

**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:



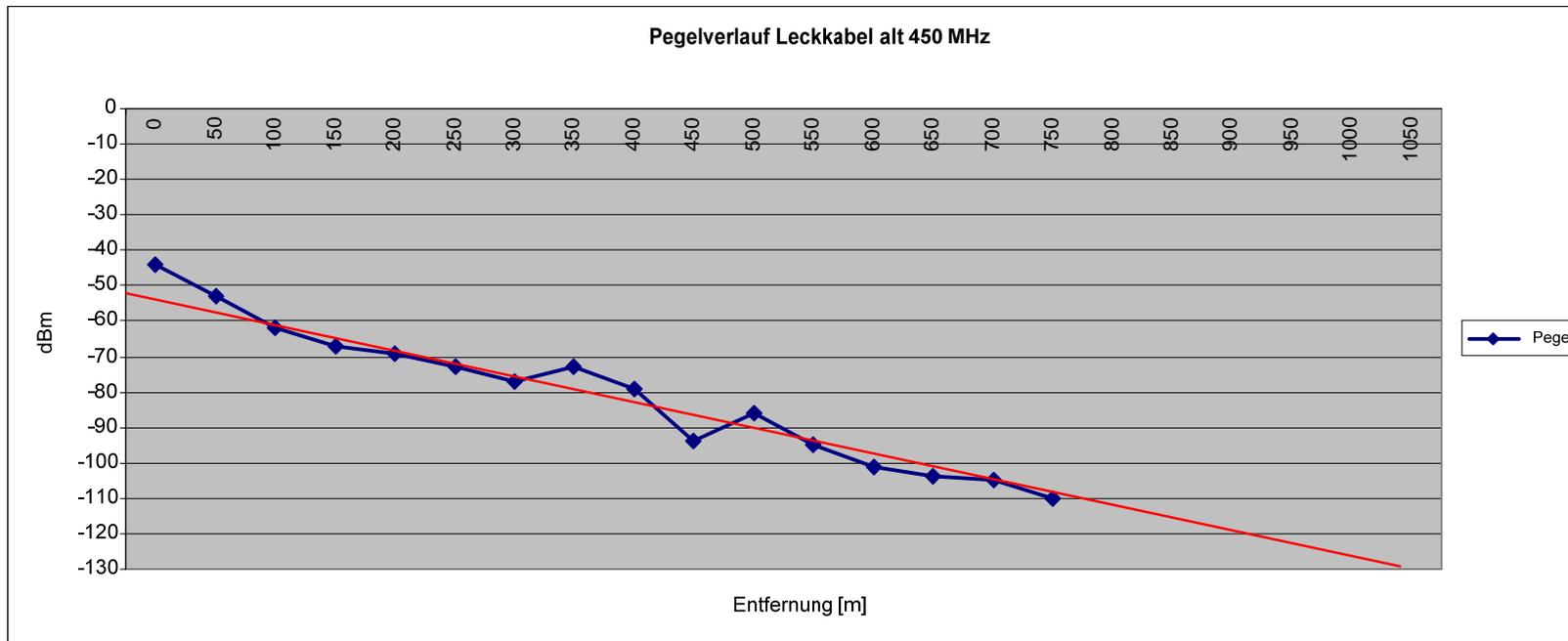
HF-SCHLITZKABEL
Typ 60 H 4,5/19 Wellenwiderstand
60 Ohm Ausführung B (geschwärtzt
ohne Tragseil)
Isoliermaterial: Vollpolyäthylen
Schlitzöffnungswinkel: 110°
Dämpfung des Kabels:
Außenhülle trocken: 28 dB/km
Außenhülle naß: 31 dB/km
Lieferlänge: ..max. 500..... m
Kupfergewicht/km: 210 kg
in Lieferlängen 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)

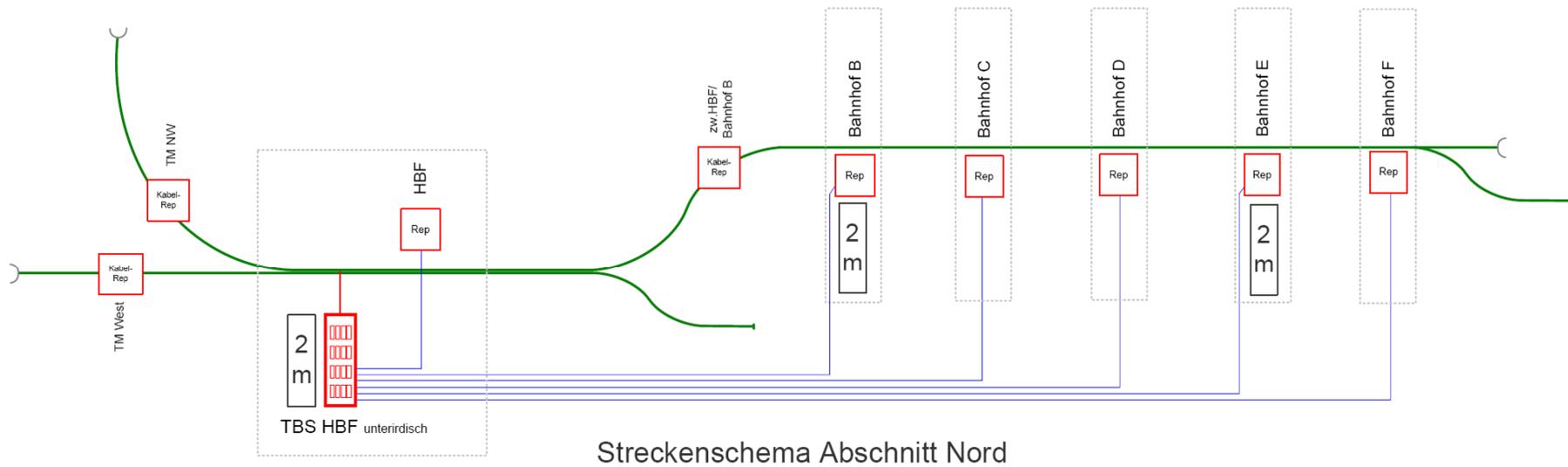
Ergebnis der auf den Messungen aufbauenden Berechnungen:

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

Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

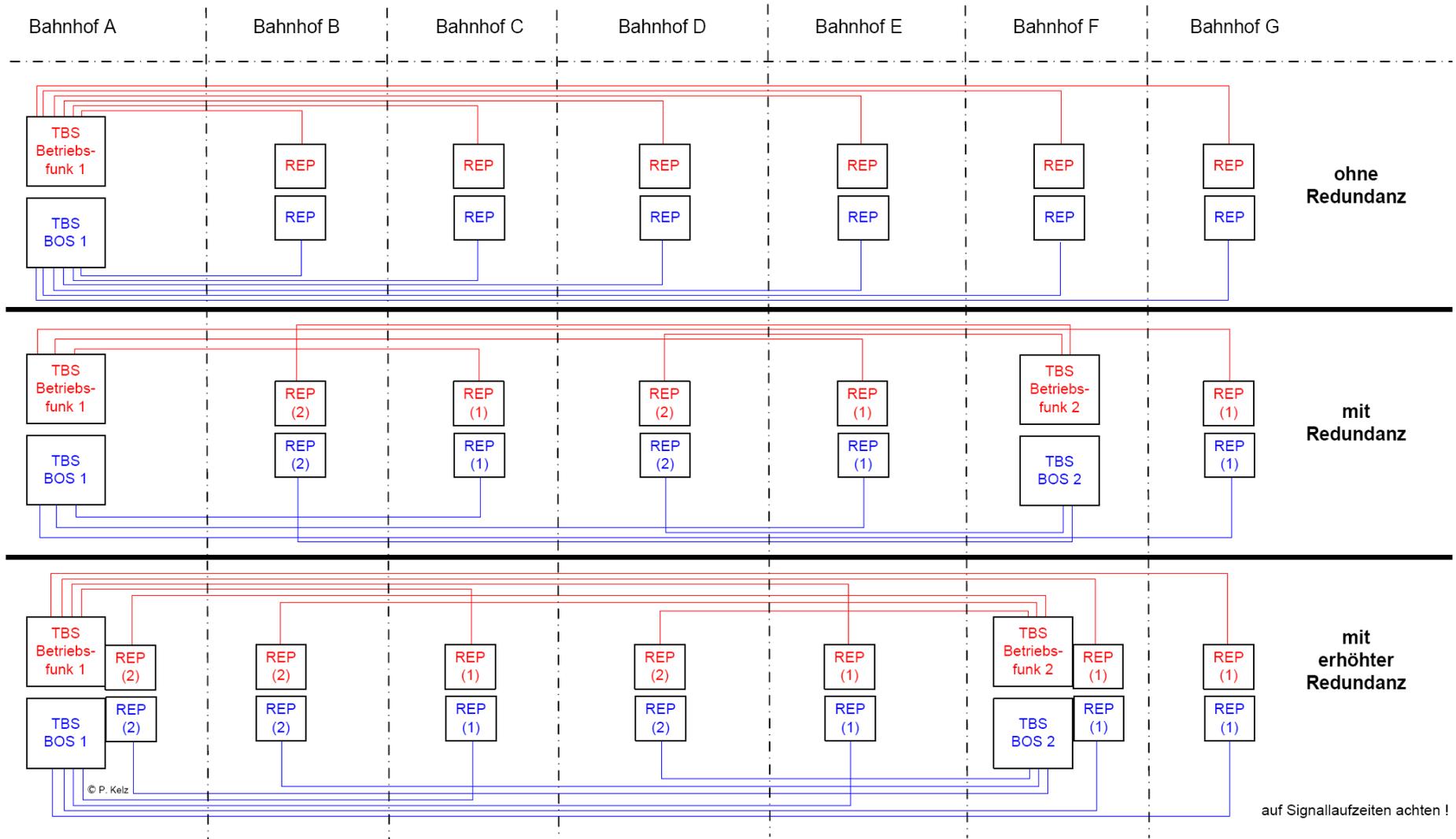
3. Streckenschema (nördlicher Abschnitt)



Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

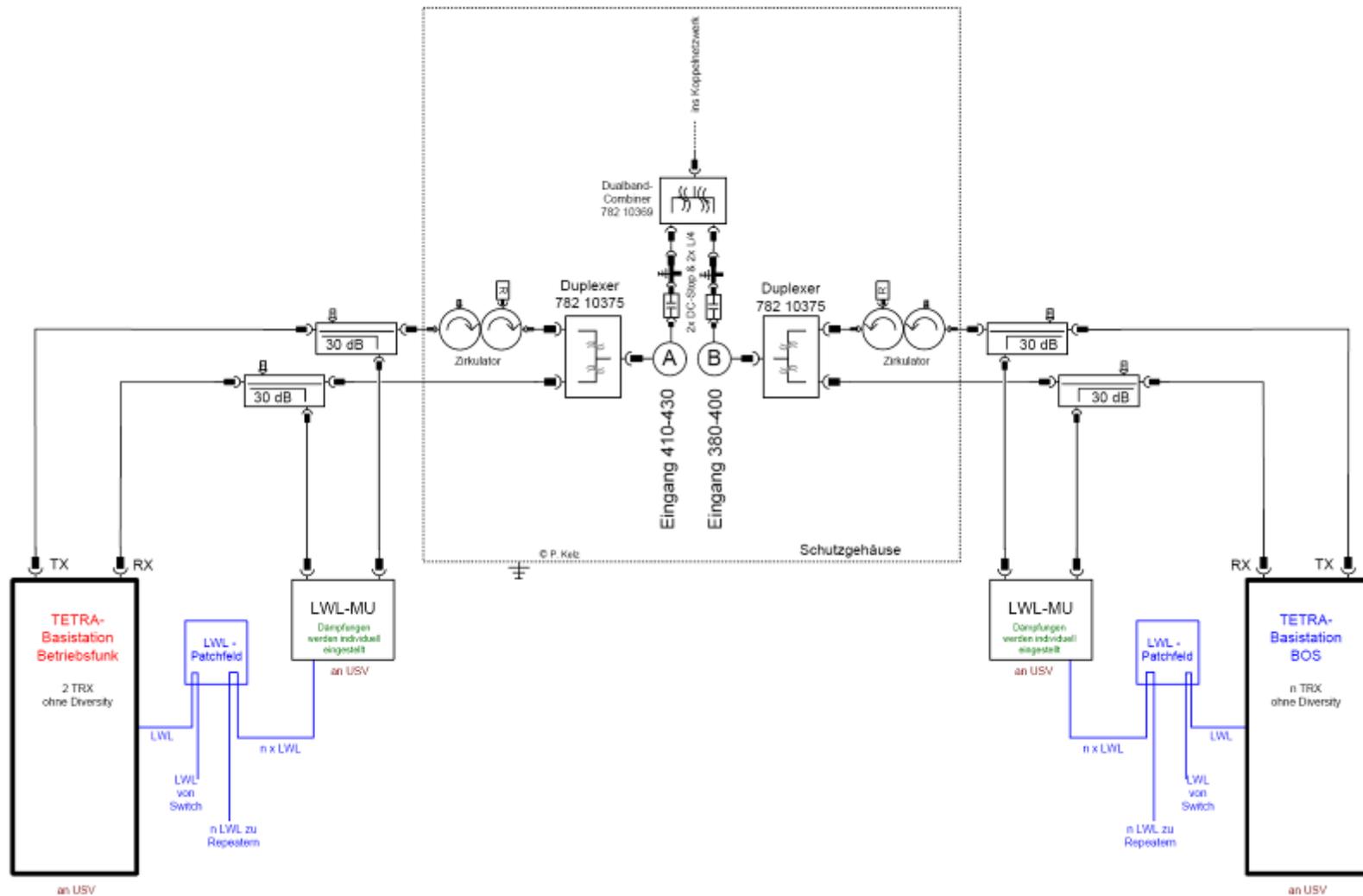
4. Konfigurationsvarianten



Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

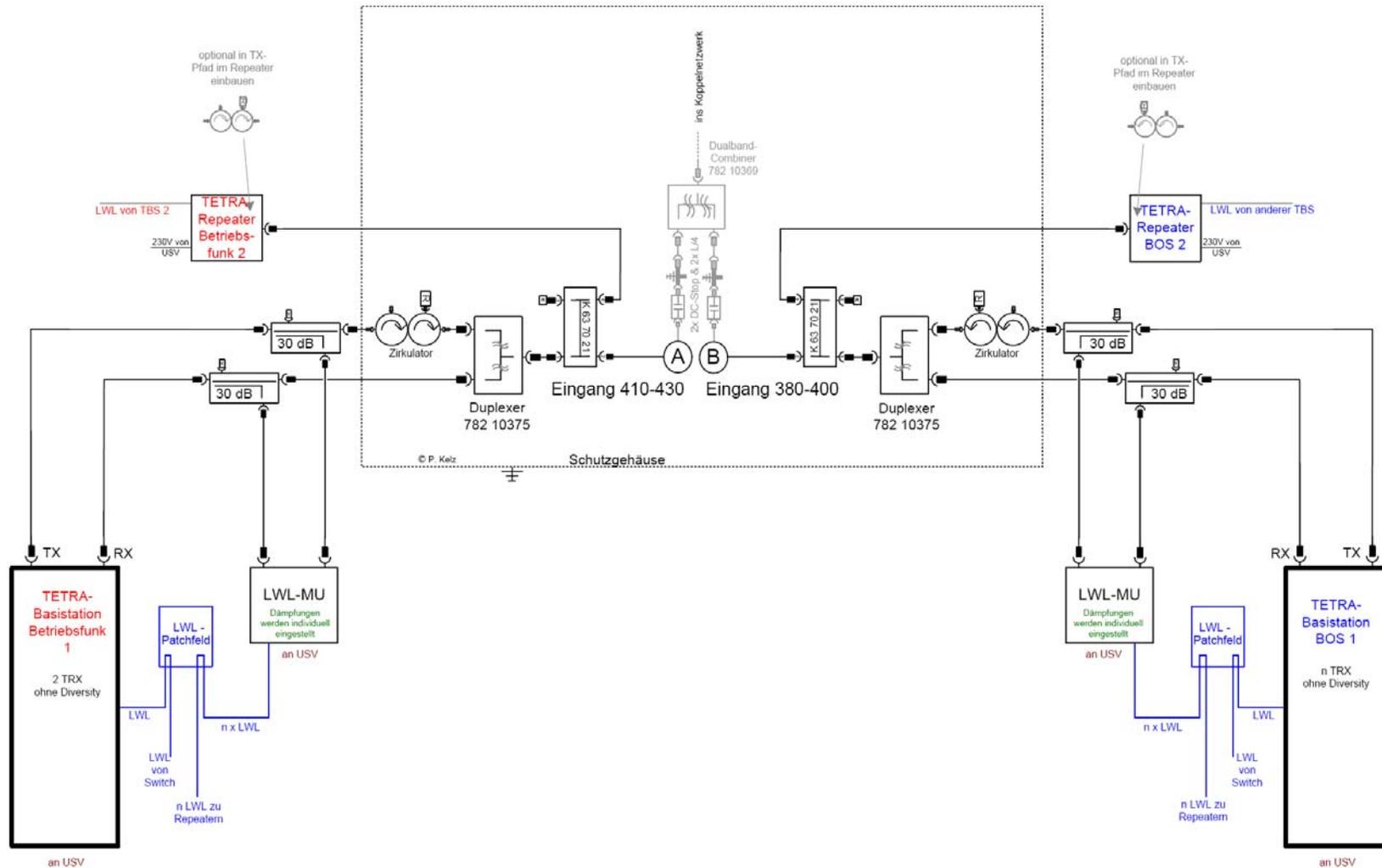
5a. Kopplung von Basisstationen



Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

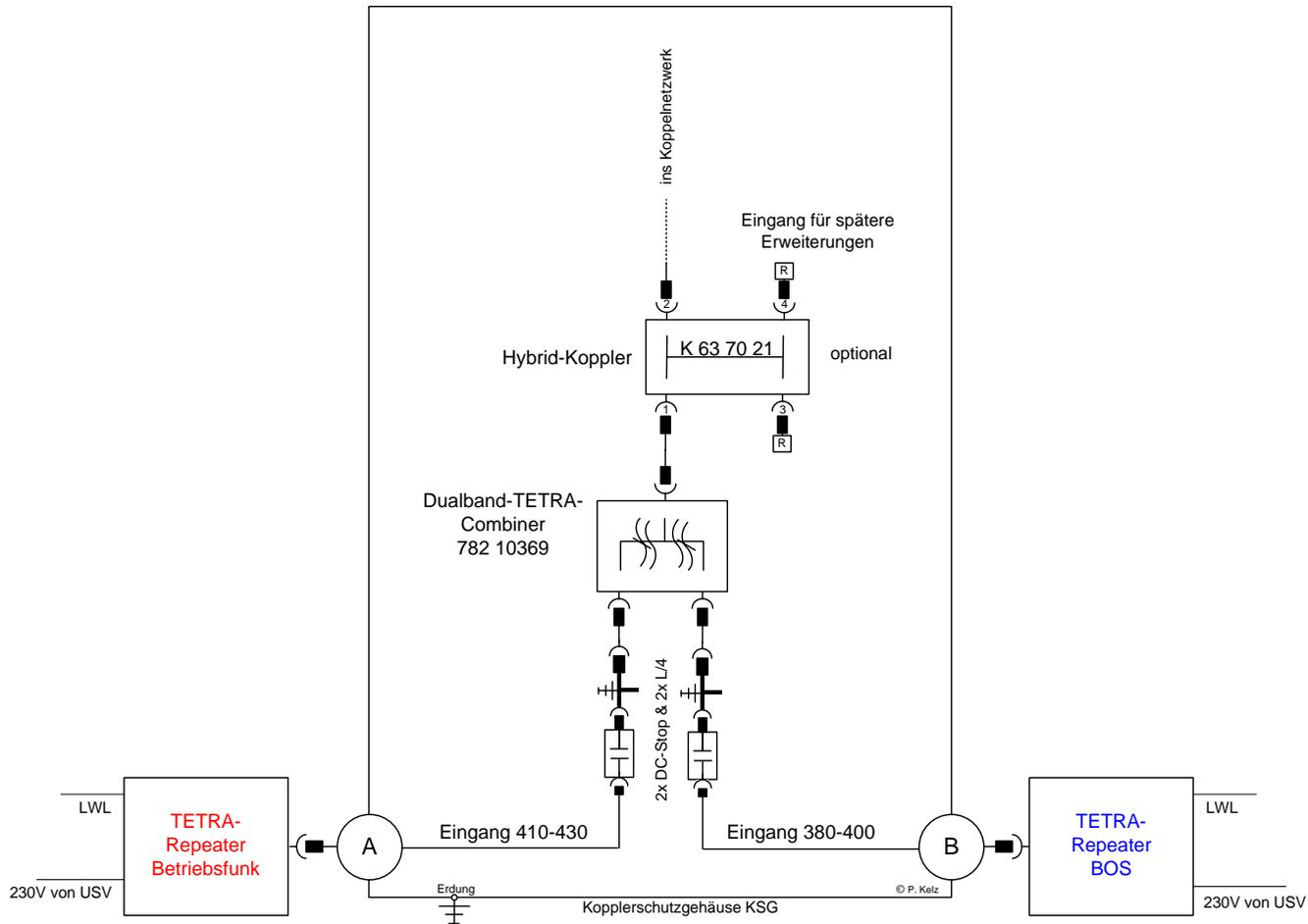
5b. Kopplung von Basisstationen, mit erhöhter Redundanz



Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

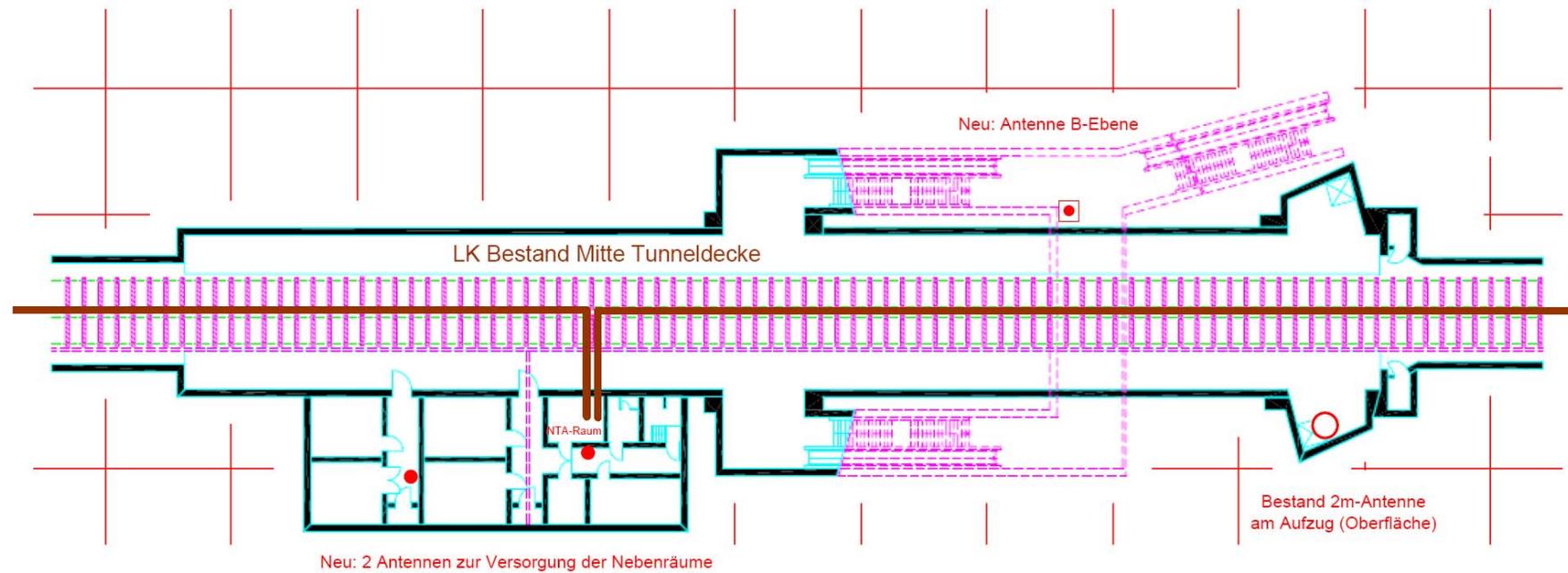
5c. Kopplung von Repeatern



Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

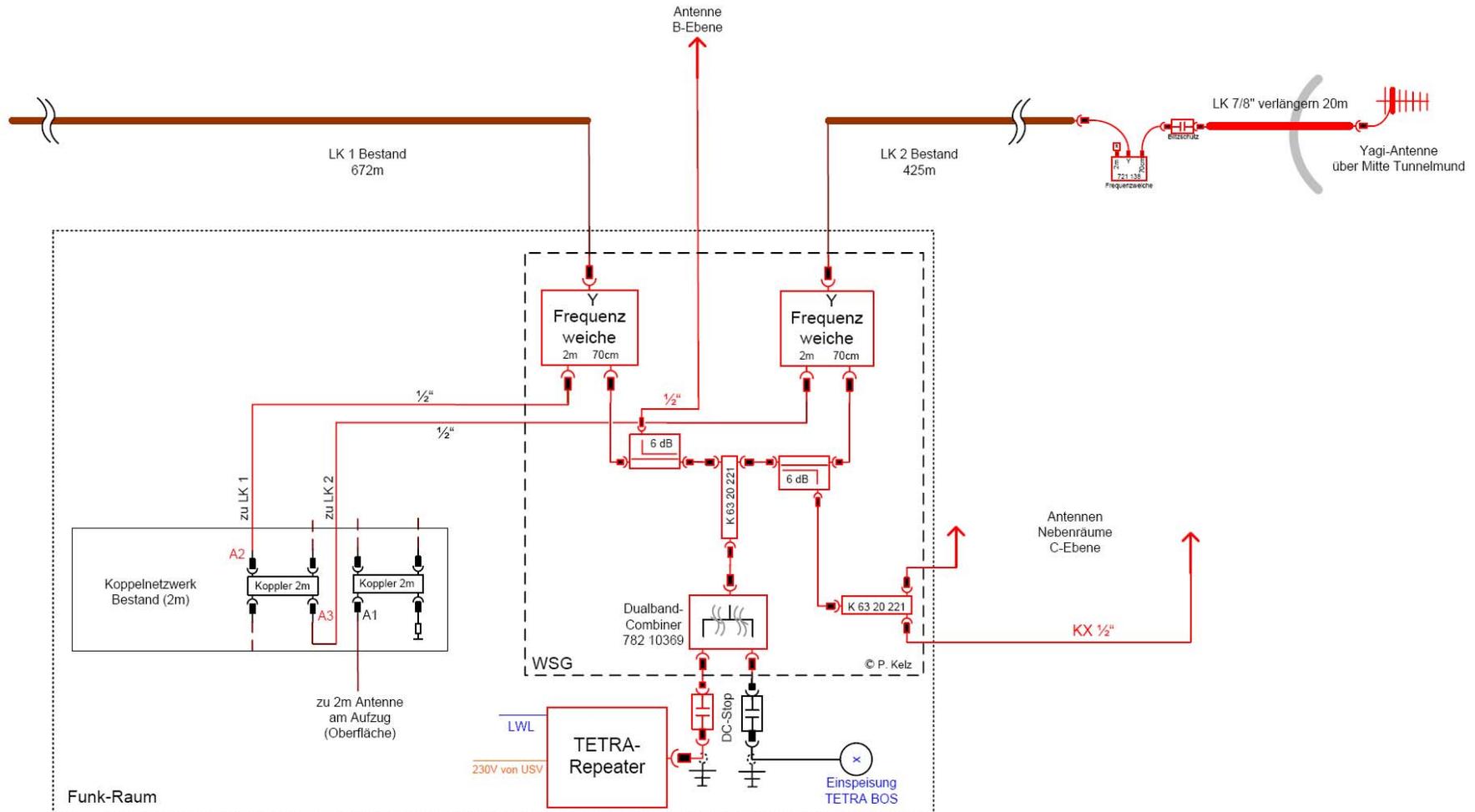
6a. Typische Bahnhofs-Anlage



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



Bestehendes Koppelnetzwerk

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

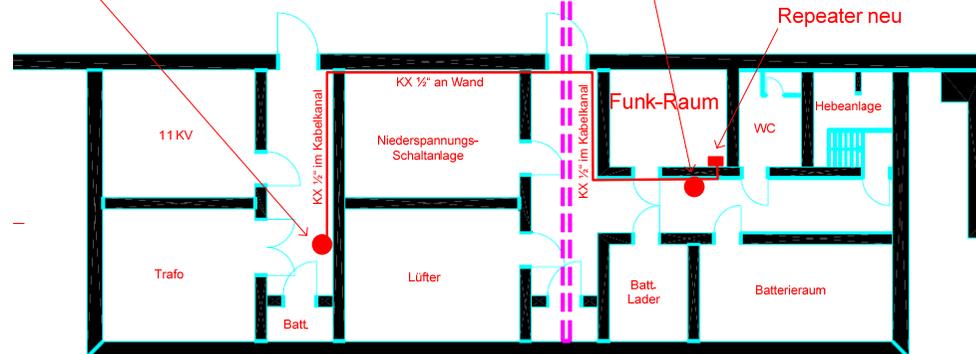
8a. Antennen in Nebenräumen, Plan



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



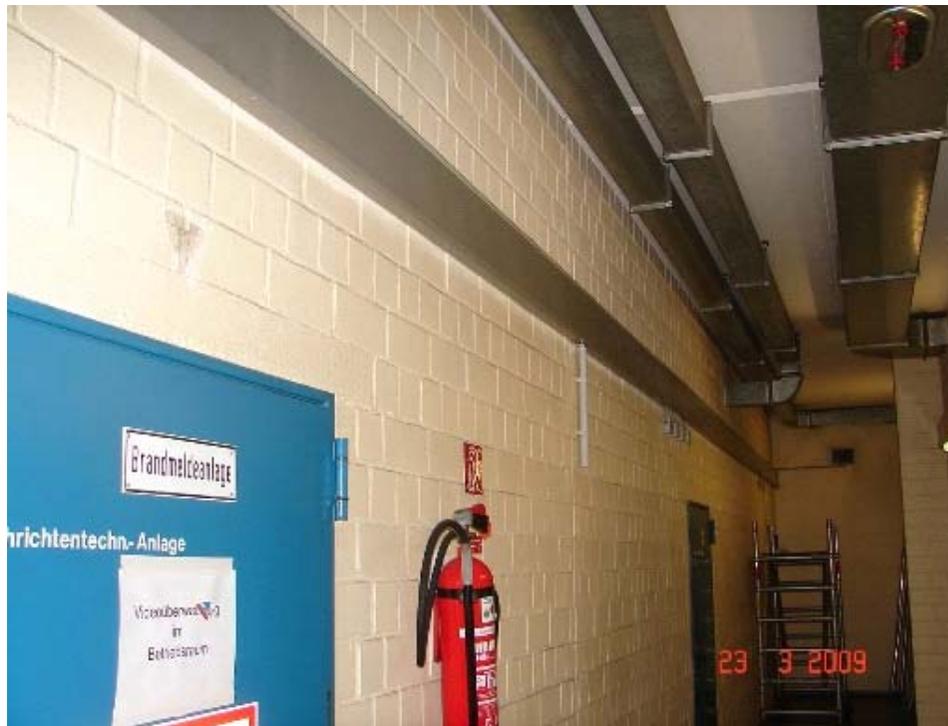
Omni-Antenne 2dBi
senkrecht an Wand bei Fuge,
unter Kabelkanal, in Schutzrohr.



Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

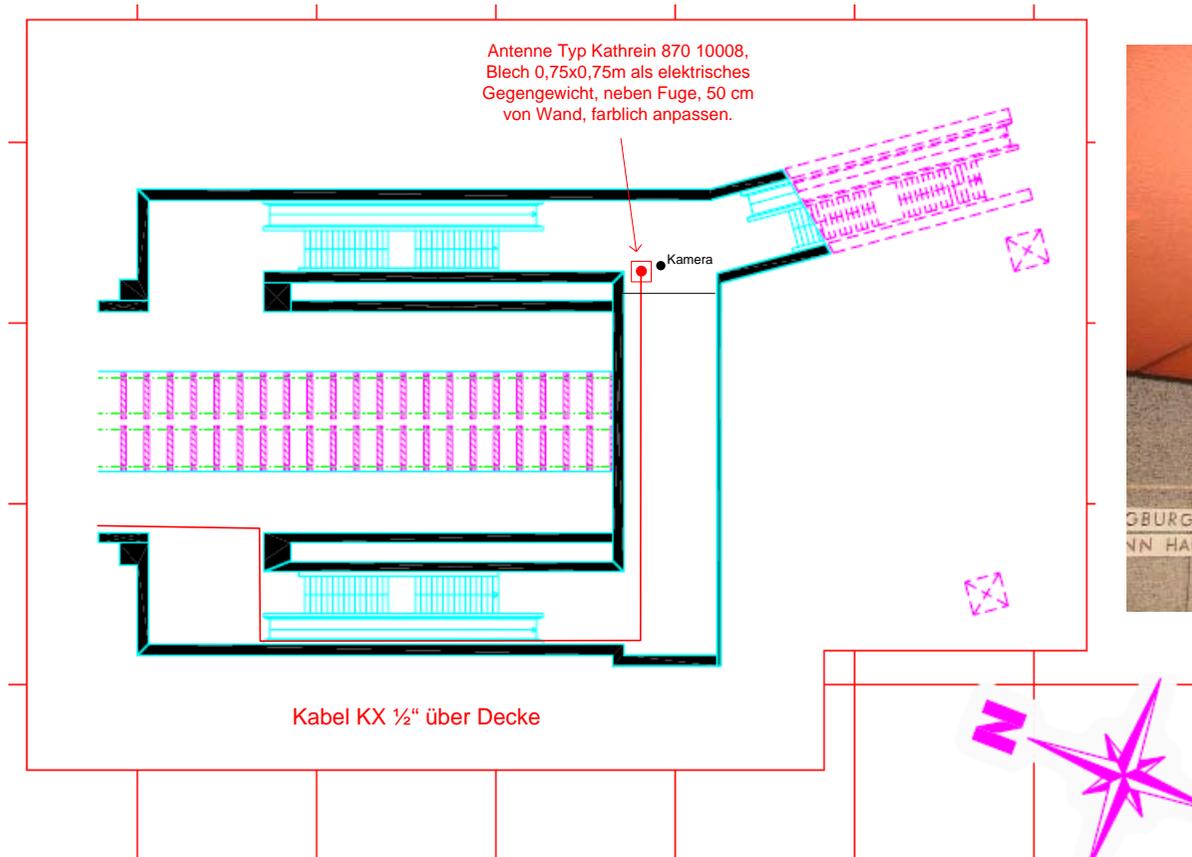
8b. Antennen in Nebenräumen, nach Realisierung



Praxisbeispiel

TETRA-Funknetz für eine U-Bahn Tunnelanlage

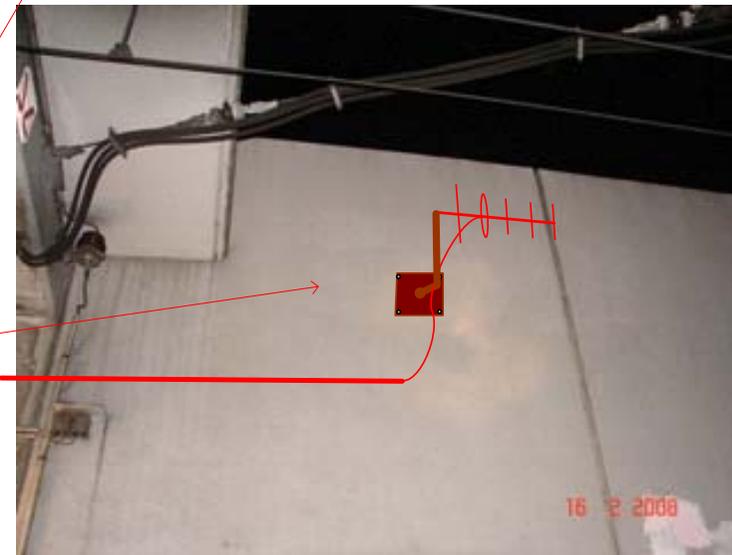
9. Antenne in Verteilebene, Plan & Realisierung



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

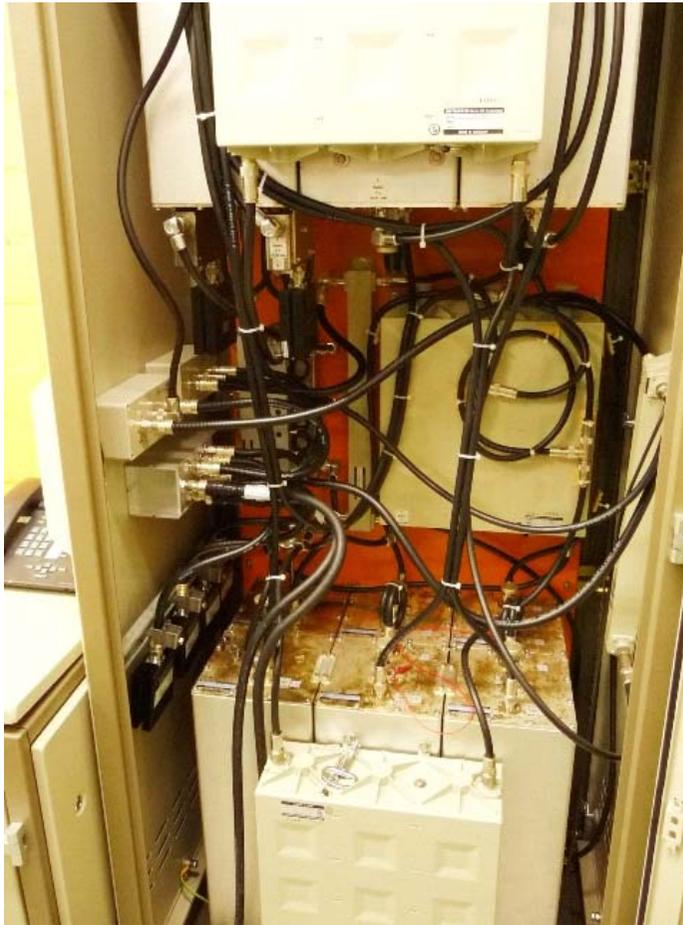
10b. Antenne Tunnelmund, Realisierung



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

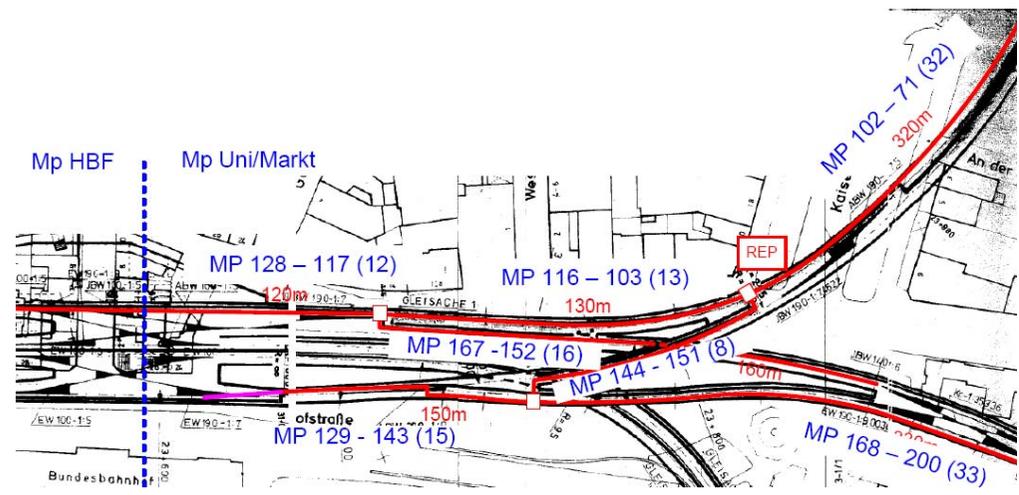
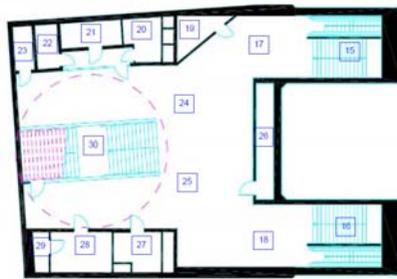
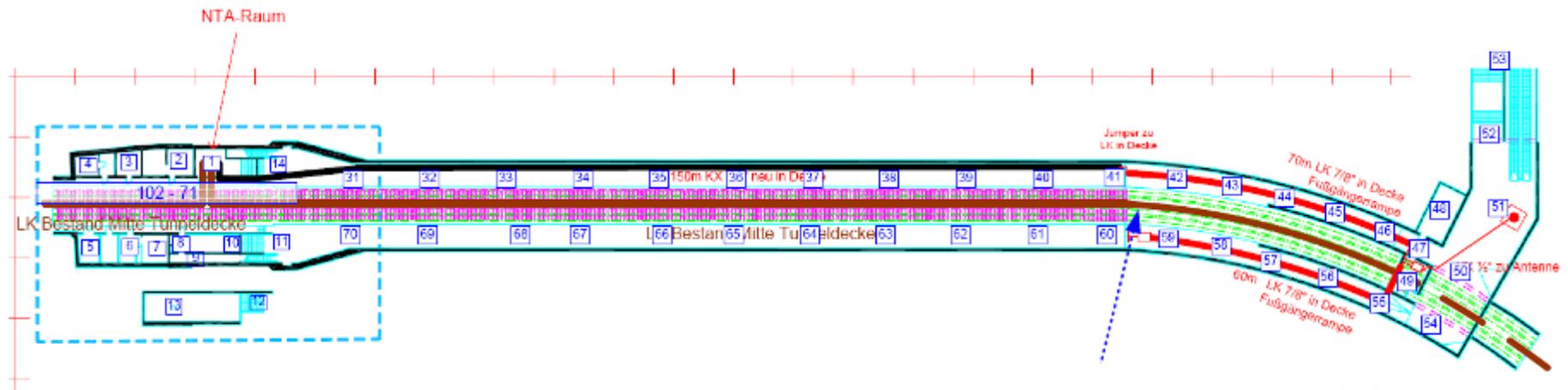


Austausch der Koppler im Gleisbereich gegen breitbandige Komponenten (2m + 70 cm)

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	2297

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	2297

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