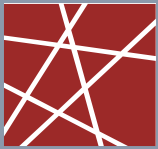




Motivierende Fragen

- ❑ Wie kann ein Protokoll eindeutig beschrieben werden?
- ❑ Welche Grundmechanismen können in Protokollen identifiziert werden?
- ❑ Wie können Nachrichten übermittelt werden und mit welchen Problemen muss man rechnen?
- ❑ Welche Schichten gibt es im Kommunikationsmodell?



Grundlagen: Rechnernetze und Verteilte Systeme

Kapitel 2: Begriffswelt und Standards Dienst, Protokoll, Automat, IETF, ITU, IEEE

Prof. Dr.-Ing. Georg Carle
Lehrstuhl für Netzarchitekturen und Netzdienste
Technische Universität München
carle@net.in.tum.de
<http://www.net.in.tum.de>





1. Einführung und Motivation
 - Bedeutung, Beispiele
2. **Begriffswelt und Standards**
 - **Dienst, Protokoll, Standardisierung**
3. Direktverbindungsnetze
 - Fehlererkennung, Protokolle
 - Ethernet
4. Vermittlung
 - Vermittlungsprinzipien
 - Wegwahlverfahren
5. Internet-Protokolle
 - IP, ARP, DHCP, ICMP
 - Routing-Protokolle
6. Transportprotokolle
 - UDP, TCP
7. Verkehrssteuerung
 - Kriterien, Mechanismen
 - Verkehrssteuerung im Internet
8. Anwendungsorientierte Protokolle und Mechanismen
 - Netzmanagement
 - DNS, SMTP, HTTP
9. Verteilte Systeme
 - Middleware
 - RPC, RMI
 - Web Services
10. Netzsicherheit
 - Kryptographische Mechanismen und Dienste
 - Protokolle mit sicheren Diensten: IPSec etc.
 - Firewalls, Intrusion Detection
11. Nachrichtentechnik
 - Daten, Signal, Medien, Physik
12. Bitübertragungsschicht
 - Codierung
 - Modems



- In diesem Kapitel wollen wir vermitteln
 - Grundlegende Begriffe
 - Kommunikationsprobleme
 - Funktionsweise der Nachrichtenübermittlung
 - Geschichtete Kommunikationsmodelle
 - Formale Protokollspezifikation



- 2.1. Grundlegende Begriffe
- 2.2. Grundlegende Problemstellungen der Kommunikation
- 2.3. Charakterisierung von Kommunikationsvorgängen/-beziehungen
 - 2.3.1. Menge der beteiligten Kommunikationspartner (KP)
 - 2.3.2. Übertragungsverfahren/Schnittstellen
 - 2.3.3. Nutzungsrichtung
 - 2.3.4. Auslieferungsdisziplin
 - 2.3.5. Qualität
- 2.4. Technischer Hintergrund
- 2.5. Kommunikationsarchitekturen
 - 2.5.1. Netztopologien
 - 2.5.2. Dienste und Protokolle
- 2.6. ISO/OSI-Basisreferenzmodell
 - 2.6.1. OSI-Kommunikationseinheiten
 - 2.6.2. Bezeichnungskonventionen
 - 2.6.3. Charakterisierung der Schichten
- 2.7. Protokollspezifikation mit SDL

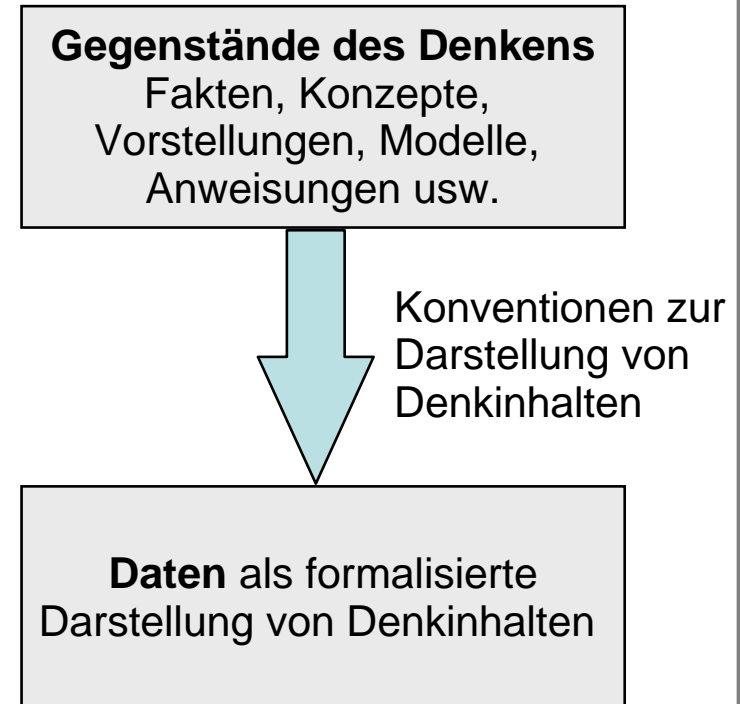


2.1. Grundlegende Begriffe - Der Begriff „Daten“

□ Daten

- Was wird dargestellt? Und wie?
- *Darstellung* von Fakten, Konzepten, Vorstellungen und Anweisungen *in formalisierter Weise*, geeignet für
 - Kommunikation,
 - Interpretation und die
 - Verarbeitungdurch Menschen und/oder technische Mittel.
- Allgemeine Beispiele für Datendarstellungen:
 - gesprochene Sprache
 - Zeichen-/Gebärden-Sprache
 - geschriebene Sprache
- Datenkommunikation: Datenaustausch über immaterielle Träger (Energieflüsse, meist elektrische Ströme, elektromagnetische Wellen) und größere Entfernungen zwischen Menschen und/oder Maschinen

Modell zur Erzeugung von Daten durch den Menschen:

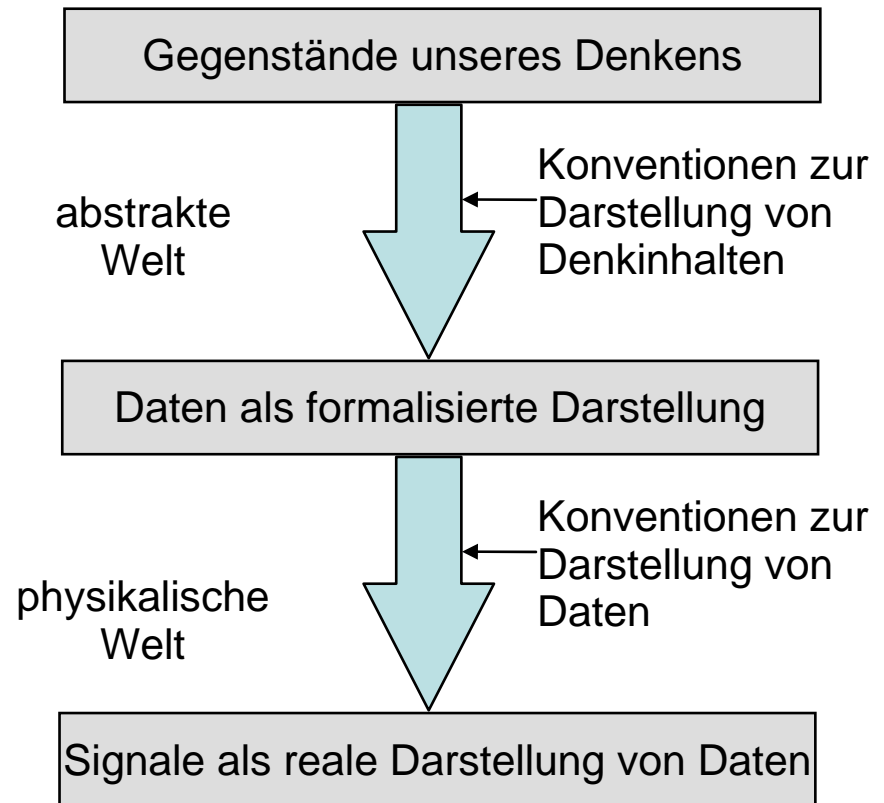




Der Begriff „Signal“

□ Signal

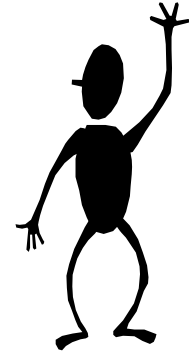
- Ein Signal ist die *physikalische Darstellung (Repräsentation)* von Daten durch charakteristische räumliche und/oder zeitliche Veränderungen der Werte physikalischer Größen.
- Signale sind somit die *reale physikalische Repräsentation* abstrakter Darstellungen der Daten
Beispieldarstellungen:
 - Sprache, 8 Bit PCM codiert
 - Text als ASCII-Character





2.2. Grundlegende Problemstellungen der Kommunikation

- ❑ Regelung des Kommunikationsablaufs
→ Protokolle, Protokollschichten
- ❑ Ressourcenverteilung bei mehreren Kommunikationspartnern
→ Vielfachzugriff (Multiple Access)
- ❑ Kommunikation über Zwischenknoten
→ Vermittlung (Switching)
- ❑ Abarbeitung paralleler Kommunikationsvorgänge
→ Scheduling
- ❑ Identifikation von Kommunikationspartnern
→ Namen und Adressen
- ❑ Wahl des besten Kommunikationspfades
→ Routing
- ❑ Umgang mit Übertragungsfehlern
→ Fehlerkontrolle (Error Control)
- ❑ Anpassung der Übertragungsgeschwindigkeit
→ Flusskontrolle (Flow Control)



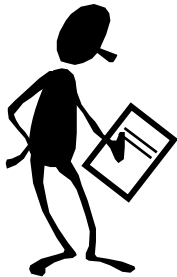


Protokolle, Protokollschichten

- Definition einer gemeinsamen Sprache und Anwendung vereinbarter Abläufe



- Protokollschichten ermöglichen Arbeitsteilung

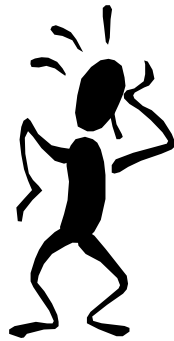


→ mehr dazu noch
in diesem Kapitel



Vielfachzugriff (Multiple Access)

- Regelung des Zugriffs auf gemeinsames Medium zur Vermeidung von Störungen und Kollisionen

