Kernel

- Notwendige Einstellungen bei der Kernel Konfiguration

```
Networking support
       (CONFIG_NET) [Y/n/?] y
Network aliasing
       (CONFIG_NET_ALIAS) [Y/n/?] y
TCP/IP networking
       (CONFIG_INET) [Y/n/?] y
IP: forwarding/gatewaying
       (CONFIG_IP_FORWARD) [Y/n/?] y
IP: aliasing support
       (CONFIG_IP_ALIAS) [Y/m/n/?] m
IP: Reverse ARP
       (CONFIG_INET_RARP) [N/y/m/?] m
```

- Interfaces

Typ	Prefix
Ethernet	eth
Loopback	lo
PPP	ppp
SLIP	sl
...	...

$ cat /proc/net/dev

IP–Adressen

- Adresse

z.B. 131 . 246 . 89 . 1
8 Bit 8 Bit 8 Bit 8 Bit

- Hostname

131.246.89.1	pizza.unix-ag.uni-kl.de
131.246.9.116	minnehaha.rhrk.uni-kl.de
127.0.0.1	localhost

- Nameserver

DNS – Domain Name Service

Konfigurationsdateien

- /etc/hosts

```
#
# /etc/hosts
#
# ipadresse  hostname                    alias
127.0.0.1    localhost
131.246.89.1 pizza.unix-ag.uni-kl.de   pizza
131.246.89.8 calzone.unix-ag.uni-kl.de cal
#
# end of hosts.
```

- /etc/resolv.conf

```
#domain unix-ag.uni-kl.de
search unix-ag.uni-kl.de uni-kl.de
nameserver 131.246.9.116
```

ACHTUNG: entweder `domain` ODER `search` verwenden!

Konfigurationsdateien

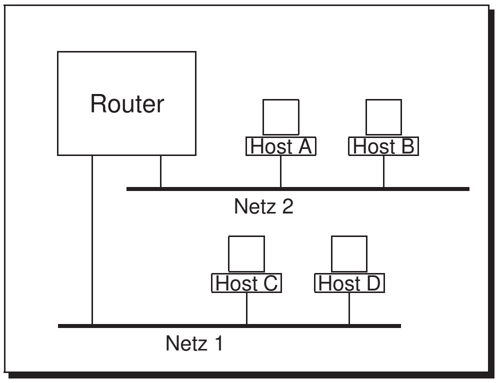
- /etc/host.conf (ALT)

```
order hosts,bind
multi on
```

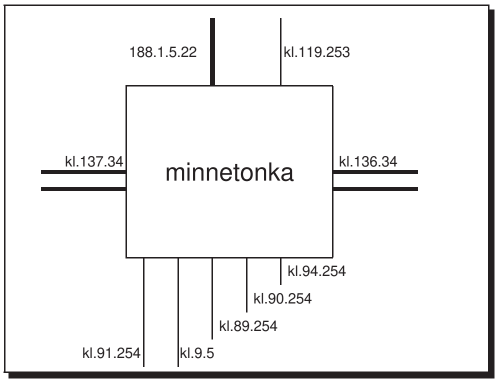
- /etc/nsswitch.conf (NEU)

```
#
# /etc/nsswitch.conf
#
...
hosts:  files dns
...
# end of nsswitch.conf
```

Netzwerk



Router



- Jedes Interface hat eine Adresse
- Umsetzung von verschiedenen Netzwerktypen (Ethernet, FDDI, ISDN, Modem, . . .)
- Trennung von Netzen

Adressen

Mehrere Rechner werden zu Netzen zusammengefaßt.

Ein Netz wird eindeutig durch *Netzadresse* und *Netzmaske* beschrieben.

Netzmaske markiert die relevanten Bits des Netzes.

Beispiel:

Netzadresse	131.246.89.0
Netzmaske	255.255.255.0

1000.0011	1111.0110	0101.1001	0000.0000
1111.1111	1111.1111	1111.1111	0000.0000
Netz			Host

Alle Rechner eines Netzes haben dieselbe Netzmaske. Ihre IP-Adressen unterscheiden sich nur im Host-Teil.

Schreibweise 131.246.89.0/24

Broadcast

Mit der Broadcast-Adresse können alle Rechner eines Netzes gleichzeitig angesprochen werden.

Bei der Broadcast-Adresse wird der Host-Teil der Netzadresse auf 1 gesetzt.

Broadcast	131.246.89.255
Netzmaske	255.255.255.0

1000.0011	1111.0110	0101.1001	1111.1111
1111.1111	1111.1111	1111.1111	0000.0000
Netz			Host

Alle Rechner eines Netzes haben dieselbe Broadcast-Adresse.

Berechnung

Netzadresse := IP AND Netzmaske

```
     131.246.  01011001.  00000001
AND  255.255.  11111111.  00000000
----------------------------------
     131.246.  01011001.  00000000
```

Broadcast := (NOT Netzmaske) OR Netzadresse

```
NOT  255.255.  11111111.  00000000
----------------------------------
       0.0.    00000000.  11111111
OR   131.246.  01011001.  00000000
----------------------------------
     131.246.  01011001.  11111111
```


Netzklassen

Class A Network

0	7-bit Netzwerk	24-bit Host
	10.	245.3.70

Class B Network

1	0	14-bit Netzwerk	16-bit Host
		131.246.	89.12

Class C Network

1	1	0	21-bit Netzwerk	8-bit Host
			192.168.9.	9

Weitere Netze sind für Testzwecke oder besondere Betriebsmodi reserviert (z. B. Multicast).

Netzwerkplanung

- Vorgabe:
  - Netzwerk 192.168.1.0/24
  - 1 Gebäude mit 5 Stockwerken
  - 1 Router
  - 10-20 Rechner pro Stockwerk
- Ziel: Rechner vernetzen

WICHTIG: Ein Netz - eine Netzadresse!

Netzwerkplanung

1. Aufteilen des Netzes in Subnetze,
   jedes Stockwerk bekommt eigenes Netz.
2. Berechnung der Netzmasken,
   Broadcastadressen.
3. Sinnvolle Zuteilung der IP-Adressen für Router (z.B. immer die höchste Adresse im Netz).
4. Vergabe der IP-Adressen für einzelne Hosts (Name, IP, Netzmaske, Gateway).

Netzwerkplanung

Etage	Net	Broadcast	Gateway
0	192.168.1.000 /27	192.162.1.031	192.162.1.030
1	192.168.1.032 /27	192.162.1.063	192.162.1.062
2	192.168.1.064 /27	192.162.1.095	192.162.1.094
3	192.168.1.096 /27	192.162.1.127	192.162.1.126
4	192.168.1.128 /27	192.162.1.159	192.162.1.158

Beispiel: 3. Etage

Name:	rechner12-3	IP-Adresse:	192.168.1.108
Broadcast:	192.168.1.127	Netzmaske:	255.255.255.224
Gateway:	192.168.1.126	Nameserver:	192.168.1.001

Interfacekonfiguration

- /sbin/ifconfig
  Konfiguration von Netzwerkinterfaces
  - Anzeigen der Interfacekonfiguration
  - IP-Adresse setzen
  - Netzmaske setzen
  - Broadcast setzen
  - Hardwareparameter einstellen
  - ...
- /sbin/route
  Konfiguration der Routingtabelle
  - Anzeige der Routingtabelle
  - Host-Routing
  - Netzwerk-Routing
  - Setzen der Defaultroute
  - löschen von Routing-Einträgen
  - ...

ifconfig

```
user@host[~]$ /sbin/ifconfig
lo      Link encap:Local Loopback
        inet addr:127.0.0.1 Bcast:127.255.255.255 Mask:255.0.0.0
        UP BROADCAST LOOPBACK RUNNING  MTU:7168  Metric:1
        RX packets:49181 errors:0 dropped:0 overruns:0
        TX packets:49181 errors:0 dropped:0 overruns:0

eth0    Link encap:10Mbps Ethernet  HWaddr 00:C0:F0:16:1A:0A
        inet addr:131.246.89.12  Bcast:131.246.89.255 Mask:255.255.255.0
        UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
        RX packets:990589 errors:515 dropped:0 overruns:0
        TX packets:785845 errors:0 dropped:0 overruns:0
        Interrupt:15 Base address:0xb000
```


ifconfig Parameter

```
user@host[~]$ /sbin/ifconfig -h
Usage: ifconfig [-a] [-i] [-v] interface
          [inet address]
          [hw] [ax25 address]
          [metric NN] [mtu NN]
          [trailers] [-trailers]
          [arp] [-arp]
          [netmask aa.bb.cc.dd]
          [dstaddr aa.bb.cc.dd]
          [mem_start NN] [io_addr NN] [irq NN]
          [[-] broadcast [aa.bb.cc.dd]]
          [[-]pointopoint [aa.bb.cc.dd]]
          [up] [down] ...
```

