

# FM-Relaisfunkstellen im Zeitalter von Voice over IP (VoIP) und Hamnet

A background image showing a complex network of white nodes connected by thin white lines, set against a dark blue gradient. The nodes are scattered across the frame, with a higher density in the upper left and lower right areas.

**DB0YY**

**2 m Relaisfunkstelle des  
DARC OV P06 Ludwigsburg  
mit drei Empfängern**



## Inhaltsverzeichnis

- (1) Ein kurzer Rückblick
- (2) Das Projekt und seine Akteure
- (3) Wo liegen die Betriebsorte?
- (4) Das technische Gesamtsystem
- (5) Die Kommunikationsnetze
- (6) Standort DB0YY Osterholzschule LB
- (7) Standort DB0LB Wasserturm Fürstenhügel LB
- (8) Standort DB0BP Wasserturm Salonwald LB
- (9) Standort DB0WUS Aussichtsturm Wunnenstein

# (1) Ein kurzer Rückblick

## Der Lebenslauf von DB0YY

### Die 5. Technik-Generation

**1970**

Erstlizenz DB0YY  
RX/TX Bosch KFT 160  
Mech. Rufzeichengeber



**1985**

Mikroprozessor gesteuerte  
Relaisfunkstelle als kompletter  
Eigenbau mit 15 Programmen



**2012**

Einführung  
Echolink



**2017**

Kompletter Neubau  
- RX-Diversity mit 2 RX  
- 3 Standorte  
- verbunden über Hamnet

**2019**

- RX-Diversity  
mit 3 Empfängern

**1975**

Erste volltransistorisierte  
Ausführung  
Steuerung incl.  
Rufzeichengeber  
in TTL-Technik

**2007**

Wegen Bahnstörungen RX auf  
Wasserturm verlegt. Komplet  
neues System mit Link auf 13cm.



## (2) Das Projekt und seine Akteure



### Die Kernmannschaft:

- DF3SY Rainer
- DK3PT Heinz
- DC4TX Rolf

### Projekt-Beteiligte:

- DO9MN Michael
- DH9AN Peter
- DD7SY Heinz
- DL7GAV Torsten
- DG2SDW Jochen
- DL5VDA Erhard
- DK7SF Johannes

## (2) Die Projektziele



### Was soll besser werden?

- **Verbesserung der Empfangsleistungen** der Relaisfunkstelle für Mobil- und Portabelstationen innerhalb des vom Sender vorgegebenen Versorgungsbereichs
- Verbesserung speziell in den Bereichen
  - östlicher Teil von Ludwigsburg
  - im Bottwartal
  - im südlichen Heilbronner Raum
- Reduzierung der Rauscheinbrüche bei allen sich bewegenden Stationen
- Noch größere Betriebssicherheit
- Bessere Absicherung gegen Stromausfälle

## (2) Die Projektziele

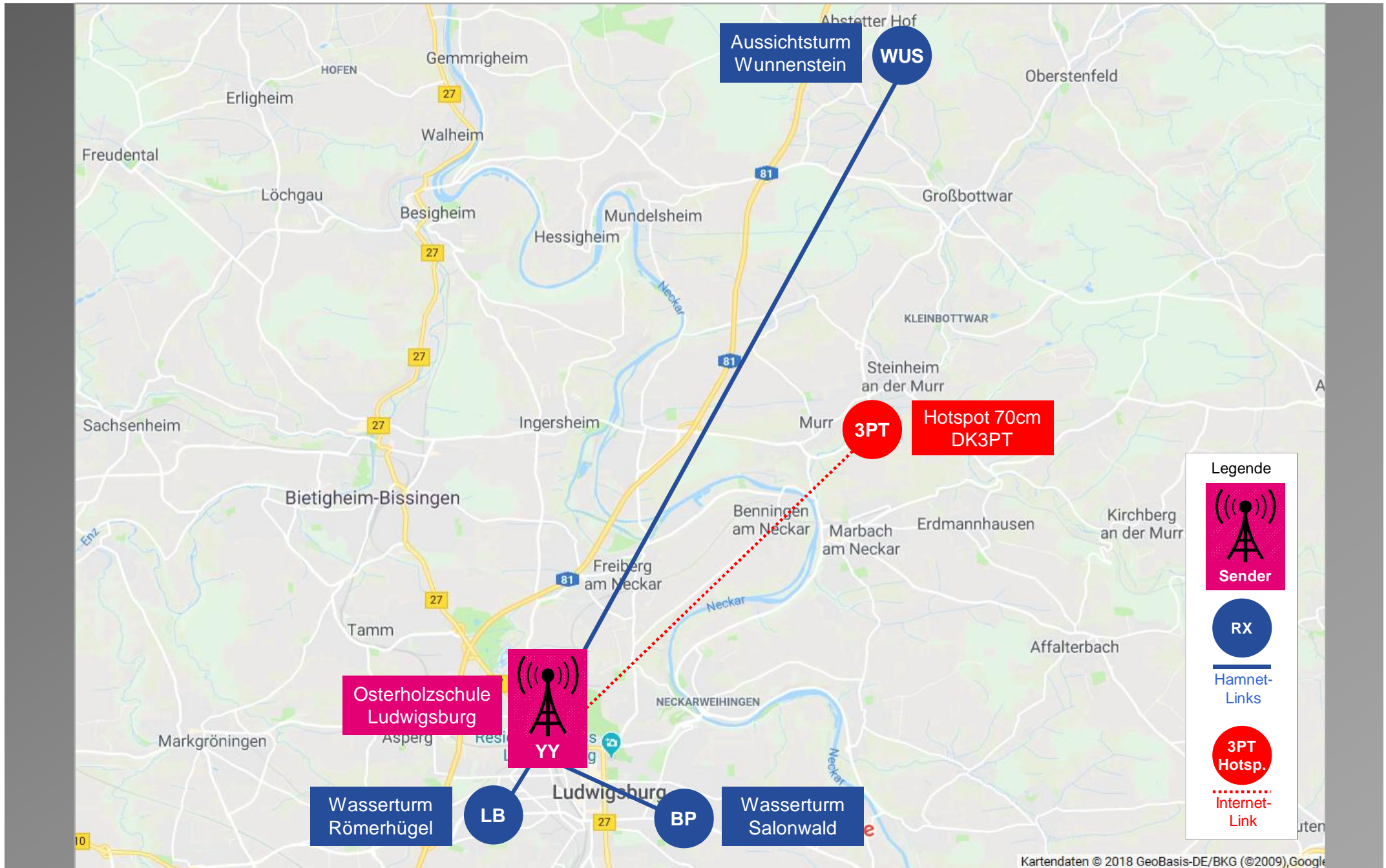


### Der Lösungsweg

- Betrieb eines zentralen Relaisenders am Standort DB0YY
- Empfangsverbesserungen durch Verteilen mehrerer Relaisempfänger in der Fläche
- Ständige Auswahl des Empfängers mit der besten Feldstärke ohne dass der Benutzer davon etwas merkt
- Automatische Umschaltung zwischen den Relaisempfängern auch während eines laufenden Durchgangs
- Erhöhung der Gesamtsystemverfügbarkeit durch Empfänger-Redundanz
- Notstromversorgung bei Stromausfall



### (3) Wo liegen die Betriebsorte?

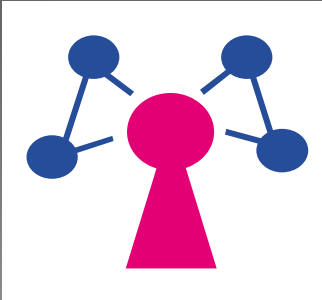


## (4) Das technische Gesamtsystem





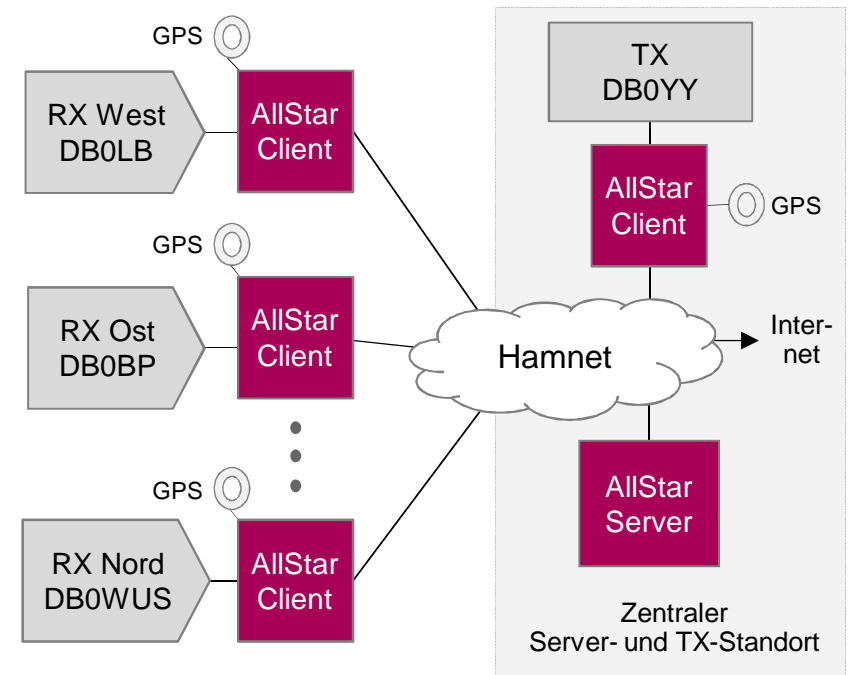
## (4) RX-Voting (Empfangsdiversity)



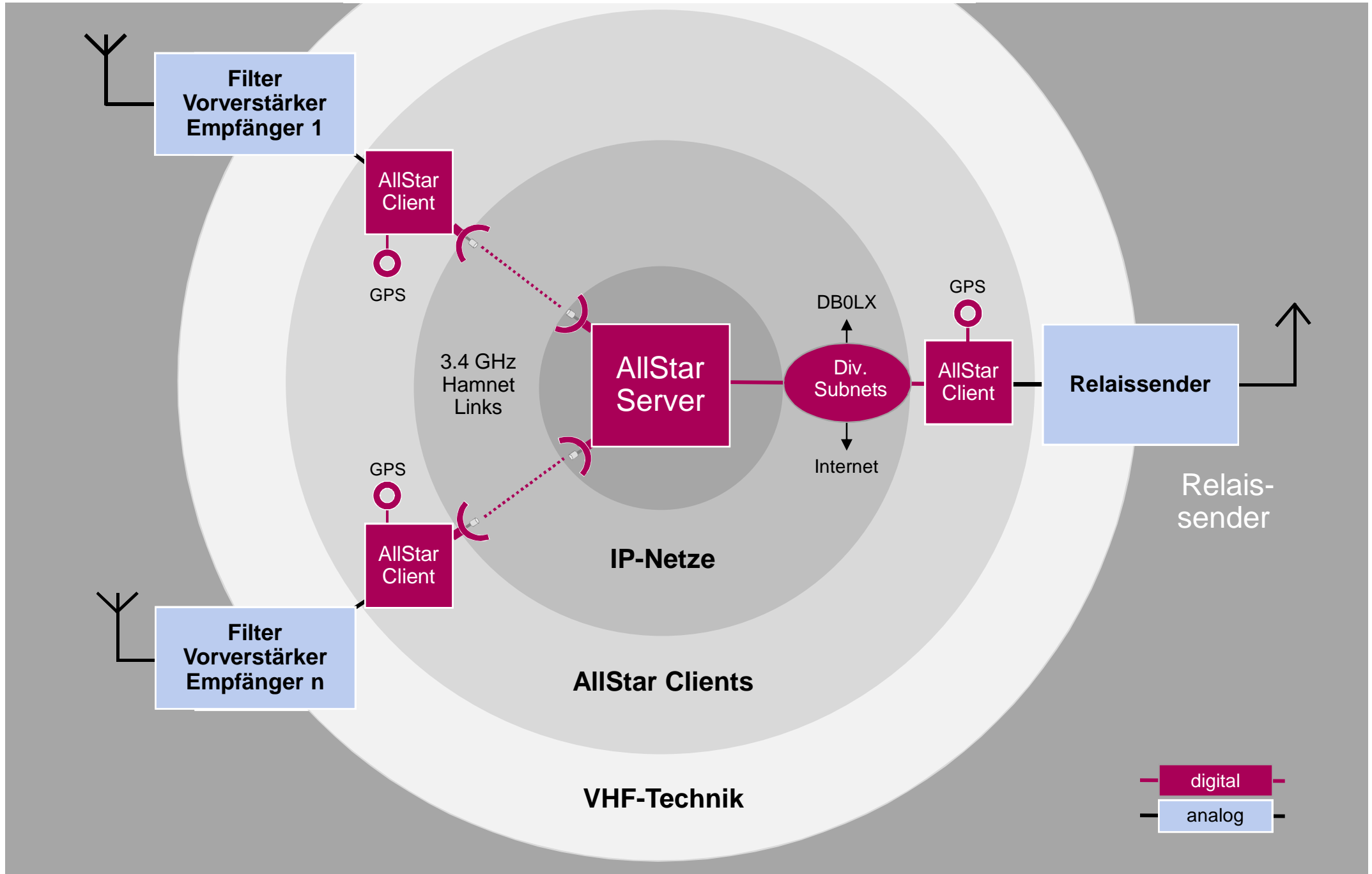
# Wie funktioniert Empfangsdiversity?

### Ganz einfach:

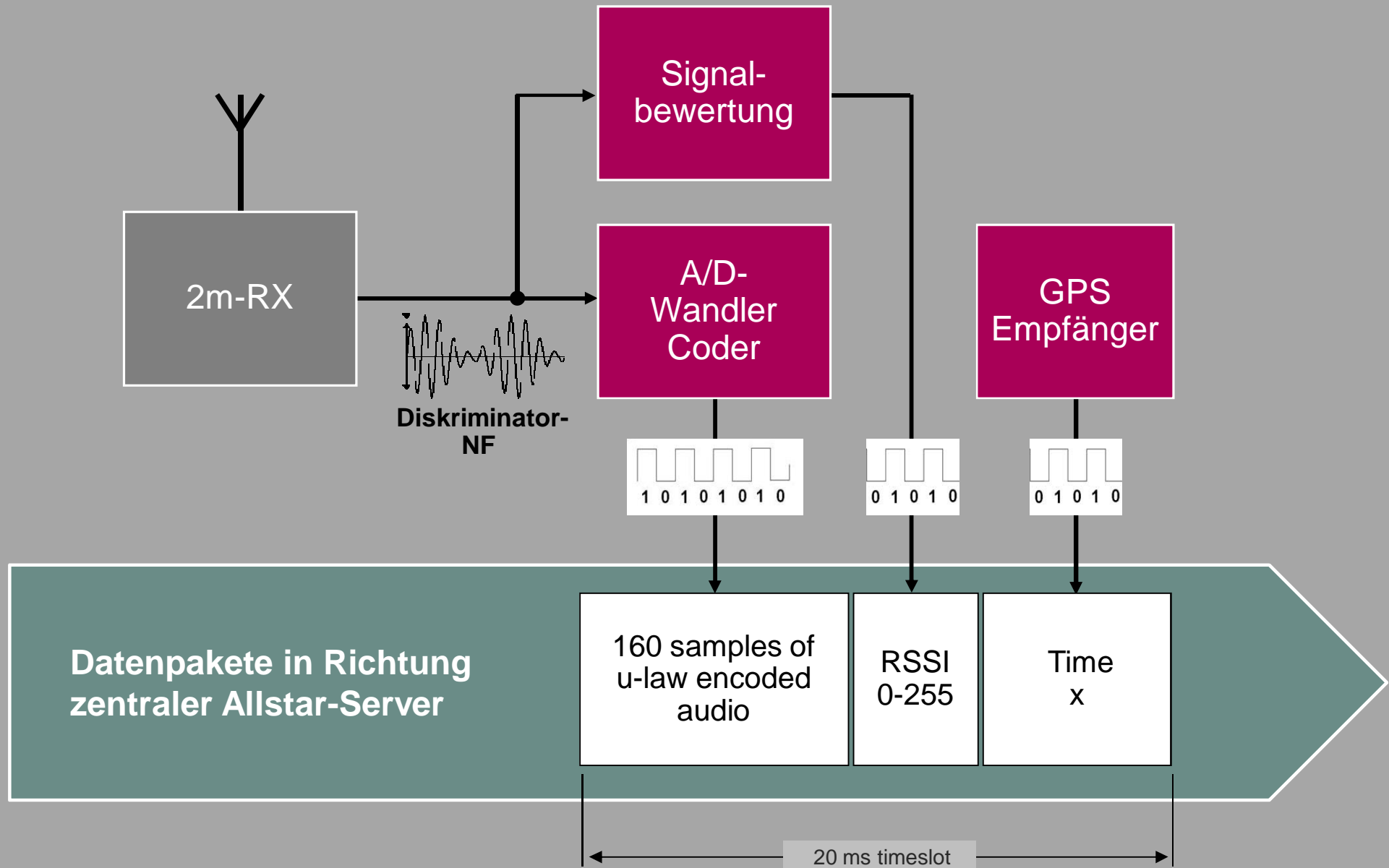
- Bei Empfangsdiversity werden mehrere Empfänger auf der gleichen Frequenz an verschiedenen Standorten betrieben.
- An diesen RX-Standorten wird 50 mal in der Sekunde
  - die Empfangsfeldstärke ermittelt (RSSI-Wert)
  - eine hochpräzise GPS-Zeitinformation gewonnen
  - und die Empfangs-Audio digitalisiert.
- Diese Daten werden dann über schnelle Linkstrecken im Hamnet zum zentralen Server am Senderstandort DB0YY Osterholzschule übertragen.
- Der zentrale **AllStar-Server** empfängt ständig die Datenströme aller Empfänger, vergleicht 50 mal in der Sekunde ihre Feldstärkewerte und schaltet immer das Signal mit der besten Qualität zum Sender durch.



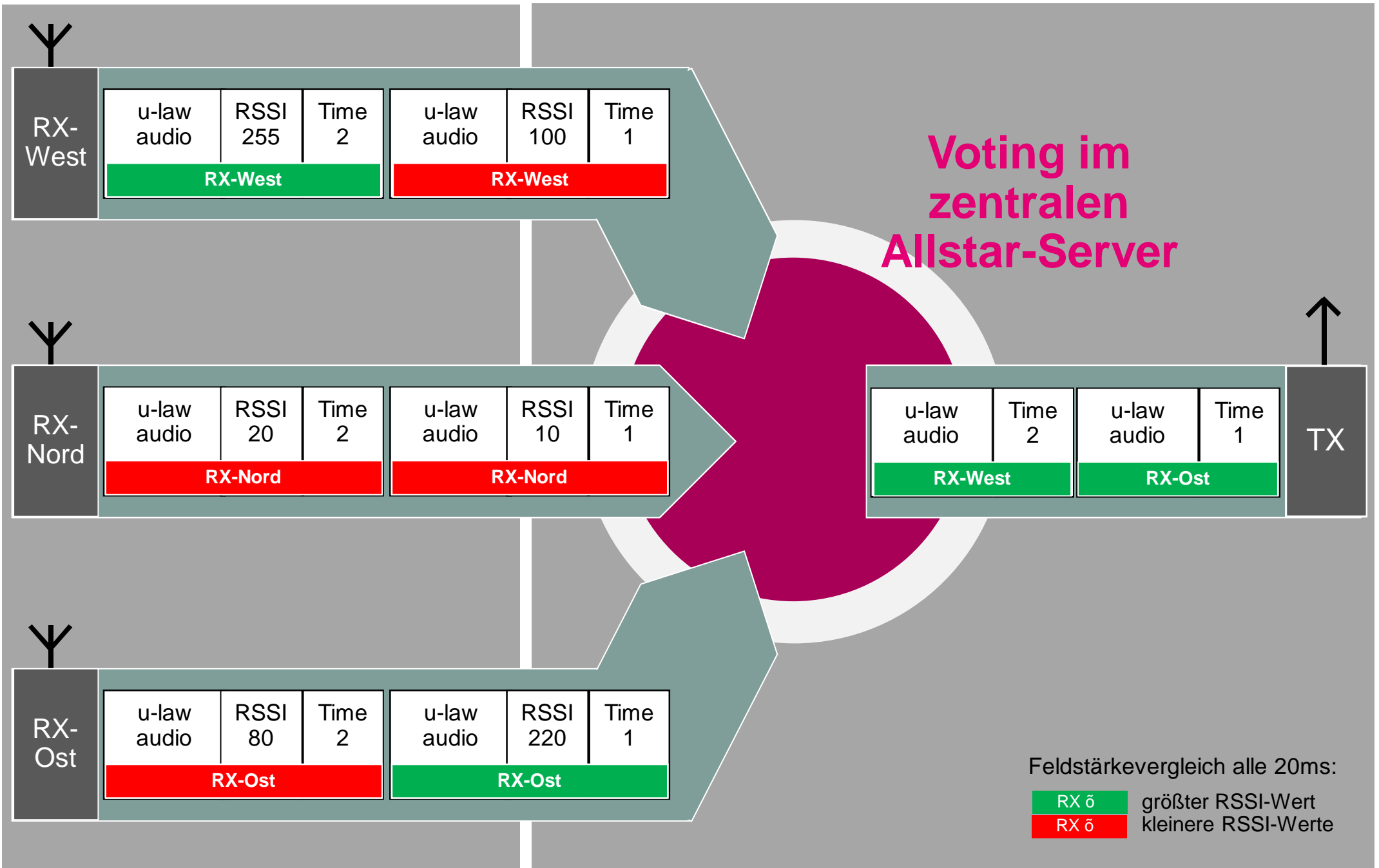
# (4) Das technische Ebenenmodell



## (4) Was läuft bei den Empfängern ab?



# (4) RX-Voting = die Auswahl des besten Empfangssignals



# (4) Das Voting als livestream auf dem Sysop-Monitor (Beispiel)

Ausgewählter RX

```
VOTER INSTANCE 1234 DISPLAY:
cli0_yy |> | [ 0]
cli1_lb |=====| [189]
cli2_bp |=====| [115]
* cli3_wus |=====| [255]
```

```
VOTER INSTANCE 1234 DISPLAY:
cli0_yy |> | [ 0]
cli1_lb |=====| [189]
cli2_bp |=====| [113]
* cli3_wus |=====| [255]
```

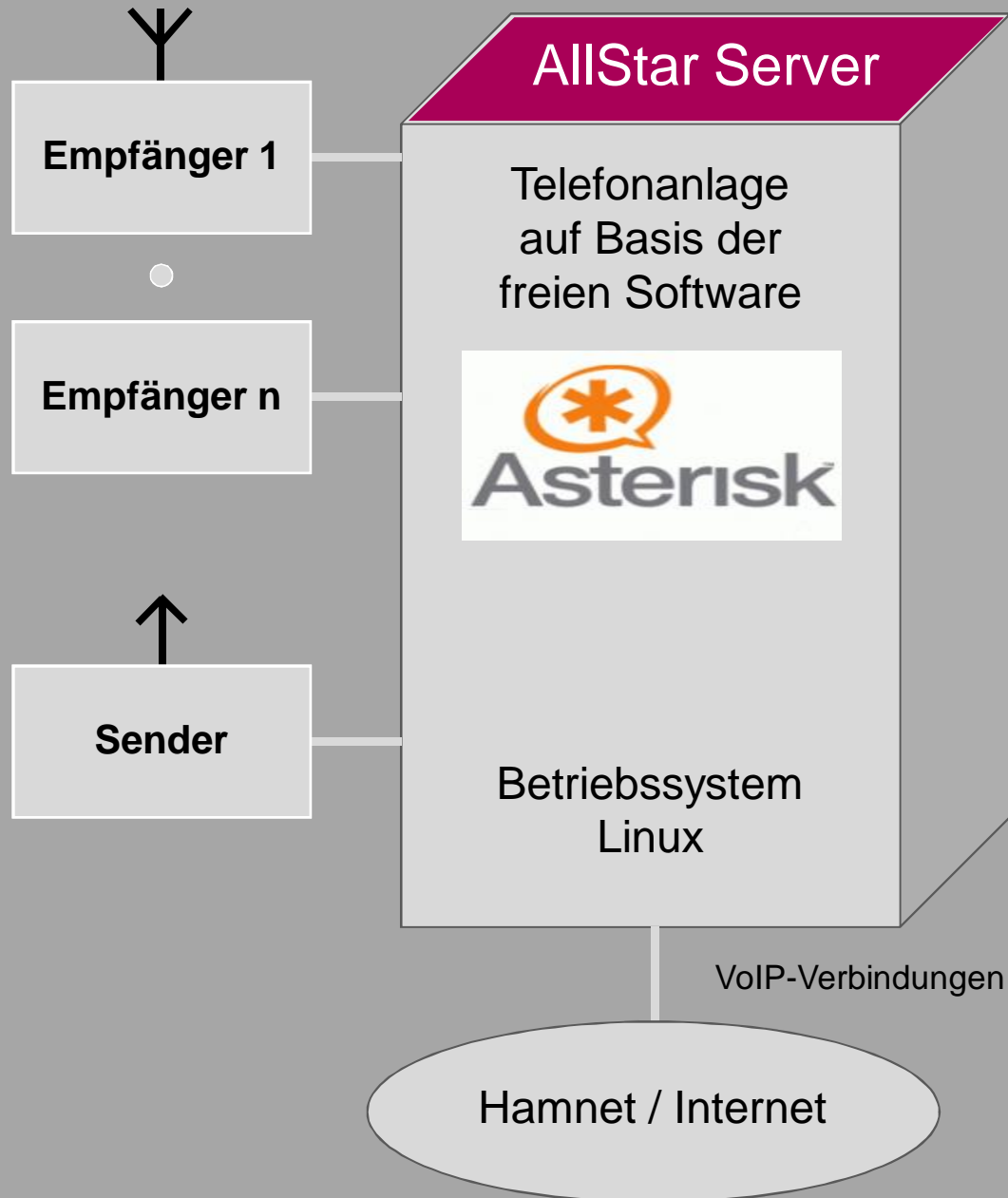
```
VOTER INSTANCE 1234 DISPLAY:
cli0_yy |> | [ 0]
cli1_lb |=====| [179]
cli2_bp |=====| [109]
* cli3_wus |=====| [255]
```

```
VOTER INSTANCE 1234 DISPLAY:
cli0_yy |> | [ 0]
cli1_lb |=====| [183]
cli2_bp |=====| [119]
* cli3_wus |=====| [255]
```

```
VOTER INSTANCE 1234 DISPLAY:
cli0_yy |> | [ 0]
cli1_lb |=====| [189]
cli2_bp |=====| [113]
* cli3_wus |=====| [255]
```

```
VOTER INSTANCE 1234 DISPLAY:
cli0_yy |> | [ 0]
cli1_lb |=====| [189]
cli2_bp |=====| [111]
* cli3_wus |=====| [255]
```

