



# Systeme II

1. Woche: Organisation, Literatur, Internet, TCP/IP-Schichtenmodell, ISO/OSI-Schichten

Christian Schindelhauer

Technische Fakultät

Rechnernetze und Telematik

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

- Web-Seite
  - <http://cone.informatik.uni-freiburg.de/lehre/vorlesung/systeme-II-s10/>
- Vorlesungen
  - Dienstag, 11-13 Uhr, Hörsaal 26, Geb. 101
  - Mittwoch, 14-15 Uhr, Hörsaal 26, Geb. 101
- Beginn:
  - 1. Vorlesung: 20.04.2010

- HIS-Einteilung ist ungültig (wird neu verteilt)
  - Wahl der neuen Gruppe durch Forum-Post (ohne Matrikelnummer)
  - Lerngemeinschaftsanmeldungsforumseinträge sind erlaubt und erwünscht
- Gruppe 1
  - Marcel Tschöpe
  - Mittwoch, 15 - 16 Uhr, Geb. 051 - SR 00 006
- Gruppe 2
  - Arne Vater
  - Mittwoch, 15 - 16 Uhr, Geb. 051 - R 01 031
- Gruppe 3
  - Malte Ahl
  - Mittwoch, 15 - 16 Uhr, Geb. 051 - SR 00-034
- Gruppe 4
  - Johannes Wendeberg
  - Mittwoch, 15 - 16 Uhr, Geb. 051 - HS 03 026

- Erscheinen jeden Mittwoch auf der Webseite
  - Bearbeitung freiwillig
  - Abgabe als PDF online per e-mail an den zuständigen Tutor bis Mittwoch 14 Uhr der Folgewoche
  - Grundlage für schriftliche Klausur
- Besprechung in der Folgewoche
- Korrektur durch den Tutor
  - Rückgabe eine Woche nach Abgabe
- Vorrechnen der Aufgaben
  - durch die Studenten
  - zweimaliges Vorrechnen und Abgabe einer Musterlösung ist **Zulassungsvoraussetzung** für die Klausur

- Klausur
  - Schriftlich am 06.09.2010, 10 Uhr
- Prüfungsanmeldung
  - erfolgt on-line über das HIS
- Fristen beachten!

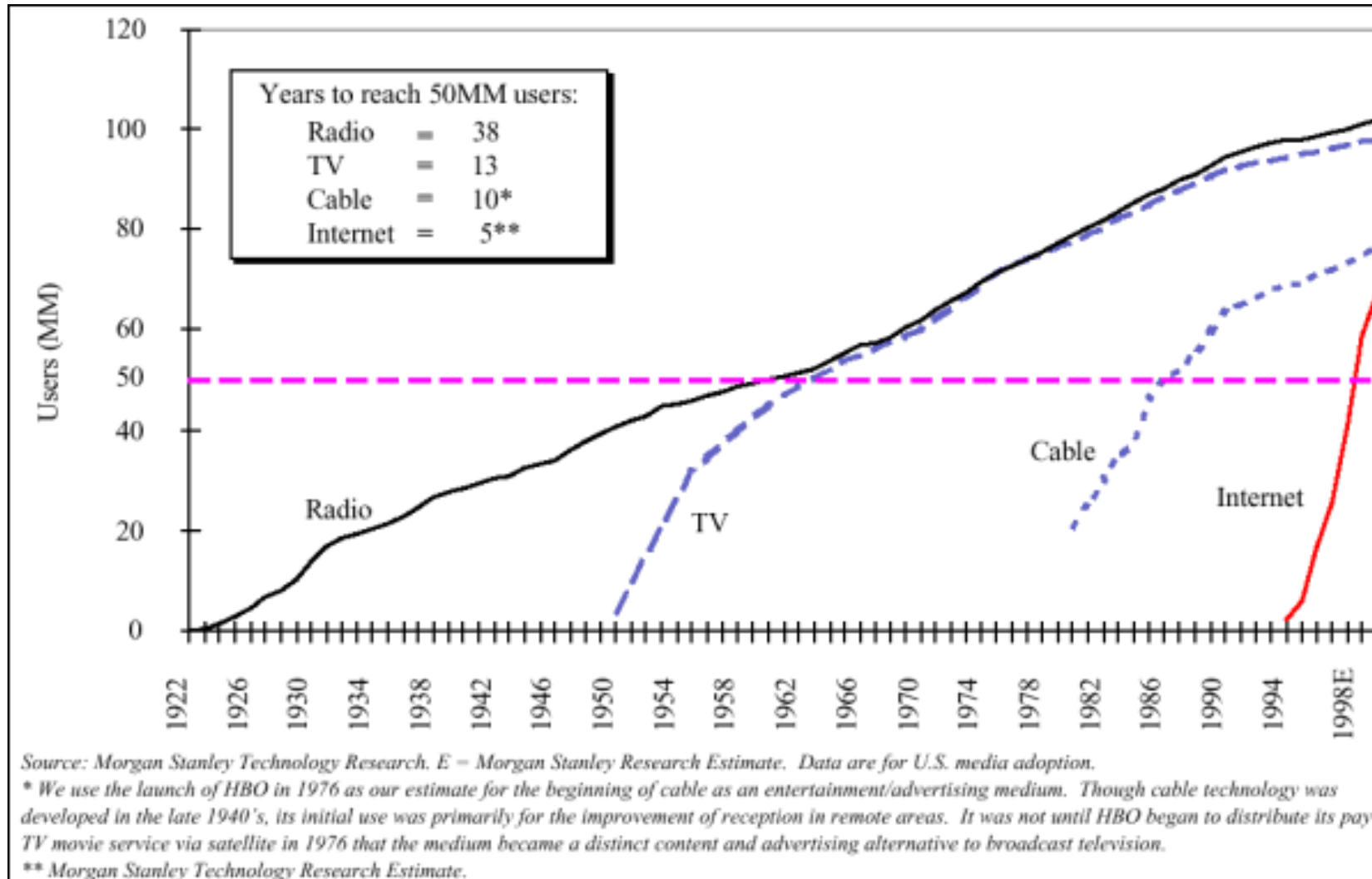
- PDF-Foliensätze
  - vor der Vorlesung auf der Web-Site
- Lecturnity-Aufzeichnung vom Vorjahr
- Literaturhinweise
  - gleich und auf der Web-Site
- Forum
  - auf der Web-Site
  - zur Diskussion
  - zur Übungsanmeldung
  - sonstige Organisation

- 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
-

Netzwerke I	=	Systeme II	jeden Sommer	Einführung in Netzwerke Ethernet Grundlagen des Internets
Netzwerke II	=	Communication Systems	jeden Winter	WLAN, Telefonnetze, 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-Arbieten		je nach Lehrstuhl, individuell	jedes Semester	forschungsnahe Arbeit



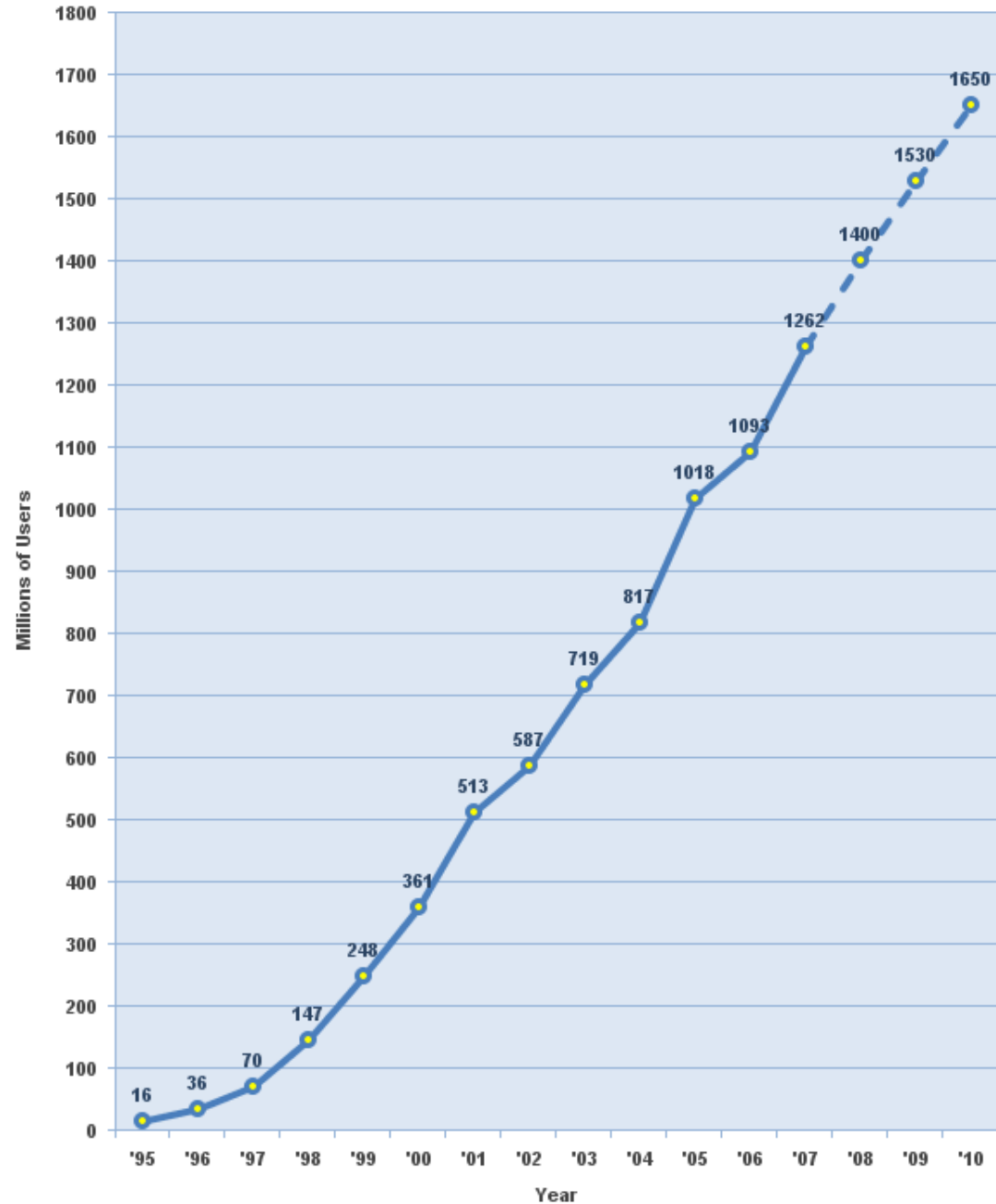
# Motivation



# Internet 2008

[www.internetworldstats.com](http://www.internetworldstats.com)

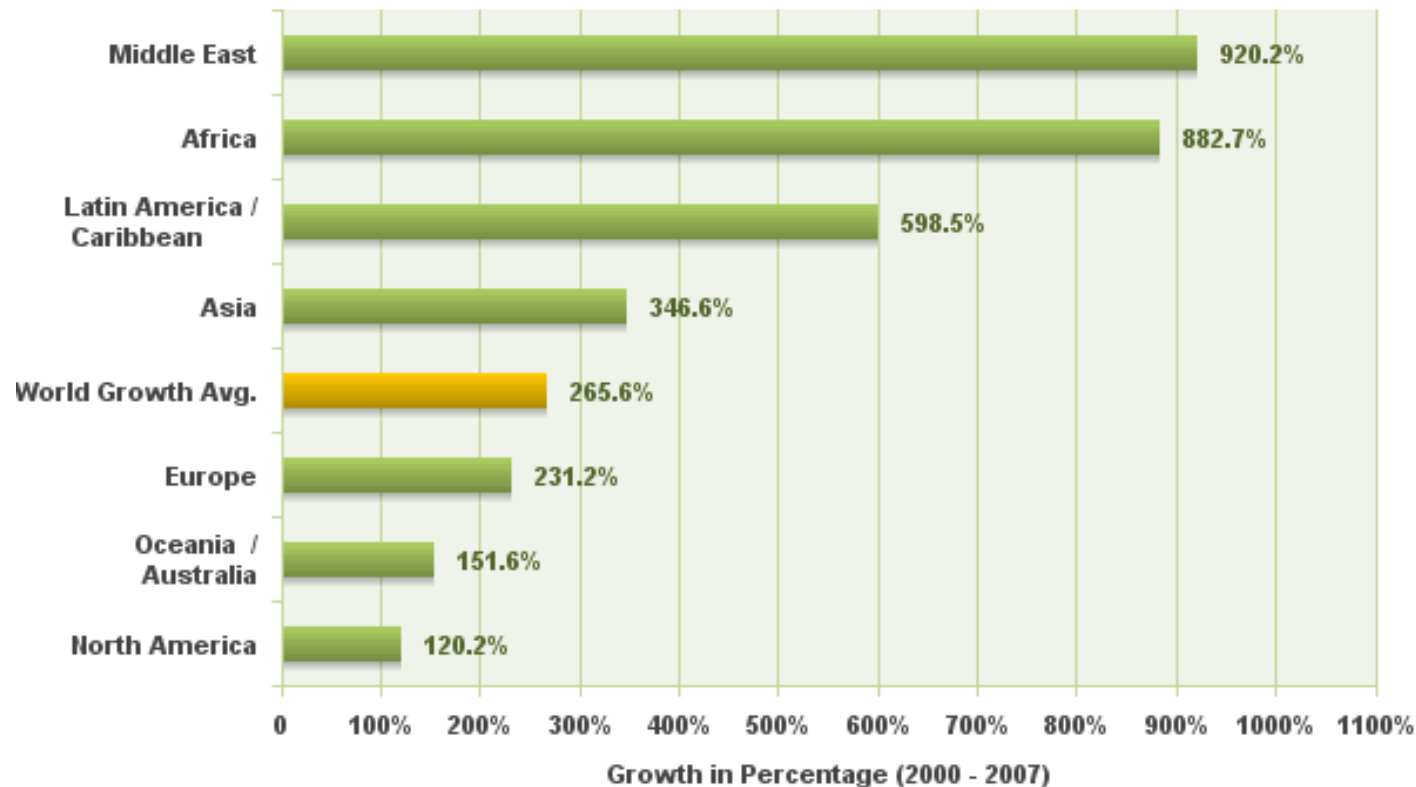
## Internet Users in the World Growth 1995 - 2010



