

NPR70 auf EDQH

1. Installation

Ende November 2023 wurde am Standort EDQH eine Testinstallation für NPR70 (Master mit HAMNET-Anbindung) installiert. Diese besteht aus einem NPR70 Standardmodem und einer Endstufe VR-P25D (Abbildung 1).



Abbildung 1: Testinstallation für NPR70 Master auf EDQH

Das Modem besitzt eine Anbindung an das HAMNET und wird als NPR70 Master in Halbduplex auf der Frequenz 434.100 MHz betrieben. Diese Halbduplexfrequenz ist in Deutschland Neuland. Sie wurde bei der BNetzA beantragt (Antwort steht noch aus). Informationen zur Parametrierung unter Abschnitt 4.

Die NPR-Installation wird über eine Weiche und ein Bandpassfilter zusammen mit der Installation für WINLINK an der gleichen Antenne betrieben (Abbildung 2).



Abbildung 2: Weiche und Bandpassfilter für NPR70 und WINLINK

Da NPR70 und WINLINK in etwa mit der gleichen Sendeleistung betrieben werden, eignet sich dies sehr gut für vergleichende Tests und grundsätzliche Vorüberlegungen zu einem eignen NPR70-Zugang. Siehe hierzu Ausführungen unter Abschnitt 3.

Die Testinstallation ist 24/7 in Betrieb. Es erfolgt keinerlei Aussendung im Standby. Zur Aktivierung muss eine Anforderung für einen Verbindungsaufbau von einem NPR70 Client Modem auf EDQH vom Master empfangen werden. Die bisherigen Tests zeigen, dass keinerlei Einschränkungen für den gleichzeitigen Betrieb zusammen mit WINLINK bestehen.

2. Grundlegende Überlegungen

Auslöser für die Tests war ein Gespräch mit Jann (DG8NGN) anlässlich der DV Franken im Oktober 2023. Jann erläuterte die erstmalige, potenzielle Möglichkeit die Frequenz 434.100 MHz für NPR70 Halbduplex von der BNetzA zu bekommen und sagte auch gleich dankenswerterweise eine Leihgabe von NPR70 Komponenten zum Test zu.

Die klassische NPR70 Vollduplex-Installation mit 2 Frequenzen ist auf EDQH nicht möglich, da diese bei DBOVOX verwendet werden. Eine gegenseitige Beeinträchtigung wäre bei den jeweiligen Funklagen nicht zu vermeiden. Siehe hierzu die ausführlichen Erläuterungen von Dieter (DC1NF) – Abschnitt 8 [1].

Der Halbduplex Betrieb ist natürlich mit einer reduzierten Nettodatenrate verbunden. Der Vollduplexbetrieb ist mit einer Nettodatenrate von 120 kbit/s spezifiziert. Mit Halbduplex sind ca. 80 - 100 kbit/s erreichbar. Ein Beispiel für den Halbduplexbetrieb zeigt die Abbildung 3. Hier wurde der Datendurchsatz während des Aufbaues der Homepage von DBOBT mitgeschnitten. Es dauert ca. ½ Minute bis die ca. 250 kByte große Homepage aufgebaut ist. Der RX/TX-Wechsel der Modems erfolgt sehr schnell, so dass hier in diesem Maßstab ein quasi gleichzeitiger Datenstrom für up- und down stream erscheint.

Grundsätzlich wird bei NPR70 mit den in Deutschland zugelassenen Betriebsarten für einen Funkkanal eine Bandbreite von maximal 200 kHz benötigt. Die Untersuchungen hier wurden alle in der Betriebsart 21 (4GFK / 200kbit/s) mit 200 kHz Bandbreite durchgeführt.