## (4) Der AllStar Server



### Der AllStar Server Å

- steuert die Relaisfunkstelle
- empfängt die über Hamnet einlaufenden Datenströme der drei Relaisempfänger
- wählt bis zu 50 mal in der Sekunde das beste Empfangssignal aus und moduliert damit den Relaissender
- verbindet DB0YY weltweit mit anderen **AllStar Nodes** via AllStar Link



## (4) Die AllStar Clients

### Als Schnittstelle zum Empfänger:

- verbindet analoge und digitale Welt
- A/D-Wandler und Codec für die Empfänger-Audio
- bewertet die Qualität des Empfangssignals und bildet daraus den RSSI-Wert (S-Meter)
- gewinnt die Systemzeit aus GPS-Signalen

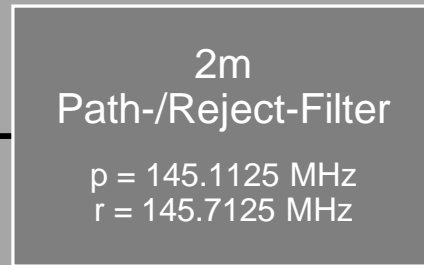
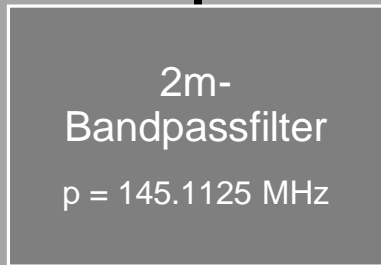
### Als Schnittstelle zum Sender:

- verbindet digitale und analoge Welt
- D/A-Wandler und Codec für die Modulations-Audio des Senders
- steuert den Sender
- gewinnt die Systemzeit aus GPS-Signalen



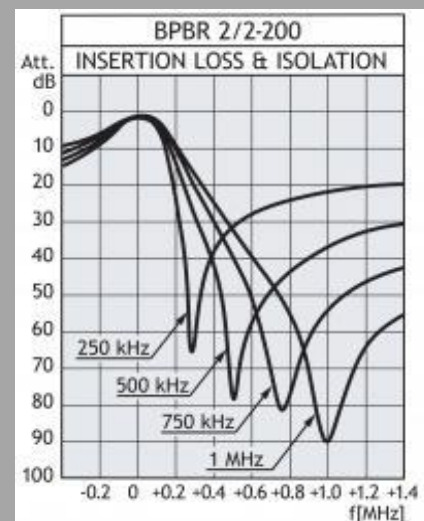
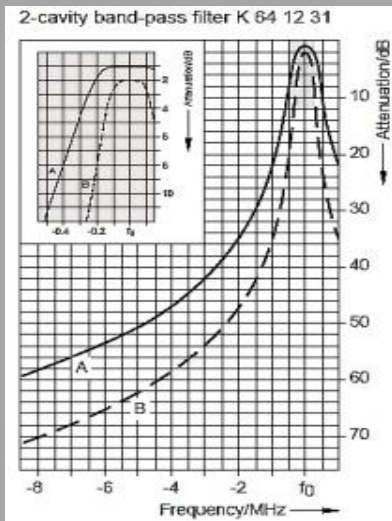
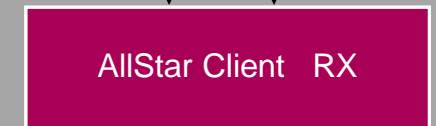
# (4) VHF-Technik: Relaisempfänger

2m-  
Empfangsantennen

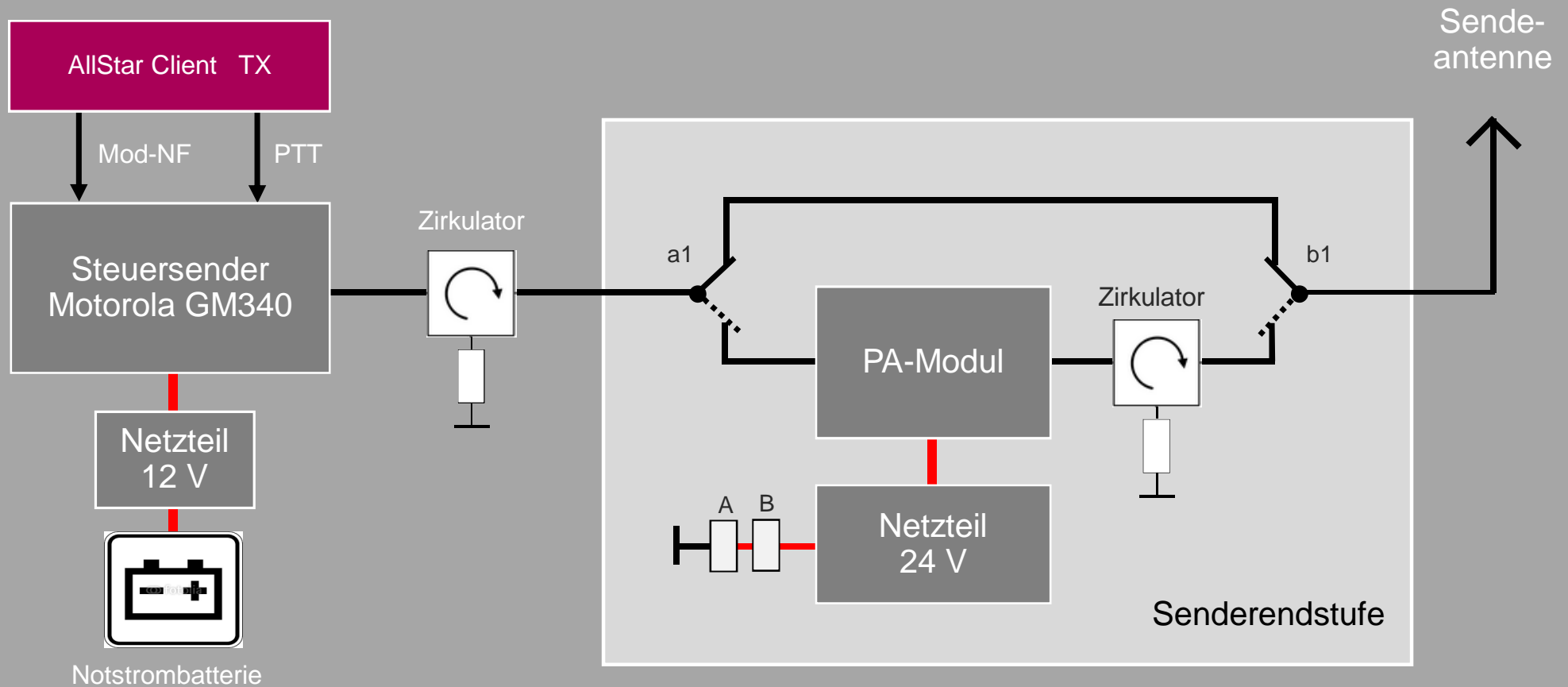


Squelch

Diskr. NF



## (4) VHF-Technik: Relaissender



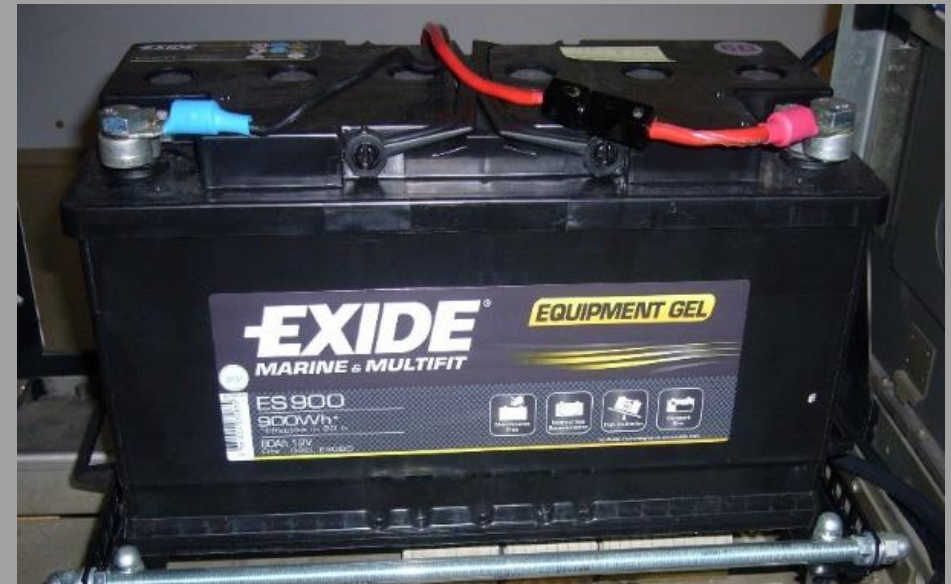
**Bei Stromausfall fallen die beiden Koaxrelais ab und schalten die Sendeantenne direkt zum Steuersender durch**

## (4) Die Stromversorgung



### Alle Standorte besitzen eine Notstrombatterie

- **DB0YY TX & zentraler Allstar Server**
  - Akku 12V / 80 Ah
  - versorgt alle Komponenten außer TX-PA
- **DB0LB RX-West**
  - Akkus 2 x 6V / 7.2 Ah
  - gegen Kurzausfälle
- **DB0BP RX-Ost**
  - Akku 12V / 22 Ah
  - Notstromdiesel Wasserturm
- **DB0WUS RX-Nord**
  - Akku 12V / 7.2 Ah
  - gegen Kurzausfälle



## (4) Im Einsatz befindliche Systeme / Technologien



Und das braucht man  
alles für eine simple  
Relaisfunkstelle?



2m  
HF-Technik

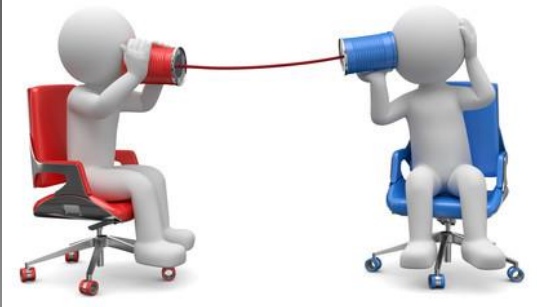


Echolink

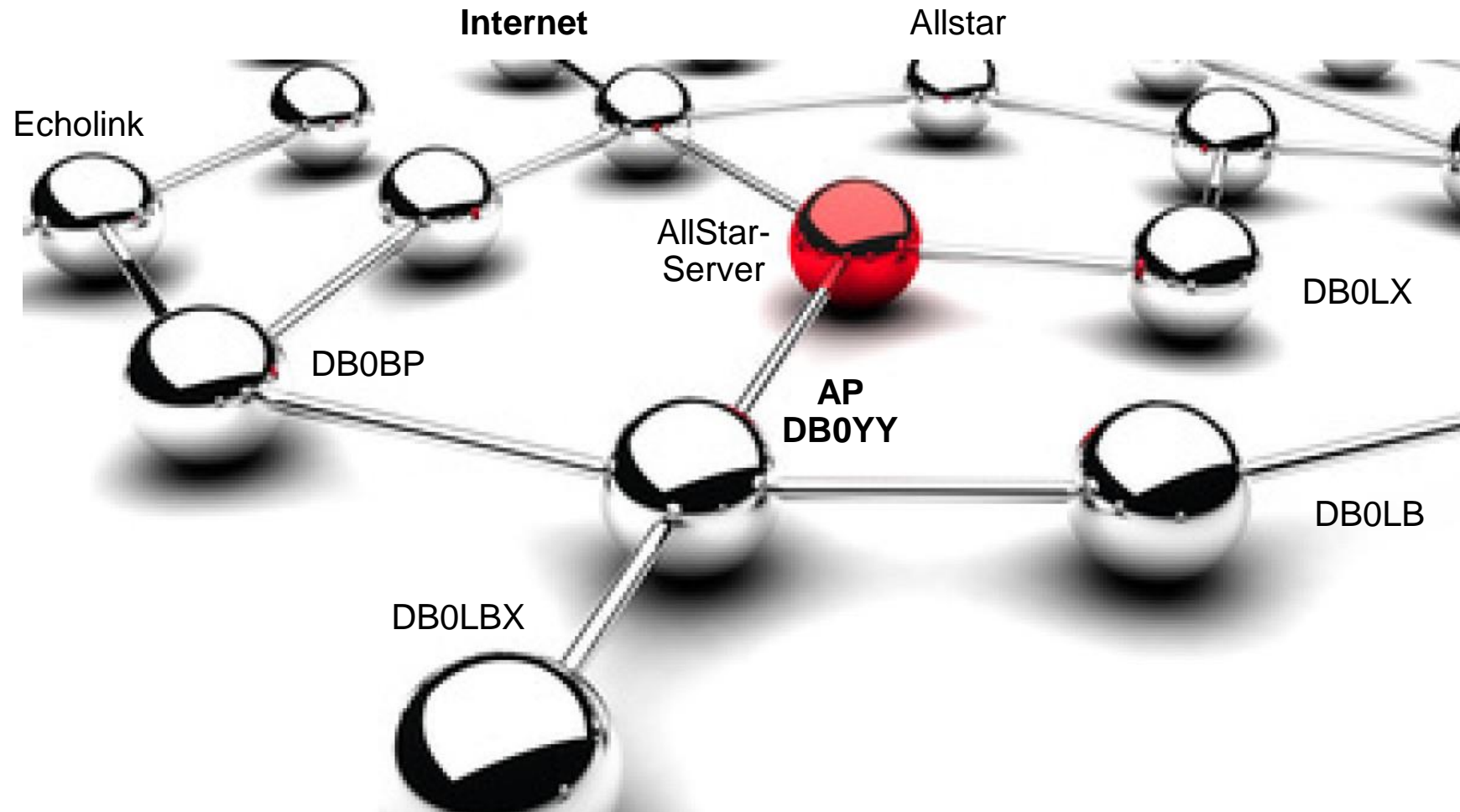


LAN-  
Netze

## (5) Die Kommunikationsnetze

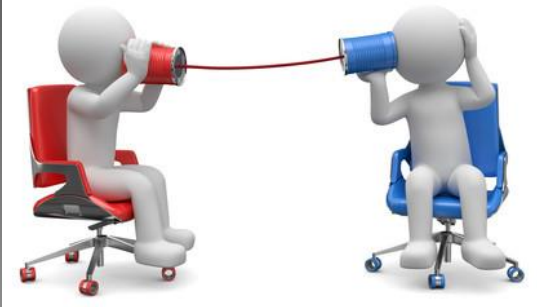


Wie verbinden sie miteinander?





