

# *Systeme II*



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

**Christian Schindelhauer**

Sommersemester 2006

1. Vorlesung

26.04.2006

**[schindel@informatik.uni-freiburg.de](mailto:schindel@informatik.uni-freiburg.de)**



# Organisation

---

## ➤ Web-Seite

- <http://cone.informatik.uni-freiburg.de/teaching/vorlesung/systeme-II-s06/>

## ➤ Vorlesungen

- Mittwoch, 14-16 Uhr, HS 026, Geb. 101
- Donnerstag, 14-15 Uhr, HS 036, Geb. 101

## ➤ Übungen (Beginn: 03.05.2006)

- Gruppe 1: Donnerstag, 15-16 Uhr, HS 00-036, Geb. 101
- Gruppe 2: Donnerstag, 15-16 Uhr, SR 00-010/14, Geb. 101
- Gruppe 3: Donnerstag, 16-17 Uhr 02-017, Geb. 52

## ➤ Übungsaufgaben

- erscheinen jeden Freitag auf der Webseite
- Bearbeitung freiwillig
- Grundlage für mündliche Prüfung/ schriftliche Klausur
- Besprechung in der Folgewoche



# Prüfung

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

---

## ➤ Klausur

- Schriftlich im Zeitraum vom 18.09.2006 bis 20.10.2006

## ➤ Prüfungsanmeldung

- für die Studierenden der Studiengänge Mikrosystemtechnik und Informatik erfolgt on-line über
- [http://www.informatik.uni-freiburg.de/dekamt/allgemeines/online\\_anmeldung.htm](http://www.informatik.uni-freiburg.de/dekamt/allgemeines/online_anmeldung.htm)
- An- und Abmeldungen sind von 01.04.2006 bis 30.06.2006 möglich.



# Prüfung

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

---

## ➤ Materialien

- Powerpoint/PDF-Foliensätze
  - vor der Vorlesung auf der Web-Site
- Lecturnity-Mitschnitte
  - auf der Web-Site und im Vorlesungssystem
- Literaturhinweise
  - heute und (bald) auf der Web-Site

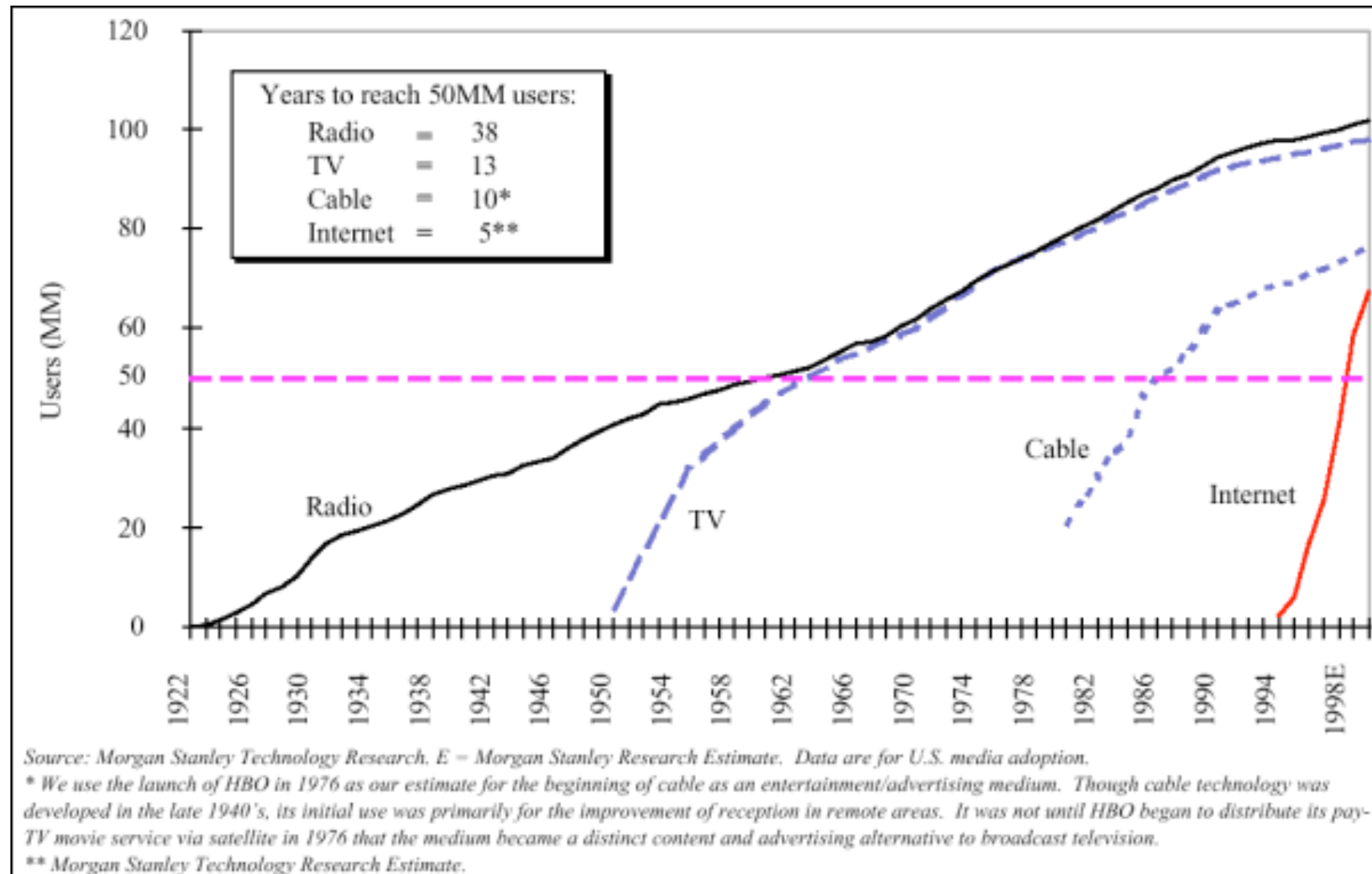


# Inhalte

- 1. Einführung**
  - Literatur
  - Beispiele
  - Referenzmodelle
- 2. Bitübertragungsschicht**
  - Physical Layer
- 3. Sicherungsschicht**
  - Data Link Layer
- 4. Mediumzugriffs-Steuerung**
  - Medium Access Control Sub-Layer - MAC
- 5. Vermittlungsschicht**
  - Network Layer
- 6. Transportschicht**
  - Transport Layer
- 7. Anwendungsschicht**
  - Application Layer
- 8. Sicherheit in Netzwerken**



