

# Systeme II

## 2. Die physikalische Schicht

Christian Schindelhauer

Technische Fakultät

Rechnernetze und Telematik

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Version 14.05.2014

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

# Die Schichtung des Internets

Anwendung	Application	HTTP, SMTP (E-Mail), ...
<u>Transport</u>	Transport	<u>TCP</u> (Transmission Control Protocol) UDP (User Datagram Protocol)
<u>Vermittlung</u>	Network	<u>IP</u> (Internet Protocol) <i>IPv4, IPv6</i> + <u>ICMP</u> (Internet Control Message Protocol) + <u>IGMP</u> (Internet Group Management Protocol)
Verbindung	Host-to-Network	LAN (z.B. <u>Ethernet</u> , <u>WLAN 802.11</u> , etc.)

TCP, UDP

IPv4/6

# Internet-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

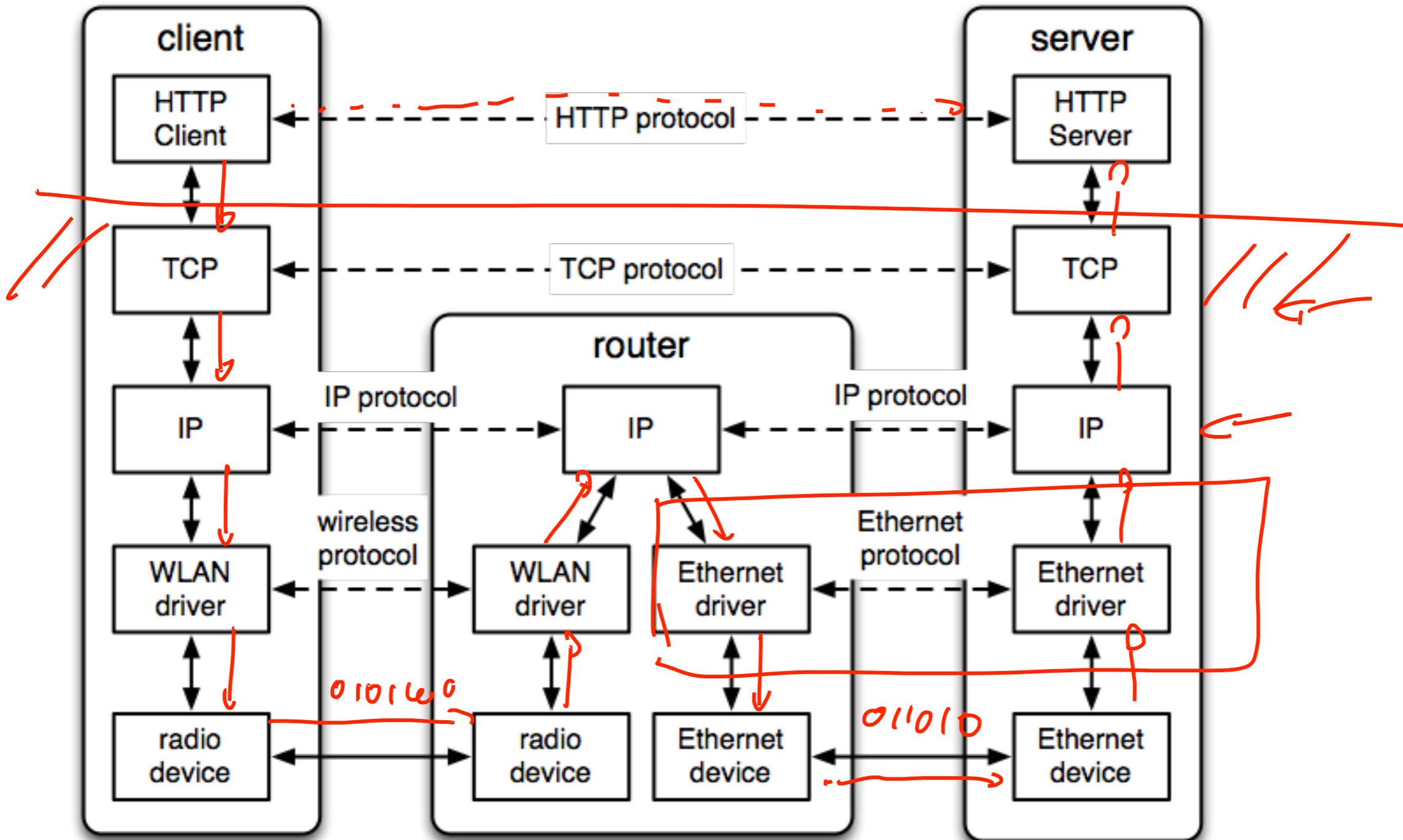
## 4. Anwendungsschicht

- zahlreiche Dienste wie SMTP, HTTP, NNTP, FTP, ...



