

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)

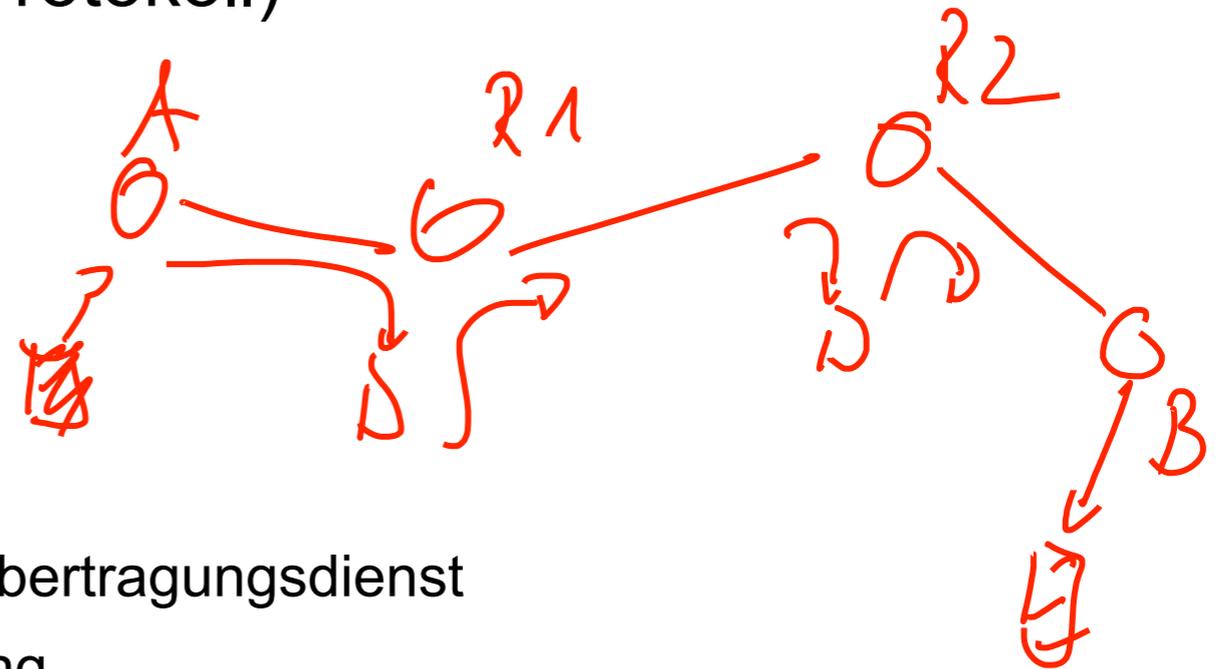
- Spezielles Paketformat und Protokoll
- Paketweiterleitung
- Routenermittlung

3. Transportschicht

- TCP (Transport Control Protocol)
 - zuverlässiger bidirektionaler Byte-Strom-Übertragungsdienst
 - Fragmentierung, Flusskontrolle, Multiplexing
- **UDP** (User Datagram Protocol)
 - Paketübergabe an IP
 - unzuverlässig, keine Flusskontrolle