Source: [www.internetworldstats.com](http://www.internetworldstats.com) - January, 2008  
Copyright © 2008, Miniwatts Marketing Group

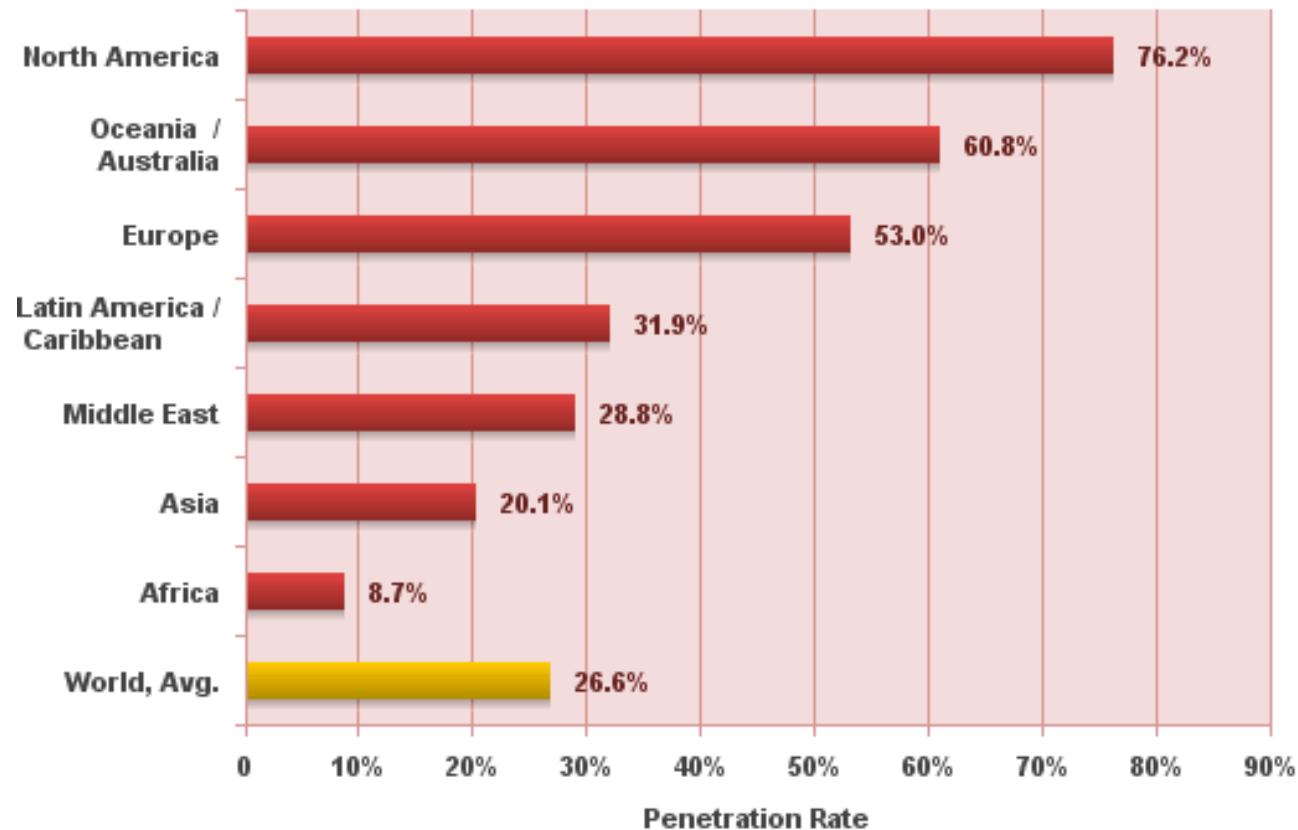
# Internet Wachstum von 2000-2007

## Internet Users in the World Growth Between 2000 and 2007



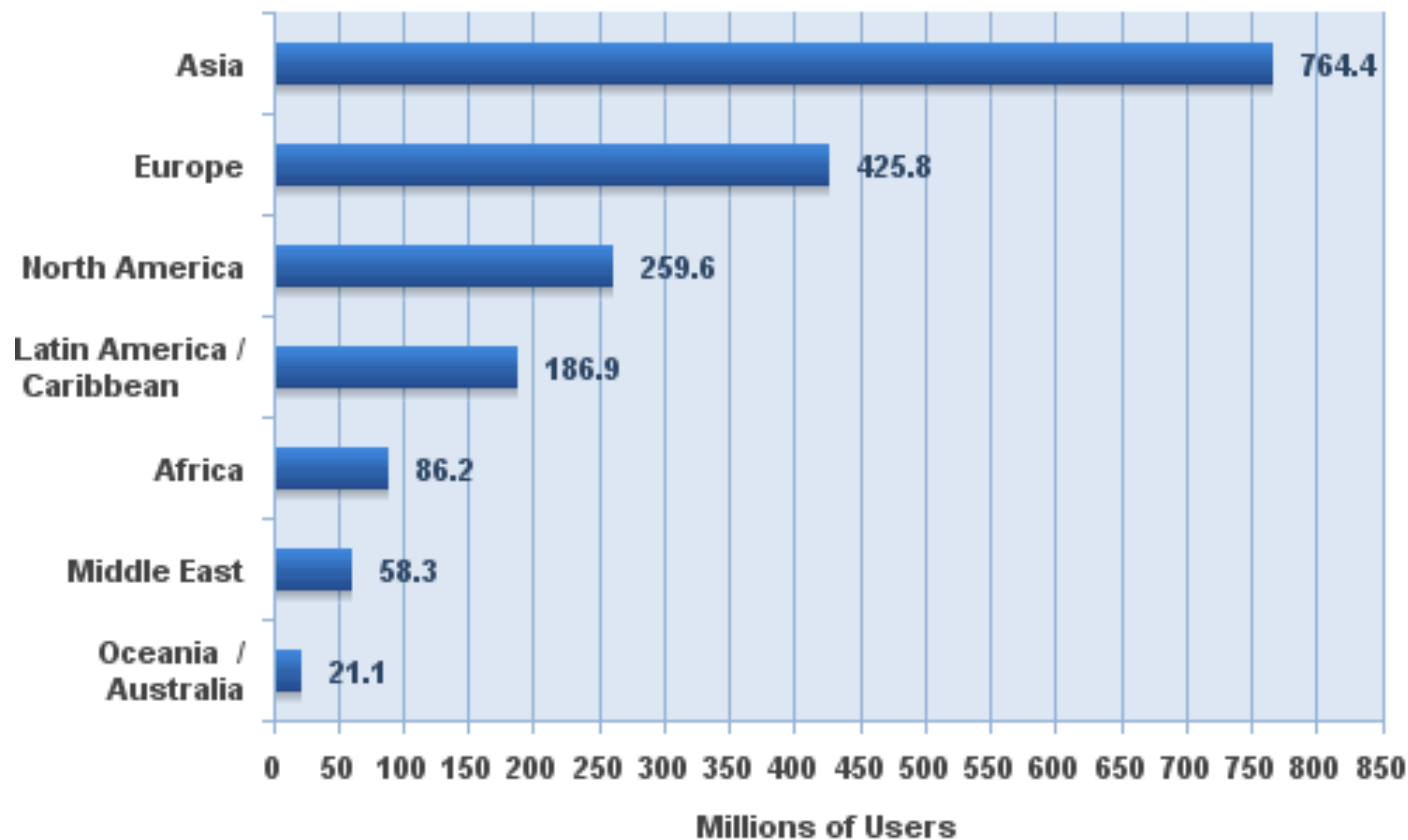
Note: Total World Internet Users estimate is 1,319,872,109 for year-end 2007.  
Copyright © 2008, Miniwatts Marketing Group - [www.internetworldstats.com](http://www.internetworldstats.com)

## World Internet Penetration Rates by Geographic Regions - 2009



Source: Internet World Stats - [www.internetworldstats.com/stats.htm](http://www.internetworldstats.com/stats.htm)  
Penetration Rates are based on a world population of 6,767,805,208  
and 1,802,330,457 estimated Internet users for December 31, 2010.  
Copyright © 2010, Miniwatts Marketing Group

## Internet Users in the World by Geographic Regions - 2009



Source: Internet World Stats - [www.internetworldstats.com/stats.htm](http://www.internetworldstats.com/stats.htm)  
Estimated Internet users are 1,802,330,457 for December 31, 2009  
Copyright © 2010, Miniwatts Marketing Group

- **Monatlicher Datenverkehr weltweit**
  - Minnesota Internet Traffic Studies:
  - 7.500-12.000 PB
  - 1 PetaByte =  $10^{15}$  bytes
- **monatlicher Datenverkehr pro Kopf**
  - Europa: 5,0 GB
  - Japan 5,0 GB
  - USA: 7,0 GB
  - Hongkong/Südkorea: 17 GB/ 30 GB
- **Jährliche Wachstumsrate**
  - Weltweit: 40-50%

# Beispiele für Rechnernetze

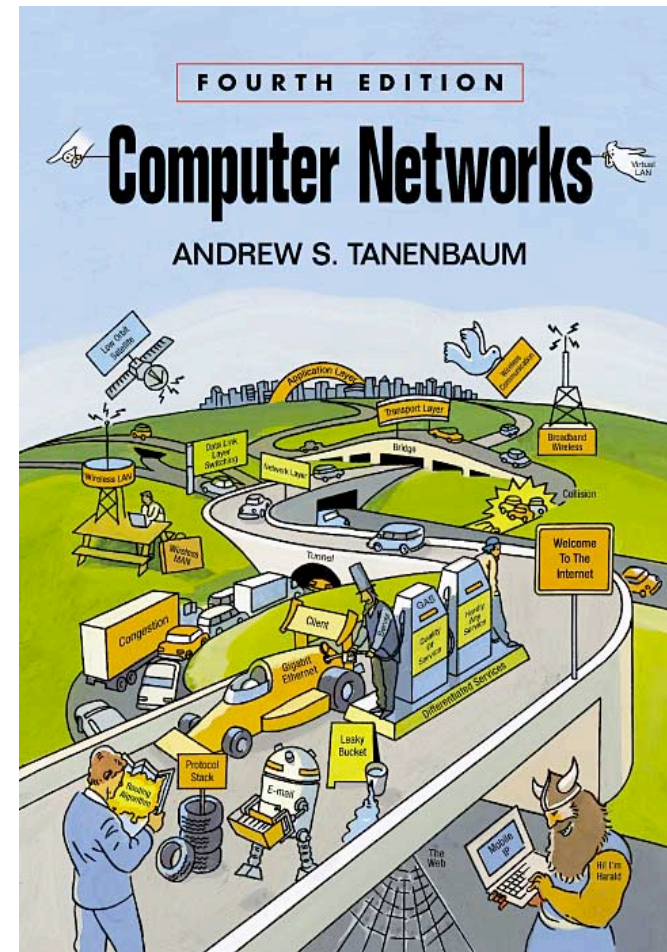
---

# Beispiele für Rechnernetze

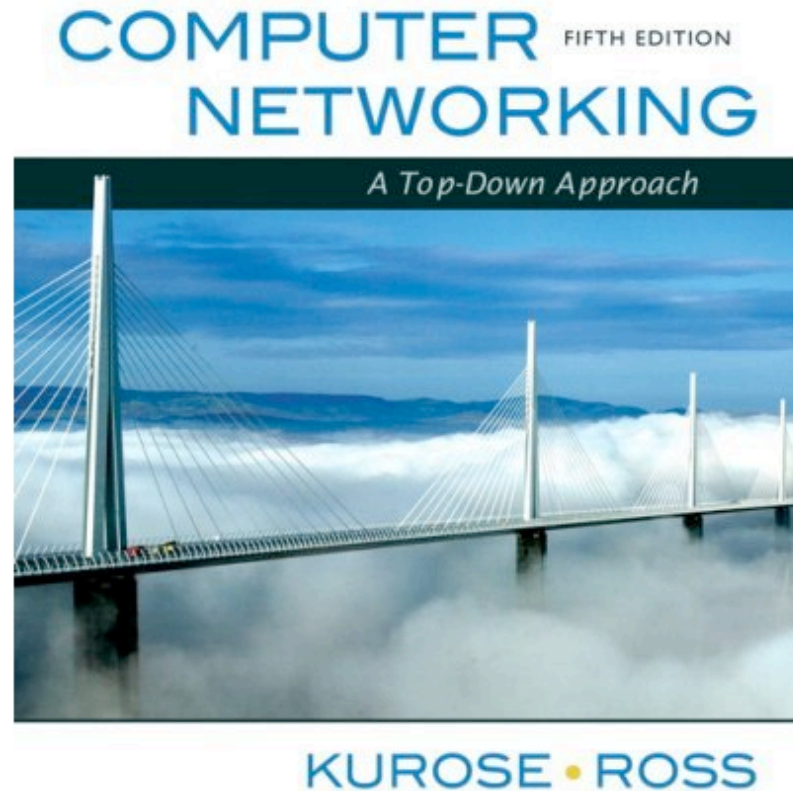
---



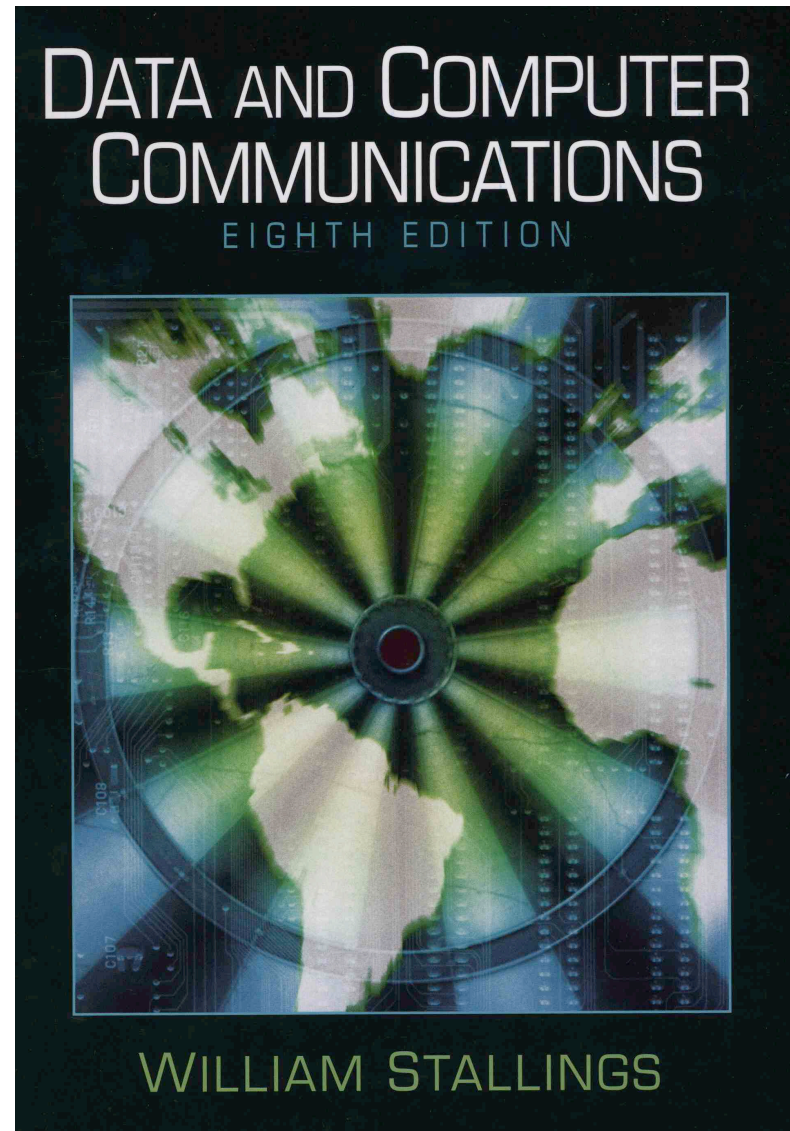
- Das Buch zur Vorlesung
  - Computer Networks, Andrew S. Tanenbaum (Prentice Hall)
  - auf Deutsch:  
Computernetzwerke  
(Taschenbuch)
  - Preis: 49,95 €



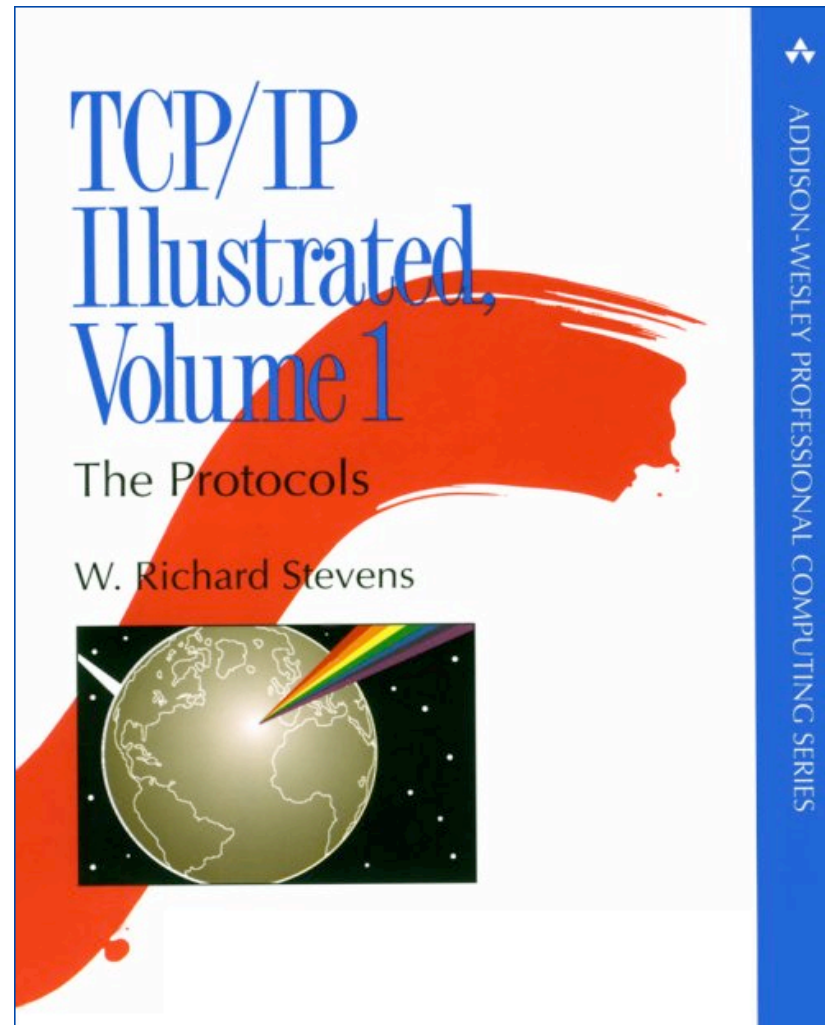
- Das Buch Nr. 2 zur Vorlesung:
  - Computer Networking - A Top-Down Approach Featuring the Internet, James F. Kurose, Keith W. Ross, Prentice Hall
  - Preis: 75 €



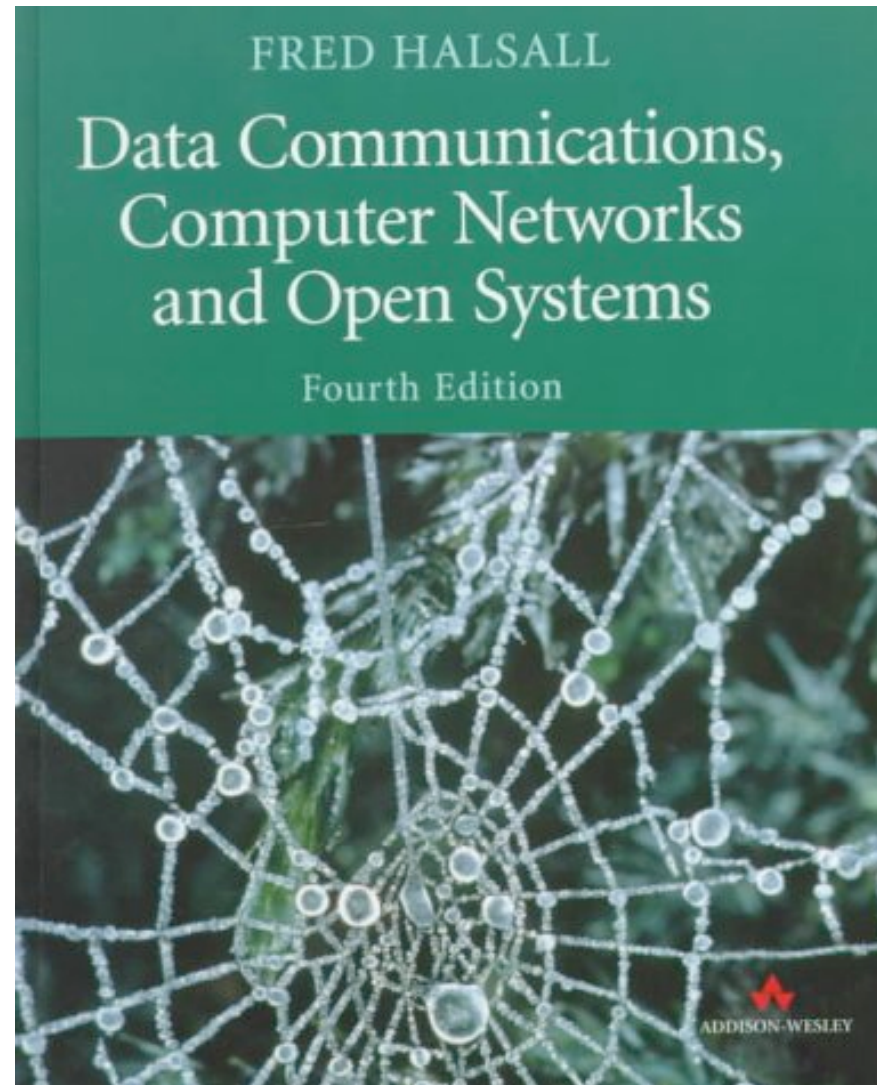
- Buch Nr. 3:
  - Data and computer Communications
  - William Stallings
  - Pearsons, Prentice-Hall, 2007
  - 80 €



