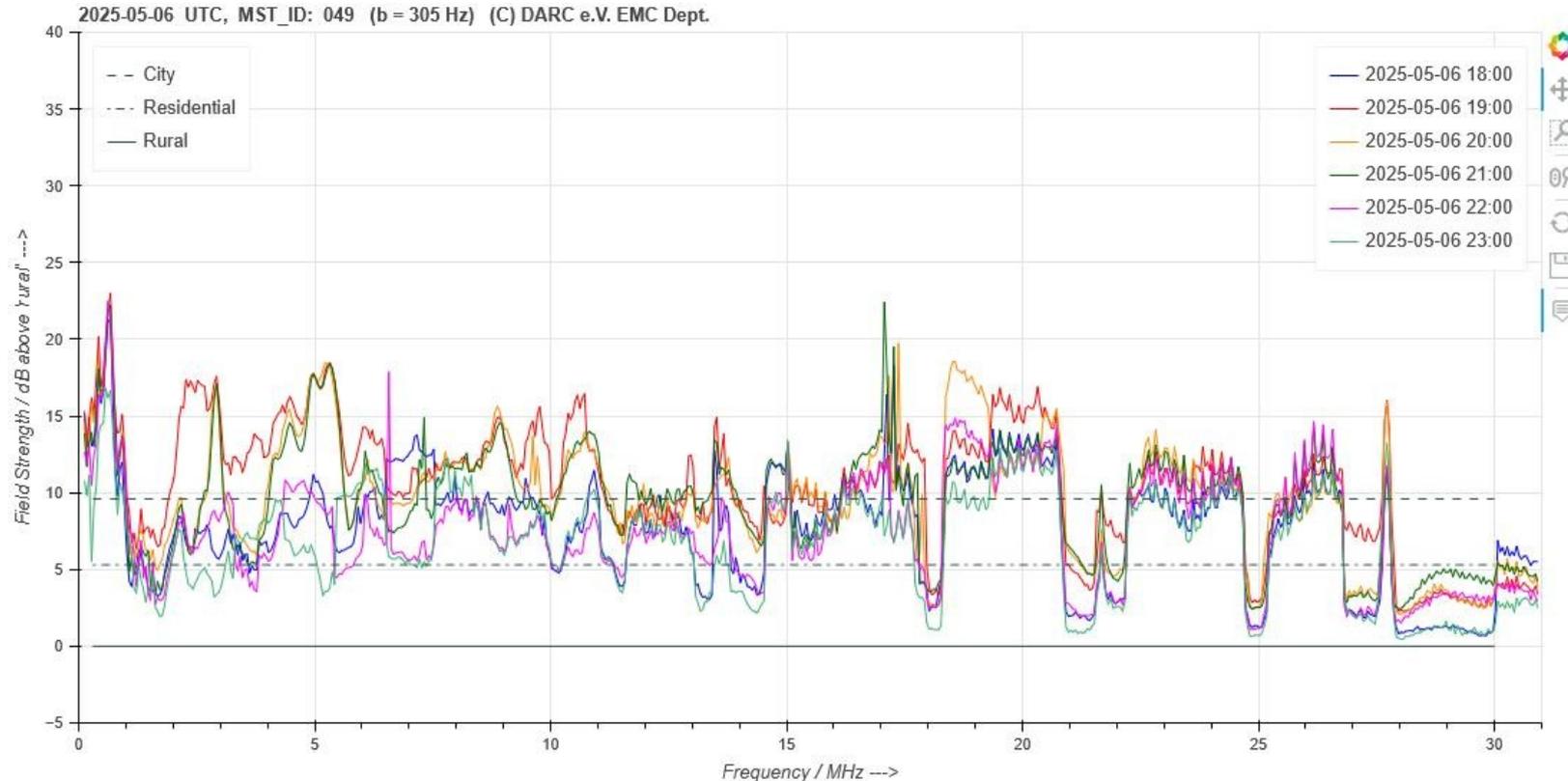
# Beispiele

## München #49 Heatmap



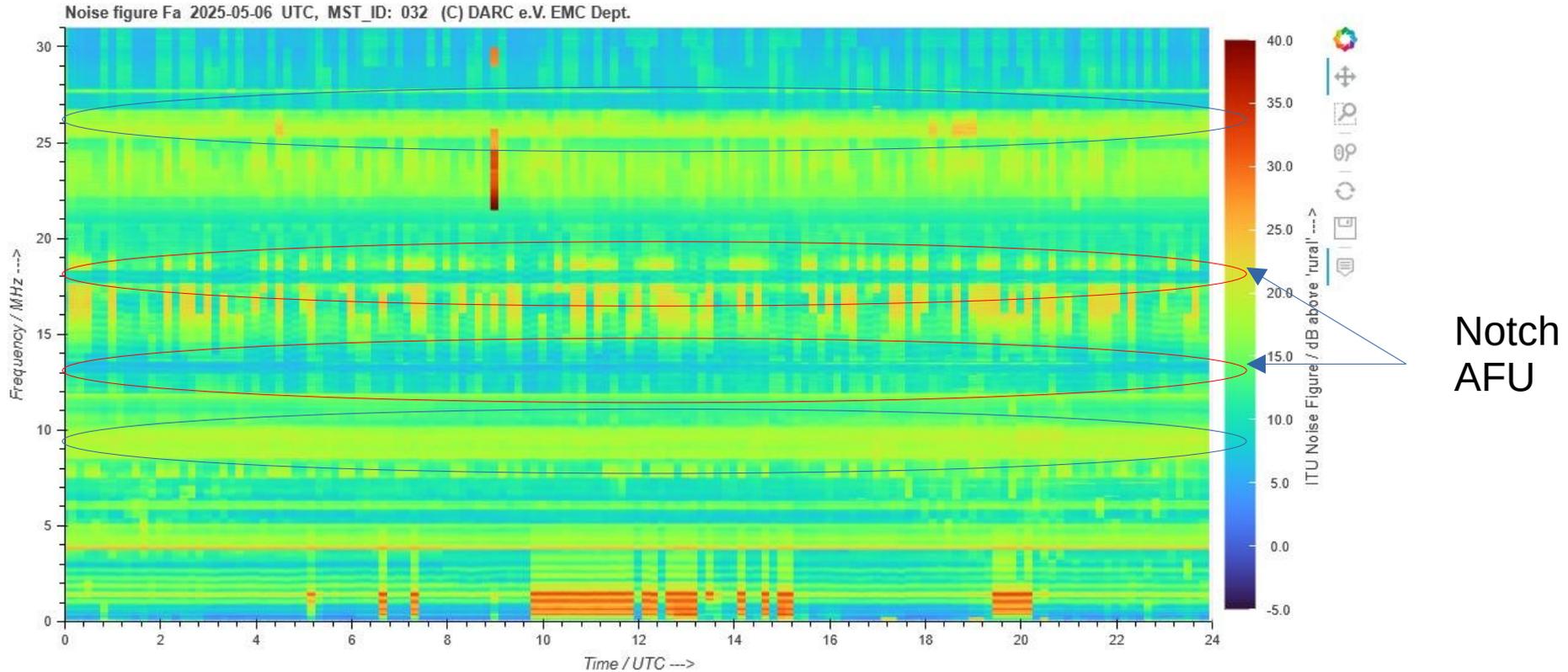
# Beispiele

## München #49 Noisefloor



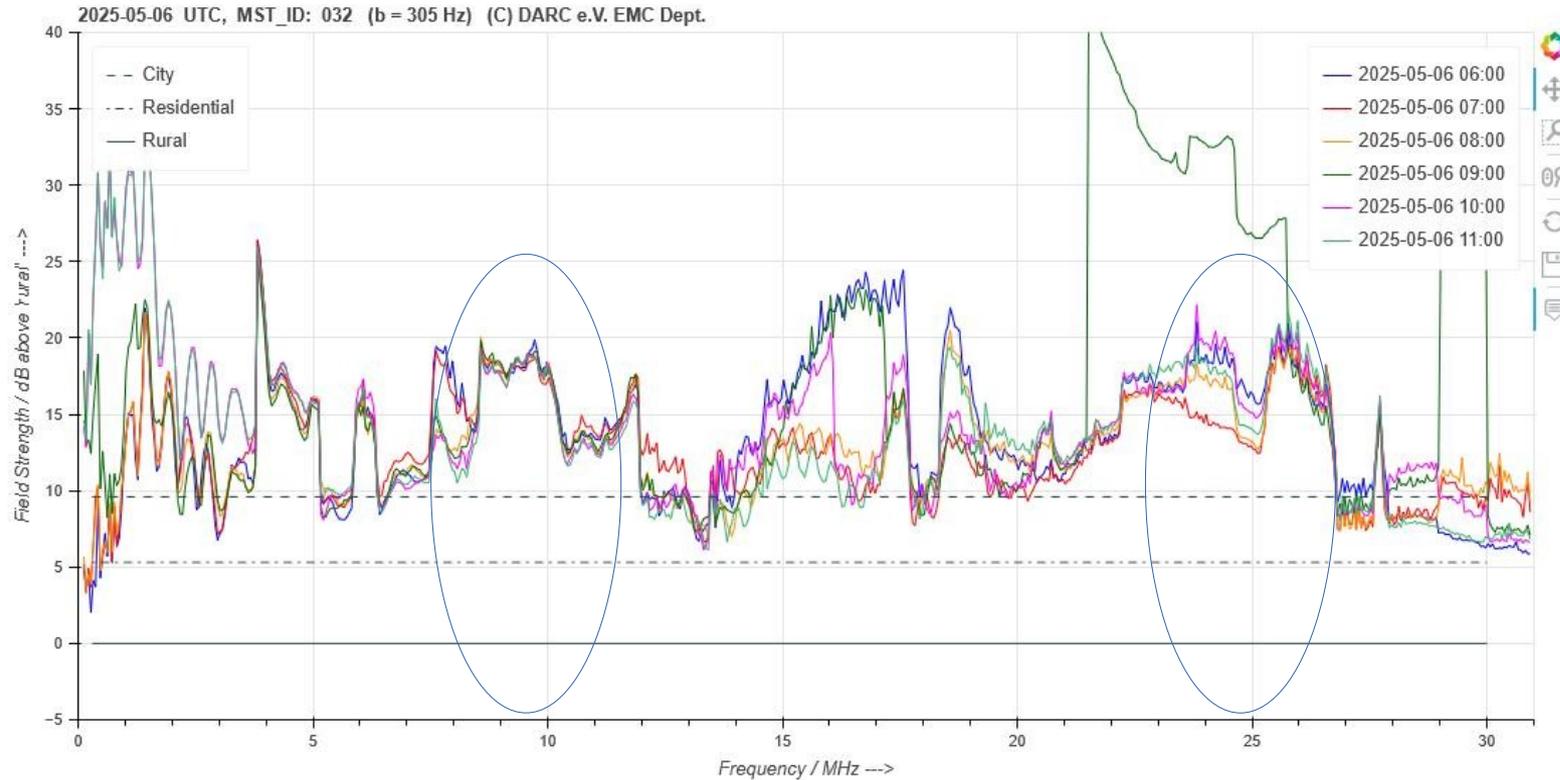
# Beispiele

## Dresden #32 Heatmap VDSL Störer



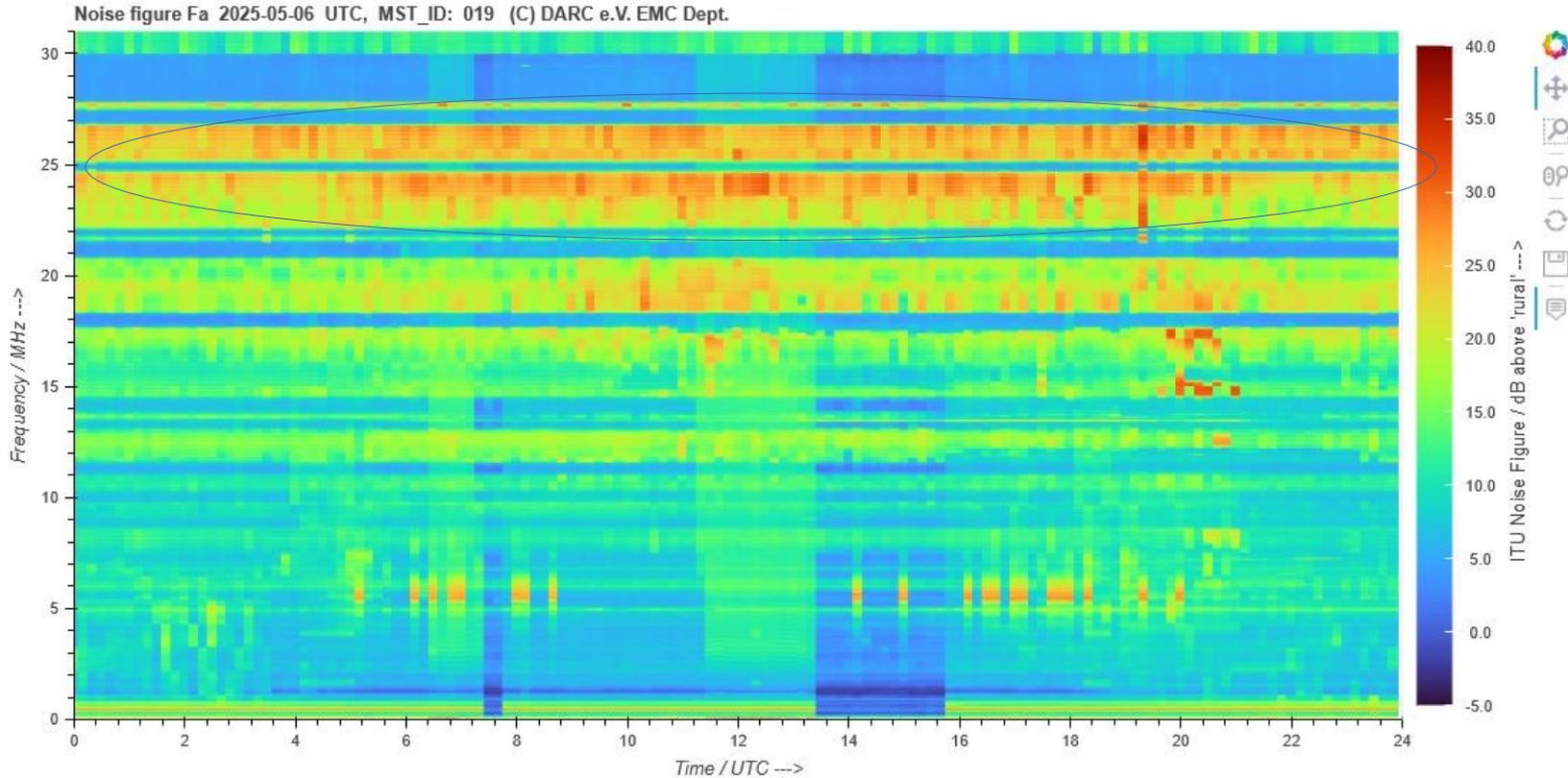
# Beispiele

## Dresden #32 Noisefloor VDSL Störer



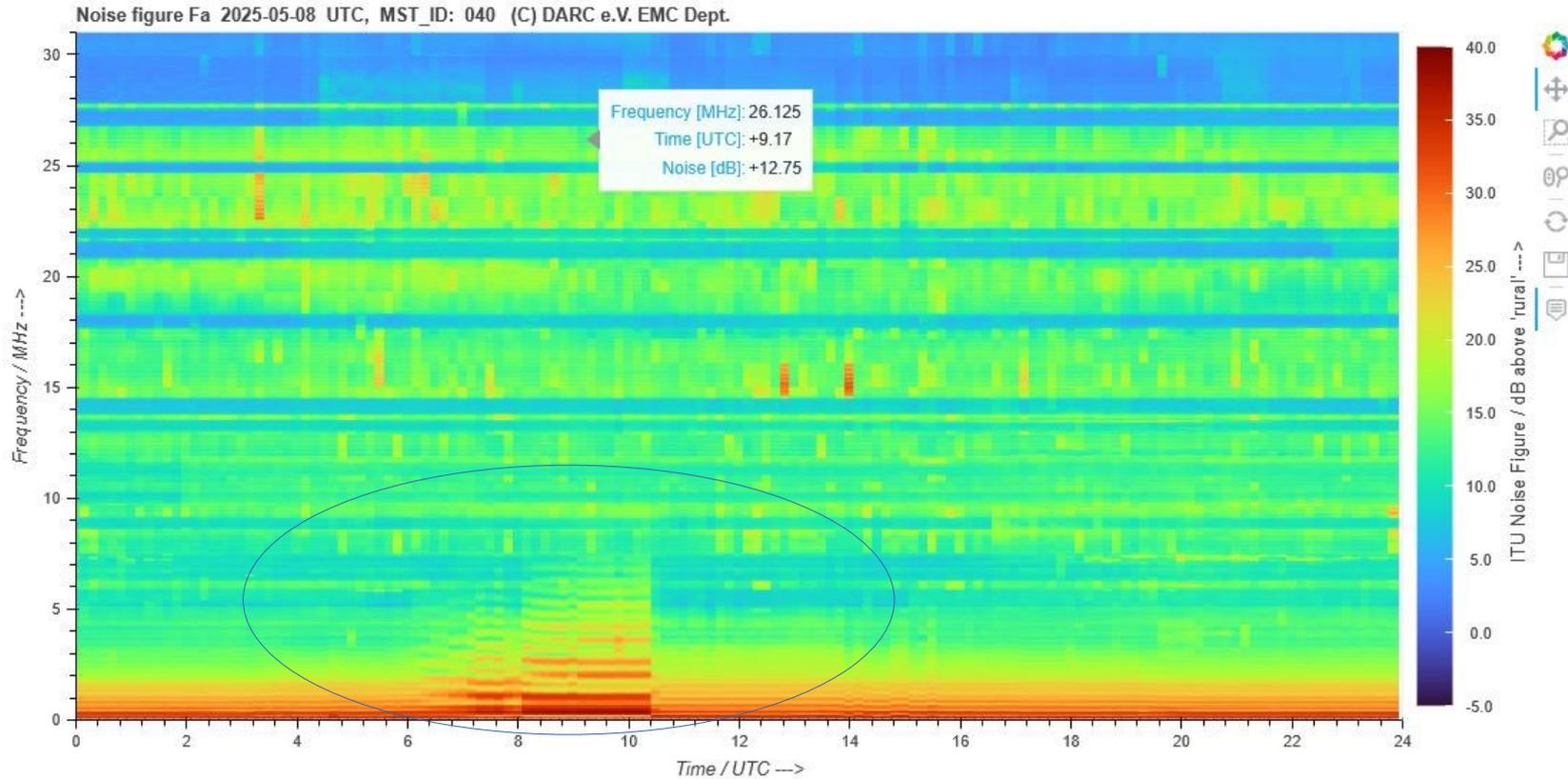
# Beispiele

## Burgau #19 Heatmap PLC Störer



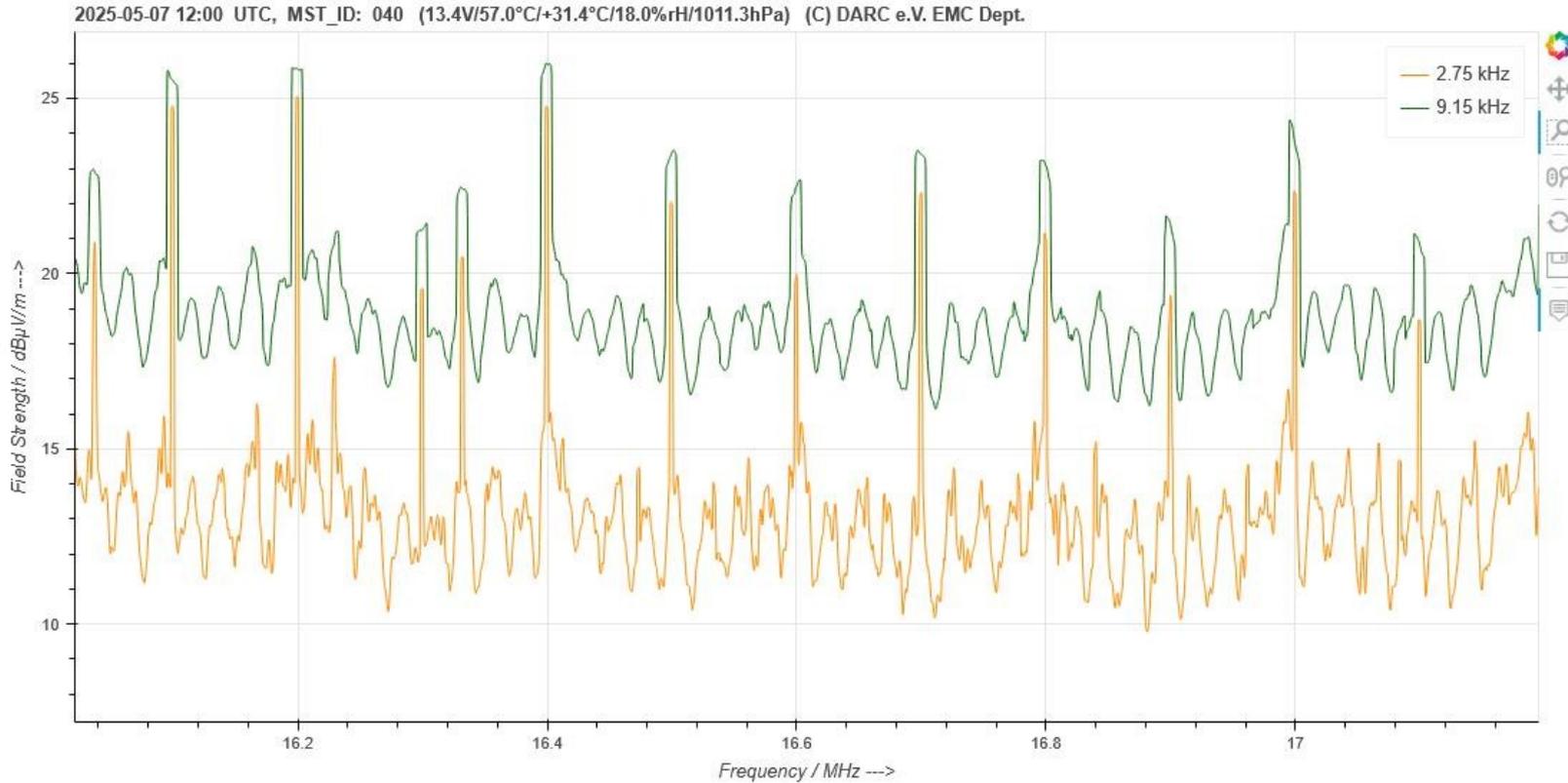
# Beispiele

## Bonn #40 Solar Anlage



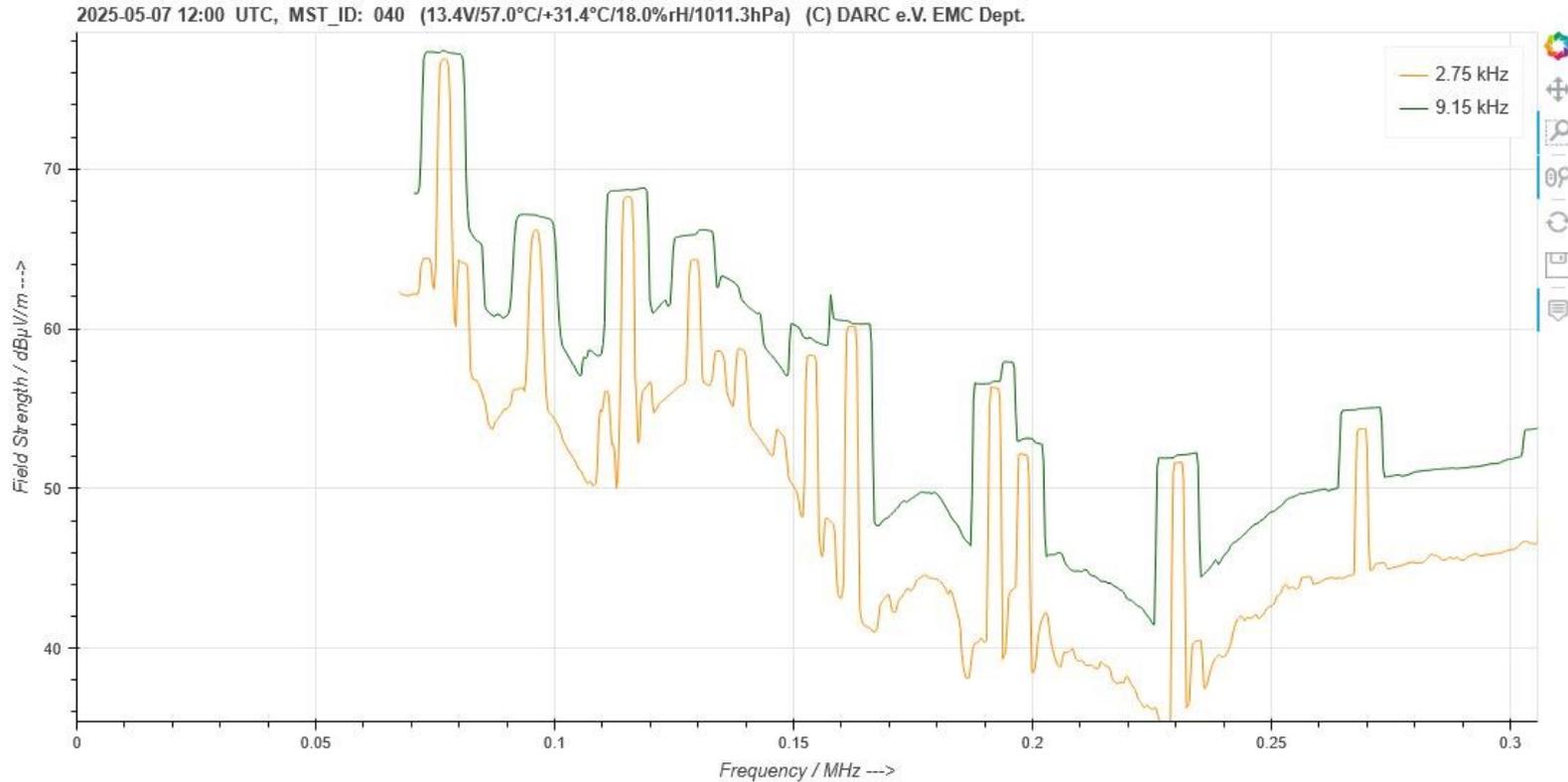
