„Was das Netzwerk im Innersten zusammenhält“

Netzwerk | Grundlagen

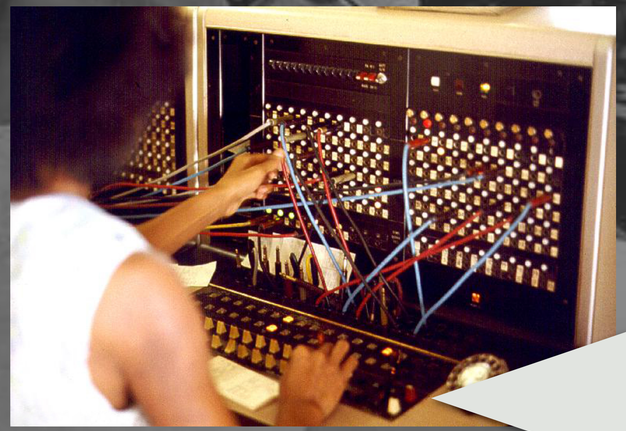
R.SEPP VOIGT | 07.02.2023

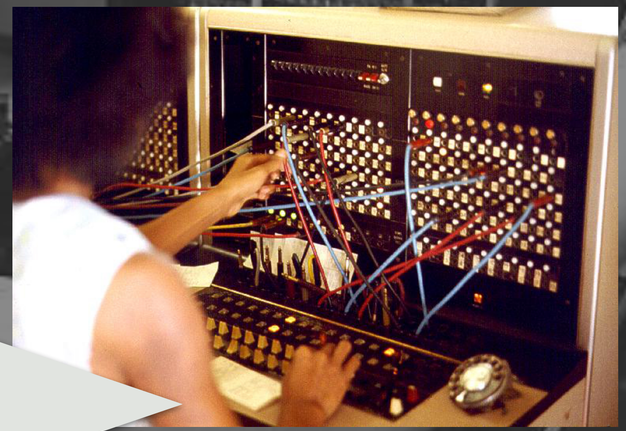
Entwicklung hin zum einem Computernetzwerk

R.SEPP VOIGT | 07.02.2023

Entwicklung hin zum einem Computernetzwerk

Vermittlungsstelle
„Fräulein vom Amt“





Castrop-Rauxel

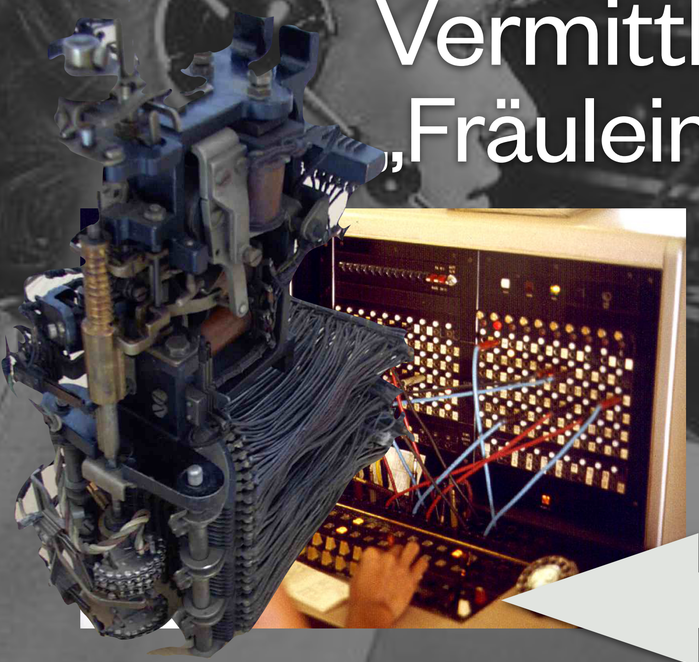
Hintertupfingen

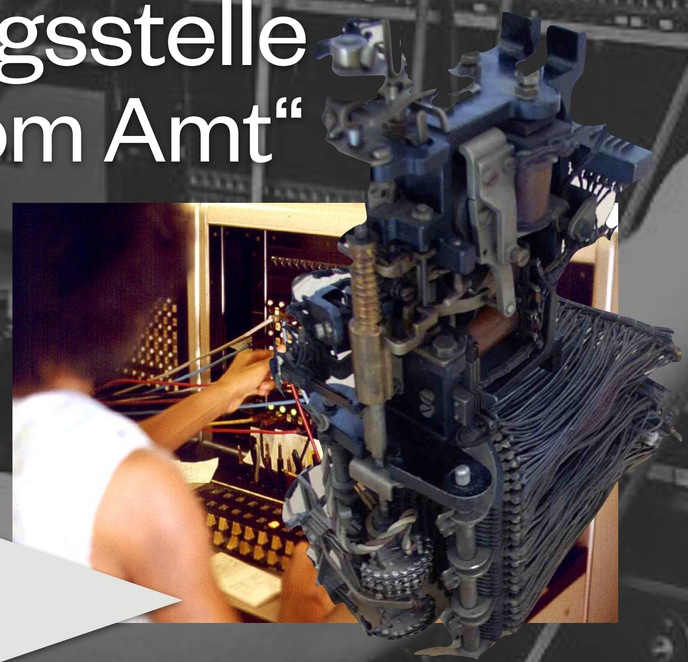
Telefon

Telefon

Entwicklung hin zum einem Computernetzwerk

Vermittlungsstelle
„Fräulein vom Amt“





Telefon

Castrop-Rauxel

Hintertupfingen

Telefon

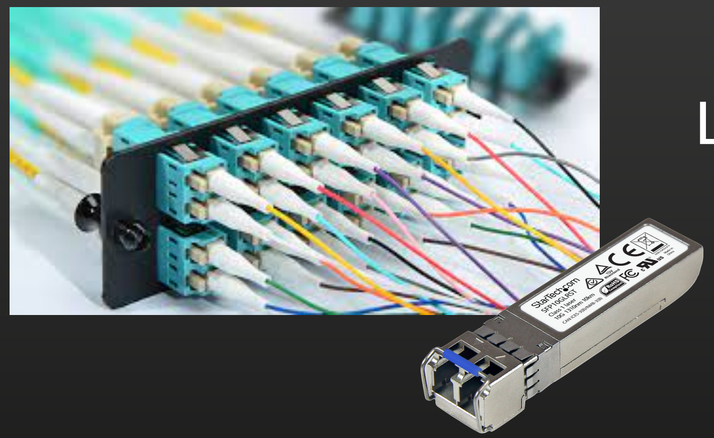
Entwicklung hin zum einem Computernetzwerk

R.SEPP VOIGT | 07.02.2023

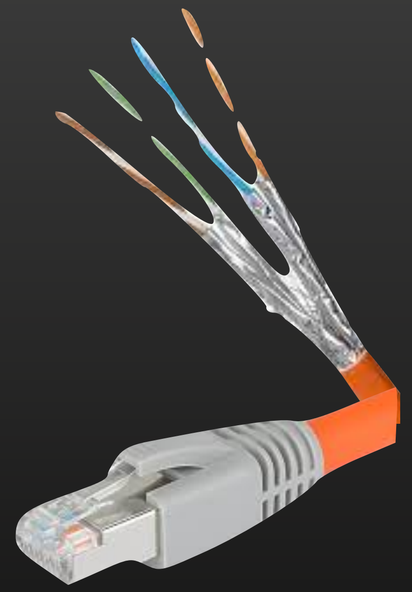
Ethernet - Kabel ist nicht Kabel

PowerLine

KOAX (BNC)



LWL

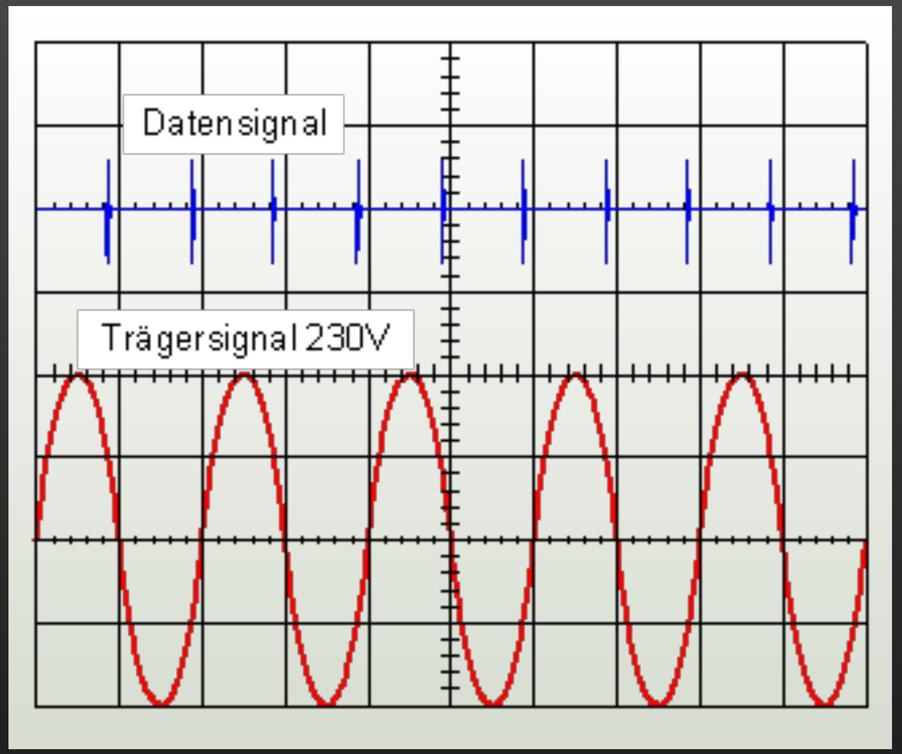


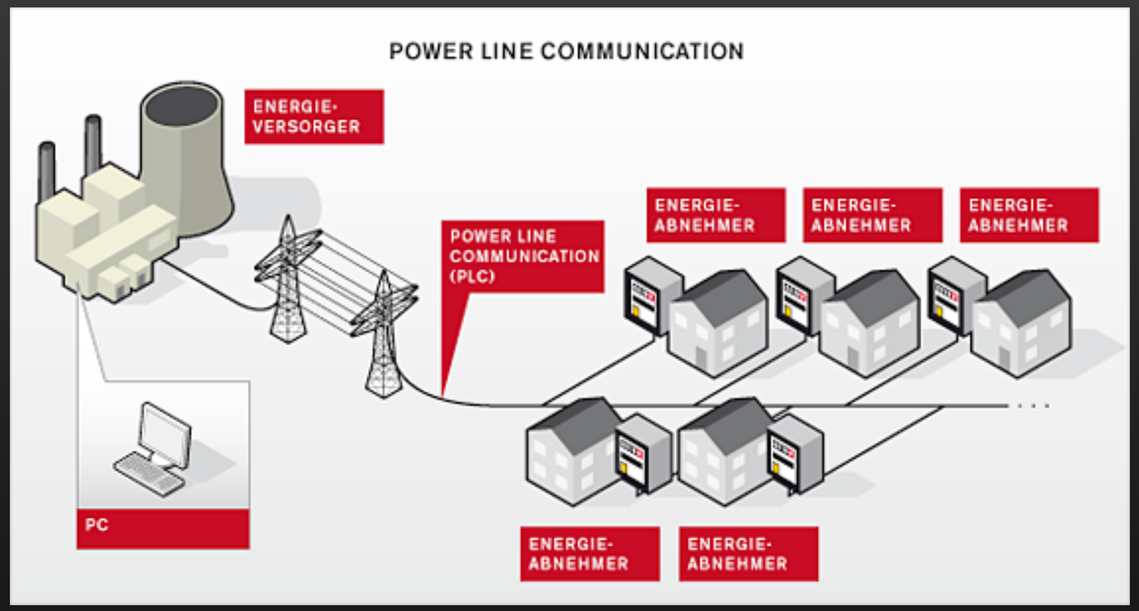
Kupfer - Cat - Kabel

(Telefonleitung)

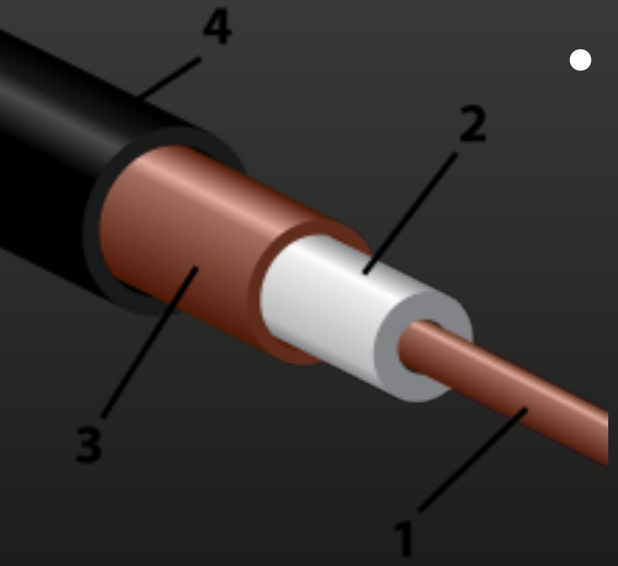
Ethernet - Powerline

- PLC-Bus seit 2002
- Zuverlässigkeit 99,95
  5 Fehler bei 10.000



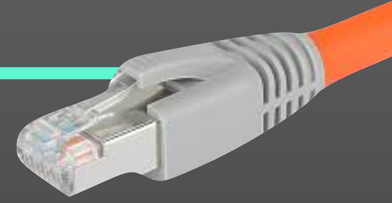


Ethernet - Koax



- 185 m
- 50 Ohm
- Halbduplex - wechselseitige Kommunikation
- 10 Mbit/s (Brutto, 9,4 Netto)

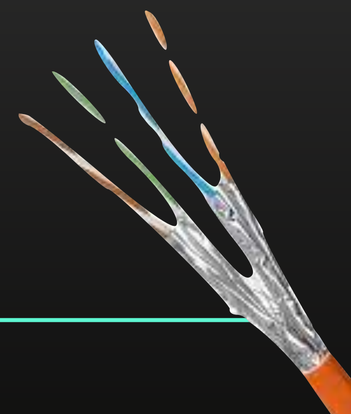
Ethernet - Cat



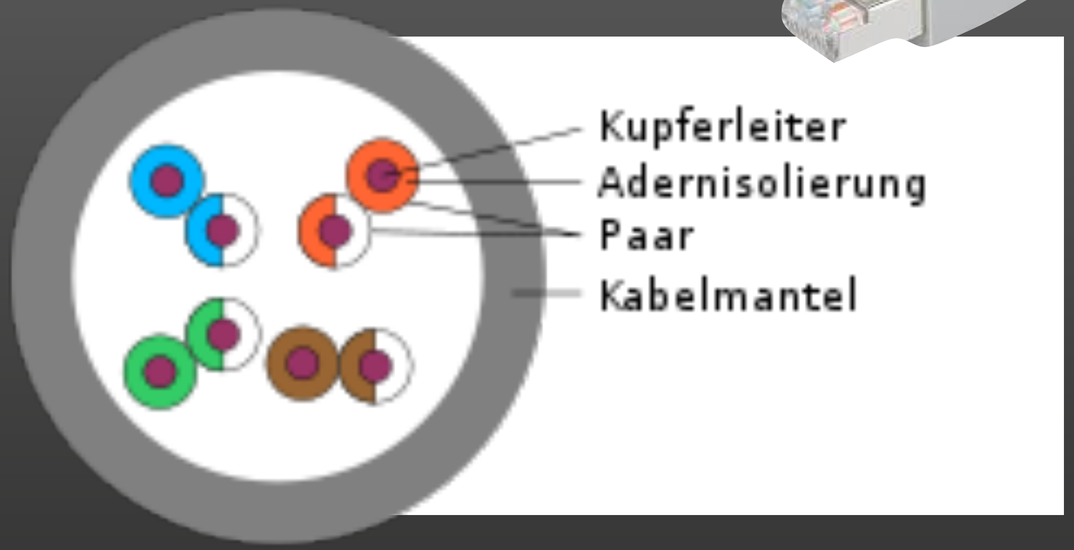
- Bis zu 100m
- Unterschiedliche Kategorien/Typ eben Cat
- Alle aber Duplex (Richtung) - nach Cat-Art
- Bis zu 40 Gbit/s (Brutto)
- viele andere elektrische Signale Möglich

Cat 1 bis 8

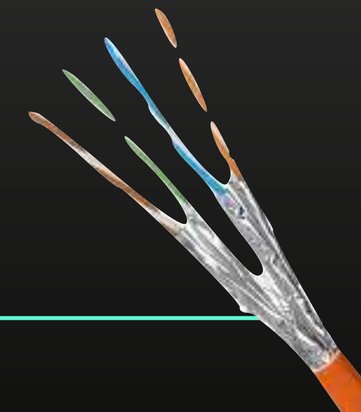
Bandbreite 0,4 MHz bis 2000 MHz



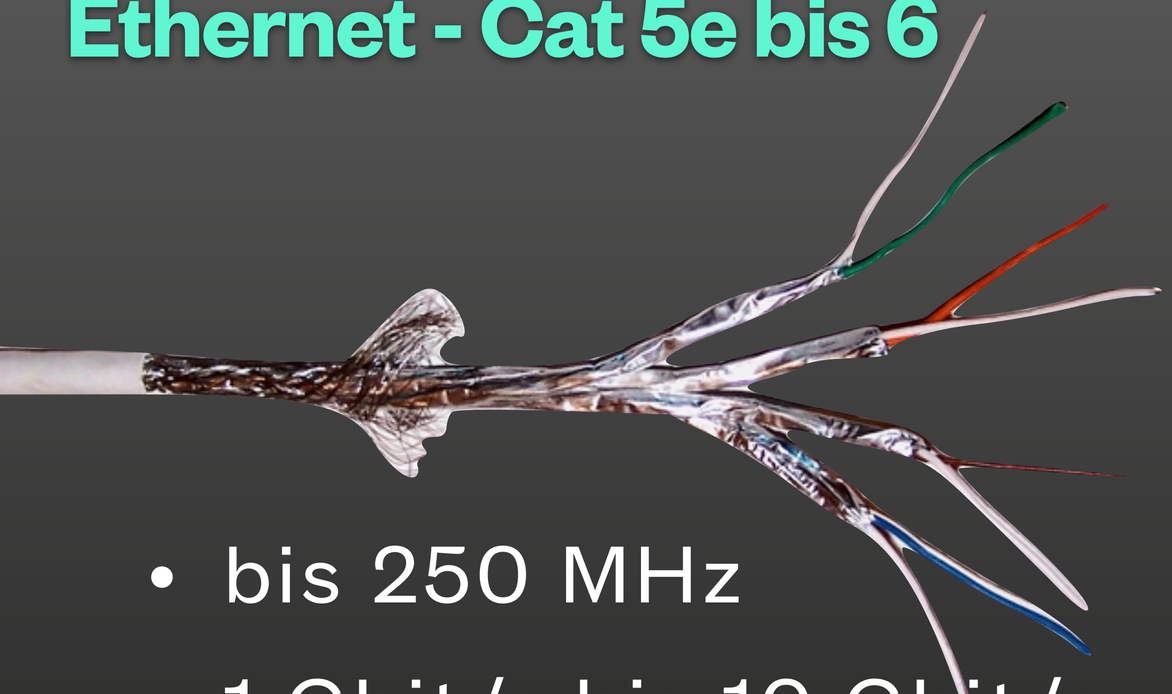
Ethernet - Cat 1 bis 5

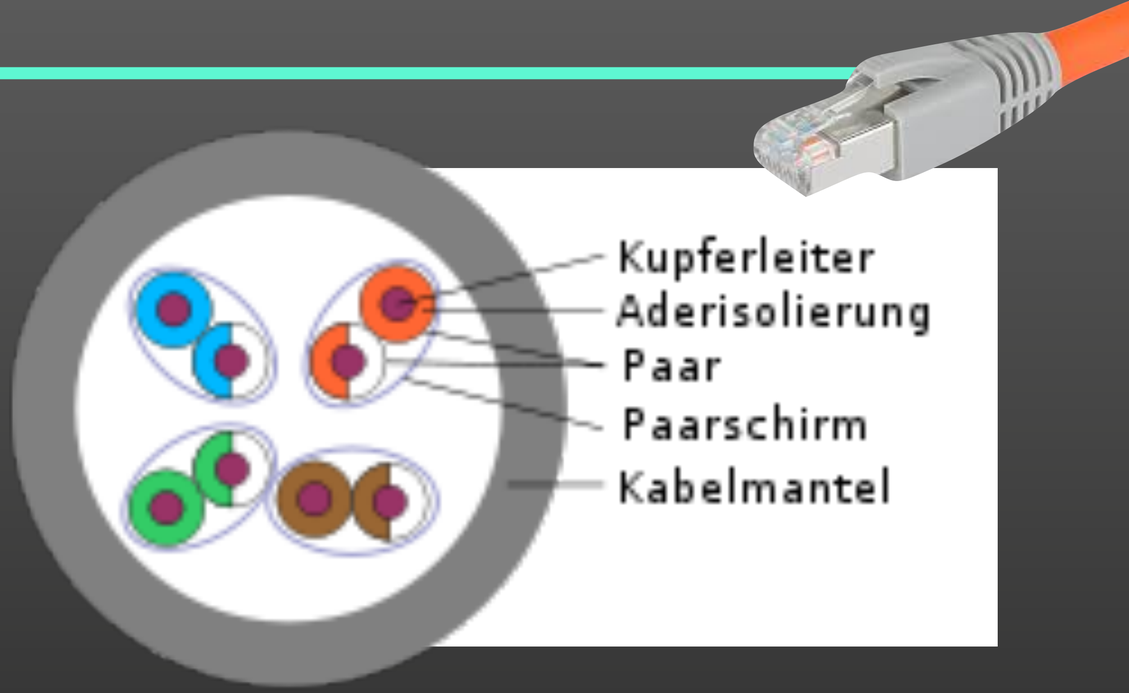


- bis 100 MHz
- max. 100 Mbit/s - 10 Mbit/s bis 200 m
- Typ UTP

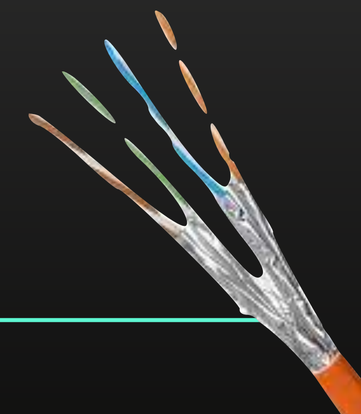


Ethernet - Cat 5e bis 6

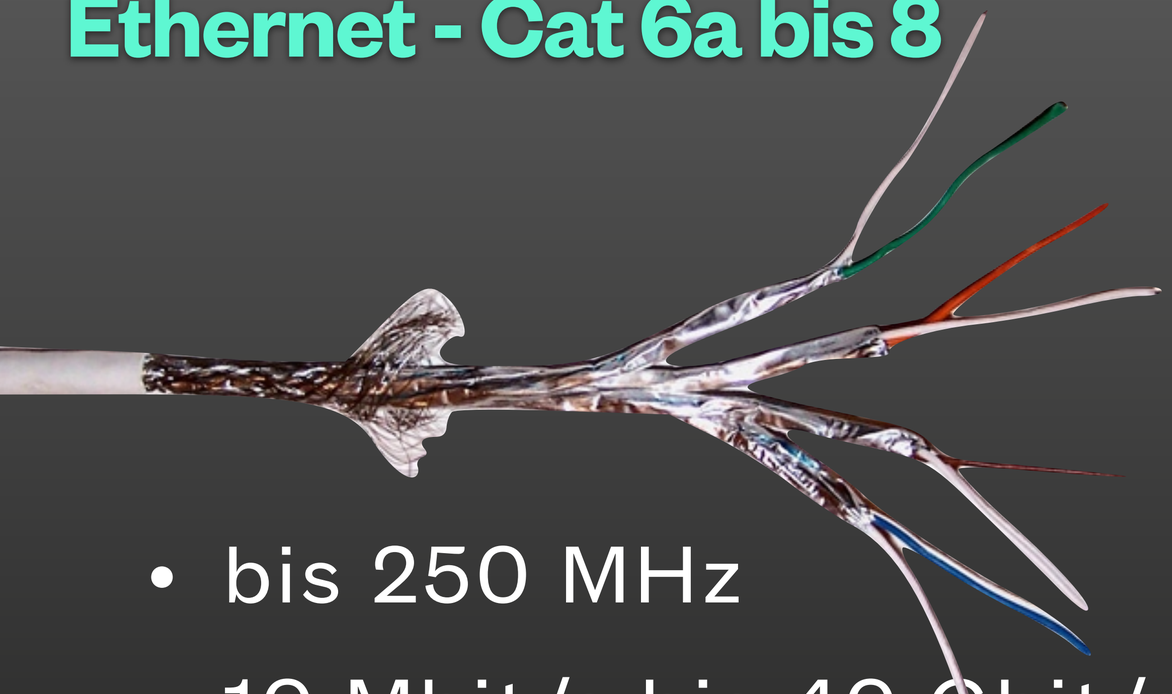


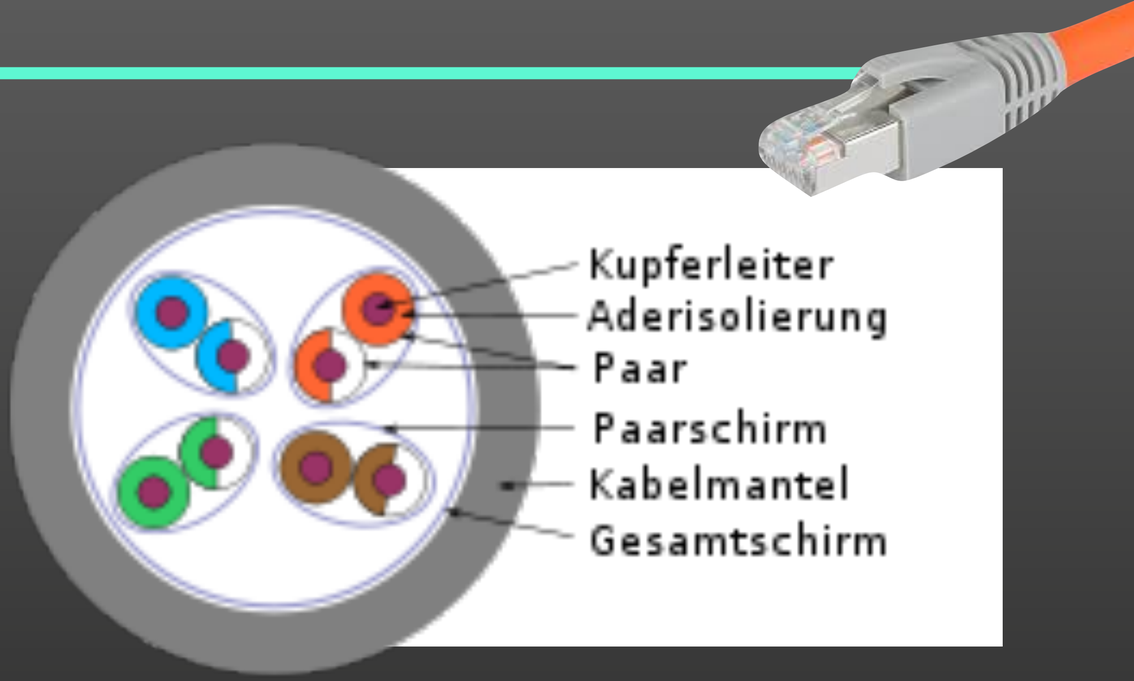


- bis 250 MHz
- 1 Gbit/s bis 10 Gbit/s
- Typ UTP, STP

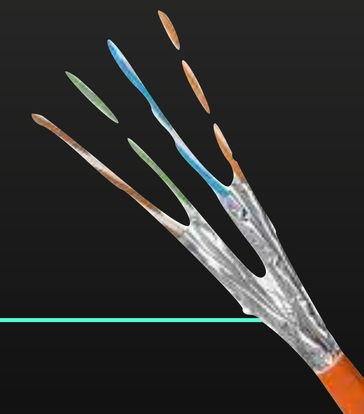


Ethernet - Cat 6a bis 8

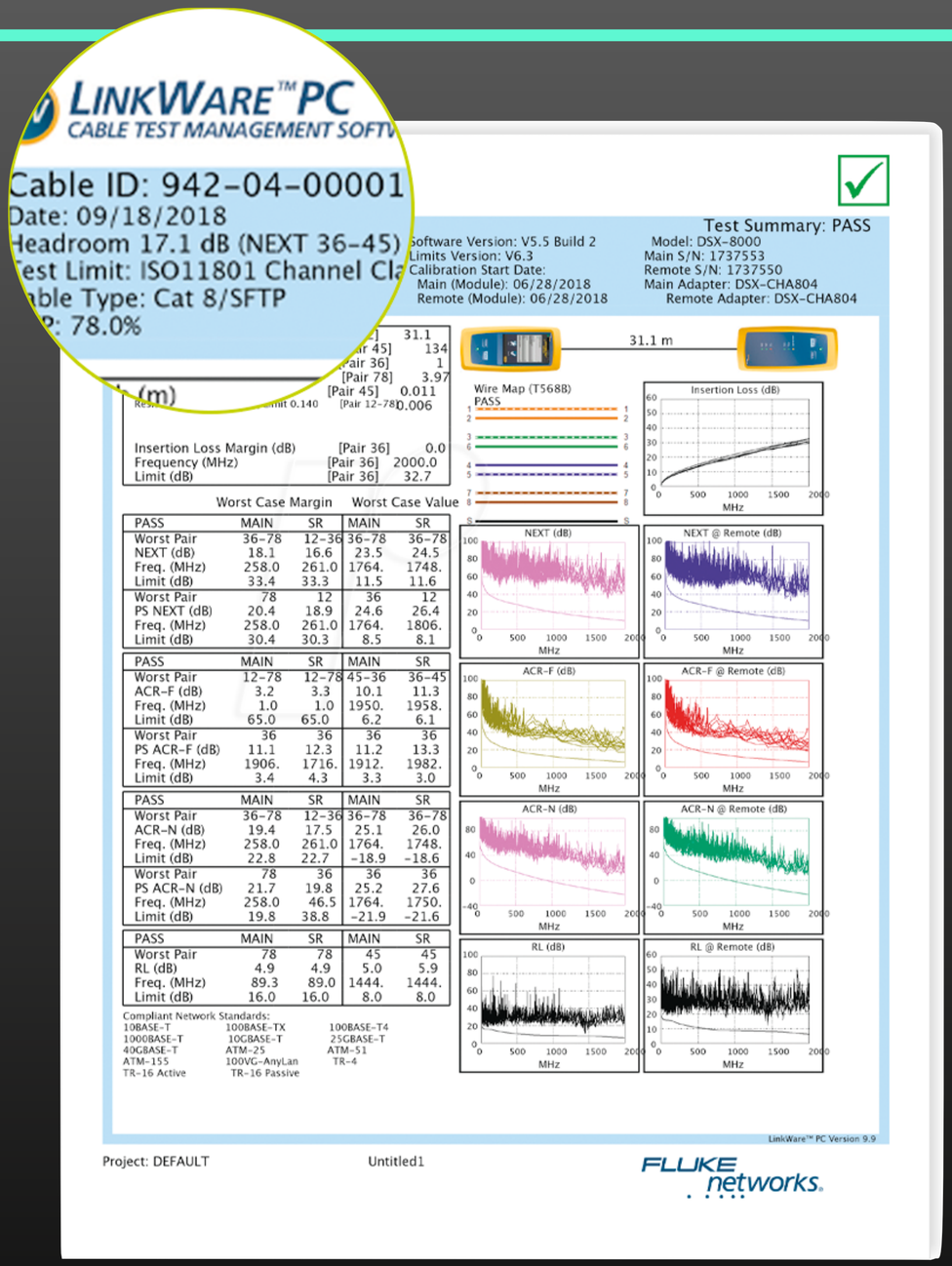




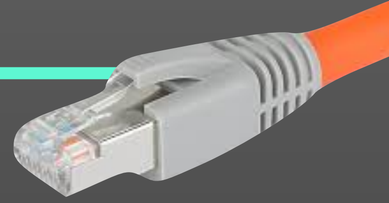
- bis 250 MHz
- 10 Mbit/s bis 40 Gbit/s (30m)
- Typ S/FTP



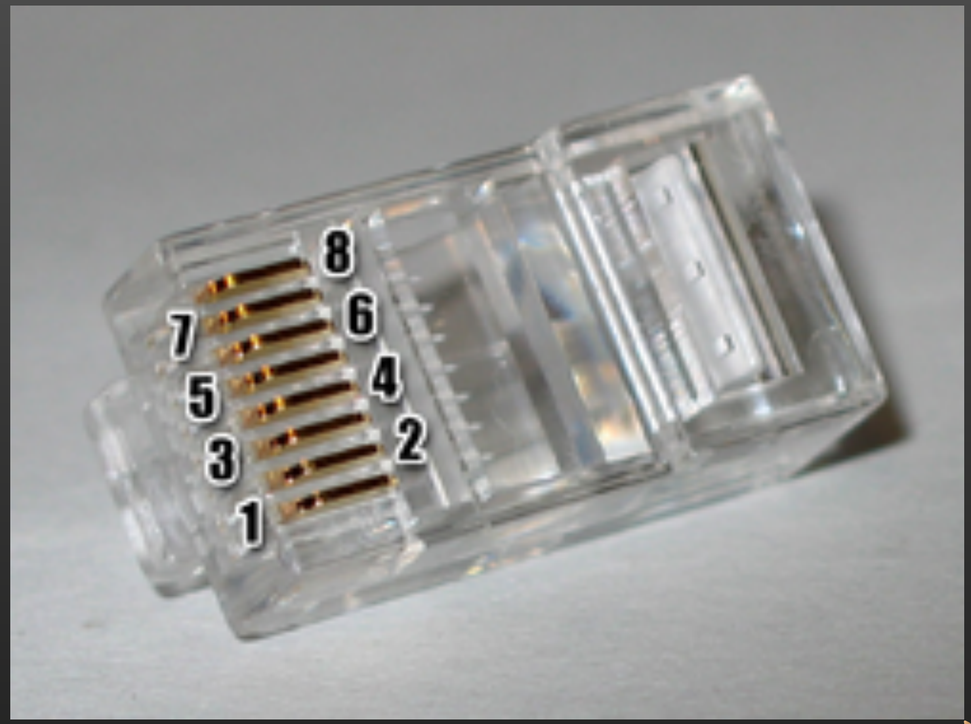
Ethernet - Cat 6a bis 8

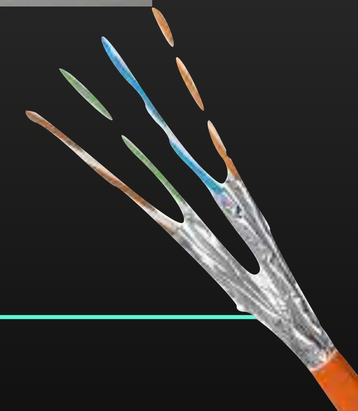


Ethernet - Kabel und Farben

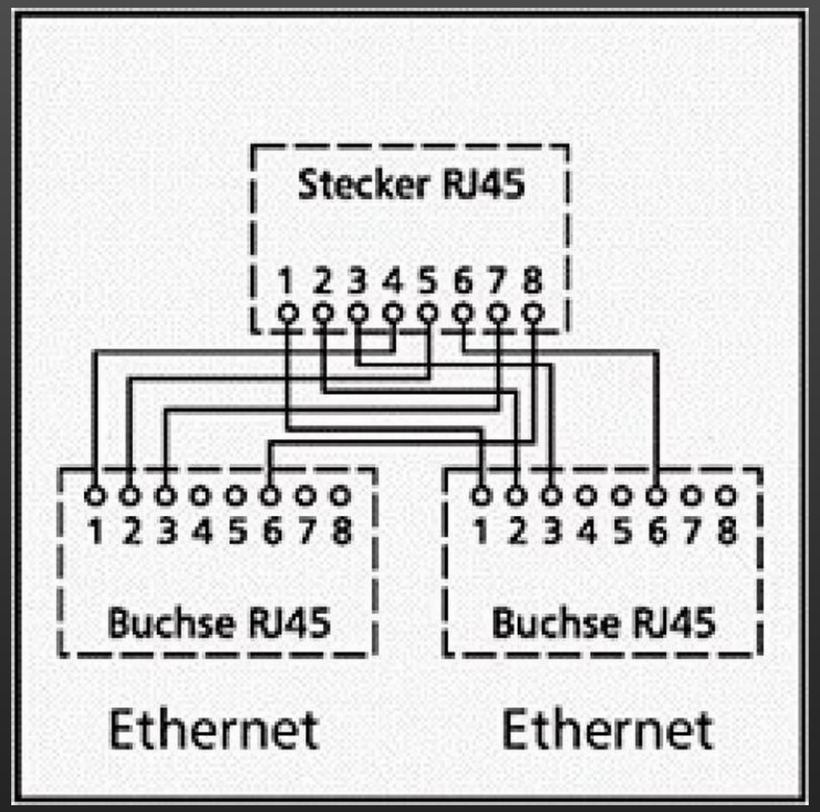


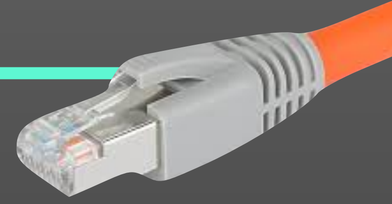
Anschluss *Connection*			Anwendung / *Application*			
Farbcode *Colour code* **T568**		RJ45 PIN Nr./*No.*	10BT/ 100BT	1 Gigabit/ 10 Gigabit Ethernet	Token Ring ISDN/So	Upo/ TEL
A	**B**					
W - G	W - O	1	•	•		
G	O	2	•	•		
W - O	W - G	3	•	•	•	
BL	BL	4		•	•	•
W - BL	W - BL	5		•	•	•
O	G	6	•	•	•	
W - BR	W - BR	7		•		
BR	BR	8		•		

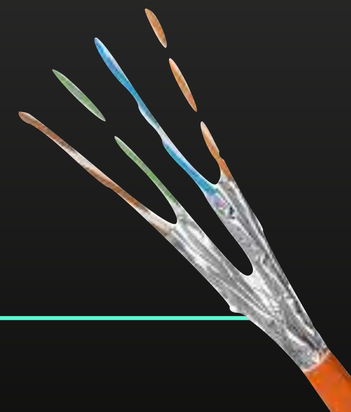




Ethernet - 4 Adernpaare ? Geht da was ?

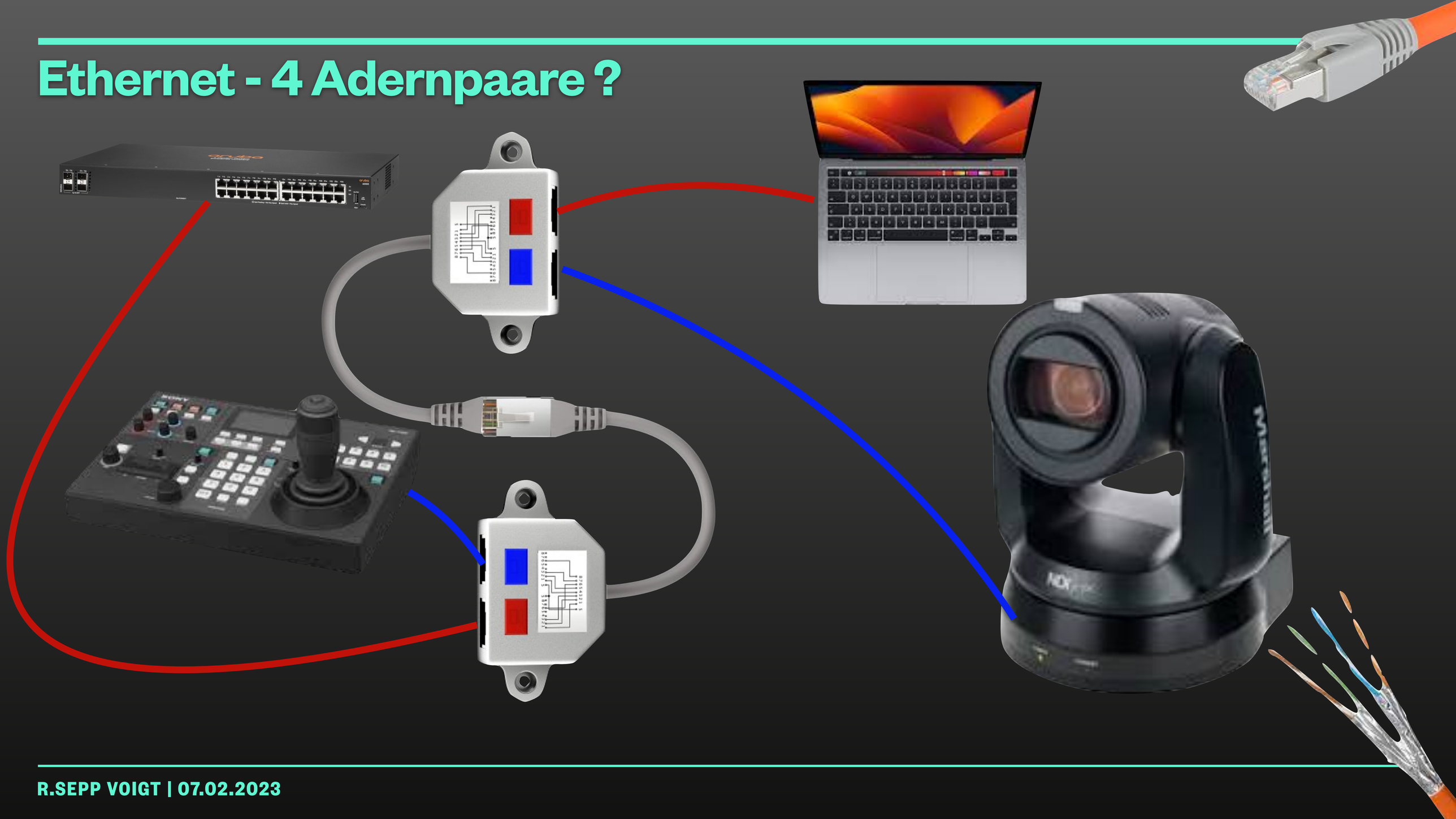






Kurzer Ausflug in die Praxis

Ethernet - 4 Adernpaare ?

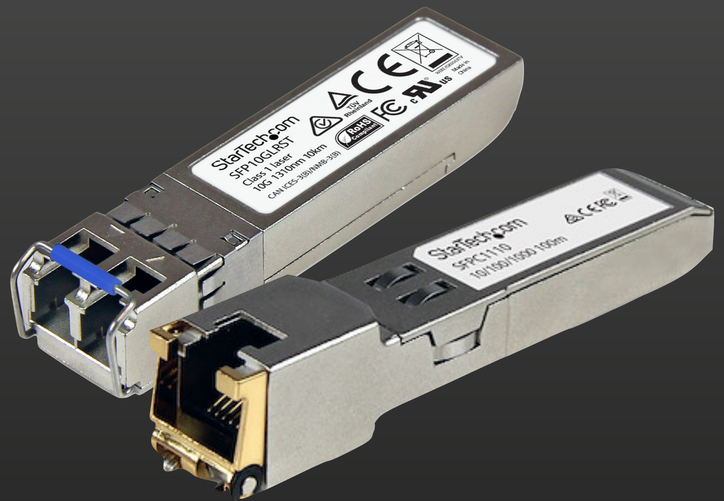


LWL - Licht im Kabel

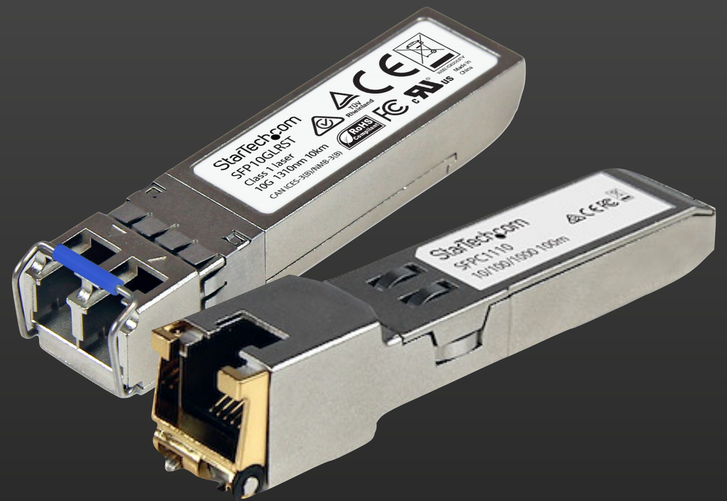
- 120 km
- 100 Gbits/s
- 2 Kategorien
- Hochempfindlich (Schmutz, Biegeradien)
- hoher Installationsaufwand

LWL - und wieder elektrisch

- SFP (1G)



- SFP+ (10G)



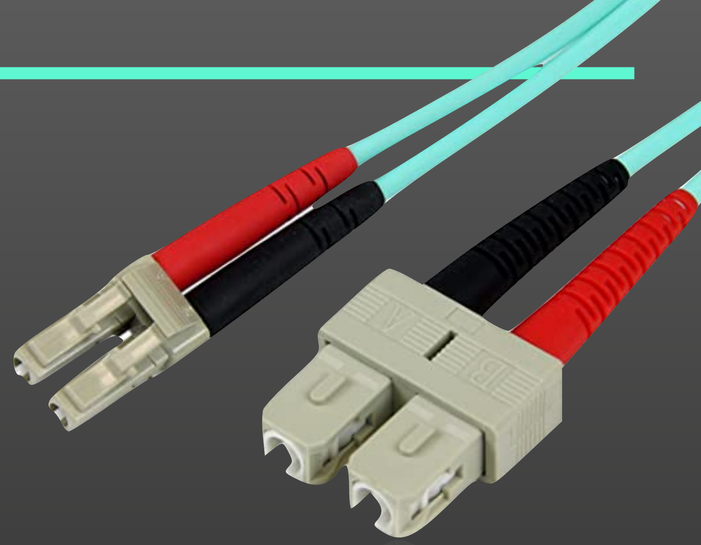
- QSFP (100G)

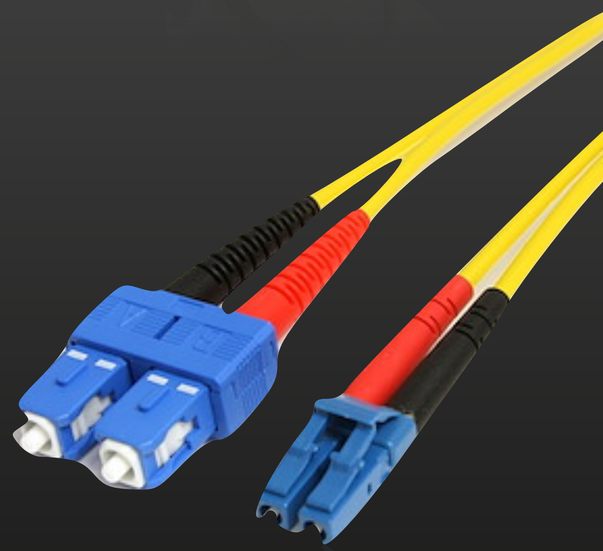
LWL - module module module

Speed	Form Factor				
1G	SFP	GBIC	SFF	1x9	
10G	SFP+	XFP	X2	XENPAK	300PIN
25G	SFP28				
40G	QSFP+	QSFP	CFP	300PIN	
100G	QSFP28				

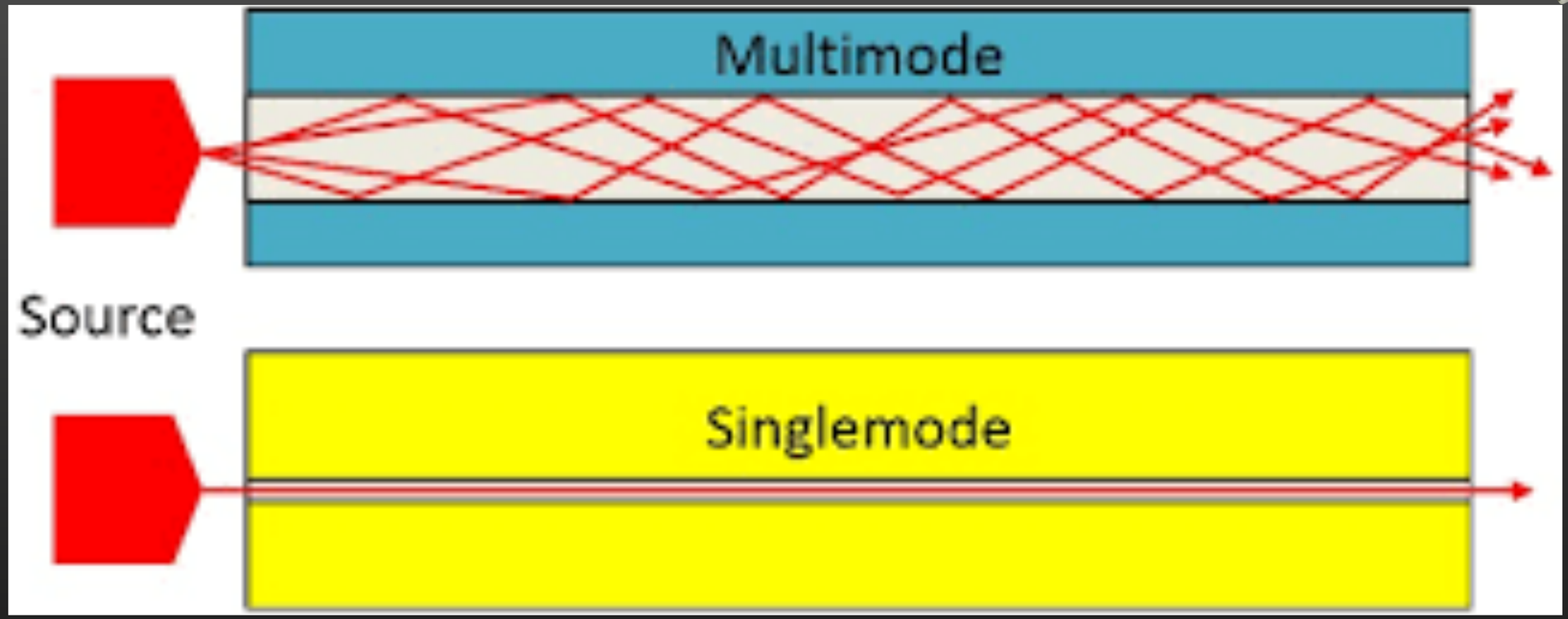
LWL - Licht im Kabel

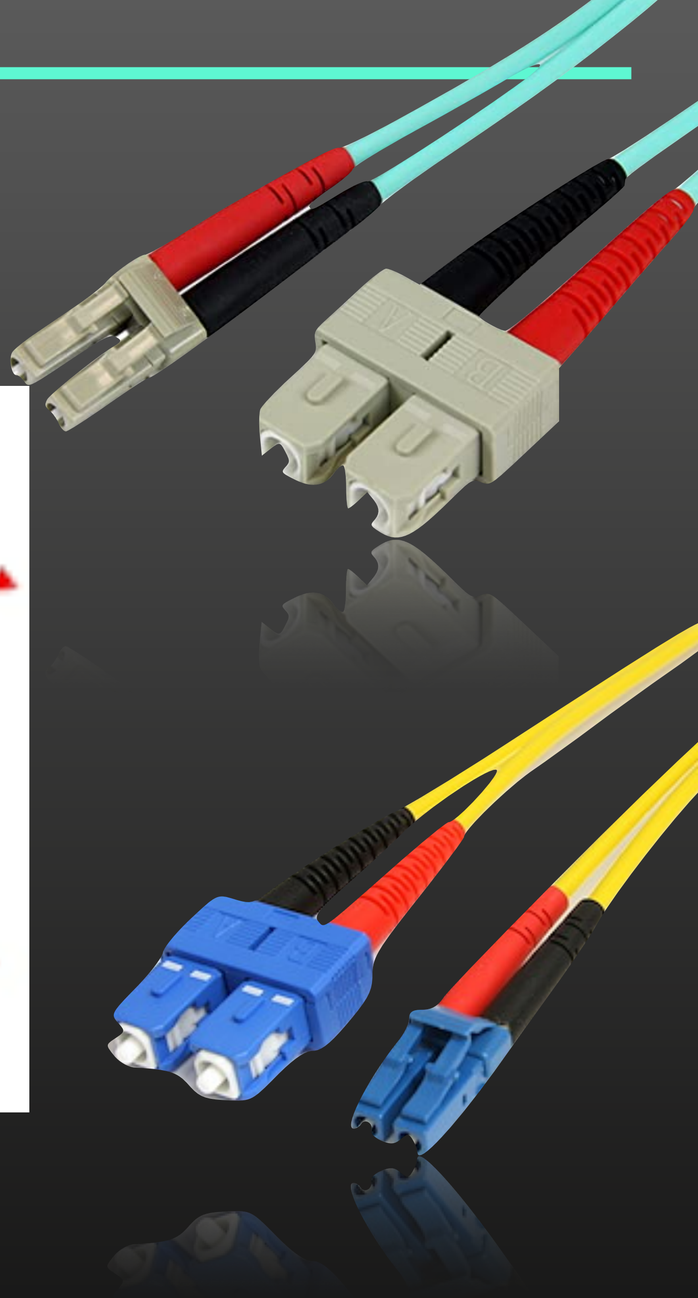
Kategorie	Farbcode	Fasertyp	Dämpfung (dB/km)				minimale modale Bandbreite (MHz·km)		
							EMB[1]	*OFL*[2]	
		Wellenlänge	850 nm	1310 nm	1383 nm	1550 nm	850 nm	850 nm	1310 nm
Multimodefasern									
OM1	orange[3]	G62,5/125	3,5	1,5	*n.a.*	*n.a.*	*n.a.*	200	500
OM2	orange	G50/125						500	
OM3	aqua	G50/125	3,0	1,5	*n.a.*	*n.a.*	2000	1500	500
OM4	violett[4]						4700	3500	
OM5	lime	G50/125					4700	3500	500
							953 nm	953 nm	
							2470	1850	
Monomodefasern (*Single-Mode-Fasern*)									
OS1	gelb[5]	E9/125	*n.a.*	1,0	*n.a.*	1,0	*n.a.*		
OS2				0,4	0,4	0,4			





LWL - Licht im Kabel, ahh kann ich anfassen

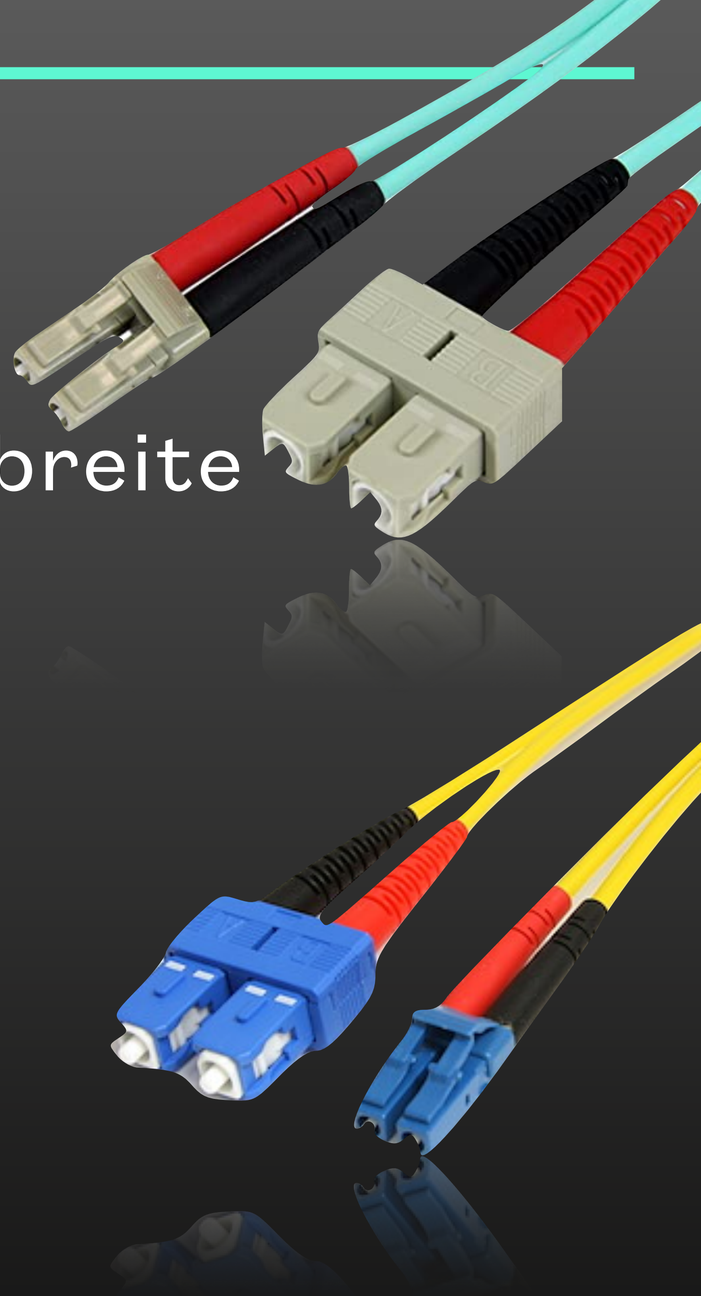




LWL - was ist jetzt besser?

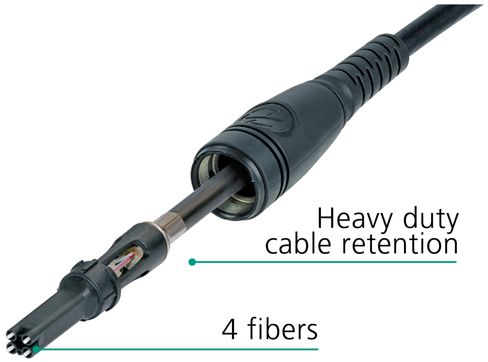
Ethernet			OM1	OM2	OM3	OM4	OS1/OS2
100 Mbit/s	100BASE-SX	**850 nm**	300 m	300 m	300 m	n.a.	
	100BASE-FX	**1310 nm**	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	10 km
1 Gbit/s	1000BASE-SX	**850 nm**	300 m	500 m	1000 m	1000 m	
	1000BASE-LX[36]	**1310 nm**	550 m	550 m	550 m	550 m	5 km
	1000BASE-LX10	**1310 nm**	550 m	550 m	550 m	550 m	10 km
	1000BASE-BX10 (Einzelfaser)	**1490 nm(-D)** **1310 nm(-U)**					10 km
	1000BASE-EX	**1310 nm**					40 km
	1000BASE-ZX	**1550 nm**					80 km
	1000BASE-EZX	**1550 nm**					120 km
10 Gbit/s	10GBASE-SR	**850 nm**	30 m	80 m	300 m	500 m	
	10GBASE-LR	**1310 nm**					10 km
	10GBASE-LRM	**1310 nm**	220 m	220 m	220 m	220 m	
	10GBASE-ER	**1550 nm**					40 km
	10GBASE-ZR	**1550 nm**					80 km
40 Gbit/s	40GBASE-SR4	**850 nm**	n.a.	n.a.	100 m	125 m	
	40GBASE-SR2-BiDi	**850 nm**	n.a.	n.a.	100 m	150 m	
	40GBASE-FR[37]	**1550 nm** **1310 nm**[38]					2 km
	40GBASE-LR4	**1310 nm**					10 km
	40GBASE-ER4	**1550 nm**					40 km
100 Gbit/s	100GBASE-SR2	**850 nm**	n.a.	n.a.	70 m	100 m	
	100GBASE-SR2-BiDi	**850 nm**	n.a.	n.a.	70 m	100 m	
	100GBASE-SR4	**850 nm**	n.a.	n.a.	70 m	100 m	

- Multimode
  für mehr Bandbreite
- Singelmode
  für Strecke

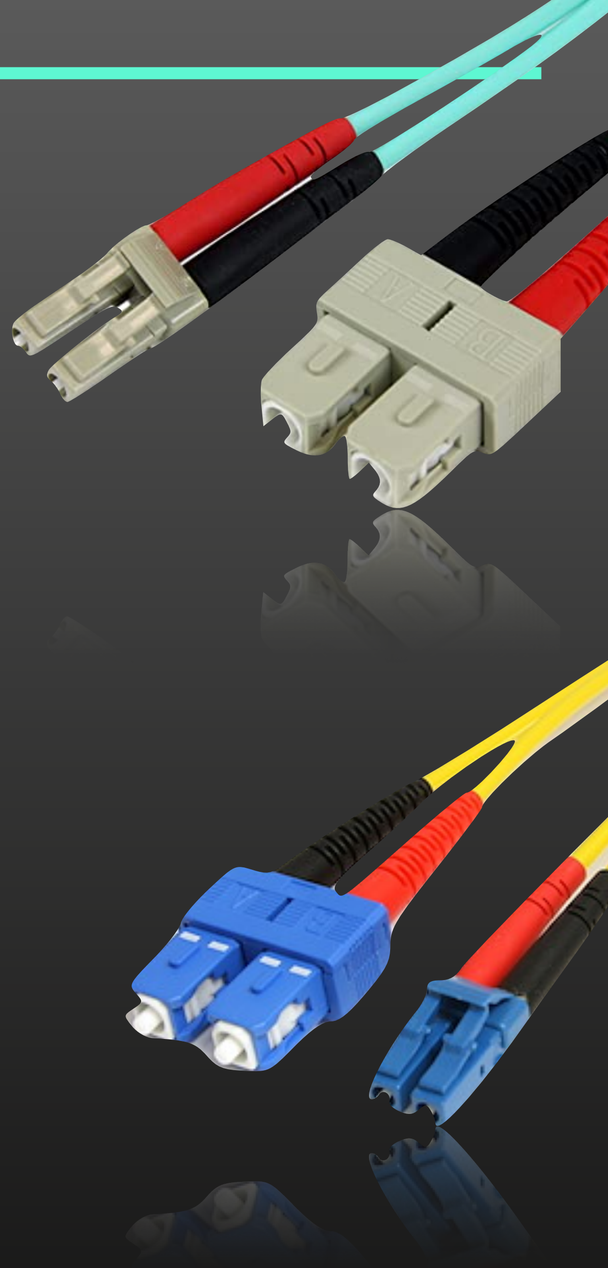


LWL - on Stage?

opticalCON QUAD

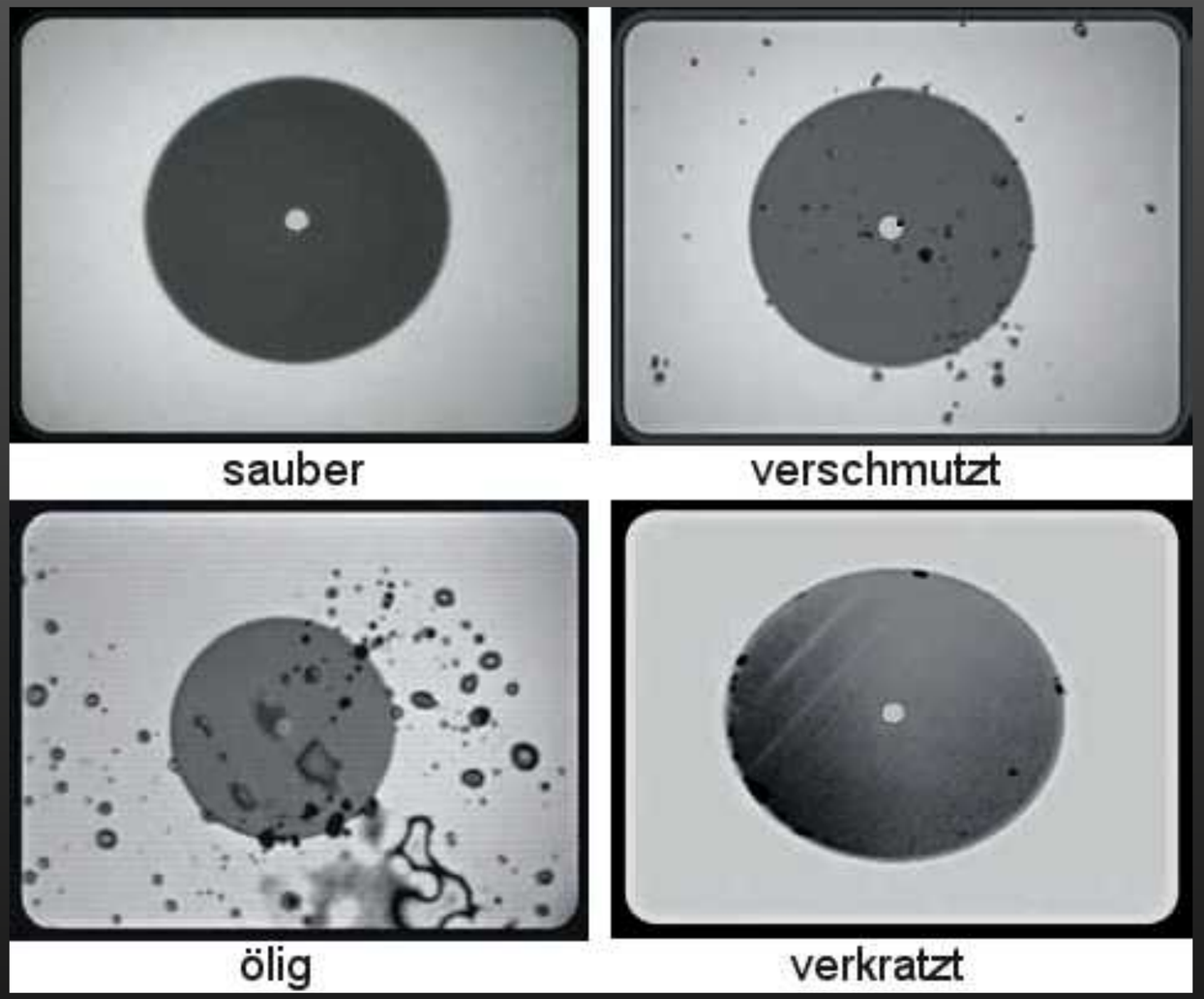


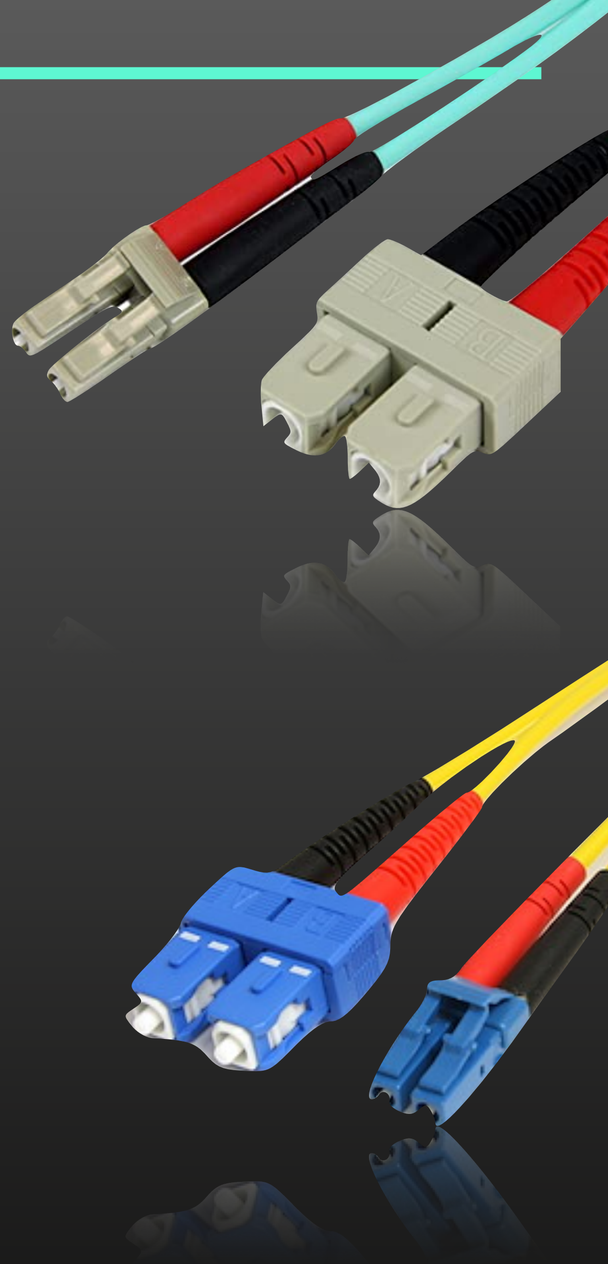
MULTICHANNEL



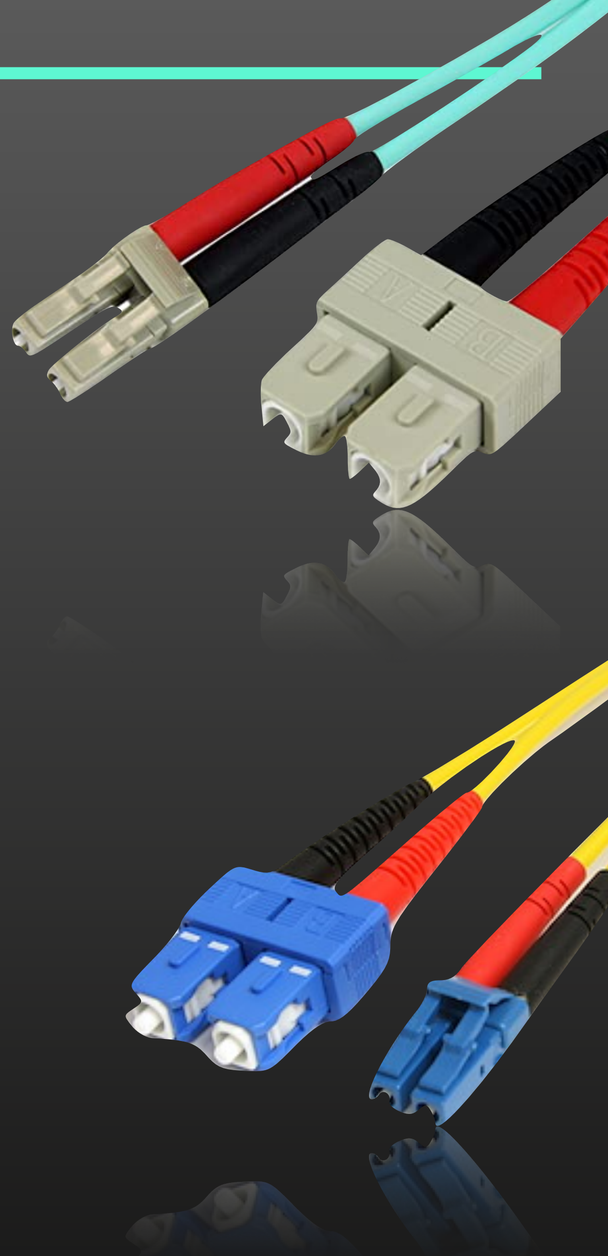
Kurzer Ausflug in die Praxis

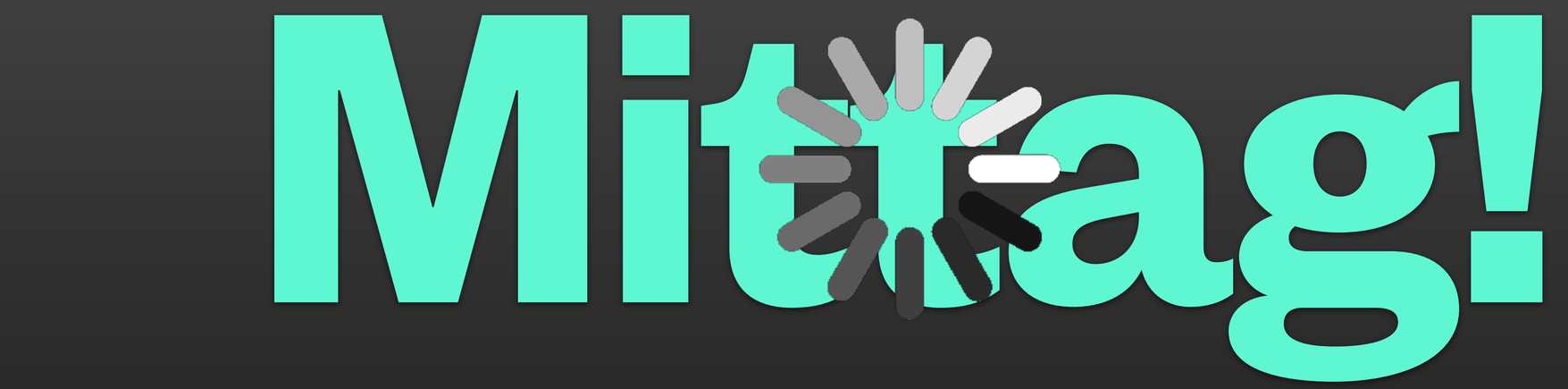
LWL - empfindlich!



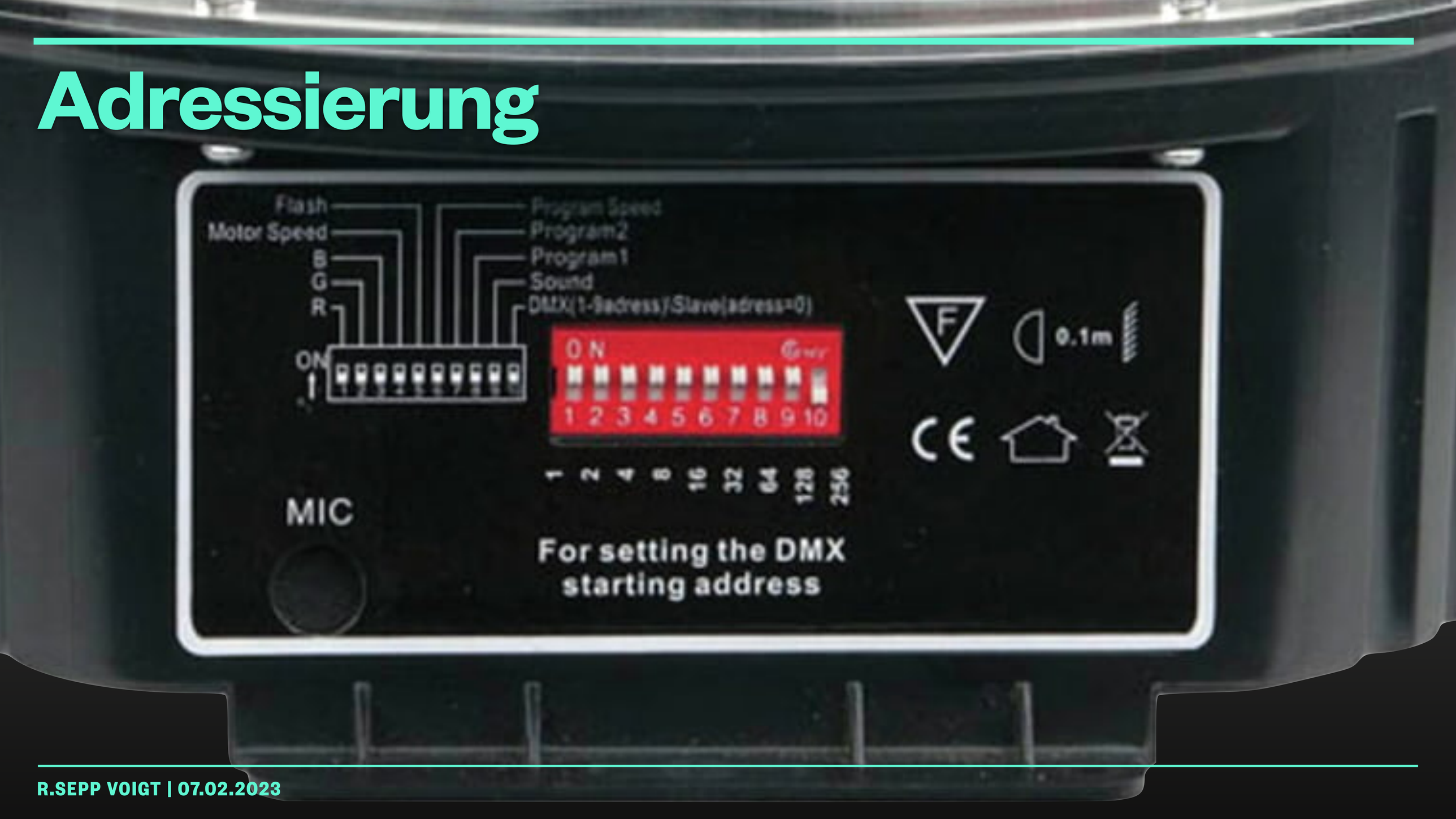


LWL - empfindlich!




Mitag!

Adressierung



MAC - ? Burger oder was - Media Access Control

- Physische Adresse des Gerätes (fest in Hardware eingeprägt)
- Bei Mobiltelefonen IMEI
- Hersteller und Seriennummer kann enthalten sein
- besteht aus 48 Bit

Aufbau/Schreibweise:

00-80-41-ae-fd-7e oder 00:80:41:AE:FD:7E

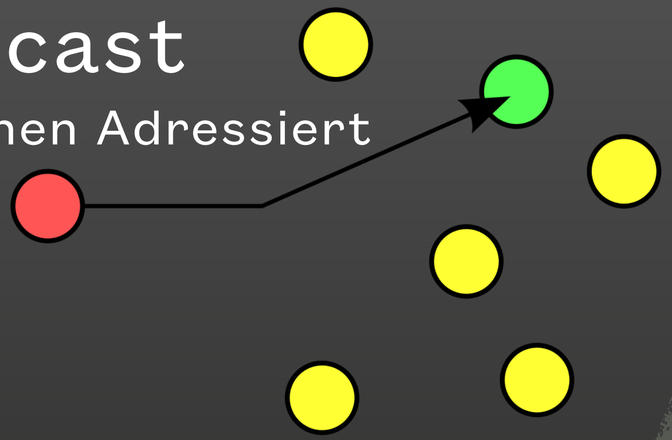
IP - v4, v6 was ist mit v1 ?

- IPv1 1973 entwickelt
- ...
- IPv4 1978 - 32 Bit - 4.294.967.296 Adressen
- IPv6 1995 - 128 Bit - 340 Sextillionen Adressen
- Adressierung eines Paketes
  (Destination address oder Source address)

IP - Adressen immer nur ein Empfänger?

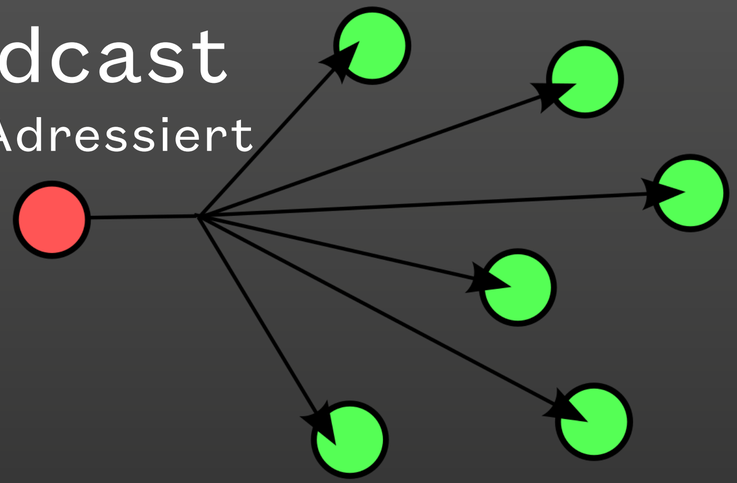
Unicast

an einen Adressiert



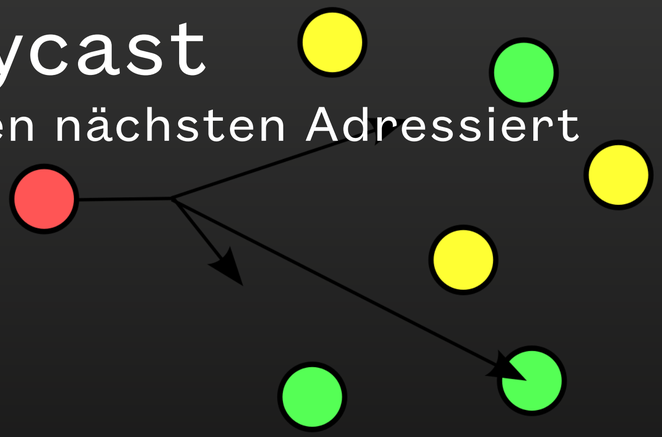
Broadcast

an Alle Adressiert



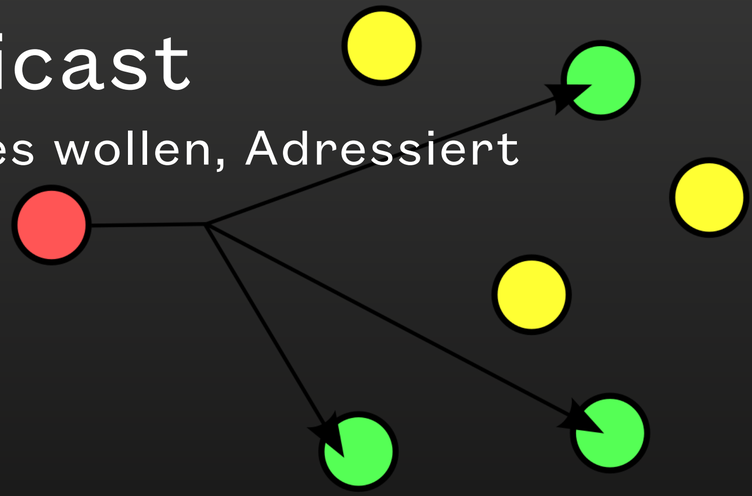
Anycast

an den nächsten Adressiert



Multicast

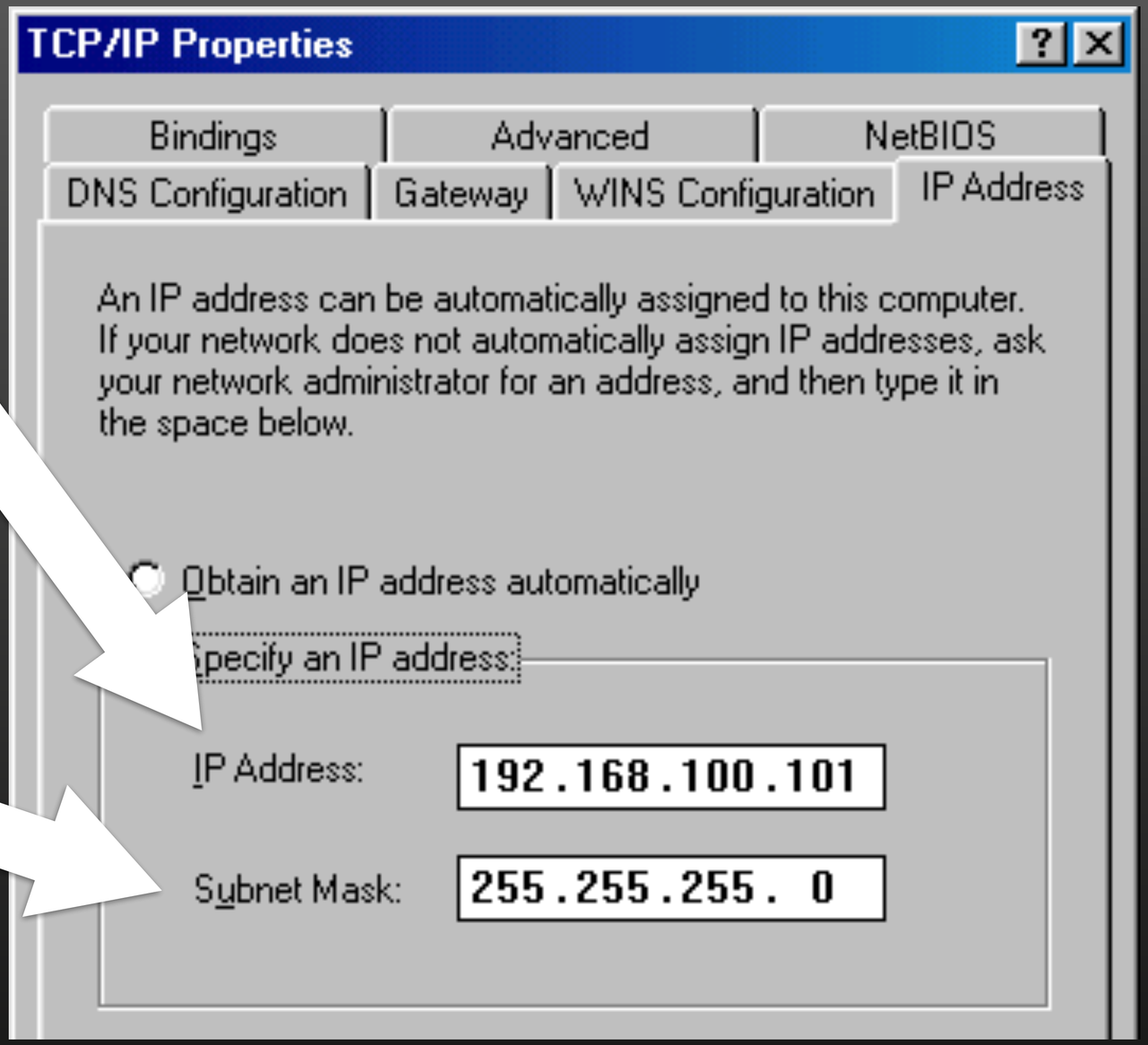
für die es wollen, Adressiert



IP - v4

IP Adresse
192.168.100.101

Subnetz Maske
255.255.255.0



IP - v4

CLASS C NETZ

192.168.100.xxx

NETZ

HOST

1 bis 254

255.255.255.0

IP - v4

CLASS B NETZ

192.168.xxx.xxx

NETZ

HOST

1 bis 254

255.255.0.0

IP - v4

CLASS A NETZ

192.xxx.xxx.xxx

NETZ

HOST

1 bis 254

255.0.0.0

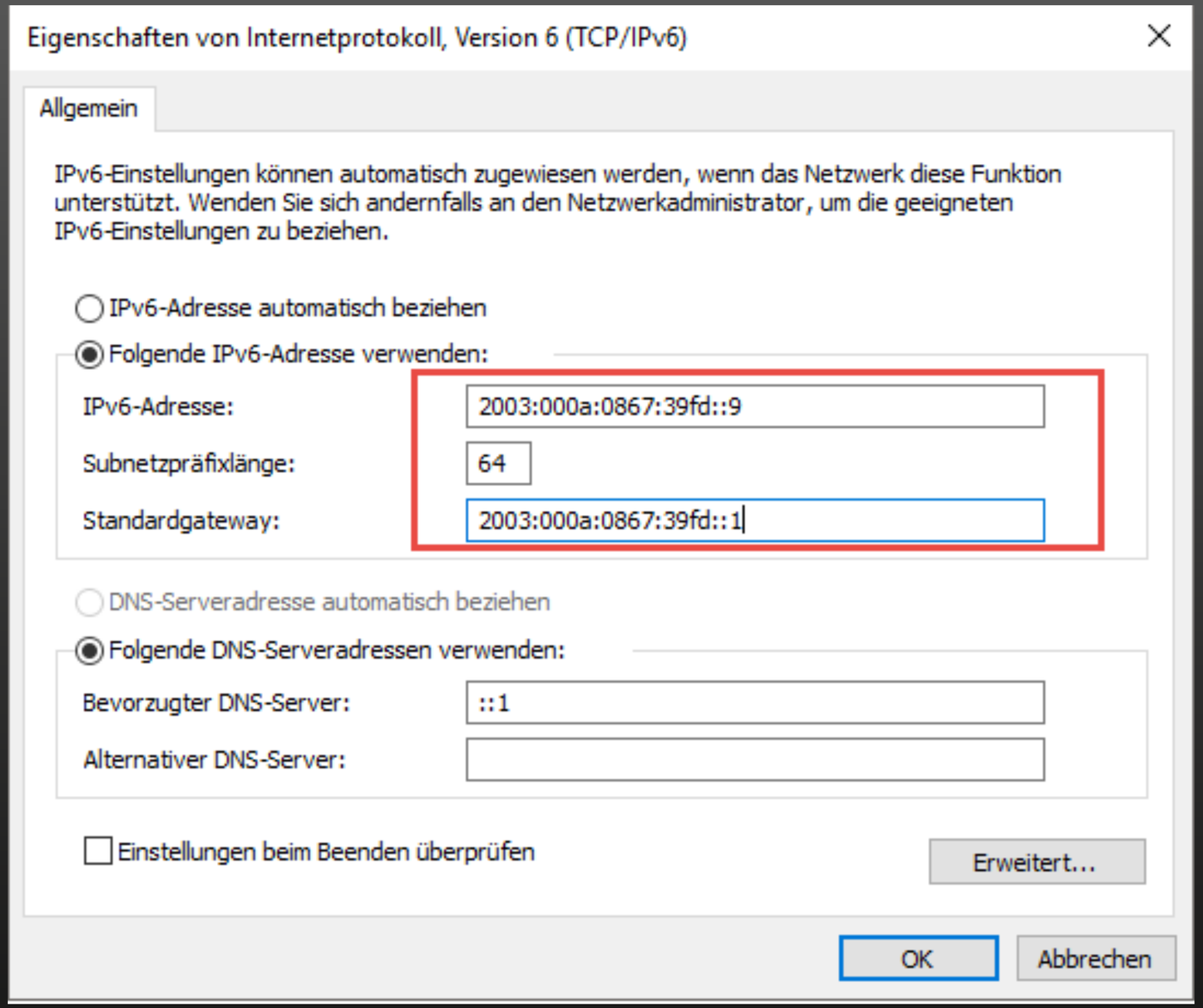
IP - v4 Spezial zum Trennen von Internet und Privaten Netzwerken

192.168.0.0 bis 192.168.255.255	Privat	65.536 Adressen
10.0.0.0 bis 10.255.255.255	Privat	16.777.216 Adressen
255.255.255.255	Broadcast	x.x.x.255 Rundfunk (Broadcast)
169.254.0.0	Lokale Adresse	Adresse vergeben vom PC selbst wenn keine eingestellt wurde

IP - v4 vs. v6

IPv4	IPv6
1981 veröffentlicht	1998 veröffentlicht
32-Bit-IP-Adresse	128-Bit-IP-Adresse
4,3 Milliarden Adressen Adressen müssen wiederverwendet und maskiert werden	**$7.9x10^{28}$-Adressen** Jedes Gerät kann eine eigene Adresse bekommen
Numerische punktierte Dezimalschreibweise 192.168.5.18	Alphanumerische Hexadezimalschreibweise 50b2:6400:0000:0000:6c3a:b17d:0000:10a9 (Oder einfacher - 50b2:6400::6c3a:b17d:0:10a9)
DHCP oder manuelle Konfiguration	Unterstützt die automatische Konfiguration

IP - v6 neuer oder was



IP - v6 neuer oder was

2001:0db8:0000:0001:0000:0000:0000:0001

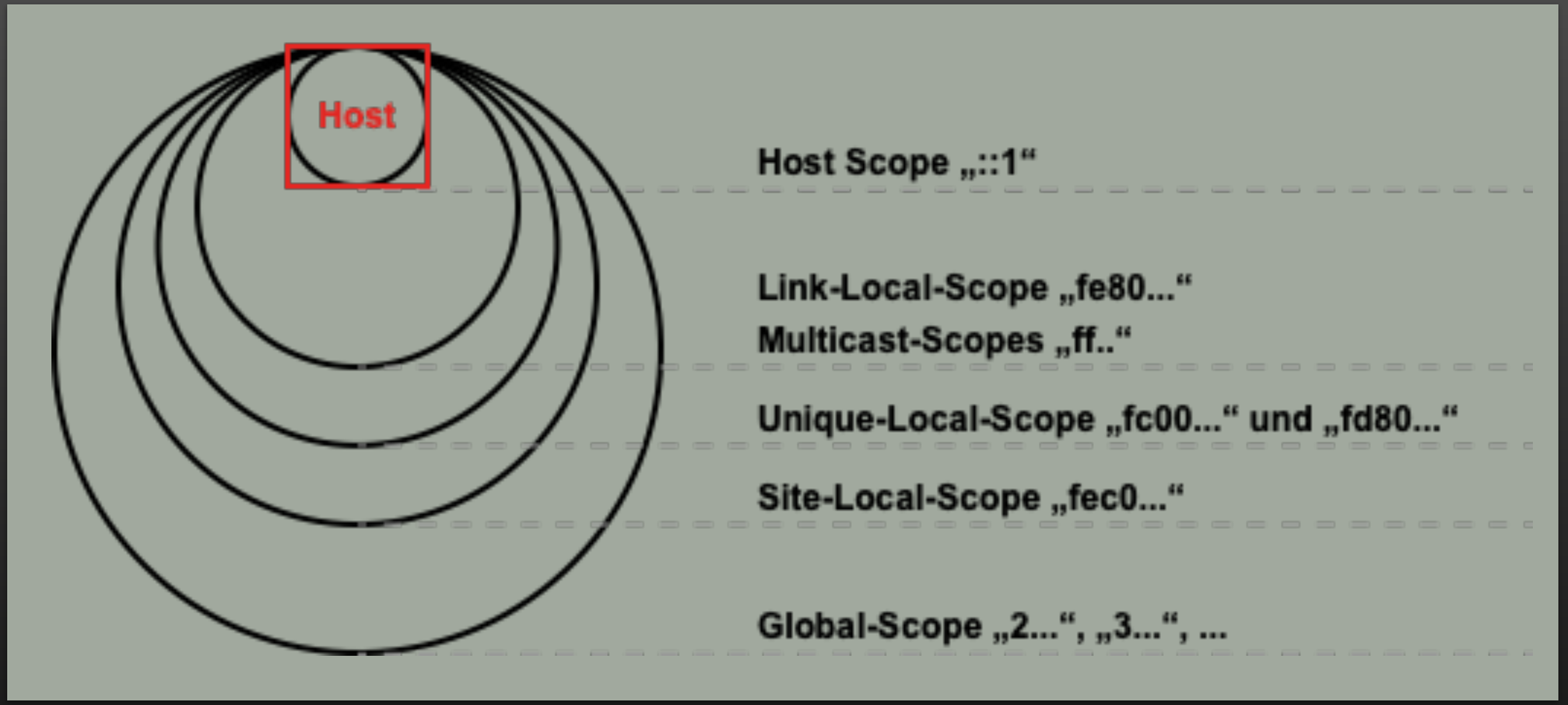
(85.35.144.25)

fe80::2a10:7bff:fe65:58a

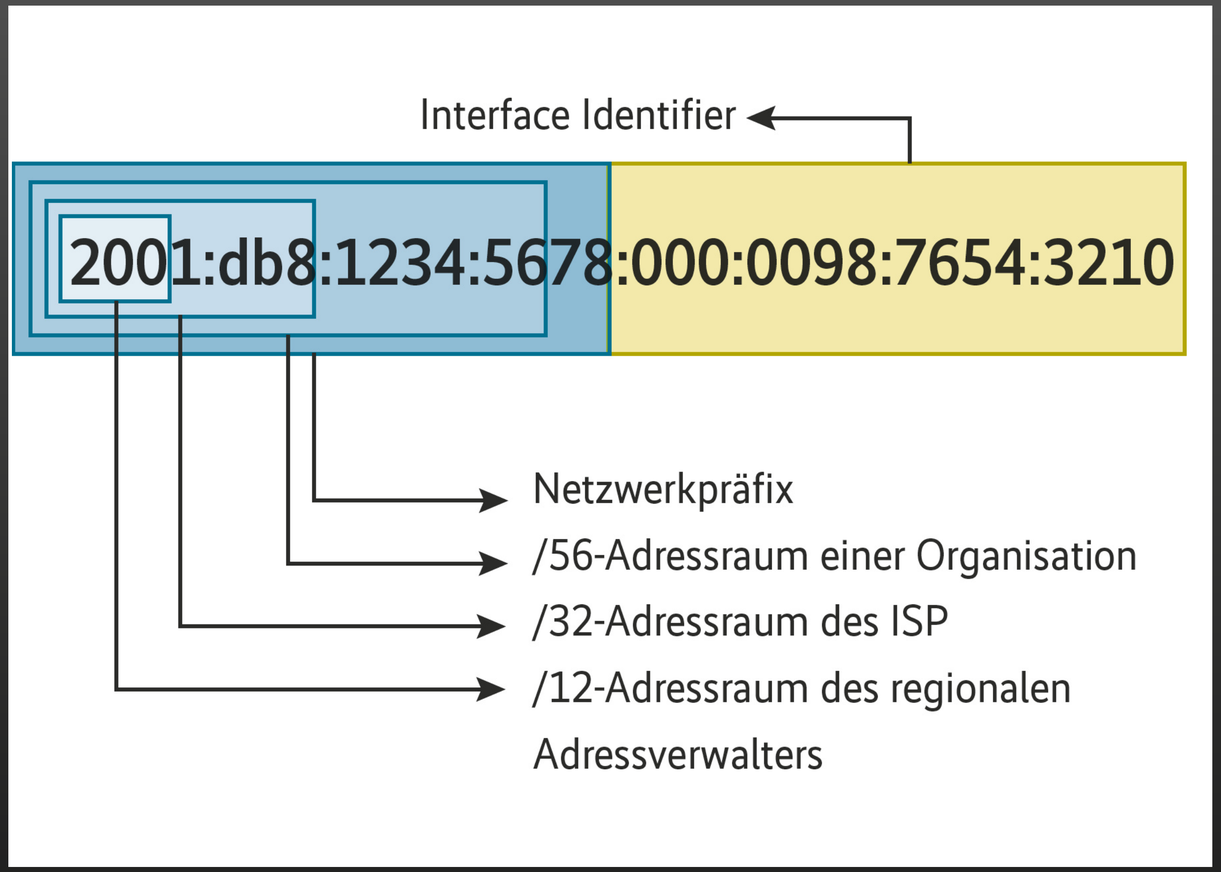
(169.254.0.5)

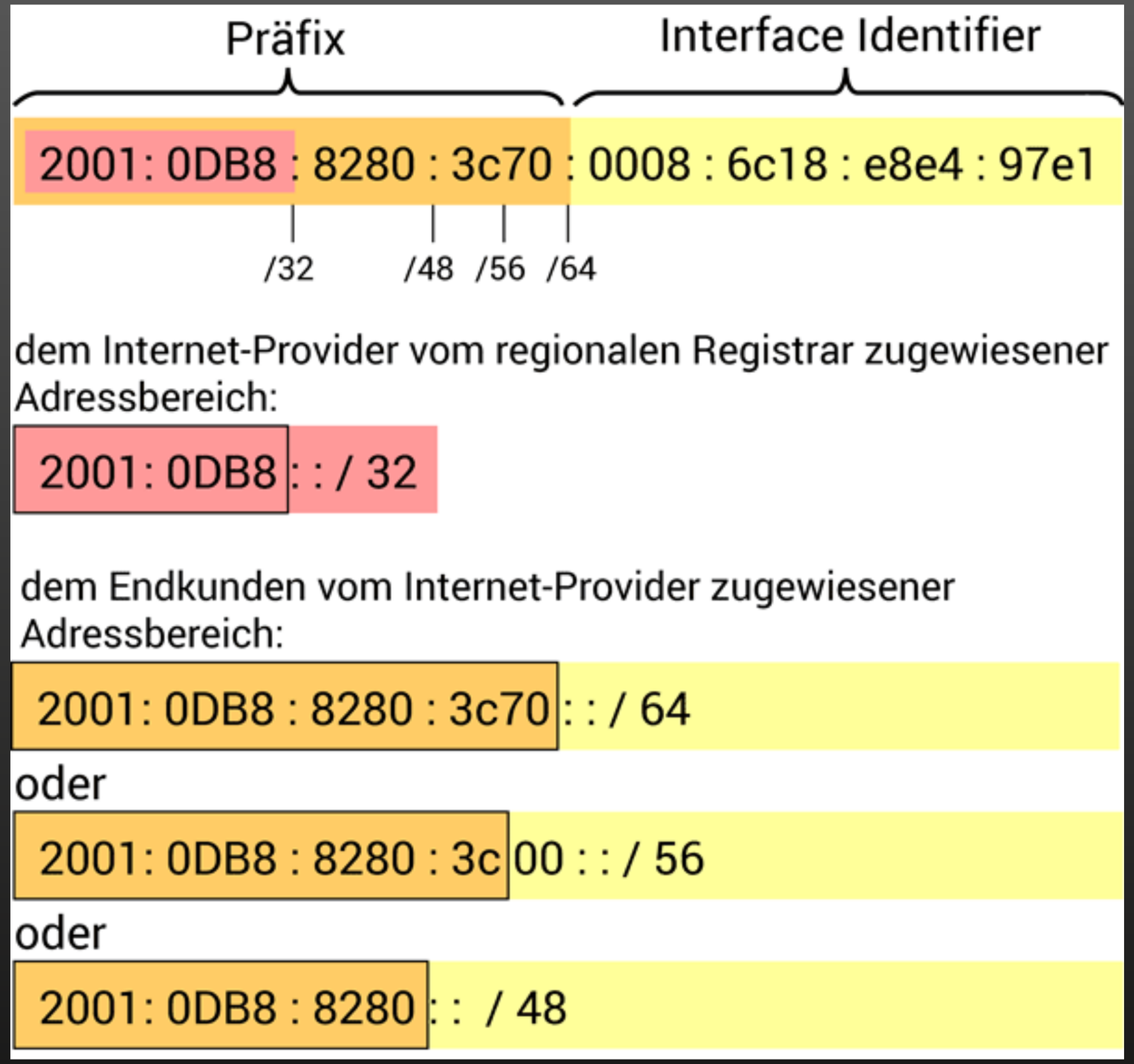
IP - v6 kein Subnetz

Kein Subnetz sondern Scopes



IP - v6 neuer oder was





IP - v6 warum?

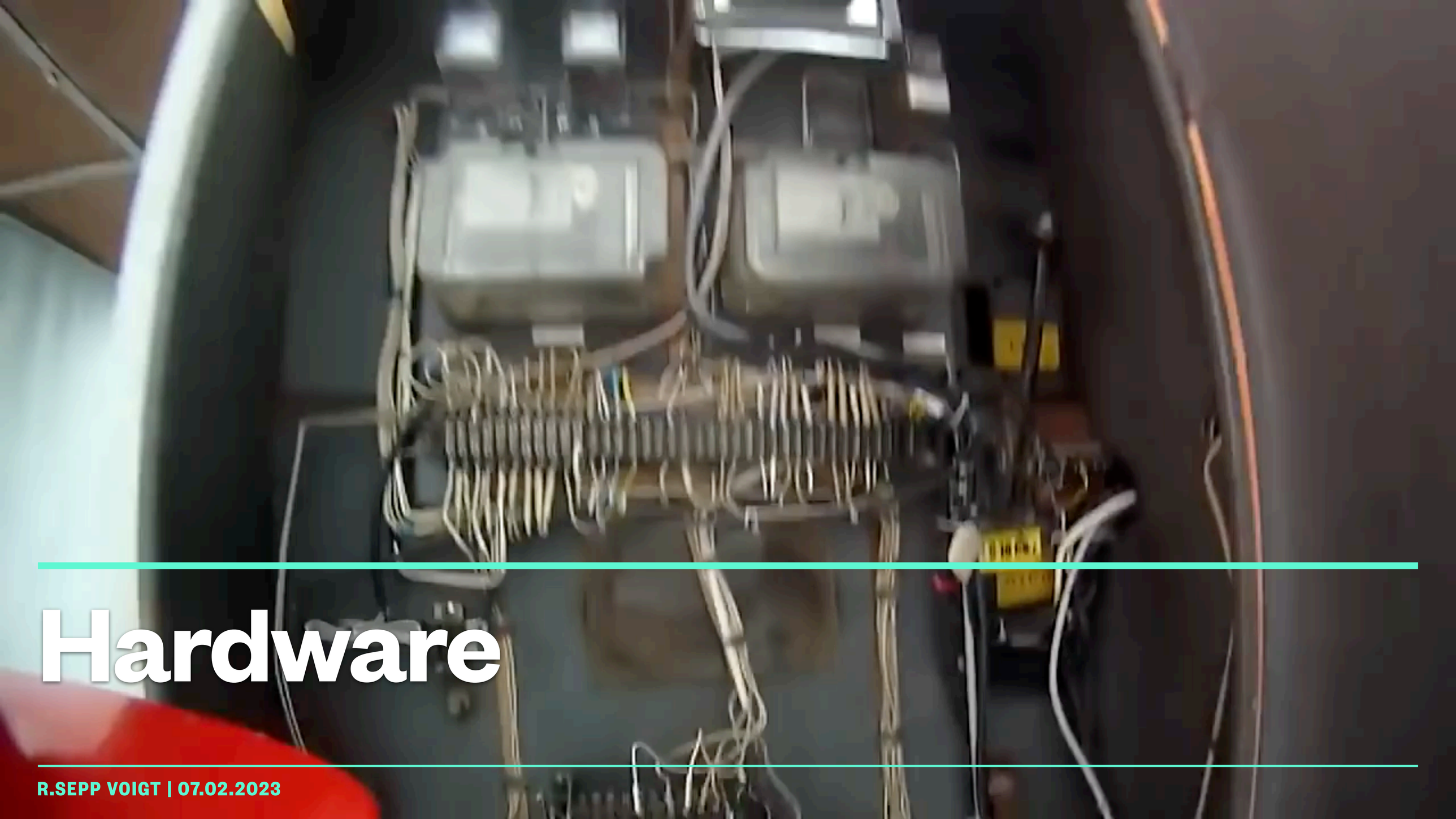
- Komplexer in der Verwaltung
- setzt auf Automatismen
- Logische Adressierung nicht möglich
- DNS-Server nötiger als bei IPv4

http://192.168.178.1/ -> http://fritz.box

http://[2001:0db8:83a3:08d3::0380:7344]/ -> http://fritz.box

IP - v6 warum?

- 1500 Adressen pro Quadratmeter
- Bandbreiten Reduktion (kein DHCP mehr nötig)
- Ende zu Ende Kommunikation
- Priorisierung eingebaut



Hardware

R.SEPP VOIGT | 07.02.2023

Aufbau - was brauch ich? Wann ist ein Netzwerk ein Netzwerk?

Datenendgerät

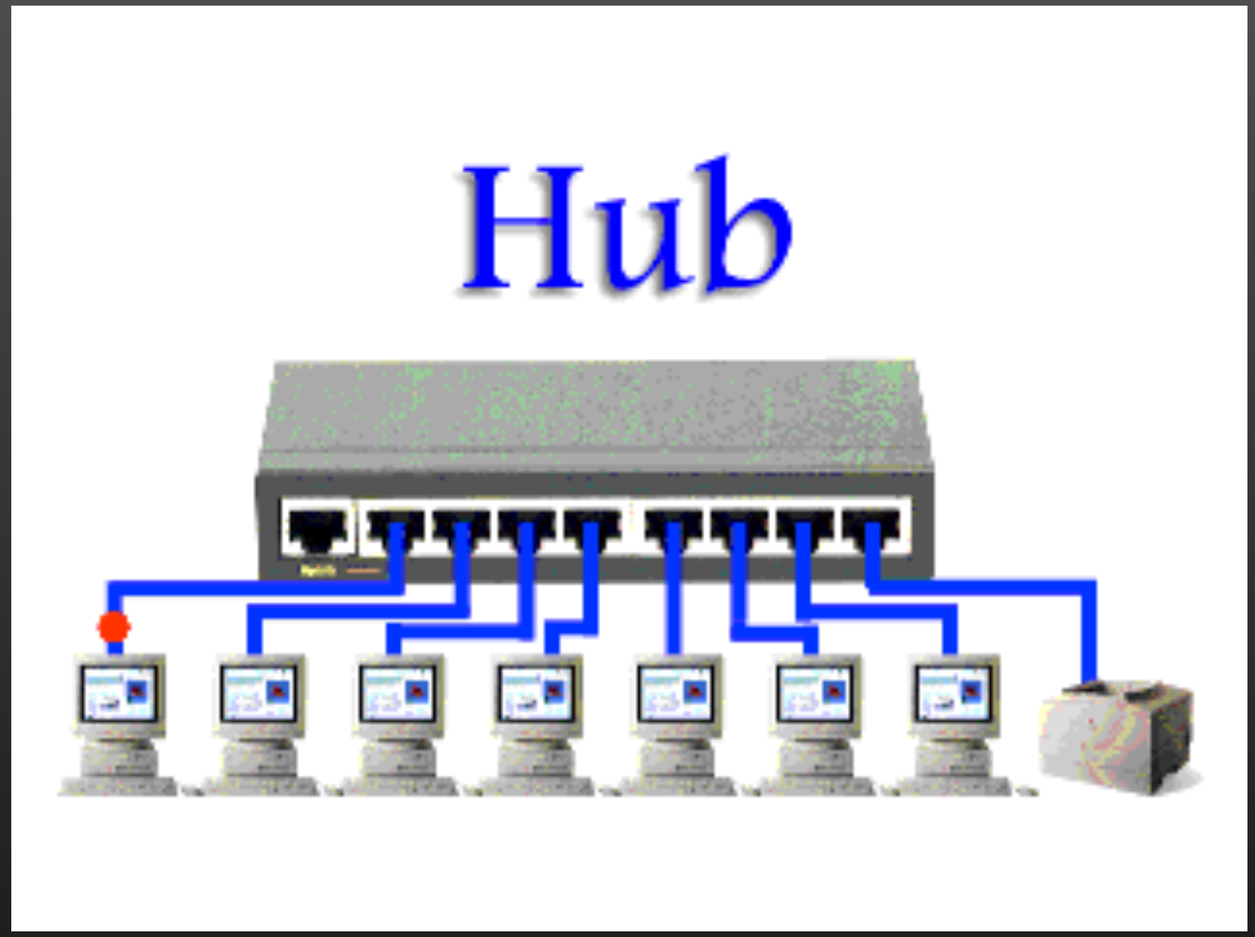
Switch

Hub

AccessPoint

Modem

Hub - kenn ich von USB



Hub

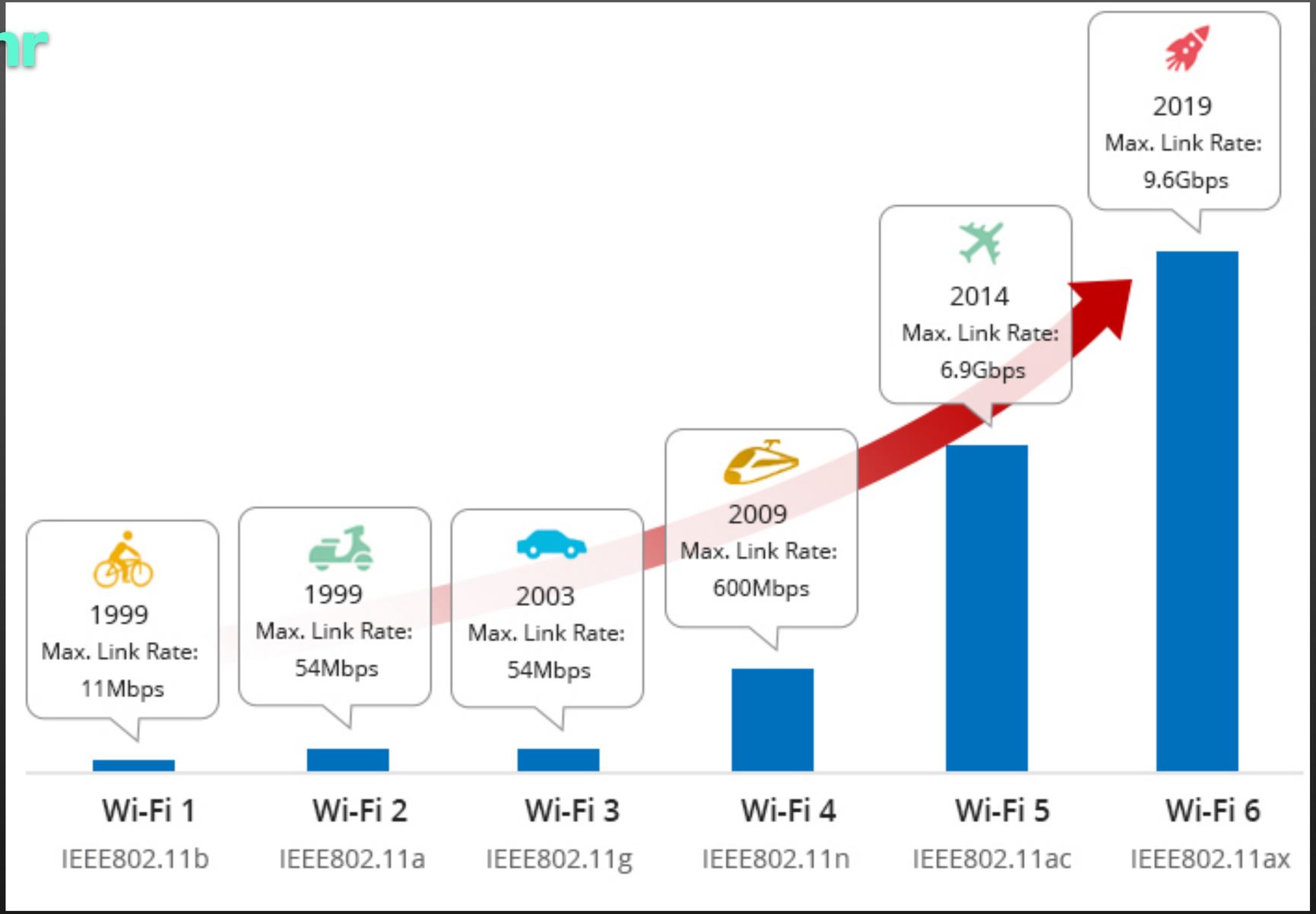
AccessPoint - ohne Kabel läuft es sich besser

AccessPoint - funk ... tioniert

- IEEE Standardisiert/Normiert mit Nummer 802.11
- erstes Wlan 1997 brutto 2 Mbit/s
- Wlan im 2,4 Ghz und 5 Ghz Band
- aktuell 802.11ax (2019) 9.6 Gbit/s möglich (optimale Bedingungen)

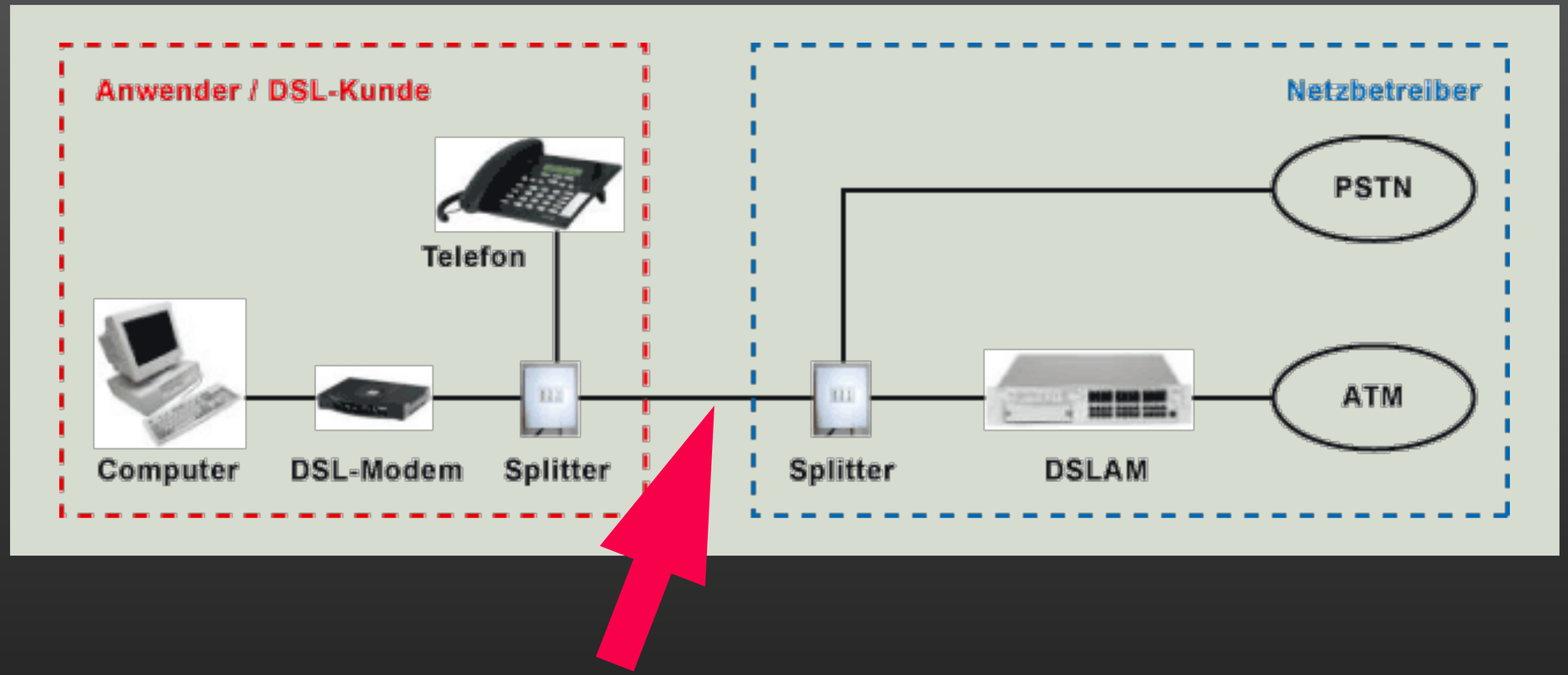
- Delay wegen Umsetzung Kabel > Funk <-> Kabel > Funk

AccessPoint - mehr



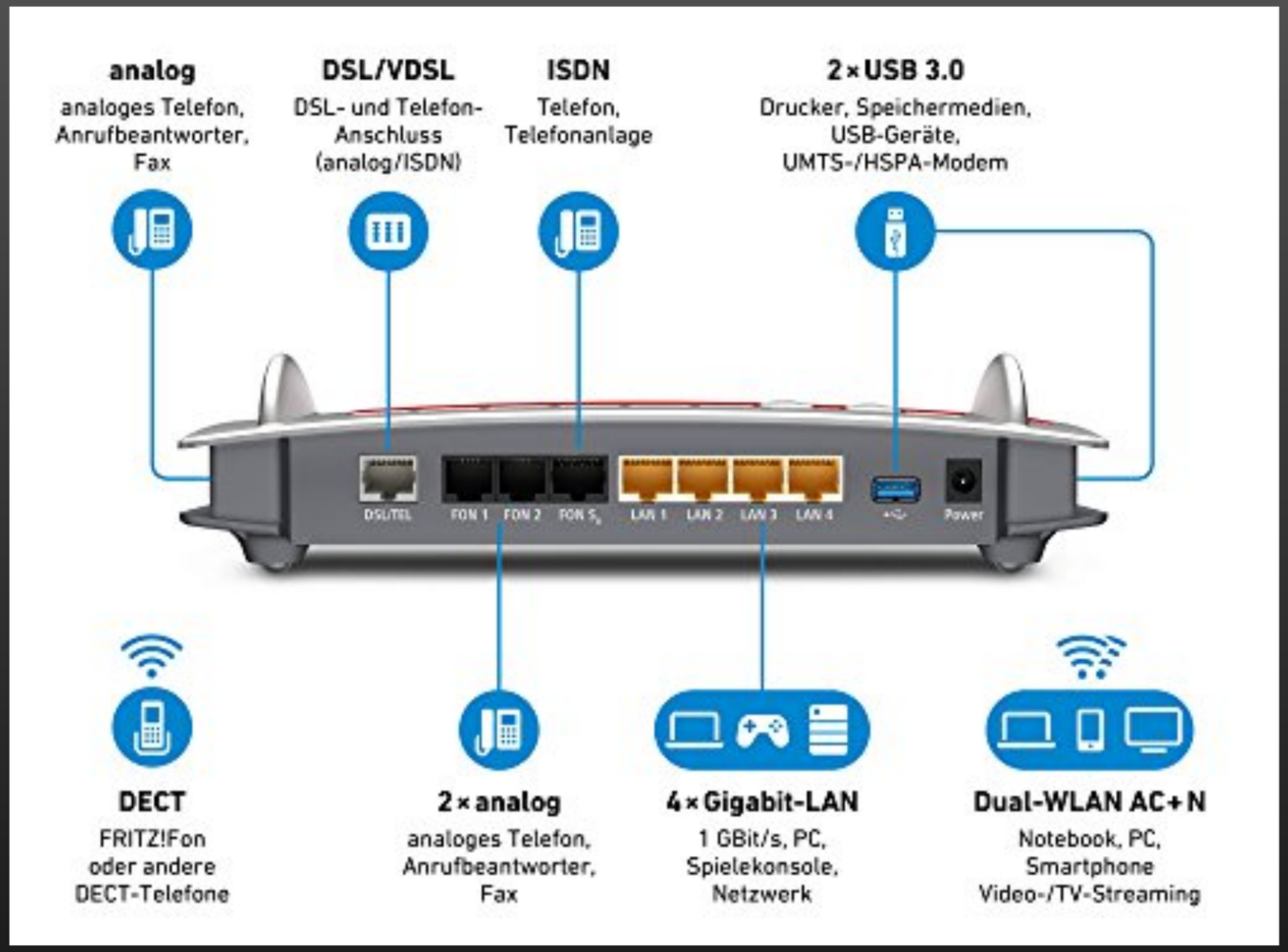
AccessPoint - Momo mit mimo

Modem - wohl dem, der eins hat



Modem

Router - gibt es den nicht auch noch?



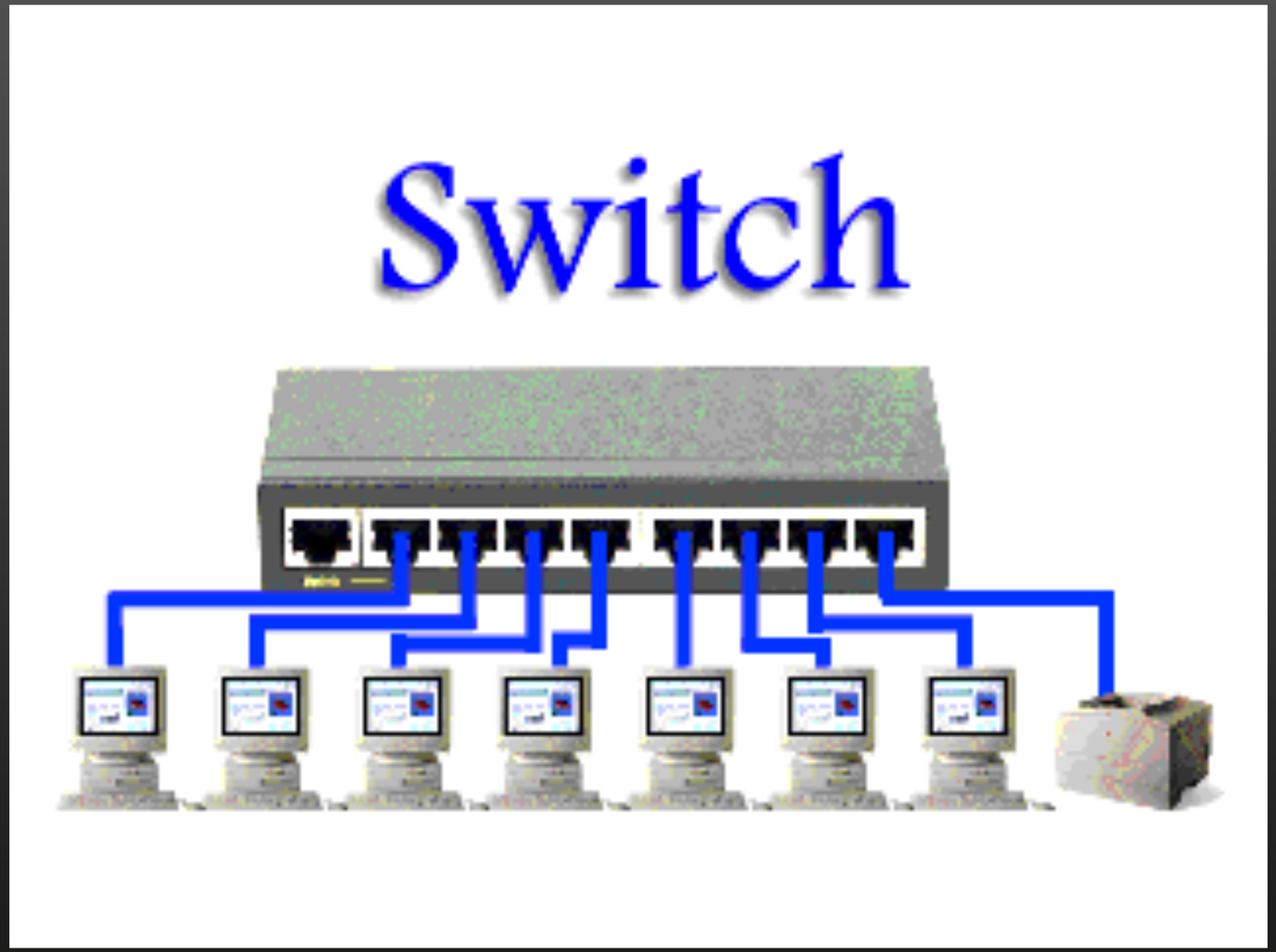
=

Switch

AccessPoint

Modem

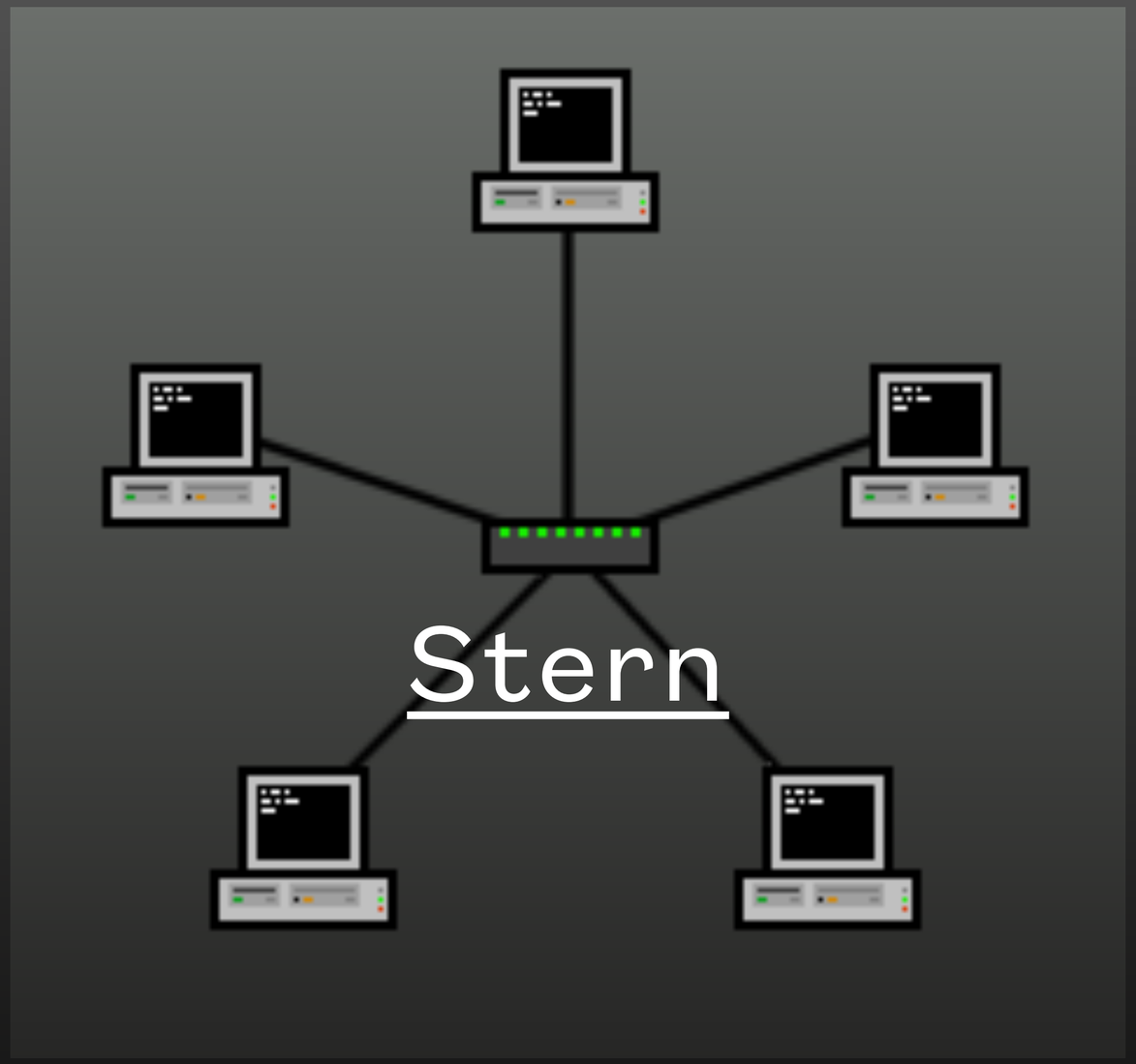
Switch - Herzstück

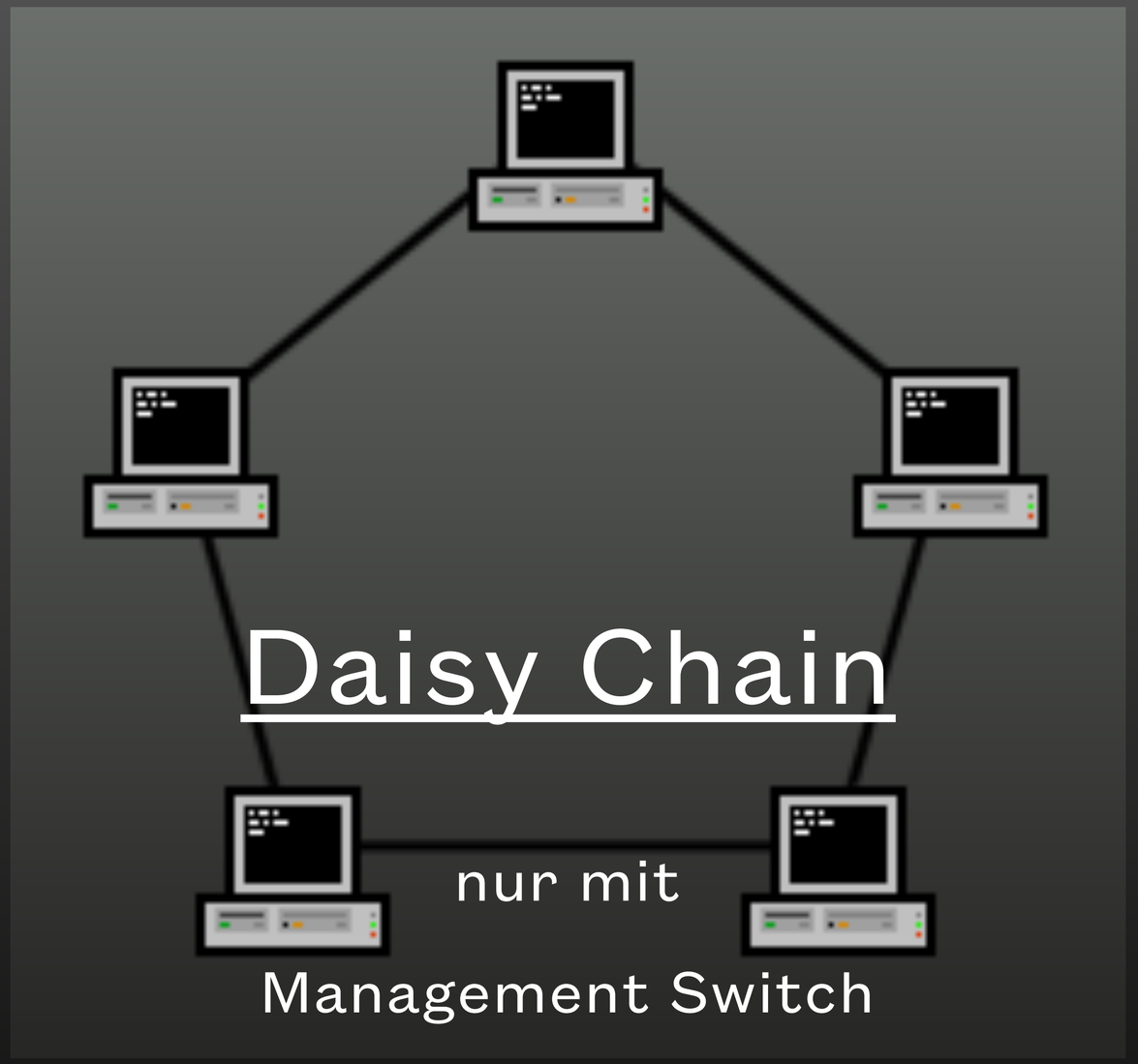


Switch - macht alles Möglich

- Pakete an jedes Gerät nach bedarf
- Bandbreite nach Switch Flaschenhals oder Speedway
- Daisy Chain durch LACP
- Verschiedene Stufen der „Intelligenz“ - L1, L2, L3
- Verkabelungsfehler Schutz - Storm Control
- UDP Pakete mit IGMP per Multicast zur Verfügung stellen

Aufbau





Switch - das Herzstück

Datenendgerät

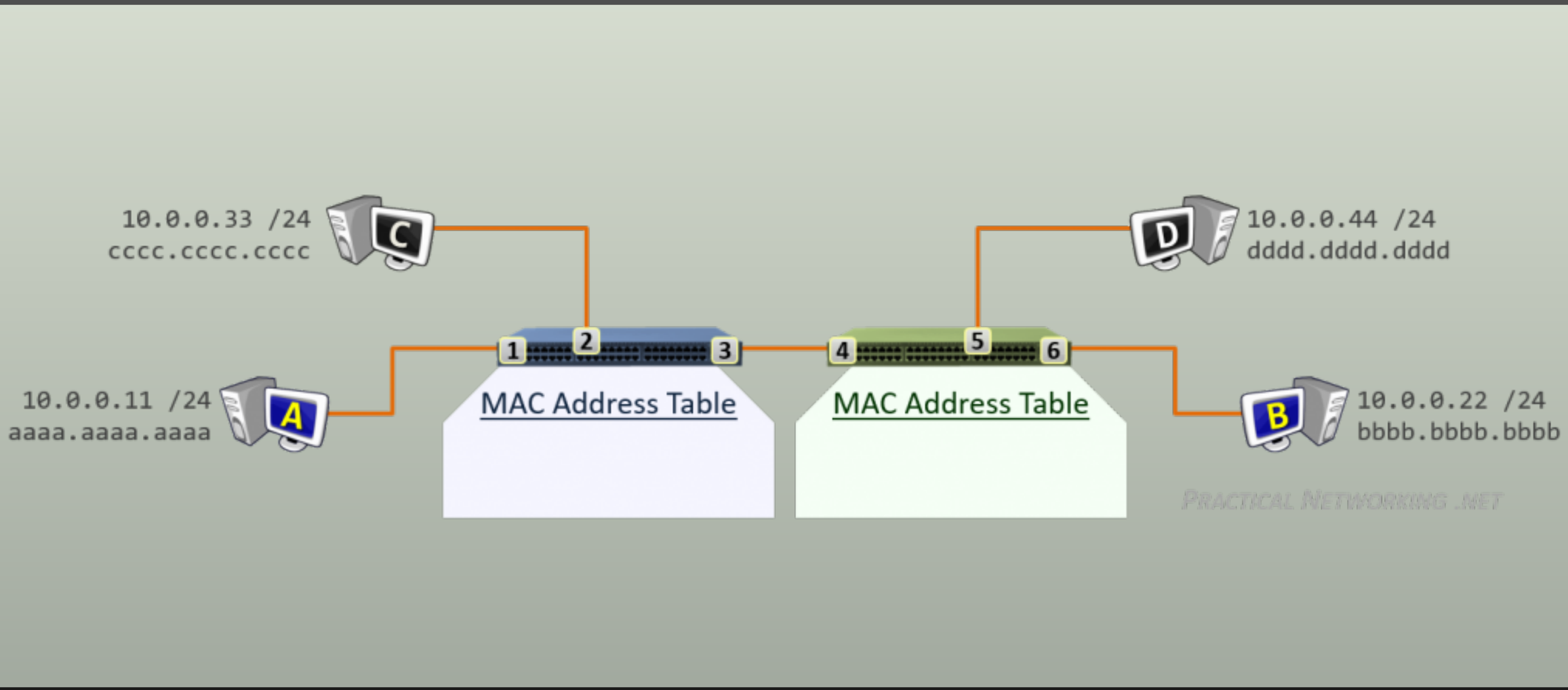
Switch

Hub

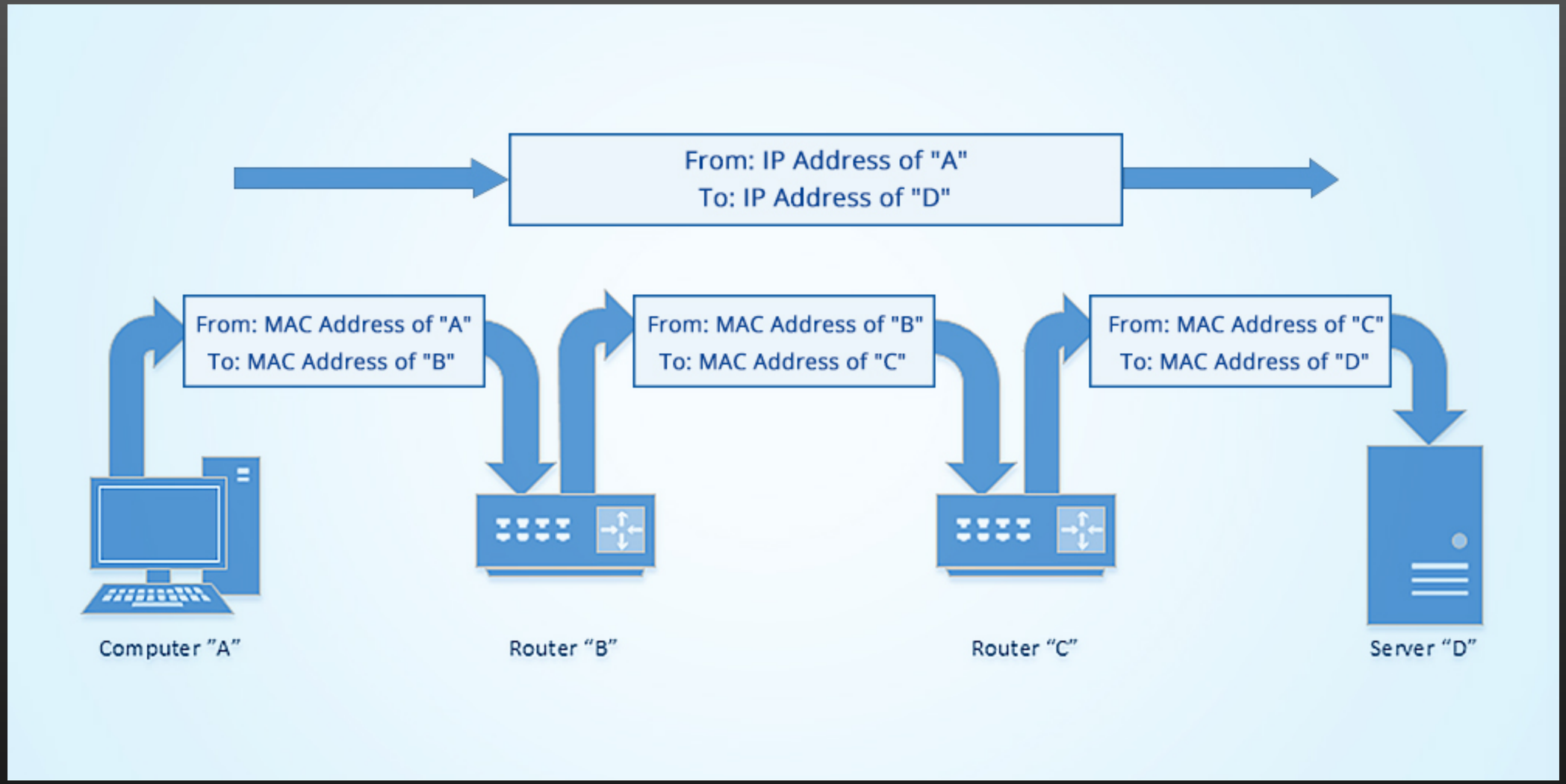
AccessPoint

Modem

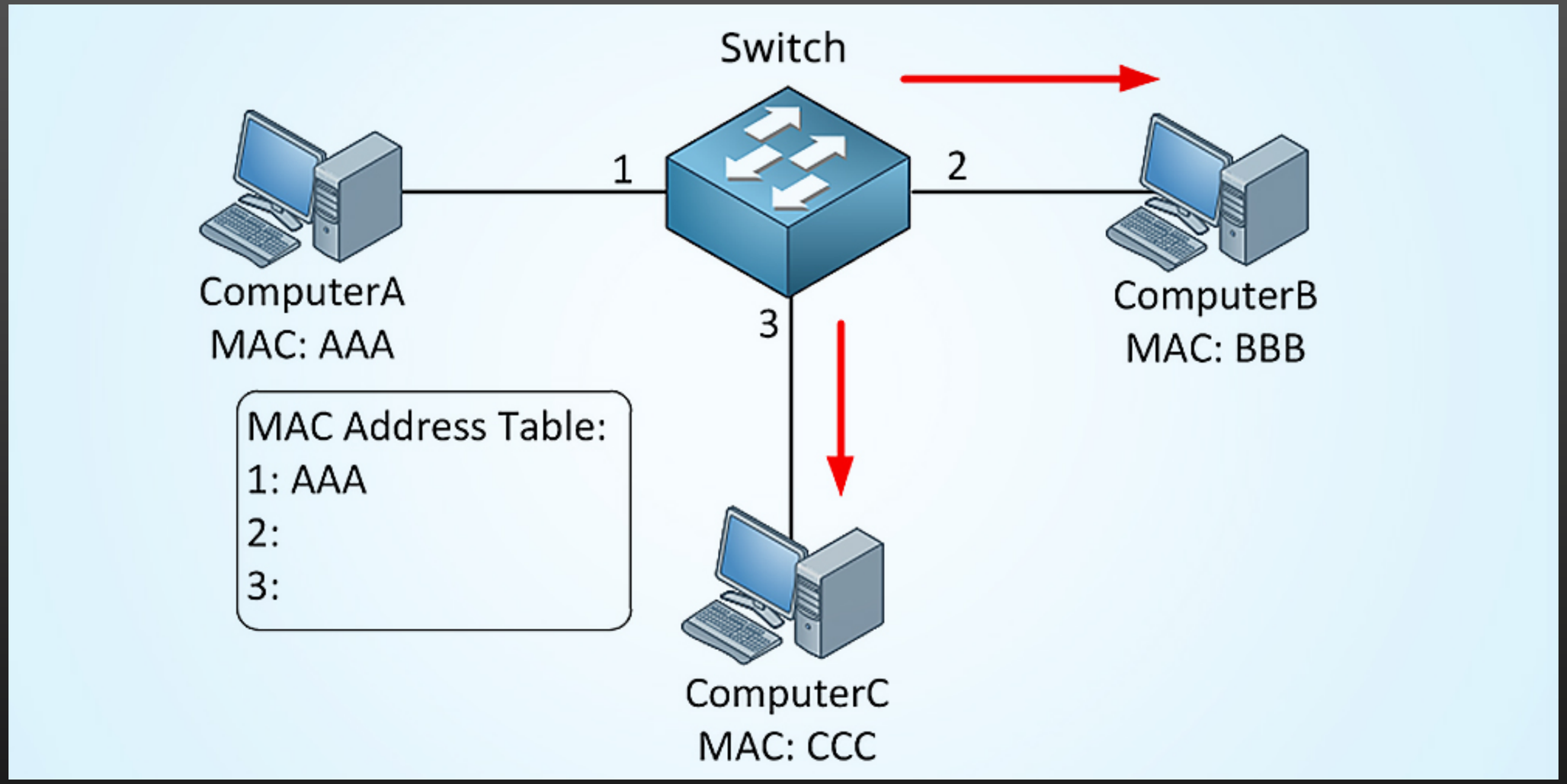
Switch - merkt sich den Weg



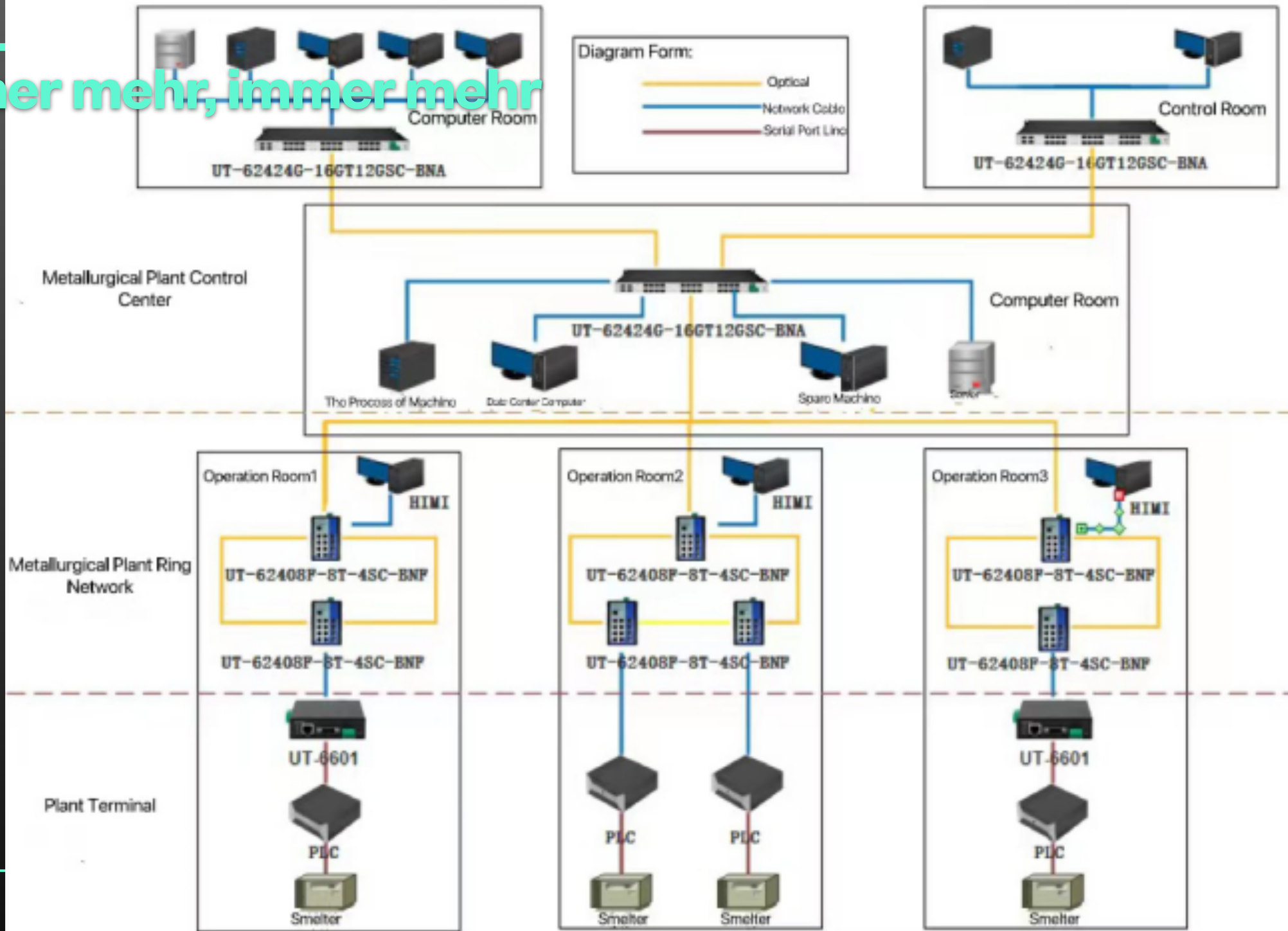
Switch - merkt sich den Weg, auch wenn er lang ist



Switch - merkt sich den Weg, auch um die Ecke



Switch - immer mehr, immer mehr



Switch - Layer

- Layer 1 Switch - nur Paketverteilung
- Layer 2 Switch - Sortierung von Paketen Vlan

  CoS/DSCP, IGMP, Flow Control,
  Spanning Tree (STP), VLAN, BPDU Filter/Guard

- Layer 3 Switch - Anpassen von Paketen

  DHCP Server, Routing

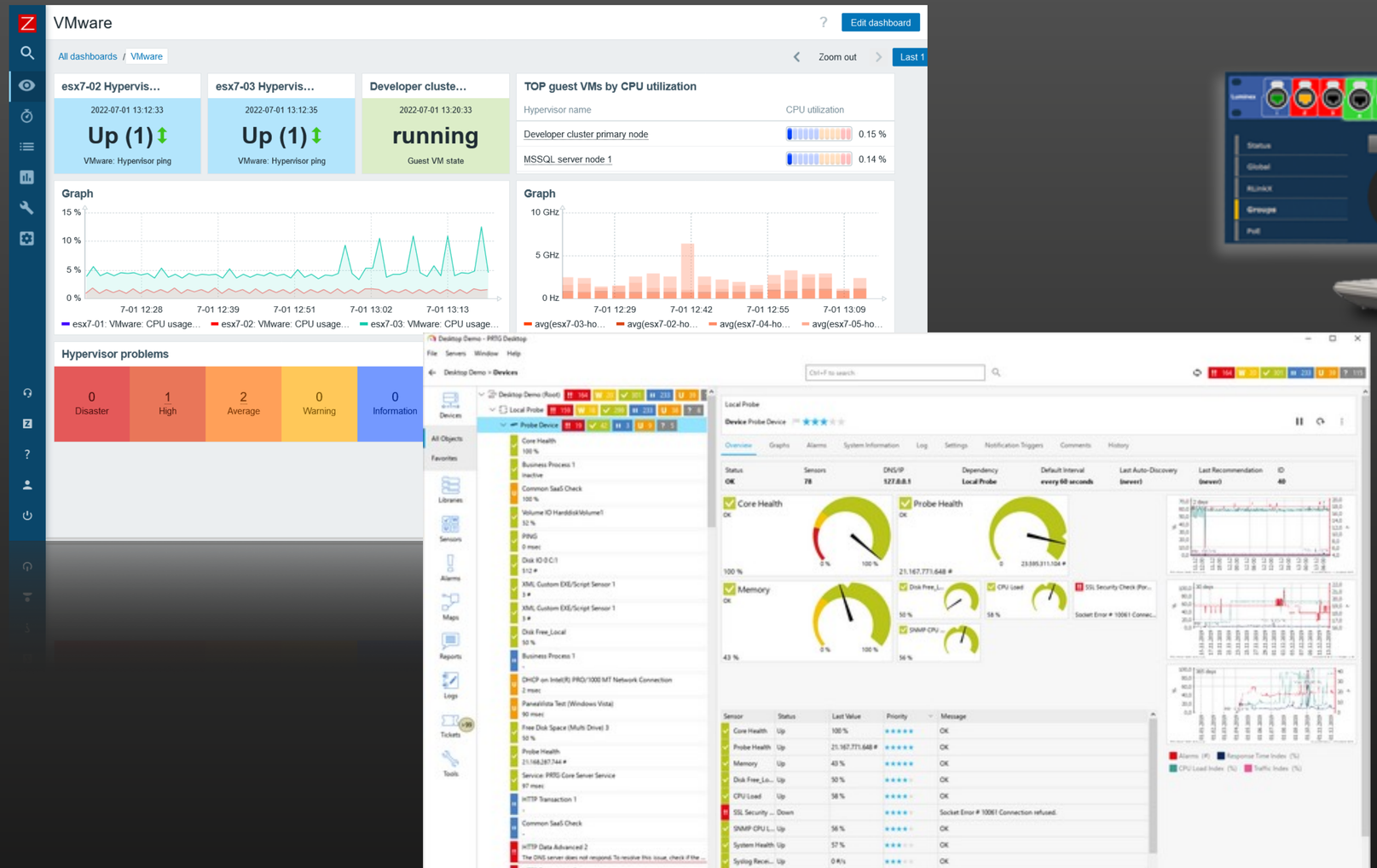
Switch - Layer

OSI Layer	TCP/IP Layer	TCP/IP Protocols
7 | Anwendung	Anwendungen	DHCP, DNS, Dante, sACN
6 | Darstellung		
5 | Sitzung		HTTP, TELNET, FTP, SMTP
4 | Transport	Transport	TCP, UDP, TLS
3 | Vermittlung	Internet	IP (v4, v6), IPsec, ICMP, IGMP
2 | Sicherung	Netzzugang	PPP, L2TP, VLAN, MAC
1 | Übertragung		Ethernet, WLAN, RS-232

Kurzer Ausflug in die Praxis

Switch - VA Switche, ohne zumpel Reste

Switch - Überwachung

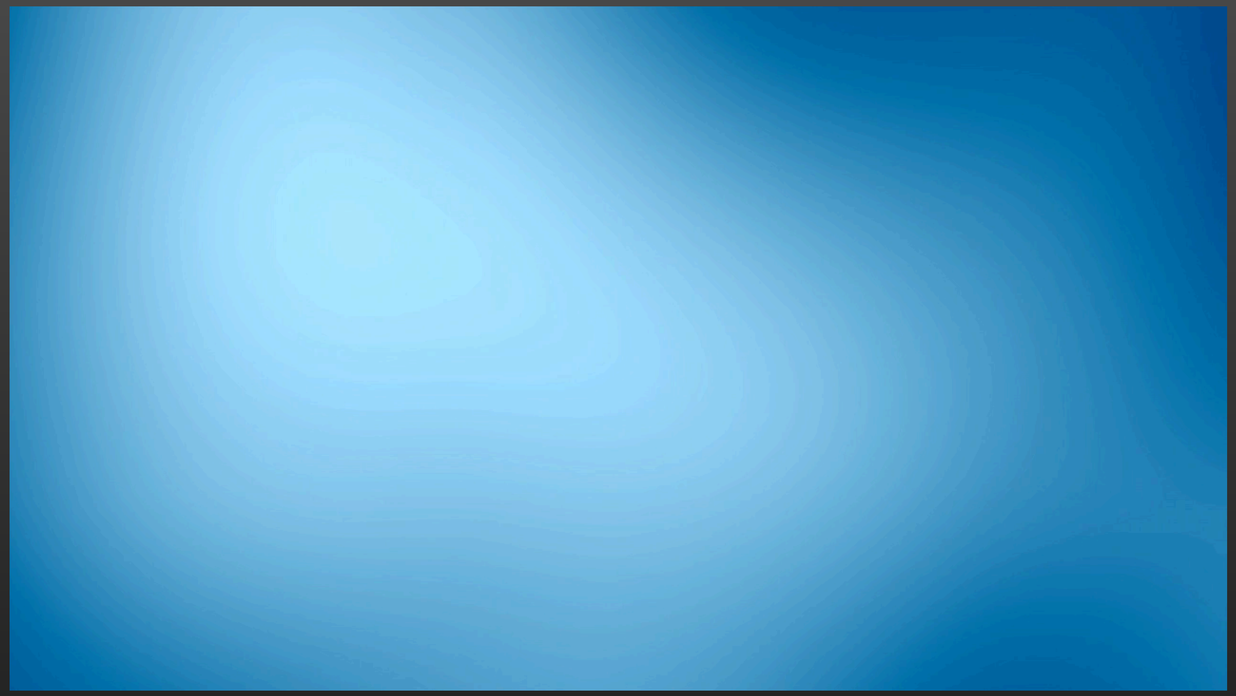


Software

R.SEPP VOIGT | 07.02.2023

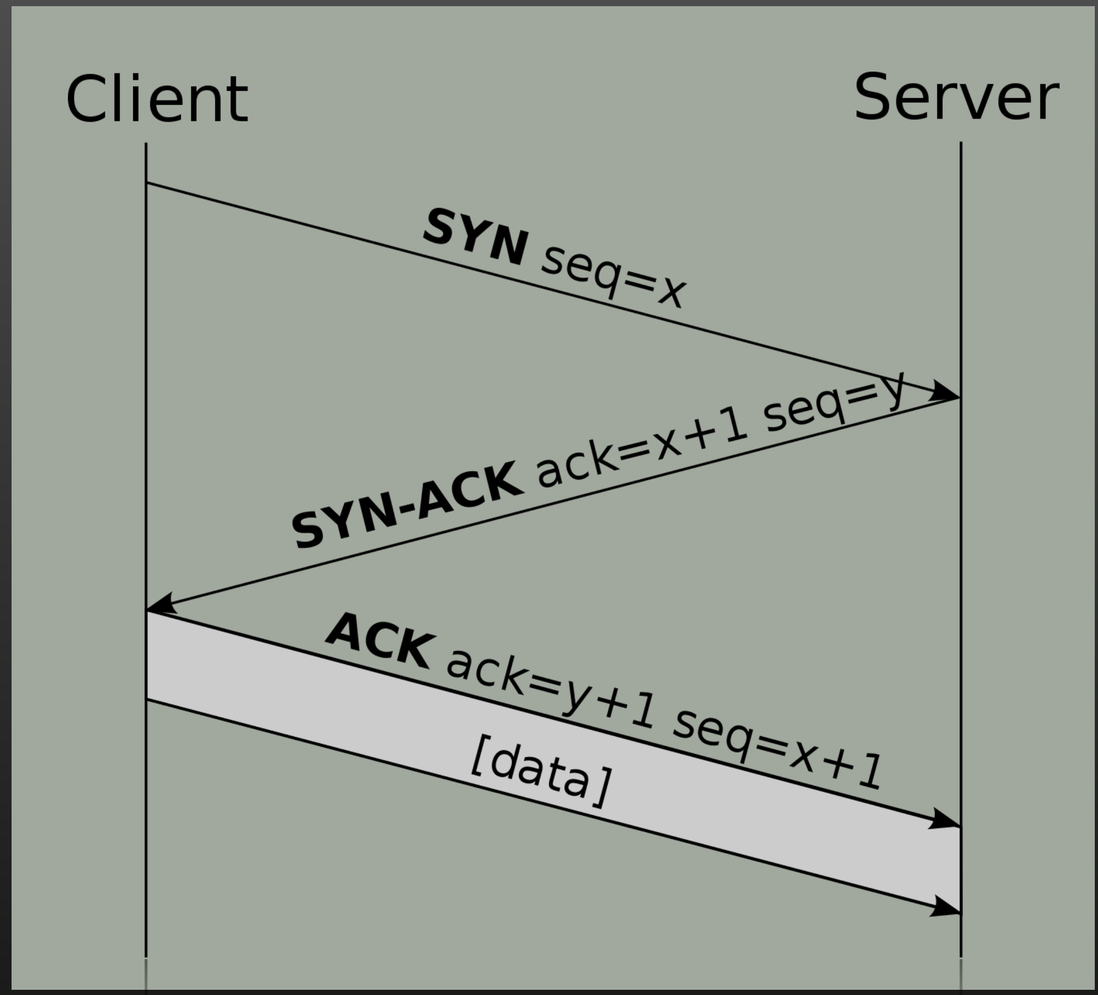
TCP, UDP - das worauf es ankommt

VIDEO

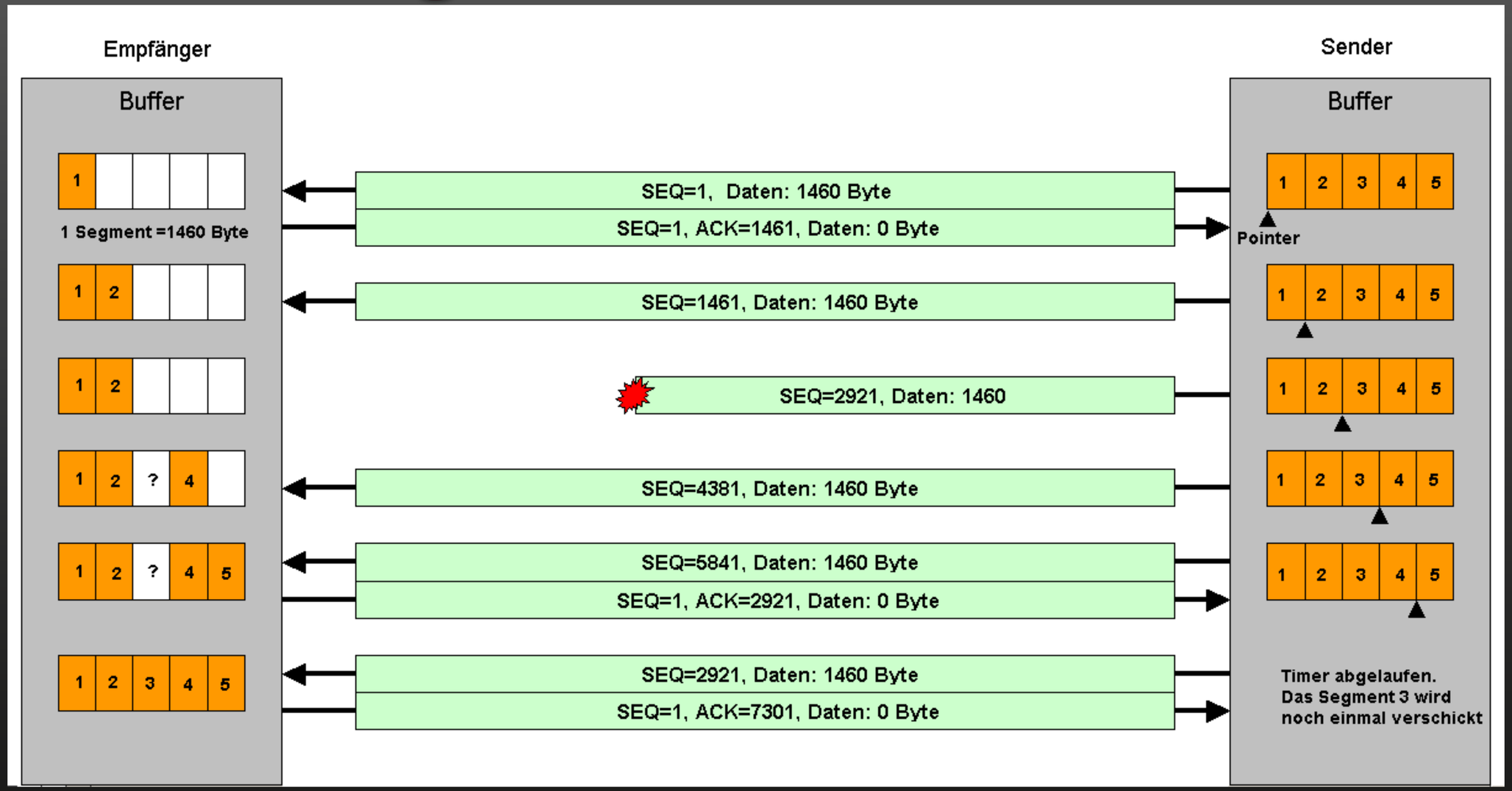


TCP - mit Handschlag zum Austausch - Transmission Control Protocol

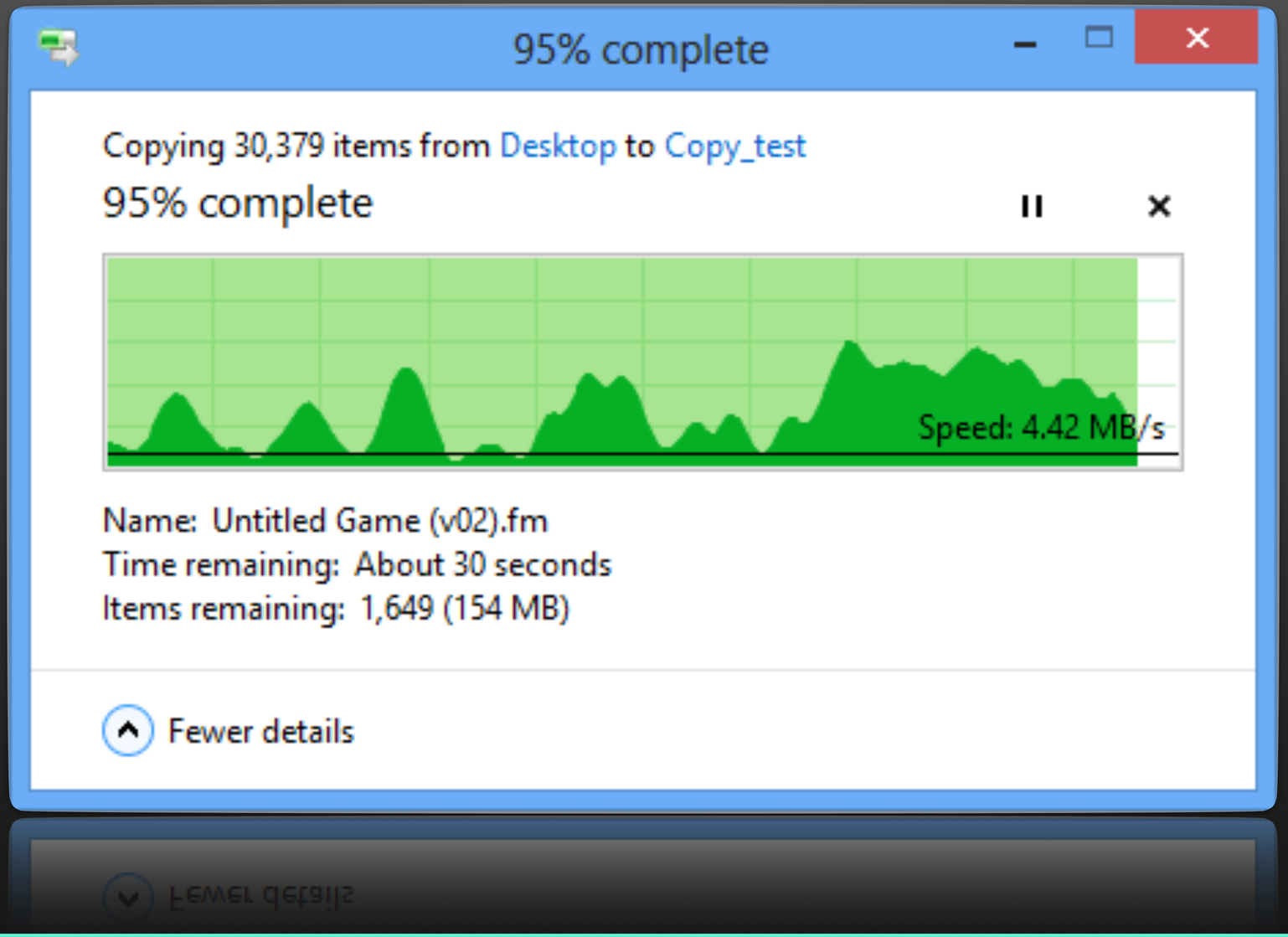
- 1973 bis 1981
- Anfrage -> Annahme
- Alle Pakete werden Nummeriert empfangen
- Verlorene Pakete werden nochmal gesendet



TCP - was verloren geht kommt trotzdem



TCP - wird kopiert, kann nur dauern



UDP - da hst du - User Datagram Protocol

- UDP 1977
- Pakete werden einfach gesendet
- Pakete sind unsortiert
- Verlorene Pakete sind verloren!

UDP - da hst du - User Datagram Protocol

UDP - nimm einfach

sACN, ArtNet, MA-Net

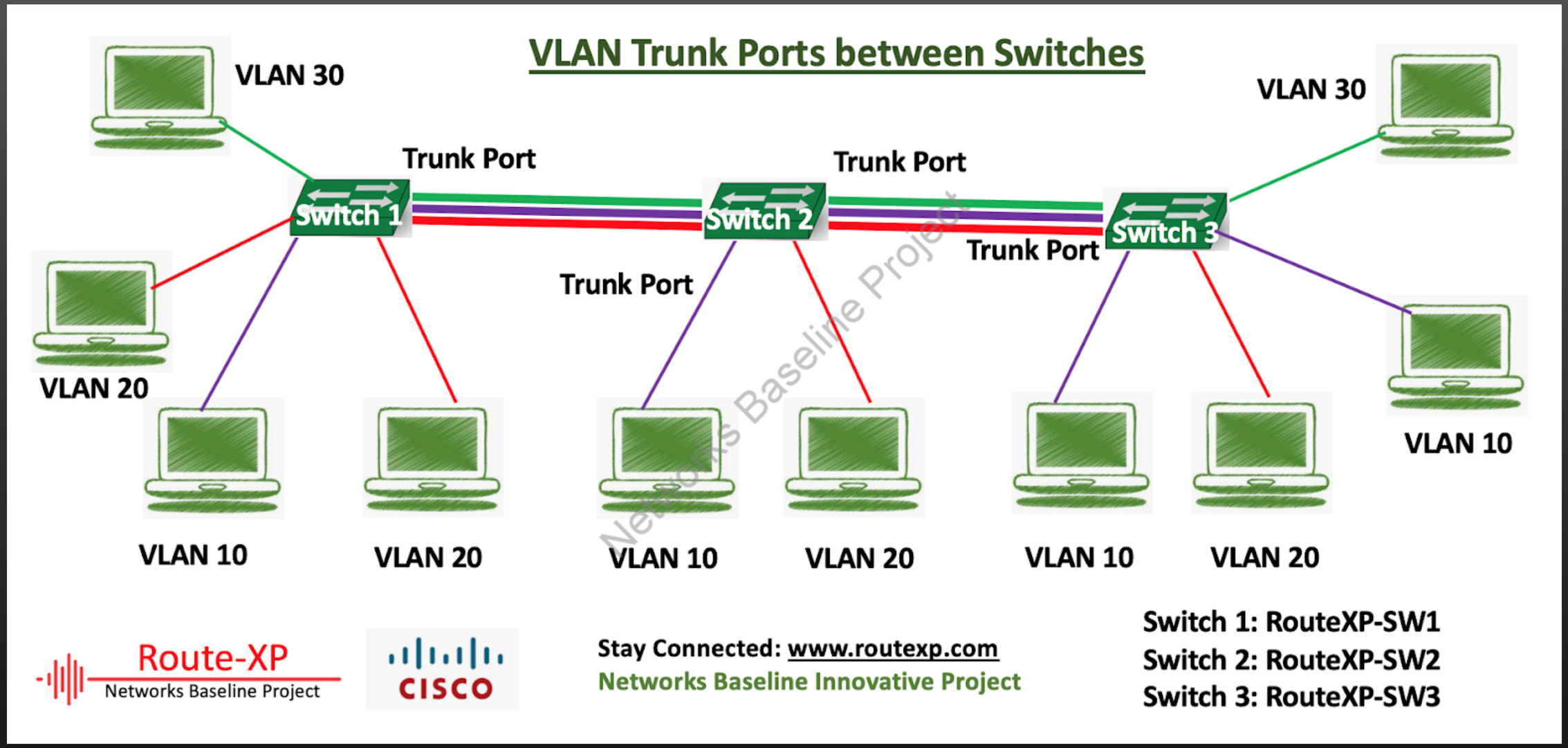
hohe Frequenz

Dante, RockNet (MediorNet), CobraNet (auch TCP)

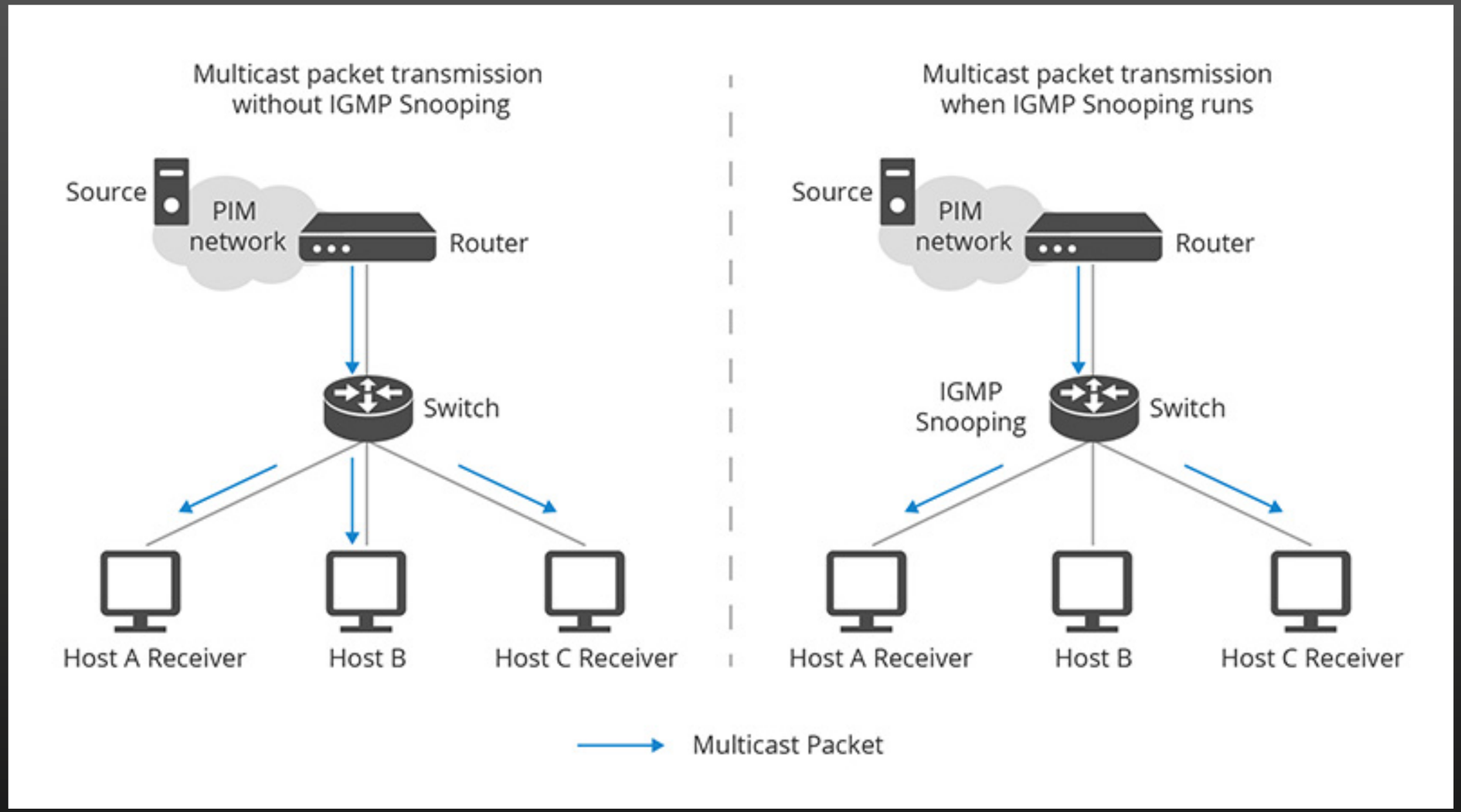
VLAN - die Briefmarke im Netzwerk (IEEE 802.1q)

- Virtual Local Area Network
- Normales Paket mit „Briefmarke“
- Switch oder Endgerät sortiert Paket in passendes Fach
- Ein Switch mehrere Netzwerke
- Hardware Komplexität sinkt
- Software Komplexität steigt

Trunk - bündeln hilft allen



IGMP - ach du wolltest das auch?



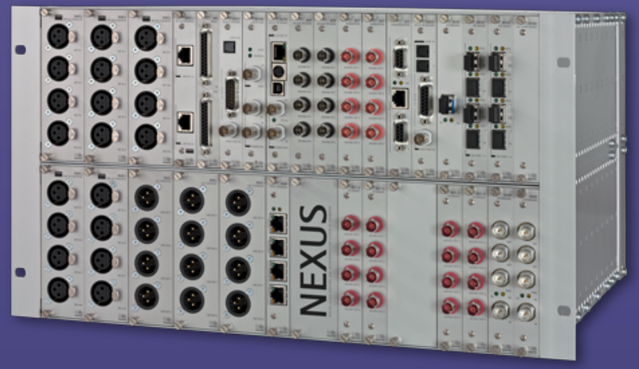
Kurzer Ausflug in die Praxis

VLAN - Bühne, FOH ein Kabel

VLAN 1 Beleuchtung

VLAN 2 Video

VLAN 3 Ton



TRUNK

VLAN 1 Beleuchtung

VLAN 2 Video

VLAN 3 Ton

IGMP - wer will noch?

VLAN 1

sACN Uni. 1
sACN Uni. 2
sACN Uni. 3
sACN Uni. 10
sACN Uni. 11

VLAN 1

sACN Uni. 1
sACN Uni. 2
sACN Uni. 3
sACN Uni. 10
sACN Uni. 11

sACN Uni. 1
sACN Uni. 2
sACN Uni. 3
sACN Uni. 10
sACN Uni. 11

TRUNK

VLAN 1 Beleuchtung

sACN Uni. 1
sACN Uni. 2
sACN Uni. 3
sACN Uni. 10
sACN Uni. 11

VLAN 1

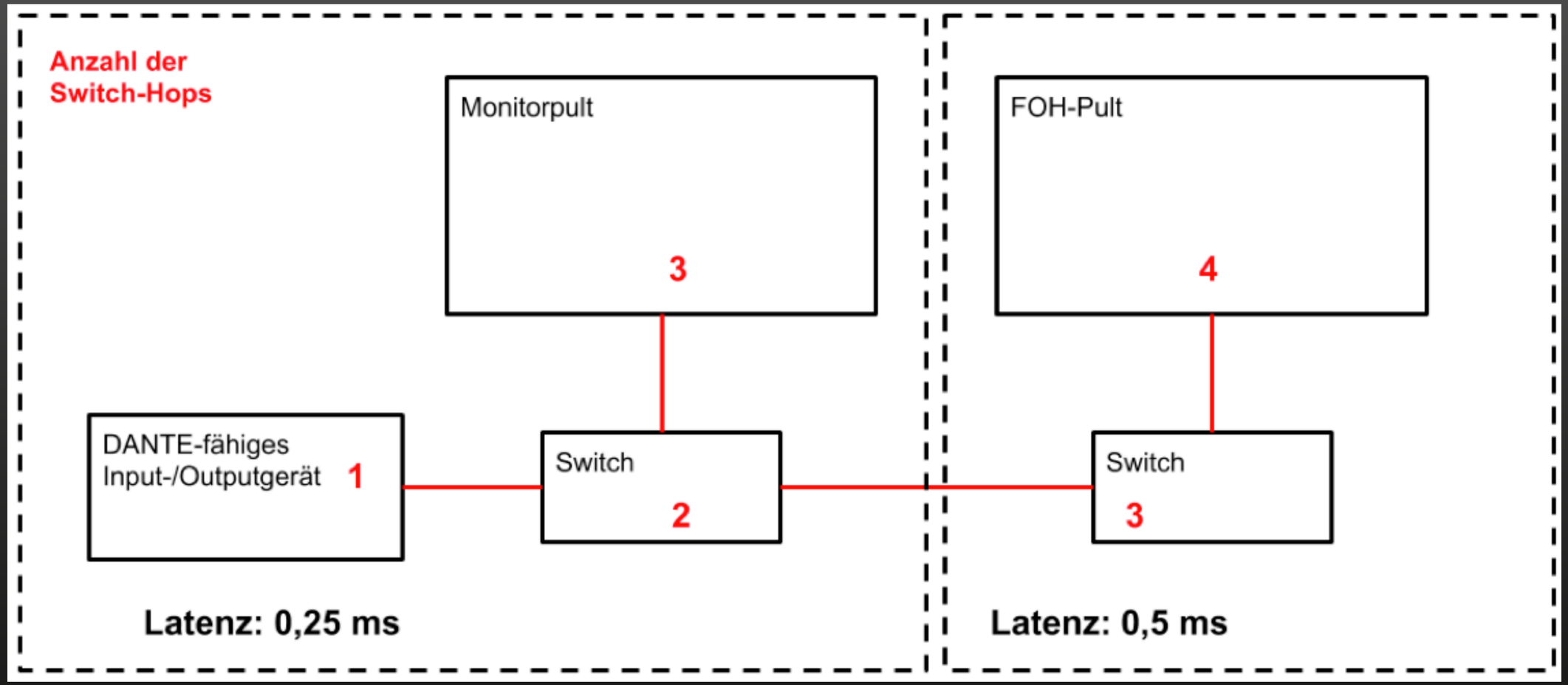
sACN Uni. 1
sACN Uni. 2
sACN Uni. 3
sACN Uni. 10
sACN Uni. 11

sACN Uni. 1
sACN Uni. 2
sACN Uni. 3
sACN Uni. 10
sACN Uni. 11

Praxis

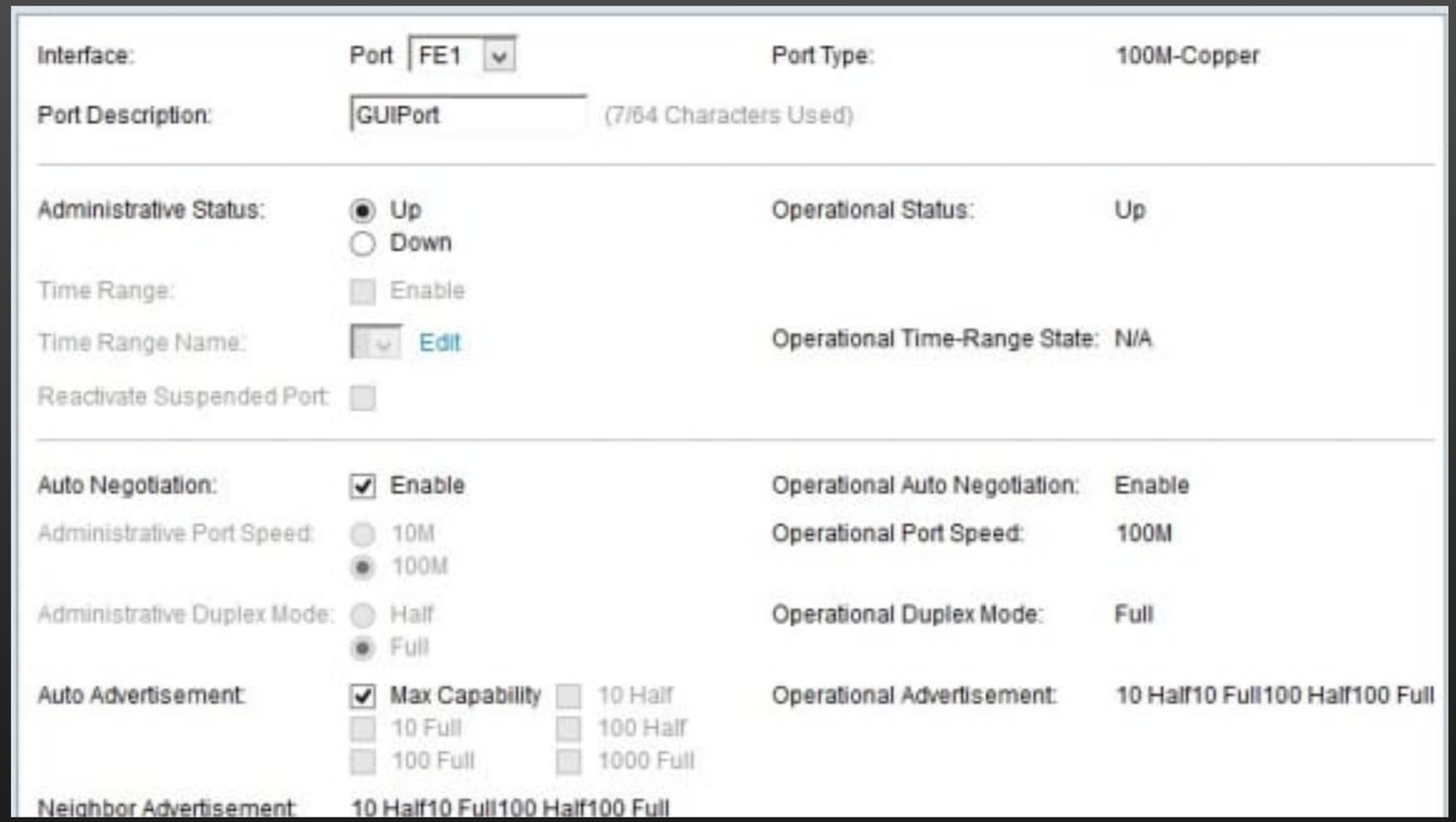
Praxis

Daisy Chain vermeiden



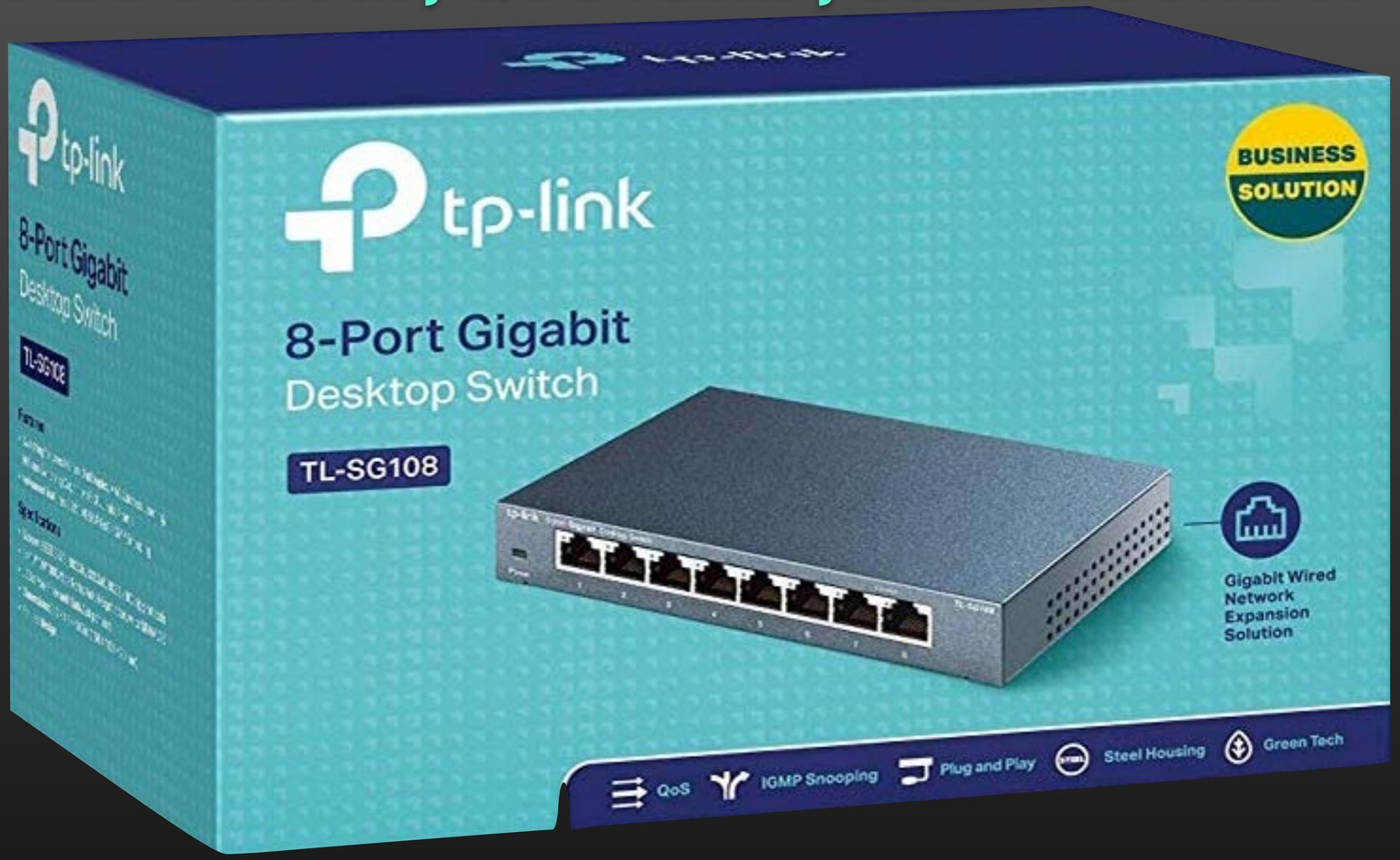
Praxis

Port Geschwindigkeit fest einstellen



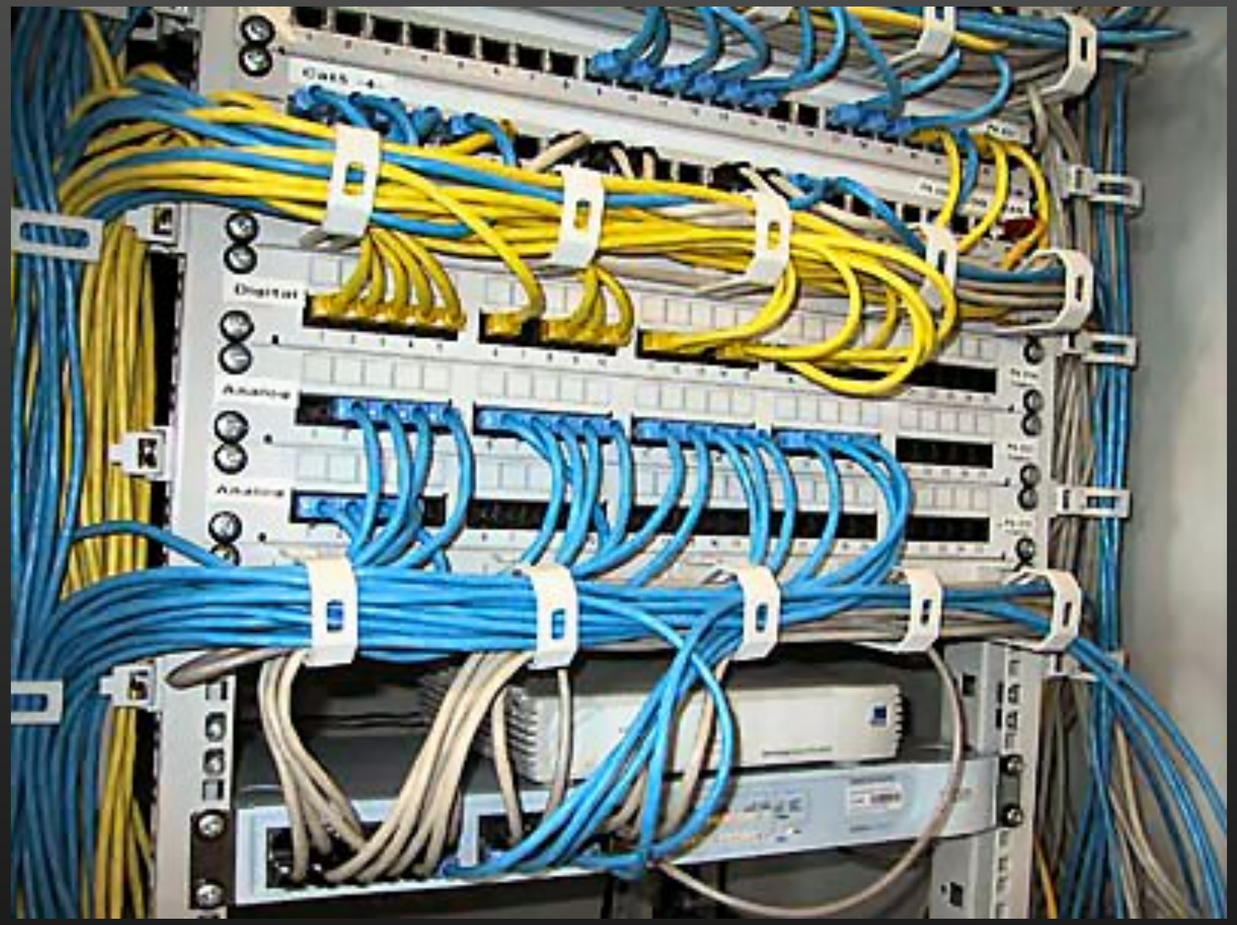
Praxis

Switch ohne ECO Modi , QoS IGMP, Storm Control

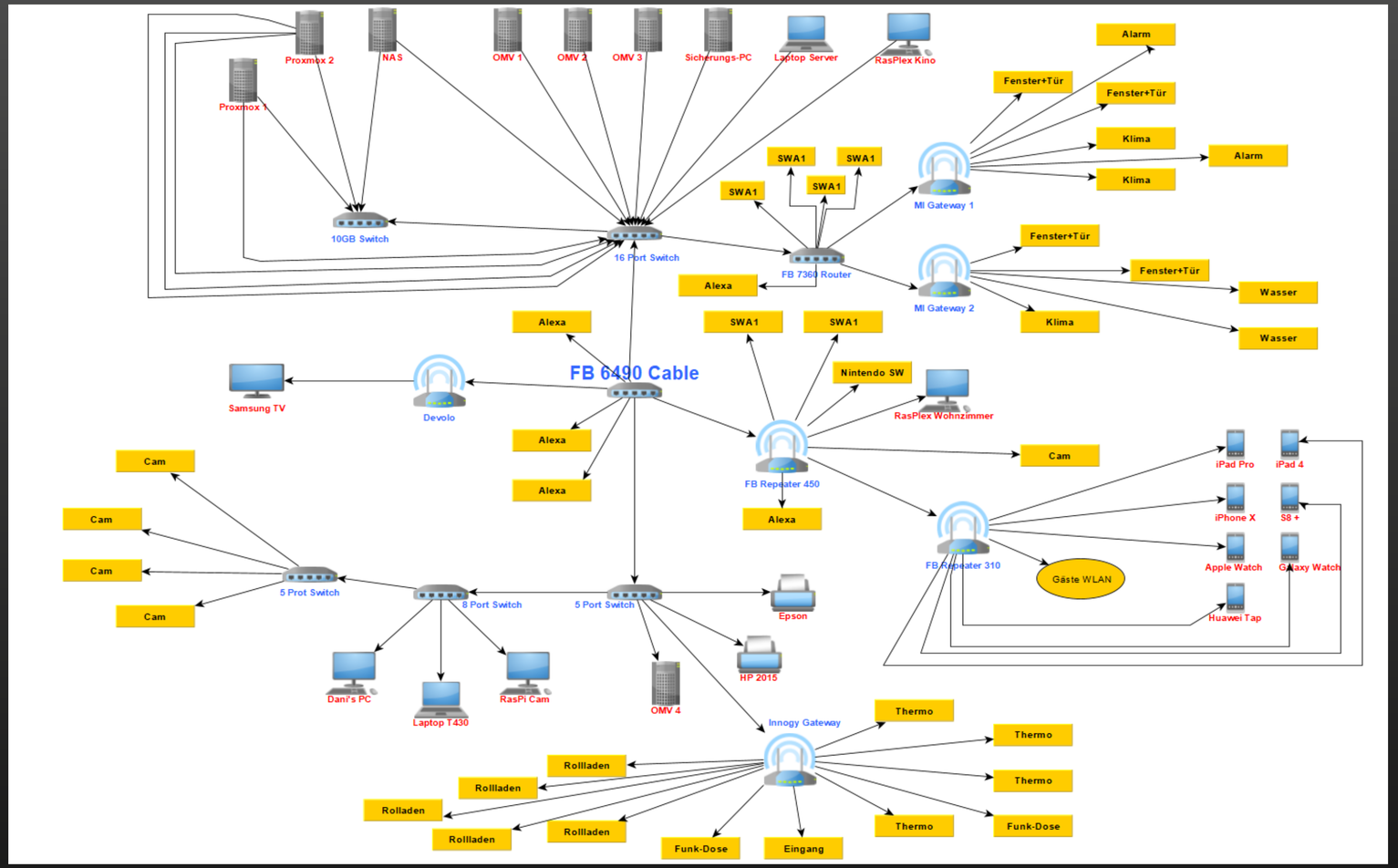


Praxis

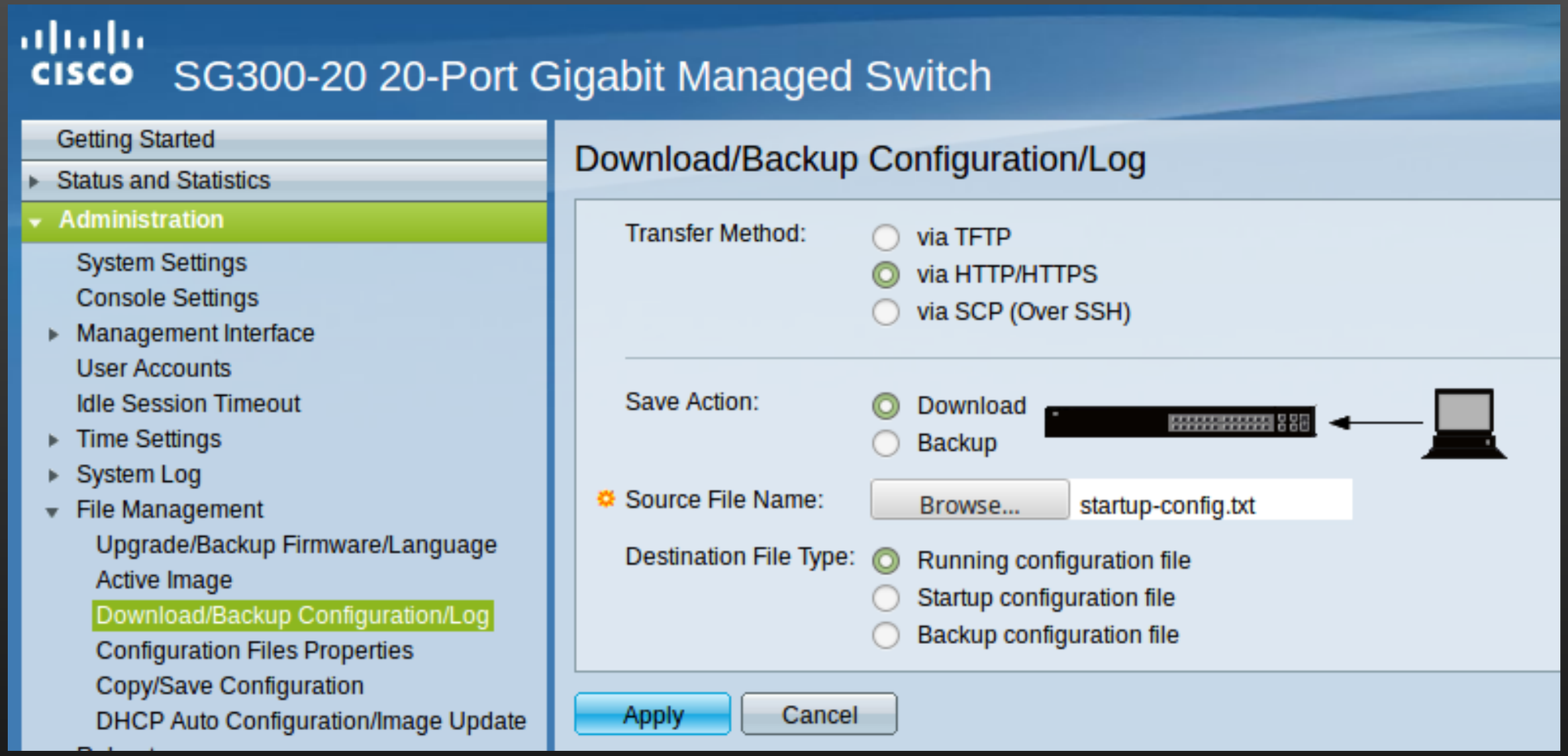
Patchfeld - Kabel mit Farben



Praxis
Netzwerkplan erstellen

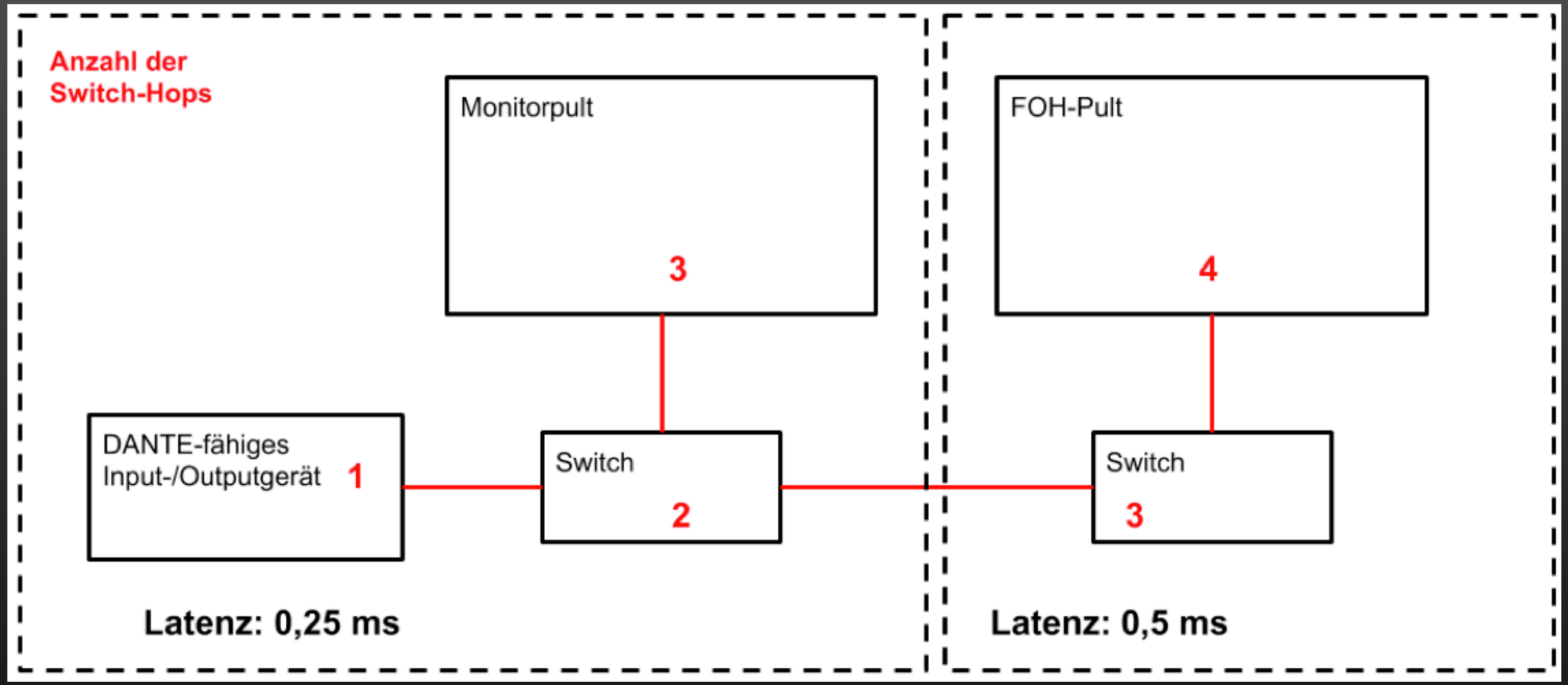


Praxis
Konfigurationen ablegen



Praxis

Simples Netz oder Intelligentes Netz aufbauen



„Was das Netzwerk im Innersten zusammenhält“

Netzwerk | Grundlagen

R.SEPP VOIGT | 07.02.2023