



Systeme II

**1. Vorlesungswoche
21.04.-25.04.2008**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Christian Schindelhauer
Sommer 2008

Organisation

▶ **Web-Seite**

- <http://cone.informatik.uni-freiburg.de/lehre/vorlesung/systeme-ii-s08/>

▶ **Vorlesungen**

- Mittwoch, 14-16 Uhr, Hörsaal 26, Geb. 101
- Donnerstag, 9-10 Uhr, Hörsaal 26, Geb. 101

▶ **Beginn:**

- 1. Vorlesung: 23.04.2008

Übungen

- ▶ **Eintragung in die Übungsgruppen im Forum**
- ▶ **Gruppe A**
 - Montag, 9-10, SR 00-006, Geb. 051
 - Benjamin Traut
- ▶ **Gruppe B**
 - Dienstag, 14 - 15, R 00-034, Geb. 051
 - Malte Ahl
- ▶ **Gruppe C**
 - Montag, 9 - 10, HS 03-026, Geb. 051
 - Bente Luth
- ▶ **Gruppe D**
 - Dienstag, 16 - 17, SR 00-034, Geb. 051
 - Johannes Wendeberg

Übungsaufgaben

- ▶ **Erscheinen jeden Donnerstag auf der Webseite**
 - Bearbeitung freiwillig
 - Abgabe in den Übungsgruppen
 - Grundlage für mündliche Prüfung/schriftliche Klausur
- ▶ **Besprechung in der Folgewoche**
- ▶ **Korrektur durch den Tutor**
 - Rückgabe eine Woche nach Abgabe

Prüfung

▶ Klausur

- Schriftlich am 22.09.2008, 10.00 - 12.00 Schindelhauer 026, 036

▶ Prüfungsanmeldung

- für die Studierenden der Studiengänge Mikrosystemtechnik und Informatik erfolgt on-line über
- http://www.informatik.uni-freiburg.de/dekpaamt/allgemeines/online_anmeldung.htm
- An- und Abmeldungen sind von 01.04.2008 bis 27.06.2008 möglich.

Medien

- ▶ **PDF-Foliensätze**
 - vor der Vorlesung auf der Web-Site
- ▶ **Lecturnity-Aufzeichnung vom Vorjahr**
- ▶ **Literaturhinweise**
 - gleich und auf der Web-Site
- ▶ **Forum**
 - auf der Web-Site
 - zur Diskussion
 - zur Übungsanmeldung
 - sonstige Organisation

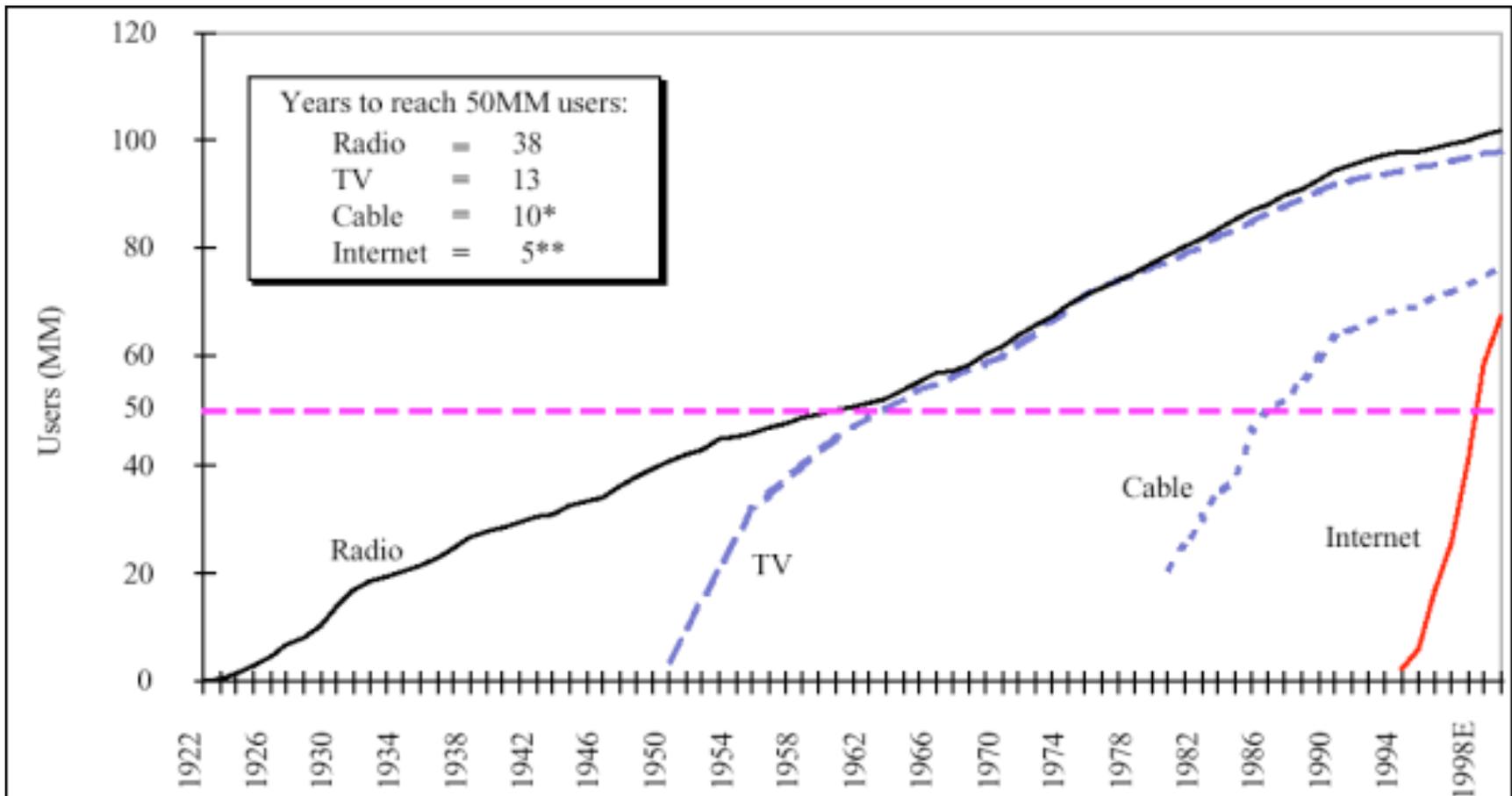
Inhalte

- ▶ **Einführung**
 - Literatur, Beispiele
 - Referenzmodelle
- ▶ **Bitübertragungsschicht (Physical Layer)**
- ▶ **Sicherungsschicht (Data Link Layer)**
- ▶ **Mediumzugriffs-Steuerung
(Medium Access Control Sub-Layer - MAC)**
- ▶ **Vermittlungsschicht (Network Layer)**
- ▶ **Transportschicht (Transport Layer)**
- ▶ **Anwendungsschicht (Application Layer)**
- ▶ **Sicherheit in Netzwerken**

Veranstaltungen im Bereich Netzwerke

Netzwerke I	=	Systeme II	jeden Sommer	Einführung in Netzwerke Ethernet Grundlagen des Internets
Netzwerke II	=	Communication Systems	jeden Winter ab nächstes Semester	WLAN, Telefon- netzwerke, VoIP, u.v.a.
Vertiefung Netzwerke	z.B.	Peer-to-Peer-Netzwerke Mobile Ad-Hoc-Netzwerke Internet-Sicherheit Telematik IV	jeden Sommer	
Praktika, Projekte, Teamprojekte	z.B.	Ad-Hoc-Netzwerke Wireless Sensor Networks Location Based Service	jeden Winter	
Seminare Bachelor-/ Master-Anbieter		je nach Lehrstuhl, individuell	jedes Semester	forschungsnahe Arbeit

Motivation



Source: Morgan Stanley Technology Research. E = Morgan Stanley Research Estimate. Data are for U.S. media adoption.

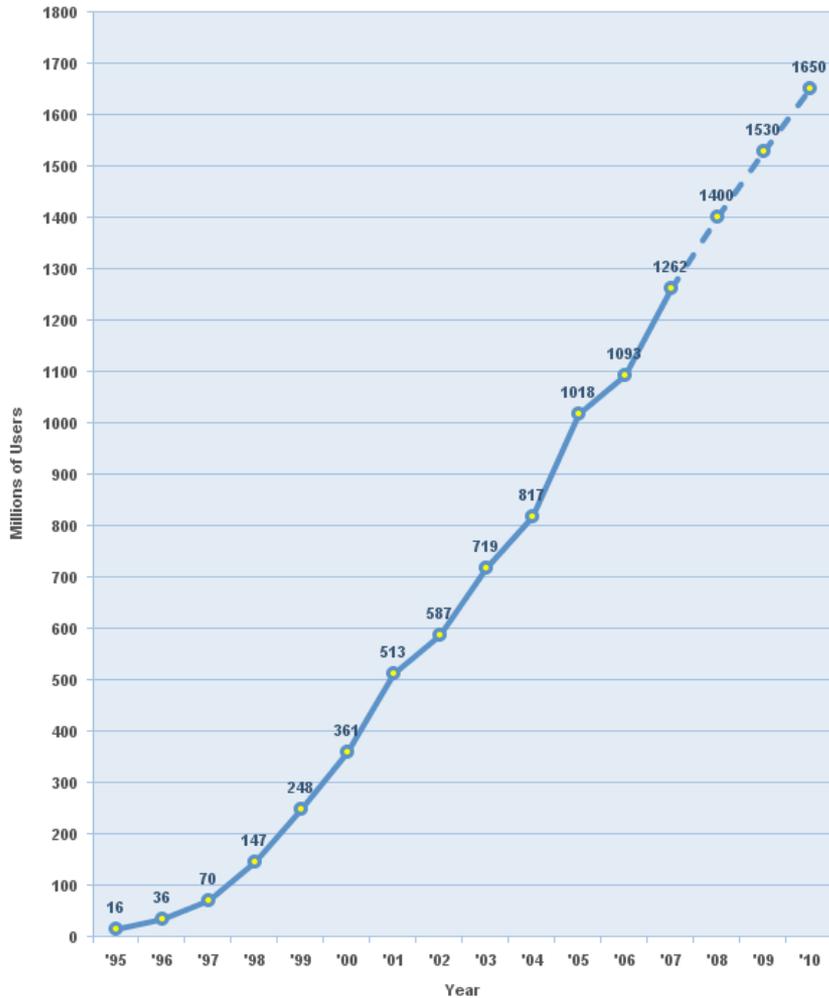
* We use the launch of HBO in 1976 as our estimate for the beginning of cable as an entertainment/advertising medium. Though cable technology was developed in the late 1940's, its initial use was primarily for the improvement of reception in remote areas. It was not until HBO began to distribute its pay-TV movie service via satellite in 1976 that the medium became a distinct content and advertising alternative to broadcast television.