# Beispiele

## Bonn #40 Solar Anlage



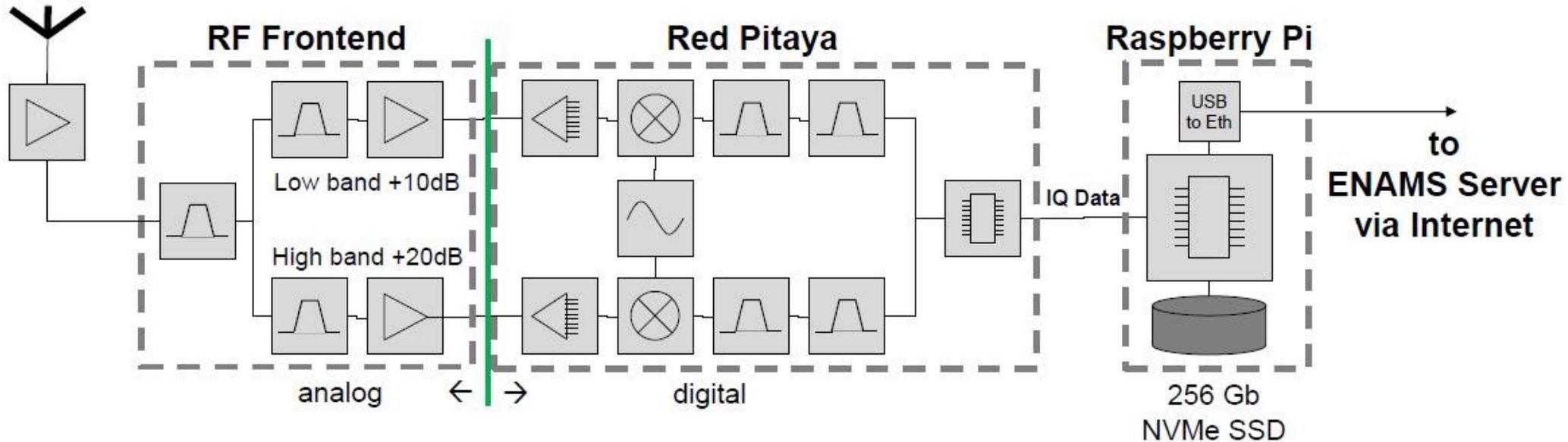
# Beispiele

## Bonn #40 DCF 77



# ENAMS 2.0

Only the signal path is shown:



# ENAMS Zusammenfassung

- ENAMS misst das Hintergrundrauschen in einem Frequenzbereich von 66 kHz bis 31 MHz
