



Systeme II

2. Die physikalische Schicht

Christian Schindelhauer

Technische Fakultät

Rechnernetze und Telematik

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Version 29.04.2014

■ 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~~

missgünstig

Daten

- Formale Präsentation,
 - z.B. 8 Grad Celsius, Niederschlagsmenge 0cm,
Wolkenbedeckung 40%

4cm/d

100%

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

} elektromagnetische Welle

Schall

Twisted Pair



(a)

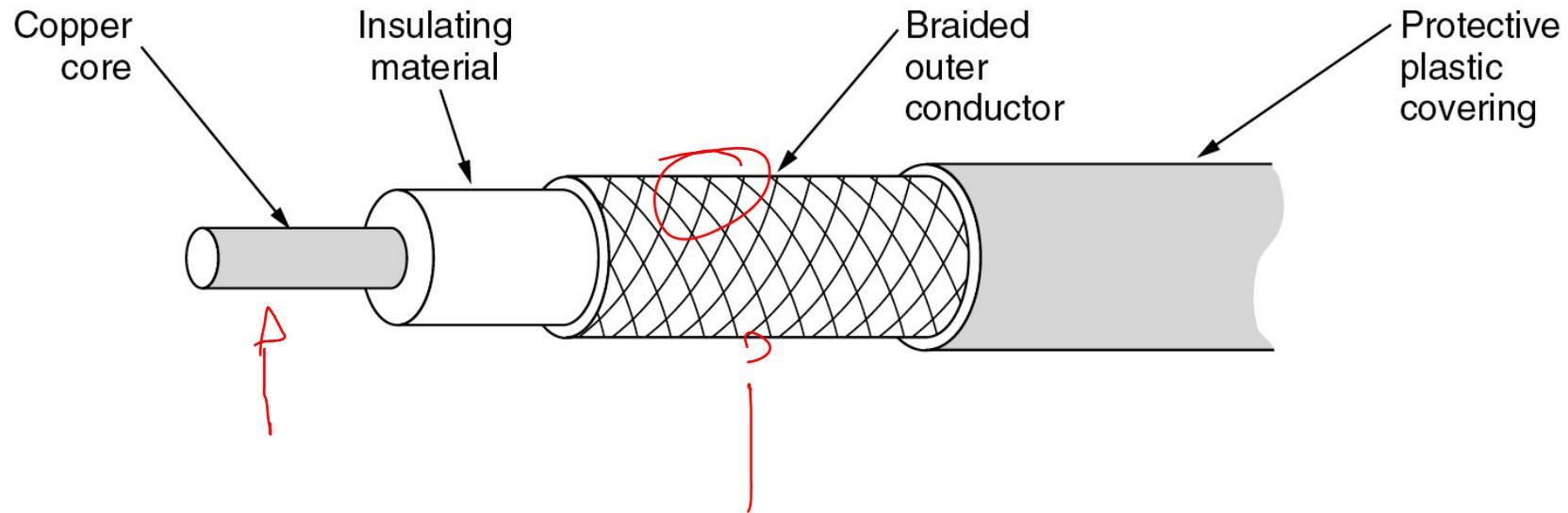
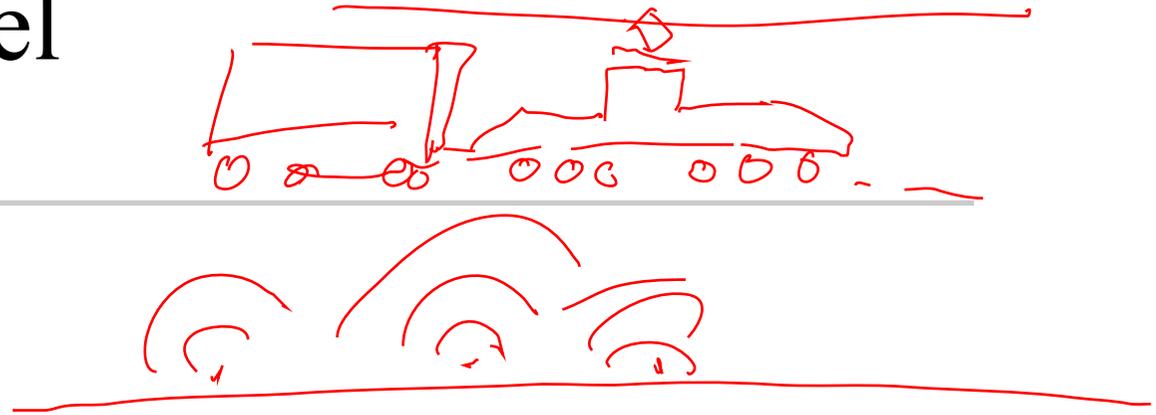


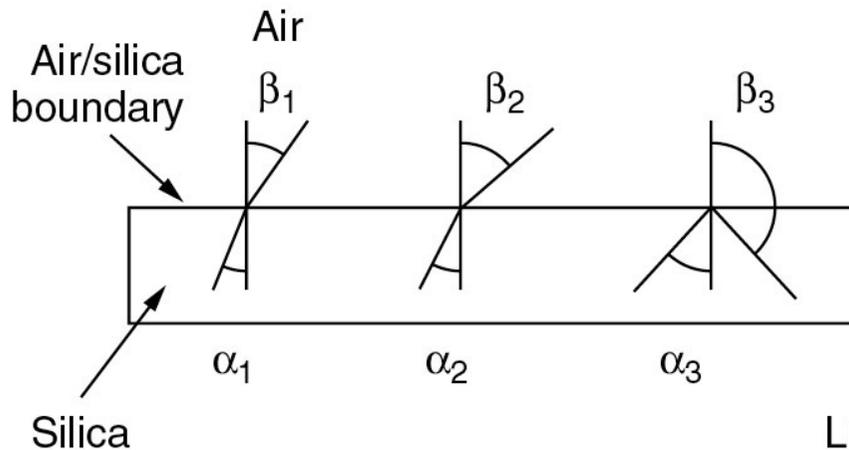
(b)

(a) Category 3 UTP.

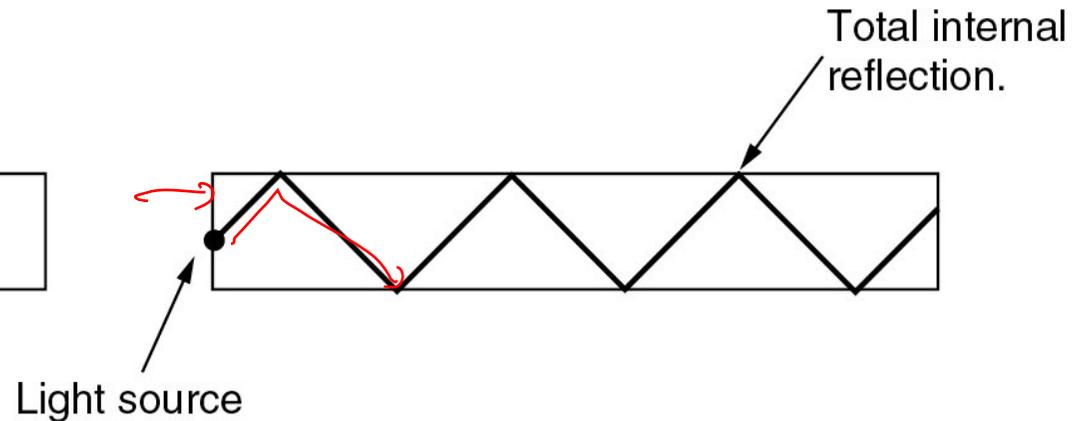
(b) Category 5 UTP.

Koaxialkabel



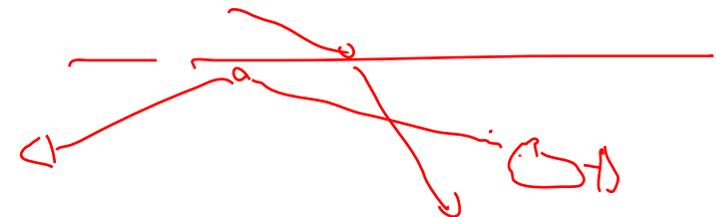


(a)