# Motivation





# Beispiele für Rechnernetzwerke

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

---

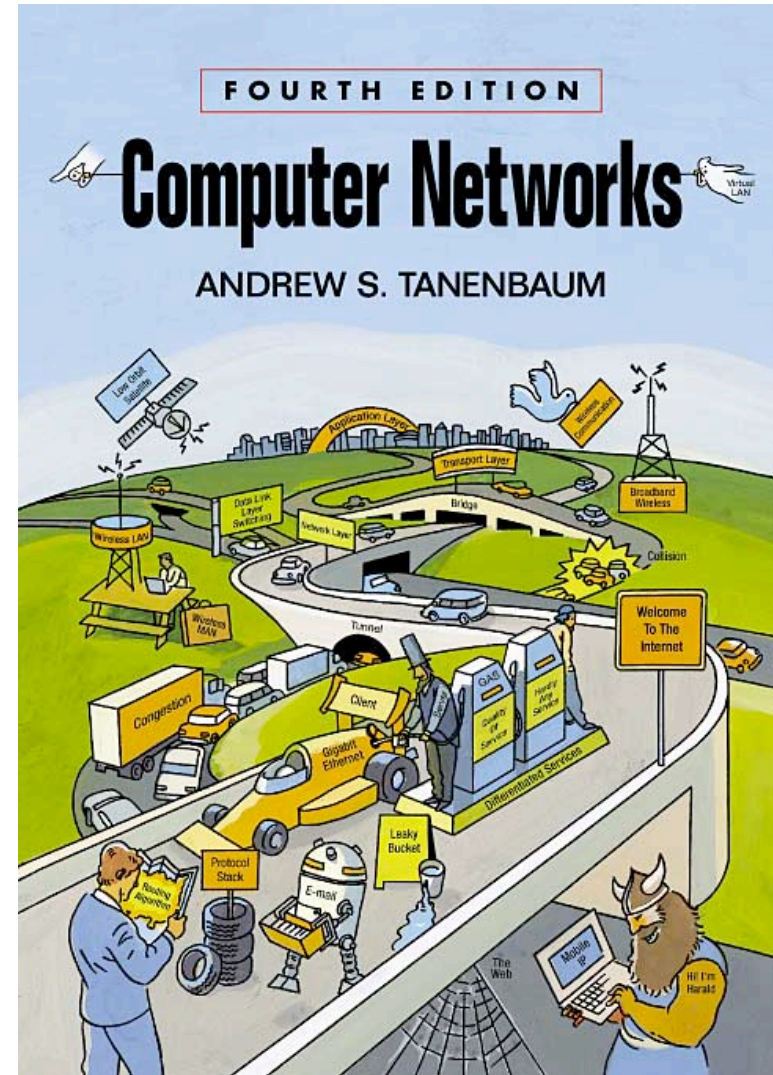


# Literatur (I)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

## ➤ Das Buch zur Vorlesung

- Computer Networks, Andrew S. Tanenbaum (Prentice Hall)
- Preis: 49,90 Euro





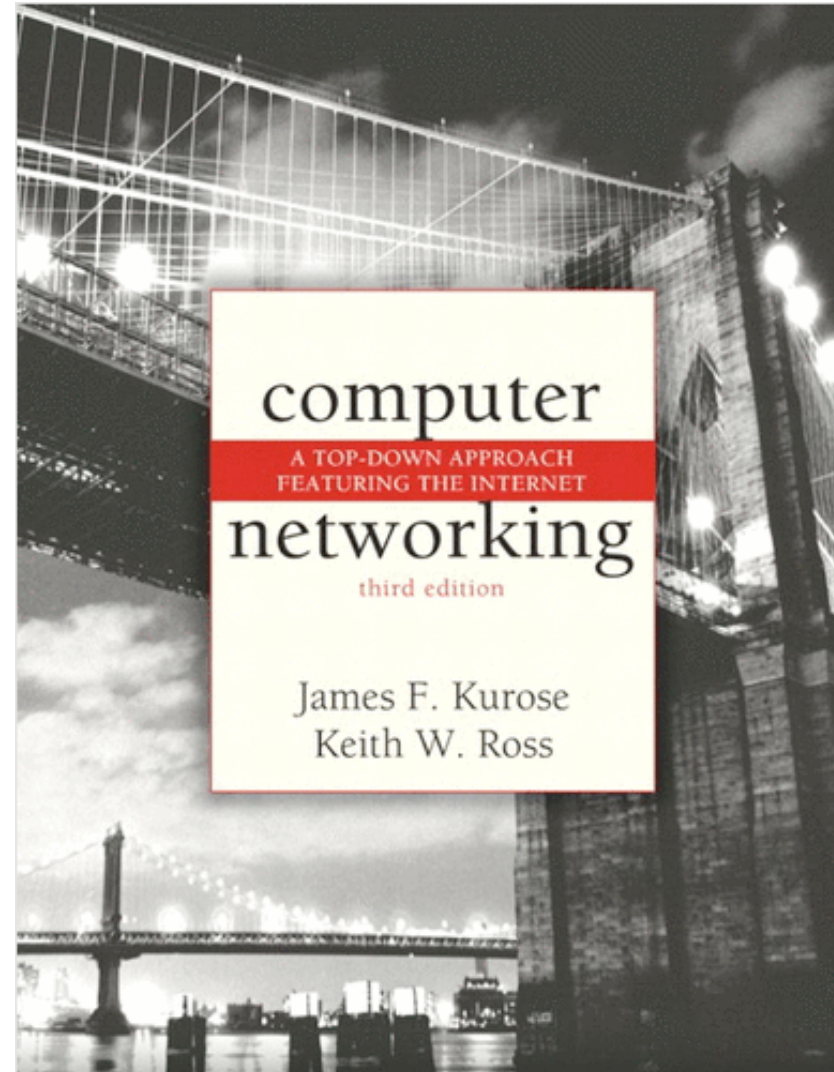


# Literatur (II)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

➤ **Das Buch Nr. 2 zur Vorlesung:**

- Computer Networking - A Top-Down Approach Featuring the Internet, James F. Kurose, Keith W. Ross, Prentice Hall
- Preis: 102 Euro



