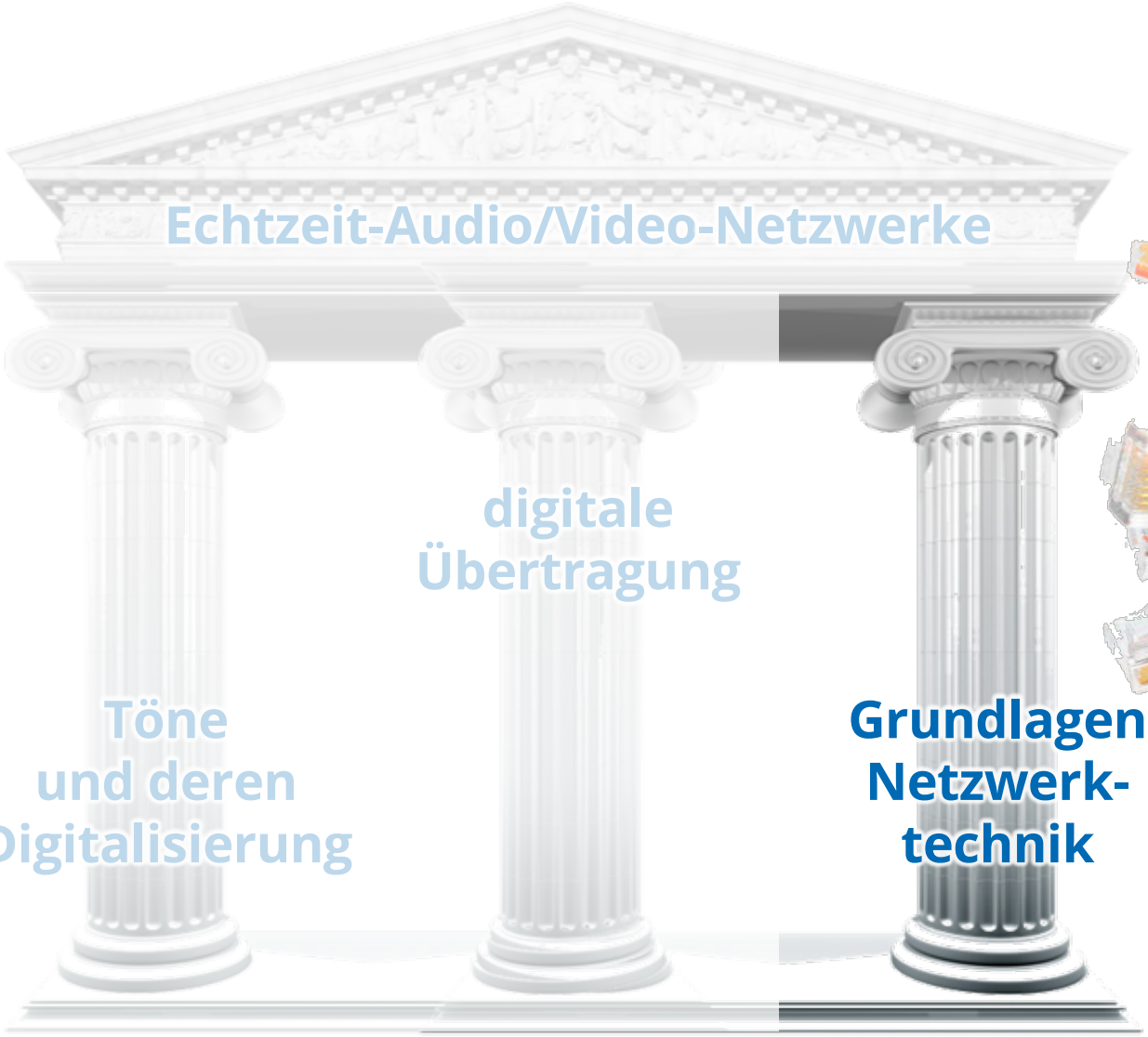
AV-Netzwerktechnik

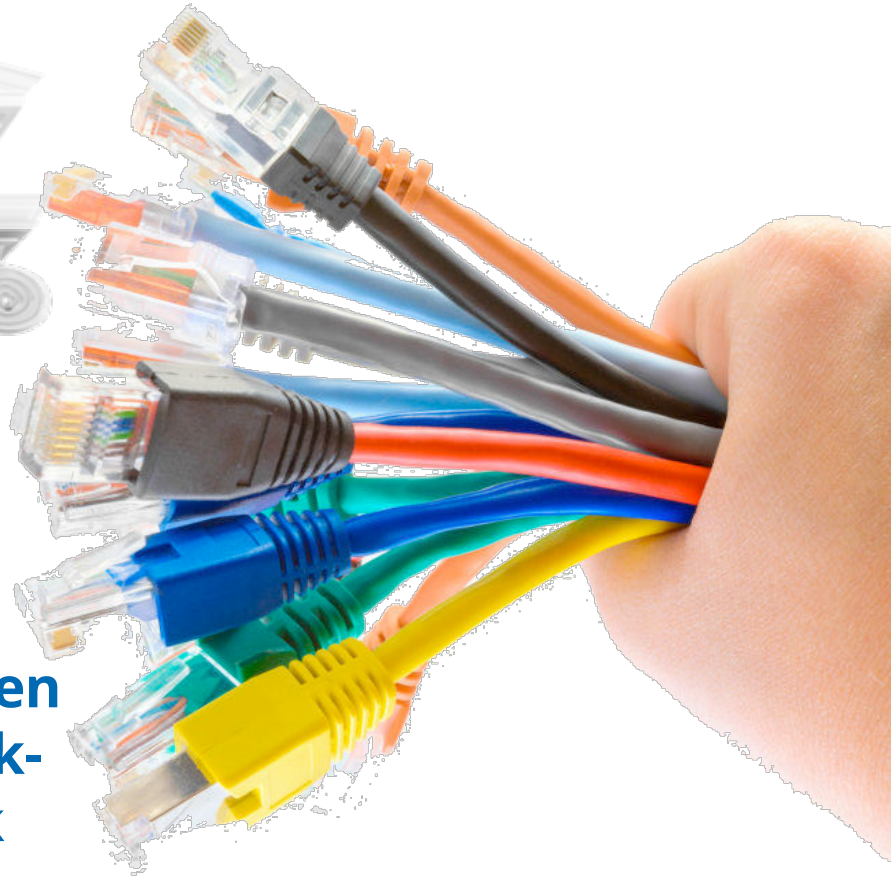
Grundlagen Netzwerktechnik

Benny Platte

HOCHSCHULE MITTWEIDA
University of Applied Sciences

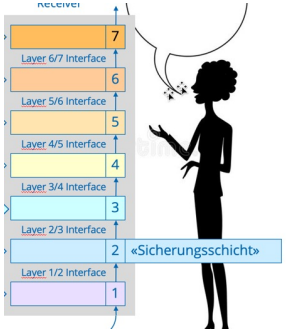
hs-mittweida.de

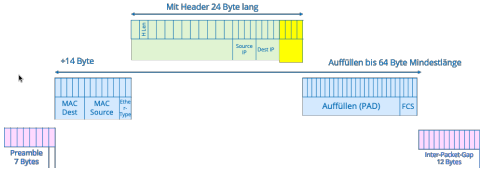




Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

Themen





Paketbasierter Transport	ISO/OSI Referenzmodell	Pakete im Detail	Audio over Ethernet Vs. Audio over IP
	• 7 Schichten • Aufbau Kommunikation • Funktion der 4 unteren Schichten • TCP/IP-Modell	• Paket zusammensetzen • Proberechnung Übertragungsraten	• Vor- und Nachteile • MAC-Adressen • IP-Adressen • Hub, Switch, Router

Sie können

Paketbasierter Transport	ISO/OSI Referenzmodell	Audio over Ethernet Vs. Audio over IP
• 4 Vorteile der paketbasierten Übertragung benennen und begründen. • 1 Herausforderung/Problem benennen	• Die maßgebenden Schichten benennen und deren Funktion erläutern • Die Adressierungen der 4 unteren Schichten benennen • Angeben, wie lang ein Paket auf der Leitung wird bei gegebener Nutzdatenmenge	• Die Vorteile und Nachteile der Audioübertragung diskutieren und Empfehlungen ableiten • Den Unterschied Hub, Switch, Router erklären und einen konkreten Modellvorschlag unterbreiten, wenn bestimmte Eigenschaften des Netzwerks gefordert sind (z.B. VLAN)

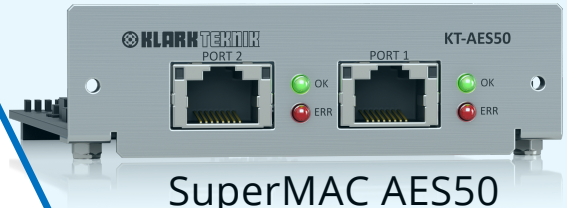
Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