Ethernet

ASIX AX88179 USB 3.0 to Gigabit Ethernet Adapter

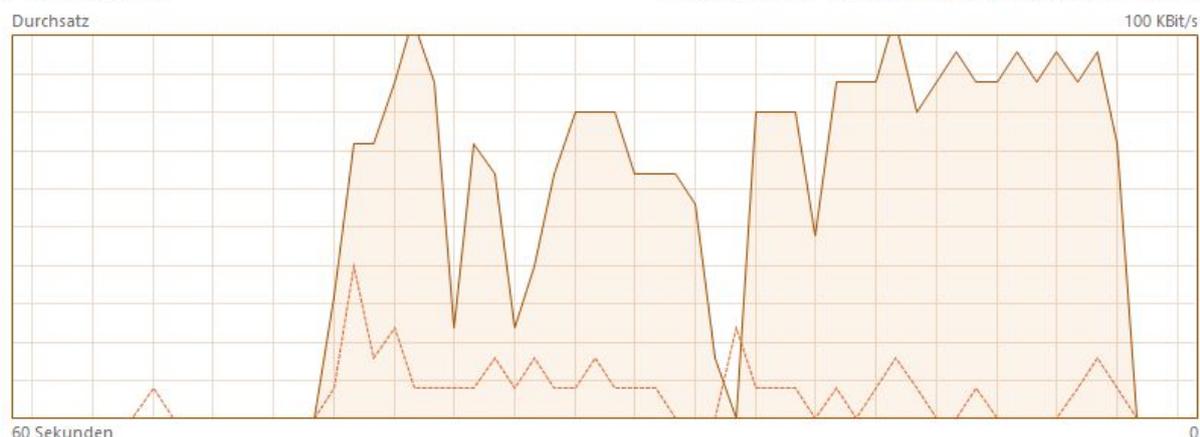


Abbildung 3: Ethernet-Aktivität beim Aufbau der Homepage von DBOBT

3. Anforderungen an RX, TX und Übertragungsstrecke

Der Hauptgedanke hinter NPR70 ist eine breitbandige Datenverbindung auf 70cm zu realisieren, für die keine Sichtverbindung benötigt wird.

Es sei gleich vorweggenommen, dass die erzielbare Datenrate in der Größenordnung 100 kbit/s im Vergleich zu Zugängen mit einer Sichtverbindung auf 2,4 GHz bzw. 5 GHz bescheiden ausfällt. Der Aufwand hierfür ist dennoch nicht unerheblich.

Grund hierfür ist, der für eine störungsfreie Dekodierung erforderliche hohe Empfangspegel, von **-87,7 dBm** (S9+6dB !!!) gepaart mit einer Bandbreite $B_{NPR} = 200 \text{ kHz}^1$. Ein Vergleich der Bandbreite von NPR70 mit der von NFM liefert ein Verhältnis von $B_{NPR} / B_{NFM} = 200\text{kHz}/12,5\text{kHz} = 16$ (das entspricht 12 dB). Unter der stark vereinfachten Annahme, dass das Sendesignal über den ganzen Spektralbereich gleich verteilt wird, bedeutet das, dass bei gleichen Rahmenbedingungen, im Vergleich zu NFM bei NPR70 eine um 12dBm niedrigere Empfangsfeldstärke zu erwarten ist.

Bei 70cm ohne Sichtverbindung ist das eine Herausforderung. Siehe hierzu auch die Ausführungen von Dieter (DC1NF, Abschnitt 8 [1]).

Abbildung 4 zeigt eine Messung des NPR70 Signales von DB0VOX bei DC4RB. Es fehlen hier also ca. 10dbm für einen erfolgreichen Empfang. Bei gleichen Rahmenbedingungen wird das NFM Relais von DB0VOX mit ca. -88dBm empfangen. Das bestätigt den Empfangspegelverlust durch die Bandbreite. Da für diese Messung bereits eine Richtantenne mit 9dBi Gewinn verwendet wurde, wurden damals die Aktivitäten mit NPR70 zu DB0VOX aufgegeben.

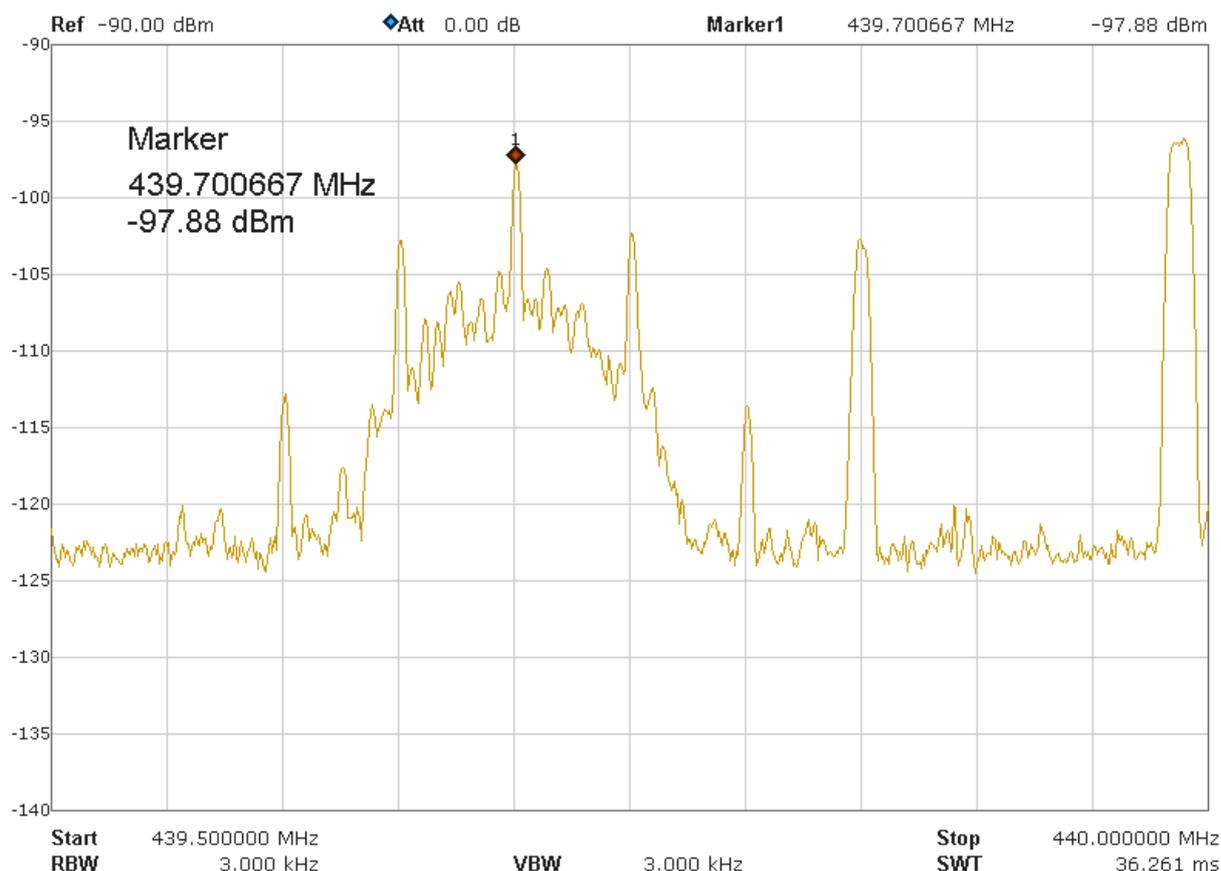


Abbildung 4: Spektrum eines NPR70-Signales von DB0VOX empfangen von DC4RB

¹ Grundsätzlich ist das auch bei den 2.4 GHz und 5 GHz HAMNET-Verbindungen ein Thema. Es tritt nur nicht in den Vordergrund, weil die Sichtverbindung zusammen mit den verwendeten Richtantennen die erforderlichen hohen Empfangspegel ermöglichen.

Gleiche Überlegungen können bei einer Erstüberprüfung, ob eine Verbindung in NPR70 zu EDQH Sinn macht, genutzt werden. Hierzu verwendet man am besten das WINLINK-Signal von EDQH als Referenz.

Kann man das WINLINK-Signal bei „VARA FM Narrow“ mit mindestens -75dBm (S9+18dB!!!) empfangen, dann bestehen gute Chancen für erfolgreichen NPR70 Empfang bei gleichem Setup. Da die NPR70-Modems nur 0,5W Sendeleistung besitzen, braucht es dann, wie auf EDQH, noch eine Endstufe entsprechend Abbildung 1 für die Sendeseite. In den Endstufen sind auch Vorverstärker für den RX-Zweig vorhanden. Diese sind bei dieser einfachen Betrachtung nicht mitberechnet und zunächst als Signalreserve belassen.

Bei meinem eigenen Setup in Falkendorf empfangen ich das WINLINK-Signal je nach Wettersituation im Bereich -60...-70dBm (im Mittel ca. S9+25dB).

Hinweis: Eine gute und preiswerte Alternative zum Standardmodem + Endstufe ist das Modem NPR - H 2.0 von LOCALINO (siehe Abschnitt 8 [2]). Das hat eine kleine Endstufe und einen Vorverstärker bereits integriert. So ein Modem habe ich getestet und bin sehr begeistert (Abbildung 5).

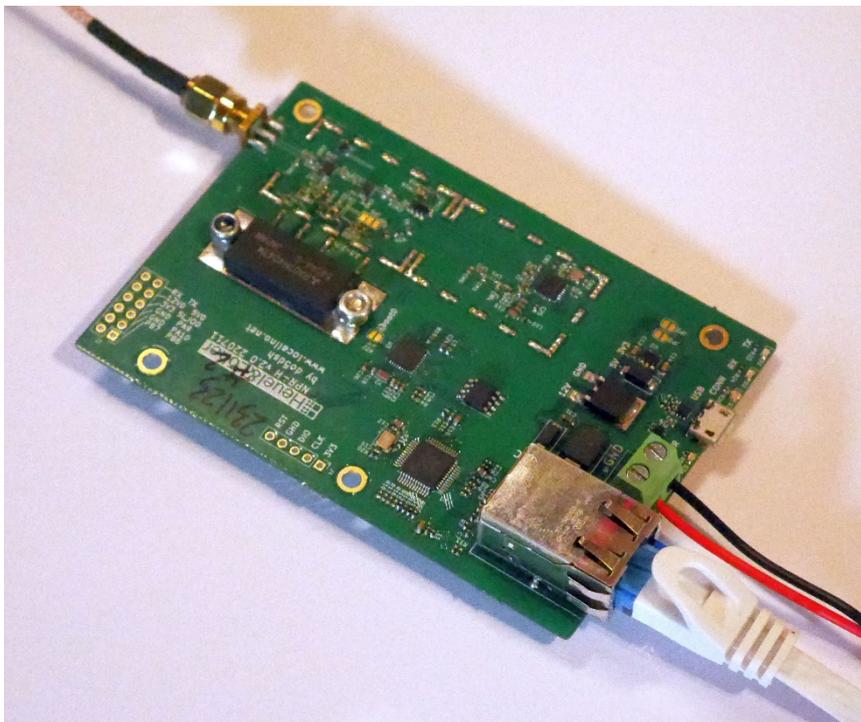


Abbildung 5: NPR-H 2.0 Modem von Localino im Test.

4. Anforderung an den PC, Software und Routing

Ziel war es einen einzelnen PC neben dem Internetzugang auch noch mit einem Zugang zum HAMNET über NPR70 zu versehen. Da NPR70 auch unter „Notfunkgesichtspunkten“ ggf. eine Rolle spielen kann, wurde bewusst dieses Szenario gewählt. Diese Aufgabe erwies sich als weitaus schwieriger als gedacht.

Ferner besteht die Möglichkeit der Integration in ein bestehendes LAN (z.B. Hausnetz). Einige Hinweise hierzu sind weiter unten beschrieben. Diese Möglichkeit wurde hier jedoch nicht getestet.

Wenn die HF-Hausaufgaben nach Abschnitt 3 gemacht sind, kann eine Verbindung PC/Client Modem hergestellt werden. Bei entsprechender Parametrierung (siehe Abschnitt 5) nehmen Client und

Master automatisch die Verbindung auf, sobald sie eingeschaltet sind. Der Client übernimmt dabei automatisch die IP-Daten vom Master. Der angeschlossene PC erhält dann per DHCP vom Client-Modem alle notwendigen IP-Daten für das HAMNET.

4.1. Beispiellösung für einen PC

Als erstes wurde so eine Verbindung ausschließlich zum HAMNET mit einem PC getestet. Ist die Verbindung hergestellt, interpretiert der PC die Verbindung zum HAMNET als Verbindung zum Internet. Weder Windows noch Linux können zwischen Internet und HAMNET unterscheiden. In dieser Konfiguration kommt unter Windows gar keine sinnvolle Verbindung zum HAMNET zustande und unter Linux mehr schlecht als recht.

Nach längerer Untersuchung zeigte sich als Ursache, dass der PC versucht, seinen „Internetkommunikationsbedarf“ über das HAMNET abzuwickeln. Dieser ist ohne jede Handlung durch den Anwender bereits so hoch, dass eine 100kbit/s Schnittstelle nicht mehr in der Lage ist, diesen abzuwickeln. Die meisten Anfragen laufen ja ohnehin ins Leere, da HAMNET diese nicht bedienen kann².

Damit war klar, die einzig mögliche Lösung darin besteht, den Datenfluss so zu lenken, dass nur das HAMNET betreffende Daten die NPR70 Verbindung passieren können.

Dazu wurde der PC mit einer zweiten Ethernet-Schnittstelle ausgerüstet. Die eine führt über (Fritzbox etc.) ins Internet, die andere über einen Zwischenrouter und NPR70 in das HAMNET (siehe Abbildung 6).

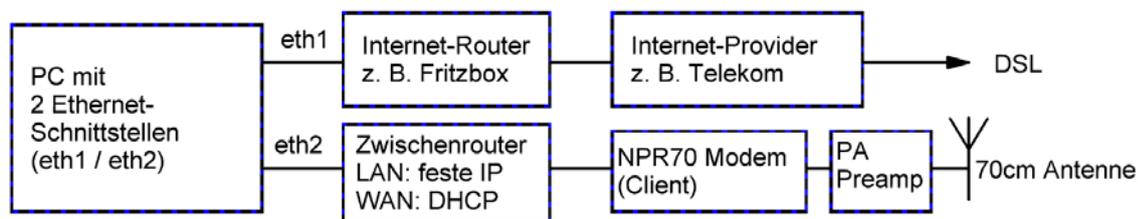


Abbildung 6: Blockschaltbild PC mit 2 Ethernet-Schnittstellen und Anbindung zu Internet und HAMNET

Zur Aufteilung des Datenstroms wurden nach zahlreichen Versuchen folgende sinnvolle Maßnahmen erarbeitet.

Die Ethernet-Schnittstelle zum Internet bleibt wie sie ist.

Die Ethernet-Schnittstelle zum HAMNET wird wie folgt eingestellt.

- „getaktet Verbindung“ um jeden unnötigen Datenverkehr zu vermeiden.
- Route auf das HAMNET zur 2. Schnittstelle (siehe Abschnitt 5)
- Statische Verbindung der 2. Schnittstelle über einen Zwischenrouter zum HAMNET

Insbesondere der letzte Punkt ist erklärungsbedürftig. Bei Verwendung einer zweiten Ethernet-Schnittstelle darf im PC kein zweites Standard-Gateways entstehen, um die Internetkommunikation nicht ins HAMNET zu lenken. Unter Windows ist dies nur möglich, wenn die 2. Ethernet-Schnittstelle (hier zum HAMNET) manuell (kein DHCP) parametrisiert wird. Dies steht im Widerspruch zu NPR70, das per DHCP die Adressen zuweist. DHCP ist nötig, wenn der HAMNET-Zugang für alle offen sein soll.

² Grundsätzlich passiert das auch bei den 2.4 GHz und 5 GHz HAMNET-Verbindungen. Es tritt nur nicht in den Vordergrund, weil die Bandbreite hoch genug ist, diese Anfragen zu bedienen. Dadurch entsteht natürlich auch dort ein sinnloser Datenverkehr im HAMNET.

Die bisher final gefundene Lösung benutzt daher einen Zwischenrouter um diese Brücke zu schaffen. Der Zwischenrouter muss auf der WAN-Seite mit DHCP (HAMNET NPR70) – siehe Abbildung 7 und auf der LAN-Seite mit fester IP (ohne DHCP) parametrieren werden³.

Jann empfiehlt für solche Zwecke den Mikrotik RBmAP2nD (siehe Abschnitt 8 – [5]).



Abbildung 7: Zwischenrouter und WAN IP-Parameter der DHCP Verbindung mit dem HAMNET über NPR70

Damit kann der PC mit fester IP über den Router das DHCP-System von NPR70 /HAMNET bedienen und es existiert nur noch ein Standard-Gateway.

Wichtig: Bei der Parametrierung der Ethernet-Schnittstelle zum Zwischenrouter/HAMNET darf nur eine IP mit der dazugehörigen Subnetzmaske und ein DNS-Server definiert werden, kein Standard-Gateway eintragen (Beispiel siehe Abschnitt 5).

Abschließend wird in Windows eine Route für den HAMNET-Adressraum auf den Zwischenrouter gesetzt (siehe Abschnitt 5).

Bezüglich des aktuellen Adressraumes des HAMNET kursieren viele Fehlinformationen im Internet. Der aktuelle Adressraum des HAMNET (lt. Jann) ist derzeit: **44.128.0.0/10**

4.2. Einbindung in ein vorhandenes LAN

Eine weitere, sicher alltagstaugliche, Lösung (ohne Notfunkanspruch), ist das Einbinden der NPR70 – HAMNET-Verbindung in ein vorhandenes LAN. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde dies nicht getestet. Grundvoraussetzung ist, dass der dort vorhandene Internetrouter (z.B. Fritzbox) statische Routen bedienen kann⁴. Dort wird dann eine statische Route von 44.128.0.0/10 zur statischen IP des Zwischenrouter gesetzt. Dessen IP-Adresse muss dann natürlich einer freien Adresse im bestehenden LAN (außerhalb des dortigen DHCP-Bereiches) entsprechen. Ein Übersichtsschaltbild zeigt Abbildung 9.

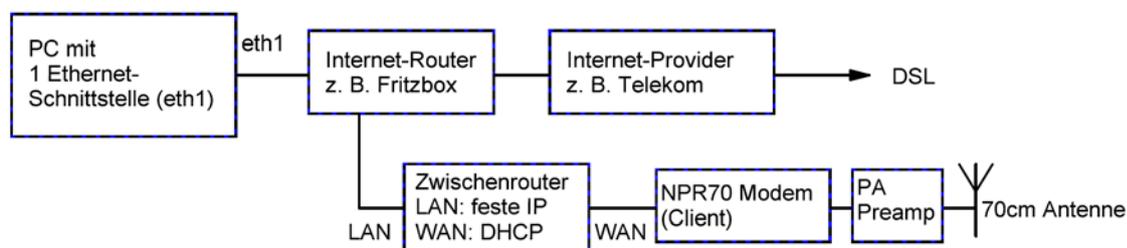


Abbildung 8: Einbindung von HAMNET mit NPR70 in ein bestehendes LAN

³ Hinweis: Bei den Tests wurde ein GLiNet AR300M16 verwendet, da bereits vorhanden. Für diesen Verwendungszweck ist er nicht optimal, da sich auf der LAN-Seite das DHCP nicht abschalten lässt. Bei der Neuanschaffung eines Routers unbedingt auf diese Funktionalität achten.

⁴ Die Speedport Router der Telekom können das nicht!

Eine gute Anleitung zur Einbindung in ein LAN, mit vielen ergänzenden Informationen, findet man unter Abschnitt 8 – [4]. Vorsicht - der dort verwendete Adressraum für die statischen Routen ist veraltet (s.o.)! Bei dieser Vorgehensweise sind keine zweite Ethernet-Schnittstelle am PC und auch keine statische Route in Windows nötig. Dies erledigt dann der Internet-Router. Wenn der Router keine statischen Routen unterstützt, kann natürlich auch das Setzen einer Route unter Windows wieder als Alternative für einen PC dienen.

5. Weitere Parametrierung der Komponenten

Zunächst werden der Anschluss und die Parametrierung des Client-Modems besprochen. Abbildung 9 zeigt die Parametrierung und den Anschluss des Client-Modems für den Betrieb mit EDQH und dem Rufzeichen DC4RB. Diese Parametrierung gilt universell für alle User, die mit EDQH arbeiten wollen – es muss lediglich das Rufzeichen ausgetauscht werden. Der Anschluss der Standard- und NPR-H 2.0 Modems ist identisch. Für den Betrieb wird eine Hilfsspannung von 12V benötigt (beim NPR-H 2.0 bis ca. 2A). Die Parametrierung kann seriell (USB, beim NPR-H 2.0 „solder-jumper“ setzen) oder über Ethernet (meine bevorzugte Methode) erfolgen. Eine gute Anleitung findet man unter Abschnitt 8 [3].

Achtung der Parameter „radio_on_at_start“ ist per default yes ! Daher beim Parametrieren Dummyload anschließen.

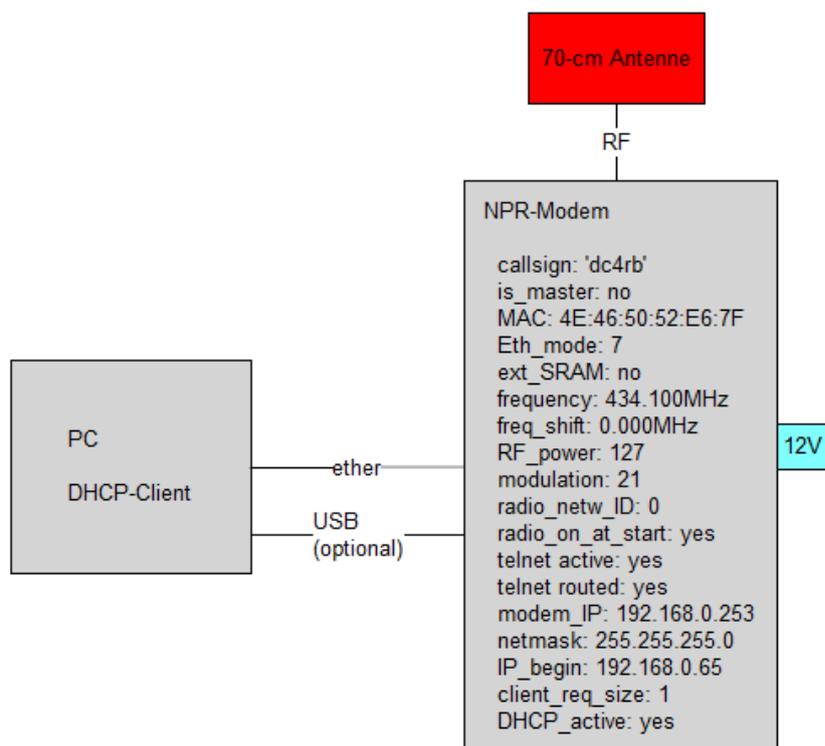


Abbildung 9: Parametrierung und Anschluss des Client-Modems für den Zugang zu EDQH und das Rufzeichen DC4RB (Bild DG8NGN)

Mit dieser Parametrierung nimmt das Modem nach dem Startvorgang automatisch Kontakt mit dem Master auf. **Achtung: radio_on_at_start = yes – also Antenne nicht vergessen.**

Nach erfolgreicher Verbindung werden die IP-Informationen des Client-Modem mit denen des Master-Modems (siehe Tabelle 1) überschrieben. Soweit erfolgt alles ohne PC und Router.

Das Client-Modem verwendet nun die vom Master erhaltenen IP-Informationen für sein eigenes DHCP.

IP-Einstellungen Mastermodem	Adresse (dezimal)
Modem IP	44.149.177.247
Netmask	255.255.255.240
Gateway	44.149.177.241
Nameserver	44 149 177.241
DHCP-Start (7 Adressen)	44.149.177.248

Tabelle 1: IP-Einstellungen des Master-Modem auf EDQH (Quelle DG8NGN)

Hinweis: Wenn man das Client-Modem mit Telnet unter den lokalen IP-Daten parametriert, erfolgt bei einem erfolgreichen Verbindungsaufbau mit dem Master ein Abbruch (Adresswechsel). Man kann sich mit der neuen HAMNET-Adresse jedoch wieder unter Telnet einloggen. Also am einfachsten am Dummyload bleiben, bis alles fertig ist.

Der Zwischenrouter übernimmt die IP-Einstellungen des HAMNET per DHCP vom Client-Modem (vergleiche hierzu Screenshot in Abbildung 7). In der hier beschriebenen Beispielinstantiation hat der Router auf der LAN-Seite sein Gateway und DNS auf der Adresse 192.168.8.1. Im Falle der Lösung für einen PC mit 2 Ethernet-Schnittstellen muss die Ethernet-Schnittstelle für das HAMNET aus o.g. Gründen manuell parametriert werden. In der Beispielinstantiation ist die manuelle Parametrierung:

PC IP: 192.168.8.30 (Adresse muss im Zwischenrouter ggf. freigeschaltet sein)
 IP Sub: 24
 Gateway: leer lassen.
 DNS: 192.168.8.1

Um den für das HAMNET bestimmten Datenverkehr auf die zugehörige Schnittstelle und den Router zu leiten, muss dies dem Betriebssystem bekannt sein. Unter Windows erfolgt dies mit dem Kommando „route“. Dazu ist folgende Eingabe als Administrator erforderlich:

```
route add -p 44.128.0.0 mask 255.192.0.0 192.168.8.1
```

Hinweise: -p macht den Eintrag permanent – zum Testen einfach weglassen
 Der letzte Eintrag dieser Zeile ist das Gateway des Zwischenrouters zum HAMNET.