Interface aktivieren

```
# /sbin/ifconfig eth0 131.246.89.12
     netmask 255.255.255.0
     broadcast 131.246.89.255 up
```

route

```
user@host[~]$ /sbin/route
Kernel IP routing table
Destination  Gateway         Genmask       Flags Metric Ref Use Iface
131.246.89.0 *               255.255.255.0 U     0      0   158 eth0
127.0.0.0    *               255.0.0.0     U     0      0     2 lo
default      minnetonka-e2.  0.0.0.0       UG    0      0   239 eth0
```

```
user@host[~]$ /sbin/route -n
Kernel IP routing table
Destination  Gateway         Genmask       Flags Metric Ref Use Iface
131.246.89.0 0.0.0.0         255.255.255.0 U     0      0   159 eth0
127.0.0.0    0.0.0.0         255.0.0.0     U     0      0     2 lo
0.0.0.0      131.246.89.254  0.0.0.0       UG    0      0   240 eth0
```


route Parameter

```
user@host[~]$ /sbin/route -h
Usage: route [-nv]
       route [-v] del target
       route [-v] add {-net|-host} target
                 [gw gateway]
                 [metric NN] [netmask mask]
                 [mss maxsegment]
                 [window maxwindow]
                 [[dev] device]
```

Route für einen Host

```
# /sbin/route add -host 131.246.89.1 dev eth0
# /sbin/route del 131.246.89.1
```

Route für ein Netz

```
# /sbin/route add -net 131.246.89.0
     netmask 255.255.255.0 dev eth0
# /sbin/route add -net 0.0.0.0
     netmask 0.0.0.0 gw 131.246.89.254
# /sbin/route add default gw 131.246.89.254
```


Netzwerk aktivieren

Loopback (lo)

```
# ifconfig lo 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0 broadcast 127.255.255.255 up
# route add -net 127.0.0.0 netmask 255.0.0.0 dev lo
```

Netzkarte (eth0)

```
# ifconfig eth0 131.246.89.12 netmask broadcast 131.246.89.255 up
# route add -host 131.246.89.12 dev eth0
```

Netzwerk

```
# route add -net 131.246.89.0 netmask 255.255.255.0 dev eth0
# route add default gw 131.246.89.254 dev eth0
```


IP-Aliases

Ein Interface kann mehrere IP-Adressen verwalten.

Konfiguration der Subinterfaces (eth0:0, eth0:1, usw.) erfolgt analog zur Konfiguration von eth0.

Anzeige der konfigurierten IP-Aliases

```
user@host[~]$ cat /proc/net/aliases
device   family address
eth0:1   2      192.168.9.12
eth0:2   2      192.168.9.13
eth0:3   2      192.168.9.14
```

- IP-Aliases werden z. B. bei virtuellen WWW-Servern eingesetzt.
- Kerneloption CONFIG_IP_ALIAS

Private Netze

RFC1918: Address Allocation for Private Internets

10.0.0.0	10.255.255.255	(10/8 prefix)
172.16.0.0	172.31.255.255	(172.16/12 prefix)
192.168.0.0	192.168.255.255	(192.168/16 prefix)

- IP-Adressen werden nicht geroutet
- Kein Nameservereintrag
- Kein Adresskonflikt beim Anschluß an das Internet

ARP: Address Resolution Protocol

Verbindung zwischen IP-Adresse und physikalischer Hardwareadresse.

```
user@host[~]$ /sbin/arp -a
Address         HWaddress         Fl Mask Iface
131.246.89.1    08:00:20:12:60:5A C  *    eth0
131.246.89.4    00:20:18:30:35:C4 C  *    eth0
131.246.89.9    08:00:20:0B:91:E6 C  *    eth0
131.246.89.254  00:00:0C:39:33:FE C  *    eth0
```

- Jede Netzwerkkarte besitzt eine eindeutige, unveränderliche Hardwareadresse.

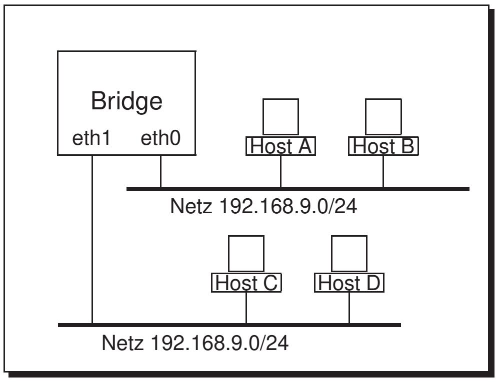
RARP: Reverse ARP

Verbindung zwischen physikalischer Hardwareadresse und IP-Adresse.

```
user@host[~]$ /sbin/rarp -a
IP address     HW address
131.246.89.1   08:00:20:12:60:5A
131.246.89.4   00:20:18:30:35:C4
```

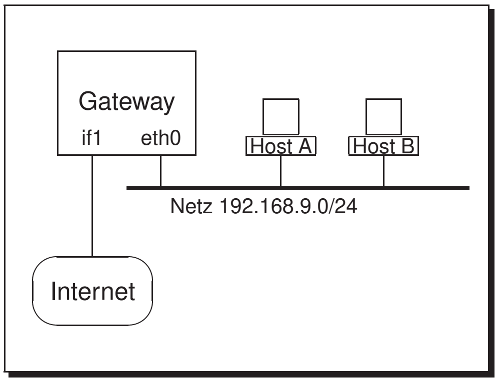
- RARP teilt einem Gerät, das noch nicht seine IP-Adresse kennt, diese mit.
- RARP wird hauptsächlich zum Booten von Rechnern ohne Festplatte oder Diskettenlaufwerk benutzt.
- Kerneloption CONFIG_INET_RARP

