

# Packet Radio im Amateurfunk

## Technik, Begriffe, Möglichkeiten



## **Inhaltsverzeichnis**

Packet Radio im Amateurfunk	1
<b>1. WAS IST PACKET RADIO ?</b>	<b>3</b>
<b>2. WAS KANN MAN MACHEN ?</b>	<b>4</b>
2.1. Chat	4
2.2. Mailbox	4
2.3. Convers	6
2.4. DX-Cluster	7
2.5. Funkruf	7
2.6. APRS	9
2.7. HAMWeb	11
<b>3. WAS BRAUCHE ICH DAZU ?</b>	<b>12</b>
3.1. Funkgerät	12
3.2. Modem	12
3.3. TNC	13
3.4. Software	14
<b>4. WIE FUNKTIONIERT ES ?</b>	<b>15</b>
4.1. AFSK	15
4.2. FSK	15
<b>5. PACKET RADIO NETZ</b>	<b>15</b>
5.1. Digipeater	15
5.2. Netzübersicht	17
<b>6. PACKET RADIO MIT DEM LINKSYS WRT54GS</b>	<b>18</b>
6.1. Hardwareumbau	18
6.2. Software	19
<b>7. LINKS / QUELLEN</b>	<b>20</b>

## 1. Was ist Packet Radio ?

Packet Radio ist ein Verfahren zur Datenübertragung im Amateurfunk und CB-Funk. Der Name Packet Radio bedeutet, dass die Daten in kleine Pakete aufgeteilt und über Funk ausgesendet werden.

Der Begriff Packet Radio wurde Ende 1981 in Tucson (Arizona) geprägt. Eine Gruppe von Funkamateuren hatte sich zur TAPR (= Tucson Amateur Packet Radio) zusammengeschlossen und plante, ein lokales Datennetz auf Amateurfunk-Frequenzen aufzubauen. Die englische Schreibweise (Packet Radio) hat sich international durchgesetzt.

Die Geschichte von Packet Radio reicht zurück in die 1960er Jahre, als die verschiedenen Rechner der Universität von Hawaii, die auf verschiedenen Inseln standen, per Funk miteinander verbunden wurden. Bei der AMSAT trafen sich verschiedene Gruppen von Funkamateuren und legten ein Protokoll für Datenübertragung fest. Hauptzielrichtung war es, ein einheitliches Verfahren zur Datenübertragung von und zu den geplanten Amateurfunk-Satelliten (OSCAR 10) zu entwickeln. Für die Datenübertragung innerhalb der postalischen Netze war das X.25 Protokoll bereits eingeführt, bei uns war es unter der Bezeichnung 'Datex-P' gebräuchlich. So lag es nahe, auch für den Amateurfunk ein ähnliches Verfahren zu verwenden. Das erweiterte X.25 Protokoll, das alle Anforderungen für den Amateurfunkbetrieb aufweist, wurde festgelegt und AX.25 (A = Amateur) genannt.

Die TAPR entwickelte 1983 eine Rechnerkarte 'TNC1', (TNC = Terminal Node Controller), welche die Daten im AX.25 Protokoll senden und empfangen konnte. Mit der Weiterentwicklung, dem TNC2 1985, begann auch in Deutschland die schnelle Entwicklung der Betriebsart Packet Radio. Das Prinzip von Packet Radio wurde auch bei später entwickelten Betriebsarten eingesetzt, zum Beispiel APRS.

## 2. Was kann man machen ?

Mit der Betriebsart Packet Radio können Funkamateure mit ihren üblichen UKW-Funkgeräten untereinander Daten austauschen. Um die Reichweite zu erhöhen wurde ein Netz aus Relaisstationen, sog. Digipeater in privater Initiative flächendeckend in ganz Deutschland aufgebaut. Die Datenpakete werden von Digipeater zu Digipeater weitervermittelt, sodass nach und nach ein europaweites Netzwerk entstand.

Dieses Netz ermöglichte den Funkamateuren kostenlosen Austausch von privaten und persönlichen Nachrichten, lange bevor dies über das Internet allgemein üblich wurde. Gegenwärtig besteht das Packet Radio Netzwerk in Deutschland aus ca. 520 Digipeatern. Diese stellen verschiedene Services bereit, von denen einige hier beschrieben werden.

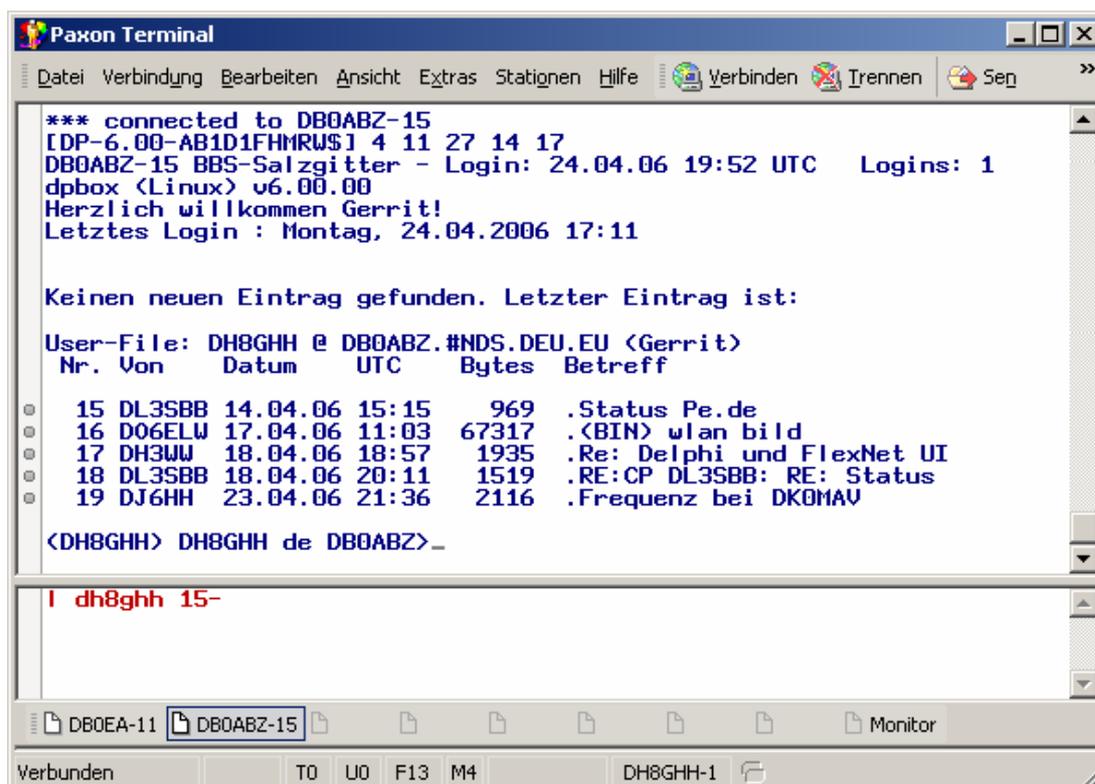
### 2.1. Chat

Die einfachste Form des Packet Radio Betriebs ist die direkte Verbindung mit einem anderen Funkamateure. Sobald die Verbindung aufgebaut ist, kann miteinander geschrieben werden oder es können Binärdateien übertragen werden.

### 2.2. Mailbox

Eine Mailbox, englisch Bulletin Board System (BBS), ist ein Rechnersystem, das zum Nachrichtenaustausch genutzt werden kann. Jeder Benutzer der Mailbox hat ein eigenes Postfach, in dem elektronische Nachrichten für ihn gespeichert und von ihm abgerufen werden können.

Beispiel eines Postfachs mit mehreren Nachrichten:

The image shows a screenshot of a Paxon Terminal window. The title bar reads 'Paxon Terminal'. The menu bar includes 'Datei', 'Verbindung', 'Bearbeiten', 'Ansicht', 'Extras', 'Stationen', 'Hilfe', 'Verbinden', 'Trennen', and 'Sep'. The main text area displays the following content:

```
*** connected to DBOABZ-15
[DP-6.00-AB1D1FHMRW$] 4 11 27 14 17
DBOABZ-15 BBS-Salzgitter - Login: 24.04.06 19:52 UTC   Logins: 1
dpbox <Linux> v6.00.00
Herzlich willkommen Gerrit!
Letztes Login : Montag, 24.04.2006 17:11

Keinen neuen Eintrag gefunden. Letzter Eintrag ist:
User-File: DH8GHH @ DBOABZ.#NDS.DEU.EU <Gerrit>
Nr. Von      Datum    UTC      Bytes  Betreff
-----
15 DL3SBB 14.04.06 15:15    969   .Status Pe.de
16 D06ELU 17.04.06 11:03  67317 .<BIN> wlan bild
17 DH3WJ 18.04.06 18:57   1935  .Re: Delphi und FlexNet UI
18 DL3SBB 18.04.06 20:11   1519  .RE:CP DL3SBB: RE: Status
19 DJ6HH 23.04.06 21:36   2116  .Frequenz bei DK0MAV

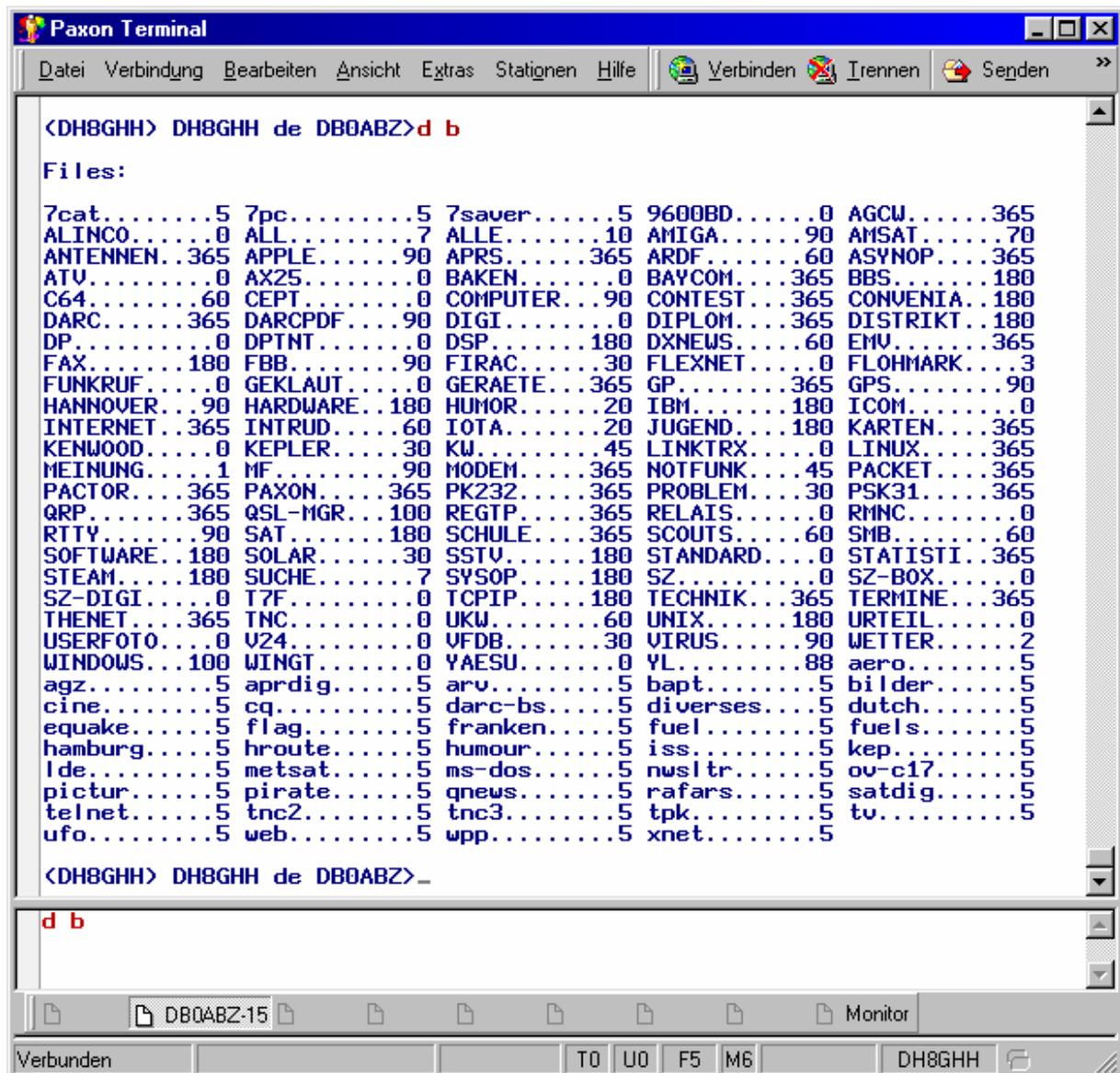
<DH8GHH> DH8GHH de DBOABZ>_
```

Below the main text area, there is a status bar showing 'I dh8ghh 15-'. At the bottom of the window, there is a taskbar with several icons, including 'DBOEA-11', 'DBOABZ-15', and 'Monitor'. The status bar at the very bottom of the terminal shows 'Verbunden' and 'TO UO F13 M4 DH8GHH-1'.

Zudem gibt es meist öffentliche Bereiche mit vielen Rubriken, in denen die Benutzer sich austauschen und diskutieren können. Die Mailboxen tauschen die Nachrichten untereinander im sogenannten „Store&Forward“ aus, so dass eine Nachricht, die in z.B. Bayern eingespielt wird, nach kurzer Zeit auch in Hamburg verfügbar ist.

Damit persönliche Nachrichten zugestellt werden können, muss jeder Benutzer seine HomeBBS angeben. Diese Angabe ist vergleichbar mit einer E-Mail-Adresse und ermöglicht den Mailboxen durch die logische Struktur der Adresse, die Nachrichten im Store&Forward an die richtige Box weiterzuleiten.

Beispiel der vorhandenen Rubriken in der Mailbox DB0ABZ:



```

<DH8GHH> DH8GHH de DB0ABZ>d b
Files:
7cat.....5 7pc.....5 7saver.....5 9600BD.....0 AGCW.....365
ALINCO.....0 ALL.....7 ALLE.....10 AMIGA.....90 AMSAT.....70
ANTENNEN..365 APPLE.....90 APRS.....365 ARDF.....60 ASYNOP...365
ATV.....0 AX25.....0 BAKEN.....0 BAYCOM...365 BBS.....180
C64.....60 CEPT.....0 COMPUTER...90 CONTEST...365 CONVENIA..180
DARC.....365 DARCPDF...90 DIGI.....0 DIPLOM...365 DISTRIKT..180
DP.....0 DPTNT.....0 DSP.....180 DXNEWS...60 EMU.....365
FAX.....180 FBB.....90 FIRAC.....30 FLEXNET...0 FLOHMARK...3
FUNKRUF...0 GEKLAUT...0 GERAETE...365 GP.....365 GPS.....90
HANNOVER..90 HARDWARE..180 HUMOR.....20 IBM.....180 ICOM.....0
INTERNET..365 INTRUD...60 IOTA.....20 JUGEND...180 KARTEN...365
KENWOOD...0 KEPLER...30 KW.....45 LINKTRX...0 LINUX...365
MEINUNG...1 MF.....90 MODEM...365 NOTFUNK...45 PACKET...365
PACTOR...365 PAXON...365 PK232...365 PROBLEM...30 PSK31...365
QRP.....365 QSL-MGR...100 REGTP...365 RELAIS...0 RMNC.....0
RTTY.....90 SAT.....180 SCHULE...365 SCOUTS...60 SMB.....60
SOFTWARE..180 SOLAR...30 SSTV...180 STANDARD...0 STATISTI..365
STEAM...180 SUCHE.....7 SYSOP...180 SZ.....0 SZ-BOX...0
SZ-DIGI...0 T7F.....0 TCP/IP...180 TECHNIK...365 TERMINE...365
THENET...365 TNC.....0 UKW.....60 UNIX...180 URTEIL...0
USERFOTO...0 V24.....0 VFDB...30 VIRUS...90 WETTER...2
WINDOWS...100 WINGT...0 YAESU...0 YL.....88 aero.....5
agz.....5 aprdig...5 arv.....5 bapt.....5 bilder.....5
cine.....5 cq.....5 darc-bs...5 diversses...5 dutch.....5
equake...5 flag.....5 franken...5 fuel.....5 fuels.....5
hamburg...5 hroute...5 humour...5 iss.....5 kep.....5
Ide.....5 metsat...5 ms-dos...5 nwsltr...5 ou-c17...5
pictur...5 pirate...5 qnews...5 rafars...5 satdig...5
telnet...5 tnc2...5 tnc3...5 tpk...5 tv.....5
ufo.....5 web.....5 wpp.....5 xnet.....5

<DH8GHH> DH8GHH de DB0ABZ>_
d b

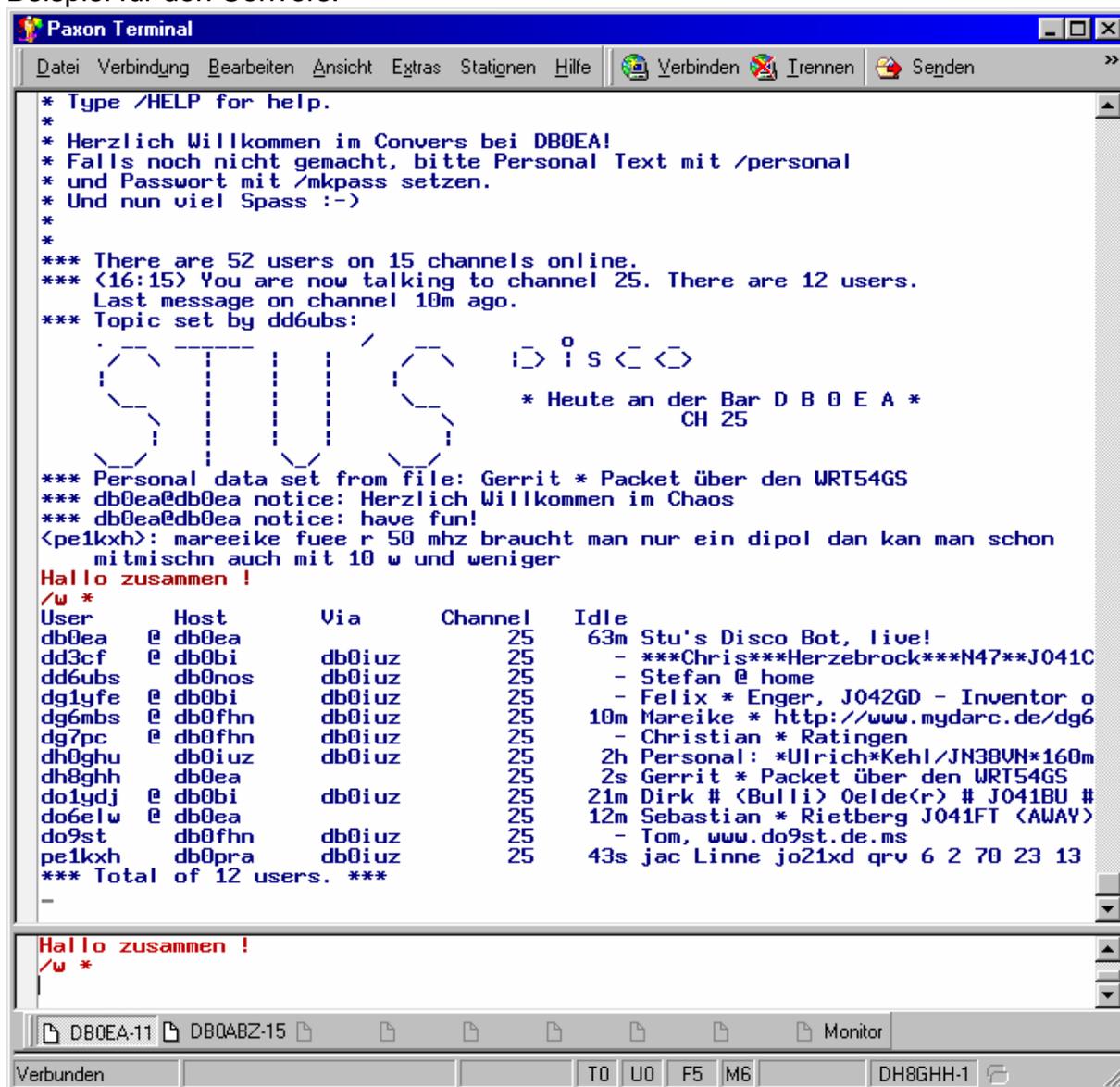
```

### 2.3. Convers

Eine weitere Anwendung ist der Convers. Er ermöglicht es mehreren Teilnehmern Gesprächsrunden aufzubauen. Schreibt dort ein User etwas, so wird diese Nachricht an alle anderen Teilnehmer der Runde ausgesandt. Zusätzlich wird das Rufzeichen vorangestellt, so dass jeder sehen kann, von wem die Nachricht kommt.

Der Convers ist in mehrere Kanäle/Räume unterteilt, in denen sich die Teilnehmer zu den unterschiedlichsten Themengruppen zusammenfinden. Spezielle Kommandos ermöglichen das Einsehen der Kanal- und Teilnehmerlisten.

Beispiel für den Convers:



```

* Type /HELP for help.
*
* Herzlich Willkommen im Convers bei DB0EA!
* Falls noch nicht gemacht, bitte Personal Text mit /personal
* und Passwort mit /mkpass setzen.
* Und nun viel Spass :->
*
*** There are 52 users on 15 channels online.
*** (16:15) You are now talking to channel 25. There are 12 users.
    Last message on channel 10m ago.
*** Topic set by dd6ubs:
    STU'S DISCO
    * Heute an der Bar D B 0 E A *
      CH 25
*** Personal data set from file: Gerrit * Packet über den WRT54GS
*** db0ea@db0ea notice: Herzlich Willkommen im Chaos
*** db0ea@db0ea notice: have fun!
<pe1kxh>: mareeike fuee r 50 mhz braucht man nur ein dipol dan kan man schon
mitnischn auch mit 10 w und weniger
Hallo zusammen !
/w *
User      Host      Via      Channel  Idle
db0ea    @ db0ea      db0iuz   25      63m Stu's Disco Bot, live!
dd3cf    @ db0bi      db0iuz   25      - ***Chris***Herzebrock***N47**J041C
dd6ubs   db0nos      db0iuz   25      - Stefan @ home
dg1yfe   @ db0bi      db0iuz   25      - Felix * Enger, J042GD - Inventor o
dg6mbs   @ db0fhn     db0iuz   25      10m Mareike * http://www.mydarc.de/dg6
dg7pc    @ db0fhn     db0iuz   25      - Christian * Ratingen
dh0ghu   db0iuz      db0iuz   25      2h Personal: *Ulrich*Kehl/JN38VN*160m
dh8ghh   db0ea       db0iuz   25      2s Gerrit * Packet über den WRT54GS
do1ydj   @ db0bi      db0iuz   25      21m Dirk # <Bulli> 0elde(r) # J041BU #
do6elw   @ db0ea      db0iuz   25      12m Sebastian * Rietberg J041FT <AWAY>
do9st    db0fhn      db0iuz   25      - Tom, www.do9st.de.ms
pe1kxh   db0pra      db0iuz   25      43s jac Linne jo21xd qrv 6 2 70 23 13
*** Total of 12 users. ***
-
Hallo zusammen !
/w *

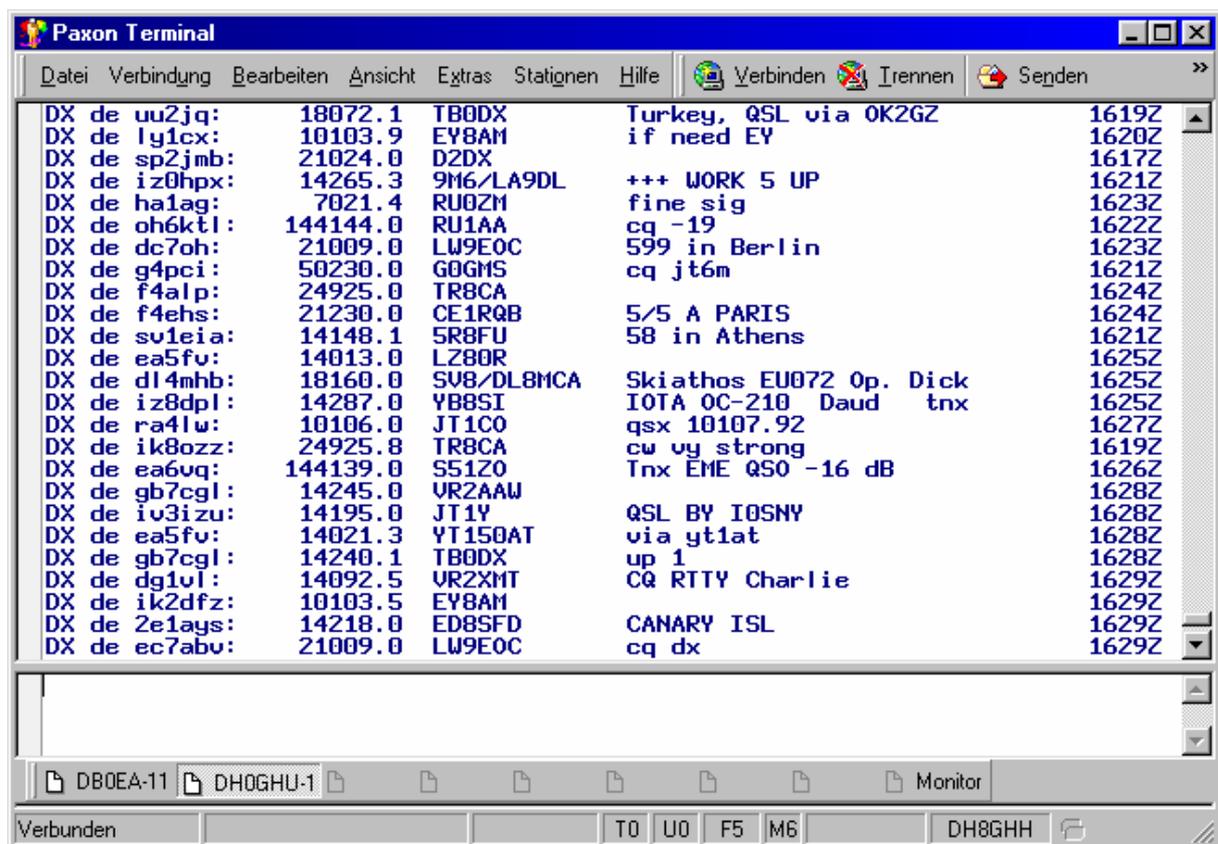
```

Erwähnenswert ist, dass sich die Teilnehmer dieser Gesprächsrunden oftmals auf überregionalen Veranstaltungen treffen um sich persönlich auszutauschen.

## 2.4. DX-Cluster

In DX-Clustern melden Funkamateure, wenn sie auf einem der verschiedenen Bänder eine seltene oder besonders interessante DX-Station gehört oder gearbeitet haben. (Dies nennt man DXen.) Diese Meldungen werden von einem DX-Cluster über das Packet Radio Netz zu anderen DX-Clustern weitergegeben und so sehr schnell weltweit verbreitet. Auch die meldenden und mitlesenden Funkamateure verbinden sich über das Packet Radio Netz mit dem DX-Cluster.

Da sehr viele Funkamateure DX-Meldungen absetzen, bekommt man schnell einen Überblick über die Ausbreitungsbedingungen, die für die DXer so wichtig sind.



Call Sign	Frequency	Station	Message	Time
DX de uu2jq:	18072.1	TB0DX	Turkey, QSL via OK2GZ	1619Z
DX de ly1cx:	10103.9	EY8AM	if need EY	1620Z
DX de sp2jmb:	21024.0	D2DX		1617Z
DX de iz0hpx:	14265.3	9M6/LA9DL	+++ WORK 5 UP	1621Z
DX de ha1ag:	7021.4	RU0ZM	fine sig	1623Z
DX de oh6kti:	144144.0	RU1AA	cq -19	1622Z
DX de dc7oh:	21009.0	LU9EOC	599 in Berlin	1623Z
DX de g4pci:	50230.0	G0GMS	cq jt6m	1621Z
DX de f4alp:	24925.0	TR8CA		1624Z
DX de f4ehs:	21230.0	CE1RQB	5/5 A PARIS	1624Z
DX de sv1eia:	14148.1	5R8FU	58 in Athens	1621Z
DX de ea5fv:	14013.0	LZ8OR		1625Z
DX de dl4mh:	18160.0	SU8/DL8MCA	Skiathos EU072 Op. Dick	1625Z
DX de iz8dpl:	14287.0	YB8SI	IOTA OC-210 Daud tnx	1625Z
DX de ra4lw:	10106.0	JT1CO	qsx 10107.92	1627Z
DX de ik8ozz:	24925.8	TR8CA	cw vy strong	1619Z
DX de ea6vq:	144139.0	S51ZO	Tnx EME QSO -16 dB	1626Z
DX de gb7cgl:	14245.0	UR2AAW		1628Z
DX de iv3izu:	14195.0	JT1Y	QSL BY I0SNY	1628Z
DX de ea5fv:	14021.3	YT150AT	via yt1at	1628Z
DX de gb7cgl:	14240.1	TB0DX	up 1	1628Z
DX de dg1vl:	14092.5	UR2XMT	CQ RTTY Charlie	1629Z
DX de ik2dfz:	10103.5	EY8AM		1629Z
DX de 2e1ays:	14218.0	ED8SFD	CANARY ISL	1629Z
DX de ec7abv:	21009.0	LU9EOC	cq dx	1629Z

In der ersten Spalte steht das Rufzeichen des meldenden Funkamateurs. Die zweite Spalte enthält die Frequenz, auf der die seltene Station gehört oder gearbeitet wurde. Danach folgen in der dritten Spalte das Rufzeichen der seltenen Station und danach weitere Bemerkungen zur DX-Station oder zur Funkverbindung. Am Ende einer Zeile wird Uhrzeit und Datum vermerkt, an dem der Funkamateur die Verbindung gemeldet hat. Die Uhrzeit wird dabei in Weltzeit (UTC) angegeben.

## 2.5. Funkruf

Der Funkruf ist entstanden aus den für den Amateurfunk modifizierten kommerziellen POCSAG Systemen. POCSAG ermöglicht die Übertragung von Daten zu einem speziell hierfür ausgelegten Mobilgerät (Pager/Piepser). Übertragen werden können (neben Tönen und Zahlen) insbesondere kurze alphanumerische Nachrichten.

Das ursprünglich unter anderem für den kommerziellen Einsatz konzipierte System hat sich mit Einführung der SMS in den Mobilfunknetzen wirtschaftlich nicht mehr gerechnet. Zahlreiche Dienstbetreiber mußten aufgrund vergleichsweise hoher Kosten und geringer Nutzerzahlen Insolvenz anmelden.

Da engagierte Funkamateure mit der eingesetzten Technik und den verwendeten Übertragungsverfahren bereits durch Packet Radio Betrieb vertraut waren, konnten sie die für den kommerziellen Einsatz wertlos gewordenen Sendeanlagen weiterverwenden und an die technischen und betrieblichen Gegebenheiten im Amateurfunk anpassen.

In gleicher Weise wurde mit den Pägern verfahren. Sehr beliebt sind beispielsweise Skyper, welche nach Tausch eines Quarzes und kurzem Neuabgleich für den Amateur-Funkruf verwendbar sind.



Der Empfang von Nachrichten über Pager ist interessant, weil auf sehr kompakte Geräte zurückgegriffen und auf die deutlich umfangreichere Ausstattung einer Packet Radio Empfangsstation verzichtet werden kann. Daher ist der Empfang von Nachrichten über Pager insbesondere im mobilen Funkbetrieb oder beispielsweise bei Contesten, die DX-Informationen benötigen, eine ideale Ergänzung.

Es können jedoch auch Wetterdaten, Informationen des OV oder Amateurfunk-Clubs oder automatisch generierter Statusmeldungen, beispielsweise von Digipeatern, Baken, Relaisstationen empfangen werden.

Neben diesen Broadcast-Informationen ist es auch möglich, persönliche Nachrichten zu versenden. Diese können beispielsweise über den Eingang von Mails in der eigenen Packet Radio Mailbox informieren oder aber eine individuelle Nachricht des Absenders enthalten.

Das Abschicken persönlicher Nachrichten erfolgt über das Packet Radio Netz.

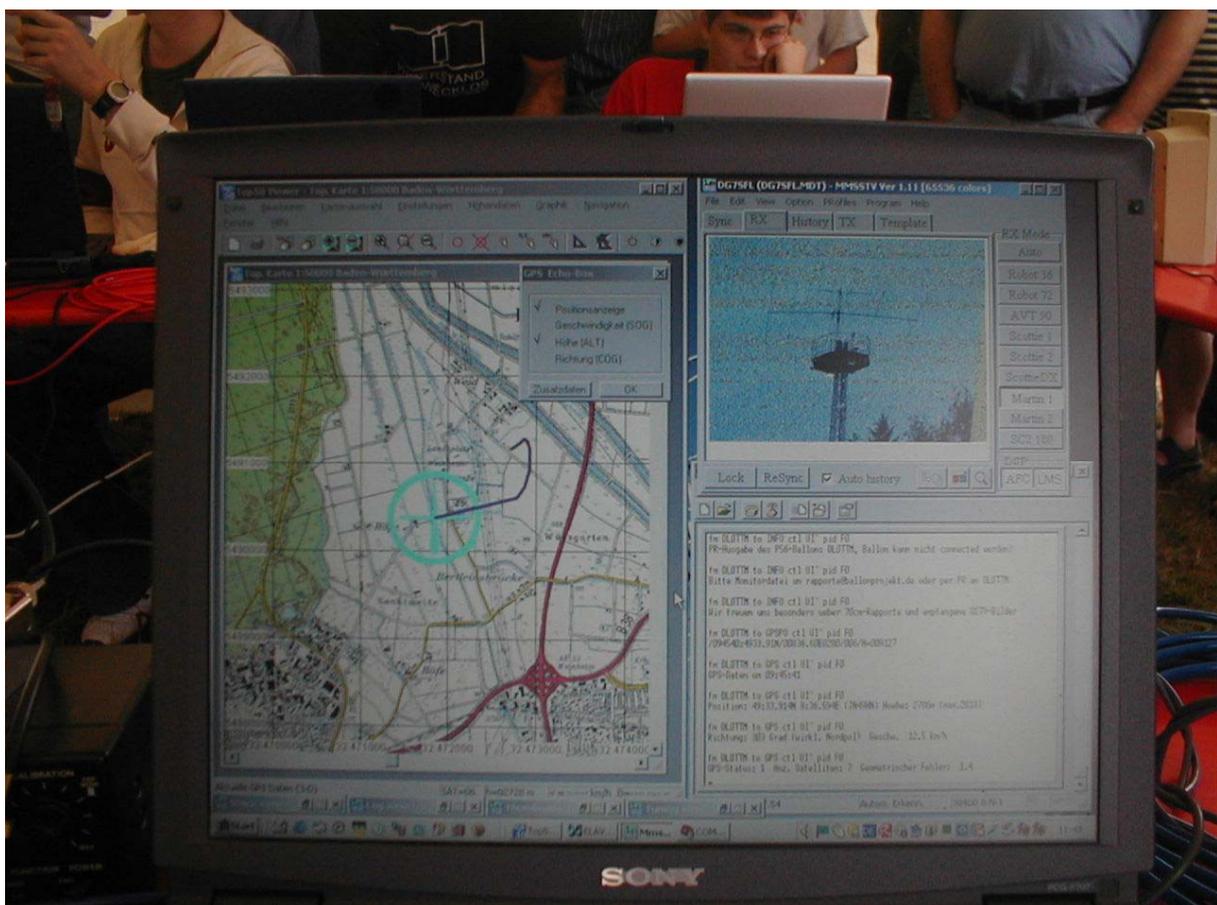
## 2.6. APRS

APRS steht für : AUTOMATIC POSITION REPORTING SYSTEM.

Dabei werden auf einer gemeinsamen Frequenz Packet Radio Datenpakete übertragen. Inhalt der Pakete können dabei Standortdaten von Fest- oder Mobilstationen, sowie Wetterdaten, Infotexte, Messwerte, Peildaten und Sonstiges sein. Mit spezieller APRS-Software ( siehe unten ) können diese Daten ausgewertet und z.B. auf einem Monitor visualisiert werden.

Weit verbreitet ist die Nutzung des Systems zur Positionsbestimmung von Fahrzeugen. Dazu werden diese mit GPS-Navigationsempfängern ausgerüstet. Der Einsatz ist selbstverständlich nicht auf Landfahrzeuge beschränkt, sondern kann auch aus allen Arten von Luft- und Wasserfahrzeugen oder auch von Personen erfolgen. In Erinnerung sind z.B. Ballonmissionen und auch Übertragungen von Standortdaten aus der leider nicht mehr existierenden Raumstation MIR.

Telemetriedatenübertragung mittels APRS während einer Ballonmission:



## Standortverfolgung von Mobilstationen:



Noch eine kleine Geschichte dazu :

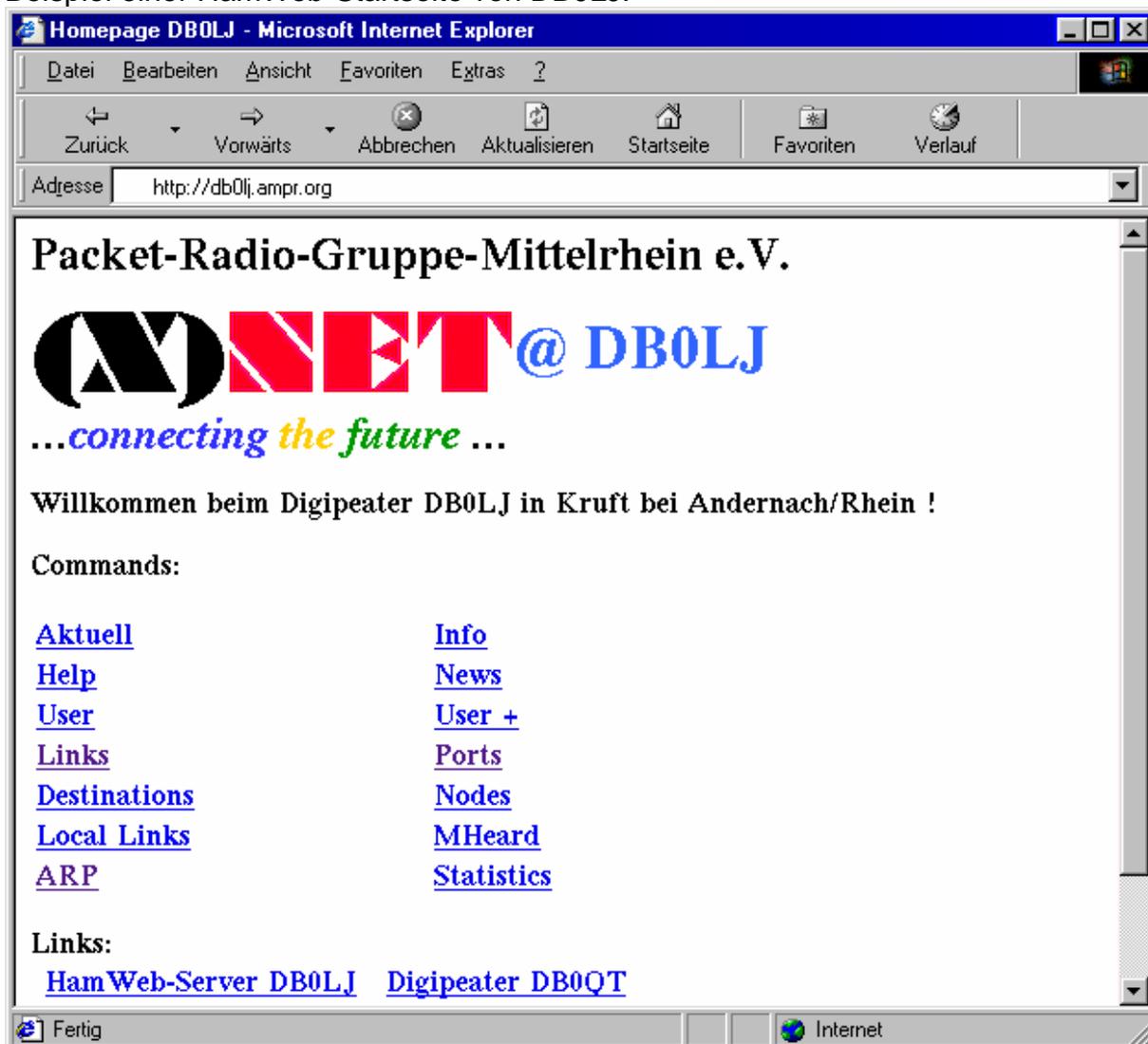
Wie eine Begebenheit aus Canada zeigt, kann APRS auch dazu beitragen, gestohlene Fahrzeuge wiederzufinden. Dem Funkamateurl Bill Guthrie, VE6OLD wurde sein Lieferwagen entwendet. Was die Diebe aber nicht wissen konnten : Die im Fahrzeug eingebaute APRS-Bake meldete über Funk in kurzen Zeitabständen die aktuellen Standortdaten. Bill begab sich nach Entdeckung des Diebstahls an seinen heimischen Computer und verfolgte die Fahrstrecke auf einer APRS-Karte. Die Polizei wurde auf die Fahrtrasse gesetzt und der jugendliche Dieb staunte nicht schlecht, als man ihn festnahm und mitteilte, welche Fahndungsmethode bei ihm angewandt worden war.

## 2.7. HAMWeb

Vor einigen Jahren fingen einige Packet Radio Freaks damit an, die vom Internet her gewohnte, komfortable WWW-Oberfläche auch aus dem Packet Radio Netz heraus zugänglich zu machen, um so auch im Packet Radio Netz mit normalen Internet-Browsern "surfen" zu können.

Diese neue Betriebsart innerhalb von Packet Radio eröffnet völlig neue Möglichkeiten das Medium zu nutzen. Man kann wie im Internet nach Informationen suchen, man kann sein E-Mail-Programm benutzen, um Nachrichten an andere User zu verschicken, einfach alles, was auch im Internet möglich ist. Der Unterschied ist: Es ist kostenlos und es wird im Rahmen des Hobbys betrieben. Wer möchte, der kann seine eigene Homepage ins Netz stellen, oder Homepages von Ortsverbänden besuchen und noch vieles mehr.

Beispiel einer HamWeb-Startseite von DB0LJ:



### 3. Was brauche ich dazu ?

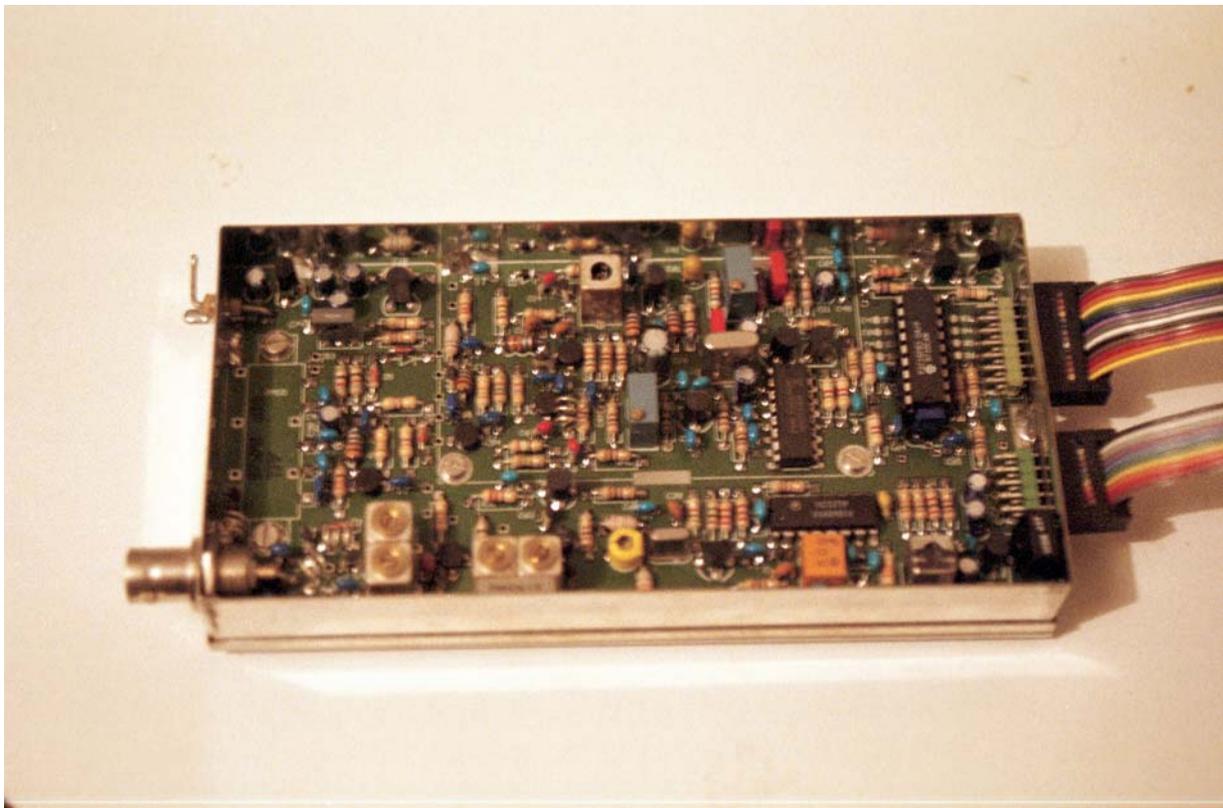
Für den Betrieb von Packet Radio benötigt man:

- Ein Packet-taugliches Funkgerät
- Ein Modem oder einen TNC
- Einen Computer mit passender Software

#### 3.1. Funkgerät

Für den Einstieg mit 1200 Baud eignet sich praktisch jedes Amateurfunkgerät an das man ein externes Mikrofon und Lautsprecher anschliessen kann.

Zum Betrieb mit 9600 Baud eignen sich Hand- und Mobilfunkgeräte in der Regel NICHT. Es gibt aber Datentransceiver wie z.B. das T7F, welche speziell für den Betrieb mit Packet Radio ausgelegt sind.



#### 3.2. Modem

Die preisgünstige Alternative zu einem TNC ist ein Modem. Es wandelt die vom PC kommenden Datensignale in Töne um, die vom Funkgerät ausgesendet werden. Im Gegensatz zum TNC ist das Modem vergleichsweise „dumm“, so dass der PC die Auswertung der Daten übernehmen muss. Heutzutage ist aber jeder haushaltsübliche PC dazu in der Lage.

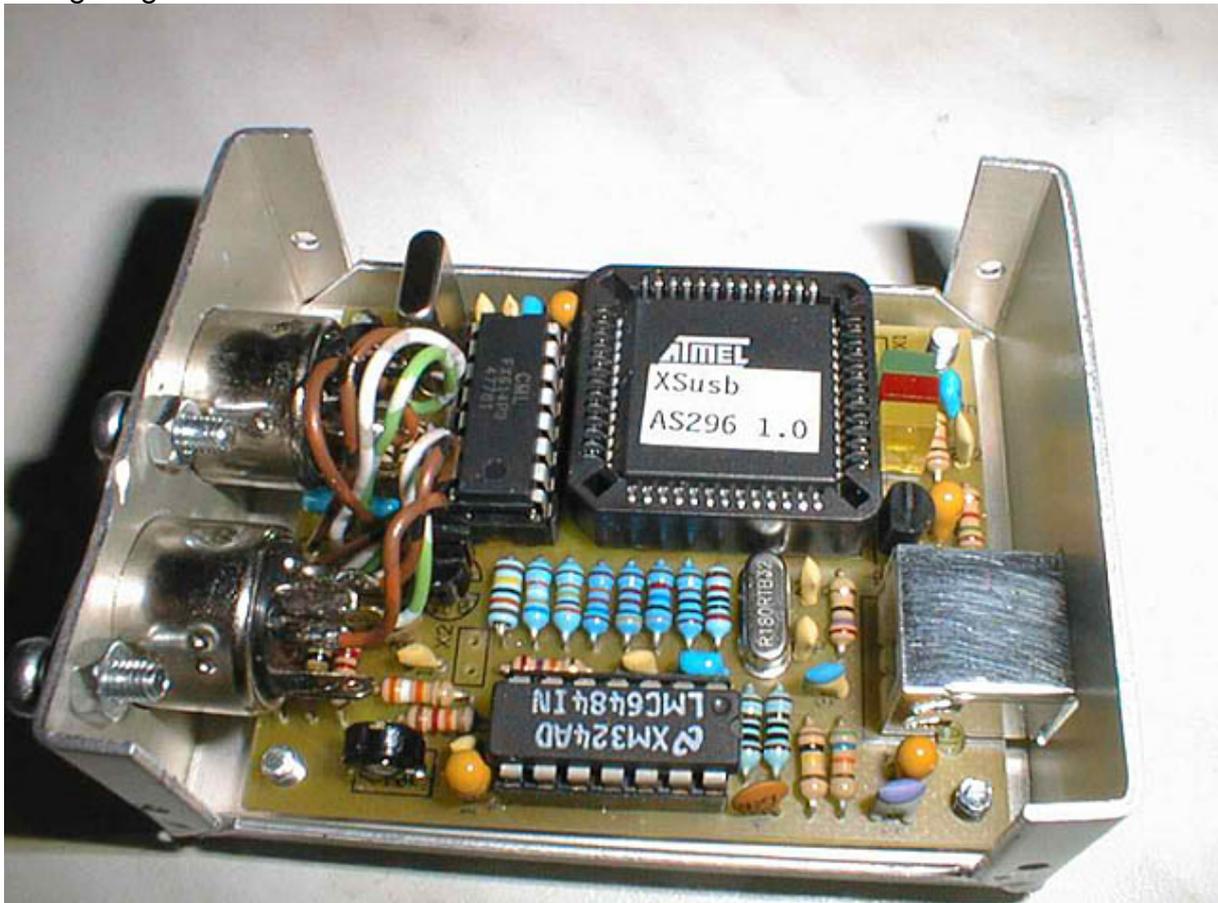
Es gibt viele verschiedene Modems, angefangen vom einfachen Ansteckmodem für die serielle Schnittstelle bis hin zu den etwas leistungsfähigeren Modellen für den USB-Anschluss.

Sehr weit verbreitet ist das AS296-Modem, welches nicht nur relativ preisgünstig, sondern mit weniger als 50 Teilen auch sehr einfach aufzubauen ist.

Dieses Modem besitzt einen Microprozessor der die Signalverarbeitung für 1200 Baud und 9600 Baud Packet Radio übernimmt.

Die Daten werden über USB an den Computer geschickt, wo ein für Windows und Linux verfügbarer Treiber die Protokollsteuerung übernimmt.

Fertig aufgebautes AS296 Modem:



### 3.3. TNC

Als Terminal Node Controller bezeichnet man ein spezielles Modem für den Packet Radio-Betrieb im Amateurfunk. Er stellt die Verbindung zwischen Rechner und Funkgerät her und übernimmt die gesamte Datenaufbereitung des AX25 Protokolls.

Der TNC ist ein kleiner eigenständiger Rechner. Dieser besteht aus einem Mikroprozessor, einem ROM, in welchem die Firmware gespeichert ist, einem batteriegepufferten RAM, in dem die Parametereinstellungen, die empfangenen und die zu sendenden Daten gespeichert werden, sowie Modem. Der TNC setzt die vom Computer gelieferten Nutzdaten in das AX25 Protokoll um, sendet sie eigenständig aus, decodiert empfangene Pakete und fordert fehlerhafte Pakete selbstständig neu an.

Im Gegensatz zu einem Modem ist der TNC auch ohne angeschlossenen PC in der Lage, Daten zu verarbeiten.

### 3.4. Software

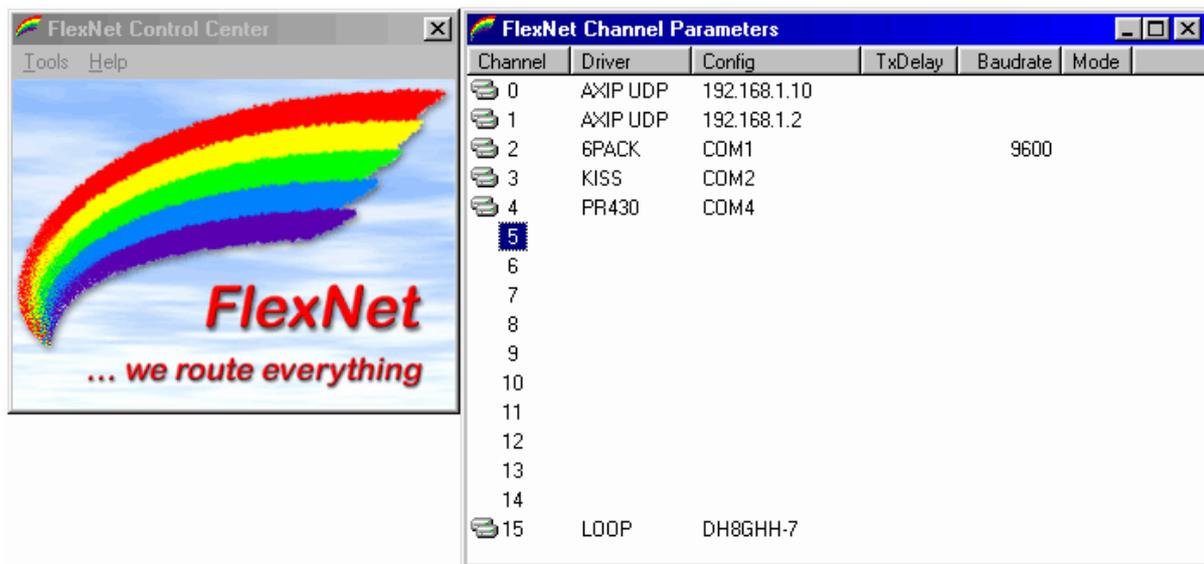
Für den Betrieb von Packet Radio benötigt man spezielle Software um die empfangenen Daten sichtbar zu machen. Ein solches Terminalprogramm ist beispielsweise PAXON. Es läuft unter Windows und enthält alle Funktionen, die man für Packet Radio benötigt.

Viele der Screenshots in diesem Dokument zeigen Paxon im Betrieb.

Paxon unterstützt von sich aus den TNC als Packet-Modem. Zusätzlich kann es auf FlexNet zugreifen.

FlexNet ist ein modulares Treiberkonzept, bei dem für unterschiedliche Modems sogenannte „Kanaltreiber“-DLLs zur Verfügung gestellt werden.

Maximal 16 dieser Kanaltreiber werden von FlexNet gleichzeitig verwaltet und können vom Terminalprogramm angesprochen werden. So können beliebige Modems angesprochen werden, ohne dass man eine „eierlegende Wollmilchsau“ benötigt.



Die Vorteile von FlexNet sind:

- Kanaltreiber für fast jedes Modem vorhanden
- Alle Parameter in einer Oberfläche einstellbar
- Beliebig erweiterbar
- Einfache Installation
- Viele Terminalprogramme unterstützen FlexNet
- Unterstützung für TCP/IP (HamWeb)

## 4. Wie funktioniert es ?

### 4.1. AFSK

Bis 1988 wurden die Daten mit 1200 Baud (etwa 150 Zeichen pro Sekunde) übertragen. Dabei wurde ein Ton zwischen 1200 Hz und 2200 Hz umgetastet und ausgesendet. Einer digitalen "0" entspricht hierbei eine niedrige Frequenz, einer digitalen "1" eine hohe Frequenz.

Da der Ton beim Empfänger wie ein normales Sprachsignal demoduliert wurde, konnte diese Betriebsart ohne Eingriffe am Empfänger mit Hilfe eines PCs mit einem einfachen Modem sowie entsprechender Software durchgeführt werden.

### 4.2. FSK

1989 entwickelte der britische Funkamateurl James Miller (G3RUH) ein Verfahren, um Daten mit 9600 Baud (etwa 1200 Zeichen pro Sekunde) übertragen zu können.

Im Gegensatz zum 1k2-Modus wird nun die Hochfrequenz direkt in der Frequenz umgetastet.

Bei der Demodulation entsteht im Empfänger ein Rechtecksignal, welches dem Rohdatensignal entspricht. Da die meisten Empfänger jedoch den NF-Bereich auf Frequenzen zwischen 800 Hz und 3 kHz begrenzen, muss das Signal direkt am Demodulator abgegriffen werden. Viele moderne Empfänger haben für diese Zwecke eigens einen Datenausgang.

Abhängig von der zur Verfügung stehenden Bandbreite kann auch die Übertragungsgeschwindigkeit gesteigert werden. Auf diese Weise werden im Amateurfunk inzwischen Datenraten von mehreren Megabit pro Sekunde realisiert.

## 5. Packet Radio Netz

Das Packet Radio Netzwerk in Deutschland ist fast flächendeckend ausgebaut. Ausgerüstet mit einem Mobilfunkgerät und einem Notebook sollte es in fast ganz Deutschland möglich sein, eine Verbindung aufzubauen. Hierzu muss man allerdings wissen, welcher Einstiegsknoten sich in der Nähe befindet und auf welchen Frequenzen er arbeitet.

### 5.1. Digipeater

Ein Digipeater (Digital Repeater) ist eine automatisch arbeitende Sende- und Empfangsstation zur Weiterleitung digitaler Information zwischen zwei Funkstationen.

In Deutschland gibt es ca. 520 und in Europa ca. 1800 Digipeater. Bei uns sind die Digis mit mehr als tausend Linkverbindungen zum Packet Radio Netz zusammengeschaltet. Die Benutzer können auf ausgewählten Frequenzen Kontakt mit dem Digi aufnehmen und sich dann quer durch das Netz verbinden.

Die Geschwindigkeit der Datenverbindungen vom Benutzer zum Digipeater beträgt heute meist 9600 Baud. Oft sind noch Zugänge mit 1200 Baud, aber auch schon solche mit 76800 Baud in Betrieb. Bei Linkverbindungen sind Baudraten von 19200,

76800, selten mit über 1,2 Mbaud bei UKW und Gigahertzbändern zu finden. Ein Digipeater kann durchaus mehrere Einstiege und Linkverbindungen haben.

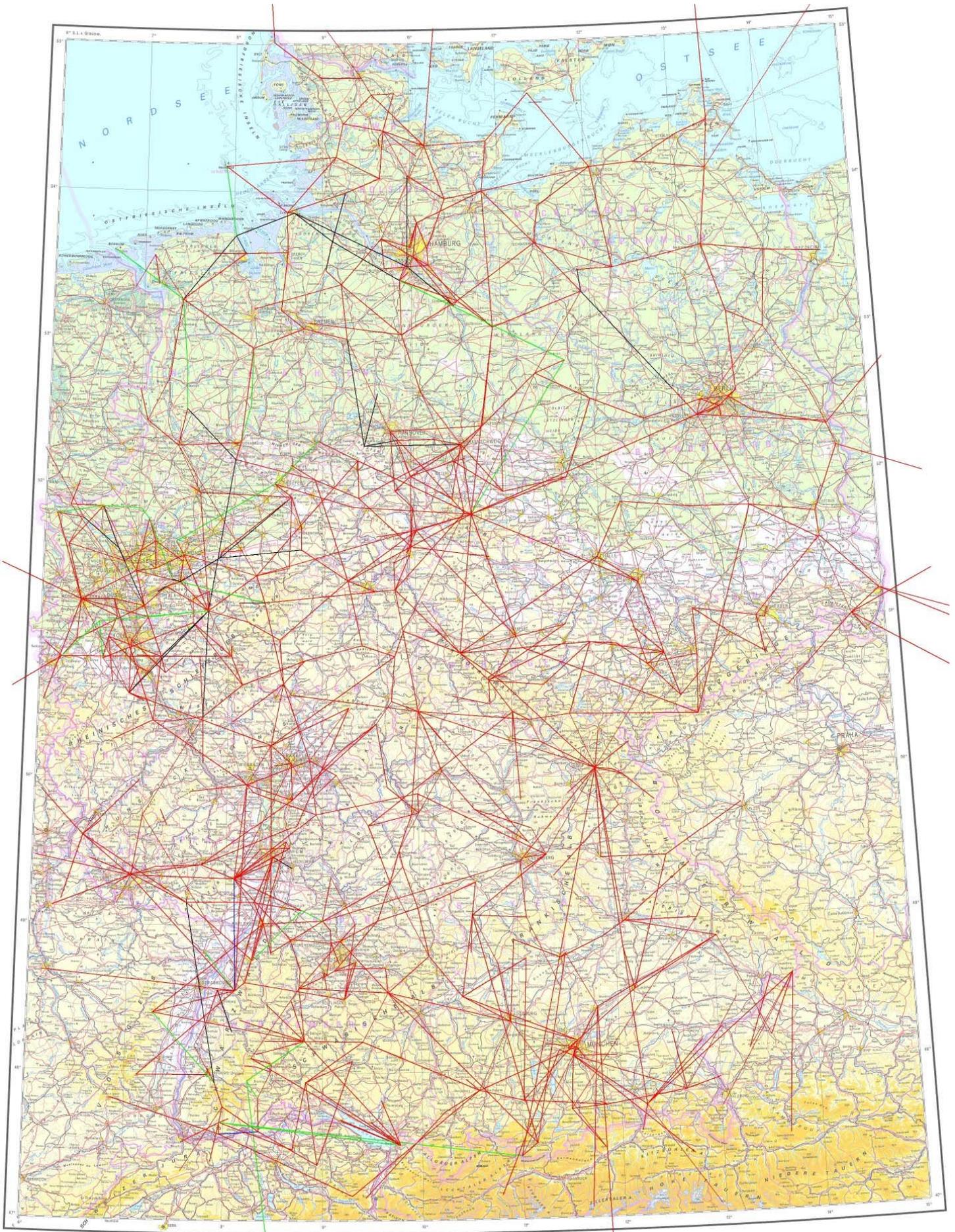
An Digipeater sind oft weitere Computer angeschlossen, die zusätzliche Services bereitstellen. So hat sich ein großes Mailbox-Netz organisiert, in dem man persönliche und öffentliche Nachrichten verbreiten kann. Auch die DX-Cluster und die POCSAG-Sender für Funkrufempfänger sind über Digipeater miteinander verbunden.

Aufbau, Betrieb und Wartung der Digipeater wird oft ehrenamtlich geleistet. Meist beteiligen sich lokale DARC-Ortsverbände an den Kosten für Wartung und Betrieb.

Bild des Digis DK0MAV in Peine mit Interlinks, Funkruf und Kurzwelleneinstieg:



## 5.2. Netzübersicht



## 6. Packet Radio mit dem Linksys WRT54GS

Das letzte Projekt der Digi-Arbeitsgruppe Peine war der Umbau eines gebräuchlichen DSL-Routers vom Typ Linksys WRT54GS.

Dieser Router läßt sich auf Grund seiner umfangreichen Hardwareausstattung leicht für Amateurfunkzwecke modifizieren.

Der Router sollte als Digipeater fungieren und über LAN angeschlossenen Clients ermöglichen, ohne zusätzliche Hardware ins Packet Radio Netz einzusteigen.

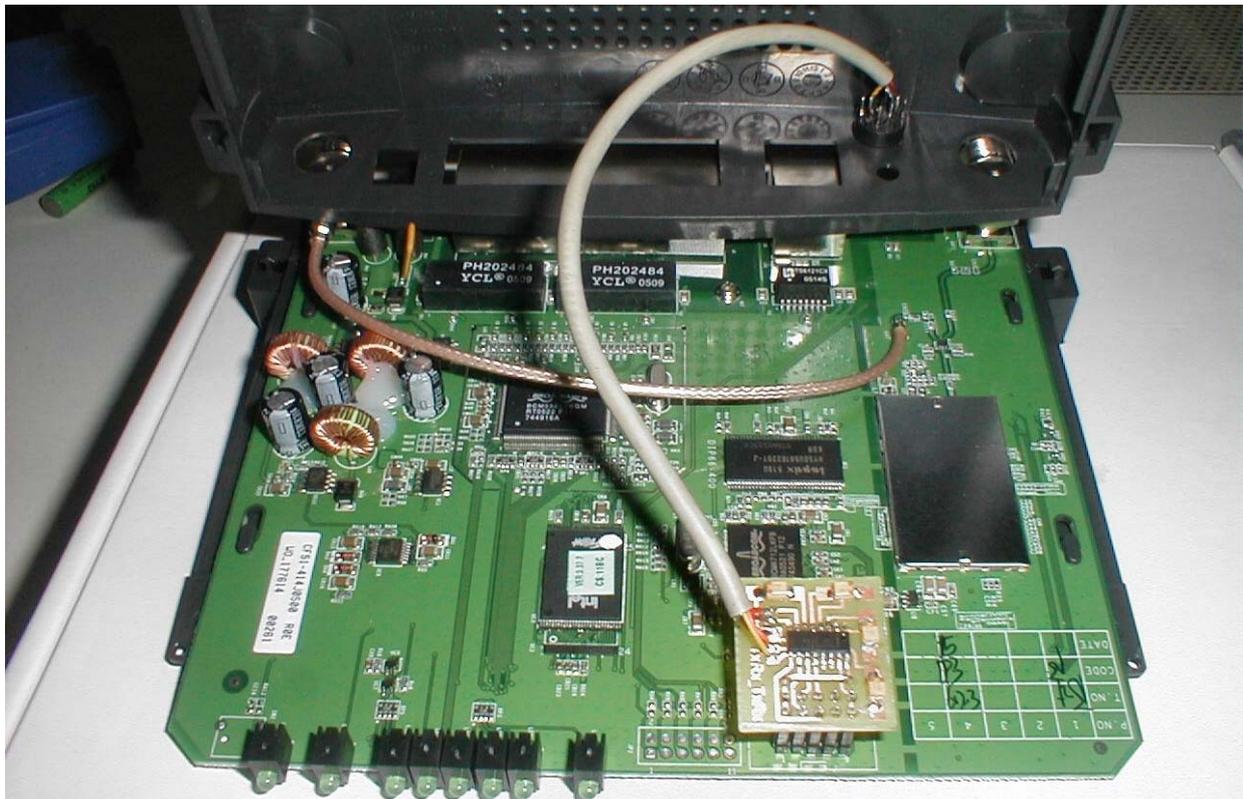
Der Umbau ist als Beispiel für Heimanwender gedacht. Ausserdem soll der Router Ende August auf dem nächsten Fieldday des OV Peine eingesetzt werden.

Dort haben die Teilnehmer und Gäste die Möglichkeit, sich in das vom Router zur Verfügung gestellte WLAN einzuklinken und über eine 23cm Interlinkstrecke, die vom Luhberg aus zum Digi in Peine geschaltet wird, Packet Radio zu machen.

### 6.1. Hardwareumbau

Um einen TNC an den Router anschließen zu können, müssen die seriellen Schnittstellen herausgeführt werden. Hierzu wird ein Pfostenstecker auf die Router-Platine gelötet und eine kleine Adapterplatine angeschlossen. Diese Platine wandelt die 3,3V des Routers auf genormte Schnittstellenpegel. Bauteilekosten: 8 €

Die Anschlüsse der Adapterplatine wurden über einen Mini-DIN Anschluss an der Rückseite des Routers herausgeführt. Mini-DIN ist zwar nicht der normgerechte Anschluss, aber eine SUB-D Buchse anzubringen würde die Optik dieses edlen Gerätes zu sehr verschandeln.



## 6.2. Software

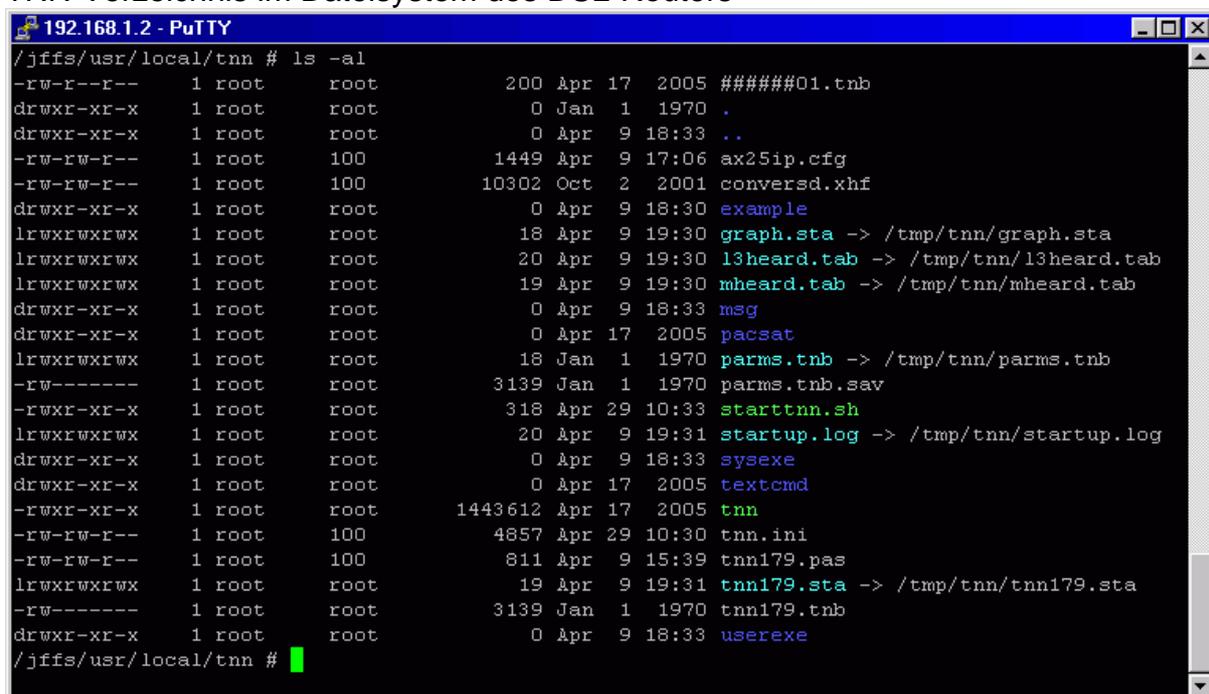
Bevor mit der Installation der Amateurfunk-Software auf dem Router begonnen werden konnte, wurde über die Original Web-Oberfläche ein Firmware-Upgrade durchgeführt. Es wurde auf das freie Mini-Linux „DD-WRT“ gewechselt, welches umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten besitzt und auch zusätzliche Software unterstützt.

Nach dem Neustart des Routers war jetzt der Zugriff auf die Mini-Linux-Kommandozeile (Shell) möglich.

Nun wurde:

- Das Paket „TNN für WRT54GS“ aus dem Internet geladen und per sFTP auf den Router kopiert.
- Das Paket durch einen Aufruf von „ipkg install tnn.ipk“ installiert.
- Anschliessend wurden die Konfigurationsdateien von TNN angepasst.
  - Die Dateien, die von TNN in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden, wurden mittels Symlinks in die Ramdisk verlegt, um den Flash vor ständigem Neubeschreiben zu schützen.
  - Ein Startup-Script wurde angelegt, welches die Dateien in die Ramdisk kopiert, die serielle Schnittstelle einrichtet und anschließend TNN startet.

TNN-Verzeichnis im Dateisystem des DSL-Routers



```

192.168.1.2 - PuTTY
/jffs/usr/local/tnn # ls -al
-rw-r--r-- 1 root root 200 Apr 17 2005 #####01.tnb
drwxr-xr-x 1 root root 0 Jan 1 1970 .
drwxr-xr-x 1 root root 0 Apr 9 18:33 ..
-rw-rw-r-- 1 root 100 1449 Apr 9 17:06 ax25ip.cfg
-rw-rw-r-- 1 root 100 10302 Oct 2 2001 conversd.xhf
drwxr-xr-x 1 root root 0 Apr 9 18:30 example
lrwxrwxrwx 1 root root 18 Apr 9 19:30 graph.sta -> /tmp/tnn/graph.sta
lrwxrwxrwx 1 root root 20 Apr 9 19:30 l3heard.tab -> /tmp/tnn/l3heard.tab
lrwxrwxrwx 1 root root 19 Apr 9 19:30 mheard.tab -> /tmp/tnn/mheard.tab
drwxr-xr-x 1 root root 0 Apr 9 18:33 msg
drwxr-xr-x 1 root root 0 Apr 17 2005 pacstat
lrwxrwxrwx 1 root root 18 Jan 1 1970 parms.tnb -> /tmp/tnn/parms.tnb
-rw----- 1 root root 3139 Jan 1 1970 parms.tnb.sav
-rwxr-xr-x 1 root root 318 Apr 29 10:33 starttnn.sh
lrwxrwxrwx 1 root root 20 Apr 9 19:31 startup.log -> /tmp/tnn/startup.log
drwxr-xr-x 1 root root 0 Apr 9 18:33 sysexe
drwxr-xr-x 1 root root 0 Apr 17 2005 textcmd
-rwxr-xr-x 1 root root 1443612 Apr 17 2005 tnn
-rw-rw-r-- 1 root 100 4857 Apr 29 10:30 tnn.ini
-rw-rw-r-- 1 root 100 811 Apr 9 15:39 tnn179.pas
lrwxrwxrwx 1 root root 19 Apr 9 19:31 tnn179.sta -> /tmp/tnn/tnn179.sta
-rw----- 1 root root 3139 Jan 1 1970 tnn179.tnb
drwxr-xr-x 1 root root 0 Apr 9 18:33 userexe
/jffs/usr/local/tnn #

```

## 7. Links / Quellen

Paxon	<a href="http://www.paxon.de">www.paxon.de</a>
FlexNet	<a href="http://www.FlexNet.info">www.FlexNet.info</a>
APRS	<a href="http://www.APRS.de">www.APRS.de</a>
AS296 Modem	<a href="http://www.bausatz.aatis.de/AS296_USB-Modem/as296_usb-modem.html">www.bausatz.aatis.de/AS296_USB-Modem/as296_usb-modem.html</a>
TNC	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Terminal_Node_Controller">de.wikipedia.org/wiki/Terminal_Node_Controller</a>
Packet Radio	<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Packet_Radio">de.wikipedia.org/wiki/Packet_Radio</a>
T7F	<a href="http://www.dj4uf.de/projekt/t7f/t7f.htm">www.dj4uf.de/projekt/t7f/t7f.htm</a>
Funkruf	<a href="http://www.uni-stuttgart.de/akafunk/aktivitaet/basics/pocsag.html">www.uni-stuttgart.de/akafunk/aktivitaet/basics/pocsag.html</a>
DD-WRT	<a href="http://wrt-wiki.bsr-clan.de/?title=Hauptseite">wrt-wiki.bsr-clan.de/?title=Hauptseite</a>
TNN für WRT54	<a href="http://db0fhn.efi.fh-nuernberg.de/wrt54gs/">db0fhn.efi.fh-nuernberg.de/wrt54gs/</a>
DARC e.V	<a href="http://www.darc.de">www.darc.de</a>
Amateurfunk in Peine	<a href="http://www.darc.de/h/20/">www.darc.de/h/20/</a>
DK0MAV in Peine	<a href="http://www.qsl.net/dk0mav">www.qsl.net/dk0mav</a>