

**Realisierung eines TETRA-Funknetzes für  
eine U-Bahn Tunnelanlage,  
mit Vorbereitung zur BOS-Einspeisung**

**- Praxisbeispiele -**

Peter Kelz  
Version-Nr. 1.0  
25.11.2010



# Inhalt

1. Die Herausforderung
2. Ermittlung des Pegelverlaufs des alten Leckkabels
3. Streckenschema
4. Konfigurationsvarianten
5. Kopplungen Basisstation & Repeater
6. eine typische Bahnhofs-Anlage & zugehörige HF-Konfiguration
7. im Funk-Raum
8. Antennen in Nebenräumen
9. Antenne in Verteilebene
10. Antenne am Tunnelmund
11. weitere Beispiele
12. Meßergebnisse

# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

bestehend aus:

**12 unterirdischen Bahnhöfen, 10 Tunnelmündern, 3 Troglagen, 3 Betriebshöfen**

### Anforderungen & Planungs-Aufgaben Funk:

- durchgängige, lückenlose Versorgung aller Gleisbereiche,
- Redundante Versorgung aller unterirdischen Streckenabschnitte durch jeweils verschiedene aktive Elemente,
- Versorgung der Verteil-Ebenen und Technikräume,
- Handover-Zonen an Treppen und Tunnelmündern,
- Integration in TETRA Oberflächen-Funknetz,
- Integration bestehender 2-m Tunnelfunkanlagen, und
- Vorbereitung der TETRA-BOS Einspeisung zur Versorgung aller Gleisbereiche, Verteilebenen und Nebenräume

# Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

## 1. Die Herausforderung:



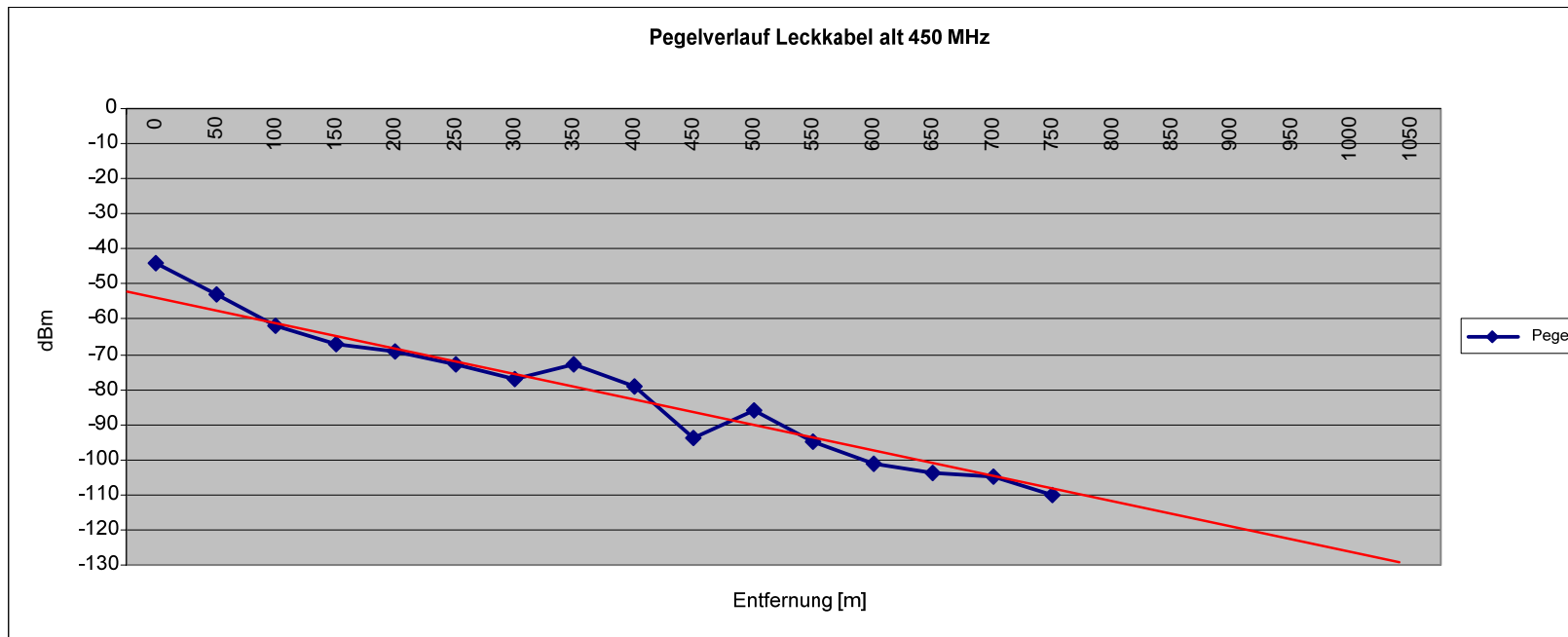
**HF-SCHLITZKABEL**  
Typ 60 H 4,5/19 Wellenwiderstand  
60 Ohm Ausführung B (geschwärtzt  
ohne Tragseil)  
Isoliermaterial: Vollpolyäthylen  
Schlitzöffnungswinkel: 110°  
Dämpfung des Kabels:  
Außenhülle trocken: 28 dB/km  
Außenhülle naß: 31 dB/km  
Lieferlänge: ..max. 500..... m  
Kupfergewicht/km: 210 kg  
in Lieferlängen von ca. 500 m  
liefern und auf Abstandstützen  
unter der Tunneldecke verlegen  
und verbinden.  
Angebotenes Fabrikat/L. Nr.  
AEG-Telefunken Typ. 60 H 4,5/19.....

Anforderung: Nutzung des vorhandenen Schlitzkabels (installiert 1972/73)

# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

### 2. Ermittlung des Pegelverlaufs des alten Leckkabels



Messungen des vorhandenen LK:  
Auftrennen, Einspeisung eines definierten 70 cm-Signals,  
Messung durch Abgehen der Gleisbereiche (nachts)

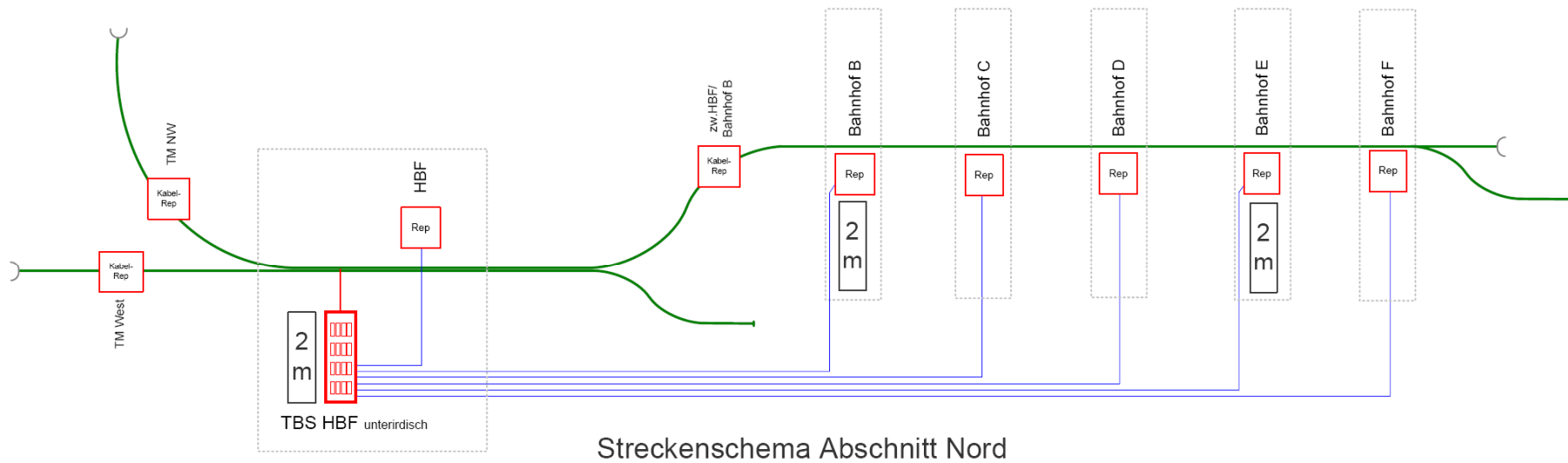
Ergebnis der auf den Messungen aufbauenden Berechnungen:

**Auskoppeldämpfung ca 70 dB,  
Längsdämpfung ca 78 dB/Km bei 450 MHz**

# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

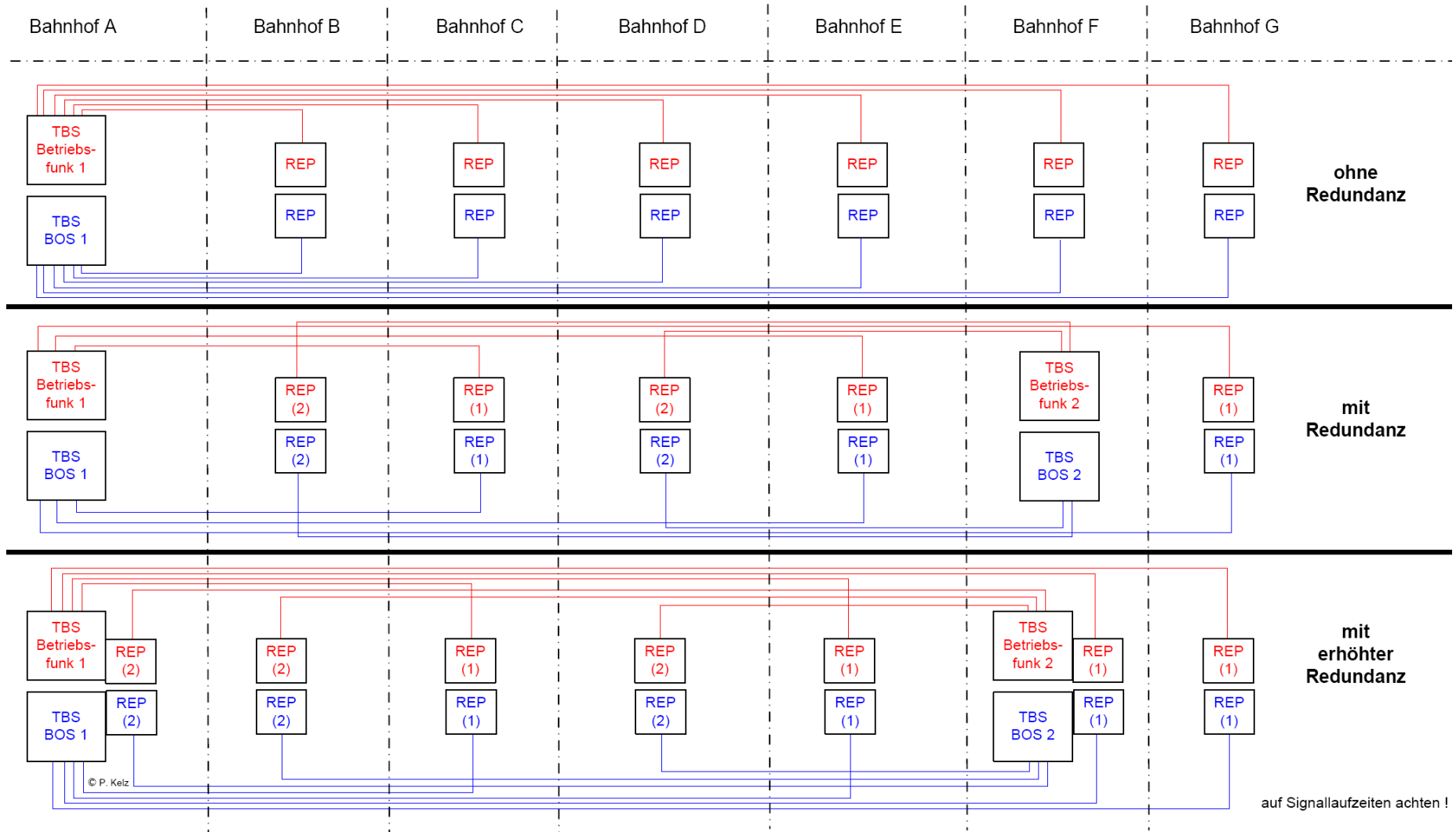
### 3. Streckenschema (nördlicher Abschnitt)



# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

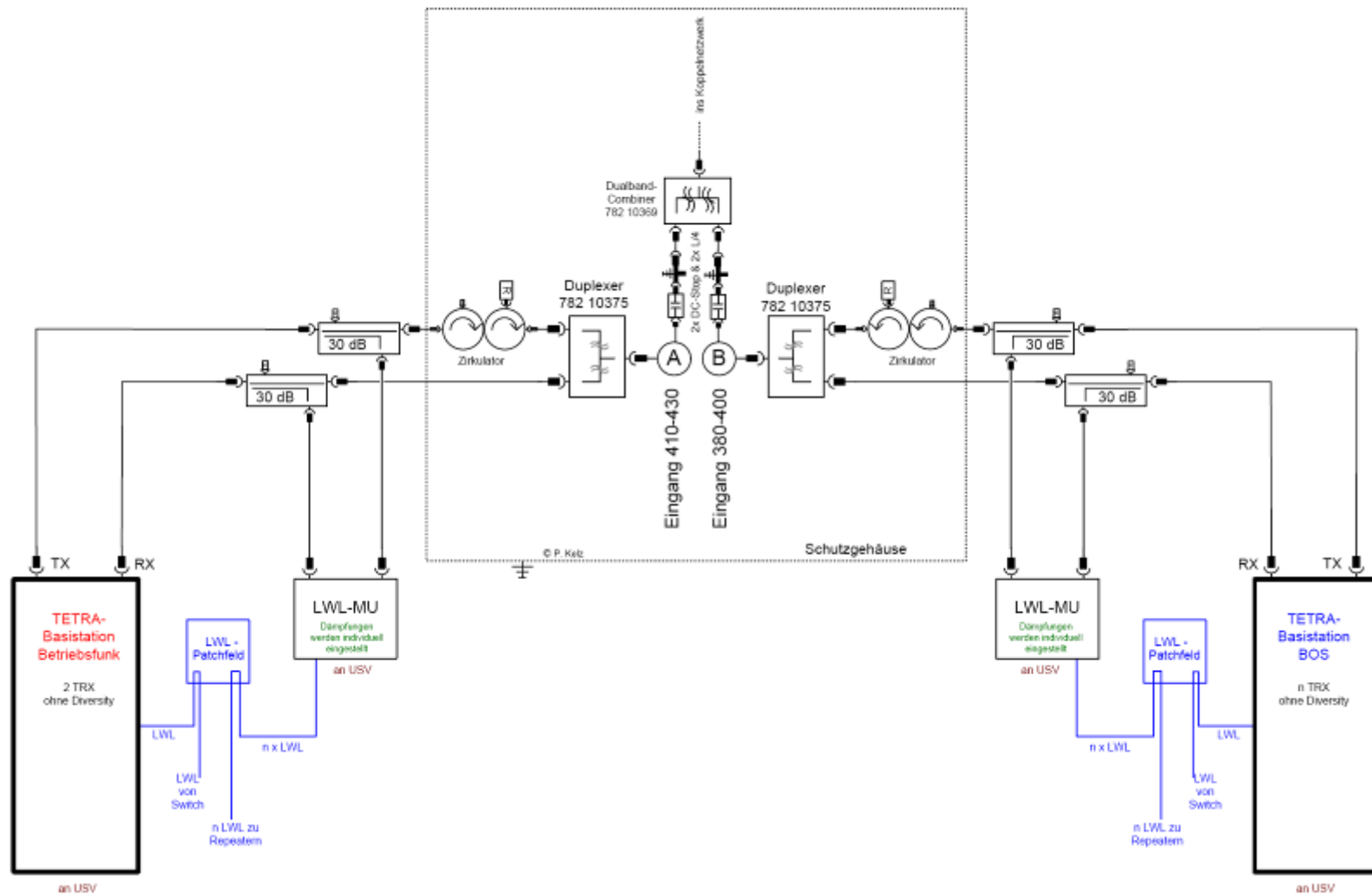
### 4. Konfigurationsvarianten



# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

### 5a. Kopplung von Basisstationen

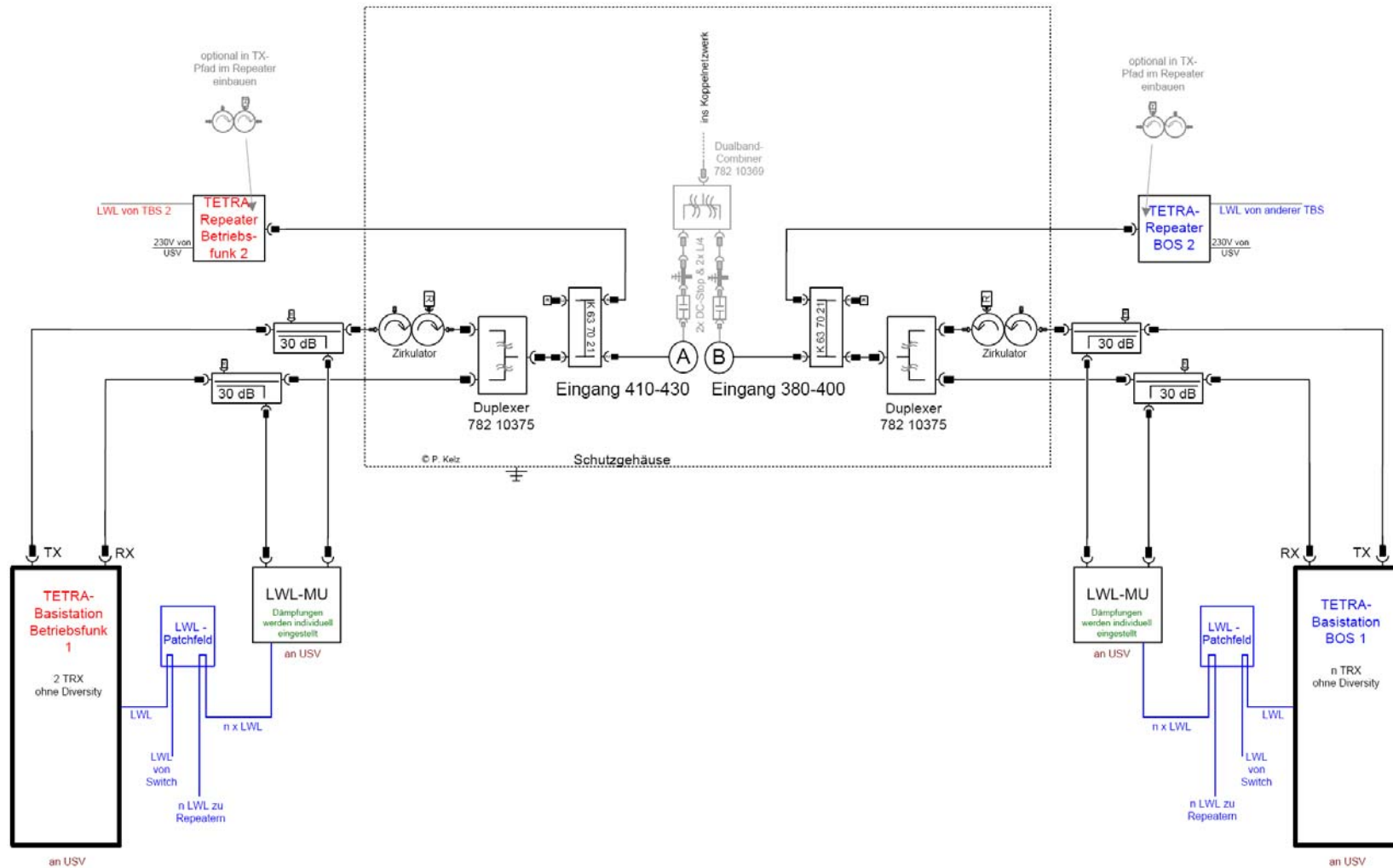




# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

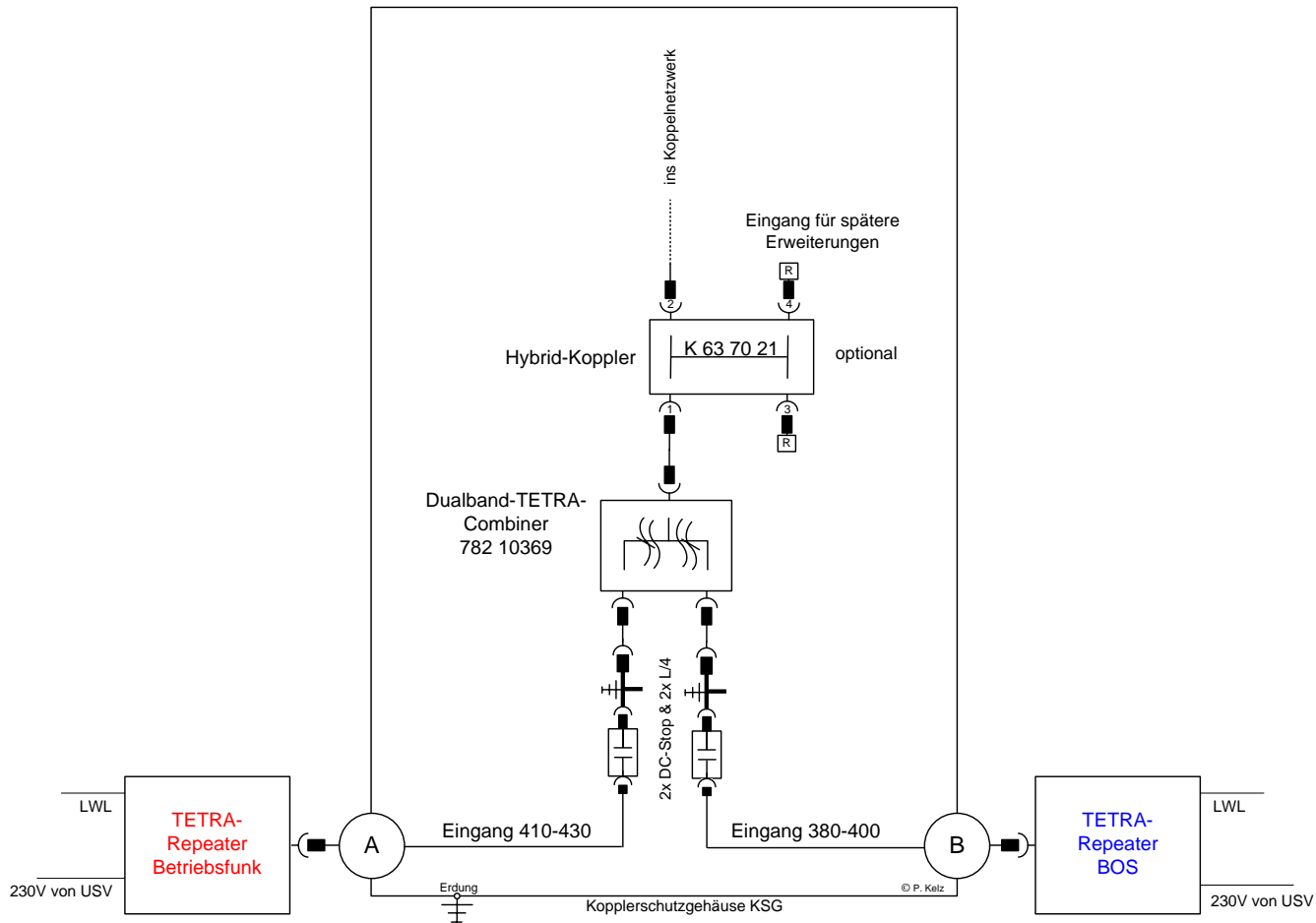
### 5b. Kopplung von Basisstationen, mit erhöhter Redundanz



# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

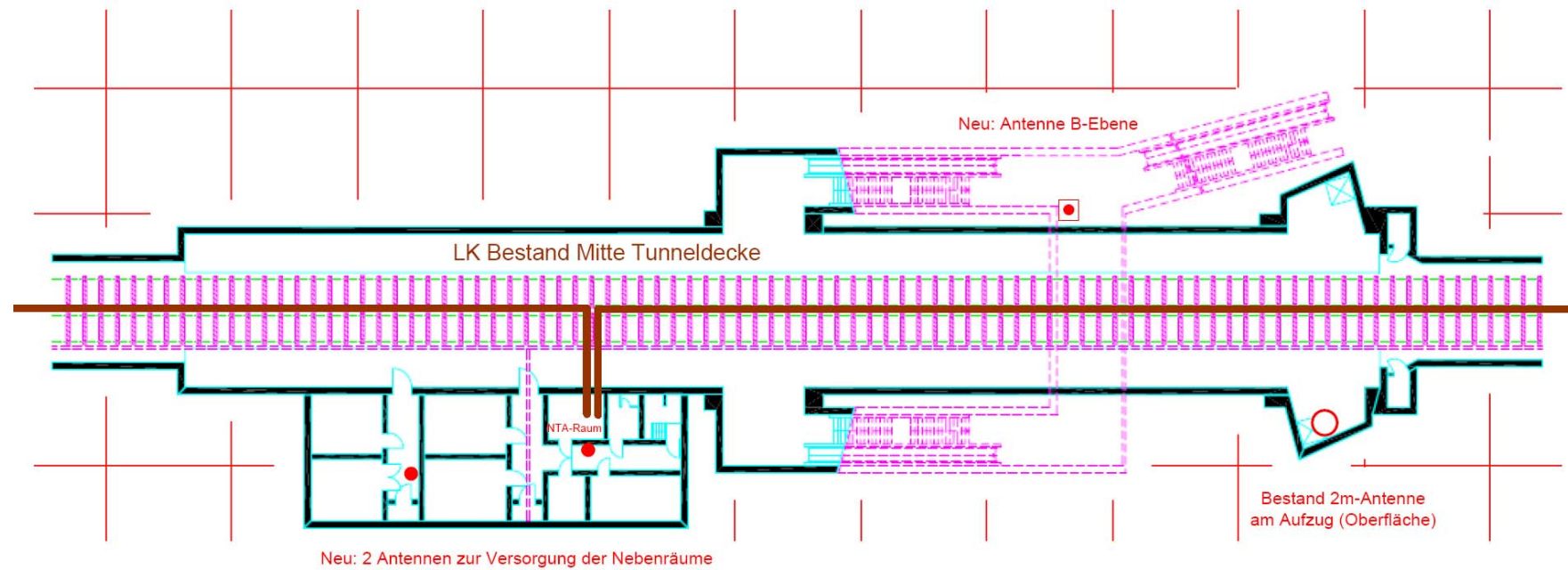
### 5c. Kopplung von Repeatern



# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

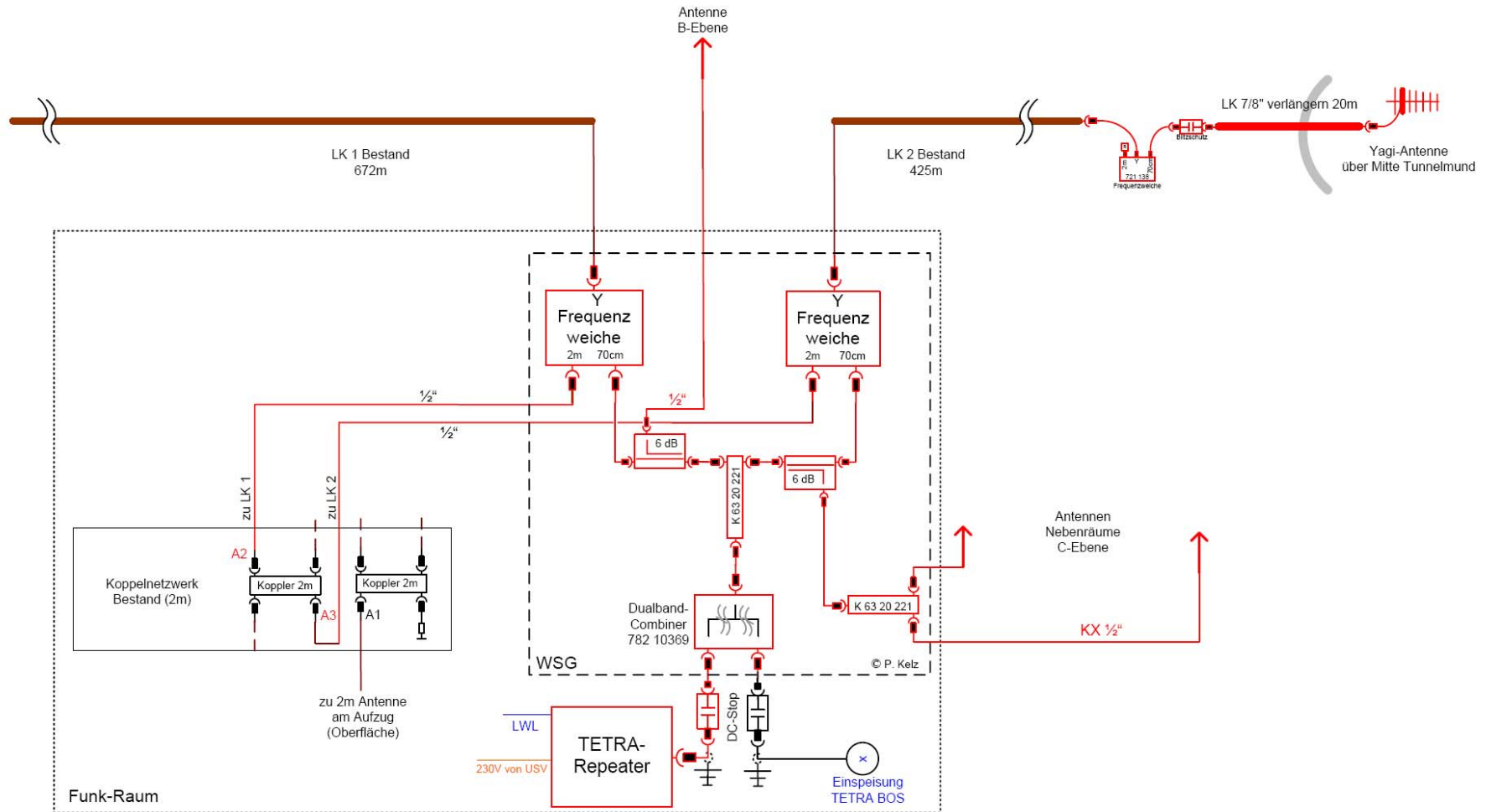
### 6a. Typische Bahnhofs-Anlage



# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

### 6b. zugehörige HF-Konfiguration



# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

### 7a. der Funk-Raum, Plan



Anschluß A2

Anschluß A3

Ort für Repeater und neues Koppelnetzwerk



# Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

7b. der Funk-Raum, nach Realisierung



Anschluß A3



Neues Koppelnetzwerk & Repeater



# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

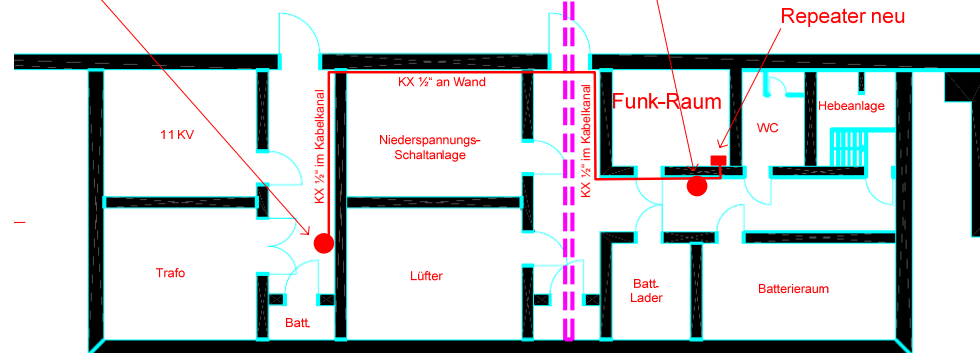
### 8a. Antennen in Nebenräumen, Plan



Omni-Antenne 2dBi  
senkrecht an Wand, hinter Lampe,  
in Schutzrohr.



Omni-Antenne 2dBi  
senkrecht an Wand bei Fuge,  
unter Kabelkanal, in Schutzrohr.



# Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

## 8b. Antennen in Nebenräumen, nach Realisierung

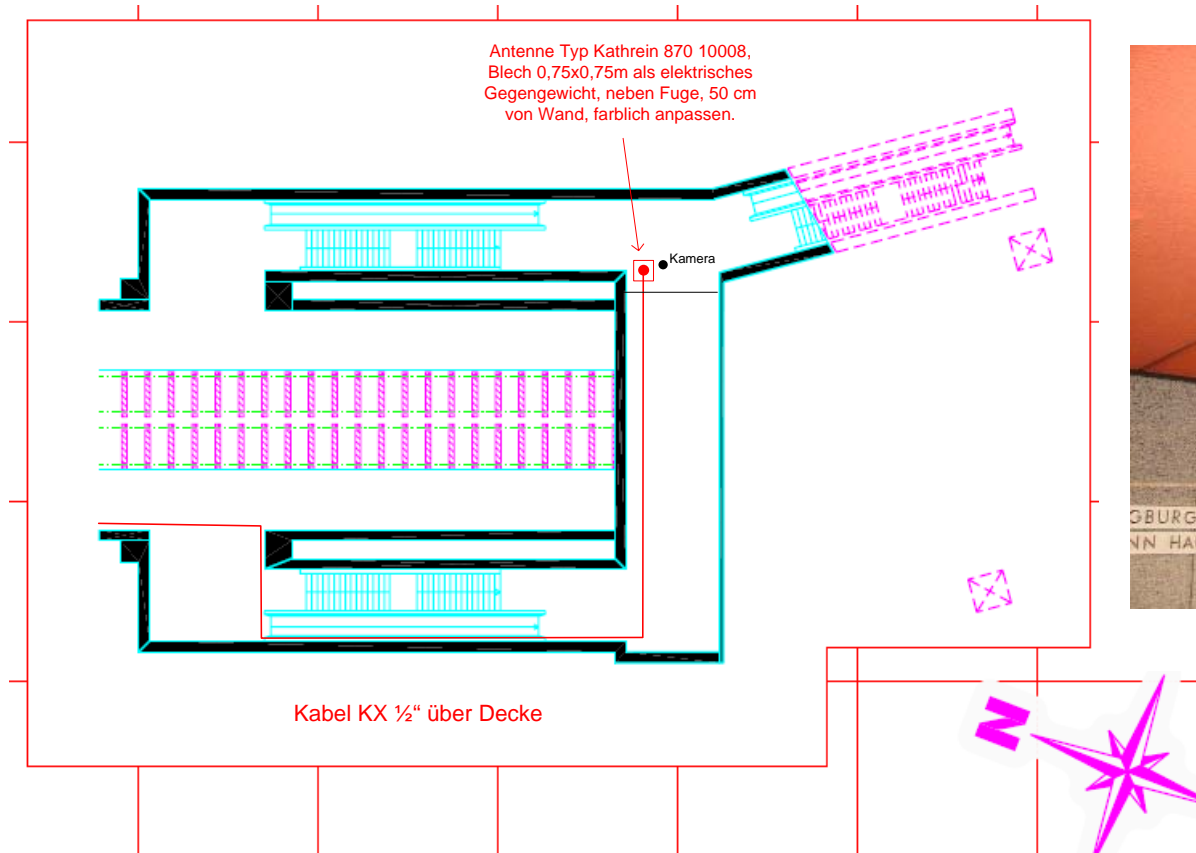




# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

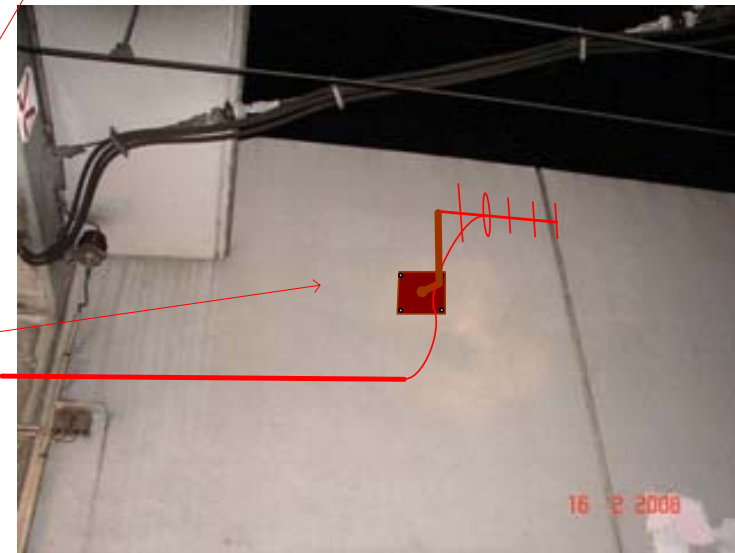
### 9. Antenne in Verteilebene, Plan & Realisierung



# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

### 10a. Antenne Tunnelmund, Plan



Am Ende des LK: KX 7/8" Querung zu nördl. Rampenwand,  
Blitzschutz & Frequenzweiche, weiter an Rampenwand mit  
LK 7/8" zu Antennenhalterung. LK nicht in Schiene montieren,  
Jumper 1/2" zu Yagi-Antenne.  
Ausrichtung Antenne Richtung Haltpunkt XXXX.

# Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

## 10b. Antenne Tunnelmund, Realisierung



# Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

## 11a. Beispiel Koppelnetzwerk HBF & GF-MU



Einfügen in bestehendes Koppelnetzwerk



Glasfaser-MasterUnit

# Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

## 11a. Beispiel Strecken-Repeater



Streckenverstärker mit Einkoppelmöglichkeit für TETRA-BOS

# Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

## 11a. Beispiel Einkopplung ohne 2m & Koppler im Gleisbereich



Einkopplung ohne aktive 2m-Komponenten

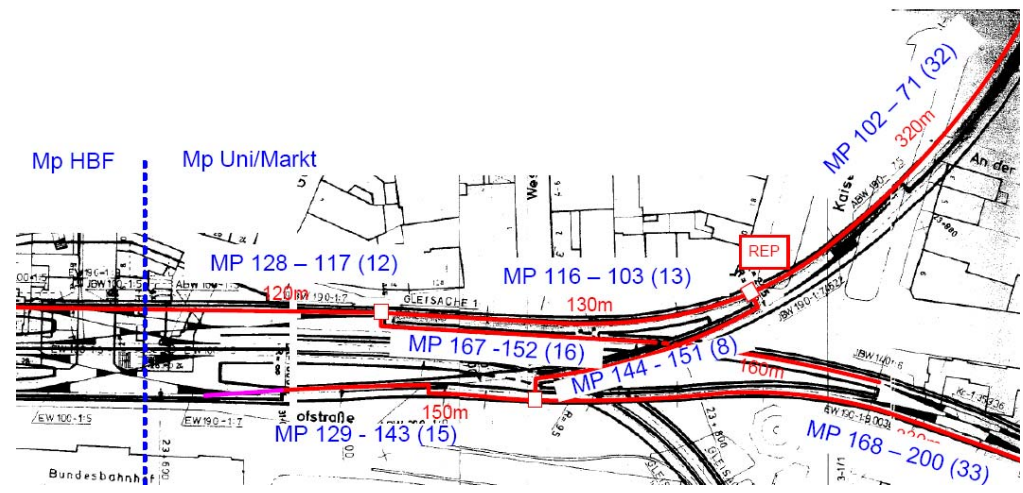
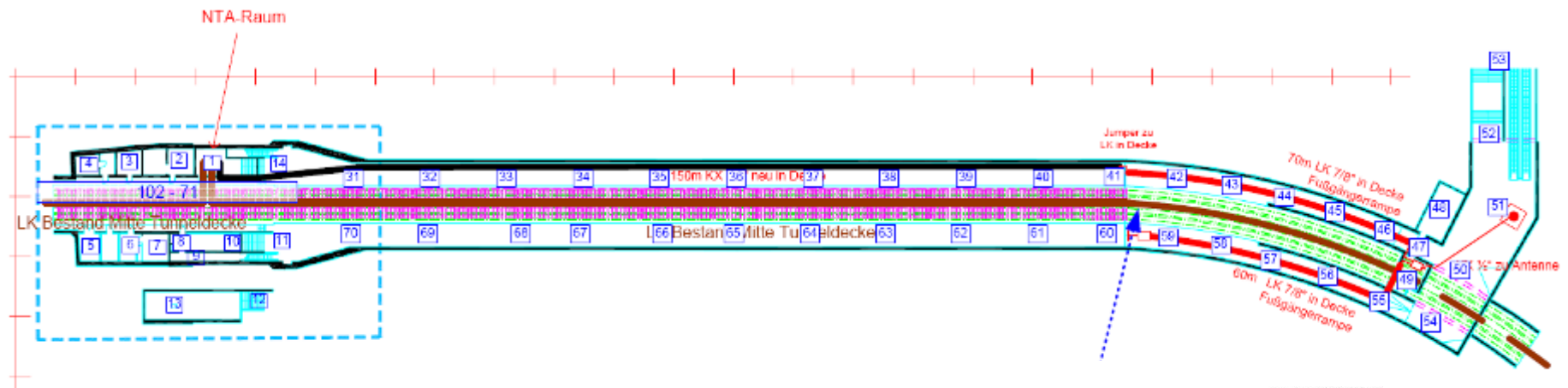


Austausch der Koppler im Gleisbereich gegen breitbandige Komponenten (2m + 70 cm)

# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

### 12a. Abnahmemessungen, Beispiel Anordnung der Meßpunkte



# Praxisbeispiel

## TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

### 12b. Ergebnisse der Abnahmemessungen

Statistik Meßergebnisse TETRA Abnahmemessungen	
Stand 03.04.2009	
Tunnelfunkanlagen, Betriebshöfe & Betriebsschwerpunkte	bewertete Meßpunkte
HBF	335
BHF 2	146
BHF 3	149
BHF 4	103
BHF 5	137
BHF 6	134
BHF 7	197
BHF 8	114
BHF 9	118
BHF 10	93
BHF 11	122
BHF 12	230
Betriebshof 1	85
Betriebshof 2	132
Betriebshof 3	91
Trog 1	10
Trog 2	16
Trog 3	21
Betriebsschwerpunkt 1	8
Betriebsschwerpunkt 2	12
Betriebsschwerpunkt 3	10
Betriebsschwerpunkt 4	27
Betriebsschwerpunkt 5	7
Summe	<b>2297</b>

Pegelstatistik	bewertete Meßpunkte
Pegel < -97dBm	1
Pegel -97 bis -90dBm	29
Pegel -90 bis -80 dBm	141
Pegel -80 bis -70 dBm	469
Pegel -70 bis -60 dBm	577
Pegel -60 bis -50 dBm	559
Pegel >-50 dBm	521
Summe	<b>2297</b>



## Praxisbeispiel

### TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage



Ihre Fragen bitte...

Peter Kelz, DETECON,  
Oberkasseler Str 2, 53227 Bonn,  
Tel.: 0170 216 1433,  
Mail: [peter.kelz@detecon.com](mailto:peter.kelz@detecon.com)