Vorb

digitale Audio-Übertragung

Riedel ROCKNET

Diretta



SuperMAC AES50

AVIOM Distributed Audio Networks

WSG SOUNDGRID COMPATIBLE

REAC

Ether Sound

CobraNet®

Dante® With AES67

SMPTE ST 2110

IEEE 802.1 AVB

RAVENNA

AES67

MADI

MOST®

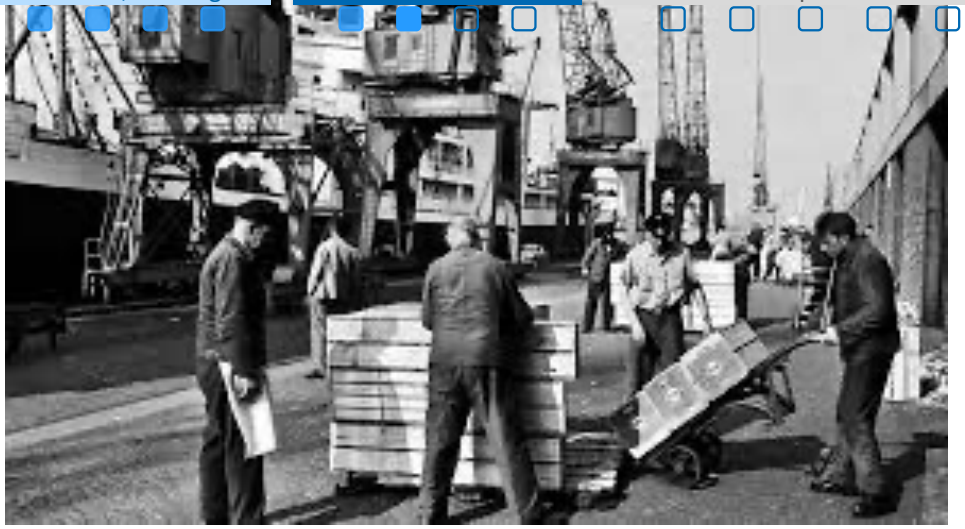
proprietär komplett eigenständig

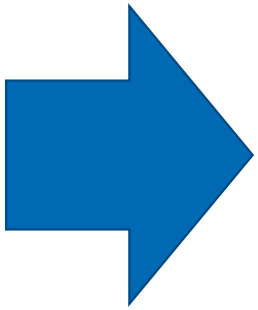
OSI-Layer 1

OSI-Layer 2

OSI-Layer 3

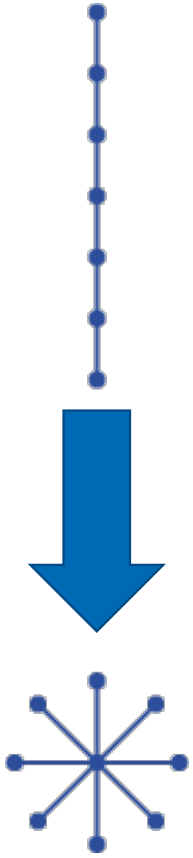
Ethernet

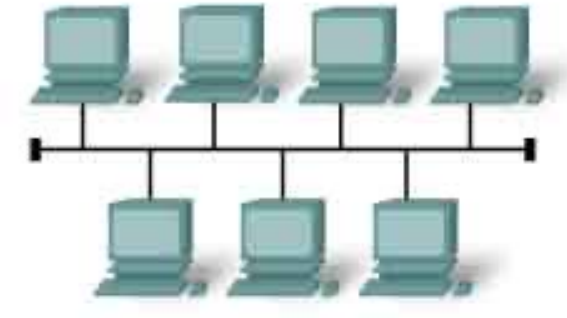


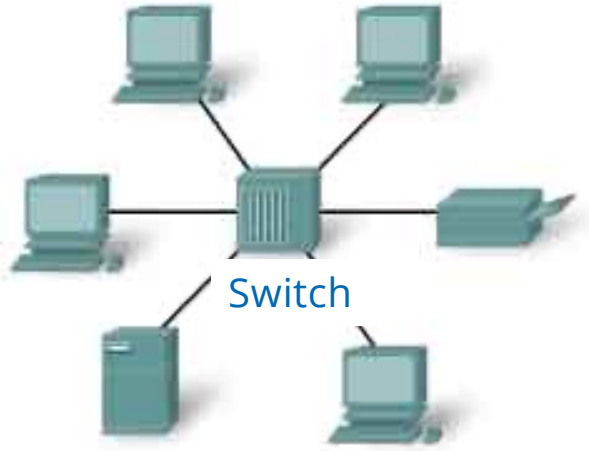


Vorb

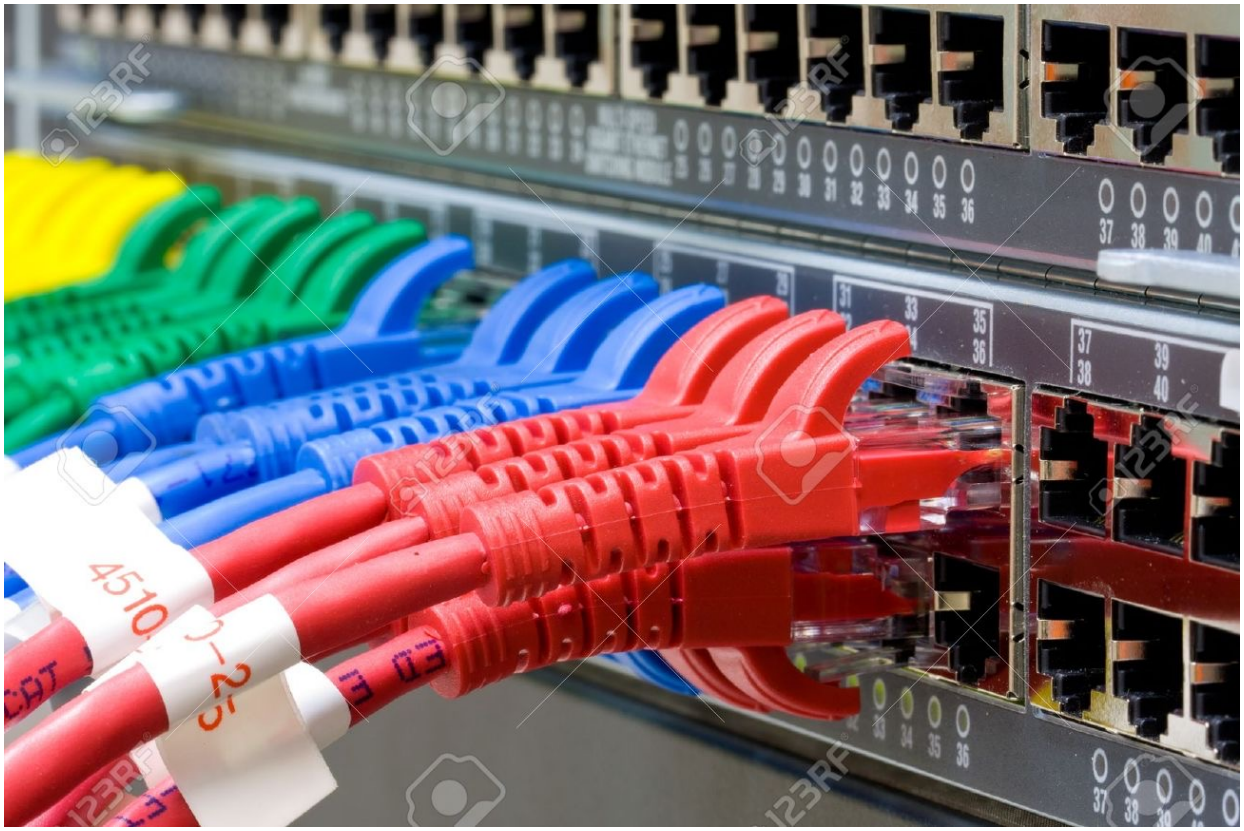
90er Jahre: vom Shared-Media-LAN zum Switched-LAN → Ethernet setzt sich durch



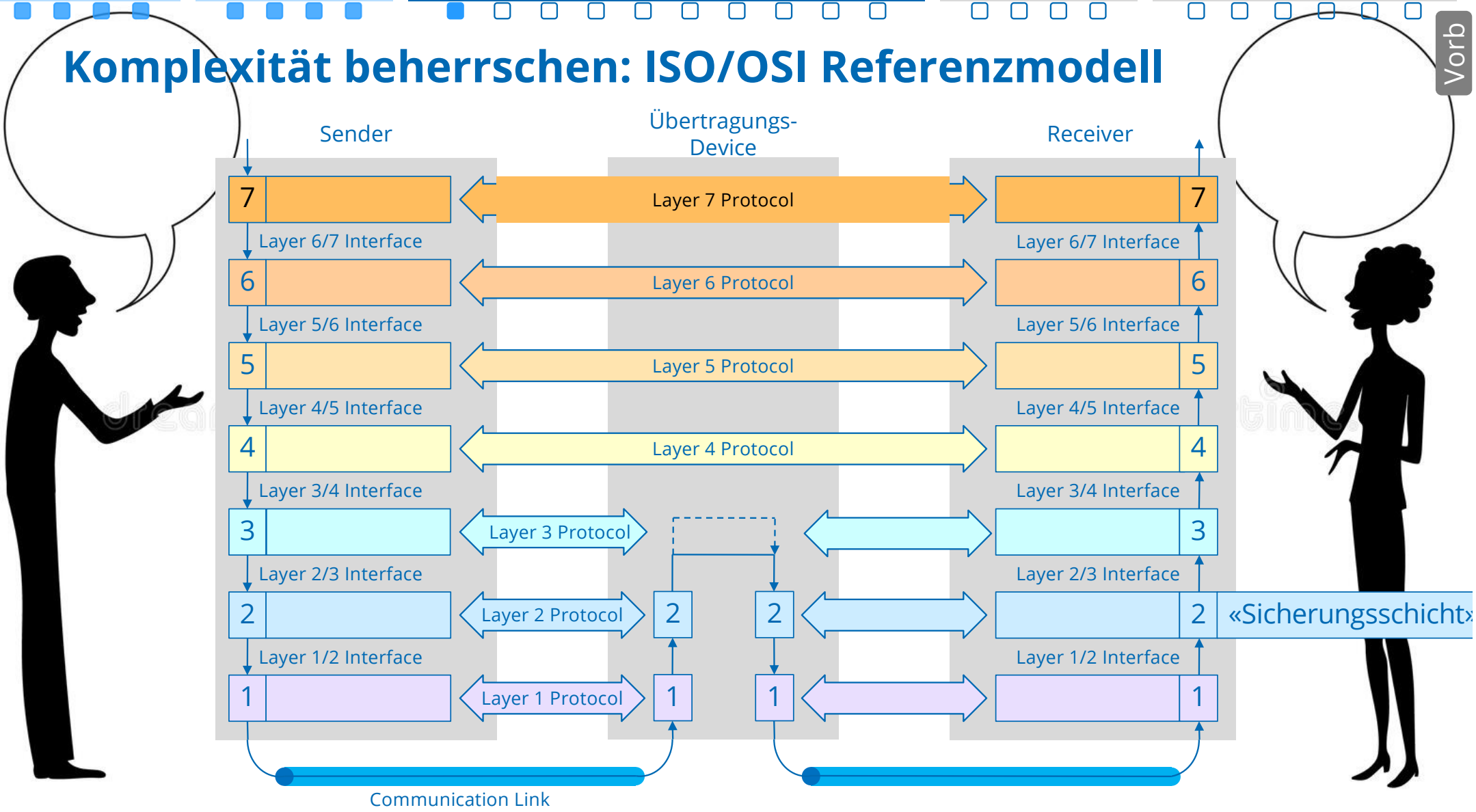




Switched-LAN



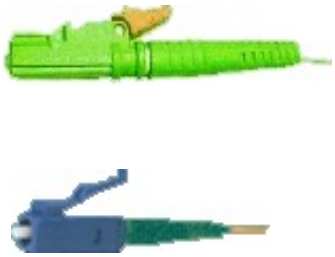
Komplexität beherrschen: ISO/OSI Referenzmodell



OSI-Layer: Bitübertragungsschicht (Physical Layer)

- 7 Application
- Layer 6/7 Interface
- 6 Presentation
- Layer 5/6 Interface
- 5 Session
- Layer 4/5 Interface
- 4 Transport
- Layer 3/4 Interface
- 3 Network
- Layer 2/3 Interface
- 2 Data Link
- Layer 1/2 Interface
- **1 Physical**

Beispiele: 802.3 Ethernet, 802.11 WLAN,
RS-232, V.34, POTS, DSL, SDH



Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

OSI-Layer 2: Sicherungsschicht (Data Link Layer)

gewährleistet zuverlässige (weitgehend fehlerfreie) Übertragung **in einem Netzsegment**

7 Application
Layer 6/7 Interface
6 Presentation
Layer 5/6 Interface
5 Session
Layer 4/5 Interface
4 Transport
Layer 3/4 Interface
3 Network
Layer 2/3 Interface
2 Data Link
Layer 1/2 Interface
1 Physical

Beispiele: 802.3 Ethernet, 802.11 WLAN

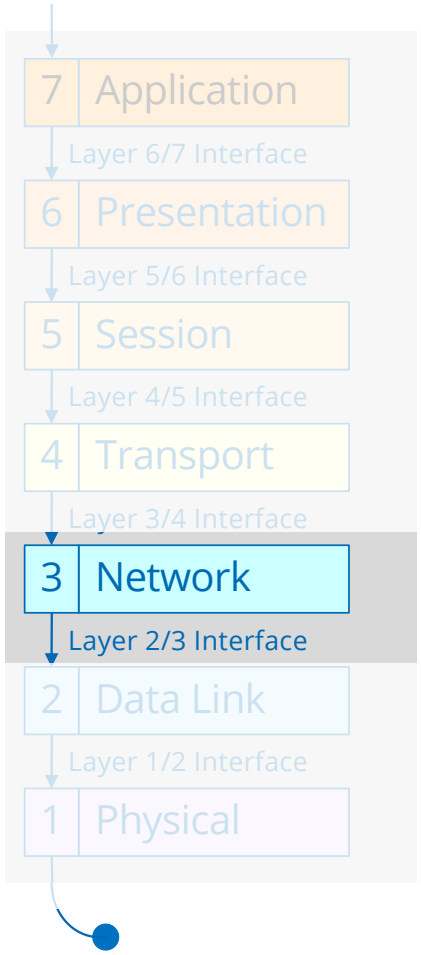
LLC-Schicht
(Logical Link Control)

MAC-Schicht
(Medium Access Control)

Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

OSI-Layer 3: Vermittlungsschicht / Network Layer

= „Routing Layer“
verbindet Hosts zwischen verschiedenen Netzwerken

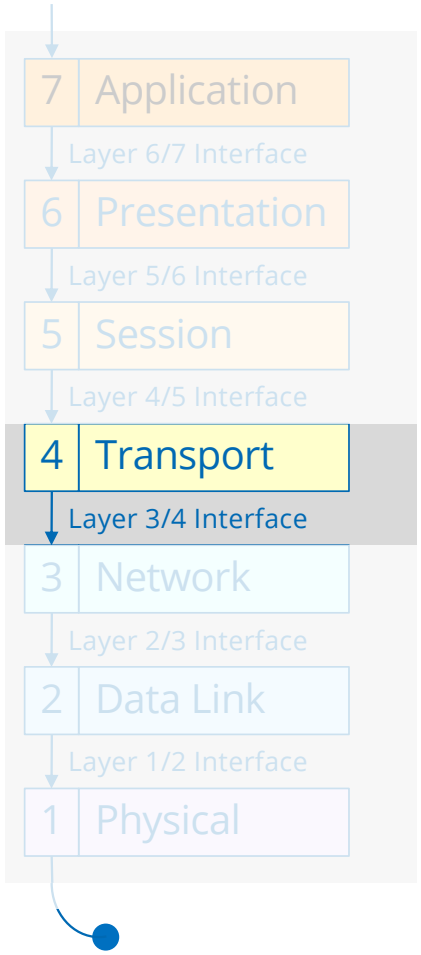


Hardware auf dieser Schicht: Router, Layer-3-Switch

Protokolle und Normen: X.25, IP, IPsec, ICMP.

