

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 Fürstehügel 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



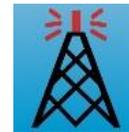
1985

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

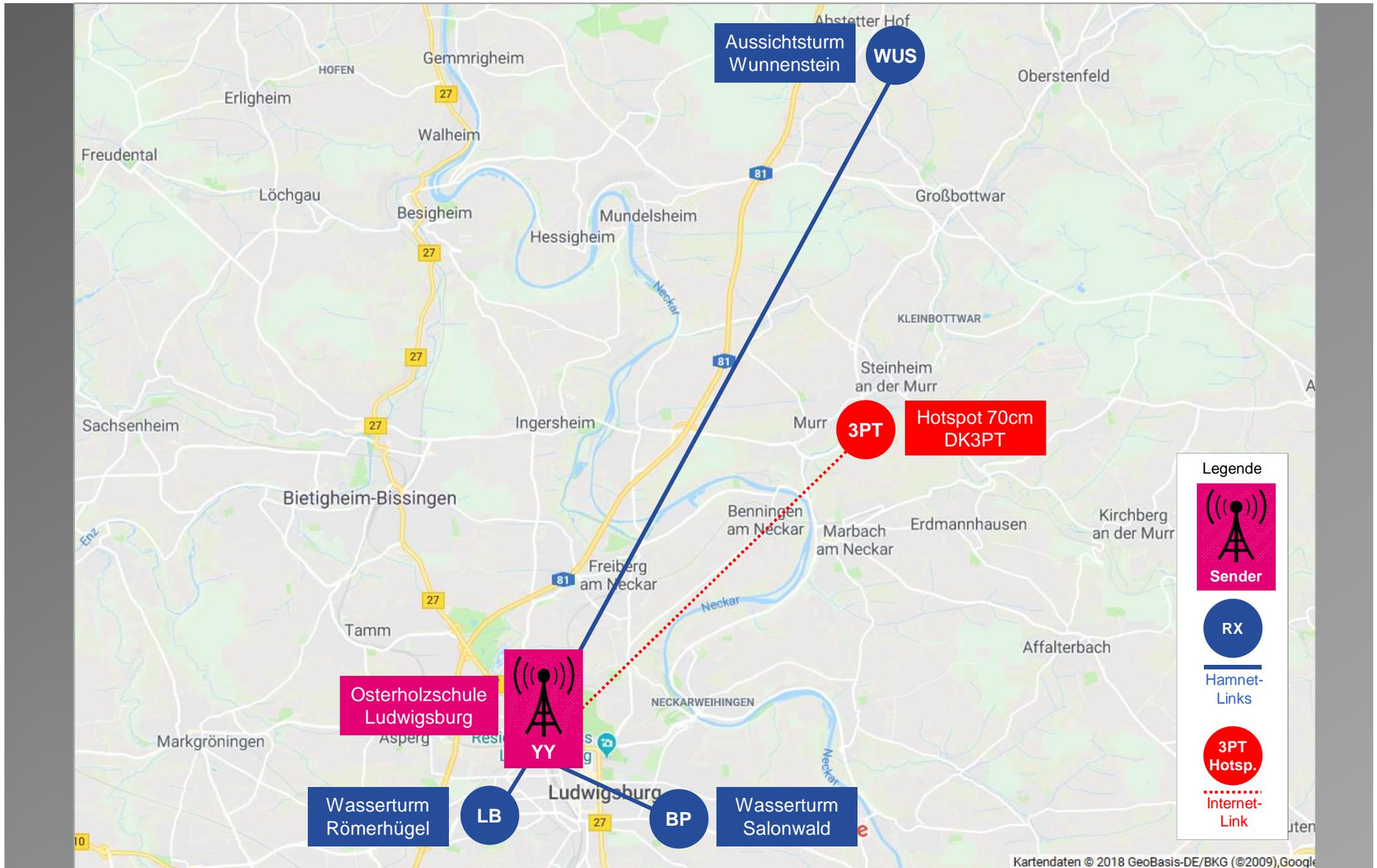
(2) Die Projektziele



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

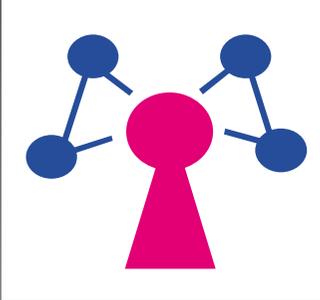
(3) Wo liegen die Betriebsorte?



(4) Das technische Gesamtsystem



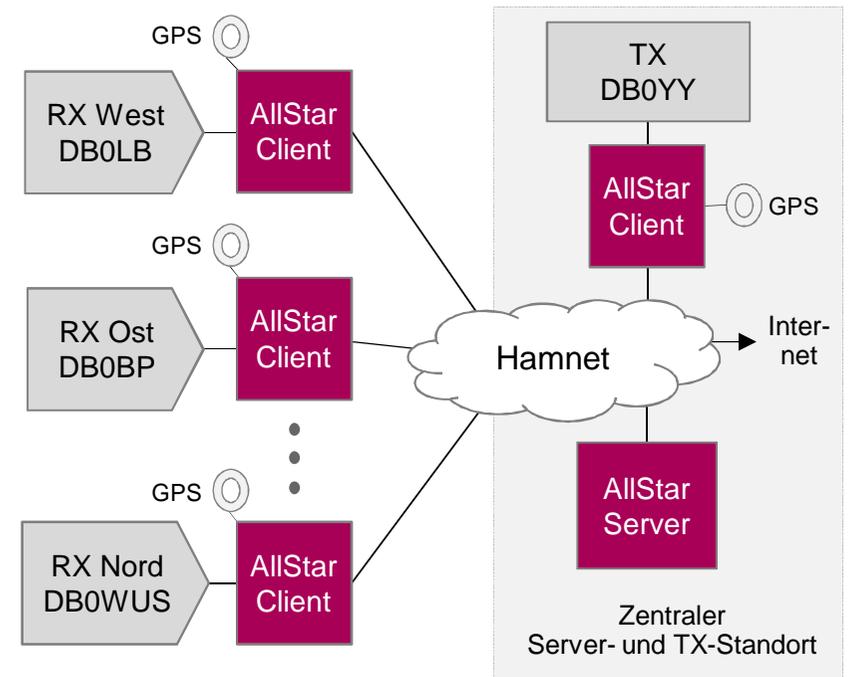
(4) RX-Voting (Empfangsdiversity)



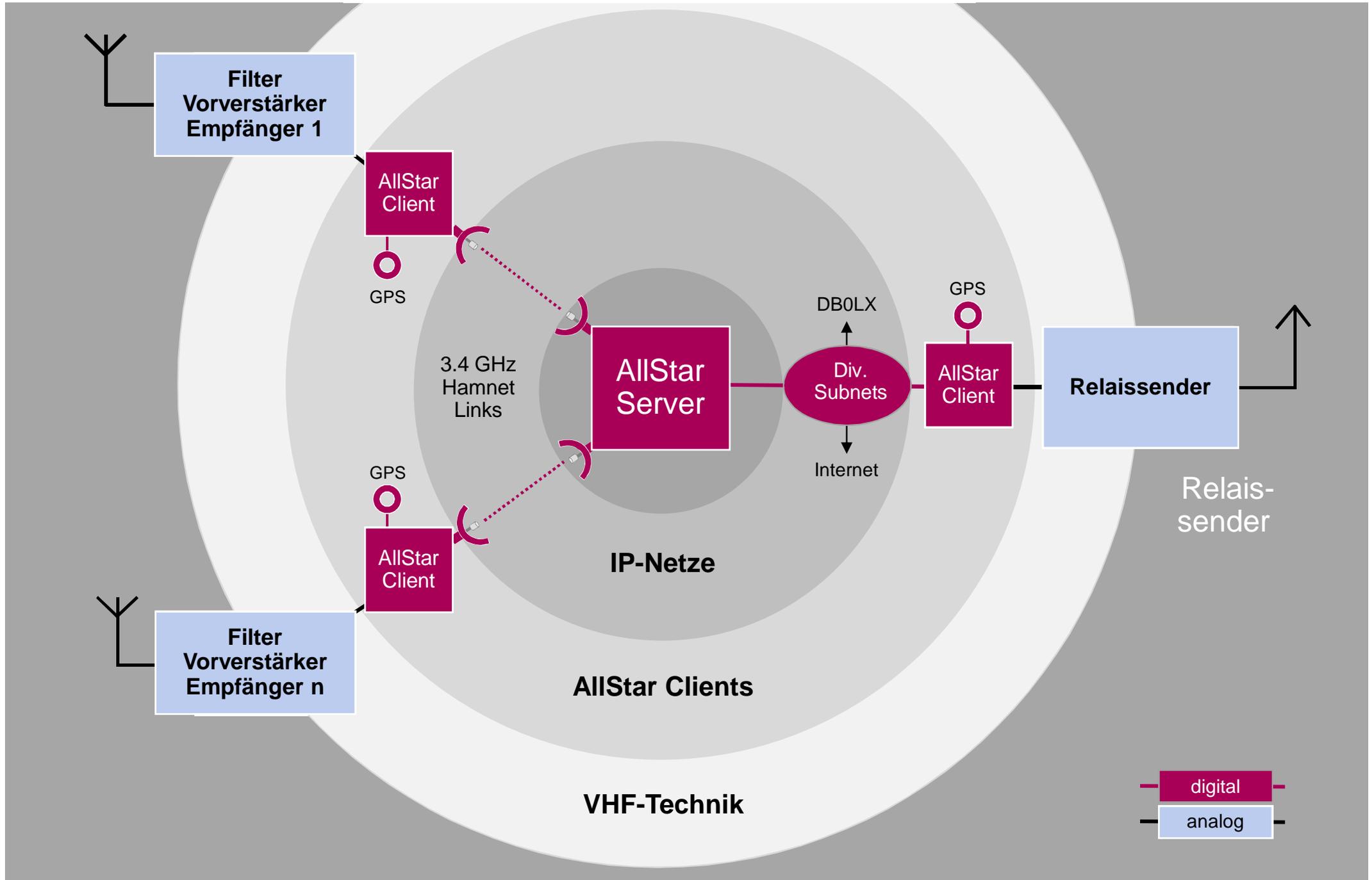
Wie funktioniert Empfangsdiversity?

Ganz einfach:

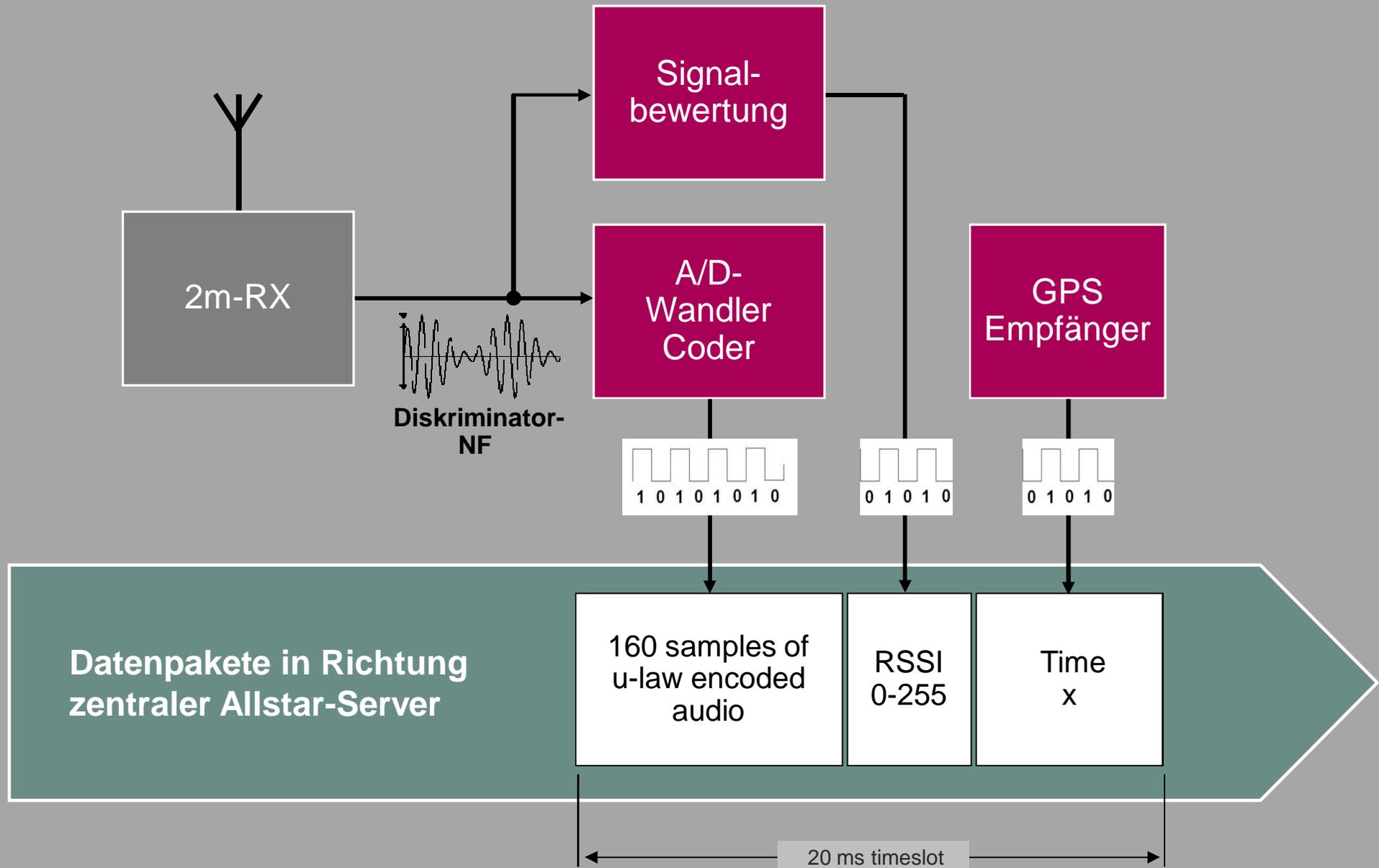
- Bei Empfangsdiversity werden mehrere Empfänger auf der gleichen Frequenz an verschiedenen Standorten betrieben.
- An diesen RX-Standorten wird 50 mal in der Sekunde
 - die Empfangsfeldstärke ermittelt (RSSI-Wert)
 - eine hochpräzise GPS-Zeitinformation gewonnen
 - und die Empfangs-Audio digitalisiert.
- 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.



