

Backup-Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall Region ERH -
V3.3 08.05.2024 -DC1NF-

Vorwort

Neben Bund und Länder sind auch die Kommunen vor Ort für die Bewältigung von Krisen gefordert. Teil dessen ist auch das Thema: Alternativen zur Sprach- und Datenkommunikation bei Ausfall öffentlicher und behördlicher Netze.

Uli, DL1NBU, hat unter diesem Aspekt folgendes initiiert: Die grundsätzliche Funk-Erreichbarkeit von Feuerwehr- und anderen systemrelevanten Standorten mittels **Mitteln des Amateurfunks** sei zu prüfen. Ziel ist es, die im Landkreis ERH verteilten Standorte von **FW und BRK** zumindest teilweise **miteinander zu vernetzen**.

Die funktechnische Betrachtung dazu wurde für den Bereich Höchststadt am 23.04.2024 in einem ersten Ansatz durchgeführt. Zentrum war der **SFR-Repeater DB0EDQ** am Standort Herzogenaurach, die teilnehmenden Stationen befanden sich in Erlangen (DL1NBU), Falkendorf (DC4RB) und Höchststadt (DC1NF).

Das erste Ergebnis ist auf den folgenden Seiten zusammengefasst.

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -













Station	DMR via SFR EDQH	Freenet zu DC1NF	DB0UB 2m FM
Nähe Windkraftanl. ERH5			
BRK HÖS			
FW HÖS			
FW Lonnerstadt			

Tabelle 1

Testumgebung:

A1) Feststation SFR Repeater DB0EDQ:

ca. 10 W ERP, Antennenhöhe 9m, DMR Slot1, 2, 433.6125MHz

A2) DMR Gegenstation KFZ:

ca. 40 W ERP, Anytone D-578UV, Magnetantenne Dachmitte

B1) Freenet „Feststation“ DC1NF Lonnerstadt

Kenwood RX TH-D74

B2) Freenet Gegenstation, nur RX

Handfunkgerät Kenwood TK-D240FN , FM/DMR, 0.5W ERP

C1) FM Relais DB0UB Kälberberg, Hochlage

C2) FM Gegenstation

Handfunkgerät Anytone AT-D878UVII Plus,5W

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Kurzbeschreibung Testablauf:

Erste Teilaufgabe war es die Funkverbindung (Sprache) **ausgehend vom SFR Repeater in Herzogenaurach** an den besuchten Standorten „vor Ort“ zu ermitteln. Dazu wurden die Standorte abgefahren. Das „Testfahrzeug“ war mit einem Anytone D-578UV ausgestattet. Erster Standort war, im Sinne einer Referenz, eine Hochlage nahe der Windkraftanlage ERH5. Hier war die Sprach- und Verbindungsqualität der **DMR-Link-Verbindung** nach Herzogenaurach ausgezeichnet, keinerlei Aussetzer oder Re-Synchronisation. Die wechselseitige Kommunikation zwischen den Standorten Erlangen, Falkendorf und Lonnerstadt über den SFR-Repeater war jederzeit gegeben.

Im Kontrast dazu war an den Standorten von FW und BRK **keine ausreichende Verbindungsqualität** wie sie für eine Notfallkommunikation erforderlich ist, feststellbar.

Die parallel getesteten **Varianten** „Freenet-Handfunkgerät“, in Kontakt zum Standort DC1NF, sowie die Verbindung zum Amateurfunkrelais **DB0UB** waren von allen Standorten erfolgreich.

Fazit:

Eine Versorgung der einzelnen Lokationen „**aus der Ferne Herzogenaurach**“ war nicht erfolgreich.

Die **lokale Verbindung mittels Freenet-Handfunkgerät** ist auf Grund der kurzen lokalen Entfernungen erfolgreich.

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Mit einem **Amateurfunk-Handfunkgeräte** war die Verbindung über **DB0UB** an allen Standorten erfolgreich. Dies ist der topologisch guten Lage der Relaisstation zuzuordnen.

Folgerung aus dem ersten Ergebnis:

Der weiteren Lösungsansätze basieren auf:

- A) Versorgung der Standorte mittels lokalem Sendestandort bzw.**
- B) Versorgung über einen weitreichenden „Hochstandort“**

Beide Ansätze werden im Folgenden untersucht.

