TCP/IP

Eine kleine Einführung

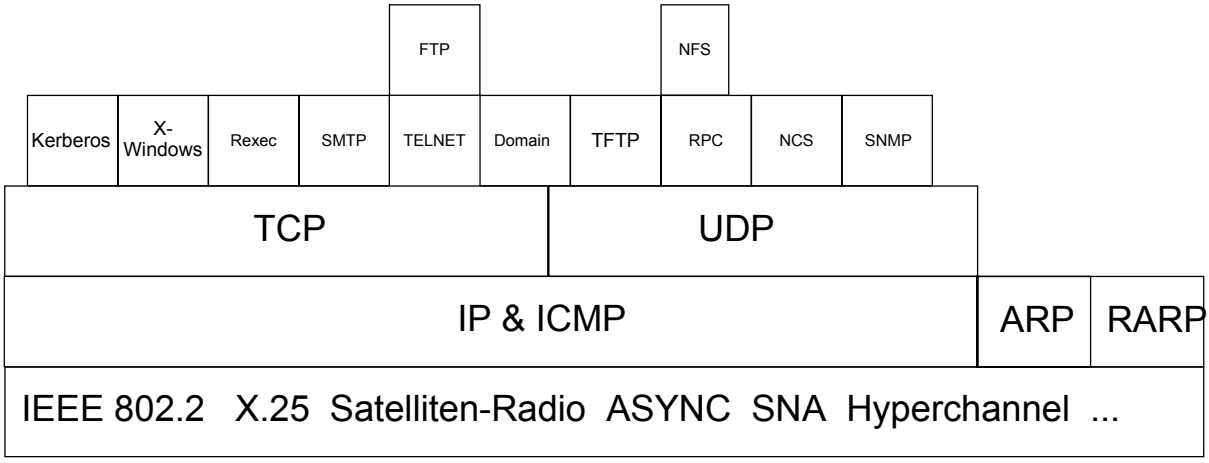
A-Net GmbH, Zumikon
www.anetgmbh.ch

Entwicklung

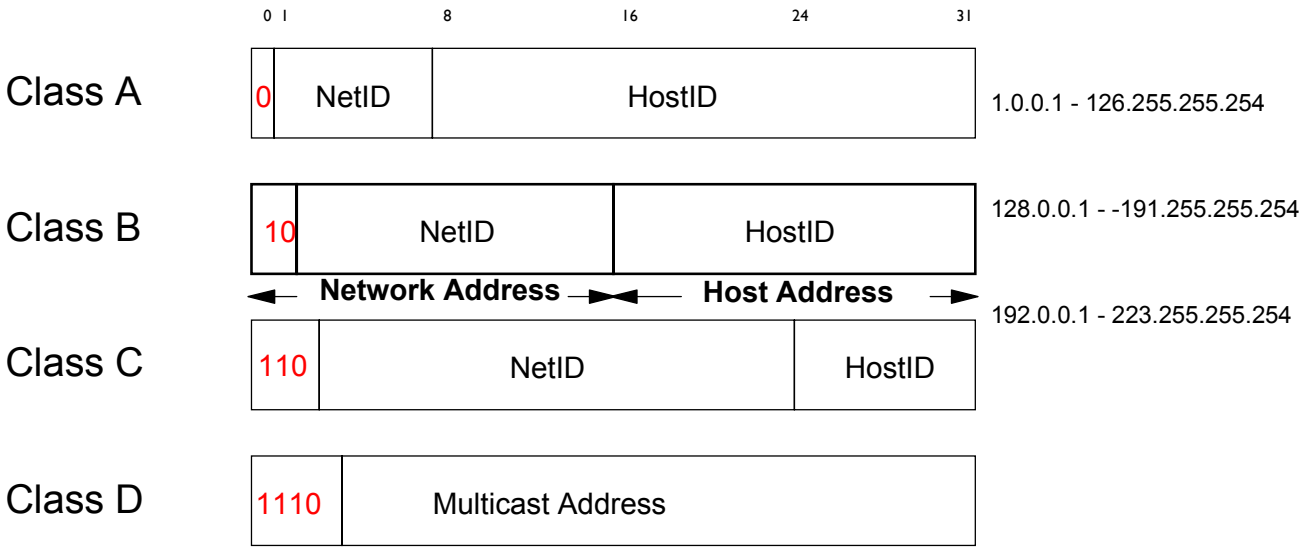
- DARPA (Defense Advanced Research Project Agency)
- vor 1971 ARPANET basierend auf NCP
- TCP/IP 1978 eingeführt
- ARPANET auf TCP/IP umgestellt 1983
- Berkeley University of California: Gratis Programm-Code für Unix Systeme
- bei fast allen UNIX-Systemen mitgeliefert
- Geschwindigkeiten:
  - ursprünglich 56 kbps Leitungen
  - T1 mit 1.544 Mbps 1989
  - 44.736 Mbps erste Hälfte 90-er Jahre
- RFC Request for Comment (für Normierung)

TCP/IP Architektur

Eine Sammlung von einzelnen Applikationen
- normalerweise je ein Client und Server-Modul (=Daemon)
  z.B. **TELNET** auf dem Client, **TELNETD** auf dem Server
- Umfang je nach TCP/IP Implementation stark unterschiedlich



TCP/IP Adresstypen



Beispiel einer IP-Adresse: 128.4.78.15

NetID wurde vergeben vom Network Inforamtion Center (NIC) in Kalifornien
Heute: ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers),
.ch und .li-Domänen reservieren bei www.switch.ch für die Schweiz

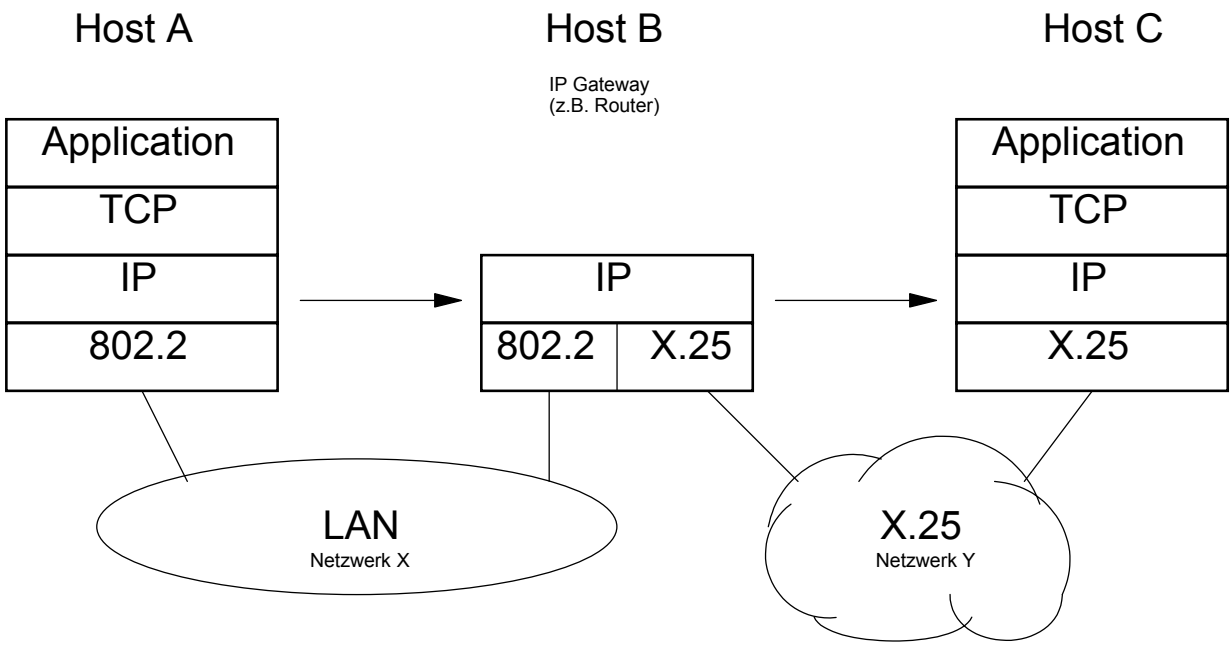
IP Routing und Gateways

- NetID-Teil der Internetadresse bestimmt Zielnetz des Hosts (--> Adressänderung bei Netzwechsel zwingend)
- Core Gateways müssen alle IP Netze kennen.
  - Core Gateways werden vom Internet Network Operations Center verwaltet
  - Gateway-to-Gateway Protocol (GGP)und Exterior Gateway Protocol (EGP)
- Non-Core Gateways kennen einen Teil des Netzes
  - verwaltet von individuellen Gruppen
  - Datenaustausch mit EGP
- Routenauflösung mit
  - Routing Information Protocol (Berkeley)
  - OSPF (Open Shortest Path First)
  - Hello
  - Exterior Gateway Protocol (EGP)

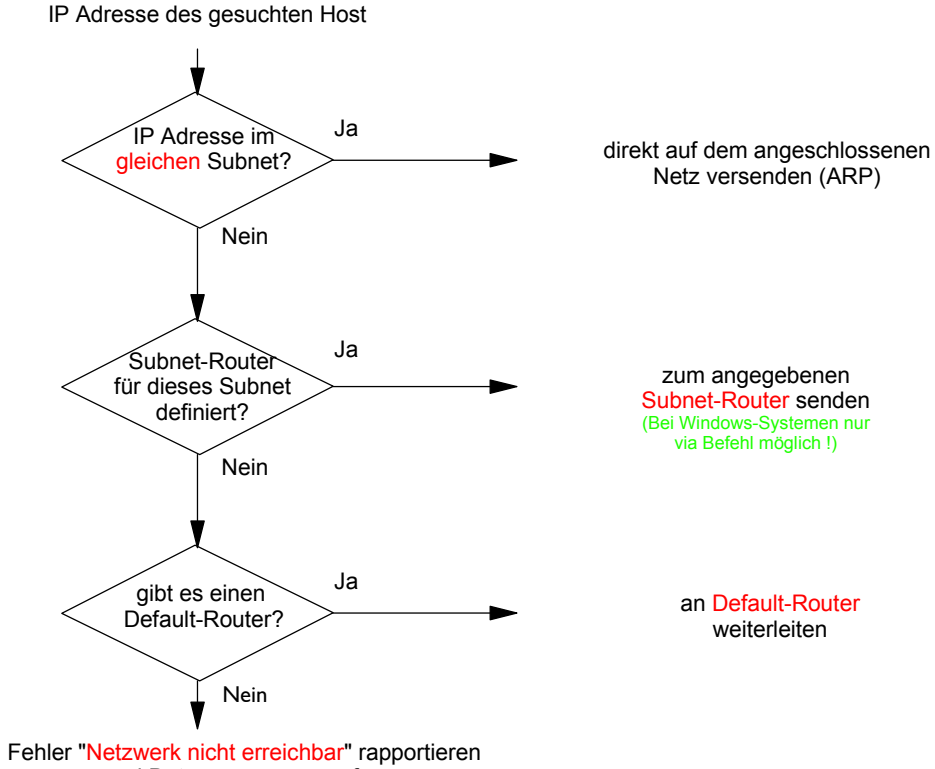
Internet-Gateways (= Router)

- Grundsätzlich gilt:
  - alle Systeme, die TCP/IP auf mehr als einem Interface unterstützen, können auch Routen
  - dazu gehören:
    - ►OS/2 ab Warp
    - ►Windows NT 4, Windows 2000, Windows XP
    - ►alle Unix-Versionen: Linux, AIX, HP-UIX etc.
    - ►OS/400 etc.
- Ausnahme: keine Routing-Funktion enthalten
  - Windows 95, Windows98, Windows ME
- Es gibt reservierte Adressebereiche für Test-/interne Zwecke. Diese werden im Internet nicht geroutet
  - 10.0.0.0 bis 10.255.255.255 (Class A)
  - 172.16.0.0 bis 172.31.255.255 (Class B)
  - 192.168.0.0 bis 192.168.255.255 (Class C)

Internet Gateway (=Router)



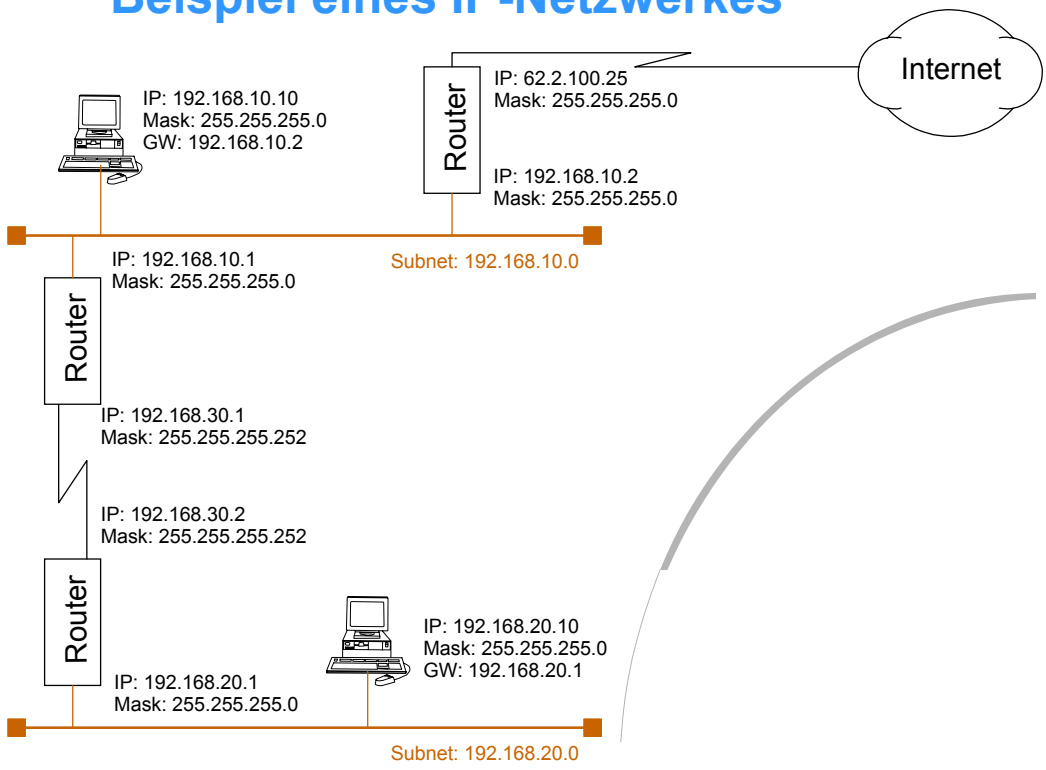
Routingschema



Adressauflösung im LAN

- Address Resolution Protocol (ARP)
  - setzt IP-Adresse in MAC-Adresse um (im LAN)
  - Broadcast zum Auffinden unbekannter Adressen (ARP Request)
  - Lookup Tabelle für bekannte Adressen (=ARP Cache)
- Reverse Address Resolution Protocol (RARP) für Diskless Arbeitsstationen
  - erfragt beim RARP-Server seine IP-Adresse aufgrund seiner MAC-Adresse
  - RARP-Server mit Tabelle der Adressen notwendig

Beispiel eines IP-Netzwerkes



Ethernet Frame

Preamble	Destination Address	Source Address	Typ	Daten	CRC
64 bit	48 bit	48 bit	16 bit	variabel	32 bit

- maximale Länge des Datenfelds: 1500 Bytes
- Typ-Nummer grösser als 1500
  - Typ 2048 (x 0800): IP Datagram
  - Typ 2054 (x 0806): ARP Datagram
  - Typ 24579 (x 6003): DECnet Phase IV
  - Typ 24580 (x 6004): DEC LAT
  - Typ 32923 (x 809B): Appletalk

RFC894

802.3 Frame

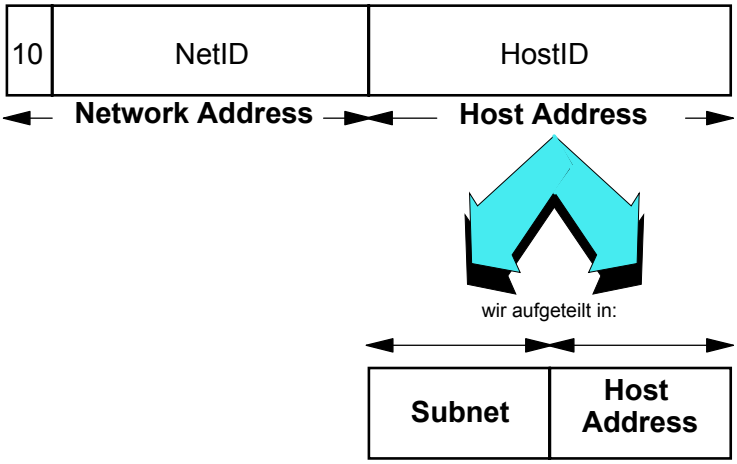
Preamble	Destination Address	Source Address	Daten Länge	Daten	CRC
64 bit	48 bit	48 bit	16 bit	variabel	32 bit

- maximale Länge des Datenfelds: 1500 Bytes (10 Mbps Netze), sonst grösser
- Sub-Network Access Protocol (SNAP) mit DSAP und SSAP=170, dann gilt
  - Typ 2048 (x 0800): IP Datagram
  - Typ 2054 (x 0806): RP Datagram
  - Typ 32821 (x 8035): RARP Datagram

RFC1010

Subnet

Class B



- Host ID wird aufgeteilt in Subnet Address und Host ID
- Subnet-Bits müssen *nicht* zusammenhängend sein (z.B. Bit 1,3,5,7)
- bitweise AND der ganzen Host ID mit Subnetmask ergibt Subnet Address
- keine Registrierung der Subnets bei Network Information Center (NIC) notwendig
- alle Hosts müssen Subnets unterstützen (implementiert in allen IBM TCP/IP)
- Beispiel : erstes Byte = Subnet, zweites Byte = Host:
  - Subnet Mask 255.255.255.0, Internet Address: 128.3.45.27
  - erstes Host-Byte = Subnet Address = 45
  - zweites Host-Byte = neue Host ID = 27

Subnetmask

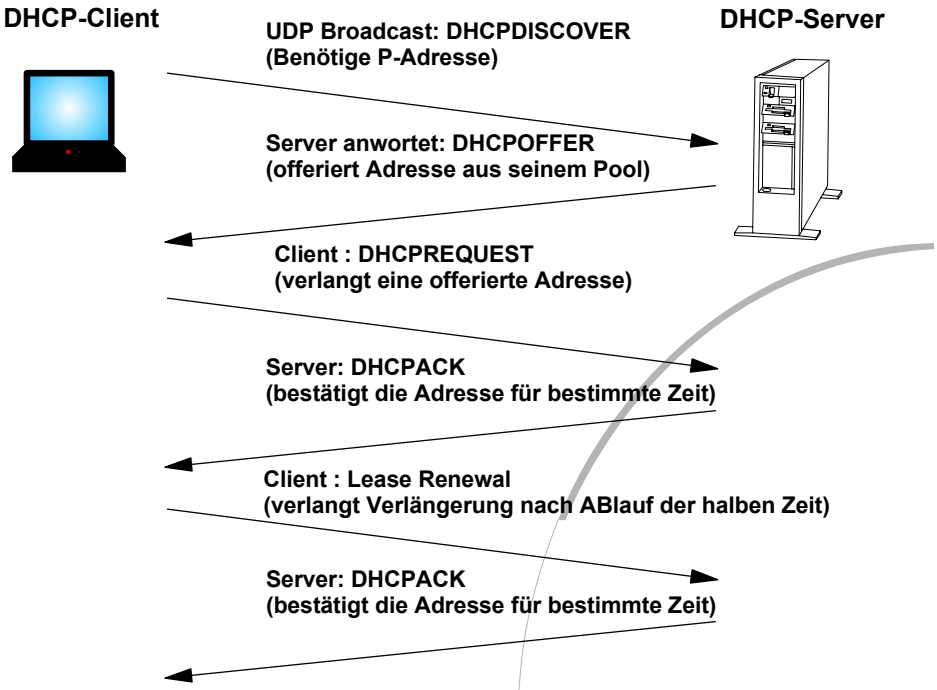
- bestimmt, wie viele Bits (von links) zum Subnetzteil gehören, der Rest sind Host-Bits
- die Adresse mit allen Host-Bits=0 ist die Adresse des ganzen Subnetzes, diese Adresse *nicht* für Stationen verwenden
- Die Adresse mit allen Host-Bits=1 ist die Broadcast-Adresse, auch diese Adresse *nicht* für Stationen verwenden
- Beispiele:
  - 255.255.255.252 4 Adressen, davon 2 frei
  - 255.255.255.248 8 Adressen, davon 6 frei
  - 255.255.255.240 16 Adressen, davon 14 frei
  - 255.255.255.224 32 Adressen, davon 30 frei
  - 255.255.255.192 64 Adressen, davon 62 frei
  - 255.255.255.128 128 Adressen, davon 126 frei
  - 255.255.255.0 256 Adressen, davon 254 frei
  - 255.255.254.0 512 Adressen, davon 510 frei

A-Net GmbH

Erweiterungen: DHCP und IPng

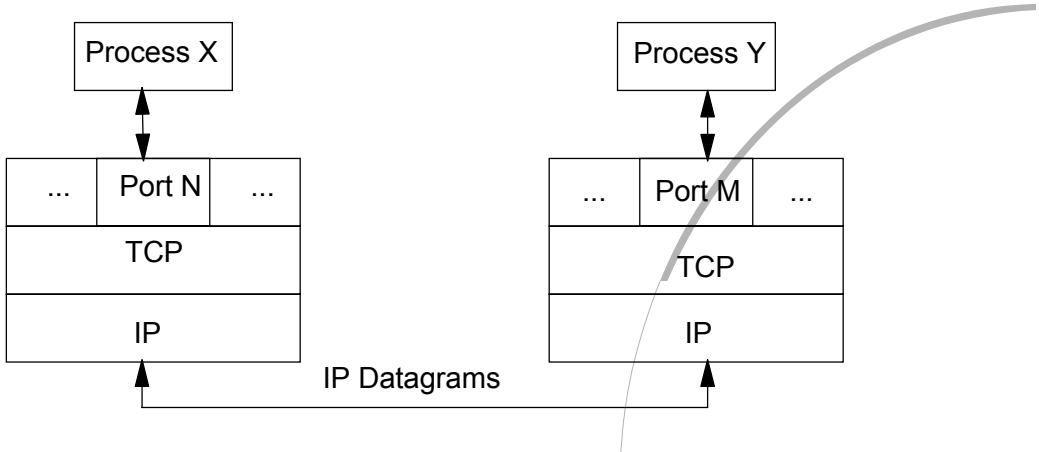
- DHCP: Dynamic Host Confiuration Protocol
  - automatische IP-Konfiguration ab DHCP Server
  - verringerter Konfigurationsaufwand
- DDNS: Dynamic Domain Name Server
  - Ergänzung zu DHCP: Host Name wird dynamisch beim Name Server registriert, Name mit Passwort geschützt
  - WINS: NetBios Name Server, Proprietäre Workgrouplösung (die teilweise einem NetBios Name Server entspricht), nur für Windows Systeme,ev. Linux. Name ist nicht geschützt
- Erweiterung von TCP/IP: IPng
  - Adresse 32 Bit --> 128 Bit
  - Quality of Service (QoS) Routing
    - ► alle dazwischenliegenden Router müssen mitmachen, sonst geht QoS-Info verloren

DHCP Dynamic Host Configuration Protocol



User Datagram, Ports & Sokets

- Jeder Process identifiziert sich gegenüber TCP/IP mit einem oder mehreren Ports
- IP Soket = (IP Addresse , Port Nummer)
- Ports 0-255 standardisiert, über 255 für Anwendungen frei



Port-Nummern

5	=	RJE	Remote Job Entry
7	=	Echo	ICMP Echo Request (Ping)
20	=	FTP-Data	File Transfer (Daten)
21	=	FTP	File Transfer (Steuerung)
23	=	TELNET	Remote Terminal
25	=	SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
37	=	Time	Timeserver
53	=	DNS	Domain Name Server
67	=	BOOTPS	Bootstrap Protocol Server, DHCP
68	=	BOOTPC	Bootstrap Protocol Client, DHCP
69	=	TFTP	Trivial File Transfer Protocol
70	=	Gopher	Suchprogramm im Internet
79	=	Finger	Finger zum Anzeigen von Benutzern auf remote System
80	=	HTTP	Hyper Text Transfer Protocol für WWW
101	=	HOSTNAME	Name Server
103	=	X400	X.400
110	=	POP3	Post Office Protocol 3
137	=	NETBIOS-NS	Netbios Names Service
138	=	NETBIOS-DG	Netbios Datagram Service
139	=	NETBIOS-SSM	Netbios Session Service
161	=	SNMP	Simple Network Management Protocol
162	=	SNMP Trap	SNMP Trap-Meldungen

Telnet

- Telnet gestattet, remotes Terminal zu sein (Network Virtual Terminal NVT)
- verschiedene Terminal-Typen (z.B. OS/2):
  - TELNET (zeilenmodus)
  - ANSI Term
  - Telnet VT100 (DEC VT100 Terminal)
  - Telnet VT220 für DEC Systeme und viele andere
  - Telnet 3270 (Full Screen 3270 Terminal für IBM Hosts)
  - Telnet 5250 (Full Screen 5250 Terminal für AS/400)
- Vorsicht: Anmeldepasswort geht im Klartext übers Netzwerk! (sichere Alternative: SSH)

FTP File Tansfer Protocol

- Dient zum Übertragen von Dateien zwischen FTP-Client und FTP-Server
- put stell Datei vom Client auf den Server
- get holt Datei vom Server auf den Client
- ls zeigt Dateien im aktuellen Verzeichnis an
- bin schaltet binäre Übertragung ein (sonst ASCII)
- cd /xxx wechselt ins Verzeichnis xxx
- quit beendet FTP
- zahlreiche, grafische FTP-Frontends sind erhältlich
- Vorsicht: Anmeldepasswort geht im Klartext übers Netzwerk! (sichere Alternative: SSH)

X-Window

- X-Window ist das Grafik-Fenstersystem für Unix-Systeme
- Client/Server-Modell (auf gleicher Maschine oder via IP-Netzwerk):
  - Grafik-Programm läuft auf dem X-Window Client
  - Anzeige und Steuerung (Tastatur, Maus) erfolgt auf dem X-Window Server
- Verschiedene X-Window Lösungen erhältlich, meist auf Standard X11R6 basierend
- Freie Software Version: xFree86 für fast alle PC-Plattformen
- Programm-Aufruf:
  - xeyes -display 192.168.112.60:0.0 (oder mit der Variablen $DISPLAY)
  - (startet das Programm xeyes und leitet die Anzeige zum System mit der IP-Adresse 192.168.112.60 um)

nützlich Befehle (plattformabhängig)

- ping 192.168.111.15 (alle Plattformen)
  - zum Testen der Verbindung zu dieser Adresse
- ipconfig /all (Win98, NT, 2000, XP) ipconfig (Win ME) winipcfg (Win 95, 98, ME)
  - zeigt aktuelle IP-Konfiguration an, Details auch bei DHCP
- netstat -a (OS/2), ifconfig (Linux), netstat *ifc (AS/400)
  - zeigt aktuelle, eigene Adresse(n) an, unter NT, 2000, XP die aktiven Verbindungen
- netstat -r (OS/2, Linux, Win 95, 98, ME, Win NT, 2000) netstat *rte (AS/400)
  - zeigt die aktuellen Routen an
- route add / route delete (OS/2, Win 98, NT, Win 2000, XP) Route hinzufügen/löschen
- route print (Win 98, NT, 2000, XP) zeigt aktuelle Routen an
- arp -a (fast alle Betriebssysteme)
  - zeigt aktuellen ARP Cache an (IP Adresse - MAC Adresse)
- dhcpmon (OS/2)
  - zeigt aktuelle DHCP Konfiguration an
- ddnscfg (OS/2)
  - reserviert den Hostnamen beim Name Server
- tracerte 192.168.111.15 (OS/2, Linux), tracert 192.168.111.15 (Win9x,ME,NT, 2000,XP)
  - zeigt die benutzten Router für diese Verbindung an
- nslookup www.anetgmbh.ch (OS/2, Linux, Win NT, Win 2000, XP)
  - zeigt IP-Adresse eines URL an

A-Net GmbH

Router-Protokolle

- In grösseren Netzwerken ist es sinnvoll, dass die **Router gegenseitig Informationen austauschen**. So können neue Subnetze mit Routern hinzugefügt werden und nach einer gewissen Zeit kennen alle Router im Netzwerk die neuen Subnetze.
- solche internen Router Protokolle (IGP) sind:
  - RIP (Router Information Protocol) Version 1 gemäss RFC 1058
  - RIP Version 2 gemäss RFC 1723
  - OSPF (Open Shortest Path First) Version 2 gemäss RFC 2328
  - EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) Standard auf Cisco-Routern