Brigde



- Eine Bridge unterteilt ein Netz, ohne daß sich die Netzadressen ändern
- Nur im jeweiligen anderen Netz benötigten Pakete werden weitergeleitet.
- Kerneloption CONFIG_BRIDGE

Linux als Gateway



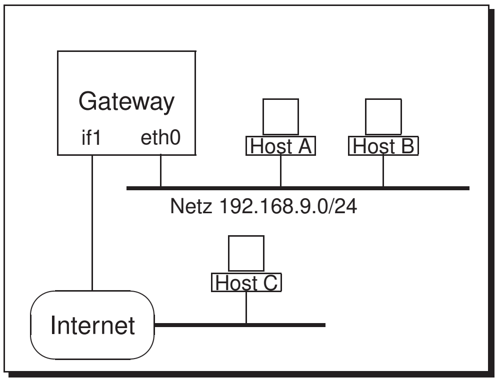
- Anbindung des lokalen Netzes an das Internet
- Linuxrechner als Defaultgateway
- Interface if1 kann hier auch eine ISDN-Karte oder ein Modem sein.
- Kerneloption CONFIG_IP_FORWARD

Linux als Firewall

Ein Firewall ist ein spezielles Gateway, bei dem jedes Paket nach frei konfigurierbaren Regeln weitergeleitet oder zurückgewiesen wird.

- wird zum Schutz von Netzwerken benötigt
- Konfigurationsprogramm *ipfwadm*
- sehr komplex
- Kerneloption CONFIG_FIREWALL

IP-Masquerading



- Anbindung des lokalen Netzes an das Internet mit nur einer IP-Adresse
- auch bei dynamischer IP-Adresse von if1 zu verwenden
- Host C sieht nur die IP-Adresse von if1
- Kerneloption CONFIG_IP_MASQUERADE

Masquerading Konfiguration

```
gateway# ipfwadm -F -a accept -m -S 192.168.9.0/24 -D 0.0.0.0/0
gateway# ipfwadm -F -l -n
IP firewall forward rules, default policy: accept
type  prot source          destination       ports
acc/m all  192.168.9.0/24  0.0.0.0/0         n/a

user@192.162.9.1$ telnet 131.246.89.1

gateway# ipfwadm -M -l -n
IP masquerading entries
prot expire   source        destination    ports
tcp  14:57.31 192.168.9.9   131.246.89.1   1057 (61004) -> 23
```

Services

Verknüpfung von Portname und Portnummer

/etc/service

```
#
# /etc/services
#
service-name port/protocol [aliases ...]
...
telnet          23/tcp
ftp-data        20/tcp
ftp             21/tcp
login          513/tcp
daytime         13/tcp
daytime         13/udp
uucp           540/tcp       uucpd
...
# end of services.
```

- Namen sind einfacher zu merken.
- Festgelegt durch IANA
  (Internet Assigned Numbers Authority)

Daemon

- Ein Daemon bietet einen Netzwerkdienst an.
- wird in der Regel beim Booten gestartet
- z. B. sendmail, WWW-Server, xdm, . . .

inetd

Der inetd ist ein Daemon, der Anfragen für mehrere Netzwerkdienste entgegennimmt und sie an die entsprechenden Programme weiterleitet.

- inetd übernimmt die Annahme und Verwaltung der eingehenden Verbingungen.
- weniger Programmieraufwand
  für einzelne Netzdienste
- Selten benötigte Daemons werden bei Bedarf gestartet.
- Häufig benötigte Programme müssen jedesmal neu gestartet werden.

inetd Konfiguration

/etc/inetd.conf

```
#
# /etc/inetd.conf
#
# <name><type> <proto> <flags> <user> <server_path>  <args>
...
daytime stream tcp    nowait  root   internal
ftp     stream tcp    nowait  root   /usr/sbin/tcpd in.ftpd -l -a
telnet  stream tcp    nowait  root   /usr/sbin/tcpd in.telnetd
login   stream tcp    nowait  root   /usr/sbin/tcpd in.rlogind
...
# End of inetd.conf
```

Literatur

- Linux HOWTOs

- RFC 1918
  Address Allocation for Private Internets

- Linux Network Administrator's Guide
  Olaf Kirch, O'Reilly Verlag,
  ISBN 1-56592-087-2

- TCP/IP Netzwerk Administration
  Craig Hunt, O'Reilly Verlag,
  ISBN 3-930673-02-9