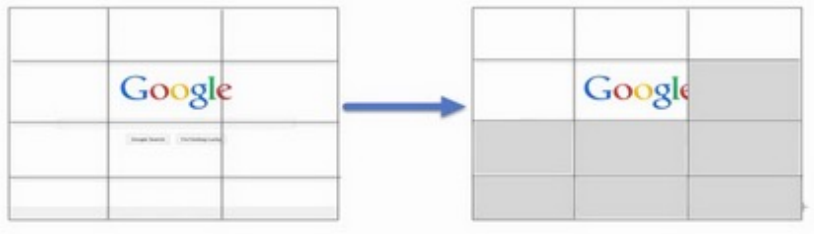
Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

OSI-Layer 4: Transport



= „Ende-zu-Ende-Verbindung“
verbindet Prozesse

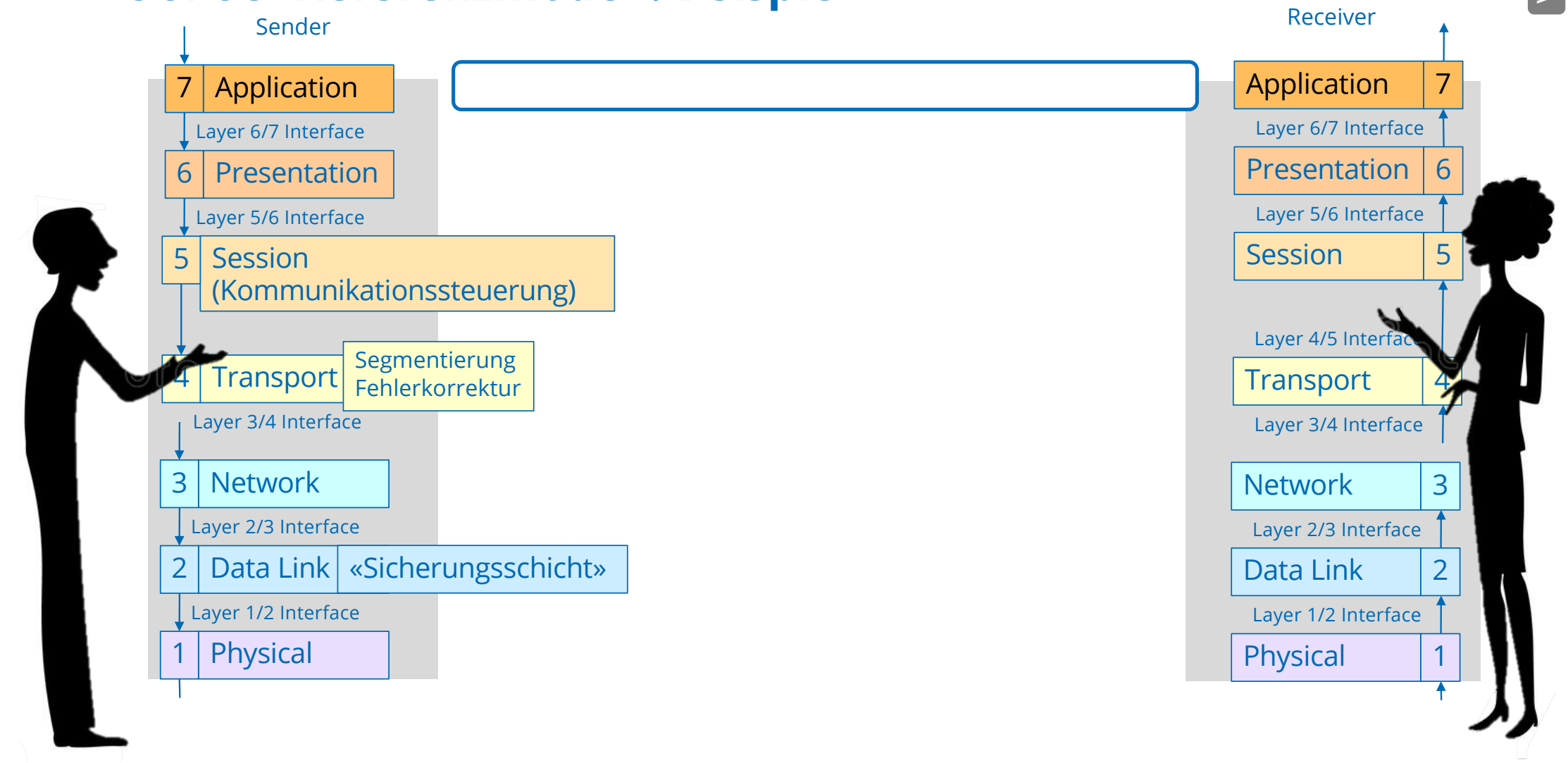
- Daten werden segmentiert und am Zielort wieder zusammengesetzt:



- UDP (User Datagram Protocol)
- TCP (Transmission Control Protocol)
- SCTP: Stream Control Transmission Protocol

Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

ISO/OSI Referenzmodell: Beispiel



ISO/OSI

TCP/IP-Modell

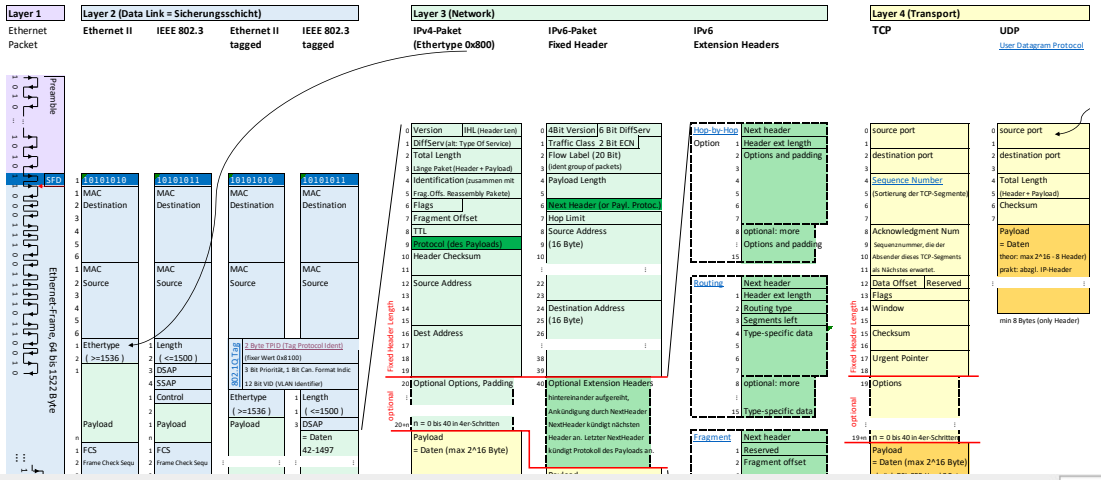
Übertragung, Kommunikation, Reichweite

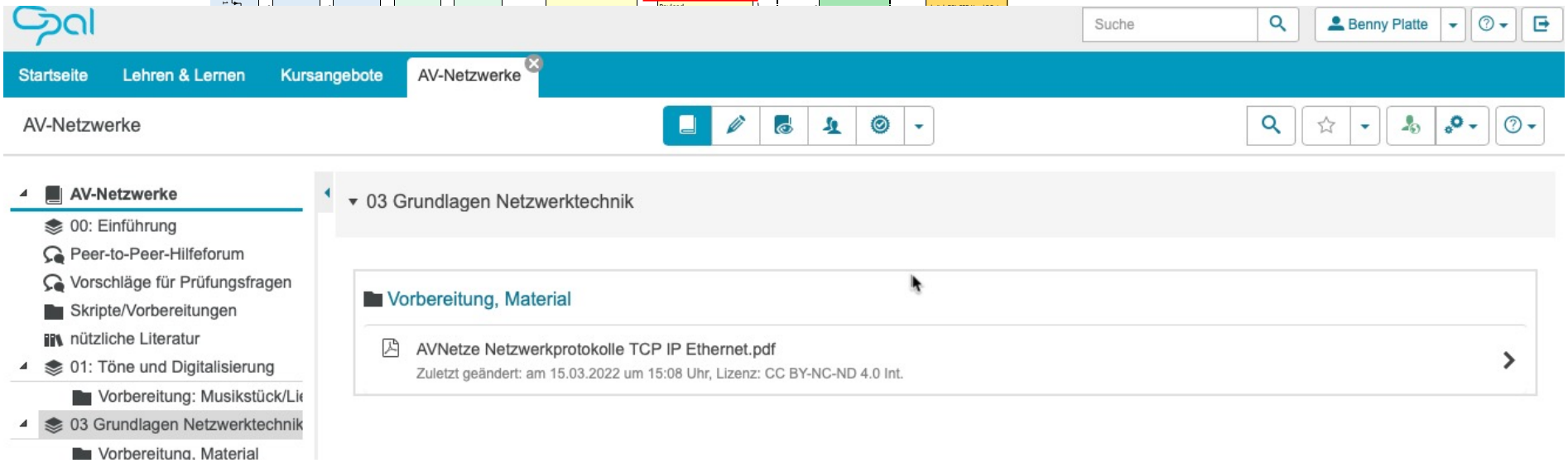
ISO/OSI	TCP/IP-Modell		
7 Application	Application	Data	FTP, HTTP, Telnet
Layer 6/7 Interface			
6 Presentation			
Layer 5/6 Interface			
5 Session			
Layer 4/5 Interface			
4 Transport	Transport	Segments	
Layer 3/4 Interface			
3 Network	Network	Packets	
Layer 2/3 Interface			
2 Data Link	Network Access Layer	Frames	
Layer 1/2 Interface			
1 Physical		übertragene Bits	1 0 1 0 ... 1 0 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0

Adressierung über

Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

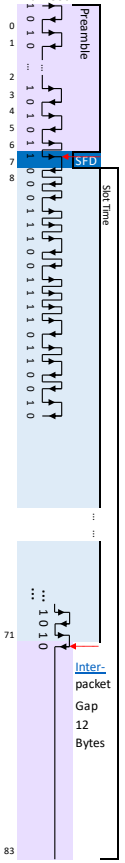
Ethernet Übersicht (extra Blatt)