Einen Ausschnitt der so entstehenden Routing Tabelle für IPv4 unter Windows zeigt Tabelle 2

```
=====
Schnittstellenliste
10...00 23 24 b9 00 1e .....Intel(R) Ethernet Connection (2) I219-LM
1.....Software Loopback Interface 1
14...7c c2 c6 45 a5 cb .....ASIX AX88179 USB 3.0 to Gigabit Ethernet Adapter
=====

IPv4-Routentabelle
=====
Aktive Routen:
    Netzwerkziel    Netzwerkmaske    Gateway    Schnittstelle    Metrik
    0.0.0.0         0.0.0.0         192.168.2.1    192.168.2.72     281
    44.128.0.0      255.192.0.0     192.168.8.1    192.168.8.30     2001
=====
Ständige Routen:
    Netzwerkadresse    Netzmaske    Gatewayadresse    Metrik
    44.128.0.0         255.192.0.0    192.168.8.1      1
    0.0.0.0           0.0.0.0       192.168.2.1      Standard
=====
```

Tabelle 2: Routing – Tabelle (Ausschnitt) für den Betrieb mit NPR70 und Internet

Mit dieser so erarbeiteten Konfiguration ist ein gleichzeitiger stabiler Betrieb von Internet und HAMNET möglich.

6. Fazit

NPR70 benötigt für den Betrieb zwar keine Sichtverbindung, stellt aber dennoch sehr hohe Ansprüche an die 70cm – HF-Verbindung. Bei Verwendung eines Standardmodems mit Endstufe/Vorverstärker bzw. eines Modem mit integrierter Endstufe/Vorverstärker wird ein S9-Signal (bei 200 kHz Bandbreite s.o.) benötigt. Dies schränkt den Nutzerkreis stark ein.

Bei der Lösung für nur einen PC muss dieser (sinnvollerweise) mit einer zweiten Ethernet-Schnittstelle und einem Zwischenrouter zur Lenkung des Datenflusses ins HAMNET ausgerüstet werden.

Eine Alternative stellt die Einbindung in ein bestehendes LAN, ebenfalls mit Hilfe eines Zwischenrouters dar.

Alle Maßnahmen zusammen, stellen verglichen mit einer 2.4GHz-Sichtverbindung zum HAMNET (z.B. DB0VOX) mit preiswerten Standard-WLAN-Komponenten, einen nicht unerheblichen Aufwand dar, für den man dann „nur“ eine Verbindung mit ca. 100kbit/s bekommt.

Ob so eine Lösung mit diesem Komplexitätsgrad jemals im Notfunk zum Einsatz kommen wird, überlasse ich der Beurteilung des Lesers.

7. Danksagung

Hier gebührt Jann (DG8NGN) und Lars (DD1LA) mein gebührender Dank, ohne deren umfangreiche Unterstützung diese Untersuchung nicht möglich gewesen wäre.

Besten Dank auch für die Leihgabe von Jann (DG8NGN), der die Komponenten für den NPR70 Master (Abbildung 1) und weitere NPR70 Modems als Client zum Test zur Verfügung gestellt hat.

Danke auch an Uli (DL1NBU) und Manfred (DL2NBZ) für die Unterstützung bei der „Hardwaremontage“ auf EDQH und natürlich bei Dieter (DC1NF) für die umfangreichen Voruntersuchungen.

8. Quellen, Literatur

[1] https://www.darc.de/fileadmin/filemounts/distrikte/b/ortsverbaende/40/PDF/Notfunk/Hamnet-NPR70/13.07.2022_EInf%C3%BChrung_in_Hamnet-NPR70.pdf

[2] <https://localino.net/shop/public/New-Packet-Radio-NPR-H-2.0/H10001>

[3] https://cdn.hackaday.io/files/1640927020512128/NPR70_introduction_EN_v3.6.pdf

[4] <http://www.db0hft.de/about/betriebsarten/packet-radio/npr/>

[5] <https://mikrotik.com/product/RBmAP2nD>