Kurzeinführung in das Internet

WS 1998/99

Andreas Franz Borchert
Universität Ulm

21. Oktober 1998

Vorwort

- Vorwarnung: Die folgende Einführung ist grob vereinfachend. Um einen ersten Einblick zu erhalten, ist es meines Erachtens wichtiger, sich auf eine vereinfachte Übersicht zu konzentrieren (“big picture”) als auf zahlreiche Details.

- Die beste Einführung zum Thema Computer-Netzwerke ist meiner Ansicht nach das Buch von
  Andrew S. Tanenbaum, *Computer Networks*, 3rd Edition, 1996, Prentice Hall, ISBN 0-13-349945-6.

- Auf dem Internet selbst gibt es zahlreiche Einführungen zum Internet. Auf einige Seiten wird im folgenden verwiesen. Einige interessante Themen wurden in einem Seminar bei uns früher angeschnitten. Materialien dazu gibt es unter:
  `http://www.mathematik.uni-ulm.de/sai/ss96/ifc.internet/themen.html`.

- Dieser kurze (und in vielerlei Beziehungen unzureichende) Vortrag ist dem am 16. Oktober 1998 verstorbenen Jonathan B. Postel gewidmet, der kaum wie ein anderer zur Entwicklung des Internets beigetragen hat. Eine Erinnerungsseite gibt es unter
  `http://www.iana.org/postel/postel-tribute.html`.

Was ist das Internet?

Das Internet ist das mit Abstand größte und bedeutenste Computernetz auf der Welt und dies in jeder denkbaren Beziehung:

- Anzahl der Teilnehmer: Geschätzte Anzahl: 148 Millionen Teilnehmer weltweit (Quelle: NUA, die Zahl ist mit Vorsicht zu genießen).
- Flächendeckung: alle Erdteile und fast alle Länder inklusive vielen sehr abgelegenen Gegenden (z.B. Arktis und Sibirien)
- Anzahl der Angebote: (im April 1998 über 2,2 Millionen Webserver und zigtausende Diskussionsgruppen weltweit)
- Anzahl der beteiligten Computer: Nach der letzten Schätzung im Juli 1998 ca. 36,7 Millionen, die sich auf über 1.300.000 Bereiche (Domains) verteilen. In Deutschland sind es über 1,3 Millionen Rechner (Stand September 1998, Quelle RIPE NCC `http://www.ripe.net/`).
- Bandbreite: Die wichtigsten Verbindungen haben Bandbreiten im dreistelligen Megabit-Bereich (pro Sekunde), teilweise gibt es auch Gigabit-Leitungen. Die Universität hat mehrere Außenanschlüsse (einen mit 155 Mbit/s an das BelWü, einen mit 33 Mbit/s am DFN), die allerdings mit anderen Einrichtungen in Ulm und Umgebung geteilt werden.
- Webseiten mit Internet-Statistiken, von denen obige Zahlen entnommen worden sind:
  `http://info.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/HIT.html`,
  `http://www.dns.net/andras/stats.html`,
  `http://www.nua.ie/surveys/how_many_online/`

Geschichte des Internets

- 1957 wird von den USA Arpa (Advanced Research Projects Agency) gegründet zur Förderung der Kooperation zwischen dem Militär und den amerikanischen Universitäten als Antwort auf die Herausforderung des Sputnik.

- Nachdem im Laufe der sechziger Jahre Ideen für paketvermittelte Computer-Netzwerke reifen, geht im Oktober 1969 das erste Netzwerk bestehend aus vier Knoten in Betrieb.

- Das ARPA-Netzwerk wuchs in den siebziger Jahren weiter. Zuerst wurde nur FTP und telnet angeboten. E-Mail kam erst später.

- 1977 begann die Verbreitung von UNIX an Hochschulen, die das dazugehörende Programm UUCP (UNIX to UNIX copy) ausnutzten, um über Modems und Telefonleitungen zu kommunizieren. Als erste Dienste kamen dabei E-Mail und News zum Tragen.

- 1982 wurde über EuNET (in Deutschland damals durch die Universität Dortmund vertreten) auch Europa an das amerikanische UUCP-Netzwerk angeschlossen.

- 1983 wurden die beiden zuerst getrennten Netze zusammengelegt.

- Ebenfalls 1983 wurde an der University of California, Berkeley zum ersten Mal das 1982 festgelegte TCP/IP-Protokoll unterstützt mit BSD 4.2 (eine UNIX-Variante aus Berkeley).

- 1984 wurde DNS eingeführt (das Namenssystem des Internets) und die Schwelle von 1000 Netzknoten wurde überschritten.

