



**Westfälische
Hochschule**

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
University of Applied Sciences

Referenzmodelle und Netzwerkkooperativelemente

Prof. Dr. (TU NN)

Norbert Pohlmann

Institut für Internet-Sicherheit – if(is)
Westfälische Hochschule, Gelsenkirchen
<http://www.internet-sicherheit.de>

if(is)
internet-sicherheit.

- **ISO/OSI Referenzmodell**
- **TCP/IP Referenzmodell**
- **Netzwerkkooperationsmodelle**

- **ISO/OSI Referenzmodell**
- TCP/IP Referenzmodell
- Netzwerkkoppelemente

Das OSI-Referenzmodell

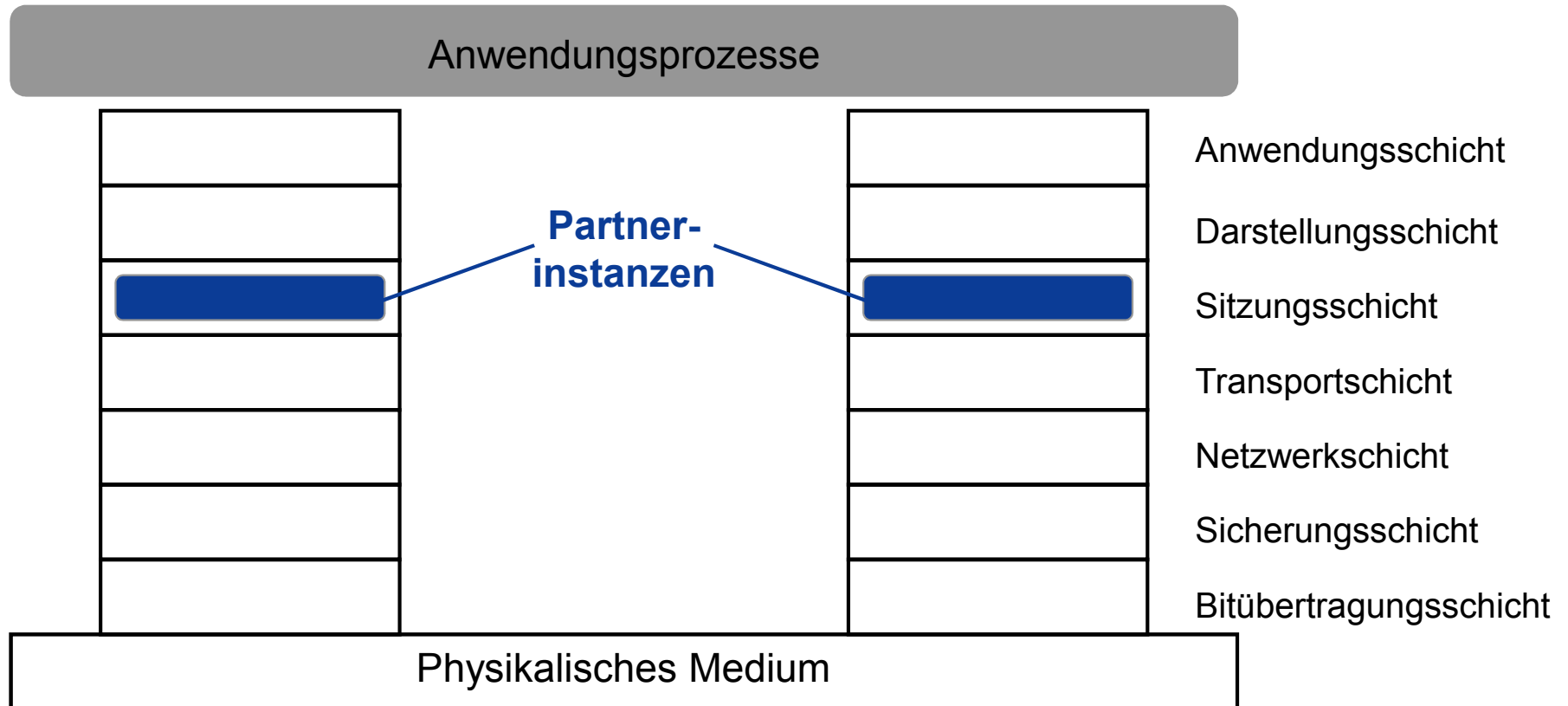
→ Open Systems Interconnection (OSI)

- Das OSI-Referenzmodell ist das Kommunikationsmodell der International Standard Organization (ISO).
- Es modelliert das Kommunikationssystem eines Rechners und seine Zusammenarbeit mit dem Kommunikationssystem eines anderen Rechners.
- Das Kommunikationssystem eines Rechners ist für den rechnerübergreifenden Austausch von Nachrichten verantwortlich und benutzt zur Übertragung ein **Rechnernetz**.

- Das OSI-Referenzmodell darf die Implementierung des Kommunikationssystems nicht festlegen, da jeder Rechner seine eigene Architektur hat.
- Was es jedoch festlegen kann, ist ein allgemeines, **abstraktes Modell**, welches zum erwünschten Verhalten nach außen gemäß der gewünschten Verhaltensregeln führt.
- Dabei müssen die **Verhaltensregeln** vollständig angegeben sein, um ein definiertes Verhalten zu erreichen.
- Die Frage der Modularisierung der Funktionalität eines Kommunikationssystems wurde nach einem „aristokratischen Prinzip“ durchgeführt.

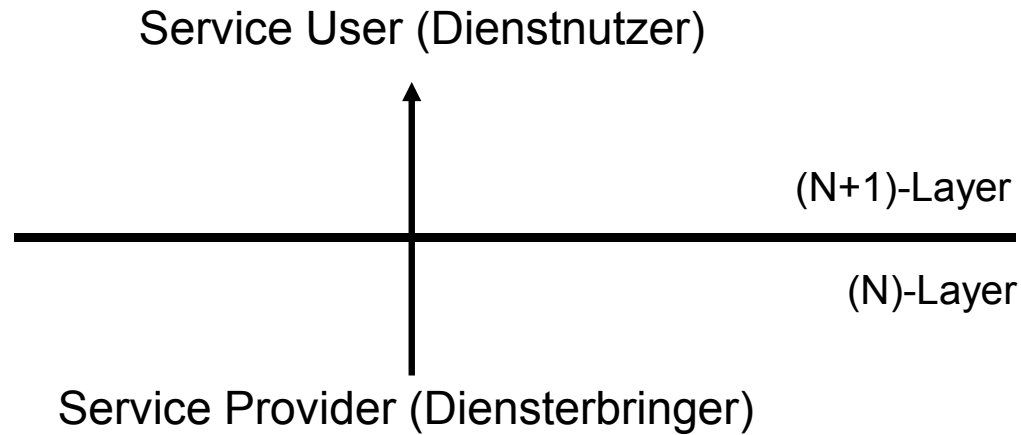
Das OSI-Referenzmodell

→ Prinzipieller Aufbau des OSI-Schichtenmodells



Das OSI-Referenzmodell

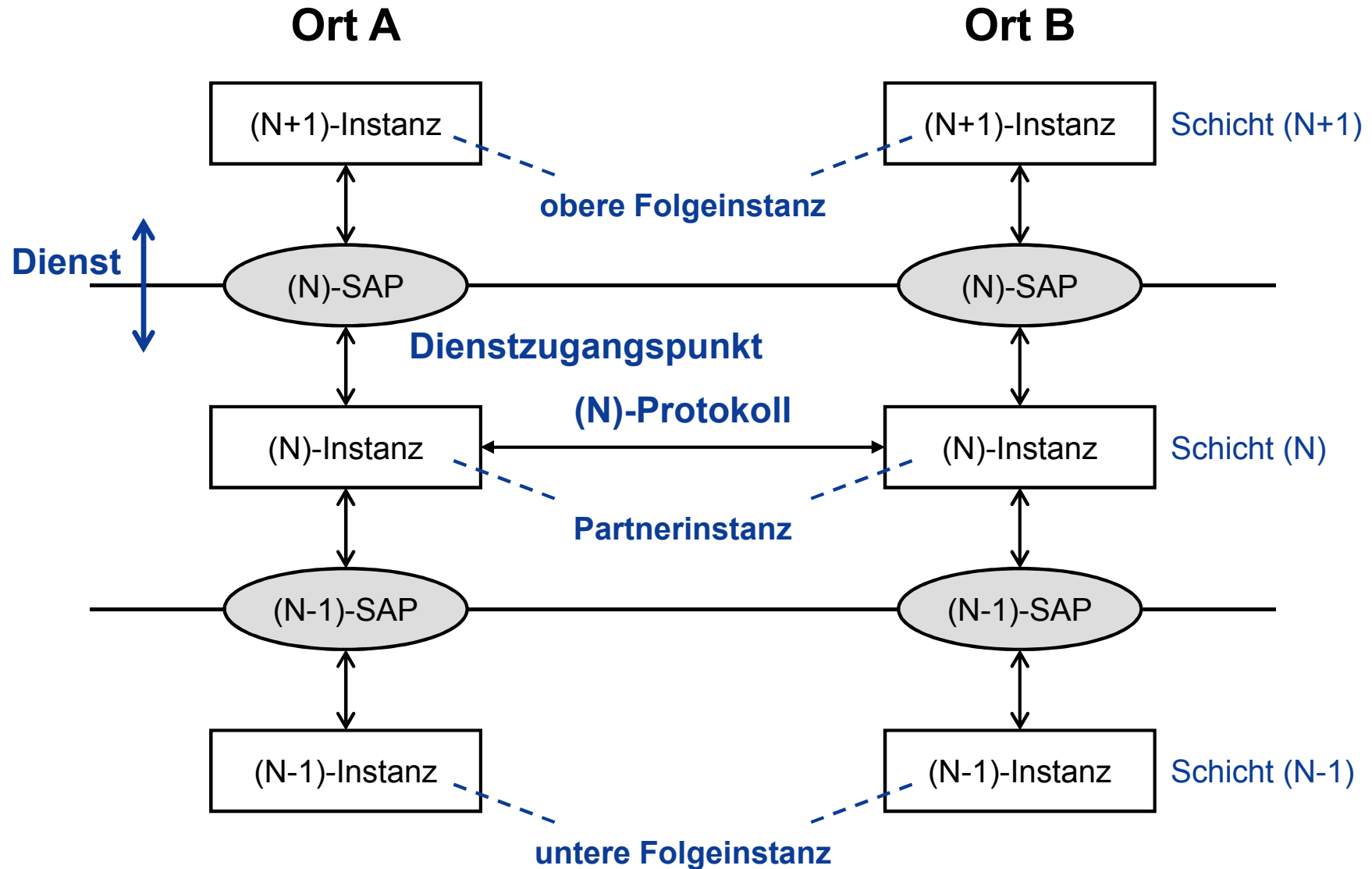
→ Services und Schichten



- Es werden horizontale Schichten mit räumlich getrennten Instanzen geschaffen.
- Eine Instanz einer höheren Schicht (vertikal) hat als „**Diener**“ die Schicht darunter.
- Das bedeutet, dass sie Aufgaben an ihren „Diener“ gibt und von ihm wieder Ergebnisse erhält

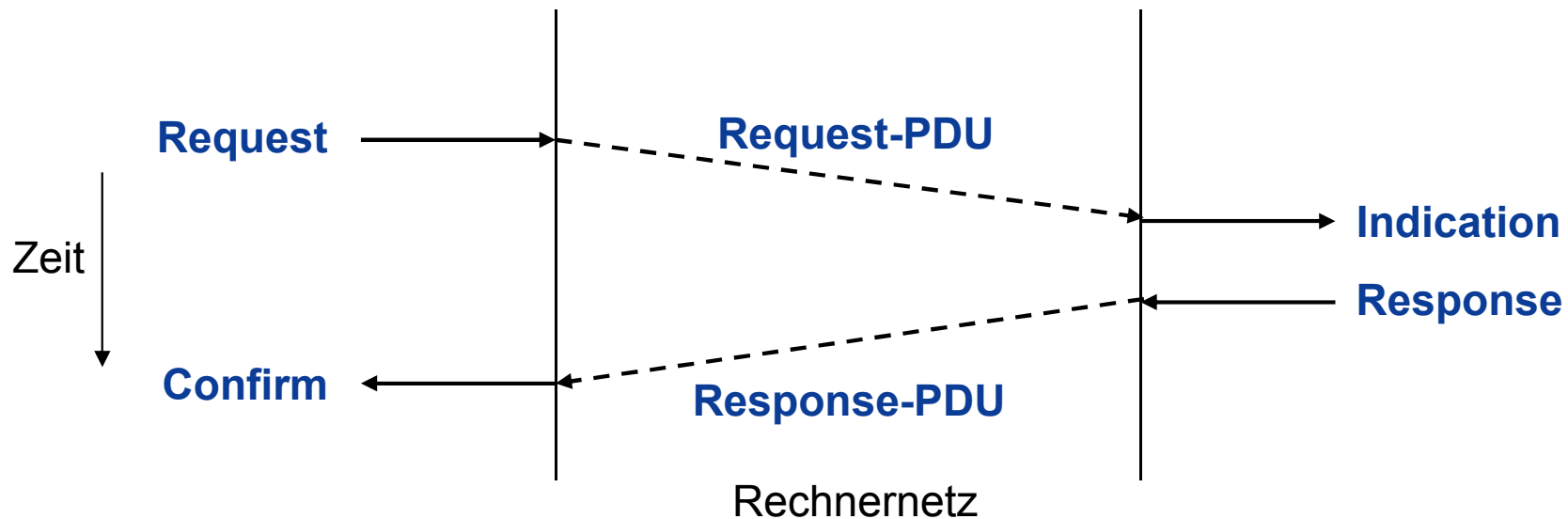
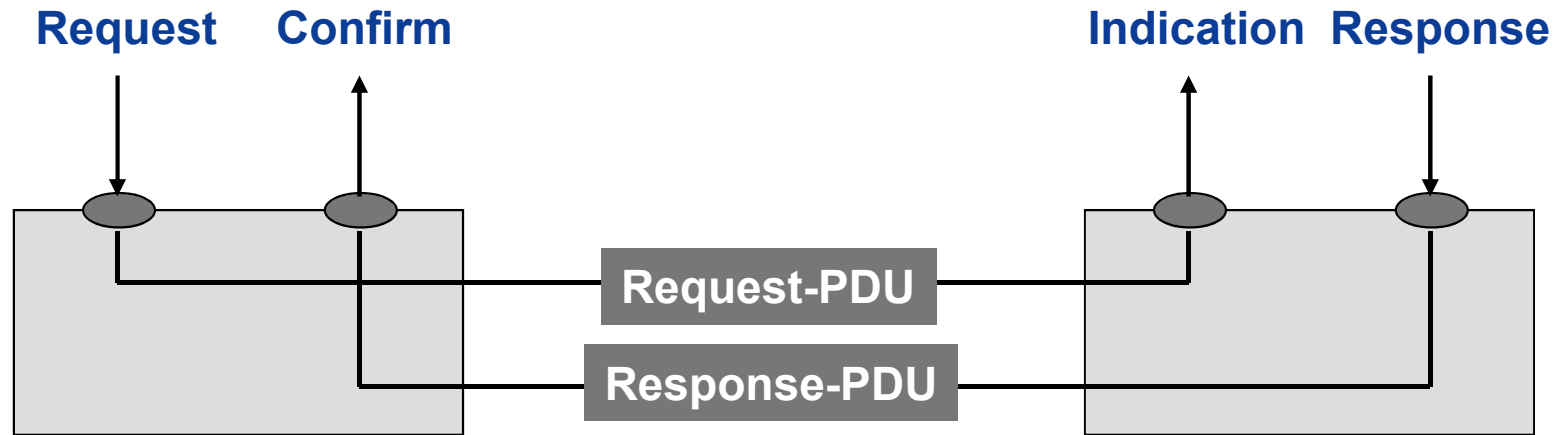
Das OSI-Referenzmodell

→ Instanzen



Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Dienstprimitive und Protokolldateneinheiten



Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Dienste

- **bestätigt**
 - *mit* Response/Confirm
- **unbestätigt**
 - ohne Response/Confirm
- **verbindungslos**
 - Übertragung (Datentransfer) unabhängiger Dateneinheiten
- **verbindungsorientiert**
 - Verbindungsaufbau
 - Datentransfer
 - Verbindungsabbau

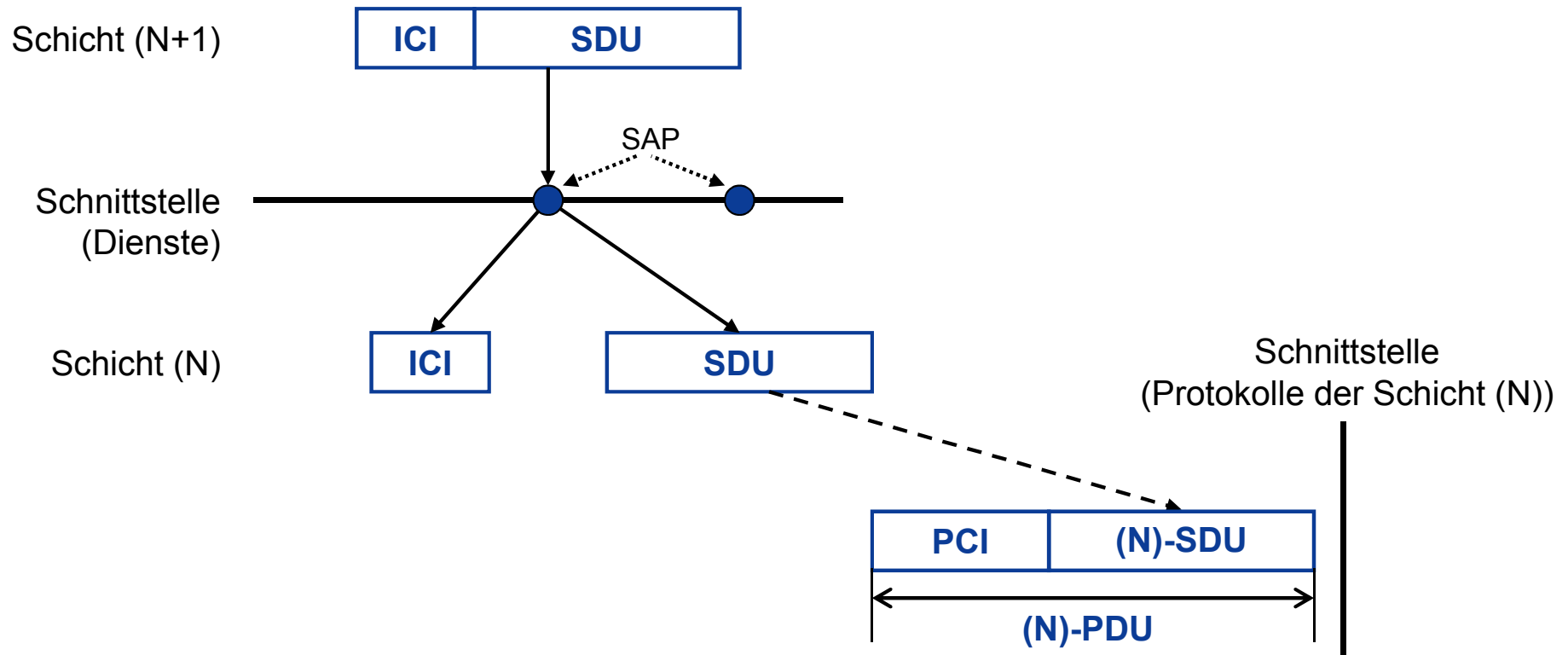
Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Protokolle

- Protokolle sind Vorschriften und Regeln zum Informationsaustausch zwischen zwei oder mehr Partnern auf derselben Stufe der Funktionsschichtung eines Kommunikationssystems.
- Sie bestehen aus präzise Spezifikationen in
 - **syntaktischer**,
 - **prozeduraler** und
 - **semantischer** Hinsicht.

Struktur des OSI-Referenzmodells

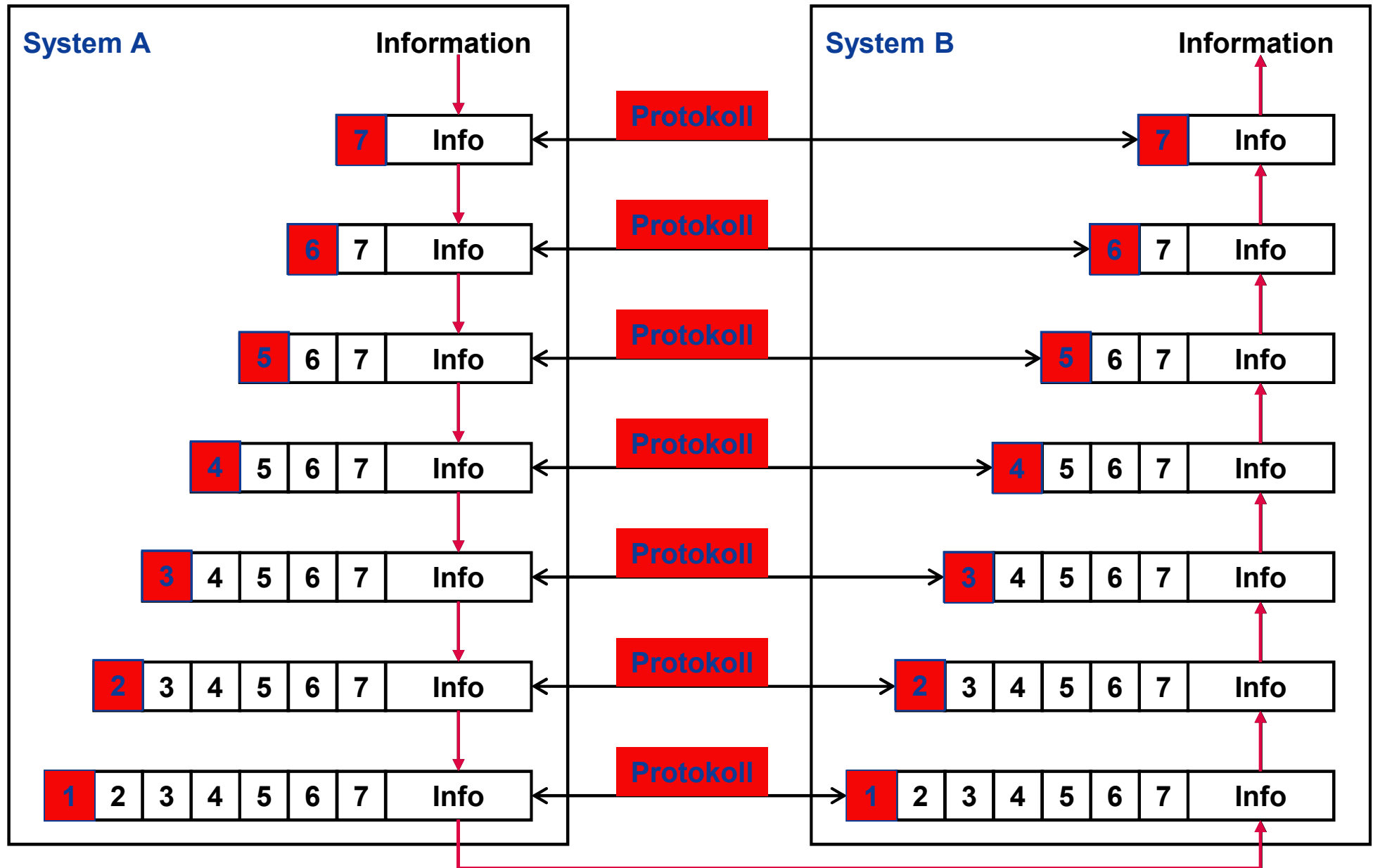
→ Paketstrukturen



- ICI = Interface Control Information (Schnittstellensteuerdaten)
- SDU = Service Data Unit (Dienstdateneinheit)
- SAP = Service Access Point (Dienstzugriffspunkt)
- PCI = Protocol Control Information (Protokollsteuerereinheit)
- PDU = Protocol Data Unit (Protokolldateneinheit)

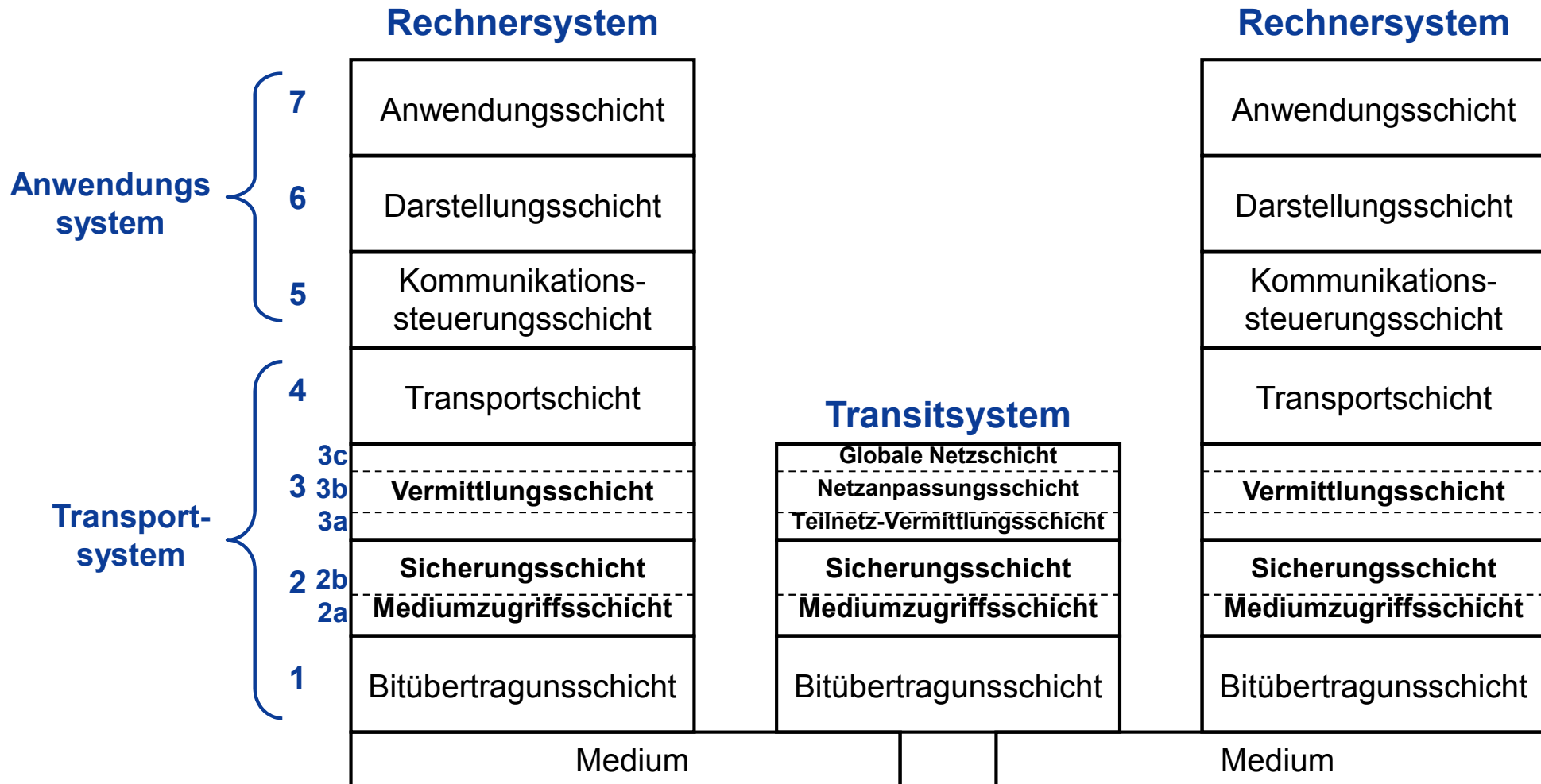
Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Protokollweg durch den OSI-Turm



Struktur des OSI-Referenzmodells

→ OSI-Schichtenmodell



Die 7 Schichten

→ Übersicht

- 7 • Anwendungsschicht (Application Layer)
- 6 • Darstellungsschicht (Presentation Layer)
- 5 • Kommunikationssteuerungsschicht / Sitzungsschicht (Session Layer)
- 4 • Transportschicht (Transport Layer)
- 3 • Vermittlungsschicht (Network Layer)
- 2 • Sicherungsschicht (Data Link Layer)
- 1 • Physikalische Schicht / Bitübertragungs Schicht (Physical Layer)

Die 7 Schichten

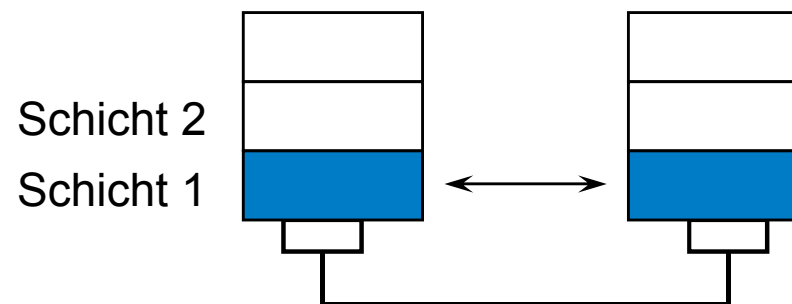
→ Übersicht

- 7 • Anwendungsschicht (Application Layer)
- 6 • Darstellungsschicht (Presentation Layer)
- 5 • Kommunikationssteuerungsschicht / Sitzungsschicht (Session Layer)
- 4 • Transportschicht (Transport Layer)
- 3 • Vermittlungsschicht (Network Layer)
- 2 • Sicherungsschicht (Data Link Layer)
- 1 • Physikalische Schicht / Bitübertragungsschicht (Physical Layer)

Die 7 Schichten

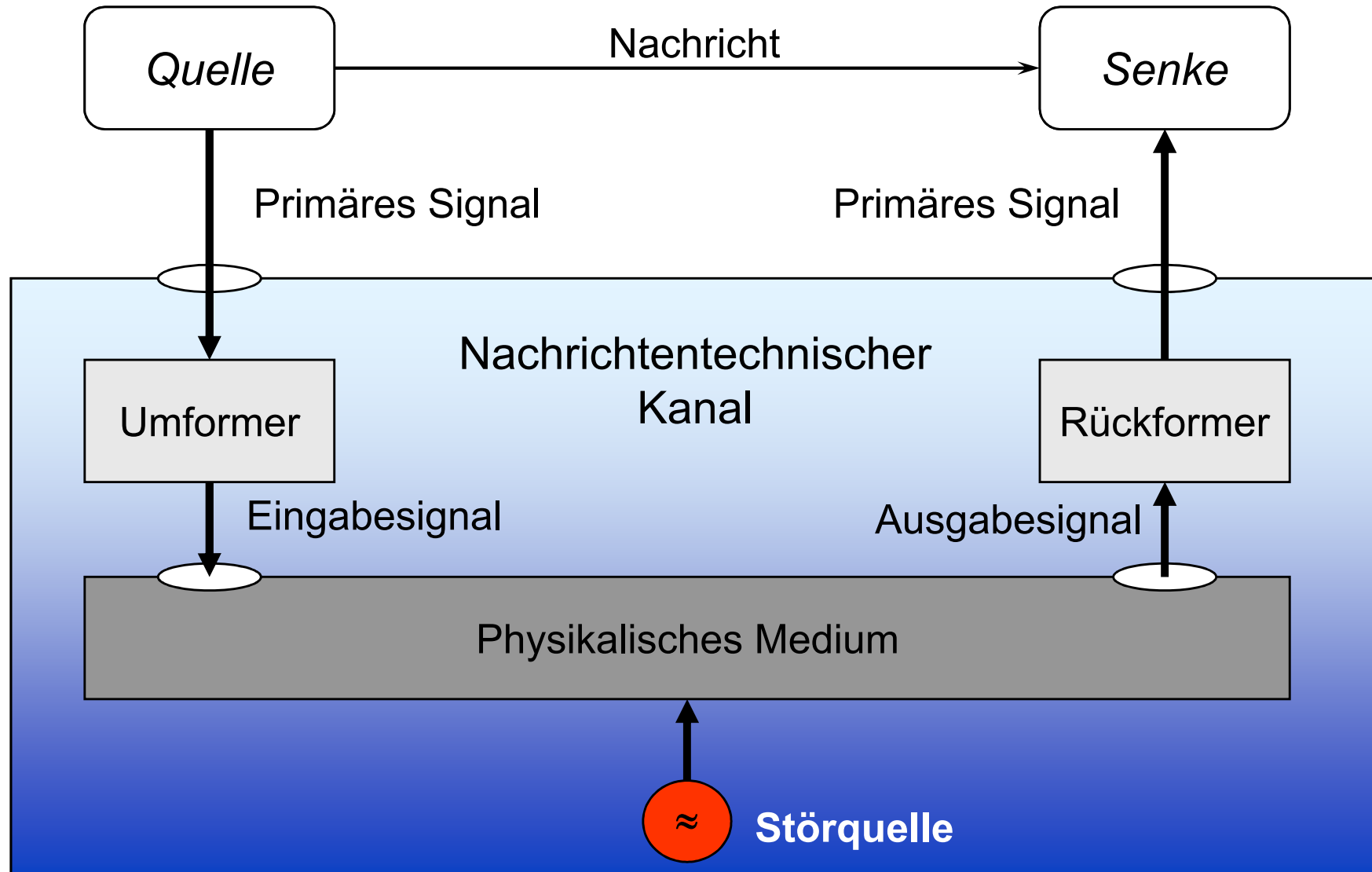
→ Aufgaben der Bitübertragungsschicht

- unterste Schicht im ISO/OSI-Modell
- sitzt direkt auf dem physikalischen Medium (z.B. Kabel, Luft)
- ungesicherte Verbindung zwischen Kommunikationssystemen
- Übertragung unstrukturierter Bitfolgen über physikalisches Medium
- umfasst u.a. physikalischen Anschluss, Umsetzung Daten \leftrightarrow Signale



Die 7 Schichten

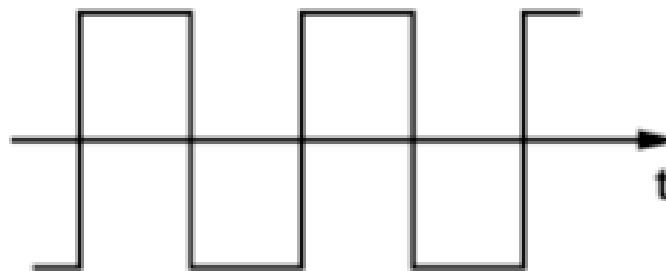
→ Modell eines Übertragungssystems



Die 7 Schichten

→ Bitübertragungsschicht (1/4)

- Darstellung der Informationen auf dem Medium (Kupfer- u. Glasfaser-Leitung, Luft, ...)
- Physikalische Merkmale (Stecker, Leitungsart, Signale, ...)
- Übertragung der Bits über das Medium
- Synchronisation
- Timing
- Datenrate (2 Mbit/s, 6 Mbit/s, 50Mbit/s, ..., 1 Gbit/s, 10 Gbit/s, 100 Gbit/s, ...)
- Simplex / Duplex / Halb-Duplex



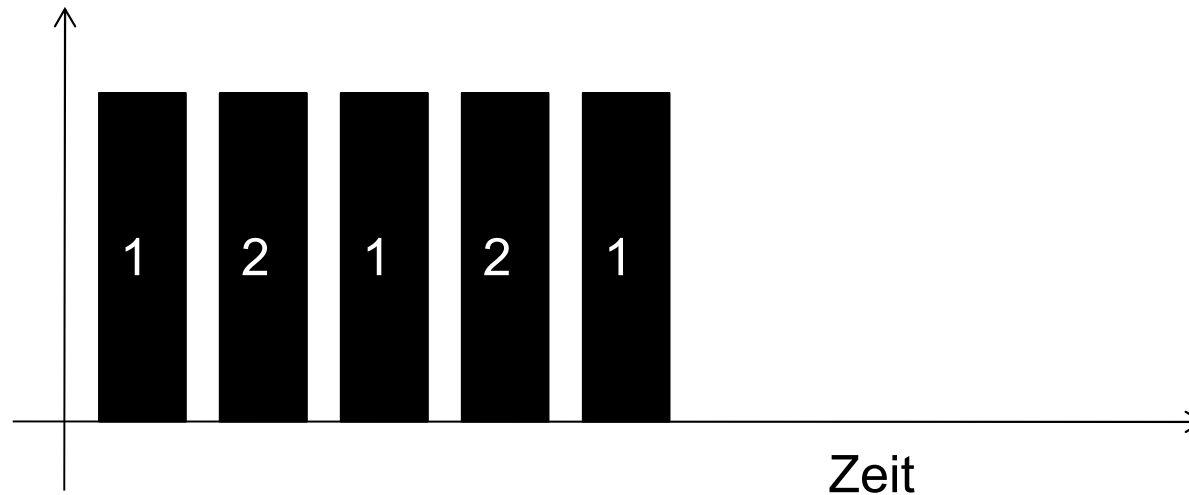
Die 7 Schichten

→ Bitübertragungsschicht (2/4)

Bestandteile der Bitübertragungsschicht

■ Multiplexing

- Das Aufteilen eines physikalischen Mediums in mehrere logische Kanäle durch entsprechende Verfahren
- Beispiel: Zeitmultiplexing:



- Gesamte Leitung wird für einen gewissen Zeitschlitz, immer abwechselnd (auch mehr als 2 möglich) von den Teilnehmern genutzt.

Die 7 Schichten

→ Bitübertragungsschicht (3/4)

- Übertragungsmedien
 - Glasfaser (FDDI, ...)
 - Kupfer (Ethernet, ...)
 - Luft (WLAN, Satellit, ...)

- Stecker/Kabel



Glasfaser



Kupferkabel
(CAT5)



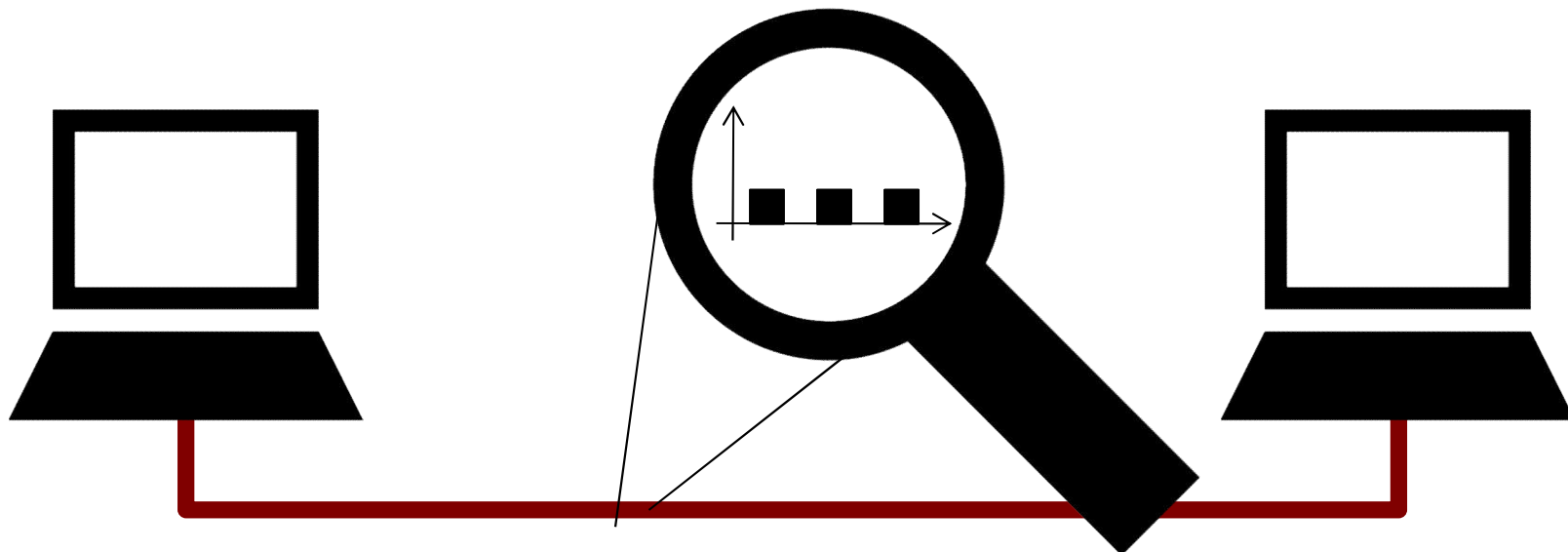
Die 7 Schichten

→ Bitübertragungsschicht (4/4)

■ Signaleigenschaften

- Frequenzen
- Strom / Spannung
- etc ...

⇒ **Die physikalische Schicht behandelt praktisch alles, was direkt das Medium (Kupfer- u. Glasfaser-Leitung, Luft, ...) und dessen technische Spezifikation betrifft**



Die 7 Schichten

→ Übersicht

- 7 • Anwendungsschicht (Application Layer)
- 6 • Darstellungsschicht (Presentation Layer)
- 5 • Kommunikationssteuerungsschicht / Sitzungsschicht (Session Layer)
- 4 • Transportschicht (Transport Layer)
- 3 • Vermittlungsschicht (Network Layer)
- 2 • **Sicherungsschicht (Data Link Layer)**
- 1 • Physikalische Schicht / Bitübertragungsschicht (Physical Layer)

Die 7 Schichten

→ Aufgaben der Sicherungsschicht

gesicherter Kanal

Schicht 2

- ❑ Synchronisation, Strukturierung des Datenstroms
- ❑ Medienzugriffskontrolle bei geteilten Medien
- ❑ Verfälschungs- und Verlustsicherung
- ❑ Flusssteuerung

nachrichtentechnischer Kanal

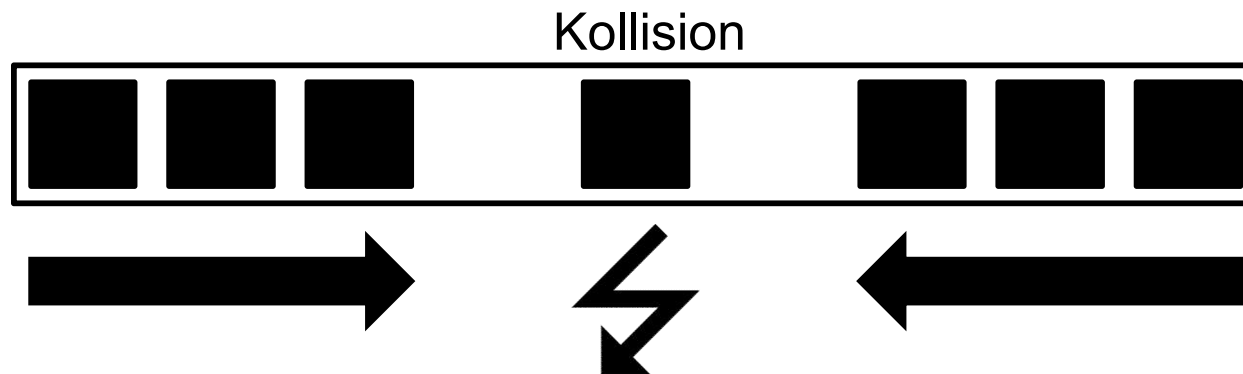
Schicht 1

- ❑ unerwünscht hohe Störungen der Übertragung
- ❑ keine Mehrfachnutzung durch mehrere Verbindungen
- ❑ keine Pufferung möglich
- ❑ kaum beeinflussbare Übertragungsqualitäten
- ❑ keine einheitliche (nur kanalbeschränkte) Adressierung
- ❑ Übertragung unstrukturierter Bitfolgen
- ❑ eingeschränkte Konnektivität der Knoten

Die 7 Schichten

→ Sicherungsschicht (1/5)

- **Logical Link Layer (LLC)**
 - Multiprotokollunterstützung
 - Fehlererkennung / Behandlung
 - Rahmen – Bildung
 - Flusskontrolle
 - Rahmen Synchronisation
- **Media Acces Control (MAC)**
 - Adressierung der Teilnehmer
 - Zugriffssteuerung (Multiple Access)



Die 7 Schichten

→ Sicherungsschicht (2/5)

Bestandteile der Sicherungsschicht (1/2)

■ Rahmen – Bildung

- Anstatt Daten als Bitstrom zu übertragen, werden diese nun „zusammengefasst“ in Rahmen und damit als „Block“ übertragen
- Nun wird nicht nur bitweise Synchronisation (wie bei Schicht 1), sondern Rahmensynchronisation benötigt

■ Adressierung der Teilnehmer

- Knoten in einem Netzwerk müssen erkennen können, ob ein Packet für sich bestimmt ist oder für jemand anderen
- Durch eine MAC Adresse ist jede Netzwerkkomponente eindeutig gekennzeichnet (Netzwerkkarten, Router etc..)
 - Format: ff:ff:ff:ff:ff:ff (6 Blöcke a 2 Hexadezimal Zeichen)

Die 7 Schichten

→ Sicherungsschicht (3/5)

Bestandteile der Sicherungsschicht (2/2)

■ Multiprotokoll Unterstützung

- Ermöglicht die Nutzung von mehr als einem Protokoll auf dem Host
- Schicht 2 kann zwischen verschiedenen Instanzen der Schicht 3 wählen, die das empfangene Packet benötigt

■ Fehlererkennung und Behandlung

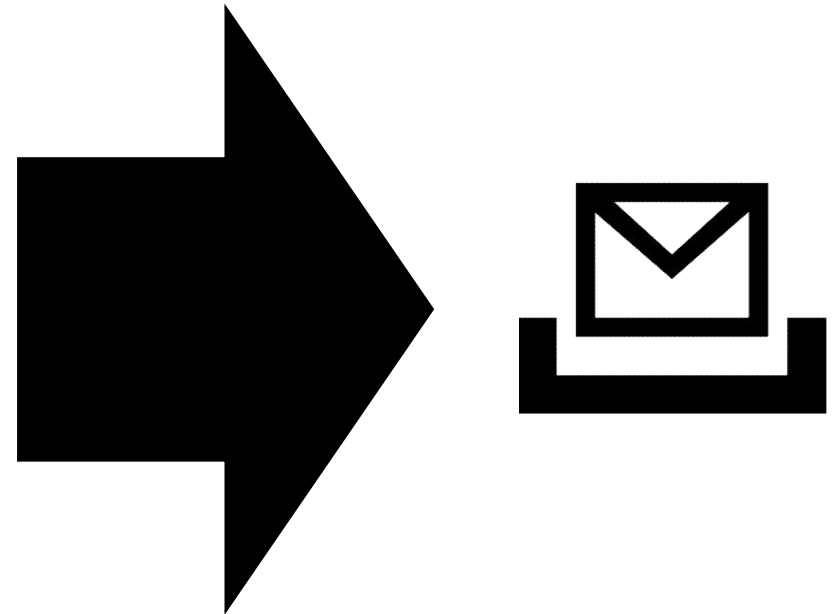
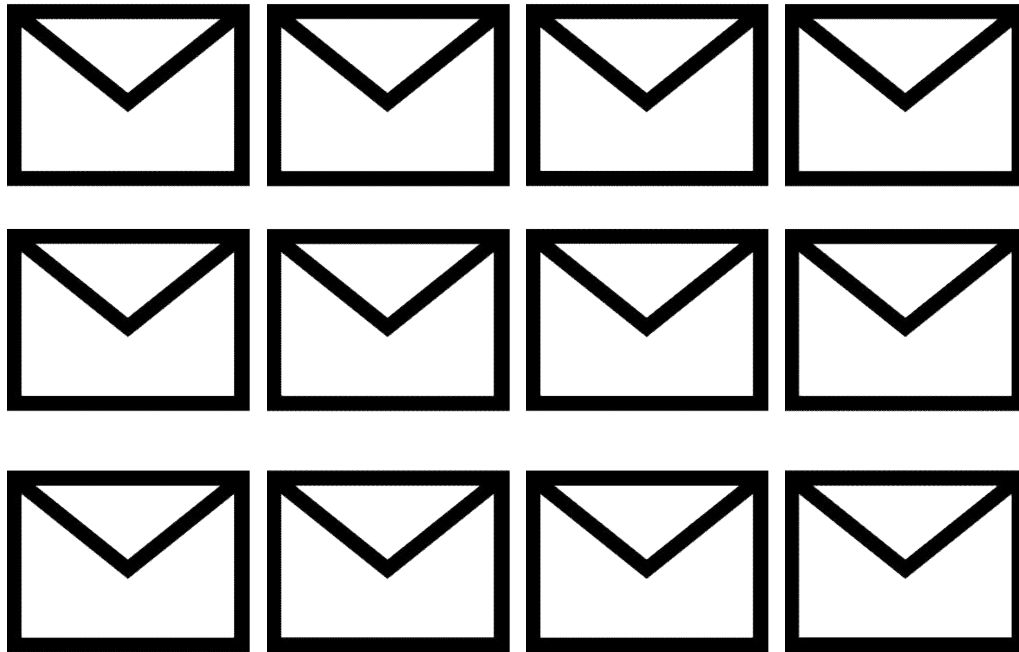
- Auf Packet / Bit Level
- Berechnung einer Prüfsumme (CRC,...), um dem Empfänger der Daten die Möglichkeit einer Kontrolle zu geben
- Ermöglicht Übertragungsfehler zu erkennen und darauf zu reagieren (neu senden etc.)
- Manchmal auch eine Reparatur (abhängig von der Prüfsummen Technik)

Die 7 Schichten

→ Sicherungsschicht (4/5)

■ Flusskontrolle

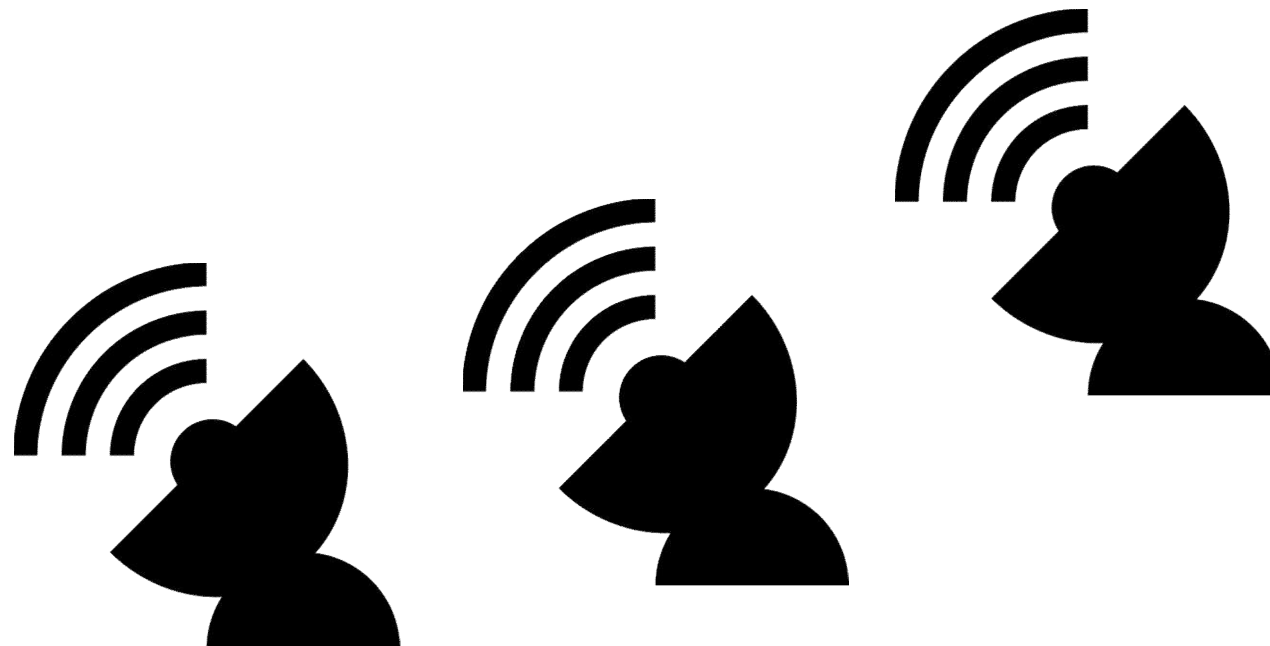
- Anpassen der Übertragungsgeschwindigkeit an die Empfangsfähigkeiten des Empfängers



Die 7 Schichten

→ Sicherungsschicht (5/5)

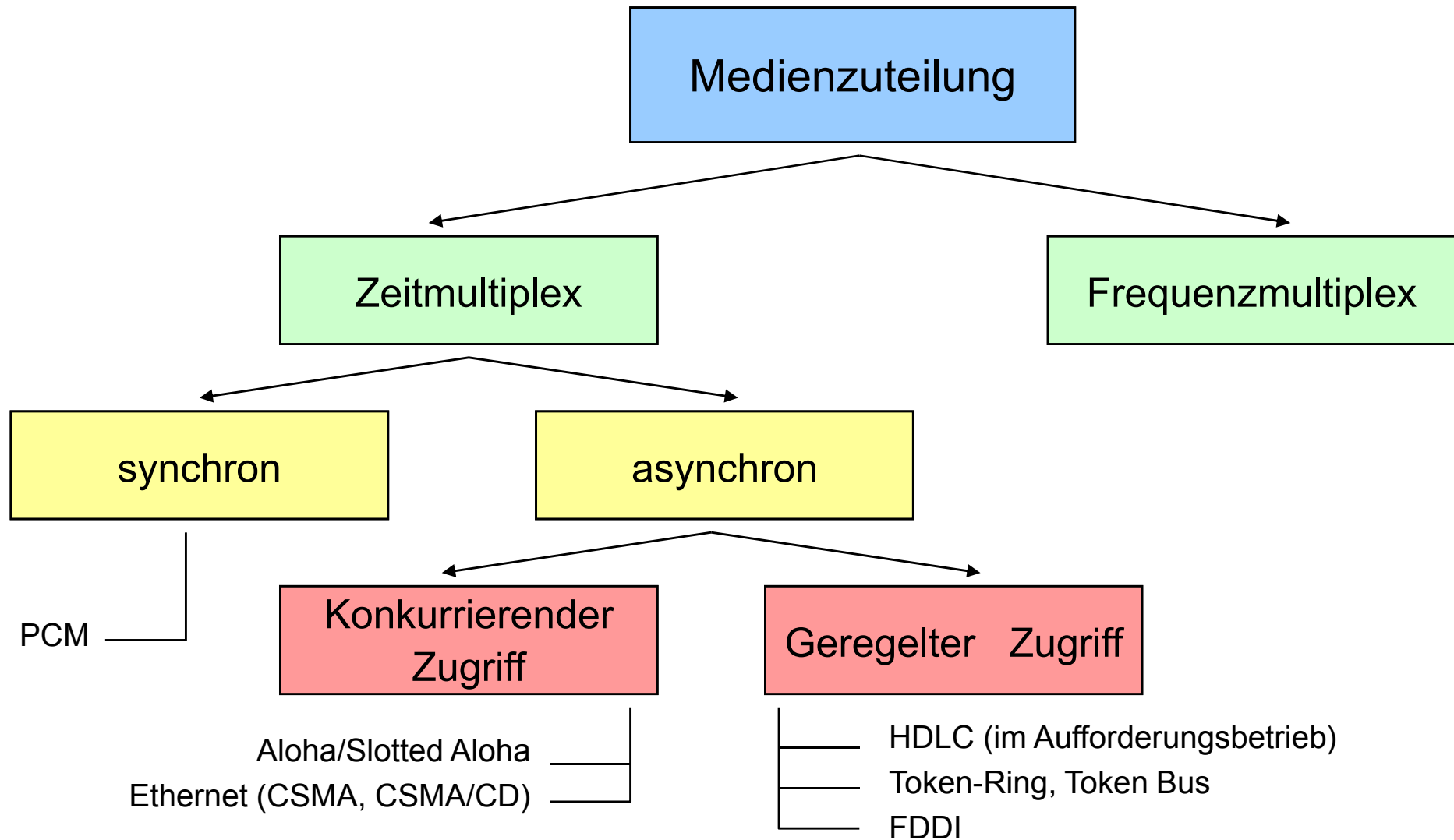
- **Zugriffssteuerung Multiple Access**
 - Zugriff auf gemeinsames Medium regeln, Kollisionen vermeiden



Die 7 Schichten

→ LAN/MAN-Zugriffsverfahren

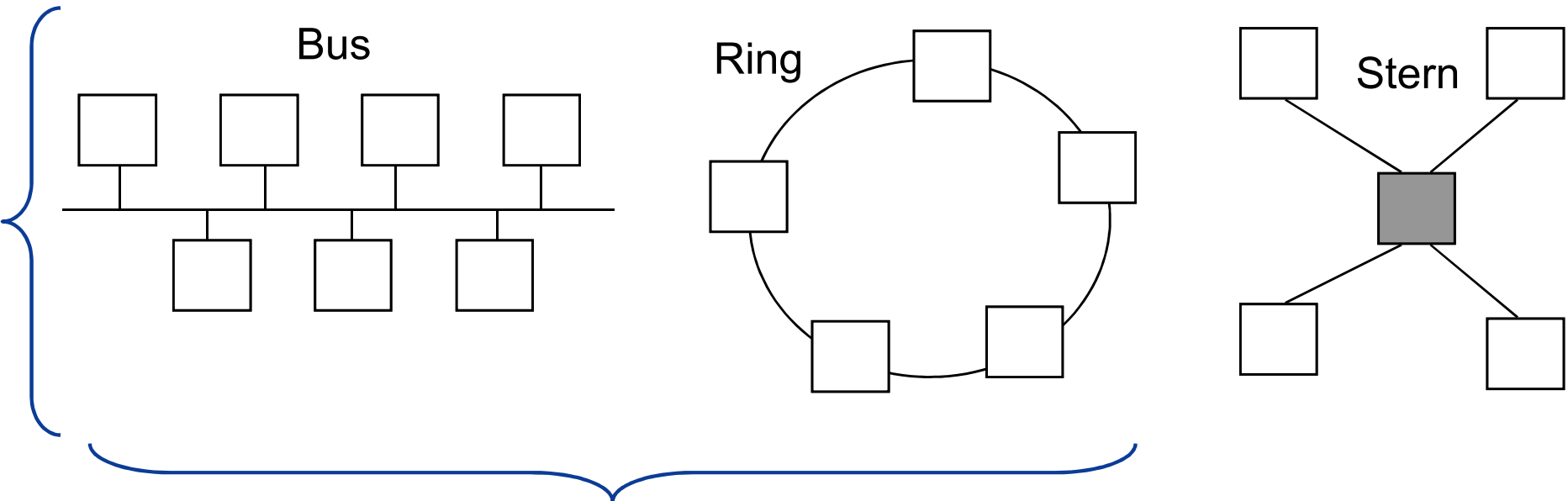
- Problem: Mehrere Stationen treten als Dienstnehmer eines einzigen physikalischen Mediums auf (shared medium)



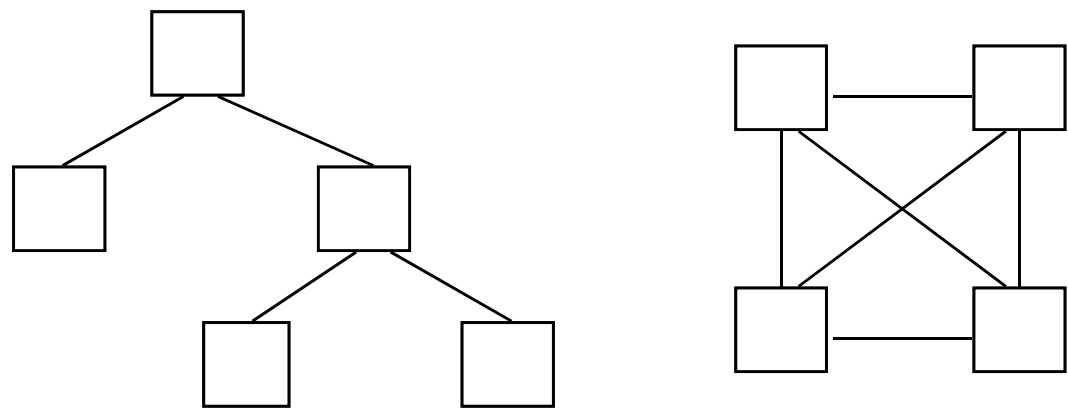
Die 7 Schichten

→ Verbindungstopologien

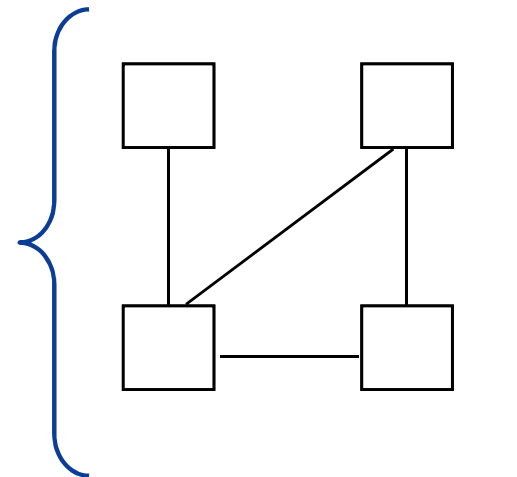
LAN



MAN



WAN,
GAN



Baum

Vollvermaschung

Teilvermaschung

Die 7 Schichten

→ Übersicht

- 7 • Anwendungsschicht (Application Layer)
- 6 • Darstellungsschicht (Presentation Layer)
- 5 • Kommunikationssteuerungsschicht / Sitzungsschicht (Session Layer)
- 4 • Transportschicht (Transport Layer)
- 3 • Vermittlungsschicht (Network Layer)
- 2 • Sicherungsschicht (Data Link Layer)
- 1 • Physikalische Schicht / Bitübertragungs Schicht (Physical Layer)

Die 7 Schichten

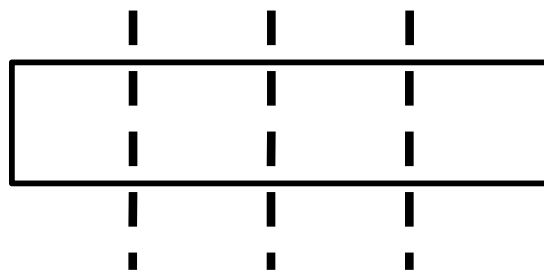
→ Vermittlungsschicht

- Die **Vermittlungsschicht** kümmert sich um die Wegewahl und die Vermittlung.
- Besteht ein Netz aus einem Verbund von Teilnetzen, so fallen die Wegewahl und Vermittlung zweimal an:
 - einerseits in jedem Teilnetz (**Schicht 3a**),
 - andererseits im Verbundnetz (**Internetworking, Schicht 3c**).
- Da die verwendeten Schicht-3-Verfahren der Schichten 3a bzw. 3c u.U. sehr unterschiedlich sein können, kann eventuell eine **Anpassung** der Netzdienste erforderlich werden, die in der **Schicht 3b** geschieht.

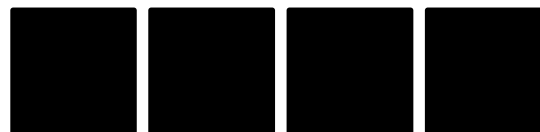
Die 7 Schichten

→ Vermittlungsschicht

- Übergang zwischen heterogenen Netzen (Internetworking)
- Fragmentierung/Reassemblierung
- Kontroll- oder Fehlermeldungen (ICMP)
- Routing (OSPF, ...)
- Adressierung
 - Adressen auflösen
 - Entlasten von Pfaden
 - Eliminierung zyklischer Daten



Fragmentierung



Reassemblierung

Die 7 Schichten

→ Übersicht

- 7 • Anwendungsschicht (Application Layer)
- 6 • Darstellungsschicht (Presentation Layer)
- 5 • Kommunikationssteuerungsschicht / Sitzungsschicht (Session Layer)
- 4 • **Transportschicht (Transport Layer)**
- 3 • Vermittlungsschicht (Network Layer)
- 2 • Sicherungsschicht (Data Link Layer)
- 1 • Physikalische Schicht / Bitübertragungsschicht (Physical Layer)

Die 7 Schichten

→ Transportschicht

- Die **Transportschicht** stellt einen netzunabhängigen Transportdienst zwischen zwei Endsystemen (end-to-end) bereit.
- Sie bildet die verschiedenen Netzdienste der Vermittlungsschicht mittels geeigneter Transportprotokolle auf den Transportdienst ab.
- Transportprotokolle sind Endsystem-orientiert.
- Sie sorgen für den sicheren und bedarfsgerechten Transport von Nachrichten zwischen Endteilnehmern.
- Bedarfsgerecht bedeutet, dass die überlagerte Schicht die Möglichkeit der Auswahl von Güteparametern z.B. für Durchsatz, Verzögerung, Verfügbarkeit oder Restfehlerrate hat.
- Multiplexen und Splitten von Teilnehmer- oder Anwenderinstanzenverbindungen gehört ebenso zu den Schichtenaufgaben wie die Flußsteuerung.

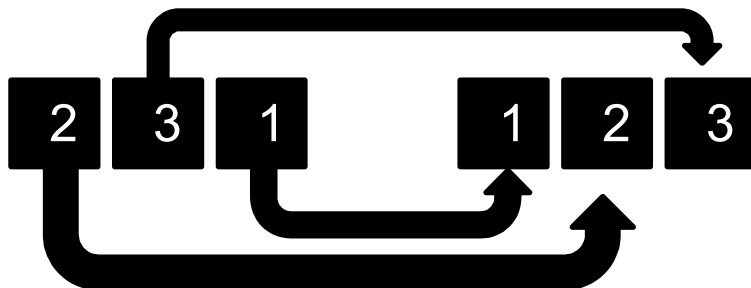
Die 7 Schichten

→ Transportschicht

- Ende-zu-Ende Flusskontrolle
- Fehlererkennung / Behebung
- Reihenfolge wiederherstellen
- Verlorene Pakete erkennen/anfordern
- Segmentierung
- API
- Verwaltung der Kommunikation zwischen Anwendungen von Host und Ziel
- Identifikation verschiedener Anwendungen



Viele Anwendungen zur gleichen Zeit im Internet aktiv

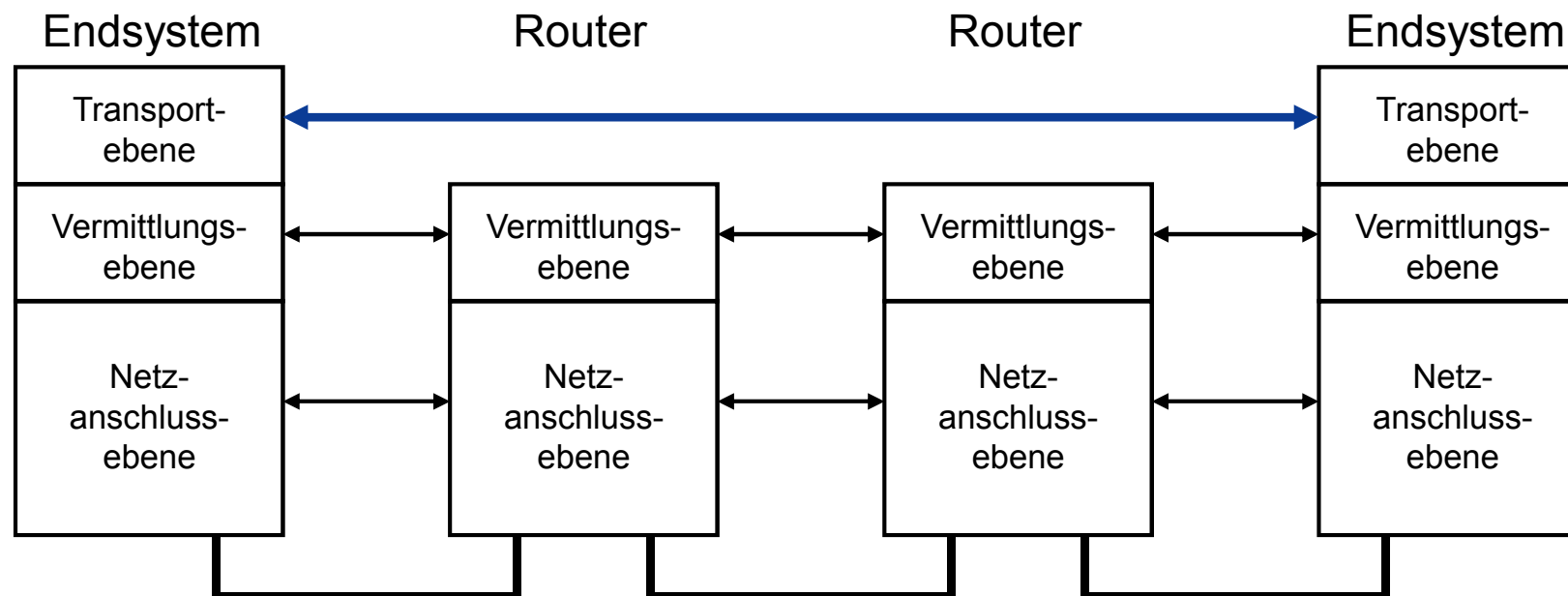


Reihenfolge wiederherstellen

Die 7 Schichten

→ Ende-zu-Ende Protokoll

- TCP und UDP sind Ende-zu-Ende Protokolle.
- Nur die miteinander kommunizierenden Endsysteme führen ein Transport-Protokoll aus, nicht die unterwegs befindlichen Transitsysteme (Router).



Die 7 Schichten

→ Übersicht

- 7 • Anwendungsschicht (Application Layer)
- 6 • Darstellungsschicht (Presentation Layer)
- 5 • **Kommunikationssteuerungsschicht / Sitzungsschicht (Session Layer)**
- 4 • Transportschicht (Transport Layer)
- 3 • Vermittlungsschicht (Network Layer)
- 2 • Sicherungsschicht (Data Link Layer)
- 1 • Physikalische Schicht / Bitübertragungs Schicht (Physical Layer)

Die 7 Schichten

→ Kommunikationssteuerungsschicht

- Die **Kommunikationssteuerungsschicht** unterstützt die Einrichtung, Strukturierung und Steuerung von Sessions.
- Session, d.h. die logischen Verbindungen von Ebene-5-Instanzen, sind temporäre Kooperationsbeziehungen, die für die Anwendungsprozesse aufgebaut werden.
- Die Kommunikationssteuerungsschicht stellt Dienste für das
 - **Kontextmanagement**,
 - **Interaktionsmanagement** (Steuerung und Strukturierung der Sitzung in Abschnitten, Berechtigungsvergabe für bestimmte Aktionen während einer Sitzung) und die
 - **Synchronisierung** (Definieren von Checkpoints, d.h. Wiederaufsetzfunktionen und Rücksetzfunktionen) zur Verfügung.

Die 7 Schichten

→ Übersicht

- 7 • Anwendungsschicht (Application Layer)
- 6 • Darstellungsschicht (Presentation Layer)
- 5 • Kommunikationssteuerungsschicht / Sitzungsschicht (Session Layer)
- 4 • Transportschicht (Transport Layer)
- 3 • Vermittlungsschicht (Network Layer)
- 2 • Sicherungsschicht (Data Link Layer)
- 1 • Physikalische Schicht / Bitübertragungs Schicht (Physical Layer)

Die 7 Schichten

→ Darstellungsschicht

- Kommunikation setzt voraus, dass man die „gleiche Sprache spricht“.
- Man muß sich also auf einen gemeinsamen „Begriffsvorrat“ (Präsentation Image, Menge von abstrakten Datentypen) einigen und sich auf eine gemeinsame Darstellung der auszutauschenden Daten (Transfersyntax) verständigen.
- Die Codierungsabsprachen und Abbildungen, die die Syntax betreffen, sind Aufgabe der **Darstellungsschicht**.
- Sie stellt Dienste zu Verfügung, die die Anwendungen befähigen, die Bedeutung der ausgetauschten Daten zu interpretieren; insbesondere sind dies Beschreibungsdienste für eine global einheitliche Informationsdarstellung und Interpretationen.

Die 7 Schichten

→ Darstellungsschicht

- Kodierung und Umwandlung von Daten der Anwendungsschicht
- Komprimierung
- Encryption / Decryption



Die 7 Schichten

→ Übersicht

7

- **Anwendungsschicht (Application Layer)**

6

- **Darstellungsschicht (Presentation Layer)**

5

- **Kommunikationssteuerungsschicht / Sitzungsschicht (Session Layer)**

4

- **Transportschicht (Transport Layer)**

3

- **Vermittlungsschicht (Network Layer)**

2

- **Sicherungsschicht (Data Link Layer)**

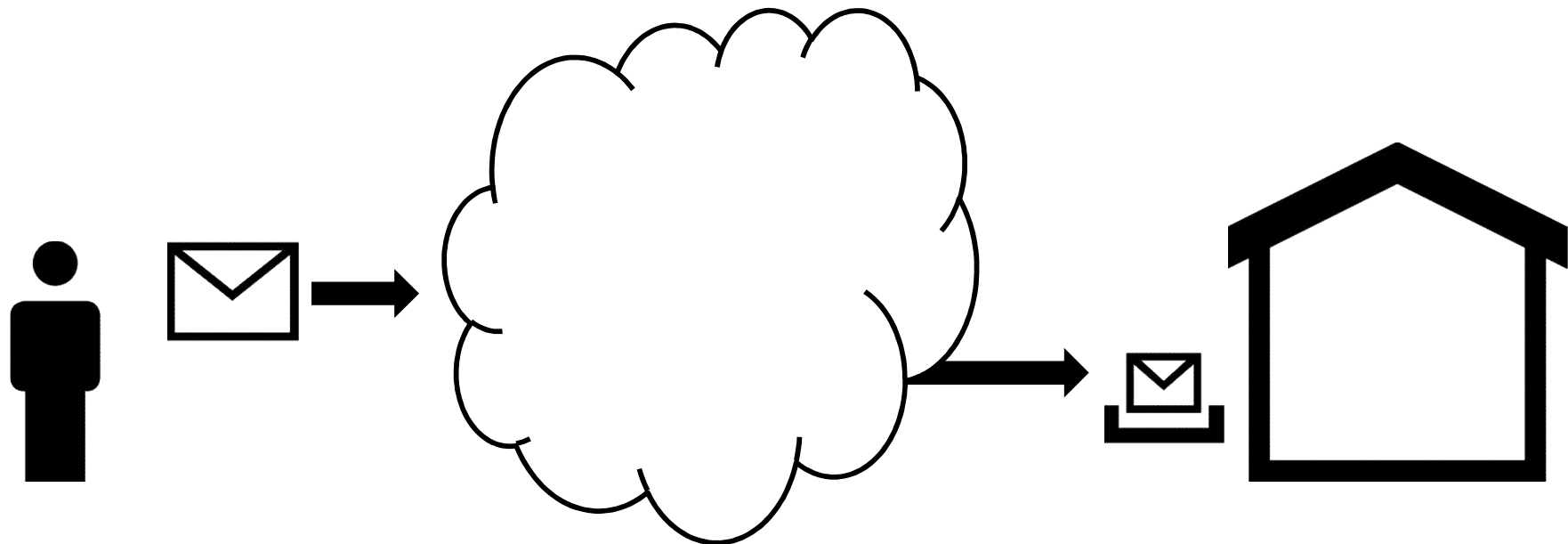
1

- **Physikalische Schicht / Bitübertragungs Schicht (Physical Layer)**

Die 7 Schichten

→ Anwendungsschicht

- Interface zwischen Anwendung und Netzwerk
- Wird zum Austausch von Daten zwischen Programmen genutzt
- Geregelt wird:
 - Syntax
 - Format
 - Fehleranzeige / Fehlerbehebung



- ISO/OSI Referenzmodell
- **TCP/IP Referenzmodell**
- Netzwerkkoppelemente

TCPI/IP Referenzmodell

→ Übersicht und Vergleich (1/2)

TCP/IP Referenzmodell

ISO/OSI Referenzmodell

Anwendungsschicht

- Anwendungsschicht
- Darstellungsschicht
- Sitzungsschicht

Transportschicht

- Transportschicht

Internetschicht

- Vermittlungsschicht

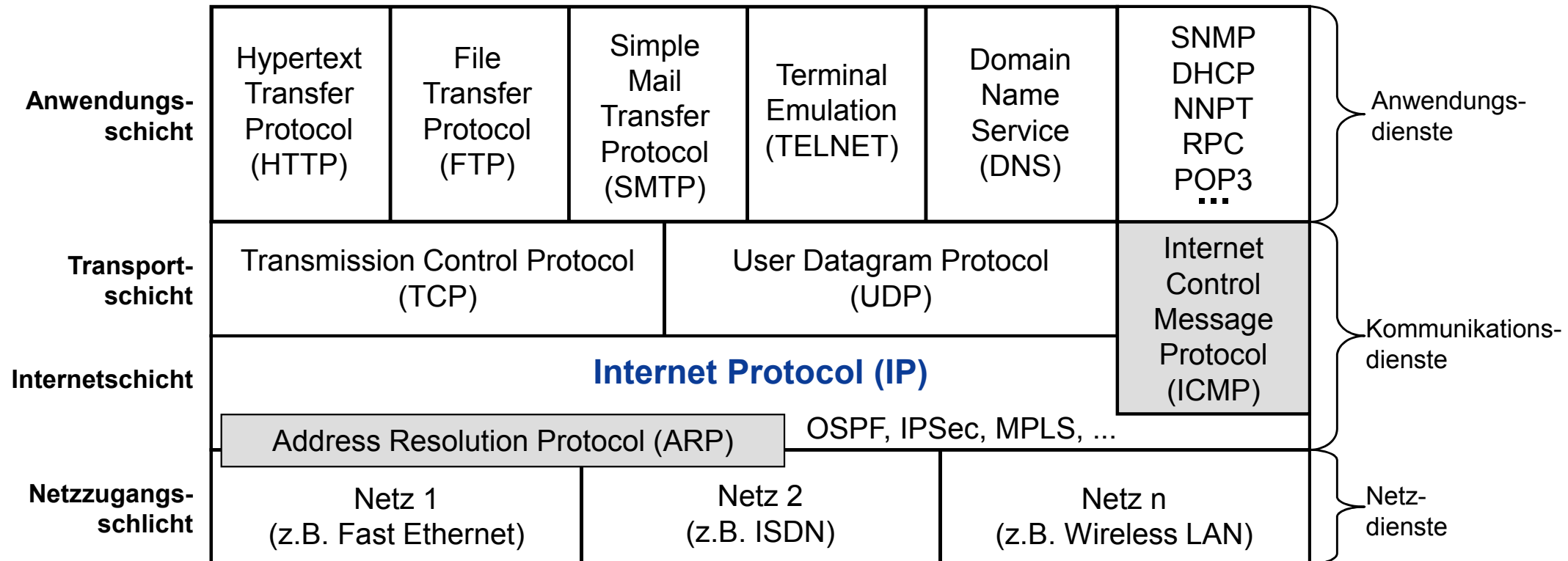
Netzzugangsschicht

- Sicherungsschicht
- Bitübertragungsschicht

TCPI/IP Referenzmodell

→ Übersicht und Vergleich (2/2)

Internet-Protokollstack



TCPI/IP Referenzmodell

→ Anwendungsschicht

ISO/OSI Schicht 5-7

- Protokolle, die direkt für die Anwendung arbeiten
- Nutzen das Netzwerk als Ressource zum Austausch von Daten

Anwendungsschicht

Transportschicht

Internetschicht

Netzzugangsschicht

TCPI/IP Referenzmodell

→ Transportschicht

ISO/OSI Schicht 4

- Ende-zu-Ende Verbindung
- TCP / UDP
- Zuverlässig (TCP)

Anwendungsschicht

Transportschicht

Internetschicht

Netzzugangsschicht

TCPI/IP Referenzmodell

→ Internetschicht

ISO/OSI Schicht 3

- Routing
- IP (Internet Protocol)

Anwendungsschicht

Transportschicht

Internetschicht

Netzzugangsschicht

TCPI/IP Referenzmodell

→ Netzzugangsschicht

ISO/OSI Schicht 1+2

- Umfasst alle technischen (Physikalischen) Details der Übertragung

Anwendungsschicht

Transportschicht

Internetschicht

Netzzugangsschicht

Zusammenfassung

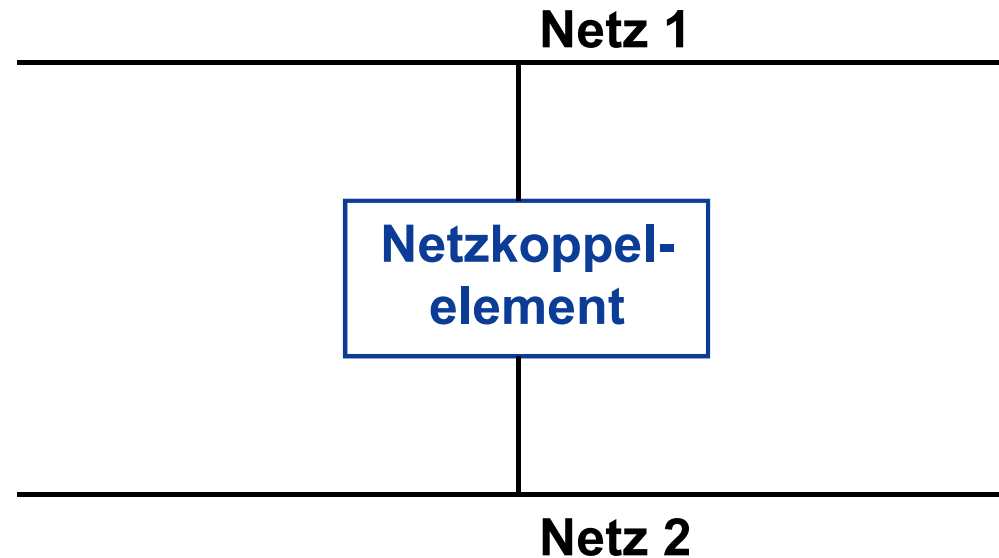
→ TCP/IP Referenzmodell

- Das OSI- und das TCP/IP-Referenzmodell modellieren das Kommunikationssystem eines Rechners und seine Zusammenarbeit mit dem Kommunikationssystem eines anderen Rechners.
- Das Kommunikationssystem eines Rechners ist für den rechnerübergreifenden Austausch von Nachrichten verantwortlich und benutzt zur Übertragung ein **Rechnernetz**.
- Beide Referenzmodelle spielen eine wichtige Rolle:
 - OSI: Beschreibung von grundsätzlichen Konzepten (**Datennetze** 1 u. 2).
 - TCP: Wird am häufigsten verwendet (**Internet-Anwendungen** 2-4).

- ISO/OSI Referenzmodell
- TCP/IP Referenzmodell
- **Netzwerkkooperationsmodelle**

Netzkoppelelemente

→ Einführung (1/2)



- Um die **Verbindung zwischen zwei Netzen** herzustellen, die aufgrund technischer oder geographischer Gegebenheiten nicht direkt (also durch ein Kabel) gekoppelt werden können, werden **Netzkoppelelemente** (auch Netzkoppeleinheiten genannt) verwendet.
- Diese sind im allgemeinsten Fall **Stationen an zwei Netzen** und stellen **durch ihre Funktion die Verbindung zwischen diesen Netzen** her.

Netzkoppelemente

→ Einführung (2/2)

Durch Netzkoppelemente ist es möglich

- die **physikalische Begrenzung** der Ausdehnung eines lokalen Netzes (durch Kopplung mehrerer solcher Teilnetze) zu umgehen
- lokales Datenaufkommen durch **Bildung von logischen Teilnetzen** vom restlichen Netzwerk zu entkoppeln
- Teilnetze mittels Netzkoppeleinheiten zu einem Netz für den **bereichsübergreifenden Verkehr** zu koppeln, damit nur noch bereichsübergreifender Datenverkehr das gesamte Netz belastet (Lastkopplung).
- Netze mit **unterschiedlichen Protokollarchitekturen miteinander zu koppeln** (z.B. Netze mit herstellerspezifischen Protokollen wie IBM-SNA oder DECnet)

Netzwerkkooperations-Elemente

→ Heterogene Netzwerke

- Bezeichnung für Netzwerke, die unterschiedliche Instanzen auf den Protokollschichten haben
- Betrachtung der „unteren“ Schichten:
 - Physikalische Unterschiede (Glasfaser / Kabel / Luft ...)
 - Topologische Unterschiede (Ring / Bus / Stern)
 - Unterschiede beim Zugriff auf das Medium etc
- Heterogene Netzwerke bilden eine besondere Herausforderung an die Kooperations-Elemente, da diese die unteren Unterschiede ausgleichen müssen und so eine Kommunikation zwischen verschiedenartigen Instanzen ermöglichen müssen.
- Für höhere Schichten gilt dies auch, allerdings werden diese oftmals im Sender / Empfänger umgewandelt (Kommunikation zwischen unterschiedlichen Betriebssystemen etc.)

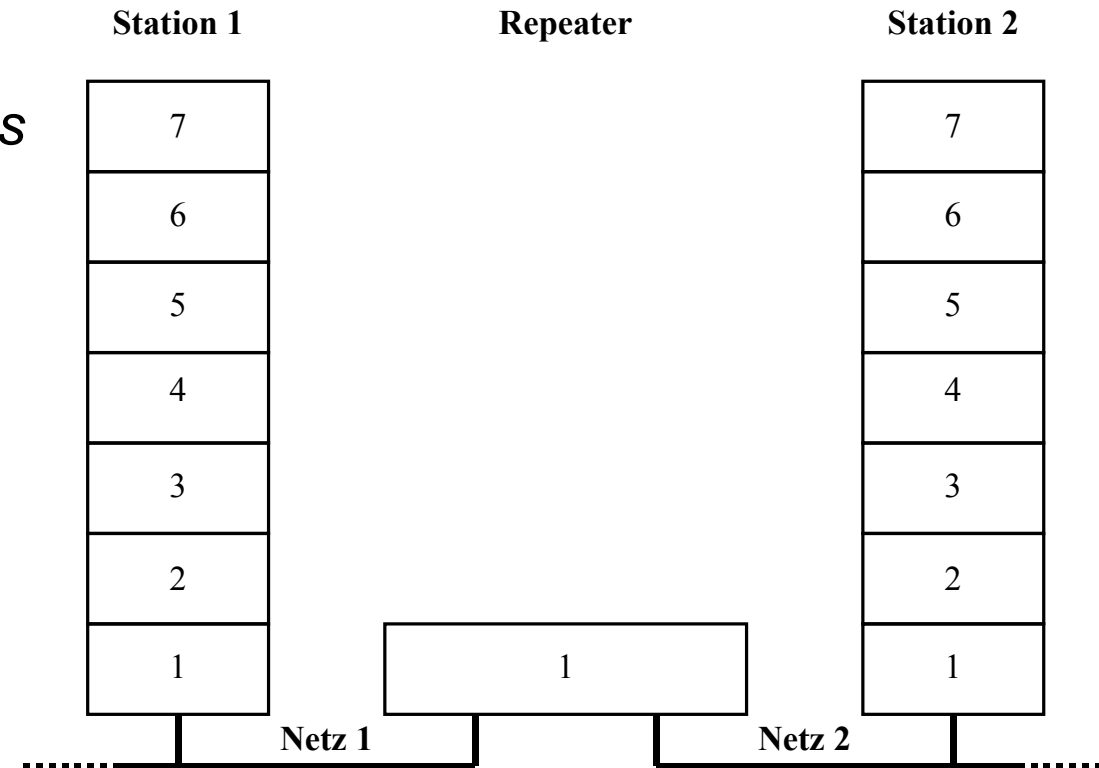
Netzwerkkooperations-elemente

→ Repeater (1/2)

*Idee: Die physikalische Begrenzung der Ausdehnung eines lokalen Netzes zu umgehen (**Repeater/Hubs**).*

Arbeitet auf Schicht 1

- Signalverstärker (Funktion)
- Verbindet homogene Netzwerksegmente
- Genutzt zur Überwindung von Längenrestriktionen (Ethernet z.B.)
- Transparent
- Variante mit oder ohne Puffer (Puffer schwierig wegen Zeitschranken, zum Beispiel MAC-Ebene)
- Keine Manipulation der Daten
 - Netzwerksegmente müssen ab Schicht 2 aufwärts identisch sein



Netzwerkkooppelemente

→ Repeater (2/2)

- Keine Strukturierung oder Lasttrennung
 - Im Ethernet sind mit Repeater verbundene Netzwerksegmente in einer einzigen Kollisionsdomäne
- Bit Ebene (sieht nur Bits keine Daten)
- Verbessert das Signal
 - Rauschen
 - Jitter
 - Pulsform



Netzwerkkooperations-elemente

→ Hubs (Multiport-Repeater)

Arbeitet auf Schicht 1

- Physikalisch Sterntopologie
- Logisch Bus
- Ports (mehrere Knoten an einem Hub)
- Einheitliche Geschwindigkeit auf allen Ports
- Weiterleitung an alle Teilnehmer



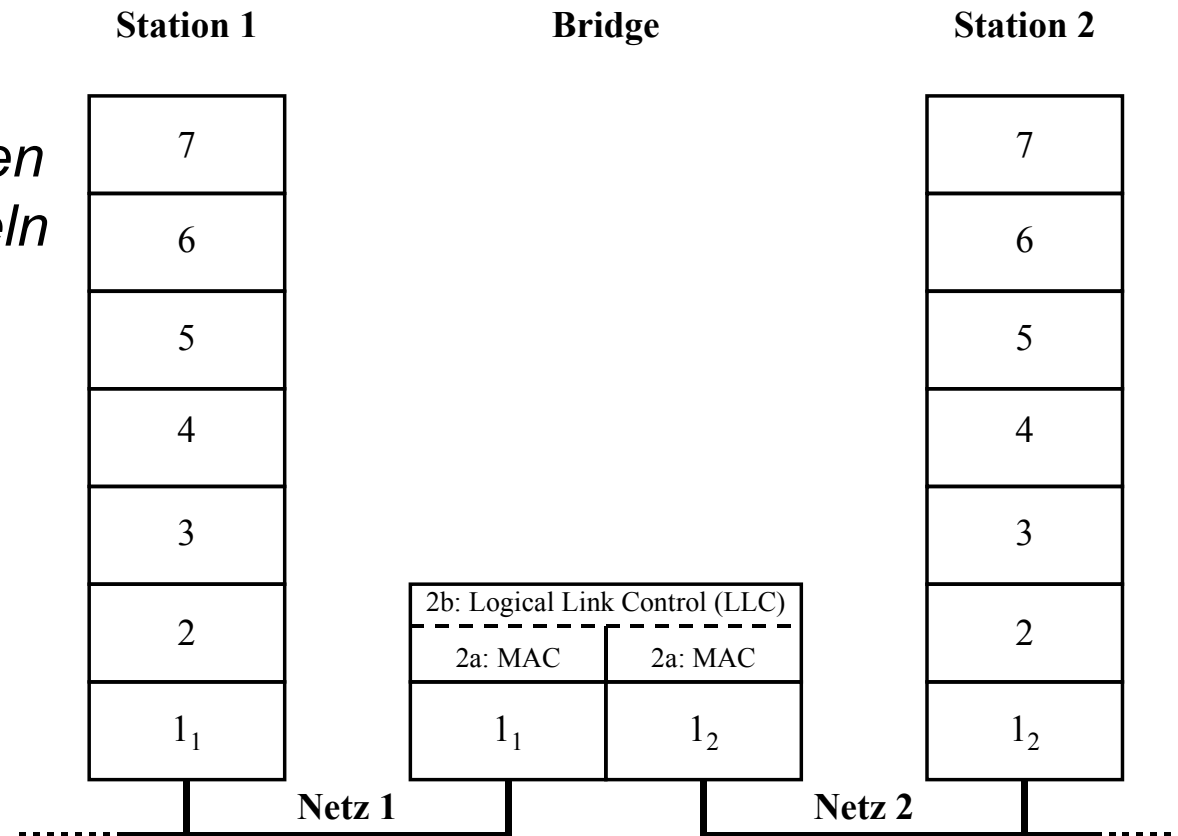
Netzwerkkooperations-elemente

→ Bridges (1/2)

Idee: Lokales Datenaufkommen durch Bildung von logischen Teilnetzen vom restlichen Netzwerk zu entkoppeln (**Bridges/Switches**).

Arbeitet auf Schicht 2

- Verbinden / Segmentieren von Netze
- Typischer Einsatz bei der Anbindung an ein Backbone
- Checksumme von Paketen wird geprüft (kollisionsfreien Weitertransport)
- Lasttrennung (Pakete bleiben in dem Netzsegment, in die sie müssen)
- Übermitteln Frames (nicht einzelne Bits)
- Aktives Koppellement
 - Bei der Kommunikation sichtbar (Filter)



Netzwerkkooperations-elemente

→ Bridges (2/2)

- Ermöglicht bestimmte Beschränkungen bei Zugriffsverfahren zu überwinden (maximale Länge, Anzahl Knoten etc)
- Leitet nur benötigte Pakete weiter
- Spezialform: MAC-level Bridge, verbindet nur Netzsegmente mit gleichem Medienzugangsprotokoll (Ethernet)



Netzwerkkooperations-elemente

→ Switches

Arbeiten auf Schicht 2

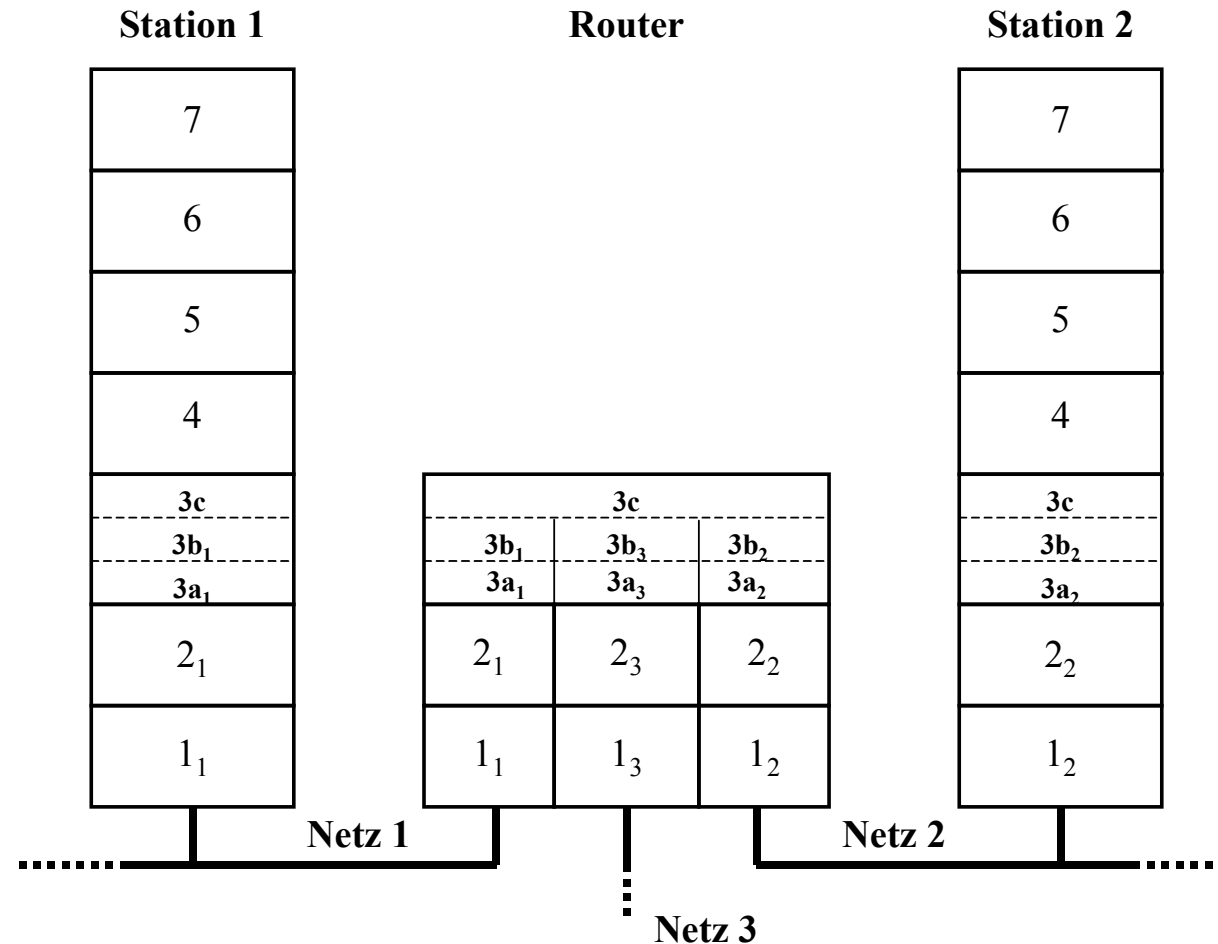
- Wie Bridges mit:
 - Höherer Portdichte
 - Höherem Durchsatz
- Leitet Pakete an entsprechenden Port weiter anstatt an alle (Abgrenzung zum Hub)



Netzwerkkooperations-elemente

→ Router

Idee: Teilnetze mittels
Netzkooperations-einheiten zu einem
Netz für den
bereichsübergreifenden
Verkehr zu koppeln (**Router**).



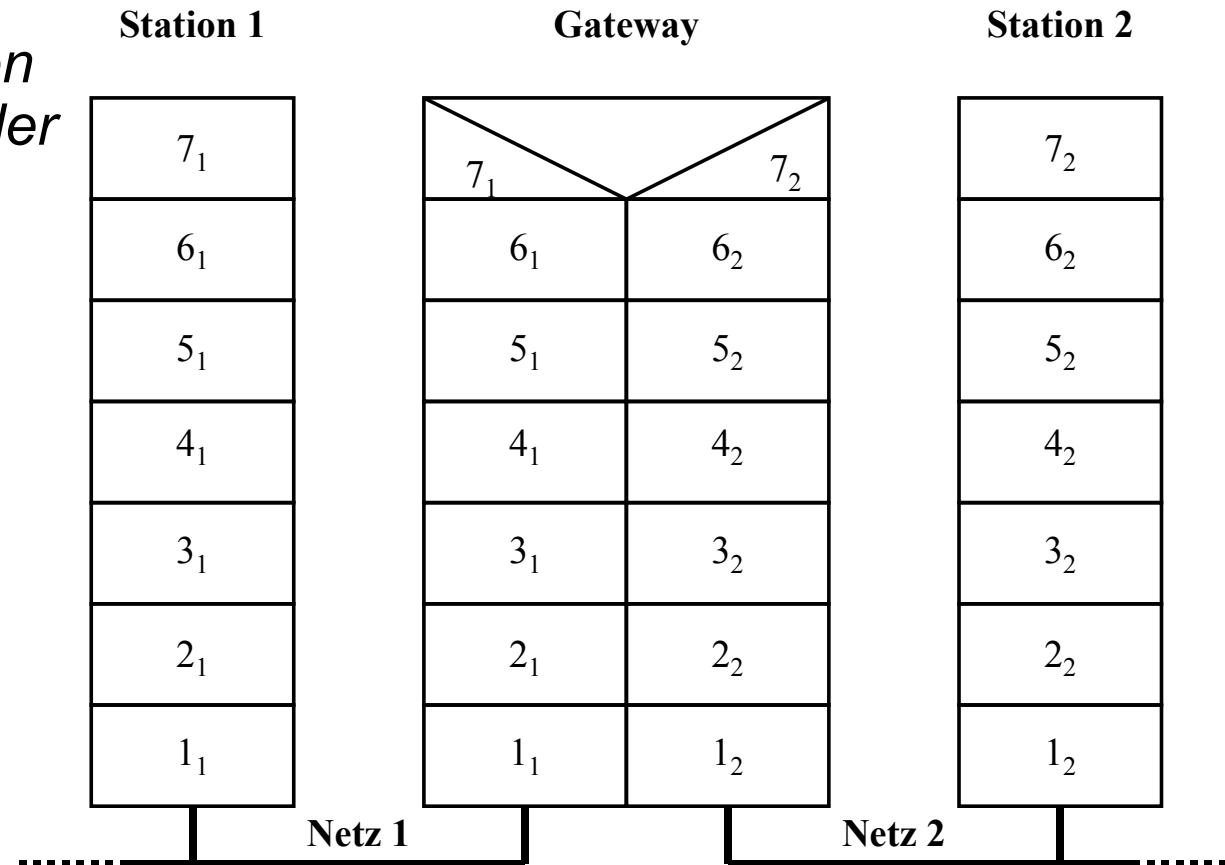
Arbeiten auf Schicht 3

- Koppeln Netze
- Typische Anwendung, Koppelung von LAN und WAN
- Ermöglichen das Vermitteln zwischen (Sub)Netzen
- Halten Routingtabellen
- Konfiguration notwendig
- Broadcasts aus LANs werden nicht weitergereicht

Netzwerkkooperations-elemente

→ Gateway

Idee: Netze mit unterschiedlichen Protokollarchitekturen miteinander zu koppeln (**Gateways**).



Arbeiten ab Schicht 1 oder höher (Anwendungsebene)

- Verbindet Netze mit unterschiedlichen Protokollarchitekturen
- Bilden Protokolle aufeinander ab
- Für jeden Dienst / Protokoll erforderlich

Gateway

Netzwerkkooperations-elemente → Definitionen verschwimmen

- **DSL Router sind:**

- Router
- Switch
- Modem

- **WLAN Router sind:**

- Router
- Switch
- Modem
- **Access Point**

Zusammenfassung

→ Netzkoppelelemente

- Um die **Verbindung zwischen zwei Netzen** herzustellen, die aufgrund technischer oder geographischer Gegebenheiten nicht direkt gekoppelt werden können, werden **Netzkoppelelemente** verwendet.

Durch Netzkoppelelemente ist es möglich

- die physikalische Begrenzung der Ausdehnung eines lokalen Netzes zu umgehen (**Repeater/Hubs**)
- lokales Datenaufkommen durch Bildung von logischen Teilnetzen vom restlichen Netzwerk zu entkoppeln (**Bridges/Switches**)
- Teilnetze mittels Netzkoppeleinheiten zu einem Netz für den bereichsübergreifenden Verkehr zu koppeln (**Router**)
- Netze mit unterschiedlichen Protokollarchitekturen miteinander zu koppeln (**Gateways**)



**Westfälische
Hochschule**

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen
University of Applied Sciences

Referenzmodelle und Netzwerkkooperationsmodelle

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
Fragen ?

Prof. Dr. (TU NN)

Norbert Pohlmann

Institut für Internet-Sicherheit – if(is)
Westfälische Hochschule, Gelsenkirchen
<http://www.internet-sicherheit.de>

if(is)
internet-sicherheit.