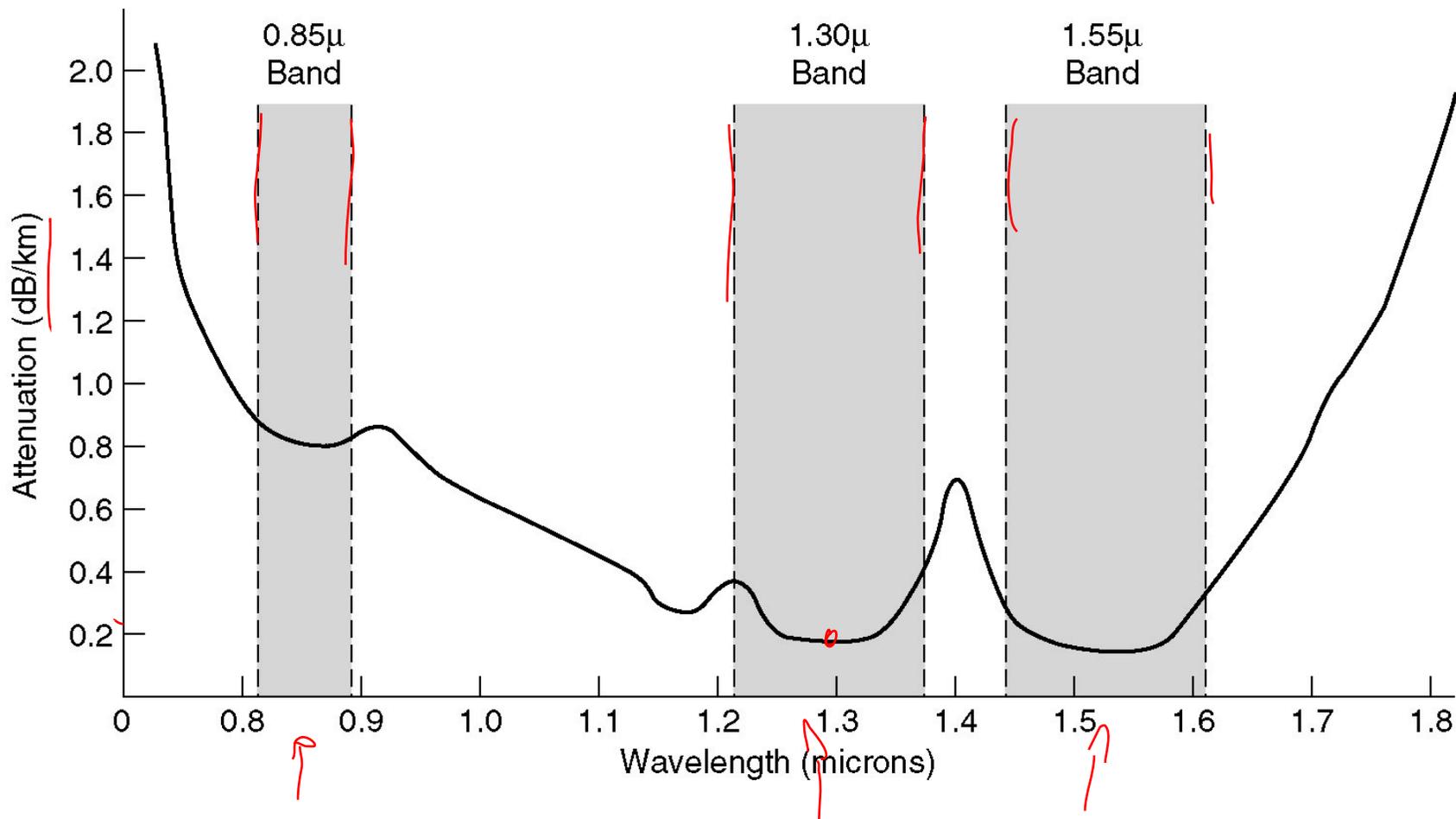
(b)

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

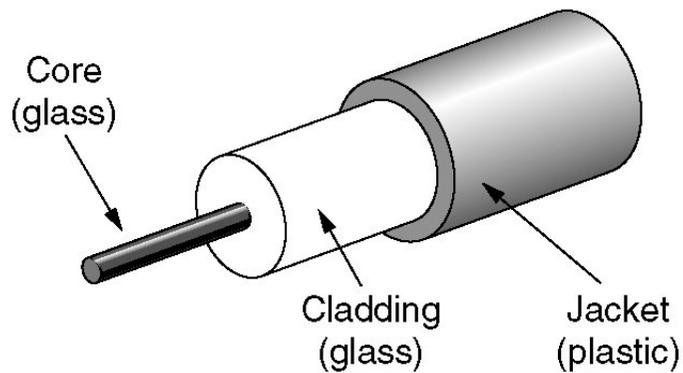


- (a) Beugung und Reflektion an der Luft/Silizium-Grenze bei unterschiedlichen Winkeln
- (b) Licht gefangen durch die Reflektion

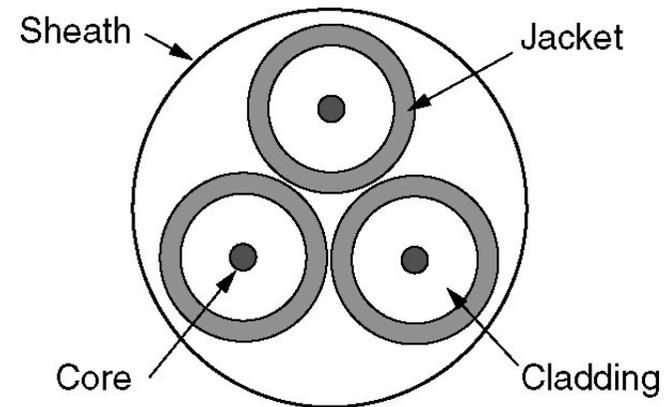
- Dämpfung von Infrarotlicht in Glasfaser