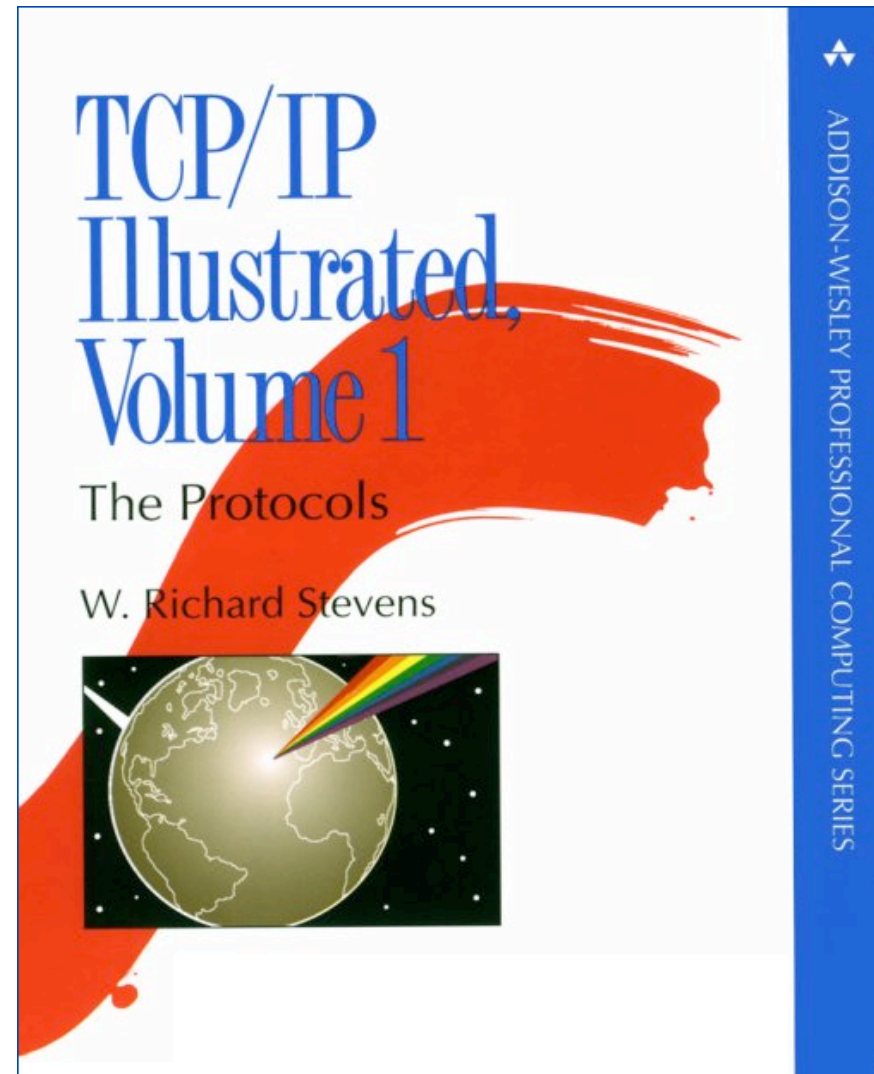


# Literatur (III)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

➤ **Zur Vertiefung:**

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

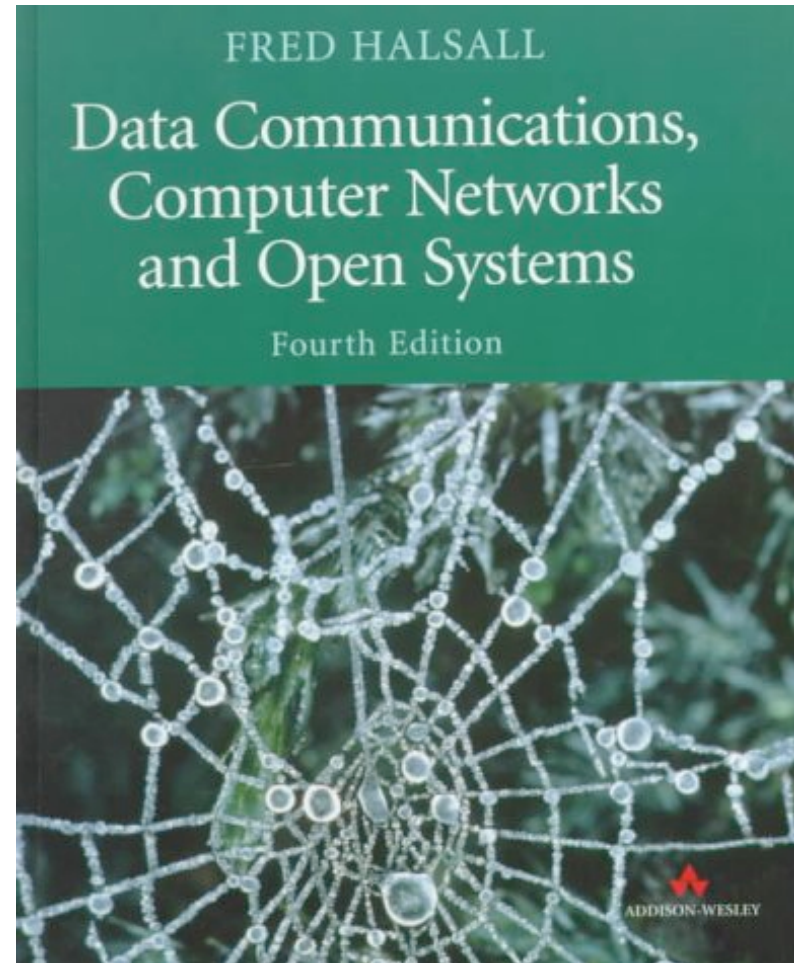




# Literatur (IV)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

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

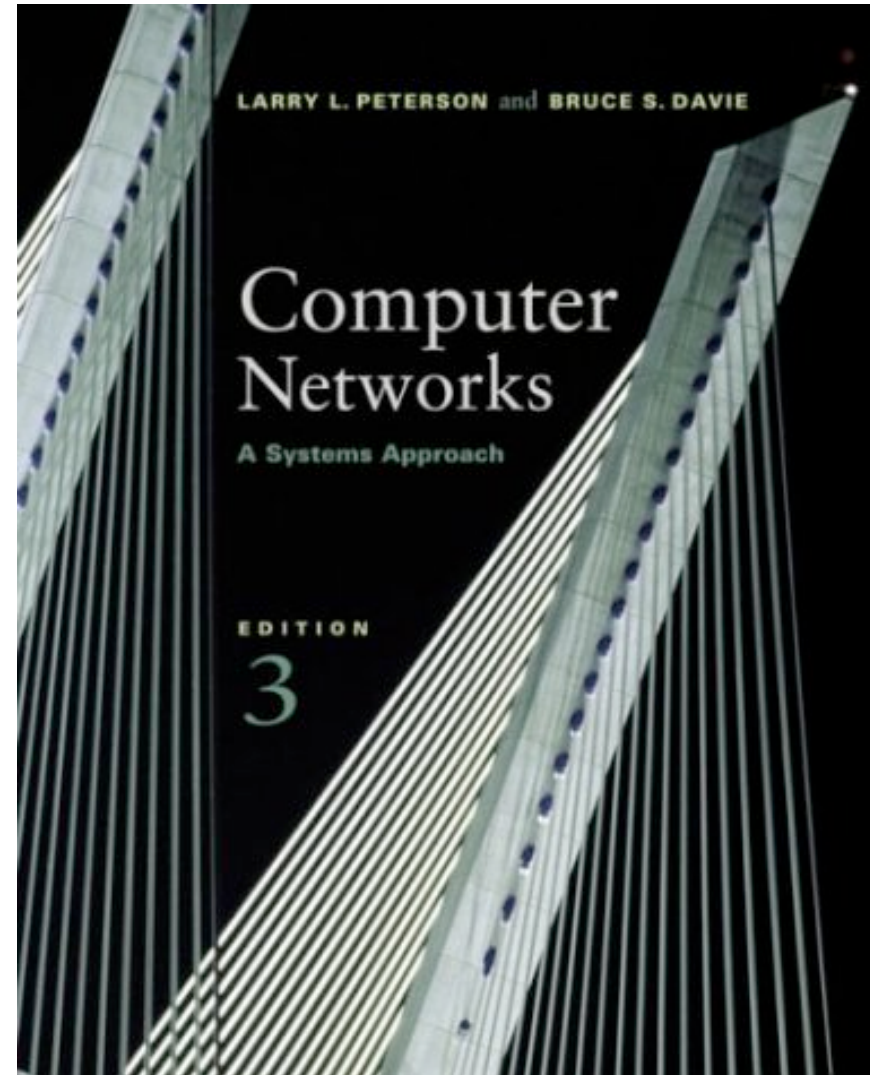




# Literatur (V)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

- **L. L. Peterson & B. S. Davie,**  
**Computer Networks – A Systems**  
**Approach, 2003, 3rd edition, Morgan**  
**Kaufman**





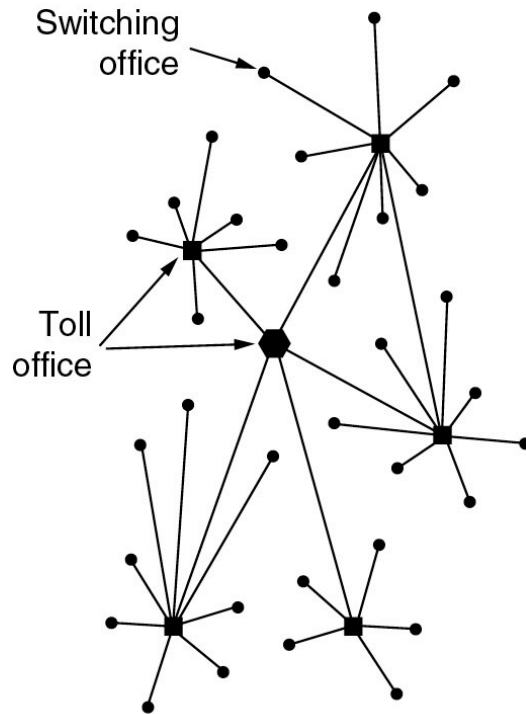
# Das Internet

- 
- **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)**



