

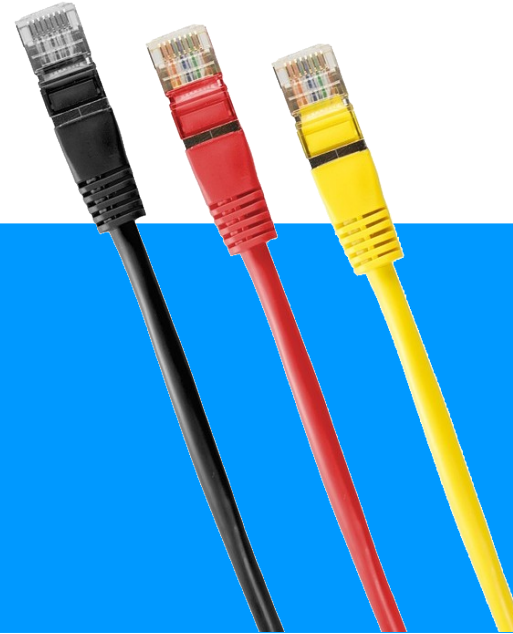
ZSL

Zentrum für Schulqualität
und Lehrerbildung
Baden-Württemberg



Networking
Academy

Physical Layer



Andreas Grupp

Andreas.Grupp@zsl-rstue.de

Carina Haag

haag.c@lanz.schule

Tobias Heine

tobias.heine@springer-schule.de

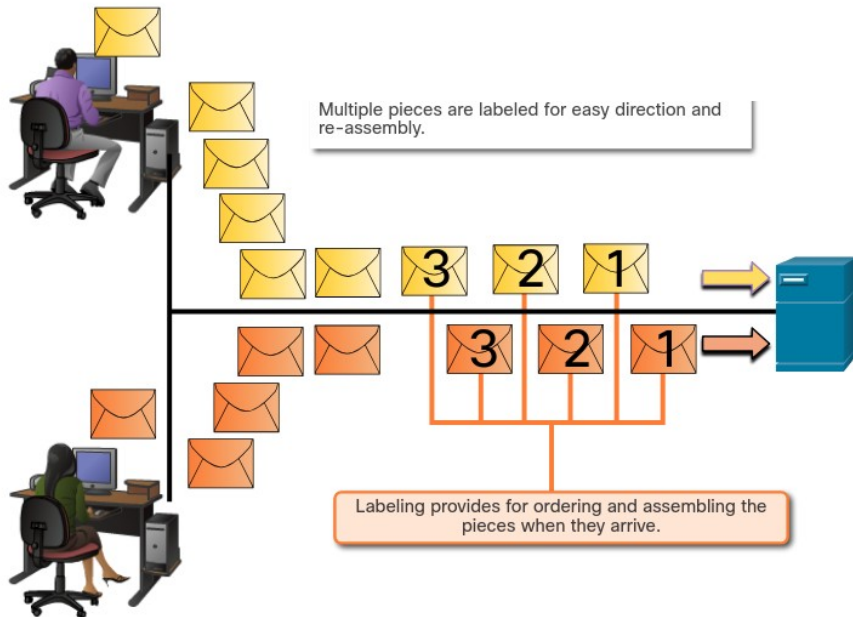
Uwe Thiessat

uwe.thiessat@gbs-sha.de

Segmentierung = Zerlegung zu großer Datenmengen in kleinere Einheiten

Multiplexing = mehrere Datenströme auf einem Medium

Sequenzierung = jedes Datensegment wird adressiert (Sequenznummer), damit der Empfänger die Segmente in der richtigen Reihenfolge wieder zusammensetzen kann.



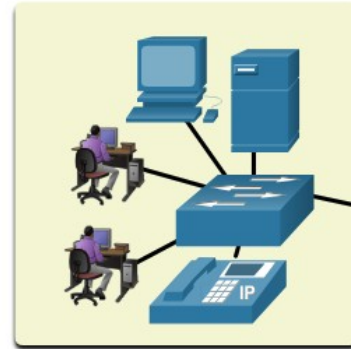
Steigert Effizienz: Bei Fehler werden nur fehlerhafte Segmente neu übertragen, nicht der gesamte Datenstrom.

Grundsätzlich **höhere Geschwindigkeit** möglich, da das Medium gemeinsam genutzt wird und nicht von anderen Teilnehmern belegt ist.

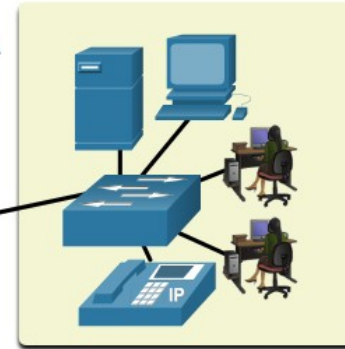
Zur Erinnerung
(diese Folie ist
aus Modul 3)

OSI-Referenz-Modell vs. TCP/IP-Protokoll-Suite-Modell

theoretisches
„Referenzmodell“



A networking model is only a representation of a network operation. The model is not the actual network.



praxisorientiertes
„Protokollmodell“

OSI Model

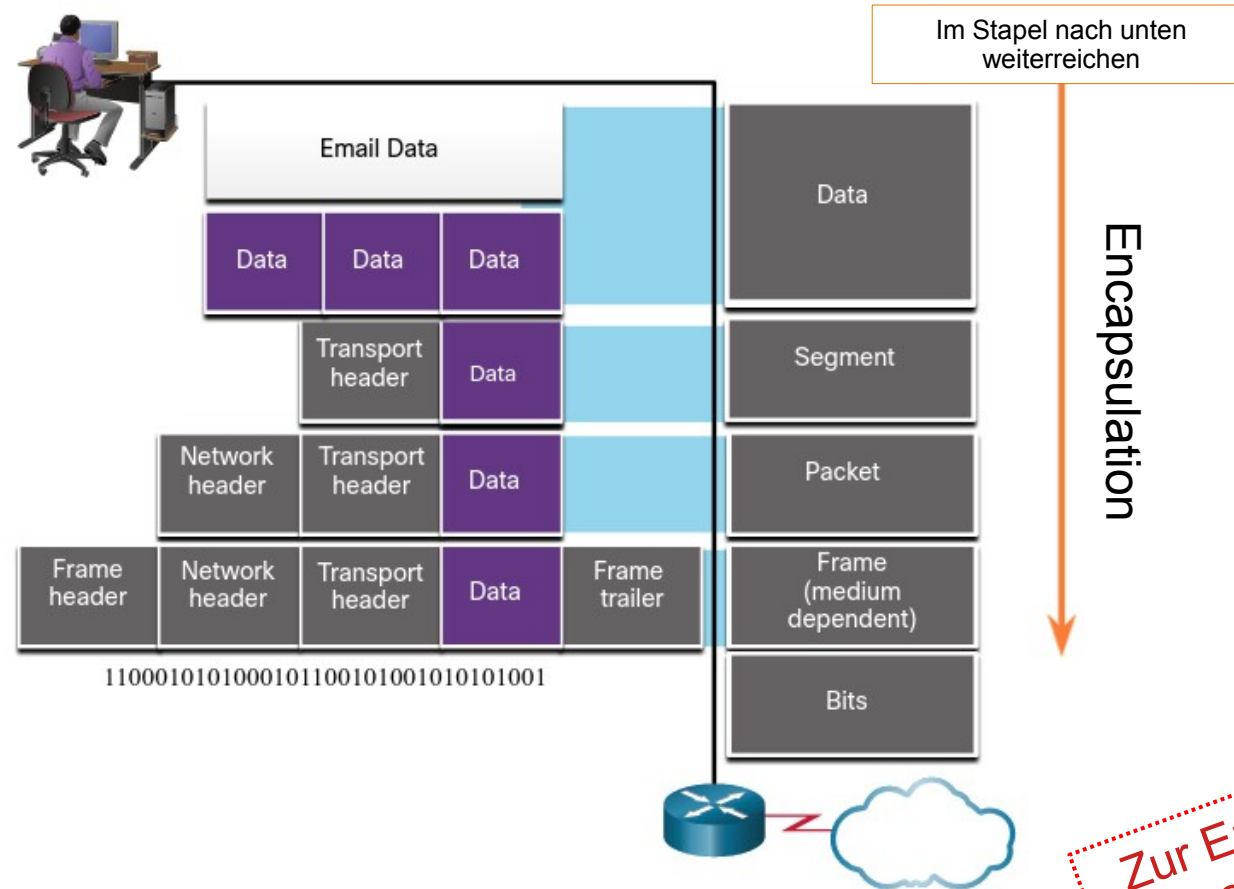
TCP/IP Protocol Suite

TCP/IP Model

Application	HTTP, DNS, DHCP, FTP	Application
Presentation		
Session		
Transport	TCP, UDP	Transport
Network	IPv4, IPv6, ICMPv4, ICMPv6	Internet
Data Link	Ethernet, WLAN, SONET, SDH	Network Access
Physical		

Zur Erinnerung
(diese Folie ist
aus Modul 3)

**Jeder Layer fügt
Kontrollinfos als
Header hinzu.**



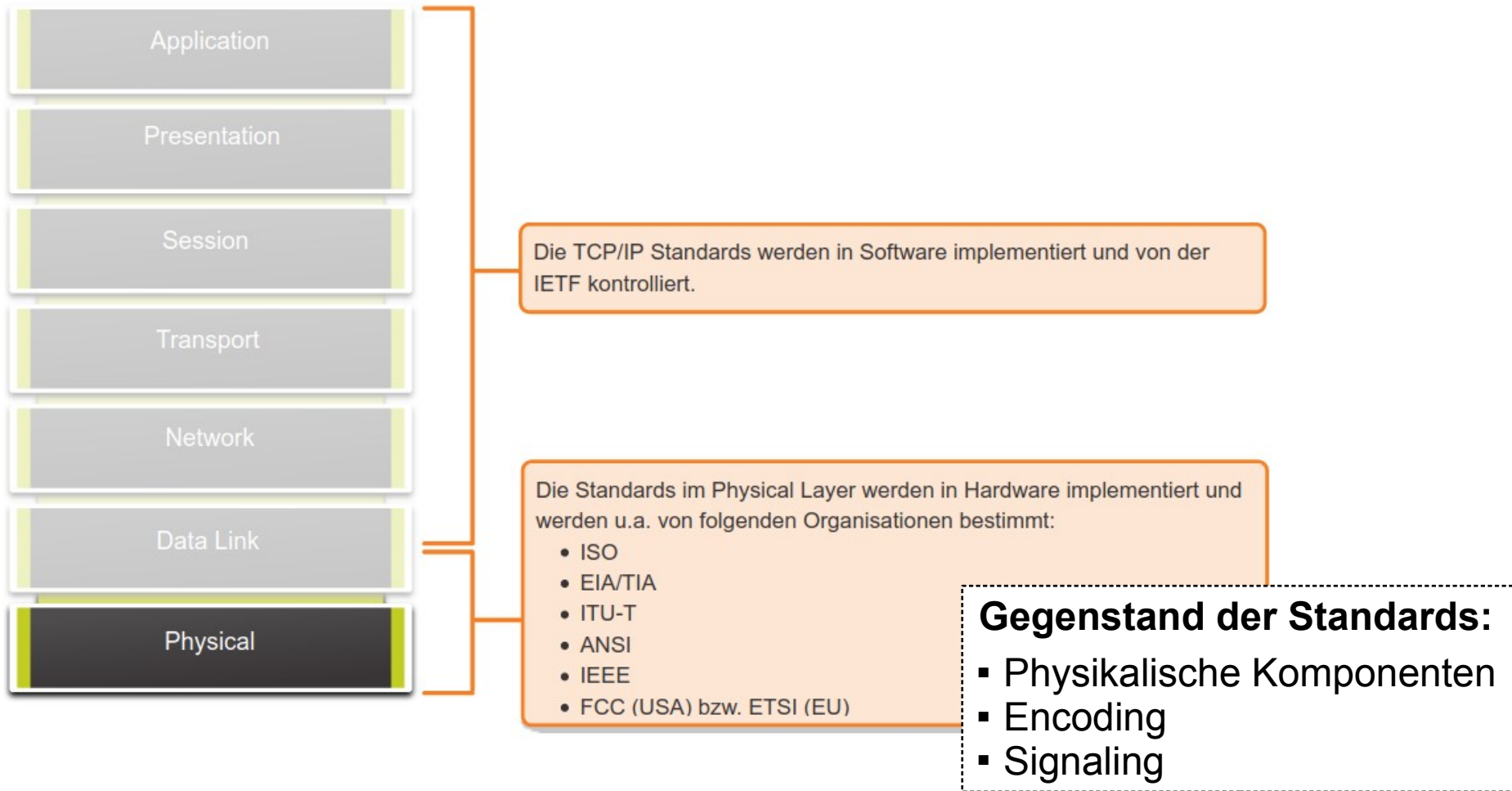
**Zur Erinnerung
(diese Folie ist
aus Modul 3)**

Zu was wird „Physical Layer“ benötigt?

- Encapsulation-Prozess endet mit Frame des Data Link Layers
- Frame besteht im Endeffekt aus einem Bit-Strom
- Zur Übertragung werden physikalische Medien benötigt:
 - Elektrische Signale - drahtgebunden
 - Optische Signale - vornehmlich über Glasfaser
 - Funksignale – drahtlos
- Umwandlung der Bit(gruppen) in passende Signale - **Encoding**
 - Dafür je nach Medium passender Netzwerkadapter / NIC
- Sequentielle / serielle Signalübertragung
- Signal zu Bit Rückumwandlung beim Empfänger – **Decoding**
- Übergabe des empfangenen Gesamtframes an Data Link Layer

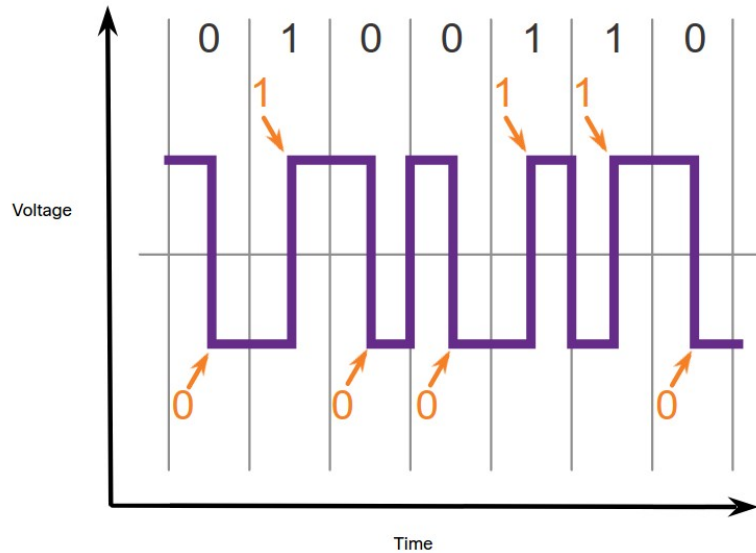
Quiz 4.1.3

Physical Layer Standards – „Viele Köche“ sind da unterwegs



Encoding → Bit(gruppen) mittels Code anders darstellen

Z.B. Flanken beim Manchester-Code



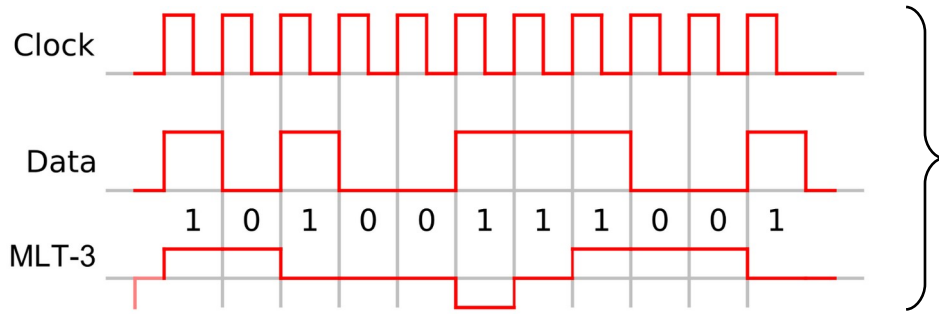
4B/5B-Code

<https://de.wikipedia.org/wiki/4B5B-Code>

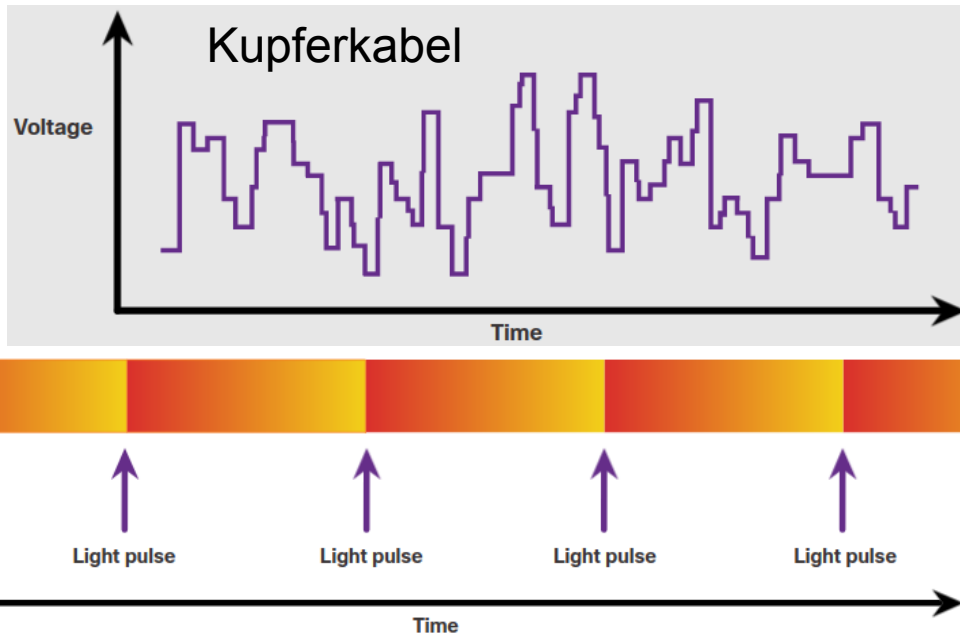
4B5B-Tabelle [Bearbeiten | Quelltext bearbeiten]

Bezeichnung ↕	4B ↕	5B ↕	Funktion ↕
0	0000	11110	Hex data 0
1	0001	01001	Hex data 1
2	0010	10100	Hex data 2
3	0011	10101	Hex data 3
4	0100	01010	Hex data 4
5	0101	01011	Hex data 5
6	0110	01110	Hex data 6
7	0111	01111	Hex data 7
8	1000	10010	Hex data 8
9	1001	10011	Hex data 9
A	1010	10110	Hex data A
B	1011	10111	Hex data B
C	1100	11010	Hex data C
D	1101	11011	Hex data D
E	1110	11100	Hex data E
F	1111	11101	Hex data F

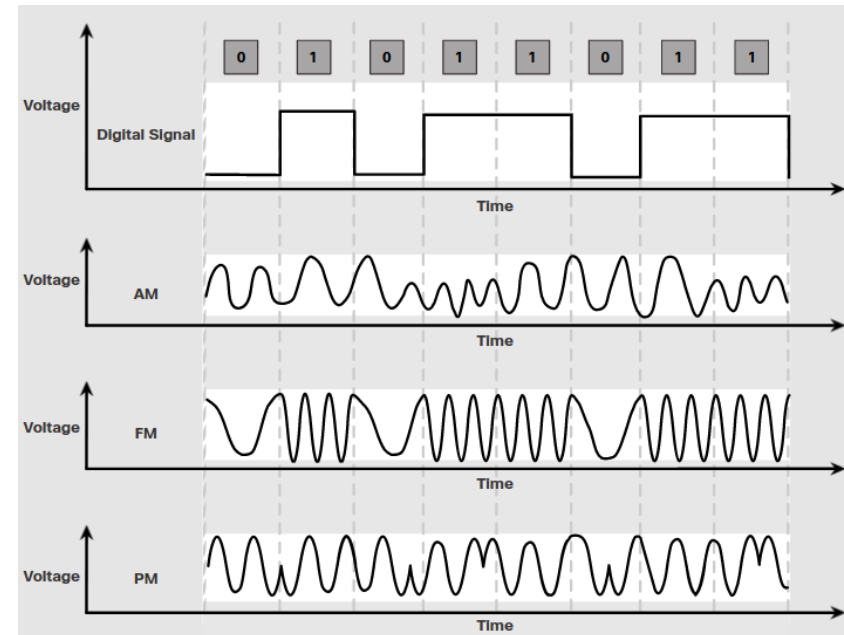
Signaling → z.B. elektr. Signal zur Darstellung von 0 und 1



Konkretes Beispiel d. Netzwerktechnik:
MLT3-Signal zur Übertragung von
4B/5B-Codeblöcken bei 100BASE-TX



Glasfaser



Drahtlose Signalübertragung

Modulationsverfahren
(leider fehlerhafte
Darstellung im Curriculum)

Digitale Bandbreite = Übertragene Datenmenge pro Zeit

Bandbreiten-Einheit	Abkürzung	Entspricht ...
Bits per second	bps	1 bps = fundamental unit of bandwidth
Kilobits per second	Kbps	1 Kbps = 1,000 bps = 10^3 bps
Megabits per second	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = 10^6 bps
Gigabits per second	Gbps	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = 10^9 bps
Terabits per second	Tbps	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = 10^{12} bps

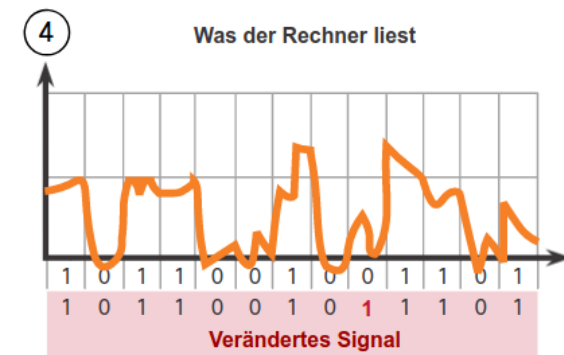
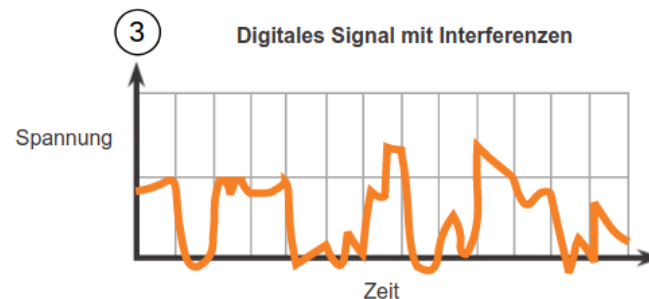
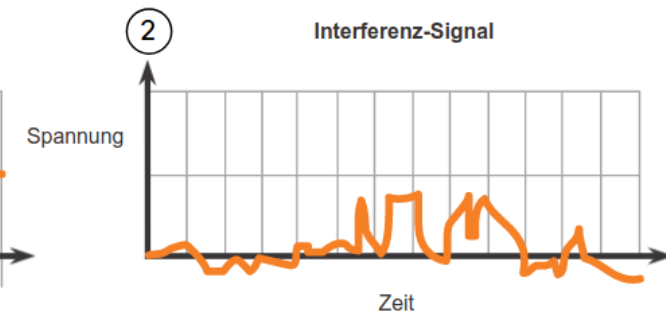
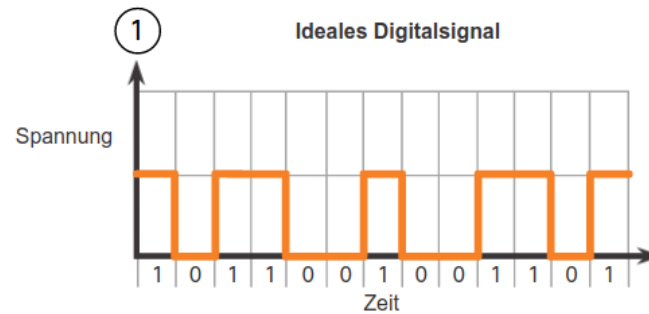
Nicht mit Signalgeschwindigkeit eines Mediums (z.B. Kupfer) gleichsetzen.
10Mbps und 100Mbps auf dem gleichen Kabel möglich! Hängt von Transmitter ab

Im realen Betrieb außerdem qualitativ zu unterscheiden:

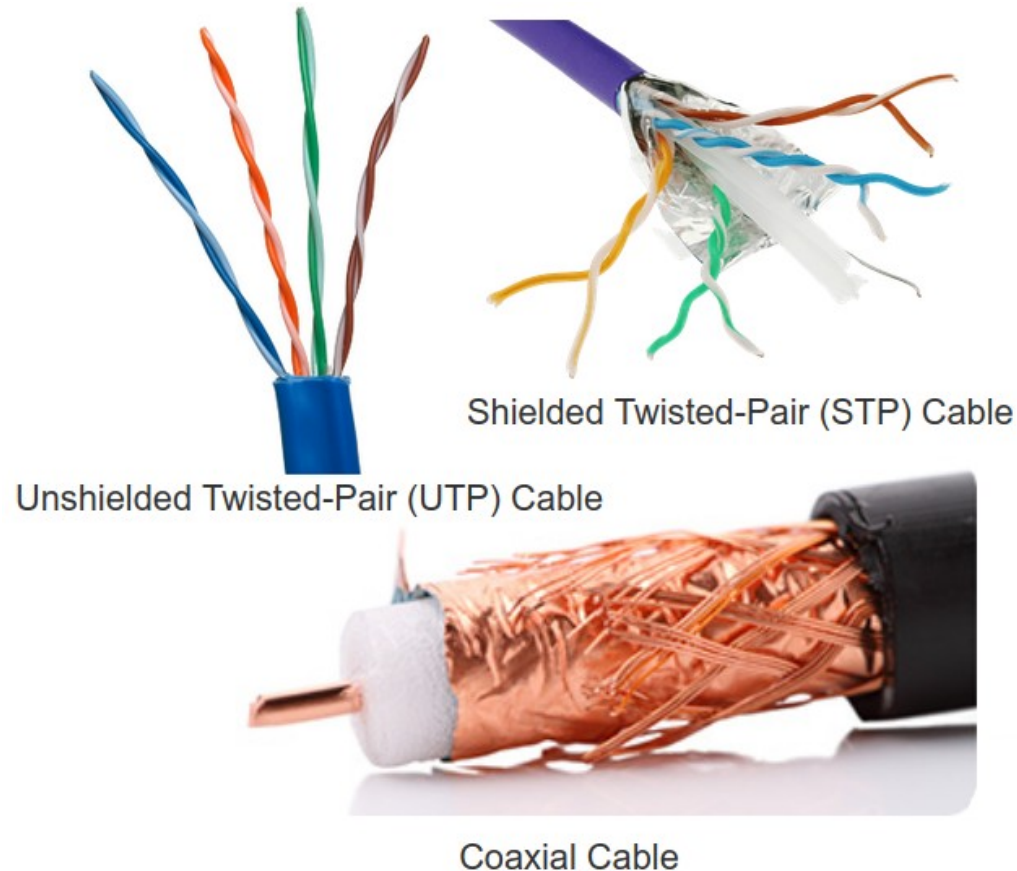
- **Latency** – Verzögerungs- oder Laufzeit vom Absender zum Empfänger
- **Throughput** – Tatsächlicher Durchsatz von Bits pro Sekunde. Geringer als theoretische Bandbreite, da Verarbeitungzeiten, Austastlücken, ...
- **Goodput** – reine Nutzdatenrate, abzüglich z.B. Protokoll-Overhead. Overhead bei Encapsulation-Übersicht gut erkennbar

Quiz 4.2.7

- Vorteile: Günstig, leicht zu installieren, geringer Widerstand
- Nachteile: Strikte Vorgaben und Einschränkungen bei der maximalen Entfernung wegen Dämpfung & Störungen der Signale
 - Electromagnetische Interferenzen (EMI) bzw. Hochfrequenz Interferenzen (RFI)
 - Crosstalk oder Nebensprechen



- UTP ist, von wenigen Regionen abgesehen, der weltweite Standard!
- STP wie UTP aber mit Folie als Abschirmung. Siehe Folgefolien für weitere Besonderheiten
- Koaxial, heute primär bei Kabelanschluss oder als Antennenzuleitung. BNC, N oder F Verbinder



Quiz 4.3.6

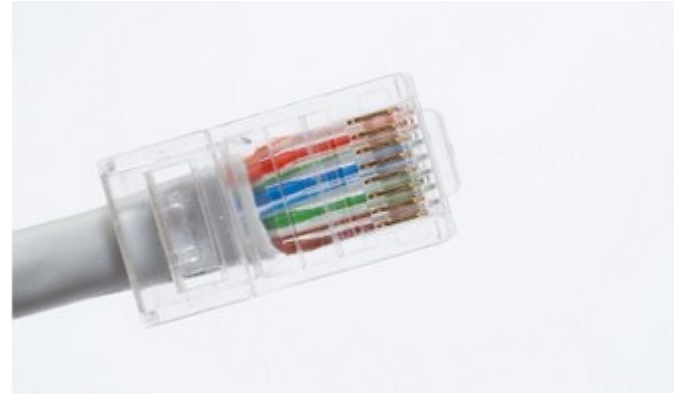
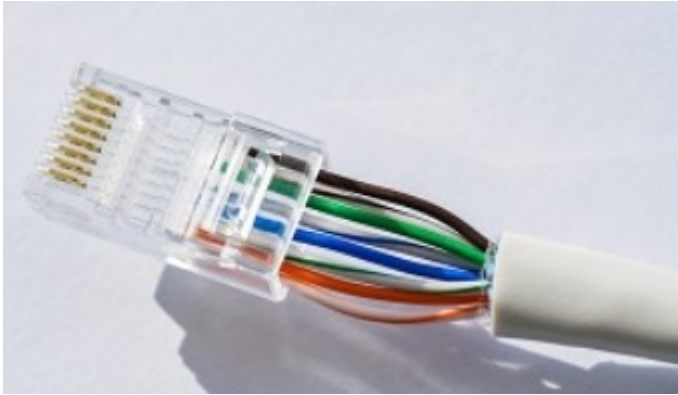
- 4 verdrehte Adernpaare, zur Abmilderung von Störeinkopplung, sogenannte Auslöschung oder Cancellation
- Unterschiedliche Schlagzahl
- Normierte Farbgebung
- RJ45-Verbinder
- LAN-Verkabelung primär in TIA/EIA-568-Norm definiert
 - Kabel-Typen, -Längen, -Verbinder, -Abschlüsse, -Testmethoden



- Kategorisierung der Kabel, bzgl. unterschiedlicher nachrichtentechnischer Eigenschaften, erfolgt durch IEEE
 - Category 3 – ursprünglich Telefon, aber auch der Beginn für Daten
 - Category 5 / 5e für Datenübertragung 100Mbps und 1 Gbps
 - Category 6 bis zu 10 Gbps (wir reden immer noch über UTP!)
 - Category 7 bis zu 10 Gbps und Category 8 bis zu 40 Gbps
- Verbinder im RJ-45-Bereich

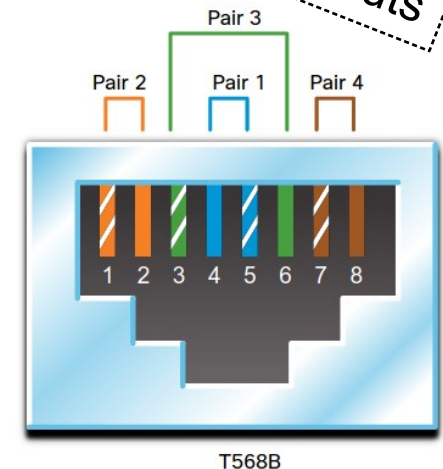
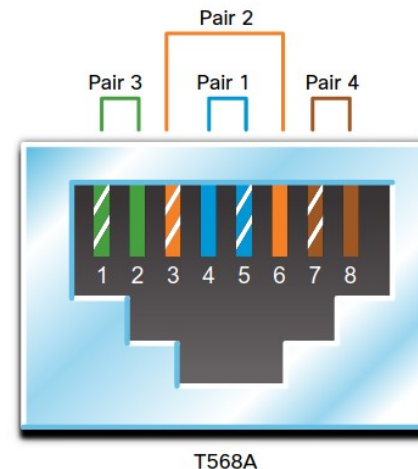


- Das korrekte „Crimpen“ und „Auflegen“ der Kabel ist ein extrem wichtiger Gelingensfaktor. Funktionsmessungen sind wichtig!



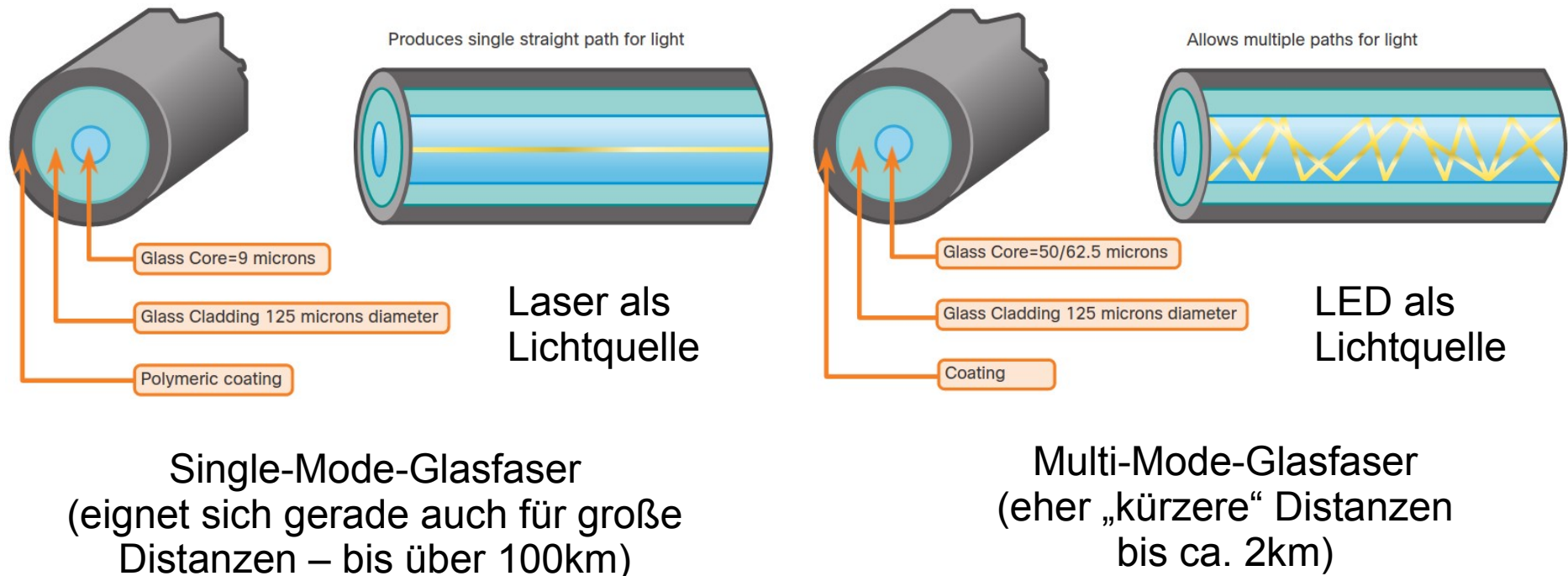
- T568A und T568B Standards

- Straight-through
- Cross-over
- Nicht mit Ciscos Roll-over für RS-232 verwechseln



Activity 4.4.4
Cable Pinouts

- Aufwändiger zu verlegen / anzuschließen (ggf. Kostenfaktor)
- Vorteile aber auch klar: Geringere Dämpfung, damit größere Reichweiten, keine EMI/RFI-Störungen, dünnes Medium
- Funktion als „Waveguide“, als „Röhre für Licht“



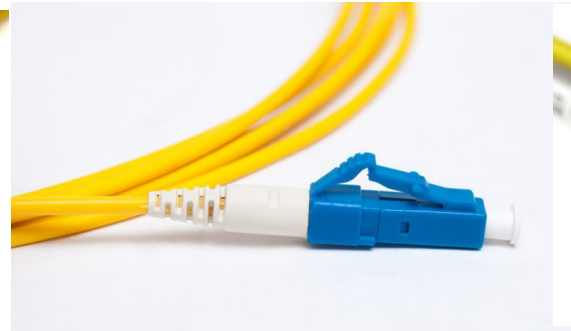
- Einsatzgebiete für Glasfaser:
 - Enterprise-Netze im Backbone zwischen Infrastruktur-Geräten
 - Fiber-to-the-Home (FTTH)
 - Long-Haul Netze / Weitverkehrsnetze zw. Städten, Ländern
 - Unterseekabel
- Glasfaser-Verbinder



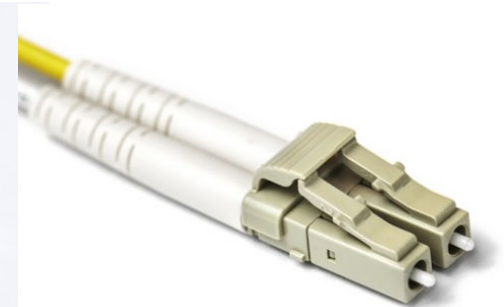
Straight-Tip (ST)



Subscriber
Connector (SC)

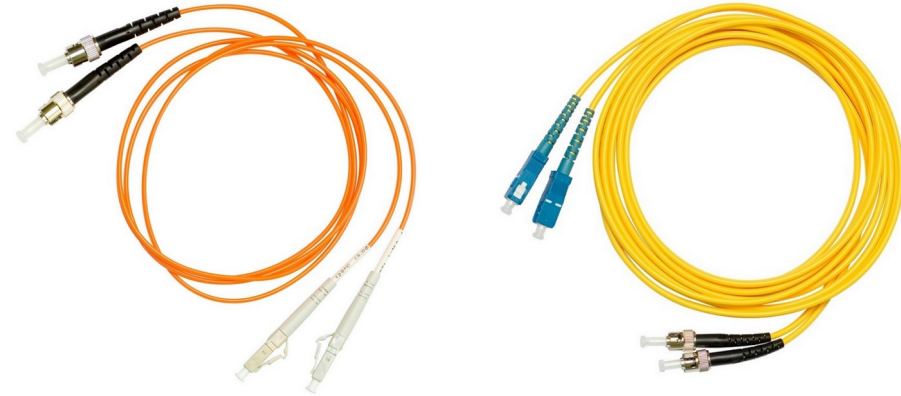


Lucent
Connector (LC)
Simplex



Duplex
Multimode LC
Connector

- Farbe zur Unterscheidung zw.
 - Single-Mode → Gelb
 - Multi-Mode → Orange
- Vergleich UTP ↔ Glasfaser

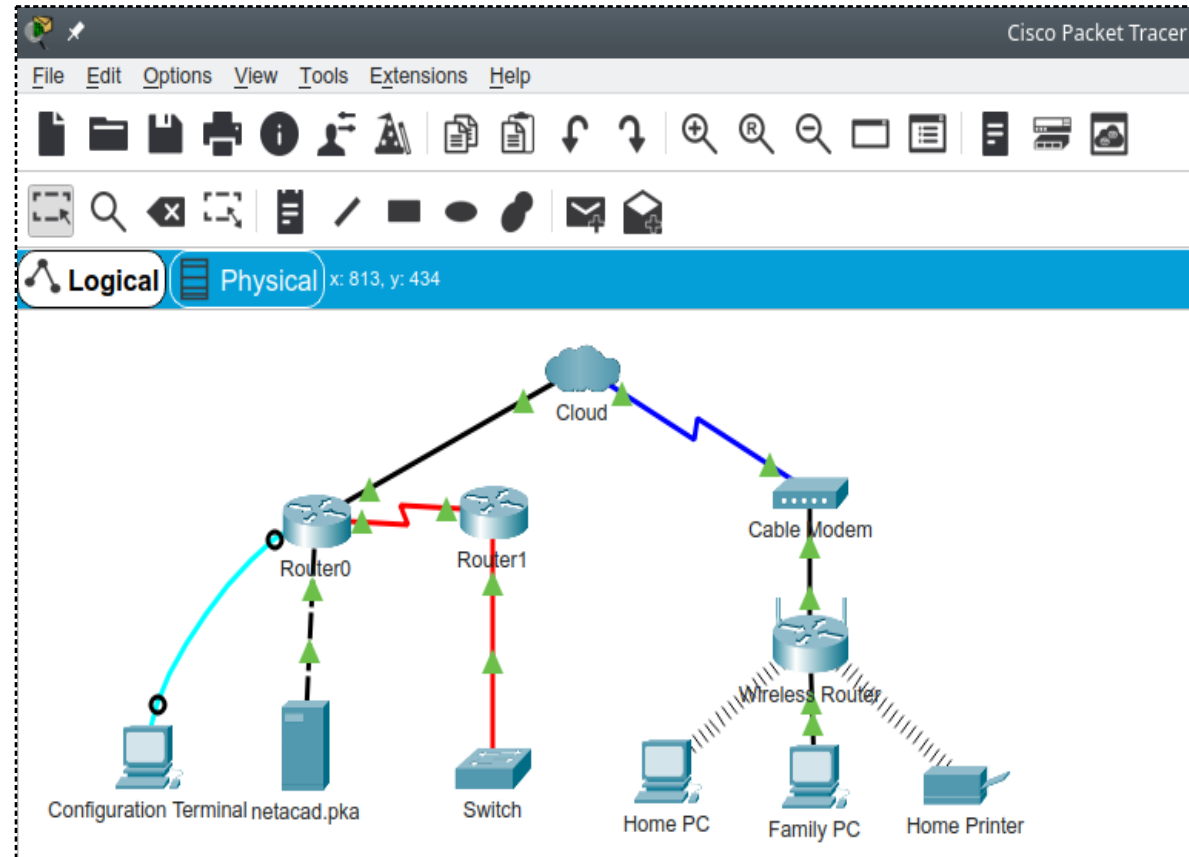


Implementation Issues	UTP Cabling	Fiber-Optic Cabling
Bandwidth supported	10 Mb/s - 10 Gb/s	10 Mb/s - 100 Gb/s
Distance	Relatively short (1 - 100 m)	Relatively long (1 - 100,000 m)
Immunity to EMI and RFI	Low	High (Completely immune)
Immunity to electrical hazards	Low	High (Completely immune)
Media and connector costs	Lowest	Highest
Installation skills required	Lowest	Highest
Safety precautions	Lowest	Highest

Quiz in 4.5.7

- Bietet größte Mobilität – auch #1 für Enduser-Anschluss
- Einschränkungen bei Wireless:
 - Abdeckungsgebiet – teils durch Umgebung verringert
 - Interferenzanfälligkeit – teils schon durch Haushaltsgeräte
 - Sicherheit – im Gegensatz zum Kabel nicht klar wo es ankommt
 - Shared Medium – wie Koax. Halb-Duplex. User rangeln um Bandbr.
- Normierung (Layer 1/2a) ebenfalls durch IEEE:
En- und Decoding, Frequenz, Leistung, Antennen
 - Wi-Fi (IEEE 802.11)
 - Bluetooth (IEEE 802.15) – Wireless Personal Area Network bis 100m
 - WiMAX (IEEE 802.16) – Point-to-Multipoint für Breitbandanschluss
 - Zigbee (IEEE 802.15.4) – Low Data Rate, Low Power, für IoT

- WLAN-Infrastruktur
 - Wireless Access-Point (AP)
 - Wireless NIC-Adapters
- WLAN-Quiz in 4.6.4
- Packet Tracer Übung in 4.6.5 – auch um Verkabelung im PT zu üben!
- Laborübung mit realem PC und drahtgeb. sowie wireless NICs in 4.6.6



- Packet Tracer - Physical Layer Exploration – 4.7.1
- Packet Tracer - Connect the Physical Layer – 4.7.2
- Lernziel-Zusammenfassung – 4.7.3
- Modul-Quiz – 4.7.4

Fragen ...