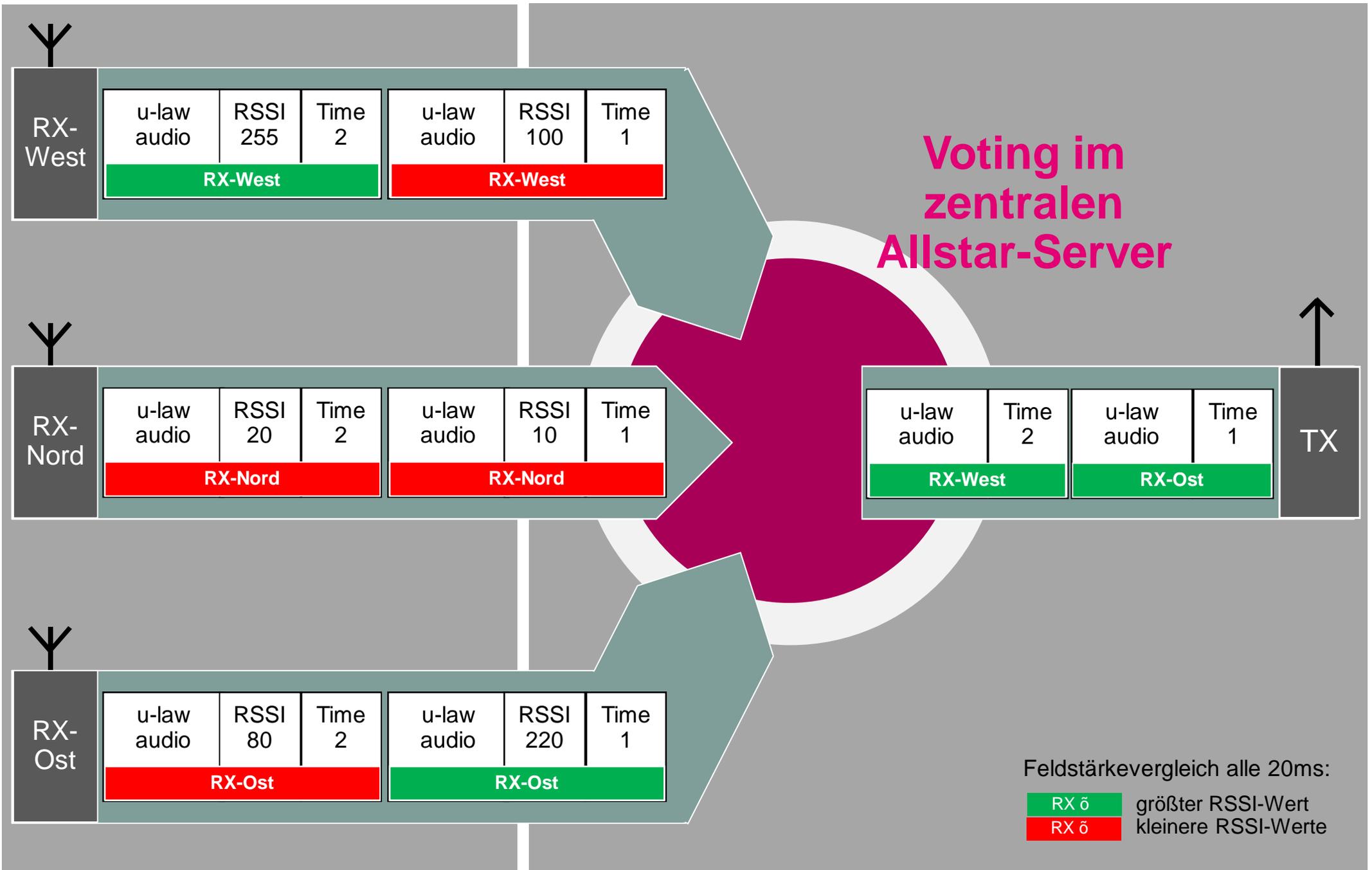
(4) Das technische Ebenenmodell



(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]
```

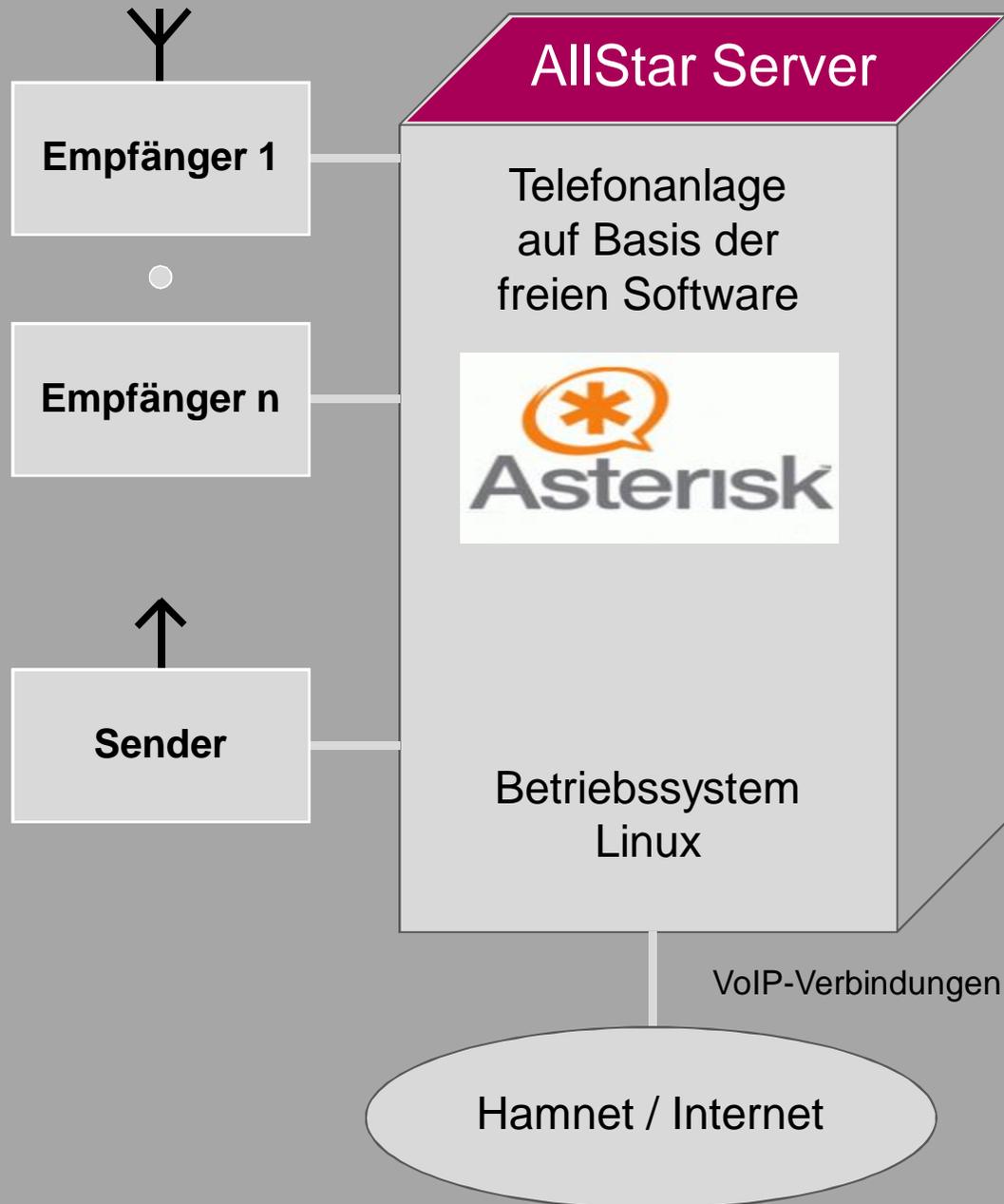
```
VOTER INSTANCE 1234 DISPLAY:
cli0_yy |> | [ 0]
cli1_lb |=====| [179]
cli2_bp |=====| [109]
* cli3_wus |=====| [255]
```

```
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 Relaisender
- 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

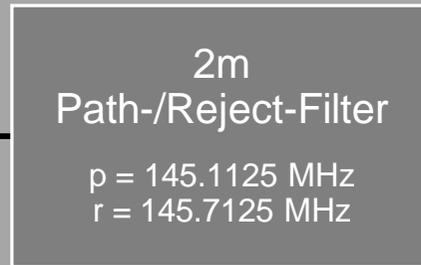
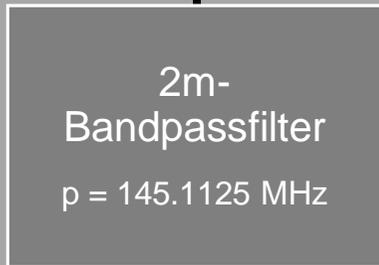
Als Schnittstelle zum Sender:

- 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



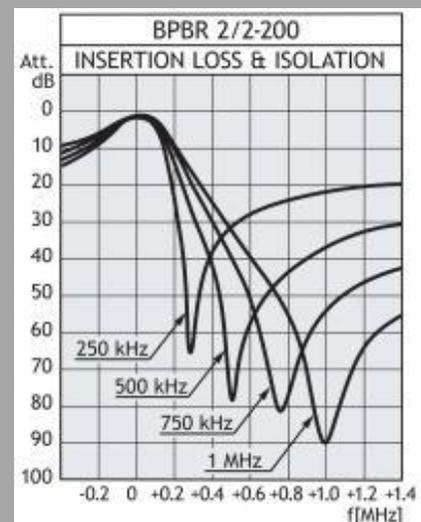
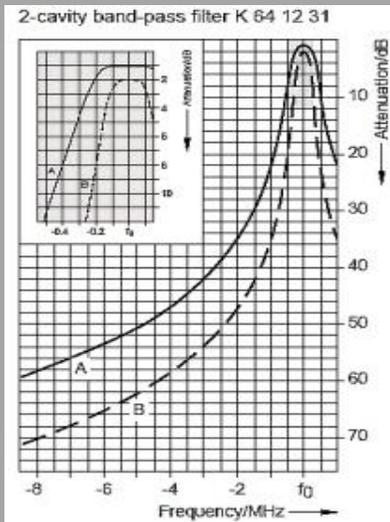
(4) VHF-Technik: Relaisempfänger

2m-
Empfangsantennen

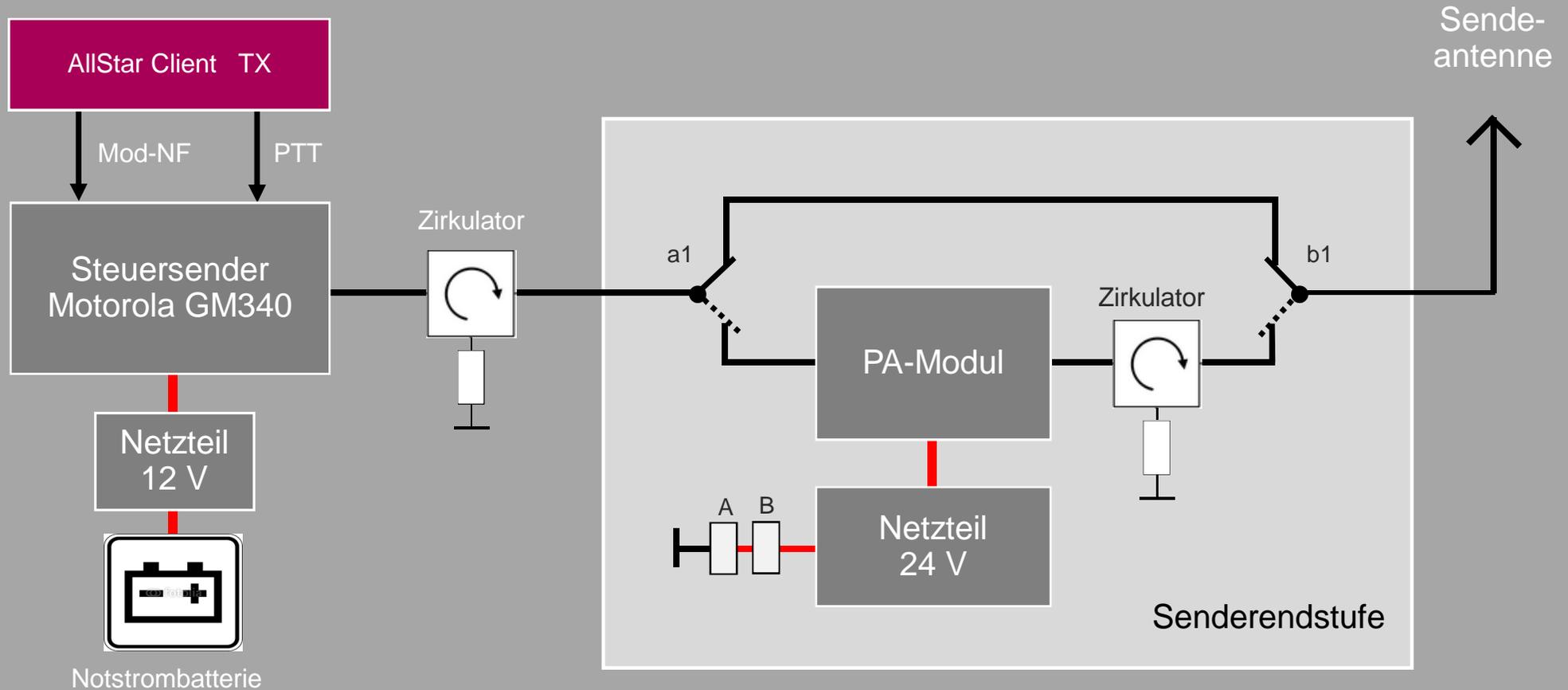


Squelch

Diskr. NF



(4) VHF-Technik: Relaissender



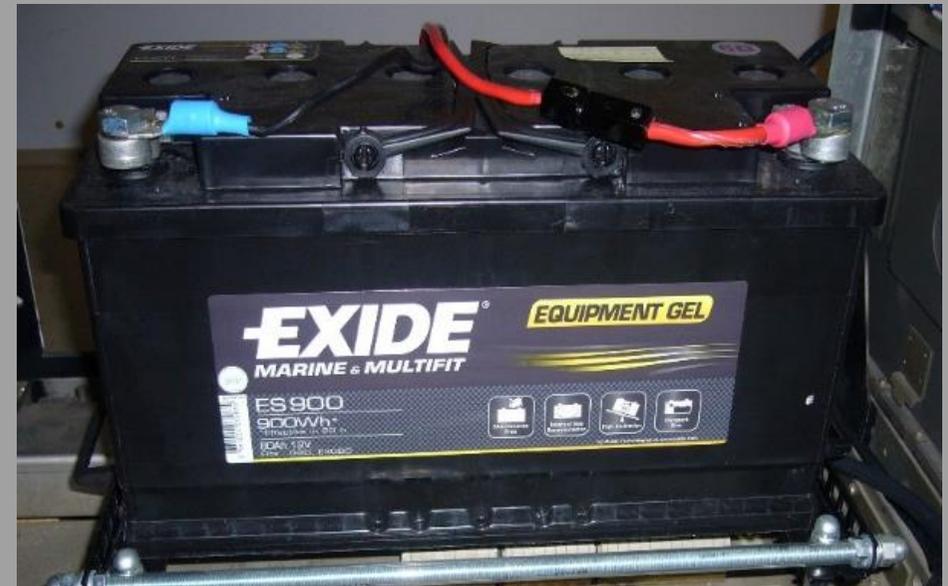
Bei Stromausfall fallen die beiden Koaxrelais ab und schalten die Sendeantenne direkt zum Steuersender durch

(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 Kurzzeitausfälle
- **DB0BP RX-Ost**
 - Akku 12V / 22 Ah
 - Notstromdiesel Wasserturm
- **DB0WUS RX-Nord**
 - Akku 12V / 7.2 Ah
 - gegen Kurzzeitausfälle



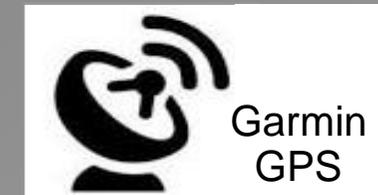
(4) Im Einsatz befindliche Systeme / Technologien



Und das braucht man
alles für eine simple
Relaisfunkstelle?



2m
HF-Technik

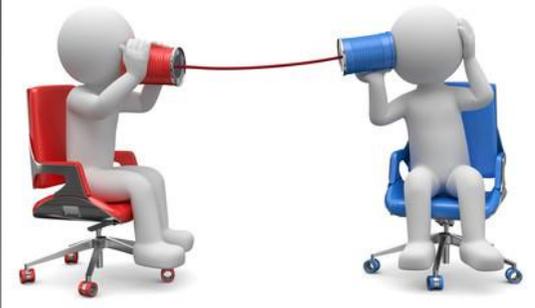


Echolink

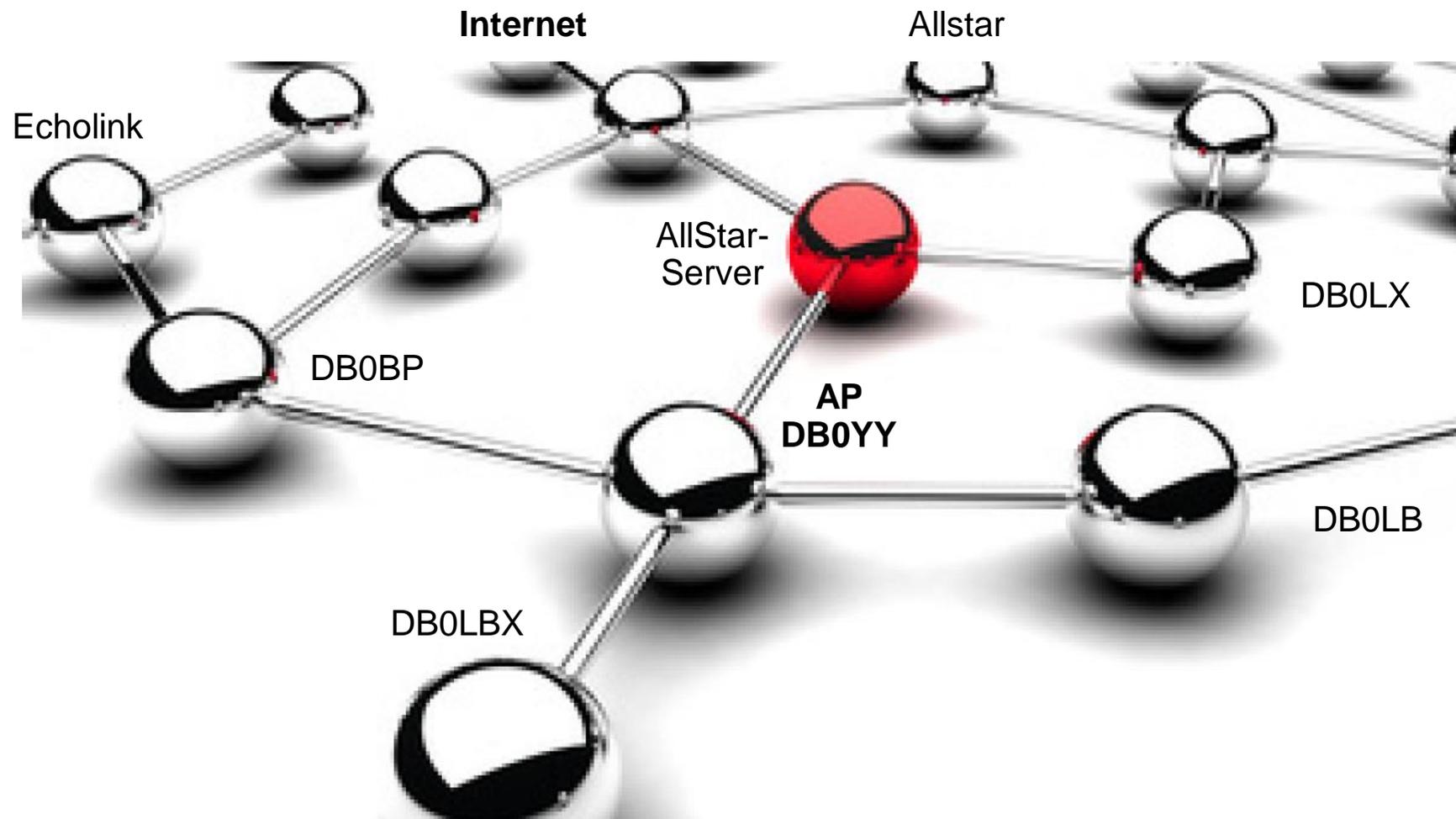


LAN-
Netze

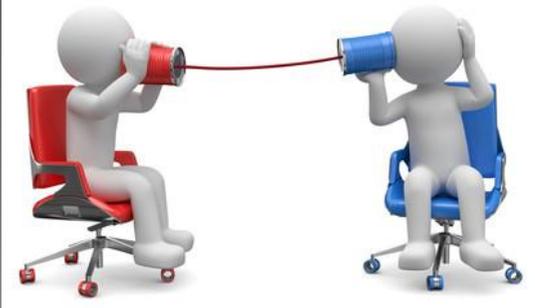
(5) Die Kommunikationsnetze



Wie verbinden sie miteinander?



(5) Die Kommunikationsnetze



Über welche Netze spricht DB0YY mit wem?

Über Hamnet:

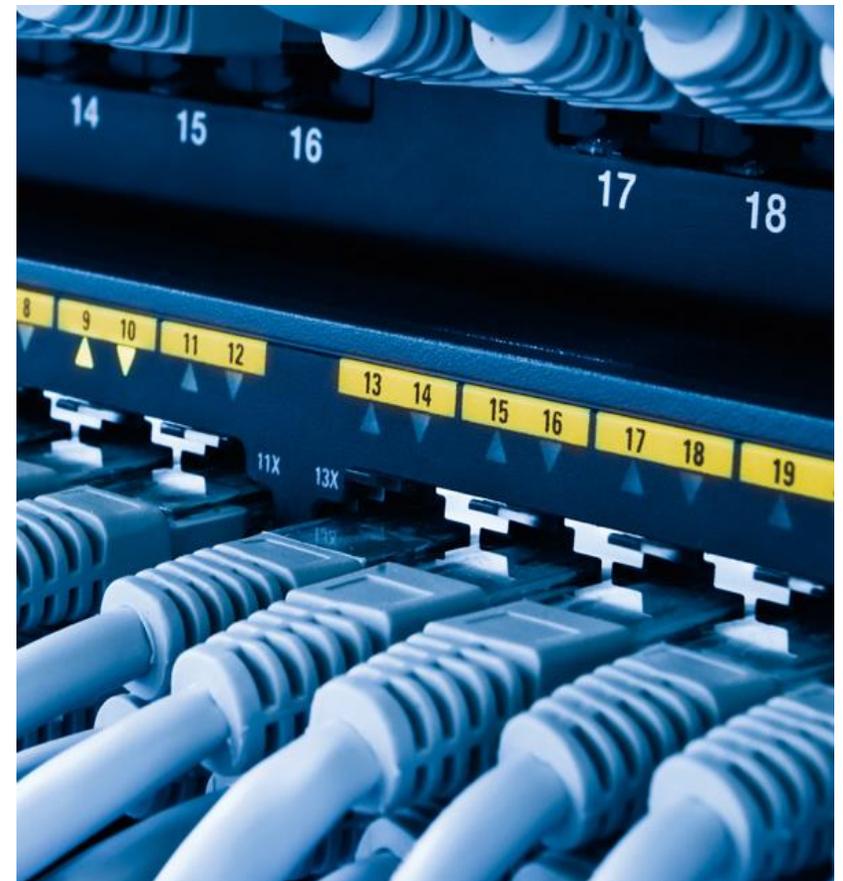
- Anbindung der drei Relaisempfänger an den zentralen AllStar-Server

Über Internet:

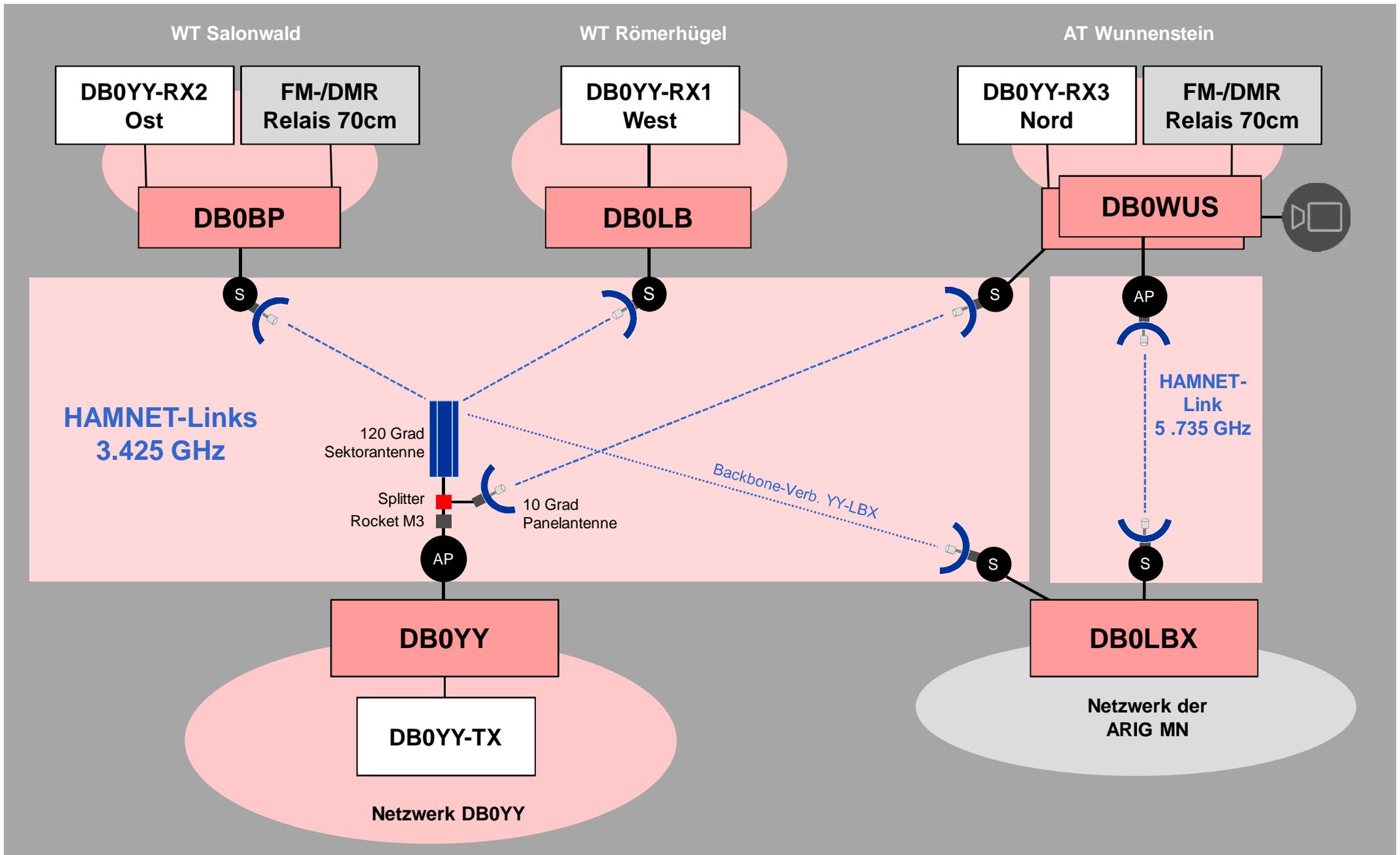
- Echolink-Verbindungen
- AllStar-Link Verbindungen
- 70cm Hotspot bei DK3PT

Über das logische **AllStar Link** Netz:

- Verbindungen im Rahmen des weltweiten AllStar Link Verbundnetzes

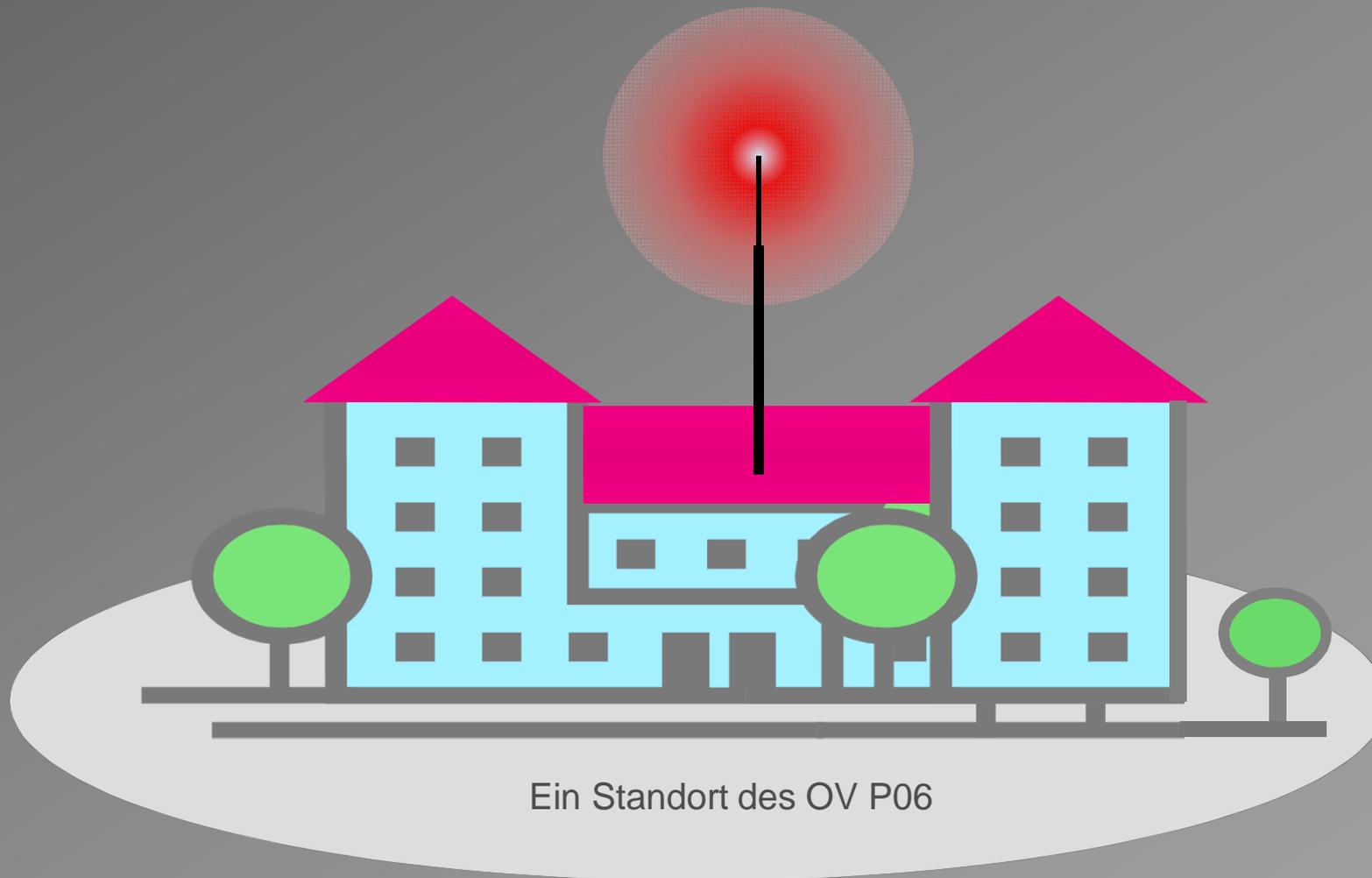


(5) Das Netzwerk rund um DB0YY - Prinzipdarstellung



(6) Standort Osterholzschule Ludwigsburg

DB0YY - TX und zentrale Systemsteuerung



(6) Zentrale Systemsteuerung & Relaissender

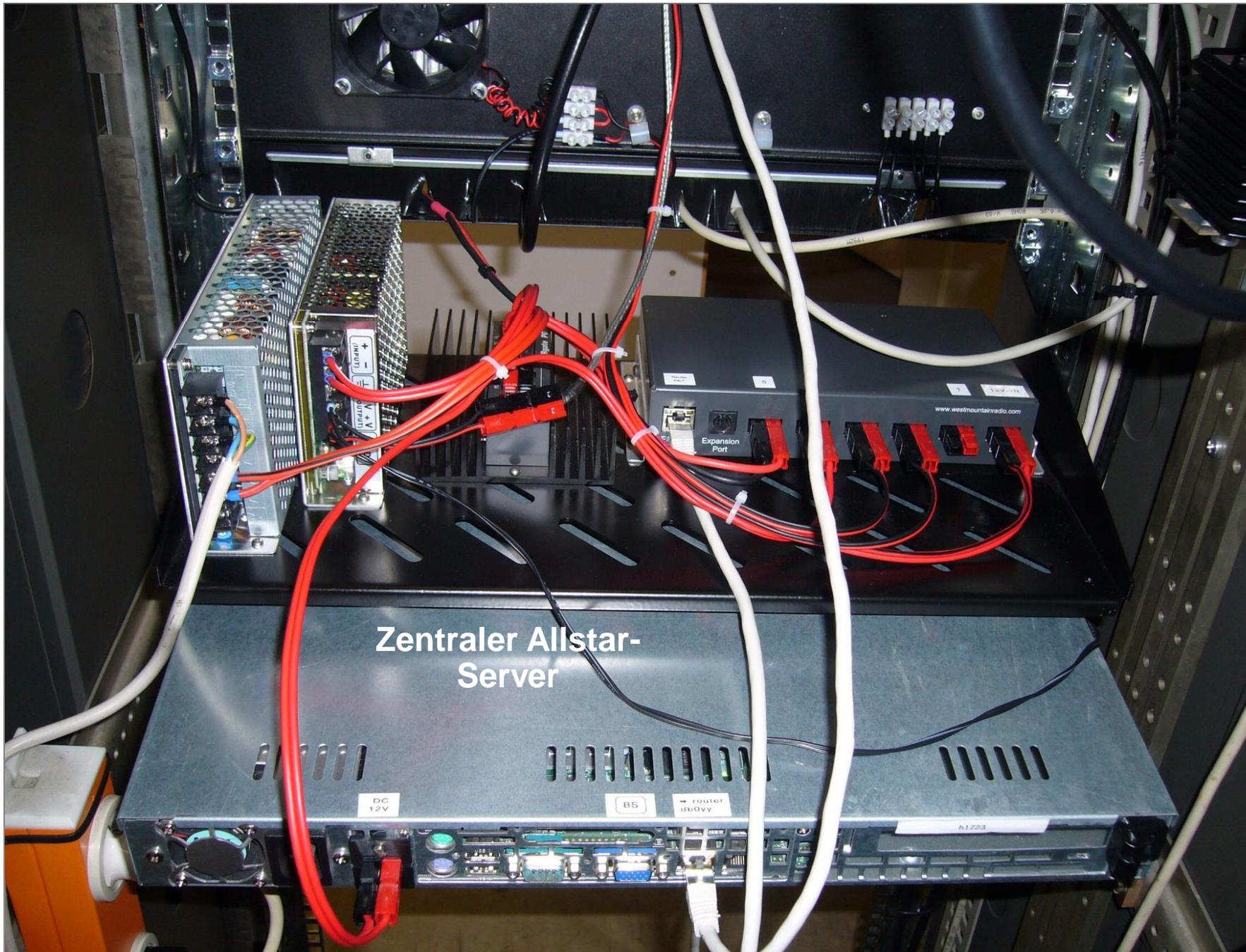


DB0YY
ein Blick von vorne



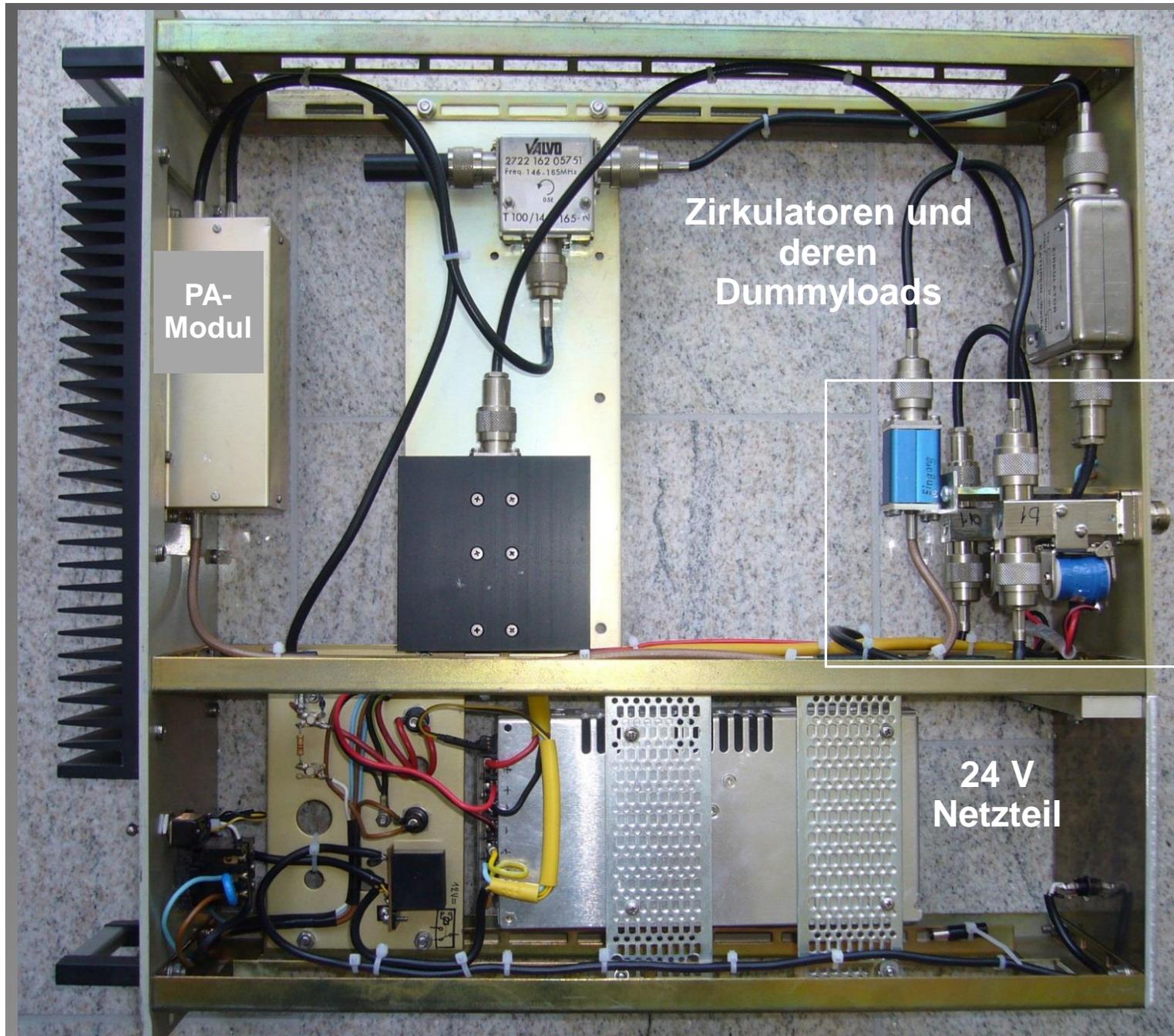
... falls mal der Strom ausfällt

(6) Zentrale Systemsteuerung & Relaissender



DB0YY
ein Blick
von hinten

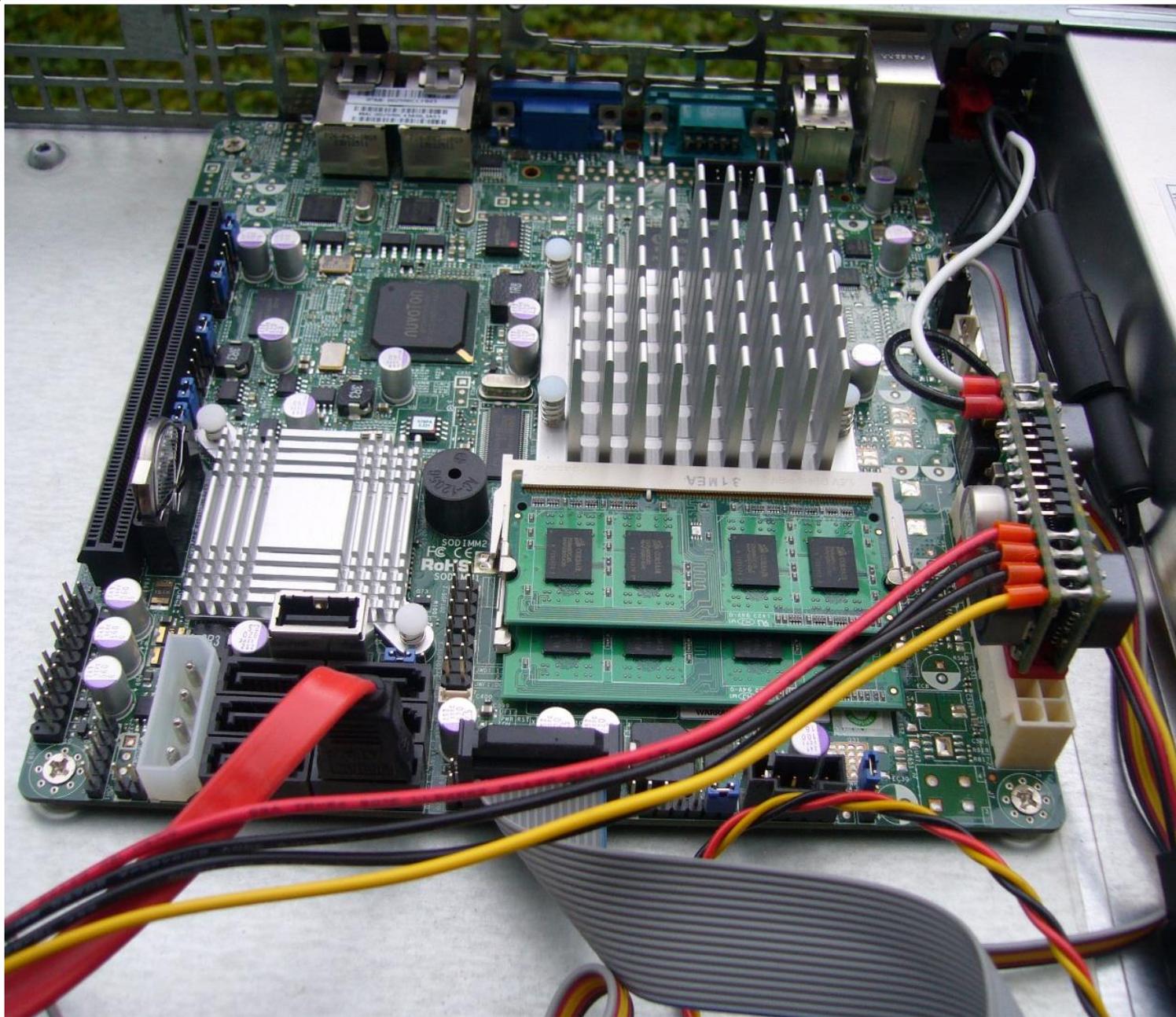
(6) Die Senderendstufe von DB0YY



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

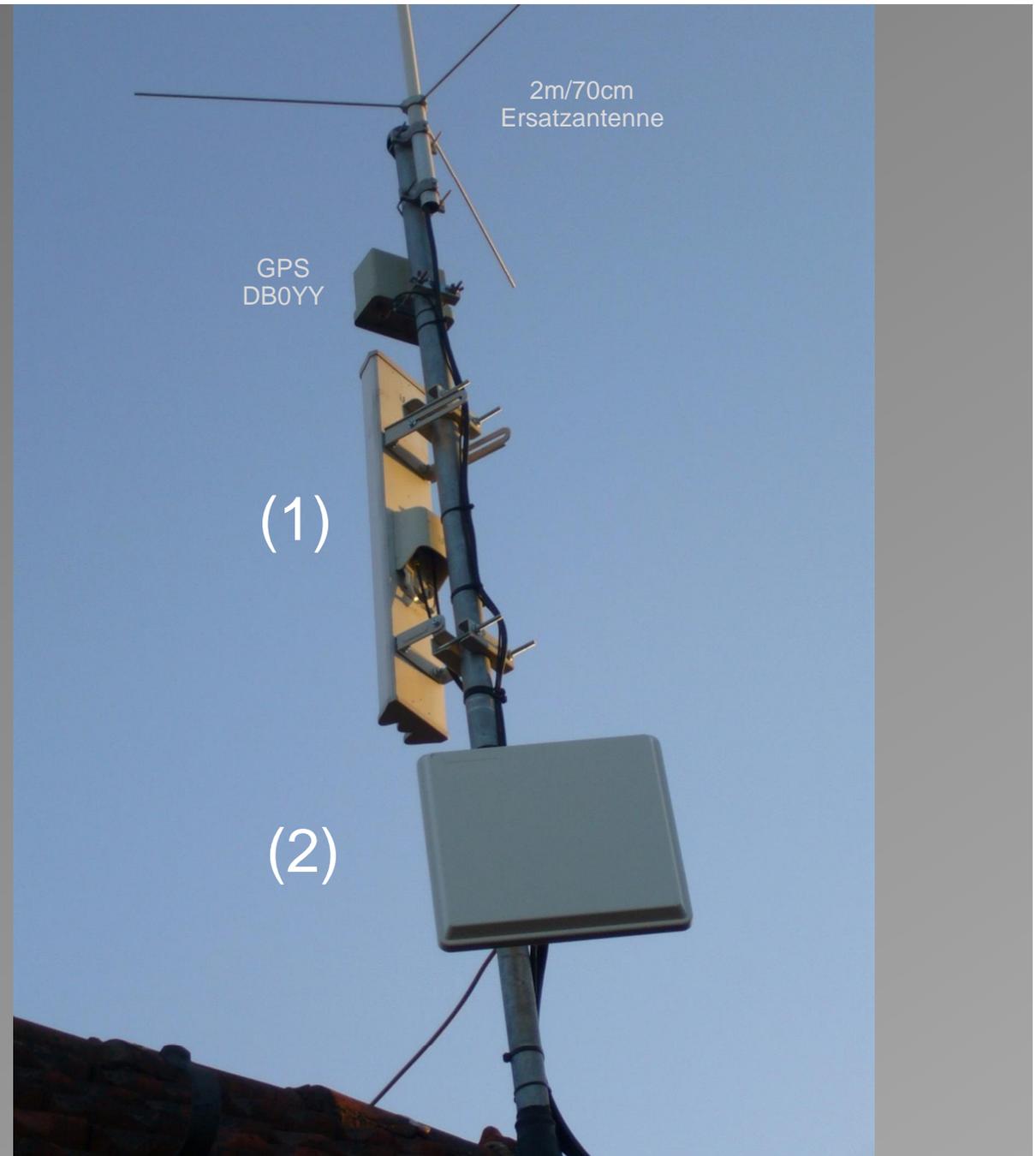
Links zu:

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

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

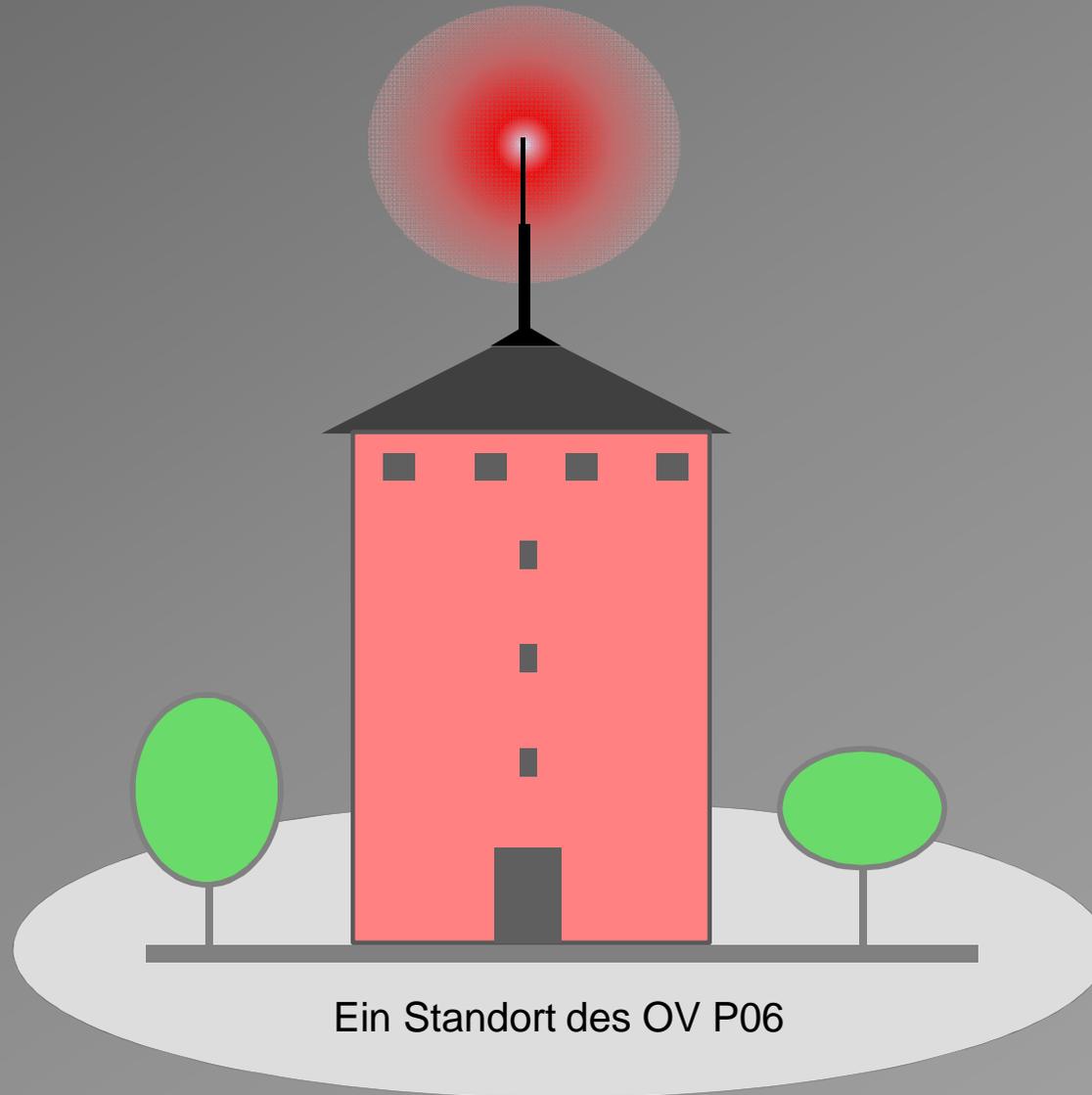
Link zu:

- DB0WUS RX-Nord



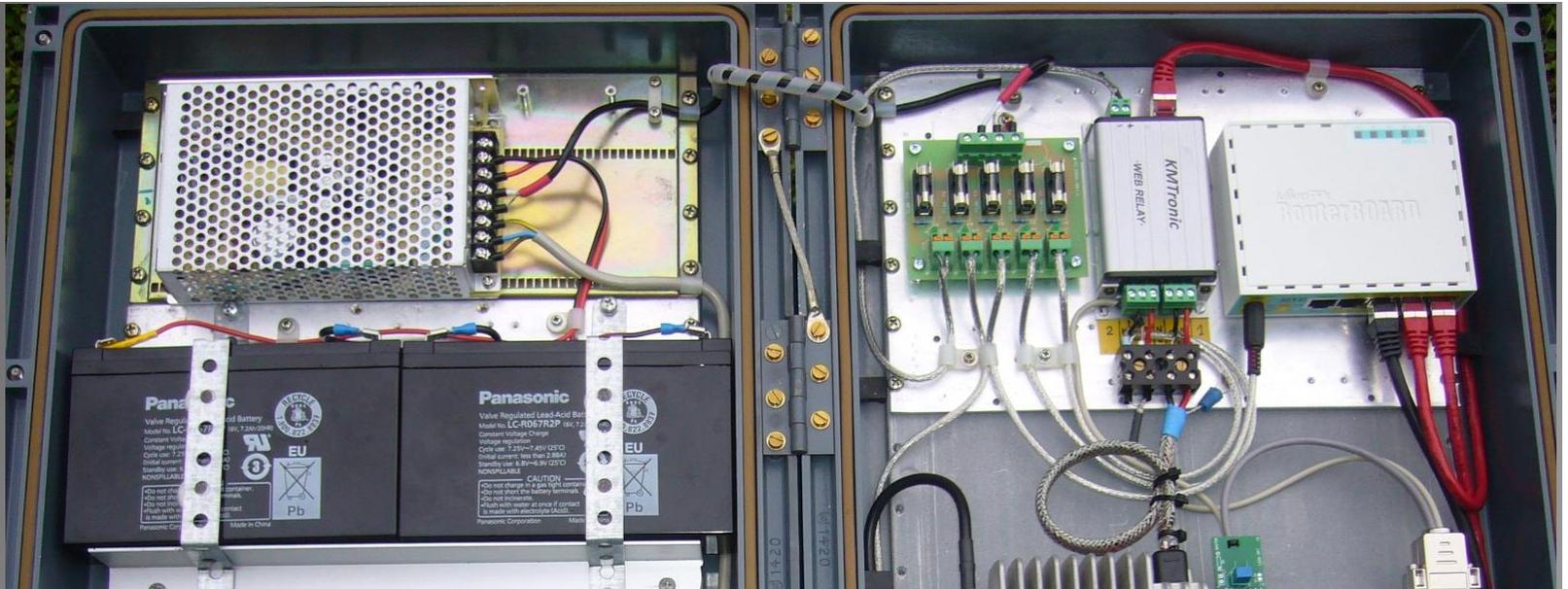
(7) Standort Wasserturm Fürstenhügel Ludwigsburg

DB0LB . RX West

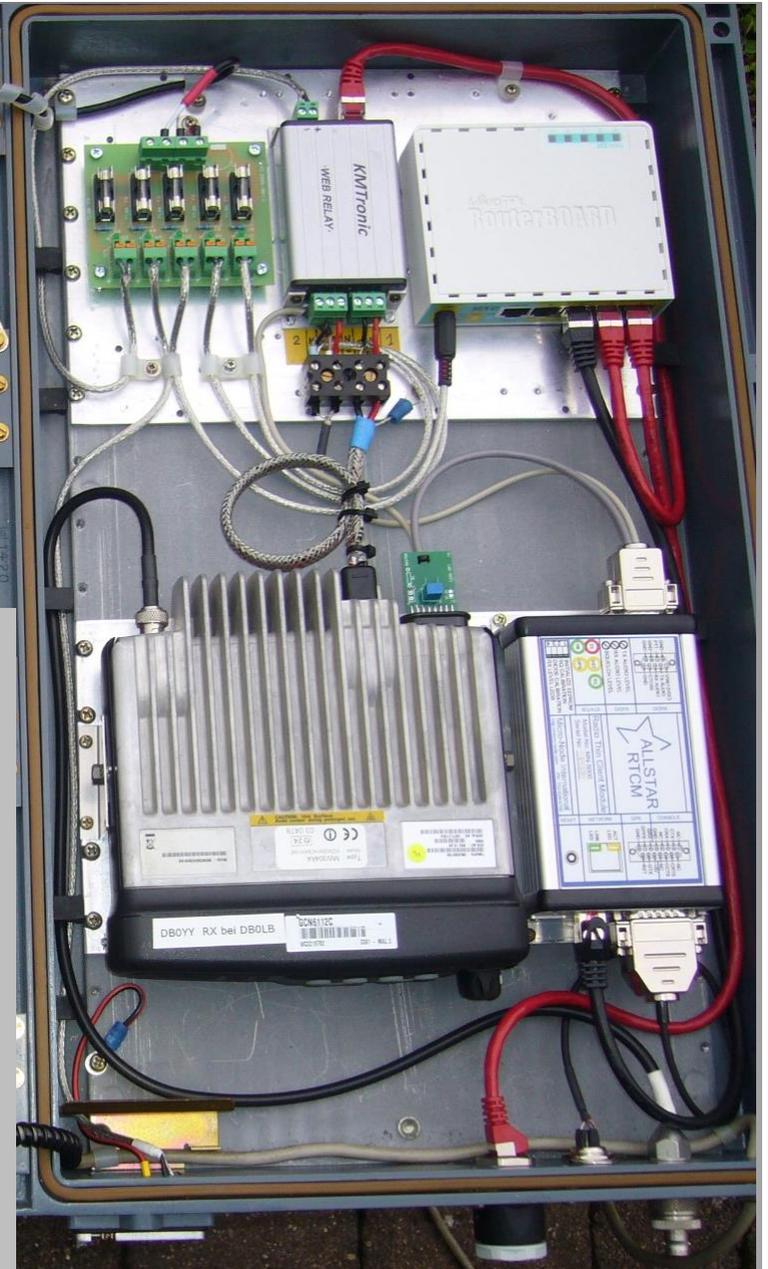
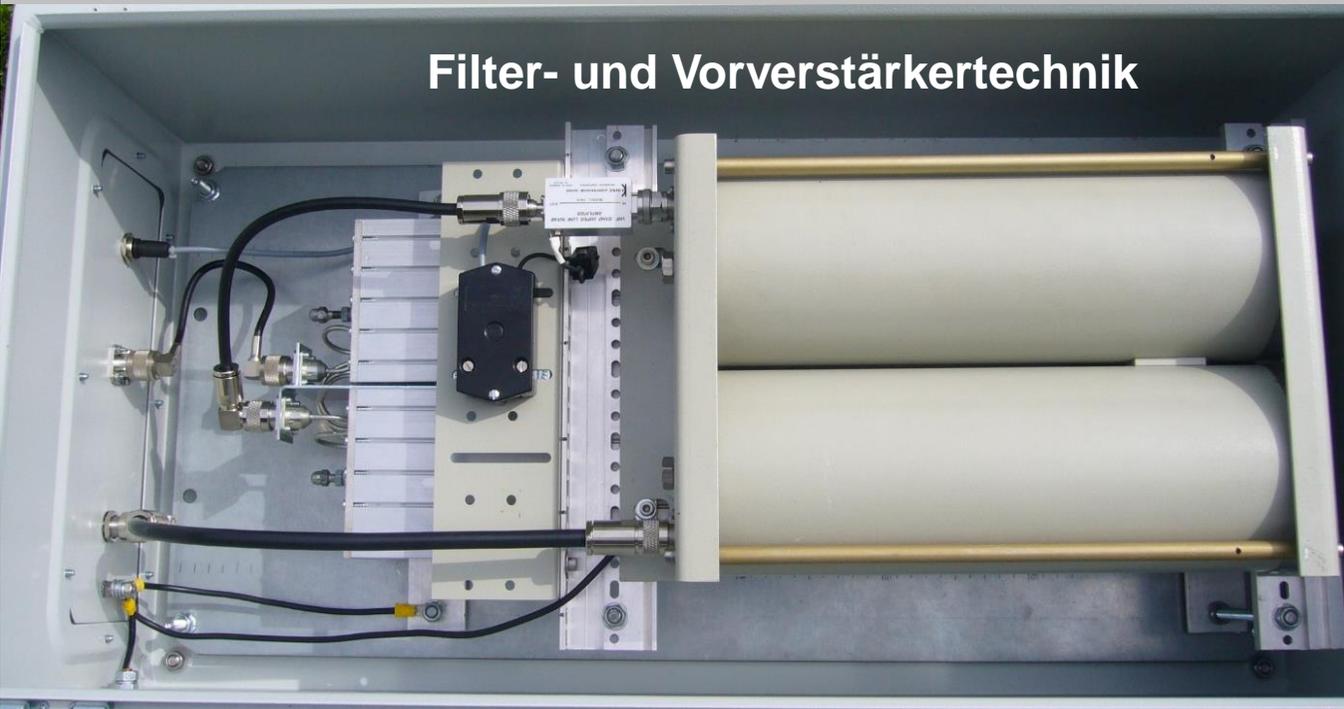


(7) Das Empfangssystem RX-West

RX-System →



Filter- und Vorverstärkertechnik



(7) Das im Turm montierte Empfangssystem RX-West



(7) Die Antennen von RX-West



← Procom
CXL 2-3

Empfangsantenne



Vogelabwehrsystem

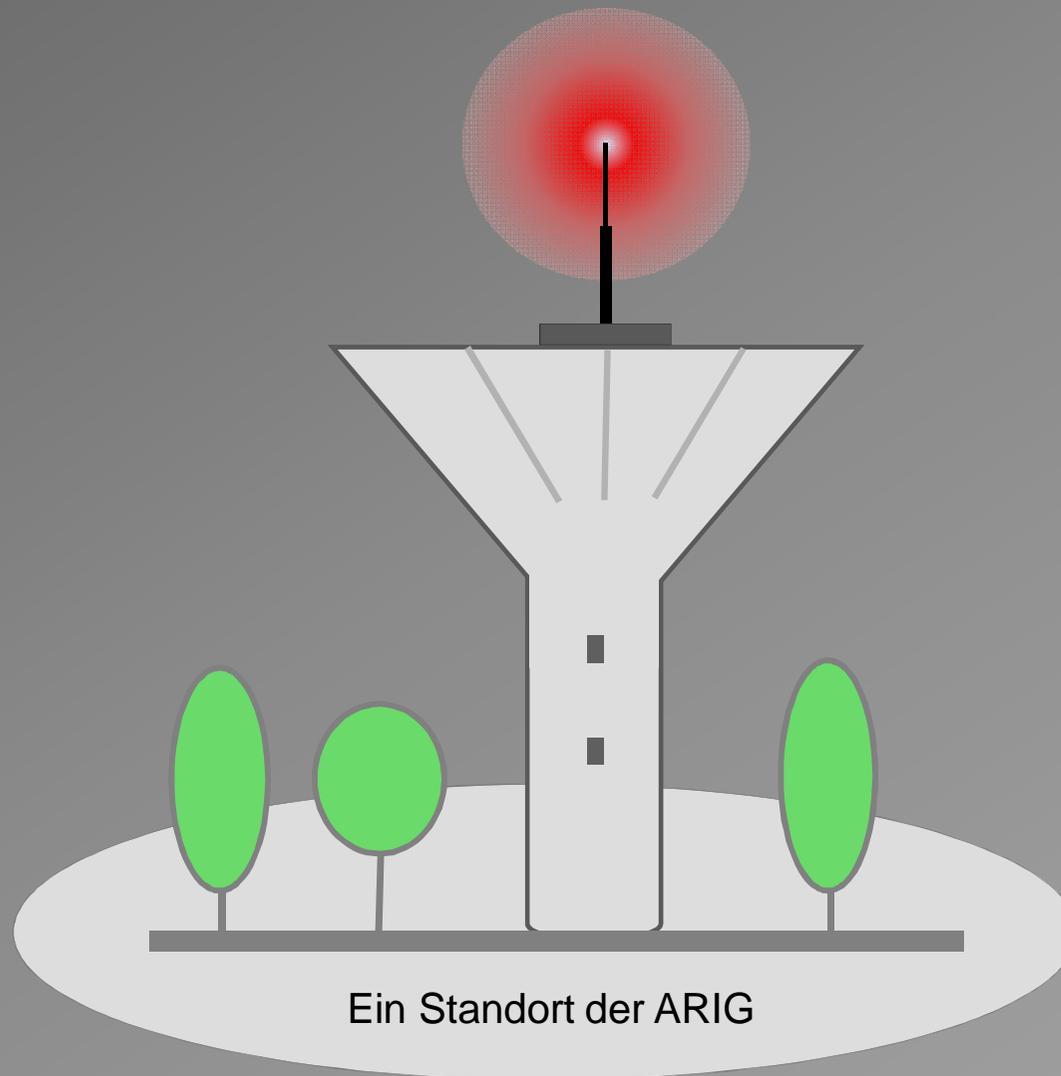
GPS für
RX-West

NanoStation
3.4 GHz-Link
zu DB0YY

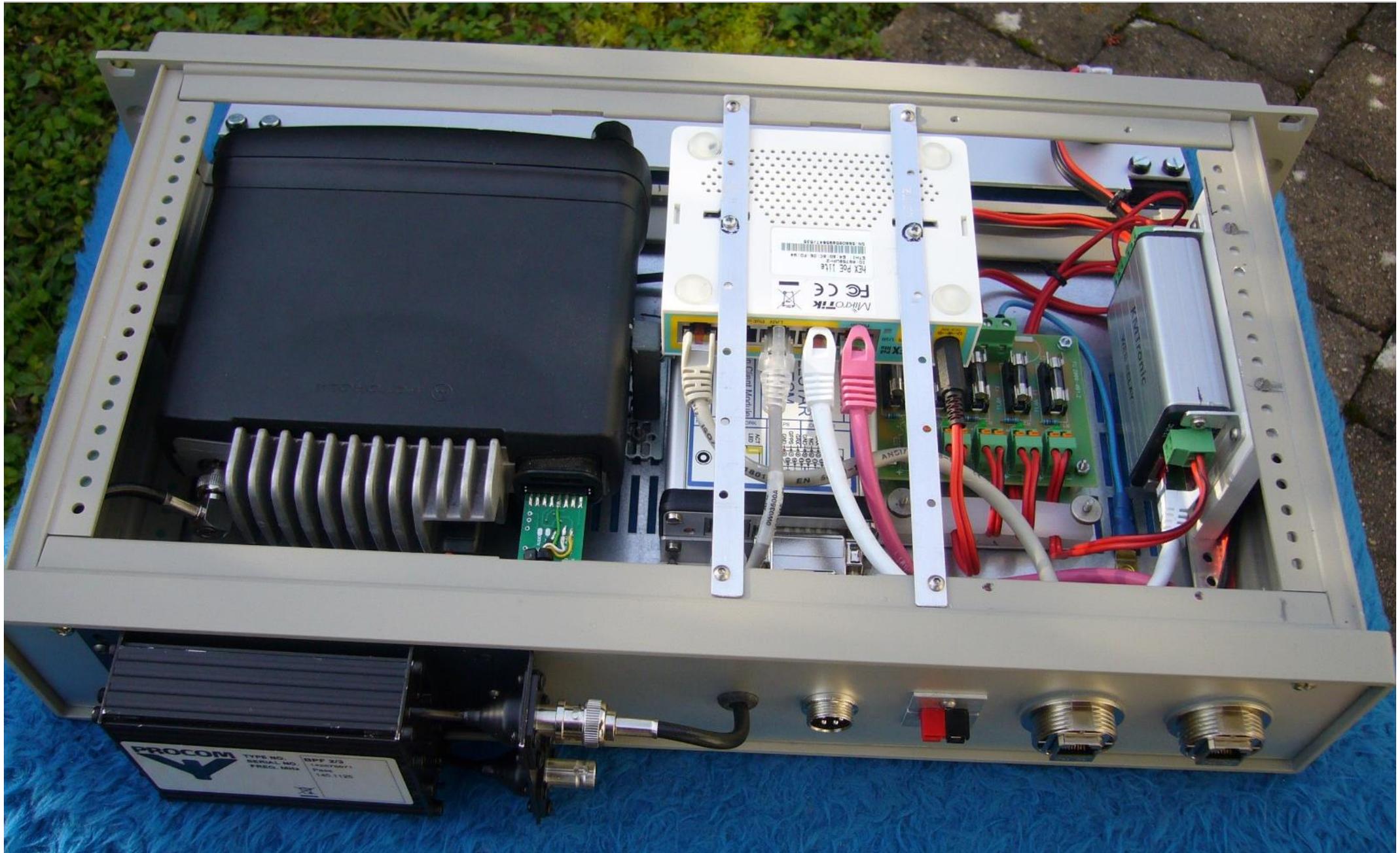
Link und GPS-RX

(8) Standort Wasserturm Salonwald Ludwigsburg

DB0BP . RX Ost



(8) Der Empfängereinschub von RX-Ost



(8) Das im Turm montierte Empfangssystem RX-Ost

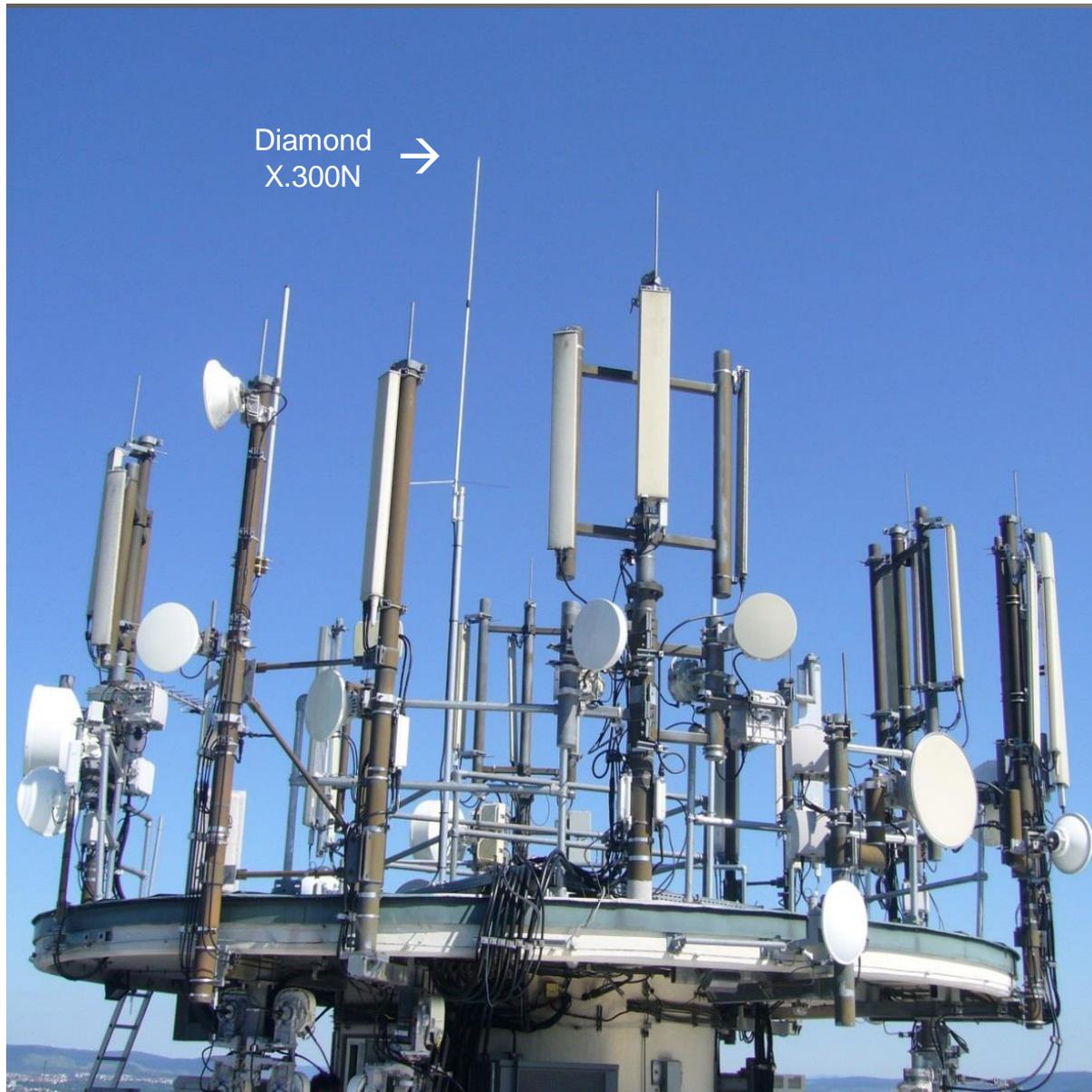
DMR-Relais der ARIG →
438.925 MHz

← 2m RX-Einschub
145.1125 MHz

← 2m-Path-/Reject-Filter

Standort:
Wasserturm Salonwald

(8) Die Antennen von RX-Ost

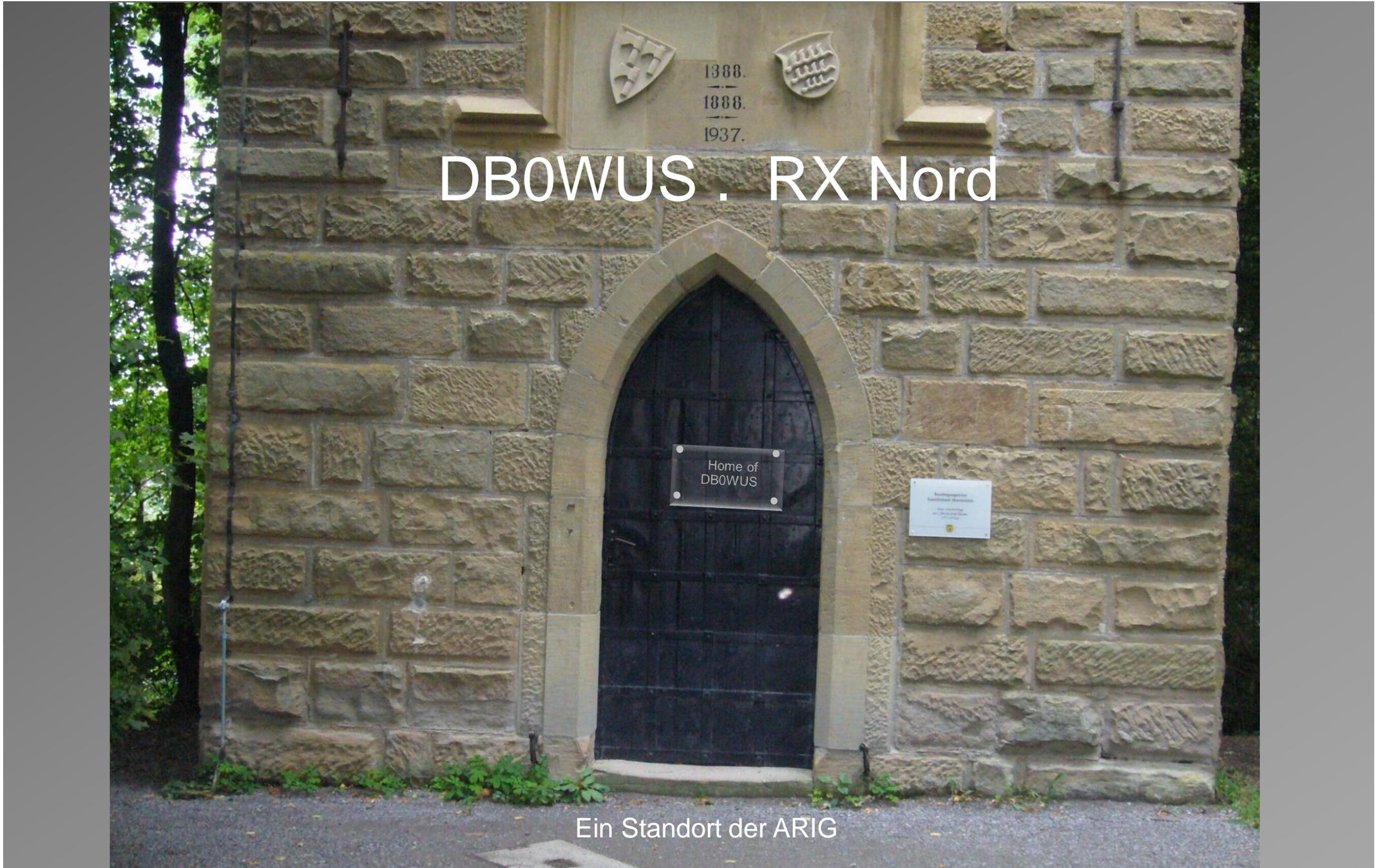


Antenne RX-Ost u. DMR-Relais



Link und GPS-RX

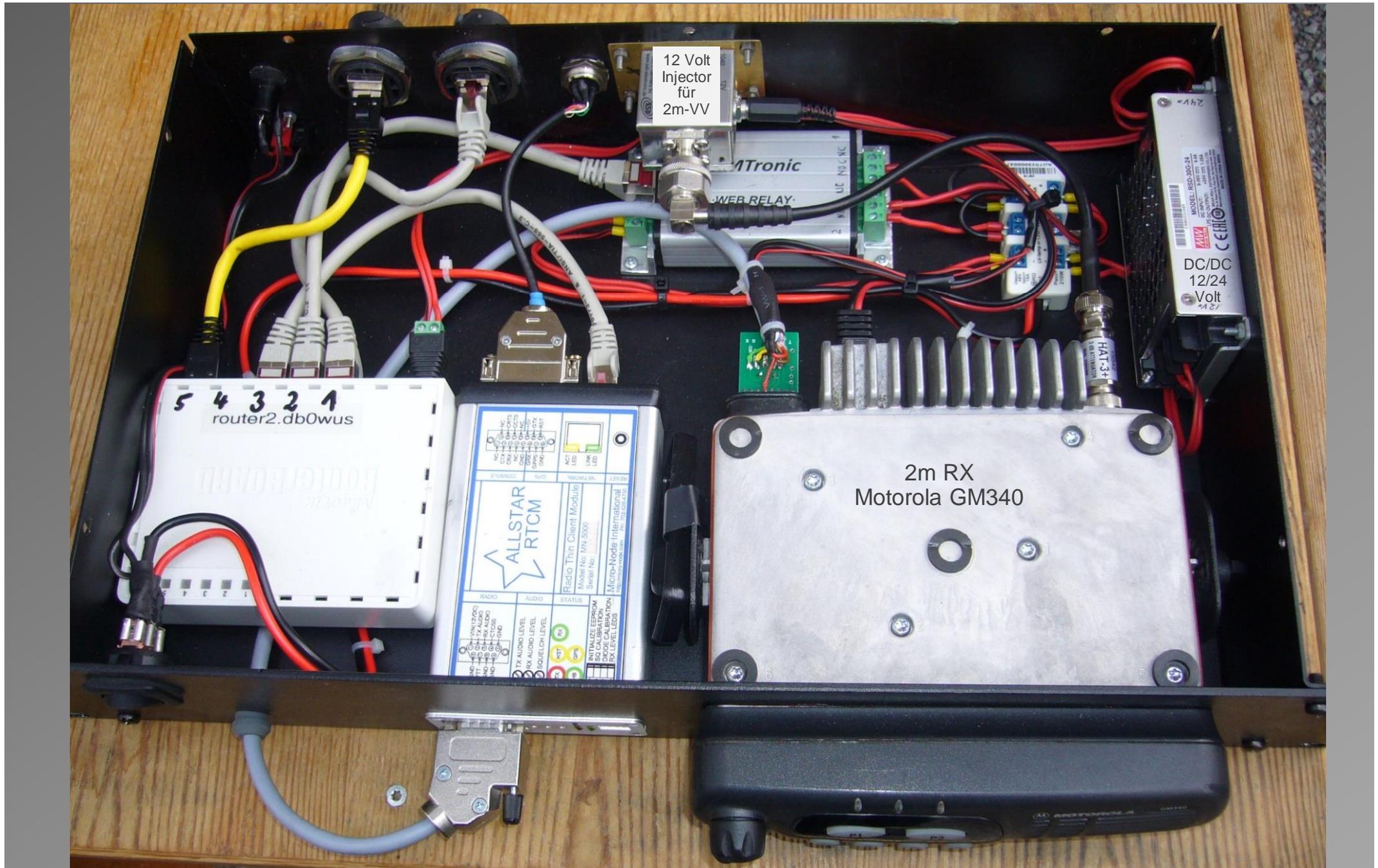
(9) Standort Aussichtsturm Wunnenstein



DB0WUS . RX Nord

Ein Standort der ARIG

(9) Der Empfängereinschub von RX-Nord



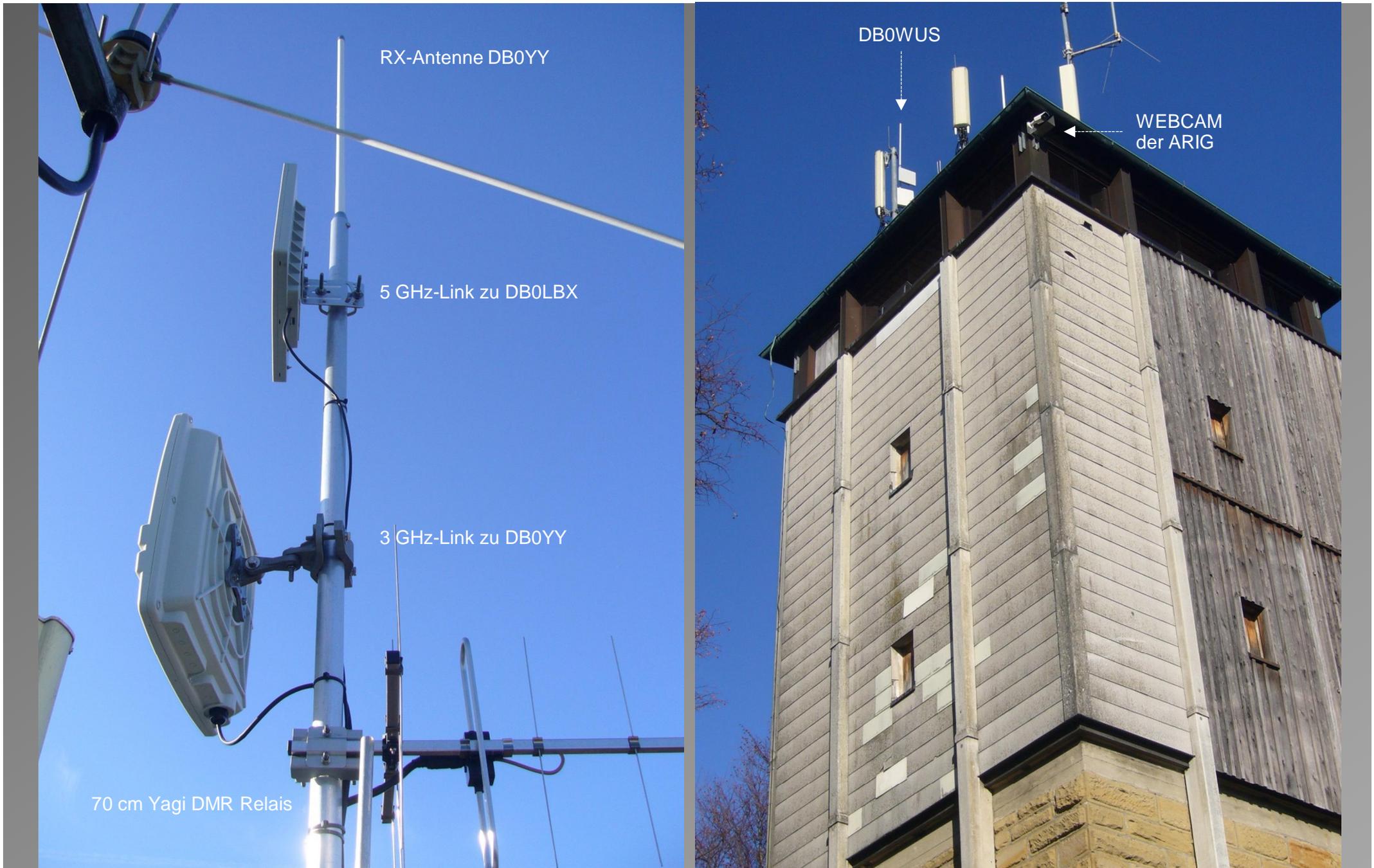
(9) Das im Turm montierte Empfangssystem RX-Nord



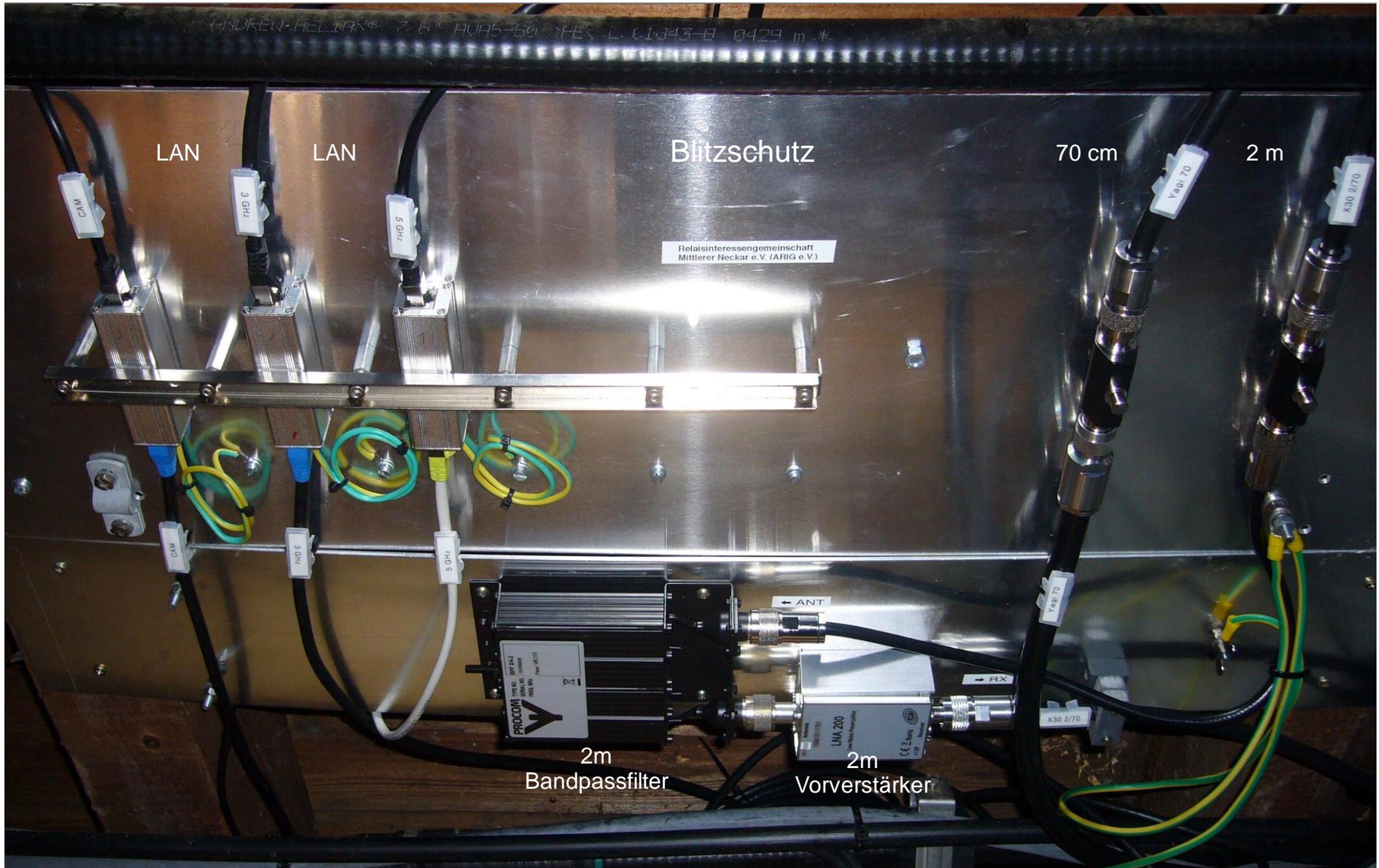
(9) Das fertige 2m RX-System umzingelt von Mobilfunktechnik



(9) Die Antennen von RX-Nord



(9) Blitzschutz und 2m-HF-Technik unter dem Turmdach



(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**