

Dreiländereck-Sysop-Treffen 2023
in Engen
- NPR - "New Packet Radio" -

(c) 2023-02-10 Thomas Osterried DL9SAU <dl9sau@dark.de>
IP-Koordination DL
Version 1.03
License: CC-BY-SA

1 Einschätzung der Community

1.1. Frage wie weit ist der Ausbau im Dreiländereck?

1.2. Wer betreibt 2.3 oder 5 GHz Nutzerzugänge?

1.3. Wer hat bereits von von NPR gehört?

1.4. Wie relevant ist in Eurer Region die auf Bändern < 1 GHz notwendige LOS?

2 Gegebenheiten

Für breitbandige Betriebsarten gibt es für den Amateurfunk in der IARU-R1 nur das 70cm Band.

Hier gibt es bereits einen Duplex Breitbandkanal mit bis zu 200kHz Bandbreite für Digitale Experimente und automatische Stationen: 439.600 - 439.800 MHz (Ausgabe), und 434.800 - 435.000 MHz (Eingabe), also 4.8 MHz shift.

Dieser Bereich wurde bereits zu Packet-Radio-Zeiten für höherbitratige Nutzerzugänge verwendet.

3 NPR

3.1 Geschichte

Etwa im Jahr 2018 veröffentlichte Guillaume F4HDK die Entwicklung eines Modems:

<https://hackaday.io/project/164092-npr-new-packet-radio>

Das Konzept ist übersichtlich:

Ethernet rein, Digitale Daten raus auf die Antenne.

DHCP, das war's. Keine Spezialsoftware nötig.

F4HDK's TRXe haben 1 W PEP.

Optionale 20 W PAs sind verfügbar.

Zukunftsweisend: 100 % open source.

Sehr gute Dokumentation auf der Webseite seines Projekts – auch für Einsteiger.

Unbedingt lesen ;)

Auf der HAMRADIO 2022 stellte Stefan Heuel seine Eigenentwicklung vor: NPR-H.

Das Gerät hat 7 W und eine bessere Empfänger-Empfindlichkeit.

Näheres steht auf der Webseite seiner Firma, <https://localino.net/>

NPR-H ist seine Hobby-Entwicklung; die Qualität ist auf sehr hohem Niveau.

Andere Projekte:

U.a. hnap (keine Weiterentwicklung)

Zu Packet-Radio-Zeiten 76k8. Benötigte 200 kHz (NPR ist bei gleicher Bandbreite also doppelt so schnell).

3.2 Technisch

Technologie für Nutzereinstiege (soll also keine HAMNET Links ersetzen).

TRX-Modul: RF4463 F30 (basiert auf SI4463).

Modulationsverfahren 2-GFSK oder 4-GFSK.

Vorteil gegenüber PSK / QAM / OFDM: weniger hohe Linearitäts-Anforderungen an die PA.

Bei nur 200 kHz Bandbreite wäre OFDM nicht sinnvoll.

Datenintegrität durch FEC.

3.2.2 Kanalzugriffsverfahren Master / Clients

Master-/Client.Konzept. Bis zu 7 Clients gleichzeitig (gem. Protokoll-Design).
TDD (Zeitschlitzverfahren). 80ms - 200ms. Garantierte RTT (gegenüber CSMA-CD)
→ Noch passabel für "Echtzeitanwendungen".

TDD mit shift: half-Duplex.

Effektive Datenrate und RTT entspricht Simplex TDD

TTT_mit_FDD: optional. Dann werden zwei Geräte und zwei Antennen (oder Combiner)
benötigt. → Höhere Investitionskosten, mehr Aufwand.

Theoretisch: Master kann von anderem Nutzer Daten empfangen
während er selbst sendet.

→ Würde den Gesamtdurchsatz Erhöhung durch bessere Auslastung
der Frequenzen, und würde dadurch auch die RTT verringern.

Praktisch: FDD ist NICHT implementiert (einer der Gründe: Hardware hat
zu wenig RAM. Ist m.W. nicht in Software fertig umgesetzt).

Da echter Fullduplex (also: Master hört während er sendet) **nicht umgesetzt** ist,
gibt bei einem Setup mit FDD (TDD mit Shift und FDD-Einstellung in der
Software enabled, und zwei Modems) aktuell nur einen einzigen kleinen Vorteil:

Dank zwei Modems ergeben sich separate Antennenanschlüsse für RX und TX, zum Anschluss am Duplexer am Relais – und selbst dies ließe auch sich durch leichte Modifikation der Hardware eines einzigen NPR-Modems erreichen.