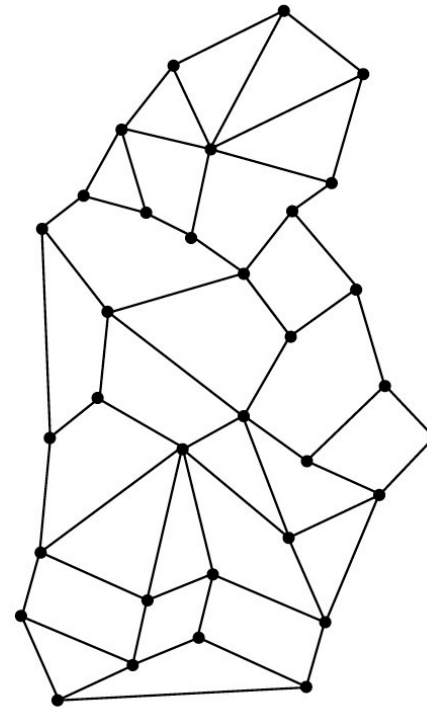
# Struktur-Vergleich

## Hierarchisches Telefon-Netzwerk



(a)

## Idee des Internets



(b)



# Netzwerk offen für alle Architekturen

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

## ➤ Konzepte von Robert Kahn (DARPA 1972)

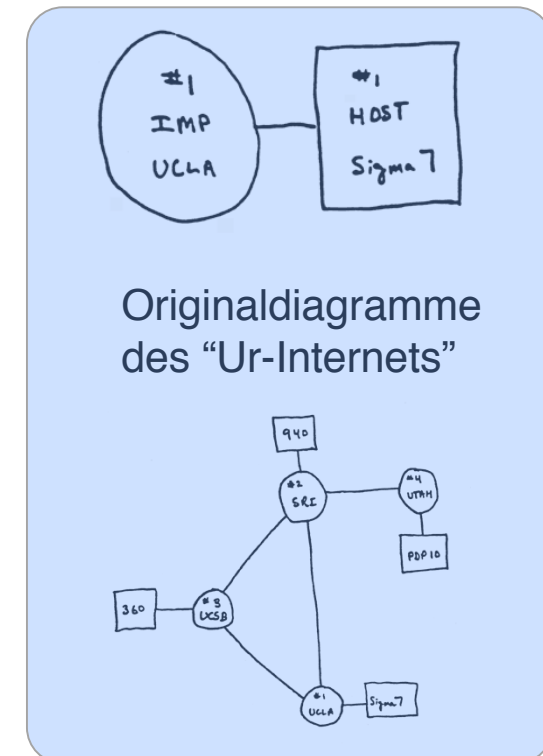
- Jedes (lokale) Netzwerk ist autonom
  - arbeitet für sich
  - muss nicht gesondert konfiguriert werden für das WAN
- Kommunikation nach “best effort”
  - schafft es ein Paket nicht zum Ziel, wird es gelöscht
  - es wird von der Anwendung wohl wieder verschickt werden
- Black Box Ansatz für Verbindungen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

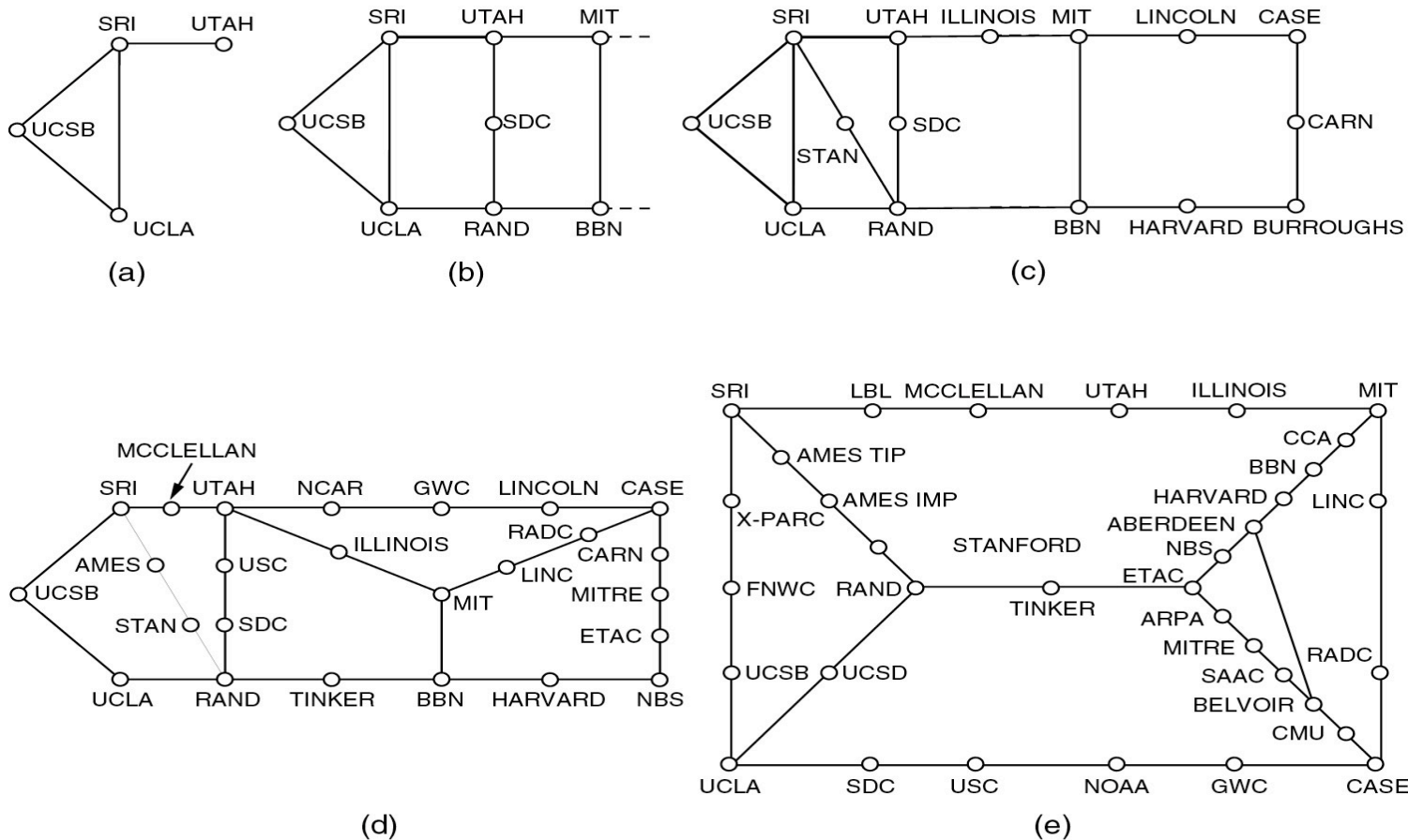
- **1961: Packet Switching Theory**
  - Leonard Kleinrock, MIT, “Information Flow in Communication Nets”
- **1962: Konzept des “Galactic Network”**
  - J.C.R. Licklider and W. Clark, MIT, “On-Line Man Computer Communication”
- **1965: Erster Vorläufer des Internet**
  - Analoge Modem-Verbindung zwischen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

