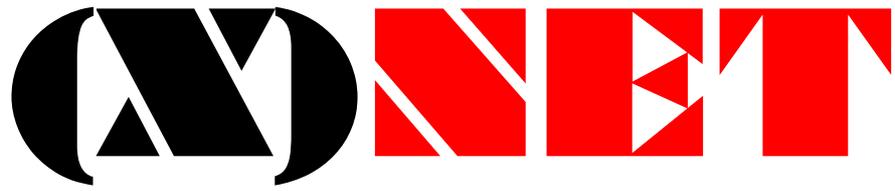
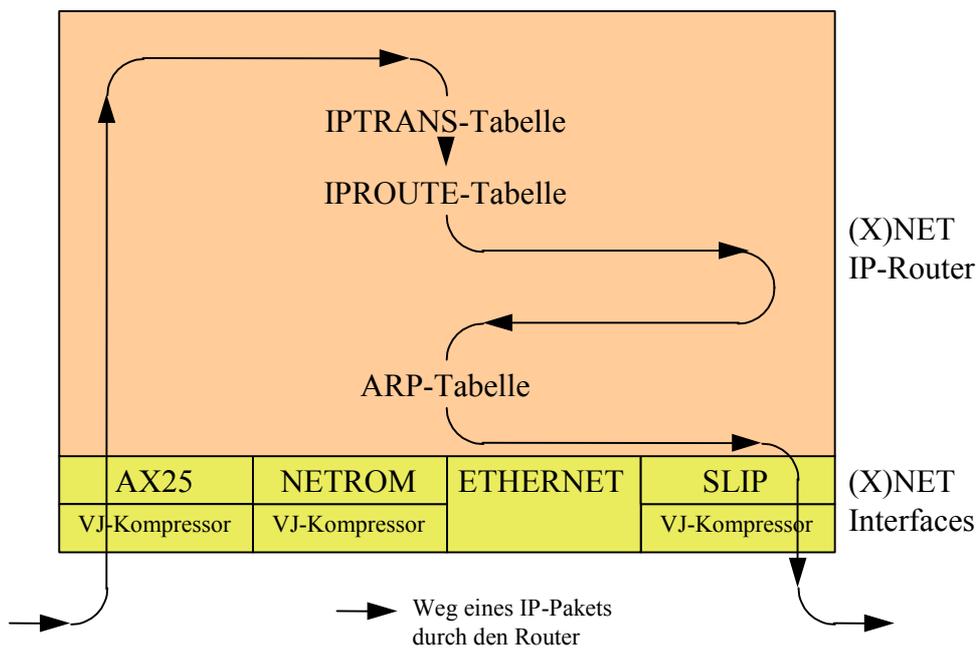


Packet Radio



... *connecting the future* ...

Handbuch zu TCP/IP



Autoren

Software: Jimy, DL1GJI

Dokumentation: Manfred DL2GWA

Inhaltsverzeichnis

INTERNET PROTOCOL (IP)	3
Grundbegriffe.....	3
Die IP-Router Befehle im Einzelnen	7
TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL (TCP)	14
Starten von TCP	14
Der Web-Server HTTPD.....	14
Der FTP-Server FTPD.....	15
Der Telnet-Login-Server TELNETD	16
Das Telnet-Kommando	16
Der SMTP-Server SMTPD	17
Der POP3-Server POP3D	17
Eine Beispielkonfiguration.....	17
ANHANG	20
Abbildungsverzeichnis.....	20
Tabellenverzeichnis.....	20

Internet Protocol (IP)

Grundbegriffe

Um das Lesen der Beschreibung zu erleichtern, sollen in diesem Abschnitt zunächst die grundlegenden Konzepte des (X)NET-IP-Routers erklärt werden. Dabei wird allerdings ein Grundwissen über TCP/IP vorausgesetzt.

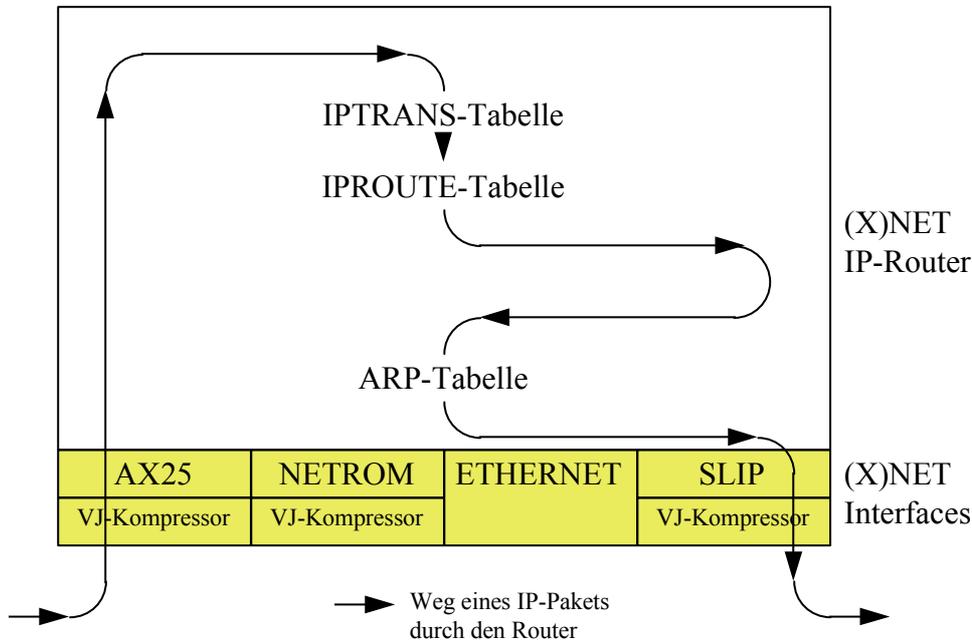


Abbildung 1: Aufbau des (X)NET-IP-Routers

IP-Router Interfaces

Die "Interfaces" des IP-Routers sind die Schnittstellen zur untergeordneten Sicherungsschicht, (Schicht 2, Data Link Layer). Jedes IP-Paket welches empfangen oder gesendet wird, kommt oder verlässt den IP-Router durch ein "Interface". (X)NET kennt folgende Interfaces:

Interface	Verwendet für
AX25	Übertragung über eine AX.25 Verbindung (Virtual Circuit, VC)
AX25DG	Übertragung über AX.25 UI-Frames (Datagram Mode, DG)
NetROM	Übertragung innerhalb von NetROM Paketen
Ethernet	Übertragung in Ethernet Frames
SLIP	Übertragung über serielle Schnittstellen (z.B. V.24)

Tabelle 1: IP-Interfaces

Um ein IP-Frame über ein Interface zuzustellen muß die MAC- bzw. Hardwareadresse des Ziels bekannt sein. Für das AX25 Interface und für Ethernet wurden Verfahren definiert, wie die jeweilige Adresse automatisch per Rundruf an alle erfragt werden kann. Dieser Vorgang wird als "Address Resolution" bezeichnet. Das hierfür definierte Protokoll wird als "Address Resolution Protocol", kurz ARP bezeichnet. Sinngemäß fragt dabei der IP-Router auf dem lokalen Netzwerk (Ethernet) oder auf der Frequenz (AX.25) "Wer hat die IP-Nr. xxxx?". Die angesprochene Station meldet sich, und teilt ihre Hardware-Adresse dem IP-Router mit. Der IP-Router nimmt daraufhin diese als dynamischen Eintrag in seine ARP-Tabelle auf.

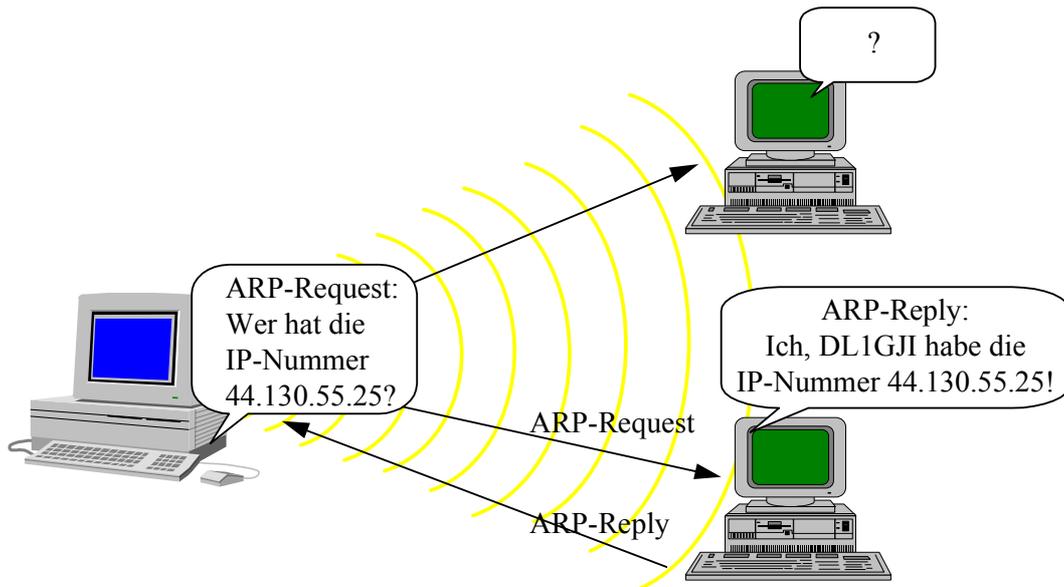


Abbildung 2: ARP über AX.25

Bei AX.25 wird als Hardwareadresse einfach das Rufzeichen der Packet-Station verwendet. Bei Ethernet ist es eine sechs Byte langen Kartennummer, (auch MAC-Adresse genannt) die für jede einzelne Ethernetkarte vom Hersteller eindeutig vergeben wird.

Beispiele für (X)NET ARP-Einträge:

```
=>arp
IP           Iface   Hardware      time   use
44.130.55.26 ETHER   00:00:1C:3A:9B:1E 3320   1
44.130.55.28 ETHER   00:00:B4:59:02:EB 3440  471
44.130.55.73 AX25    DB0SIG        3460   0
44.130.55.73 ETHER   Proxy         0       0
44.130.55.100 AX25    DB0SIG        0      424
```

Proxy ARP

Eine Station kann auch stellvertretend für eine andere Station den ARP-Request beantworten und danach die empfangenen IP-Pakete an den eigentlichen Empfänger weiterleiten. Dieses Verfahren wird als Proxy ARP bezeichnet. Die erstere Station meldet sich hier bewußt unter einer der fremden IP-Nummer um den Sender dazu zu bringen ihr die IP-Pakete zuzustellen. Dadurch kann sie die IP-Pakete vom Sender bekommen und dann an den eigentlichen Empfänger weiterleiten.

Learning ARP

Für die Interfaces NetROM und SLIP gibt es keine Verfahren zur Ermittlung der Hardwareadresse. Um dennoch die Möglichkeit zu bieten auch über diese Interfaces ohne feste ARP-Einträge zu kommunizieren, wurde bei (X)NET "Learning ARP" implementiert. Dabei merkt sich der IP-Router jeweils beim Empfang von Daten woher d.h., von welcher Hardwareadresse IP-Pakete gekommen sind, (ebenfalls durch einen dynamischen Eintrag in der ARP-Tabelle) und weiß so anschließend eintreffende IP-Pakete für dieses Interface zuzuordnen.

Interface	Hardwareadresse (Beispiel)	Learning ARP	ARP Protocol
ETHERNET ¹	00:00:45:5f:ea:0d	Nein	Ja
NetROM	DB0XYZ	Ja	Nein
AX25	DG1XYZ	Ja	Ja
SLIP	SCCx	Ja	Nein

Tabelle 2: Interfaces, Hardwareadressen, ARP und Learning ARP

¹ Das Ethernet-Interface ist bislang nur auf dem TNC4e verfügbar.

Dynamische und statische ARP-Einträge

Dynamisch ARP-Einträge sind gelernte oder per ARP-Protokoll erfragte Einträge. Diese Einträge sind nur temporär gültig und werden vom IP-Router nach einer gewissen Zeit (3600 Sekunden bei (X)NET) wieder vergessen.

Statische ARP-Einträge sind Einträge, welche vom Sysop gemacht werden und unbegrenzte Zeit gültig bleiben. Sie können durch dynamische Einträge nicht überschrieben werden. Erst durch explizites Löschen durch den Sysop werden die Einträge wieder entfernt.

IP-Adresszuteilung mit GETIP

Mit dem Befehl `getip` wird einem Benutzer, welcher über AX.25 mit dem Digi verbunden ist, eine IP-Adresse aus dem Nummernpool (IPADDR.NET) zugeteilt. Die Information welche IP-Adresse an welches Rufzeichen dynamisch vergeben wurde, kann ebenfalls in der ARP-Tabelle nachgesehen werden.

Van Jacobson TCP/IP Header Compression

Ein einziges TCP/IP-Paket hat im besten Falle eine Mindestgröße von 40 Byte (20 Byte IP und 20 Byte TCP). Die maximale Framelänge ist bei AX.25 auf 256 Byte begrenzt. Ein optimal genutztes TCP/IP-Frame über AX.25 beinhaltet demnach 40 Byte TCP/IP Protokolldaten und 216 Byte Nutzdaten. Dies ist ein sehr hoher Overhead. Van Jacobson hat in dem RFC 1144 beschrieben, wie beliebige TCP/IP Pakete zwischen zwei Stationen komprimiert übertragen werden können. In der Praxis kann dieses Verfahren die 40 Byte Protokollinformation auf nur 6 Byte reduzieren.

IP-Translation

Die bei Packet-Radio verwendeten IP-Nummern beginnen alle mit der Nummer 44. Der 44er Nummernkreis ist ein offizielles Klasse A-Netz, welches den Funkamateuren in der ganzen Welt zugeteilt wurde. Die Adressvergabe innerhalb dieses Netzes wird von den Funkamateuren selbst koordiniert. Um offiziell im Amateurfunk TCP/IP machen zu können, muß man sich also eine IP-Adresse (44.xxx.xxx.xxx) beantragen. Oft sind jedoch Server bereits in ein IP-Netz integriert und haben deshalb bereits IP-Nummern. Um von diesen Servern auch Verbindungen in das Amateurfunknetz aufbauen zu können, wird die IP-Translation benötigt. Der (X)NET IP-Router übersetzt dabei nach dem Empfang eines IP-Frames die enthaltenen IP-Nummern. D.h. es kann die bislang verwendete IP-Nummer in die zugeteilte Amateurfunknummer umgesetzt werden. Nach erfolgter Übersetzung wird das IP-Paket ganz normal geroutet.

IP-Subnetze

Ein Subnetz ist ein Nummernbereich in den mehrere IP-Nummern fallen. Die Art und Weise wie Subnetze bei IP- Routern dargestellt und konfiguriert werden, ist je nach Netzwerksoftware unterschiedlich. Bei (X)NET wird die Darstellung:

```
<IP-ADRESSE>/<Anzahl gültiger Bits>
```

verwendet. Bei anderen Systemen wird die Zahl der gültigen Bits durch die explizite Angabe der Netzmaske definiert.

Beispiel:

```
IP Address:    44.130.55.100
Subnet mask:   255.255.255.0
```

... was der (X)NET-Schreibweise:

```
44.130.55.100/24
```

entspricht. Wie die unterschiedlichen Schreibweisen übersetzt werden können soll die folgende Abbildung verdeutlichen:

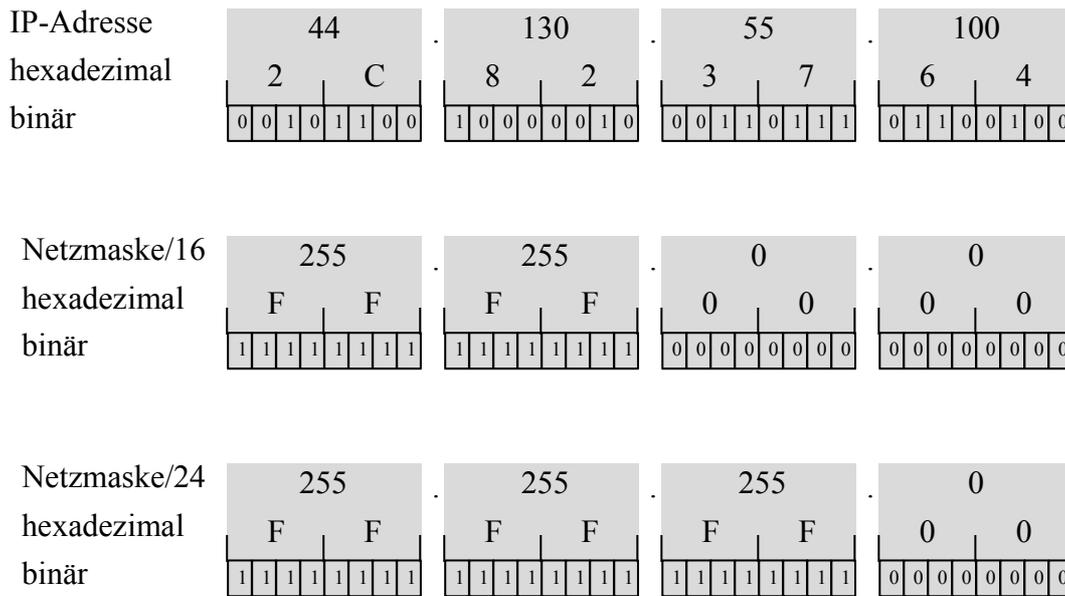


Abbildung 3: Notation und Umrechnung von Subnetz-Masken

D.h. die (X)NET-Schreibweise zählt die Anzahl der binären Einer-Ziffern, d.h. die Anzahl der gültigen Bits. Stimmt eine IP-Nummer in binärer Schreibweise mit den gültigen Stellen des Subnetzes überein, dann gehört diese IP-Nummer zu dem Subnetz.

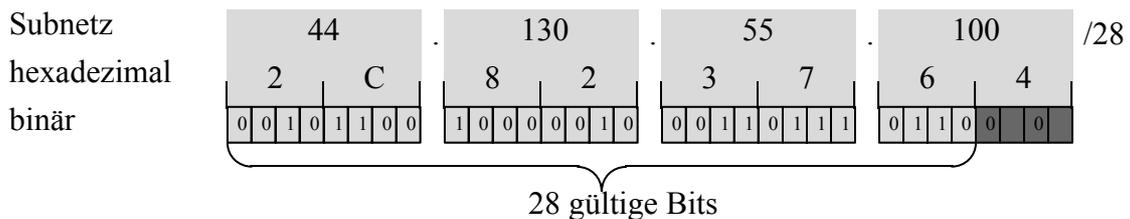


Abbildung 4: Subnetz-Beispiel 44.130.55.100/28

IP-Autorouting mit INP3

INP3 kann pro Knotencall nicht nur den Alias melden, sondern ist auch in der Lage beliebige weitere Information über den Knoten (Node Options) weiterzuleiten. Eine dieser Knotenoptionen ist das IP-Subnetz des Knotens. Mit dem Befehl Subnet wird das Subnetz für den (X)NET-Digi festgelegt. Diese Information wird über INP3 an alle anderen Knoten automatisch weitergeleitet. Wenn nun irgendein Knoten im Netz eine IP-Adresse für dieses Subnetz empfängt, kann er das Paket an den entsprechenden Knoten automatisch, d.h. ohne weitere Konfiguration weiterleiten. Natürlich muß der Zielknoten nun soweit konfiguriert sein, daß er alle eintreffenden IP-Pakete für sein Subnetz auch zustellen kann. D.h. der IP-Router sollte für die IP-Nummern des Subnetzes auch entsprechende Routing (IPROUTE) und ARP Einträge (falls erforderlich) haben. Mit Hilfe des N <call> - Befehls kann das über INP3 gemeldete Subnetz abgefragt werden.

Start des IP-Routers

Gestartet wird der IP-Router mit dem Befehl

```
start routed
```

Der IP-Router wird damit geladen und gestartet. Ruft man die Hilfe (HELP-Kommando) ab, werden die zusätzlichen Befehle ARP, IPROUTE, IPSTOP sichtbar. Beim Start des Routers wird die Datei IP.NET, falls vorhanden, ausgeführt. Hier sollten die statischen routing-Einträge (s. ARP und IPROUTE) abgelegt werden.

Die IP-Router Befehle im Einzelnen

ARP

ARP definiert zu einer Kombination aus IP-Adresse und Interface die Hardwareadresse. Wenn mit IPROUTE das Interface und die IP-Adresse festgelegt wurde, dann wird jetzt mit ARP die Hardwareadresse festgelegt. Bei AX.25 und NETROM sind dies jeweils die Rufzeichen der TCP/IP Stationen. Bei SLIP ist es die Schnittstellenbezeichnung:

```
ARP add <IPADDR> <INTERFACE> <HARDWAREADDRESS>
mit <INTERFACE> = SLIP | NETROM | AX25 | AX25DG | ETHER
```

Semantik: Falls ein IP-Paket an die Adresse <IPADDR> und das Interface <INTERFACE> weitergeleitet werden soll, wird es an die Hardwareadresse (auch MAC-Adresse) <HARDWAREADDRESS> geschickt.

Beispiel:

```
ARP add 44.130.55.100 NETROM DB0SIG
```

Will der Router ein Packet an die Adresse 44.130.55.100 über NetROM-Protokoll weiterleiten, dann wird als NetROM-Zieladresse das Rufzeichen von DB0SIG eingesetzt.

Um dem Sysop das Leben leichter zu machen unterstützt (X)NET einen "Learning ARP": (X)NET merkt sich mit Hilfe von automatisch erzeugter dynamischer ARP-Einträge woher, d.h. von welcher Hardwareadresse IP-Pakete kommen. Diese Einträge werden nach einer Stunde wieder vergessen. Mit diesem Mechanismus schafft es (X)NET auch PINGs von Stationen zu beantworten, für die der Sysop keine ARP-Einträge gemacht hat.

ARP-Einträge mit via

Statische Einträge für das AX25- oder das AX25DG-Interface können auch mit einer via-Angabe versehen werden. Die Syntax lautet:

```
ARP add <IP> AX25 <CALL> <VIACALL>
Beispiel:
ARP add 44.130.55.25 AX25 DL1GJI-9 DB0SIG
```

Proxy ARP

Ein Proxy-ARP-Eintrag wird ebenfalls mit dem ARP-Kommando durchgeführt:

```
ARP add <IPADDR> P <INTERFACE>
```

Weitere Hintergründe zu Proxy ARP sind in [STEV94] erklärt.

ARPlist

Jeder User kann den ARP-Eintrag abrufen.

```
44.130.55.100  SLIP      scc3          0    583
44.130.55.101  AX25     DL2GWA       3180  0
44.142.101.1   NETROM   HB9AE        0     47
```

COMPH - VJ-Kompression

Wenn der (X)NET-IP-Router von einer Station ein komprimiertes Paket erhält, antwortet er anschließend auch mit komprimierten TCP/IP-Paketen.

Um die TCP/IP-Kompression zwischen zwei Knoten zu nutzen muß also auf mindestens einem der Knoten die Kompression aktiviert werden.

Der (X)NET IP-Router kennt zwei Verfahren um VJ-komprimierte Pakete zu übertragen:

1. PID codiert (mit PID 06 und PID 07, s. AX25 V2.2 Spezifikation)
2. Codierung in der IP-Protocol Version (RFC1411 für Protokolle ohne PID, z.B. SLIP)

Des erstere Verfahren ist in den AX.25 Protokollspezifikationen enthalten und sollte auch benutzt werden. Die zweite Variante kann in Verbindung mit CSLIP und TFSLIP verwendet werden.

Die Komprimierung zu einem Nachbarknoten wird mit folgender Syntax aktiviert:

```
comph add <hardwareaddress> <interface> [p]
```

Die Hardwareadresse ist beim AX25 - und beim NetROM- Interface jeweils das Call des Zielknotens. Bei einer SLIP-Verbindung ist es die (X)NET-Device-Bezeichnung. Der Parameter "p" aktiviert die PID-Codierung (empfohlen).

Beispiele:

```
comph add DB0XYZ AX25 p
```

Bewirkt, daß auf der Verbindung zu DB0XYZ die TCP/IP-Pakete komprimiert werden.

```
comph add scc2 SLIP
```

Bewirkt, daß auf der SLIP Verbindung über die SCC2 die TCP/IP-Pakete komprimiert werden.

Weiteren Unterkommandos von comph sind:

- del Um Einträge wieder zu löschen (Achtung, es dauert bis zu 20 Sekunden bis der Eintrag aus der Liste verschwindet)
- list Um die Einträge aufzulisten. Die Bedeutung der Statistik ist im RFC 1144 näher beschrieben.

GETIP

Wer heute über einen Provider in das Internet einsteigt, bekommt von diesem nach dem Verbindungsaufbau eine temporär gültige IP-Nummer zugewiesen. Diese Nummer entnimmt der Provider aus einem ihm fest zugewiesenen Nummernpool. Dieses Verfahren hat mehrere Vorteile:

- 1) die Pool-Nummern können statisch geroutet werden, da sie fest zugewiesen sind.
- 2) es wird keine IP-Nummer pro potenziellem Benutzer, sondern nur eine IP- Nummer pro gerade aktivem Benutzer benötigt.

Mit dem neuen Befehl getip kann sich jeder Benutzer vom (X)NET- Digi eine IP- Nummer temporär zuteilen lassen.

Der Benutzer gibt den Befehl getip ein und bekommt vom Digi die IP- Nummer zugewiesen. Die Befehlseingabe und die Übernahme der Nummer in den IP- Stack des Benutzers kann vollautomatisch mittels eines Login-Scripts erfolgen. Die erforderlichen Scripte und Modemtreiber für TNC2/TNC3 und Windows 95/98 sind in den Packet- Mailboxen zu finden.

Selbstverständlich kann sich der Benutzer auch erst die Nummer mit getip geben lassen, und dann diese anschließend manuell in seiner TCP/IP-Software eintragen.

Gültigkeit der Adresszuweisung

Die IP-Adresse wird dem Benutzer für eine Stunde zugewiesen. Bei jeder Aktivität des Benutzers verlängert sich die Zuweisung um eine weitere Stunde. Mit dem Befehl ARP kann jeder die aktuellen Zuweisungen von IP-Adressen zu Rufzeichen abrufen. Zusätzlich wird diese Information auch in der User-Liste des Digi angezeigt.

POOL-Konfiguration (SYSOP)

Der IP-Nummernpool ist eine einfache Textdatei (IPADDR.NET), die nur eine Aufzählung der Nummern im Pool enthält. Beispiel:

```
44.130.55.101  
44.130.55.103  
44.130.55.104
```

Der Einträge müssen nicht sortiert sein und können Lücken aufweisen. Die Vergabe der Nummern richtet sich nach der Reihenfolge der Einträge. Die erste freie Nummer wird auch als erste vergeben.

Weitere Ausgaben bei GETIP

Zusätzlich zur IP- Nummer können dem Benutzer bei einigen TCP- Stacks auch andere Nummern, wie z.B. die Nummer des DNS- Servers oder eines Proxys mitgeteilt werden. Diese Nummern können in der Datei „GETIP.TXT“ hinterlegt werden. Die Datei wird dem Benutzer unmittelbar nach der Ausgabe der zugeteilten Adresse ausgegeben.

Vorteile von GETIP

- 1) Die IP-Nummernvergabe ist analog zu Internet-Standardlösungen realisiert. Es handelt sich um ein erprobtes Verfahren, das kompatibel zu bestehender TCP/IP- Standardsoftware ist.
- 2) Jeder Benutzer kann sich nun sehr schnell eine lokal gültige und vor allem eine richtig "geroutete" IP- Nummer besorgen. Doppelvergaben sind ausgeschlossen.
- 3) Viele sporadisch aktive IP- Nutzer können (oder könnten) ihre fest zugewiesene IP- Nummer zurückgeben und sie dem Nummernpool zur Verfügung stellen.
- 4) Bestehende Konfigurationen und Adresszuweisungen werden durch dieses Verfahren nicht beeinflusst.

IPDUMP

IPDUMP ist ein Monitor speziell für TCP/IP mit dem alle "Interfaces" des IP-Routers überwacht werden können.

Syntax:

```
ipdump [-opt] {<prot>} [net <ipnr>]
```

Option	Beschreibung
h	Die Nutzdaten der Pakete werden nicht angezeigt (Headers only)
i <interface>	Es wird gezielt das angegebene Interface abgehört

Der Parameter <prot> definiert welche Protokolle angezeigt werden sollen. Dabei können mehrere Protokolle gleichzeitig angegeben werden. Die Protokolle werden wie folgt angegeben:

Protokoll	Beschreibung
tcp	TCP - Pakete werden angezeigt
icmp	ICMP-Pakete werden angezeigt
udp	ICMP-Pakete werden angezeigt
ax25	AX25-Pakete (AXIP) werden angezeigt
other	Alle anderen Protokolle werden angezeigt
all	Alle Protokolle werden angezeigt

Tabelle 3: IPDUMP-Protokolle

Mit Hilfe des Parameters "net" können IP-Pakete von und an bestimmte IP-Adressen abgehört werden. Beispiel:

```
ipdump tcp net 44.130.55.25
```

... zeigt alle TCP-Pakete an, welche von 44.130.55.25 kommen oder an 44.130.55.25 adressiert sind.

```
ipdump tcp icmp net 44.130.55.0/24
```

... zeigt alle TCP und ICMP-Pakete an, welche von oder an IP-Adressen kommen oder gehen, die im Subnetz 44.130.55.xxx liegen.

```
ipdump -i slip
```

... zeigt alle Pakete an, welche über das SLIP-Interface empfangen oder gesendet werden.

IPRlist

Die IP-Router-Liste wird jedem User angezeigt.

```
44.130.55.100  32 SLIP  44.130.55.100  1128
44.178.0.0    16 NETROM 44.142.101.1  0
44.144.0.0    16 NETROM 44.142.101.1  0
44.143.0.0    16 NETROM 44.142.101.1  0
44.142.0.0    16 NETROM 44.142.101.1  79
44.140.0.0    16 NETROM 44.142.101.1  0
44.136.0.0    16 NETROM 44.142.101.1  0
44.98.0.0     16 NETROM 44.142.101.1  0
```

IPROUTE

IPROUTE definiert, an welche IP-Adresse über welches Interface geroutet wird. Die IP-Adresse als Zielangabe reicht nicht aus, denn IP-Pakete können von (X)NET auf verschiedene Arten weitergesendet werden: Über AX.25 mit PID CC, über NetROM oder als SLIP-Paket. Deshalb erfolgt ein IPROUTE-Eintrag mit der Angabe eines Interfaces.

Syntax:

```
IPROUTE <SUBNETIP> [ / <Bits> ] <INTERFACE> <IPADDR>
mit <INTERFACE> = SLIP | NETROM | AX25 | AX25DG | ETHER
```

Semantik: Trifft ein IP-Paket beim Digi ein dessen IP-Adresse mit den ersten <Bits> Bit mit der angegebenen Subnetzadresse <SUBNETIP> übereinstimmt, dann wird dieses Paket über das <INTERFACE> an die <IPADDR> weitergeleitet.

Beispiel:

```
IPROUTE add 44.130.0.0/16 NETROM 44.130.55.100
```

Heißt: Alle IP-Adressen die mit 44.130. beginnen, d.h. 44.130.xxx.xxx, werden über NETROM an 44.130.55.100 weitergeleitet.

IPTRANS

Der Befehl IPTRANS definiert wie IP-Nummern umgesetzt werden sollen bevor sie vom IP-Router "geroutet" werden.

Syntax:

```
IPTRANS (add|delete|list) <from-IP> <to-IP>
```

Beispiel:

```
IPTRANS add 192.168.44.17 44.130.55.25
IPTRANS add 44.130.55.25 192.168.44.17
```

Im lokalen PC-Netzwerk hat ein Windows NT-Rechner die Nummer 192.168.44.17. Alle IP-Pakete die von diesem Rechner über den (X)NET-IP-Router verschickt werden, werden umgesetzt auf die Nummer 44.130.55.25. Alle IP-Nummern welche an die Adresse 44.130.55.25 gerichtet sind, werden umgesetzt auf 192.168.44.17.

Um TCP/IP Verbindungen mit übersetzten Adressen aufzubauen sind immer zwei IPTRANS-Einträge notwendig.

MCRout – Multicast Routing

Der Befehl dient zur Definition statischer Multicast Routing Einträge.

Wesentliche zum IP-Routing sind:

- Beim Multicast Routing ist nicht nur die IP-Nummer relevant, es muss auch das Empfangs-Interface und das Sende-Interface angegeben werden.
- Sofern mehrere Interfaces zur Weiterleitung angegeben werden, müssen Kopien eines Datagramms auf mehreren Interfaces ausgegeben werden.

Syntax:

```
mcroute (add|del) <ip> <rx-interface> [<rx-macaddress>] -> <tx-
interface> [<tx-macaddress>]

<ip>                Zu "routende" Multicast IP-Nummer, d.h., eine
                    Class-D IP Nummer (aus dem Bereich von 224.x.x.x -
                    239.x.x.x).
<rx-interface>     Empfangs-Interface, von dort muss das Datagramm
                    kommen
<tx-interface>     Sende-Interface, dorthin wird das Datagramm
                    gesendet
<rx-macaddress>    Optional kann angegeben werden an welche MAC-
                    Zieladresse das empfangene Datagramm gesendet
                    wurde.
<tx-macaddress>    Optional kann angegeben werden an welche MAC-
                    Zieladresse das Datagramm ausgesendet werden soll.
```

Ein Routing Eintrag wird nur verwendet wenn sowohl IP-Nummer <ip>, das Empfangs-Interface <rx-interface> und die MAC Zieladresse <rx-macaddress> übereinstimmen!

Besonderheiten der einzelnen Interfaces

Die folgenden Interfaces können beim Multicast-Routing benutzt werden:

- AX25DG
- ETHER
- AX25
- NETROM
- SLIP

Dabei sind folgende Besonderheiten zu beachten: Nur die Interfaces ETHER und AX25DG bieten die Möglichkeit ein Datagramm an mehrere Teilnehmer gleichzeitig zu Senden (Broadcast). Bei AX25, NETROM und SLIP kann über einen MCROUTE - Eintrag jeweils nur ein Teilnehmer direkt bedient werden. Bei diesen Interfaces muss grundsätzlich die Ziel MAC Adresse <rx-macaddress> bzw. <tx-macaddress> angegeben werden.

Für Ethernet Multicasting sind die zu verwendeten Multicast MAC Adressen durch Standards vorgegeben. Der Ethernet Treiber aktiviert den Hardware-Filter für diese Adressen sobald entsprechende Einträge in der Multicast Routing Tabelle vorhanden sind. Dadurch ist die Zahl unterschiedlicher Multicast IP Adressen welche über Ethernet empfangen werden können auf maximal 63 Einträge begrenzt.

Beispiele für den Multicast Route Befehl

```
mcroute add 224.1.1.1 ether -> ax25dg
```

Alle Datagramme welche auf dem Ethernet-Interface empfangen wurden, werden auf dem AX25DG Interface (als Broadcast) ausgesendet. Der gesamte Multicast – Routing Tabelle wird mit dem Befehl mcroute [list] angezeigt:

```
=>mcr

MCast IP          Src Ifc  Dst MAC Addr      -> Dst Ifc  Dst MAC Addr      use
224.1.1.1         ETHER   01:00:5E:01:01:01 -> AX25DG  QST                0
```

Für Ethernet setzt der Ethertreiber automatisch die zu 224.1.1.1 gehörige MAC-Adresse ein (01:00:5E:01:01:01). Das Default-Rufzeichen für die Aussendung über das AX25DG-Interface ist „QST“. Die Spalte „Use“ gibt an wie oft ein Datagramm durch den Eintrag weitergeleitet wurde.

Falls die AX25-Broadcasts an eine andere Zieladresse gesendet werden sollen, kann der Eintrag mit einem abweichenden Zielrufzeichen erfolgen:

```
mcroute add 224.1.1.1 ether -> ax25dg CQ
```

```
=>mcr
```

MCast IP	Src Ifc	Dst MAC Addr	-> Dst Ifc	Dst MAC Addr	use
224.1.1.1	ETHER	01:00:5E:01:01:01	-> AX25DG	CQ	0
224.1.1.1	ETHER	01:00:5E:01:01:01	-> AX25DG	QST	0

Wird jetzt ein an 224.1.1.1 gerichtetes Datagramm über die Ethernet-Schnittstelle empfangen, wird es auf dem AX25DG Interface zwei mal ausgegeben. Einmal erfolgt die Aussendung des UI-Frames an das Ziel Call „QST“ und einmal an „CQ“.

```
mcroute del 224.1.1.1 ether -> ax25dg
```

löscht einen Eintrag aus der Tabelle.

```
=>mcr
```

MCast IP	Src Ifc	Dst MAC Addr	-> Dst Ifc	Dst MAC Addr	use
224.1.1.1	ETHER	01:00:5E:01:01:01	-> AX25DG	CQ	0

Beispiele für Multicast Route Einträge über verschiedene Interfaces

```
mcroute add 224.1.1.1 ether -> ax25 db0xyz
```

Datagramme mit Zieladresse 224.1.1.1, die über Ethernet empfangen wurden, werden an DB0XYZ über eine gesicherte AX.25 Verbindung übertragen. Sofern keine Verbindung besteht, wird sie aufgebaut.

```
mcroute add 224.1.1.1 ether -> slip sccl
```

Datagramme mit Zieladresse 224.1.1.1, die über Ethernet empfangen wurden, werden über die SCC1 und SLIP-Protokoll ausgegeben.

```
mcroute add 224.1.1.1 ether -> netrom db0xyz
```

Datagramme mit Zieladresse 224.1.1.1, die über Ethernet empfangen wurden, werden als NETROM IP-Frame verpackt und an DB0XYZ versendet. Dazu muss DB0XYZ in der Nodes Liste vorhanden sein.

```
mcroute add 224.0.1.1 ax25dg time -> ethernet
```

Datagramme mit Zieladresse 224.1.1.1, die über AX25DG empfangen wurden (UI-Frames) und an TIME gerichtet waren, werden als Multicast über das Ethernet-Interface ausgegeben.

Multicast Routing: Fehleranalyse und Fehlersuche

Mit Hilfe des Befehls IPDUMP können die Aktivitäten des IP und Multicast-Routers überwacht werden. IPDUMP zeigt alle empfangenen und alle zu sendenden IP-Pakete an. Dabei ist zu beachten, dass beim ETHER Interface eine Vorfilterung der Pakete durch die Hardware stattfindet: Erst wenn ein entsprechender MCRRoute Eintrag vorhanden ist, werden auch die Pakete bei IPDUMP angezeigt.

Der Use-Counter der Multicast Routing Einträge bietet ebenfalls eine gute Überwachungsmöglichkeit.

MYIP

Eintragen der IP-Nummer des Knotens mit MYIP. Diese Nummer wird beim Absenden von ICMP-Paketen (z.B. Ping) verwendet.

Dem (X)NET-IP-Router sollte immer eine eigene Nummer gegeben werden. Nicht die Nummer des angeschlossenen Web-Servers verwenden.

PING

Durch das Kommando PING <IP-Nummer> werden TCP/IP Test-Pakete an die Station mit der IP-Nummer gesendet. Sofern diese Station erreicht werden kann, sendet sie die Pakete zurück. Ping zeigt die Round-Trip-Time (RTT) zwischen Absendung und Empfang der Test-Pakete an.

```
Ping 44.130.55.100
```

```
*** route: 44.130.55.100 echo reply 75 ms
```

SUBNET

Mit dem Befehl Subnet wird das IP-Subnetz für den Digipeater definiert. Es wird eine IP-Nr. zusammen mit der Subnetzmaske angegeben. Als IP-Nummer kann eine beliebige Nummer aus dem Subnetz angegeben werden. Es ist empfehlenswert eine Server-IP-Nummer anzugeben, d.h. eine permanent erreichbare Nummer, unter welche auch weitere Dienste (www, ftp, etc...) verfügbar sind. D.h. in der Regel handelt es sich bei der IP-Nummer nicht um die IP-Nummer des (X)NET-Knotens selbst.

Beispiel für eine Subnetz-Angabe:

```
subnet 44.130.55.100/28
```

Dies bedeutet, daß ab jetzt vollautomatisch alle INP3-Knoten die IP-Nummern von 44.130.55.96 bis 44.130.55.112 an den (X)NET-Digi routen.

Der Subnet-Eintrag kann mit der Eingabe

```
subnet 0.0.0.0/0
```

wieder gelöscht werden.

Transmission Control Protocol (TCP)

Das TCP-Protokoll wird bei (X)NET durch den Hintergrundprozess TCPD umgesetzt. TCPD nutzt die Dienste des IP-Routers und stellt seinerseits die TCP-Dienstleistungen für Anwendungen (Schicht 7) zur Verfügung. TCP ist ein Dienst der OSI-Schicht 4, IP ein Dienst der OSI-Schicht 3. Die Schnittstelle von TCP für übergeordnete Schichten wird üblicherweise als Socket-Schnittstelle (Socket-Interface) bezeichnet.

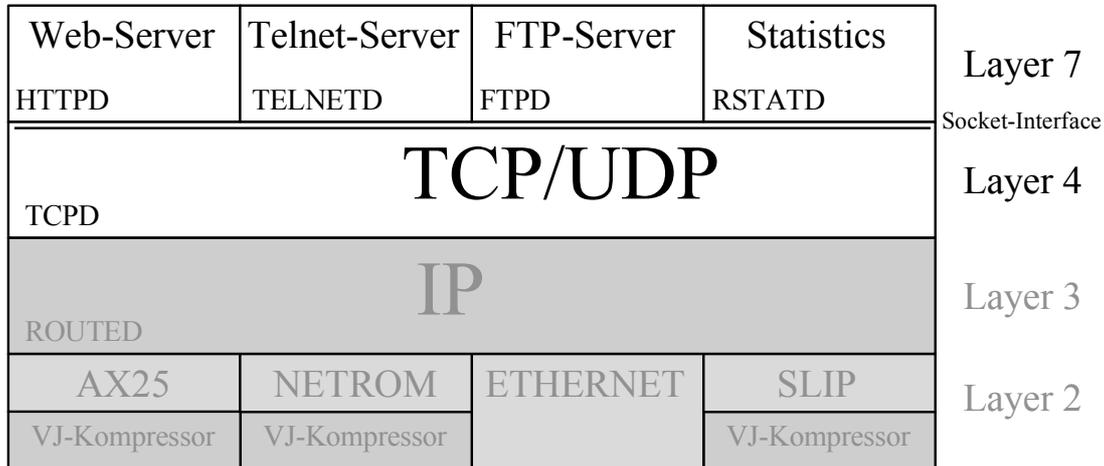


Abbildung 5: TCP/IP im OSI-Modell

In der Praxis haben diese Abhängigkeiten zur Folge, dass beispielsweise der IP-Router verfügbar sein muss um den TCP-Prozess starten zu können. Die FTP- HTTP- und Telnet-Dienste können erst gestartet werden, wenn auch der TCPD-Prozess läuft und das Socket-Interface zur Verfügung steht.

Starten von TCP

Der TCPD-Prozess wird als Hintergrundprozesse mit dem Befehl:

```
start tcpd
```

gestartet. Um ganz sicher zu sein, dass der IP-Router bereits vor dem TCP-Prozess läuft, ist es empfehlenswert diese Start-Anweisung in die Datei IP.NET mit aufzunehmen. Ein Beispiel finden sie auf Seite 19.

Der TCPD-Prozess kann nicht gestoppt werden und er darf nicht mehrfach gestartet werden. Um TCPD starten zu können muss ROUTED bereits aktiv sein.

Der Web-Server HTTPD

Der Web-Server wird mit der Anweisung:

```
start httpd
```

gestartet.

Wenn das IP-Routing korrekt kann nun der (X)NET-Digi mit einem WWW-Browser (z.B. Netscape oder der Internet-Explorer) connected werden. Ist noch keine Homepage gespeichert, meldet dich der Web-Server mit der Meldung "Document not found".

Die Homepage wird unter "index.htm" gespeichert (unter Linux kleingeschrieben) und kann dann sofort abgerufen werden.

Der WWW-Server kann jederzeit mit dem Befehl "Stop" angehalten werden. Er beendet sich automatisch nachdem der letzte Benutzer vollständig bedient wurde.

MIME-Typen

Über den WEB-Server können die folgenden Dateitypen abgerufen werden:

Typ	MIME-Typ
gif	image/gif
gz	application/x-gzip
htm	text/html
inf	text/plain
jpg	image/jpeg
mid	audio/mid
pdf	application/pdf
tif	image/tiff
txt	text/plain
wav	audio/wav
zip	application/x-zip-compressed

Bei den Text-Typen können die (X)NET- üblichen Textmakros verwendet werden. Beispielsweise kann die aktuelle Uhrzeit mit dem Makro %T in eine HTML-Seite an beliebiger Stelle eingefügt werden.

CGI-Befehle

Alle Befehle die ein Benutzer auf der Knotenebene eingeben kann, sind auch über den Web-Server abrufbar. Ist beim HTTP-Request das Verzeichnis "/cgi-bin/" angegeben, wird der nachfolgende Name als (X)NET- Befehl ausgeführt. Der Abruf der User-Liste über den Web-Browser funktioniert mit der URL-Angabe:

```
http://db0sig.ampr.org/cgi-bin/u
```

Befehle mit Parametern, wie zum Beispiel "u +", müssen nach den URL-Konventionen angegeben werden. Ein Leerzeichen in der URL ist nicht erlaubt und wird als "+"-Zeichen dargestellt. Das "+"-Zeichen und andere Sonderzeichen werden als hexadezimaler ASCII-Wert mit vorangestelltem "%" -Zeichen übertragen. D.h. "u +" wird in korrekter URL-Darstellung abgerufen als:

```
http://db0sig.ampr.org/cgi-bin/u+%2b
```

Standardmäßig erfolgt die Ausgabe als vorformatierter Text. Um sie zu verschönern, kann vor und nach dem Befehlstext je ein HTML-Kopftext und ein Fußtext ausgegeben werden. Hierzu können die Dateien "cmdtop.htm" und "cmdbot.htm" hinterlegt werden.

Der FTP-Server FTPD

Der FTP-Server wird mit der Anweisung:

```
start ftpd
```

gestartet. Danach stehen die Standard-FTP-Dienste auf dem Digi zur Verfügung. Der FTP-Server ist als Hilfsmittel für den Sysop gedacht. Mit entsprechenden Client-Programmen lassen sich sehr einfach Dateien zwischen dem Digi und dem heimatlichen PC übertragen. Backups und die Pflege der Konfigurationsdateien werden zum Kinderspiel.

FTP-Login

Der FTP-Server bietet freien Schreib- und Lese- Zugriff auf alle Dateien im Digi! Deshalb ist es wichtig den FTP-Zugriff auf den Digi auf bestimmte Benutzer einzuschränken. Die Einschränkung erfolgt über die Datei "ftpuser.net". Dort werden die zugelassenen Benutzer mit Passwort hinterlegt. Pro Zeile wird je ein Benutzer und sein Passwort angegeben. Beispiel für eine "ftpuser.net"- Datei:

```
d1xyz kohlrabi  
d1usw geheim
```

Anonyme Logins werden nicht unterstützt.

Die Datei "ftpuser.net" sollte aus Sicherheitsgründen immer angelegt werden.

Alle FTP-Logins und alle Versuche werden in der Datei „NETROM.LOG“ aufgezeichnet. Wenn dies bei bestimmten Benutzern nicht gewünscht wird, kann ein „!“-Zeichen nach dem Passwort das loggen eines erfolgreichen Versuchs unterdrücken:

```
d1xyz kohlrabi !
```

Der Telnet-Login-Server TELNETD

Der Telnet -Server wird mit der Anweisung:

```
start telnetd
```

gestartet. Nach dem Start kann der Digi über Telnet gestartet werden. Nach erfolgreichem Verbindungsaufbau verlangt der Server die Eingabe des Rufzeichens. Dies ist notwendig, da über TCP/IP keine Rufzeichen übertragen werden können. Der Telnet-Server unterstützt kein Echo, so dass bei einigen Programmen "lokales Echo" aktiviert werden muss.

Nach dem Login verhält sich die Software für den Benutzer genauso wie nach einem Connect über AX.25. Alle Befehle funktionieren normal. Achtung: Standardmäßig ist Telnet nicht bytetransparent.

Die Datei „TELNET.TXT" wird beim Verbindungsaufbau über Telnet ausgegeben (sofern vorhanden).

Telnet-Login

Telnet kann auf bestimmte Benutzer eingeschränkt werden. Die Einschränkung erfolgt über die Datei "teluser.net". Dort werden die zugelassenen Benutzer mit Passwort hinterlegt. Pro Zeile wird je ein Benutzer und sein Passwort angegeben. Beispiel für eine "teluser.net"- Datei:

```
d1xyz kohlrabi  
d1lusw geheim
```

Wird hinter einem Call kein Passwort angegeben, unterbleibt die Abfrage nach dem Passwort.

Das NTPDATE-Kommando

NTPdate holt sich die genaue Uhrzeit von einem Zeitserver (über SNTP) und stellt die lokale Uhr danach.

Syntax:

```
ntpdate <Server-IP>
```

Beispiel :

```
=>ntpdate 66.243.43.21  
  
No adjustment needed.  
Response: 224 ms. Server time 12.09.03 11:56:24.188 UTC.  
Deviation: 43 ms.
```

Wer seine (X)NET-Plattform permanent nachsynchronisieren möchte, benötigt folgenden „crontab“ – Eintrag:

```
49 * * * * start ntpdate 66.243.43.21
```

In diesem Chron-Beispiel wird stündlich wird zu jeder 49. Minute der Internet- SNTP Server 66.243.43.21 abgefragt und die Uhrzeit neu gestellt.

Beim Stellen der Uhrzeit wird die Abfragedauer berücksichtigt. Ist die Abfragedauer größer als die festgestellte Abweichung, wird die Uhrzeit nicht korrigiert. Ist die Abweichung groß, wird zur mitgeteilten Server-Uhrzeit die halbe Laufzeit der Abfrage addiert und die Uhrzeit gesetzt. Durch diese Technik wird eine sehr hohe Genauigkeit erreicht.

Das Telnet-Kommando

Mit Hilfe des Kommandos Telnet kann vom Knoten aus eine Telnet-Verbindung zu einem Telnet-Server aufgebaut werden. Die Syntax lautet:

```
telnet <IP>
```

Dabei muss die IP-Adresse in der numerischen Punktnotation eingegeben werden. Symbolische Adressen werden hier nicht akzeptiert. Beispiel:

```
telnet 44.130.55.100
```

Ein Abbruch des Verbindungsaufbaus durch Eingabe von <Return> wird nicht unterstützt. Sollte eine Station nicht erreichbar sein, wird der Aufbauversuch nach einer Wartezeit automatisch gestoppt.

Um Telnet nutzen zu können muss vorher ROUTED und TCPD gestartet werden.

Der SMTP-Server SMTPD

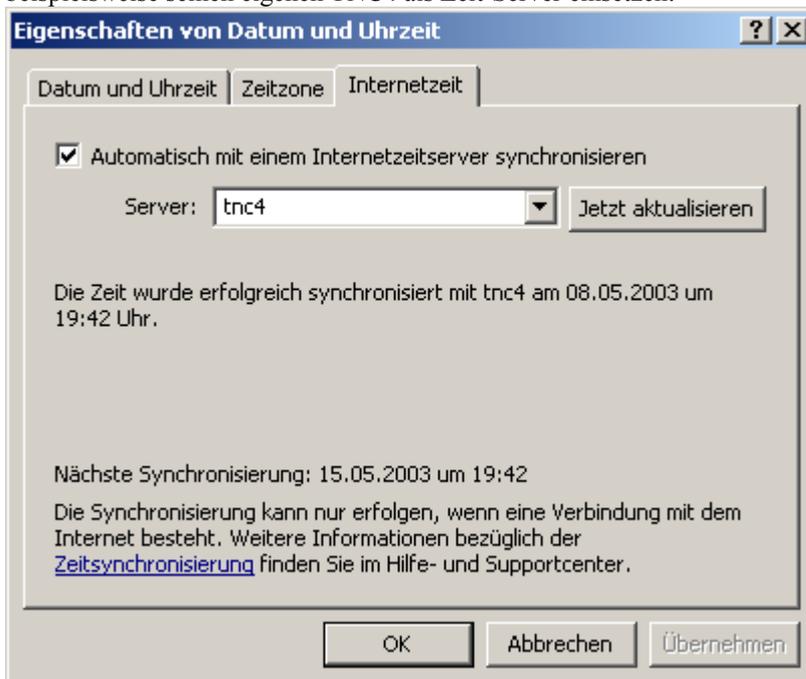
Mit Hilfe von SMTPD können Nachrichten mit Netscape oder Outlook Express in der (X)NET- Mailbox abgespeichert werden. Die Nachrichten werden lokal gespeichert und nicht automatisch weitergeleitet (die (X)NET- Mailbox unterstützt kein Mail forwarding). Die Angabe mehrerer Empfänger ist möglich. Als Empfänger kann entweder das Rufzeichen eines Boxbenutzers oder eine Mailbox- Rubrik angegeben werden. Die Mail wird nur dann akzeptiert, wenn die Mailbox-Rubrik bereits existiert oder das Rufzeichen des Empfängers bekannt ist - d.h. der Mail- Empfänger muss schon mal in der Mailbox eingeloggt gewesen sein. Als Mail-Absender muss zwingend ein gültiges Rufzeichen angegeben werden. Ansonsten wird die Mail ebenfalls nicht angenommen.

Gestartet wird der SMTP-Dienst mit:

```
start smtpd
```

Der IP-Router ROUTED und TCPD müssen vor SMTPD gestartet werden.

NTP wird auch von Windows XP zum Stellen der PC-Uhrzeit verwendet. Über den folgenden Dialog kann man beispielsweise seinen eigenen TNC4 als Zeit-Server einsetzen:



Der POP3-Server POP3D

Mit Hilfe von POP3D können Nachrichten mit Netscape oder Outlook Express aus der (X)NET-Mailbox abgeholt werden.

Gestartet wird der POP3 -Dienst mit:

```
start pop3d
```

Der IP-Router ROUTED und TCPD müssen vor POP3D gestartet werden.

Der SNTP-Server SNTPD

SNTPD steht für Simple Network Time – Protokoll. Es dient zur Übermittlung genauer Uhrzeiten im Netz. Die Uhrzeit kann dabei (theoretisch) bis auf 0,0000000023283064365387 Sekunden genau aufgelöst werden. Das Protokoll übermittelt wird die Zahl der vergangenen Sekunden seit Beginn des Jahres 1900 in UTC). (X)NET kann als SNTP-Server eingerichtet werden. Dies geschieht mit:

```
start sntpd
```

Der IP-Router ROUTED und TCPD müssen vor SNTPD gestartet werden. Über Netstat kann kontrolliert werden ob SNTPD korrekt läuft:

```
=>netstat
```

```

Proto  RQ      SQ  L. Port  Remote IP  R. Port  State  flags  dev
-----
...
udp    0      0  123      0          0        LISTEN  B2D0E

```

Der Prozess „hört“ auf **UDP-Port 123**. (X)NET kann damit als Uhrzeit-Server für Windows XP eingesetzt werden: Einfach auf die Uhrzeit unten rechts auf der Taskleiste klicken und dann bei dem erscheinenden Dialog den Reiter Internetzeit auswählen:

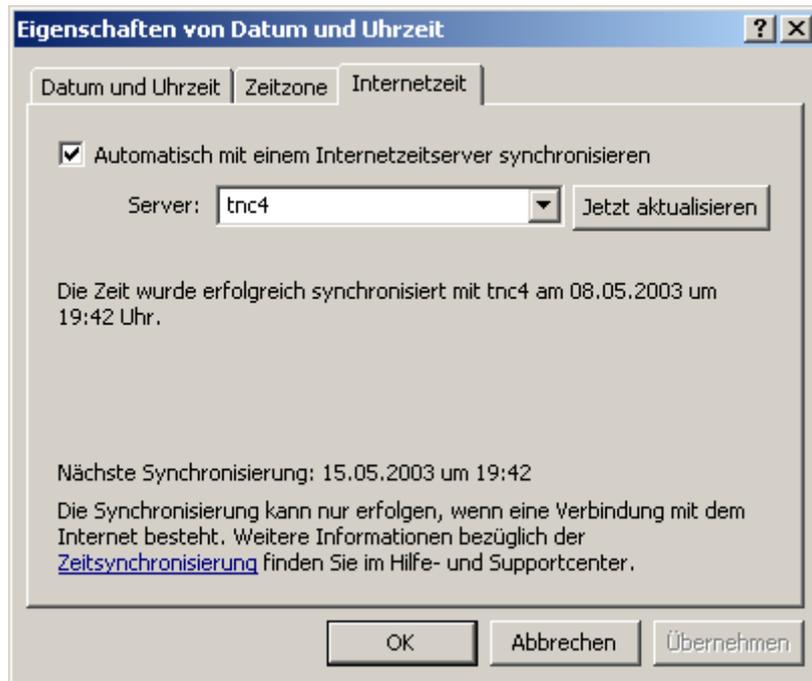


Abbildung 6: Windows XP kann (X)NET zur Uhrzeitsynchronisation benutzen

Eine Beispielkonfiguration

Ein komplettes Beispiel aus der Praxis, nämlich die Konfiguration des Web-Servers DB0SIG ist im Folgenden wiedergegeben.

AUTOEXEC.NET

Datei: AUTOEXEC.NET

```

##### AUTOEXEC.NET
# Erst die SCC3-Schnittstelle frei machen
detach SCC3
# danach wird der SLIP-Treiber mit 38400 Baud aufgeschaltet
attach SCC3 SLIP 38400
# so jetzt kann der IP-Router gestartet werden
start routed
# und das war es schon
##### AUTOEXEC.NET

```

IP.NET

Die Datei IP.NET wird beim Starten des IP-Routers gelesen.

```
##### IP.NET
# Der WWW-Server DB0SIG hat die IP-Nummer 44.130.55.100 und
# hängt mit SLIP an der SCC3. Die SCC3 ist der normale
# serielle V.24-Anschluß des TNC3. Der Digi DB0SIG selbst
# hat die Nummer 44.130.55.115

MYIP 44.130.55.115

ARP add 44.130.55.100 SLIP SCC3

# die TCP/IP-Station 44.130.55.25 hat das Rufzeichen DL1GJI-11.

ARP add 44.130.55.25 AX25 DL1GJI-11

# 44.142.101.1 hat den NetROM Node-Call HB9AE

ARP add 44.142.101.1 NETROM HB9AE

# 44.144.0.2 hat den NetROM Node-Call ON4UFA

ARP add 44.144.0.2 NETROM ON4UFA

#
# Nun die IPRROUTE-Einträge
#

IPROUTE add 44.130.55.100 SLIP 44.130.55.100 # DB0SIG zu DB0SIG

IPROUTE add 44.130.55.25 AX25 44.130.55.25 # DL1GJI zu DL1GJI-11

# alle Schweizer IP-Adressen schicken wir an 44.142.101.1 (HB9AE)
# Anm.: die schweizer Nummern beginnen alle mit 44.142. deshalb
/16

IPROUTE add 44.142.0.0/16 NETROM 44.142.1.21

# alle Belgischen IP-Adressen schicken wir an 44.144.0.2 (ON4UFA)
# Anm.: die belgischen IP-Nummern beginnen alle mit 44.144.

IPROUTE add 44.144.0.2/16 NETROM 44.144.0.2

# Der Adressbereich 44.130.55.96 bis 44.130.55.111 wird von
# SIG greoutet:

SUBNET 44.130.44.100/28

start tcpd
start httpd
start telnetd
start ftpd
start smtpd
start pop3d
##### IP.NET
```

Einträge für Benutzer sind nur dann sinnvoll, wenn deren Stationen auch dauernd erreichbar sind. Nutzer die nur sporadisch aktiv sind, sind schon durch das "Learning ARP" abgedeckt. Notwendig sind IPRROUTE- und ARP-Einträge auf jeden Fall für Server-Rechner (FTP, E-Mail, WWW-Server). Auf jeden Fall sollte die IP.NET-Datei so klein als möglich gehalten werden. Nicht aus Performance-Gründen, sondern wegen der Übersichtlichkeit und Administrierbarkeit.

Anhang

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: AUFBAU DES (X)NET-IP-ROUTERS	3
ABBILDUNG 2: ARP ÜBER AX.25	4
ABBILDUNG 3: NOTATION UND UMRECHNUNG VON SUBNETZ-MASKEN	6
ABBILDUNG 4: SUBNETZ-BEISPIEL 44.130.55.100/28	6
ABBILDUNG 5: TCP/IP IM OSI-MODELL	14

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: IP-INTERFACES	3
TABELLE 2: INTERFACES, HARDWAREADRESSEN, ARP UND LEARNING ARP	4
TABELLE 3: IPDUMP-PROTOKOLLE	9