** Morgan Stanley Technology Research Estimate.

Internet 2007

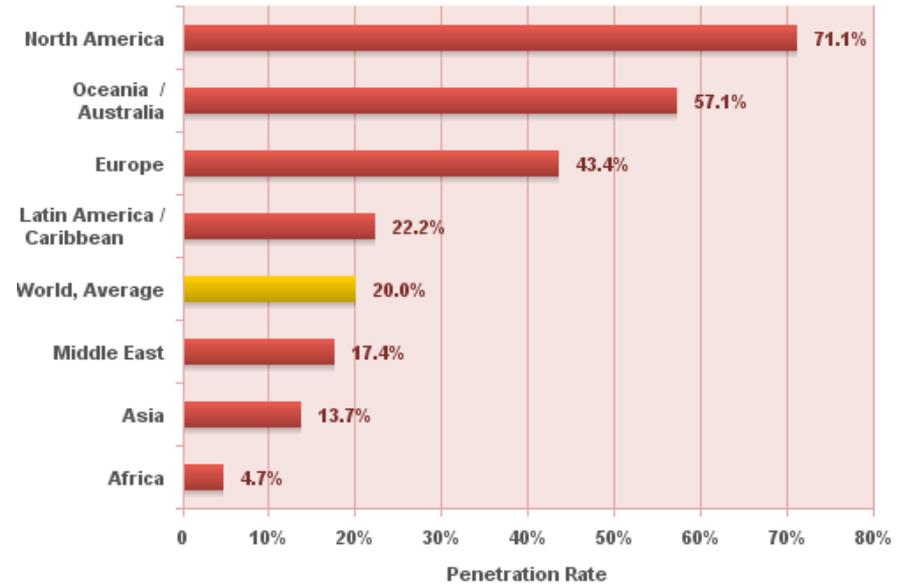
www.internetworldstats.com

Internet Users in the World Growth 1995 - 2010

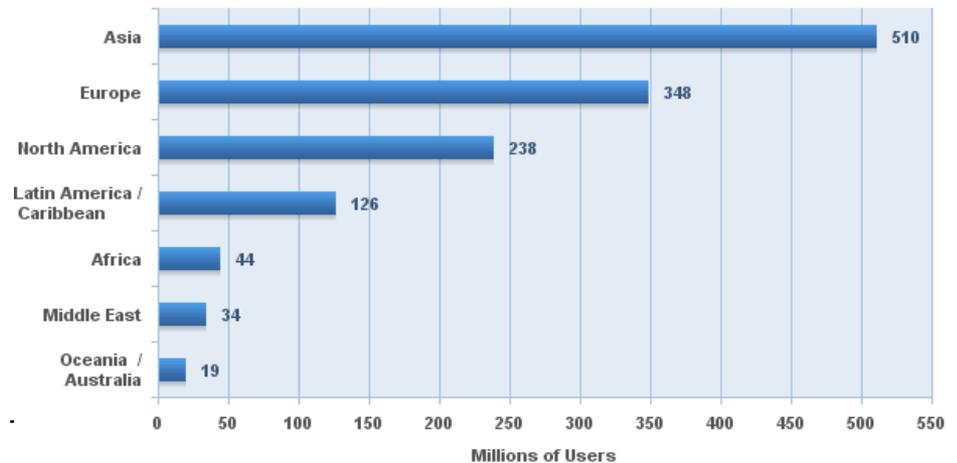


Source: www.internetworldstats.com - January, 2008
Copyright © 2008, Miniwatts Marketing Group

World Internet Penetration Rates December 2007



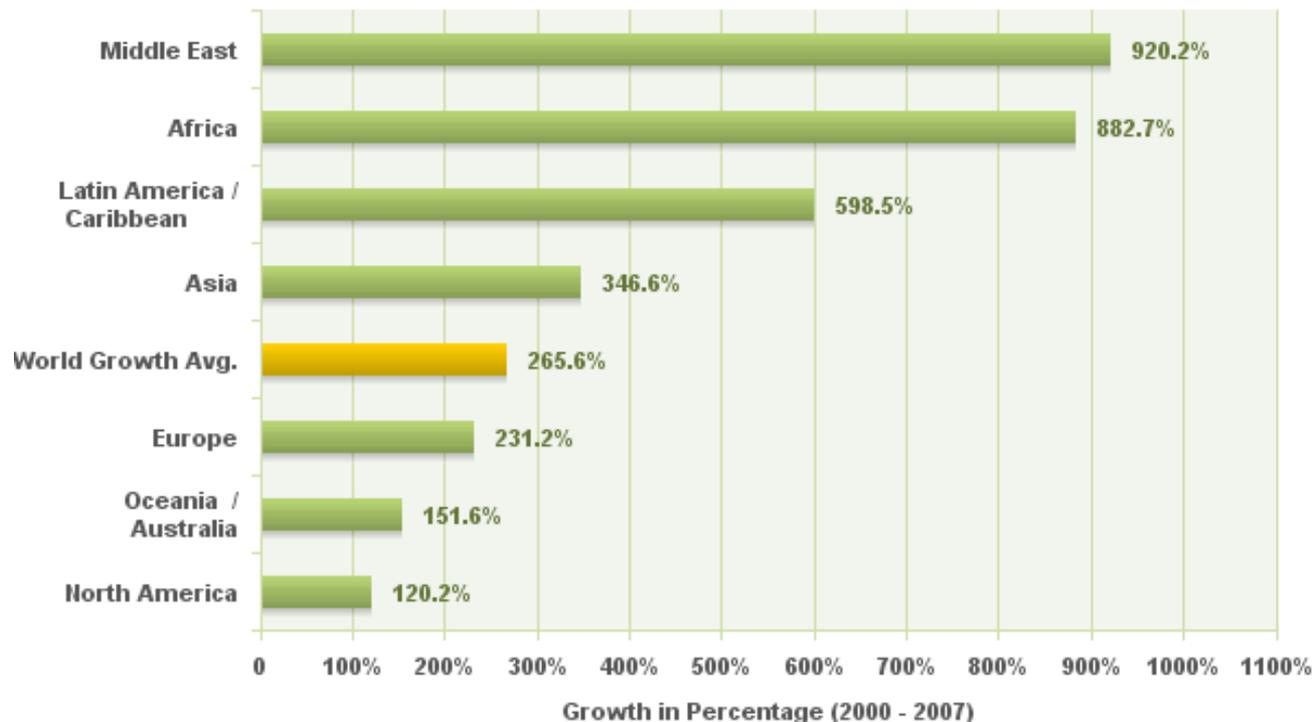
Internet Users in the World December 2007



Note: Total World Internet Users estimate is 1,319,872,109 for year-end 2007
Copyright © 2008, Miniwatts Marketing Group - www.internetworldstats.com

Internet Wachstum von 2000-2007

Internet Users in the World Growth Between 2000 and 2007



Note: Total World Internet Users estimate is 1,319,872,109 for year-end 2007.
Copyright © 2008, Miniwatts Marketing Group - www.internetworldstats.com

Internet Datenmengen

- ▶ **Monatlicher Datenverkehr weltweit**
 - Minnesota Internet Traffic Studies:
 - 3000-5000 PB
 - 1 PetaByte = 10^{15} bytes
- ▶ **monatlicher Datenverkehr pro Kopf**
 - Europa: 2,3 GB
 - Japan 2,6 GB
 - USA: 3 GB
 - Hongkong, Südkorea: 17 GB
- ▶ **Jährliche Wachstumsrate**
 - Weltweit: 50-60%

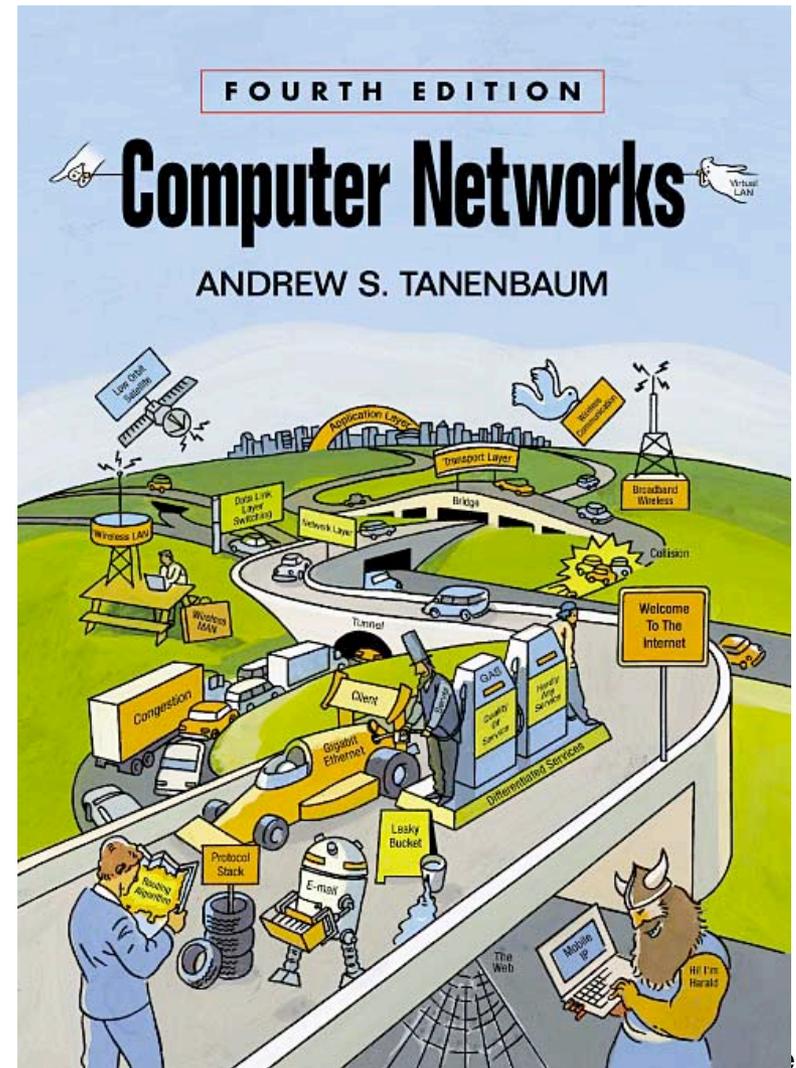
Beispiele für Rechnernetze

- ▶ **WLAN**
- ▶ **LAN (local area network)**
- ▶ **WAN (wide area network)**
- ▶ **MAN (metropolitan area network)**
- ▶ **P2P**
- ▶ **FTP (file transfer protocol)**
- ▶ **SSH (secure shell)**
- ▶ **telnet**
- ▶ **FIDONET**
- ▶ **IRC (Internet Relay Chat)**
- ▶ **USENET**
- ▶ **IBM Token Ring**
- ▶ **Telefon**
- ▶ **Telefax**
- ▶ **Telex**
- ▶ **VPN**
- ▶ **...**

Literatur (I)

► Das Buch zur Vorlesung

- Computer Networks, Andrew S. Tanenbaum (Prentice Hall)
- auf Deutsch: Computernetzwerke (Taschenbuch)
- Preis: 49,95 €



Systeme II
Sommer 2008

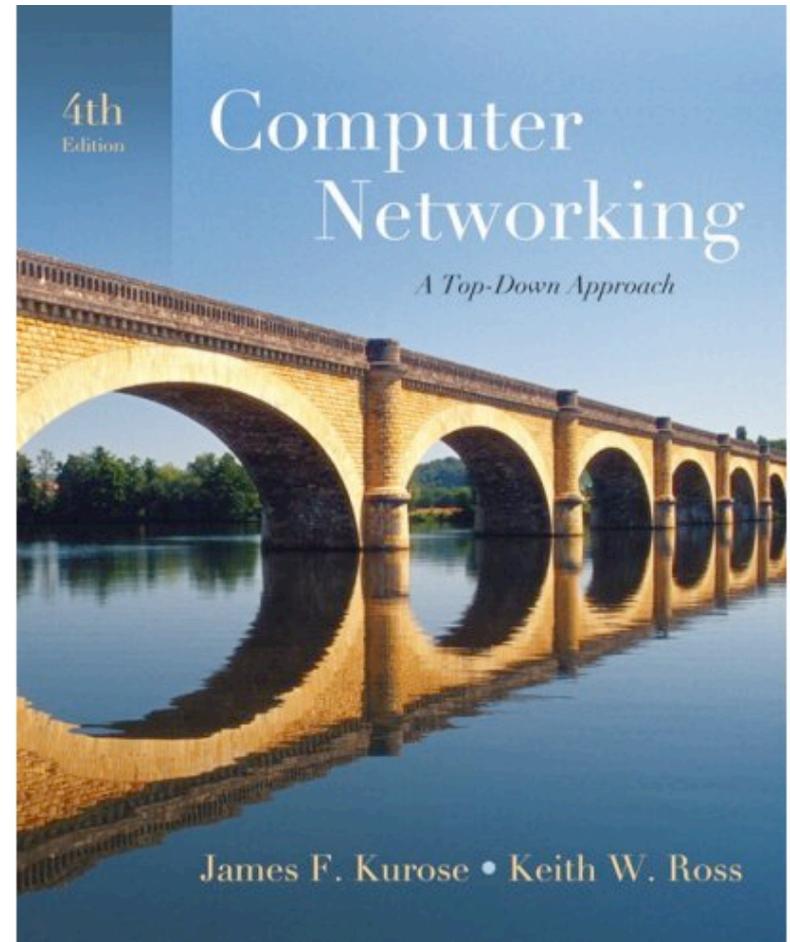
14

matik
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Christian Schindelbauer

Literatur (II)

► **Das Buch Nr. 2 zur Vorlesung:**

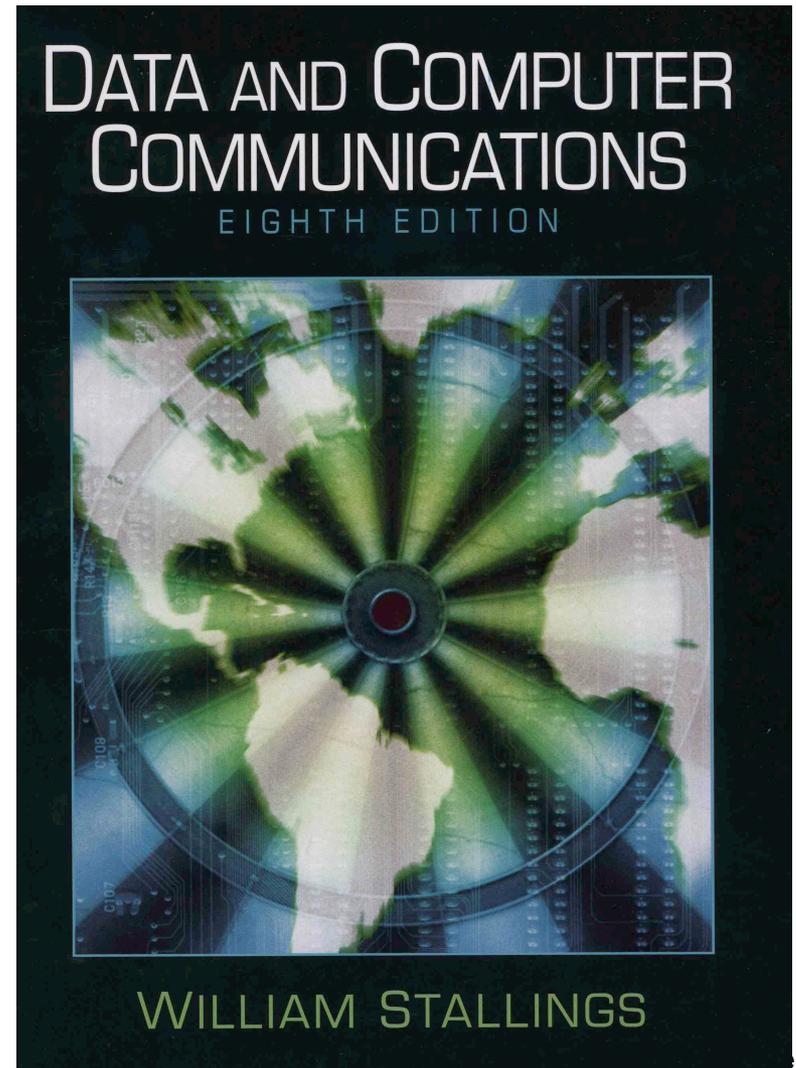
- Computer Networking - A Top-Down Approach Featuring the Internet, James F. Kurose, Keith W. Ross, Prentice Hall
- Preis: 75 €



Literatur (III)

► **Buch Nr. 3:**

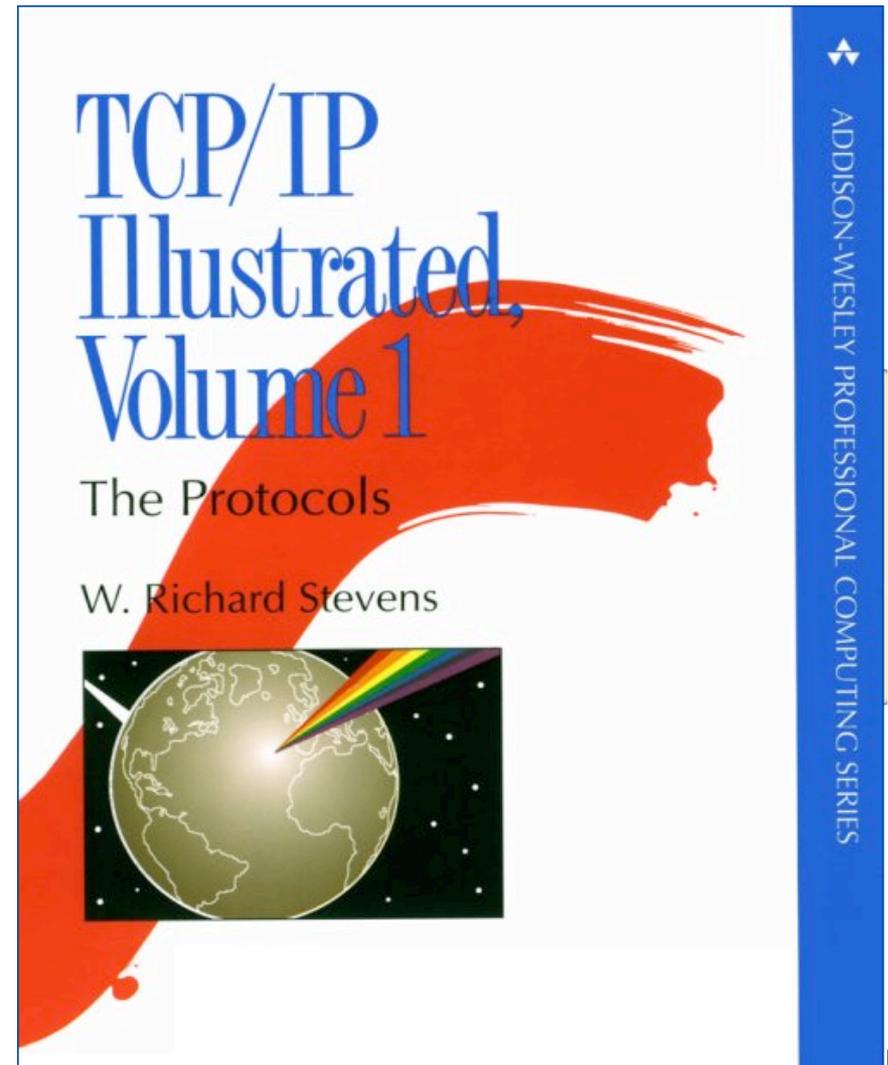
- Data and computer Communications
- William Stallings
- Pearsons, Prentice-Hall, 2007
- 80 €



Literatur (IV)

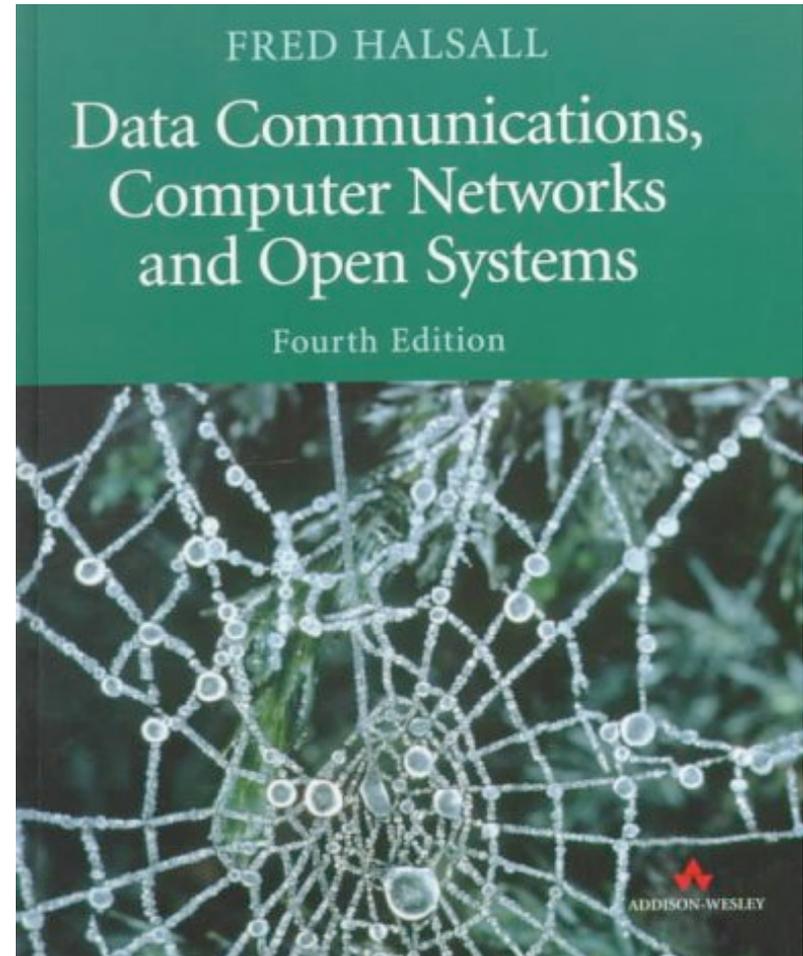
► **Zur Vertiefung:**

- TCP/IP Illustrated, Volume - The Protocols, W. Richard Stevens, Addison-Wesley



Literatur (V)

- ▶ **Fred Halsal, Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Addison-Wesley, 1995**

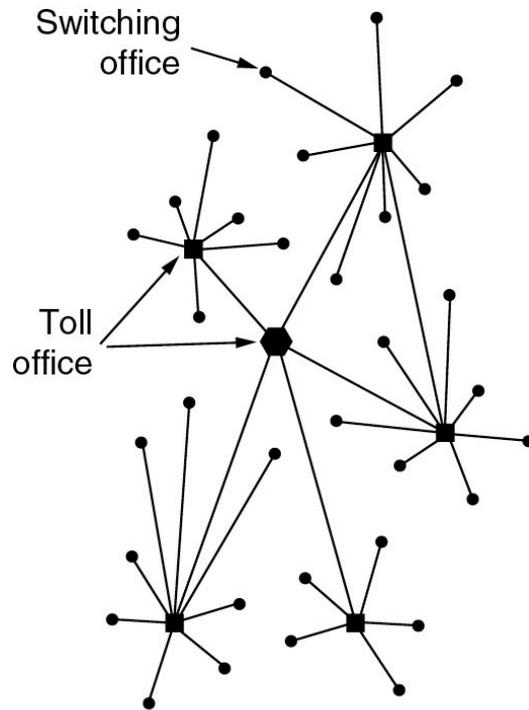


Das Internet

- ▶ **ist das weltweite, offene WAN (wide area network)**
- ▶ **ist systemunabhängig**
- ▶ **verbindet LANs (local area networks)**
- ▶ **hat keine zentrale Kontrolle**

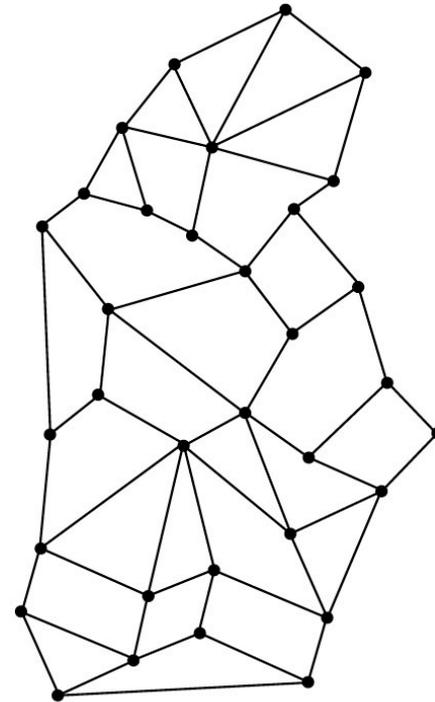
Struktur-Vergleich

► Hierarchisches Telefon-Netzwerk



(a)

Idee des Internets



(b)

Netzwerk offen für alle Architekturen

▶ Konzepte von Robert Kahn (DARPA 1972)

- Jedes (lokale) Netzwerk ist autonom
 - arbeitet für sich
 - muss nicht gesondert konfiguriert werden für das WAN
- Kommunikation nach “best effort”
 - schafft es ein Paket nicht zum Ziel, wird es gelöscht
 - es wird von der Anwendung wohl wieder verschickt werden
- Black Box Ansatz für Verbindungen
 - Black Boxes später umgetauft in Gateways und Routers

- Paketinformation werden nicht aufbewahrt

- keine Flußkontrolle

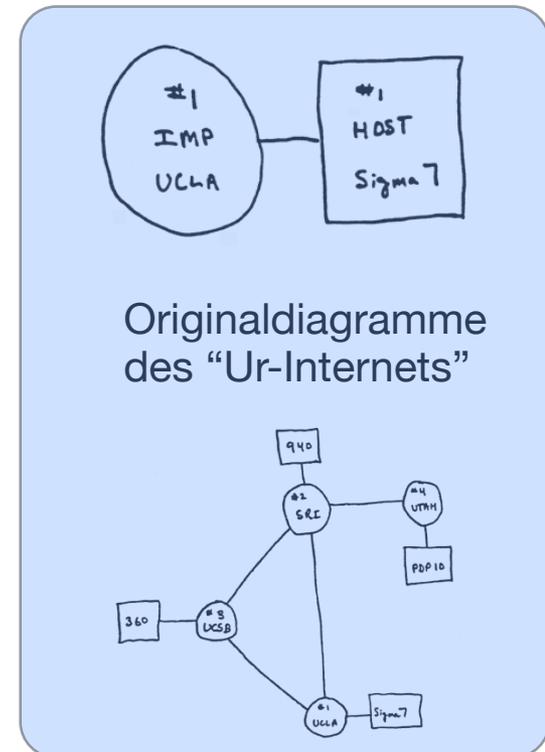
- Keine globale Kontrolle

▶ Das sind die Grundprinzipien des Internet

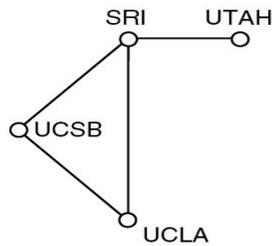
Die Geschichte des Internets

- ▶ **1961: Packet Switching Theory**
 - Leonard Kleinrock, MIT, “Information Flow in Communication Nets”
- ▶ **1962: Konzept des “Galactic Network”**
 - J.C.R. Licklider and W. Clark, MIT, “On-Line Man Computer Communication”
- ▶ **1965: Erster Vorläufer des Internet**
 - Analoge Modem-Verbindung zwischen zwei Rechnern in den USA
- ▶ **1967: Konzept des “ARPANET”**
 - Entwurfspapier von Larry Roberts
- ▶ **1969: Erster Knoten im “ARPANET”**
 - an der UCLA (Los Angeles)

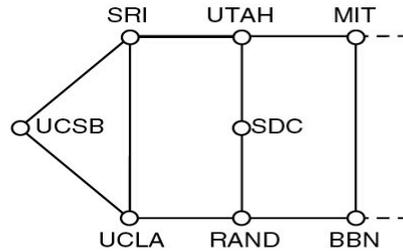
- Ende 1969: vier Rechner verbunden



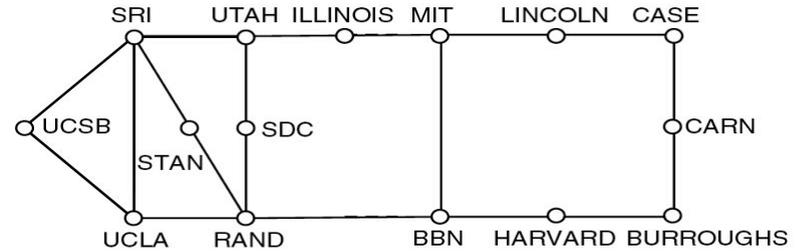
Das ARPANET



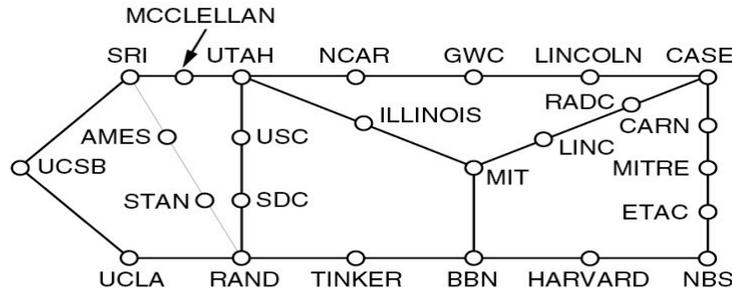
(a)



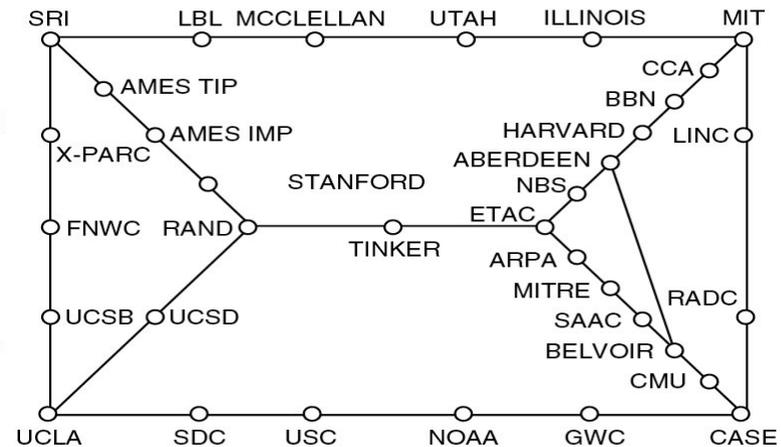
(b)



(c)



(d)

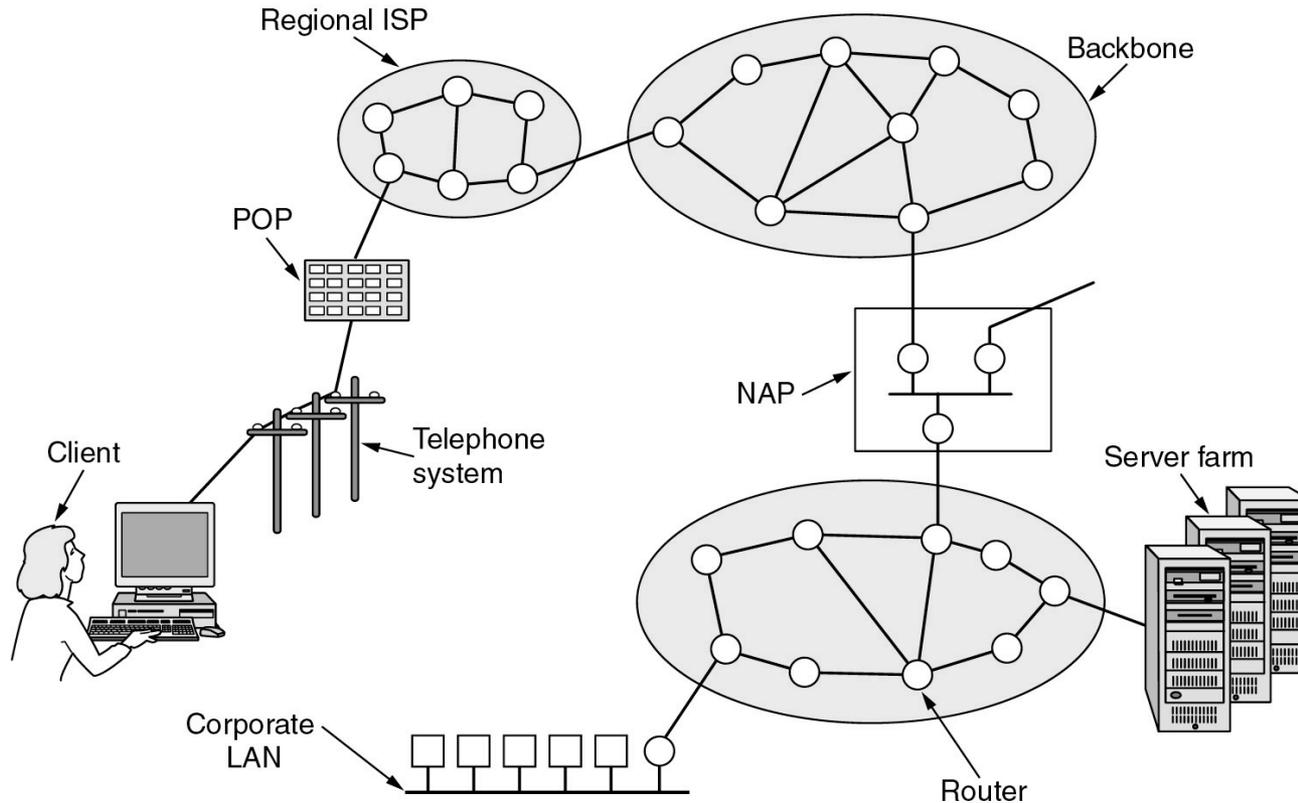


(e)

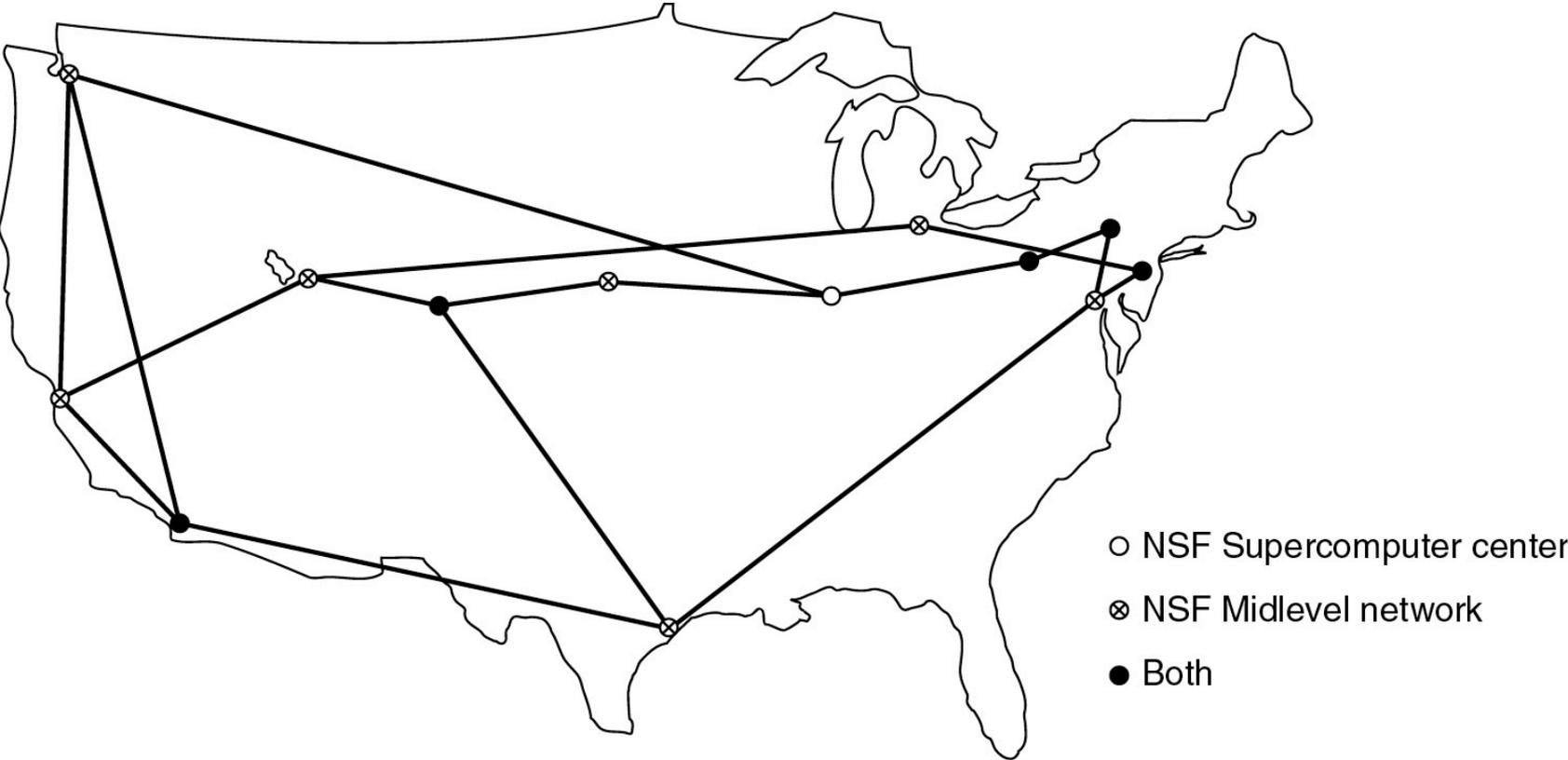
Wachstum ARPANET (a) Dezember 1969. (b) Juli 1970.

(c) März 1971. (d) April 1972. (e) September 1972.

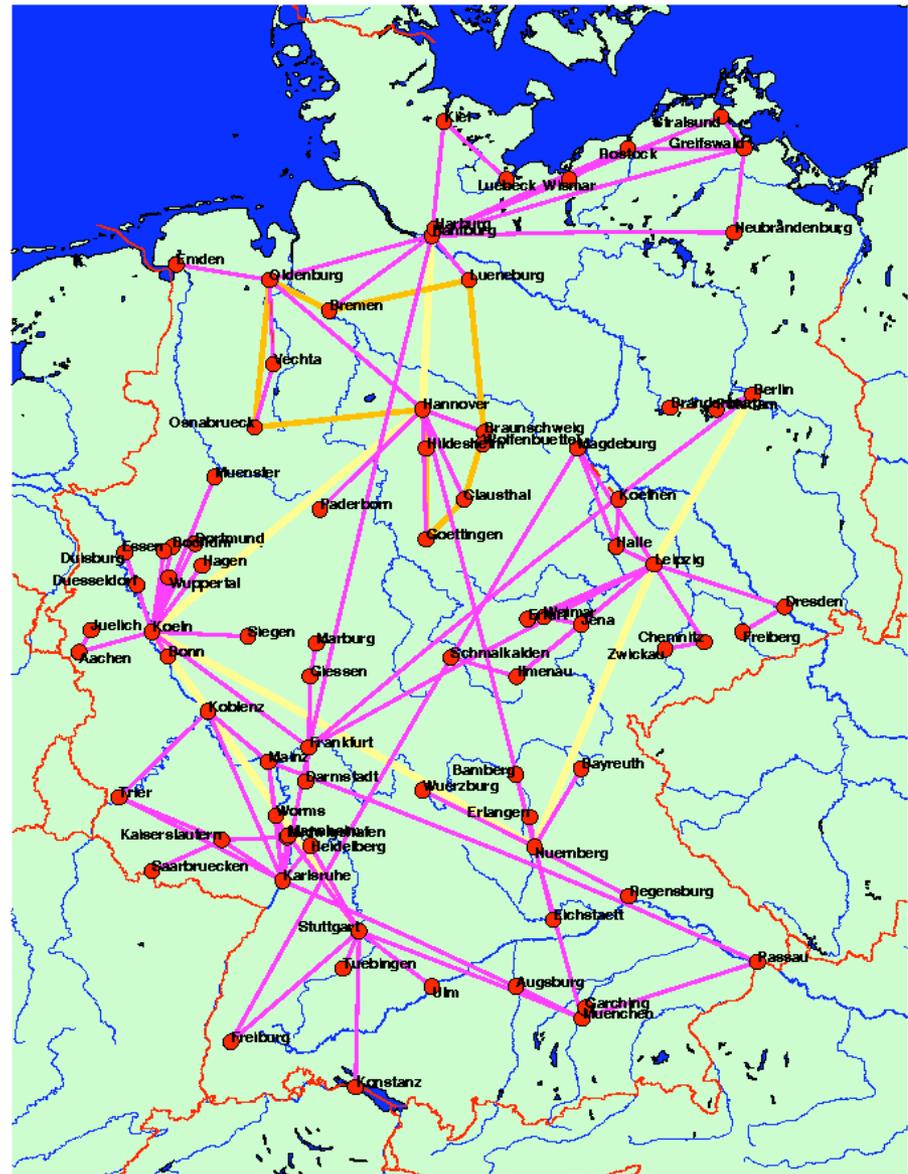
Architektur des Internet



NSFNET 1988



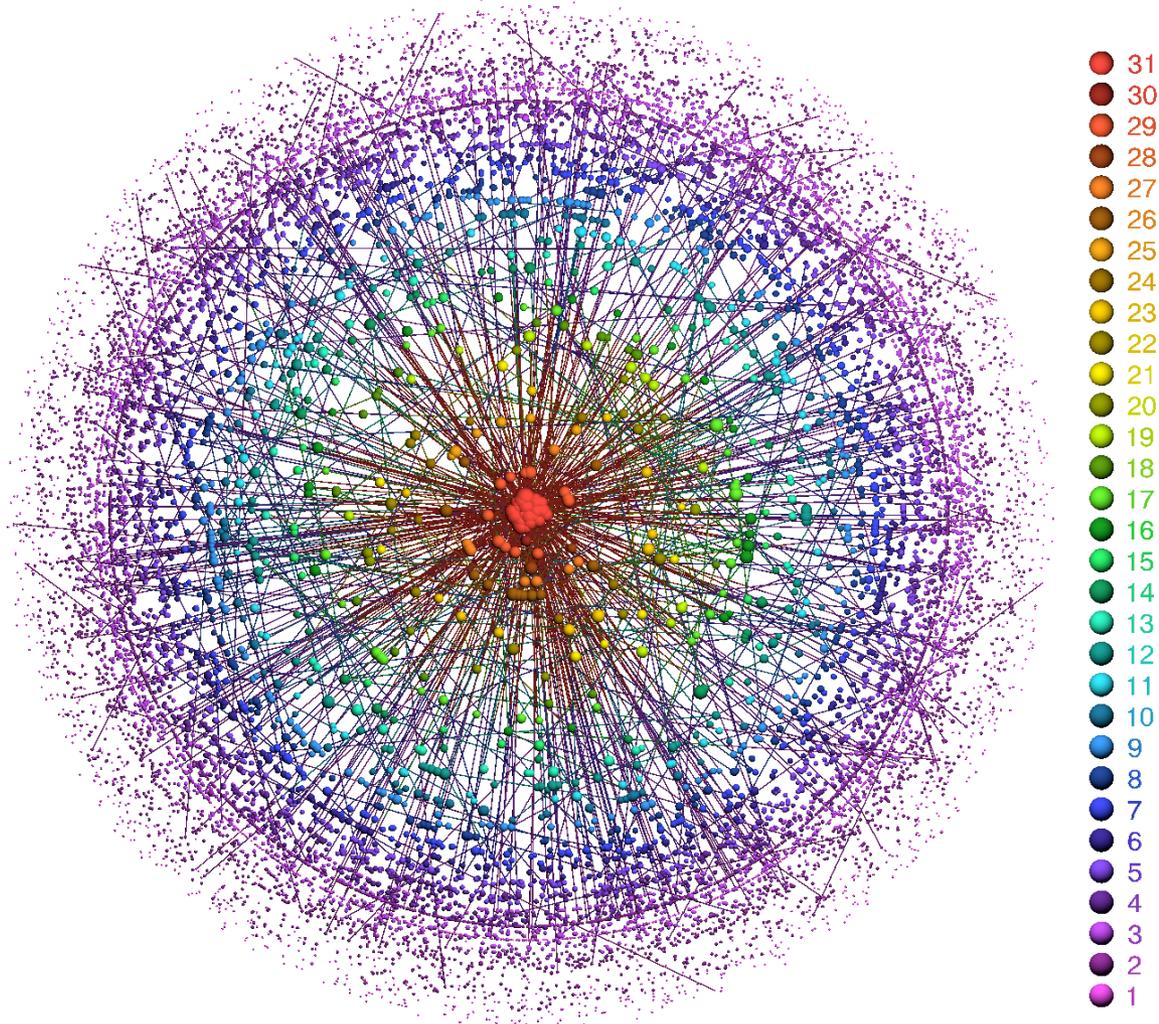
Das Deutsche Forschungs- netz (2000)



Das Internet 2006

Autonome Systeme

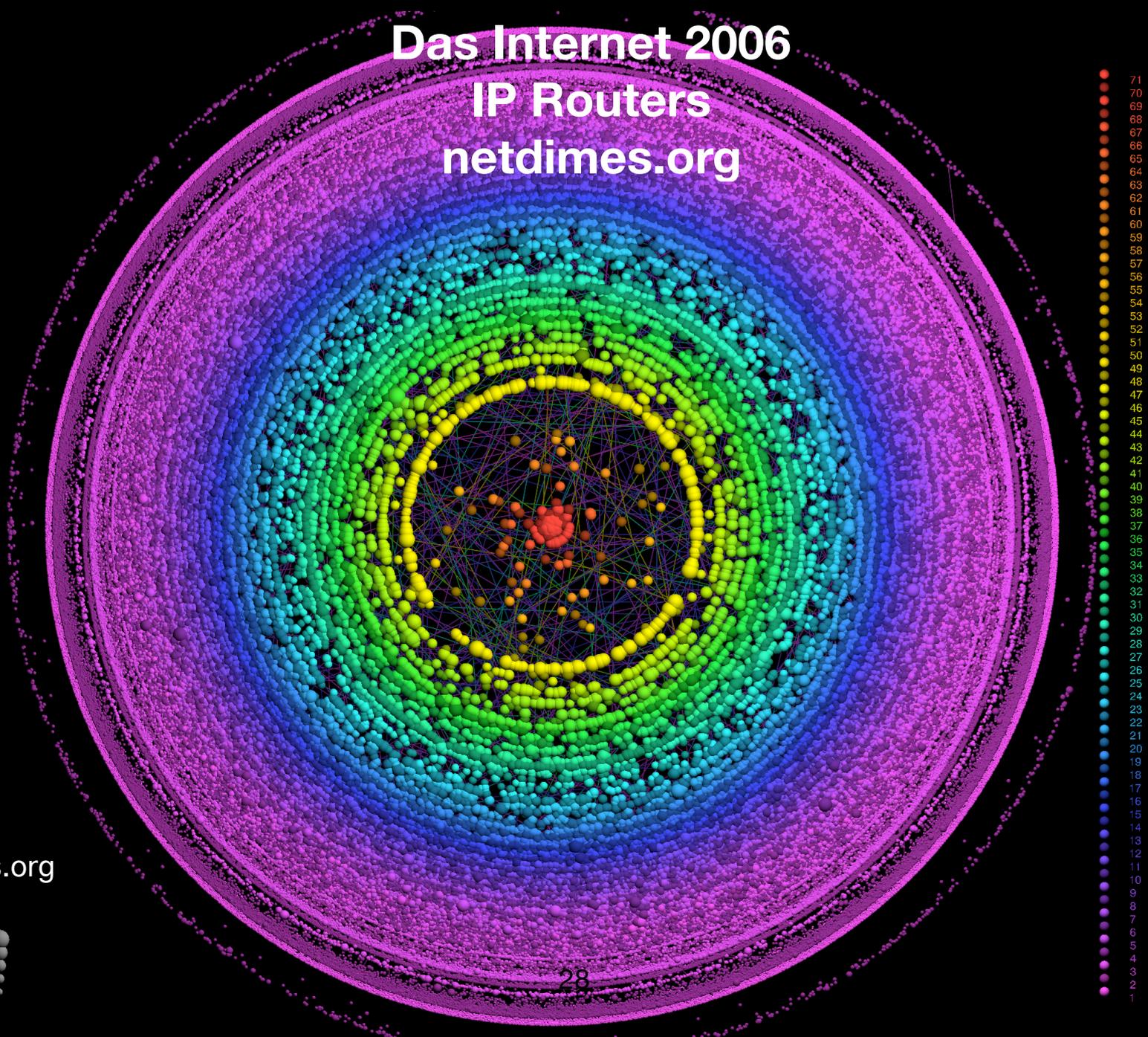
Quelle:
netdimes.org



Das Internet 2006

IP Routers

netdimes.org



Quelle:
netdimes.org



Die Schichtung des Internets - TCP/IP-Layer

Anwendung	Application	Telnet, FTP, HTTP, SMTP (E-Mail), ...
Transport	Transport	TCP (Transmission Control Protocol) UDP (User Datagram Protocol)
Vermittlung	Network	IP (Internet Protocol) + ICMP (Internet Control Message Protocol) + IGMP (Internet Group Management Protocol)
Verbindung	Host-to-Network	LAN (z.B. Ethernet, Token Ring etc.)

TCP/IP-Schichtenmodell

▶ 1. Host-to-Network

- nicht spezifiziert, hängt vom LAN ab, z.B. Ethernet, WLAN 802.11b, PPP, DSL

▶ 2. Vermittlungsschicht (IP - Internet Protokoll)

- Spezielles Paketformat und Protokoll
- Paketweiterleitung
- Routenermittlung

▶ 3. Transportschicht

- TCP (Transport Control Protocol)
 - zuverlässiger bidirektionaler Byte-Strom-Übertragungsdienst

- Fragmentierung, Flusskontrolle, Multiplexing

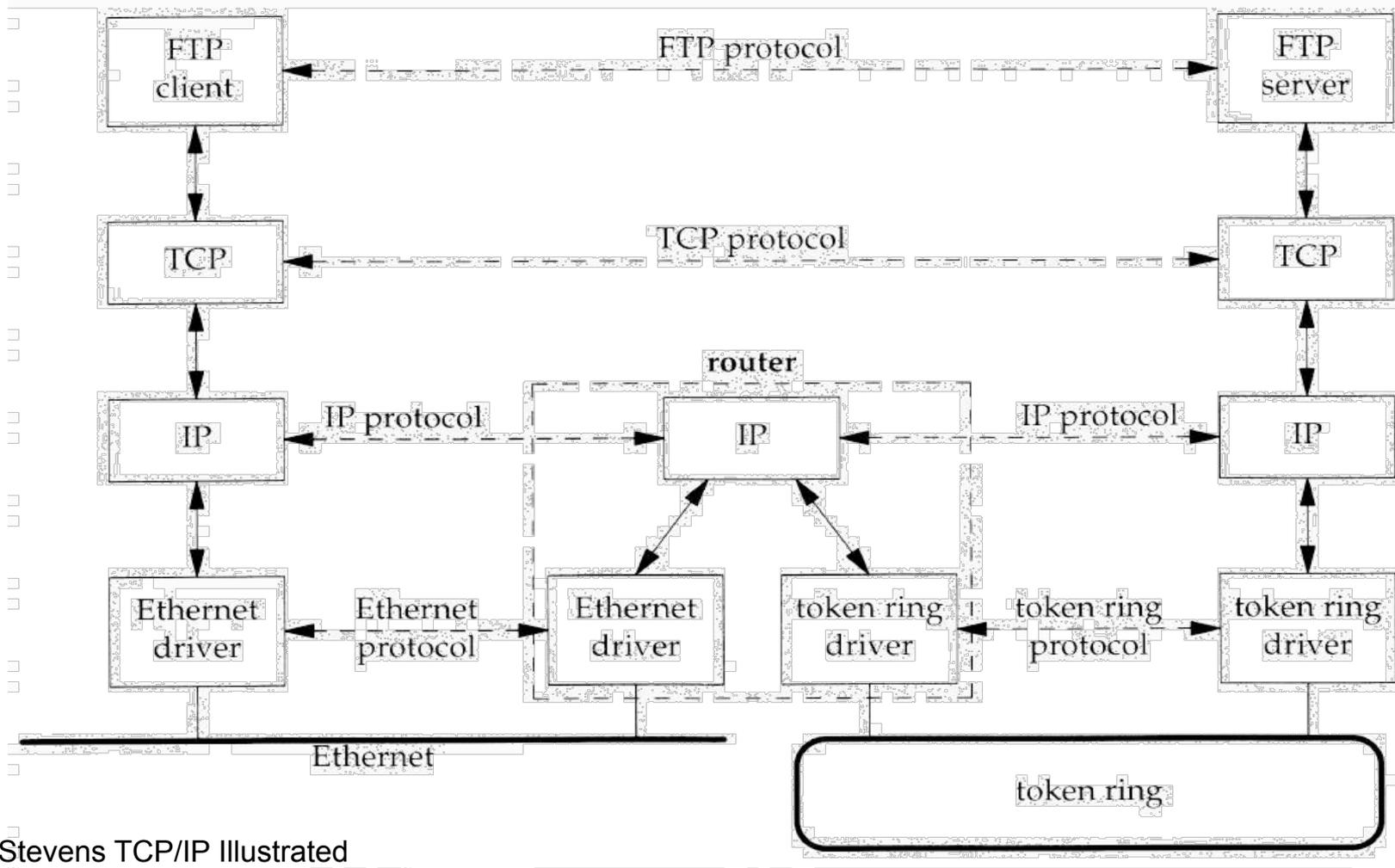
• UDP (User Datagram Protocol)

- Paketübergabe an IP
- unzuverlässig, keine Flusskontrolle

▶ 4. Anwendungsschicht

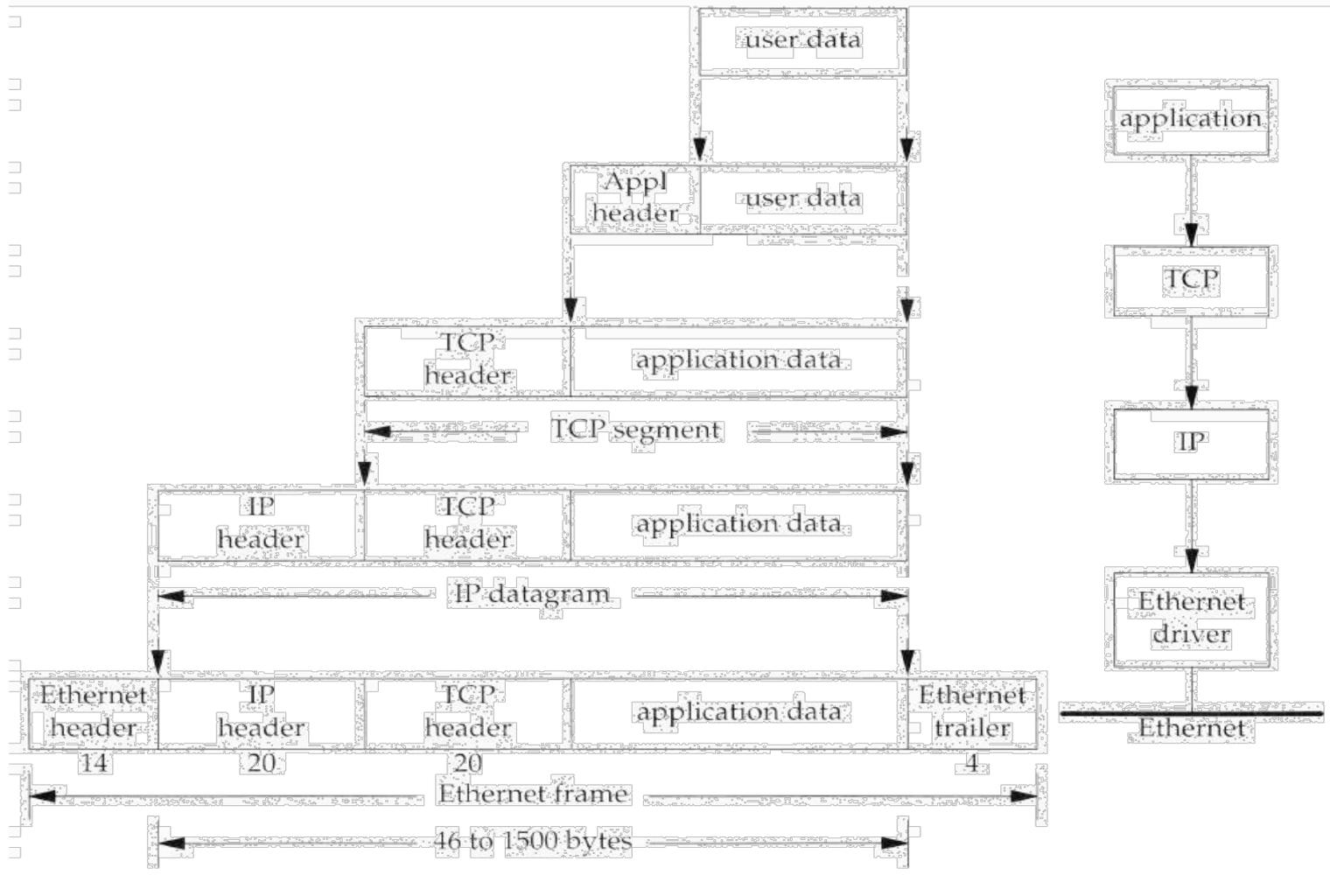
- zahlreiche Dienste wie TELNET, FTP, SMTP, HTTP, NNTP (für DNS), ...

Beispiel zum Zusammenspiel



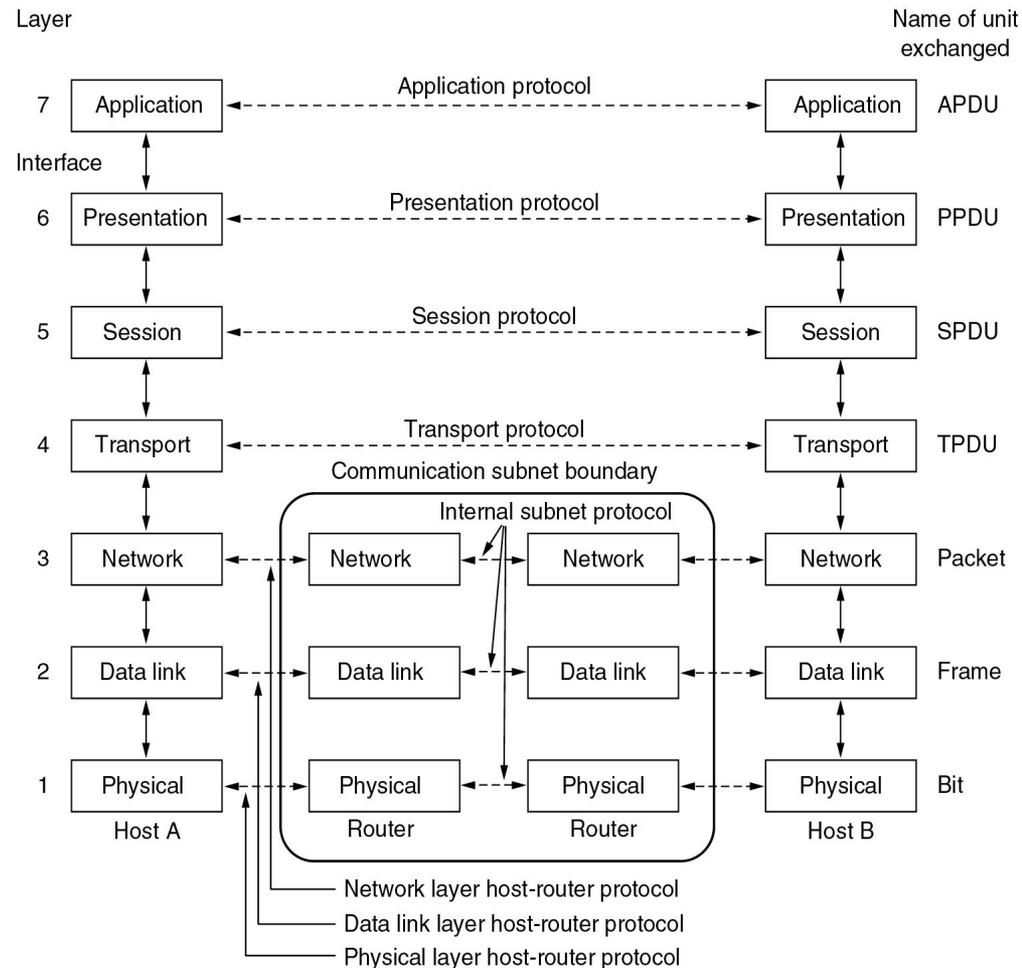
aus Stevens TCP/IP Illustrated

Datenkapselung



Das ISO/OSI Referenzmodell

- ▶ **7. Anwendung (Application)**
 - Datenübertragung, E-Mail, Terminal, Remote login
- ▶ **6. Darstellung (Presentation)**
 - Systemabhängige Darstellung der Daten (EBCDIC/ASCII)
- ▶ **5. Sitzung (Session)**
 - Aufbau, Ende, Wiederaufsetzpunkte
- ▶ **4. Transport (Transport)**
 - Segmentierung, Stauvermeidung
- ▶ **3. Vermittlung (Network)**
 - Routing
- ▶ **2. Sicherung (Data Link)**
 - Prüfsummen, Flusskontrolle
- ▶ **Bitübertragung (Physical)**
 - Mechanische, elektrische Hilfsmittel



ISO/OSI - Schicht 1

➤ **Aküfi**

- ISO: International Standards Organisation
- OSI: Open Systems Interconnections

1. Bitübertragung (Physical)

- Übertragung der reinen Bits
- Technologie (elektronisch/Licht)
- Physikalischen Details (Wellenlänge, Modulation)

ISO/OSI - Schicht 2

2. Sicherung (Data Link Layer)

- Bereinigung von Übertragungsfehler
- Daten werden in Frames unterteilt mit Kontrollinformation
 - (z.B. Checksum)
- Bestätigungsframes werden zurückgesendet
- Löschen von Duplikaten
- Ausgleich schneller Sender - langsamer Empfänger (Flusssteuerung)
- Lösung von Problemen beim Broadcasting
 - Zugriff auf gemeinsames Medium = Mediumzugriff
 - (medium access control = MAC)

ISO/OSI - Schicht 3

3. Vermittlungsschicht

- Packetweiterleitung (packet forwarding)
- Routenermittlung/Wegewahl der Pakete (route detection)
- Kontrolle von Flaschenhälsen (bottleneck) in der Wegewahl
- Abrechnung der Pakete (Abrechnungssystem)

ISO/OSI - Schicht 4

4. Transportschicht

- Unterteilung der Daten aus der Sitzungsschicht in kleinere Einheiten (Pakete)
- In der Regel Erstellung **einer** Transportverbindung für jede anfallende Verbindung
- Möglicherweise auch **mehrere** Transportverbindungen zur Durchsatzoptimierung
- Art der Verbindung
 - fehlerfrei, Punkt-zu-punkt (z.B. TCP)
 - fehlerbehaftet, Unidirektional (z.B. UDP)
 - Multicasting (einer an viele)
 - Broadcasting (einer an alle)
- Multiplexing: Zu welcher Verbindung gehört dieses Paket
- Flusskontrolle: Wieviele Pakete können/sollen versendet werden (ohne das Netzwerk zu überfordern)