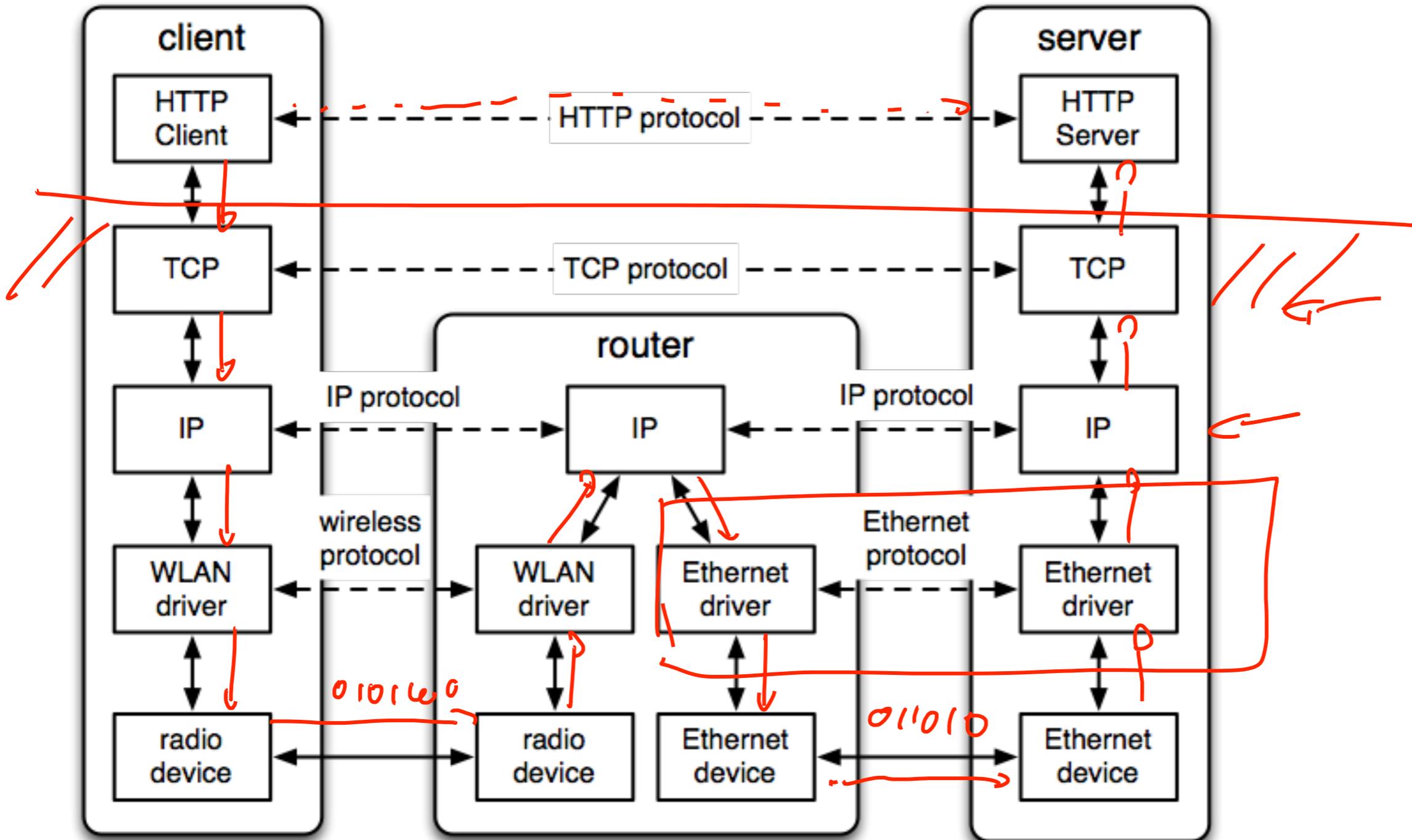
4. Anwendungsschicht

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



Beispiel zum Zusammenspiel der Schichten

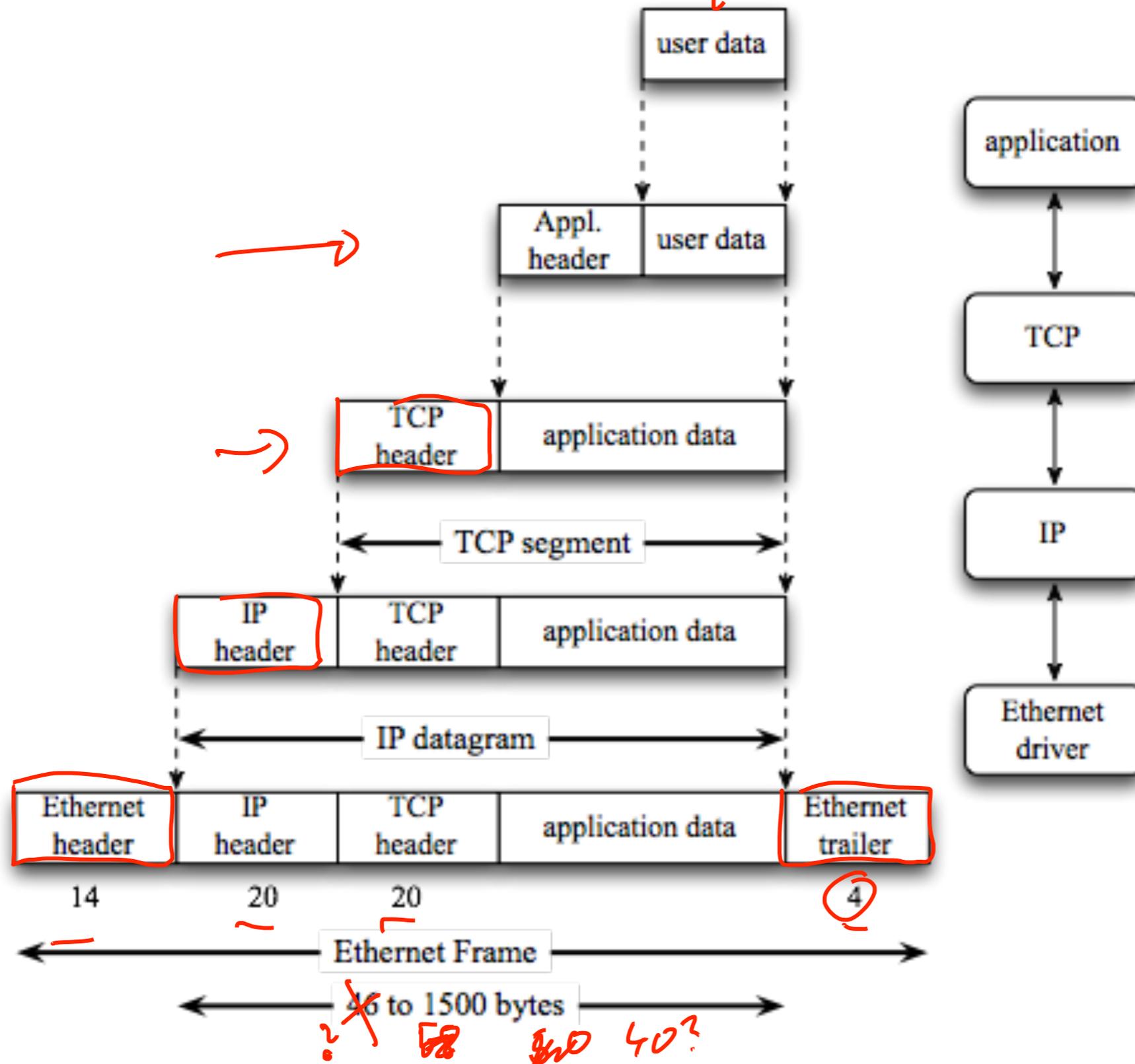
Studentin



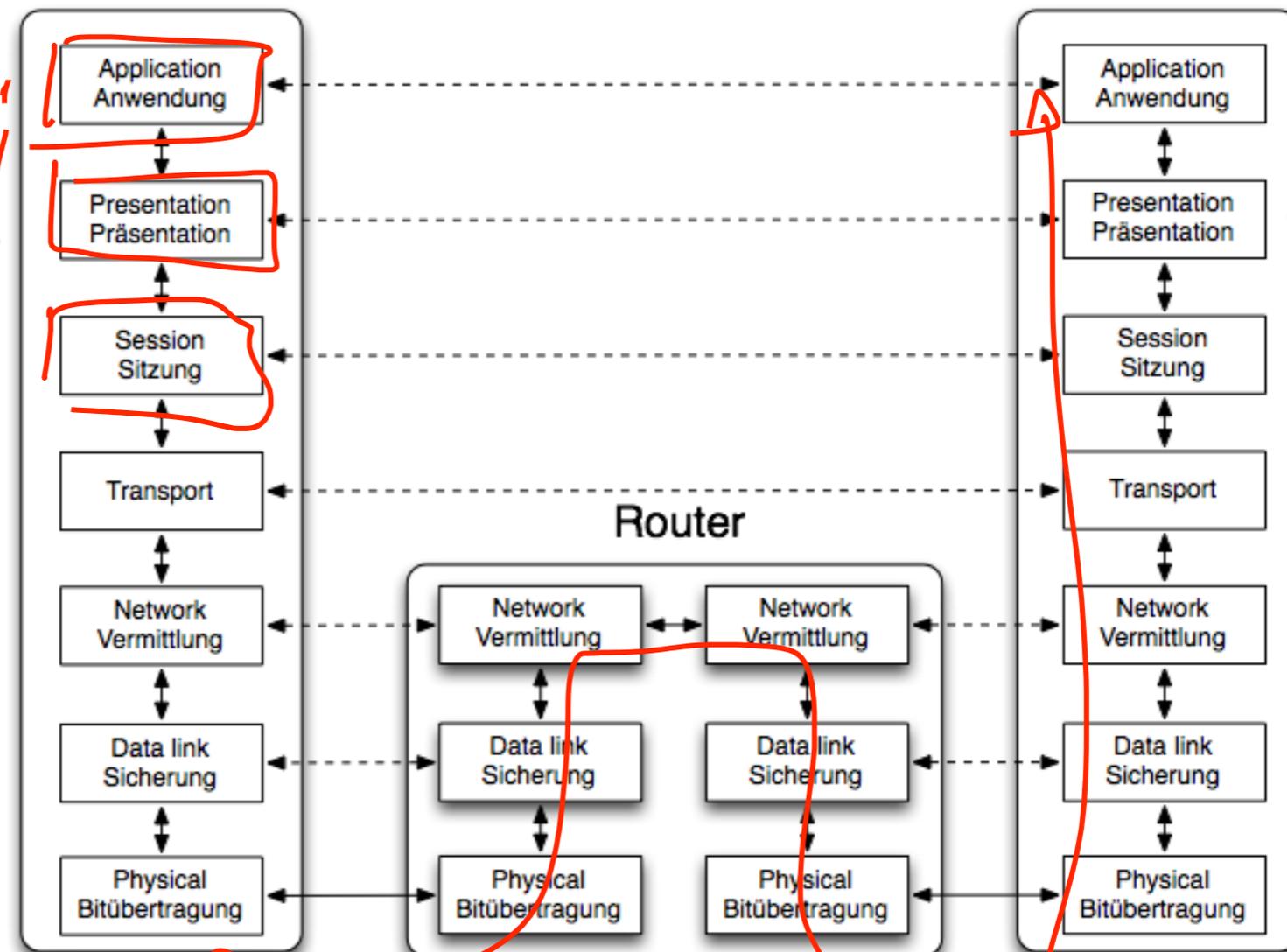
Datenkapselung

→ 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

6+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)

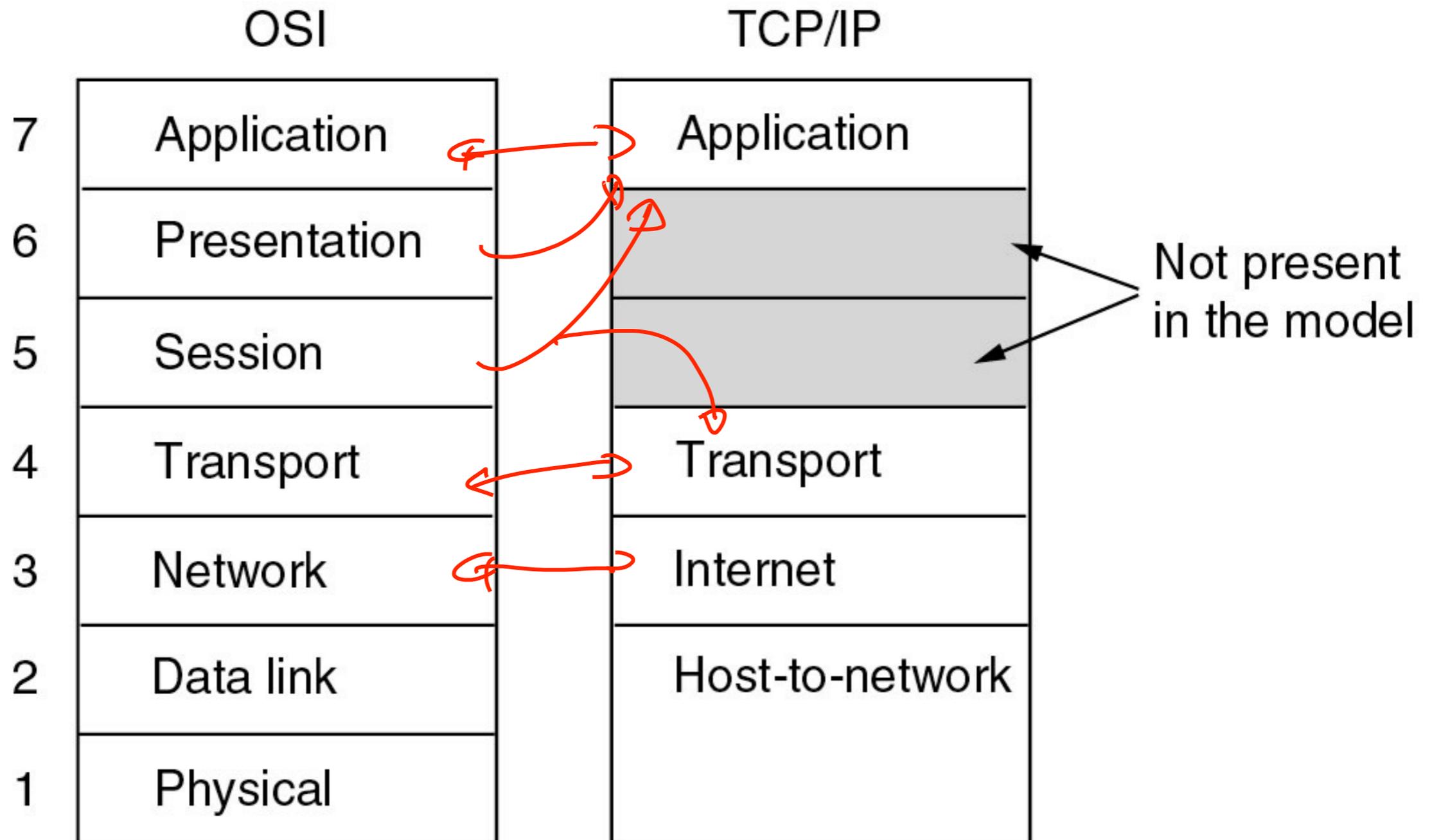
6. Präsentationsschicht *↔ Sicherheit*

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

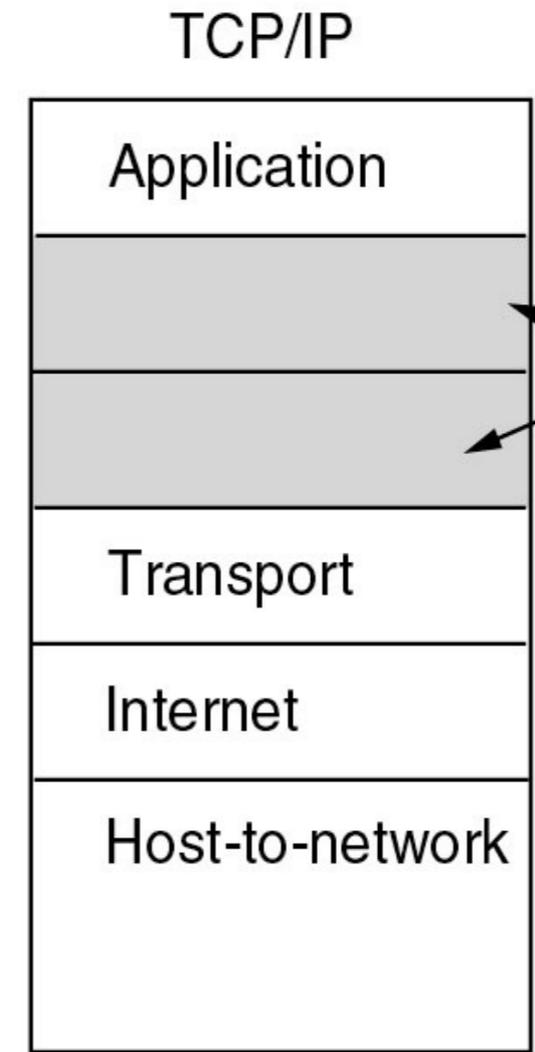
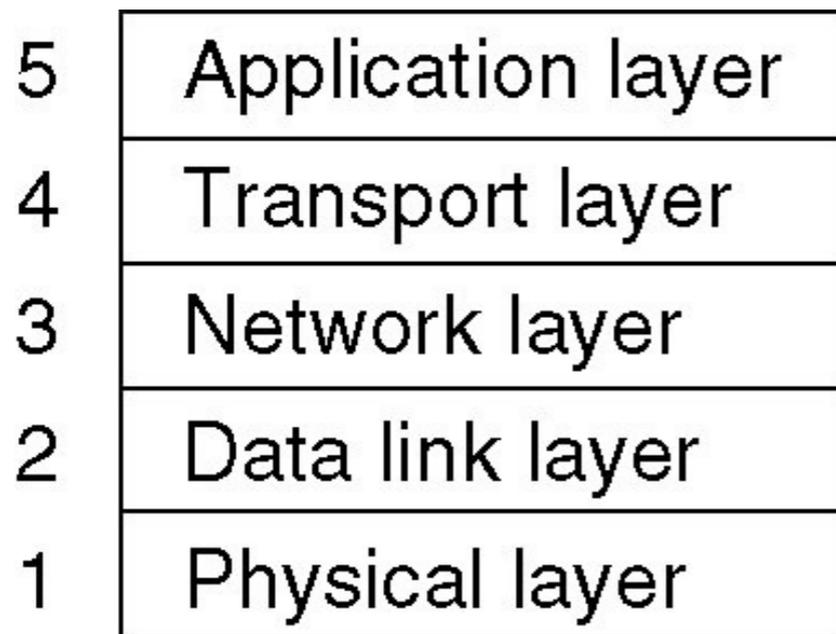
7. Anwendungsschicht

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

OSI versus TCP/IP



Hybrides Modell



(Aus Tanenbaum)

- 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

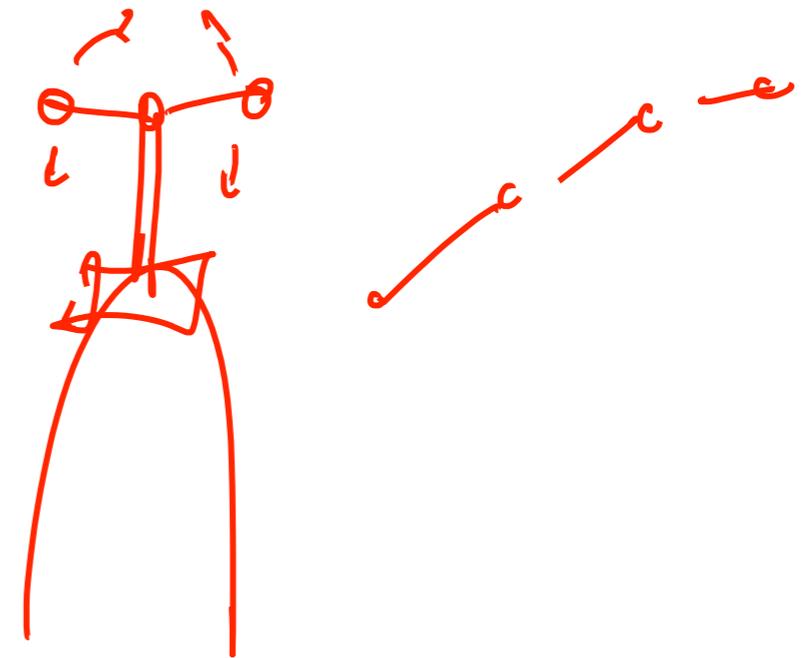
■ Leitungsgebundene Übertragungsmedien

- Kupferdraht – Twisted Pair
- Kupferdraht – Koaxialkabel
- Glasfaser

■ Drahtlose Übertragung

- Funkübertragung
- Mikrowellenübertragung
- Infrarot
- Lichtwellen

• Schall



Twisted Pair



(a)



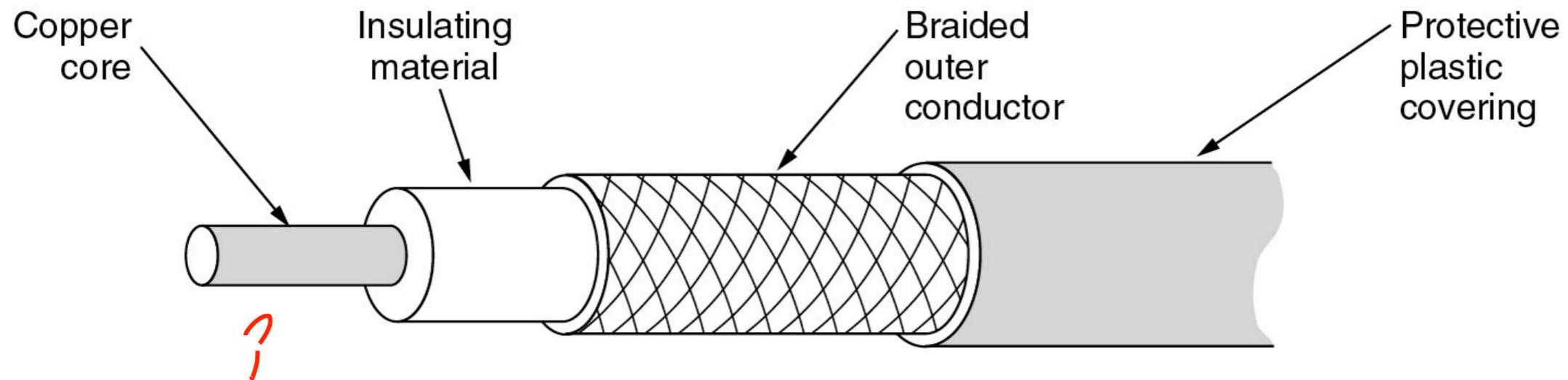
(b)

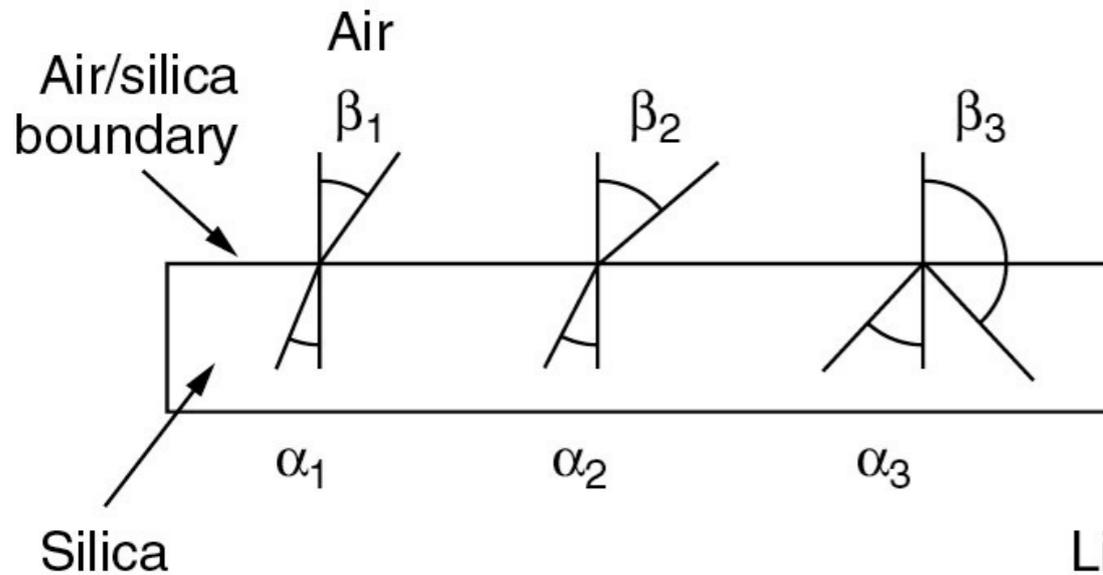
(a) Category 3 UTP.

(b) Category 5 UTP.

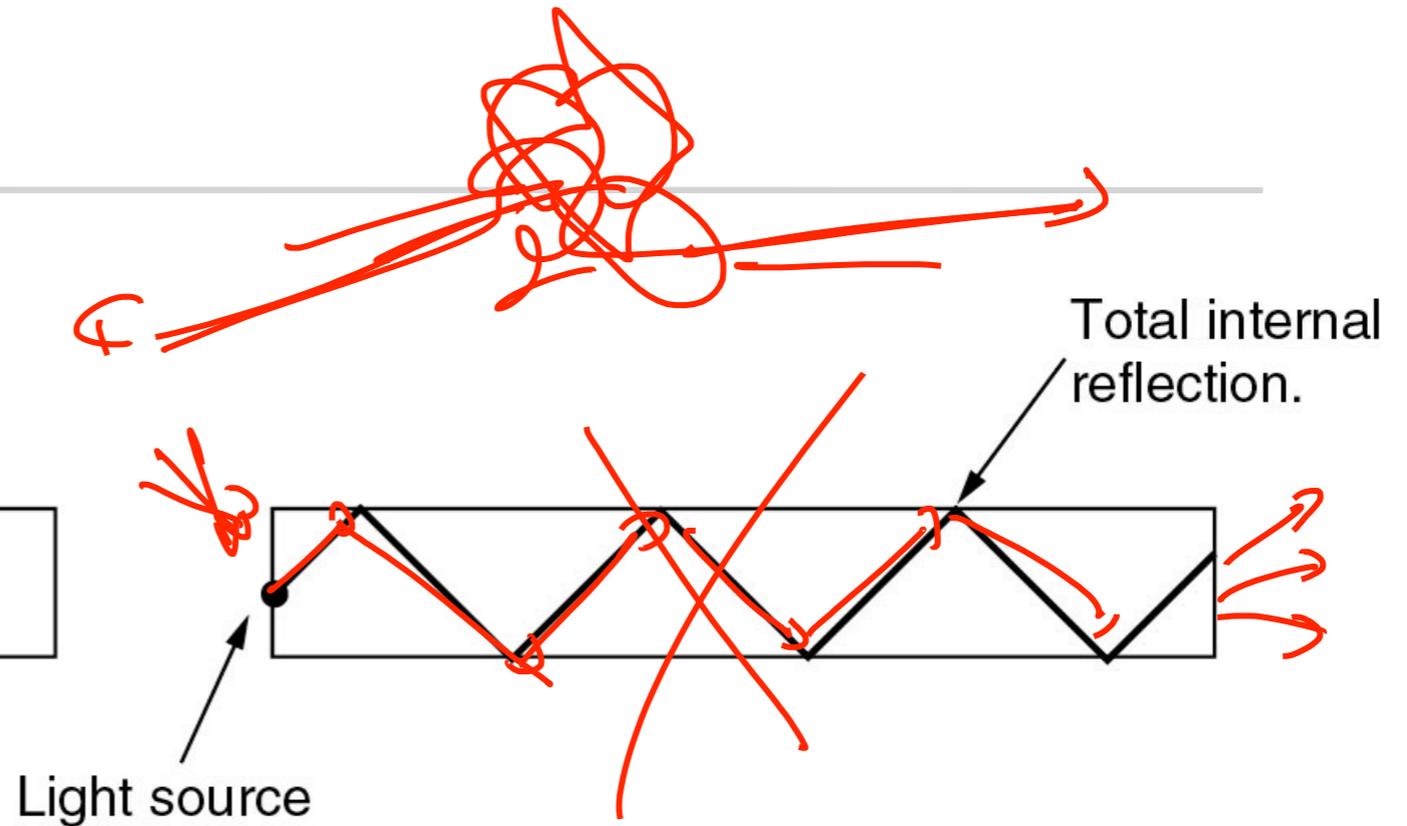
Twists

Koaxialkabel





(a)