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

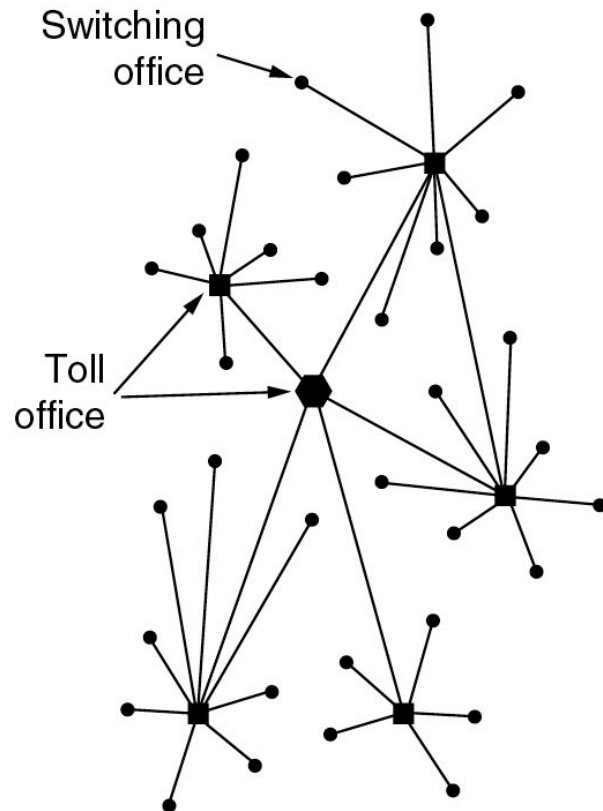


- Fred Halsal, Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Addison-Wesley, 1995

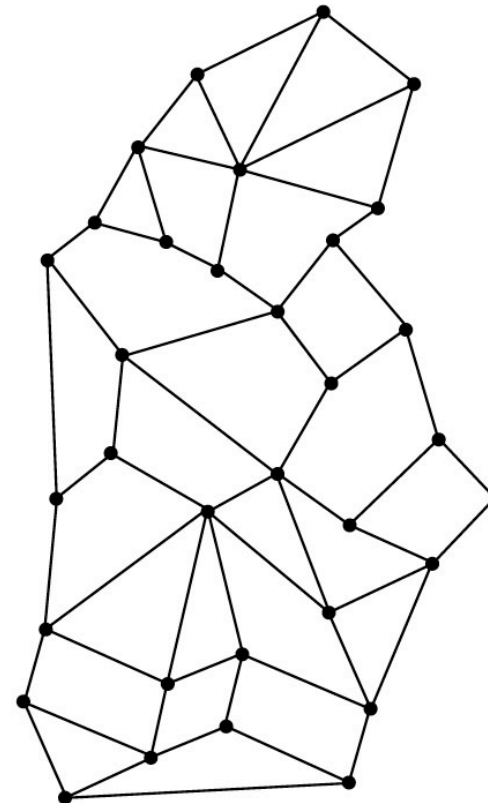


- ist das weltweite, offene WAN (wide area network)
- ist systemunabhängig
- verbindet LANs (local area networks)
- hat keine zentrale Kontrolle
  
- ist nicht das World Wide Web (WWW)

- Hierarchisches Telefon-Netzwerk



(a)

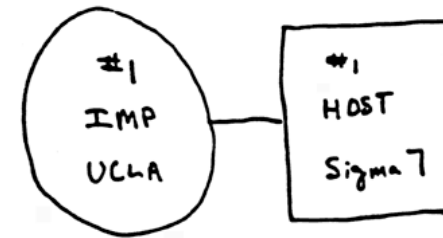


(b)

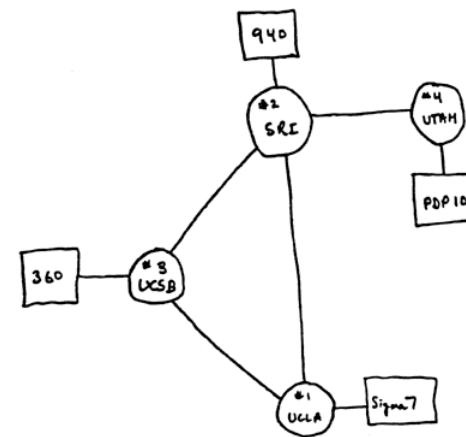
- Konzepte von Robert Kahn (DARPA 1972)
  - Jedes (lokale) Netzwerk ist autonom
    - arbeitet für sich
    - muss nicht gesondert konfiguriert werden für das WAN
  - Kommunikation nach “best effort”
    - schafft es ein Paket nicht zum Ziel, wird es gelöscht
    - es wird von der Anwendung wohl wieder 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



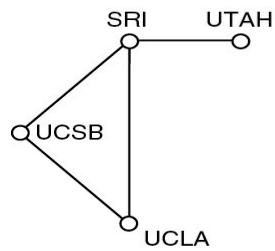
- 1961: Packet Switching Theory
  - Leonard Kleinrock, MIT, "Information Flow in Communication Nets"
- 1962: Konzept des "Galactic Network"
  - J.C.R. Licklider and W. Clark, MIT, "On-Line Man Computer Communication"
- 1965: Erster Vorläufer des Internet
  - Analoge Modem-Verbindung zwischen zwei Rechnern 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



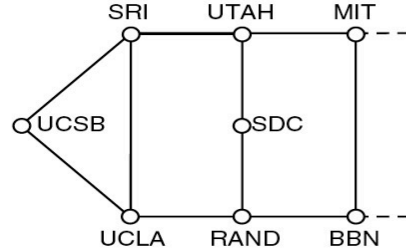
Originaldiagramme des "Ur-Internets"



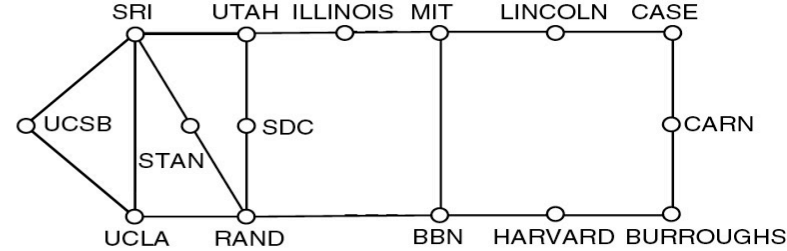
# Das ARPANET



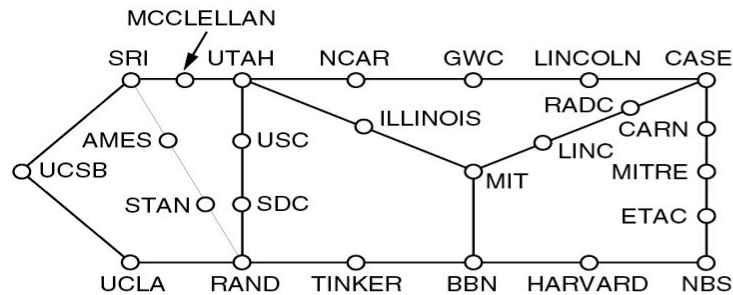
(a)



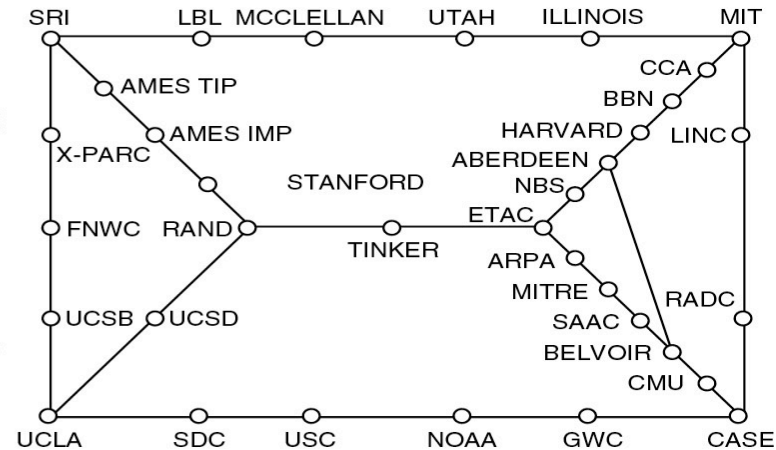
(b)



(c)

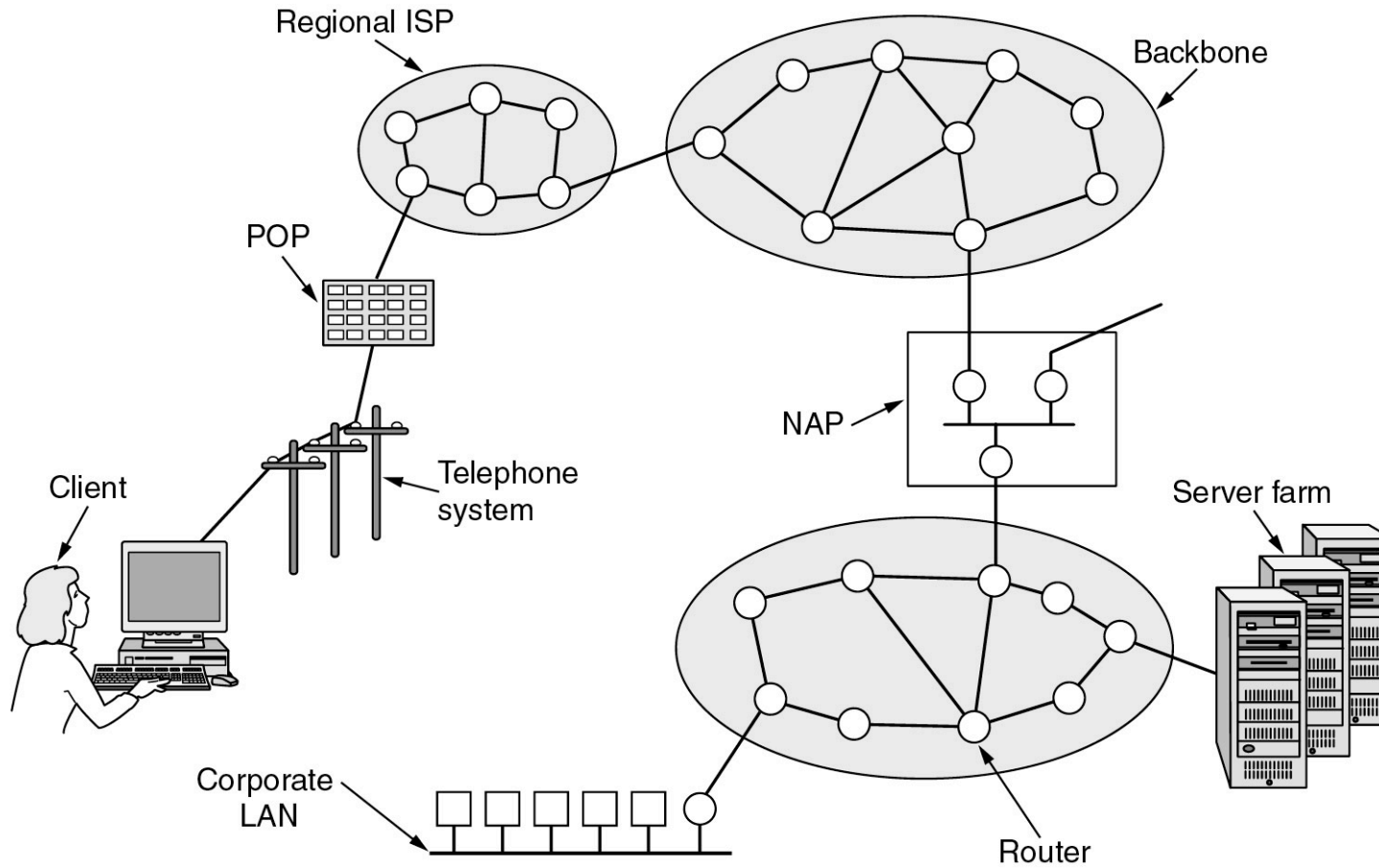


(d)

