

# HAMNET

Highspeed **A**mateurradio **M**ultimedia **N**etwork

Das Hochgeschwindigkeits-Datennetz im  
Amateurfunk

Vortrag bei D04 am 19.5.2010

Thomas Osterried DL9SAU

[dl9sau@darcd.de](mailto:dl9sau@darcd.de)

# Am Rande

- Zwei Ausgaben der Zeitschrift CQ DL mit HAMNET Beiträgen
- Tagungs-Skripte IPRT  
(Internationale Packet-Radio-Tagung in Darmstadt)
- Hardware zum Anschauen
- Diese Folien
  - sind zu finden auf
    - <http://dk0bln.de/wiki/lib/exe/fetch.php?media=users:dl9sau:2010-05-18—Vortrag-HAMNET-bei-D04--dl9sau.pdf> [auch als OpenOffice Presentation verfügbar]
    - den Webseiten von OV D04
  - dürfen uneingeschränkt verwendet, vervielfältigt und öffentlich zugänglich gemacht werden; sowie abgewandelt / bearbeitet werden, oder als Grundlage für ein eigenes Werk werden, sofern dieses unter der selben oder vergleichbaren Lizenz stehen wird und mein Name genannt wird (CC-BY-SA).
- Fragen: wer früher mal Packet-Radio qrv; wer ist es heute noch? [Deutlich weniger]. Ursachen?

# Rückblick: das „alte PR-Netz“

- *Packet-Radio* (PR) wurde Mitte der 80'er Jahre entwickelt
- Eigenschaften
  - Protokoll *AX.25* (Amateur X.25; Abwandlung des ITU Standards X.25)
  - Paketorientiert (im Gegensatz zu z.B. RTTY)
  - Header mit Quell-, Zielrufzeichen, optional 8 *Digipeater*
  - MTU max. 256 Bytes (Payload)
  - kennt Modi „*connected*“ und „*datagram*“

# ..das „alte PR-Netz“..

- Infrastruktur entstand
  - Anfangs alles auf einer Frequenz (2m Band). „Hidden-Station“-Problematik
  - Ende 80'er Jahre Konzept Nutzereinstiege auf 70cm, Linkstrecken auf 23cm oder höher.
  - Nutzerzugänge 1k2 oder 9k6. DAMA-simplex oder Echo-Duplex.
  - Linkstrecken idR. 9k6, 19k2. TRX: LinkTRX I, II, ...  
Mancherorts: 76k8 oder höher.  
Exoten wie PR über zweiten analog-Tonträger ATV-Link, oder 10MBit mit umgebauter Netzwerkkarte; „Gießkanne“.
  - Standard in DL damals wegweisend und noch heute noch weltweit spitze.

# ..das „alte PR-Netz“..

- Aus Nutzersicht
  - AFSK 1k2
    - geht mit praktisch jedem Funkgerät
    - TNC oder später AATIS-Modem. Soundkarte PC
  - FSK 9k6 (G3RUH-Standard)
    - Funkgerät mit FSK-Eingang empfohlen
    - TNC Empfohlen. Nicht mehr gut geeignet für Soundkarte.
- Aus SysOp-Sicht
  - RMNC (RheinMainNetworkController) oder DOS-PC. TNC mit NetRom Firmware. Linux mit Xnet oder TNN und SCC Karten (o.ä.). Später Hardware TNC4 oder DLC7 mit Xnet.

# ..das „alte PR-Netz“..

- Grundsätzliche Entscheidung zwischen zwei konkurrierenden Routingprotokoll-Standards:
  - FlexNet (RMNC, Xnet)
  - NetRom / INP3 (Xnet, TNN)
    - ISO/OSI Schichtenmodell: FlexNet ist L2  
NetRom ist L3
    - FlexNet: weit verbreitet in DL.  
NetRom: v.a. „Nordlink-Gebiet“
    - Netze waren „getrennt“; Ziele aus dem jeweils anderen nicht bekannt. → „Durchhangeln“ zum Gatewayknoten. Dort Knotenliste abfragen.
    - IP (s. unten) zwischen beiden Netzen war nicht möglich.  
IP-Nutzung durch OMs im NetRom Netz auch nicht - obwohl NetRom-Nachfolger INP3 erstmals Routinginformationen austauschen konnte.

