



## Einführung in HAMNET Datennetz für HAMs

Holger Riethmüller DL8SCU





# HAMNET Übersicht

---

- Highspeed **A**mateurradio **M**ultimedia **NET**work
- Ein Netz für viele Betriebsarten
- Ein vom Internet unabhängiges Datennetz
- Technisch basierend auf
  - Internet Protokoll (IP)
  - WLAN Hardware

Kein Internet Zugangnetz!

# Datennetz für HAMs...

- Packet Radio – das Datennetz im Amateurfunk
- Boom Anfang der 90er Jahre
- wenig Innovation nach 1997
- Siegeszug des Internet !  
Löst PR bei vielen OMs ab.





# HAMNET Geschichte

---

- Erste Projekte in **OE** ab 2005, ab 2008 als „HAMNET“.  
Genehmigungen werden erteilt
- DL Start im Herbst 2009 bei der Interradio
- Genehmigung als "Experimentalfunkstelle"

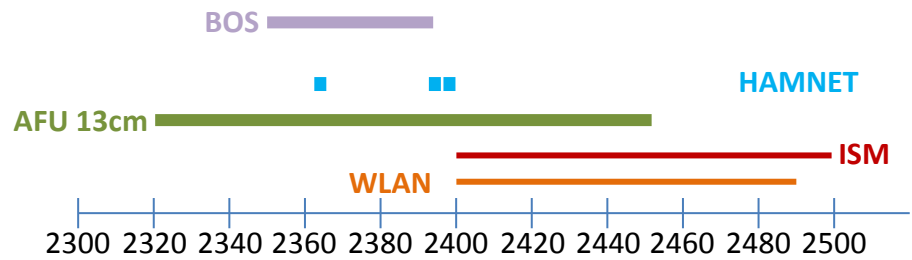
# REGULATORISCHE GRUNDLAGEN



# Frequenzen

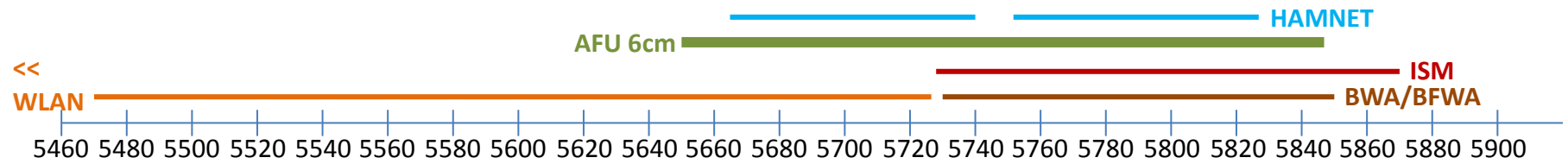
- Freigabe von Frequenzen im **13/9/6/3cm** Band

(Primär-Nutzer nicht eingezeichnet, außer BOS)



**13cm Frequenzen:**  
2362\*, 2392, 2397 MHz, **5MHz Bandbreite**

**6cm Frequenzen:**  
5675, 5685, 5695, 5705, 5715, 5725,  
5735, 5745, (5755), 5775, 5785, 5795,  
5805, 5815, 5825 MHz, **10MHz Bandbreite**





# HAMNET Knoten

---

- Benötigt einen regulären Antrag für eine automatische Station
- Aktuelle Bearbeitungszeit ca. 3-4 Monate
- Leistungsbeschränkung auf 15 W ERP (ca. 44dBm EIRP)
- In DL max. Bandbreite 10MHz (außer ATV)
- Koordination mit Primärnutzern



# HAMNET Benutzer

---

- Kein unbemannter Betrieb
- 13cm/6cm – nicht für Inhaber der Klasse E :-(  
(Klasse E erlaubt: ...70cm, 3cm)





# Weitere Auflagen

---

- Identifizierung / Rufzeichenaussendung:
  - SSID nur begrenzt möglich (AP)
  - MAC Adress-Kodierung
  - Bevorzugt: Neighbour Discovery Protocol (bekanntes Protokoll = offene Sprache)
- Keine Verschlüsselung erlaubt



# Lizenzfreier Betrieb

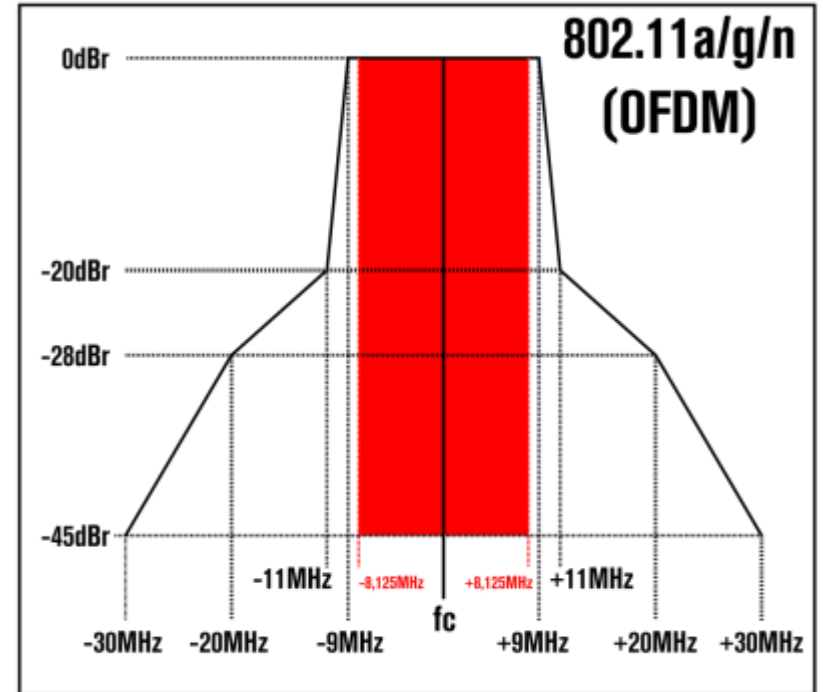
---

- 2 GHz: max. 100mW EIRP Outdoor
- 5 GHz: max. 1000mW EIRP Outdoor (DFS, TPC)
  - 30dBm ggü. 44 dBm => 14 dB „Vorteil“ für AFU
- aber:
  - keine langwierige Lizenzierung (und u.U. Kosten)
  - keine Inhaltsbeschränkungen (Verschlüsselung!)
  - Größere Bandbreiten / Übertragungsraten
  - Mehr Frequenzen

# TECHNIK

# Bandbreite

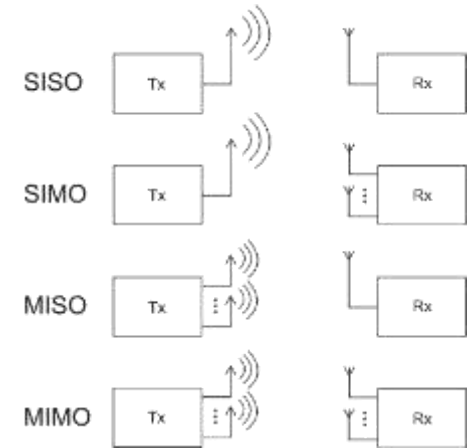
- Bandbreite:
  - WLAN 20/40 MHz  
(802.11ac: 80/160MHz)
  - **HAMNET 5/10 MHz** ->  
spezielle HW bzw. Treiber  
erforderlich
- Probleme mit Nachbarkanalnutzung  
bei HAMNET Knoten



Bildquelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:SpectralMasks802.11abgn-de.svg>

# MIMO

- MIMO – Multiple In Multiple Out
  - Nutzung mehrerer Sendempfangsantennen (eine Frequenz)
  - Mehrere räumlich getrennte Signale
  - Verbessert die Zuverlässigkeit bei Mehrwegeempfang
  - Erhöht die Datenrate bei guter Entkopplung  
=> H+V Polarisation



Bildquelle: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/Prinzip\\_MIMO.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/Prinzip_MIMO.png)



# Datenraten

Faktor >10 !

- Modulationsart wird entsprechend dem Signal-Rausch-Verhältnis ausgewählt  
=> **Datenrate hängt vom SNR ab**
- Effektive Datenrate ca. 50%
- Datenrate spiegelt eine „Kanal-Kapazität“ wieder (simplex) – WLAN = halb-duplex
- Linkstrecken mit 10MHz Bandbreite und gutem SNIR sollten >10Mbps effektiv erreichen

MCS index	Spatial streams	Modulation type	Coding rate	Data rate (Mbit/s)		Min. Signal Level (Ca.)
				5 MHz ch.	10 MHz ch.	
0	1	<a href="#">BPSK</a>	1/2	1.5-1.8	3.3-3.6	-89
1	1	<a href="#">QPSK</a>	1/2	3.0-3.6	6.5-7.2	-86
2	1	<a href="#">QPSK</a>	3/4	4.5-5.4	9.8-10.8	-83
3	1	<a href="#">16-QAM</a>	1/2	6.0-7.2	13.0-14.4	-80
4	1	<a href="#">16-QAM</a>	3/4	9.0-10.8	19.5-21.7	-77
5	1	<a href="#">64-QAM</a>	2/3	12.0-14.4	26.0-28.9	-74
6	1	<a href="#">64-QAM</a>	3/4	13.5-16.3	29.3-32.5	-71
7	1	<a href="#">64-QAM</a>	5/6	15.0- <b>18.0</b>	32.5- <b>36.1</b>	-68
8	2	<a href="#">BPSK</a>	1/2	3.0-3.6	6.5-7.2	-89
9	2	<a href="#">QPSK</a>	1/2	6.0-7.2	13.0-14.4	-86
10	2	<a href="#">QPSK</a>	3/4	9.0-10.8	19.5-21.7	-83
11	2	<a href="#">16-QAM</a>	1/2	12.0-14.4	26.0-28.9	-80
12	2	<a href="#">16-QAM</a>	3/4	18.0-21.7	39.0-43.3	-77
13	2	<a href="#">64-QAM</a>	2/3	24.0-28.9	52.0-57.8	-74
14	2	<a href="#">64-QAM</a>	3/4	27.0-32.5	58.5-65.0	-71
15	2	<a href="#">64-QAM</a>	5/6	30.0- <b>36.1</b>	65.0- <b>72.2</b>	-68

# Kanalzugriff

- CSMA/CA:  
carrier sense **m**ultiple **a**ccess/**c**ollision  
**a**voidance
- Erst Hören ob QRG frei, dann Senden
- (RTS/CTS) Mechanismus um  
Kollisionswahrscheinlichkeit zu  
reduzieren
- Zeitbasierender Kanalzugriff (TDMA) für  
Zugangsknoten:
  - airMax(Ubiquiti)
  - NV2 (Mikrotik)



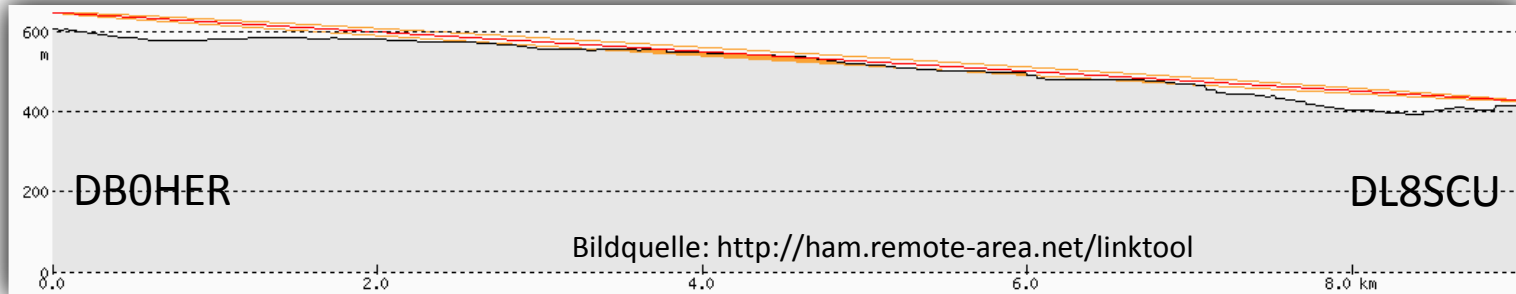
*TDMA Protokolle sind proprietär!  
Equipment unterschiedlicher Hersteller  
funktionieren nicht miteinander*

Bildquelle: <http://www.ubnt.com>



# Ausbreitungsbedingungen

- Sinnvoller Betrieb erfordert Sichtverbindung



- Streckendämpfung:

Entfernung (km)	Frequenz	Dämpfung (dB)	Frequenz	Dämpfung (dB)
1	2392	100.02	5800	107.72
5	2392	114.00	5800	121.70
10	2392	120.02	5800	127.72
20	2392	126.04	5800	133.74
30	2392	129.57	5800	137.26
60	2392	135.59	5800	143.28



# Antennen

- Spiegel
- Panel
- Rundstrahler
- Sektor
- Eingebaut in TRX
- Hinweis: Angaben sind häufig nicht über den ganzen Frequenzbereich gültig



Gain: 30dBi (60cm)



Gain: 23dBi (35cm)



Gain: 13dBi (80cm)



Gain: 16dBi (15cm)

Bildquelle: <http://www.ubnt.com>

Bildquelle: <http://www.mars-antennas.com>

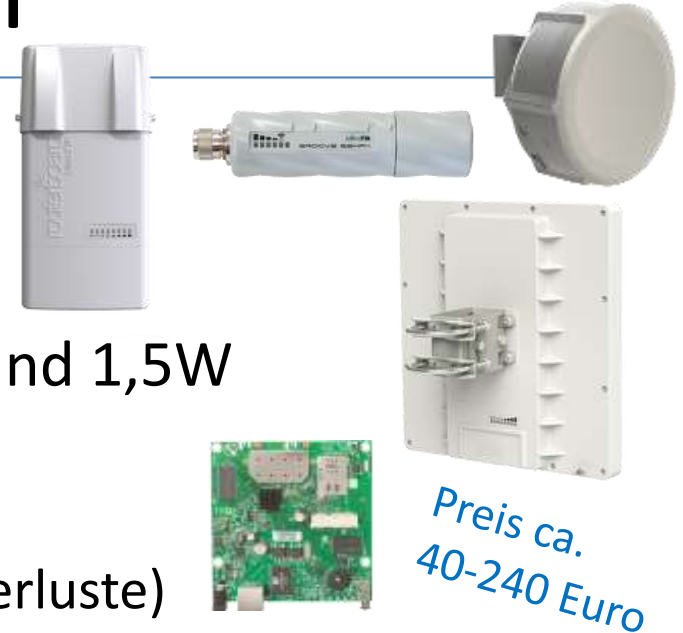
Bildquelle: <http://www.ubnt.com>

Bildquelle:  
<http://routerboard.com>

Gain@5GHz

# Transceiver

- Die zwei wichtigsten Hersteller sind
  - Mikrotik
  - Ubiquiti
- Ausgangsleistung zwischen 200mW und 1,5W
  - Auch abhängig von Modulationsart!
- Verschiedene Bauformen:
  - Mit eingebauter Antenne (geringere Verluste)
  - Antennenbuchse (Möglichkeit für Filter, freie Antennenwahl)  
Anschluss: N, RP-SMA (intern: MMCX, u.FI)
- Stromverbrauch typ. < 10W, über PoE (Power over Ethernet)



Preis ca.  
40-240 Euro



# Transceiver Bedienung

- Web Browser (MT&Ubnt)
- Kommandozeile (telnet, ssh)
- Winbox (Mikrotik)
- The Dude



The screenshot displays the WebFig v6.20 configuration page for a wireless network. The browser address bar shows 192.168.88.1/webfig/. The interface is divided into several sections:

- Info:** Shows WLAN MAC Address (4C:5E:0C:79:43:07) and LAN MAC Address (4C:5E:0C:79:43:06).
- Wireless:** Shows Status (connected to ess), AP MAC (4C:5E:0C:51:06:E6), Network Name (HAMNET-DBDHER), Tx/Rx Signal Strength (-81/-78 dBm), Tx/Rx CCQ (5/30 %), Signal To Noise (39 dB), and Wireless Protocol (nv2).
- Configuration:** Shows Mode (Router selected, Bridge unselected) and Address Acquisition (Static unselected, Automatic selected, PPPoE unselected).
- Wireless Network:** Shows IP Address (44.225.97.23), Netmask (255.255.255.240 (/28)), Gateway (44.225.97.17), Upload (unlimited) and Download (unlimited) rates in bits/s.
- Local Network:** Shows IP Address (192.168.88.1), Netmask (255.255.255.0 (/24)), DHCP Server (checked), and DHCP Server Range (192.168.88.10-192.168.88).
- NAT:** Shows NAT (checked).

At the bottom, there is a signal strength graph showing Rx Signal (curr: -73 dB, avg: -78 dB, max: -77 dB) and Tx Signal (curr: -81 dB, avg: -81 dB, max: 0 dB).



# IP Adressen und DNS

---

- **IPv4** Adressbereich reserviert für Amateurfunk 44.0.0.0/8
- Für DL:
  - 44.130.0.0/16 Historisch (zu klein für HAMNET Ausbau)
  - 44.224.0.0/16 HAMNET Backbone (+Reserve)
  - 44.225.0.0/16 HAMNET Benutzer/Dienste
- DNS domain „.ampr.org“
  - z.B. db0tv.ampr.org
  - z.B. router.db0her.as64644.de.ampr.org
- Adresszuweisung an Nutzer per DHCP oder statisch



# HAMNET Routing

---

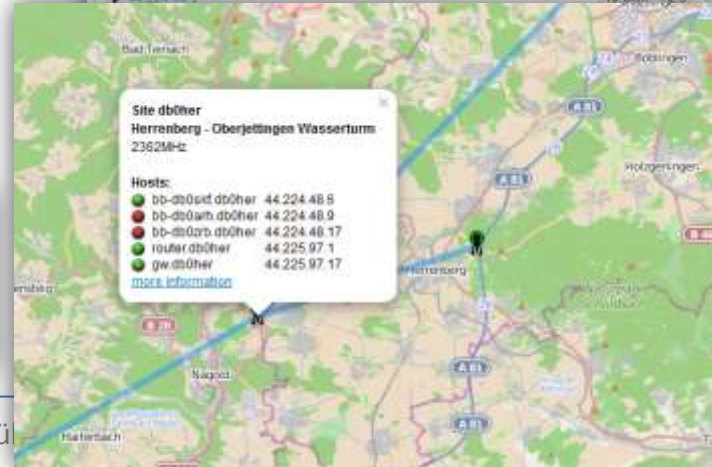
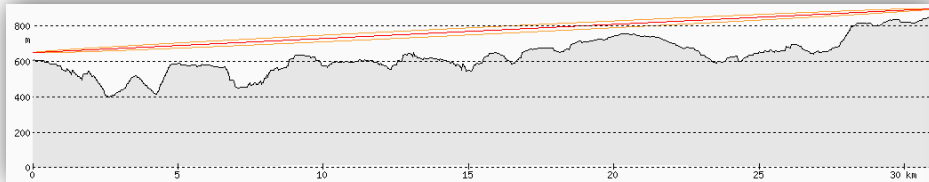
- HAMNET besteht aus vielen „kleinen“ Netzen
- Austausch von Erreichbarkeitsdaten mittels Routingprotokollen
  - Zwischen Regionen eBGP
  - Innerhalb einer Region iBGP (OSPF,...)
  - Regionen entsprechen etwa DARC Distriktsgrenzen



# HAMNETDB

- <http://hamnetdb.net/>
- Planungstool für Sysop's und Informationsquelle für Nutzer
- IP Planungstool

The screenshot shows the website interface for hamnetdb.net. The main content area displays details for the site 'db0her (Herrenberg - Oberjettingen Wasserturm)'. It includes coordinates (48.575502, 8.754206), elevation (42 m), and maintainer 'dl8scu'. Below this, there are sections for 'Backbone-Netzwerk' showing connections to other sites like 'db0krl (Freudenstadt)' and 'db0ash (Herrenberg - Alter Rain)'. A search bar at the top allows filtering by AS (currently set to 'All').



# ANWENDUNGEN



# Anwendungen

---

- Vernetzung automatischer Stationen
  - ATV Umsetzer
  - Digitale Sprach Relais (D-STAR, DMR, ...)
  - Analoge Sprach Relais (Echolink, IRLP)
  - APRS Weiterleitung
  - Fernsteuern
  - Ersetzt Packet Radio Linkstrecken
- Benutzer benötigt keinen HAMNET Zugang





# Anwendungen

- Standard Benutzerinterface: PC mit Browser
- Video Software für ATV, z.B. vlc
- Anwendungen:
  - ATV, PR, Mailbox, Spache, (web-) SDR, DX-Cluster, ...

The screenshot shows a web browser displaying the website for DB0TV Ennepetal-Voerde JO31QH. The page features a navigation menu with links for 'Aktuell', 'APRS', 'Chat', 'Mail', 'Forum', 'WebTV', 'Jingles', 'Downloads', 'Standort', 'Dienste', 'Links', and 'Impressum'. The main content area is titled 'Herzlich Willkommen ...' and includes a welcome message. Below this, there are four video feeds labeled 'NET1 HAMNET-Port: 9000', 'NET2 HAMNET-Port: 9010', 'NET3 HAMNET-Port: 9020', and 'NET4 HAMNET-Port: 9030'. The website also has a sidebar with sections for 'ATV', 'HAMNET', 'Aktuell', 'Status', and 'Unsere Besucher'.



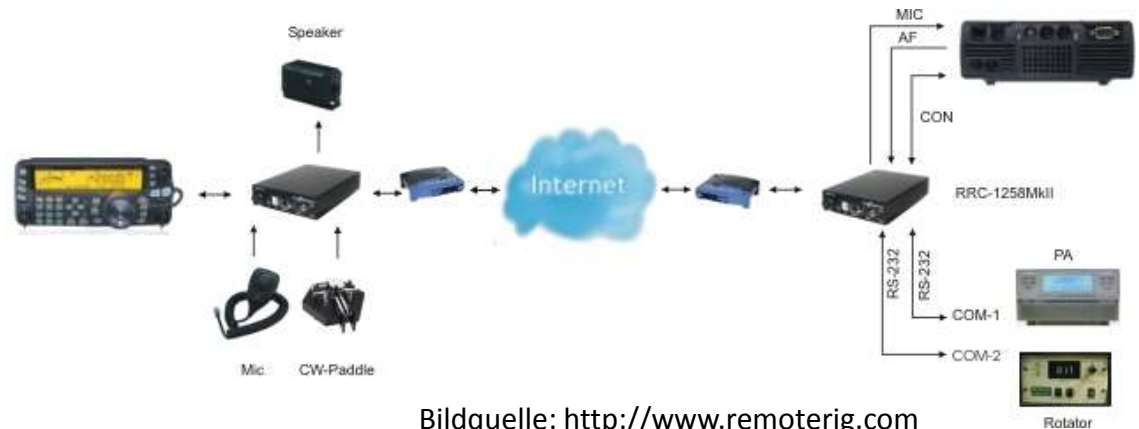
# <http://www.amateurfunk-wiki.de/index.php/Serviceverzeichnis>

---

- **Inhaltsverzeichnis**
- [1 APRS](#)
  - [1.1 APRS IS Server](#)
  - [1.2 APRS Digis](#)
- [2 ADSB](#)
  - [2.1 WebInterface](#)
  - [2.2 BEAST](#)
- [3 BBS \(Mailboxen\)](#)
- [4 Ansi Mailboxen](#)
- [5 WinLink 2000](#)
  - [5.1 RMS](#)
  - [5.2 CMS](#)
- [6 Chat](#)
- [7 Convers/WConvers](#)
- [8 D-Star](#)
  - [8.1 D-RATS](#)
- [9 DX-Cluster](#)
- [10 E-Mail](#)
- [11 Forum](#)
- [12 Funkruf](#)
- [13 Instant Messenger](#)
- [14 Suchmaschinen](#)
- [15 Webserver](#)
  - [15.1 Deutschland](#)
  - [15.2 Österreich](#)
- [16 WebSDR](#)
  - [16.1 Deutschland](#)
  - [16.2 Österreich](#)
- [17 Webcams und Wetterdaten](#)
- [18 Sprachkonferenz](#)
- [19 Telefonie - VoiceoverIP](#)
- [20 Videokonferenz](#)
- [21 Karten](#)
- [22 QRZ](#)
- [23 Netzdienste](#)
  - [23.1 DNS](#)
    - [23.1.1 Lokale DNS-Server](#)
  - [23.2 NTP](#)
  - [23.3 WHOIS](#)

# Anwendung: Remote-TRX

- Nutzung einer (Club-) Station über HAMNET (z.B. hilfreich wenn keine Kurzwellenantennen aufgestellt werden können)
- Mittels PC (z.B. auf Basis von HamRadioDeluxe)
- Mittels Bedienteil und Remote-Rig





Bildquelle: <http://www.remoterig.com>

# DER EINSTIEG INS HAMNET



# Was benötige ich zum Einstieg?

- Sichtverbindung oder Portabelbetrieb 
  - Transceiver + Antenne (oder Combo) 
  - TRX Konfiguration (HAMNET Parameter, Call)
  - (u.U. Freischaltung am Digi)
  - Optional: Einbindung ins Heimnetz
- Achtung: Nutzung nur durch lizenzierte HAMs!

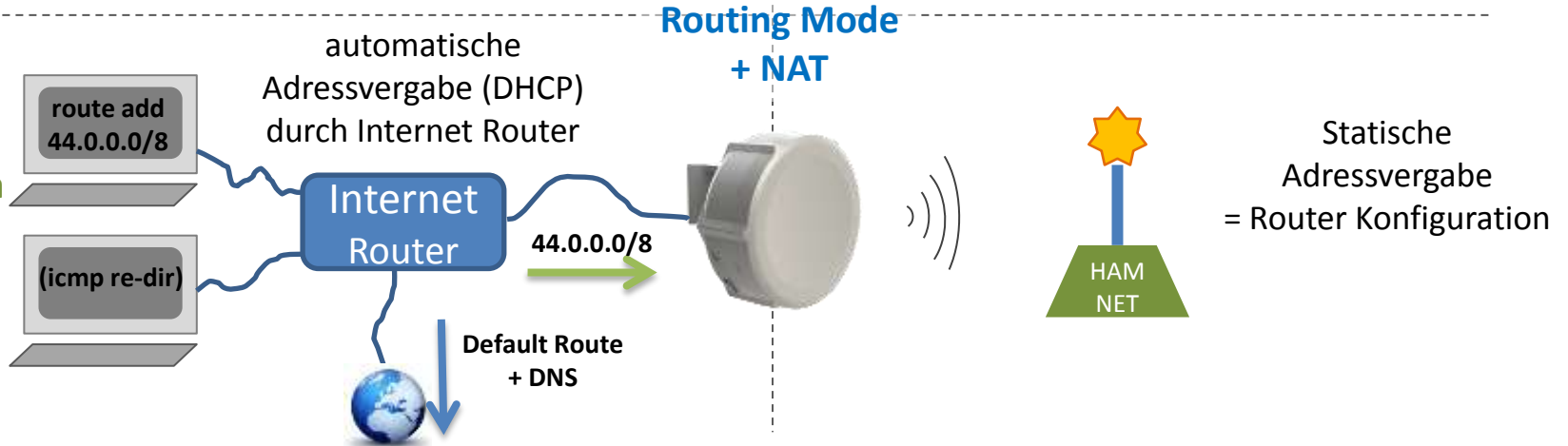


# Benutzer Equipment Konfiguration

HAMNET  
exklusiv



Heim-Netz  
Integration  
mit  
Internet



# AUSBLICK



# Ausblick

---

- Wir stehen am Anfang von HAMNET...
- Bietet viel Spielraum zum Basteln (z.B. Antennen)
- IP Know-how welches heute in vielen Berufen wertvoll ist
- Steigert Attraktivität des Amateurfunk für Jugendliche
  
- Was fehlt:
  - Zugang für niedrigere Frequenzen, non-LOS
  - Engmaschigeres Netz
  - Routing Protokoll was auch Link Parameter berücksichtigt
  - Mehr Nutzer !



**WEITERE INFORMATIONEN UNTER**



# Mailing Liste: “HAMNET P”

- Hamnet Mailingliste für User und Interessierte  
[http://lists.darc.de/mailman/listinfo/hamnet\\_p](http://lists.darc.de/mailman/listinfo/hamnet_p)

Hallo willkommen bei der Hamnet Mailingliste für den Distrikt P - Württemberg

Die Liste dient dem Austausch von allgemeinen Informationen zum Thema Hamnet im Distrikt P und als Anlaufstelle für User und Ihre Probleme.

Bitte tragt beim Anmelden Rufzeichen und Vornamen ein. Nur dann erfolgt die Freischaltung.

Ansonsten freuen sich die User ueber eine kurze Vorstellung.

73, Ralf DL9SK und Steffen DL5SFI  
Hamnetkoordination Distrikt P - Region Stuttgart



# Link Liste

---

- HAMNET Service Verzeichnis:
  - <http://www.amateurfunk-wiki.de/index.php/Serviceverzeichnis>
- Vorträge:
  - <http://www.de.ampr.org/downloads>
  - <http://tapr.org/pdf/DCC2014-TheEuropeanHAMNET-DG8NGN.pdf>
- Equipment:
  - <http://routerboard.com>
  - <http://www.ubnt.com>
  - <http://www.mars-antennas.com>
- IP Koordination DL:
  - <http://www.de.ampr.org/>

DBØHER

73



...and thanks for listening

