

IT2023 - Netzwerktechnik

Dozentin:

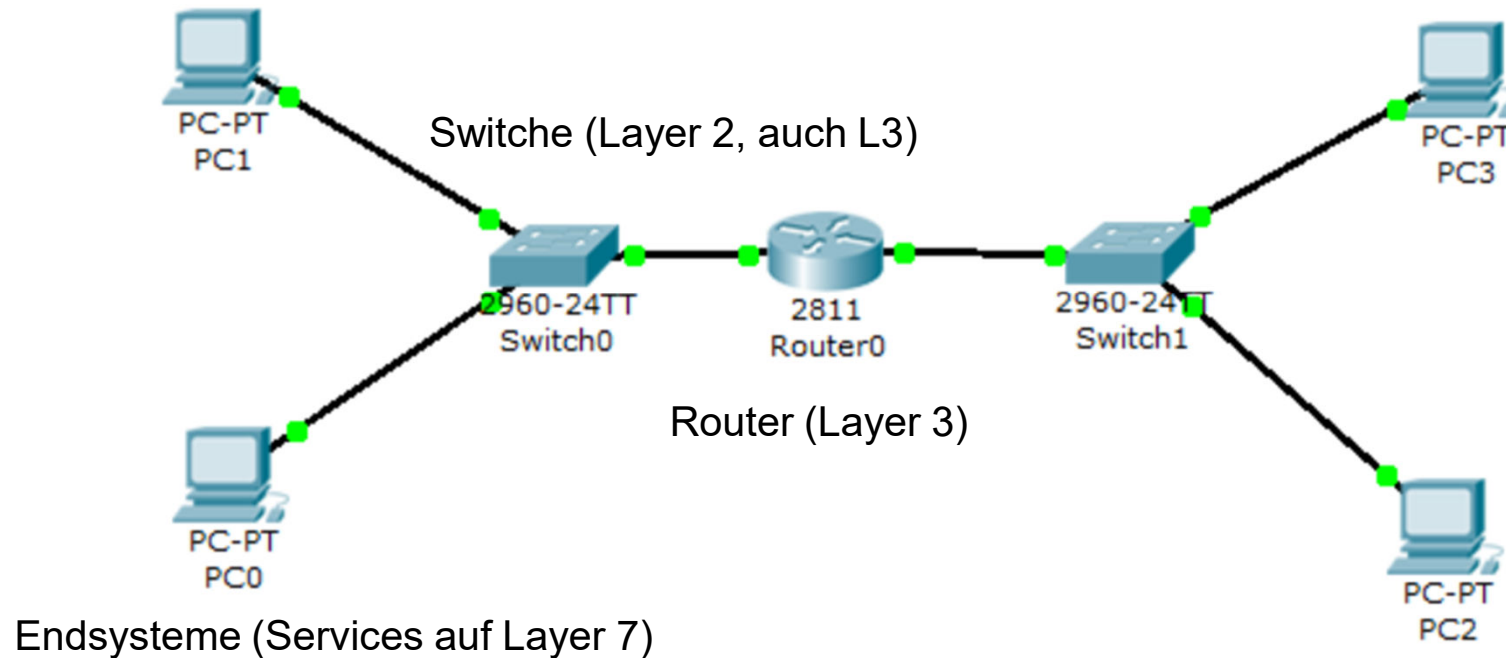
Gabriele Schrenk

e_schrenk@doz.hwr-berlin.de

Insgesamt 10 Online-Vorlesungen mit BBB mit folgenden Themen

1. Grundlagen, OSI-Modell, Layer 1, 2 und IP-Adressierung
2. Layer-3-Subnetzmasken am Beispiel von IPv4
3. Layer 3 am Beispiel von IPv6
4. Layer 3 Routing Protokolle
5. Layer 4 am Beispiel von TCP und UDP
6. Layer 7 am Beispiel von DNS und DHCP, Weitverkehrsnetze
7. Netzwerksicherheit
8. Weitverkehrsnetze
9. Wiederholung, offene Fragen
10. Prüfungsvorbereitung

- Grundlagen der Kommunikation über Netzwerke
 - Topologien
 - Entfernungsklassen
 - Zugriffsverfahren
- Das OSI-Referenzmodell
 - Zielsetzung vom OSI-Modell
 - Schichten
- TCP/IP-Referenzmodell
 - Zweck
 - Schichten
- IPv4 Adressierung



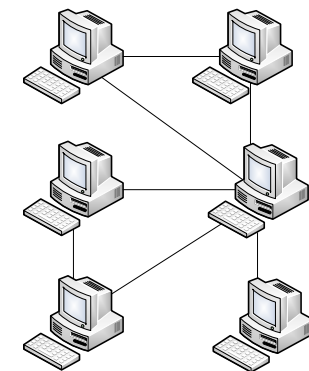
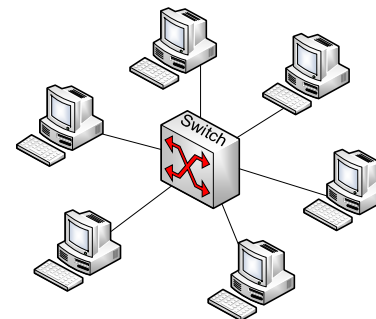
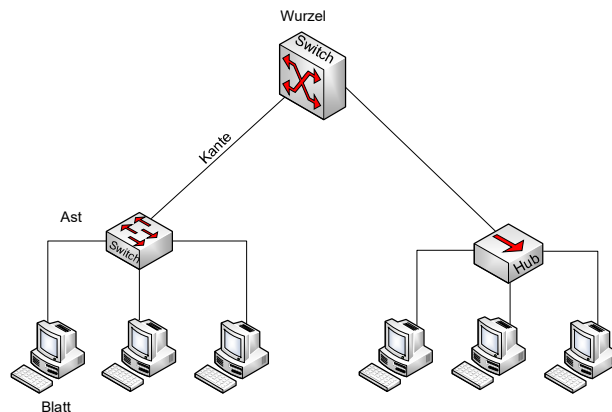
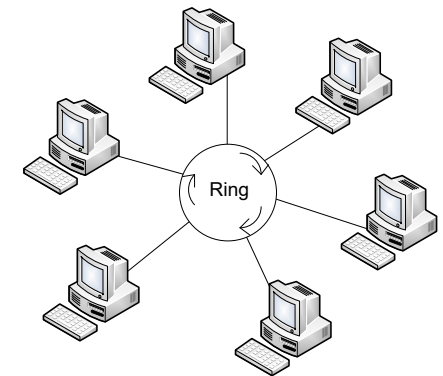
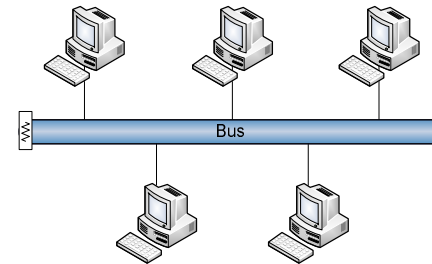
Router, Switches, Gateways, Endsysteme (PCs, etc.)

Physikalische Topologien

- Verkabelung
- Portanschluss
- Physischer Ort der Komponenten
- Adressen (MAC und IP-Adresse)

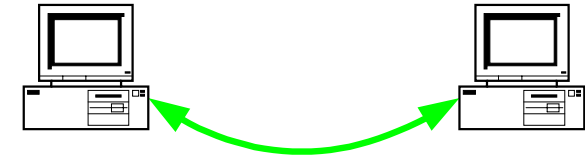
Logische Topologie:

- Zeigt die Kommunikationsbeziehung
- Services nicht unbedingt physikalisch verbunden



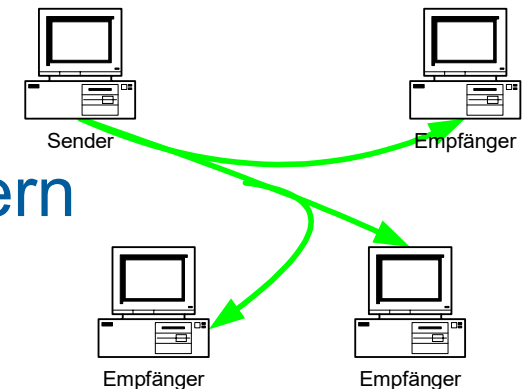
- Punkt-zu-Punkt

- Adressierung an einen Empfänger
- bidirektionale Kommunikation

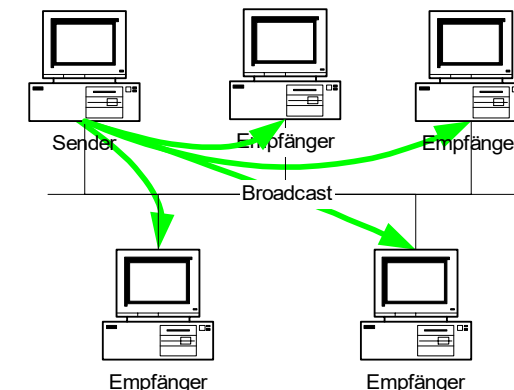
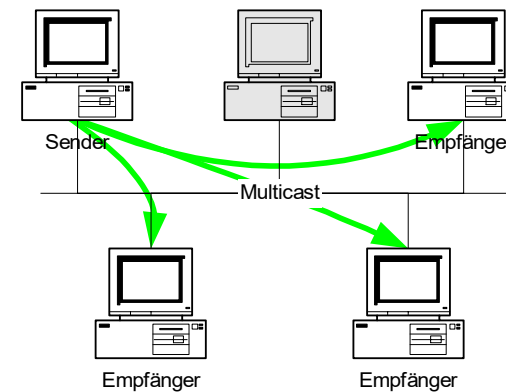
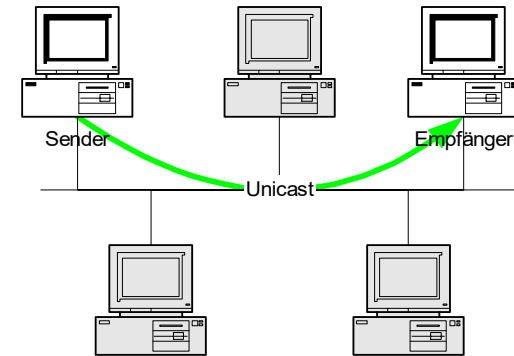


- Punkt-zu-Mehrpunkt

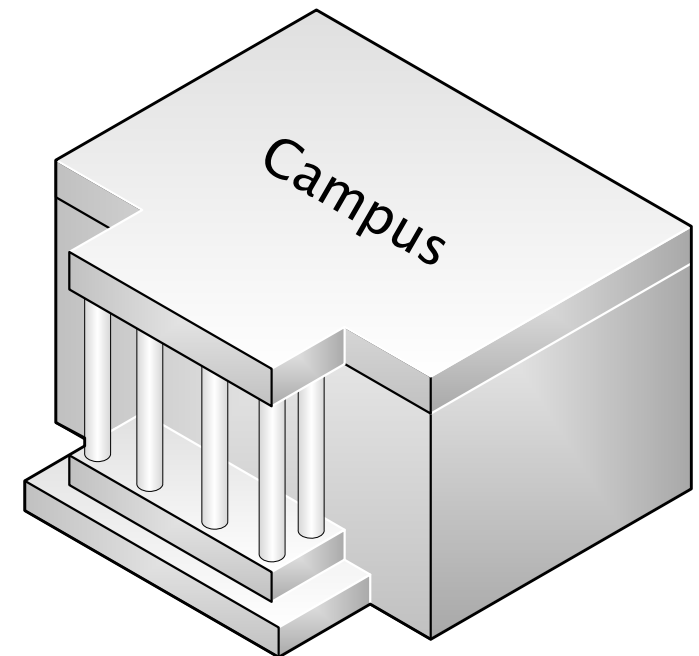
- Senden an eine Gruppe von Empfängern mit verschiedenen Adressen
- unidirektionale Kommunikation



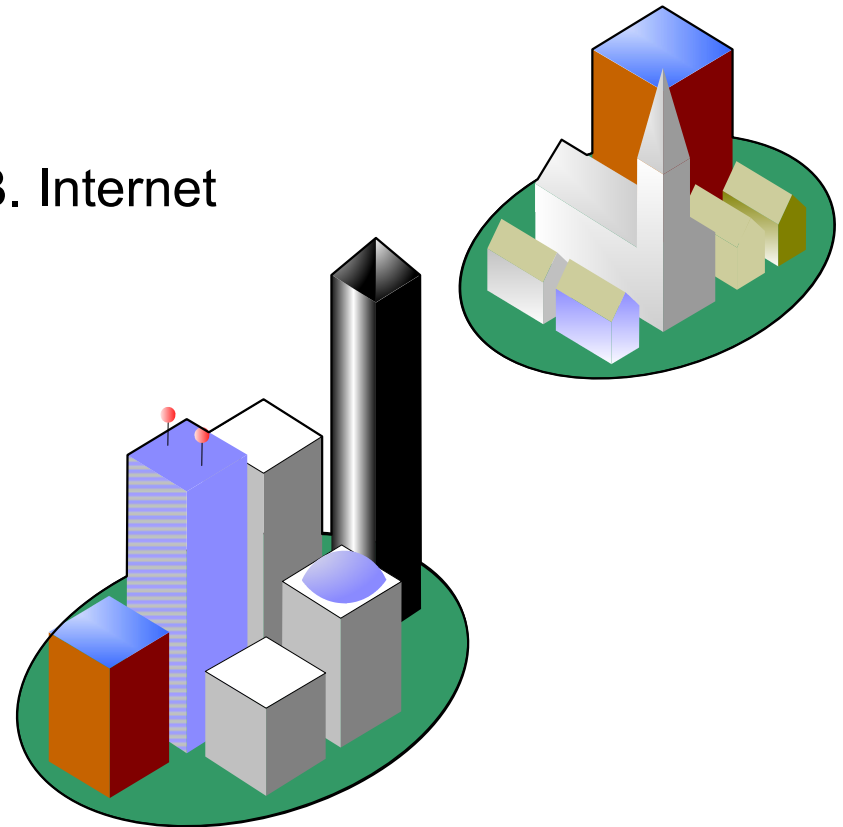
- Unicast
 - Adressierung an einen Empfänger
- Multicast
 - Senden an eine Gruppe von Empfängern mit gemeinsamer (Multicast-) Adresse
- Broadcast
 - Senden an alle Systeme eines Netzabschnittes



- WBAN (Wireless Body Area Network) oder WPAN (Wireless Personal Area Network) :
 - 0,1m bis 1m, 10m
 - spezialisiertes Konzept nach Standard IEEE 802.15
z.B. Bluetooth (802.15.1) und IoT-Sensornetze, stromsparender Standard 802.15.4.
 - Medizinische Geräte
- CAN (Controller Area Network) :
 - bis zu 5km
 - Bussystem, Einsatz im Automobilbereich
- LAN (Local Area Network) :
 - 10m bis einige 100m
 - Verbindung Campus-Netz, Bürogebäude
- WLAN (Wireless Local Area Network) :
 - 10m bis einige 100m



- MAN (Metropolitan Area Network):
 - bis zu 100km
- WAN (Wide Area Network):
 - bis zu einigen tausend Metern
 - Verbindung mehrerer LANs/MANs, z.B. Internet
- GAN (Global Area Network):
 - weltweit, Verbindung mehrerer WANs
- SAN (Storage Area Network):
 - Datenspeichernetzwerkarchitektur
 - hoher Durchsatz, geringe Latenz
- VLAN (Virtual Local Area Network):
 - Logisches Netz über physikalische Switches
 - Zugriffsrechte beschränken



OSI-Referenzmodell

- Historie und Entstehung:
 - kein offizieller Standard
 - vorherige inkompatibel zueinander
 - 1983 von ISO veröffentlicht
- Zielsetzung:
 - offenes Kommunikationssystem
- Vorgänger DoD Schichtenmodell (nur 4 Schichten)
 - Ende 60iger Jahre vom Department of Defense (DoD) entwickelt

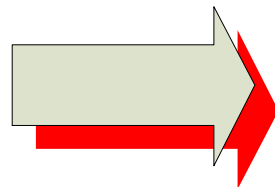
7	Application (Anwendung)	HTTP HTTPS	Gateway Content-Switch Layer 4-7 Switch
6	Presentation (Darstellung)	FTP SMTP LDAP	
5	Session (Sitzung)	NCP	
4	Transport (Transport)	TCP, UDP SCTP	Router, L3- Switch
3	Network [IP] (Vermittlung)	IP, IPX, ICMP	
2	Data Link [MAC] (Sicherung)	Ethernet Token- ring	
1	Physical [Port] (Bitübertragung)	ARCNET	Hub

- sieben Schichten
- transportorientierte / anwendungsorientierte Schichten
- Übertragungsmedium nicht fest
- Layer
- direkt benachbarte Schichten
- Einheiten / Entities
- SDU / PDU

7	Application (Anwendung)	HTTP HTTPS	Gateway Content-Switch Layer 4-7 Switch
6	Presentation (Darstellung)	FTP SMTP LDAP	
5	Session (Sitzung)	NCP	
4	Transport (Transport)	TCP, UDP SCTP	Router, L3- Switch
3	Network [IP] (Vermittlung)	IP, IPX, ICMP	
2	Data Link [MAC] (Sicherung)	Ethernet Token- ring	
1	Physical [Port] (Bitübetragung)	ARCNET	Hub

OSI-Referenzmodell

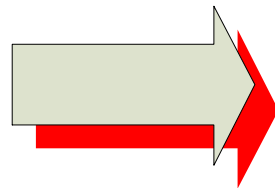
- Schicht 1:
 - binäre Übertragung, Bits
 - Signale und Übertragungsmedien
 - Kupfer, Glasfaser, WLAN



7	Application (Anwendung)	HTTP HTTPS	Gateway Content-Switch Layer 4-7 Switch
6	Presentation (Darstellung)	FTP SMTP LDAP	
5	Session (Sitzung)	NCP	
4	Transport (Transport)	TCP, UDP SCTP	
3	Network [IP] (Vermittlung)	IP, IPX, ICMP	Router, L3-Switch
2	Data Link [MAC] (Sicherung)	Ethernet Token-ring	Bridge, Switch
1	Physical [Port] (Bitübertragung)	ARCNET	Hub

OSI-Referenzmodell

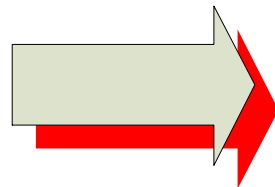
- Schicht 2:
 - Medienzugriff
 - physikalische Adressierung
 - Netz-Topologien physikalisch
 - MAC Adressen und Frames
 - NIC, Switch



7	Application (Anwendung)	HTTP HTTPS	Gateway Content-Switch Layer 4-7 Switch
6	Presentation (Darstellung)	FTP SMTP LDAP	
5	Session (Sitzung)	NCP	
4	Transport (Transport)	TCP, UDP SCTP	Router, L3- Switch
3	Network [IP] (Vermittlung)	IP, IPX, ICMP	
2	Data Link [MAC] (Sicherung)	Ethernet Token- ring	Bridge, Switch
1	Physical [Port] (Bitübertragung)	ARCNET	Hub

OSI-Referenzmodell

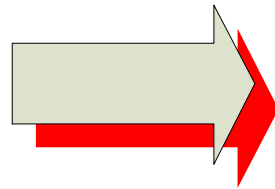
- Schicht 3:
 - Adressen und optimale “Strecken“
 - Router, Layer 3 - Switch
 - Wegeauswahl, “Streckenführung“ und Adressierung



7	Application (Anwendung)	HTTP HTTPS	Gateway Content-Switch Layer 4-7 Switch
6	Presentation (Darstellung)	FTP SMTP LDAP	
5	Session (Sitzung)	NCP	
4	Transport (Transport)	TCP, UDP SCTP	Router, L3- Switch
3	Network [IP] (Vermittlung)	IP, IPX, ICMP	
2	Data Link [MAC] (Sicherung)	Ethernet Token- ring	
1	Physical [Port] (Bitübertragung)	ARCNET	Hub

OSI-Referenzmodell

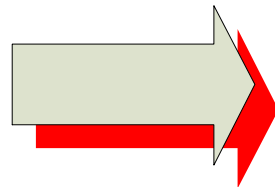
- Schicht 4:
 - Verbindung zwischen Endsystemen
 - Segmente
 - Dienstgüte und Zuverlässigkeit



7	Application (Anwendung)	HTTP HTTPS	Gateway Content-Switch Layer 4-7 Switch
6	Presentation (Darstellung)	FTP SMTP LDAP	
5	Session (Sitzung)	NCP	
4	Transport (Transport)	TCP, UDP SCTP	Router, L3-Switch
3	Network [IP] (Vermittlung)	IP, IPX, ICMP	
2	Data Link [MAC] (Sicherung)	Ethernet Token-ring	
1	Physical [Port] (Bitübertragung)	ARCNET	Hub

OSI-Referenzmodell

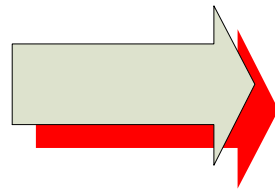
- Schicht 5:
 - Kommunikation zwischen Hosts
 - Dialoge und
 - Konversation



7	Application (Anwendung)	HTTP HTTPS	Gateway Content-Switch Layer 4-7 Switch
6	Presentation (Darstellung)	FTP SMTP LDAP	
5	Session (Sitzung)	NCP	
4	Transport (Transport)	TCP, UDP SCTP	Router, L3- Switch
3	Network [IP] (Vermittlung)	IP, IPX, ICMP	
2	Data Link [MAC] (Sicherung)	Ethernet Token- ring	
1	Physical [Port] (Bitübertragung)	ARCNET	Hub

OSI-Referenzmodell

- Schicht 6:
 - Darstellung
 - gemeinsames Datenformat

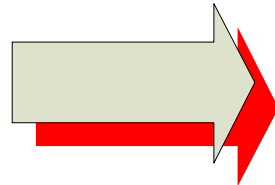


7	Application (Anwendung)	HTTP HTTPS	Gateway Content-Switch Layer 4-7 Switch
6	Presentation (Darstellung)	FTP SMTP LDAP	
5	Session (Sitzung)	NCP	
4	Transport (Transport)	TCP, UDP SCTP	Router, L3- Switch
3	Network [IP] (Vermittlung)	IP, IPX, ICMP	
2	Data Link [MAC] (Sicherung)	Ethernet Token- ring	
1	Physical [Port] (Bitübertragung)	ARCNET	Hub

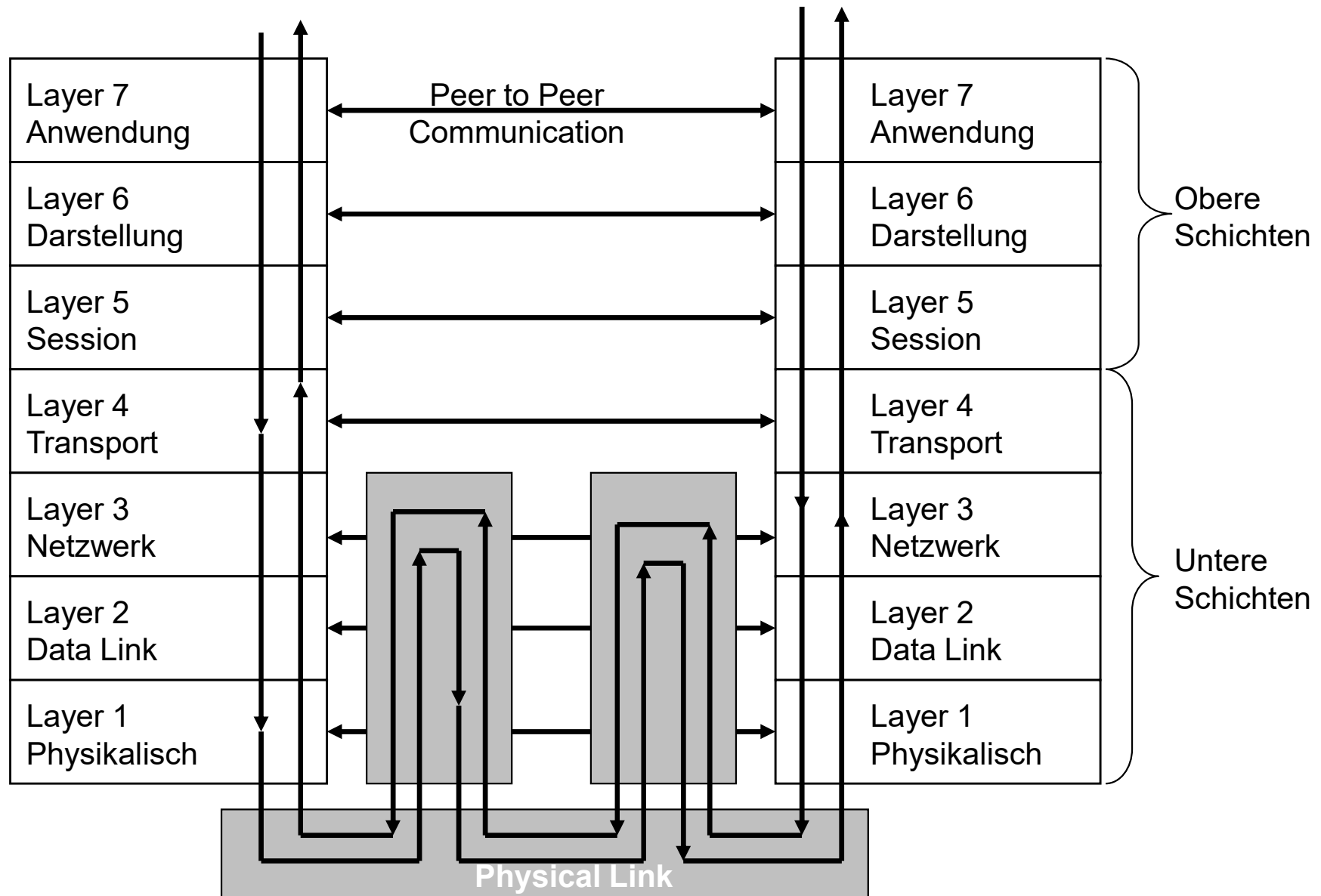
OSI-Referenzmodell

- Schicht 7:

- Netzwerkprozesse für Anwendungen
- http, https, ftp, smtp ect.
- Browser



7	Application (Anwendung)	HTTP HTTPS	Gateway Content-Switch Layer 4-7 Switch
6	Presentation (Darstellung)	FTP SMTP LDAP	
5	Session (Sitzung)	NCP	
4	Transport (Transport)	TCP, UDP SCTP	
3	Network [IP] (Vermittlung)	IP, IPX, ICMP	Router, L3-Switch
2	Data Link [MAC] (Sicherung)	Ethernet Token-ring	Bridge, Switch
1	Physical [Port] (Bitübertragung)	ARCNET	Hub



Frame

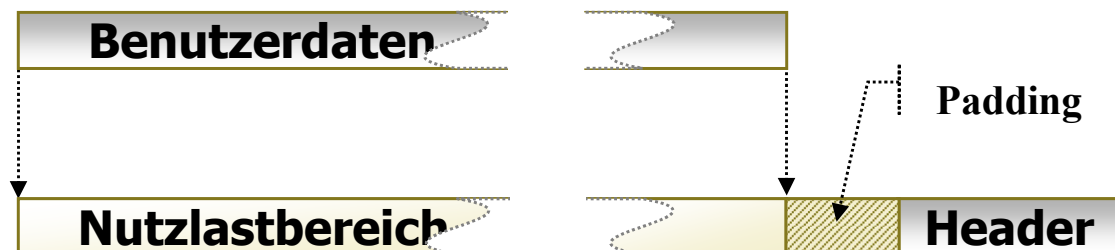
Genereller Term: Bei Weitergabe von Daten von einer Schicht zur darunter liegenden werden zusätzliche Informationen an die Daten angehängt

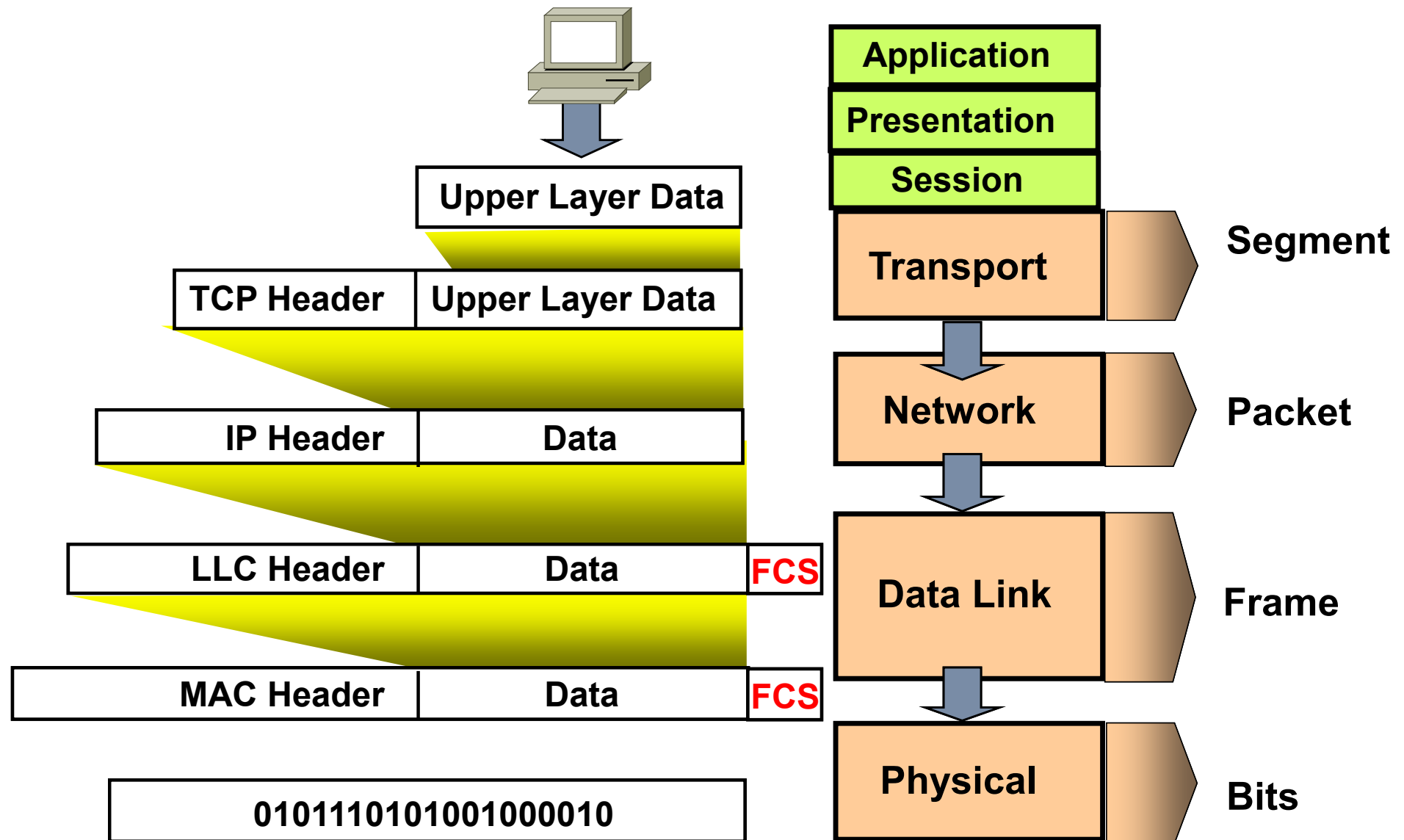
SDU (Service Data Unit)

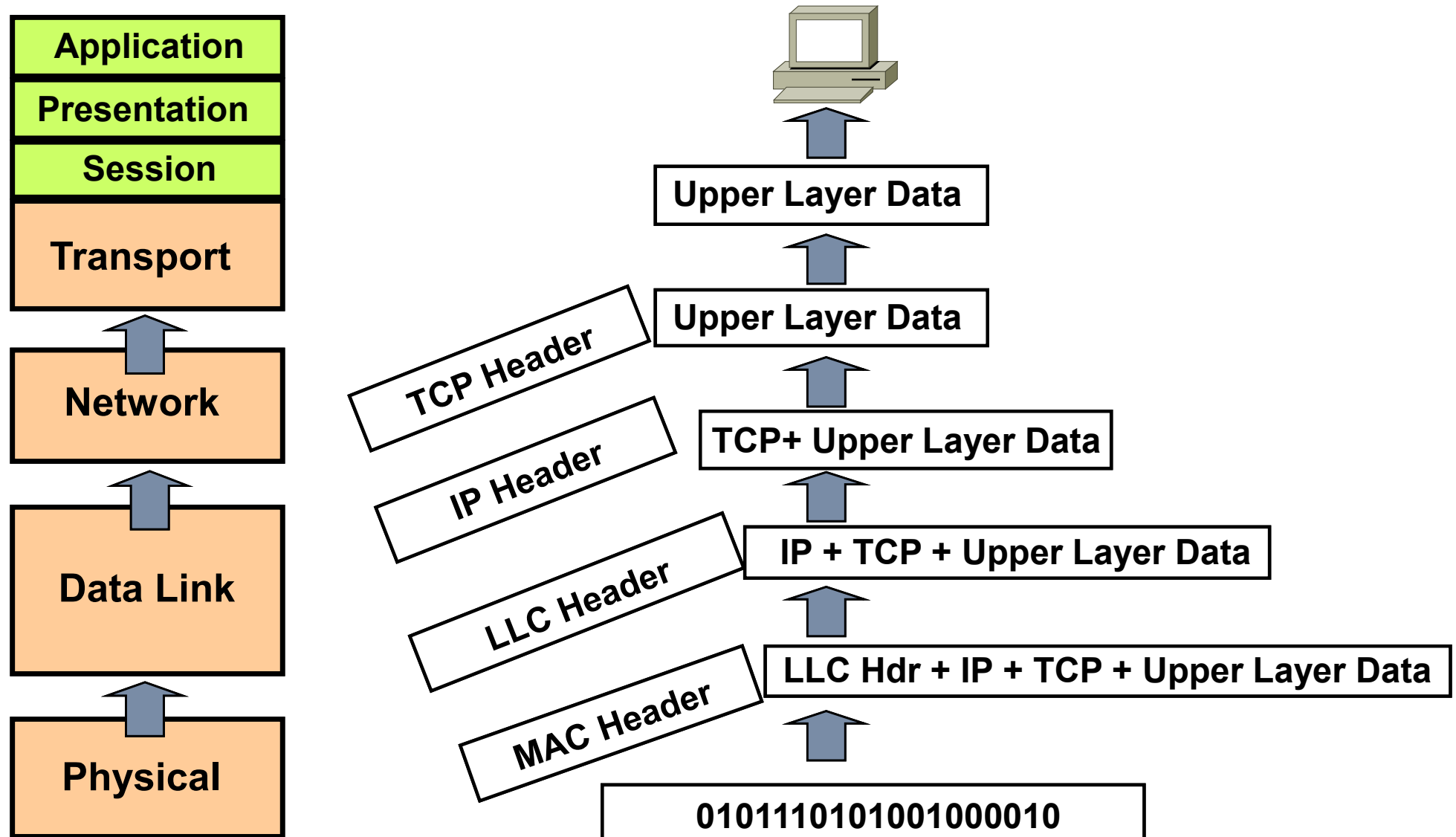
Benutzerdaten, die von einem Dienstanbieter übertragen werden

PDU (Protocol Data Unit)

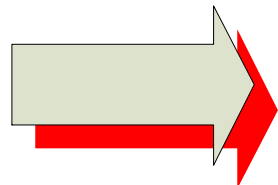
Dienstanbieter setzen einen Kontrollinformations-Header vor oder hinter eine SDU





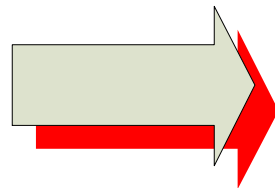


- Schicht 1 (Network Access Layer):
 - physische Verbindung
 - LAN und WAN - Technologien



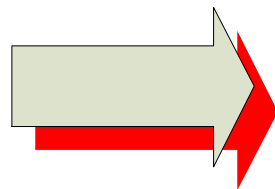
TCP/IP-Referenzmodell	OSI-Referenzmodell	Beispiel
Anwendungsschicht Application Layer	Anwendungsschicht	HTTP, FTP, SMTP, POP, Telnet
	Darstellungsschicht	
	Kommunikationsschicht	
Transportschicht Transport Layer	Transportschicht	TCP, UDP, SCTP
Internetschicht Internet Layer	Vermittlungsschicht	IP (IPv4, IPv6)
Netzzugangsschicht Network Access Layer	Sicherungsschicht	Ethernet, Token Bus, Token Ring, FDDI
	Bitübertragungsschicht	

- Schicht 2 (Internet Layer):
 - sichere Zielübertragung
 - optimale Pfads-/ und Paketvermittlung



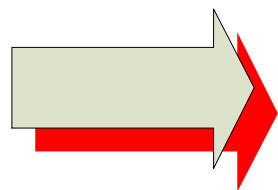
TCP/IP-Referenzmodell	OSI-Referenzmodell	Beispiel
Anwendungsschicht Application Layer	Anwendungsschicht	HTTP, FTP, SMTP, POP, Telnet
	Darstellungsschicht	
	Kommunikationsschicht	
Transportschicht Transport Layer	Transportschicht	TCP, UDP, SCTP
Internetschicht Internet Layer	Vermittlungsschicht	IP (IPv4, IPv6)
Netzzugangsschicht Network Access Layer	Sicherungsschicht	Ethernet, Token Bus, Token Ring, FDDI
	Bitübertragungsschicht	

- Schicht 3 (Transport Layer):
 - Zuverlässigkeit, Flusskontrolle, Fehlerbehebung
 - TCP , UDP
 - Paketvermittlung



TCP/IP-Referenzmodell	OSI-Referenzmodell	Beispiel
Anwendungsschicht Application Layer	Anwendungsschicht	HTTP, FTP, SMTP, POP, Telnet
	Darstellungsschicht	
	Kommunikationsschicht	
Transportschicht Transport Layer	Transportschicht	TCP, UDP, SCTP
Internetschicht Internet Layer	Vermittlungsschicht	IP (IPv4, IPv6)
Netzzugangsschicht Network Access Layer	Sicherungsschicht	Ethernet, Token Bus, Token Ring, FDDI
	Bitübertragungsschicht	

- Schicht 4 (Application Layer):
 - packt Daten für die nächste Stufe
 - Anwendungen: FTP, HTTP, SMTP ect.



TCP/IP-Referenzmodell	OSI-Referenzmodell	Beispiel
Anwendungsschicht Application Layer	Anwendungsschicht	HTTP, FTP, SMTP, POP, Telnet
	Darstellungsschicht	
	Kommunikationsschicht	
Transportschicht Transport Layer	Transportschicht	TCP, UDP, SCTP
Internetschicht Internet Layer	Vermittlungsschicht	IP (IPv4, IPv6)
Netzzugangsschicht Network Access Layer	Sicherungsschicht	Ethernet, Token Bus, Token Ring, FDDI
	Bitübertragungsschicht	

Gemeinsamkeiten:

- Schichten
- Anwendungsschicht
- Transport- und Vermittlungsschicht
- Paketvermittlung

Unterschiede:

- zusammengefasste Schichten
- Trennung nicht so streng
- TCP/IP Protokolle standardisiert

TCP/IP-Referenzmodell	OSI-Referenzmodell
Anwendungsschicht Application Layer	Anwendungsschicht
	Darstellungsschicht
	Kommunikationsschicht
Transportschicht Transport Layer	Transportschicht
Internetschicht Internet Layer	Vermittlungsschicht
Netzzugangsschicht Network Access Layer	Sicherungsschicht
	Bitübertragungsschicht

Ordnen Sie folgende Beispiele den jeweiligen Protokollen und den Schichten des OSI-Modells zu:

- MAC-Adresse
- einen Ping ausführen
- “Streamen“
- Browser
- Filebereitstellung
- Signalübertragung
- E-Mail
- VoIP

7	Application (Anwendung)
6	Presentation (Darstellung)
5	Session (Sitzung)
4	Transport (Transport)
3	Network [IP] (Vermittlung)
2	Data Link [MAC] (Sicherung)
1	Physical [Port] (Bitübertragung)

UDP, FTP, physikalisch (kein Protokoll), ICMP, ARP, SMTP, HTTP, SIP/RTP

Physical Layer - Bitübertragungsschicht

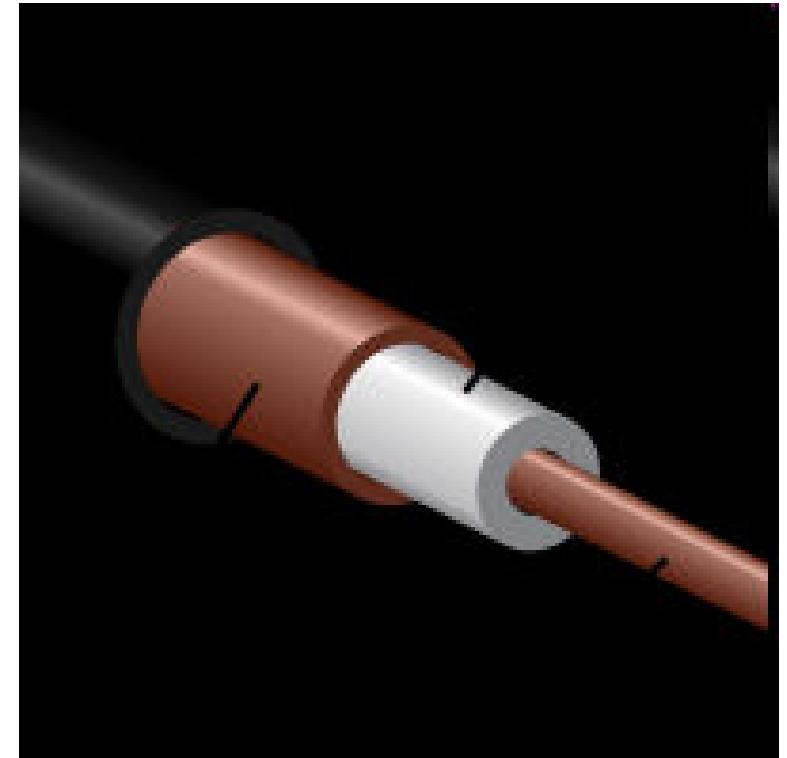
LAYER 1

- Herstellernormen
- nationale Normungsgremien: DIN, ANSI
- internationale Normungsgremien: ISO, ITU, ETSI
- Fachverbände: IEEE, EIA, TIA, IETF (RFC), IEC
- Normen können offizielle oder faktische Standards sein!

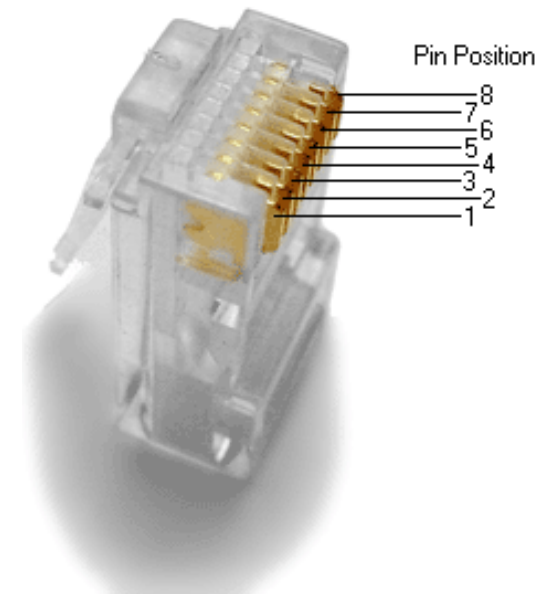
- Bit-Übertragung zwischen zwei Instanzen
- Darstellung der Bits
- Definition des Übertragungsmediums
 - Signalpegel
 - Kabel
 - Stecker
 - Bandbreite
 - Geschwindigkeit

- Kabeltypen:
 - Kupferkabel
 - Koaxial-Kabel
 - Twisted-Pair Kabel
 - LWL-Kabel
 - Multimode
 - Singlemode

- bestehen aus Außen- und Innenleiter
- stehende Welle (Abschlusswiderstand)
- Leitungswellenwiderstand:
 - 50 Ω für Netzwerk-Technik
 - 75 Ω für Fernseh-Technik



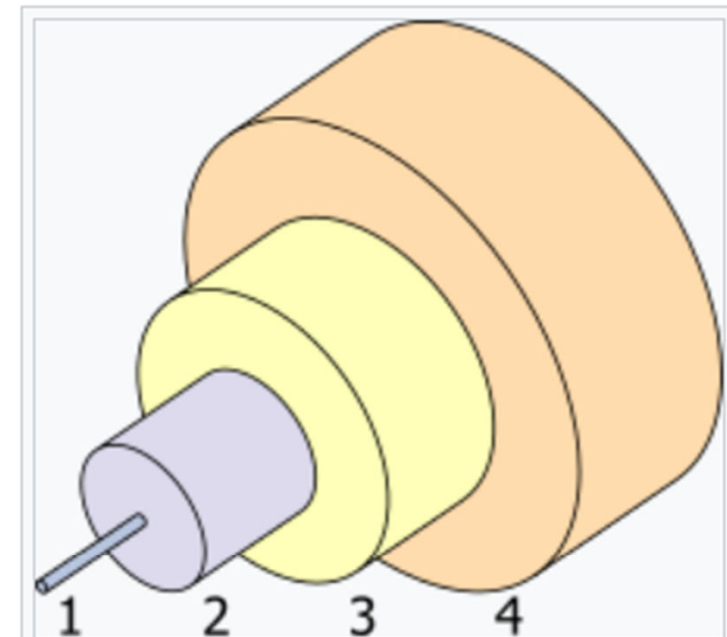
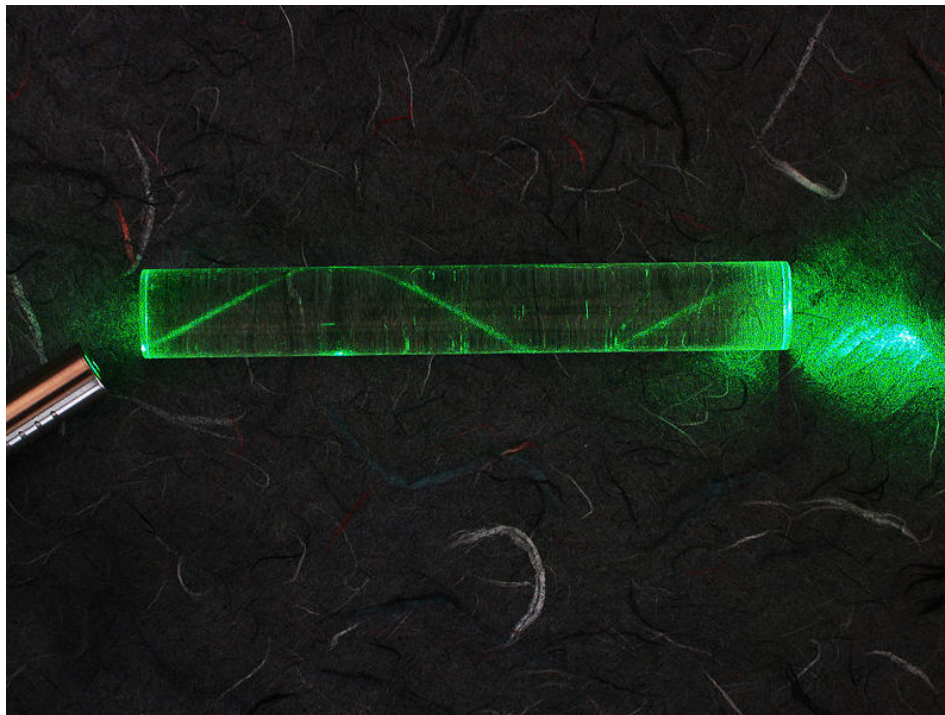
- Signalübertragung über verdrehte Adern
- Störungen wirken auf beide Adern eines Paares
- Nutzsignal (Differenz) bleibt unverändert
- gemeinsame Abschirmung aller Adernpaare oder für jedes Paar getrennt



Kategorie	Klasse	Typ	Bandbreite (MHz)	Datenrate (Mbit/s)	Anwendungen	Anmerkungen	Norm
Cat 1	A	UTP	0,1	1	Telefon- und Modem-Leitungen	nicht für aktuelle Systeme geeignet ^[7]	in keiner EIA/TIA-Empfehlungen erwähnt
Cat 2	B		1	4	alte Terminalsysteme, z. B. IBM 3270		
Cat 3	C		16	10	10BASE-T und 100BASE-T4	nicht geeignet für Geschwindigkeiten über 16 Mbit/s. Heute vor allem als Telefonkabel eingesetzt. Mindestanforderung für DSL-Kabel	in EIA/TIA-568 beschrieben
Cat 4			20	16	16-Mbit/s-Token Ring	kaum noch eingesetzt	
Cat 5	D		100	100	100BASE-TX	viele Bestandsverkabelungen	
Cat 5e	D		100	1 000 (5 000)	1000BASE-T, 2.5GBASE-T und 5GBASE-T@< 75m	verbessertes Cat 5, fast baugleich, aber verringertes Übersprechen; lange Zeit das Standard-Verlegekabel	
Cat 6	E	STP	250	1 000 (10 000)	5GBASE-T und 10GBASE-T@< 55m	weit verbreitet	SFS-EN 50173-1
Cat 6A	E _A		500	10 000	10GBASE-T	Die amerikanische Norm Cat 6A ist weniger streng als die europäische Norm Cat 6 _A . Cat 6a ist keine offizielle Norm.	ISO/IEC 11801:2002, Amendment 2
Cat 7	F		600	10 000	CCTV	vier jeweils einzeln abgeschirmte Adernpaare (Screened/Foiled shielded Twisted Pair S/FTP) innerhalb eines gemeinsamen Schirms	ISO/IEC 11801, 2. Ausgabe
Cat 7a	F _A		1 000	10 000			ISO/IEC 11801, 2. Ausgabe, Ergz. 2
Cat 8.1/8.2	I/II		2 000	40 000	25GBASE-T und 40GBASE-T		ISO/IEC 11801, 3. Ausgabe

Quelle: Wikipedia

LWL-Kabel: Grundlagen



Typischer Aufbau einer Glasfaser: 

1 – Kern (engl. *core*)

2 – Mantel (engl. *cladding*) mit $n_K > n_M$

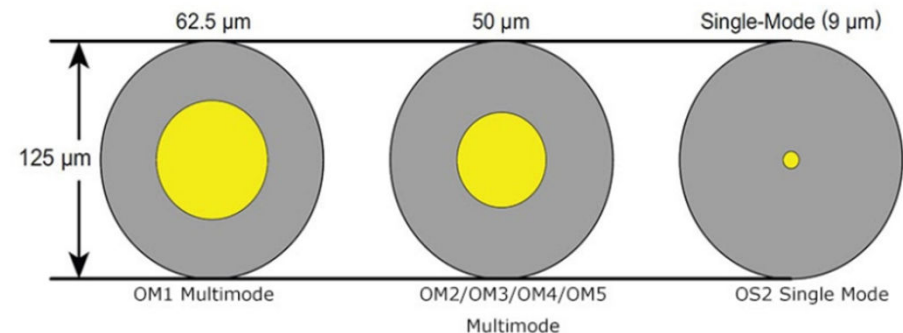
3 – Schutzbeschichtung (engl. *coating* und/oder *buffer*) und

4 – äußere Hülle (engl. *jacket*). Für die Größenverhältnisse der einzelnen Bereiche siehe [Tabelle](#) im Text.

Quelle Wikipedia

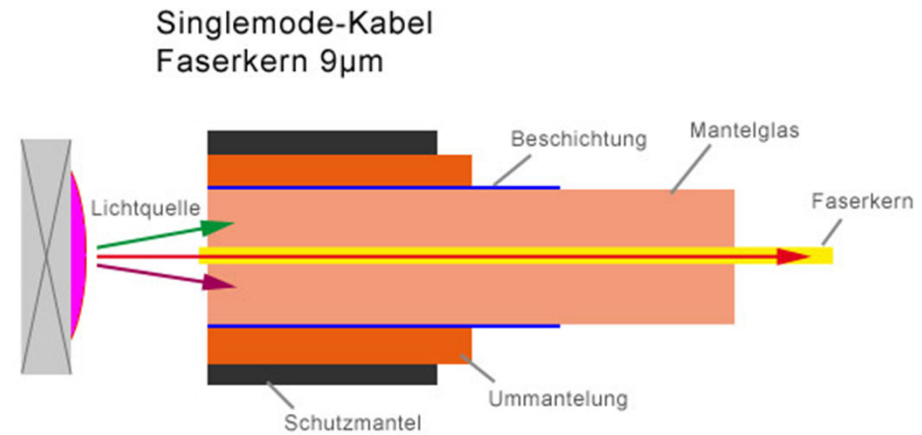
<https://de.wikipedia.org/wiki/Lichtwellenleiter>

- Multimode:
 - 50/125 μm
 - 62,5/125 μm
- Singlemode
 - 9/125 μm
- Eine Faser pro Richtung (Rx und Tx)



Singlemode

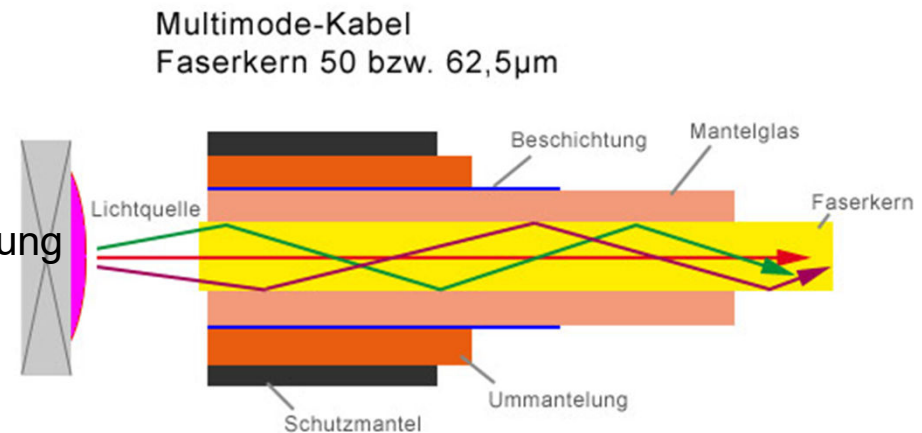
- geringe Dämpfung des Signals
- kaum Laufzeitverschiebungen
- große Distanzen
- hohe Bandbreiten
- teurere Laser zur Einspeisung des Lichts notwendig
- größerer Aufwand bei der Herstellung der Glasfasern aufgrund der sehr kleinen Faserkerne



(C) www.Glasfaserkabel.de

Multimode

- geringerer Aufwand in der Herstellung
- einfachere Verbindungstechnik aufgrund des größeren Kerndurchmessers
- größere Signaldämpfung und Laufzeitverschiebung
- geringere maximale Bandbreiten
- kürzere Distanzen überbrückbar
- Verstärker oder Signalaufbereiter bei größeren Distanzen notwendig



(C) www.Glasfaserkabel.de

Quelle https://www.glasfaserkabel.de/Der-Unterschied-zwischen-Singlemode-und-Multimode-LWL-Kabeln:_:13.html

Übertragungs- raten	Fasertyp					
	Multimode					Singlemode
	OM1	OM2	OM3	OM4	OM5	OS1/OS2
100MBit/s	2 km	2 km	2 km	2km	2km	10km
1 GBit/s	550m	550m	550m	1km	1km	5km
10 GBit/s	30m	80m	300m	550m	550m	10km
40 GBit/s			100m	125m	440m	10km
100 Gbit/s			70m	100m	150m	10km

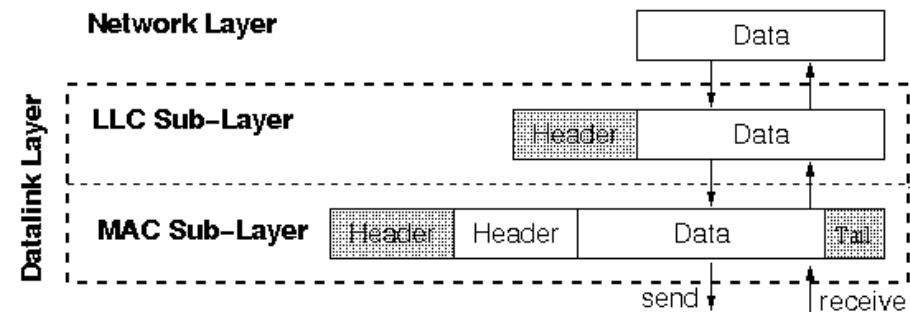
Data Link Layer - Sicherungsschicht

LAYER 2

OSI-Schicht 2: Data Link Layer

- Informationsübertragung zwischen zwei Instanzen
 - Zusammenfassung von Bits zu Bytes
 - Zusammenfassung von Bytes zu Frames
 - Regelung des Zugangs zum Übertragungsmedium
 - Fehlererkennung (keine Fehlerkorrektur!)

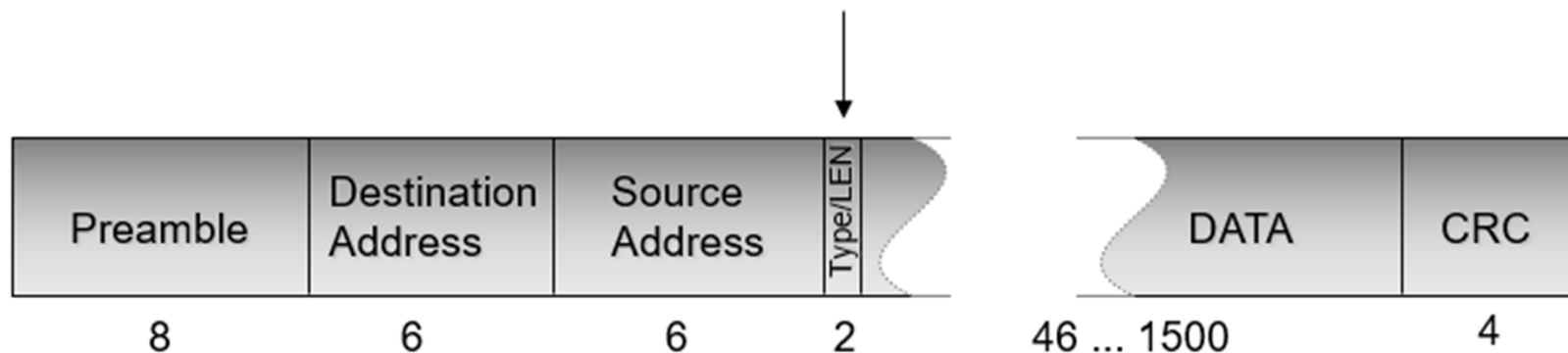
- Sub-Schichten
 - Media-Access-Control (MAC)
 - IEEE 802.3 = Ethernet
 - IEEE 802.4 = Token-Bus
 - IEEE 802.5 = Token-Ring
 - IEEE 802.6 = DQDB
 - IEEE 802.11 = WLAN
 - Logical Link Control (LLC)
 - Definiert in IEEE 802.2
 - Bei Ethernet-II-Frames wird kein LLC-Header verwendet, stattdessen ein 2-Byte-EtherType-Feld zur Protokollidentifikation
 - LLC findet sich in IEEE 802.3-konformen Umgebungen für: Multiplexing/Demultiplexing von Protokollen (z.B. IP, NetBIOS)



- Lernen der Adressen
 - Adresstabelle für jedes Interface
 - merken der Quelladressen
- Unicast
 - weiterleiten an Interface mit Zieladresse in Tabelle
- Broadcast
 - weiterleiten an alle Interfaces
- Flooding
 - weiterleiten an alle, wenn Adresse nicht in Tabelle

Aufbau eines Ethernetframes

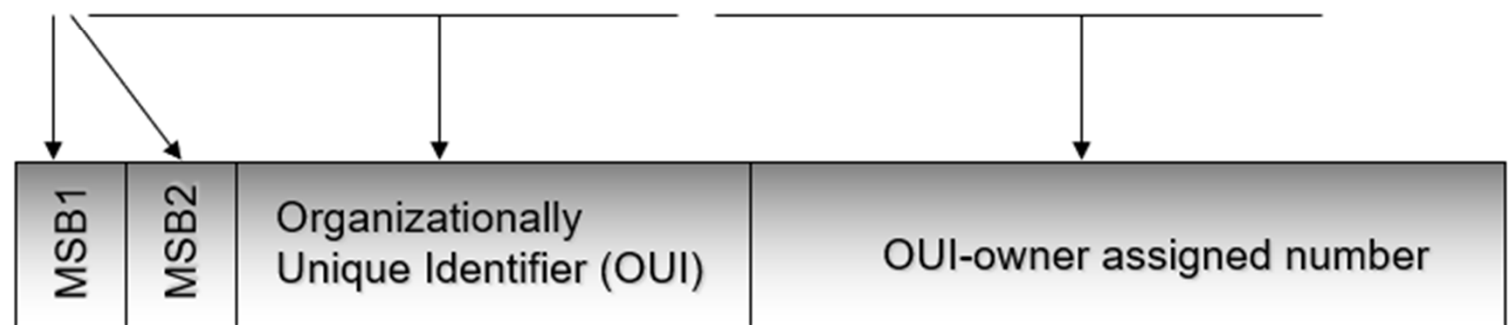
- Präambel (010101... Bitmaske) zur Synchronisierung
- 6 Bytes Zieladresse, 6 Bytes Absenderadresse.
- mindestens 46 Bytes, maximal 1500 Bytes Daten.
- 32Bit Checksum (CRC), die auf Header und Daten berechnet wird
- DIX Typfeld oder IEEE802.2 Länge



Jedes Ethernet Interface hat eine eindeutige 48-Bit Adresse

□ Beispiel: 00:80:48:E8:71:47

□ Binär: 00000000 10000000 1001000 11101000 1110001 1000111



□ Broadcast: ff:ff:ff:ff:ff:ff

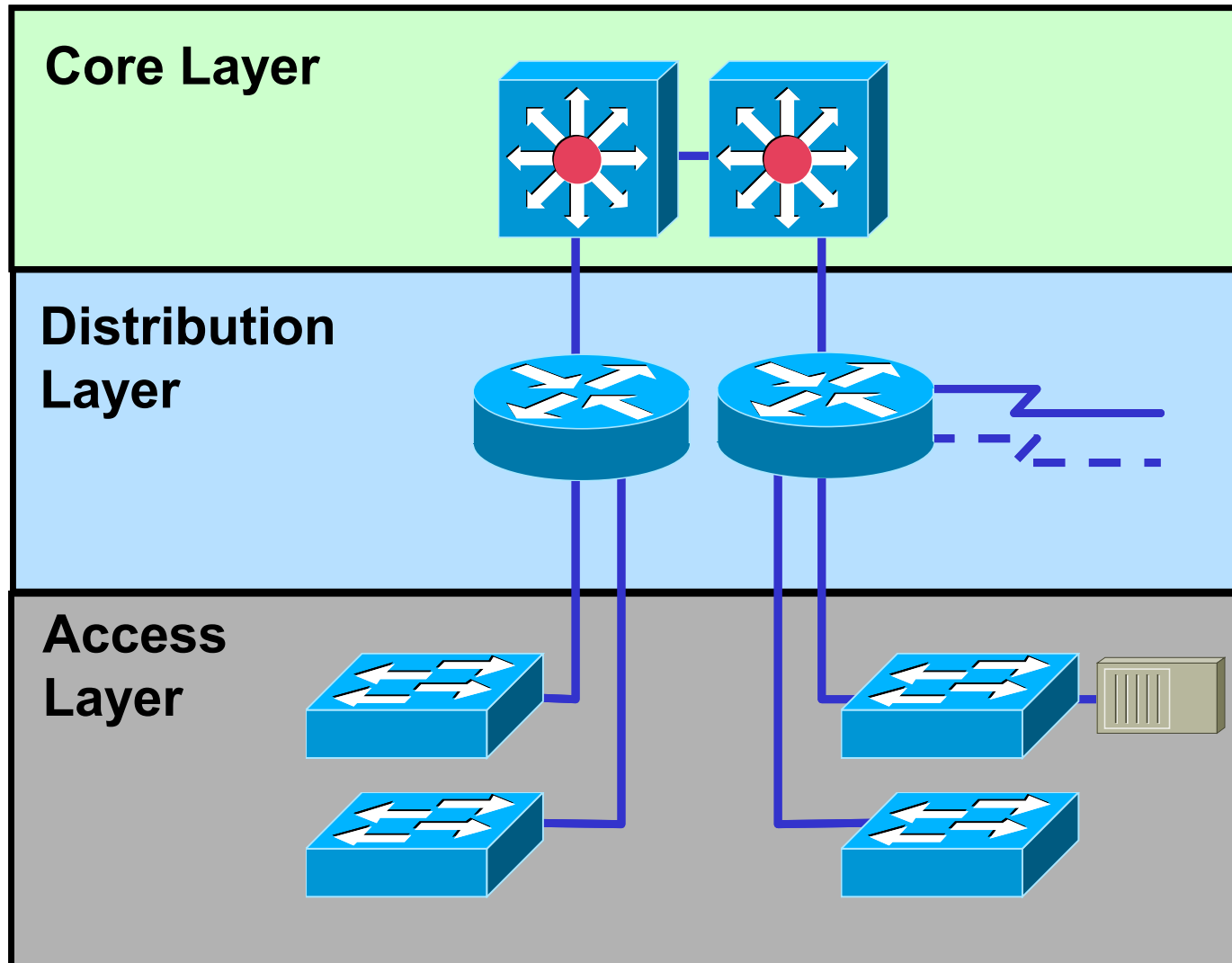
□ Jedes Interface untersucht *jeden* Frame

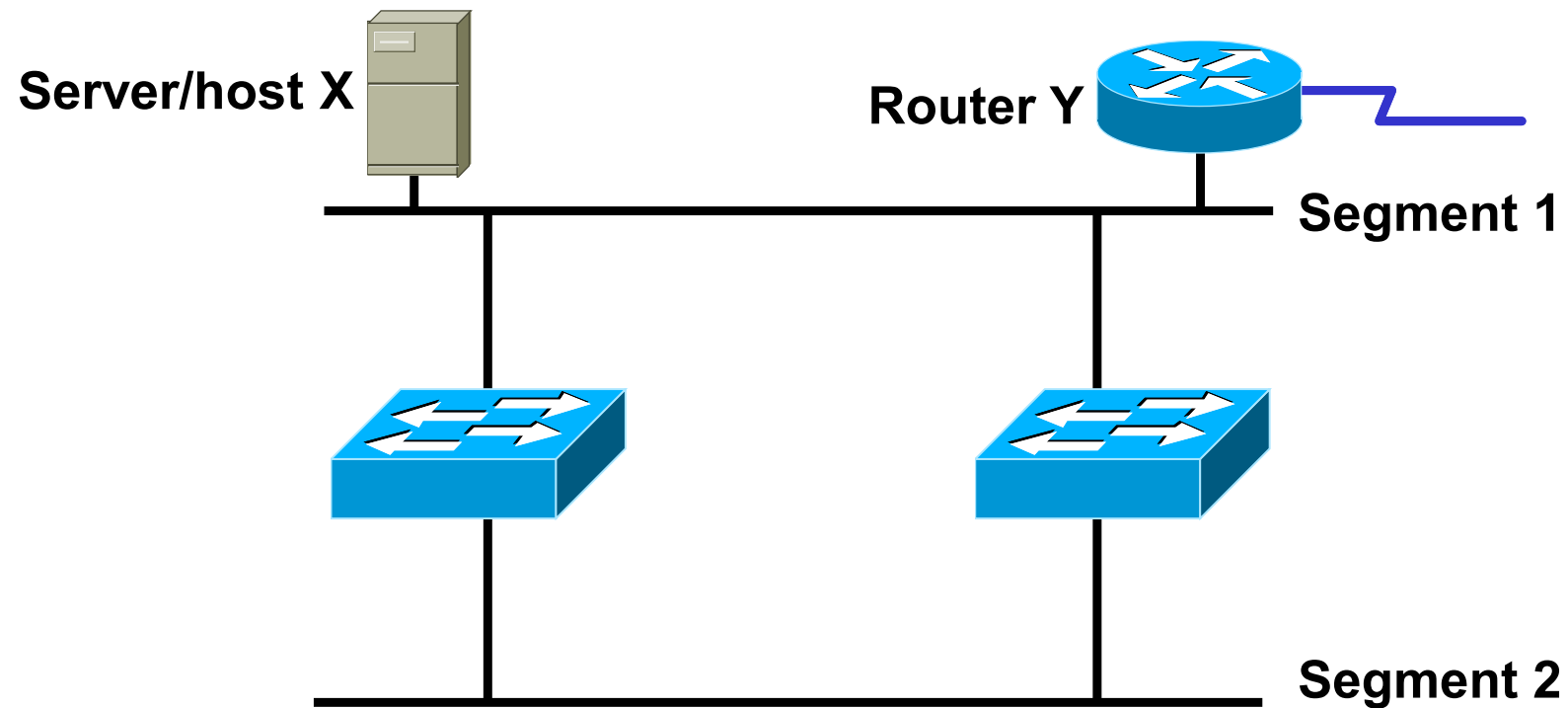
Eindeutige Adressvergabe über OUI und Numerierung der Karten durch den Hersteller.

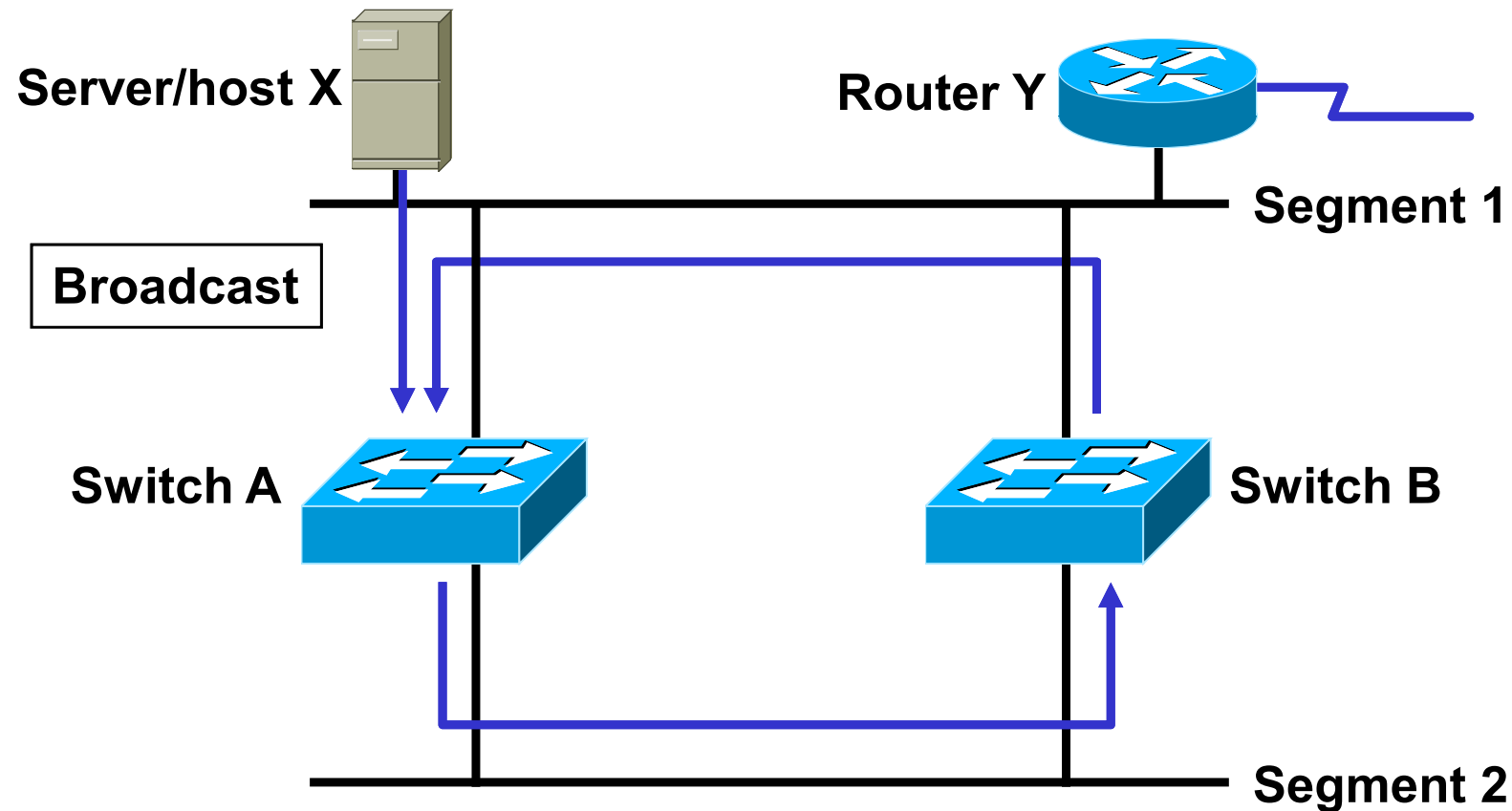
Ethernet: Funktionalität eines Switches

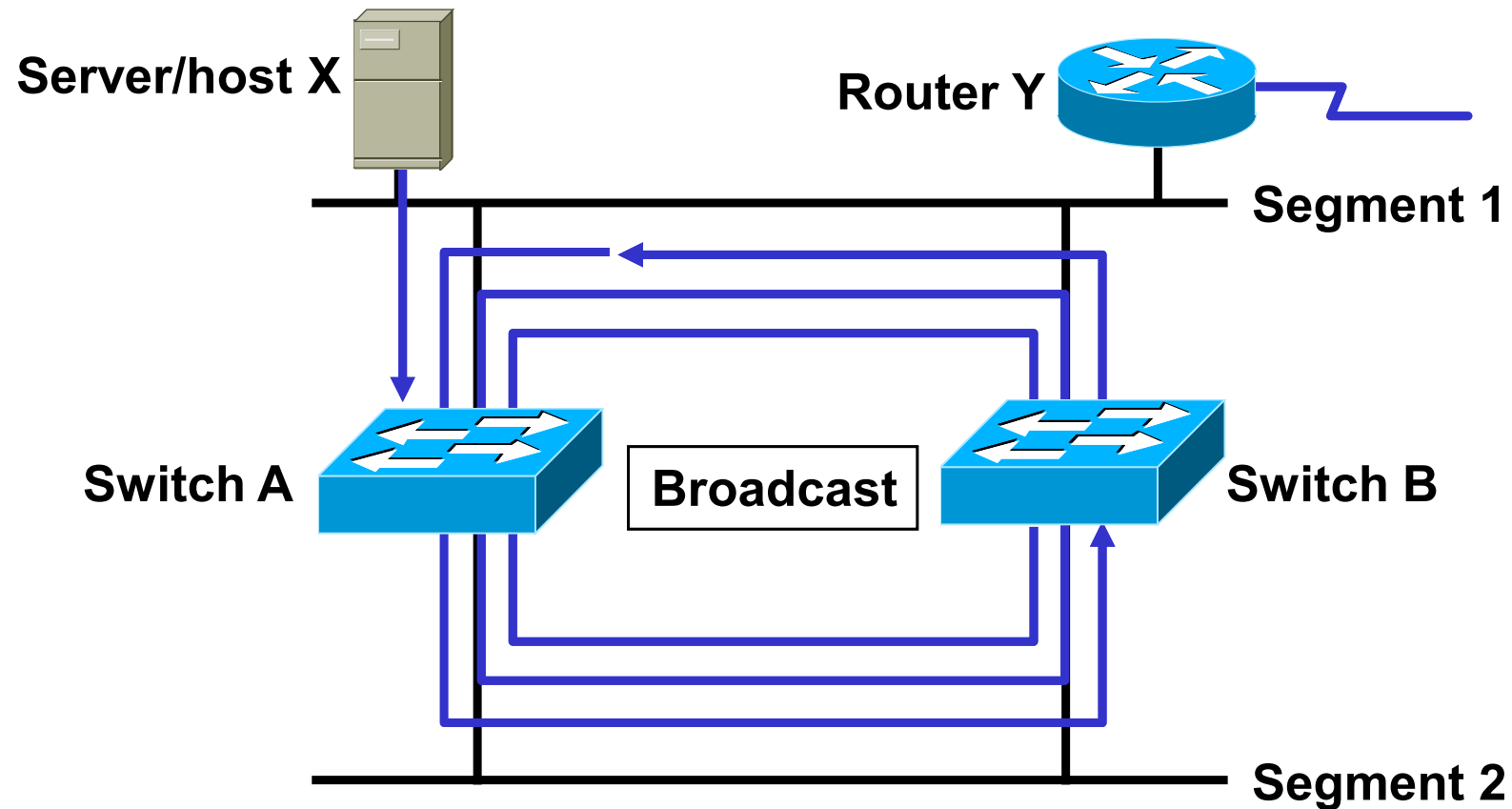
- Store and forward:
 - Frame wird komplett empfangen
 - nur intakte Frames weiterleiten
- Cut through:
 - Frame-Header komplett lesen
 - weiterleiten auch defekter Frames
- Fragment free:
 - Minimallänge eines Frame wird eingelesen
 - zu kurze Frames verwerfen

Ethernet: Netzwerk-Hierarchie

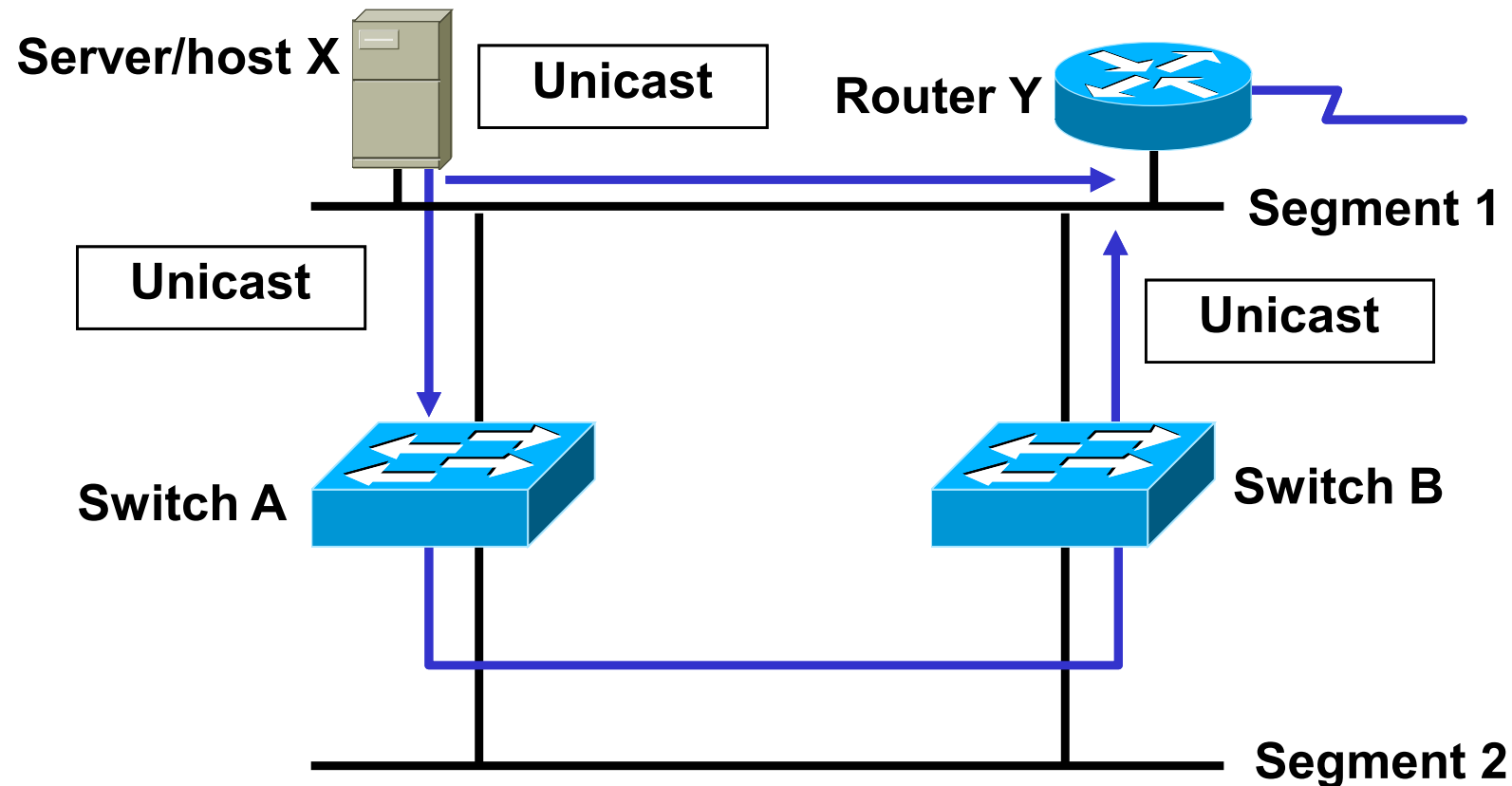




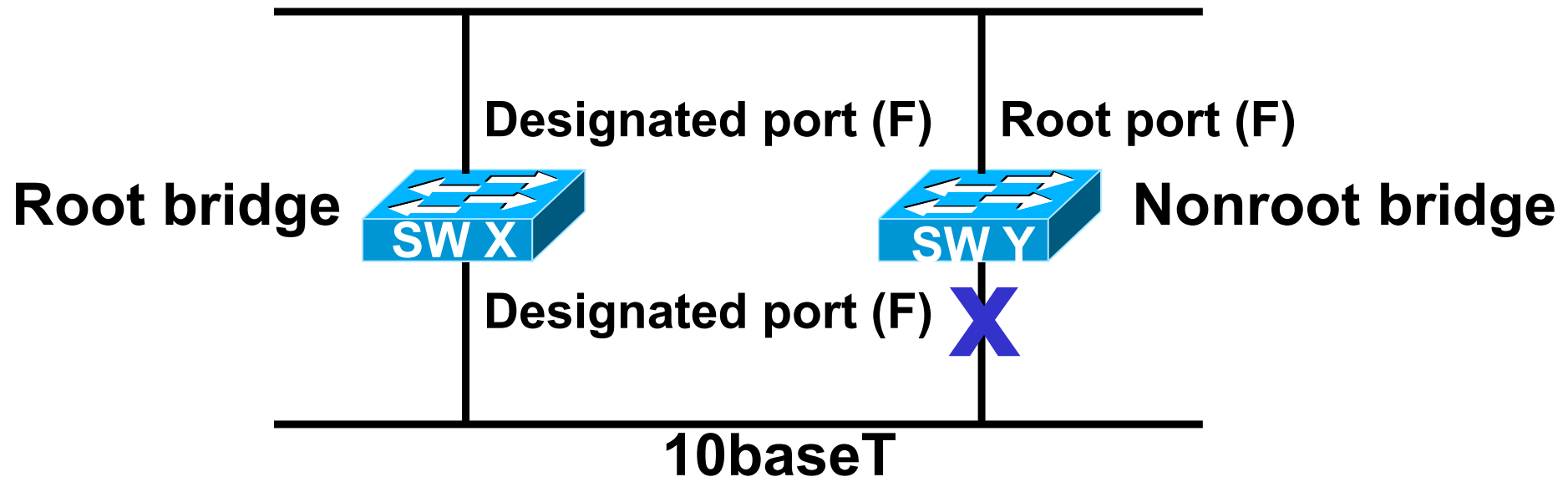




Mehrfach-Übertragung



- Problem:
 - Broadcast-Sturm
 - Frames werden vervielfacht
 - Adressen springen zwischen Ports
- Lösung:
 - Schleifenvermeidung
 - blockieren von Ports
 - Spanning-Tree Protokoll (STP)



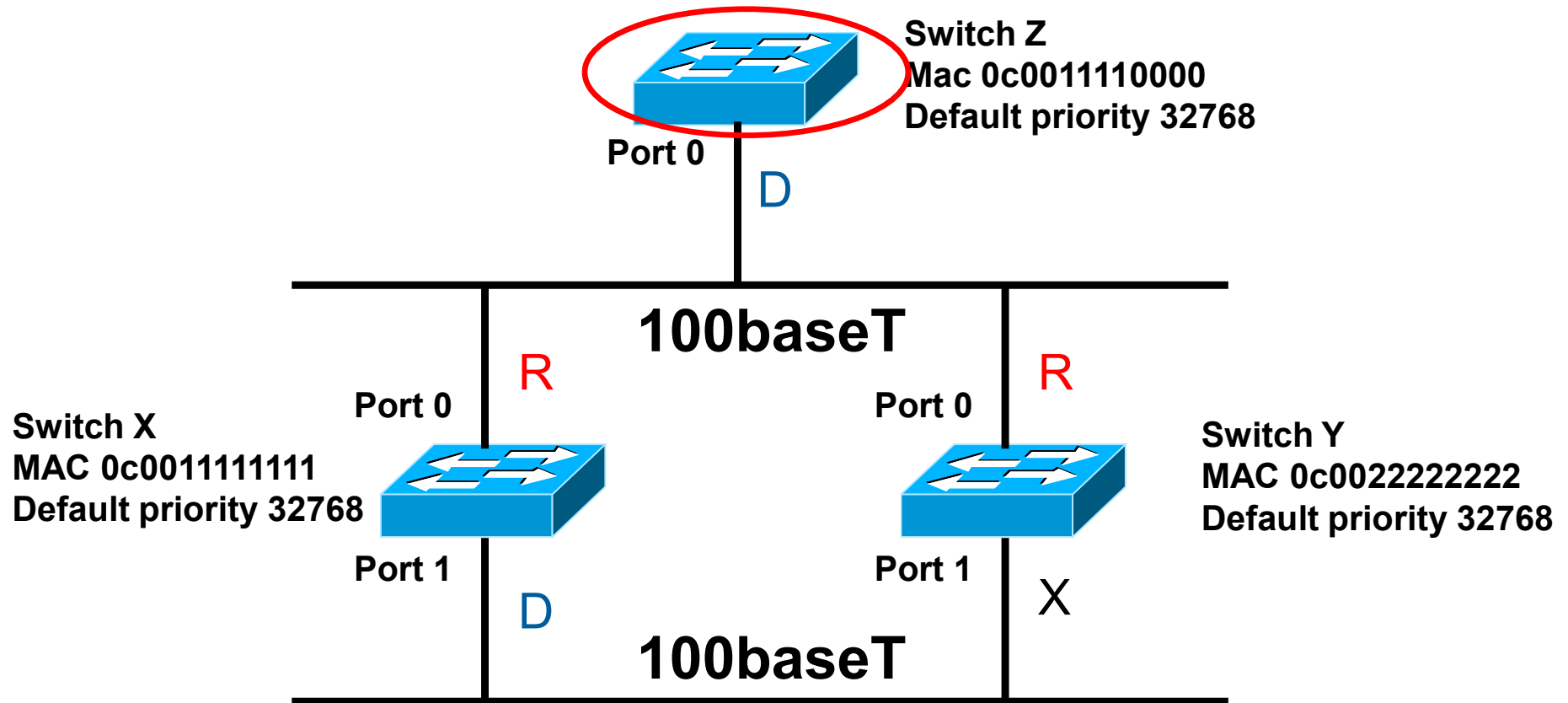
- eine Root Bridge pro Netz
- ein Designated Port pro Segment
- ein Root-Port für jeden anderen Switch

- Blocking
 - BPDU empfangen
 - keine Frames senden
- Listening
 - empfangene BPDU wird ausgewertet
 - BPDU weiterleiten
- Learning
 - empfangene Frames werden in Adress-Tabelle eingetragen
 - BPDU weiterleiten

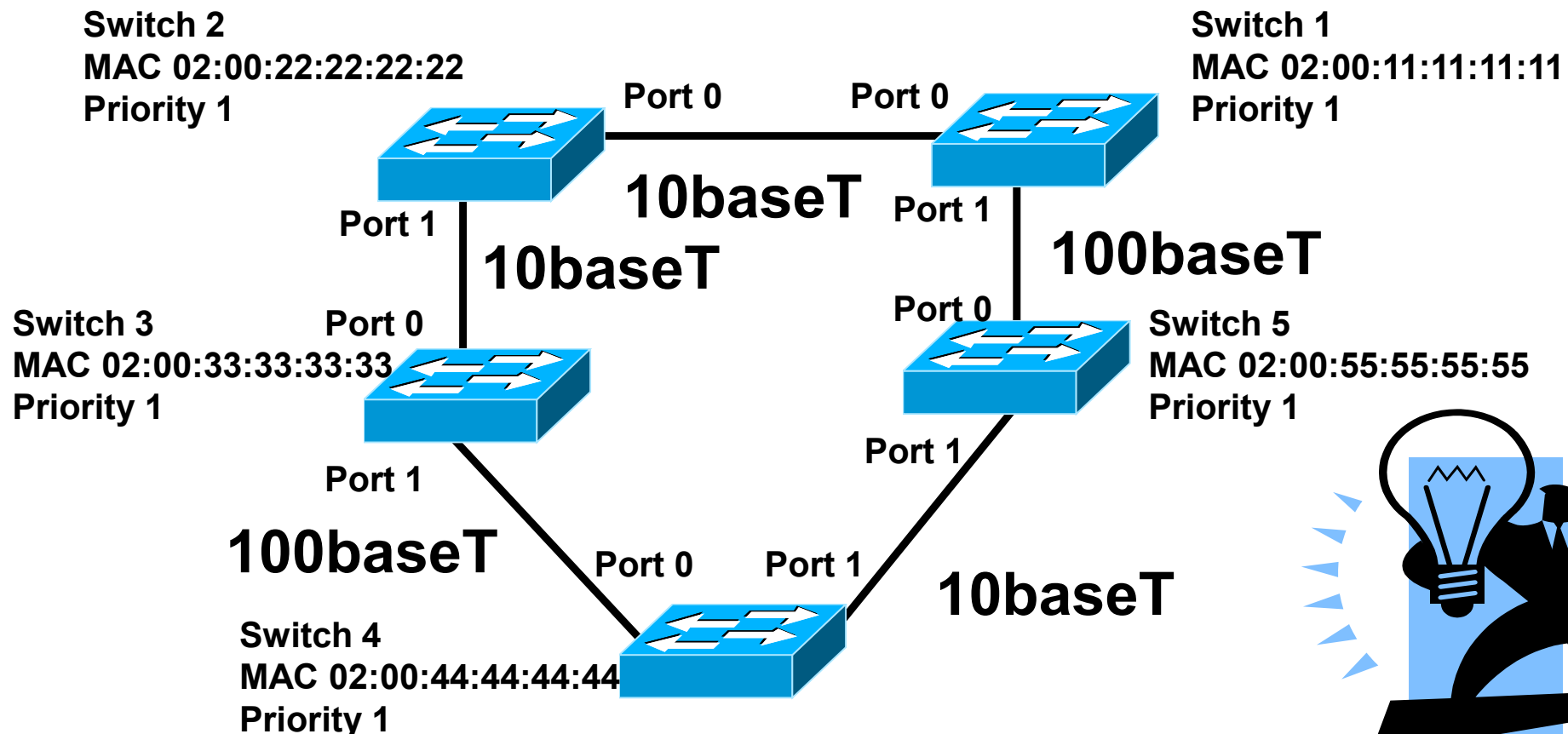
- Wahl der Root-Bridge
 - Bridge ID = Priorität (2) + MAC-Adresse (6)
 - niedrigste Bridge ID gewinnt (ältester Switch)
- Bestimmung des Root-Port
 - geringste Pfadkosten zur Root-Bridge
- Bestimmung des Designated Port
 - auf Switch mit geringsten Pfadkosten zur Root-Bridge
 - bei mehreren Möglichkeiten entscheiden BID und Port ID
- Bestimmung des Blocking Port
 - alle Nicht-Designated Ports eines Segments

Spanning-Tree: Pfadkosten

<u>bandwidth</u>	<u>stp cost</u>
4 Mbps	250
10 Mbps	100
16 Mbps	62
45 Mbps	39
100 Mbps	19
155 Mbps	14
622 Mbps	6
1000 Mbps	4
10000 Mbps	2

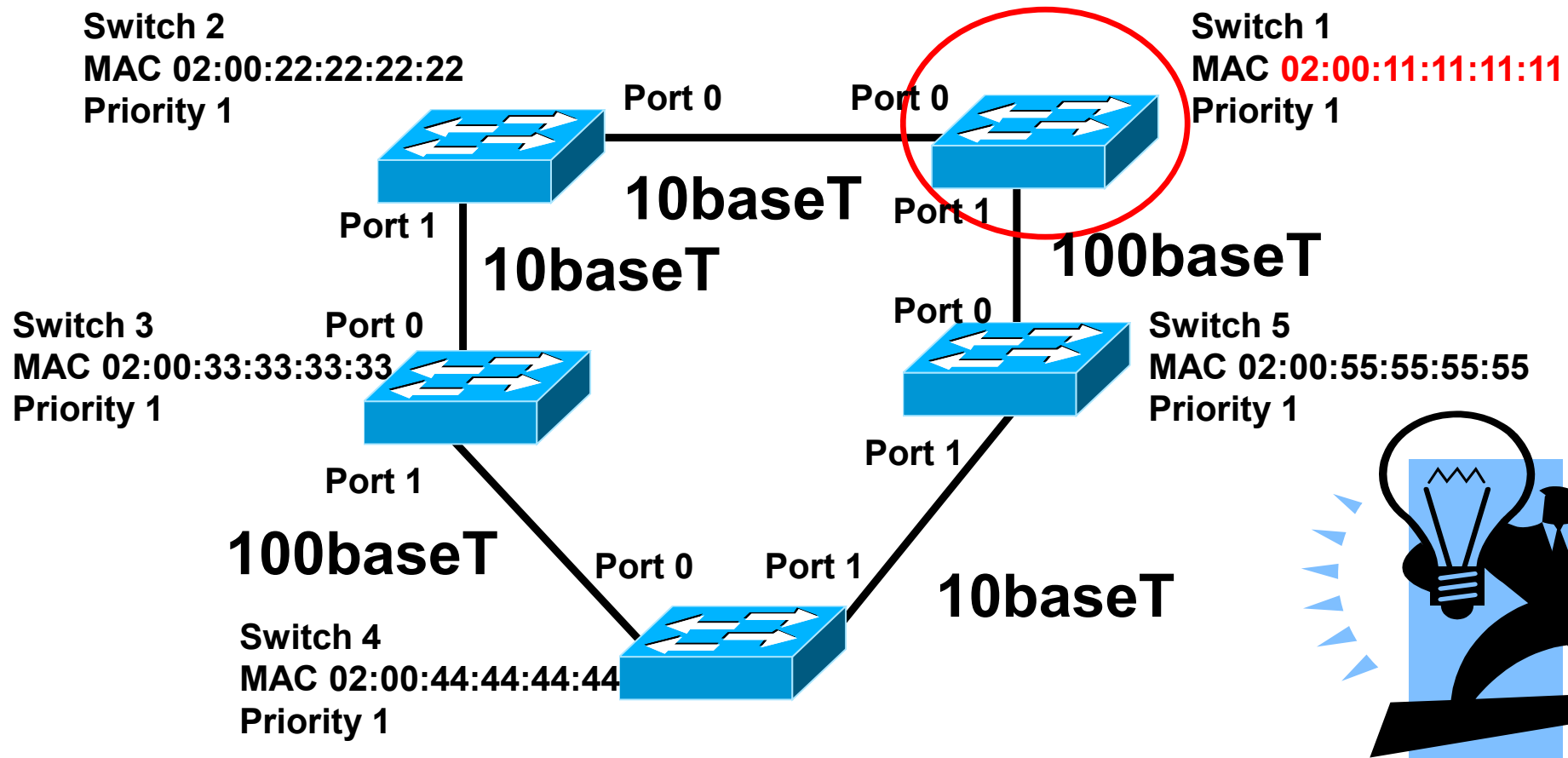


1. Bestimmen Sie die Root-Bridge, Root Ports und Designated Ports.



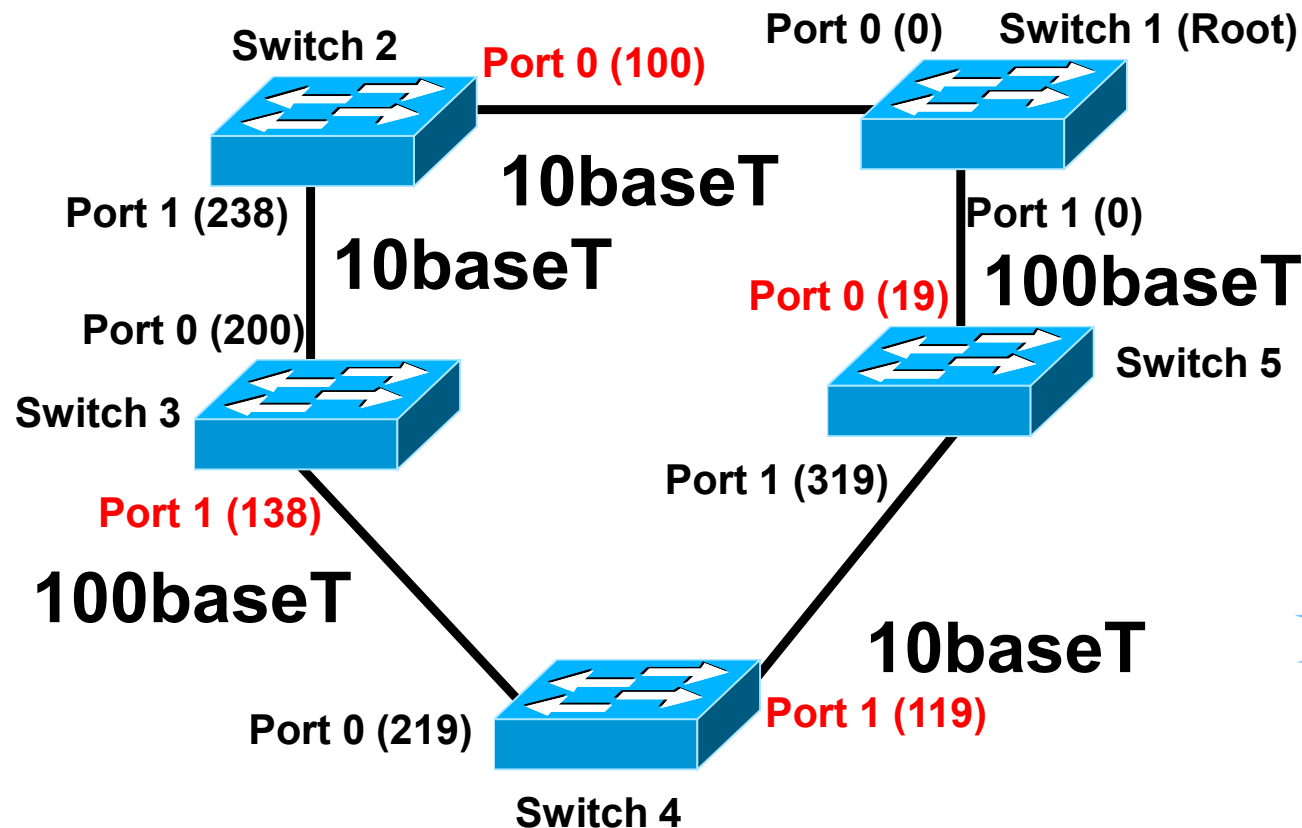
Gruppenaufgabe - Lösung

- Bestimmen Sie die **Root-Bridge**, Root Ports und Designated Ports.

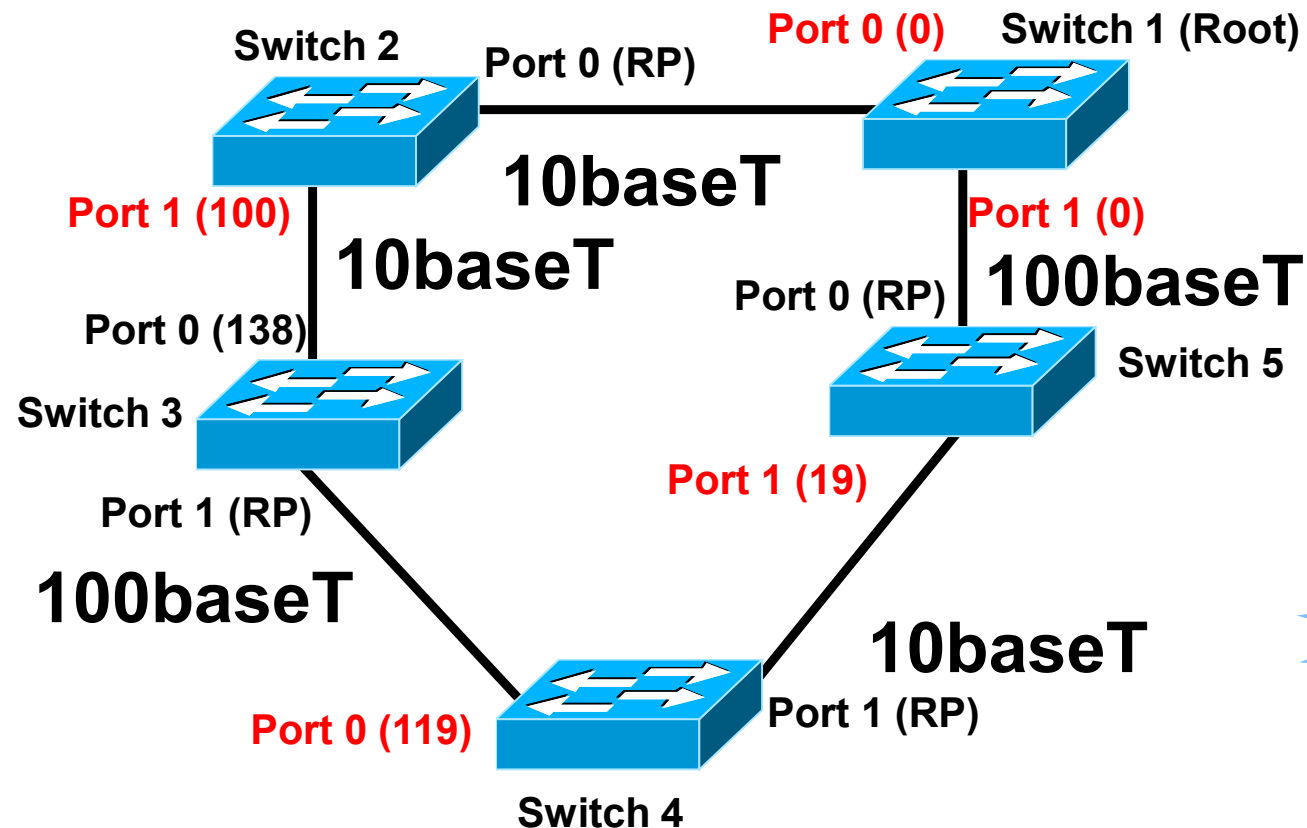


Gruppenaufgabe - Lösung

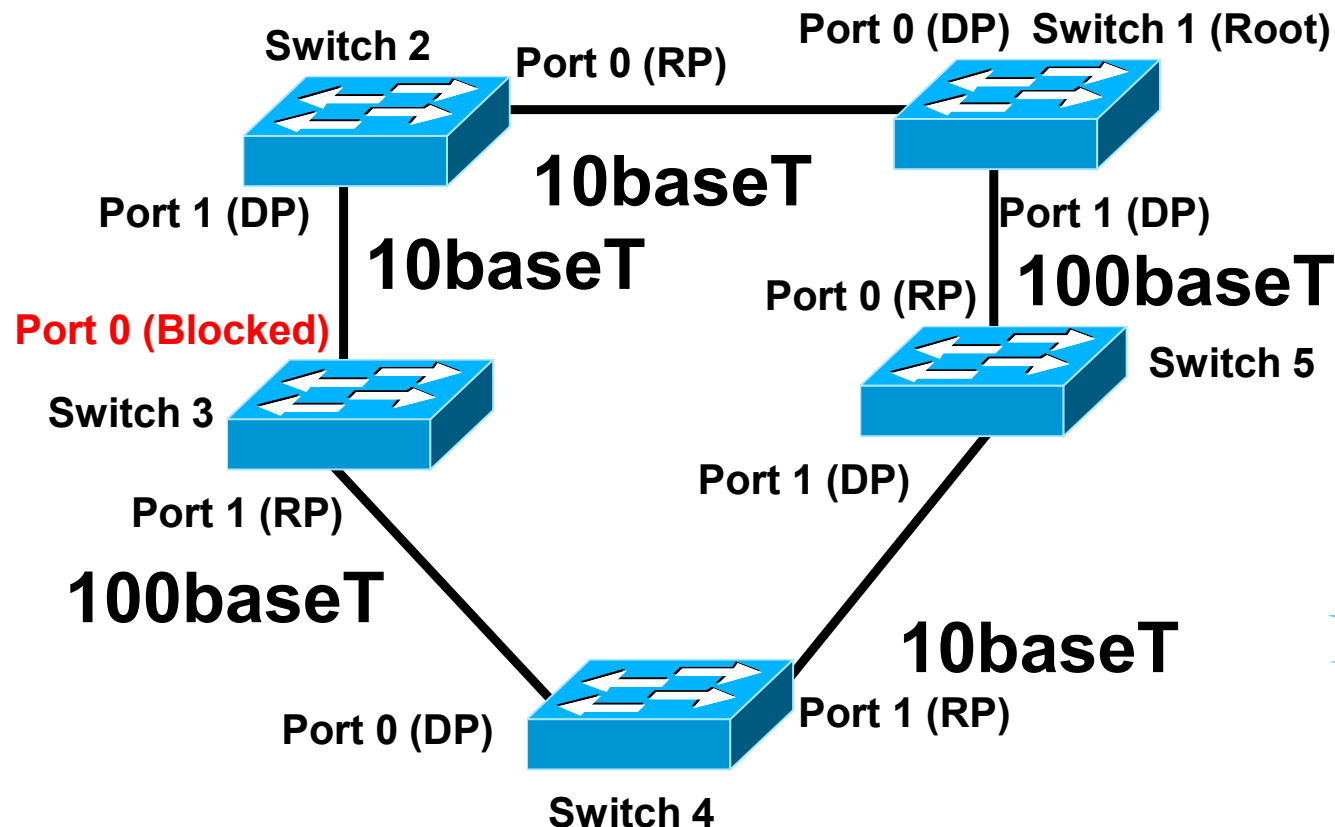
- Bestimmen Sie die Root-Bridge, **Root Ports** und Designated Ports.



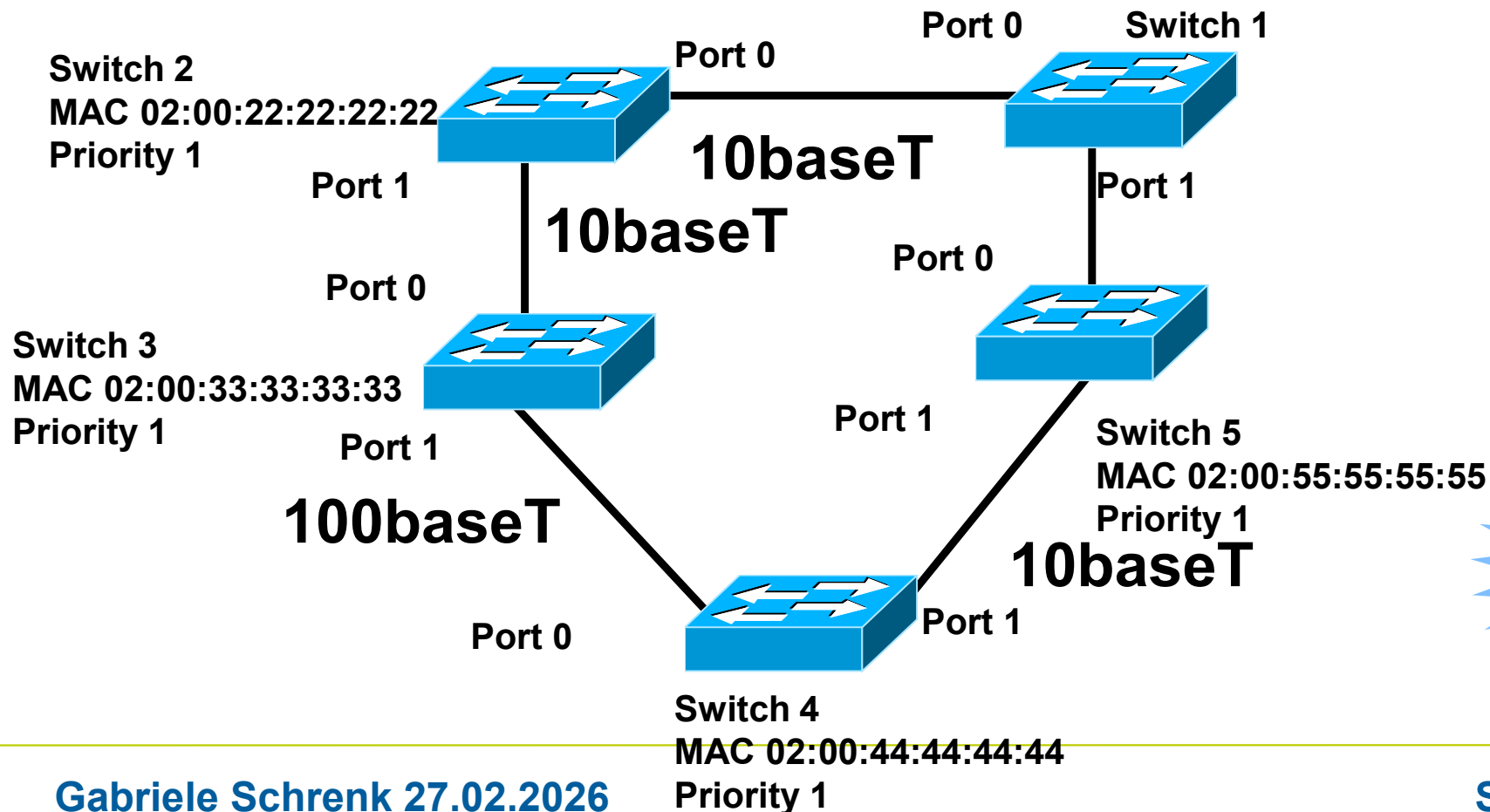
1. Bestimmen Sie die Root-Bridge, Root Ports und **Designated Ports**.



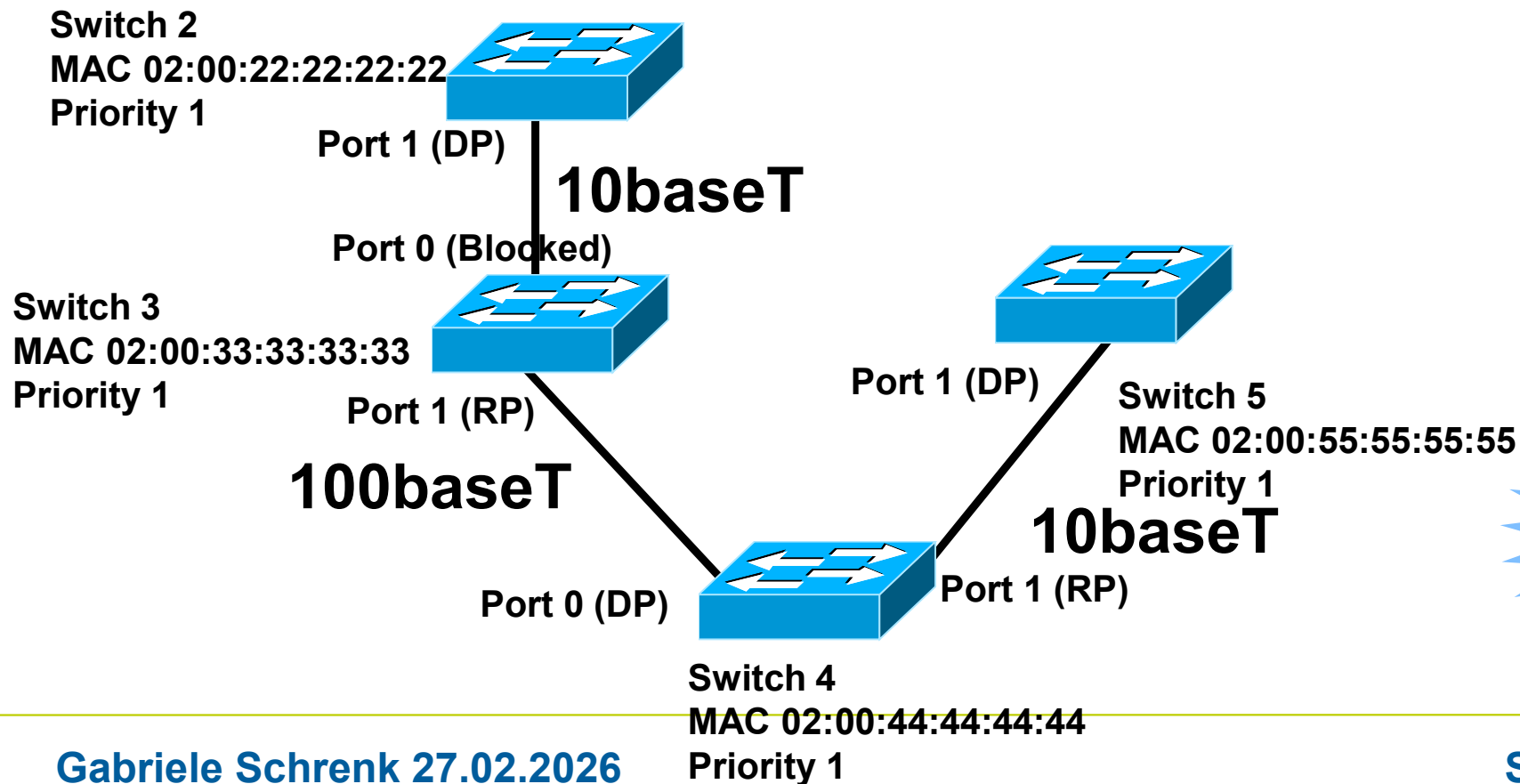
1. Bestimmen Sie die Root-Bridge, Root Ports und Designated Ports.



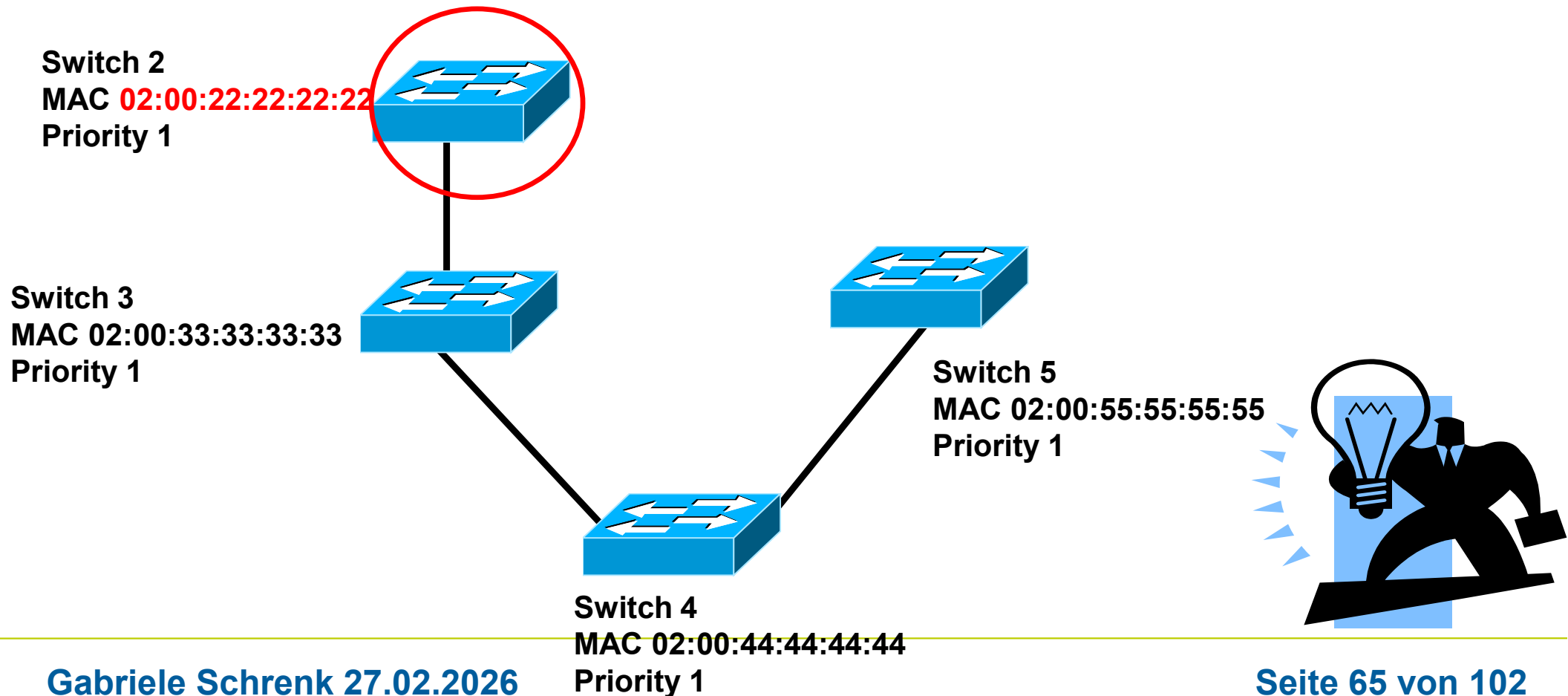
2. Bestimmen Sie die Root-Bridge, Root-Ports und Designated-Ports **nach einem Ausfall von Switch 1.**



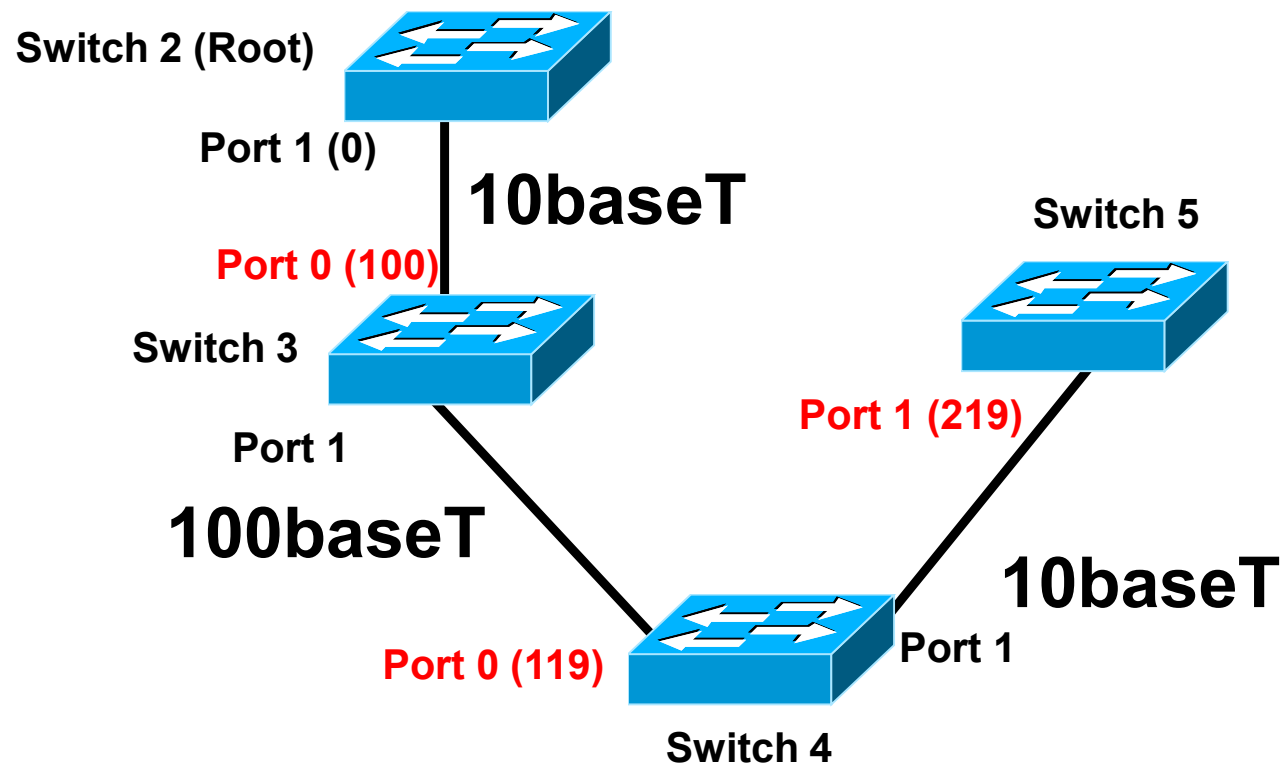
2. Bestimmen Sie die Root-Bridge, Root-Ports und Designated-Ports nach einem Ausfall von Switch 1.



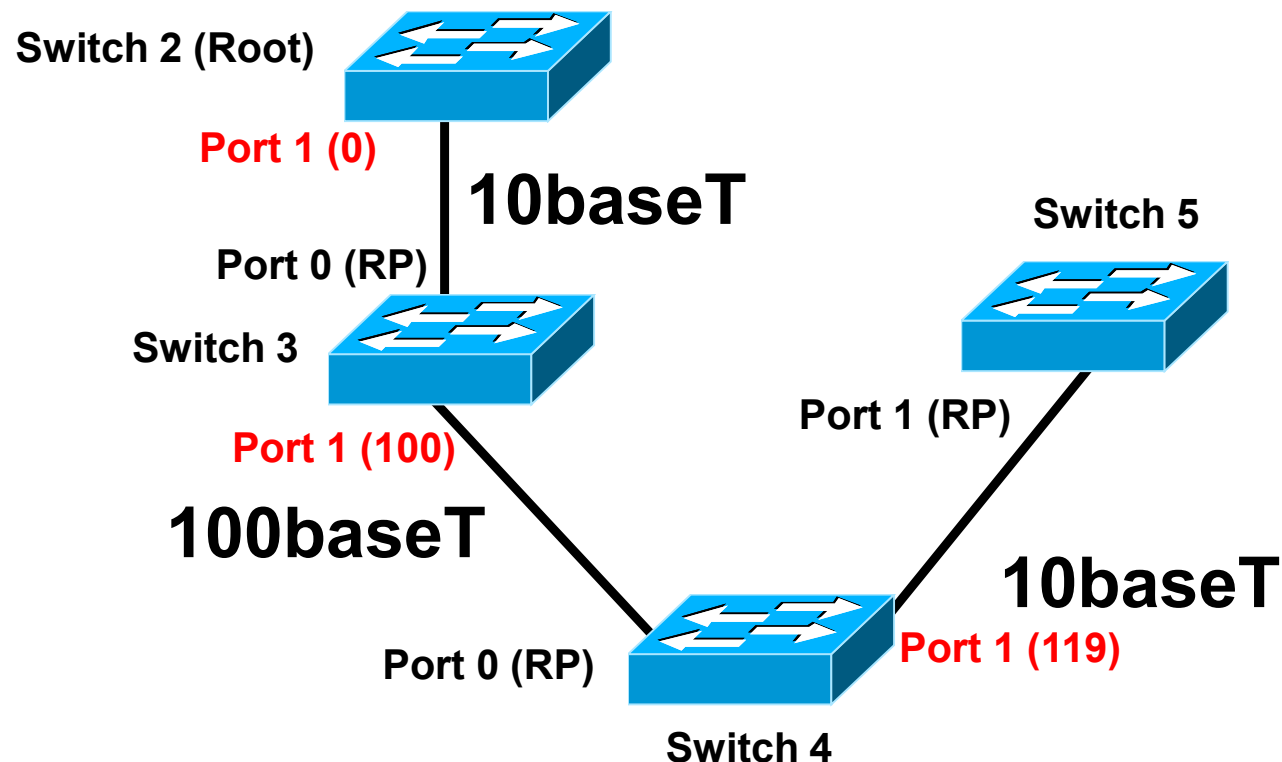
2. Bestimmen Sie die **Root-Bridge**, Root-Ports und Designated-Ports nach einem Ausfall von Switch 1.



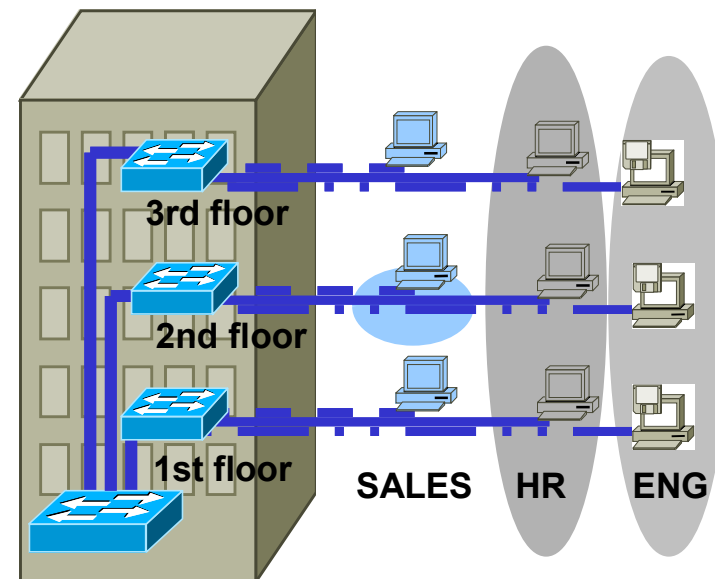
2. Bestimmen Sie die Root-Bridge, **Root-Ports** und Designated-Ports **nach einem Ausfall von Switch 1.**

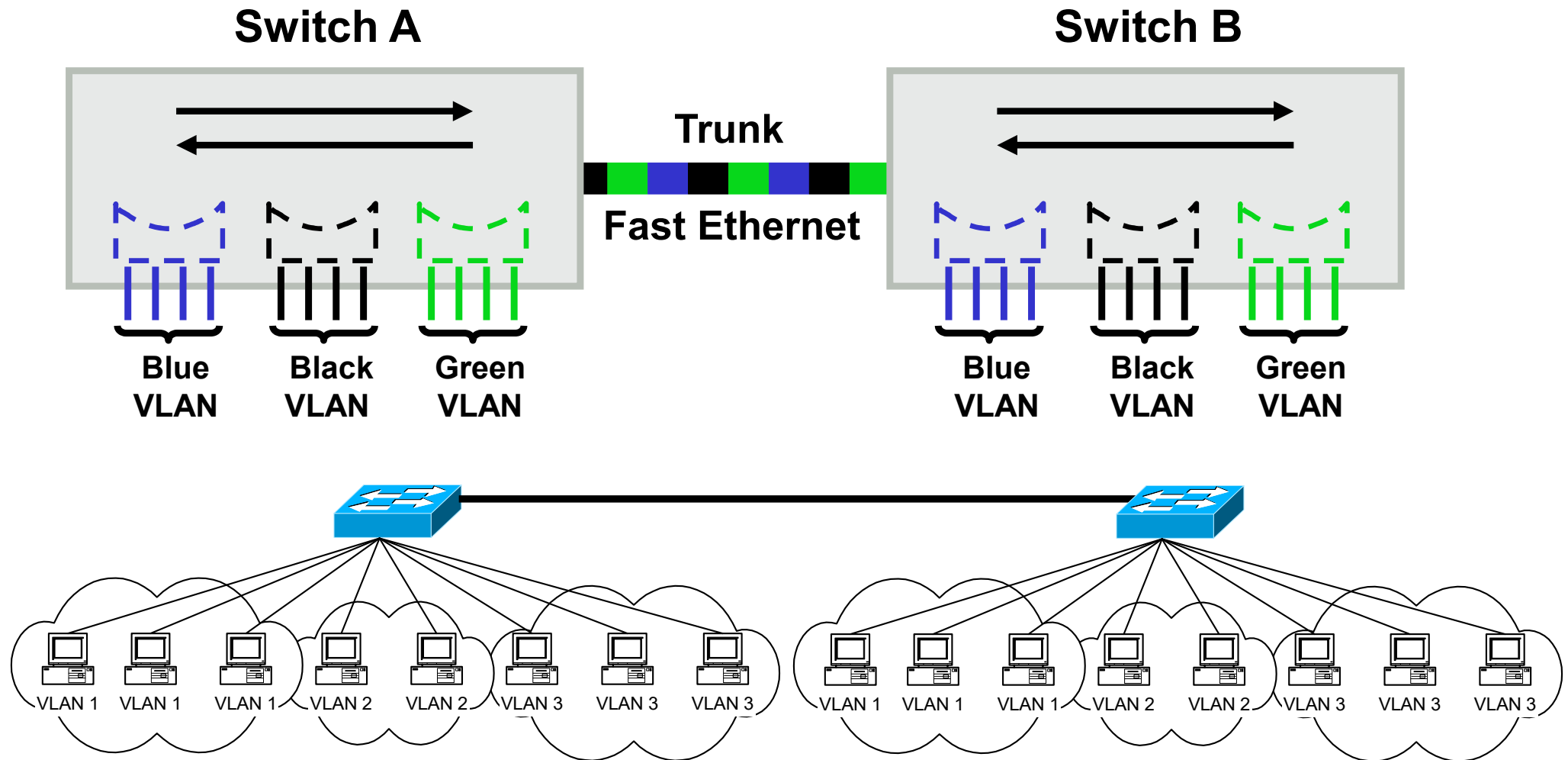


2. Bestimmen Sie die Root-Bridge, Root-Ports und **Designated-Ports** nach einem Ausfall von Switch 1.



- eigenes Netz für jede Organisationseinheit
- jedes Netz erfordert eigenen Switch
- Problem: Geografische Verteilung
- Lösung:
 - virtuelle Netze
 - 1 Switch gehört zu mehreren Netzen
 - „Anfärben“ der Frames





- Jedem Switchport wird ein VLAN zugeordnet
- Zwischen den Switches wird jeder Frame mit einer VLAN ID markiert (Tagged/Trunk Port)
- Verbindungen zwischen VLANs erfolgen über Router
- VLAN-Informationen müssen auf allen Switches identisch sein
- VLANs sind ein Mittel zur Strukturierung des Netzes
- Spezifiziert in IEEE 802.1q
 - bis zu 4095 VLANs pro Node
 - Unterstützt Typen 1, 2 und 3
 - Unterstützt geschaltete und shared media LANs
 - Führt neue Priorisierungen ein (IEEE 802.1p)
 - Unterstützt statische und dynamische Konfiguration

- Layer 1 VLAN

- Unterscheidung durch physikalische Ports an einem Gerät

	Port 1	Port 2	Port 3	Port 4
Port 1	VLAN 1			
Port 2		VLAN 2		
Port 3			VLAN 3	VLAN 3
Port 4				

- Layer 2 VLAN

- Festlegung der Gruppenzugehörigkeit durch MAC-Adressen

	MAC 1	MAC 2	MAC 3
VLAN 1	ca:fe:01:23:56:78	00:ef:12:f6:a1:ae	
VLAN 2			00:de:ad:12:be:ef

- Layer 3 VLAN

- Layer 3 Adressierung als Gruppenbildungsmerkmal

	IP 1	IP 2	IP 3
VLAN 1	10.0.0.1	10.0.0.2	10.0.0.3
VLAN 2	

- Typ 1 VLANs

- Verfahren nennt sich Port-Switching
- Bietet Sicherheit gegen Abhören, isoliert einzelne Segmente
- Bietet keine Benutzerstandortwechsel

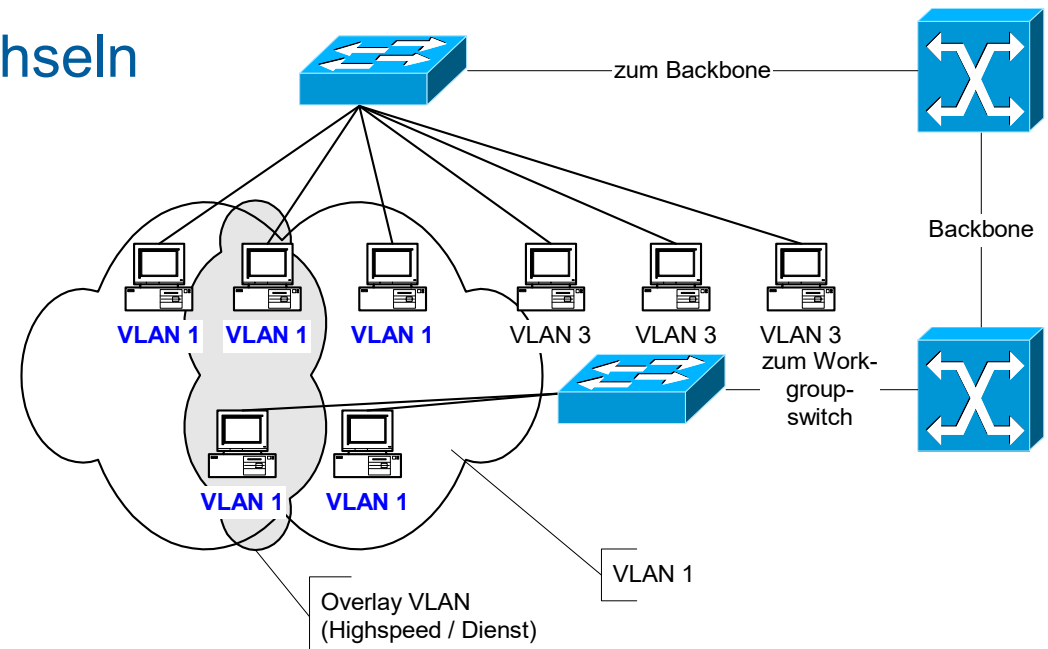


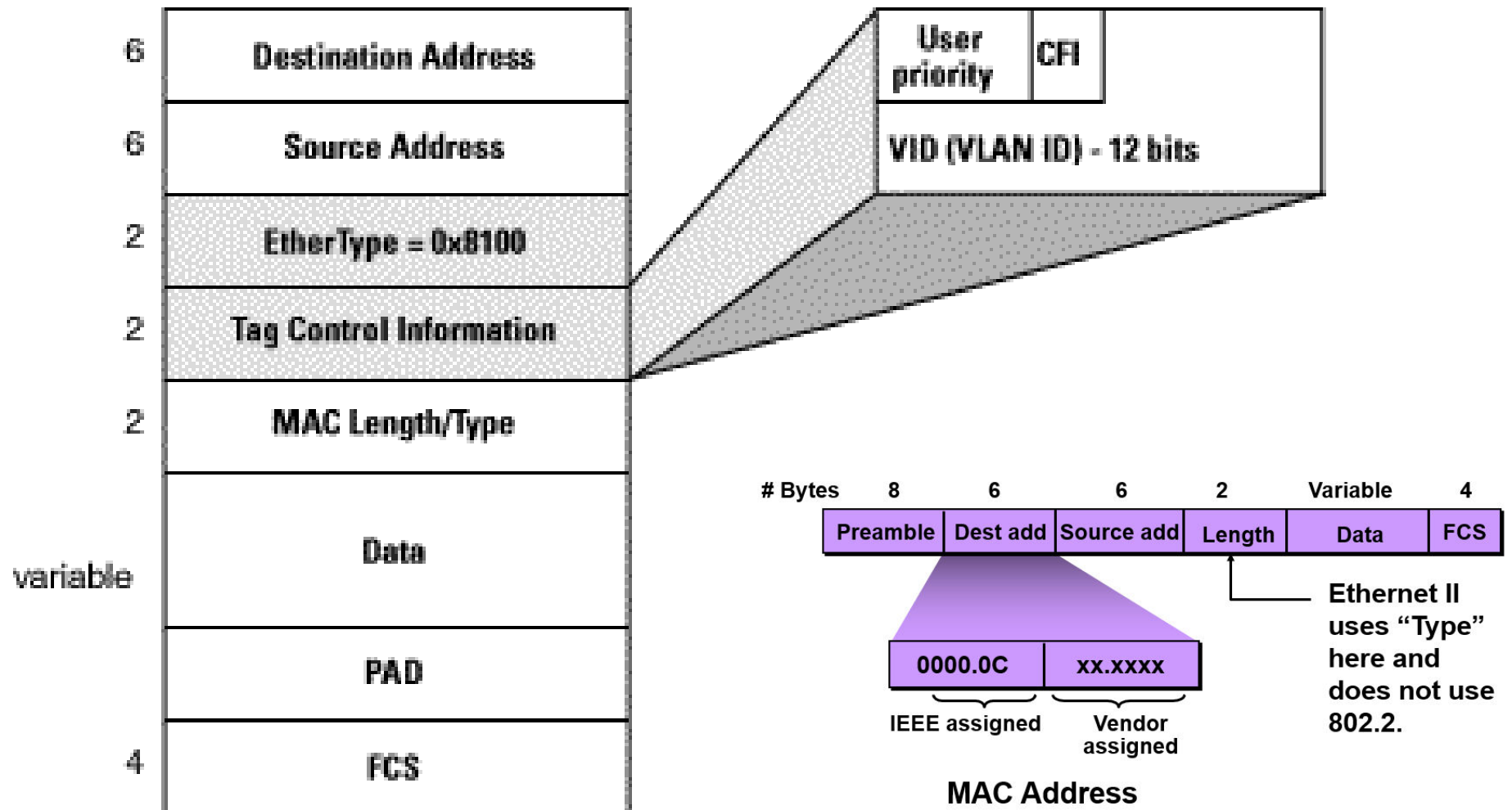
- Typ 2 VLANs

- Zugriff über MAC
- Vollständige Mobilität des Benutzers
- Bei Wechsel der Netzkarte (Laptop) ist das System ausgeschlossen
- Verwaltung zahlreicher MAC-Adressen ist aufwendig und unergonomisch

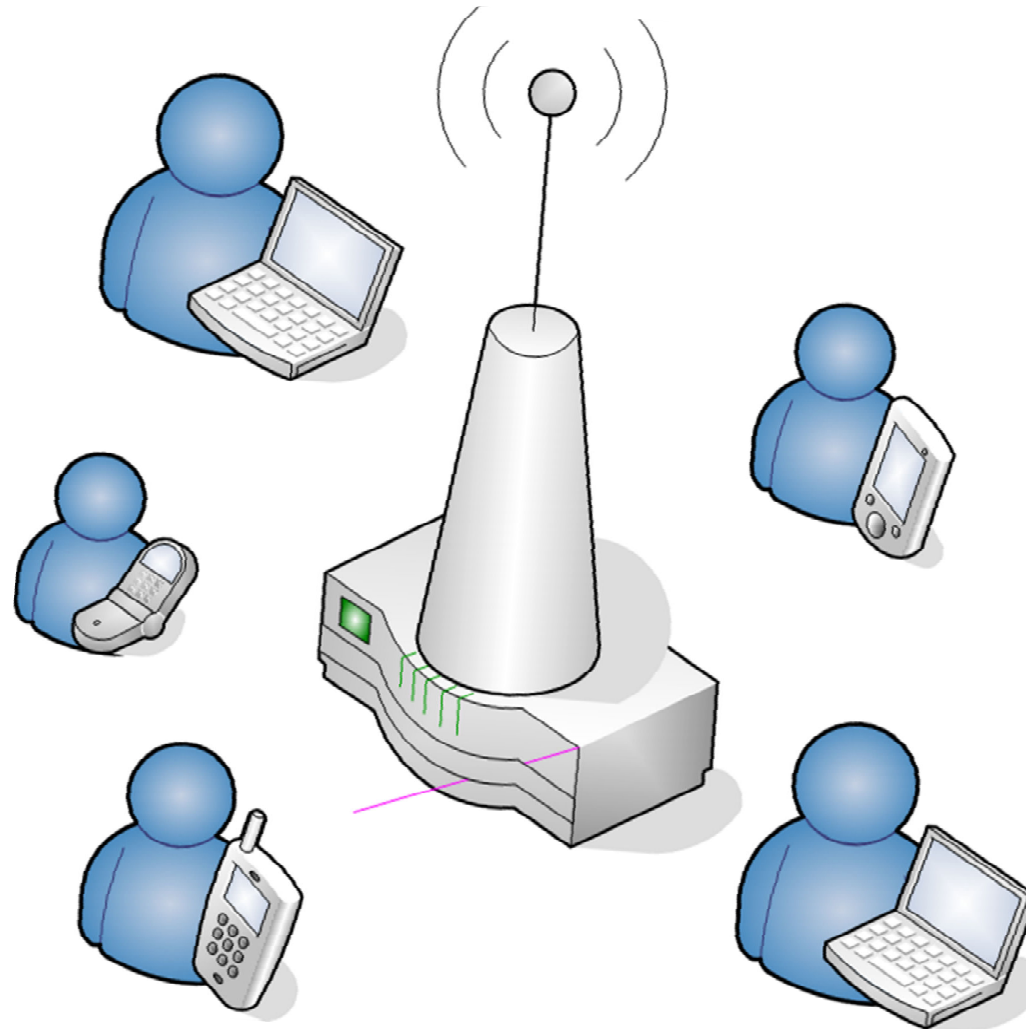
```
08:00:20:8f:49:96
00:aa:00:68:fe:98
08:00:20:7b:d8:ad
00:00:c0:d9:5d:2a
08:00:20:71:e6:7a
08:00:20:20:5f:57
00:00:77:83:b9:44
08:00:09:21:02:41
00:a0:c9:c6:5e:bf
00:aa:00:69:03:19
08:00:20:04:48:ff
08:00:20:a2:68:ed
00:20:48:10:29:d0
00:20:48:10:29:d0
00:80:c8:f8:76:9a
00:20:48:10:29:d0
02:20:48:10:29:d0
...
```


- Typ 3 VLANs
 - „Virtuelles Subnetz“
 - VLANs können nun auch diensteabhängig gestaltet werden (FTP-Transfer-Netz, MCast)
 - System kann MAC-Adresse wechseln
 - System kann Standort wechseln
 - Switch lernt Konfiguration





WLAN – Wireless Local Area Network



	PAN	LAN	MAN	WAN
Standards	Bluetooth 802.15.3	802.11	802.11 802.16 802.20	GSM, Satellite, LTE, 5G
Datenrate	< 1 Mbit/s	11-54 Mbit/s	10-100 Mbit/s und höher	10 Kbit – 300 Mbit/s
Reichweite	Gering	Moderat	Moderat bis hoch	Hoch
Anwendungen	Peer-to-Peer Device-to Device	Enterprise Networks	"Letzte Meile"	Mobile Datengeräte

- ITU-R
- IEEE
- Wi-Fi Alliance

Wi-Fi Technologie	Frequency Band	Bandwidth or maximum data rate
802.11	2,4 GHz	2 Mbps
802.11a	5 GHz	54 Mbps
802.11b	2,4 GHz	11 Mbps
802.11g	2,4 GHz	54 Mbps
802.11n	2,4 GHz, 5 GHz	600 Mbps
802.11ac	5 GHz	Bis 6.933 Mbps
802.11ad	60 GHz	Bis 6.756 Mbps

- WLAN-Adapter (Karten, USB-Stick)
 - in Laptops eingebaut
 - PCMCIA Steck-Platz oder USB
 - verschlüsselt einen Datenstrom
- Access-Points
- WLAN-Router



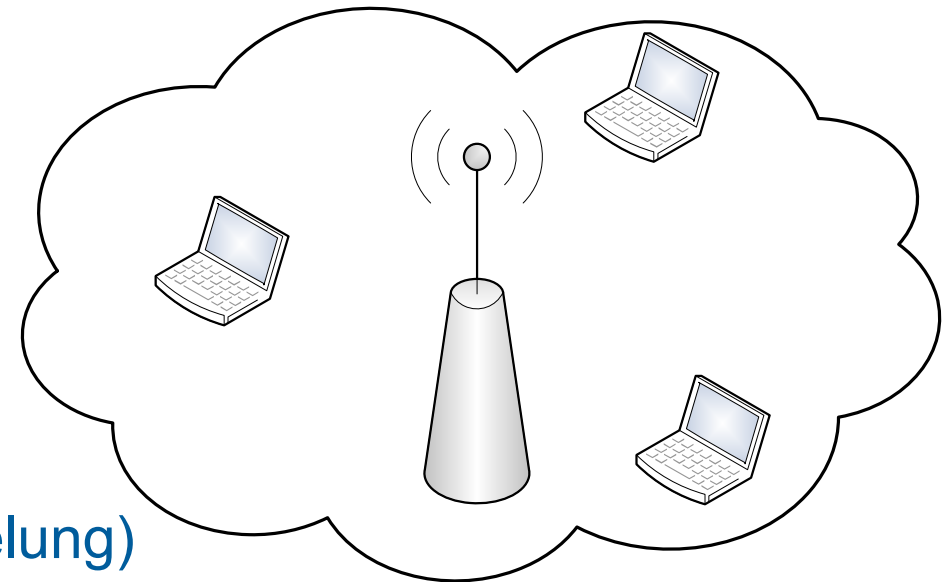
- verbinden WLAN-Clients mit dem kabelgestützten LAN
- Stationen kommunizieren über den AP
- konvertiert TCP/IP-Pakete
- Clients müssen sich mit dem AP assoziieren
- AP ist ein Schicht-2-Gerät
- HF ist ein gemeinsam genutztes Medium



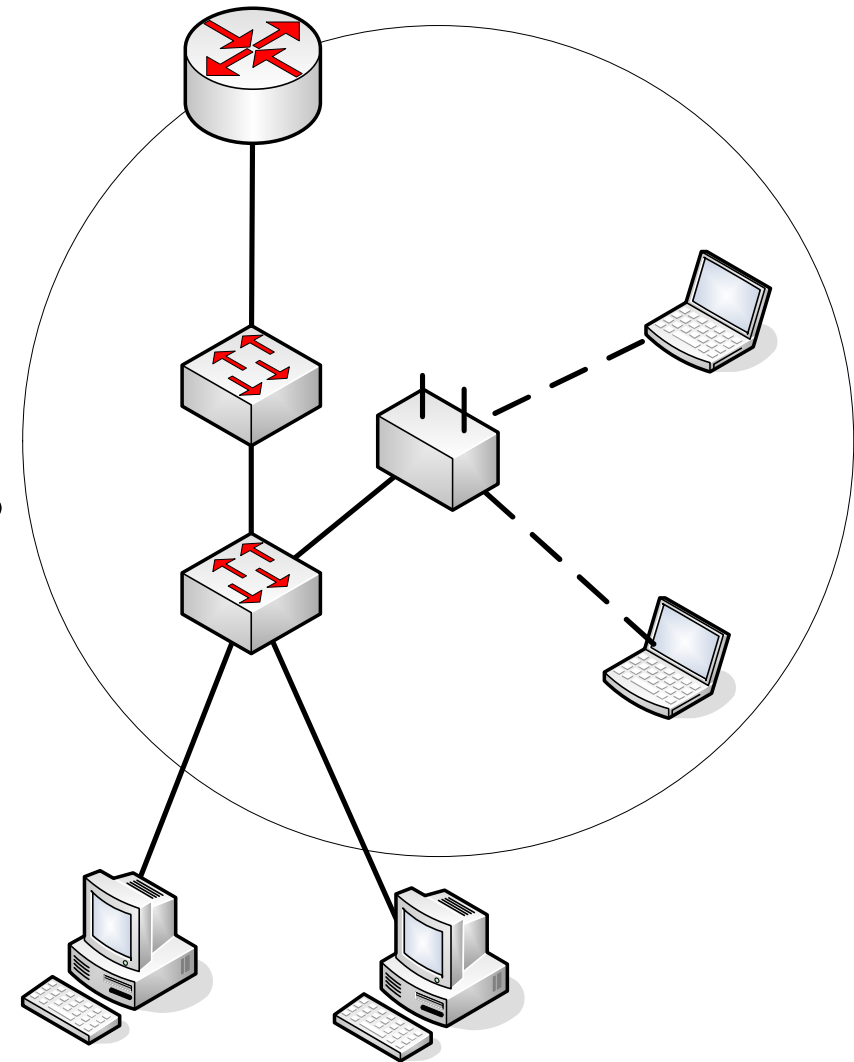
- ist multifunktionell
- übernimmt Funktion des Access-Point
- übernimmt Funktion eines Ethernet-Switches,
der Anschlüsse für kabelgestützte Geräte bietet
- Gateway-Funktion für Anschlüsse anderer
Netzwerkstrukturen



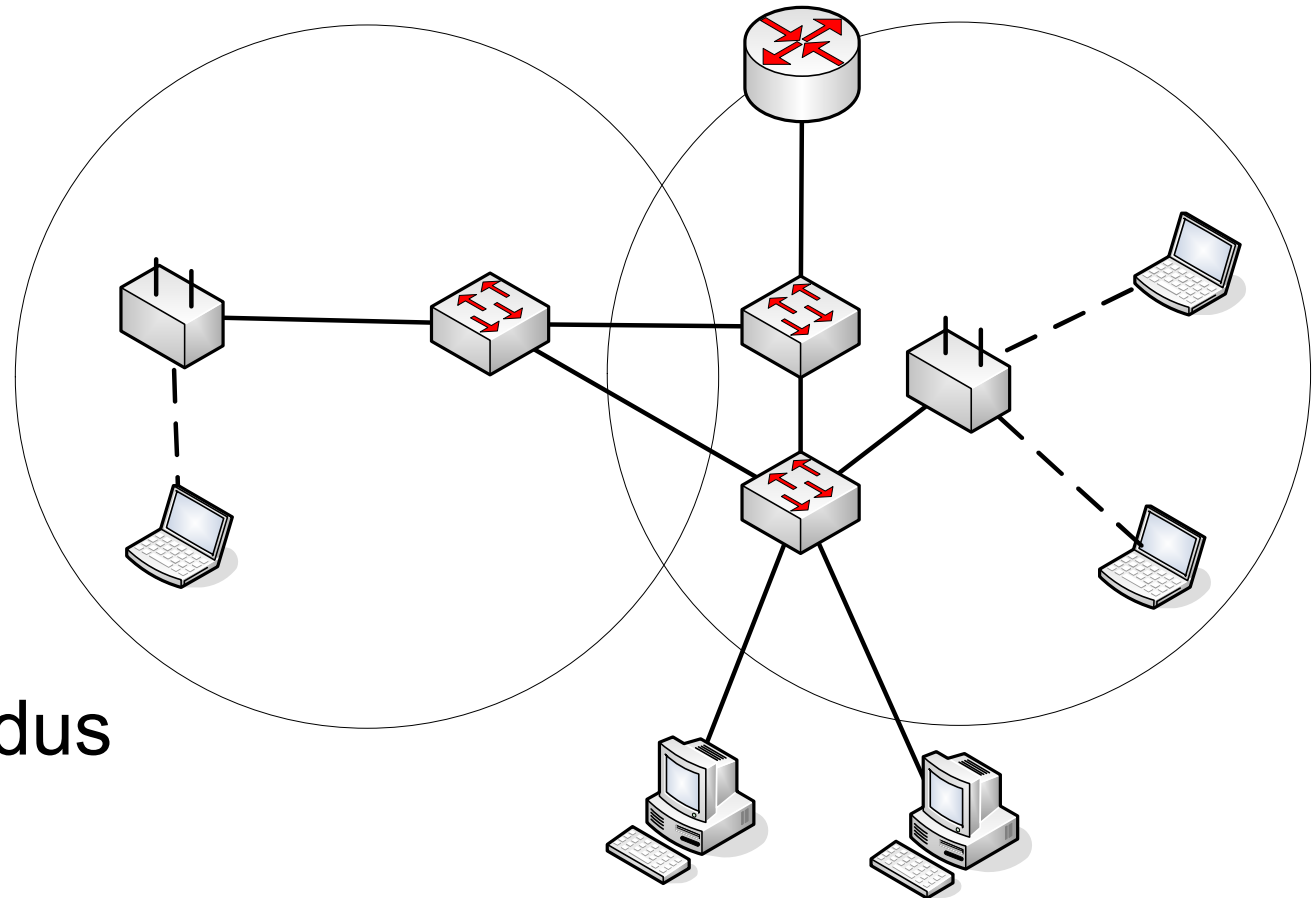
- Vorteile:
 - Knotenausfall beeinflusst nicht das Netz
 - kabellos
- Nachteile:
 - unsicher (braucht Verschlüsselung)
 - stör anfällig
 - begrenzte Reichweite



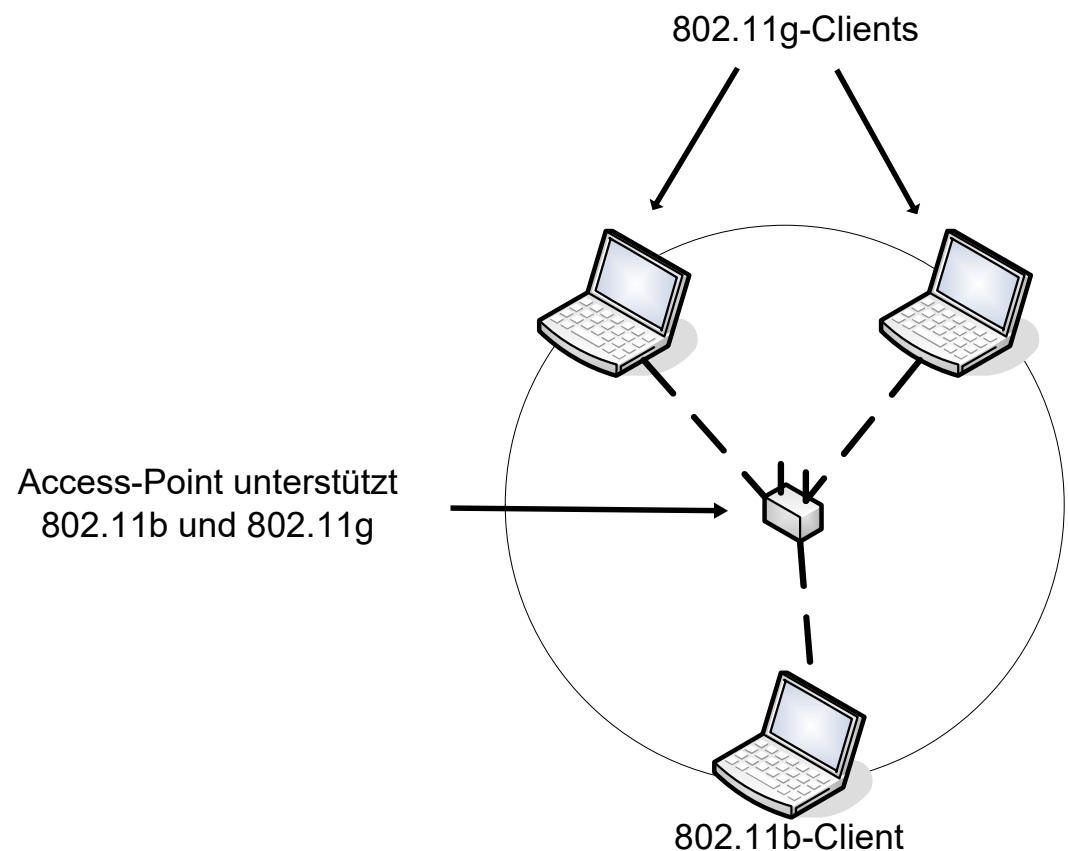
- ein Access-Point
- Verbindung: Client mit AP
- Modus: Infrastrukturmodus

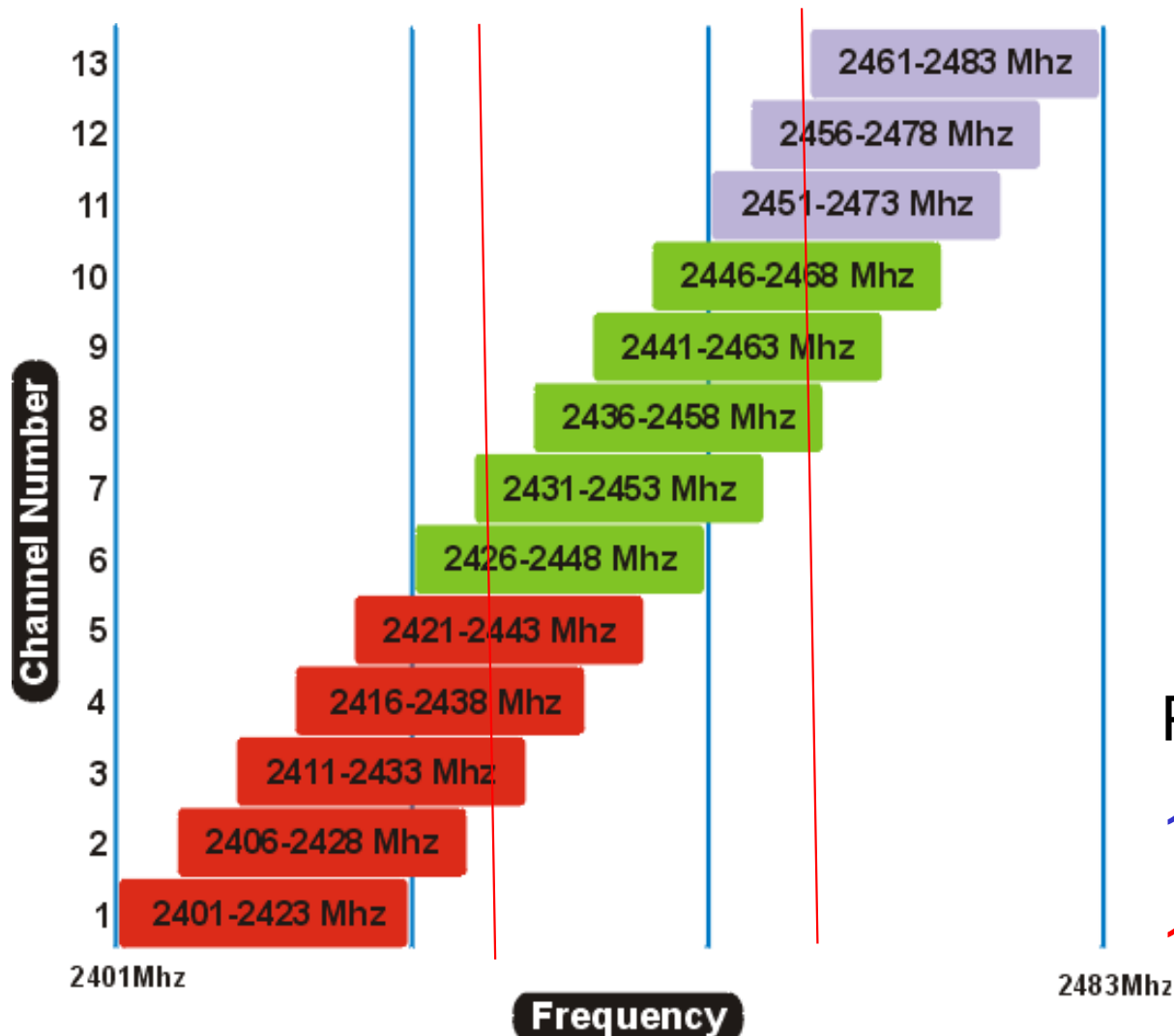


- mehrere APs
- Verbindung:
Client mit AP
- Modus:
Infrastrukturmodus



- WLAN-Modus bezeichnet das Protokoll (802.11a,b,g,n,...)
- abwärtskompatibel (802.11g zu 802.11b)
- gemischter Modus





Parallelbetrieb:

1, 6 und 11 in USA

1, 7 und 13 in Europa

- Erkennung eines WLANs und Herstellen einer Verbindung
 - Beacons – sind Frames, mit denen ein WLAN sein Vorhandensein bekannt gibt
 - Probes – sind Frames, mit denen WLAN-Clients ihre Netzwerke finden
 - Authentifizierung – wird von dem ursprünglichen 802.11-Standard verlangt
 - Assoziation – Vorgang zur Herstellung einer Datenverbindung zwischen einem AP und dem Client

1. Probing

- Clients suchen nach Netzwerk, indem sie eine Probe (Sondierung) über mehrere Kanäle versenden
- Probe gibt Netzwerkname und die Bitraten an
- Probes des Clients erhalten SSID des gewünschten WLAN

2. Authentifizierung

- zwei verschiedene Authentifizierungsmechanismen (offene und WEP)
- offene fordert und AP antwortet; WEP basiert auf einem Schlüssel

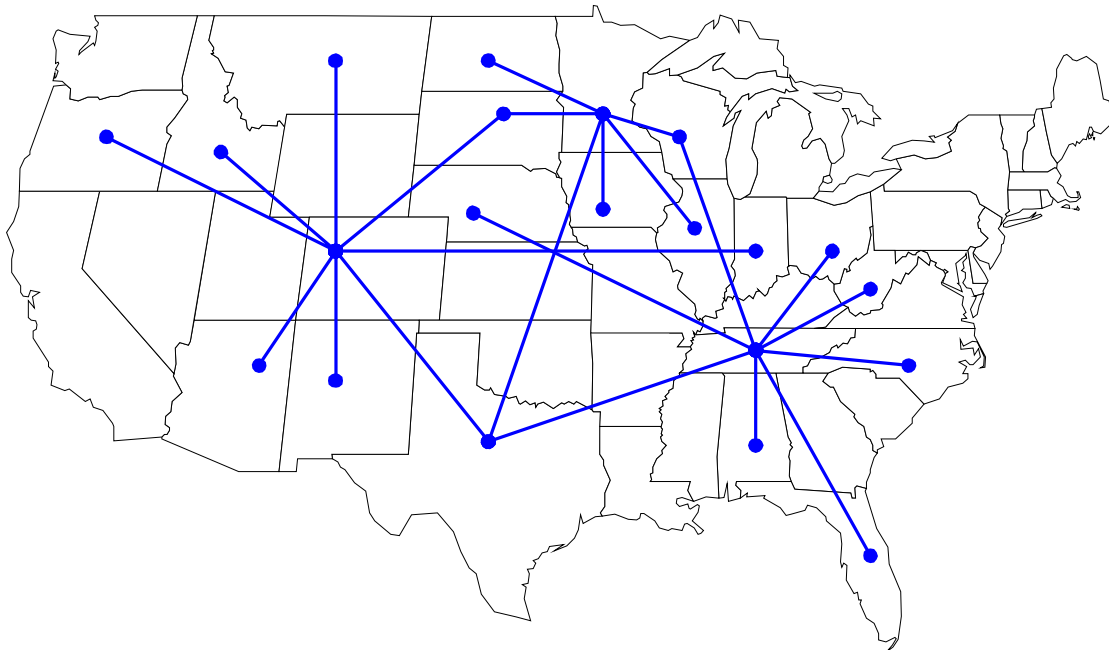
3. Assoziation

- Abschluss der Sicherheits- und Bitrateneinstellung
- Datenverbindung zwischen Client und AP wird hergestellt (MAC Adr.)
- logischer Port = AID (Association Identifier)

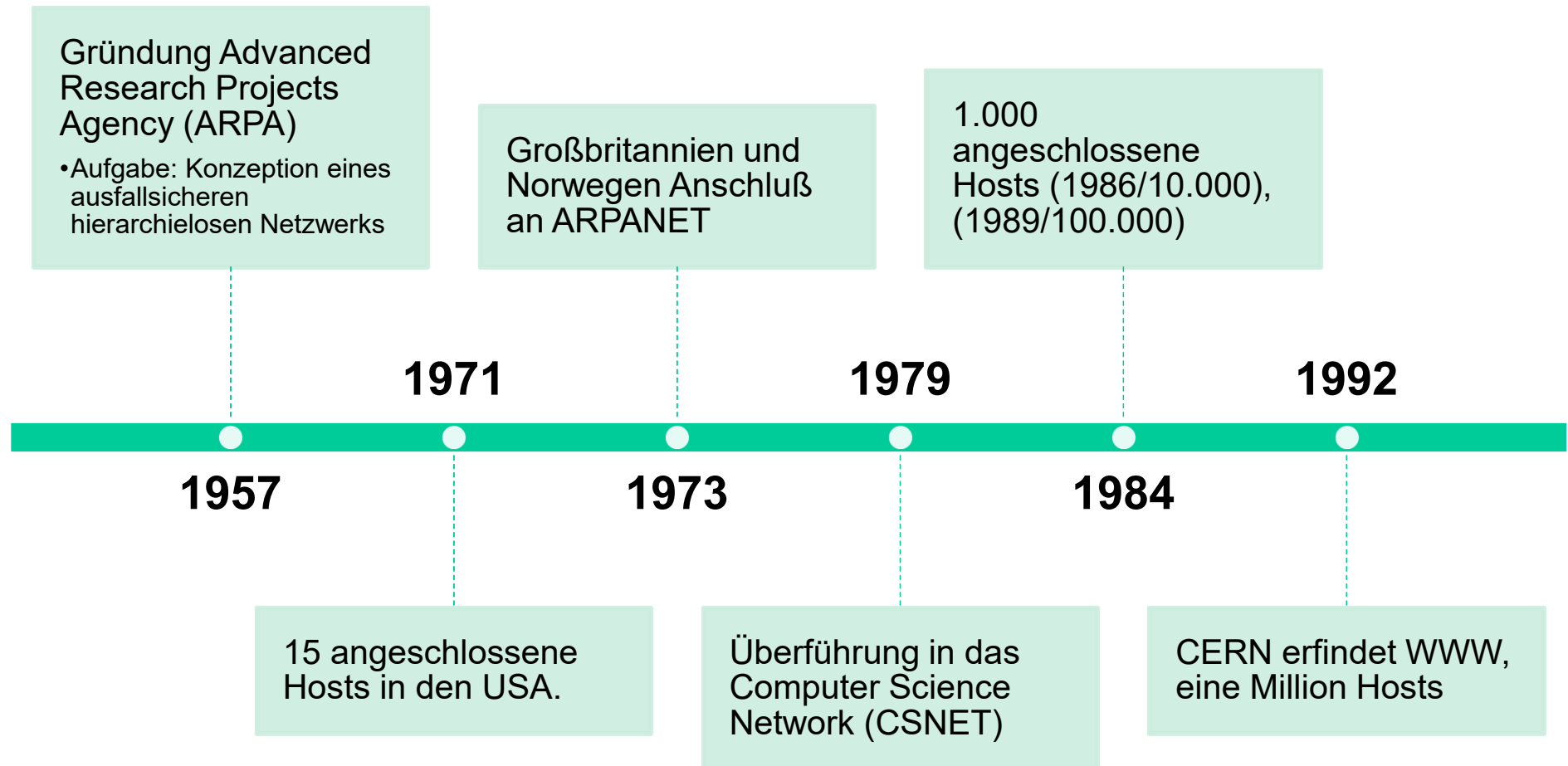
Internet Protocol Version 4 – IPv4

- 1957 Gründung Advanced Research Projects Agency (ARPA)
 - Aufgabe: Konzeption eines ausfallsicheren hierarchielosen Netzwerks
- 1971 15 angeschlossene Hosts in den USA.
- 1973 Großbritannien und Norwegen Anschluß an ARPANET
- 1979 Überführung in das Computer Science Network (CSNET)
- 1984 1.000 angeschlossene Hosts (1986/10.000), (1989/100.000)
- 1992 CERN erfindet WWW, eine Million Hosts

- Anforderungen an das Netzwerk:
 - Ausfallsicherheit
 - Plattformunabhängigkeit
 - keine geographische Beschränkung der Ausbreitung
 - keine Beschränkung auf ein Medium

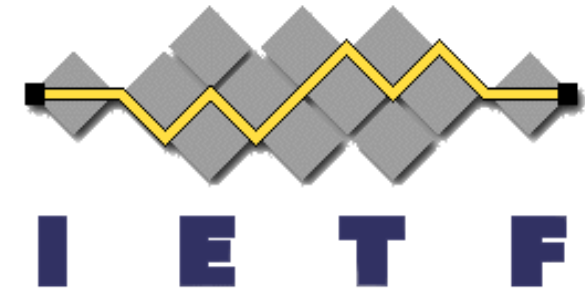


IP – Geschichte



- Organisation

- IETF ist eine offene und internationale Gemeinschaft von Netzwerk- Designern, Betreibern, Herstellern und Forschern, die sich mit der Entwicklung des Internets und seiner Technik beschäftigen
- Thematisch organisiert sie sich in „Working Groups“, welche von „Area Directors“ gesteuert werden
- Die Area Directors sind in der „Internet Engineering Steering Group“ (IESG) zusammengefaßt
- Das „Internet Architectur Board“ (IAB) kontrolliert und berichtet über die IESG
- Die „Internet Assigned Numbers Authority“ (IANA) steuert die eindeutige Vergabe von Protokollnummern und anderen numerischen Ressourcen (nicht jedoch IP-Nummern)



- IP Adressen
 - IP Adressen sind 32 Bit lang (4 Bytes).
 - Darstellung durch punktgetrennte Dezimalzahlen.
 - Setzen sich aus einem Netz- und einem Hostteil zusammen.
 - Zusätzlich symbolische Namen
- Klassen
 - **Verschiedene Klassen, Unterscheidung erste 4 Bit**
 - Class A (Adresse beginnt mit 0 Bit)
 - Class B (Adresse beginnt mit 10 Bitfolge)
 - Class C (Adresse beginnt mit 110 Bitfolge)
 - Class D (Adresse beginnt mit 1110 Bitfolge)

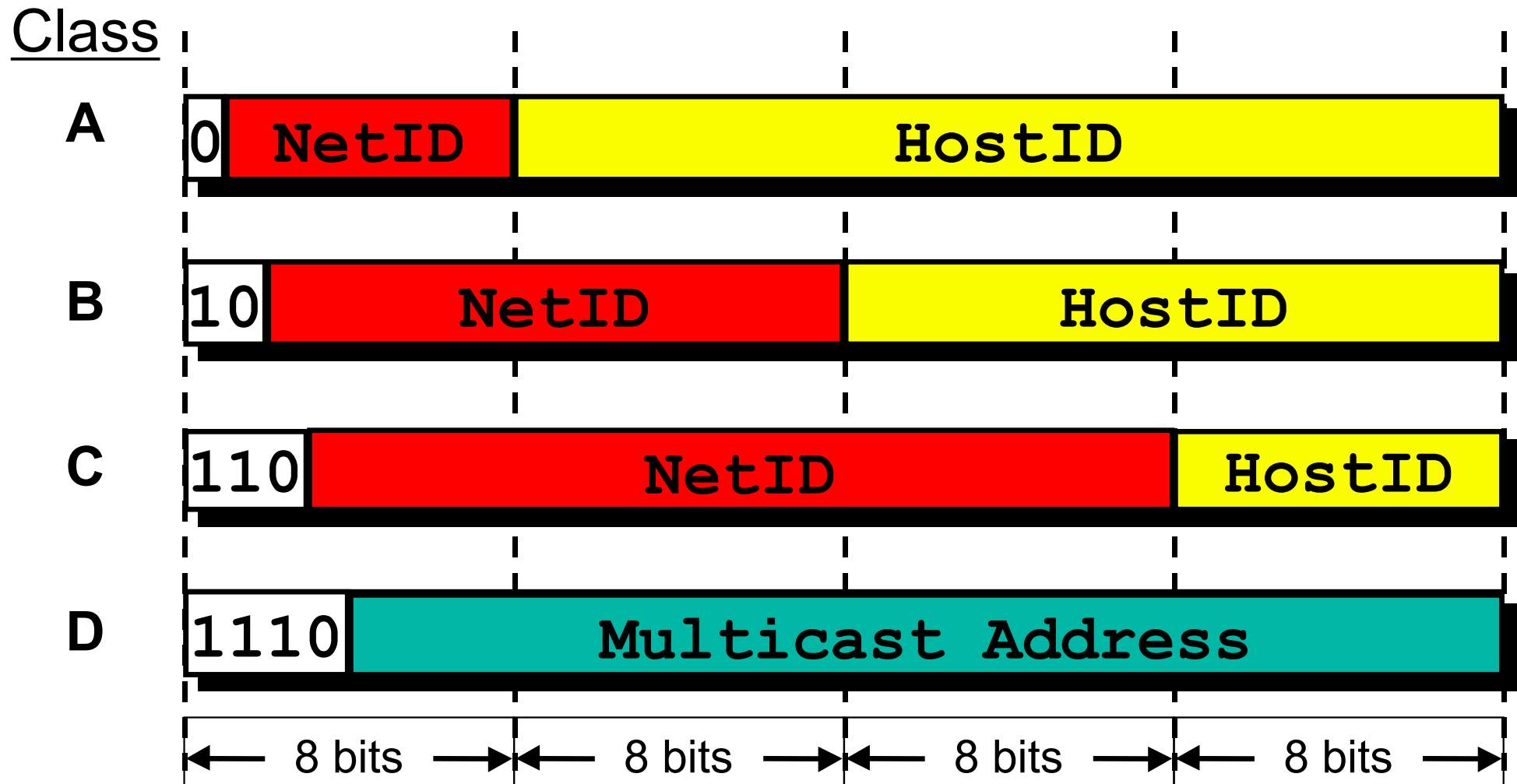
„Die **Internet Assigned Numbers Authority (IANA)**; etwa: *Behörde für die zugewiesenen Nummern des Internets*) ist eine Abteilung der [ICANN](#) und für die Zuordnung von Nummern und Namen im [Internet](#), insbesondere von [IP-Adressen](#), zuständig.“

Quelle Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Internet_Assigned_Numbers_Authority

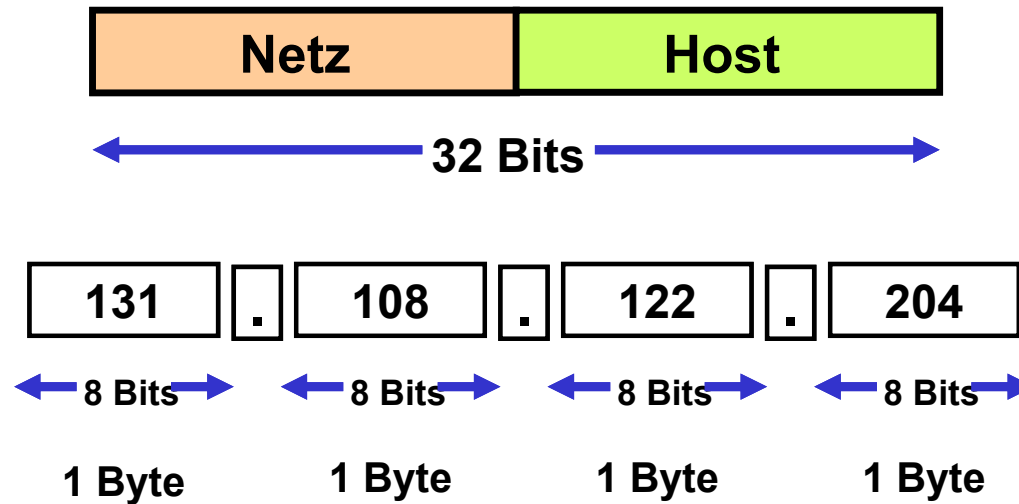


Regional Internet Registry (RiR) Netzadministrator

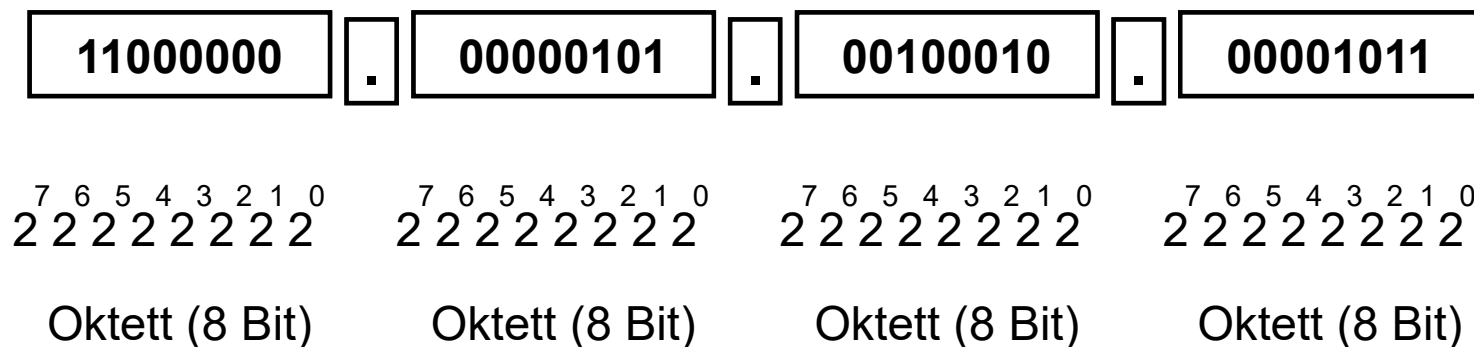
RiR	Zuständigkeitsbereich
AFRINIC	African Network Information Center (seit Feb. 2005)
APNIC	Asia Pacific Network Information Center
ARIN	American Registry for Internet Numbers
LACNIC	Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry
RIPE NCC	Réseaux IP Européés (fr.) Network Coordination Center (en.)



- Klasse A
 - 128 Netze (2^7), 16 Millionen Systeme (2^{22})
 - Netze von 1 bis 126
- Klasse B
 - 16384 Netze (2^{14}), 65334 Systeme (2^{16})
 - Netze von 128 bis 191
- Klasse C
 - 2 Millionen Netze (2^{21}), 254 Systeme (2^8)
 - Netze von 192 bis 223
- Klasse D
 - über 1 Million Gruppen (2^{20}), mit max. 254 Teilnehmern (2^8)
 - Netze von 224 bis 239



Die 32-Bit –Binärdarstellung der IP-Adresse



0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Length			
Datagram ID			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header-Prüfsumme			
Quell-IP-Adresse						
Ziel-IP-Adresse						
IP-Optionen (falls vorhanden)					Padding	
Daten						
...						

- **Version:** immer 4
- **TOS (Type of Service):** 3 bits
 - “minimize delay”, “maximize throughput”, “maximize reliability”, “minimize cost” bits
- **Length**
 - Länge des Frames
- **Identifizier**
 - eindeutige ID eines Frames
- **Flags**
 - Anzeigen Fragmentierung
- **TTL**
 - Time to Live
- **Protocol:**
 - Enkapsuliertes Protokoll
- **Checksum:**
 - Prüfsumme auf den Header

am Beispiel: 10010000

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1

von links nach recht arbeiten, unten angefangen (10010000)

$$0 \times 2^0 = 0$$

$$0 \times 2^1 = 0$$

$$0 \times 2^2 = 0$$

$$0 \times 2^3 = 0$$

$$1 \times 2^4 = 16$$

$$0 \times 2^5 = 0$$

$$0 \times 2^6 = 0$$

$$1 \times 2^7 = 128$$

Summe = 144

am Beispiel: 144

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1

von links nach rechts arbeiten (128 – 64 – 32 – 16 – 8 – 4 – 2 – 1)

passt 128 in 144 ? **JA!!** → 1 (144 – 128 = 16 → 16 der **Rest**)

passt 64 in 16 ? **Nein!!** → 0

passt 32 in 16 ? **Nein!!** → 0

passt 16 in 16 ? **JA!!** → 1 (16 – 16 = 0 → 0 der **Rest**)

passt 0 in 8 ? **Nein!!** → 0

passt 0 in 4 ? **Nein!!** → 0

passt 0 in 2 ? **Nein!!** → 0

passt 0 in 1 ? **Nein!!** → 0

Ergebnis = 10010000

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1

Rechnen Sie von binär in dezimal um:

00001100 10101000 01101000 10100010 10101010

Rechnen Sie von dezimal in binär um:

142 21 191 45



2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1

Rechnen Sie von binär in dezimal um:

00001100	10101000	01101000	10100010	10101010
12	168	104	162	170

Rechnen Sie von dezimal in binär um:

142	21	191	45
10001110	00010101	10111111	00101101

