

Funknetzplanung

- Theorie und Praxis -



Wir bieten unseren Kunden im Vorfeld der Planung eines Datenfunknetzes an, die Funkstrecken unter Berücksichtigung der topografischen Verhältnisse zu berechnen. Als Grundlage für diese Berechnungen benötigen wir folgende Parameter pro Standort:

- Koordinaten des geplanten Standortes im *WGS 84* Format
[N GG MM SS.xx] [E GG MM SS.xx]
(G=Grad, MM=Minuten, SS.xx = Sekunden mit Dezimale)
- Höhe der Antenne über Grund
- Kabeldämpfung
- Antennengewinn
- Sendeleistung

Nicht immer sind sämtliche Parameter bekannt (wie z.B. die Antennenhöhe), dann werden für die Berechnung realistische Annahmen gemacht, z.B. Antennengewinn $+2\text{ dBi}$, Höhe über Grund 6 m , Kabeldämpfung 1 dB . Ergibt sich aus der Berechnung, dass die Streckendämpfung und die damit verbundene Empfängereingangsleistung eine stabile Datenverbindung nicht möglich macht (z.B. Empfängereingangsleistung = -105 dBm bei einer Grenzempfindlichkeit von -107 dBm), so kann man im Vorfeld bei Berechnungen die Antennenhöhe variieren. Oft kann eine leichte Erhöhung der Antenne um ein paar Meter einen signifikanten Unterschied bei den zu erwartenden Feldstärken bewirken.

Auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen einen Einblick in die Planung und Berechnungen einer Funkstrecke geben. Als Beispiel wird eine Funkstrecke in der Schweiz genommen. Die Koordinaten der einzelnen Standorte sind:

Zentrale	Standort 1	Standort 2
8° 45' 06" Ost 47° 08' 32" Nord	8° 43' 40" Ost 47° 06' 04" Nord	8° 44' 21" Ost 47° 07' 26" Nord



Funknetzplanung

Topografische Übersicht

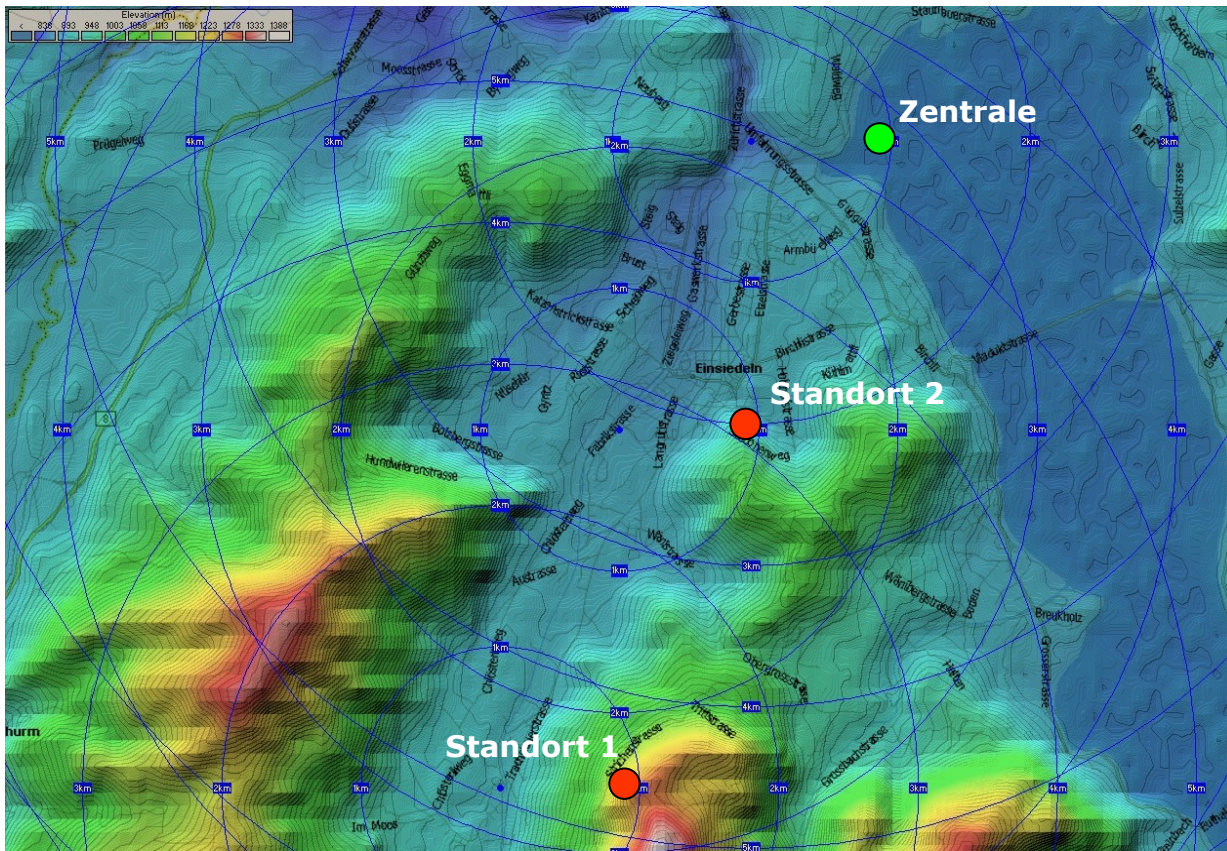
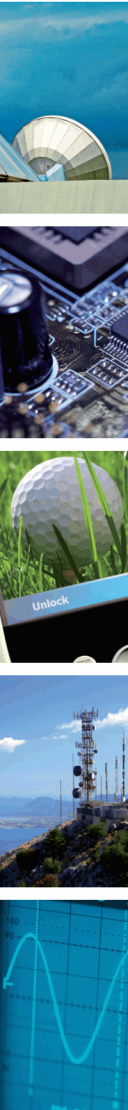


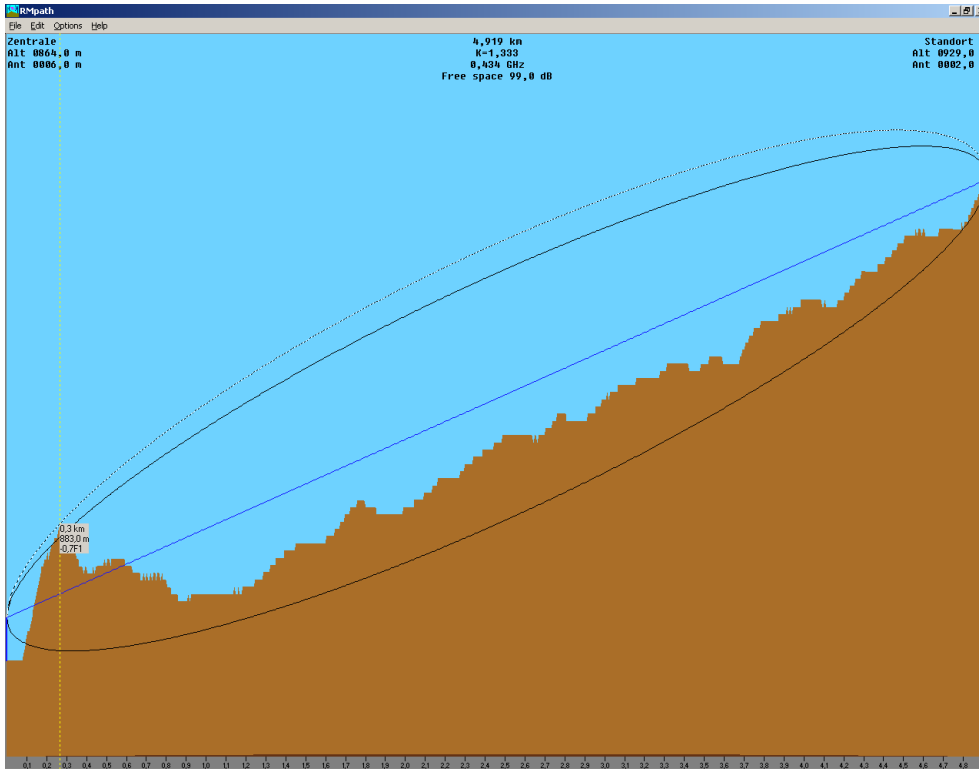
Abbildung 1: Topografische Übersichtskarte

Wir verschaffen uns im ersten Schritt eine Übersicht der geplanten Standorte auf einer topografischen Karte (siehe Abb.1). Um die Standorte sind konzentrische Kreise im Abstand von 500m gezogen.



Funknetzplanung

Geländeschnitte der Stationen



**Zentrale
- Standort 1**

Entfernung:
4,919 km

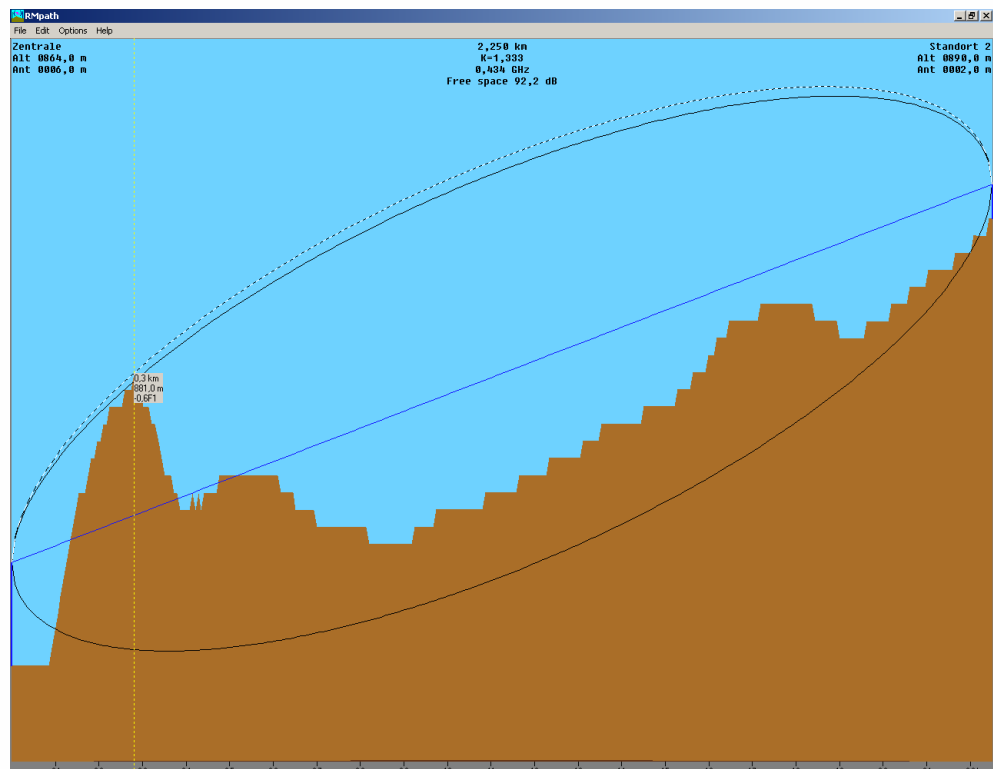
Höhendifferenz:
65 m



**Zentrale
- Standort 2**

Entfernung:
2,250 km

Höhendifferenz:
26 m



Funknetzplanung

Berechnung der Streckendämpfung



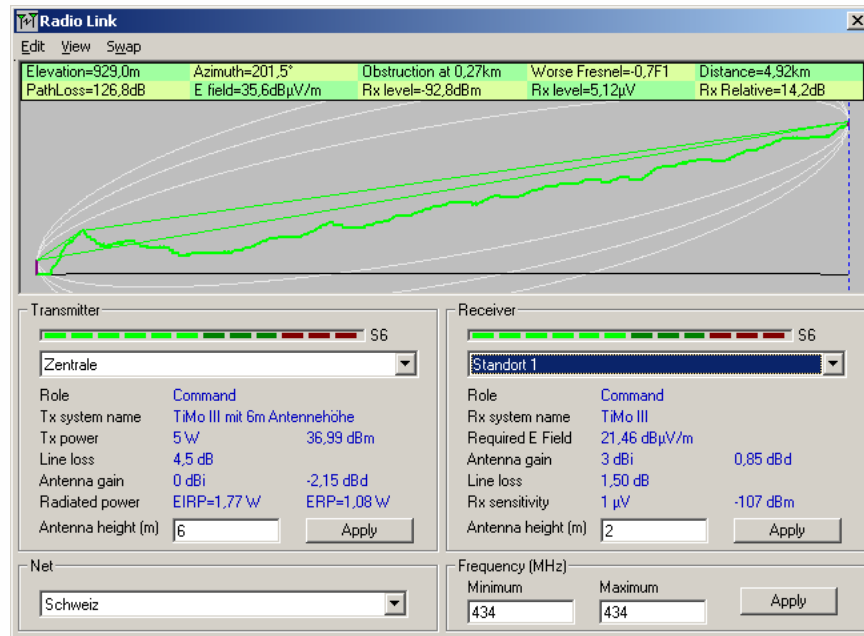
Zentrale - Standort 1

Entfernung:
4,92 km

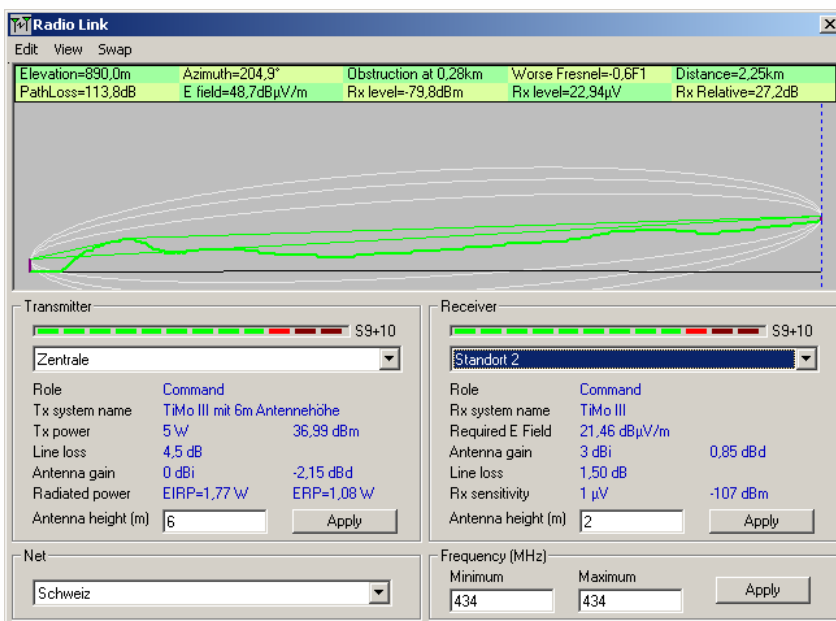
Streckendämpfung:
126,8 dB

Empfangspegel (theo):
-92,8 dBm

Empfangspegel (prak):
-94,0 dBm



Die theoretisch berechnete *Empfängereingangsleistung* beträgt in diesem Beispiel $-92,8 \text{ dBm}$. In der Praxis wurde bei dieser Funkstrecke ein Wert von $-94,0 \text{ dBm}$ gemessen.



Zentrale - Standort 2

Entfernung:
2,25 km

Streckendämpfung:
113,8 dB

Empfangspegel (theo):
-79,8 dBm

Empfangspegel (prak):
-79,0 dBm

Die theoretisch berechnete *Empfängereingangsleistung* beträgt in diesem Beispiel $-79,8 \text{ dBm}$. In der Praxis wurde bei dieser Funkstrecke ein Wert von $-79,0 \text{ dBm}$ gemessen.

Funknetzplanung

Streckendämpfung mit höherer Antenne



Der laut Berechnung geringste Pegel ist mit $-92,8 \text{ dBm}$ zwischen Zentrale und Standort 1. Wir haben für die Zentrale eine Antennenhöhe von 6 m und für die beiden Standorte jeweils 2 m angenommen.

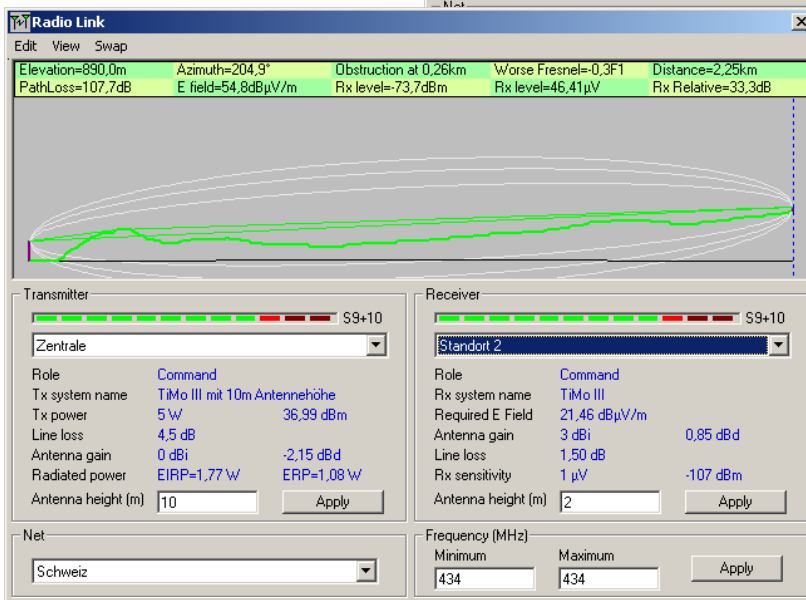
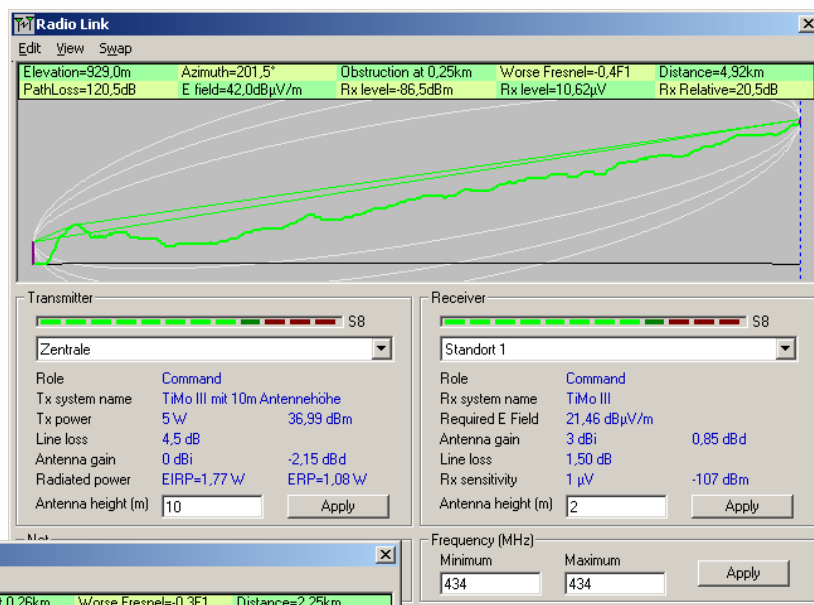
Für eine weitere theoretische Berechnung erhöhen nun wir die Antenne der Zentrale um 4 m auf 10 m über Grund. Diese Messung wurde in der Praxis nicht gemacht, soll aber zur Veranschaulichung trotzdem hier dargestellt werden.

Zentrale - Standort 1

Entfernung:
 $4,92 \text{ km}$

Streckendämpfung:
 $120,5 \text{ dB}$

Empfangspegel (theo):
 $-86,5 \text{ dBm}$



Zentrale - Standort 2

Entfernung:
 $2,25 \text{ km}$

Streckendämpfung:
 $107,7 \text{ dB}$

Empfangspegel (theo):
 $-73,7 \text{ dBm}$

Mit dieser Maßnahme erhöht sich rechnerisch der Empfangspegel um über 6 dB auf $-86,5 \text{ dBm}$ (Standort 1) bzw. $-73,7 \text{ dBm}$ (Standort 2), was eine sehr sichere Verbindung mit ca. 20 dB Signalreserve ausmacht.

Funknetzplanung

Fazit



Leider lässt sich die Realität nur ansatzweise mit mathematischen Modellen beschreiben und die Prognosen sind oft zu optimistisch, was die zu erwartenden realen Verhältnisse angeht. Funktioniert eine Funkstrecke allerdings *theoretisch nicht*, so kann man sich in der Praxis *nur wenig Hoffnung* machen.

Eine Funkverbindung, die über 10 Reflexionen an irgendwelchen Berg- oder Kirchturmspitzen zustande kommt und zudem immer wechselnde Ausbreitungswege aufweist, ist leider für die Praxis nicht tauglich. Man sollte in diesen Fällen über alternative Standorte oder Routing nachdenken.

Funktioniert eine Funkstrecke laut Berechnung, so kann im nächsten Schritt mit einem praktischen Versuch begonnen werden. Benutzer eines *TiMo IV Funkmodems* haben die komplette Mess-Funktionalität bereit im Gerät eingebaut.

Das *TiMo IV Funkmodem* ist in der Lage, Pegel mit einer absoluten Genauigkeit (bezogen auf die Mittenfrequenz des Bandes) von $\pm 1\text{dB}$ genau zu messen und den Wert in dBm vom LCD – Display abzulesen. Somit kann man die Rechenwerte sehr genau überprüfen.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