Layer 1

Ethernet Packet
min 72 Byte
max 1530



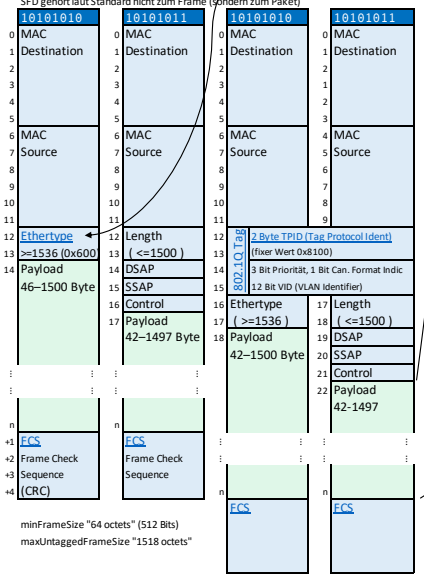
Layer 2 (Data Link = Sicherungsschicht)

Ethernet II	IEEE 802.3	Ethernet II	IEEE 802.3
Frame	(802.3-2005)	**tagged** ("802.1Q-encapsulated frames")	**tagged**

100 Mb/s

slotTime: 512 Bits @ 100 MBit/s, 4096 @1000 Mbit/s)
interFrameGap: 12 Bytes (InterFrameGap shrinkage: non colliding 64 BT (Bit Times))

SFD gehört laut Standard nicht zum Frame (sondern zum Paket)



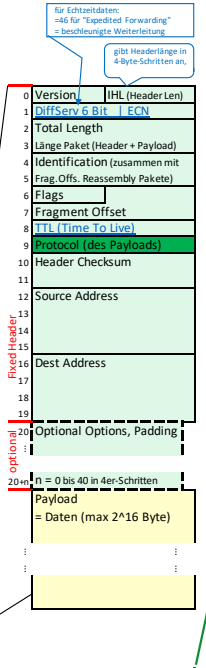
minFrameSize "64 octets" (512 Bits)
maxUntaggedFrameSize "1518 octets"

minFrameSize "64 octets" (512 Bits)
max 1522 octets

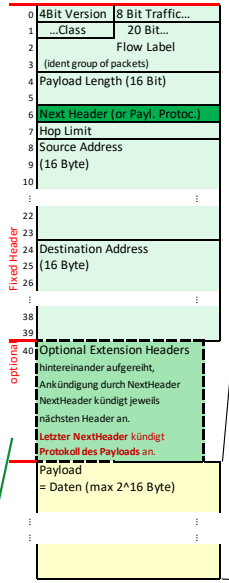
Ethertype	Protocol
wenn Ethertype < 0x600, dann gibt es die Länge des Payloads an	
0x0800	Internet Protocol version 4 (IPv4)
0x0806	Address Resolution Protocol (ARP)
0x0842	Wake-on-LAN[9]
0x22F0	Audio Video Transport Protocol (AVTP)
⋮	⋮
0x809B	AppleTalk (Ethertalk)
0x80F3	AppleTalk Address Resolution Protocol (AARP)
0x8100	VLAN-tagged frame (IEEE 802.1Q) and Shortest Path Bridging
⋮	⋮
0x86DD	Internet Protocol Version 6 (IPv6)

Layer 3 (Network)

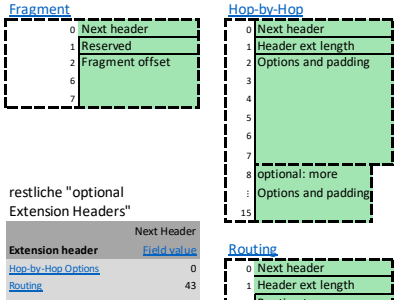
IPv4-Paket (Ethertype 0x800)



IPv6-Paket



IPv6: mögliche Extension Headers

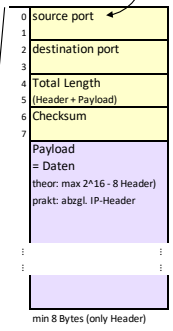


restliche "optional Extension Headers"

Extension header	Next Header Field value
Hop-by-Hop Options	0
Routing	43

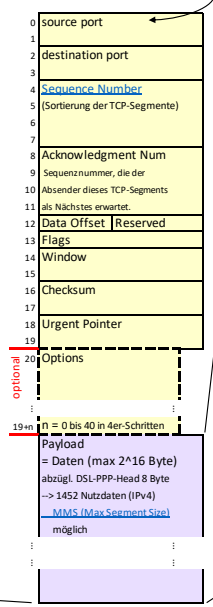
Layer 4 (Transport)

UDP — User Datagram Protocol



min 8 Bytes (only Header)

TCP

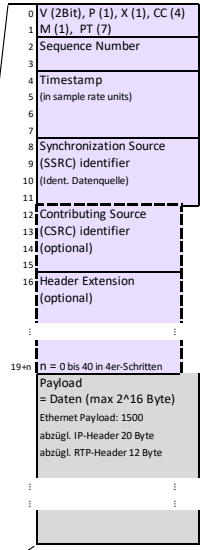


Data Offset: Länge des TCP-Headers in 32-Bit-Blöcken

einzelne Flags:
URG: urgent
ACK: Anford. Bestät
SYN: Verbindungsinitiierung

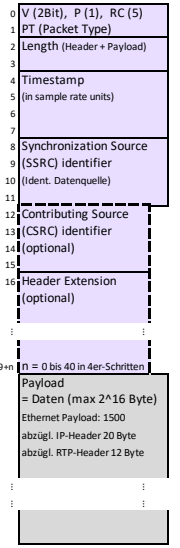
Layer 5 - 7

RTP — Real-Time Transport Protocol
Daten-Stream, sendet über UDP auf geradem Port
Port: gerade



V: Version des RTP
P: Padding
X: Extension (Erweit-Header vorhanden)
CC: CSRC Count 4 Bit (Anzahl der CSRC-Identifier)
M: Marker
PT: Payload Type 7 bit

RTCP — RTP Control Protocol
periodischer Austausch von Steuernachrichten
sendet über UDP auf nächstem ungeradem Port
Port: ungerade



V: Version P: Padding
RC: Report Counter (Anzahl Reports in diesem Paket)

Message types:
Sender report (SR)
Receiver report (RR)
Source description (SDES)
Goodbye (BYE)
Application-specific message (APP)

RTSP — Real-Time Streaming Protocol
used for establishing and controlling media sessions ("play, record and pause")
nutzt TCP, manchmal UDP
Port: 554

Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

Layer 1

Ethernet Packet

min 72 Byte
max 1530

Layer 2 (Data Link = Sicherungsschicht)

Ethernet II	IEEE 802.3	Ethernet II	IEEE 802.3
Frame	(802.3-2005)	tagged	tagged
			("802.1Q-encapsulated frames")

100 Mb/s

slotTime: 512 Bits @ 100 MBit/s, 4096 @1000 Mbit/s)
interFrameGap: 12 Bytes (InterFrameGap shrinkage: non colliding 64 BT (Bit Times))

SFD gehört laut Standard nicht zum

10101010 | MAC Destination

Sequence (CRC)

minFrameSize "64 octets" (512 Bits)
maxUntaggedFrameSize "1518 octets"

minFrameSize "64 octets" (512 Bits)
max 1522 octets

Ethertype	Protocol
wenn Ethertype < 0x600, dann gibt es die Länge des Payloads an	
0x0800	Internet Protocol version 4 (IPv4)
0x0806	Address Resolution Protocol (ARP)

Layer 3 (Network)

IPv4-Paket (Ethertype 0x800) | IPv6-Paket

für Echtzeitdaten:
=46 für "Expedited Forwarding"
= beschleunigte Weiterleitung

gibt Headerlänge in 4-Byte-Schritten an,

Version | IHL (Header Len)
DiffServ 6 Bit | ECN
Total Length
Länge Paket (Header + Payload)
Identification (zusammen mit Frag.Offs. Reassembly Pakete)
Flags
Fragment Offset
TTL (Time To Live)
Protocol (des Payloads)
Header Checksum
Source Address
Dest Address
Optional Options, P
n = 0 bis 40 in 4er-Schritte
Payload

4Bit Version | 8 Bit Traffic...
...Class | 20 Bit... Flow Label
(ident group of packets)
Payload Length (16 Bit)
Next Header (or Payl. Protoc.)
Address
Address

Fixed Header
optional

IP

IPv6: mögliche Extension Headers

Fragment

0	Next header
1	Reserved
2	Fragment offset
6	
7	

Hop-by-Hop

0	Next header
1	Header ext length
2	Options and padding
3	
4	
5	
6	

Layer 4 (Transport)

UDP | TCP

User Datagram Protocol

source port
destination port
Total Length (Header + Payload)
Checksum
Payload = Daten
theor: max 2^16 - 8 Header)
prakt: abzgl. IP-Header
min 8 Bytes (only H

source port
destination port
Sequence Number (Sortierung der TCP-Segmente)
Acknowledgment Num
Sequenznummer, die der Absender dieses TCP-Segments als Nächstes erwartet.
ta Offset | Reserved
ow
um
Pointer
in 4er-Schritten

Data Offset: Länge des TCP-Headers in 32-Bit-Blöcken

einzelne Flags:
URG: urgent
ACK: Anford. Bestät
SYN: Verbindungsinitiierung

PORT

Layer 5 - 7

RTP | RTCP

Real-Time Transport Protocol
Daten-Stream, sendet über UDP auf geradem Port

RTP Control Protocol
periodischer Austausch von Steuernachrichten
sendet über UDP auf nächstem ungeradem Port

Port: gerade
Port: ungerade

V (2Bit), P (1), X (1), CC (4)
M (1), PT (7)
Sequence Number
Timestamp (in sample rate units)
Synchronization Source (SSRC) identifier (Ident. Datenquelle)
Contributing Source (CSRC) identifier (optional)
Header Extension (optional)
n = 0 bis 40 in 4er-Schritten
Payload = Daten (max 2^16
Ethernet Payload: 1500

V (2Bit), P (1), RC (5)
PT (Packet Type)
Length (Header + Payload)
Timestamp (in sample rate units)
Synchronization Source (SSRC) identifier (Ident. Datenquelle)
Contributing Source (CSRC) identifier (optional)
Header Extension (optional)
n = 0 bis 40 in 4er-Schritten
max 2^16 Byt
Payload: 1500

V: Ver
P: Padding
X: Ext
Header vorhanden)
CC: CSRC Count 4 Bit
(Anzahl der CSRC-Identifier)
M: Marker
PT: Payload Type 7 bit

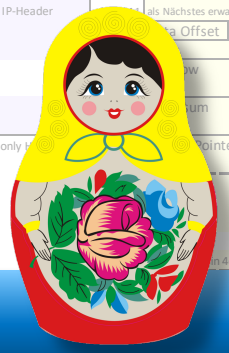
RC: Report Counter
Anzahl Reports in diesem Pa

Message types:
Sender report (SR)
Receiver report (RR)
Source description (SDES)
Goodbye (BYE)
Application-specific message

Anwendungs-Protokolle

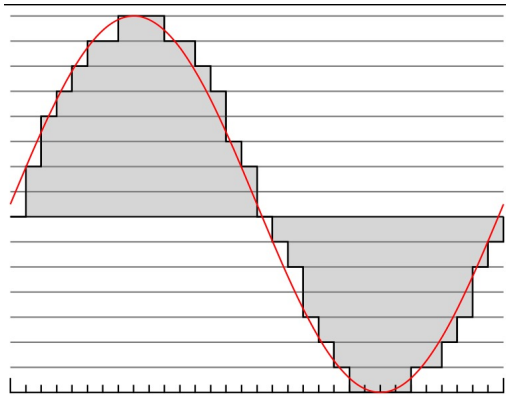
Kabel-Ende

MAC

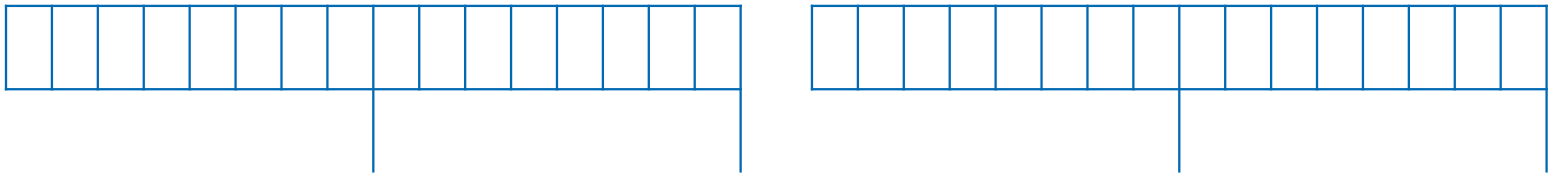


Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

Nutzdaten zu Paket zusammensetzen



Bits



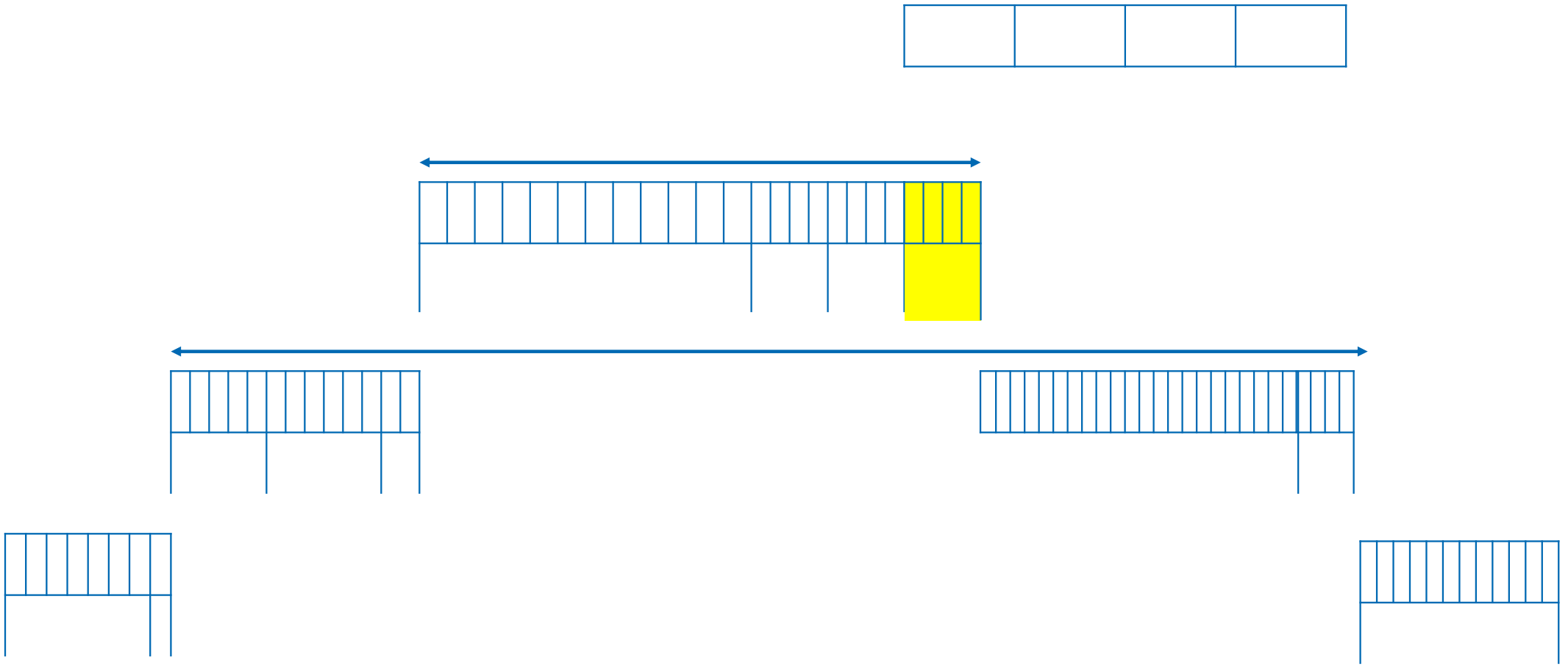
Bytes

Beispiel Übertragung Audio-over-IP:

- Eigenes Protokoll, unser Gerät “weiß”, wie es mit den Daten umgehen kann
- Sampledaten 16 Bit pro Kanal
- wir übertragen 1 einzelnes Sample pro Datenpaket

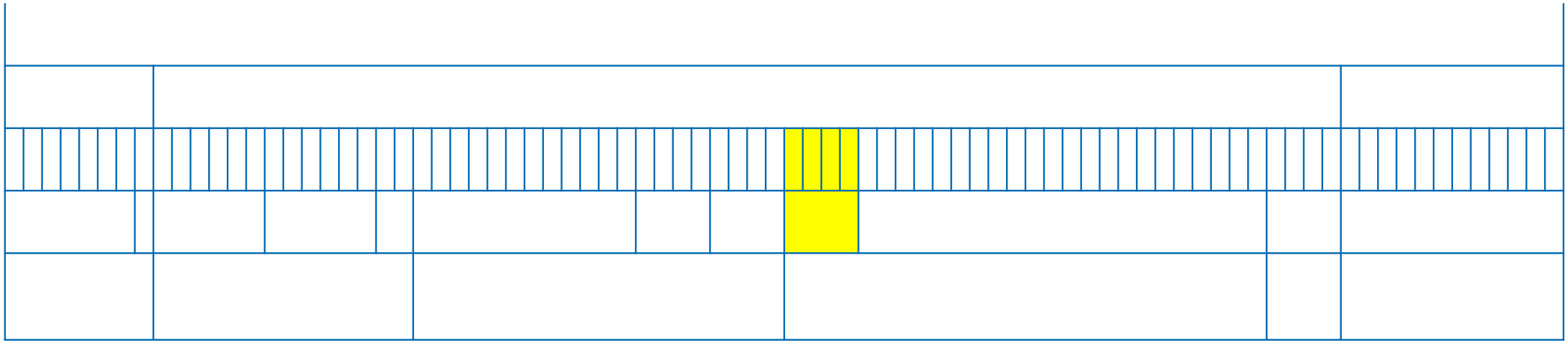
Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

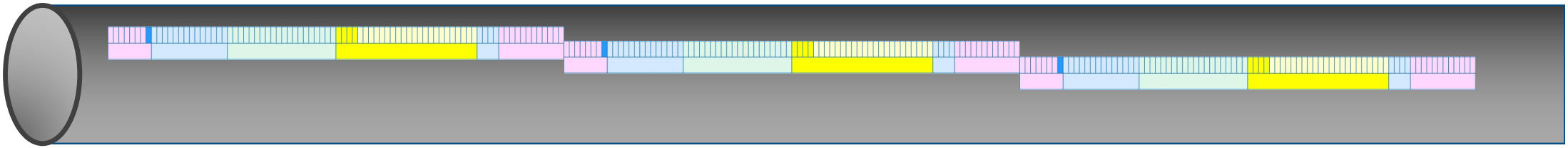
Nutzdaten zu Paket zusammensetzen



Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

Was ist los auf der Leitung?





Layer 2 oder 3

	Vorteile	Nachteile

OSI-Layer 2

WSG SOUNDGRID COMPATIBLE
REAC
EtherES Sound
CobraNet®

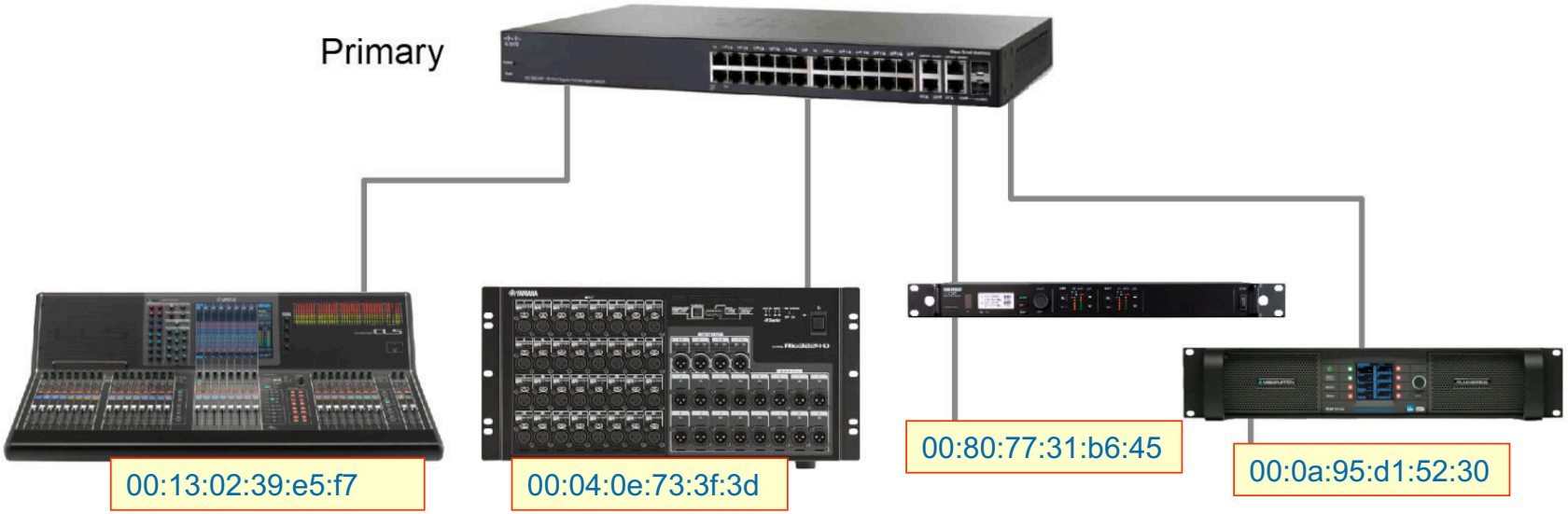
OSI-Layer 3 („over IP“)

SMPTE ST 2110
Dante® With AES67
AES67
RAVENNA
IEEE 802.1 AVB

Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

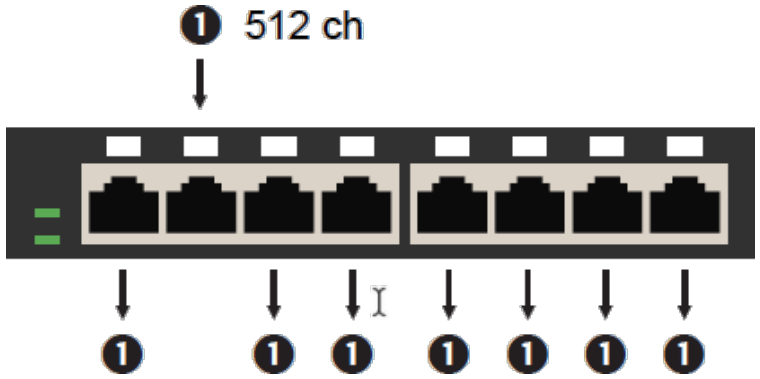
Layer-3-Audio-Netzwerk

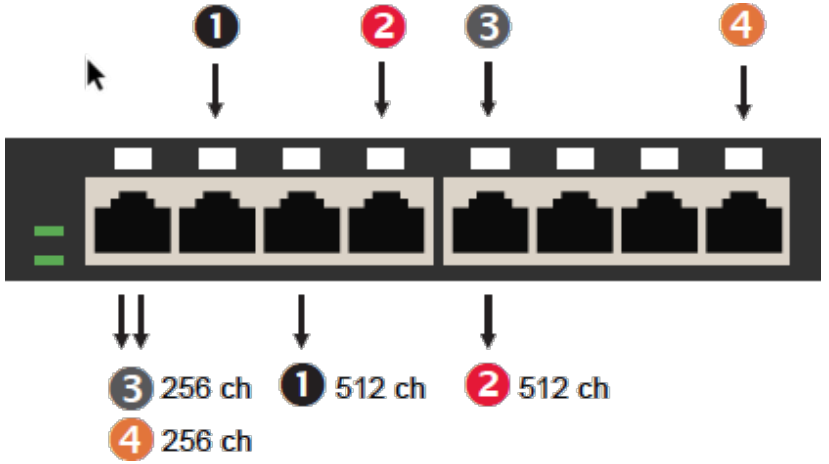
Hub, Switch ODER Geräte direkt verbinden



Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

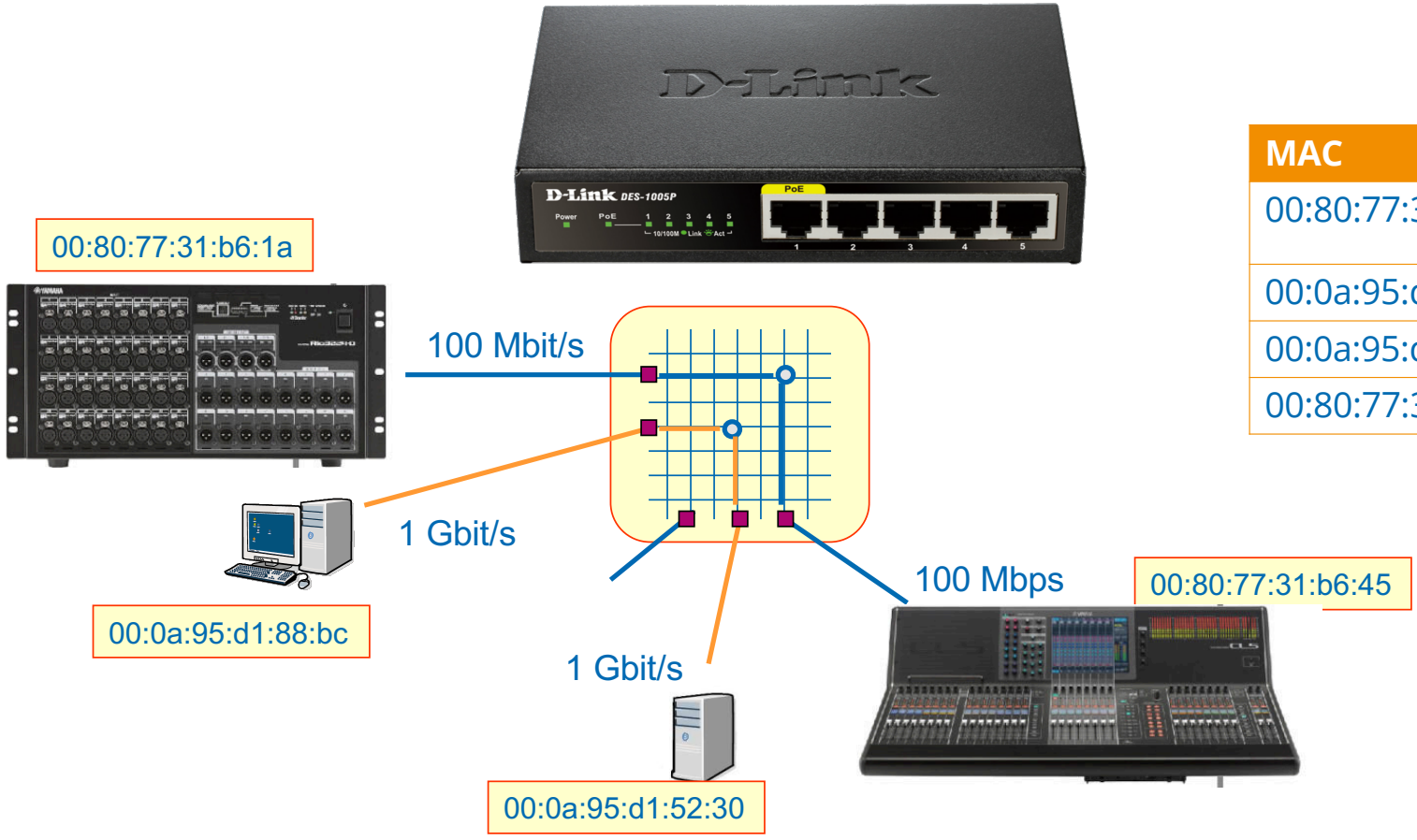
Vom Hub zum Switch





Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

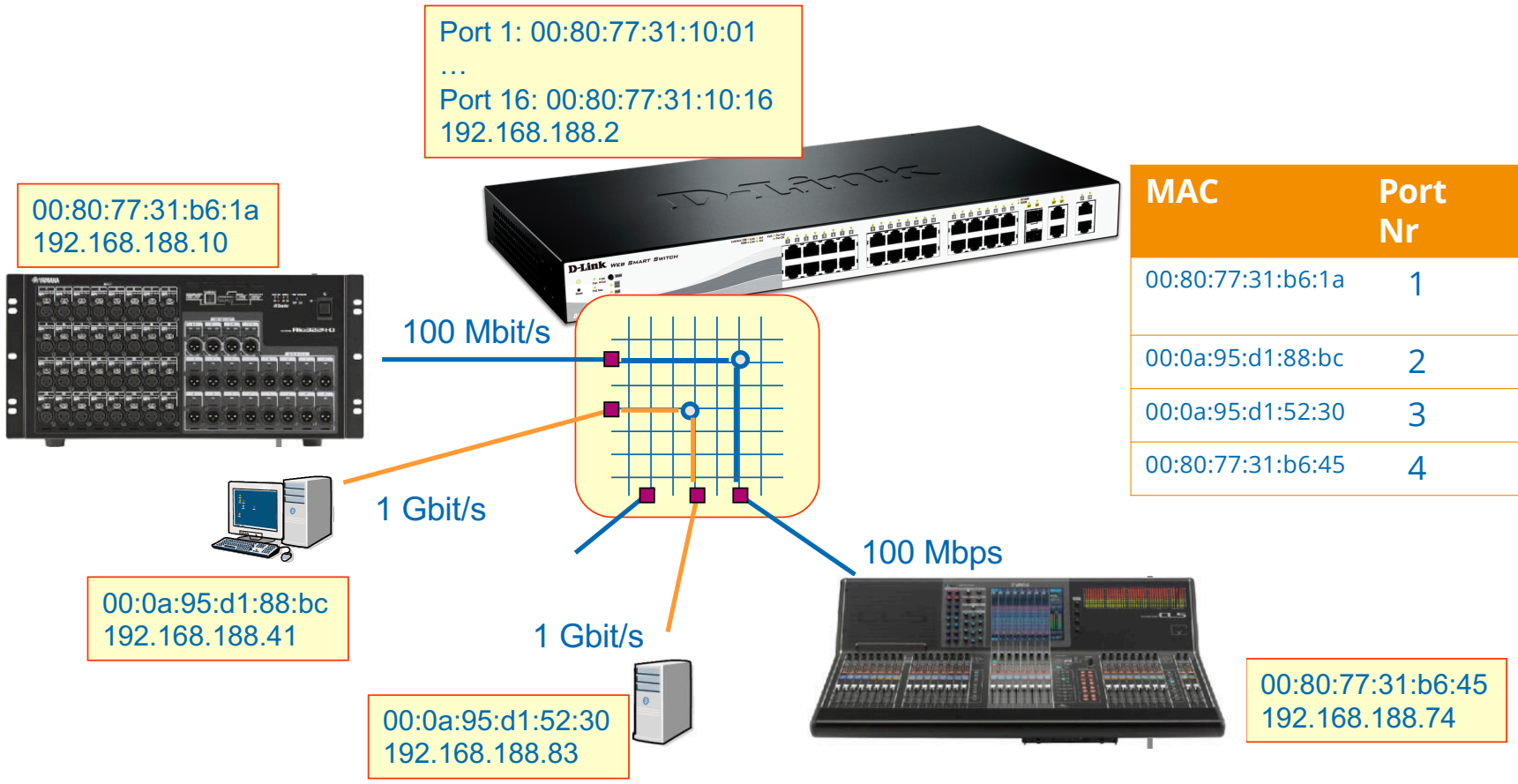
Switch (unmanaged)



MAC	Port Nummer
00:80:77:31:b6:1a	1
00:0a:95:d1:88:bc	2
00:0a:95:d1:52:30	3
00:80:77:31:b6:45	4

Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

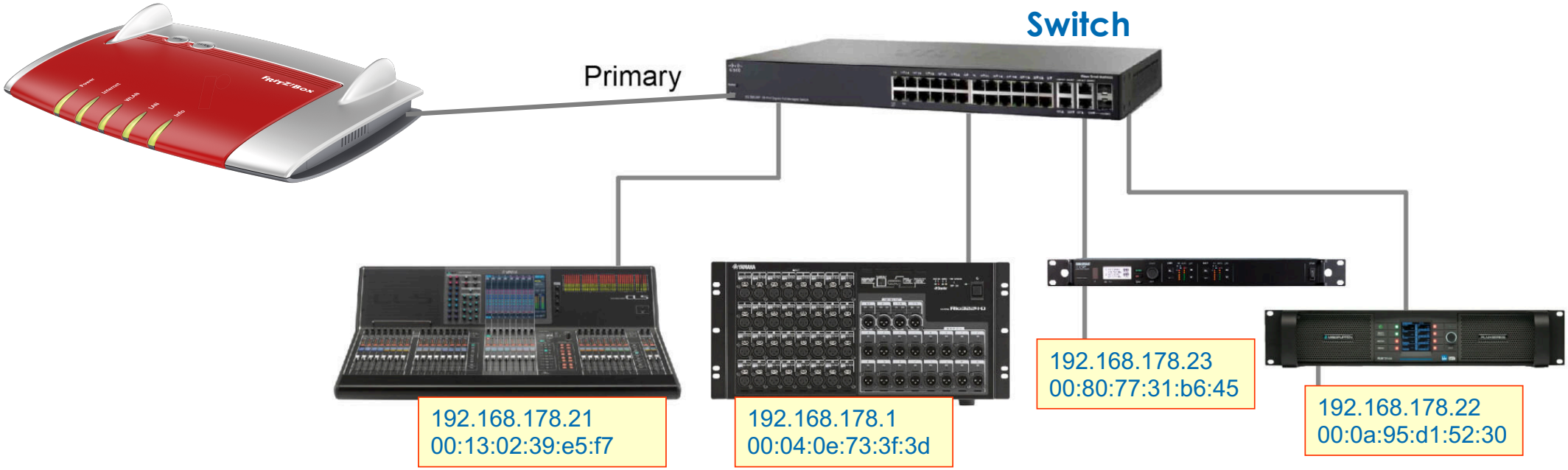
Switch (managed)



MAC	Port Nr
00:80:77:31:b6:1a	1
00:0a:95:d1:88:bc	2
00:0a:95:d1:52:30	3
00:80:77:31:b6:45	4

Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03

Layer-3-Audio-Netzwerk



Benny Platte
Fakultät Medien
AV-Netzwerke – 03