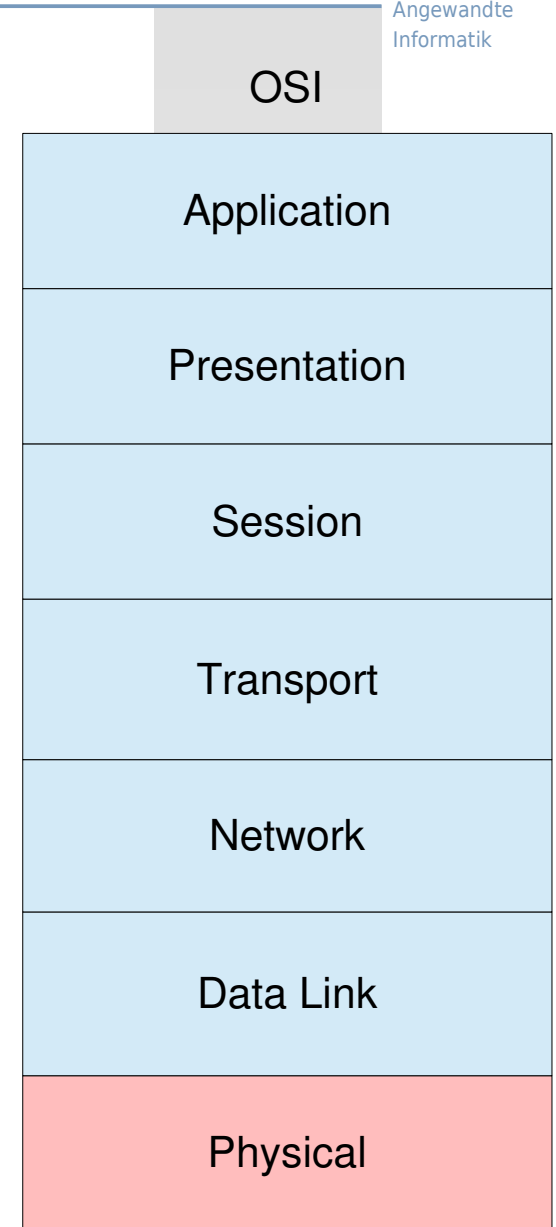


Network Access

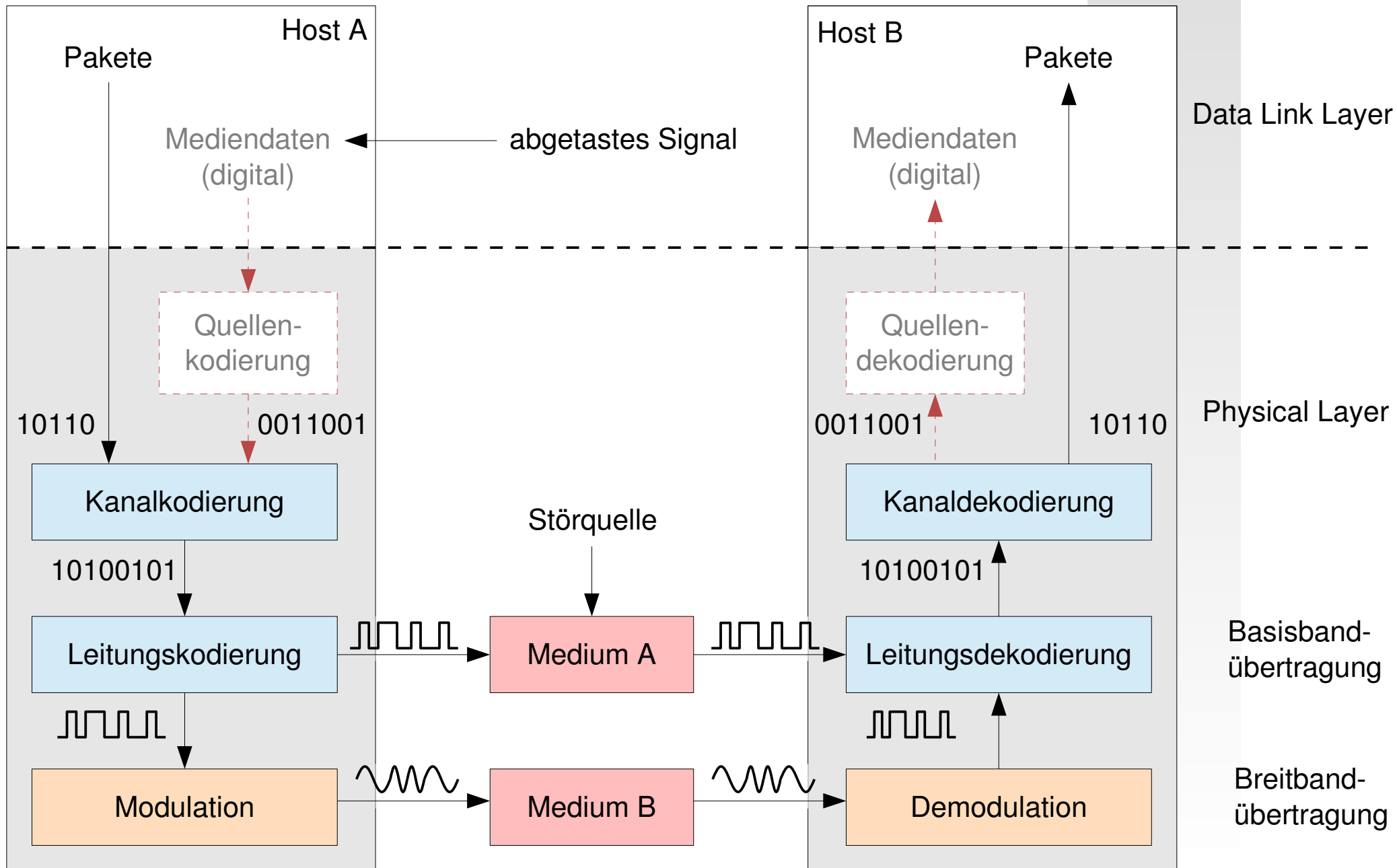
- Physical Layer
- Data Link Layer
- Ethernet-Einführung

- Definition
 - unterste Schicht im OSI-Schichtenmodell
 - Übertragung der Daten auf physischer Ebene

- Aufgaben
 - **bitweise Übertragung der Daten**
 - Definition von Schnittstellen
 - mechanisch
 - elektrisch
 - Definition Übertragungsmedium



Physical Layer: Übertragungspfad

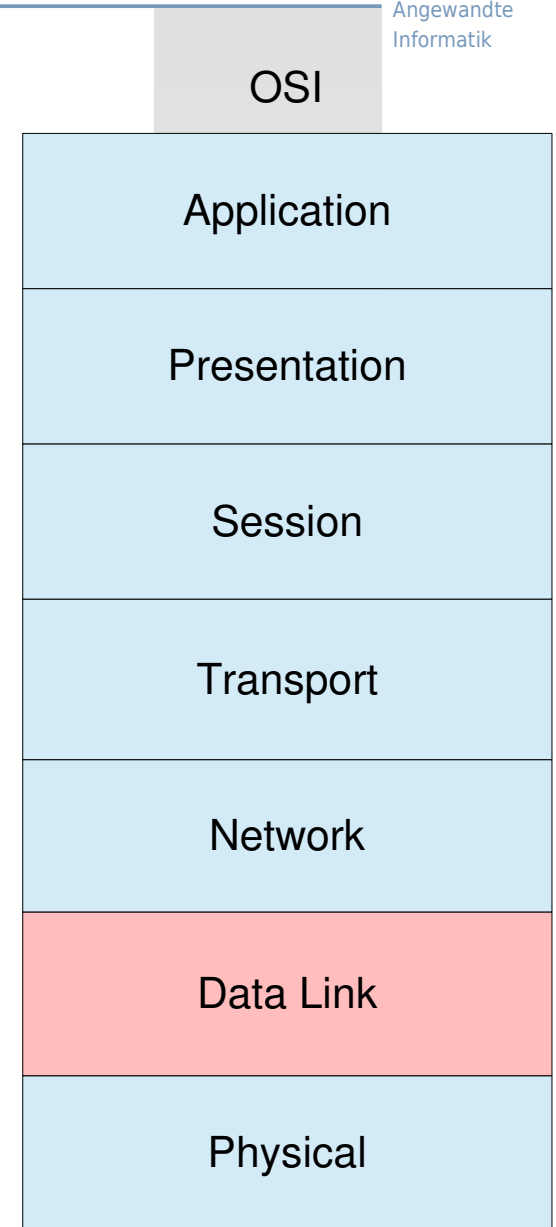


□ Definition

- Übertragung von Rahmen
- Punkt-zu-Punkt

□ Aufgaben

- Rahmensynchronisation (Rahmenerkennung)
- Adressierung
- Fehlersicherung (Erkennung und Korrektur von Fehlern)
- Flusskontrolle
- Reihenfolgeerhalt
- Medienzugriff



□ zeichenorientiert

- Kennzeichnung Anfang eines Paketes auf Zeichen-/Byte-Ebene mittels SYN
- Byte-Count-Methode

Beispiel: DDCMP-Protokoll DECNET



- Nutzung spezieller Zeichen
(Sentinel-Methode)

STX: Start of Text

ETX: End of Text

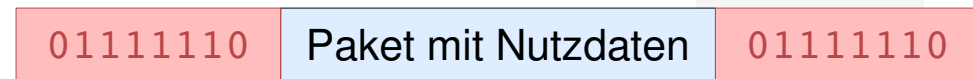
Beispiel: BISYNC – Binary Synchronous Communication



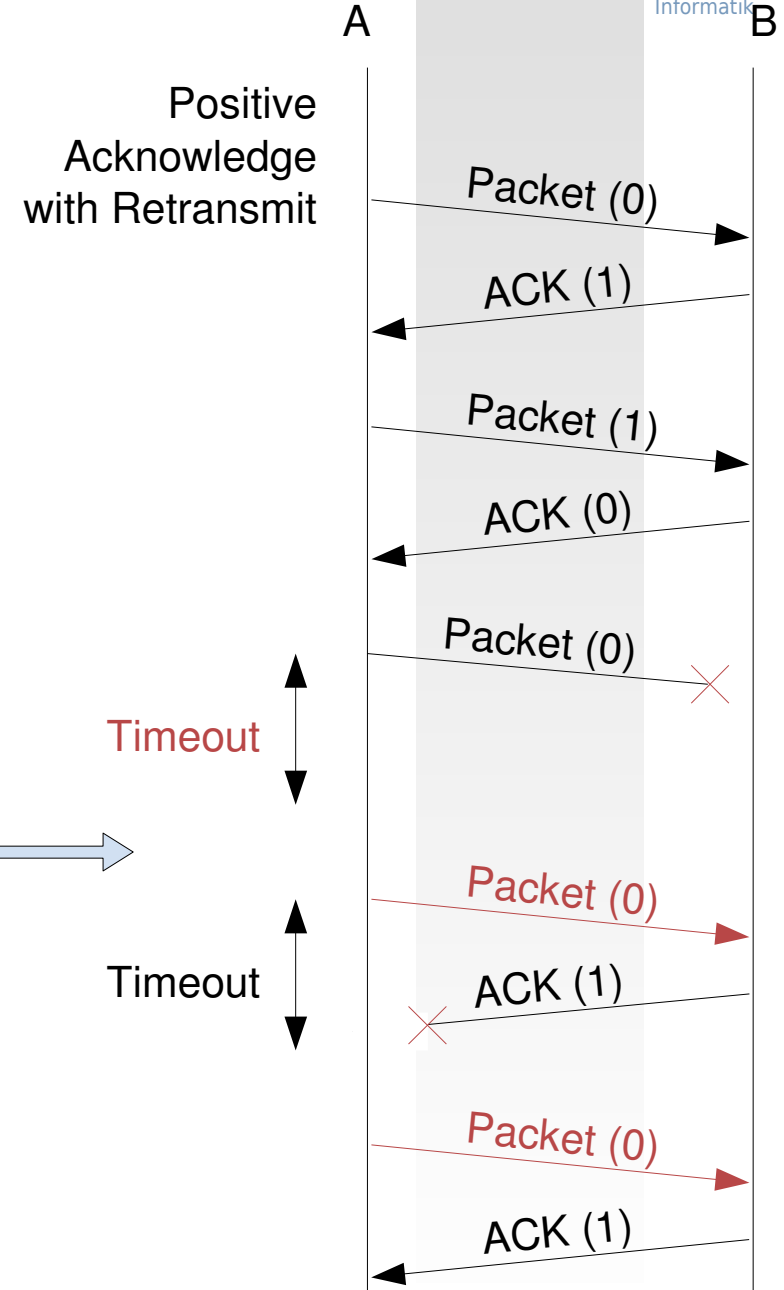
- Codetransparenz: Verwendung zusätzlicher Steuerzeichen und Zeichenstopfen

□ Bit-orientiert

- Kennzeichnung Anfang/Ende des Paketes auf Bit-Ebene
- Nutzung spezieller Bit-Folgen
- Code-Transparenz: Verwendung eindeutiger Bit-Folgen und Bit-Stopfen

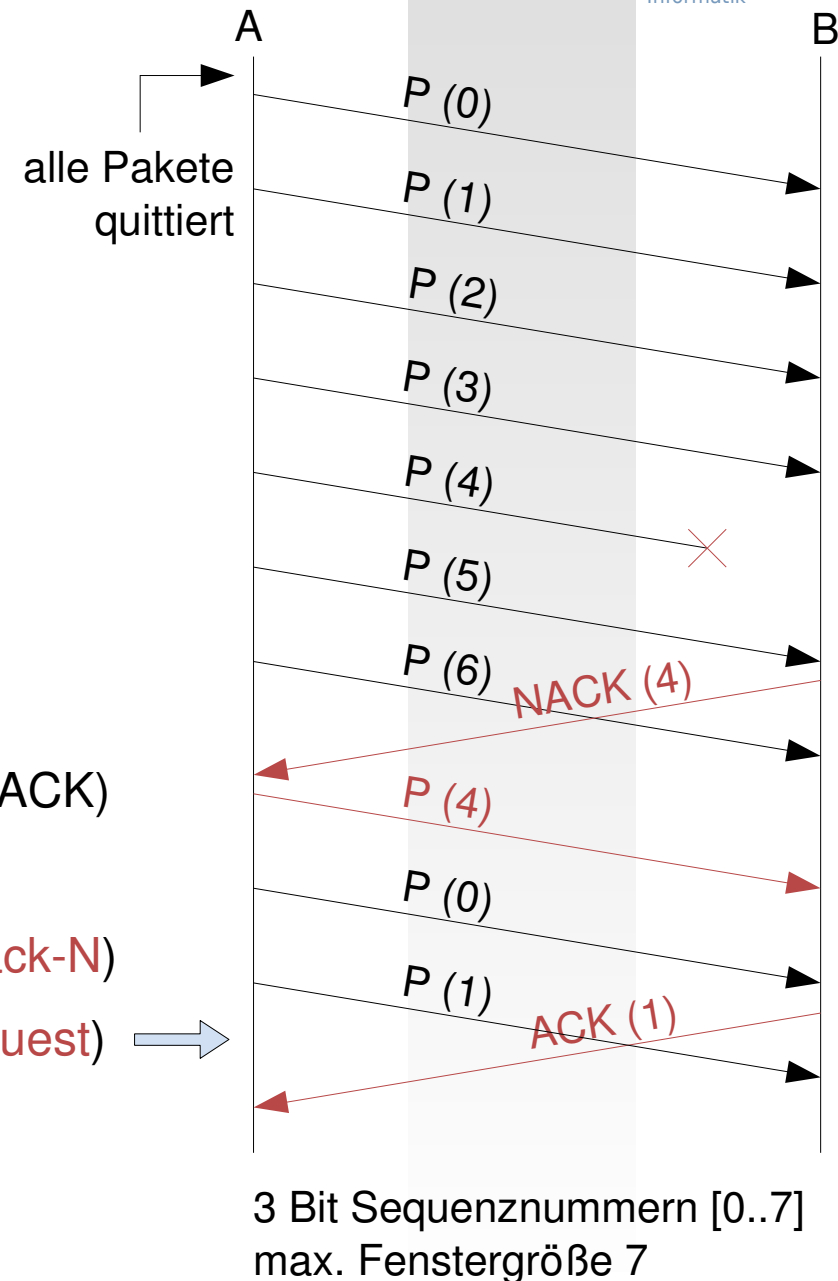


- Forward Error Correction (FEC)
 - Hinzufügen redundanter Information zur Fehlererkennung/-behebung
 - erzeugt Overhead
 - keine Wiederholung von Paketen notwendig
- Positive Acknowledge with Retransmit (PAR)
 - Quittierung erfolgreich empfangener Pakete
 - Overhead durch Quittungen
 - Wiederholung bei Timeout
 - Beispiel: **Stop-And-Wait**

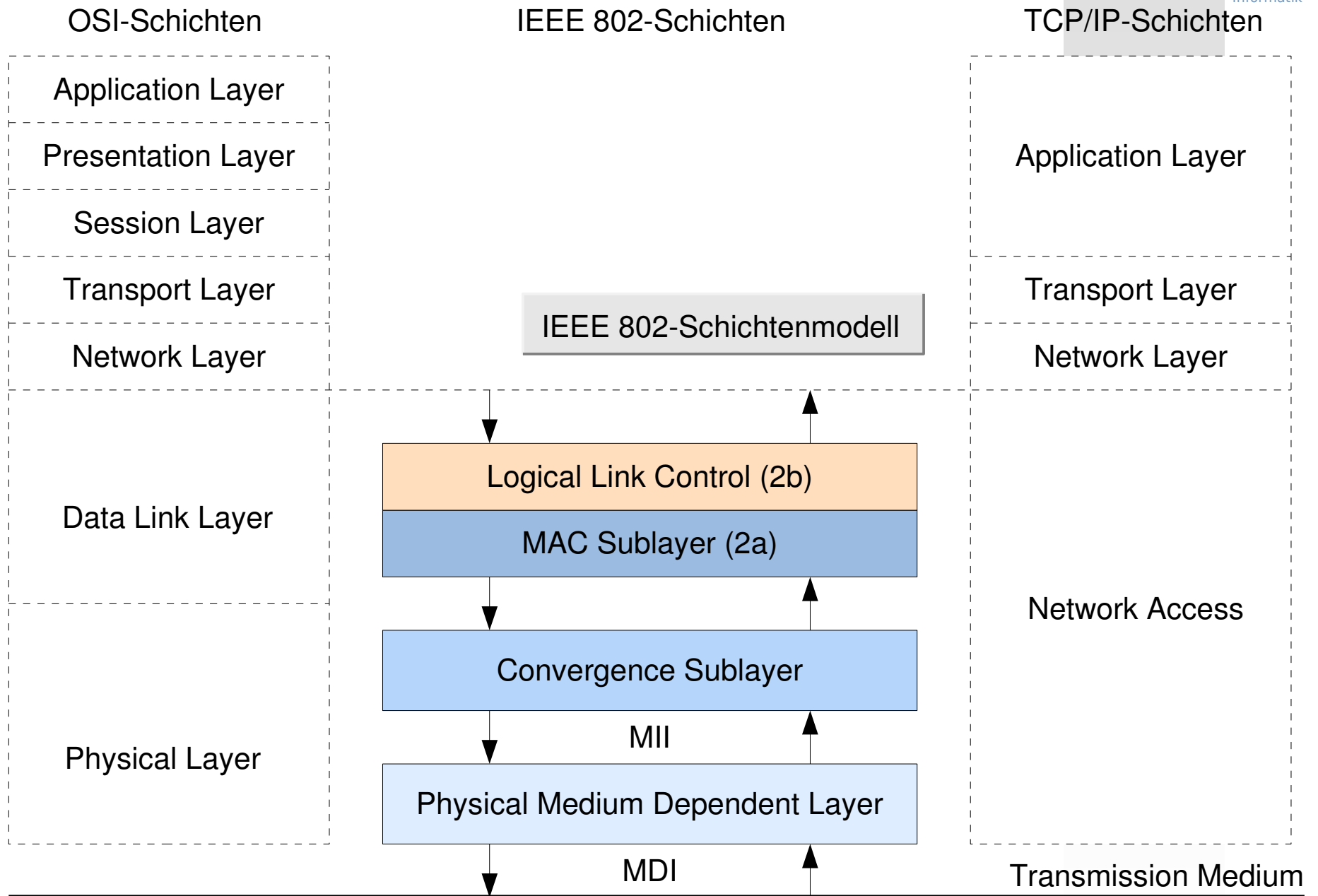


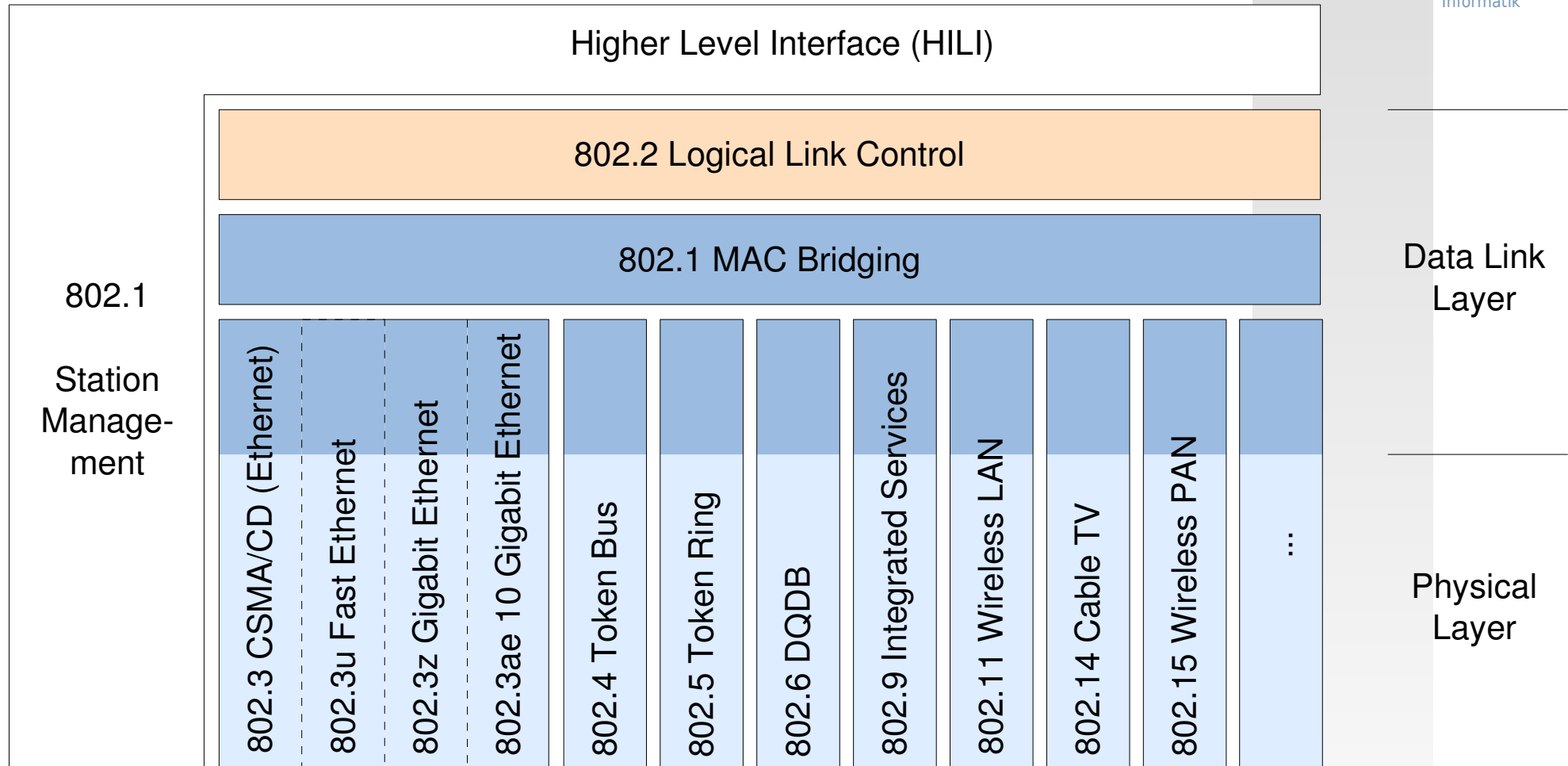
□ Negative ACK with Automatic Repeat Request

- sogenanntes Pipelined Protocols
 - nutzt Sliding Window Mechanism
 - Senden von Paketen bis Sendefenster aufgebraucht
 - danach Warten auf Quittung
 - Quittungen sind kumulativ
- Fehlerfall
 - Paket oder Quittung (ACK) gehen verloren
 - Empfänger sendet Negative Acknowledge (NACK)
 - Sender wiederholt
 - alle Pakete ab fehlerhaftem Paket (**Go-Back-N**)
 - fehlerhaftes Paket (**Selective-Repeat-Request**)



IEEE 802-Schichtenmodell: LAN/MAN





- ❑ 802.1d Transparent Bridging
- ❑ 802.1Q Virtual Bridged LANs
- ❑ 802.1P Priorisierung
- ❑ 802.1X Port-Based Network Access Control

□ Netzwerkadapter 3Com (3C905C-TX-M)

Formfaktor	Interner Adapter
Schnittstelle	PCI
Standarddatenrate(n)	10 Mbps • 100 Mbps
Datenübertragungsrate	100 Mbps
Verkabelung	Ethernet 100Base-TX • Ethernet 10Base-T
Netzwerkverbindung	RJ-45
LAN-Standards	IEEE 802.1p LAN Layer 2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization • IEEE 802.1Q Virtual LANs (VLAN) • IEEE 802.2 LLC • IEEE 802.3 CSMA/CD or Ethernet • IEEE 802.3u 100 Mbps (Fast Ethernet)



□ Type 1: Unacknowledged Connectionless-mode Service

- verbindungslos
- unbestätigt, unzuverlässig

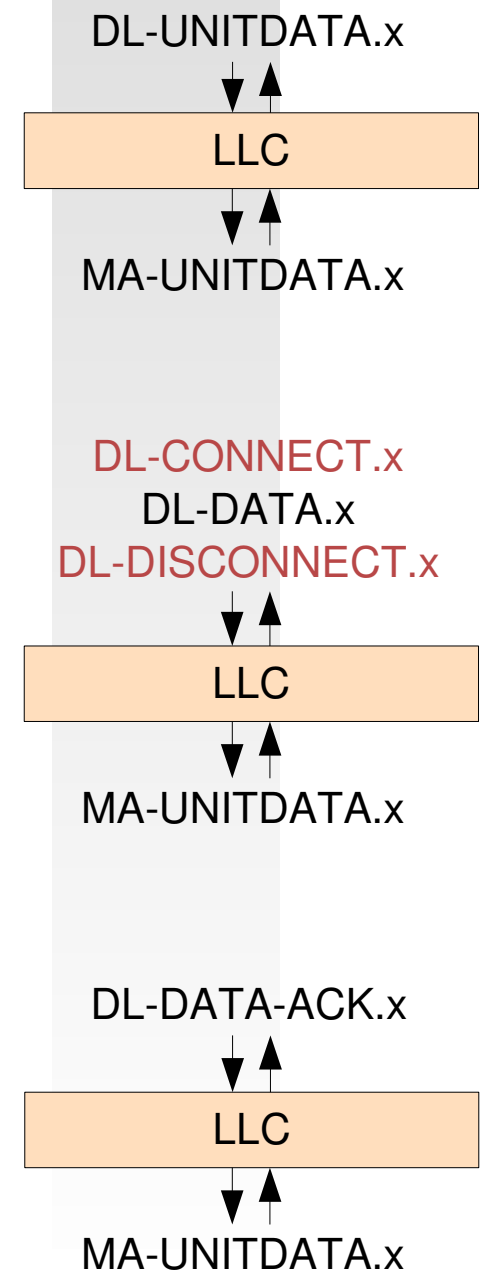
□ Type 2: Connection-mode Service

- verbindungsorientiert
 - Verbindungsaufbau
 - Datentransfer
 - Verbindungsabbau
- zuverlässiger Dienst

Conformance Class	Type 1	Type 2	Type 3
I	x		
II	x	x	
III	x		x
IV	x	x	x

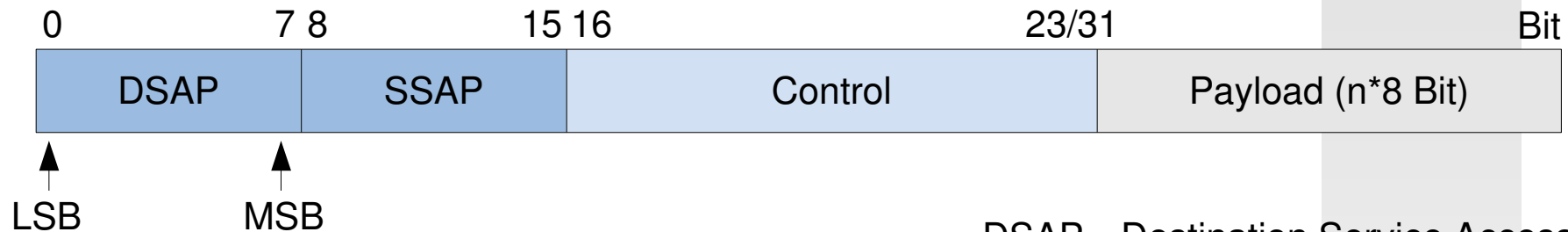
□ Type 3: Acknowledged Connectionless-mode Service

- verbindungslos
- bestätigt, zuverlässig



IEEE 802.2 LLC-PDUs (Rahmenformat)

LSB – Least Significant Bit
MSB – Most Significant Bit

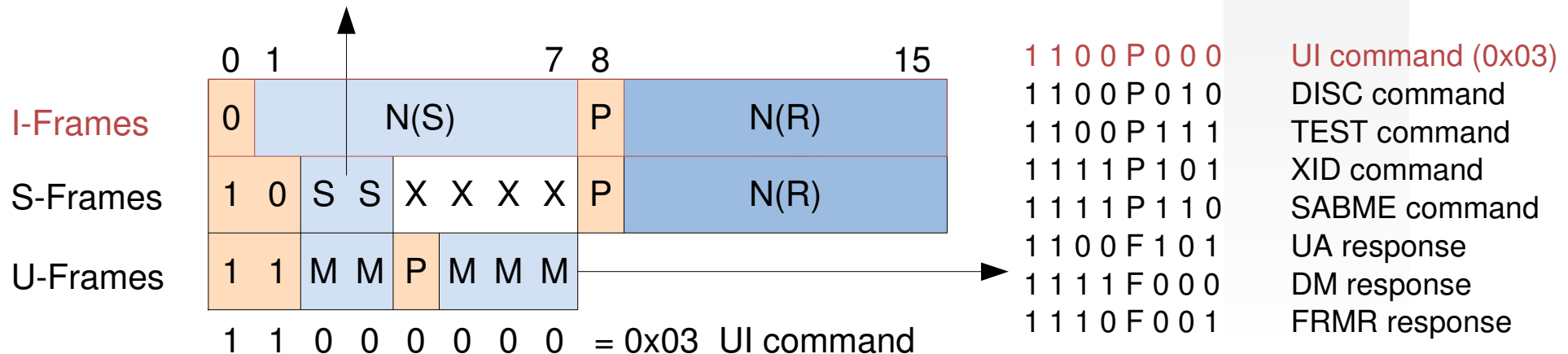


DSAP – Destination Service Access Point
SSAP – Source Service Access Point

Control Field

0 0 RR (Receive Ready)
0 1 REJ (Reject)
1 0 RNR (Receive Not Ready)
1 1 SREJ (Selective Reject)

N(S) - Send Sequence Number
N(R) - Receive Sequence Number
S - Supervisory Function Bit (RR, REJ, RNR)
M - Modifier Function Bit



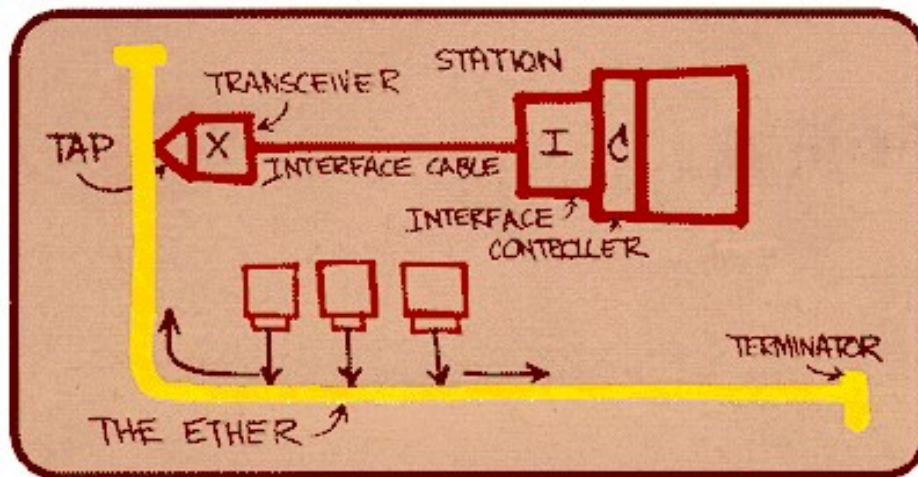
- Frame-Erzeugung
 - Auffüllen mit PAD (Padding) wenn notwendig
 - Berechnen der FCS (Frame Check Sequence) mittels CRC-32
 - Hinzufügen von Preamble, Start Frame Delimiter und Adressen

- Frame-Verarbeitung
 - Prüfen, ob eigene Adresse enthalten
 - Kontrollieren von Länge und CRC
 - Entfernen von MAC-Informationen Preamble, Start Frame Delimiter und Adressen
 - Entfernen eventuell vorhandener PAD

- Medienzugriff
 - Vermeiden von Kollisionen
 - Handhaben von Kollisionen

□ Historie

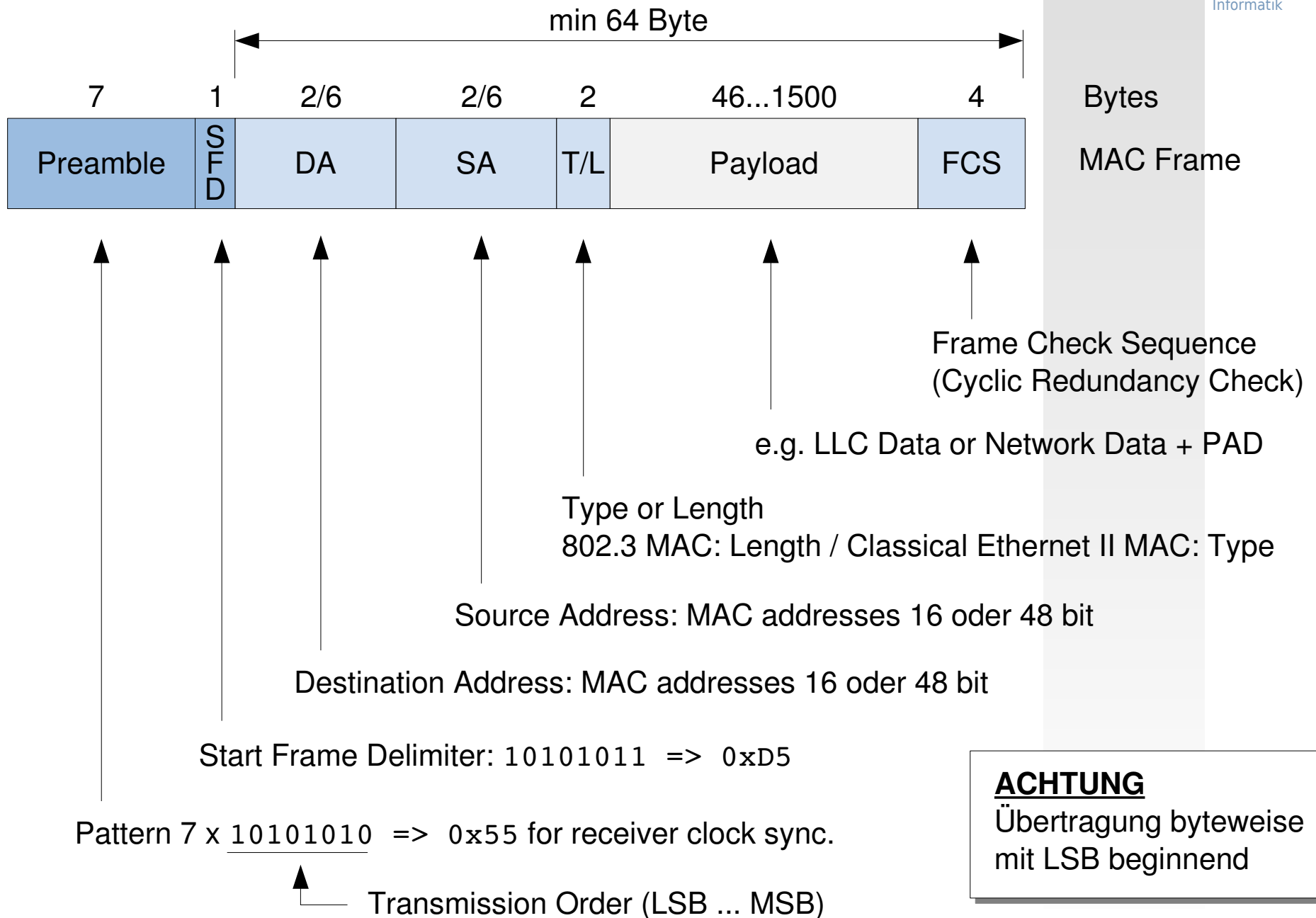
- 1976 erste Vorstellung (3 Mbit/s Datenrate)
- 1980 Standard "Ethernet V1.0" (DEC, Intel, Xerox)
- 1981 IEEE 802.3 CSMA/CD Standard (Ethernet)
- 1982 Standard "Ethernet V2.0" (Ethernet II)



Robert M. Metcalfe and David R. Boggs.
*Ethernet: Distributed Packet Switching for
Local Computer Networks*. Association for
Computing Machinery, Vol 19/No 7, July
1976.

- 1992 IEEE 802.3u Fast Ethernet mit 100 Mbps
- 1998 IEEE 802.3z Gigabit Ethernet mit 1 Gbps
- 2002 IEEE 802.3ae 10-Gbps Ethernet

IEEE 802.3: MAC-Rahmenformat (Basisversion)

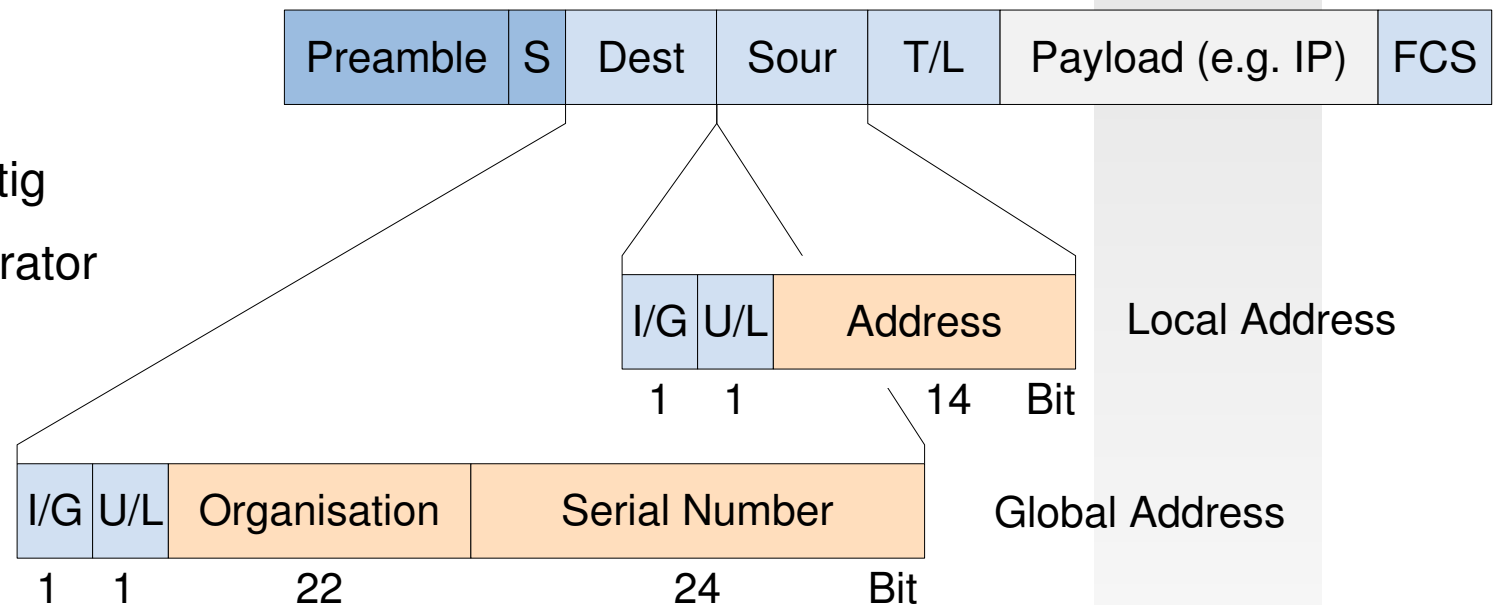


□ Globale Adressen

- global eindeutige Organisationskennung (OUI - Organizationally Unique Identifier)
- Seriennummer innerhalb der Organisation (OUA - Organizationally Unique Address)
- 48 bit

□ Lokale Adressen

- nur lokal eindeutig
- vergibt Administrator
- 16 bit



I/G = 0: Individual-Adresse (Unicast Address)

I/G = 1: Gruppenadresse

U/L = 0: universelle Adresse (eindeutig, statisch, 22+24 bit)

U/L = 1: lokale Adresse (lokal veränderbar, 14 bit)

□ Darstellung in kanonischer Form

- 6 Byte (I/G + U/L + 46 Bit)

00-10-A7-19-D8-70
└──┬──┘ └──┬──┘
OUI OUA (SN)

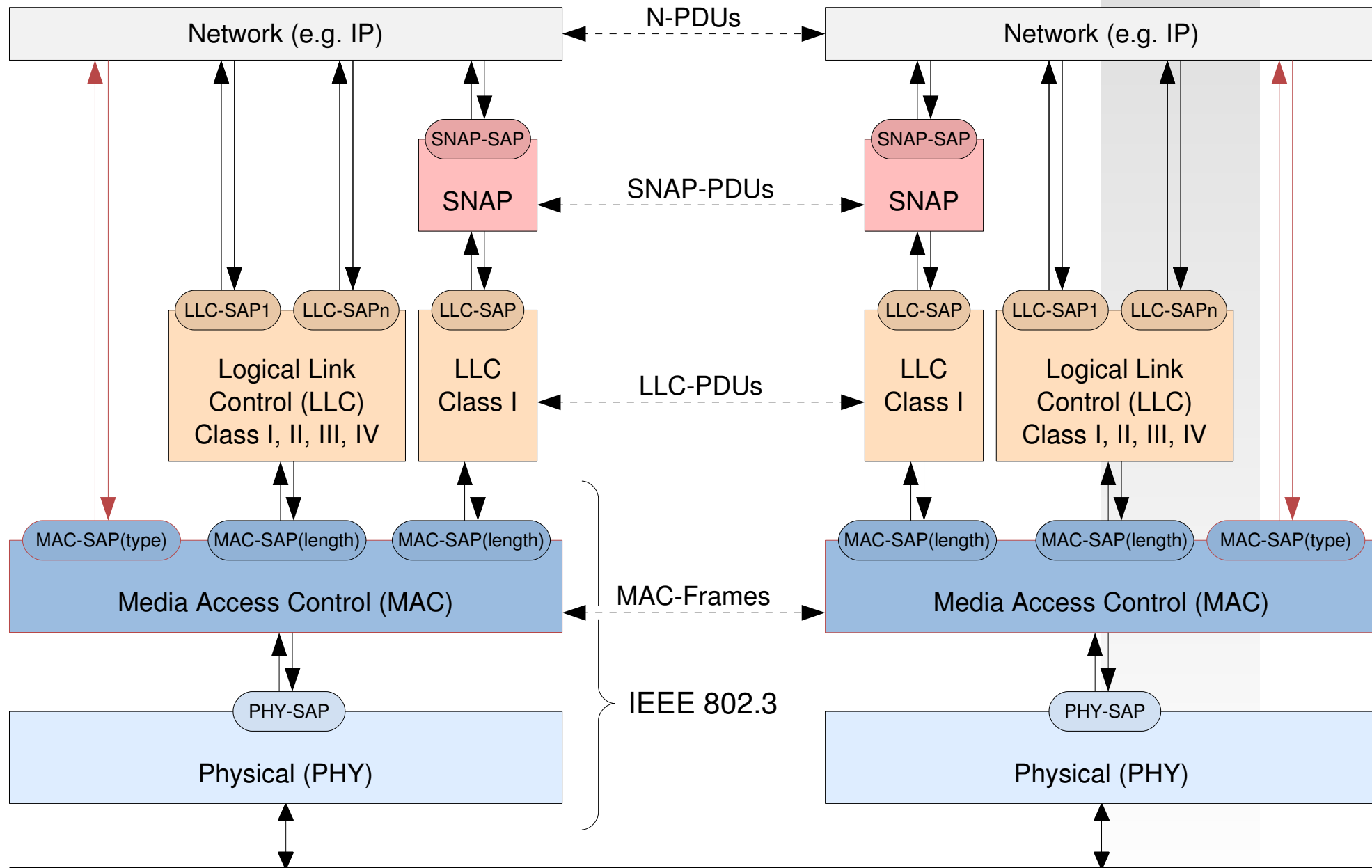
- Beispiel: 00-10-A7 = UnexTech

00-00-0C	Cisco
00-10-A4	Xircom
00-20-AF	3COM Corporation
00-80-C7	Xircom
00-80-C8	D-Link Systems
00-AA-00	Intel Corporation
02-07-01	Racal Datacom
02-60-8C	3COM Corporation
08-00-07	Apple Computer
08-00-5A	IBM Corporation

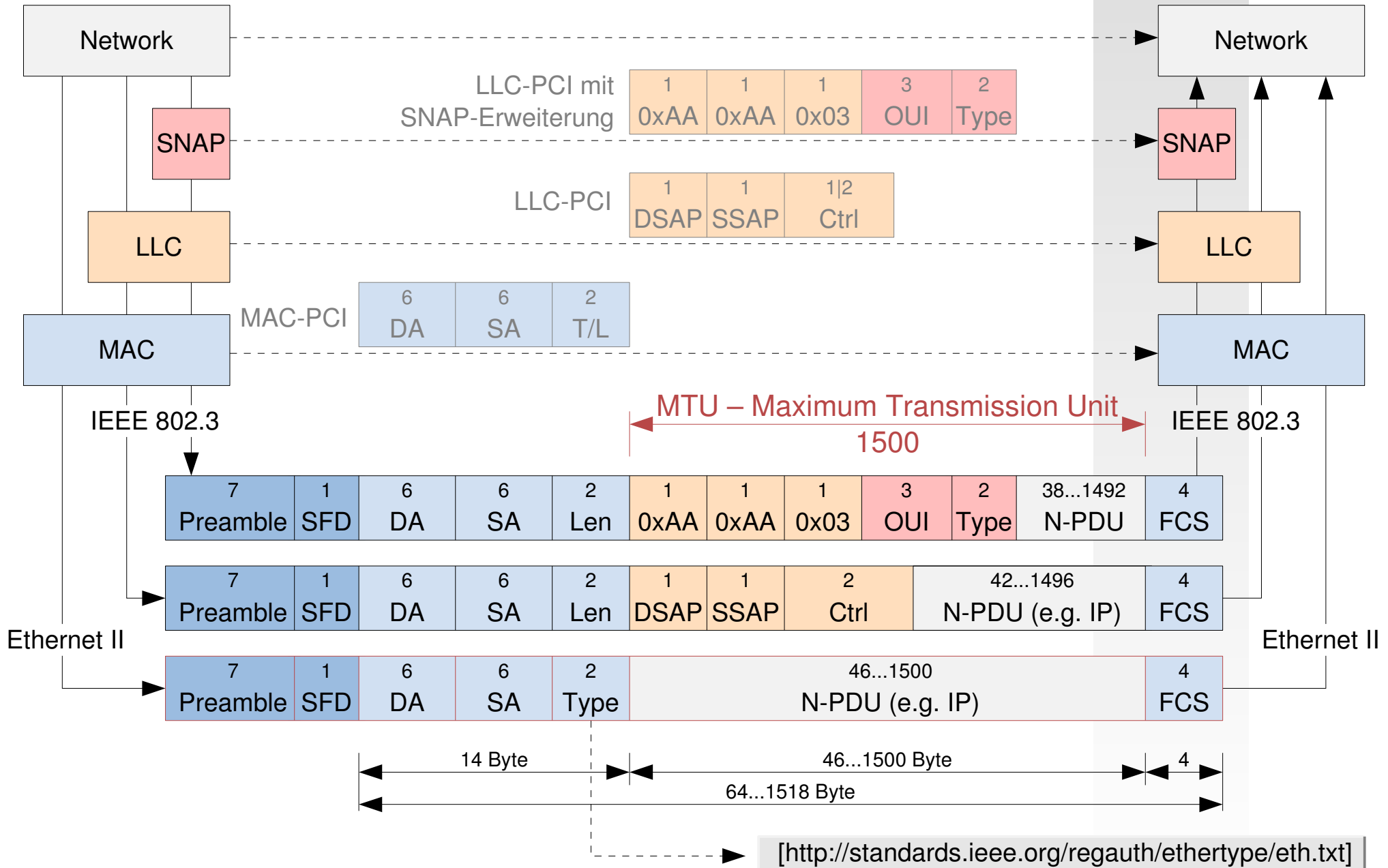
□ feste Zuordnungen

- FF-FF-FF-FF-FF-FF Broadcast
- 01-80-C2-00-00-00 Spanning Tree Protocol
- 01-80-C2-00-00-10 Brücken-Management
- 01-00-5E-00-00-00 Multicast Prefix
- CF-00-00-00-00-00 Ethernet Configuration Test Protocol (Loopback)

[<http://standards.ieee.org/regauth/oui/oui.txt>]



IEEE 802.3: MAC-Rahmenformate / Ethernet II (1)



(Untitled) - Ethereal

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Help

Filter: + Expression... Leeren Anwenden

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	192.168.0.105	192.168.0.2	SSH	Encrypted response packet len=64
2	0.013301	192.168.0.2	192.168.0.105	SSH	Encrypted request packet len=80
3	0.013352	192.168.0.105	192.168.0.2	TCP	ssh > 35393 [ACK] Seq=64 Ack=80 Win=18260 Len=0
4	0.013378	192.168.0.105	192.168.0.2	SSH	Encrypted response packet len=48
5	0.013404	192.168.0.2	192.168.0.105	SSH	Encrypted request packet len=80
6	0.013429	192.168.0.105	192.168.0.2	SSH	Encrypted response packet len=64

▶ Frame 3 (66 bytes on wire, 66 bytes captured)

- ▼ Ethernet II, Src: Fujitsu_9f:2e:94 (00:0b:5d:9f:2e:94), Dst: UnexTech_19:d8:70 (00:10:a7:19:d8:70)
 - Destination: UnexTech_19:d8:70 (00:10:a7:19:d8:70)
 - Source: Fujitsu_9f:2e:94 (00:0b:5d:9f:2e:94)
 - Type: IP (0x0800)
- ▶ Internet Protocol, Src: 192.168.0.105 (192.168.0.105), Dst: 192.168.0.2 (192.168.0.2)
- ▶ Transmission Control Protocol, Src Port: ssh (22), Dst Port: 35393 (35393), Seq: 64, Ack: 80, Len: 0

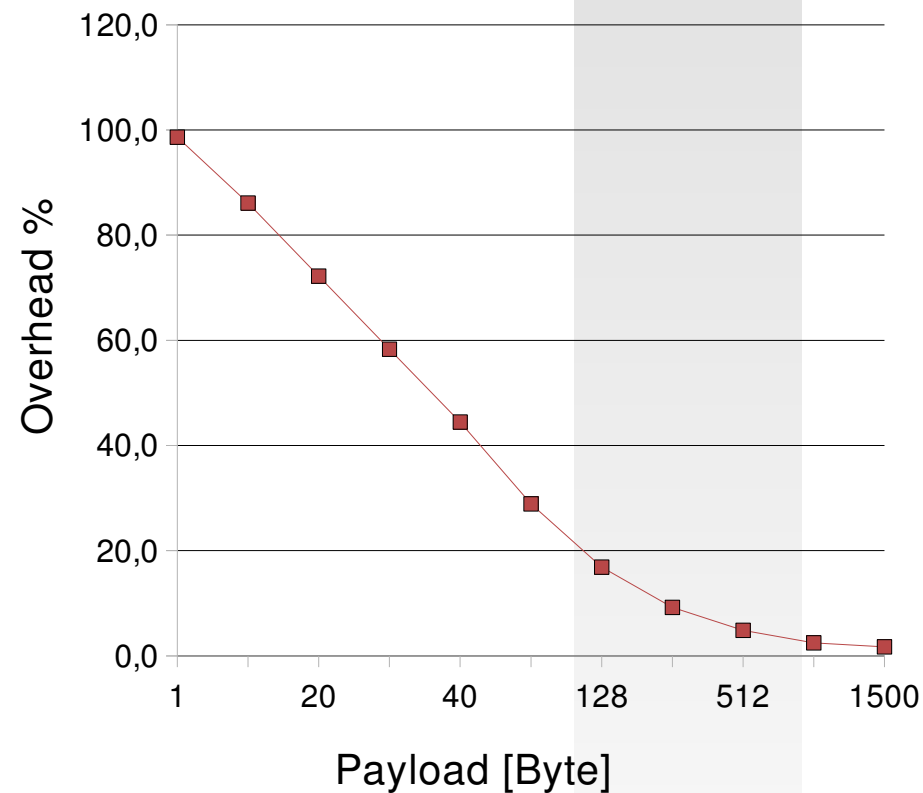
```

0000  00 10 a7 19 d8 70 00 0b 5d 9f 2e 94 08 00 45 10  .....p.. ].....E.
0010  00 34 b7 18 40 00 40 06 01 e0 c0 a8 00 69 c0 a8  .4..@.@. ....i..
0020  00 02 00 16 8a 41 54 f7 37 83 2a 13 0f ca 80 10  ....AT. 7.*.....
0030  47 54 7d d9 00 00 01 01 08 0a 00 07 cb 1b 00 08  GT}..... ....
0040  13 fa  ..
            
```

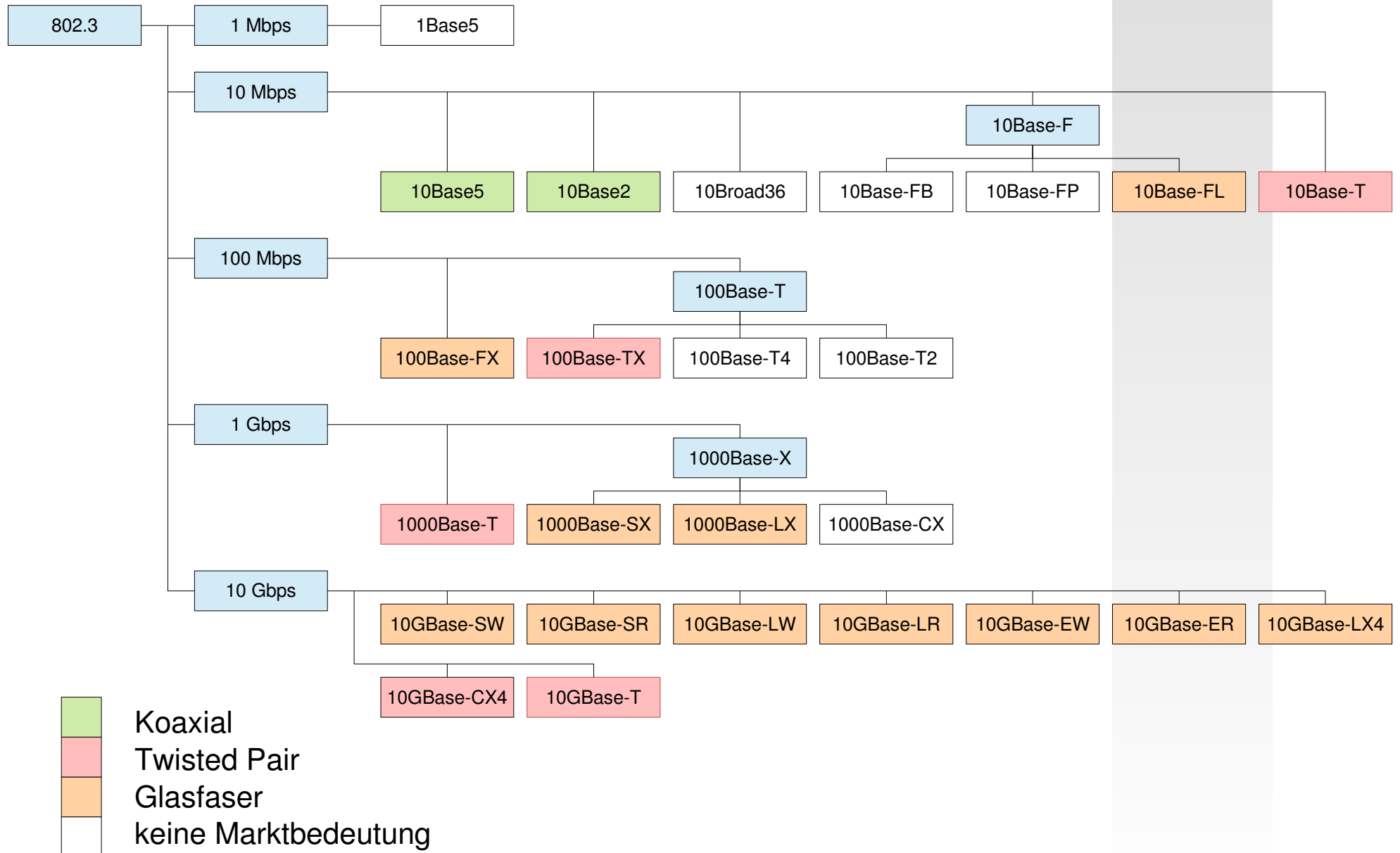
File: "/tmp/etherXXXX8ZVWLR" 70 KB 00:00:02 | P: 466 D: 466 M: 0 Drops: 616

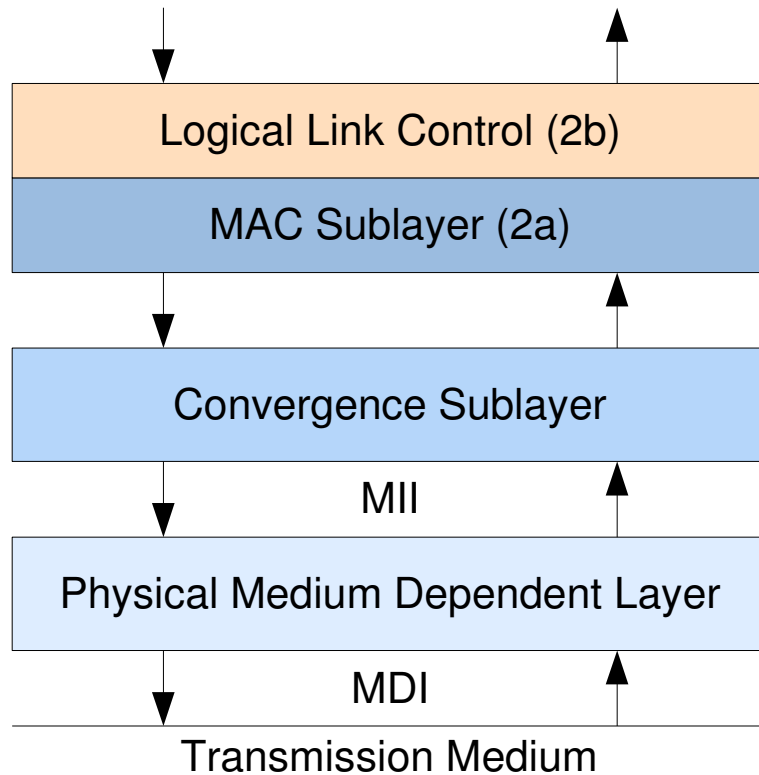
IEEE 802.3: Overhead / Payload (10 Mbps)

Payload	Overhead	Frame-Größe	Overhead %
1	71	72	98,6
10	62	72	86,1
20	52	72	72,2
30	42	72	58,3
40	32	72	44,4
64	26	90	28,9
128	26	154	16,9
256	26	282	9,2
512	26	538	4,8
1024	26	1050	2,5
1500	26	1526	1,7



IEEE 802.3: CSMA/CD (Ethernet) – Standards





□ Physical Layer

- physikalische Übertragung
- Abstraktion MDI auf MII
- Anpassung zwischen MAC und MII

□ Logical Link Control (LLC) / 2b

- Dienste
 - unzuverlässig, verbindungslos
 - bestätigt, verbindungsorientiert
 - bestätigt, verbindungslos
- Rahmenformat und Protokolle HDLC

□ MAC (Medium Access Control)

- Rahmenerzeugung/-verarbeitung
- Medienzugriff

□ IEEE 802.3: CSMA/CD (Ethernet)

- Rahmenformat Ethernet II/IEEE 802.3
- CSMA/CD
- Manchester Coding
- verschiedene Varianten