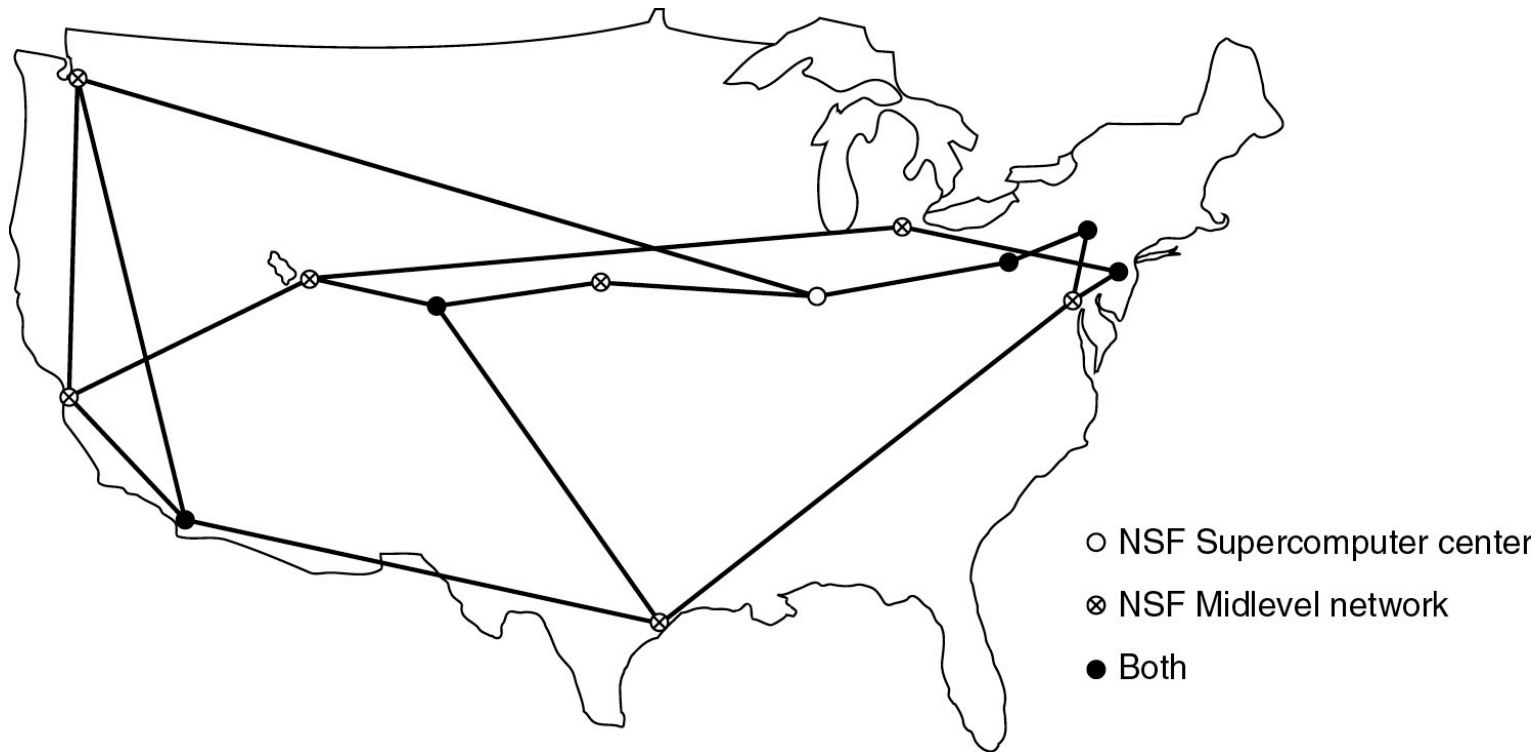


(e)

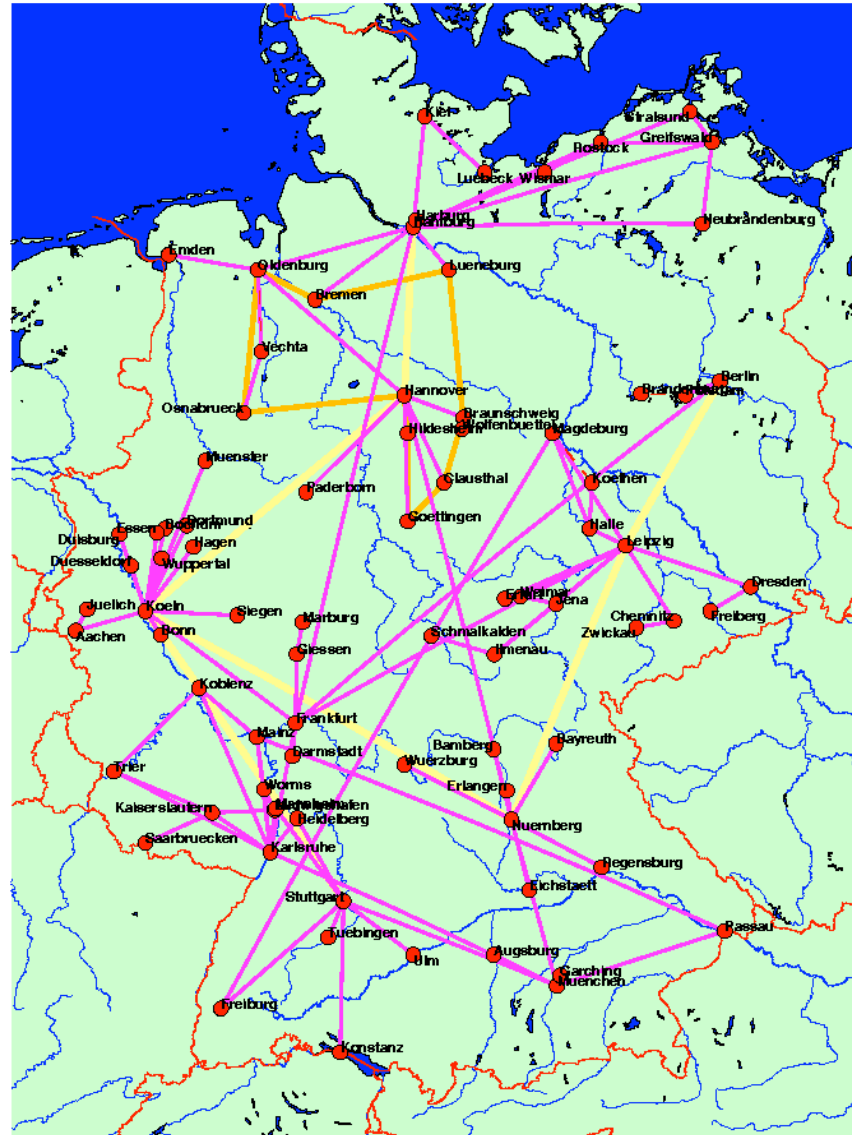
Wachstum ARPANET (a) Dezember 1969. (b) Juli 1970.  
(c) März 1971. (d) April 1972. (e) September 1972.