## (5) Die Kommunikationsnetze



Über welche Netze spricht DB0YY mit wem?

### Über Hamnet:

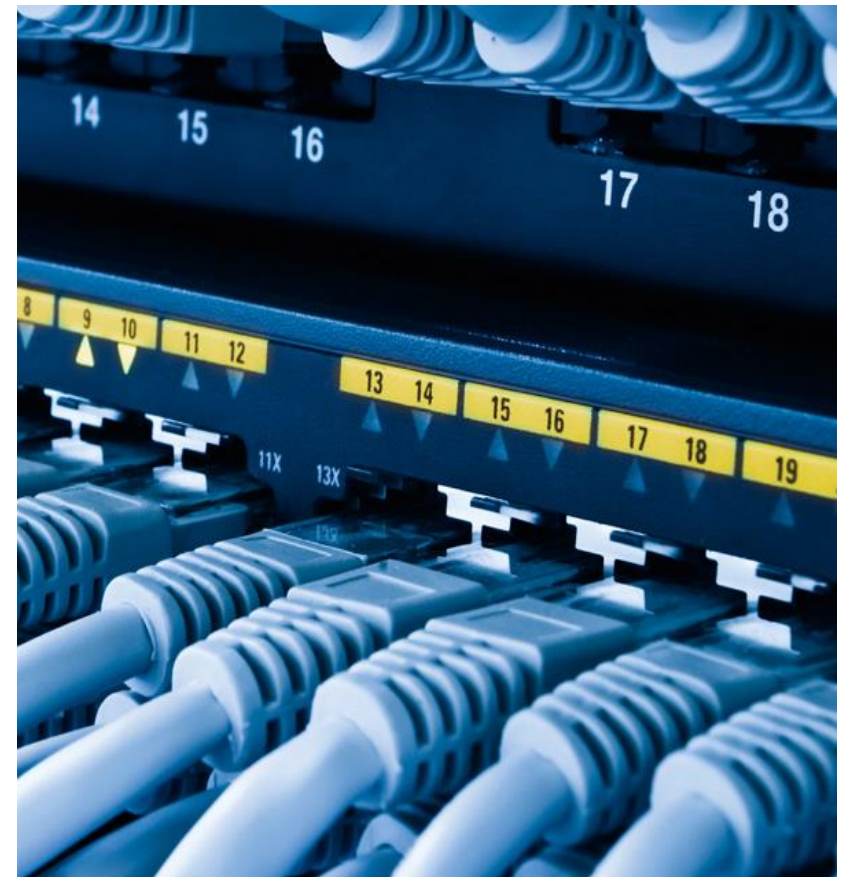
- Anbindung der drei Relaisempfänger an den zentralen AllStar-Server

### Über Internet:

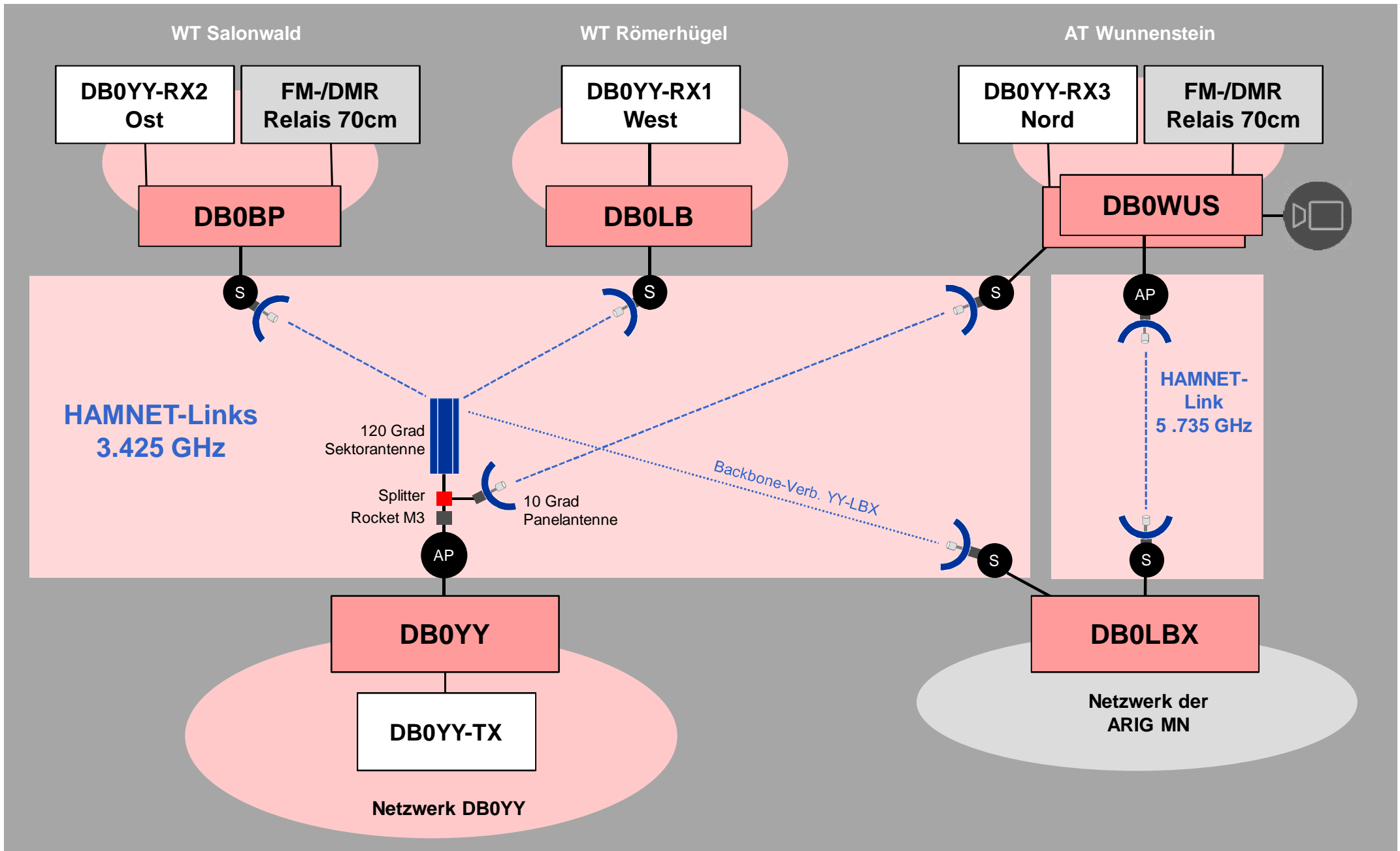
- Echolink-Verbindungen
- AllStar-Link Verbindungen
- 70cm Hotspot bei DK3PT