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Zu A) Lokaler Sendestandort.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung hat **Jürgen DC5WT** von einem geeigneten Standort im **Bereich Hemhofen** berichtet. Dies und weitere Angaben aus seinem Umfeld wurden in die Betrachtungen mit einbezogen, der „neue“ Standort wurde unter dem Arbeitstitel **NodeHEM** (Knoten Hemhofen) eingeführt.

Im Folgenden die verdichteten Ergebnisse einer **Coverage-Simulation** (Details in Anhang).

Station	2m zu NodeHEM	2m zu DB0UB	HAMNET zu Node HEM
DC5WT	1km 42dB	20km 18dB	mit 10m Ant.
FW Hemhofen	2km 40dB	19km 10dB	mit 10m Ant.
FW Röttenbach	1km 45dB	22km 13dB	mit 10m Ant.
FW Höchstadt	9km 17dB	24km 9dB	NO
FW Lonnerstadt	12km 11dB	27km 10dB	NO
BRK Höchstadt	9km 18dB	23km 15dB	NO

Tabelle 2

Schwarze Zahlen zeigen die **Entfernung** des jeweiligen Standortes zu Relais oder Node, grüne Zahlen sind die **Pegel über dem RX-Mindestwertwert, über 0dB = geeignet.**

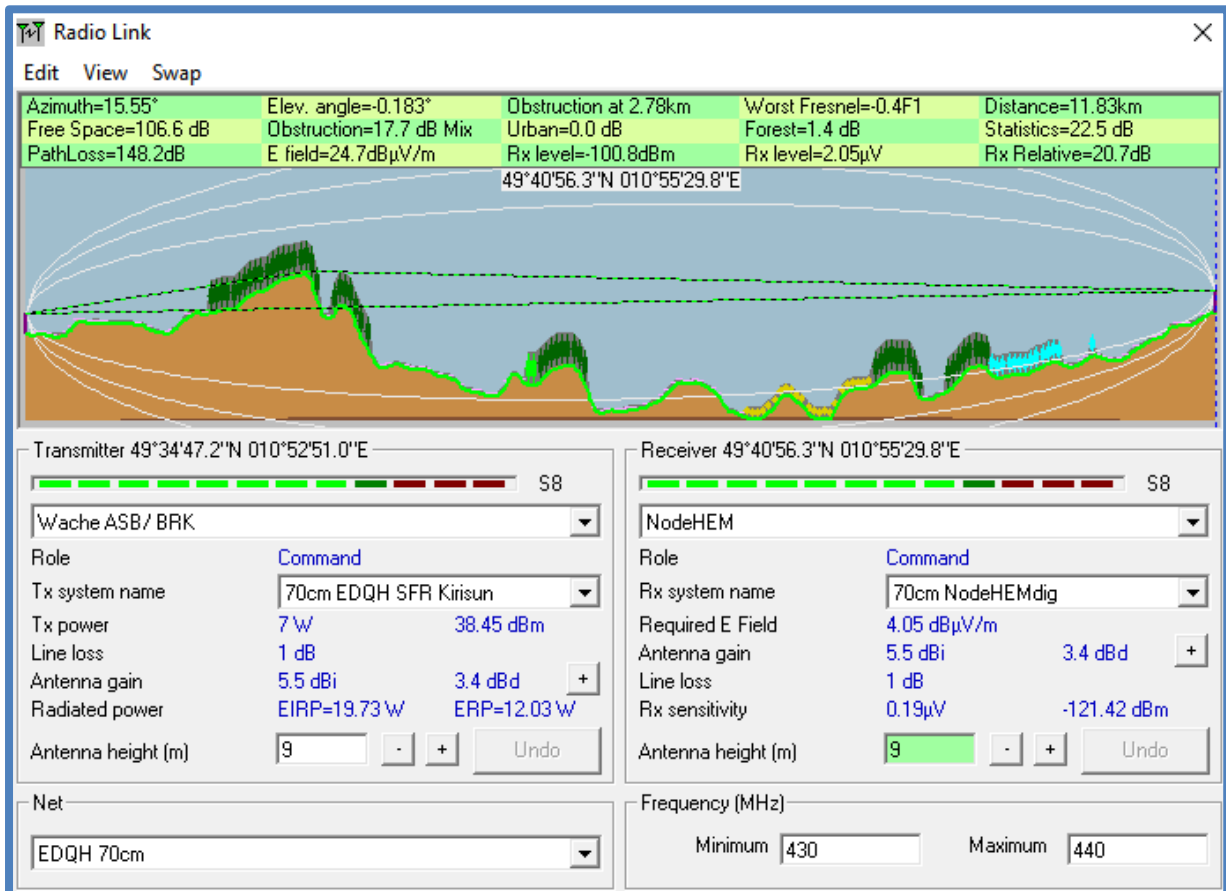
Eine weitere Betrachtung gilt der „Zubringerstrecke“ nach DB0EDQ in Herzogenaurach, siehe nächste Seite:

Redaktioneller Hinweis: Zur besseren Betrachtung der Grafiken empfiehlt sich die Darstellung der Seiten im Reader zu vergrößern.

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Es folgt die Simulation der Linkstrecke **DB0EDQ zu NodeHEM**:



Distance between Wache ASB/ BRK and NodeHEM is 11.8 km (7.3 miles)
True North Azimuth = 15.55°, Magnetic North Azimuth = 12.03°, Elevation angle = -0.1828°
Terrain elevation variation is 82.8 m
Propagation mode is diffraction, single obstruction, 0.4F1 at 2.8km
Average frequency is 435.000 MHz
Free Space = 106.6 dB, Obstruction = 17.7 dB Mix, Urban = 0.0 dB, Forest = 1.4 dB, Statistics = 22.5 dB
Total propagation loss is 148.2 dB
System gain from Wache ASB/ BRK to NodeHEM is 168.9 dB
System gain from NodeHEM to Wache ASB/ BRK is 170.4 dB
Worst reception is 20.7 dB over the required signal to meet
90.000% of time, 90.000% of situations

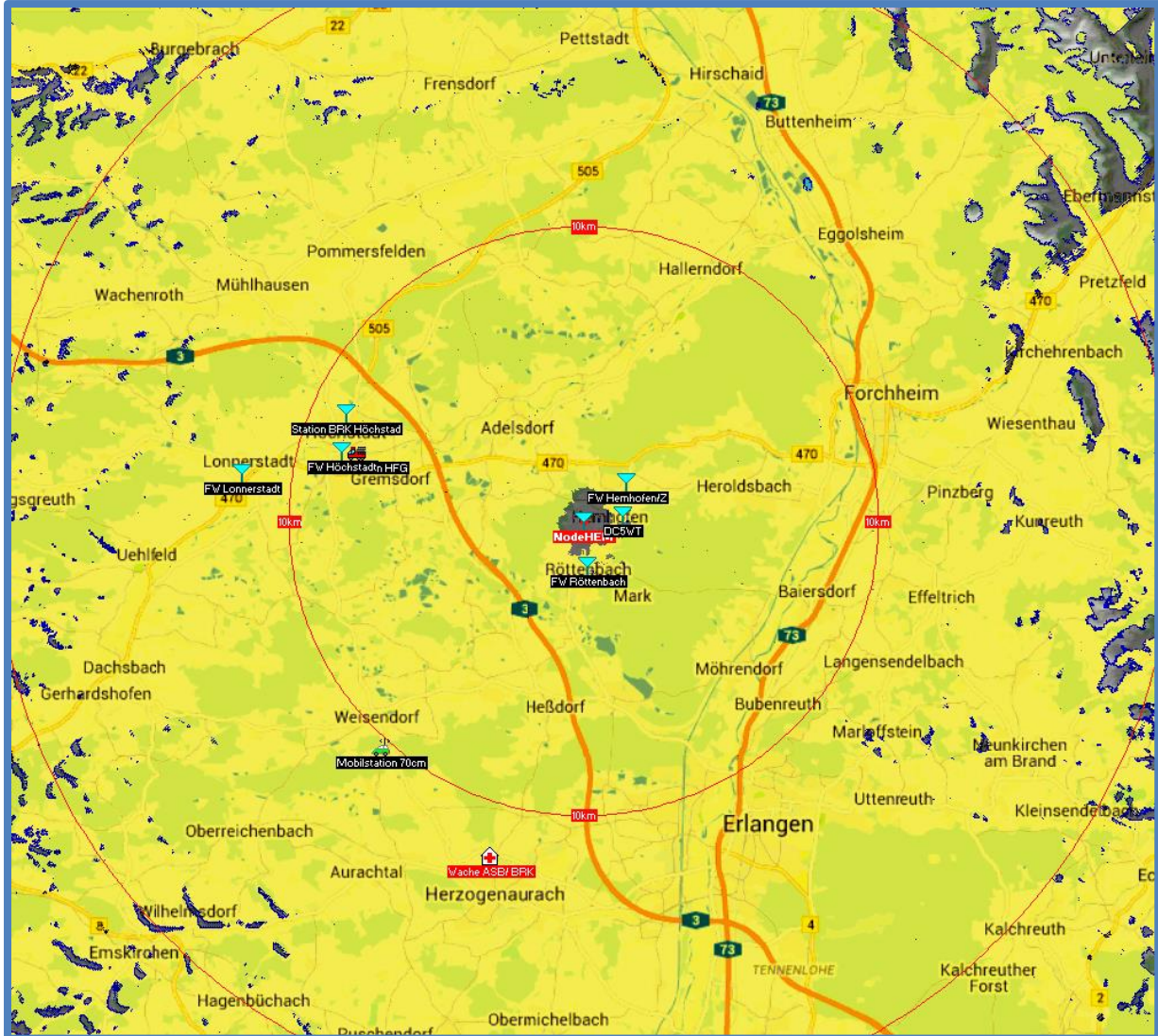
Linkstrecke DB0EDQ-NodeHEM: Mit den angenommenen Fakten ergibt sich ein Pegel von **20dB** über der notwendigen Empfangsschwelle. Bemerkung: Die im direkten Sichtbereich liegenden Hindernisse sind vom Sendestandort so weit entfernt dass sich eine ungestörte Fresnel Zone aufbauen kann.

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Simulation:

Versorgungsgebiet für Hfg 2m um den Standort NodeHEM



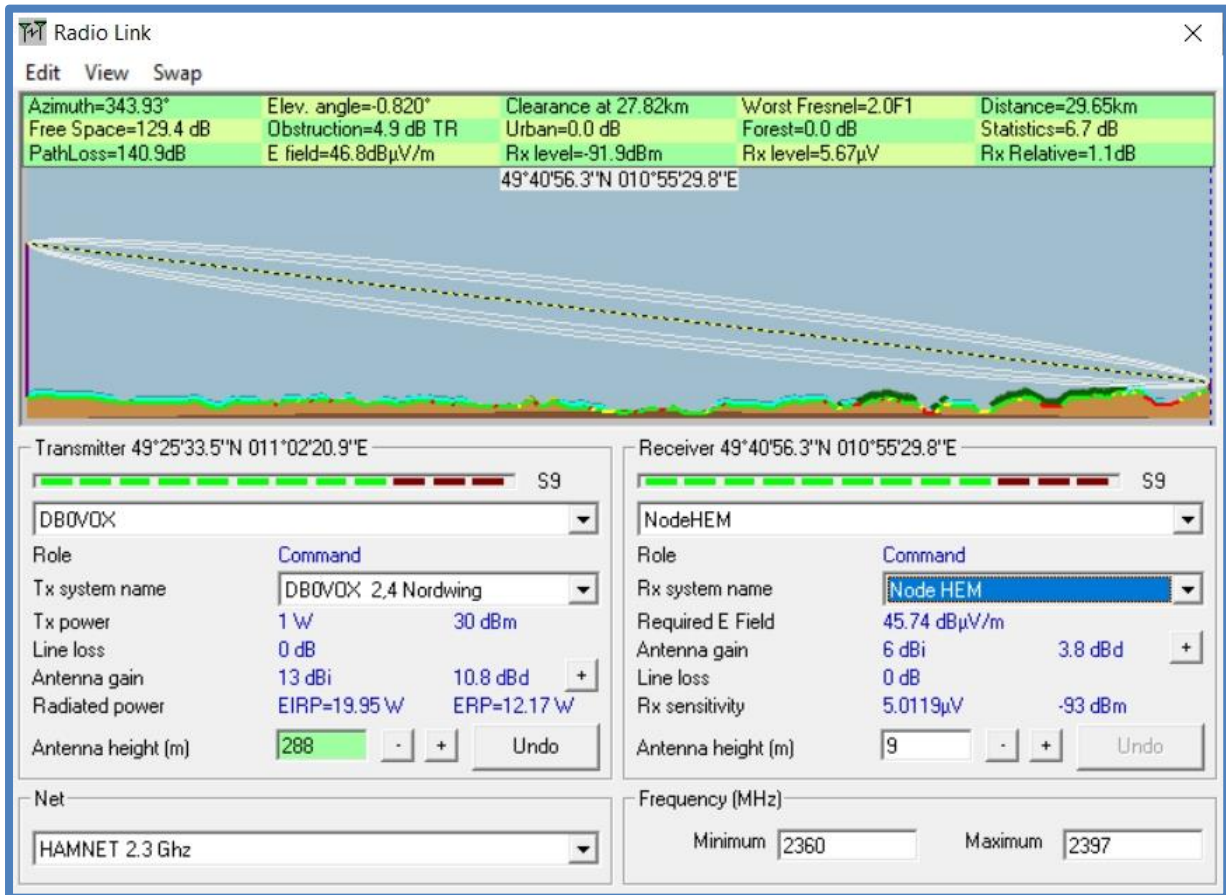
Versorgungsgebiet NodeHAM: Die gelb eingefärbten Gebiete entsprechen jener Fläche, unter welcher ein 2m Handfunkgerät mit 5W Sendeleistung eine Verbindung (zu NodeHEM) aufbauen kann.

Die mittels Simulation gerechneten Empfangspegel an den jeweiligen Standorten können aus Tabelle 2 entnommen werden.

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Betrachtung HAMNET Link DB0VOX-NodeHEM:



Distance between DB0VOX and NodeHEM is 29.7 km (18.4 miles)
True North Azimuth = 343.93°, Magnetic North Azimuth = 340.37°, Elevation angle = -0.8196°
Terrain elevation variation is 65.7 m
Propagation mode is line-of-sight, minimum clearance 2.0F1 at 27.8km
Average frequency is 2378.500 MHz
Free Space = 129.4 dB, Obstruction = 4.9 dB TR, Urban = 0.0 dB, Forest = 0.0 dB, Statistics = 6.7 dB
Total propagation loss is 140.9 dB
System gain from DB0VOX to NodeHEM is 142.0 dB
System gain from NodeHEM to DB0VOX is 142.0 dB
Worst reception is 1.1 dB over the required signal to meet
70.000% of time, 70.000% of situations

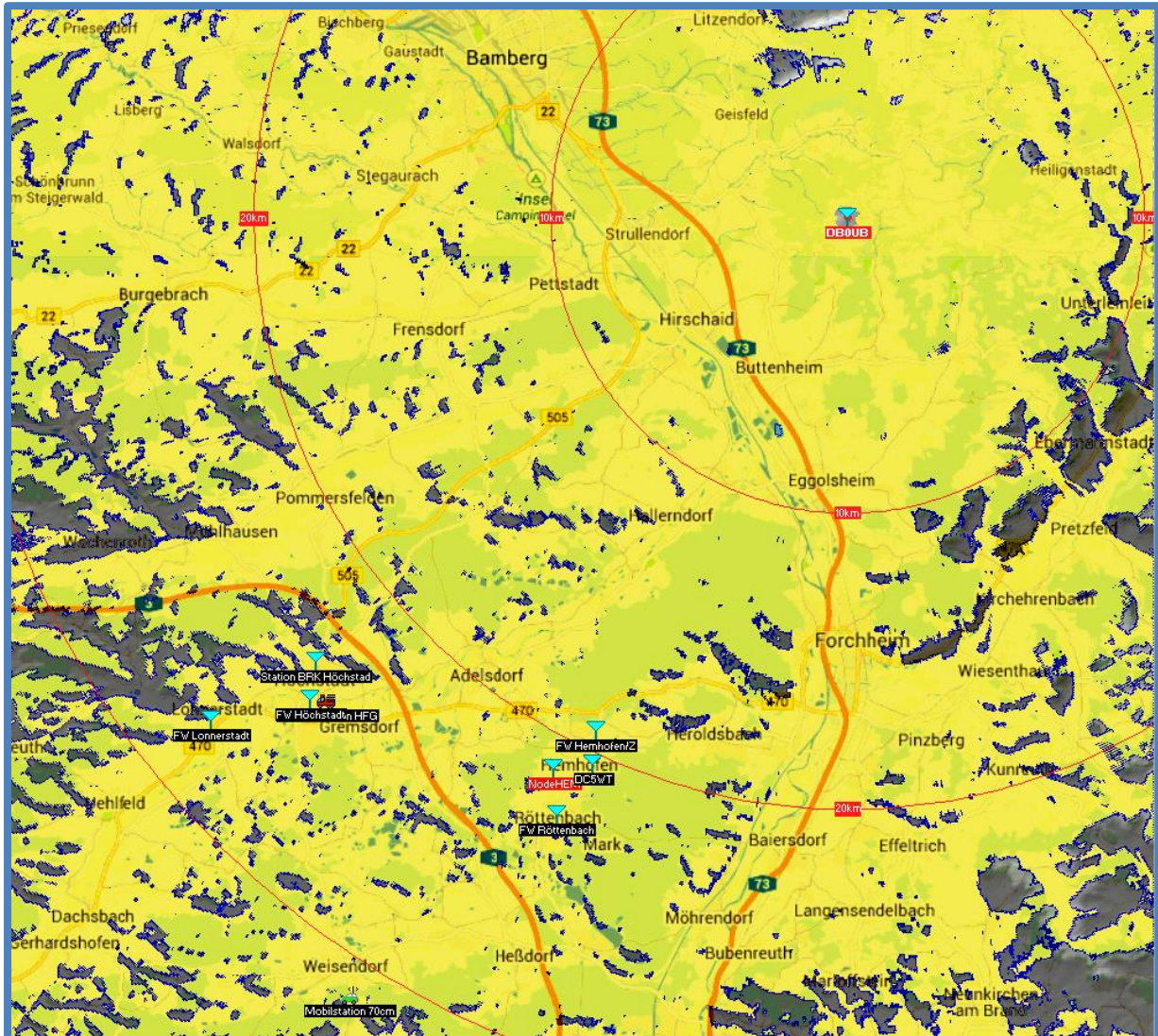
Der Link zu **DB0VOX** ist realisierbar, die Simulation wurde wegen **fehlender Parameter** mit typischen Werten und für 2.4GHz gerechnet. Lokale Verlinkung zu den FW Standorten in Hemhofen und Röttenbach ist möglich, **Höchststadt** liegt nicht im **Line Of Sight - Bereich** von NodeHEM.

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Zu B) Ferner Sendestandort an einer „prominenten“ Lokati- on

Simulation: Versorgungsgebiet **DB0UB** (mit Notstrom versorgt)



Versorgungsgebiet DB0UB: Die gelb eingefärbten Gebiete entsprechen jener Fläche, unter welcher ein 2m Handfunkgerät mit 5W Sendeleistung eine Verbindung (zu DB0UB) aufbauen kann.

Die mittels Simulation gerechneten Empfangspegel an den jeweiligen Standorten können aus Tabelle 2 entnommen werden.

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Zusammenfassung und Fazit:

1) Die zu versorgenden Standorte im Bereich des Landkreises können zentral von DB0EQH **nicht** versorgt werden.

2) Für einen lokalen „Knoten“ im Sinne Repeater/ Relais zeigt sich die von Jürgen DC5WT eingebrachte Lokation als **gut geeignet**.

3) Als Verlinkung zu DB0EDQ ergeben sich verschiedene Alternativen: Crossband dig-dig bzw. analog-dig, über HAMNET DB0VOX (sofern mit Notstrom versorgt) mittels IP- svxlink.

3) Alternativ ist die Nutzung eines zentralen „Großstandortes“, hier **DB0UB**, ebenfalls gut geeignet.

Nach Betrachtung dieser Möglichkeiten zeigt sich dass die technischen Realisierungen **vielfältig und realisierbar sind**. Eingebettet in die Entscheidung seien die Kosten für die Bereitstellung eines lokalen Knotens (Hardware, Miete, Stromkosten, Netzersatzanlage, Versicherung, Blitzschutz) versus der Nutzung eines Großraumrelais wie DB0UB.¹

Übergeordnet sei die Betrachtung der Schnittstelle zu den unterstützten Gruppen: Müssen lizenzierte Amateurfunker 3 x 8 h „vor Ort“ bereit stehen oder gibt es eine Gestaltung mittels **lizenzfreier Endgeräte** (Freenet/ PMR), dies in Händen der Bedarfsträger und anschließender **Verlinkung mittels AFU**.

Das Ergebnis dieser Betrachtung wäre die belastbare Basis für die weitere und detailliertere technische und organisatorisch/ taktische Planung.

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Im Weiteren die technischen Daten und Annahmen welche der Simulation zugrunde liegen.