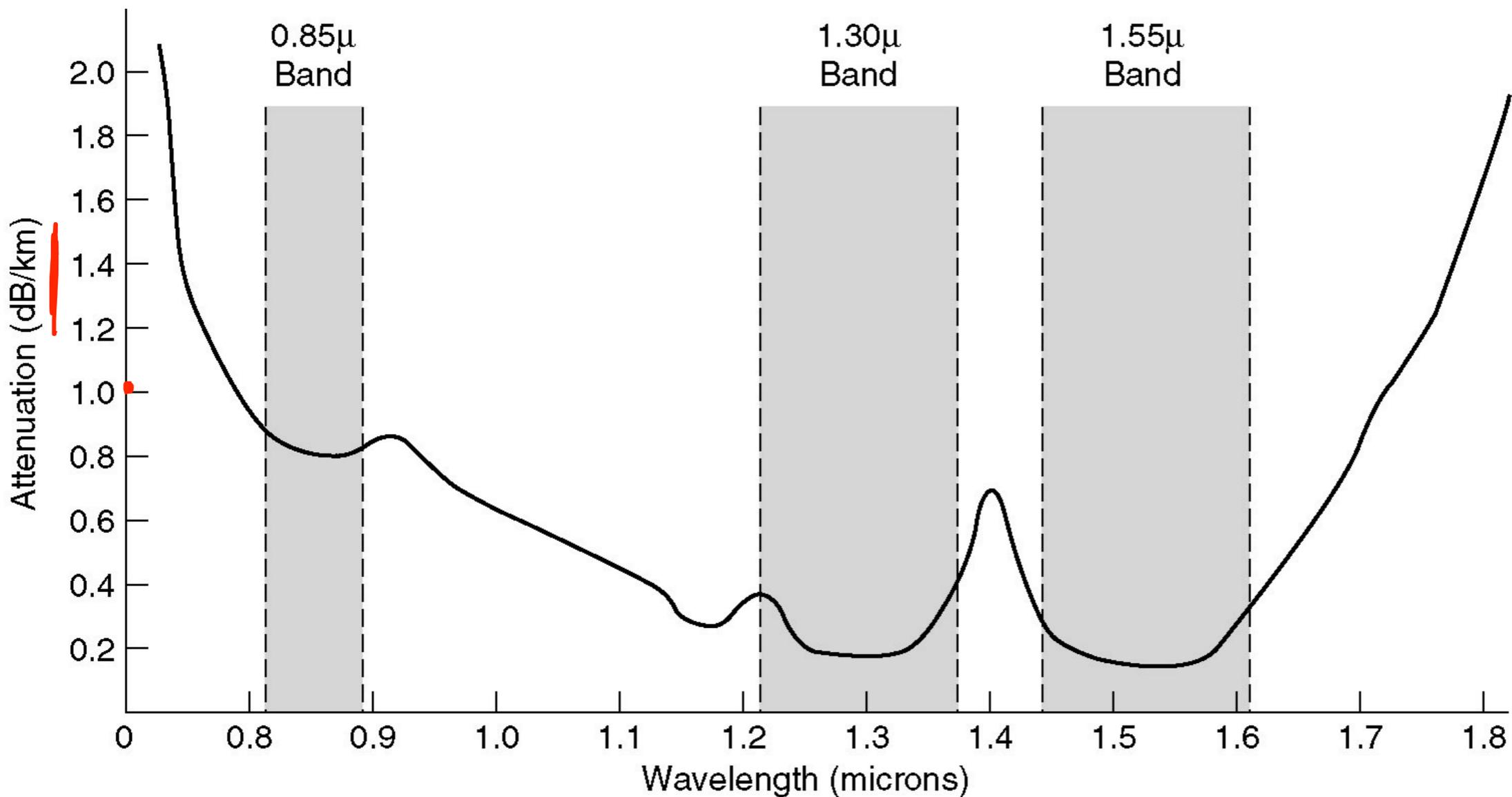


(b)

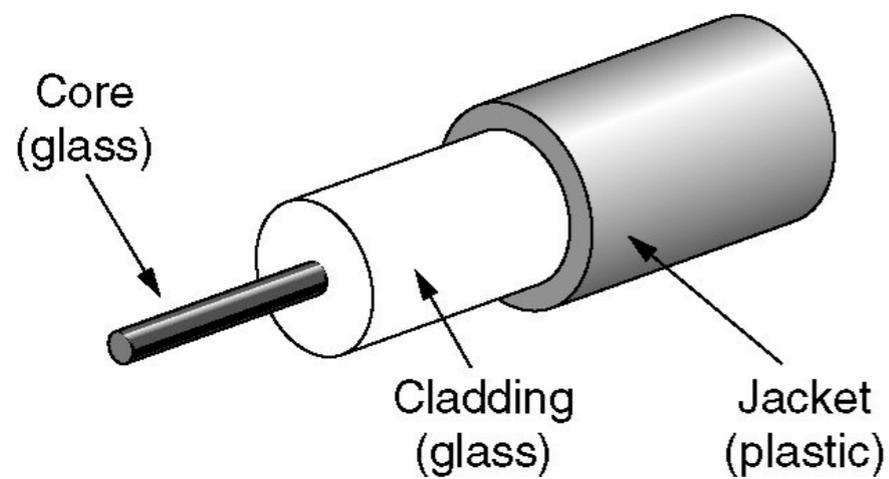
Gesetz von Snellius:
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_{\text{Glas}}}{c_{\text{Luft}}}$$

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

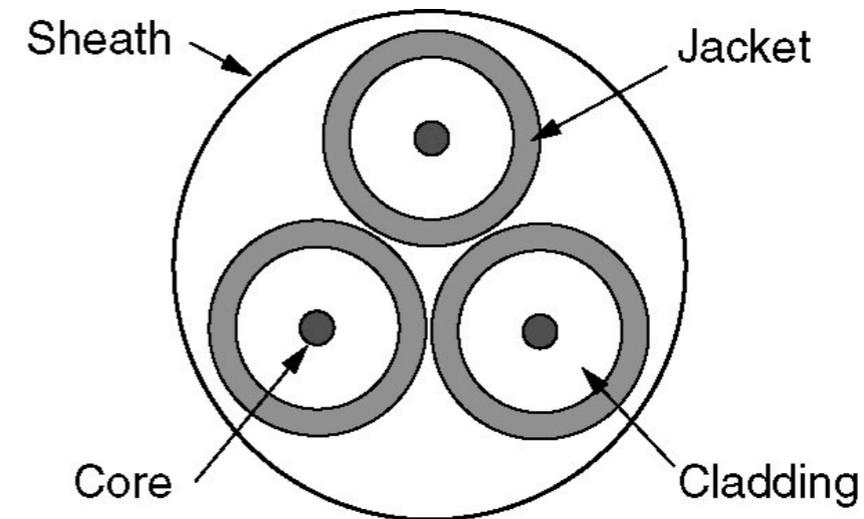
- Dämpfung von Infrarotlicht in Glasfaser



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

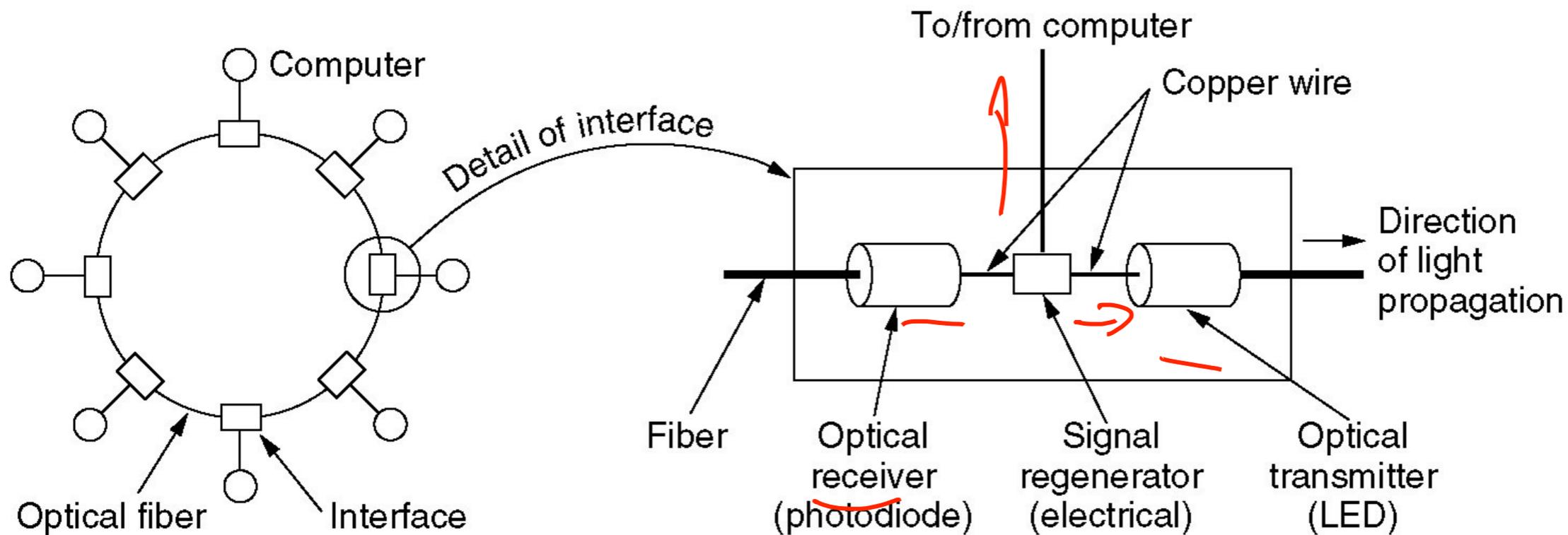


(a)



(b)

Glasfaserring mit aktiven Repeatern



Eine passive Sternverbindung in einem Glasfasernetz