### Über das logische **AllStar Link** Netz:

- Verbindungen im Rahmen des weltweiten AllStar Link Verbundnetzes

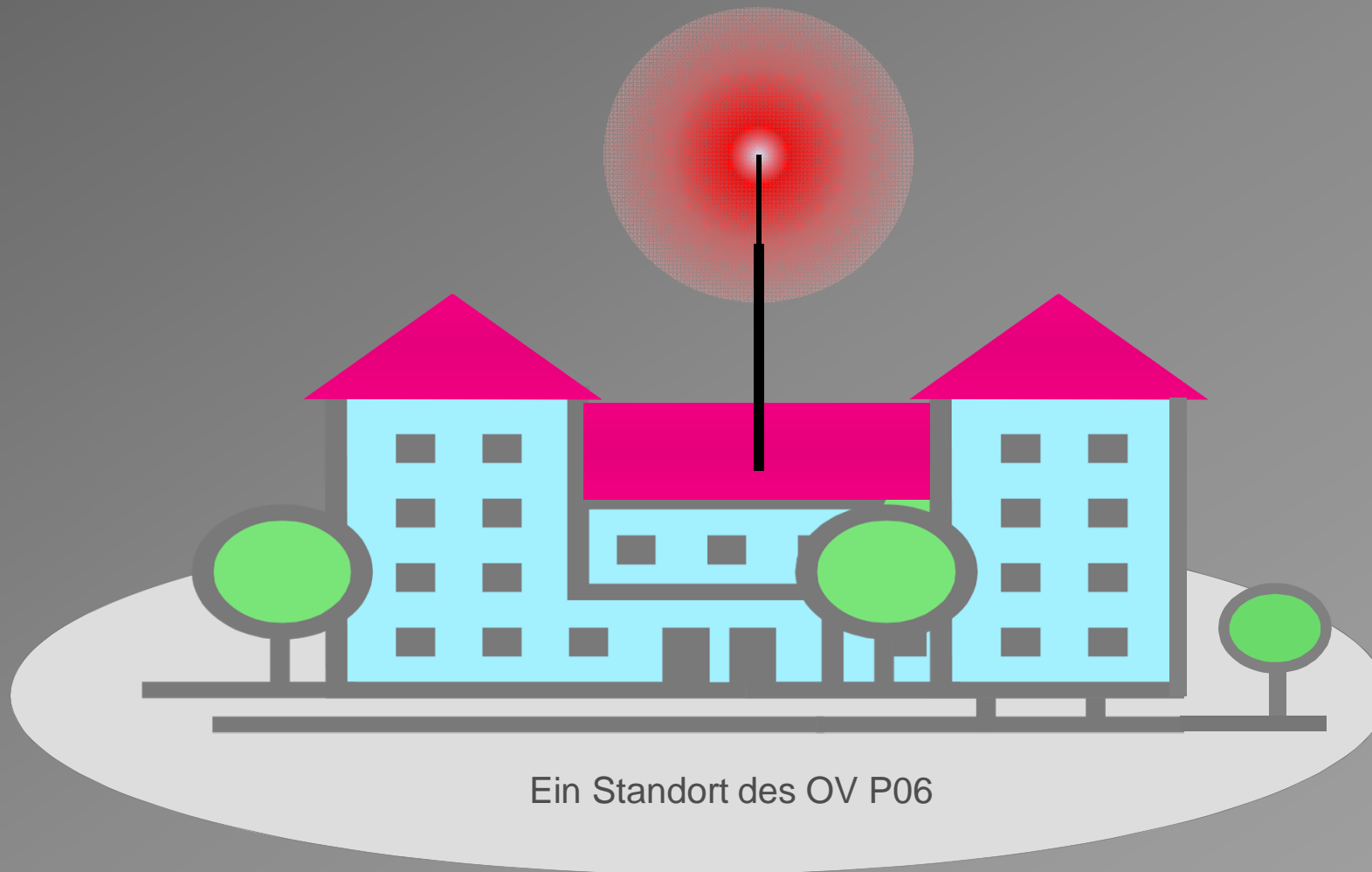


# (5) Das Netzwerk rund um DB0YY - Prinzipdarstellung



## (6) Standort Osterholzschule Ludwigsburg

# DB0YY - TX und zentrale Systemsteuerung





## (6) Zentrale Systemsteuerung & Relaissender



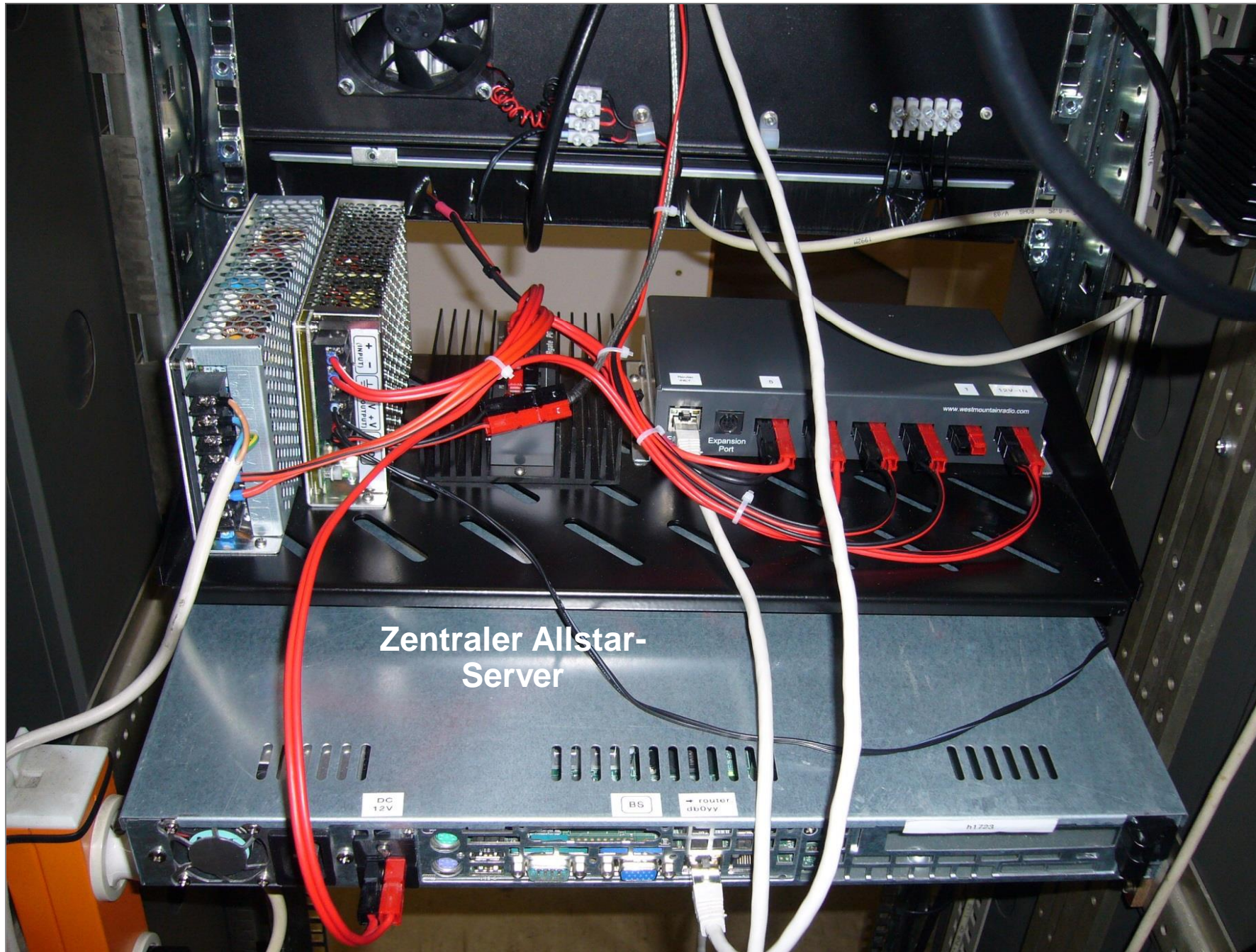
DB0YY  
ein Blick von vorne



... falls mal der Strom ausfällt



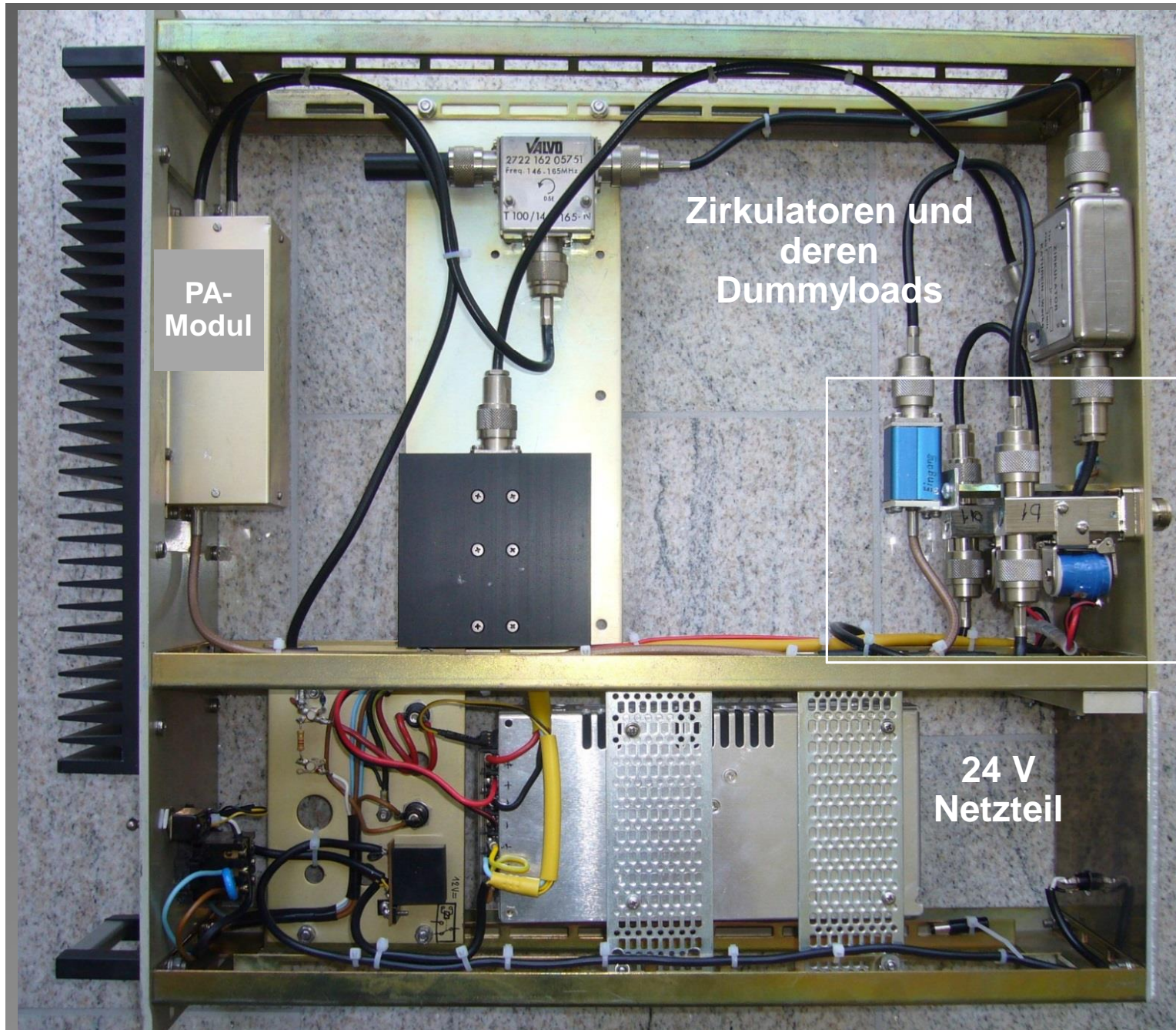
## (6) Zentrale Systemsteuerung & Relaissender



DB0YY  
ein Blick  
von hinten



## (6) Die Senderendstufe von DB0YY

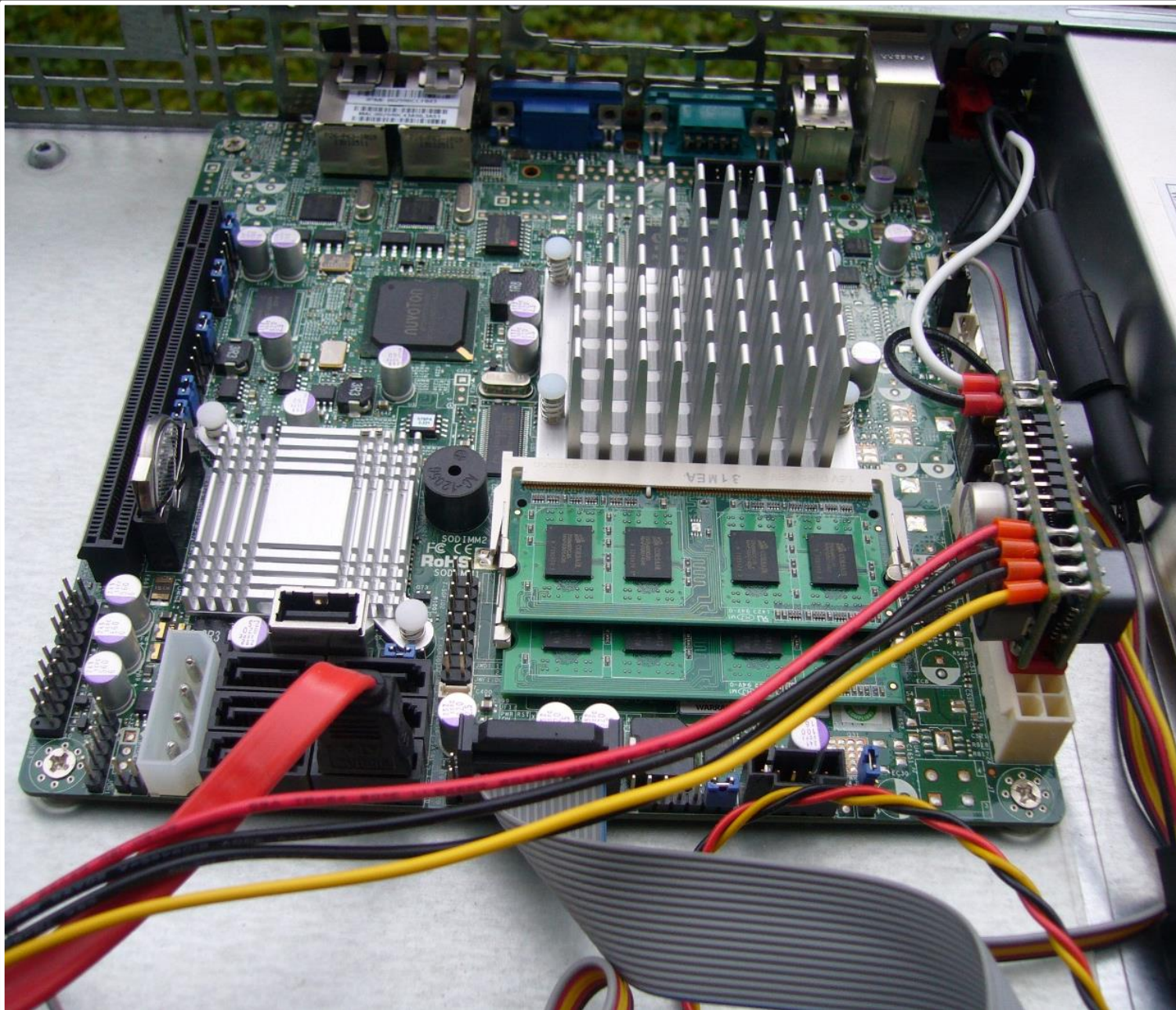


Blick ins Innere  
der 2m-PA

Bypass schaltet bei  
Stromausfall die  
Sendeantenne  
direkt zum  
Steuersender durch



## (6) Blick auf die Platine des Allstar-Servers



Das zentrale  
Gehirn von  
DB0YY:

ALLSTAR-Server  
SUPERMICRO  
X7SPA-HF-D525



## (6) Die Antennen von DB0YY aus nördlicher Sicht



DB0YY  
Sendeantenne  
Kathrein 4 dBd

GPS-RX und  
Linkantennen

## (6) Die Linkantennen des Hamnet AccessPoint von DB0YY

DB0YY Link-Antennen auf dem Dach der Osterholzschule

**(1) 3.4 GHz Sektorantenne**  
Öffnungswinkel = 120 Grad  
Gewinn = 18 dBi

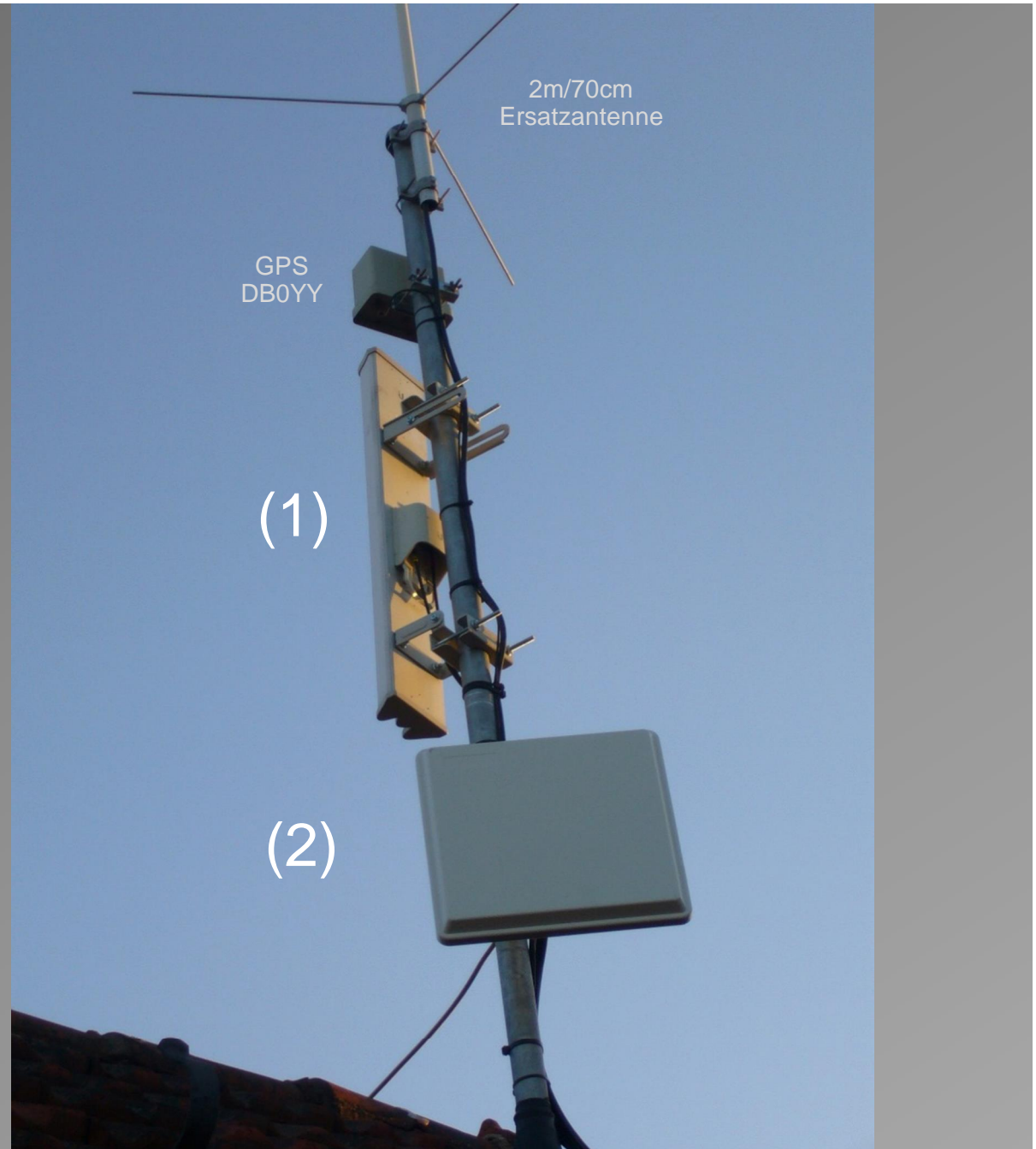
Links zu:

- DB0LB RX-West
- DB0BP RX-Ost
- DB0LBX Backbone

**(2) 3.4 GHz Panelantenne**  
Öffnungswinkel = 10 Grad  
Gewinn = 19 dBi

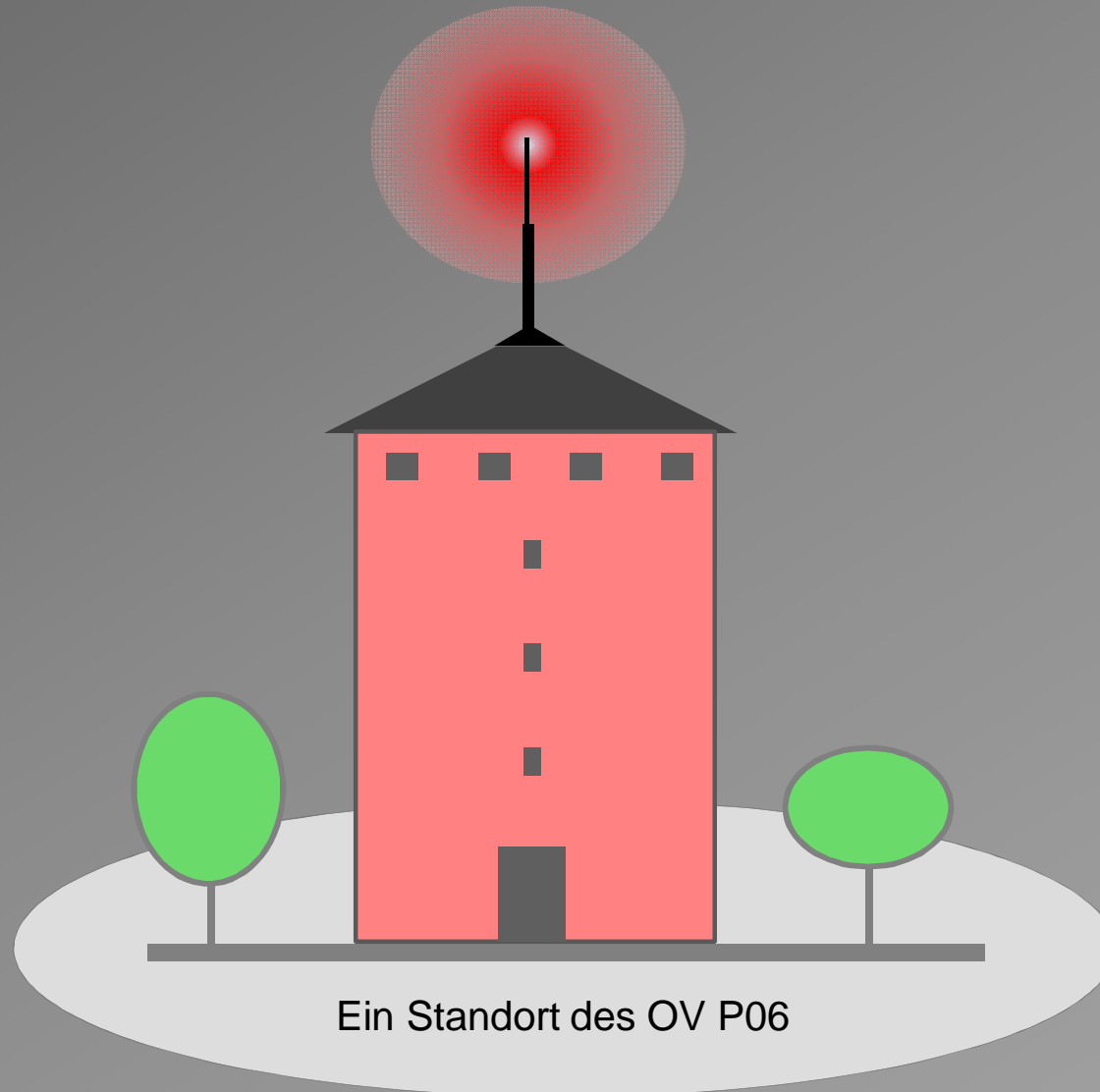
Link zu:

- DB0WUS RX-Nord



## (7) Standort Wasserturm Fürstenhügel Ludwigsburg

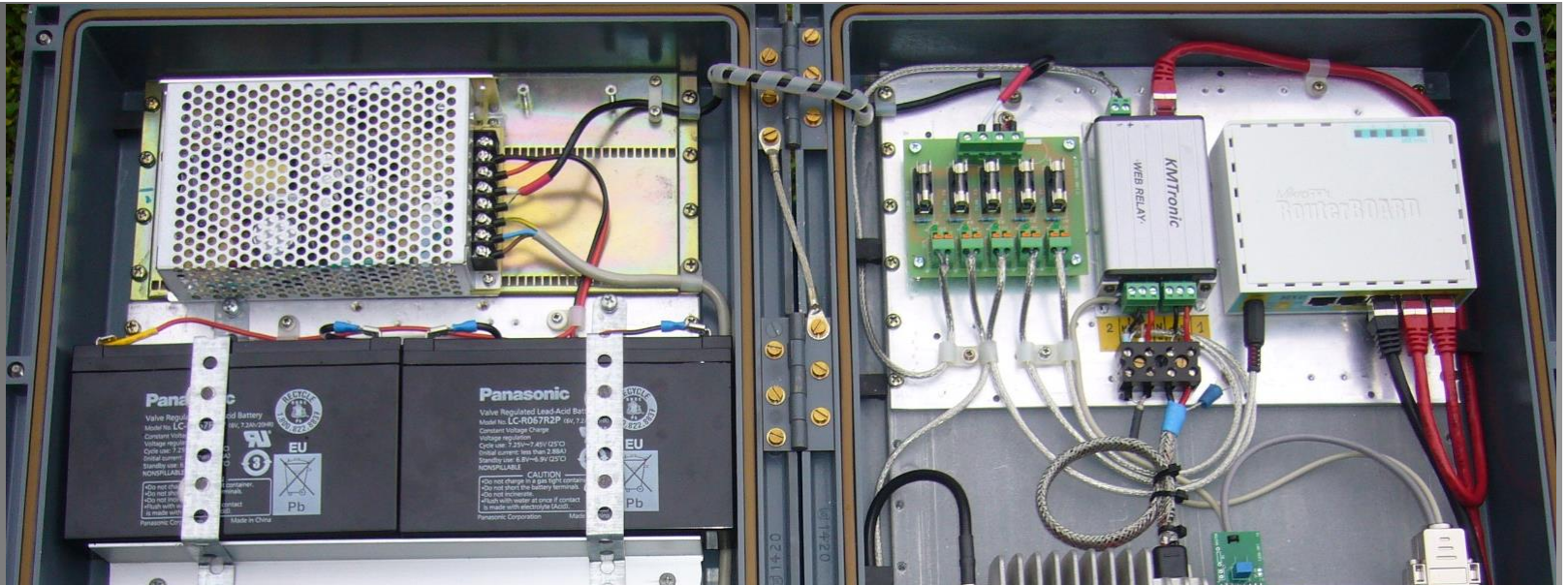
DB0LB . RX West



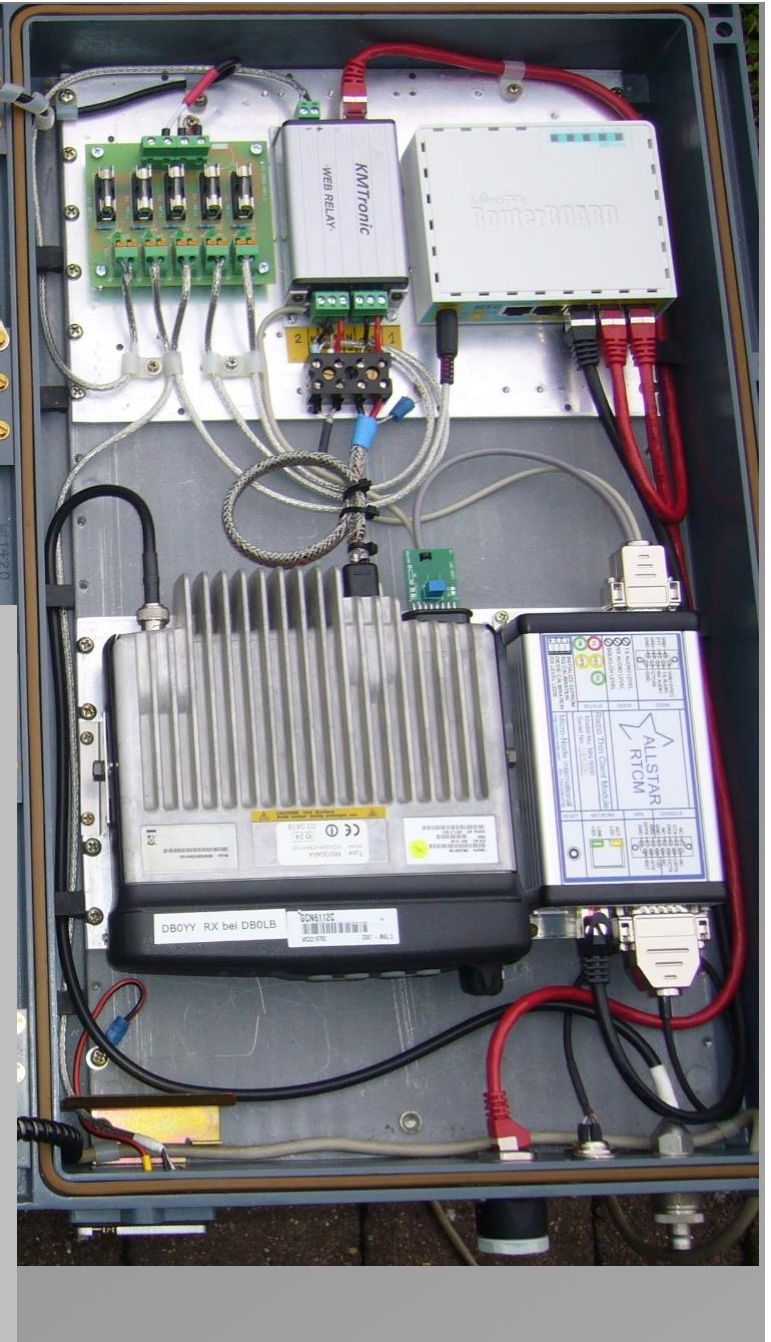
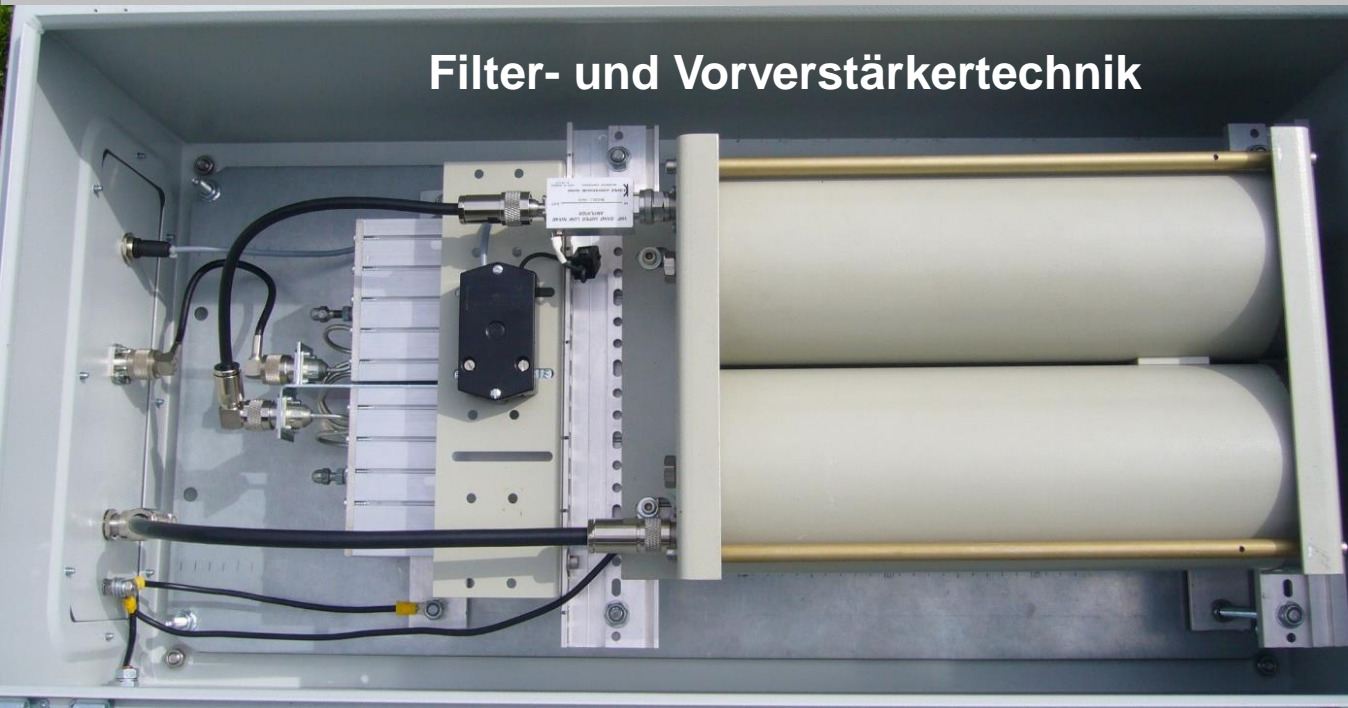


# (7) Das Empfangssystem RX-West

RX-System →



Filter- und Vorverstärkertechnik





## (7) Das im Turm montierte Empfangssystem RX-West



Park- und Halteverbot für Turmvögel

← Schrank mit Filtertechnik und RX-Vorverstärker

RX-System →

Teile der 23 cm Bake DB0LB

## (7) Die Antennen von RX-West



← Procom  
CXL 2-3

Empfangsantenne



Vogelabwehrsystem

GPS für  
RX-West

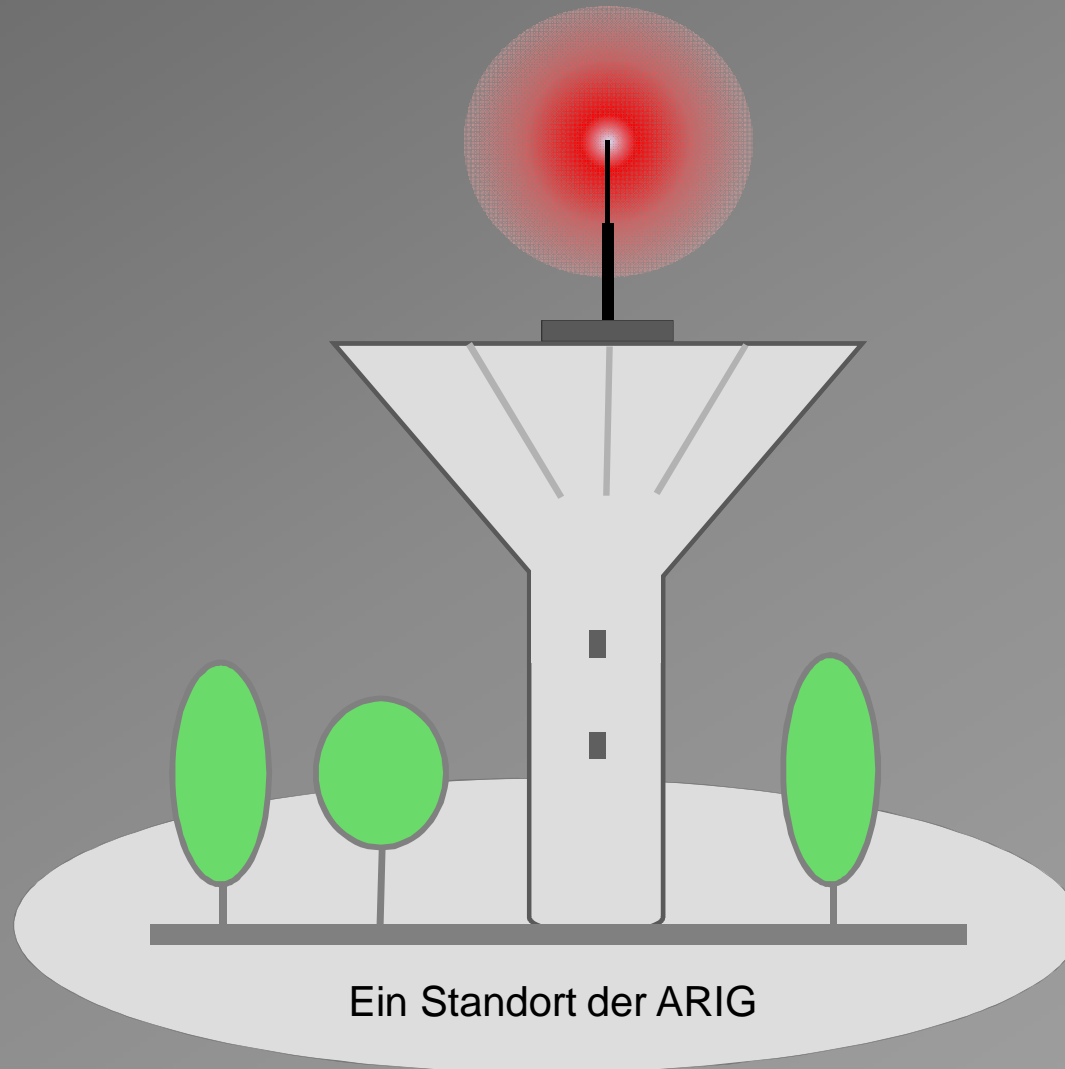
NanoStation  
3.4 GHz-Link  
zu DB0YY

Link und GPS-RX



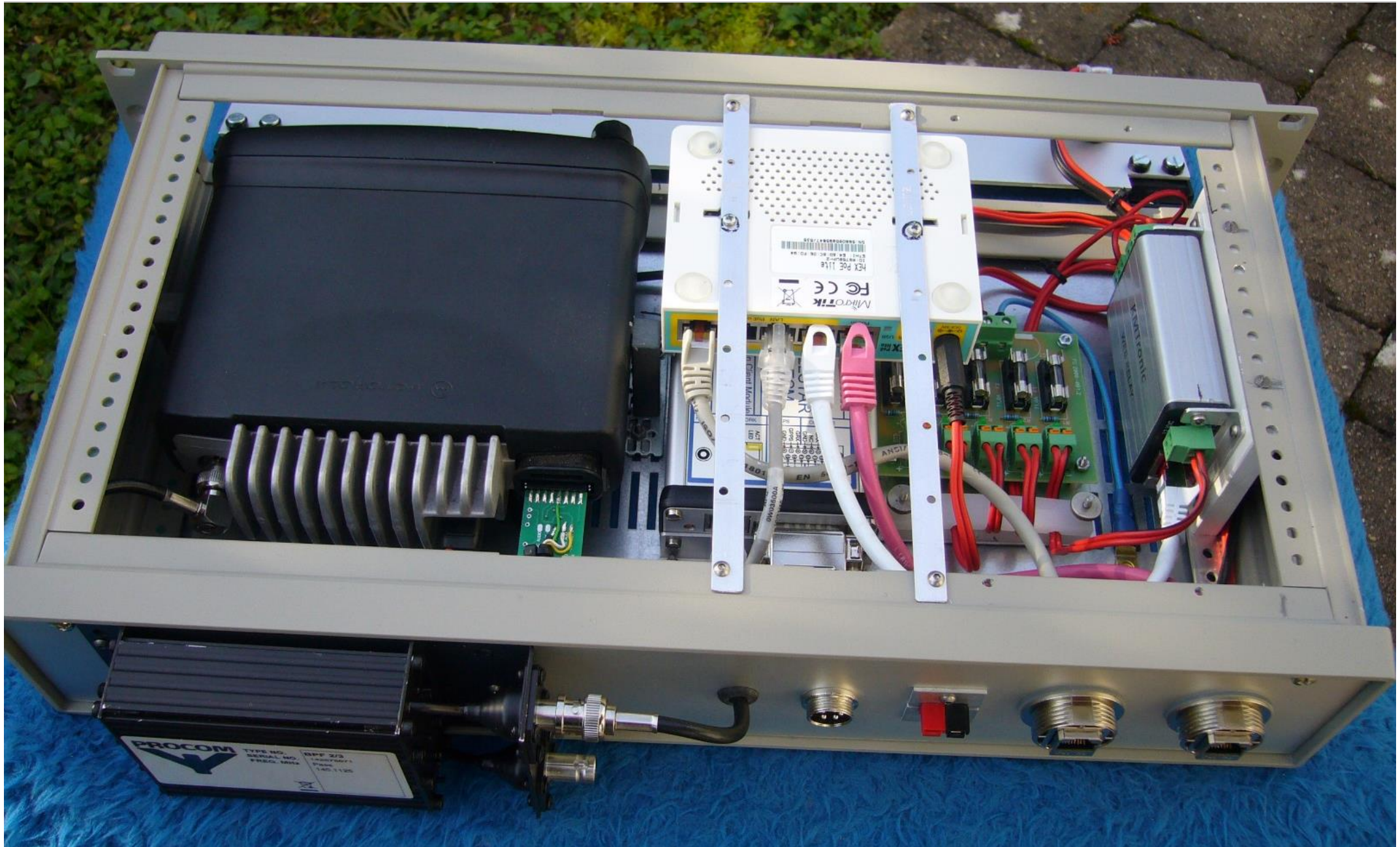
## (8) Standort Wasserturm Salonwald Ludwigsburg

DB0BP . RX Ost





## (8) Der Empfängereinschub von RX-Ost





## (8) Das im Turm montierte Empfangssystem RX-Ost

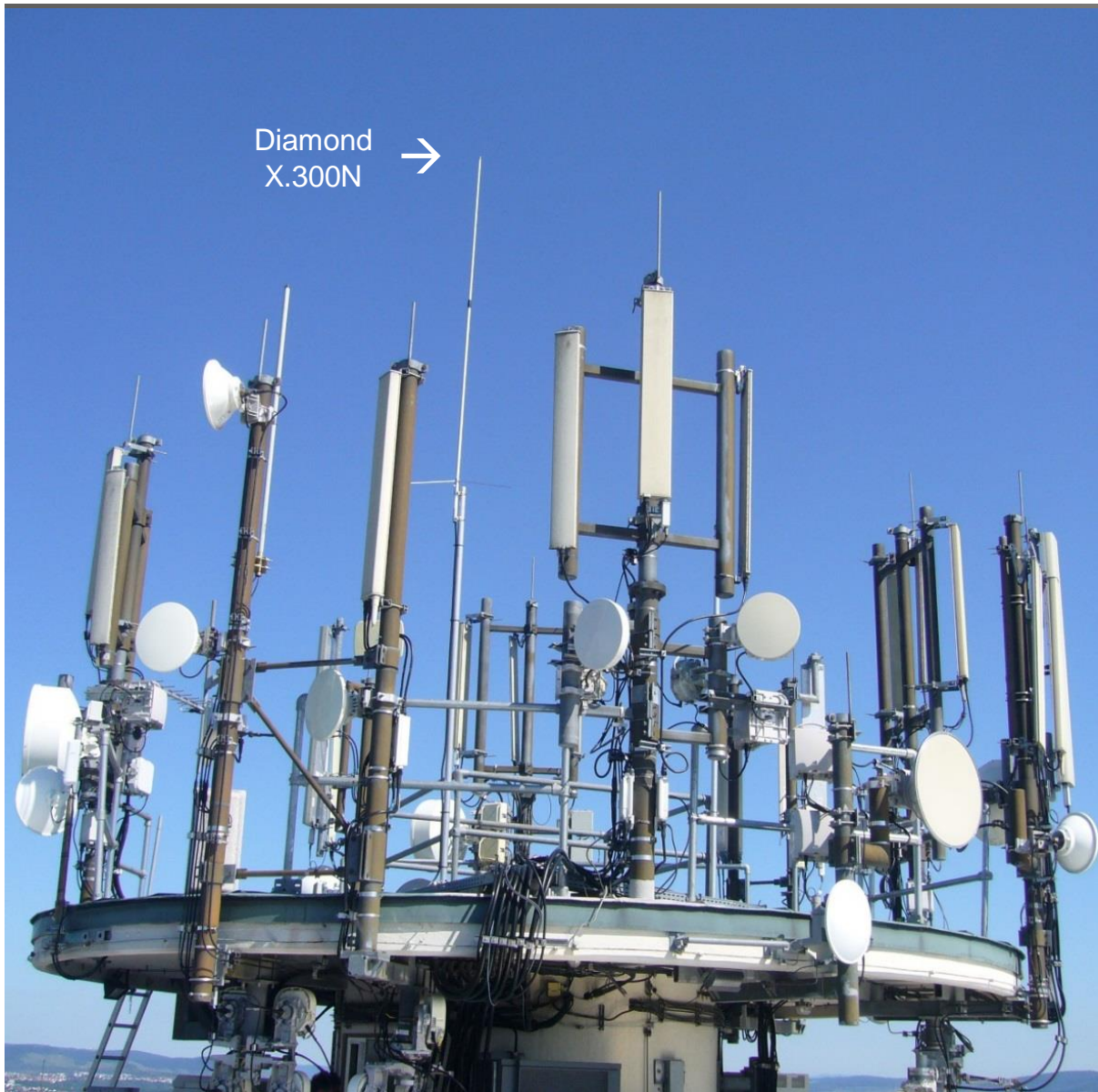
DMR-Relais der ARIG →  
438.925 MHz

← 2m RX-Einschub  
145.1125 MHz

← 2m-Path-/Reject-Filter

Standort:  
Wasserturm Salonwald

## (8) Die Antennen von RX-Ost



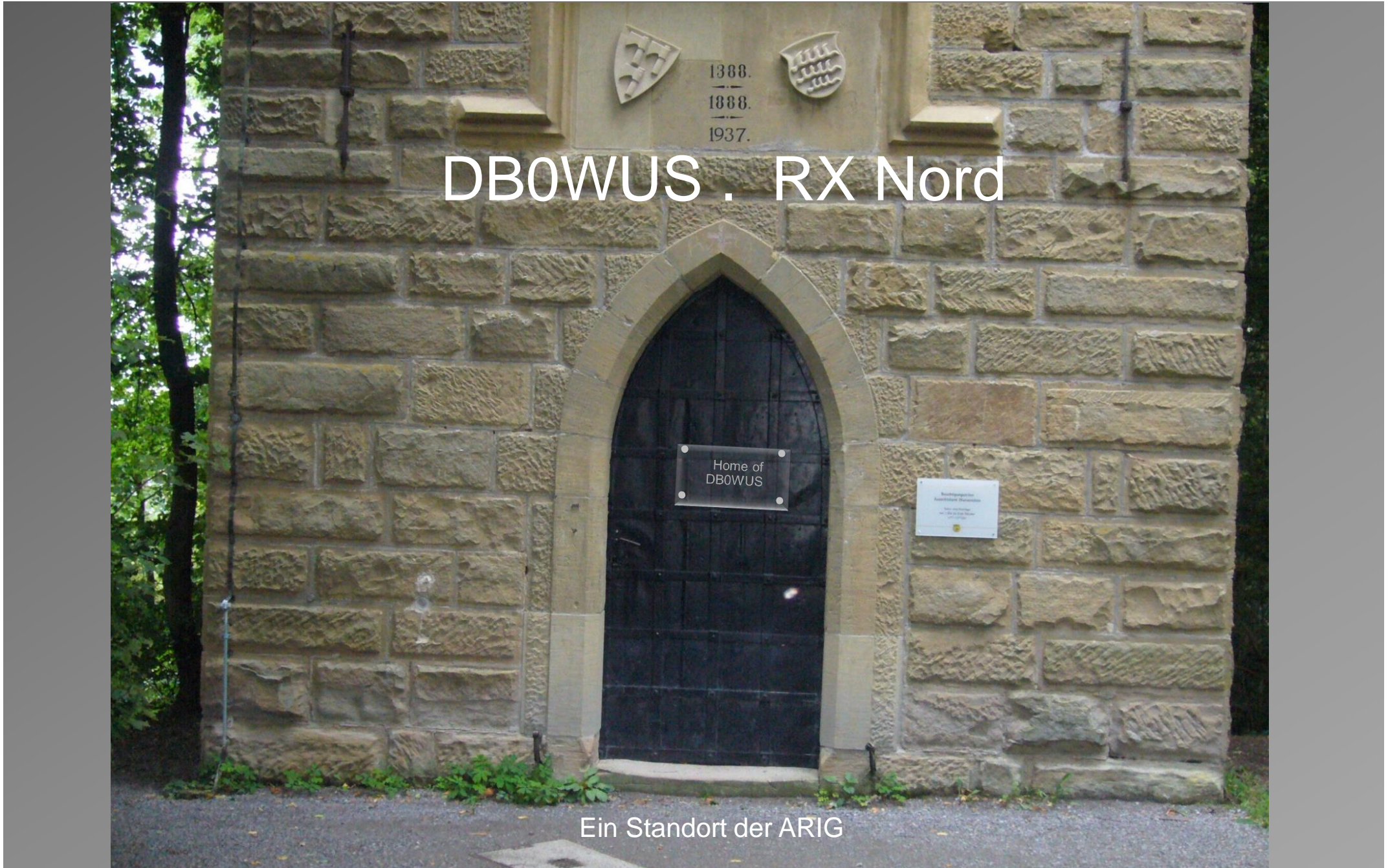
Antenne RX-Ost u. DMR-Relais



Link und GPS-RX



## (9) Standort Aussichtsturm Wunnenstein

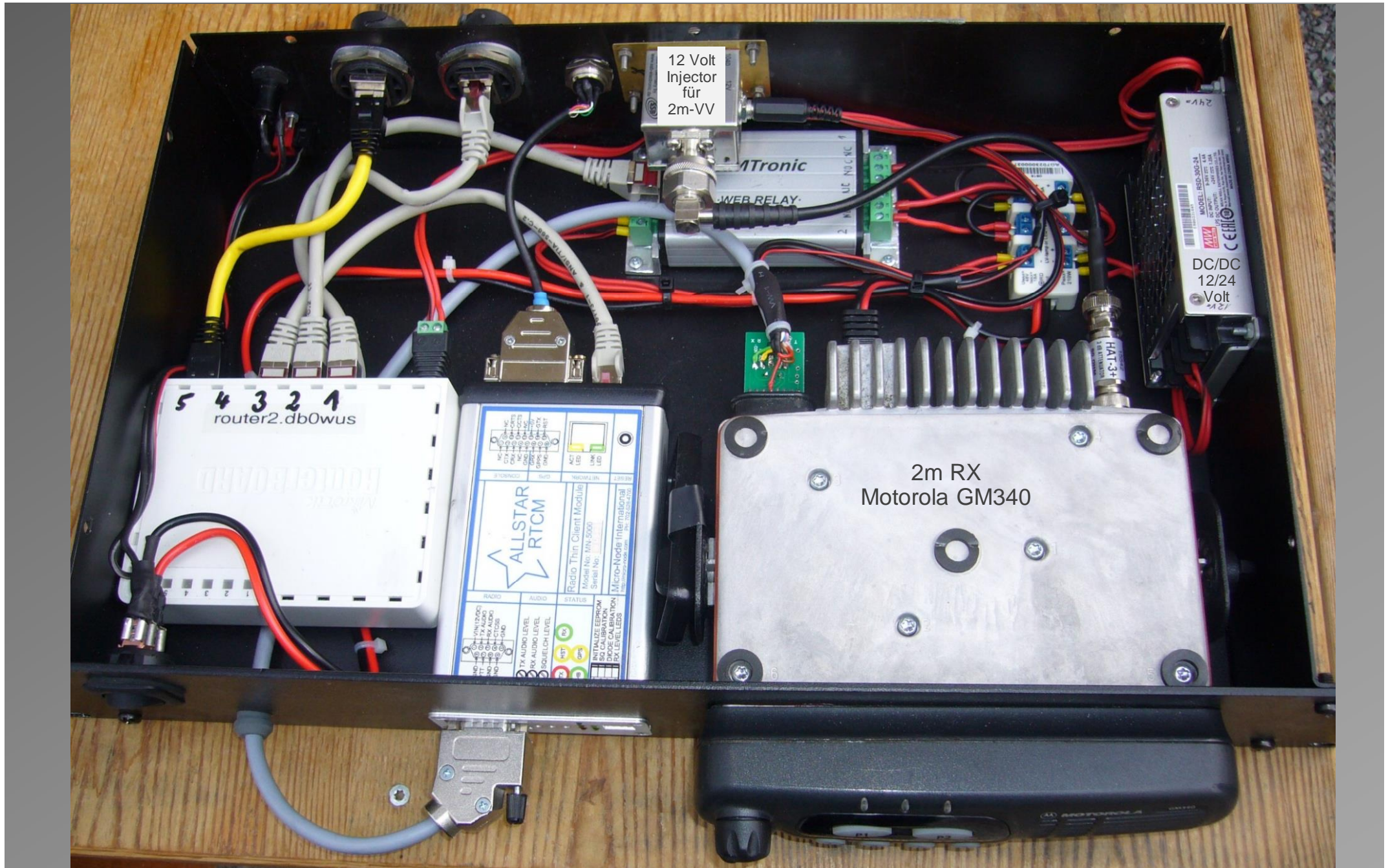


DB0WUS . RX Nord

Ein Standort der ARIG



## (9) Der Empfängereinschub von RX-Nord





## (9) Das im Turm montierte Empfangssystem RX-Nord



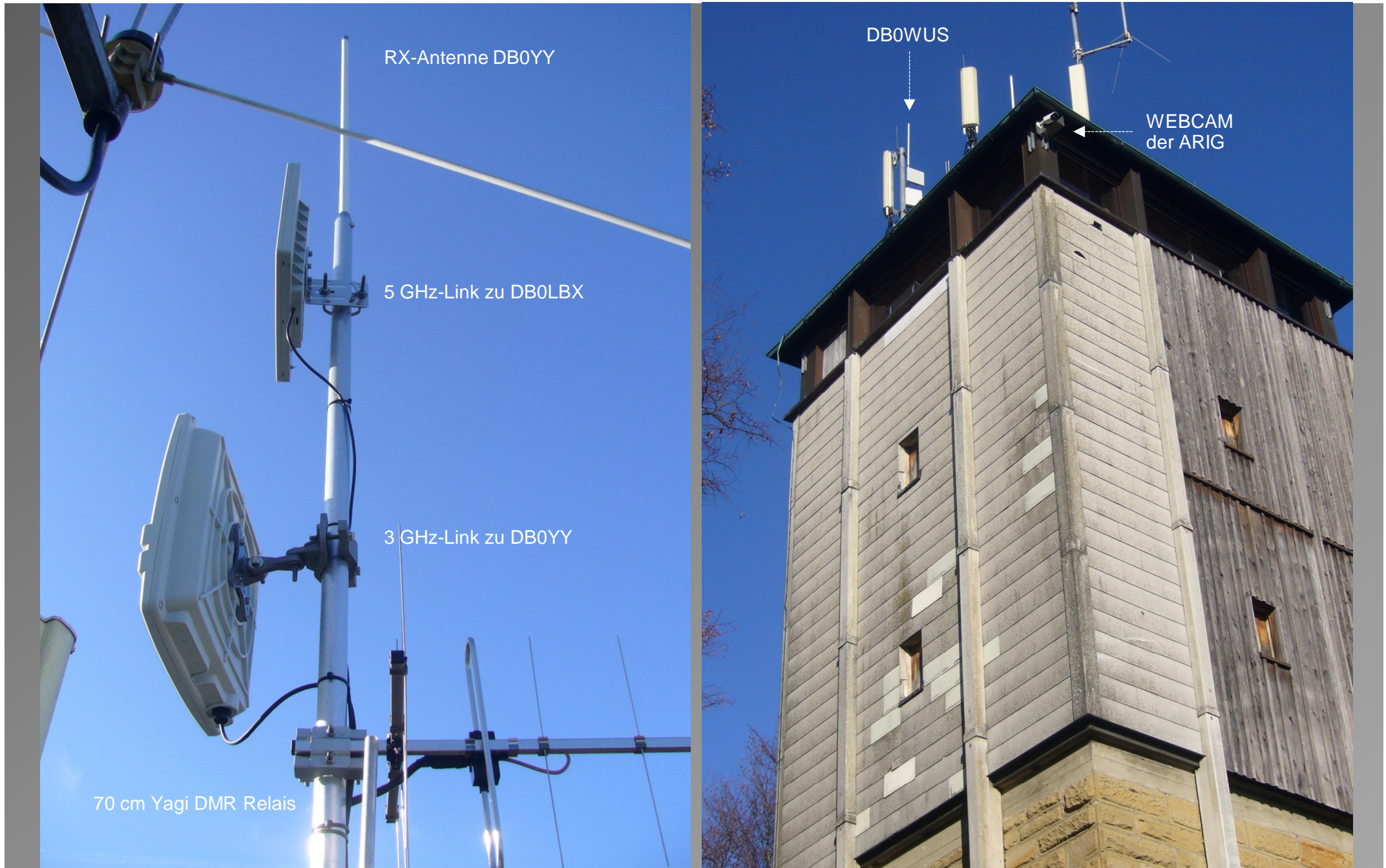


# (9) Das fertige 2m RX-System umzingelt von Mobilfunktechnik





## (9) Die Antennen von RX-Nord







## (7) Betriebserfahrungen



### Relaisbetrieb

- ✓ **Das RX-Voting funktioniert hervorragend**
- ✓ **Bessere Versorgung des östlichen Teils von Ludwigsburg**
- ✓ **Bessere Versorgung des nördlichen Teiles des Landkreises LB**
- ✓ **Die 3.4 GHz Linkstrecken zu den RX-Standorten laufen stabil**
- ✓ **Das technische Gesamtsystem läuft stabil**
  
- **Die zeitliche Verzögerung von ca. 50-100 ms zwischen Relaiseingabe und -ausgabe muss betriebstechnische berücksichtigt werden**