Einstellung TDD mit shift (half-Duplex) und FDD_TDD-Einstellung bieten größtmöglichen Schutz vor gegenseitiger Beeinflussung (s. 3.3.1).

3.3 Betrieb:

3.3.1 Simplex vs Duplex:

Nutzer A will nach Digi AA

Nutzer B will nach Digi BB

BB

XX

A

B

XX

AA

A, B, AA liegen auf einer Linie.

Sendet B (gesteuert von seinem Master BB; er selbst kann nichts beeinflussen, und AA und BB synchronisieren ihre Zeitslots nicht).

XX ist ein Berg. Deshalb kann A den Zugang BB nicht verwenden;

B hat freie Sicht zu BB, kann aber AA nicht erreichen (auch ein Berg zwischen ihnen).

A kann seine Richtantenne (mit relativ weitem Öffnungswinkel) zu AA ausrichten.

- Sendet B (der seine Zeitslots von BB erhält), dann überspricht B ggf. die Daten die Digi A sendet. (Semi-)Duplex löst das Problem.
- Sendet B und hat er eine Rundstrahlantenne, dann beeinträchtigt er den Empfang von A an Digi AA. Duplex löst das Problem **NICHT**. Richtantenne bei B minimiert das Problem.

→ Deshalb (Semi)-Duplex (also Nutzer und Digi auf separater Frequenz);

Nutzer sollten Richtantenne verwenden.

Eingabe: Dank Richtantenne stört B das Signal von A zu AA weniger.

Die Eingabe wird durch Senden von Digi BB nicht beeinträchtigt.

Ausgabe: Dank Richtantenne blendet A das Signal von BB aus.

Die Ausgabe wird durch Senden von Nutzer B über BB nicht beeinträchtigt.

AA und BB mit halber Bandbreite auf unterschiedlichen Frequenzen:
möglich, bedeutet aber niedrigere Bitrate. S. 3.3.2

3.3.2 Modulationsverfahren

Einstellbar sind BW zw. 100 und 1000 kHz und Symbolraten zwischen 50 und 500 kS/S in 2-GFSK oder 4-GFSK.

4-GFSK kennen wir bereits von DMR. Braucht gegenüber 2-GFSK ca. 2 dB mehr Pegel zum Decodieren, hat aber doppelte Bitrate.

In DL ist der sinnvolle Mode "x21": 4-GFSK Symbol Rate BW 200 -> Raw Data-Rate 200 kBit → Nutzbare Datenrate 130kBit.

Hätten wir mehr Spektrum (1 MHz) zur Verfügung, wären bis zu 470kBit effektiv möglich. Ungeachtet dass dies der Bandplan nicht her gibt, braucht man dann sehr viel mehr Sendeleistung (>10 dB);

auch das Rauschen summiert sich auf Empfängerseite über einen größeren Frequenzbereich und verringert so die RX-Empfindlichkeit.

Hinweis: manche wundern sich, dass sie NPR mit ihrem Handfunkgerät nicht hören. Die Sendeleistung des Relais verteilt sich über 200 kHz, d.h. im FM-RX-Spektrum des Empfängers liegt nur weniger als 1/10 der Leistung eines 200kHz breiten Signals.

Halbe Bandbreite, um die Beispielnutzer A, B und Relais AA, BB auf 2x2 100 kHz Kanäle zu separieren, würde die nutzbare Datenrate auf 68 kBit reduzieren.
Das ist eigentlich zu wenig.

3.3.3 QRG

Konfiguriert wird die Mittenfrequenz, also 439.700 MHz und 434.900 MHz.

3.3.4 Color-Codes:

16 Color-Codes stehen zur Verfügung. Sieht Nutzer A die Digis AA und BB, kann er auf Grund unterschiedlich zugeordneter Color-Codes die Aussendung der Digis voneinander trennen – und umgekehrt: ein Digi erkennt, dass ein Nutzer nicht über ihn arbeiten will).

Denn ein "Rufzeichen", auf das der Digi möge, oder gar ein „via Pfad“, wie wir es von AX.25 her kennen, gibt es bei NPR nicht.

Damit ist es eher vergleichbar mit DMR; weshalb auch hier das Color.Code Konzept zu finden ist.

Frage: wie vergibt Ihr Color-Codes? Sind Waben aus z.B. 6 Color-Codes sinnvoll? Oder spart man sich zunächst Planungen für Color-Codes, weil NPR derzeit noch sehr wenig verbreitet ist, dass ein Nutzer mehrere Digis oder ein Digi Nutzer unterschiedlicher Digis sieht -- und wenn doch, man dann einfach einen beliebigen Color-Code vergibt?

3.3.5 LAN - NPR-Client - NPR-Master - LAN

Zwischen Digi-NPR-Modem und User-NPR-Modem wird auf der Funkstrecke nur IP-v4 Unicast-traffic weitergeleitet (also kein Ethernet MAC Layer, kein IPv4 Broadcast oder Multicast).
→ Es ist nicht Layer2-transparent; und bezugs Layer3 nur eingeschränkt.

DHCP-Anfragen eines Nutzers im LAN gehen an die Broadcast-Adresse; solche Pakete gehen also nicht auf Funk (und erreichen den NPR-Master nicht); im Falle von DHCP beantwortet das NPR-Modem des Nutzers die Anfrage.

IPv6 ist in diesem Verfahren nicht spezifiziert. AX.25 über Ethernet (aka bpqether) somit leider auch nicht.

NPR.Modem des Users ist DHCP-Server im LAN und bezieht vom NPR-Modem des Digis so viele IP-Adressen, wie der Nutzer das auf seinem NPR-Modem konfiguriert hat.

Die IP-Adressen kommen aus dem am NPR-Master Modem konfigurierten Bereich des zugehörigen IPv4-Subnet; der IP-Range kann kleiner sein als das Subnet).

NPR-Master Modem des Digis ist kein DHCP-Server.

Je nach verwendeter Netzgröße am Digi sollte ein Nutzer nur die vom SysOP max. empfohlene Zahl von IP-Adressen konfigurieren (im Zweifelsfall: eine!).

Einstellungsoption: `client_req_size 1` (default)

Einen Schutz vor Fehlkonfiguration des NPR-Clients oder DOS durch diesen gibt es nicht. Fordert ein Nutzer alle zur Verfügung stehenden IP-Adressen an, gibt es eben keine freien mehr für andere Nutzer. :(

Eine statische IP-Konfiguration ist leider nicht implementiert.

[Nur bei Point-to-Point-Verbindungen → DHCP-Server aus; auf beiden Seiten nur exakt ein Gerät]

Da es in einem Netzwerk nur einen DHCP-Server geben darf, kann ein NPR-Modem **nicht** direkt ins heimische LAN integriert werden.

→ Empfehlung:

- kleinen Router zwischen LAN und NPR-Modem schalten
oder
- bei Betrieb von nur einem Gerät (also direkt anschließen)

Mehrere Clients am NPR-Modem erhalten eine separate IP Adresse vom Digi-NPR-Modem, aus dem dort im NPR-Modem konfigurierten Bereich.

Deshalb sollte der Bereich ≥ 7 IP-Adressen groß sein, selbst wenn die max. Zahl der gleichzeitigen NPR-Clients auf 7 beschränkt ist.

Obenstehende Prämissen sind für die Subnetzplanung am Digi von Interesse.

Ein /29 mit 6 nutzbaren IP-Adressen (-1 Router, -1 NPR-Modem)
== 4 für die NPR-Nutzer: ist zu klein.

Bei einem /28:

14 - 2 (Router, NPR-Modem) = 12 IP Adressen für Nutzer (bei max. 7 NPR-clients).

Interessant könnte ein /27 sein:

30 nutzbare IPs (-2 (Router, NPR-Modem)) == 28 für Nutzer.

→ Gemeinsam genutzter Bereich, z.B. 14 für NPR und 14 für 2.4/5 GHz Useraccess.

Dieses Zusammenlegen nutzt den Subnetzbereich optimal aus; und jeder NPR-Nutzer kann 2 IP Adressen erhalten.

Ethernet MTU im LAN:

der Entwickler empfiehlt, aus performance-Gründen die MTU auf **750** zu setzen (→ Ein IP-Paket verteilt sich dann über exakt 3 NPR-Pakete).

Wer das auf dem Ethernet-Port nicht umstellen mag, kann am Digi einstellen:

Auf einem Mikrotik-Router:

```
/ip firewall mangle
```

```
add action=change-mss chain=forward \  
in-interface=npr-useraccess new-mss=710 protocol=tcp tcp-flags=syn
```

```
add action=change-mss chain=forward new-mss=710 \  
out-interface=npr-useraccess protocol=tcp tcp-flags=syn
```

IP+TCP haben einen Overhead von 40 bytes. → Die max. segment Size (MSS) ist $750 - 40 = \mathbf{710}$.

Einem Nutzer empfehle ich, wenn er sich direkt an sein NPR-Modem anschließt, die MTU der Ethernet-Karte seines Gerätes auf **750** zu setzen.

Verwendet ich als Nutzer einen Mikrotik-Router zwischen LAN und NPR-Modem, würde ich o.g. Mikrotik Firewall auch auf meinem lokalen Mikrotik-Router verwenden.