# Beispiel zum Zusammenspiel der Schichten

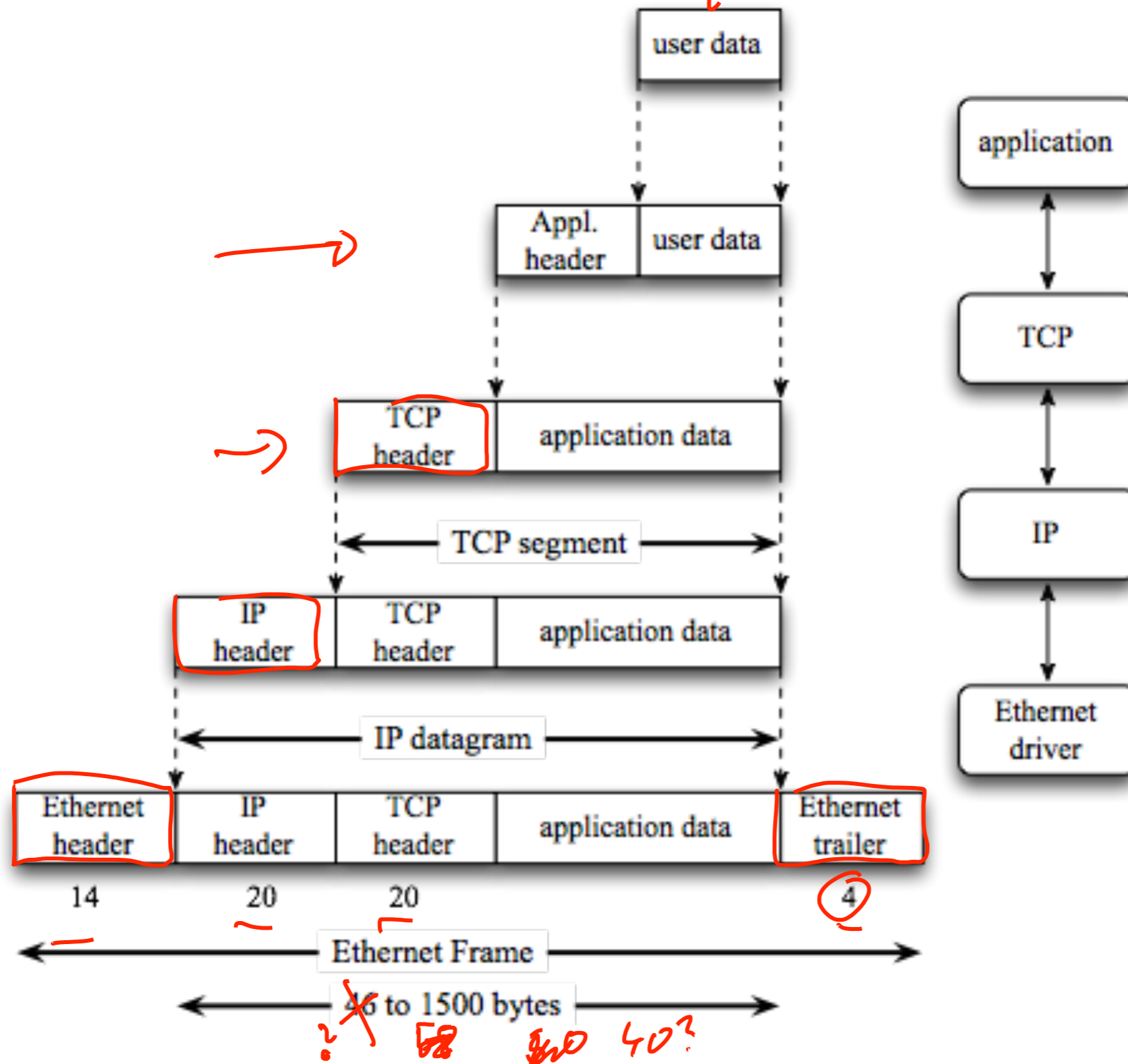
*Studentin*



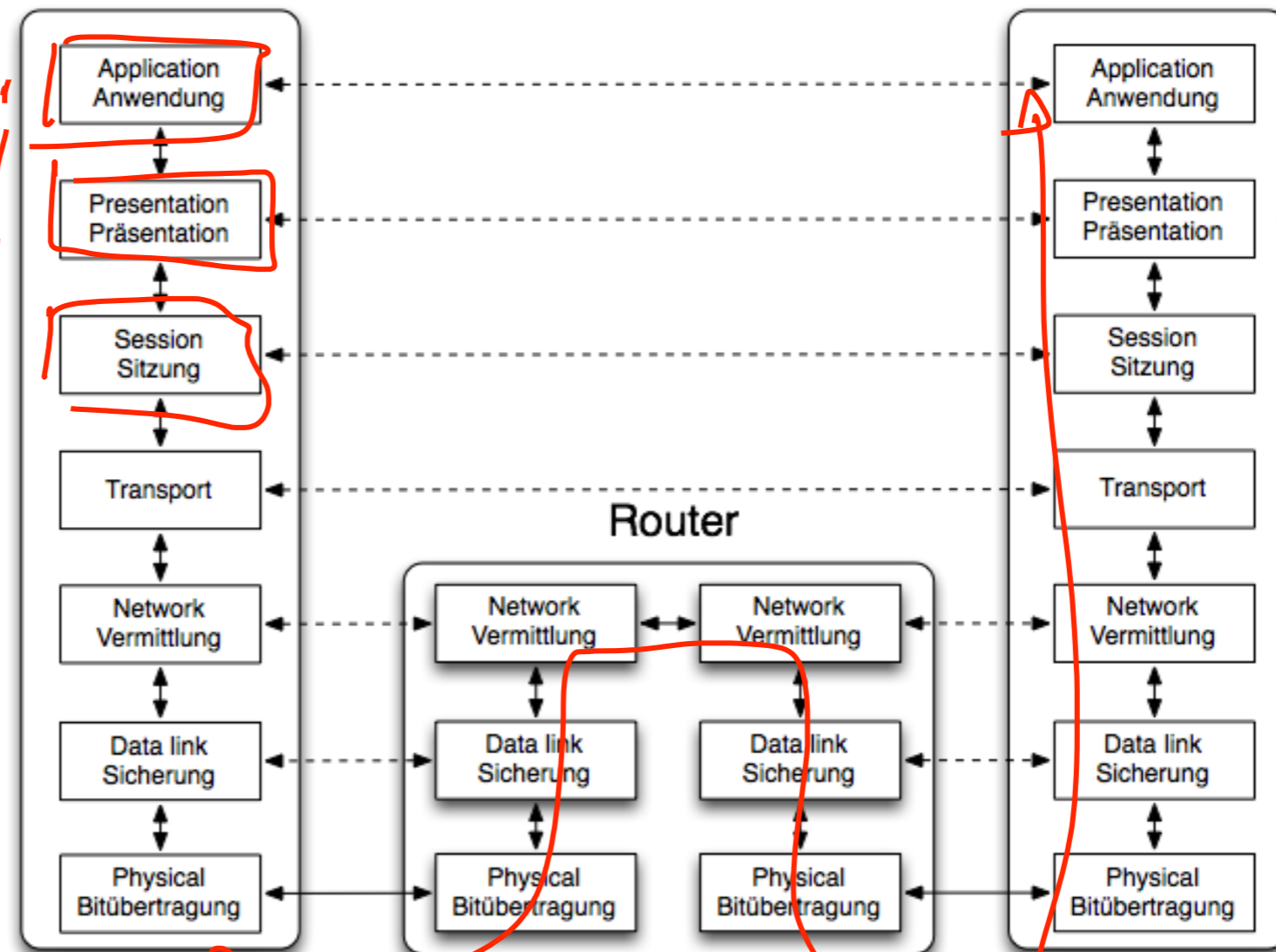
# Datenkapselung

→ Wireshark

*Käsechenvideo*



- 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



Sicherheit

4+2V

- 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) *CRC*
- 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)

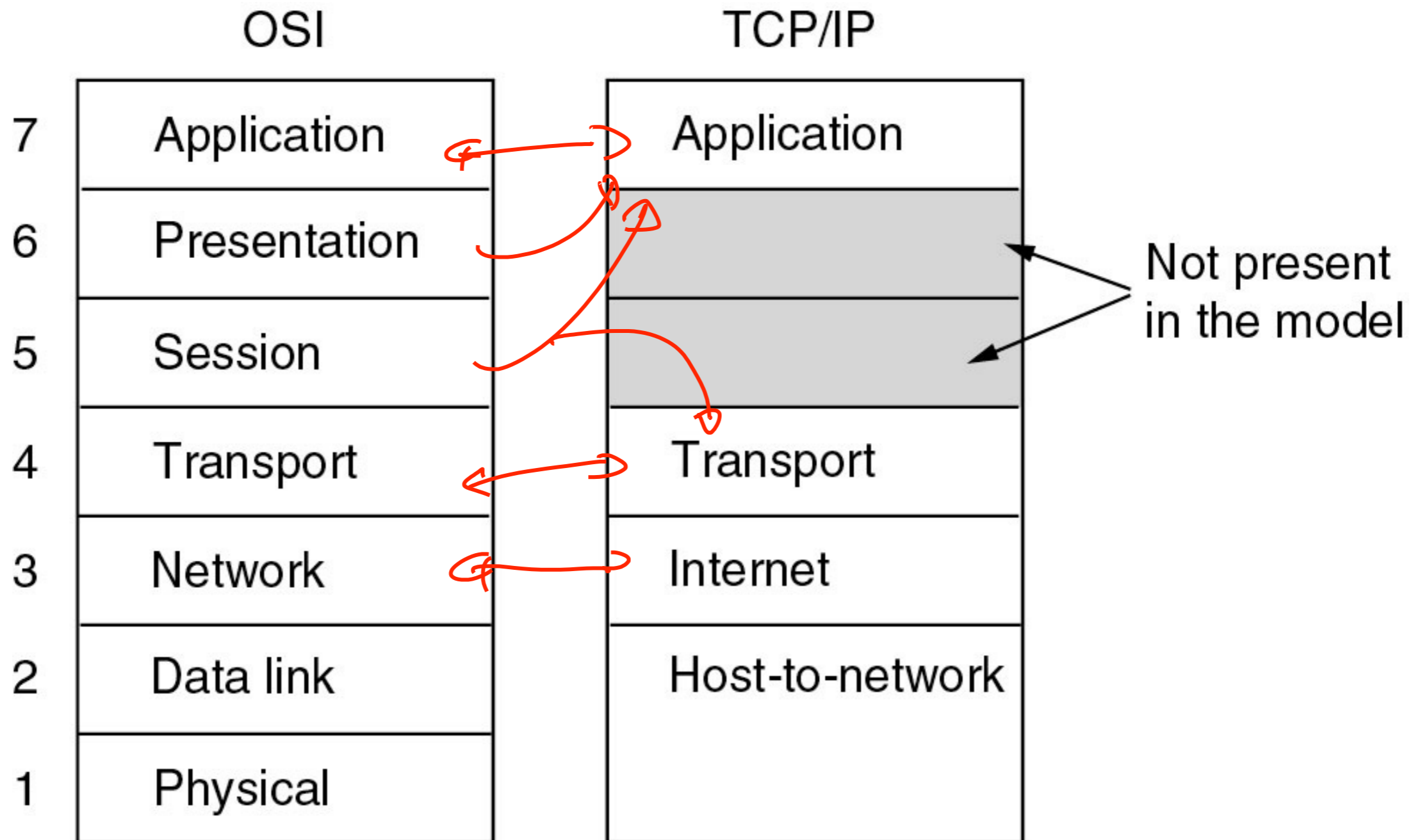
## 6. Präsentationsschicht $\leftrightarrow$ Sicherheit

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

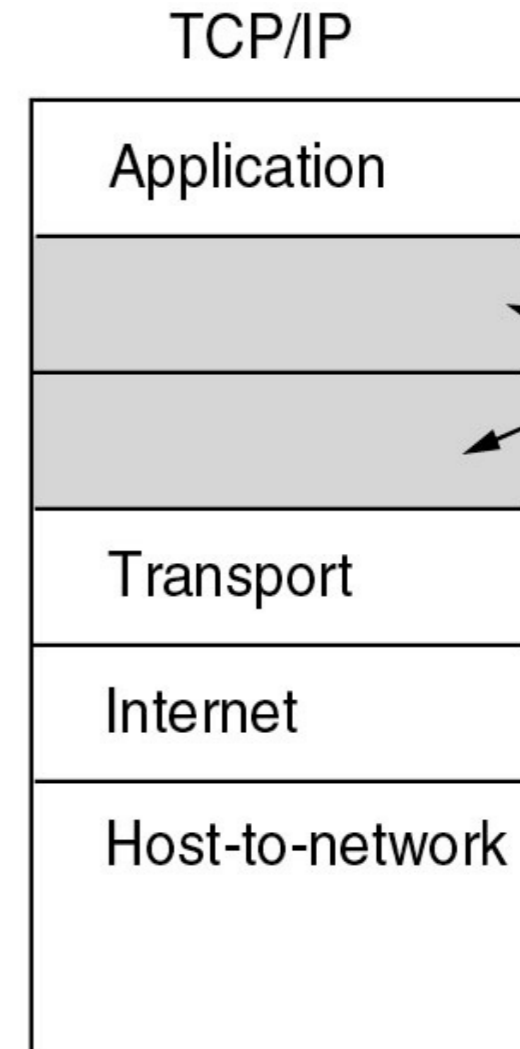
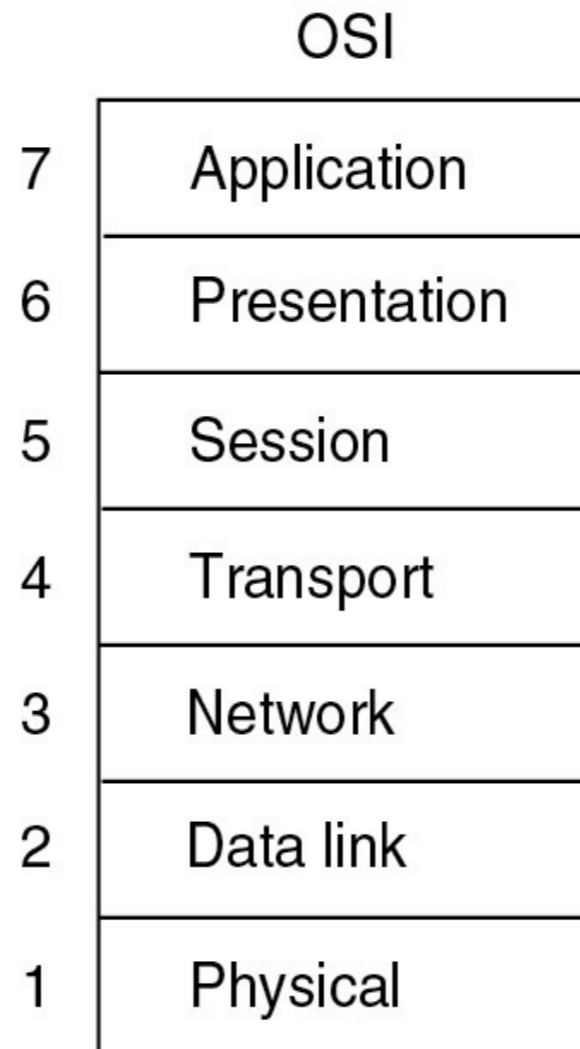
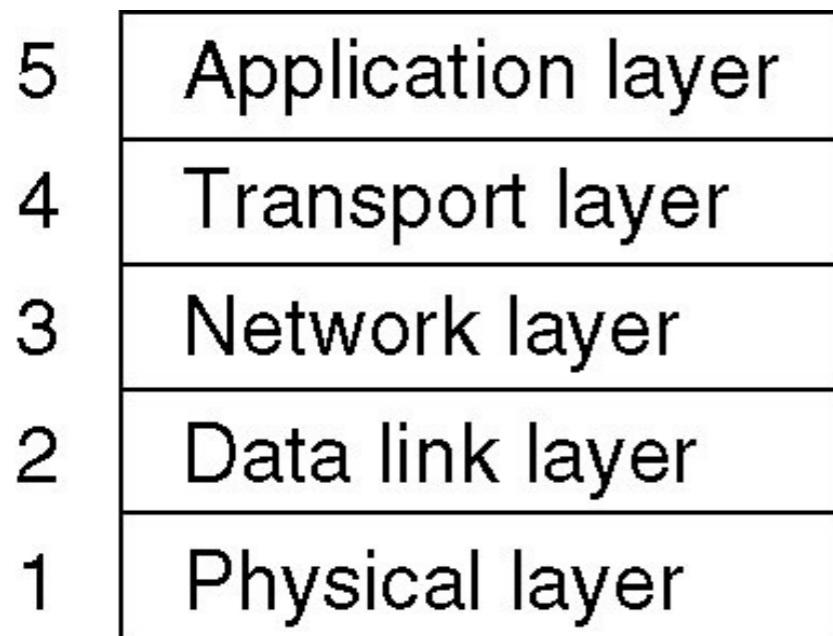
## 7. Anwendungsschicht