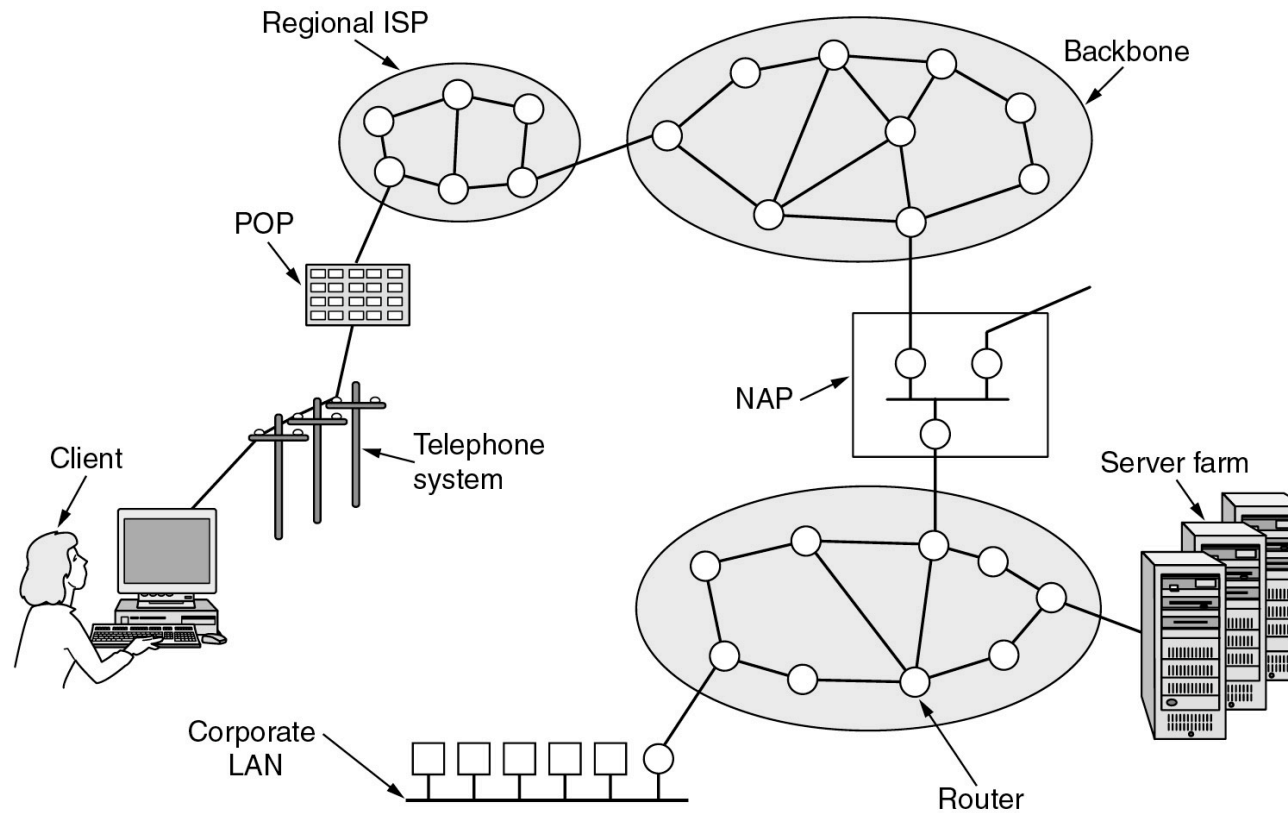


**Wachstum ARPANET (a) Dezember 1969. (b) Juli 1970.  
(c) März 1971. (d) April 1972. (e) September 1972.**



# Architektur des Internet

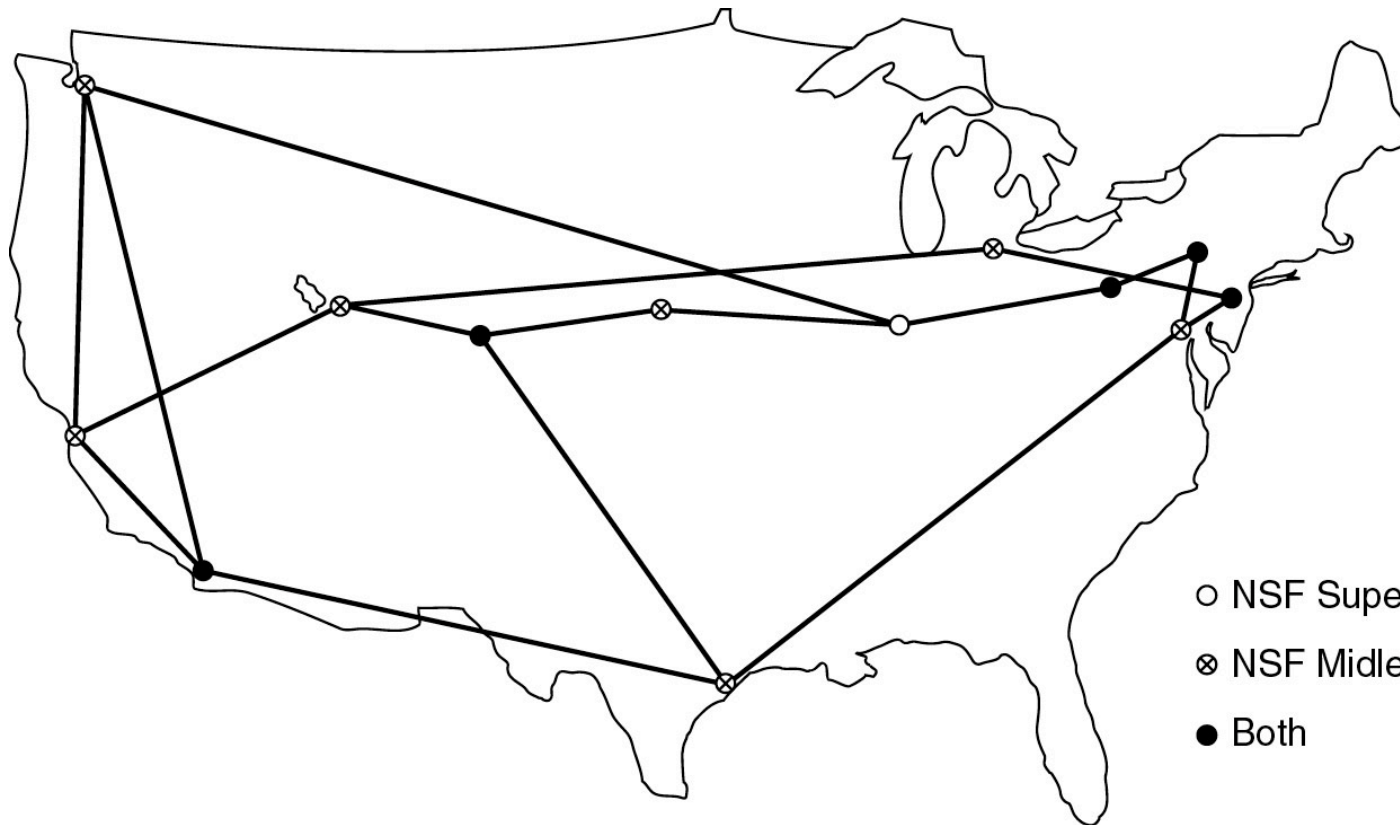
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer





# NSFNET 1988

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

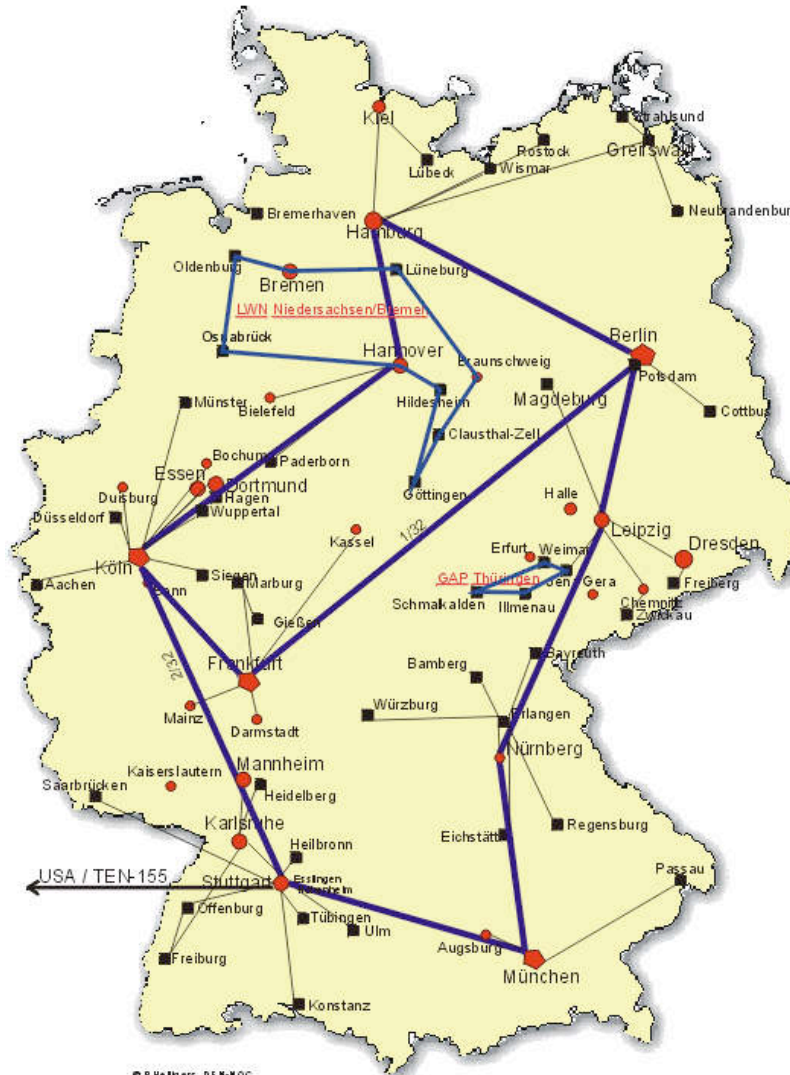


- NSF Supercomputer center
- ⊗ NSF Midlevel network
- Both



# Das Deutsche Forschungsnetz (2000)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

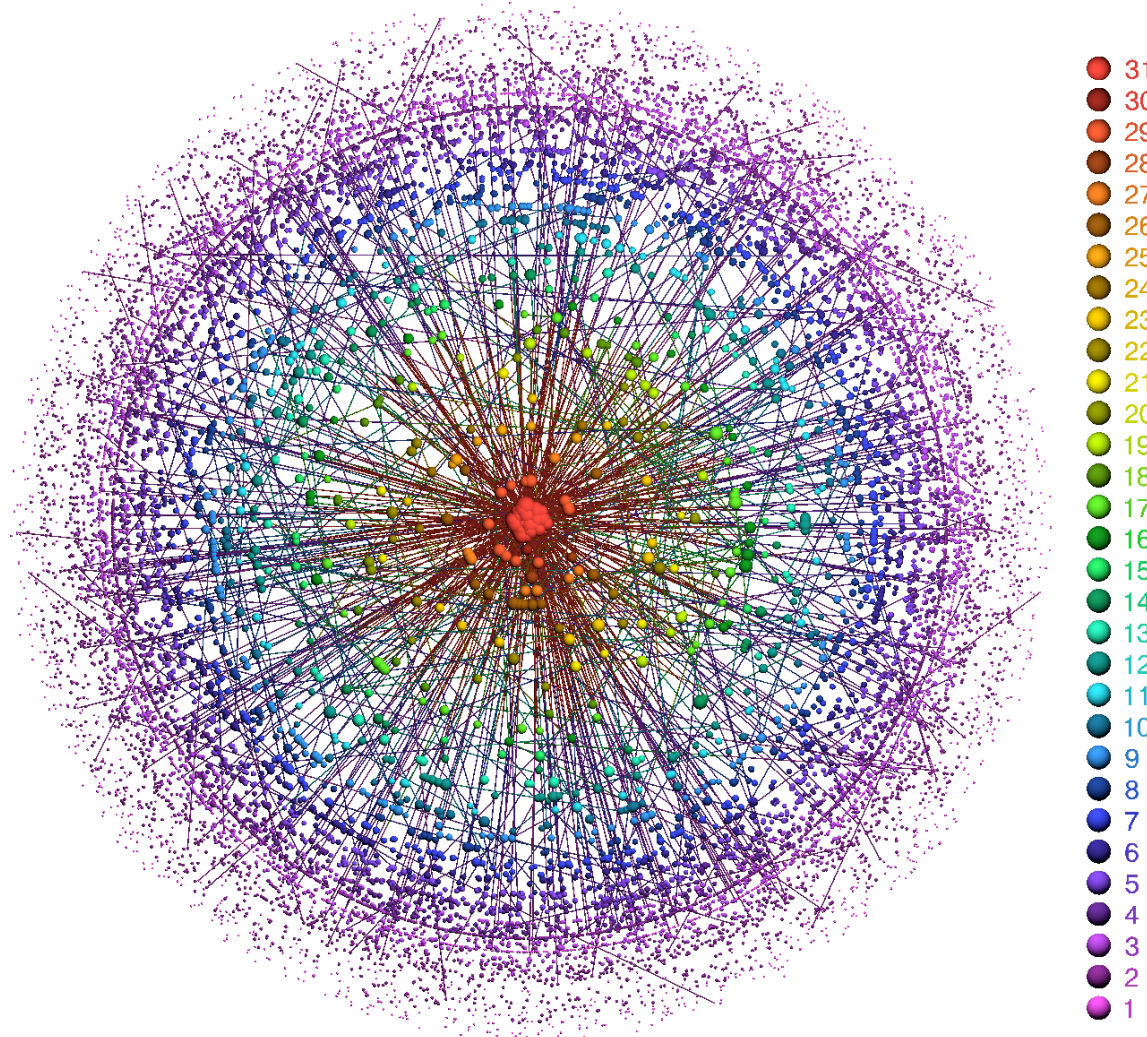




# Das Internet 2006 Autonome Systeme

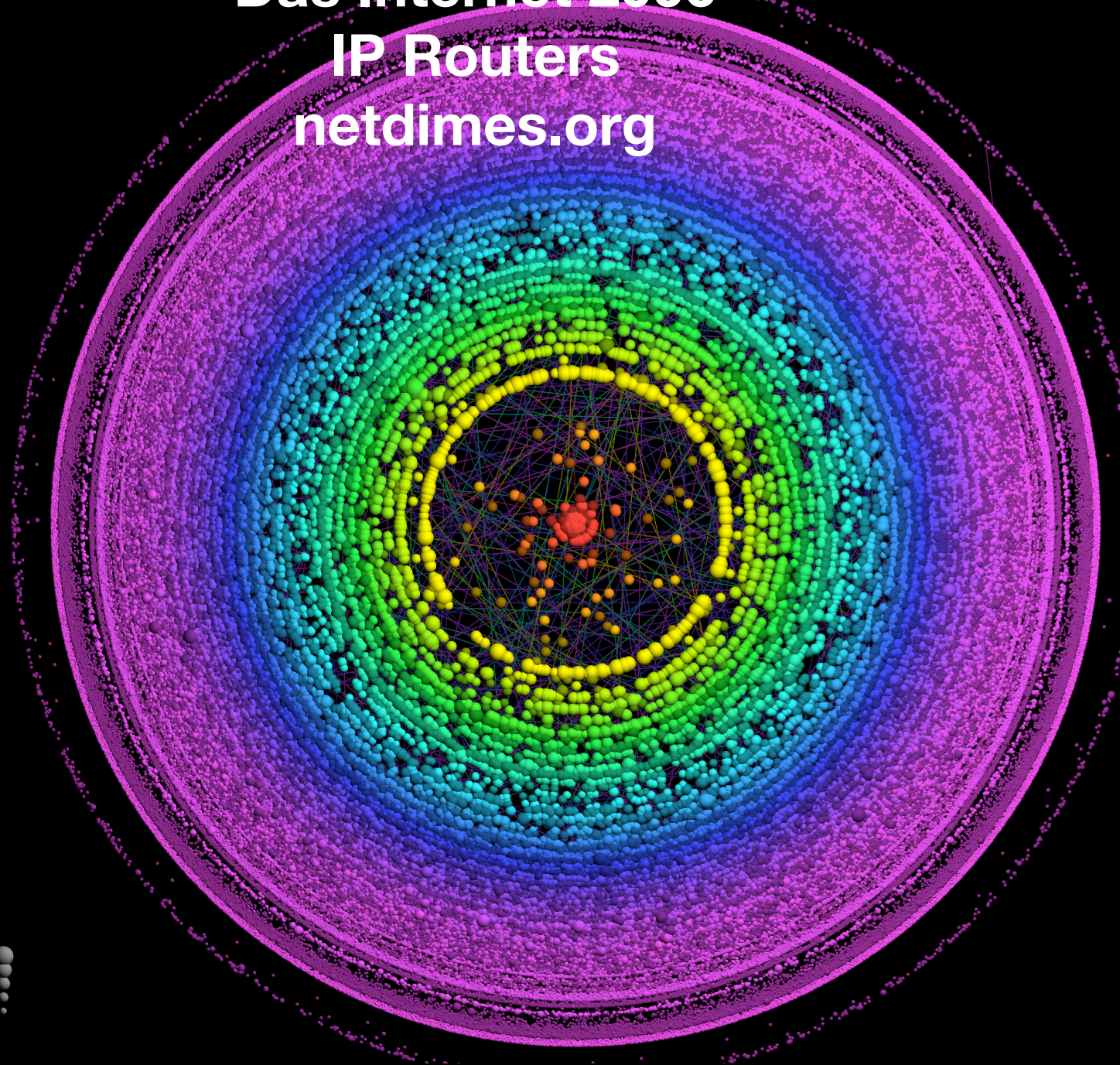
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

Quelle:  
netdimes.org



# Das Internet 2006

IP Routers  
netdimes.org



- 71
- 70
- 69
- 68
- 67
- 66
- 65
- 64
- 63
- 62
- 61
- 60
- 59
- 58
- 57
- 56
- 55
- 54
- 53
- 52
- 51
- 50
- 49
- 48
- 47
- 46
- 45
- 44
- 43
- 42
- 41
- 40
- 39
- 38
- 37
- 36
- 35
- 34
- 33
- 32
- 31
- 30
- 29
- 28
- 27
- 26
- 25
- 24
- 23
- 22
- 21
- 20
- 19
- 18
- 17
- 16
- 15
- 14
- 13
- 12
- 11
- 10
- 9
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1

3.0e+03  
0.0e+02  
2.5e+02  
5.0e+01  
1.0e+01





# Die Schichtung des Internets - TCP/IP-Layer

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

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



# Das ISO/OSI Referenzmodell

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

## 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)

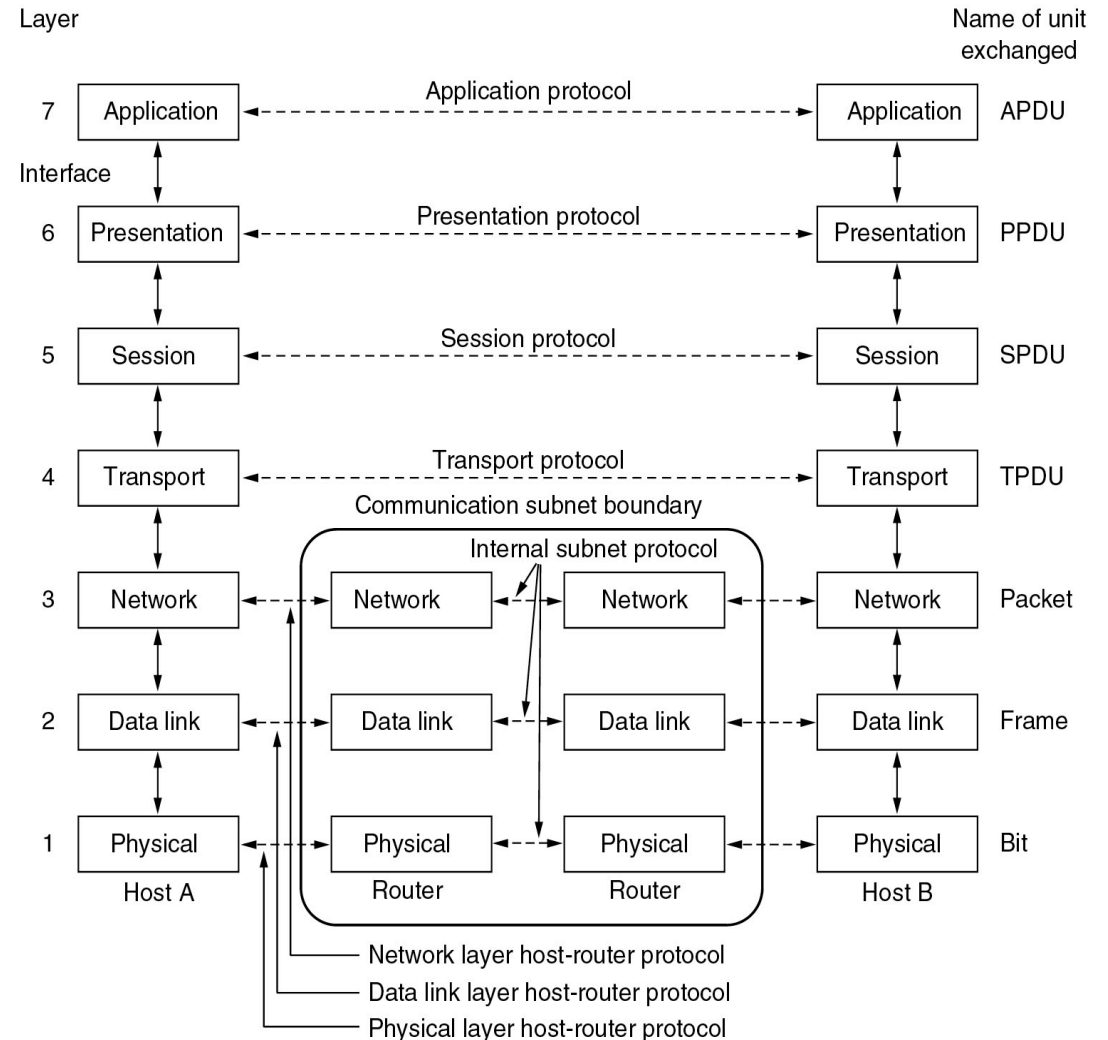
- Routing

## 2. Sicherung (Data Link)

- Prüfsummen, Flusskontrolle

## 1. Bitübertragung (Physical)

- Mechanische, elektrische Hilfsmittel





# *Ende der 1. Vorlesung*



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Rechnernetze und Telematik  
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Systeme II  
Christian Schindelhauer  
[schindel@informatik.uni-freiburg.de](mailto:schindel@informatik.uni-freiburg.de)