

Systeme II / Rechnernetze

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

Christian Schindelhauer

Technische Fakultät

Rechnernetze und Telematik

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Version 19.04.2016

- Vorlesungen

- Dienstag, 11:00 - 12:00 c.t., Hörsaal 101-00-036

- Donnerstag, 10:00 - 12:00 c.t., Hörsaal 101-00-036

- Übung

- Dienstags/Mittwochs...

- Web-Seite

- <https://cone.informatik.uni-freiburg.de/lehre/aktuell/systeme-II-ss2016>

- Forum

- <http://archive.cone.informatik.uni-freiburg.de/forum3/viewforum.php?f=44>

- Online-Einteilung ist gültig
 - Die Gruppengröße wird an die Teilnehmeranzahl angepasst
 - Bitte die Übungszuordnung aktualisieren
- Gruppe 1 Leonie Feldbusch
 - Dienstag, 12:00 - 13:00 c.t., Geb. 051, Hörsaal 03-026
- Gruppe 2 Matthias Herrmann
 - Dienstag, 12:00 - 13:00 c.t., Geb. 051 Seminarraum 00-006
- Gruppe 3 Daniel Leinfelder
 - Dienstag, 12:00 - 13:00 c.t., Geb. 051 Seminarraum 00-034
- Gruppe 4 Maya Schöchlin
 - Dienstag, 12:00 - 13:00 c.t., Geb. 101 Hörsaal 00-010/014
- Gruppe 5 Francine Wagner
 - Mittwoch, 16:00 - 17:00 c.t., Geb. 51 Hörsaal 03-026

- Erscheinen jeden Dienstag auf der Webseite
 - Abgabe als PDF bis Montag 23.59 Uhr (GMT+1) der Folgewoche
 - Über Web-Interface
 - jetzt in das Vorlesungssystem eintragen (Deadline heute)
- Grundlage für schriftliche Klausur
- Besprechung am Tag nach der Abgabe
 - Korrektur durch den Tutor
 - Rückgabe eine Woche nach Abgabe
- Lösungspräsentation durch die Studenten

- Peer-Bewertung der Übung
 - Jeder Teilnehmer soll in jeder Woche andere Abgaben begutachten
 - Optionales Double-Blind-Review
 - Name darf auf das Übungsblatt, muss aber nicht
 - Abgabe und Bewertung per Web-Interface
- Ranking der Übungen
 - jede Woche und über das gesamte Semester
 - nur zur Information und Selbsteinschätzung

- Motivation
 - Umfrage: benötigen Studenten einen Anreiz Übungsaufgaben zu machen?
 - Wer Übungsaufgaben macht, hat höhere Chancen die Klausur zu bestehen
- Übungskontrolle
 - Ihre Entscheidung, unsere Kontrolle
 - Jeder Teilnehmer muss 50% aller Punkte erreichen, um an der Klausur teilzunehmen
- Teilnahme
 - Um die Eigenmotivation zu erhöhen, wird die Übungskontrolle als Opt-In organisiert
- Anmeldung in der ersten Übung
 - Nichtteilnehmer nehmen an der Klausur auf eigene Verantwortung teil (ohne Mindestpunktzahl)

- Klausur
 - Schriftlich am 05.09.2016, 09.00 Uhr
- Prüfungsanmeldung
 - erfolgt on-line über das Online-System
- Fristen beachten!
- Erlaubte Hilfsmittel
 - Keine außer einer Auswahl eigener Übungsabgaben
 - Diese werden in gedruckter Form zur Klausur bereitgestellt
 - ohne Korrekturen der Tutoren
 - keine Programmlistings
 - nur sinnvolle Abgaben
 - keine Plagiate
 - nur wenn Peer-Review gemacht wurden

- PDF-Foliensätze
 - vor der Vorlesung auf der Web-Site
 - mit/ohne Notizen
- Aufzeichnung von den Vorjahren
- Literaturhinweise
 - gleich und auf der Web-Site
- Forum
 - auf der Web-Site
 - zur Diskussion
 - sonstige Organisation

1. Organisation
2. Schichtenmodelle
3. Bitübertragungsschicht (Physical Layer)
4. Sicherungsschicht (Data Link Layer)
5. Mediumzugriffs-Steuerung
(Medium Access Control Sub-Layer -
MAC)
6. Vermittlungsschicht (Network Layer)
7. Transportschicht (Transport Layer)
8. Anwendungsschicht (Application Layer)
9. Sicherheit

Netzwerke I	=	Systeme II	jeden Sommer	Einführung in Netzwerke Ethernet Grundlagen des Internets
Netzwerke II	=	Communication Systems	jeden Winter	WLAN, Mobiltelefon, VoIP, u.v.a.
Vertiefung Netzwerke	z.B.	Distributed Systems, Peer-to-Peer-Netzwerke, Algorithms for Radio Networks	Sommer/Winter	
Verwandtes		Graphentheorie, Distributed Algorithms	Winter Sommer	
Praktika, Projekte, Teamprojekte	z.B.	Ad-Hoc-Netzwerke, Wireless Sensor Networks Location Based Service	jedes Semester	
Seminare Bachelor-/Master-Arbeiten		je nach Lehrstuhl, individuell	jedes Semester	forschungsnahe Arbeit



Source: Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2014–2019

Internet Verkehr

■ Datenmengen

- 1 Byte = 1 B = 8 Bit = 8b
- 1 kilobyte = 1 kB = 1000 Bytes
- 1 megabyte = 1 MB = 1000 kB = 1 E6 Bytes
- 1 gigabyte = 1 GB = 1000 MB = 1 E9 Bytes
- 1 terabyte = 1 TB = 1000 GB = 1 E12 Bytes
- 1 petabyte = 1 PB = 1000 TB = 1 E15 Bytes
- 1 exabyte = 1 EB = 1000 PB = 1 E18 Bytes
- 1 zettabyte = 1 ZB = 1000 EB = 1 E21 Bytes
- 1 yottabyte = 1 YB = 1000 ZB = 1 E24 Bytes

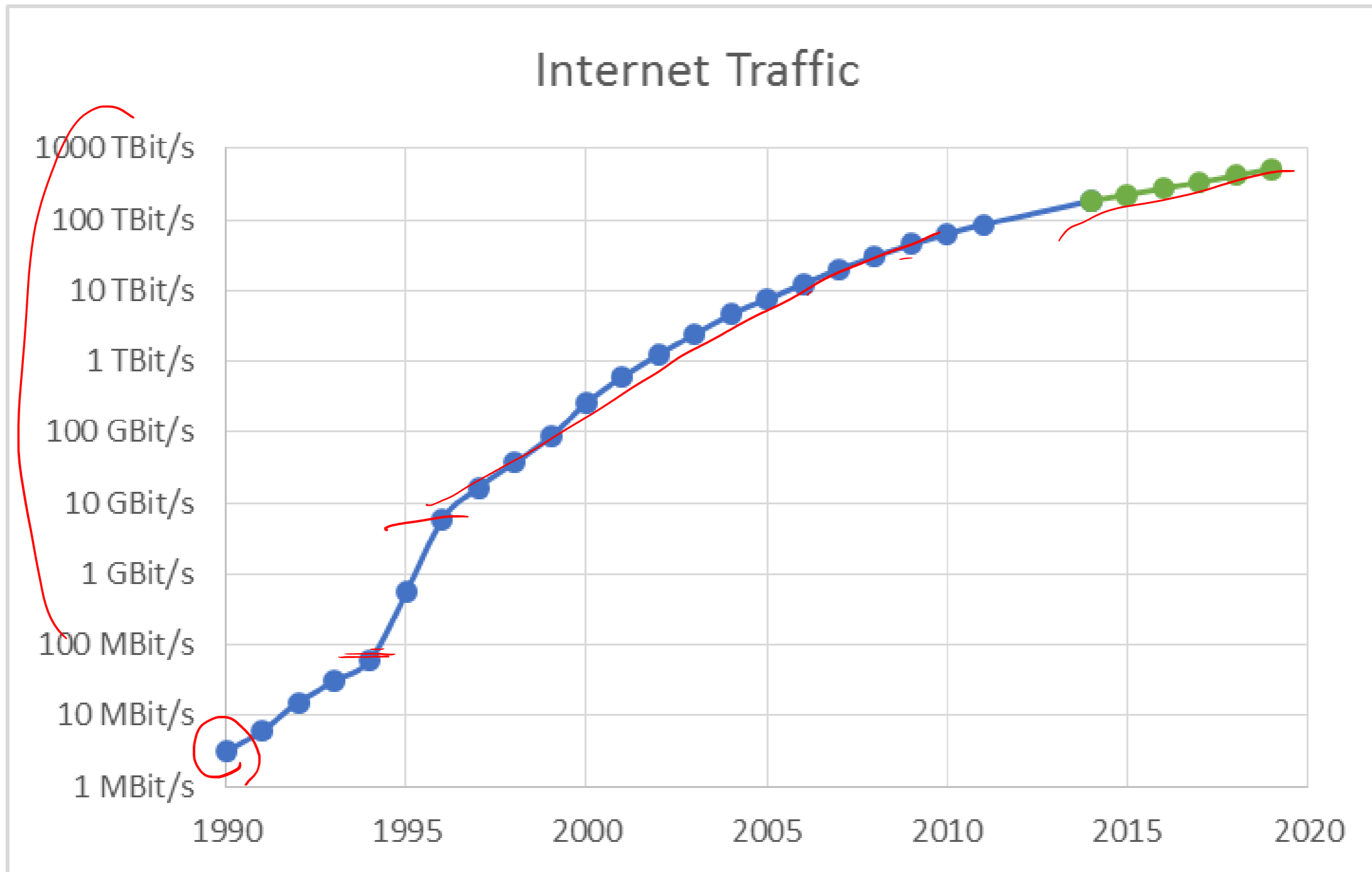
■ Speichergrößen

- 1 Byte = 1 B = 8 Bit = 8b
- 1 kibibyte = 1 kiB = 1024 Bytes
- 1 mebibyte = 1 MiB = 1024 kiB = 1.04 E6 Byte
- 1 gibibyte = 1 GiB = 1024 MiB = 1.07 E9 Bytes
- 1 tebibyte = 1 TiB = 1024 GiB = 1.10 E12 Bytes
- 1 pebibyte = 1 PiB = 1024 TiB = 1.12 E15 Bytes
- 1 exbibyte = 1 EiB = 1024 PiB = 1.15 E18 Bytes
- 1 zebibyte = 1 ZiB = 1024 EiB = 1.18 E21 Bytes
- 1 yobibyte = 1 YiB = 1024 ZiB = 1.21 E24 Bytes

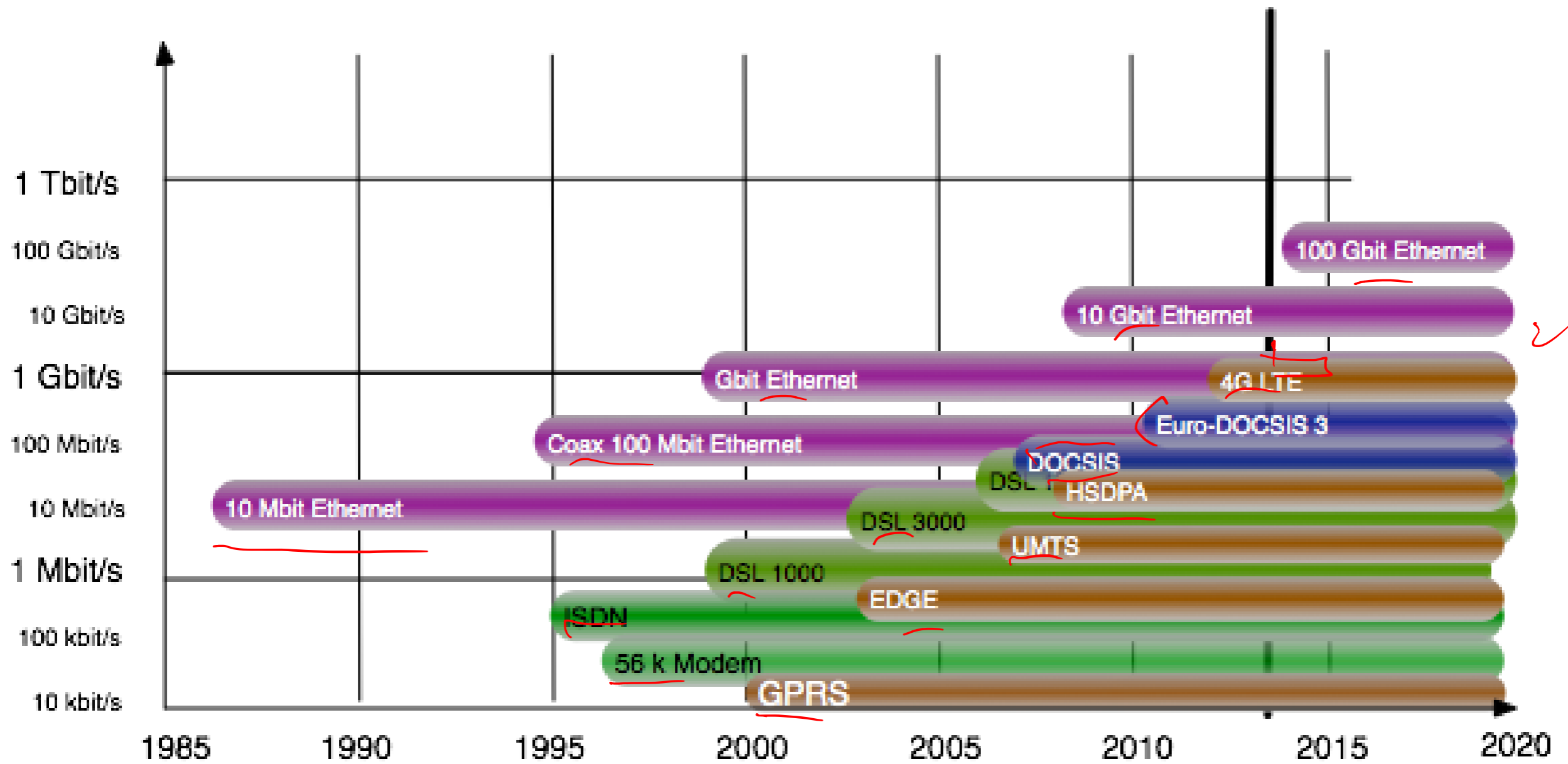
2^{10}
 2^5
 10^3

- Datenraten
 - werden in bit/s angegeben
 - oder Baud = Symbole/s
 - kbit/s = 10^3 Bit/s, etc
- Speicher wird in Byte = 8 Bit angegeben
 - Größe meist in kibibyte, mibibyte
 - wird aber (fälschlich) als kilobyte, megabyte angegeben
- 1 Mb/s
 - = 0,125 MB/s = 7,5 MB/min = 450 MB/h
 - = 11GB/d = 330 GB/mo = 3,9 TB/y
- 88,4 EB/mo
 - = 269 Tb/s

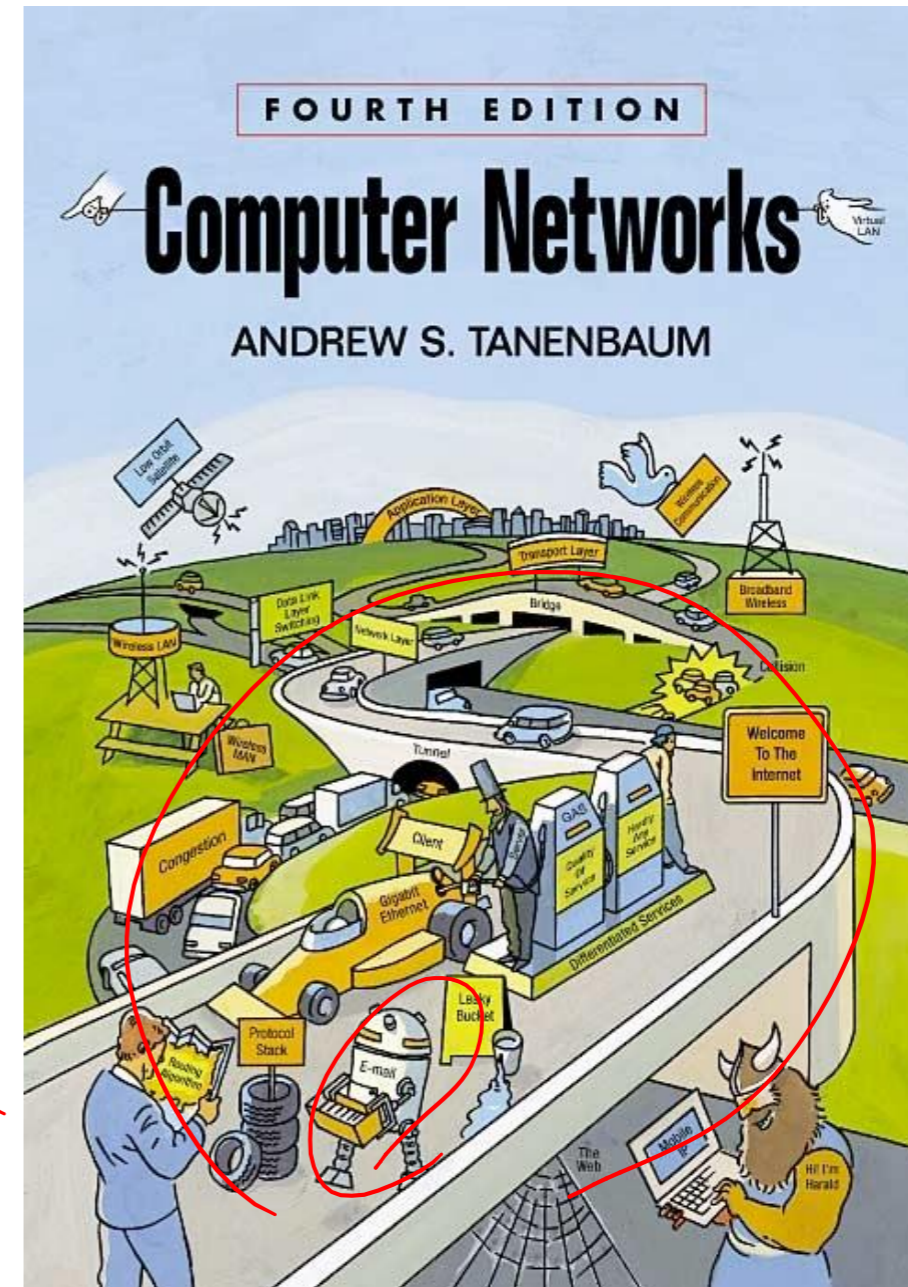
Zunahme Internet-Verkehr



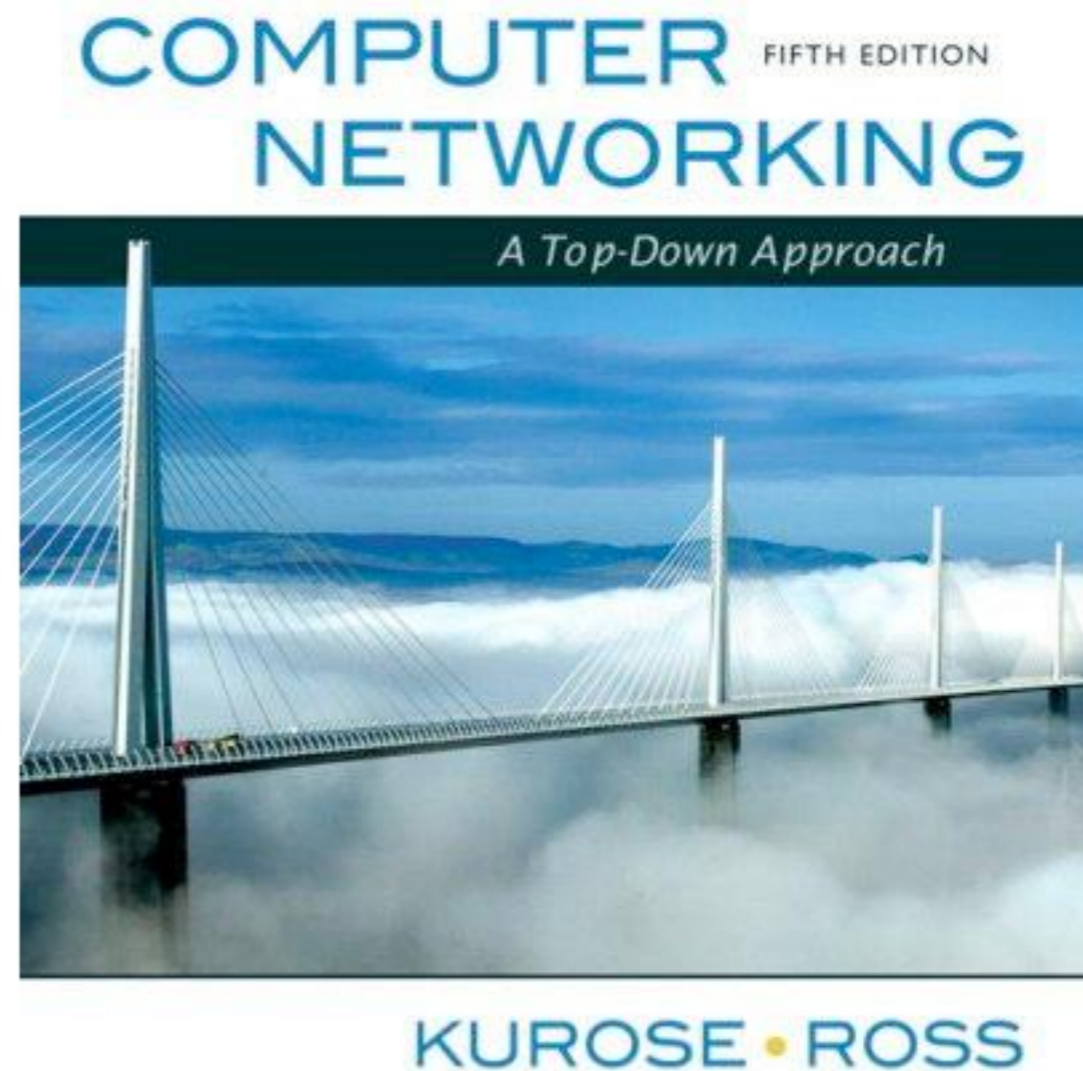
Die letzte Meile



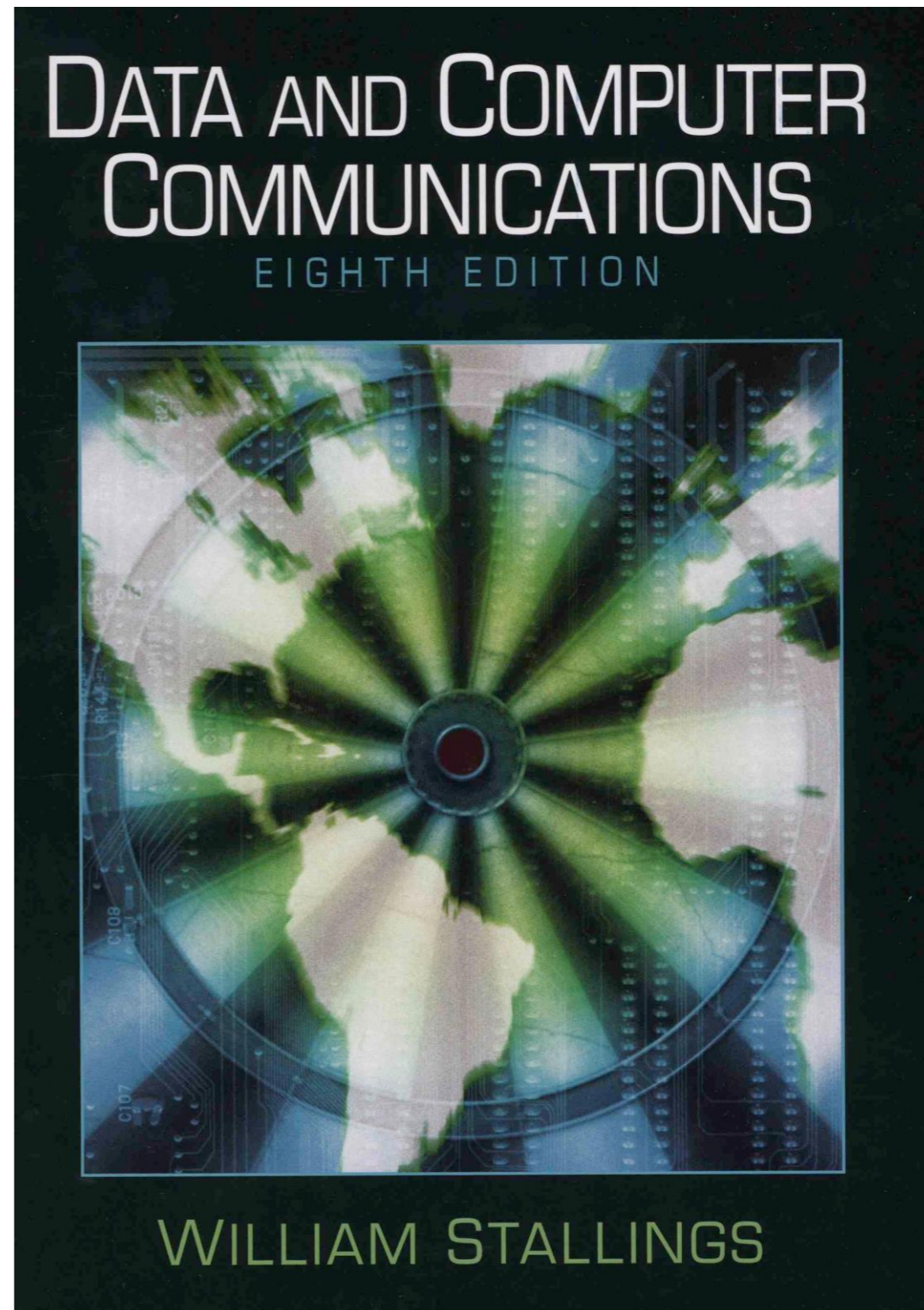
- Das Buch Nr. 1 zur Vorlesung
 - Computer Networks, Andrew S. Tanenbaum (Prentice Hall)
 - auf Deutsch: Computernetzwerke (Taschenbuch)



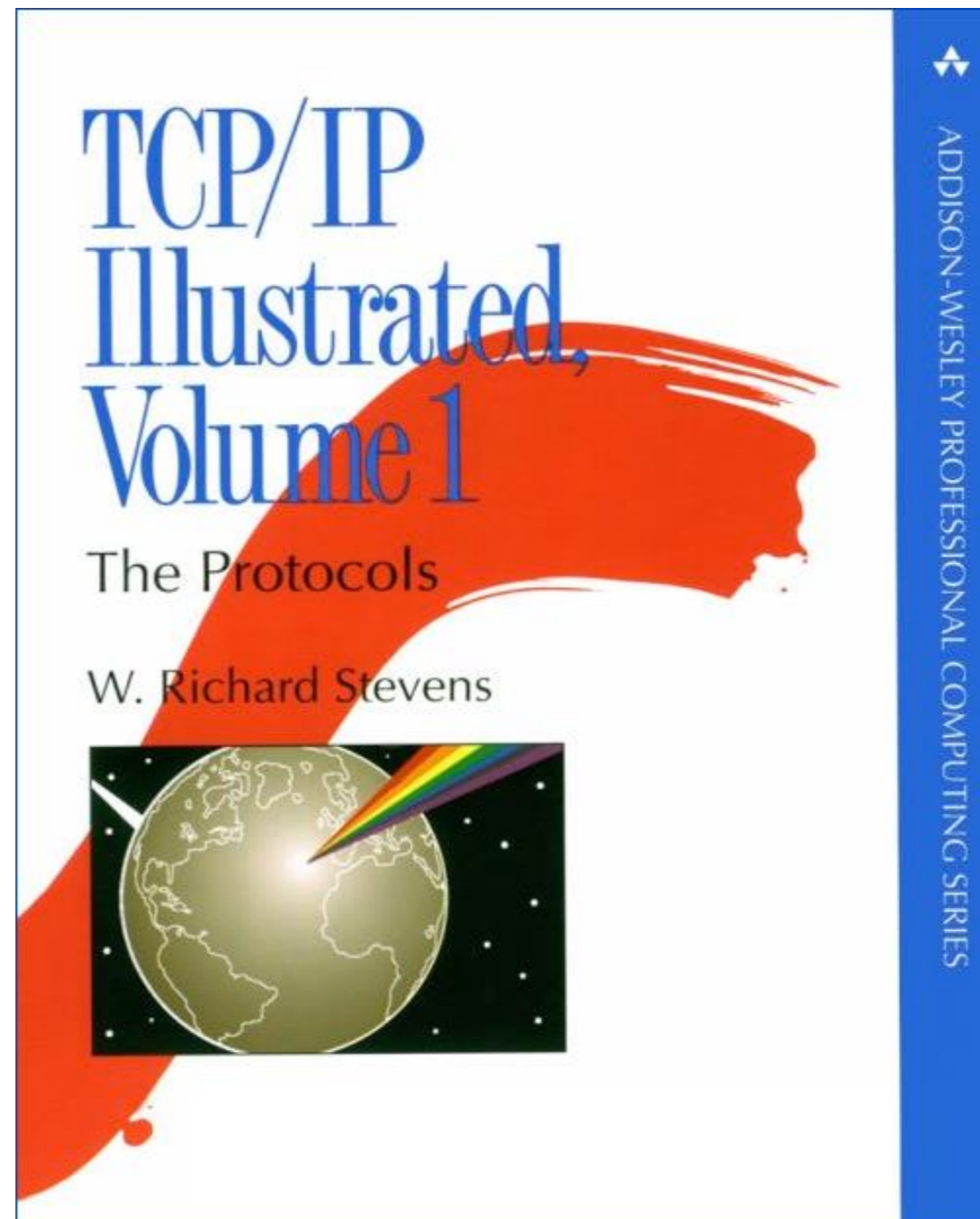
- Das Buch Nr. 2 zur Vorlesung:
 - Computer Networking - A Top-Down Approach Featuring the Internet, James F. Kurose, Keith W. Ross, Prentice Hall



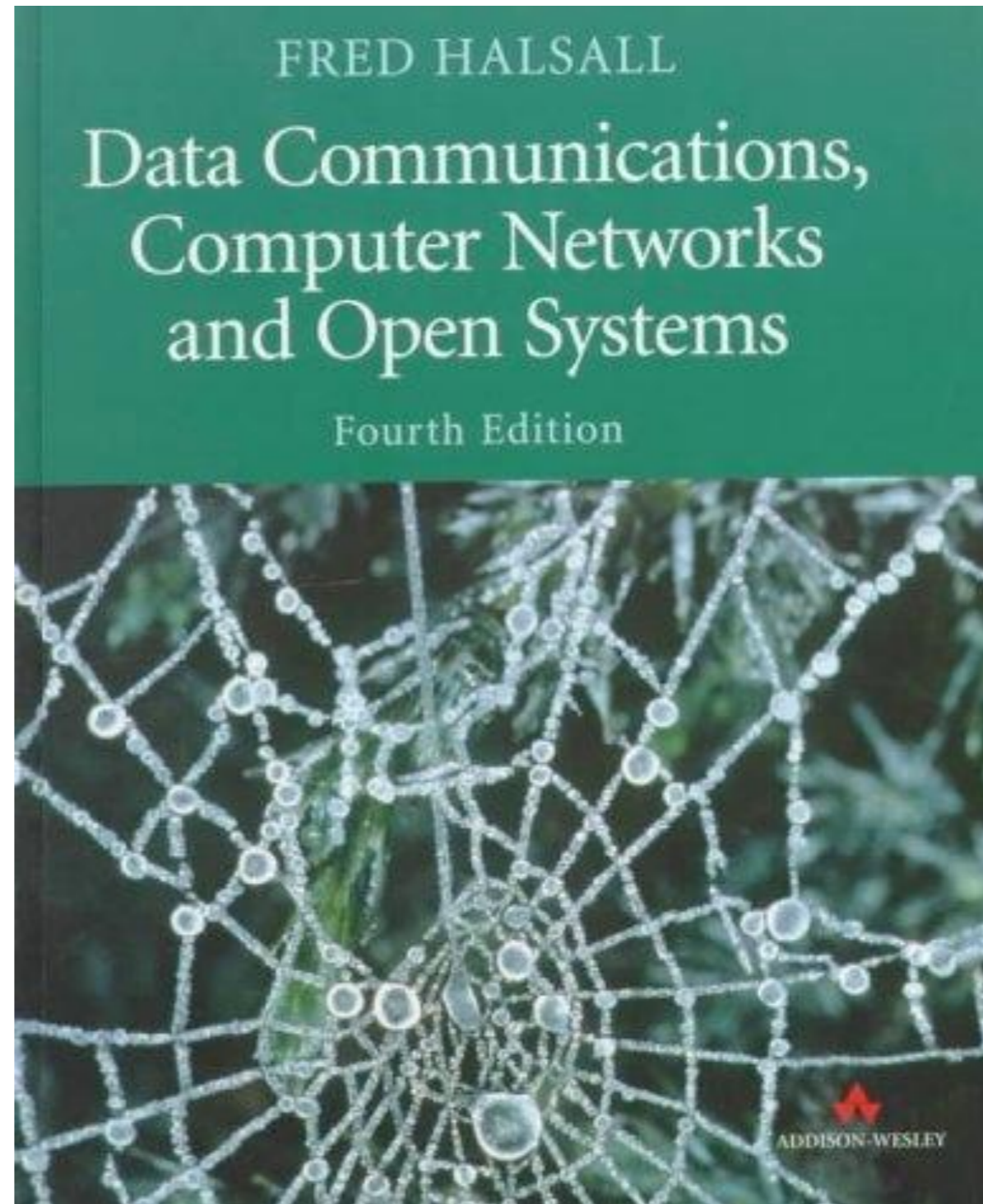
- Buch Nr. 3:
 - Data and computer Communications
 - William Stallings
 - Pearsons, Prentice-Hall, 2007



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



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

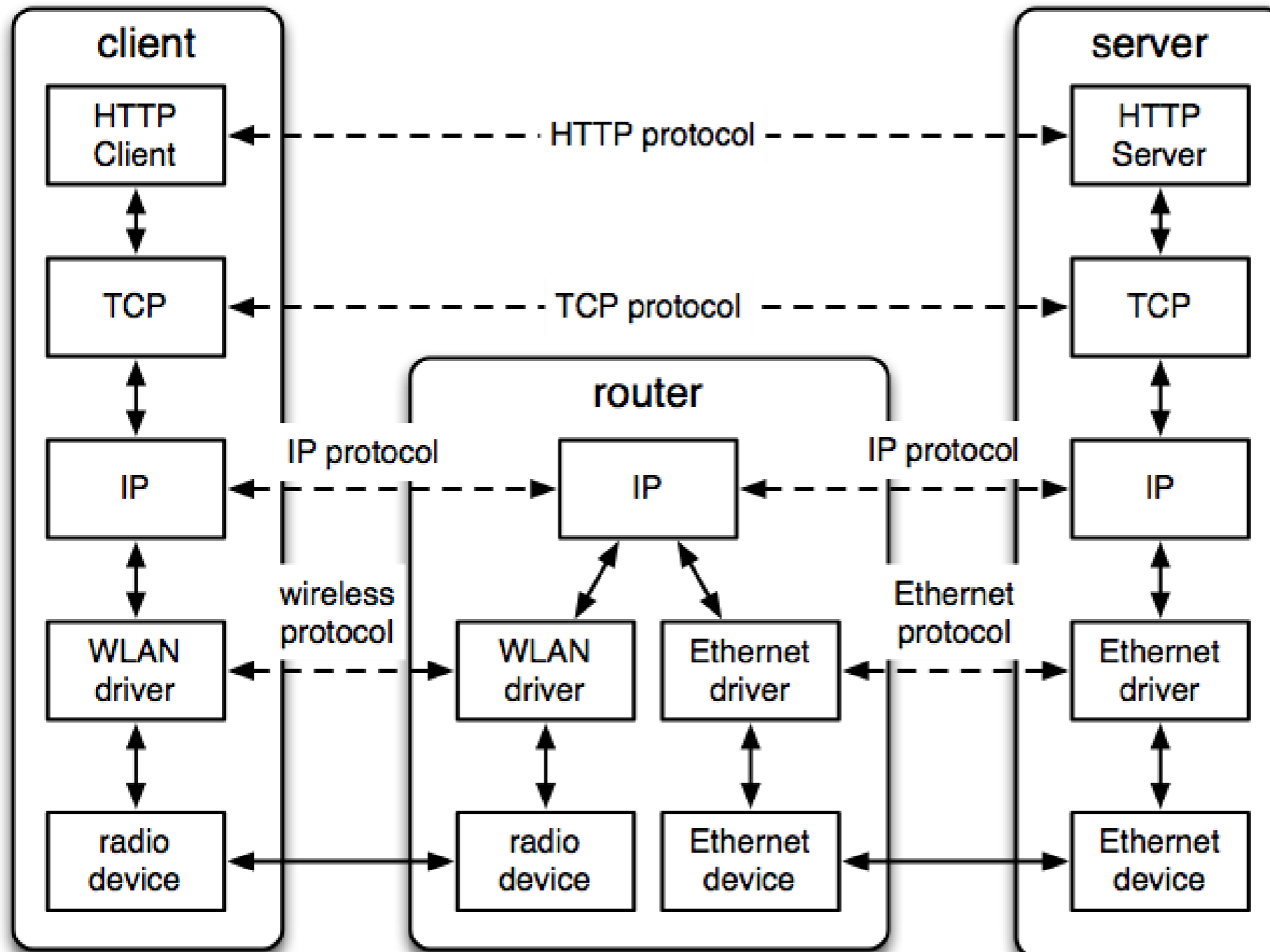


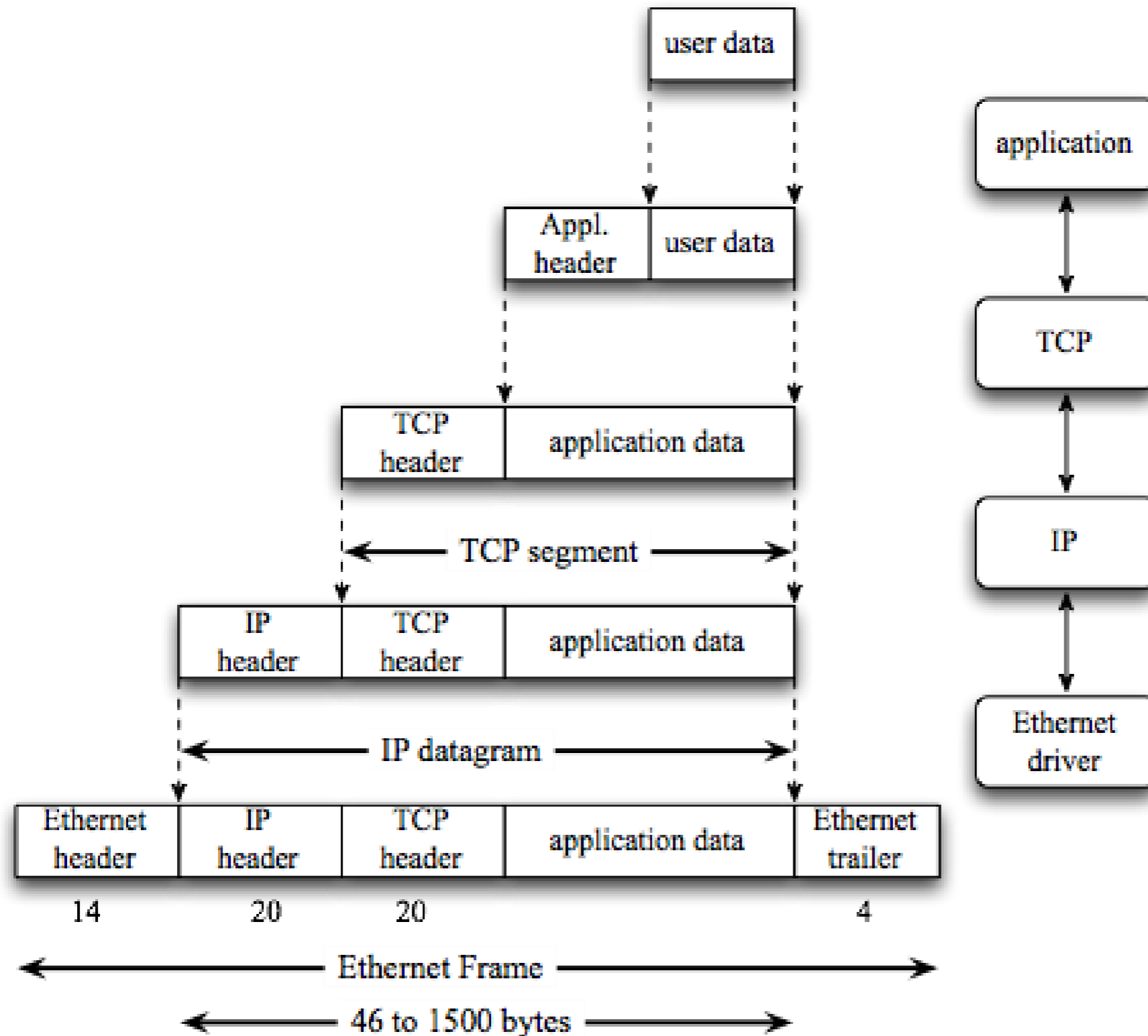
Die Schichtung des Internets

Anwendung	Application	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, WLAN 802.11, etc.)

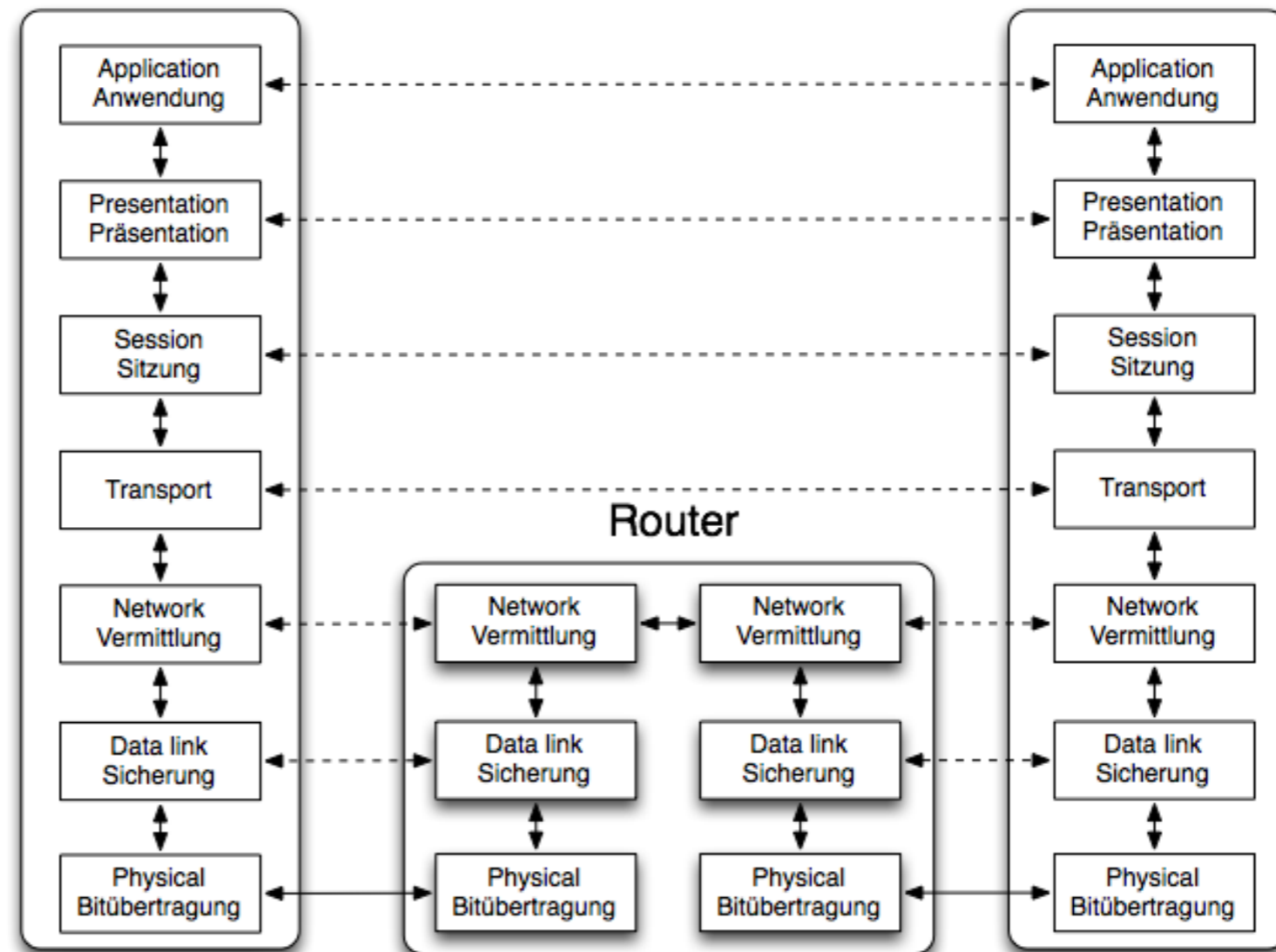
- 1. Host-to-Network
 - nicht spezifiziert, hängt vom LAN ab, z.B. Ethernet, WLAN 802.11b, PPP, DSL
- 2. Vermittlungsschicht (IP - Internet Protokoll)
 - Spezielles Paketformat und Protokoll
 - Paketweiterleitung
 - Routenermittlung
- 3. Transportschicht
 - TCP (Transport Control Protocol)
 - zuverlässiger bidirektionaler Byte-Strom-Übertragungsdienst
 - Fragmentierung, Flusskontrolle, Multiplexing
 - UDP (User Datagram Protocol)
 - Paketübergabe an IP
 - unzuverlässig, keine Flusskontrolle
- 4. Anwendungsschicht
 - zahlreiche Dienste wie SMTP, HTTP, NNTP, FTP, ...

Beispiel zum Zusammenspiel der Schichten





- 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)
 - Physikalische 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

- Packetweiterleitung (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)

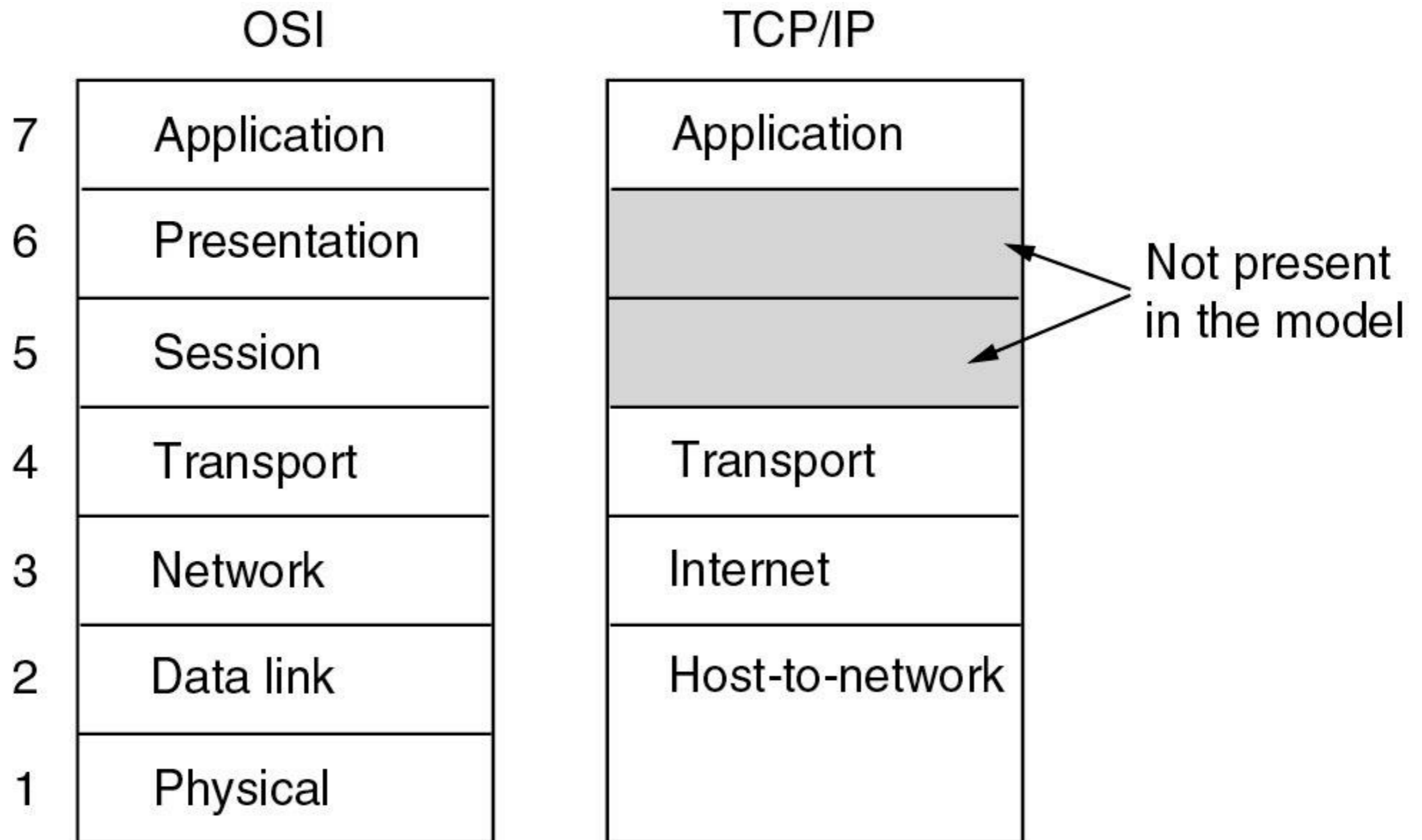
6. Präsentationsschicht

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

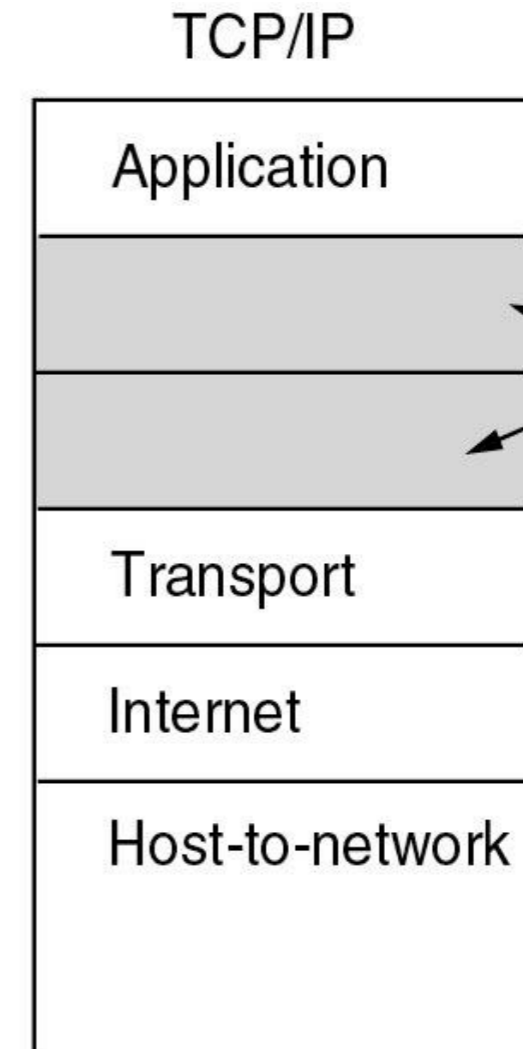
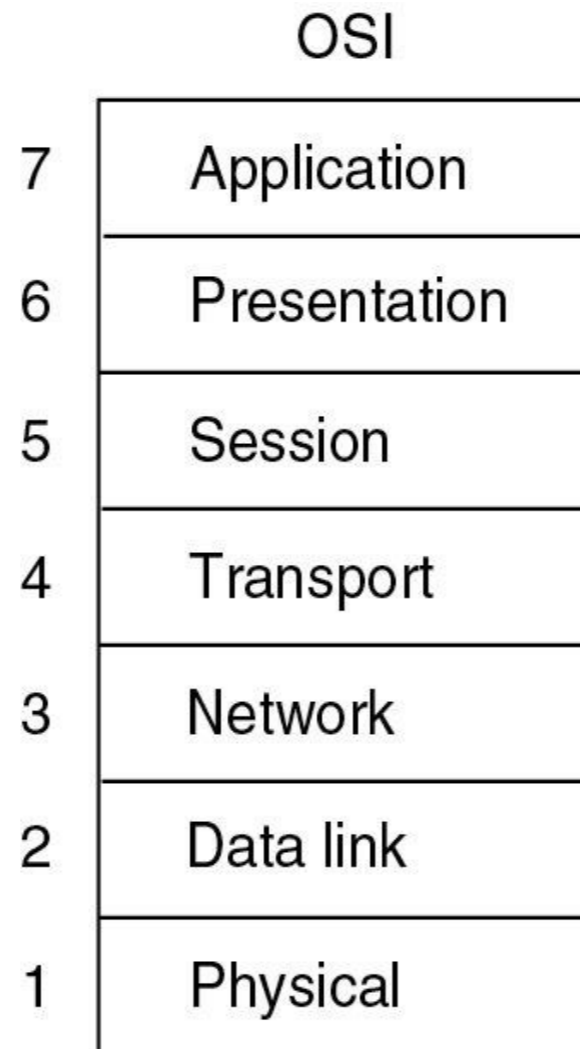
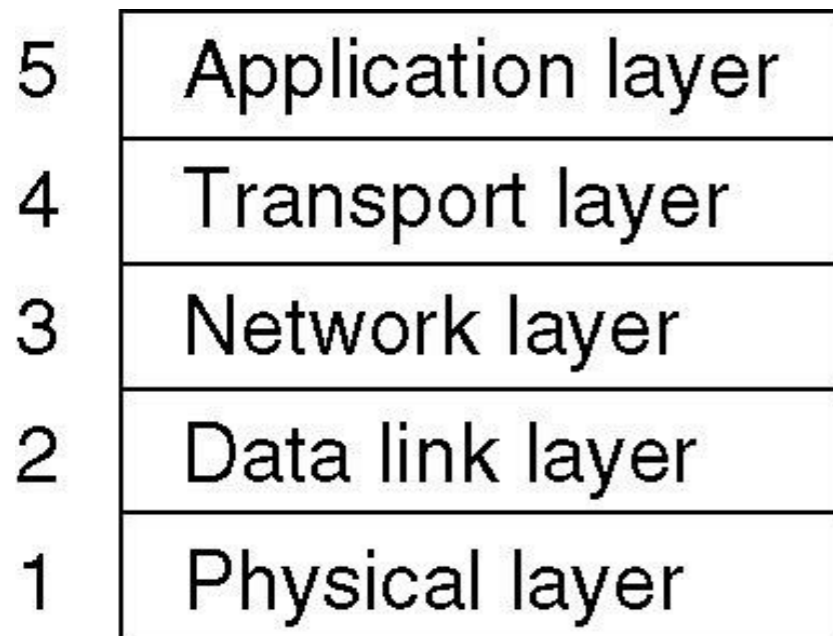
7. Anwendungsschicht

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

OSI versus TCP/IP



Hybrides Modell



Systeme II

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

Christian Schindelhauer

Technische Fakultät

Rechnernetze und Telematik

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg