Aufgabe 1: ARP & Friends

[1] Comer, Douglas
Operating system design, Volume II - Internetworking with XINU
Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1987
[2] RFCs online: http://www.nexor.com/public/rfc/index/rfc.html

a) Wie sehen Ethernet-, IP- und TCP/UDP-Adressen aus?
b) Was verbinden IP- bzw. TCP/UDP-Verbindungen?
c) Wie erhält man zu einer fremden IP-Adresse die Physikalische Adresse?
d) Woher weiß eine Workstation ihre eigene IP-Adresse?
e) Wie wird verhindert, daß der Datenblock nach dem Betriebssystemaufruf mehrmals kopiert werden muß?
f) Wozu dient ICMP und warum werden ICMP-Messages zwischengepuffert?

Lösungsvorschlag Aufgabe 1a: ARP & Friends

a) Wie sehen Ethernet-, IP- und TCP/UDP-Adressen aus?

- Ethernetadressen: 8:0:9:14:34:6

  z.B. zu erhalten von *faui40f* aus mit

```
[shell] /usr/sbin/arp faui01.informatik.uni-erlangen.de
faui01.informatik.uni-erlangen.de (131.188.30.1) at 8:0:20:80:57:ac
```

- IP-Adressen: 131.188.44.4

  z.B. zu erhalten mit

```
[shell] nslookup faui01.informatik.uni-erlangen.de
Name:    faui01.informatik.uni-erlangen.de
Addresses:  131.188.30.1, 131.188.2.1
```

- TCP/UDP-Adressen: 131.188.44.4.6000

  z.B. zu erhalten mit

```
[shell] netstat -na
TCP
Local Address      Remote Address     Swind  Send-Q Rwind  Recv-Q   State
-------------      --------------     -----  ------ -----  ------   -----
*.111              *.*                0      0      0      0        LISTEN
131.188.34.78.1014 131.188.34.40.2049 8760   0      67160  0        ESTABLISHED
131.188.34.78.4482 131.188.34.40.3282 8760   0      65700  0        CLOSE_WAIT
...
```

b) Was verbinden IP- bzw. TCP/UDP-Verbindungen?

- IP-Verbindungen bestehen zwischen Rechnern, die über ein zwischengeschaltetes Verbindungsnetzwerk gekoppelt sind. Es muß keine direkte Verbindung sein, es können evtl. Router usw. zwischengeschaltet sein.

- TCP/UDP-Verbindungen bestehen zwischen Ports (bzw. Kommunikationsendpunkten, Sockets, Mailboxen und, je nach Sichtweise, Prozessen).

c) Wie erhält man zu einer fremden IP-Adresse die Physikalische Adresse?

Eine Möglichkeit ist die Verwendung von Tabellen, die oft das Problem haben, veraltete Informationen zu enthalten.

Eine Alternative ist das in der Regel verwendete ARP (Address Resolution Protocol). Die grundlegende Idee ist, daß ein Broadcast-Paket auf das Netz geschickt wird, mit der Bitte, daß der gesuchte Rechner seine Physikalische Adresse in das Paket einträgt (☞ sendarp) und es zurückschickt. Es sind keine Tabellen usw. notwendig.

address resolution packet:

Class	Instance for IP on Ethernet
type of hardware	1 /* Ethernet */
format of protocol	0x0800 /* IP */
hardware address length	6
protocol address length	4
arp operation	1 /* ARP request*/
sender's physical HW address	8:0:20:12:24:31
sender's protocol address (IP)	131.188.34.55
target's physical HW address	
target's protocol address (IP)	131.188.44.84

Aus Effizienzgründen wird jedoch ein Cache für die zuletzt verwendeten IP-Adressen verwendet (☞ getpath). Einträge erfolgen bei jedem gesendeten und bei jedem empfangenen Paket (☞ arp_in, rarp_in).

Weiterhin sind bei IP-Adressen 3 Fälle zu unterscheiden (☞ route):

- Broadcast
- Lokales Netz
- Gateway

Bei einem Broadcast soll das Paket an alle auf diesem Netz geschickt werden. Es wird sofort weitergeleitet.
Lokal: anhand der Sende- und Ziel-IP-Adresse wurde festgestellt, daß beide Rechner am gleichen (lokalen) Netz angeschlossen sind. Es wird die passende Zieladresse gesucht und eingetragen.
Wenn sich beide Rechner nicht lokal an einem Netz befinden, muß der Transfer über ein Gateway erfolgen. In das Ethernetpaket wird die Ziel-IP-Adresse und die Physikalische Adresse des Gateways eingetragen, dessen IP-Adresse ist bekannt.

Routing Informationen erhält man z.B. mit

```
[shell] netstat -nr

Routing Table:
  Destination           Gateway             Flags  Ref   Use   Interface
-------------------- -------------------- ----- ----- ------ ---------
127.0.0.1            127.0.0.1             UH       0 187641  lo0
131.188.37.37        131.188.2.37          UGH      0      0
131.188.2.2          131.188.2.2           UGH      0    116
131.188.44.45        131.188.2.45          UGH      0    561
131.188.40.42        131.188.2.42          UGH      0      2
131.188.2.6          131.188.2.6           UGH      0     19
131.188.44.42        131.188.2.42          UGH      0     32
131.188.34.42        131.188.2.42          UGH      0     27
131.188.47.37        131.188.2.37          UGH      0      0
131.188.2.8          131.188.2.8           UGH      0    125
131.188.66.0         131.188.2.53          UG       0    620
131.188.64.0         131.188.2.53          UG       0    147
131.188.45.0         131.188.2.53          UG       0      0
131.188.35.0         131.188.2.53          UG       0      2
131.188.41.0         131.188.41.40         U        2   2500  bf0
131.188.44.0         131.188.44.40         U        2   2913  le0
131.188.2.0          131.188.2.40          U        3   4613  le1
default              131.188.2.53          UG       0 786424
```

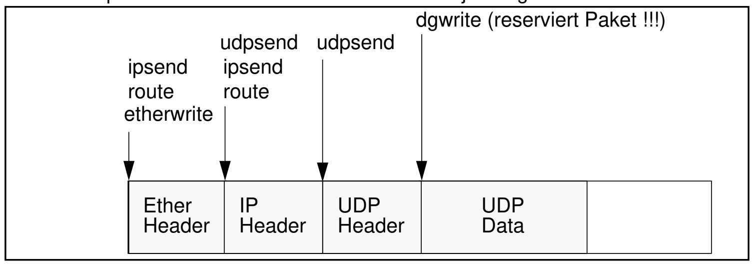
d) Woher weiß eine Workstation ihre eigene IP-Adresse?

Im Normalfall steht sie in einer Datei auf der Festplatte oder über **rarp** .

Diskless Workstations benutzen **rarp** (Reverse Address Resolution Protocol).
Die grundlegende Idee ist, daß ein Broadcast-Paket auf das Netz geschickt wird, das nur die eigene Physikalische Adresse enthält, mit der Bitte, daß der Server-Rechner die IP-Adresse in das Paket einträgt und es zurückschickt.

e) Wie wird verhindert, daß der Datenblock nach dem Betriebssystemaufruf mehrmals kopiert werden muß?

Die höheren Protokolle (UDP, IP) *wissen* bereits, daß ein Ethernet-Paket gesendet werden soll und tragen ihre Daten gleich in den Datenbereich des Ethernet-Pakets an den entsprechenden Stellen ein. Die Größen der jeweiligen Header sind bekannt.



f) Wozu dient ICMP und warum werden ICMP-Messages zwischengepuffert?

ICMP (Internet Control Message Protokol) ist ein Teil von IP und dient zur Steuerung des Datenverkehrs. Die wichtigsten Nachrichten sind:

- Prüfung, ob ein Zielrechner noch lebt:

```
[shell] ping rrze.gate.uni-erlangen.de
rrze.gate.uni-erlangen.de is alive
```

- Änderung des Routing
- Flußkontrolle
- Benachrichtigung, ob ein Datagramm nicht zustellbar bzw. sein Alterungszähler abgelaufen ist. Das wird z.B. bei der Verfolgung der Wege von Paketen im Netz benutzt:

```
[shell] traceroute rrze.gate.uni-erlangen.de
traceroute to rrze.gate.uni-erlangen.de (131.188.10.2), 30 hops max, 40
byte packets
 1  faui45v.informatik.uni-erlangen.de (131.188.34.58)  2 ms  2 ms  2 ms
 2  sushi.gate.uni-erlangen.de (131.188.34.53)  2 ms  2 ms  2 ms
 3  star.gate.uni-erlangen.de (131.188.1.27)  3 ms  3 ms  2 ms
 4  ds9.gate.uni-erlangen.de (131.188.6.3)  2 ms  2 ms  3 ms
 5  rrze.gate.uni-erlangen.de (131.188.10.2)  4 ms *  6 ms
```

ICMP-Nachrichten müssen zwischengepuffert werden, weil für das Senden einer ICMP-Nachricht ein ARP-Aufruf notwendig sein kann, der nicht bearbeitet werden könnte, da sich der netin-Prozeß immer noch bei der Abarbeitung des vorhergehenden (ICMP-)Aufrufs befindet. Es würde zu einer Verklemmung kommen.