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

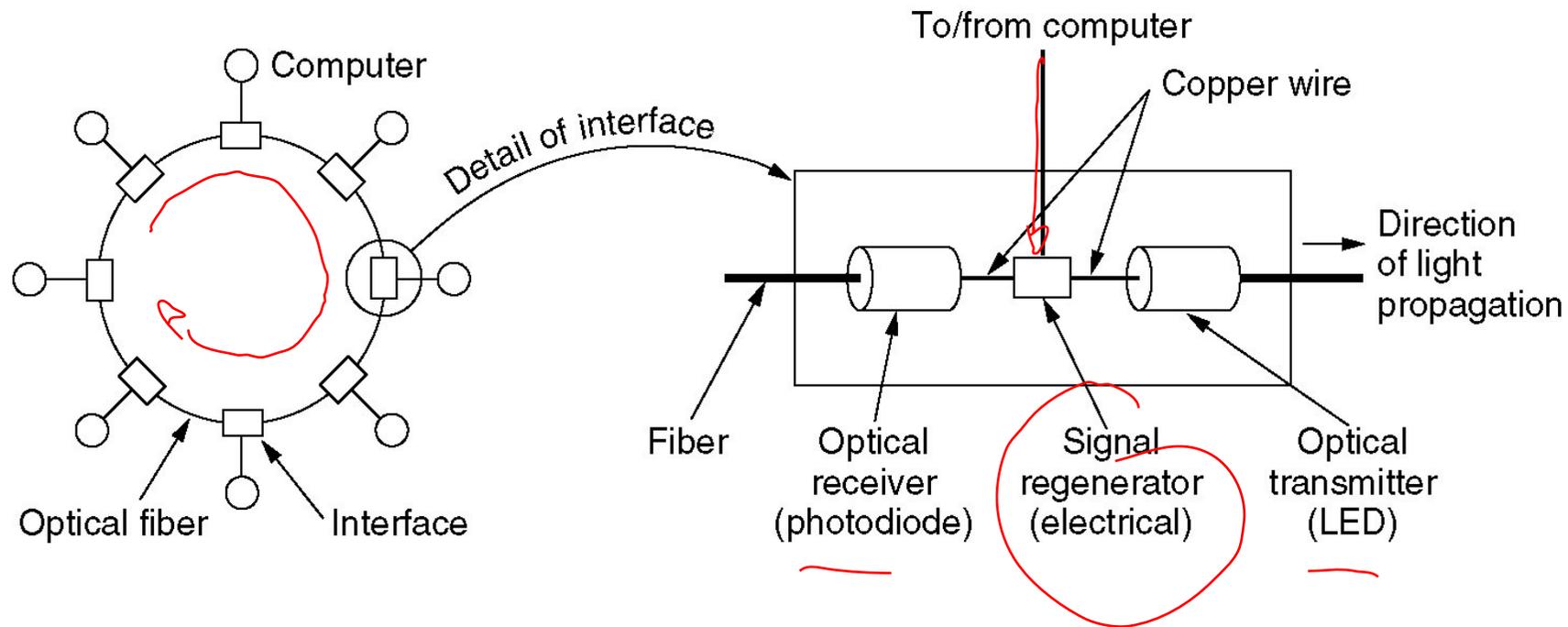


(a)

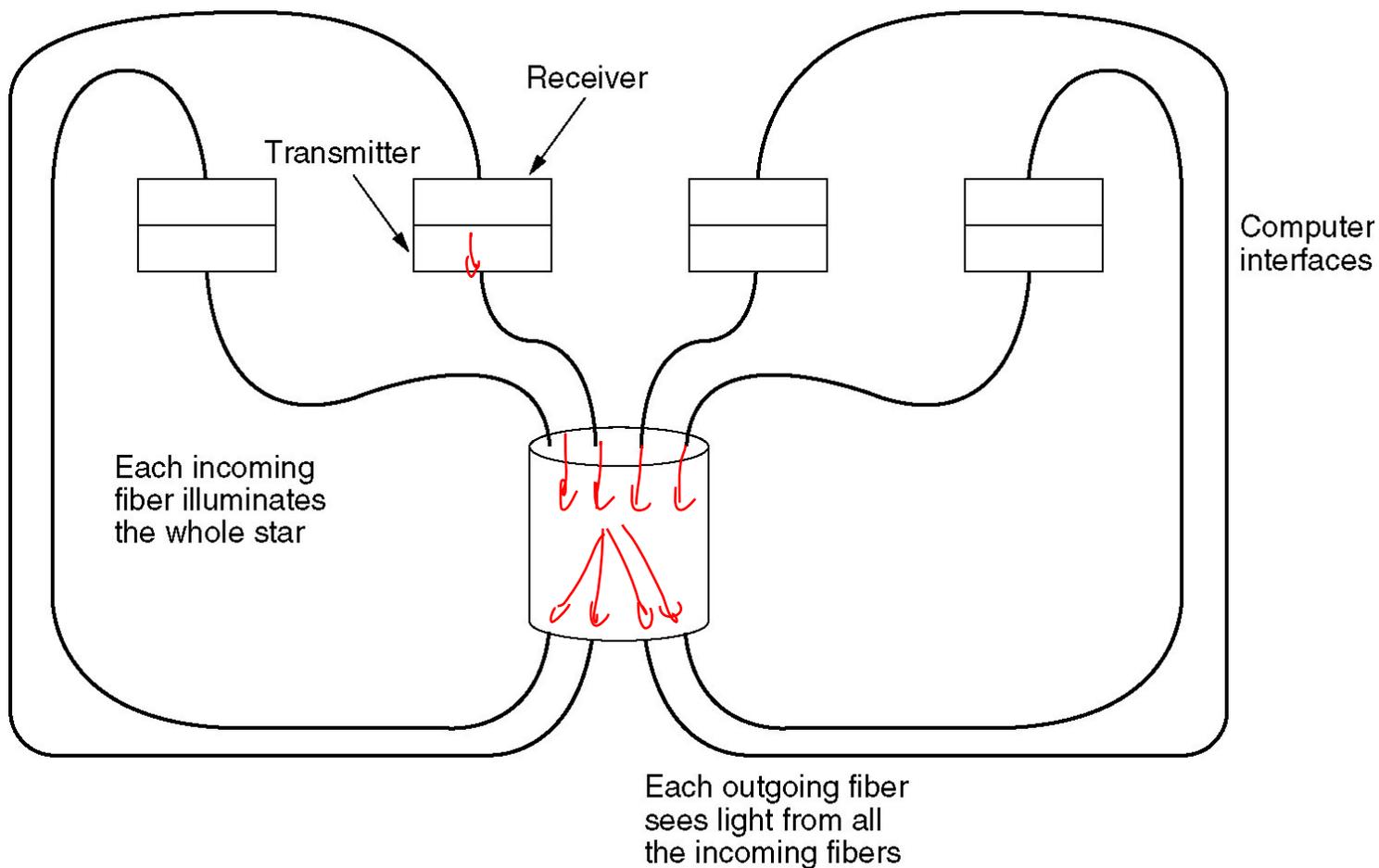


(b)

Glasfaserring mit aktiven Repeatern

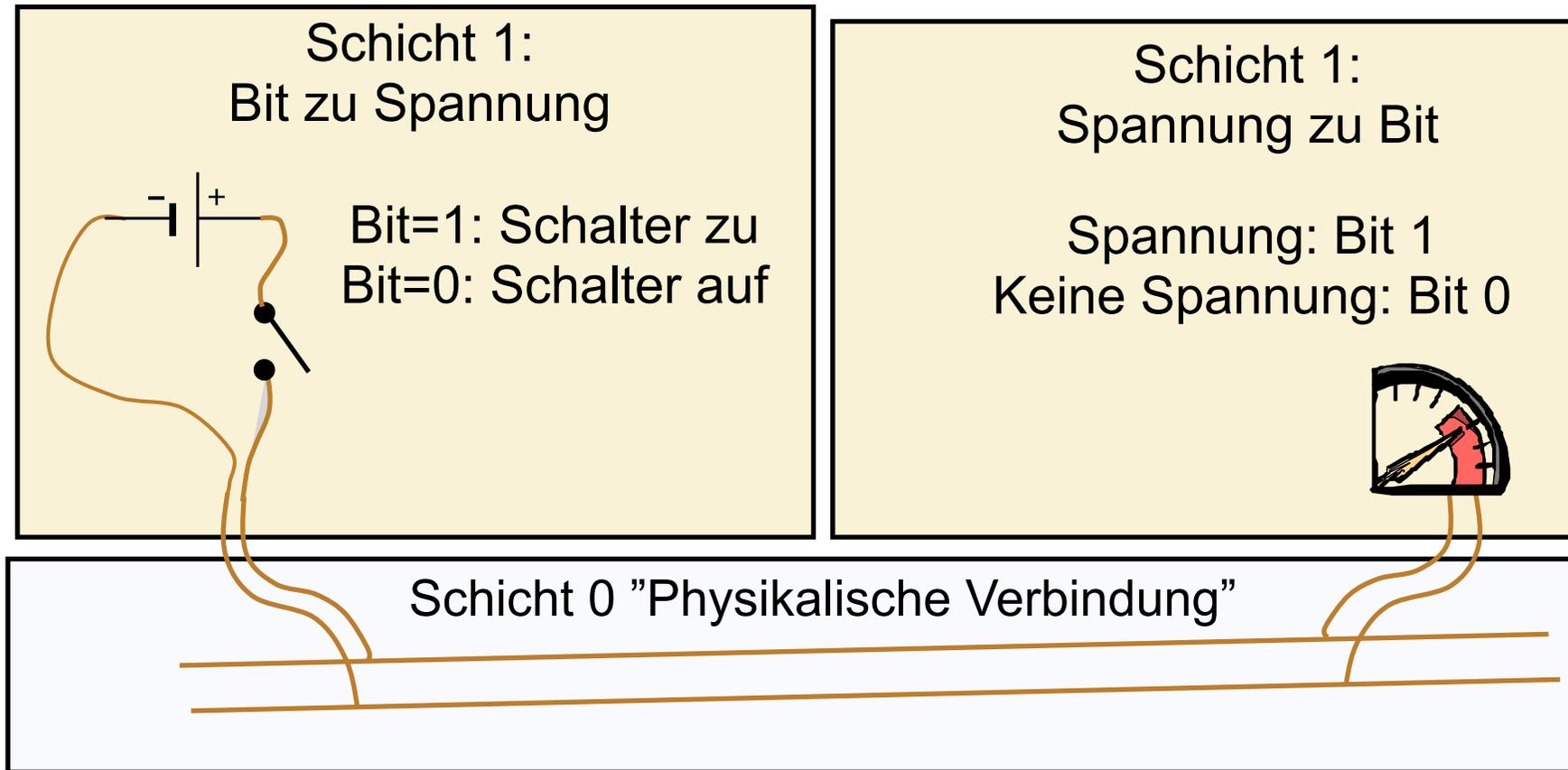


Eine passive Sternverbindung in einem Glasfasernetz



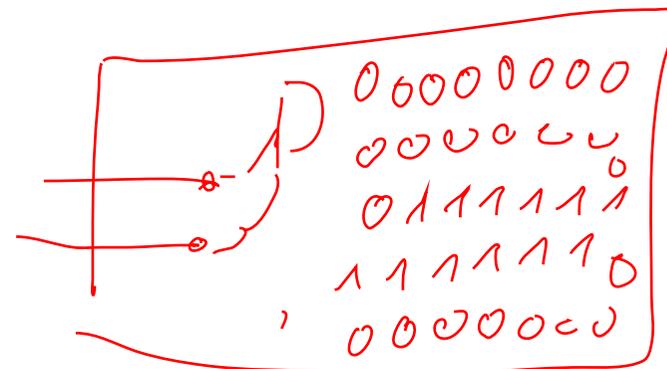
Die einfachste Bitübertragung

- Bit 1: Strom an
- Bit 0: Strom aus

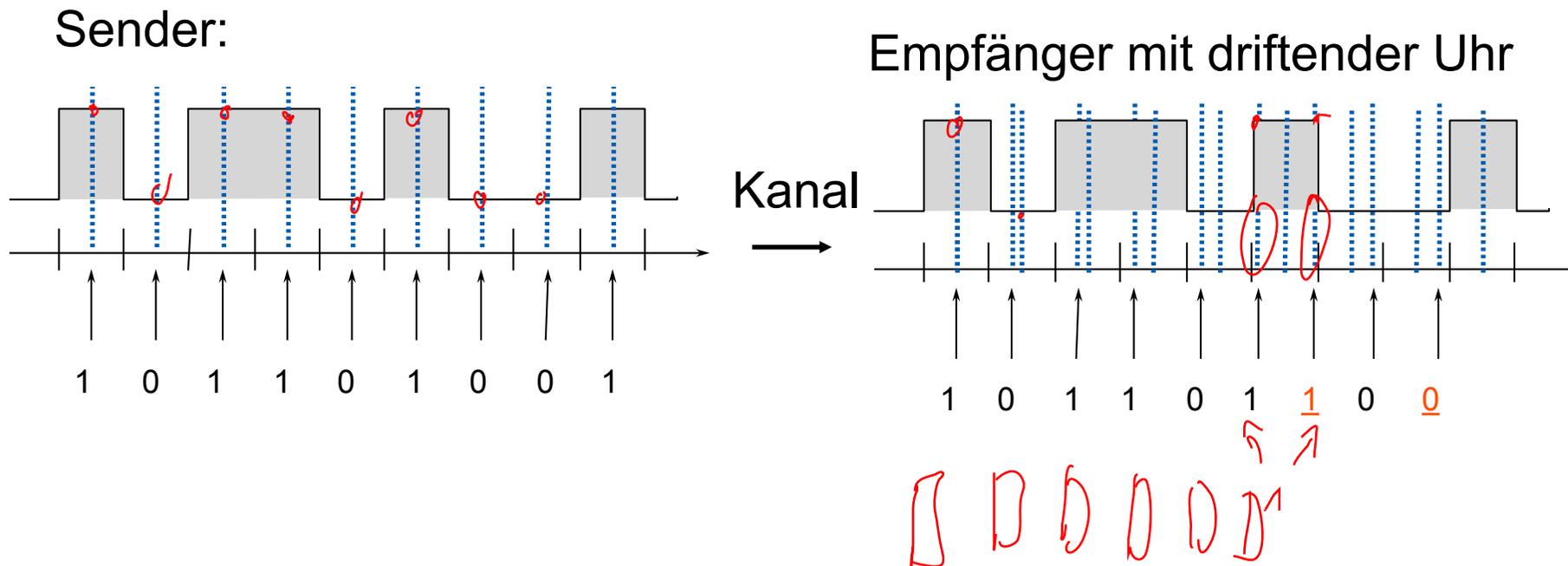


(aus Vorlesung von Holger Karl)

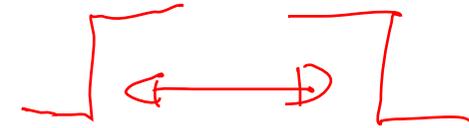
- Wann muss man die Signale messen
 - Typischerweise in der Mitte eines Symbols
 - Wann startet das Symbol?
 - Die Länge des Symbols ist üblicherweise vorher festgelegt.
- Der Empfänger muss auf der Bit-Ebene mit dem Sender synchronisiert sein
 - z.B. durch *Frame Synchronization*



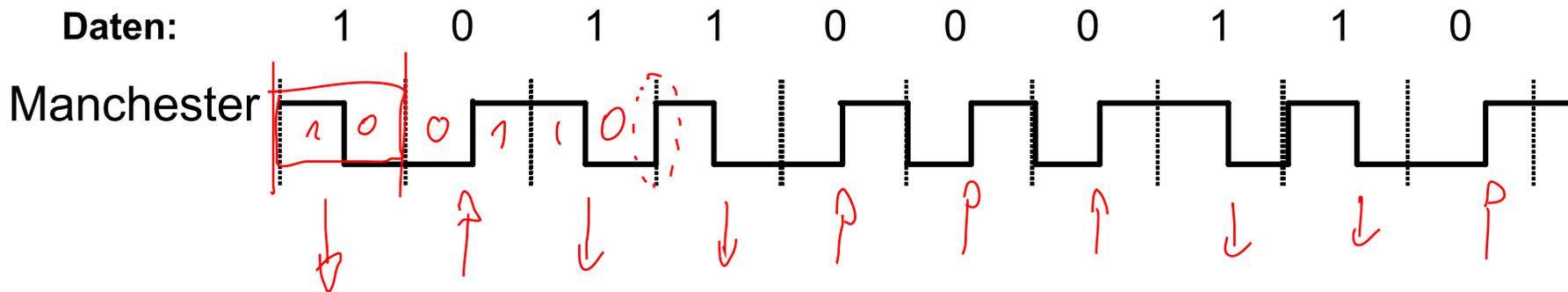
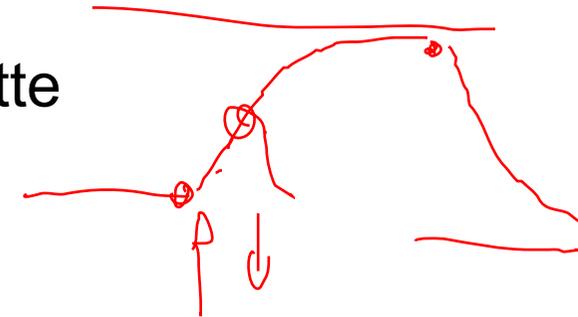
- Was passiert wenn man einfach Uhren benutzt
- Problem
 - Die Uhren driften auseinander
 - Keine zwei (bezahlbare Uhren) bleiben perfekt synchron
- Fehler by Synchronisationsverlust (NRZ):



- Ohne Kontrolle keine Synchronisation
- Lösung: explizites Uhrensinal ✓
 - Benötigt parallele Übertragung über Extra-Kanal ↷
 - Muss mit den Daten synchronisiert sein ✓
 - Nur für kurze Übertragungen sinnvoll
- Synchronisation an kritischen Zeitpunkten
 - z.B. Start eines Symbols oder eines Blocks
 - Sonst läuft die Uhr völlig frei
 - Vertraut der kurzzeitig funktionierenden Synchronität der Uhren
- Uhrensinal aus der Zeichenkodierung



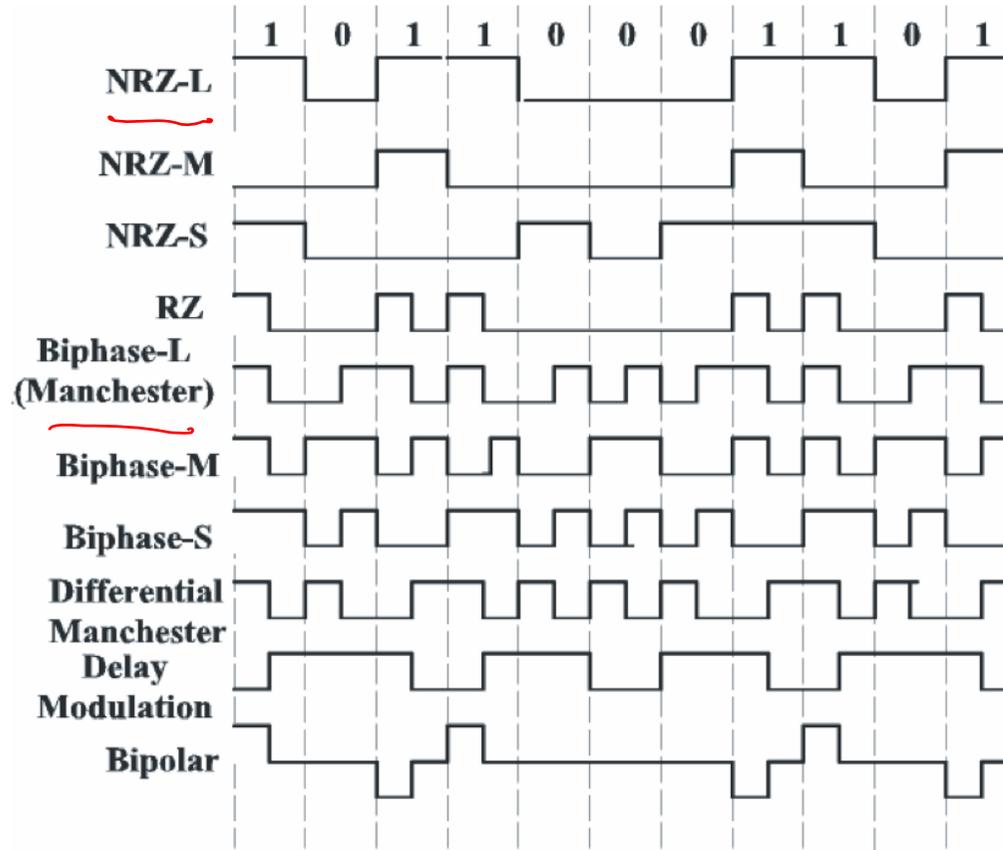
- z.B. Manchester Code (Biphase Level)
 - 1 = Wechsel von hoch zu niedrig in der Intervallmitte
 - 0 = Umgekehrter Wechsel



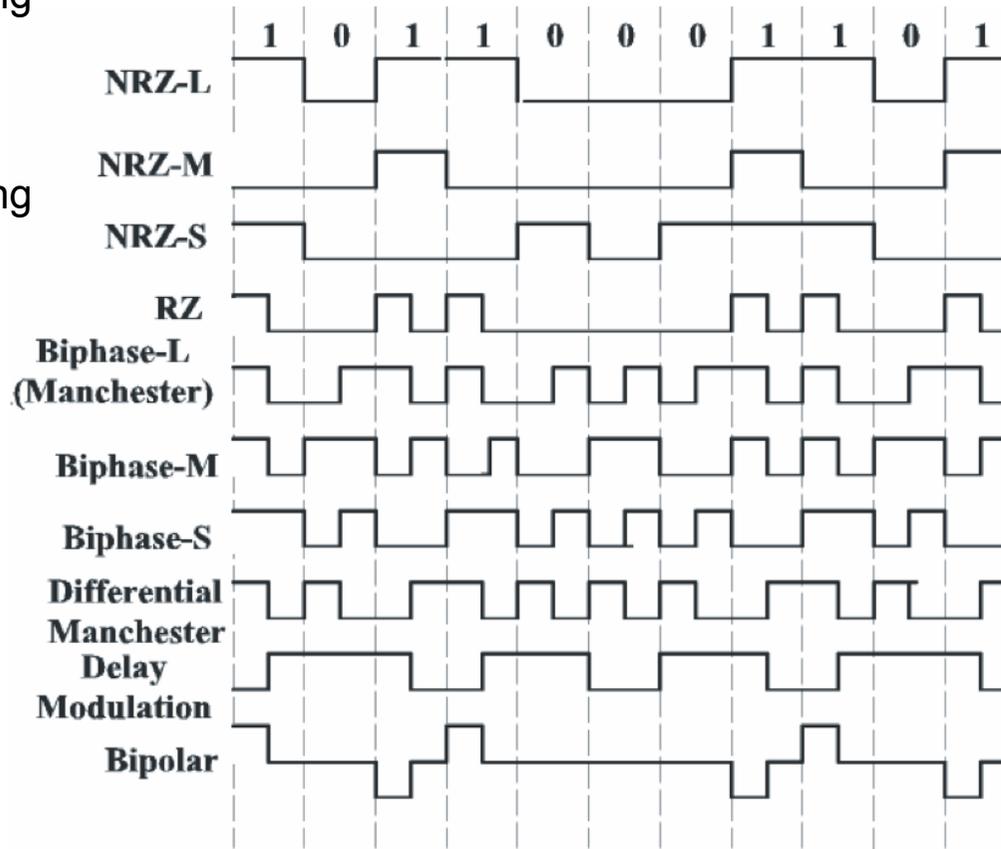
- Das Signal beinhaltet die notwendige Information zur Synchronisation

Handwritten notes in red ink: 100 10 above a series of vertical lines representing a signal waveform. A bracket is drawn under the first two lines, and a circled '0' is written below the last line.

- Non-Return to Zero-Level (NRZ-L)
 - 1 = hohe Spannung, 0 = niedrig
- Non-Return to Zero-Mark (NRZ-M)
 - 1 = Wechsel am Anfang des Intervalls
 - 0 = Kein Wechsel
- Non-Return to Zero-Space (NRZ-S)
 - 0 = Wechsel am Intervallanfang
 - 1 = Kein Wechsel
- Return to Zero (RZ)
 - 1 = Rechteckpuls am Intervallanfang
 - 0 = Kein Impuls
- Manchester Code (Biphase Level)
 - 1 = Wechsel von hoch zu niedrig in der Intervallmitte
 - 0 = Umgekehrter Wechsel



- Biphase-Mark
 - Immer: Übergang am Intervallanfang
 - 1 = zweiter Übergang in der Mitte
 - 0 = kein zweiter Übergang
- Biphase-Space
 - Immer: Übergang am Intervallanfang
 - 1/0 umgekehrt wie Biphase-Mark
- Differential Manchester-Code
 - Immer: Übergang in Intervallmitte
 - 1 = Kein Übergang am Intervallanfang
 - 0 = Zusätzlicher Übergang am Intervallanfang
- Delay Modulation (Miller)
 - Übergang am Ende, falls 0 folgt
 - 1 = Übergang in der Mitte des Intervalls
 - 0 = Kein Übergang falls 1 folgt
- Bipolar
 - 1 = Rechteckpuls in der ersten Hälfte, Richtung alterniert (wechselt)
 - 0 = Kein Rechteckpuls



Systeme II

2. Die physikalische Schicht

Christian Schindelhauer

Technische Fakultät

Rechnernetze und Telematik

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Version 29.04.2014