Simulationstool: Radio Mobile V 11.6.8

A) Allgemeine Annahmen, Network Properties“

- a. Frequenzbereich 144 – 146 MHz bzw. 430 – 440 MHz
- b. Polarisation Vertikal
- c. Mobile, Variability **90%** Time & Situation, dies entspr. **22 dB** Sicherheitsaufschlag als „Reserve“
- d. Klima „Continental“
- e. **Bodennutzungsdaten** eingerechnet: **Ja**
- f. Zur Bewertung wurde immer der **Uplink**, also Teilnehmer nach Zentral, gerechnet.
- g. **Trageweise HRT** Handfunk: In Sprecherhaltung, Antenne ca. 1.8m über Grund, kein Körperkontakt.

B) Annahmen NodeHAM 2m:

- a. Senderausgangsleistung 7 W = 38.5 dBm
- b. Empfängerschwelle 0.22 mikroV = -120.2 dBm (MOTOROLA GM360 VHF)
- c. Antennengewinn 0.85 dBd = 3.0 dBi
- d. Antennencharakteristik Omni
- e. Antennenhöhe siehe „Objekte“
- f. 1 dB (ohne Weiche)

C) Annahme Handfunkgerät, Referenz Kenwood TH-D74

- a. Senderausgangsleistung 5 W = 40 dBm
- b. Empfängerschwelle 0.18 mikroV = -121.9 dBm
- c. Antennengewinn **- 4 dBd**, ergibt eine ERP von 1.99W!
- d. Antennencharakteristik Omni
- e. Antennenhöhe 1.8 m über Grund

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Kartendarstellung:

- a) 39 x 35 km
- b) Coverage, Uplink (Handfunk TX zu Relais RX)
- c) Gelbe Einfärbung = Versorgt, mindestens jedoch -120 dBm

D) Annahmen DB0UB:

- a. Senderausgangsleistung 10 W = 40.0 dBm
- b. Empfängerschwelle 0.22 mikroV = -120.2 dBm (MOTOROLA GM360)
- c. Antennengewinn 0.85 dBd = 3.0 dBi
- d. Antennencharakteristik Omni
- e. Antennenhöhe siehe „Objekte“
- f. Kabel-, Stecker, und Weichenverluste 3 dB (2m Weiche!)

E) Annahme Handfunkgerät, Referenz Kenwood TH-D74

- a Senderausgangsleistung 5 W = 40 dBm
- b Empfängerschwelle 0.18 mikroV = -121.9 dBm
- c Antennengewinn **- 4 dBd**
- d Antennencharakteristik Omni
- e Antennenhöhe 1.8 m über Grund

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

Objektdaten:

A1) Relaisfunkstelle DB0UB

- a) Lat 49.85009 gem. HAMNET.DB
- b) Lon 11.06332
- c) Elevation: **551m** gem. Radio Mobile
- d) Antennenhöhe 10 m über Grund

A2) Standort SFR EDQH

- a) Lat 49.57977
- b) Lon 10.88384
- c) Elevation: 325m gem. Radio Mobile
- d) Antennenhöhe 9 m über Grund

B) Crossband NodeHEM

- a) Lat 49.68231
- b) Lon 10.92495
- c) Elevation: 336m
- d) Antennenhöhe 9 m über Grund

C) Standort DC5WT

- a) Lat 49.68231
- b) Lon 10.9249
- c) Elevation: 318m
- d) Antennenhöhe 9 m über Grund

Backup Funknetz

- Autarke Kommunikation im Krisenfall -

- D) **Portabler Teilnehmer FW Hemhofen/ Zeckern**
a) Lat 49.69388
b) Lon 10.94501
c) Elevation: 318m
d) Antennenhöhe 1.8 m über Grund
- E) **Portabler Teilnehmer FW Röttenbach**
a) Lat 49.66855
b) Lon 10.9267
c) Elevation: 300m
d) Antennenhöhe 1.8m über Grund
- F) **Portabler Teilnehmer FW Höchstadt**
a) Lat 49.70343
b) Lon 10.81078
c) Elevation: 271m
d) Antennenhöhe 1.8m über Grund
- G) **Portabler Teilnehmer FW Lonnerstadt**
a) Lat 49.69702
b) Lon 10.76409
c) Elevation: 272 m
d) Antennenhöhe 1.8m über Grund
- H) **Portabler Teilnehmer BRK Höchstadt**
a) Lat 49.71514
b) Lon 10.81328
c) Elevation:294 m
d) Antennenhöhe 1.8m über Grund