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

# OSI versus TCP/IP



# Hybrides Modell



- ISO-Definition
  - Die Bitübertragungsschicht definiert
    - mechanische
    - elektrische
    - funktionale und
    - prozedurale
  - Eigenschaften um eine physikalische Verbindung
    - aufzubauen,
    - aufrecht zu erhalten und
    - zu beenden.



- Information
  - Menschliche Interpretation,
    - z.B. schönes Wetter
- Daten
  - Formale Präsentation,
    - z.B. ~~8~~ Grad Celsius, Niederschlagsmenge 0cm, Wolkenbedeckung 40%
- Signal
  - Repräsentation von Daten durch physikalische Variablen,
    - z.B. Stromfluss durch Thermosensor, Videosignale aus Kamera
  - Beispiele für Signale:
    - Strom, Spannung
  - In der digitalen Welt repräsentieren Signale Bits

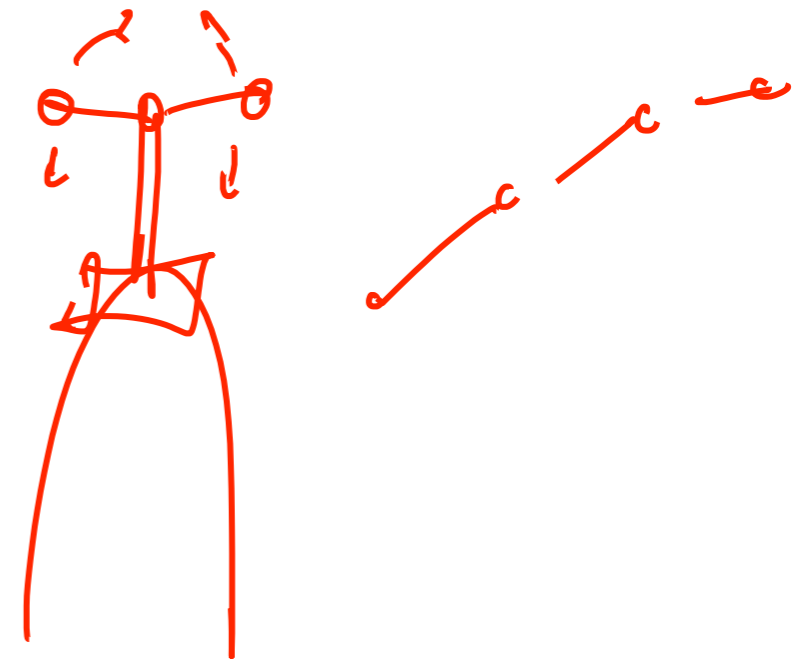
## ■ Leitungsgebundene Übertragungsmedien

- Kupferdraht – Twisted Pair
- Kupferdraht – Koaxialkabel
- Glasfaser

## ■ Drahtlose Übertragung

- Funkübertragung
- Mikrowellenübertragung
- Infrarot
- Lichtwellen

• Schall



# Twisted Pair



(a)



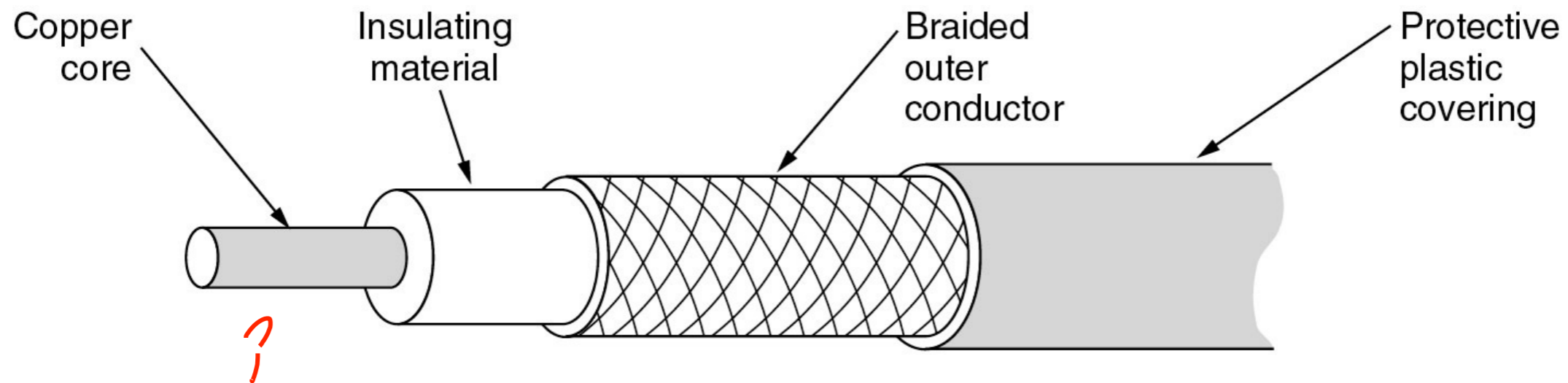
(b)

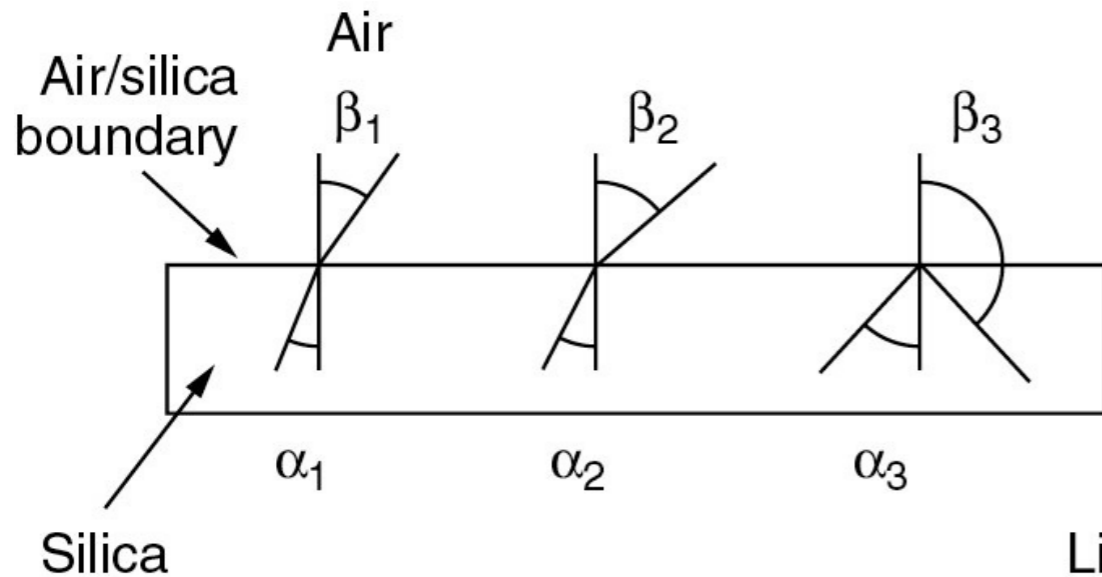
(a) Category 3 UTP.

(b) Category 5 UTP.

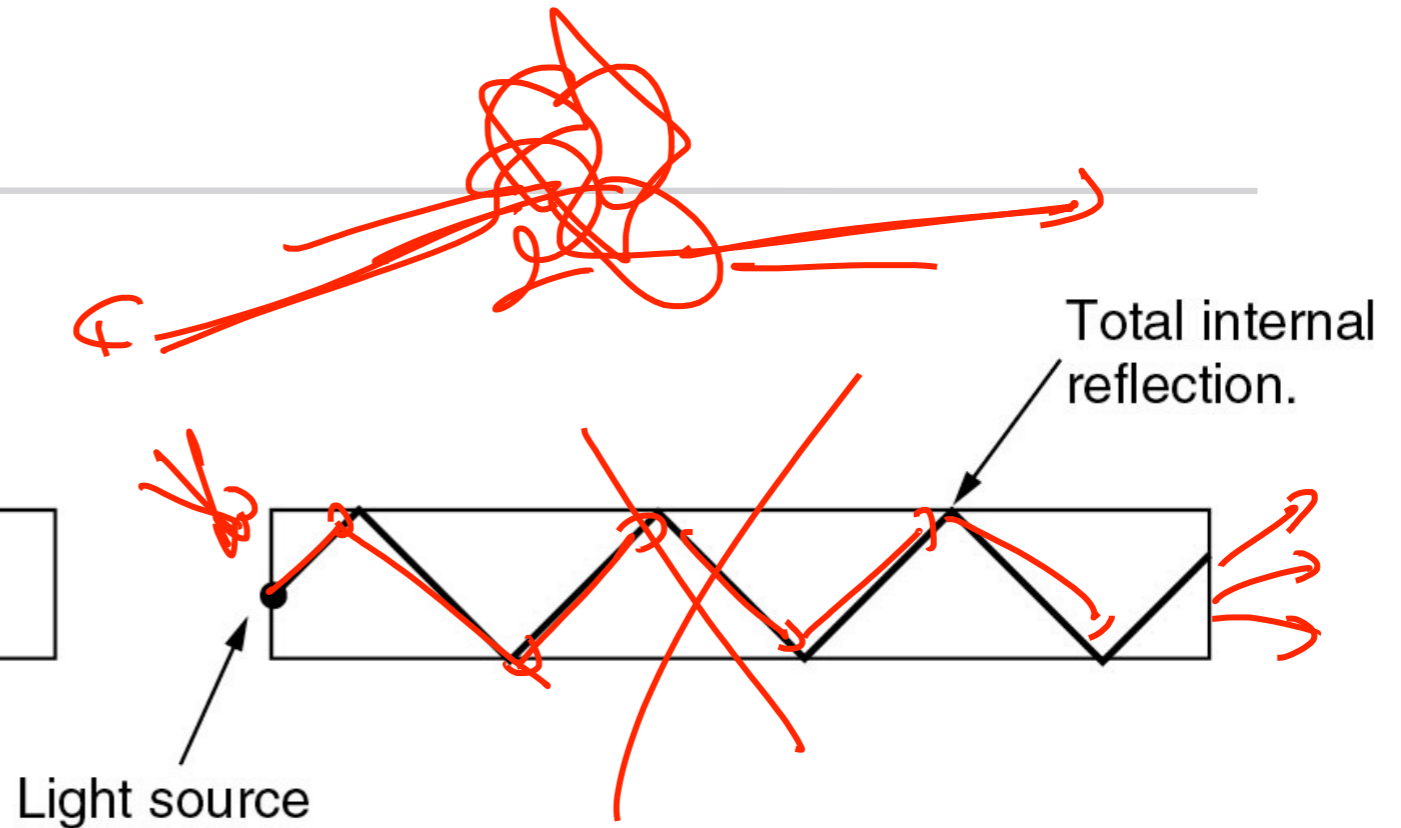
*Tanzentz*

# Koaxialkabel





(a)

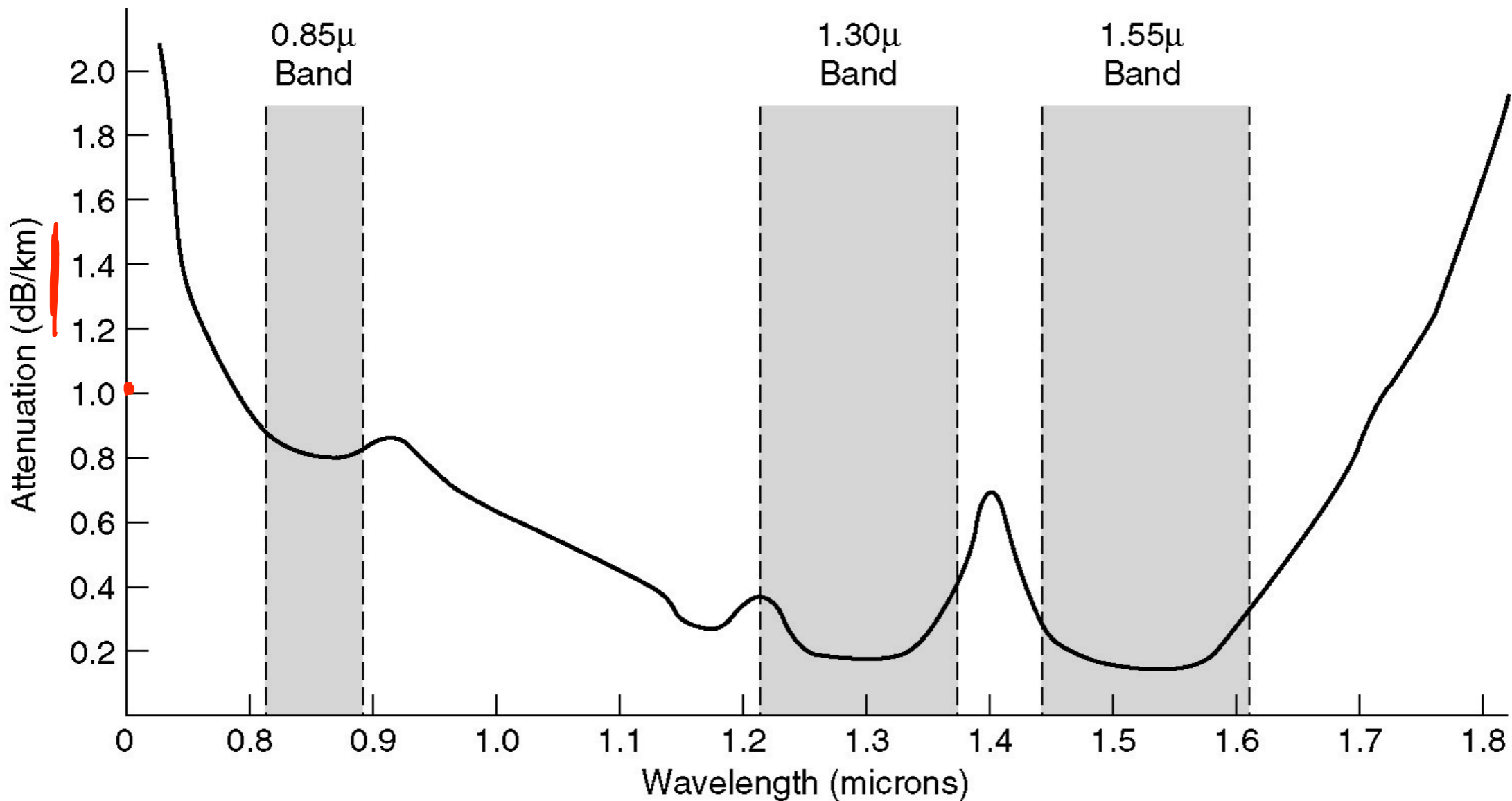


(b)

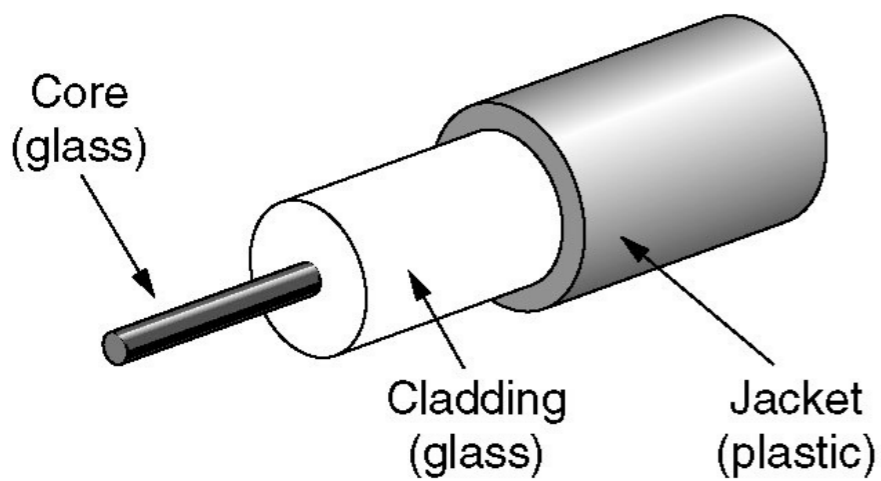
Gesetz von Snellius: 
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_{\text{Glas}}}{c_{\text{Luft}}}$$

- (a) Beugung und Reflektion an der Luft/Silizium-Grenze bei unterschiedlichen Winkeln
- (b) Licht gefangen durch die Reflektion

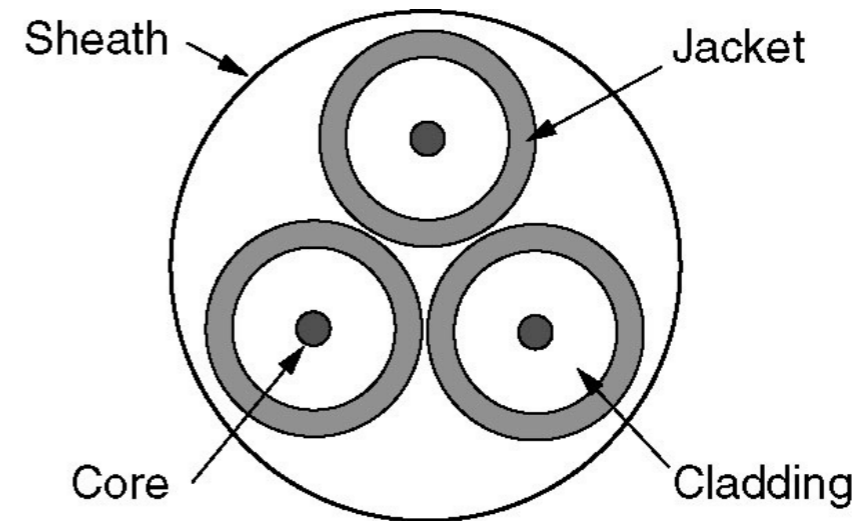
- Dämpfung von Infrarotlicht in Glasfaser



- (a) Seitenansicht einer einfachen Faser
- (b) Schnittansicht eines Dreier-Glasfaserbündels

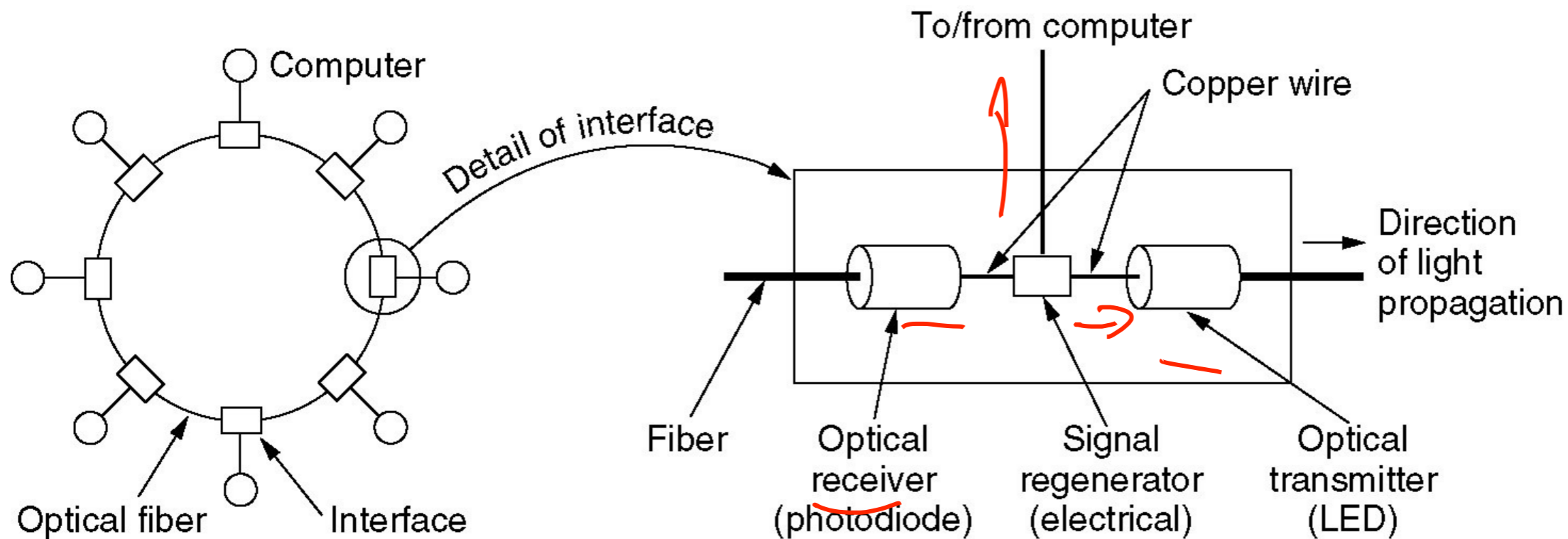


(a)



(b)

## Glasfaserring mit aktiven Repeatern





## Eine passive Sternverbindung in einem Glasfasernetz