Geschichte des Internets

- 1986 wurde das amerikanische Backbone-Netz der Universitäten NSFNET gegründet (Standleitungen mit zunächst 56 kbit/s).

- 1991 wurde von Tim Berners-Lee in CERN das Web eingeführt (HTTP-Protokoll und die Seitenbeschreibungs-Sprache HTML). Mit der Einführung des WWW nahm das vorher fast nur an Hochschulen (und wenigen Computer-Firmen) verbreitete Internet eine dramatische Entwicklung.

- Quelle: RFC 2235
  `http://info.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/HIT.html`

Organisation des Internets

- So chaotisch das Internet ist, so wichtig sind dennoch die Entwicklung und Einhaltung von Standards und damit die Kooperation untereinander. Dafür gibt es einige anerkannte Organisationen auf dem Internet, bei denen sich im Prinzip jeder Sachkundige sich beteiligen oder etwas beitragen kann:

- Internet Engineering Task Force (IETF):
  Ist eine offene internationale Vereinigung, die im Rahmen vieler Arbeitsgruppen technische Standards für Internet-Protokolle entwickelt, vorantreibt oder absegnet. `http://www.ietf.org/`

- Internet Society (ISOC):
  Die ISOC ist eine Vereinigung von Internet-Experten (analog zu vielen anderen berufsorientierten Vereinigungen), bei denen jeder Mitglied werden kann. `http://www.isoc.org/`

- Internet Architecture Board (IAB):
  Die IAB überwacht die Aktivitäten des IETF und die Standardisierungs-Prozesse, deren Ergebnisse (RFCs) sie herausgibt. Zum IAB gehören 13 stimmberechtigte Mitglieder (der Vorsitzende der IETF und von der IETF gewählte Mitglieder, mit denen auch die ISOC einverstanden sein muß). `http://www.isi.edu/iab/`

- Requests For Comments (RFCs):
  So werden die Standardisierungs-Dokumente des Internets genannt, deren Zahl längst über zweitausend liegt.
  `http://www.rfc-editor.org/`

- Internet Assigned Numbers Authority (IANA):
  Legt alle Parameter fest, die für das gesamte Internet von großer Bedeutung sind. Dazu gehörgen zum Beispiel die festgelegten Port-Nummern standardisierter Dienste.
  `http://www.iana.org/`.

Topologie des Internets

Die Internet-Hardware besteht im wesentlichen aus

- den beteiligten Rechnern (den Netzknoten) und

- dazwischenliegender Netz-Hardware.

Zur Netz-Hardware gehören

- Leitungen (lokal z.B. Koaxialkabel (Ethernet), Twisted-Pair (Ethernet) oder Glasfaser (FDDI), über größere Strecken z.B. Telefonleitungen oder Satelliten) und

- Netzwerk-Komponenten, die mehrere Leitungen miteinander verknüpfen (Router, Bridges, Hubs, Sternkoppler, Switches und Repeater).

IP-Adressen

- Jeder Rechner im Internet besitzt eine IP-Adresse (IP = Internet Protocol), die aus 32 Bit besteht und die in zwei Teile aufgeteilt ist (Netzwerkteil und eine Nummer innerhalb des Netzwerkes).

- Die Aufteilung ist variabel und kann sogar hierarchisch sein.

- IP-Adressen werden üblicherweise in Form von vier durch Punkte getrennte dezimale Zahlen geschrieben, die jeweils einem Byte zugeordnet sind. Beispiel: 134.60.166.1 (IP-Adresse der Turing).

Weiterleiten von Paketen

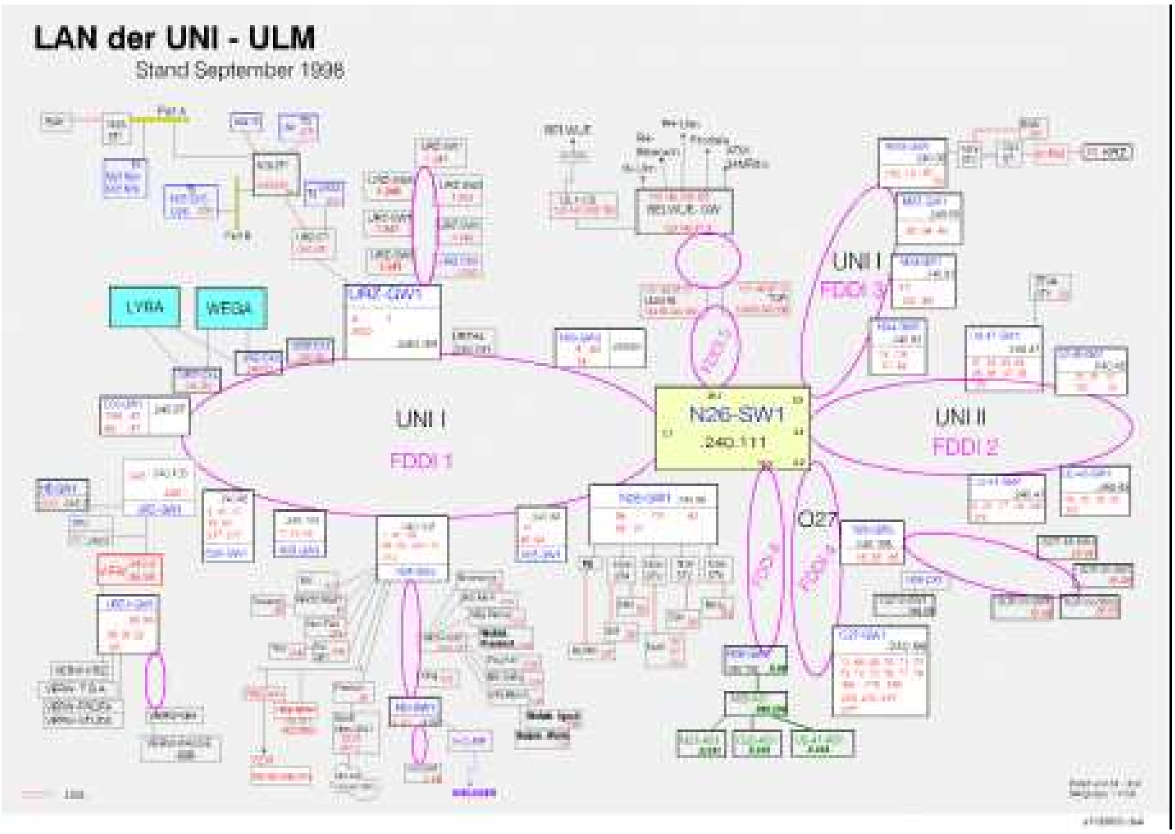
- Jeder Rechner kann auf seinem lokalen Netzwerk ein Netzwerk-Paket auf die Reise schicken.
- Netzwerk-Pakete tragen neben der eigentlichen Information normalerweise die IP-Adresse des Absenders und des Empfängers.
- Wenn der Empfänger nicht auf dem gleichen lokalen Netzwerk liegt, dann wird das Paket von Routern in das nächste Netzwerk befördert, das hoffentlich dem Ziel etwas näher liegt.
- Router verständigen sich jederzeit untereinander und erfahren so, wo Pakete für bestimmte Ziel-Netzwerke zur Zeit weitergeleitet werden sollten.

Routing

```
turing$ traceroute stat.berkeley.edu 2>&1 | sed ’s/).*/)/’
traceroute to stat.berkeley.edu (128.32.135.4)
 1  166-gw (134.60.166.99)
 2  * tor.rz.uni-ulm.de (134.60.240.108)
 3  Ulm1.BelWue.DE (129.143.87.9)
 4  Uni-Ulm1.WiN-IP.DFN.DE (188.1.10.37)
 5  ZR-Stuttgart1.WiN-IP.DFN.DE (188.1.10.33)
 6  ZR-Karlsruhe1.WiN-IP.DFN.DE (188.1.144.41)
 7  ZR-Frankfurt1.WiN-IP.DFN.DE (188.1.144.37)
 8  IR-Perryman2.WiN-IP.DFN.DE (188.1.144.86)
 9  166.48.39.253 (166.48.39.253)
10  core2.Washington.cw.net (204.70.4.189)
11  mae-east-nap.Washington.cw.net (204.70.1.214)
12  vnva-01.core.exodus.net (192.41.177.119)
13  heva-01-h8-1-0.core.exodus.net (209.1.169.162)
14  scca-02-h0-1-0.core.exodus.net (209.1.169.250)
15  * 209.1.231.248 (209.1.231.248)
16  scca-xgty.ucnet.net (209.185.111.30)
17  bgty-H9-0-0-T3.ucnet.net (192.35.216.57)
18  f5-0.inr-666-eva.berkeley.edu (198.128.16.21)
19  f1-0-0.inr-107-eva.Berkeley.EDU (128.32.2.1)
20  * f8-0.inr-100-eva.Berkeley.EDU (128.32.235.100)
21  * saruman.Berkeley.EDU (128.32.135.52)
```

- Zwischen unserem Rechner Turing und dem Rechner stat.berkeley.edu lagen bei diesem Test 21 Router, die nach (überwiegend dynamisch entstehenden Tabellen) Pakete weitervermitteln.