ISO/OSI - Schicht 5

5. Sitzungsschicht

- Festlegung der Sitzungsart, z.B.
 - Dateitransfer, Einloggen in ein entferntes System
- Dialogkontrolle
 - Falls Kommunikation immer nur abwechselnd in einer Richtung geht, regelt die Richtung die Sitzungsschicht
- Token Management
 - Falls Operationen nicht zur gleichen Zeit auf beiden Seiten der Verbindungen möglich sind, verhindert dies die Sitzungsschicht
- Synchronisation
 - Checkpoints zur Wiederaufnahme abgebrochener Operationen (z.B. Filetransfer)

ISO/OSI Schichten 6 und 7

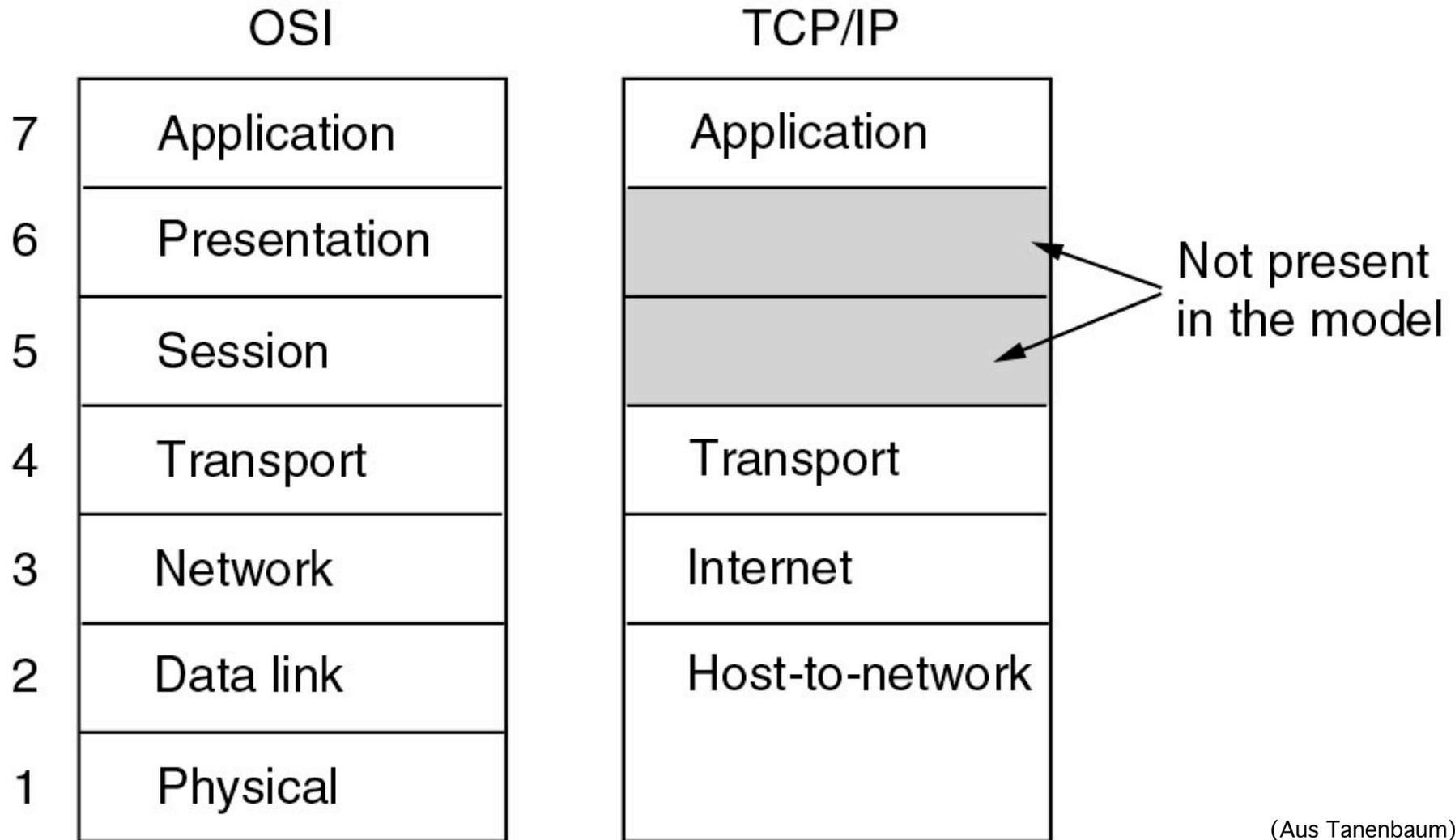
6. Präsentationsschicht

- Anpassung von Kodierungen,
- z.B. Zeichensätze, Namen, Adressfelder, Formulare, etc.

7. Anwendungsschicht

- Große Vielfalt aller möglichen Funktionen, z.B.
 - Virtuelle Terminals
 - Filetransfer
 - E-mail
 - Video
 - Radio

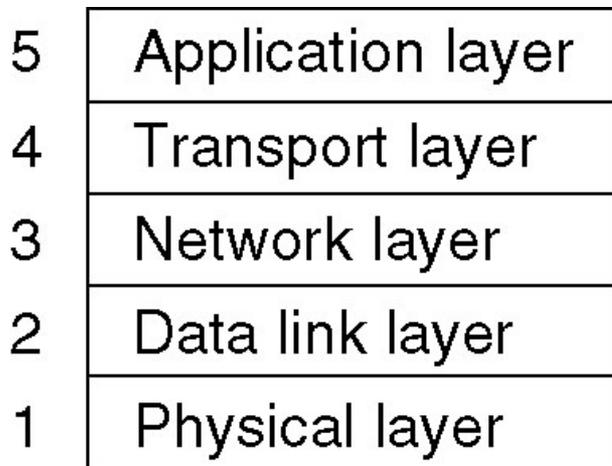
OSI versus TCP/IP



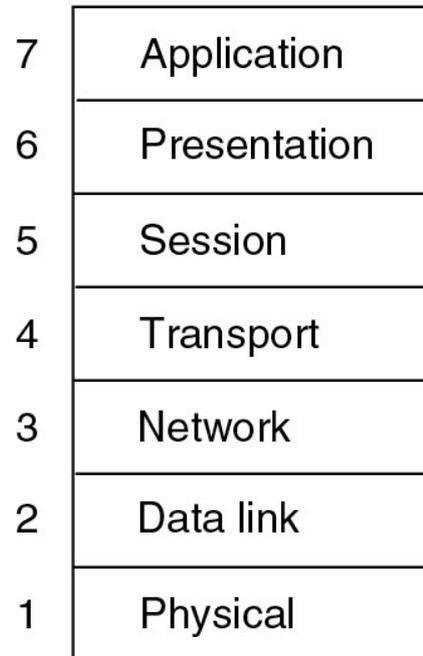
Hybrides Modell

- ▶ Wir verwenden hier Tanenbaums hybrides Modell

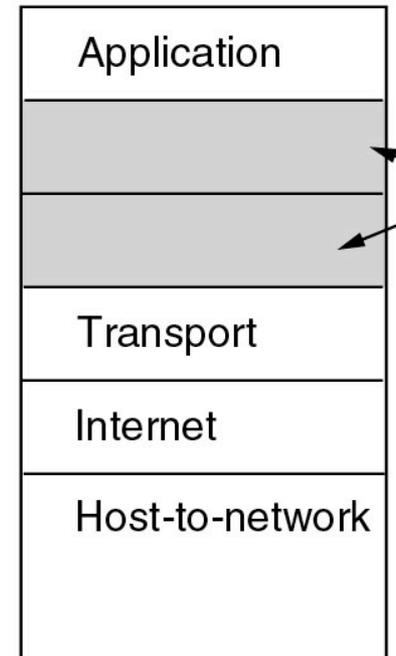
Tanenbaum



OSI



TCP/IP



(Aus Tanenbaum)

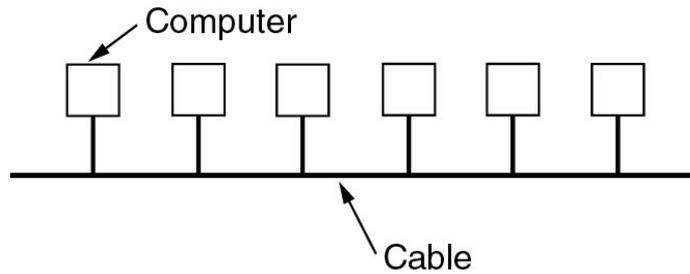
Unicast, Multicast und Broadcast

- ▶ **Unicast (Punkt-zu-Punkt-Übertragung)**
 - Z.B. Telefon
 - Genau zwei Teilnehmer kommunizieren direkt miteinander
- ▶ **Broadcast (Einer-an-Alle)**
 - Z.B. Radio, Fernsehen
 - Ein Sender sendet Signale an alle Empfänger
- ▶ **Multicast (Einer an Viele)**
 - Z.B. Telefonkonferenz, Video on demand
 - Ein Sender sendet an eine ausgewählte Menge von Empfängern

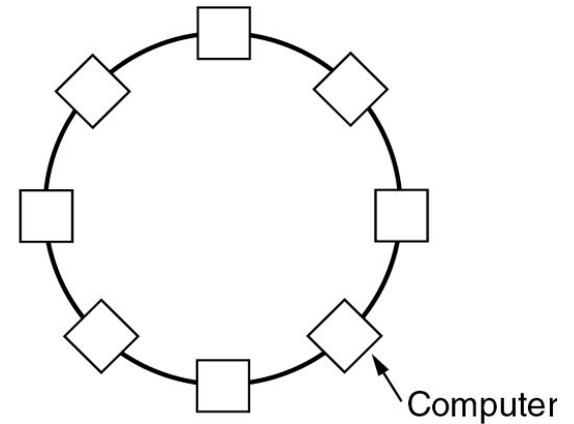
Netzwerktypen

Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	
100 m	Building	Local area network
1 km	Campus	
10 km	City	
100 km	Country	Metropolitan area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	Wide area network
		The Internet

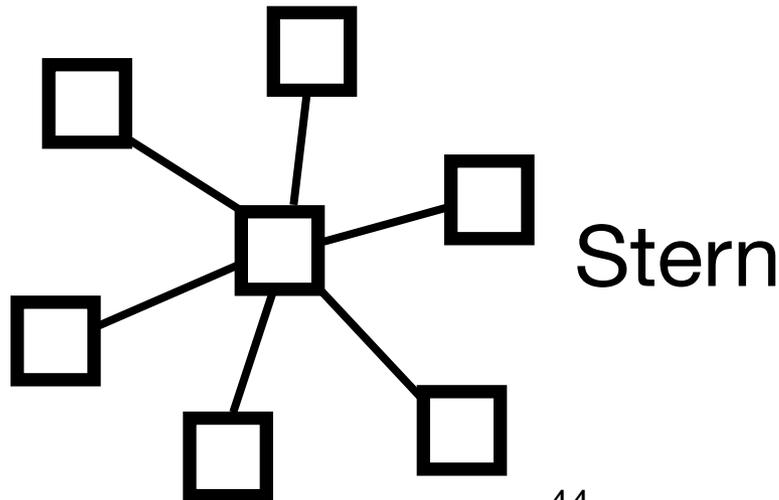
Local Area Networks (LAN)