# ..das „alte PR-Netz“..

- Nutzung
  - a) Nutzer connected Digi
    - dort sind häufig Informationen hinterlegt über lokale / regionale Dienste
    - Liste aktuell erreichbarer Ziele und ihrer Laufzeiten (automatisch vermittelt durch Routingprotokoll)
      - „Weiterhangeln“ zum nächsten Knoten möglich
  - b) Via-Connect zum Ziel (Digipeater-Feld im AX.25 Header)
    - FlexNet. „Hop2Hop-Acknowledgement“

# ..das „alte PR-Netz“

## ■ Dienste

- BBS – weltweiter Nachrichtenaustausch (persönliche Mails; Rubriken)
- DX-Cluster
- convers - „Chat“ mit mehreren YLs/OMs gleichzeitig
- Wetterstationen

## ■ Infrastrukturdienste

- Netznutzung durch andere Spartenanteile unseres Hobbies (automatische Stationen)
  - funkrufermaster und angeschlossene RPCs
  - S&F von Sprachmailboxen (in Berlin hatten wir z.B. db0blo)
- DNS – Namensauflösung für IP-over-AX25



# Tellerrand..

- Datenübertragung per IP
  - von Anfang an
  - Zuweisung 44.0.0.0/8 („Class A“) für den Amateurfunk. Frühe 80'er Jahre(!).
  - In DL:
    - 44.130.0.0/16
    - einige „Hochburgen“, sonst eher Nischendasein
  - DL-weites NNTP-Netzwerk für News, parallel zur BBS-Infrastruktur. Teils bidirektionaler Gateway.
  - Versuch eines „HAMWEB“
    - Webseiten auf Linux-Servern im PR-Netz
    - gzip-comprimierende Proxies nach http/1.1 Standard.

# ..Tellerrand

- Hohe Latenzzeiten und schlechtes Verhältnis IP-Header + Nutzdaten bei 256 Bytes MTU
  - IP+TCP = 20 Bytes. Plus ggf. NetRom Header.
- IP-Routen sind handgepflegt und statisch :(
  - Routing versagte irgendwo auf dem Weg.
    - Direkter Connect via AX.25 möglich (nur im flexnet); geht nur wenn die Gegenseite die Route lernt.
- FlexTalk
  - Versuch von Sprachübertragung via PR (2k4 Codec)
  - Für Sprachmailbox-S&F genutzt

# Erkenntnisse

- Erkenntnisse
  - Sobald genügend Bitrate (76k8 oder höher), funktionieren „plötzlich“ IP Dienste nahezu flüssig.
    - Webzugriff auf Webseiten, Mailbox, ..
    - EchoLink-QSO möglich (!) [~2005 mit Jann DG8NGN auf Autobahnrastplatz in Nürnberg]
  - Aus der Vergangenheit lernen:
    - Einigung auf gemeinsamen netzweiten Standard ist unerlässlich

# Keine Weiterentwicklung..

- Selberbau jenseits von 19k2 zu komplex
  - Nutzerzugang 23cm 76k8 in Berlin wurde nicht angenommen. Nur eine handvoll Nutzer
- Die techn. Entwicklung von Hochgeschwindigkeits-TRX'en schreitet so gut wie nicht voran
  - Projekte in Darmstadt und von Nordlink kamen über die Planungsphase nicht hinaus
- Henne/Ei-Problem
  - Nutzer brauchen keine schnellen Einstiege weil die Linkstrecken so langsam sind
  - Wir brauchen keine schnellen Linkstrecken weil die Nutzereinstiege langsam sind

→ Stagnation

# ..äußere Umstände..

- DFMG Standortproblematik
  - max 100W Leistungsaufnahme aus dem Stromnetz
  - 1m<sup>2</sup> Antennenfläche, 1m<sup>2</sup> Stellfläche Technik
  - schlägt tiefe Furchen in unsere PR-Landschaft.
  - Inseln entstehen. Berlin hat keine Aussenanbindung mehr.
- IGATE Projekt (war schon da) schafft Konnektivität zwischen den Inseln
- Hinweis: crawler-Projekt
  - Einen tagesaktuellen Überblick über das bestehende Netz gibt das crawler-Projekt von Jens DL3SJB  
<http://db0fhn.efi.fh-nuernberg.de/prmap/frmap-dynamic.htm>

# ..und Nutzerzahlen sinken

- Verantwortlich für sinkende Nutzerzahlen wird das Internet gemacht.
  - Die Argumentation ist beliebt. Auch sei das Internet verantwortlich dafür, daß wir keinen Nachwuchs im Hobby bekommen.. Stimmt das wirklich?
- Regionen mit Aktivität vergingen.
  - Jedoch: es entwickelten sich auch an anderen Stellen wieder neue Aktivitätsregionen.  
Aktivität ergibt sich durch Leute die was tun.
- Das alte PR Netz ist langsam und für moderne multimediale Inhalte nicht geeignet.

# Wege aus der Krise

- Zu Beginn des neuen Jahrtausends Umbau eines Linksys WRT54G (2.4GHz) auf Amateurfunkfrequenzen.  
<http://www.rlx.lu/~lx1tb/wrt54gs/>
  - Erkenntnis: man kann hier doch noch „basteln“..
  - Problem: Signal mit 20 MHz Bandbreite in DL nicht genehmigungsfähig
- D-ATV boomt
  - AX.25 oder IP über D-ATV Links ist möglich.
  - D-ATV nur für IP-Link zu nutzen ist teuer (>1000€)
- WLAN-Technik (s. HAMNET)

# Der Durchbruch

- WLAN-Hardware ist extrem günstig geworden.
  - Dank technischem Fortschritt und dank Internet
- Über Jahre beobachtet, daß es WLAN-Karten gibt die reduzierte Bandbreite von 5 MHz oder 10 MHz können.
  - das ist genehmigungsfähig
- Problem zunächst: Zugriff auf Karte geschützt. „HAL“. FCC-Vorschrift.
  - Grund: im Prinzip Software-Defined-Radio..
- Lösung: Software der Geräte (versch. Anbieter) bietet mittlerweile Einstellungsmöglichkeit von Bandbreite und Frequenz



# HAMNET..

- HAMNET ist ein rein IP basiertes Netz.
  - IP auf Ethernet
  - AX.25-over-Ethernet wäre möglich, ist aber kein Standard
- Aufbruchstimmung in OE (Mitte 2008)
  - Land mit guten Standorten (Berge)
  - Überschaubares Netz (Größe des Landes)
  - Kooperation seitens der Behörde
  - Komplettes Abschalten des alten PR-Netzes (auf den Links) und Ersatz durch WLAN-Netz auf 5 GHz
  - Doku:  
[http://wiki.oevsv.at/index.php/Kategorie:Digitaler\\_Backbone](http://wiki.oevsv.at/index.php/Kategorie:Digitaler_Backbone)

# ..HAMNET

- Tunneln des alten PR-Netzes und alter Nutzerzugänge durch das HAMNET (axip, axudp, bpqether)
- IPv4 Adressenraum OE wurde aufgelöst und komplett neu den neuen Anforderungen gemäß verteilt
- Netzwerk-Experten bauen mit. Sehr gute Dokumentation zur Konfiguration entsteht.
- Einsatz von BGP4 als Routingprotokoll (BGP4 hält das Internet zusammen)
- Begriffsbestimmung HAMNET (und Abgrenzung zu "WLAN" o.ä.)
- Policy (z.B. in OE: keine Gateways ins Internet)

# HAMNET auch in DL..

- Aktivitäten seit 2009
- Auf der IPRT in Darmstadt Fachvorträge, wie schon die Jahre zuvor
- In einigen Regionen in DL wird geplant
- Schwerpunktthema HAMNET in CQDL 1/2010 und 2/2010
- Noch mehr Aktivität in 2010. Viele Regionen veranstalten SysOp-Treffen, beschaffen Hardware, und beantragen IP Adressen und ASN

# ..HAMNET auch in DL..

- IP-Koordination DL nimmt sich der Herausforderung an
  - Die IP-Koordination DL besteht aus
    - Egbert DD9QP (Ruhrgebiet)
    - Thomas DL3SBB (Konstanz)
    - Thomas DL9SAU (Berlin)
  - Ursprünglich
    - halten Kontakt mit Regionalkoordinatoren
    - Pflegen DNS-Änderungen aus der Region im weltweiten DNS ein.
      - Hierzu wurde ein Konzept entwickelt und umgesetzt zur automatischen Übertragungen der Änderungen per DNS-Zone-Transfer

# ..HAMNET auch in DL..

- 2009
  - Frühjahr: Nicht-vergebene IPv4 Netze für HAMNET reserviert und en-block zugewiesen
  - Routingpolicy
    - Extrem wichtig, damit man von einem Ort im Netz einen anderen erreichen kann.
    - Es muss auch mit den Nachbarländern klappen.
  - Absprache mit OE über AS-Nummernbereich und Koordination und Dokumentation in Europa
  - IP-Koordination mit eigener Webseite  
<http://www.de.ampr.org/>
  - „whois“-Dienst löst alte Textdatei der Regionalkoordinatoren ab

# ..HAMNET auch in DL..

2010

- Seit April weiteres, doppelt so großes, IPv4 Netz zugewiesen durch Brian Kantor:  
44.224.0.0/15
  - zur Veranschaulichung:
    - 44.130.0.0/16 sind  $2^{16} = 65536$  IP-Adressen.
    - 44.224.0.0/15 sind  $2^{17} = 131072$  IP-Adressen.
- Vergabe von Netzen Backbone und User/Services sowie AS-Nummern.  
Orientierung an Distriktsgrenzen mit Schwerpunkt auf Aktivitätszentren

Beantwortung Nachfrage aus dem Auditorium: 44/8 ist dem Amateurfunk seit den 70'er Jahren zugewiesen. Das Netz „gehört“ uns. Es kostete und kostet kein Geld. Die Vergaberichtlinien innerhalb unseres Adressbereichs sind selbstbestimmt.

# ..HAMNET auch in DL..

- Die AS-Nummer

- ist für den Endnutzer nicht von Bedeutung. An ihr werden die bekannten Routen der Region „aufgehängt“.

Die AS-Nummer muß im gesamten Netz eindeutig sein (so wie im alten PR-Netz das Rufzeichen des Digipeaters, welches durch das Routingprotokoll Bestandteil der Liste der erreichbaren Knoten wird). Deshalb wird sie koordiniert.

An der Grenze der Region (AS) werden die Routen an die Nachbarregion übergeben (eBGP).

Die Region orientiert sich an Aktivitätszentren. Als grobe Unterscheidungsmerkmale dienen hierzu die Distrikte.

# ..HAMNET auch in DL

- Vermitteln von Routen von zentraler Bedeutung
  - Es gibt, wenn das Routing versagt, im Ggs. zum AX.25-Netz keine Knoten zu denen man sich connecten und von denen aus man sich weiter durchhangeln könnte
  - Inkompatibilitäten wie bei FlexNet/NetRom müssen von Anfang an vermieden werden
  - Da Netzbereiche und nicht einzelne Knoten vermittelt werden (→ keine „Liste“ von erreichbaren Zielen sichtbar), muß die Infrastruktur gut dokumentiert werden. Einheitliche DNS Namen.  
  
[Vergleiche altes AX.25 PR-Netz: connecte Knoten. Dort Doku in Infotext hinterlegt]
- Jedes AS hat 1-2 Nameserver (DNS)



# Aktuelle Zuweisungen

<http://www.de.ampr.org/doku.php/dokumentation/as-nummern/as-list-de>

ASN	Region	BackBone	User/Services
64625	DISTRIKT-C-625-AS	44.224.10.0/24	44.225.20.0/22
64626	DISTRIKT-B-626-AS	44.224.12.0/24	44.225.24.0/22
64627	DISTRIKT-L-627-AS	44.224.14.0/24	44.225.28.0/22
64628	DISTRIKT-S-628-AS	44.224.16.0/24	44.225.32.0/22
64629	DISTRIKT-D-629-AS	44.224.18.0/24	44.225.36.0/22
64630	DISTRIKT-U-630-AS	44.224.20.0/24	44.225.40.0/22
64631	DISTRIKT-T-631-AS	44.224.22.0/24	44.225.44.0/22
64632	DISTRIKT-R-632-AS	44.224.24.0/24	44.225.48.0/22
64633	DISTRIKT-O-633-AS	44.224.26.0/24	44.225.52.0/22
64634	DISTRIKT-G-634-AS	44.224.28.0/24	44.225.56.0/22
64635	MS-OSN-OL-635-AS	44.224.30.0/24	44.225.60.0/22
64636	DISTRIKT-H-636-AS	44.224.32.0/24	44.225.64.0/22
64637	DISTRIKT-A-637-AS	44.224.34.0/24	44.225.68.0/22

# Regulatorisches

- Genehmigungen in DL gibt es noch nicht.
  - DARC / RTA ist in Verhandlungen.
  - HAMNET war schon mehrmals Thema auf VUS Tagung
  - Beim militärischen Bedarfsträger ist nach wie vor die Stelle nicht besetzt; Anträge bleiben seit Jahren liegen.
- Möglichkeiten:
  - Bemannter Testbetrieb (ist immer möglich)
  - Beantragung von Experimentalfunkstelle gem. §16 Abs. 2  
<http://db0fhn.efi.fh-nuernberg.de/doku.php?id=projects:wlan:proposal>
  - Betrieb als WLAN-Betrieb nach 802.11h gem. Allgemeinzuteilung für die Öffentlichkeit  
(ist kein „Amateurfunk“ im engeren Sinne)

# Frequenzen

- Als Frequenzbereiche kommen 2.4 GHz oder 5 GHz in Frage.

Wir empfehlen Nutzerzugang auf 13cm und Links auf 6cm.

Mit heutigen WLAN-Karten ist der Betrieb in unseren Frequenzen und sogar innerhalb der Bestimmungen unseres Bandplans möglich

- <http://db0fhn.efi.fh-nuernberg.de/doku.php?id=projects:wlan:regulations>
- <http://db0fhn.efi.fh-nuernberg.de/doku.php?id=projects:wlan:proposal>

# Frequenznutzung

Frequenzbereich	Nutzung
2355-2357	Digital Simplex
2357-2359,5	Digital Duplex, Link und Einstiege +35MHz Shift
2362+/-2,5MHz	bevorzugt <b>WLAN</b> Nutzer ( <i>vertikal</i> )
2364,5-2365	Digital Duplex, Link und Einstiege +35MHz Shift
2392-2394,5	Digital Duplex, Link und Einstiege -35MHz Shift
2397+/-2,5MHz	<b>WLAN</b> Nutzer ( <i>vertikal</i> ) oder <b>WLAN</b> Links ( <i>horizontal</i> )
2399,5-2400	Digital Duplex, Link und Einstiege -35MHz Shift
5675+/-5MHz	Digital Link +140MHz Shift oder <b>WLAN</b> Links ( <i>horizontal/vertikal</i> )
5685+/-5MHz	Digital Link +140MHz Shift oder <b>WLAN</b> Links ( <i>horizontal/vertikal</i> )
5695+/-5MHz	Digital Simplex Einstiege oder <b>WLAN</b> Nutzer ( <i>vertikal</i> )
5815+/-5MHz	Digital Link -140MHz Shift oder <b>WLAN</b> Links ( <i>horizontal/vertikal</i> )
5825+/-5MHz	Digital Link -140MHz Shift oder <b>WLAN</b> Links ( <i>horizontal/vertikal</i> )

# Frequenzen: Implikationen..

- Schutz vor unberechtigter Nutzung
  - Verschlüsselung als Schutz vor Missbrauch nicht möglich, da im Amateurfunk nicht zugelassen
  - Bandbreite 5 / 10 MHz statt standard-20MHz
  - QSY auf „unsere“ Frequenzen (2.4 GHz; cave: auf 5 GHz ist der Bereich bereits regulär belegt)
  - MAC-Adress-Filter
  - OE empfiehlt PPPoE (PPP Authorisierung über Ethernet – wie bei DSL)

# ..Frequenzen: Implikationen..

- Rufzeichennennungspflicht
  - Codierung Rufzeichen in MAC Adresse (s. Vorschlag auf vorgenannter Webseite) und andere Maßnahmen wie ESSID oder Bakenpakete (CDP, ..), welche Rufzeichen enthalten
- Ab 1 GHz: Je höher die Frequenz desto mehr wird direkte Sichtverbindung zwingend erforderlich
  - ggü. alten PR-Links mag ein alternativer HAMNET Link am Standort nicht funktionieren
  - Problem: wie Anbindung von Nutzern realisieren?  
Übrigens: das Problem ist nicht neu: hat auch ATV.

# ..Frequenzen: Implikationen..

- Vorteile
  - Antenne gleicher Größe hat mehr Gewinn
    - Zum Vergleich mitgebrachte 5GHz Ubiquiti NSM5 hat 16dBi Gewinn. Man überlege sich die Größe einer 2m Richtantenne mit gleichem Gewinn.
    - wichtig an DFMG Standorten (max. Antennenfläche)
    - Ausblenden von Störungen dank engem Öffnungswinkel und gutem V/R-Verhältnis
    - Antennengewinn auf beiden Seiten ist wichtiger als Sendeleistung; 20dB SN/R empfohlen

# ..Frequenzen: Implikationen..

- kleines reaktives Nahfeld
  - mehrere Antennen am Standort möglich
  - Mehrfachnutzung der selben Frequenz möglich
    - starke Richtwirkung der Antennen
    - Hohe Dämpfung vert. zu horiz. Polarisation (20dB)
      - geringer / kein Koordinationsaufwand mehr nötig
- Eine Bandbreite von 5 MHz gegenüber 20 MHz ergibt einen Systemgewinn von 6 dB bei gleicher Leistung.  
Datenraten dann 1.5-13MBit gegenüber 6-54 MBit.



# ..Frequenzen: Implikationen..

- Dank hoher Bandbreite und deutlich geringerer Latenz gegenüber altem PR 9k6 Link sind mehr „Zwischenhops“ ohne spürbare Beeinträchtigung möglich.
- Zu Modulationsverfahren und Layer-1 Protokoll:
  - Modulationsverfahren
    - kommen mit Störpegel / bei Mehrfachfrequenznutzung gut klar; sie sind darauf ausgelegt
  - MAC-Layer Channel-Access-Mechanismus
    - kann mehrere Linkpartner gleichzeitig bedienen
      - vgl. „DAMA“ aus AX.25-Welt
    - bietet im Bedarfsfall auch RTS/CTS
      - vgl. AX.25 „connected“ Mode

# ..Frequenzen: Implikationen..

- Nachteile
  - Hohe Freifeldämpfung
    - 10km 1.2GHz: 114dB
    - 10km 2.4GHz: 120dB
    - 10km 5.8GHz: 127.7dB [→ += 14dB ggü 23cm]
    - $L_p(\text{dB}) = 92,45 + 20\log_{10} F + 20 \text{ LOG}_{10} d$
    - Tip:  
[http://huizen.deds.nl/~pa0hoo/helix\\_wifi/linkbudgetcalc/wlan\\_budgetcalc.html](http://huizen.deds.nl/~pa0hoo/helix_wifi/linkbudgetcalc/wlan_budgetcalc.html)
  - Sichtverbindung zwingend erforderlich
    - Standort für angestrebten Link brauchbar?  
Zwischenhop erforderlich?

# ..Frequenzen: Implikationen..

- wie binden wir Endnutzer an?
- Witterungseinflüsse sind stärker
- „Messen“ auf den hohen Frequenzen ist schwierig (teuer). Z.B.
  - SWR
  - Richtcharakteristik Antenne (Gewinn ermitteln zur Einhaltung der genehmigten Betriebsparameter)
  - Spektrumanalyzer zur Verifikation des Signals:
    - Nebenaussendungen

# ..Frequenzen: Implikationen..

- Oberwellen / Harmonische  
 $3 \cdot 5 \text{ GHz} = 15 \text{ GHz}$ ;  $9 \cdot 5 \text{ GHz} = 45 \text{ GHz}$   
→ sehr hohe Frequenzen; riesiges zu prüfendes Spektrum
- Beachte: WLAN-Karten sind auch in DSL-Routern, Notebook usw. verbaut. Diese werden jedoch nicht auf Türmen und an großen Richtantennen betrieben. Etwaige Nebenaussendungen, die andere Frequenznutzer stören könnten, sind deshalb nur von enger lokaler Bedeutung.
- Selberbau eines Senders kaum möglich
- Experimente mit anderen Modulationsverfahren sind derzeit nicht möglich mangels softwaretechnischem Zugriff auf WLAN-Karte

# Hardware..

- Antennen und WLAN-Karten / Routerboards sind extrem preisgünstig
- Massenmarkt
  - Dank Verbreitung von DSL: jeder DSL-Router hat mittlerweile WLAN an Board. Jedes Notebook hat WLAN an Board.
  - z.B. Ubiquiti NanoStation5 oder Mikrotik RB411 plus WLAN-Karte deutlich unter 100€

# ..Hardware..

- Beispiel: mitgebrachte Ubiquiti NS M5
  - alles integriert in einer Box
    - Mini-PCI WLAN-Karte
    - Hauptlatine
    - 16dBi Sektorantenne mit Öffnungswinkel  $< 60^\circ$
    - Ethernet (inkl. Stromversorgung) rein, HF raus
    - Keine Kabelverluste zur Antenne
    - Etwa 12W ERP bei ca. 5W Leistungsaufnahme

# ..Hardware

- Geringe Stromaufnahme
  - z.B. Routerboard RB455G 5W Leistungsaufnahme
    - Moderne Stromspartechniken kauft man praktisch mit
  - wichtig auf DFMG Standorten
  - Solarzellen-Betrieb möglich. Langer Betrieb an USV / Batterie.
    - Interessant für Notfunk-Kommunikation

# Beispiel eines Digipeaters

- Bestandteile
  - Routerboard
    - LAN/Ethernet → Board → WLAN
    - ggf. mit Routingprotokollfähigkeit, insbes. bei Betrieb an der AS-Grenze (eBGP)
    - Innerhalb des AS:
      - iBGP, OSPF, statische Route (bei Endpunkt einer Linkstrecke noch akzeptabel)
      - Bridgeing / STP, ..
  - MiniPCI WLAN Karte
  - Montage direkt an der Antenne
    - praktisch kein Dämpfungsverlust  
(wichtig bei diesen hohen Frequenzen)



# Ist das noch Amateurfunk?..

- Erlaubnis zum Selberbau ist Alleinstellungsmerkmal des Amateurfunks
  - Technik ist SDR und SMD-Bauweise. Am TRX der WLAN-Karte kann man im Prinzip nichts ändern
  - Es bleiben dennoch eine Vielzahl von Möglichkeiten: Lernen / Expertenwissen entwickeln, Forschung, Experimentieren.
    - Antennentechnik (Selberbau möglich)
    - Berechnungen (Funkstrecke; Statik Antennen; Stromaufnahme; ..)
    - PA für TX (muß hochlinear sein); RX-Amplifier.

# ..Ist das noch Amateurfunk?..

- Hintergrund: Modulationsart OFDM.  
52 x-PSK oder 16-QAM modulierte orthogonal zueinander stehende Träger in 20 MHz Spektrum
- Mischer / Konverter
  - um auf noch höheren Bändern QRV werden
  - zum Messen heruntermischen auf niedrigere Frequenzen auf denen man noch messen kann
- Preiswerte Meßtechnik zum Selberbau entwickeln
- Eigenentwicklung von Hochgeschwindigkeits-TRX ist überdies nicht ausgeschlossen
- Entwicklung von Hochgeschwindigkeits-Zugangstechniken für Endnutzer auf tieferen Frequenzen oder z.B. über ein Mesh-Netzwerk

# ..Ist das noch Amateurfunk?

- Integration des bestehenden PR-Netzes (softwaretechnische Herausforderungen).
  - Ggf. ist 76k8 AX.25 auf 70cm ein guter Zwischenschritt. Das kann man noch relativ preiswert selber bauen
- Integration anderen von Betriebsmodi des AFU
- Zusammen Bauen – im Team
- Tellerrand: Lernen und verstehen von IP-Routing / Netzwerken, die weit über das Experimentierfeld des heimischen LANs hinausgehen
- Wir betreiben eigene Infrastruktur, jenseits von kostenpflichtigem DSL (für z.B. EchoLink Zugänge) auf unseren Frequenzen

# Was bietet das neue Netz?..

- Alles was schon bereits im PR Netz existierte
  - Da das Internet im Laufe der Jahre immer mehr Verbreitung fand, ist alle in PR eingesetzte Software auch IP-fähig geworden
    - BBS, convers, DX-Cluster, Funkruf, usw. sind nach wie vor nutzbar
    - APRS: Transport von auf der 2m Frequenz 144.800 eingesammelten APRS-Daten
    - APRS-Zugang im HAMNET
  - AX.25 Zugang mit bestehender PR-Nutzer-Software ins „alte PR-Netz“ ist möglich

# ..Was bietet das neue Netz?..

- Alternativrouting bestehender PR-Linkstrecken durch das HAMNET
  - Parallelbetrieb
  - Nichts wird „abgeschaltet“
    - keine Investitionskosten für bestehende Nutzer - solange sie keine Multimedia-Dienste verwenden möchten, die hohe Datenraten erfordern.
- Interkonnektivität zwischen den beiden Netzen
  - AX.25 PR-Knoten via HAMNET erreichbar
  - AX.25 IP Nutzer können HAMNET IP Dienste erreichen
  - Die bestehenden IP-Zuweisungen des alten DL-PR-Netzes 44.130/16 werden nicht angetastet

# ..Was bietet das neue Netz?..

- Viele Anwendungen unserer modernen Zeit sind digital geworden. HAMNET kann sie transportieren und zwischen ihnen vermitteln
  - Sprachrelaisvernetzung; Integration von EchoLink, IRLP, Asterisk-RPTR; D-STAR (digitale Sprache)
    - Audio/Video-Übertragung
      - H.323, SIP
      - Potential für Eigenentwicklungen
  - ATV wurde digital (D-ATV). MPEG-TS läßt sich übertragen. Z.B. als ATV-Relais-Broadcast ins HAMNET und zurück.
    - Preiswertes „Reinschmecken“ in die Betriebsart mittels Computer und WebCam

# ..Was bietet das neue Netz?

- WebSDR – Amateurfunkbänder der Kurzwelle im Webbrowser anklickbar
  - Interessant bei RX-Störungen zu Hause, oder wenn schlechte Antennensituation zu Hause
- Fernbedienter KW-TRX oder Satellitenfunk (z.B. an Clubstation) ist möglich
- Der Phantasie sind keine Grenzen gesetzt
  - wir stehen erst am Anfang
  - unsere digitale Welt entwickelt sich rasend schnell weiter:
    - Was kommt morgen?
    - Was will man übermorgen nicht mehr missen?

# Situation in Berlin..

- Test-Messung DB0BLO <> DB0ZEH (13.3.2010)
  - Hochhaus Hohenschönhausen JO62RM nach Hoher Timpberg Bismarckturm JO62PW
  - Distanz 49km. 38W ERP. 14dB SNR.
  - Test1: 5 MHz Bandbreite. Bitrate fix 1.5 MBit. Effektive Datenrate 800kBit.
  - Test2: 10 MHz Bandbreite. Autom. Bitratenanpassung 3-27MBit. Effektive Datenrate 3 MBit.
  - H.323 Audio/Videoübertragung mit Webcam. Während des gesamten Tests stabil.



# ..Situation in Berlin

- Es gibt Fotos / Video-Mitschnitt
- SysOp-Treffen im März 2010
- Ausbaustufen für Linkstrecken sind geplant
  - DB0BLO DB0AVH
  - DB0BLO DB0FUZ DB0FEZ
  - DB0BLO DB0ZEH
- André DL7UAZ koordiniert



Vielen Dank für Euer Interesse.

Wir haben noch Zeit für  
Fragen,  
Anregungen  
und Diskussion

vy 73 de Thomas dl9sau