RIP Version 1

- Ein RIP Router funktioniert so:
  - Jeder RIP-Router baut eine Routingtabelle mit einem Eintrag pro Subnet auf (=Distance Vector)
  - Ein Distance Vector enthält:
    - Adresse des Subnetzes und Subnetmask
    - Adresse des nächsten Routers im Pfad (Nachbar)
    - Hop Count: Anzahl Router zum Netzwerk (=metric)
  - Die Tabelle enthält zu Beginn nur die direkt am Router angeschlossenen Subnetze mit einem Hop Count von 0
  - jeder Router sendet periodisch (ca. alle 30 Sekunden) seine Routing-Tabelle an alle anderen Router in seinen angeschlossenenen Subnetzen.
  - Jeder Router lernt so zusätzlich die erreichbaren Netzwerke aus den Meldungen der anderen Router, der Hop Count gibt an, über wieviele Router eine Verbindung geht
  - Hop Count = 16 meldet ein Netzwerk als unerreichbar

Vor- und Nachteile von RIP V1

- Vorteile:
  - RIP ist ein einfaches Routing Protocol, das auf allen grossen und vielen kleinen ISDN Routern (z.B. ZyXel, BinTec, etc.) als auch in Betriebssystemen wie OS/2 (Routed), Linux, Win NT, Win2k etc. anzutreffen ist.
- Nachteile:
  - nur für kleine Netzwerke geeignet (Verbindungen sind über max. 15 Router möglich)
  - nur fixe Subnetmasken möglich
  - keine Sicherheit gegen unbekannte/fremde Router
  - Konvergenzzeit bei ausfallenden Verbindungen teilweise hoch
  - grosser Datenverkehr zwischen den Routern

RIP Version 2

- RIP Version 2 baut auf RIP 1 auf und ist mit diesem kompatibel
- Neue Funktionen:
  - Variable Länge der Subnetmasken möglich(=Supernetting)
  - Multicasting (statt Broadcasting) reduziert die Netzwerkbelastung
  - Authentication möglich, schliesst fremde Router aus
- Vorteile:
  - weniger Daten fliessen zwischen den Routern
  - sicherer
- Nachteile:
  - grosse Konvergenzzeit bleibt
  - Authentication ist nicht verschlüsselt (Hacker)

OSPF - Open Shortest Path First

- OSPF baut eine Tabelle mit Verbindungszuständen auf:
  - Status (active/inactive)
  - Cost (günstige/ungünstige Route)
- Updates werden nur mitgeteilt, wenn sich etwas geändert hat
- Grosse Netzwerke werden in Areas aufgeteilt. Jeder Router kennt nur die Details in seiner Area und sonst nur die Verbindungsrouter zu den anderen Areas.
- Die Area 0.0.0.0 ist als Backbone-Area bekannt und muss zusammenhängend sein.
- Authentisierung möglich, unbekannte Router bleiben draussen
- Hello Pakete zum Erkennen neuer Router

OSPF V2

- Vorteile:
  - Stabiles Router Protokoll, auch geeignet für grosse Netzwerke
  - Trotz grosser Netzwerke geringer Datenverkehr
  - Sicher dank Authentisierung der Router
  - Sehr schnelle Konvergenz bei Verbindungsausfällen, da alternative Routen bereits bekannt sind
- Nachteile:
  - in kleinen ISDN-Routern nicht verfügbar
  - bei einigen Herstellern höhere Liezenzgebühren (z.B. Cisco)
  - komplexere Konfiguration

EIGRP

- Enhanced Interior Gateway Routing Protocol wurde von Cisco entwickelt und ist Standard auf diesen Routern.
- Hybrides Protkoll:
  - baut eine Distance Vector Tabelle auf (wie RIP)
  - behält Information von alternativen Verbindungen
  - meldet aber nur Veränderungen (wie OSPF)
- Vorteil:
  - weniger Datenverkehr zwischen den Routern (nur Updates)
  - Konvergenz schneller erreicht (alternative Route bereit)
  - in einen stabilen Netzwerk nur Hello Pakete
- Nachteile:
  - nur auf Cisco-Routern erhältlich
  - kein Area-Konzept