  - > 10 MHz werden die Werte für das zu erwartende Hintergrundrauschen meist eingehalten
  - < 10 MHz die Bereiche sind „verloren“
  - Pro : Grosse Datenbasis >5 Jahre
  - Con : Aktuelle Daten sind 24h alt, nur 10 Tage online Zugriff
- Es ist möglich Störer durch ihre „Fingerabdrücke“ zu identifizieren, z.B. VDSL, PLC, Solar PV, OTHR
- Für Online Messungen sind andere Systeme besser geeignet, z.B. KiwiSDR, RSP, Malahit .....

## § 5 Abhörverbot, Geheimhaltungspflicht der Betreiber von Funkanlagen

(1) Mit einer Funkanlage (§ 3 Absatz 1 Nr 1 des Funkanlagengesetzes) dürfen nur solche Nachrichten abgehört oder in vergleichbarer Weise zur Kenntnis genommen werden, die für den Betreiber der Funkanlage, für Funkamateure im Sinne des § 2 Nummer 1 des Amateurfunkgesetzes, für die Allgemeinheit oder für einen unbestimmten Personenkreis bestimmt sind.

(2) Der Inhalt anderer als in Absatz 1 genannter Nachrichten sowie die Tatsache ihres Empfangs dürfen, auch wenn der Empfang unbeabsichtigt geschieht, auch von Personen, für die eine Pflicht zur Geheimhaltung nicht schon nach § 3 besteht, anderen nicht mitgeteilt werden. § 3 Absatz 4 gilt entsprechend.

(3) Das Abhören oder die in vergleichbarer Weise erfolgende Kenntnisnahme und die Weitergabe von Nachrichten aufgrund besonderer gesetzlicher Ermächtigung bleiben unberührt.

# Fragen ? Anregungen ?