(a) Bus

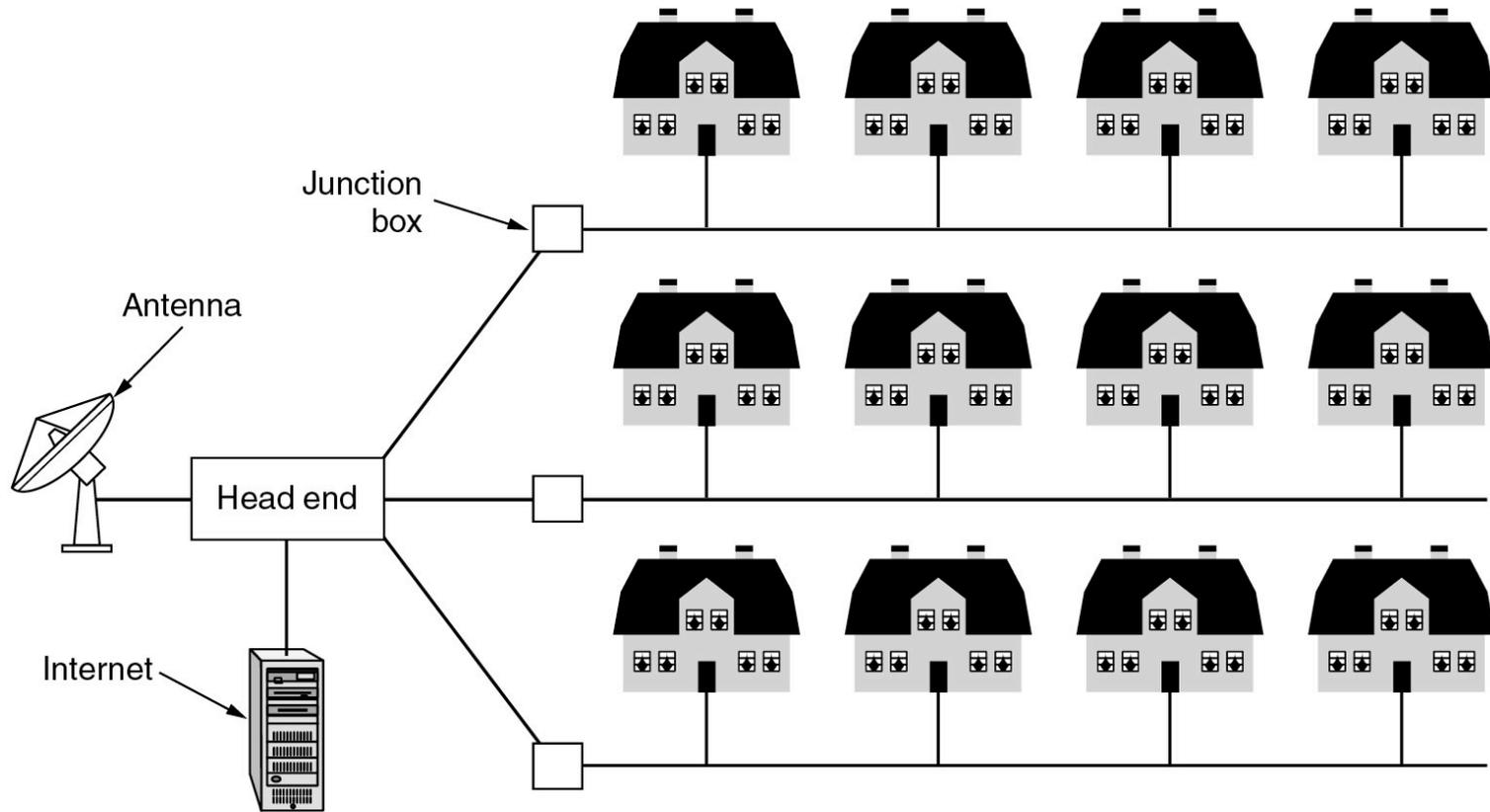


(b) Ring



Metropolitan Area Networks

▶ TV-Kabel basiertes Netzwerk

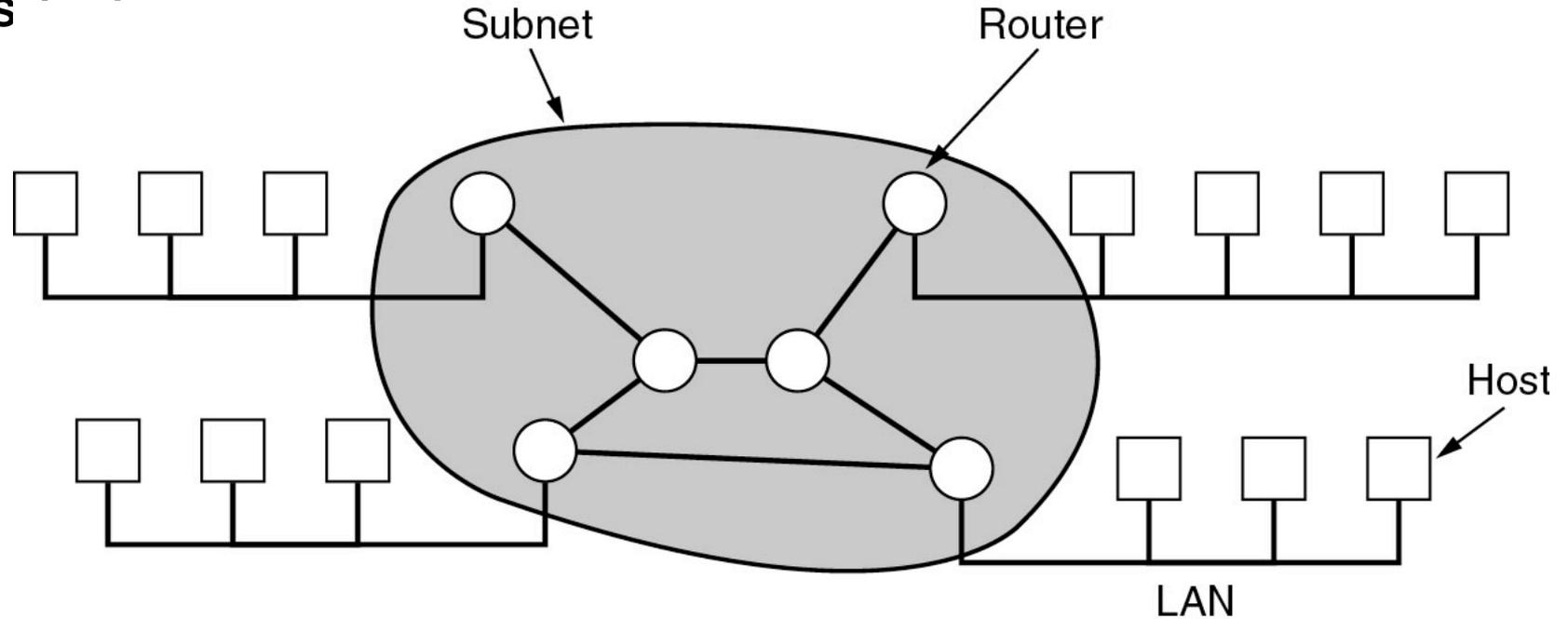


(Aus Tanenbaum)

Rechnernetze und Telematik
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Christian Schindelbauer

Wide Area Networks

- ▶ Verknüpfung der LANs mit dem S

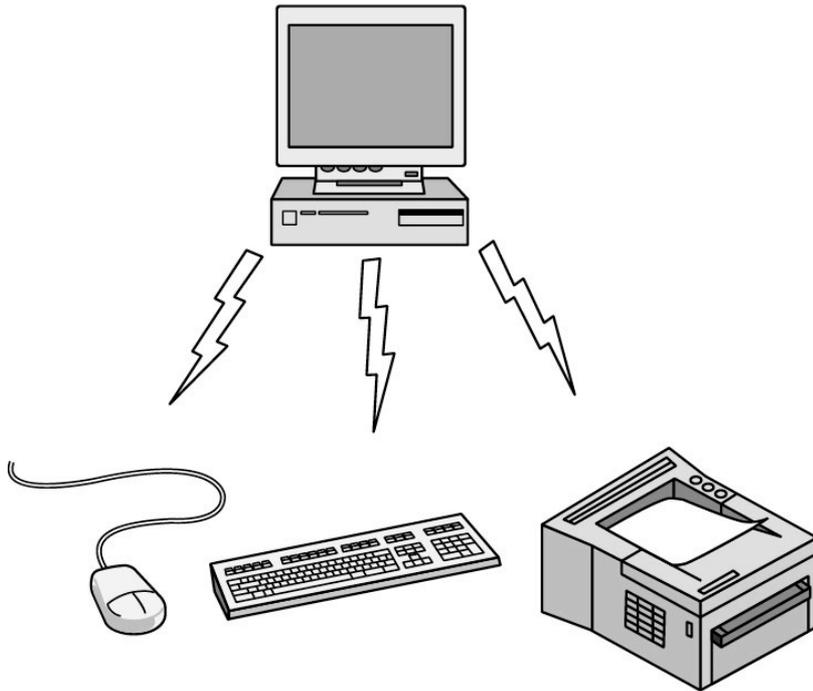


Funknetzwerke (1)

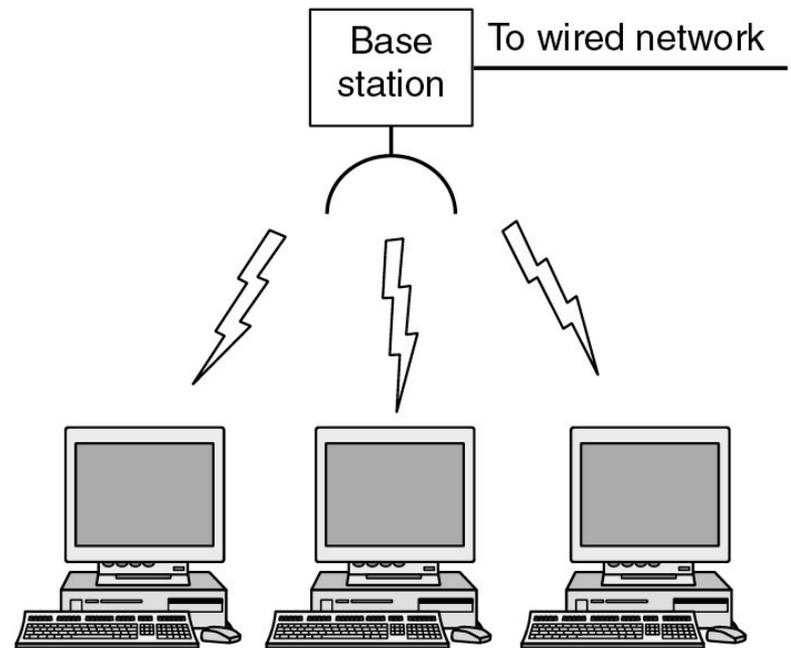
- ▶ **Kategorien drahtloser Netzwerke**
 - Systemverdrahtung
 - Z.B. Bluetooth
 - Wireless LANs
 - Z.B. Uni-Netzwerk
 - Wireless WANs
 - Drahtlose Vernetzung von W-LANs

Funknetzwerke (2)

- ▶ (a) Bluetooth
- ▶ (b) Wireless LAN



(a)



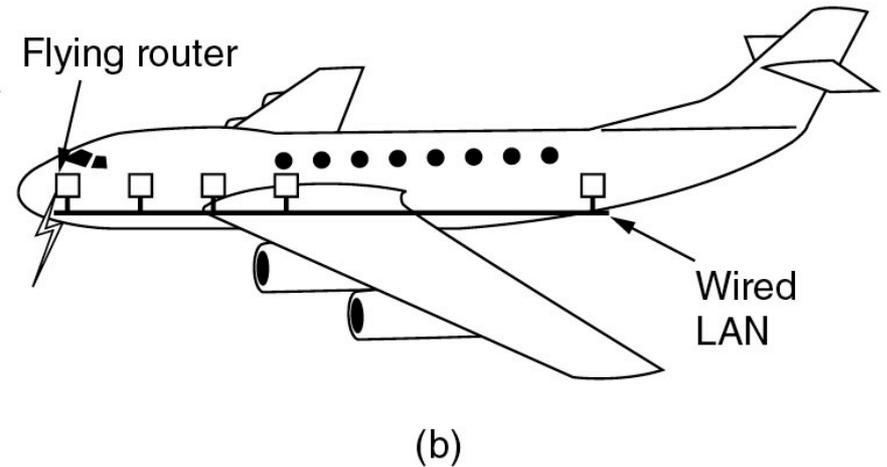
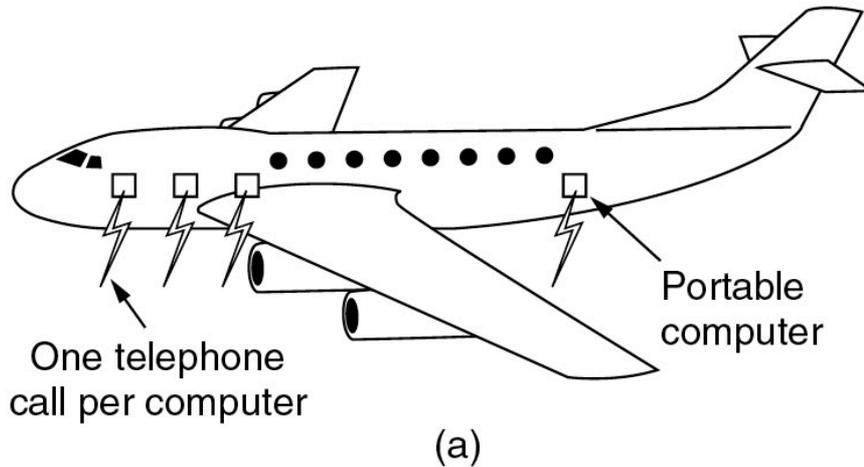
(b)

(Aus Tanenbaum)

Funknetzwerke (3)

(a) Individuelle mobile Rechner

(b) Das fliegende LAN





Systeme II

Ende der 1. Vorlesungswoche

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Christian Schindelhauer
Sommer 2008