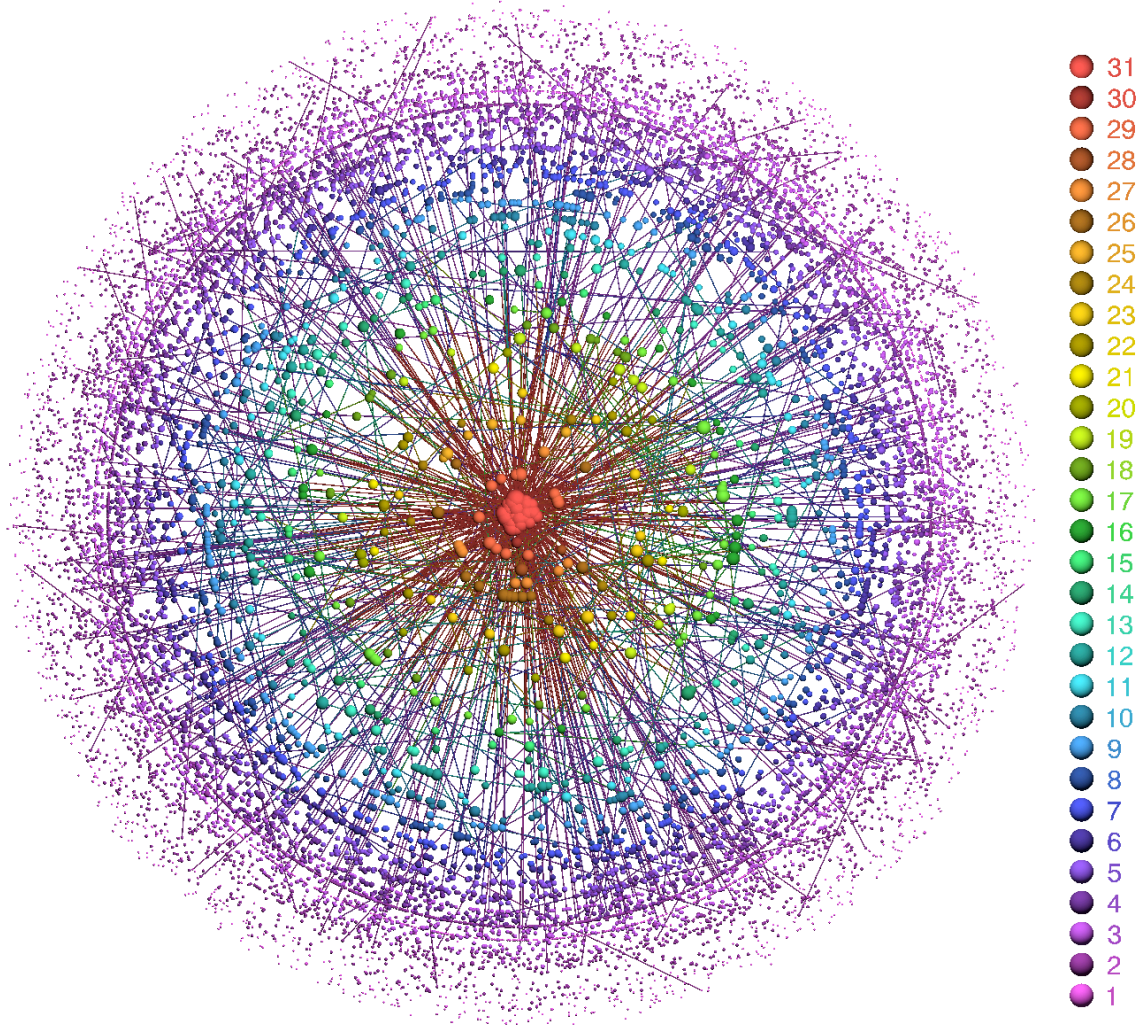


# NSFNET 1988

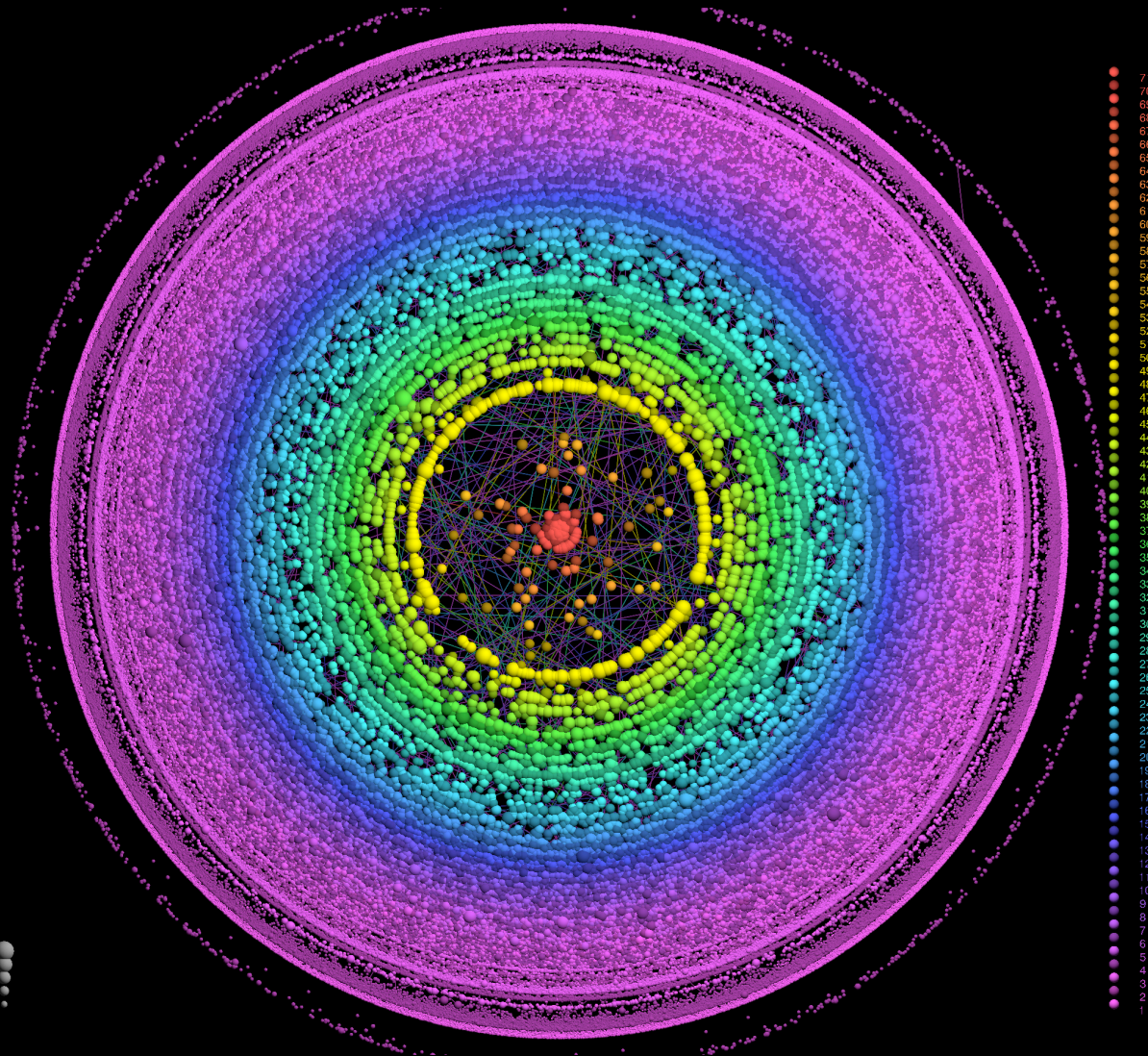


# Das Deutsche Forschungsnetz (2000)





Quelle:  
netdimes.org



Quelle:  
netdimes.org

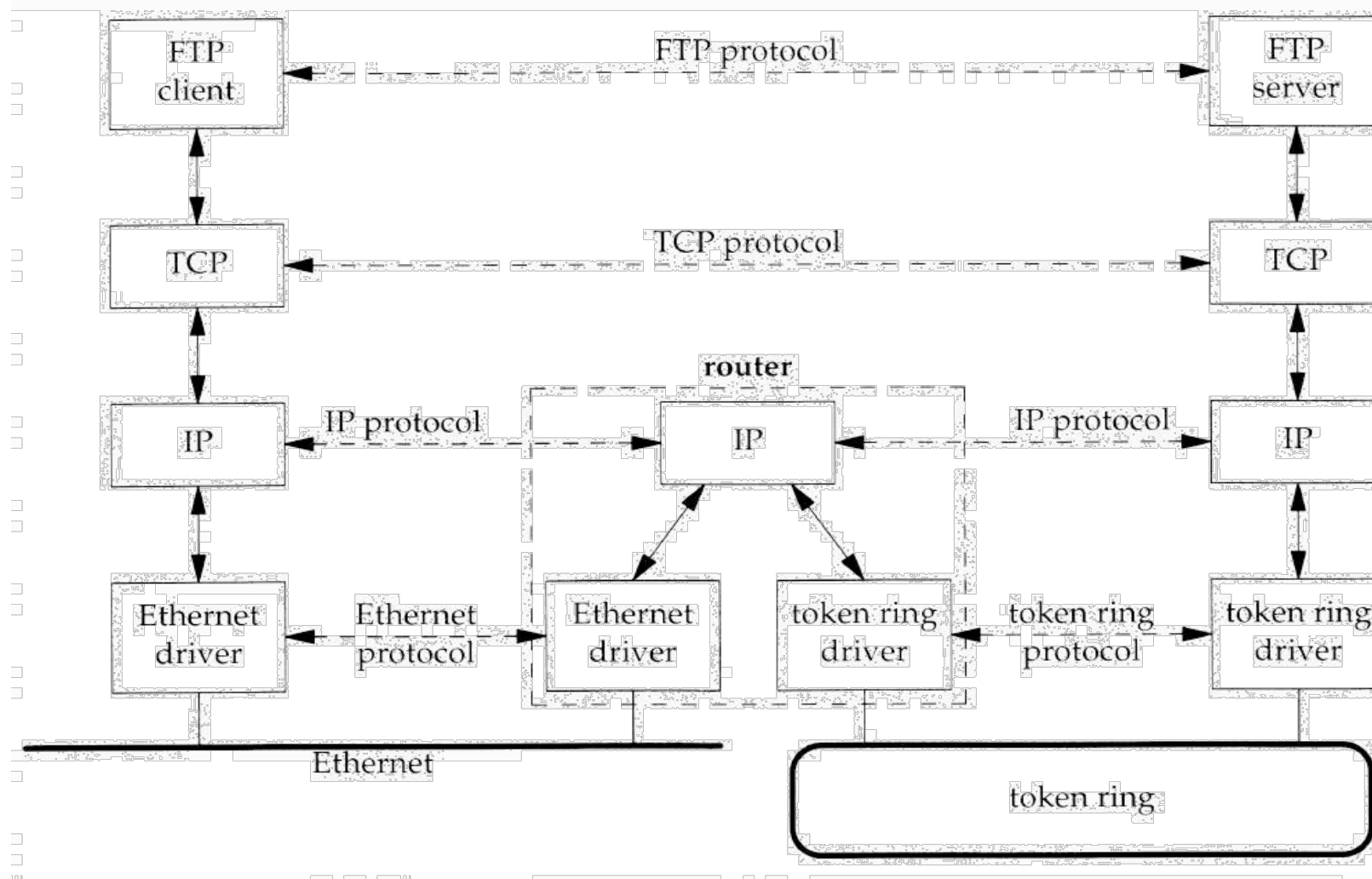
# Die Schichtung des Internets - TCP/IP-Layer

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.)

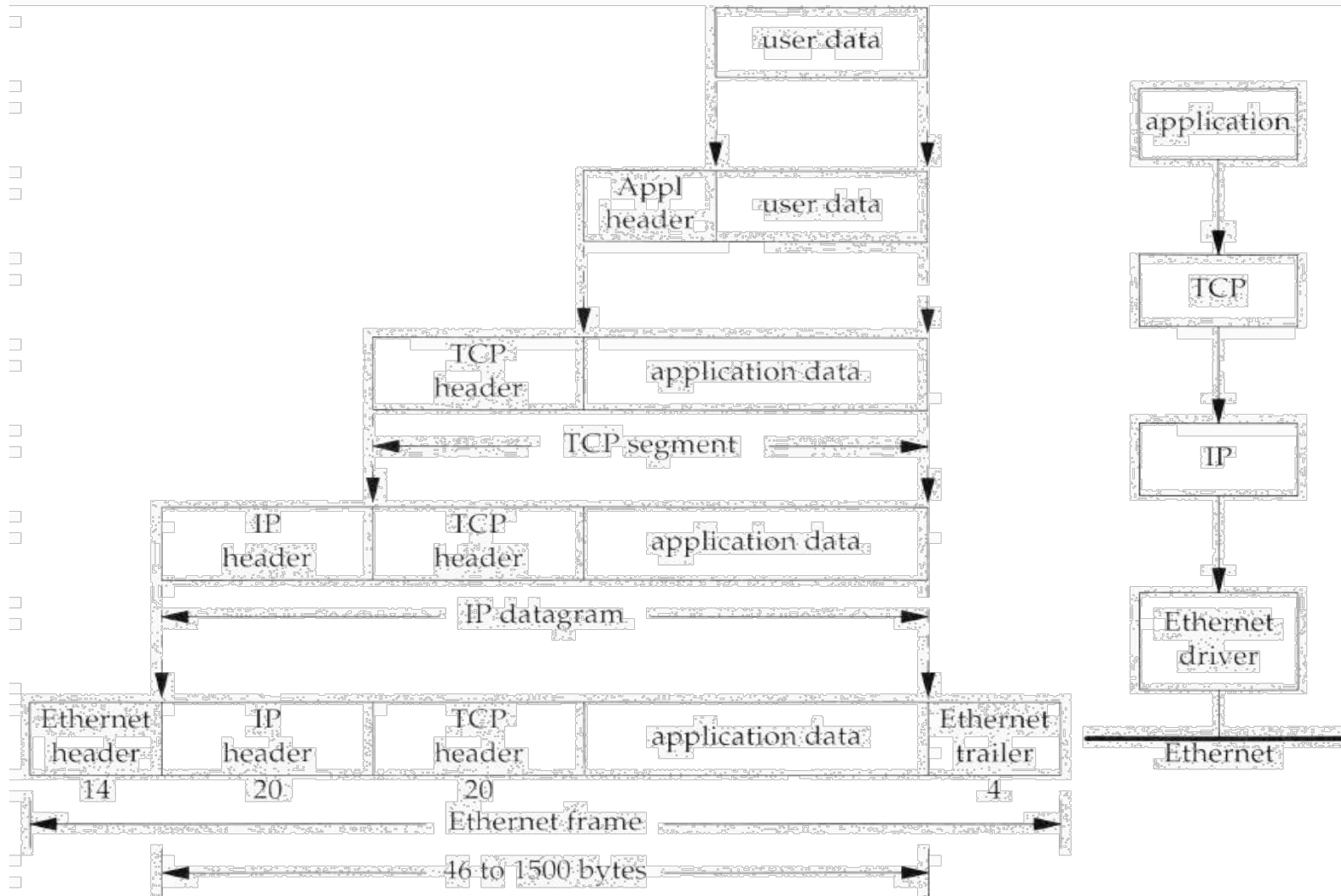


- 1. Host-to-Network
  - nicht spezifiziert, hängt vom LAN ab, z.B. Ethernet, WLAN 802.11b, PPP, DSL
- 2. Vermittlungsschicht (IP - Internet Protokoll)
  - Spezielles Paketformat und Protokoll
  - Paketweiterleitung
  - Routenermittlung
- 3. Transportschicht
  - TCP (Transport Control Protocol)
    - 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



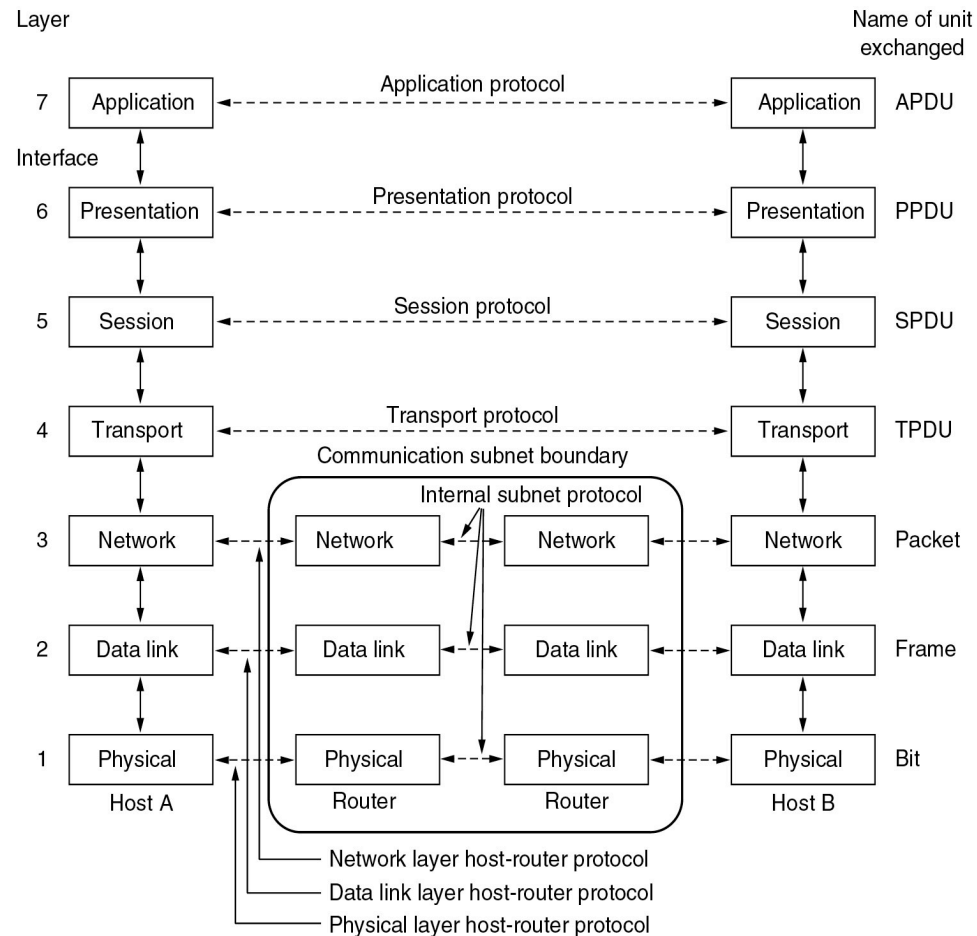
# Datenkapselung



aus Stevens TCP/IP Illustrated

# 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
- 1. Bitübertragung (Physical)
  - Mechanische, elektrische Hilfsmittel



- Aküfi

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

## 1.Bitübertragung (Physical)

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

## 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)

## 3. Vermittlungsschicht

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

## 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)



## 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)

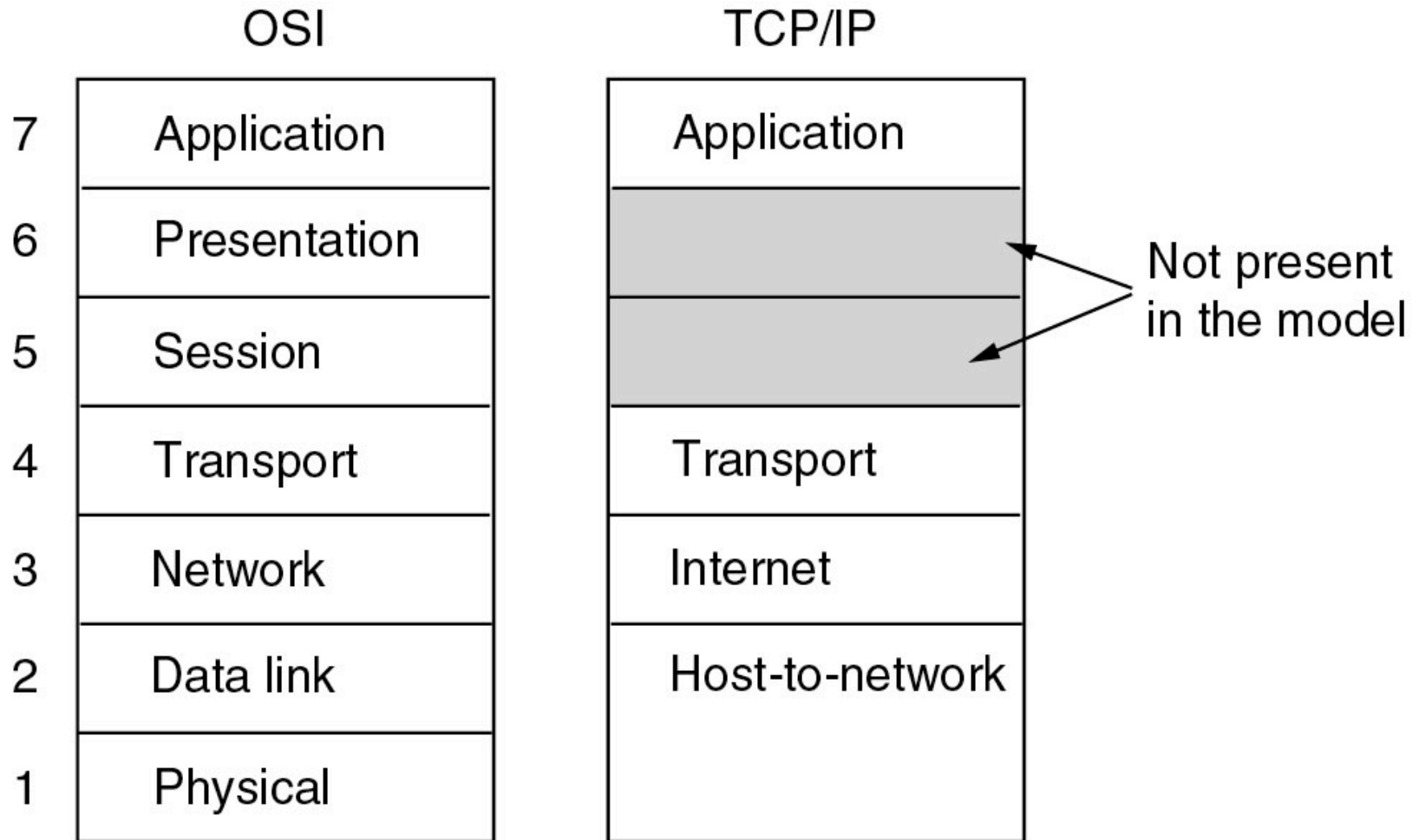
## 6. Präsentationsschicht

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

## 7. Anwendungsschicht

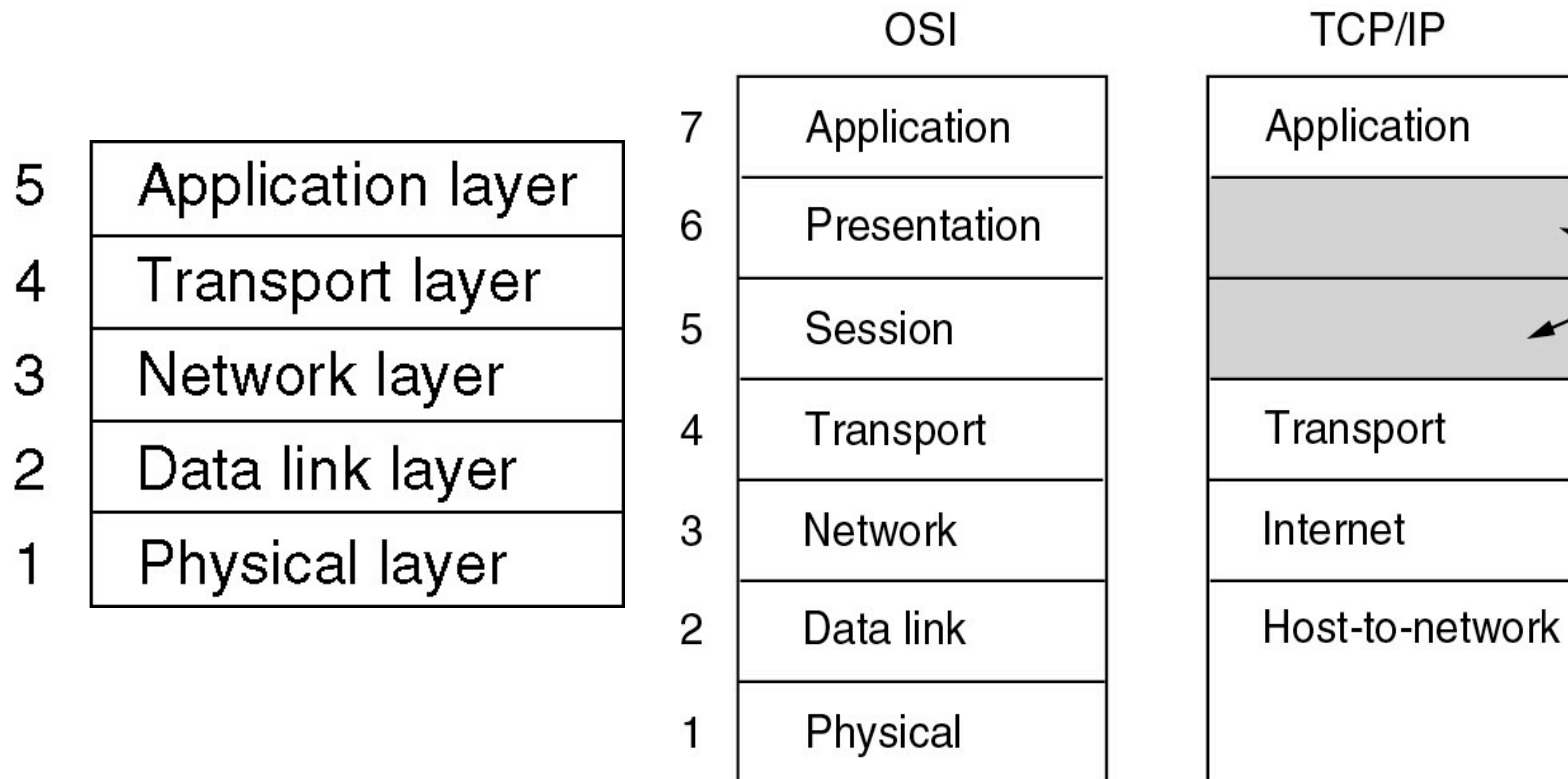
- Große Vielfalt aller möglichen Funktionen, z.B.
  - Virtuelle Terminals
  - Filetransfer
  - E-mail
  - Video
  - Radio
  - Spiele ...

# OSI versus TCP/IP



# Hybrides Modell

- Wir verwenden hier Tanenbaums hybrides Modell



(Aus Tanenbaum)

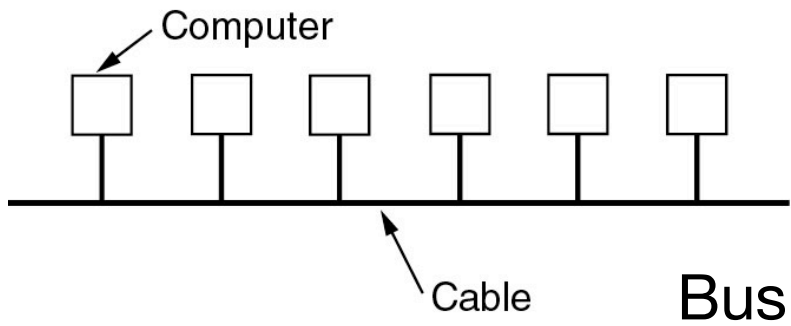
- Unicast (Punkt-zu-Punkt-Übertragung)
  - Z.B. Telefon
  - Genau zwei Teilnehmer kommunizieren direkt miteinander
- Broadcast (Einer-an-Alle)
  - Z.B. Radio, Fernsehen
  - Ein Sender sendet Signale an alle Empfänger
- Multicast (Einer an Viele)
  - Z.B. Telefonkonferenz, Video on demand
  - Ein Sender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

# Netzwerktypen

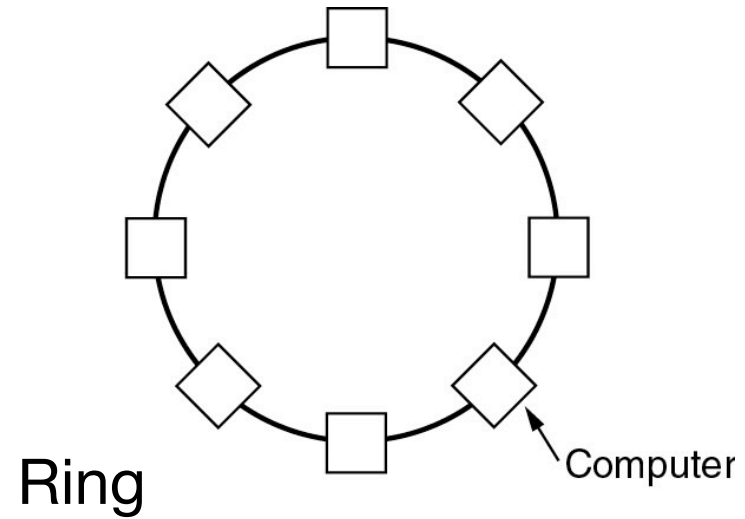
Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	
100 m	Building	
1 km	Campus	Local area network
10 km	City	
100 km	Country	Metropolitan area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	Wide area network
		The Internet

(Aus Tanenbaum)

# Local Area Networks (LAN)

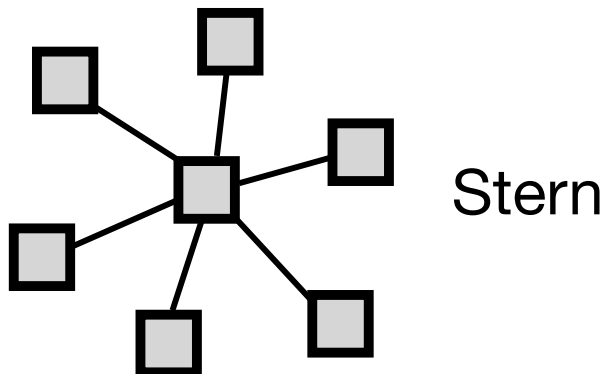


(a)

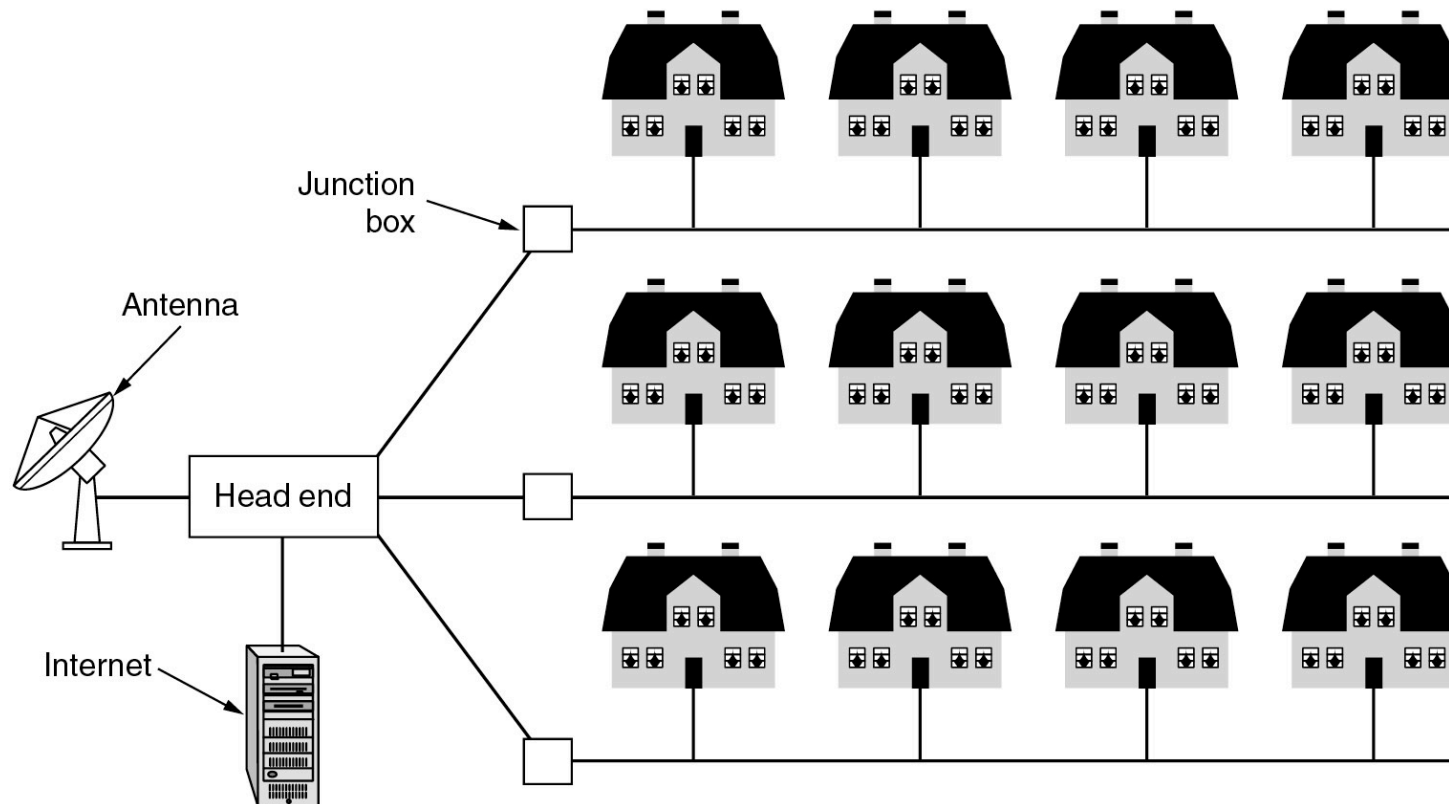


(b)

(Aus Tanenbaum)



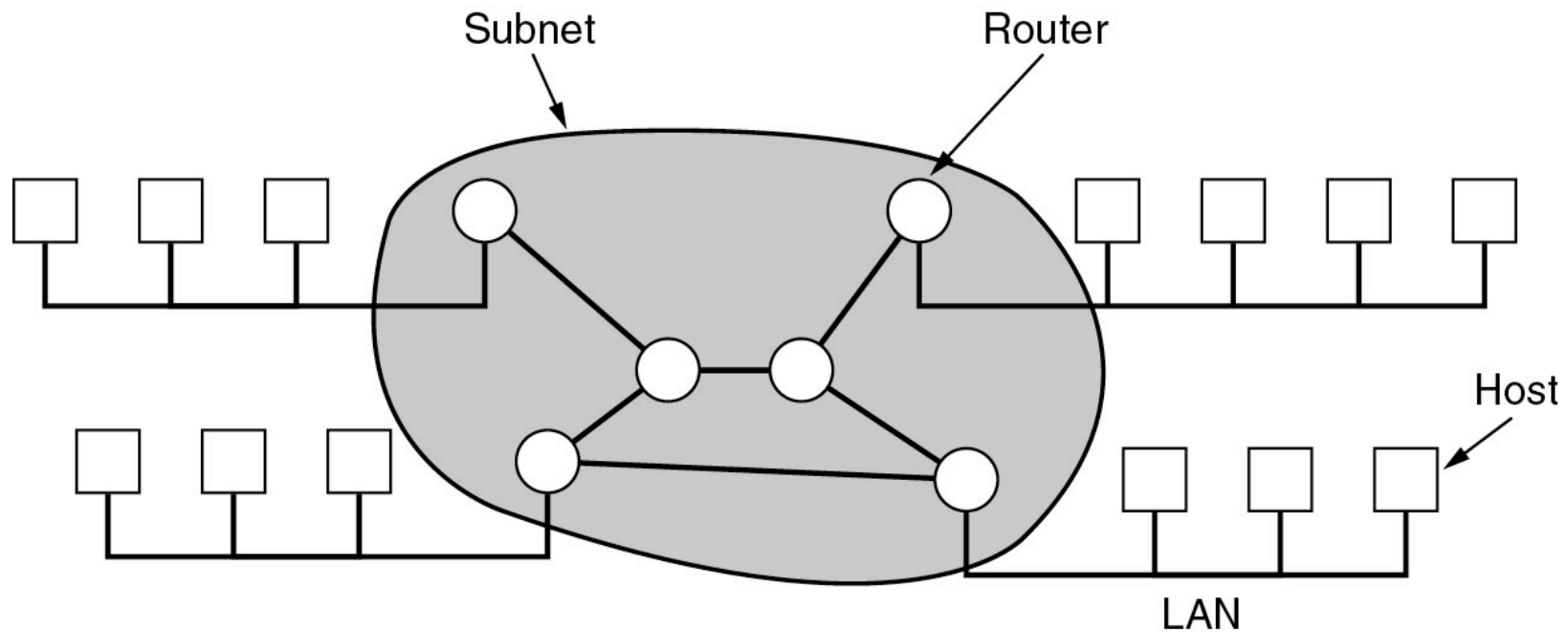
- TV-Kabel basiertes Netzwerk



(Aus Tanenbaum)



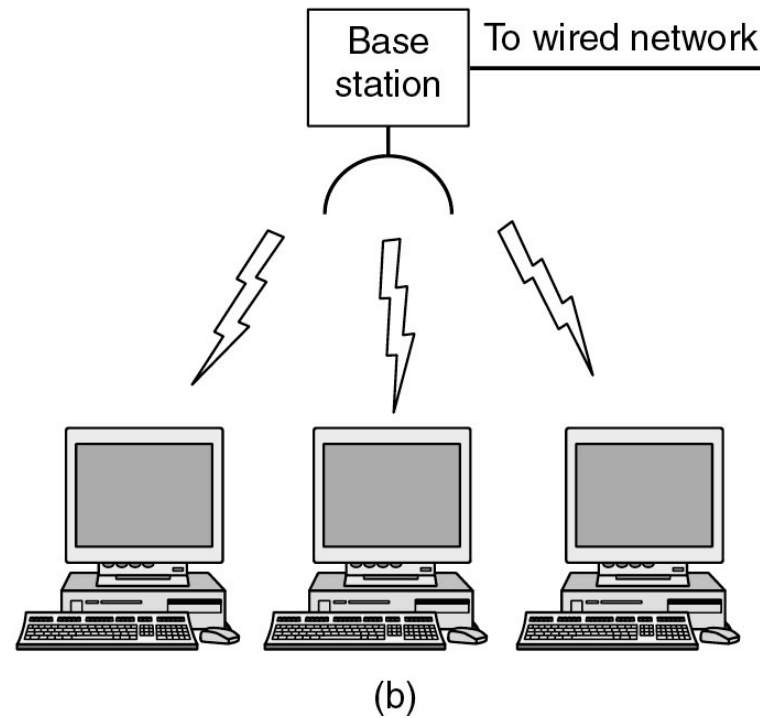
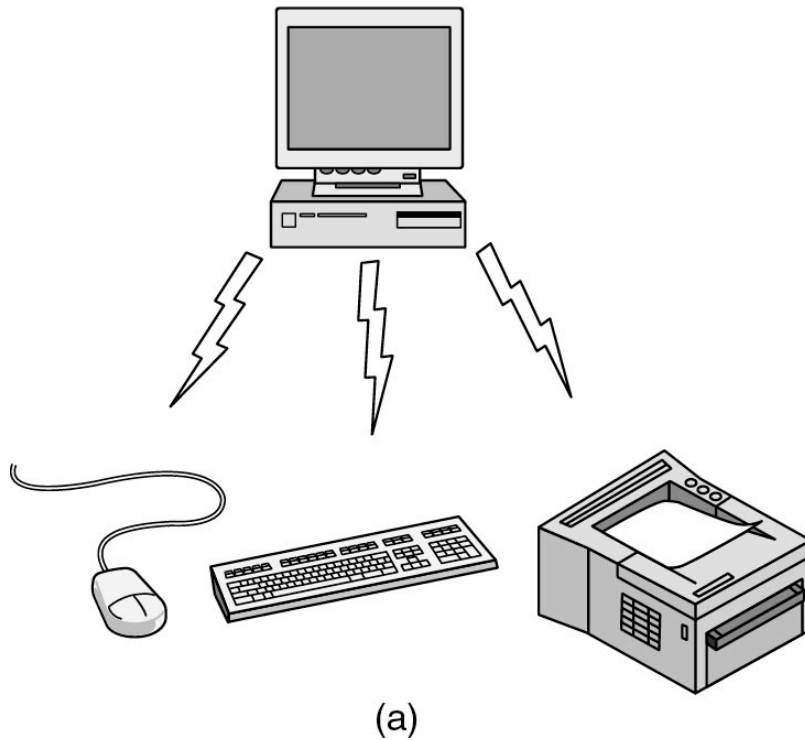
- Verknüpfung der LANs mit dem Subnet



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

# Funknetzwerke (2)

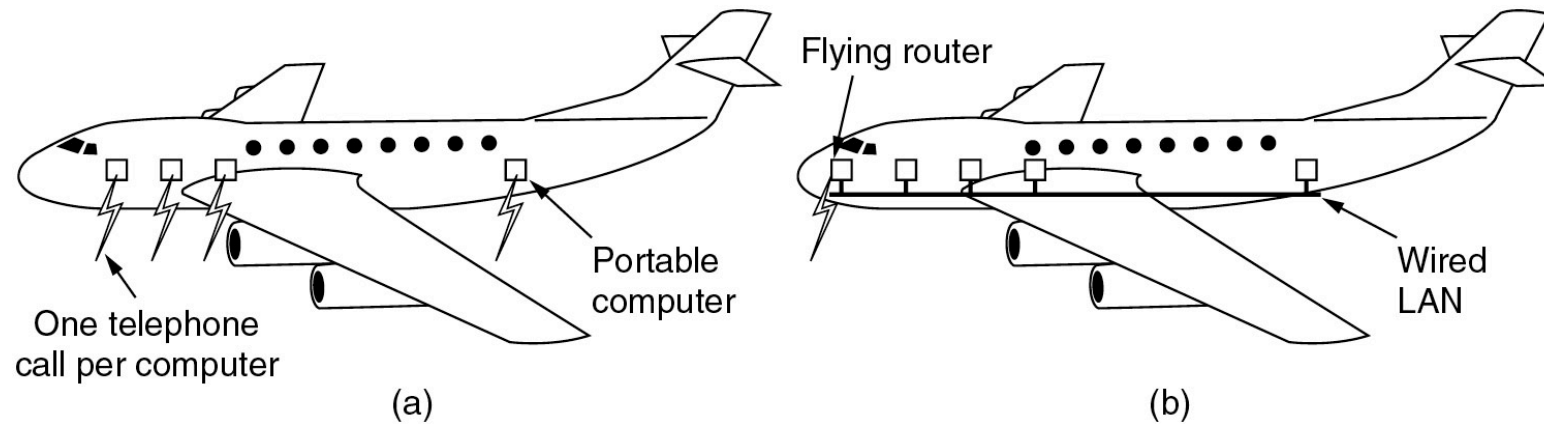
- (a) Bluetooth
- (b) Wireless LAN



(Aus Tanenbaum)

(a) Individuelle mobile Rechner

(b) Das fliegende LAN





# Systeme II

1. Woche: ISO/OSI, Internet, Literatur

Christian Schindelhauer

Technische Fakultät

Rechnernetze und Telematik

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg