



Bundesanstalt  
für den Digitalfunk der Behörden und  
Organisationen mit Sicherheitsaufgaben

# Funknetzplanung und -konfiguration für den Digitalfunk BOS

15.05.2023 BDBOS  
heute vertreten durch  
Tanja Witt - Referat Z3  
Michael Schurig - Referat R3

# Agenda

1. BDBOS – Die Netzbetreiberin des Bundes
2. Grundlagen für eine erfolgreiche Funkplanung
  1. Funkstandard
  2. Antennentypen
  3. Planungstool
  4. Linkbilanz (Pfadverlustrechnung)
3. Praxisbeispiel: Modellierung und Optimierung eines neuen Standortes mit dem Planungstool PegaPlan
4. Zukunft bei der BDBOS

# 1. BDBOS – Die Netzbetreiberin des Bundes

# Die BDBOS



Gegründet 2007

Rechtsfähige Bundesanstalt  
mit Sitz in Berlin

Geschäftsbereich  
des BMI

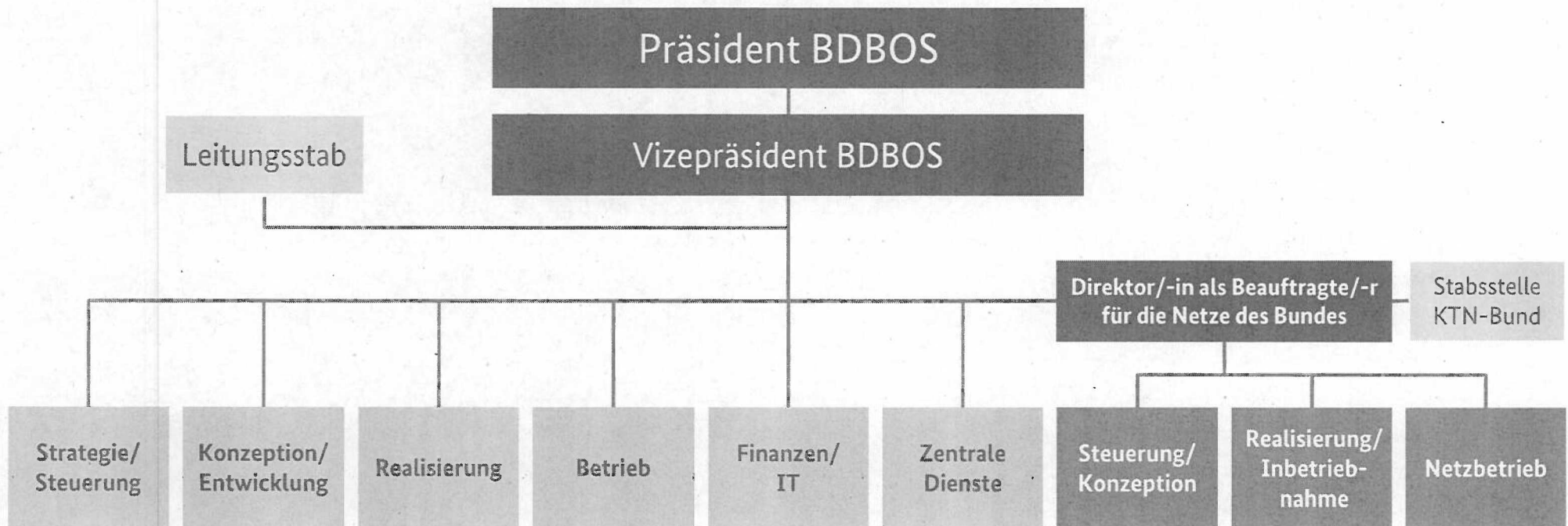
954 Personalstellen

Auftrag

„Wir entwickeln, errichten und betreiben leistungsfähige kritische Kommunikationsinfrastrukturen und -dienste. Wir garantieren die Kommunikationsfähigkeit der Regierung, der öffentlichen Verwaltung und aller Einsatz-, Rettungs- und Sicherheitskräfte in Deutschland und leisten damit einen entscheidenden Beitrag für die öffentliche Sicherheit und die Funktionsfähigkeit staatlicher Institutionen. Wir sind integraler Bestandteil der deutschen Sicherheitsarchitektur.“



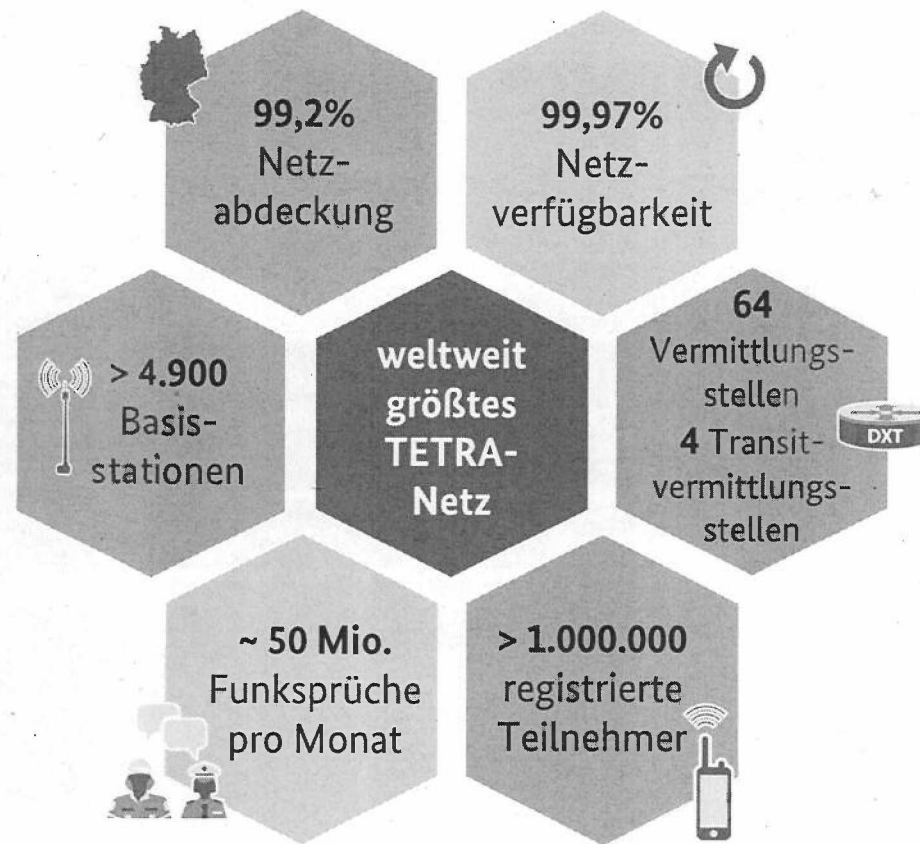
# Aufbau & Organisation



# Digitalfunk BOS

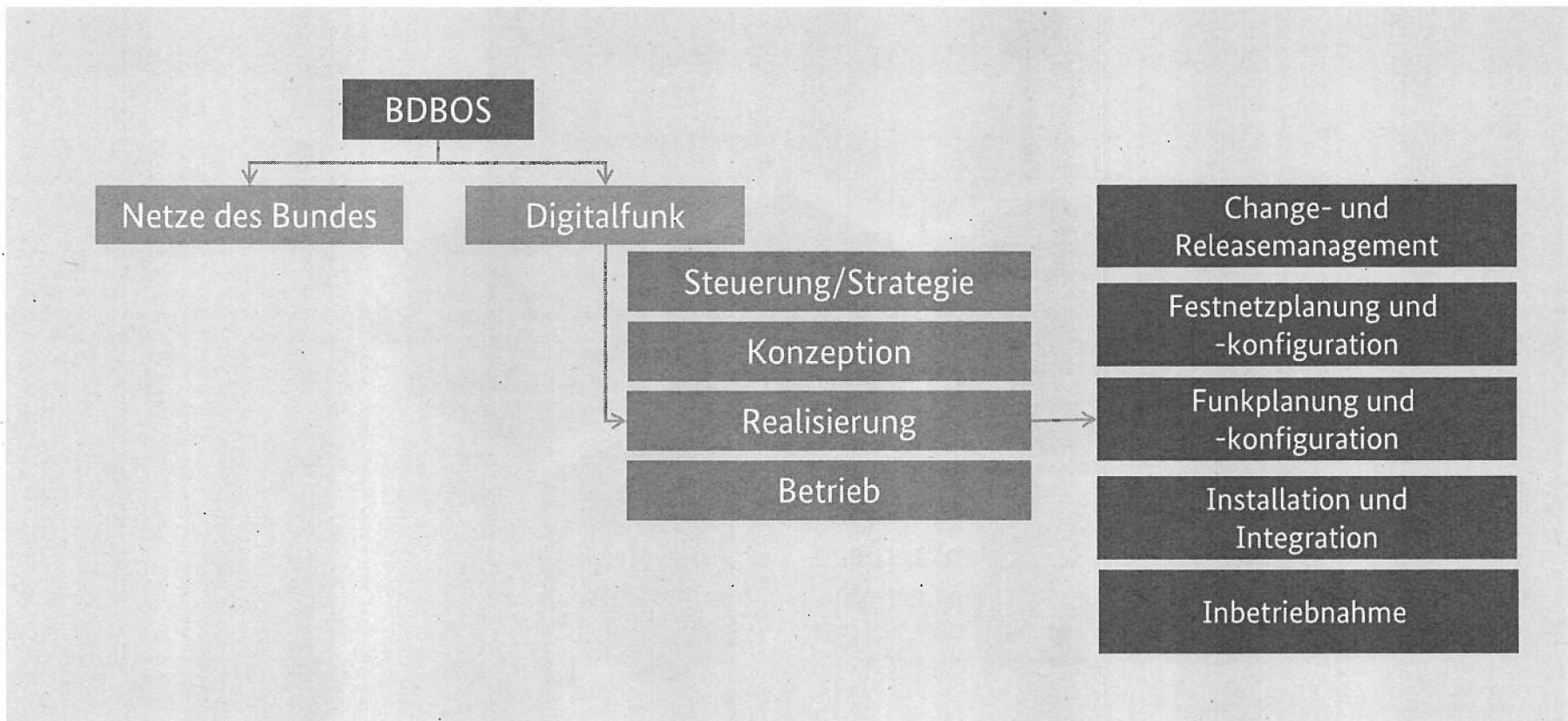
Hochsicheres und hochverfügbares Kommunikationsnetz für die einsatzkritische Sprach- und Datenkommunikation von BOS und Bundeswehr

# Zahlen & Fakten



# Funknetzplanung und -konfiguration

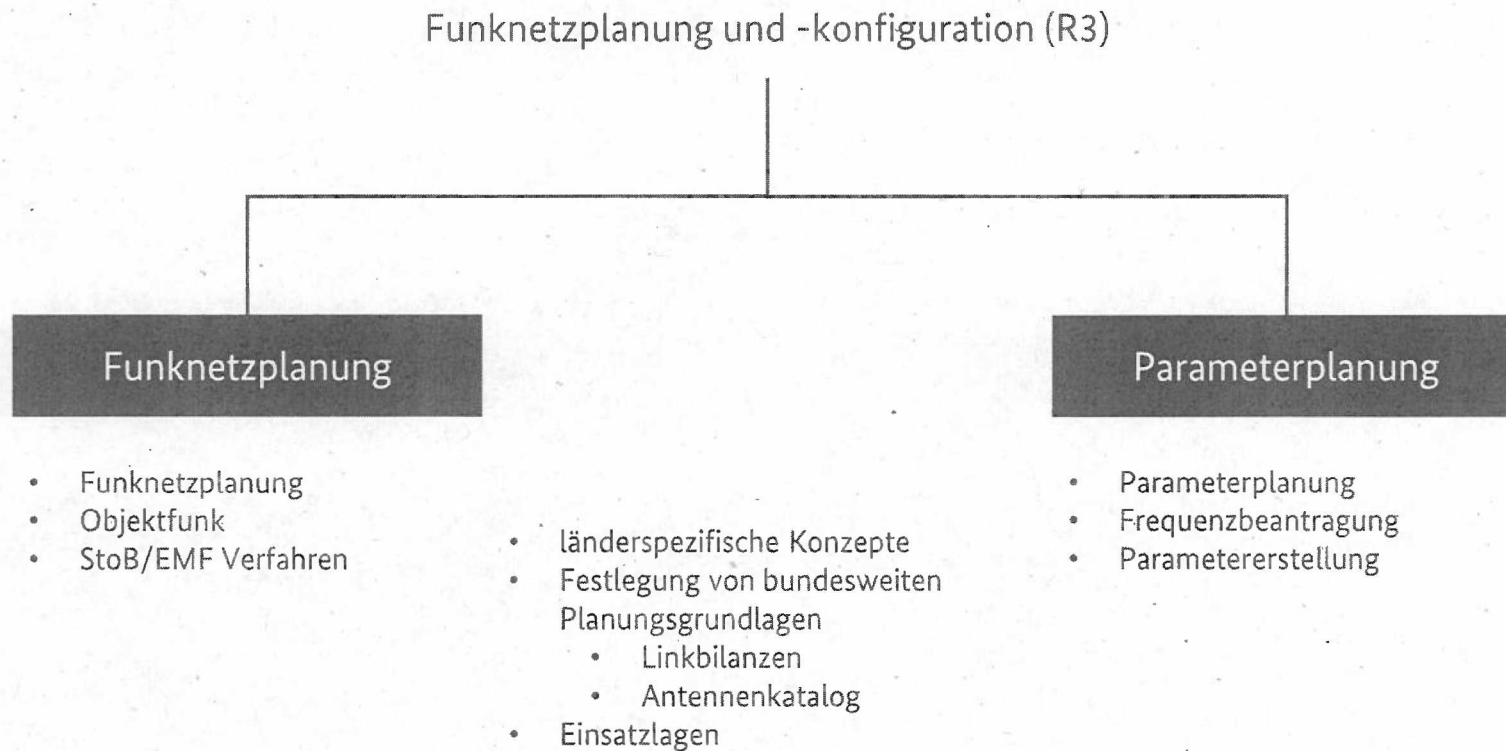
Einbindung in der Gesamtorganisation





# Funknetzplanung und -konfiguration

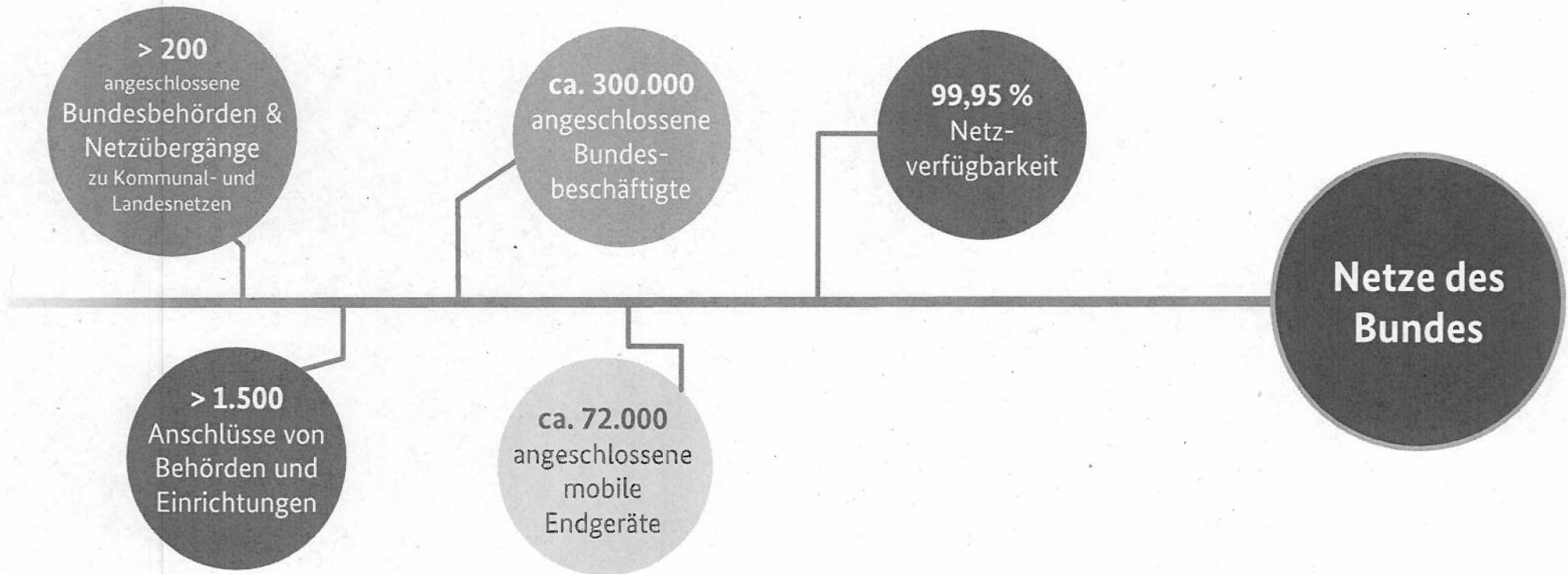
## Aufbauorganisation



# Netze des Bundes

Integrationsplattform für die Weitverkehrsnetze der Bundesverwaltung und die Zukunft der  
Regierungsnetze

# Zahlen & Fakten



## 2. Grundlagen für eine erfolgreiche Funkplanung

- 2.1 Wie entsteht ein Funknetz
- 2.2 Antennentypen
- 2.3 Planungstool
- 2.4 Linkbilanz (Pfadverlustrechnung)



## 2.1 Wie entsteht ein Funknetz

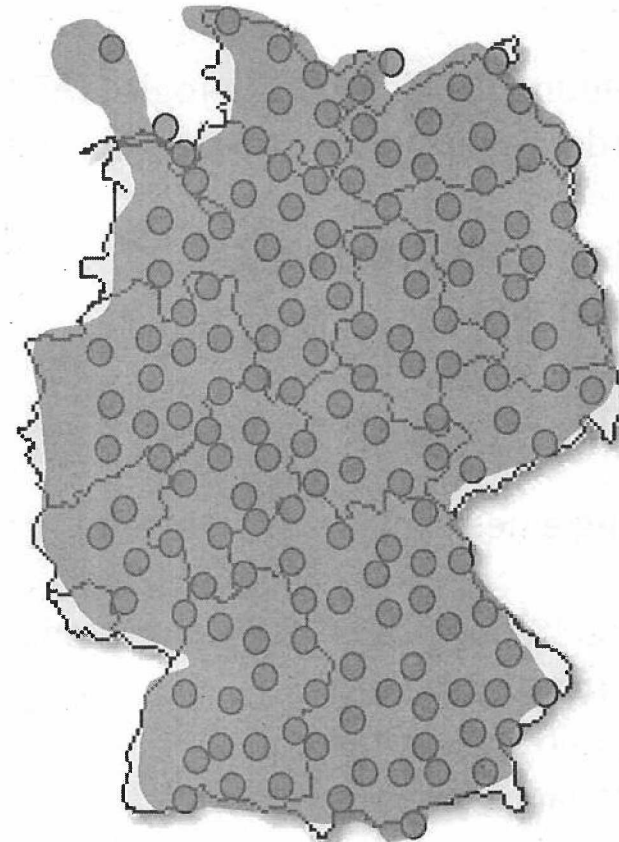
- Entscheidung für eine Technologie (TETRA, GSM, UMTS, LTE, 5G etc.)
  - Anforderungen an die kritische Einsatzkommunikation müssen erfüllt sein
- Abschätzung des Bedarfes
  - Kapazitäten
  - Versorgungsgebiete
  - Dienste
- Erstellung einer Grobnetzplanung zur Erhebung eines Mengengerüsts
- Konzepterstellung der Anbindungsplanung
  - Übertragungsmedien
  - Anbindungsvarianten
  - Verfügbarkeiten



## 2.1 Wie entsteht ein Funknetz

### Grobnetzplanung

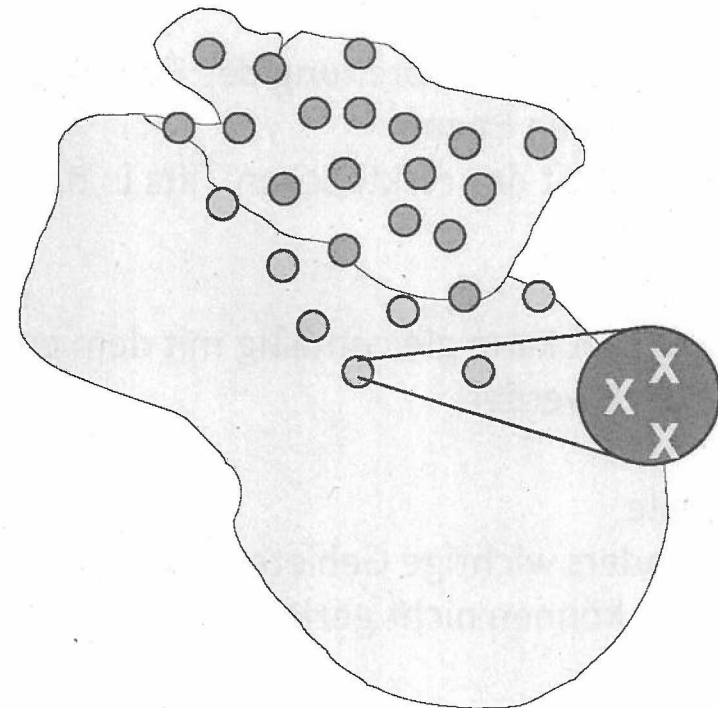
- Die Grobnetzplanung entsteht auf Basis von idealisierten Standorten mit standardisierten Antennenkonfigurationen.
- Sie liefert eine ungefähre Anzahl der benötigten Basisstationen, um die Anforderungen zu erfüllen.



## 2.1 Wie entsteht ein Funknetz

### Suchkreisplanung

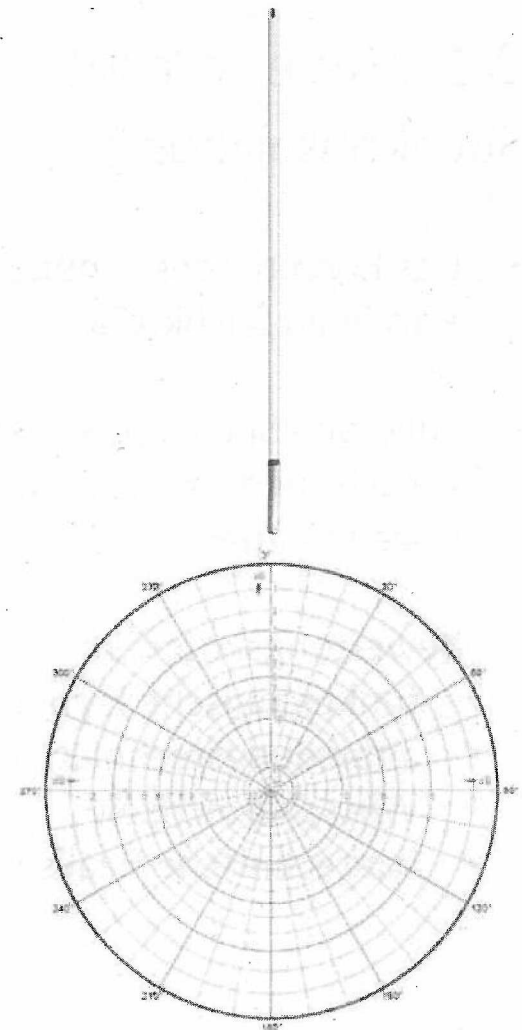
- Das Ergebnis der Grobnetzplanung ist eine definierte Anzahl an Suchkreisen.
- Für jeden Suchkreis können verschieden Kandidaten gesucht und bewertet, welche für eine Realisierung in frage kommen.
- Bewertungskriterien:
  - funktechnische Eignung
  - anbindungstechnische Eignung
  - Wirtschaftlichkeit
  - bautechnische Realisierbarkeit



## 2.2 Antennentypen

### Rundstrahlantennen (omnidirektionale Abstrahlcharakteristik)

- Charakteristik
  - Gleichmäßige Ausbreitung des Funkfeldes in alle Richtungen in der horizontalen Ebene
  - Möglichkeit des elektrischen Tilts in der vertikalen Ebene
- Vorteile
  - Ein Gebiet kann gleichmäßig mit dem entsprechende Funkdienst versorgt werden
- Nachteile
  - Besonders wichtige Gebiete, welche in einer bestimmten Richtung liegen, können nicht gezielt mit dem Funkdienst versorgt werden.

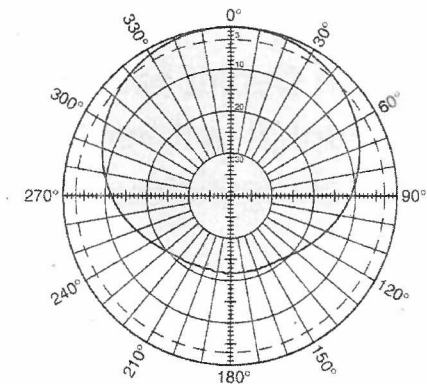




## 2.2 Antennentypen

### Sektorantennen (gerichtete Abstrahlcharakteristik)

- Charakteristik
  - Gleichmäßige Ausbreitung des Funkfeldes in alle Richtungen in der horizontalen Ebene
  - Möglichkeit des elektrischen und mechanischen Tilts in der vertikalen Ebene
- Vorteile
  - Ein Gebiet kann gezielt, in der Vorzugsrichtung der Sektorantenne, mit dem entsprechende Funkdienst versorgt werden
- Nachteile
  - Eine gleichmäßige Versorgung eines Gebietes mit dem Funkdienst, kann nicht über eine logische Funkzelle gewährleistet werden.

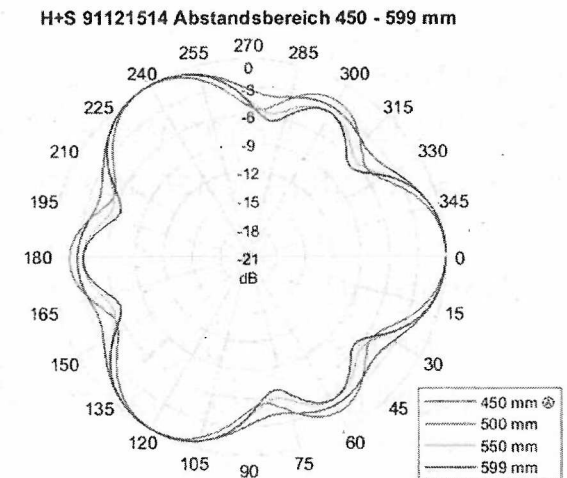
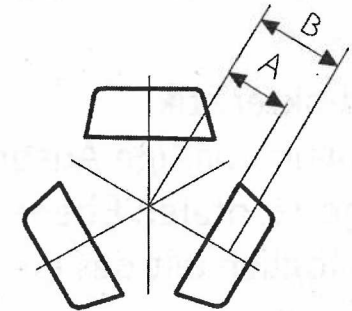


Horizontal pattern  
 $\pm 45^\circ$ - polarization

## 2.2 Antennentypen

### Sektorantennen (quasi-omnidirektionale Abstrahlcharakteristik)

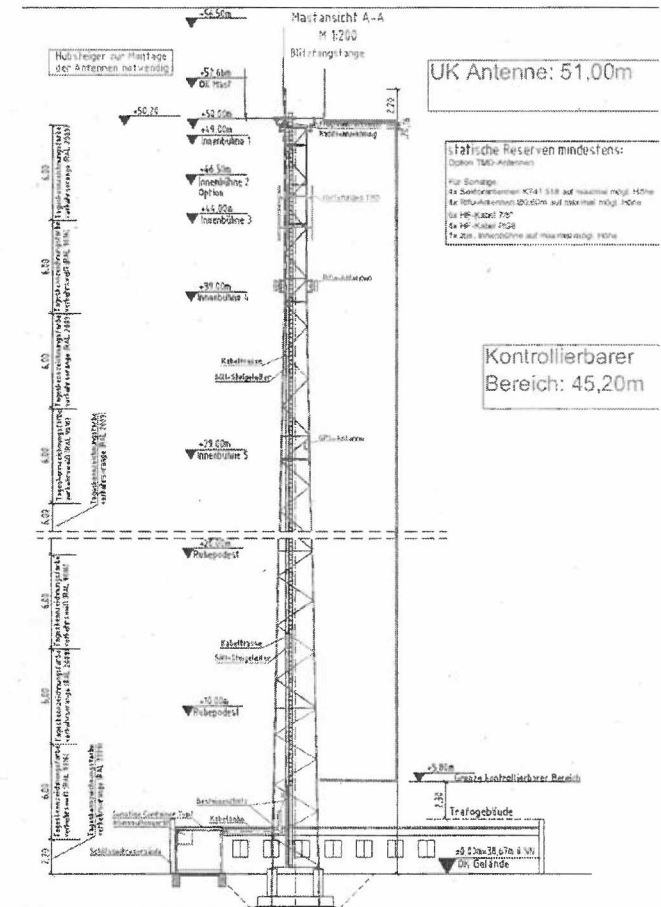
- Charakteristik
  - Nahezu gleichmäßige Ausbreitung mit gewichteten Vorzugsrichtungen des Funkfeldes in der horizontalen Ebene
  - Möglichkeit des elektrischen und mechanischen Tilts in der vertikalen Ebene
- Vorteile
  - Ein Gebiet kann nahezu gleichmäßig mit dem entsprechenden Funkdienst versorgt werden und es können bestimmte Vorzugsrichtungen berücksichtigt werden
- Nachteile
  - Einzüge versorgen bestimmte Gebiet schlechter mit dem Funkdienst



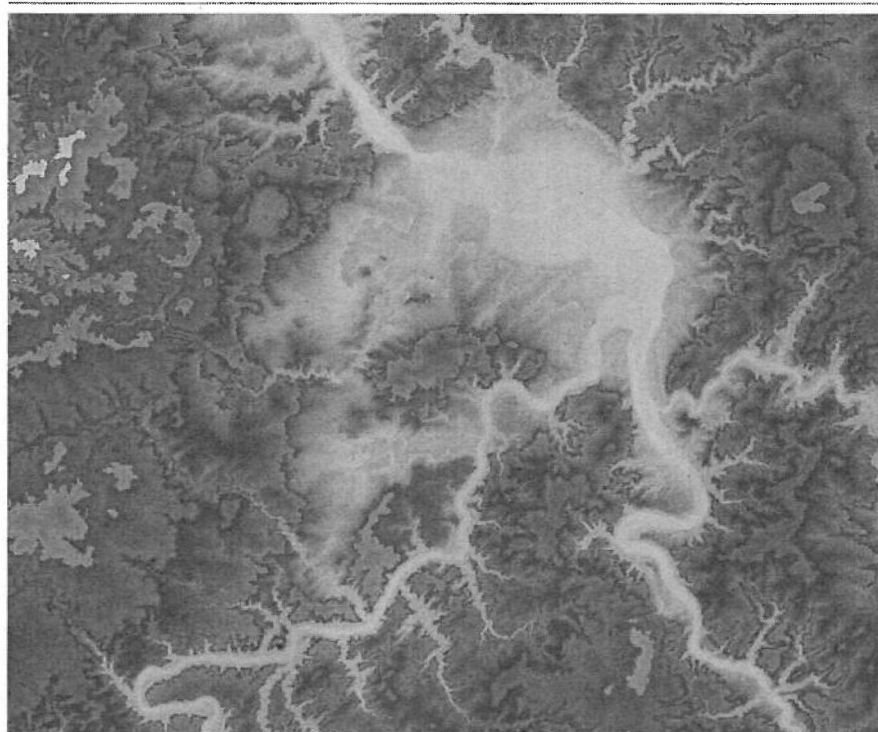
## 2.3 Planungstool

### Zu berücksichtigende Standorteigenschaften

- Antenne
- Azimut
- Tilt
- Koordinaten
- Höhe
- Kapazitäten
- EIRP
- Dämpfungen (z.B. Feederkabel, Jumper)
- Gewinne (Antenne, Antennenvorverstärker)



## 2.3 Planungstool Höhendaten





## 2.3 Planungstool Landnutzungsklassen

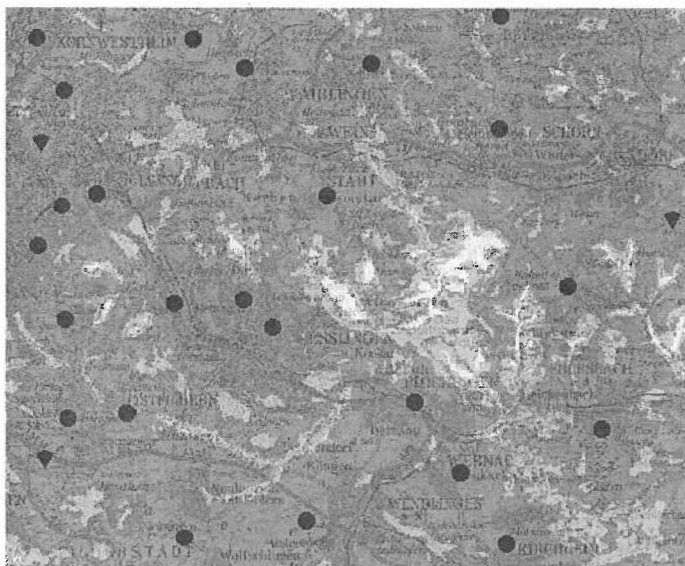







- Umland
- Vorstadt, Hafen
- Stadt
- Wald
- Wasserflächen
- Industrie
- Ackerland, Weiden etc.
- Sumpf
- Flughafen

## 2.3 Planungstool

### Versorgungsprognose







Zur Berechnung der funktechnischen Versorgung wird eine spezielle Software eingesetzt, welche die Ausbreitung der Funkwellen simuliert. Dabei werden die Höhendaten und die Landnutzungsklassen zugrunde gelegt.



-  Kategorie 0
-  Kategorie 1
-  Kategorie 2
-  Kategorie 3
-  Kategorie 4

Die BDBOS hat sich für das Planungswerkzeug **PegaPlan** des Herstellers **T-Systems** entschieden.

Legende Feldstärkeschwellwerte

RGB-Codes	Farbcode	dB $\mu$ V/m	dBm	Kategorie
040/075/015		> 56	> -73	Kat 5
000/169/075		56 bis 50	-73 bis -79	Kat 4
100/245/050		50 bis 44	-79 bis -85	Kat 3
225/110/010		44 bis 41	-85 bis -88	Kat 2
255/190/000		41 bis 35	-88 bis -94	Kat 0/1
255/255/255		< 35	< -94	unterversorgt

## 2.4 Linkbilanz Rundstrahlantenne (Pfadverlustrechnung)

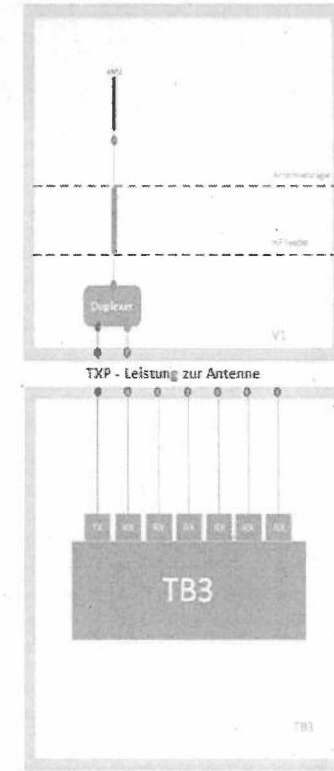
Linkbilanz Tabelle:

Parameter	Einheit	UPLINK		DOWNLINK	
		MRT, Kat. 0	HRT, Kat. 1	MRT, Kat. 0	HRT, Kat. 1
		üb. Geb.	SVF	üb. Geb.	SVF
Sender					
RRU Ausgangsleistung	dBm			38,0	38,0
Combinerverlust	dB			0,0	0,0
Duplexerverlust (TB4 intern)	dB			0,0	0,0
<b>TXP - Leistung zur Antenne (ToC)</b>	<b>dBm</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>38,0</b>	<b>38,0</b>
Duplexerverlust (extern)	dB			-0,7	-0,7
TMA Verlust	dB			0,0	0,0
Kabelverlust	dB	-2,0		-2,0	-2,0
Gesamtverlust im Tx-Pfad	dB			-2,7	-2,7
Antennengewinn	dBi	5,0	-3,0	7,7	7,7
<b>Sendeleistung (EIRP)</b>	<b>dBm</b>	<b>33,0</b>	<b>27,0</b>	<b>43,0</b>	<b>43,0</b>
Reserven					
Dynamikreserve	dB	9,0	0,0	9,0	0,0
Schwundreserve	dB	12,6	15,0	12,6	15,0
Empfänger					
Antennengewinn	dBi	7,7	7,7	5,0	-3,0
Diversitätsgewinn	dB	0,0	0,0		
TMA Gewinn	dB	0,0	0,0		
Kabelverlust	dB	-2,0	-2,0	-2,0	
Duplexerverlust	dB	-0,7	-0,7		
TBS Splitter Verlust	dB	0,0	0,0		
Statische Empfängerempfindlichkeit	dBm	-119,0	-119,0	-112,0	-112,0
min. erforderl. Empfangsleistung	dBm	-124,0	-124,0	-115,0	-109,0
max. nutzbarer Pfadverlust	dB	135,4	136,0	136,4	137,0

Der Downlink wird bevorzugt, aber die Bevorzugung ist geringer als 1,3 dB, welches noch in Ordnung ist.

Parameter Tabelle:

Standort	HAN-Radio-LFZ	
	HAN1000001	
	51°19'58,9"	
	12°21'57,5"	
Antennenvariante		
TX Antenna Type (AS)	4220.06-405-10	
RX Antenna Type (AS)	TX-RX	
Aufbauvariante (AS)	V1 DUP	
Height (AS) [m]	15,0	
Main Lobe (AS) [°]	0	
Mechanical Tilt (AS) [°]	0	
Electrical Tilt (CAR) [°]	0	
GPS-Höhe [m]	109,0	
Systemtechnik		
Systemtechnik/-variante (SM)	TB3	
Power (C) [dBm]	38	
NTRX (C)	2	
Kabelverluste [dB]	2,0	
PegaPlan 8.5		
TX Loss (CAR) [dB]	2,7	
RX Loss (CAR) [dB]	2,7	
TMA Gain (CAR) [dB]	0,0	
TMA Type (CAR)	kein TMA	
Diversity (AS) [dB]	0,0	
Info		
kein TBS Splitter	0,0	
Anzahl ANI-HF-Connector	2	
Anzahl TBS-HF-Connector	7	
TX Antennengewinn [dBi]	7,7	
RX Antennengewinn [dBi]	7,7	



Hinweis: Mindestens ein RX-Anschluss wird nicht genutzt. Es muss ein Abschlusswiderstand für jeden offenen RX-Anschluss verwendet werden.

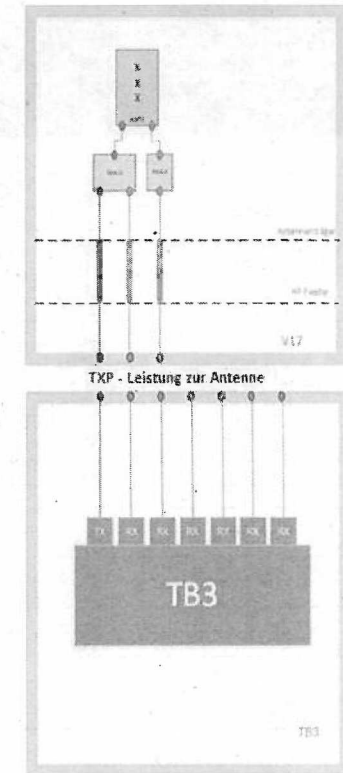
## 2.4 Linkbilanz Sektorantenne (Pfadverlustrechnung)

Linkbilanz Tabelle:

Parameter	Einheit	UPLINK		DOWNLINK	
		MRT, Kat. 0	HRT, Kat. 1	MRT, Kat. 0	HRT, Kat. 1
		üb. Geb.	SVP	üb. Geb.	SVP
<b>Sender</b>					
RRU Ausgangsleistung	dBm			44,0	44,0
Combinerverlust	dB			0,0	0,0
Duplexerverlust (TB4 intern)	dB			0,0	0,0
<b>TXP - Leistung zur Antenne (ToC)</b>	dBm	30,0	30,0	44,0	44,0
Duplexerverlust (extern)	dB			0,0	0,0
TMA Verlust	dB			-1,3	-1,3
Kabelverlust	dB	-2,0		-2,0	-2,0
Gesamtverlust im Tx-Pfad	dB			-3,3	-3,3
Antennengewinn	dBi	5,0	-3,0	13,0	13,0
<b>Sendeleistung (EIRP)</b>	dBm	33,0	27,0	53,7	53,7
<b>Reserven</b>					
Dynamikreserve	dB	9,0	0,0	9,0	0,0
Schwundreserve	dB	12,6	15,0	12,6	15,0
<b>Empfänger</b>					
Antennengewinn	dBi	13,0	13,0	5,0	-3,0
Diversitätsgewinn	dB	3,0	3,0		
TMA Gewinn	dB	3,0	3,0		
Kabelverlust	dB	-2,0	-2,0	-2,0	
Duplexerverlust	dB	0,0	0,0		
TBS Splitter Verlust	dB	0,0	0,0		
Statische Empfängerempfindlichkeit	dBm	-119,0	-119,0	-112,0	-112,0
min. erforderl. Empfangsleistung	dBm	-136,0	-136,0	-115,0	-109,0
<b>max. nutzbarer Pfadverlust</b>	dB	147,4	148,0	147,1	147,7

Parameter Tabelle:

Standort	HAM-Radio-IP2
	HAM1000001
	51°19'58.9"
	12°21'57.5"
Antennenvariante	
TX Antenna Type (AS)	852629
RX Antenna Type (AS)	TX-RX
Aufbauvariante (AS)	V17 ATV
Height (AS) [m]	15,0
Main Lobe (AS) [°]	0
Mechanical Tilt (AS) [°]	0
Electrical Tilt (CAR) [°]	0
GPS-Höhe [m]	109,0
Systemtechnik	
Systemtechnik/-variante (SM)	TB3
Power (C) [dBm]	44
NIRX (C)	2
Kabelverluste [dB]	2,0
PegaPlan 8.5	
TX Loss (CAR) [dB]	3,3
RX Loss (CAR) [dB]	2,0
TMA Gain (CAR) [dB]	3,0
TMA Type (CAR)	TMA-D/TMA-S
Diversity (AS) [dB]	3,0
Info	
kein IBS Splitter	0,0
Anzahl AMT-HF-Connector	3
Anzahl TBS-HF-Connector	7
TX Antennengewinn [dBi]	13,0
RX Antennengewinn [dBi]	13,0



Hinweis: Mindestens ein RX-Anschluss wird nicht genutzt. Es muss ein Abschlusswiderstand für jeden offenen RX-Anschluss verwendet werden.



### 3. Praxisbeispiel: Modellierung und Optimierung eines neuen Standortes mit dem Planungstool PegaPlan



# Fall 1: Standort auf der Fakultät EIT

## 1 Rundstrahler – Feldstärkedarstellung





# Fall 1: Standort auf der Fakultät EIT

## 1 Rundstrahler – BestServer-Darstellung



# Fall 2: Standort auf der Fakultät EIT und auf dem Paunsdorfcenter 2 Rundstrahler – Feldstärkedarstellung



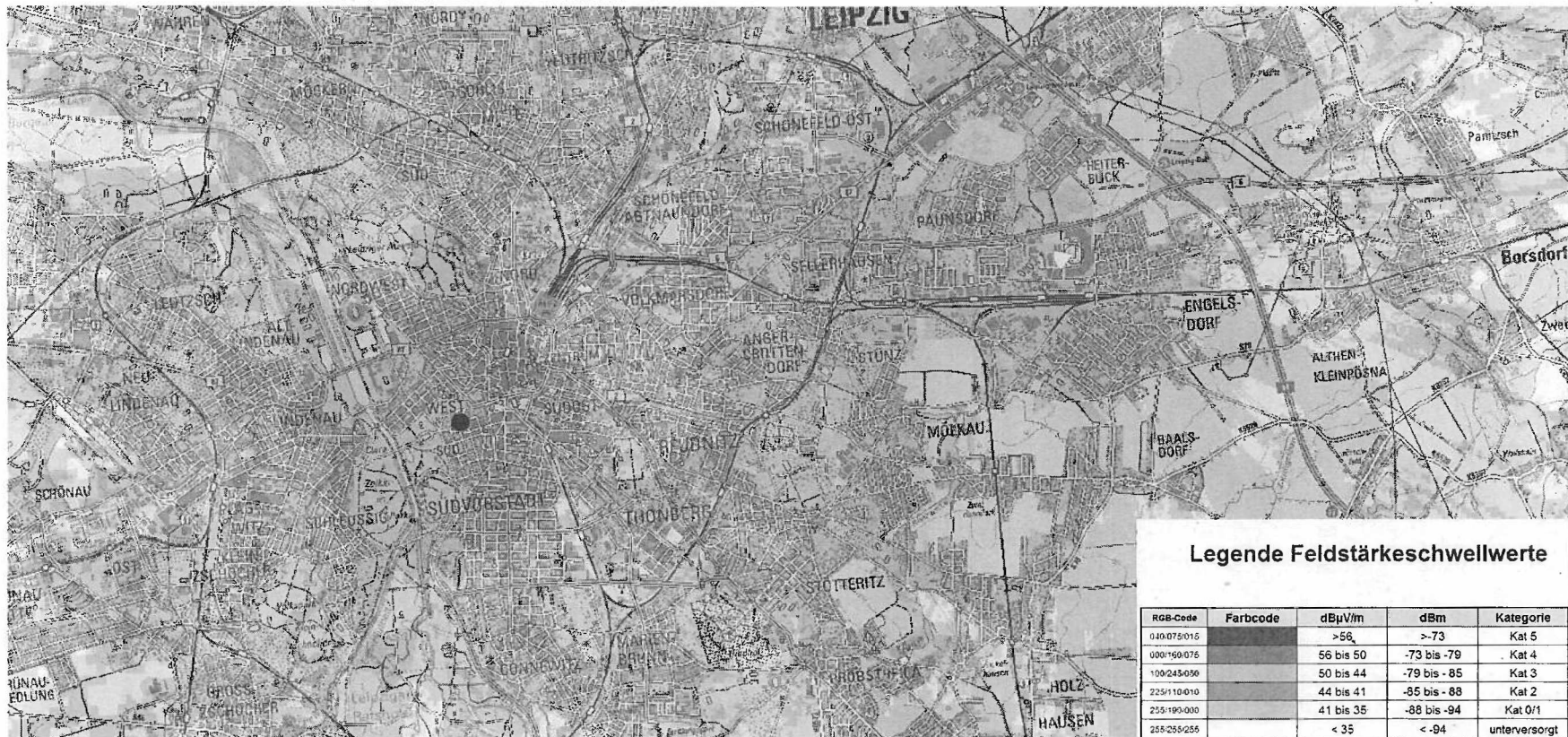
## Fall 2: Standort auf der Fakultät EIT und auf dem Paunsdorfcenter 2 Rundstrahler – BestServer-Darstellung





# Fall 3: Standort auf der Fakultät EIT und auf dem Paunsdorfcenter

## 1 Rundstrahler, 1 Sektorantenne - Feldstärkedarstellung



# Fall 3: Standort auf der Fakultät EIT und auf dem Paunsdorfcenter 1 Rundstrahler, 1 Sektorantenne - BestServer-Darstellung



## 4. Zukunft bei der BDBOS



## 4.1 Anstehende Projekte

Vom mobilen Breitband BOS über IPv6 zu IVÖV



## 4.1 Spannende Projekte



### **Netzstrategie 2030:**

Informationsverbund der öffentlichen Verwaltung (IVÖV) zur strategischen Gestaltung der Weitverkehrsnetze und übergreifenden Zusammenarbeit. Dabei steht die weitere Vereinheitlichung und Verknüpfung der behördlichen Kommunikation auf Bundes- und Länderebene im Mittelpunkt der Bestrebungen.

### **Digitalfunkstrategie 2030:**

Flächendeckende und hochverfügbare Versorgung der Nutzer mit Breitbanddiensten, zunächst für die Datenkommunikation (Instant Messenger, Foto- und Videoübertragung, Vitaldatenübertragung, Datenbankabfragen etc.) und perspektivisch auch für die einsatzkritische Sprachkommunikation.

### **Netzmodernisierung des Digitalfunk BOS:**

Umstellung des Zugangsnetzes im Digitalfunk BOS von E1 Leitungen auf IP. In diesem Rahmen wird eine neue Systemtechnikgeneration ausgerollt, sowie eine Optimierung der Standorte im Funkfeld durchgeführt, um Synergien im Projekt zu erzeugen.

## Wir suchen MINT

- Fachrichtungen:  
Informatik, Informationstechnik, Wirtschaftsinformatik, Elektrotechnik, Nachrichtentechnik, Physik, Mathematik oder vergleichbar
- Erfahrungen und Kenntnisse:  
IT-Infrastrukturthemen wie Netzbetrieb, Sicherheitsinfrastruktur, Netzwerktechnik; Aufbau und Funktion von IT-Netzwerktechnologien, ITIL, Projektmanagement
- Persönlichkeit:  
Teamplayer\*in, Organisationstalente, Kreative, Gestalter, technisches Verständnis, analytische Fähigkeiten, lösungsorientierte und selbständige Handlungsweise

## 4.2 Benefits





## 4.3 Unser Bewerbungsprozess – offen für alle

### INTERAMT

Wir arbeiten mit dem Bewerbermanagement-Tool Interamt, dem Karriereportal des öffentlichen Dienstes

### AUSWAHLGESPRÄCH

Wenn alles passt, kommt nach 2-3 Wochen die Einladung zum Gespräch – natürlich per Videokonferenz

### ONBOARDING

## 4.3 Unser Bewerbungsprozess – offen für alle

- Praktikum
  - Betreuung von Praktika im Rahmen des Studiums.
  - Themen können im Vorfeld besprochen werden.
- Abschlussarbeiten
  - Betreuung von Abschlussarbeiten (Bachelor/Master)
  - Thema des Praktikums kann als Grundlage für die Ausarbeitung der wissenschaftlichen Arbeit sein.
- Derzeit offene Stellen
  - Funknetzparametriierer (m/w/d)
    - <https://interamt.de/koop/app/stelle?0&id=955355>
  - Initiativbewerbungen sind möglich

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

## Kontakt

Bundesanstalt für den Digitalfunk  
der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben  
11014 Berlin

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

Tel.: (030) 18 681- [REDACTED]

Fax: (030) 18 681- [REDACTED]

Bildnachweis

Titelfolie: © BDBOS/Wilck

Michael Schurig  
Referat R3  
Funknetzplanung und -konfiguration  
[REDACTED] [bos.bund.de](http://bos.bund.de)

Tanja Witt  
Referat Z3  
Personalgewinnung  
[REDACTED] [bos.bund.de](http://bos.bund.de)



Bundesanstalt  
für den Digitalfunk der Behörden und  
Organisationen mit Sicherheitsaufgaben