Das lokale Netz der Universität Ulm

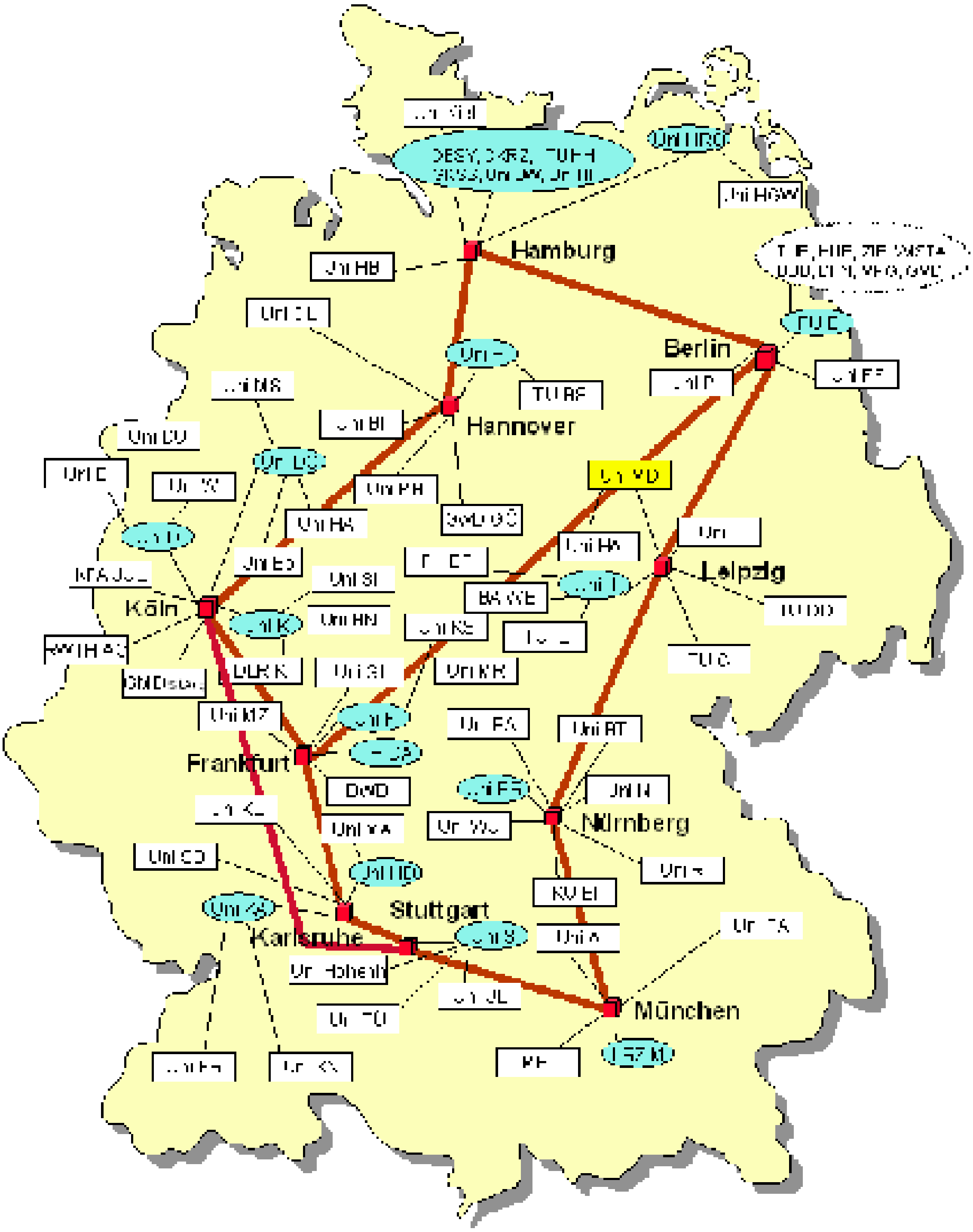


- Quelle: Rechenzentrum der Universität Ulm, Rosemarie Ziegler

BelWü

- Quelle: `http://www.belwue.de/info/topologie.html`

Das deutsche Forschungsnetz



- Quelle: `http://www.dfn.de/win/bwin/bwinkarte.html`

Außenanbindungen des DFN