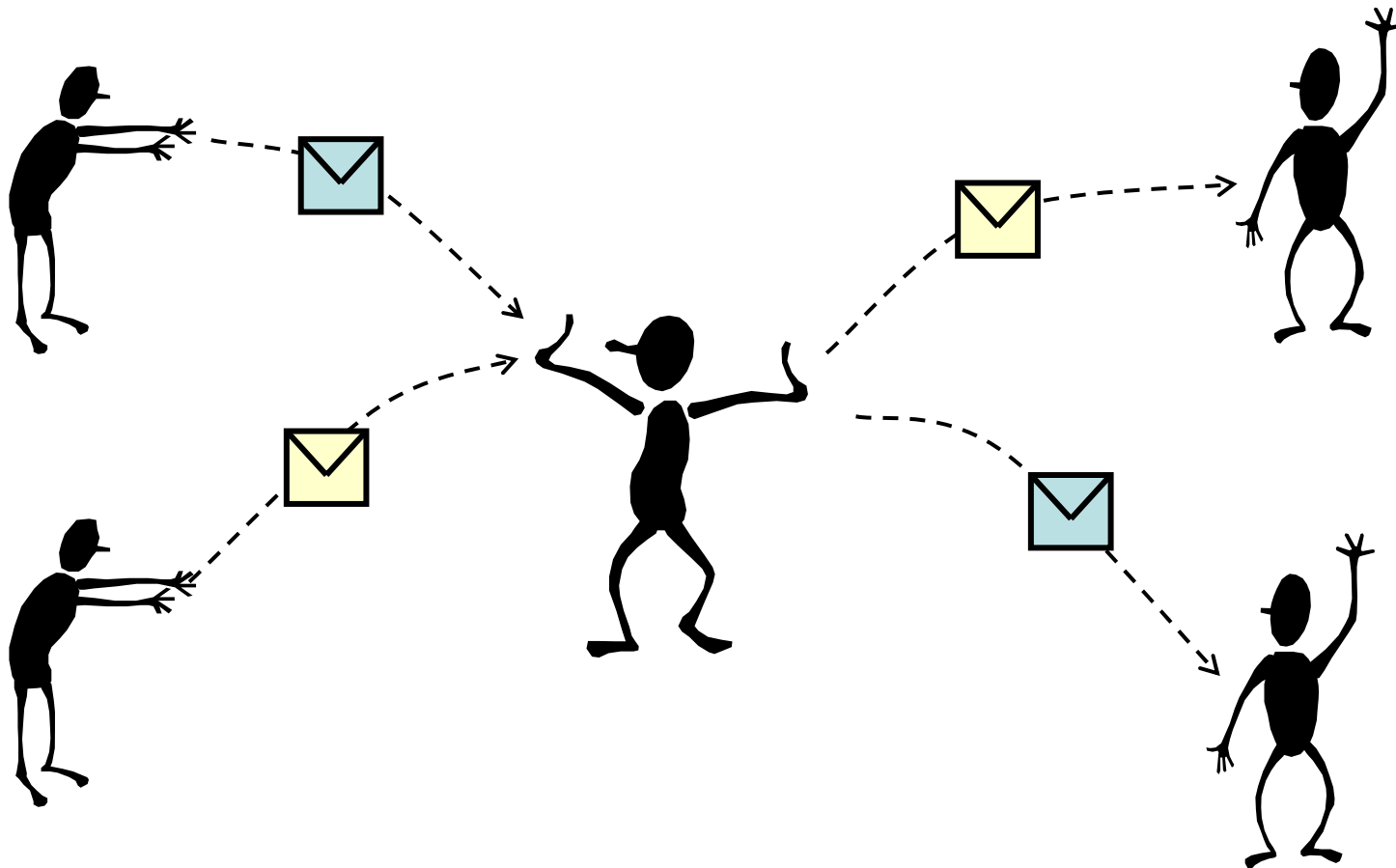


→ mehr dazu
in Kapitel 3



Vermittlung (Switching)

- Funktion von Nachrichtenvermittlern/Zwischenknoten

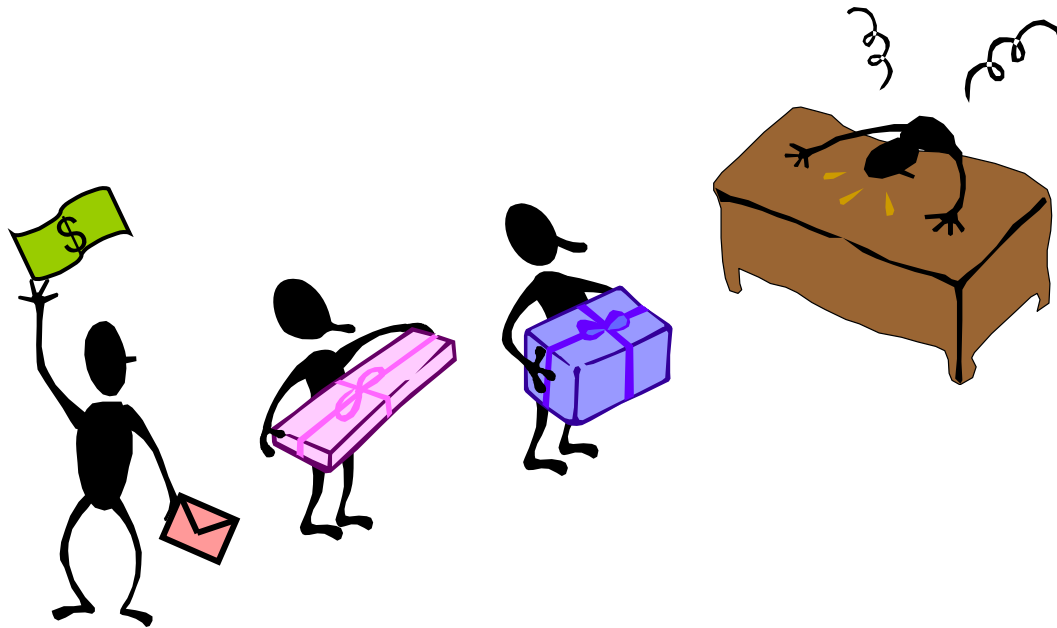


→ mehr dazu
in Kapitel 4



Scheduling

- Bestimmung der Abarbeitungsreihenfolge für verschiedene Aufgaben



→ mehr dazu
in Kapitel 7



Namen und Adressen

- Bestimmung des Empfängers und ggf. auch des Absenders



Müller



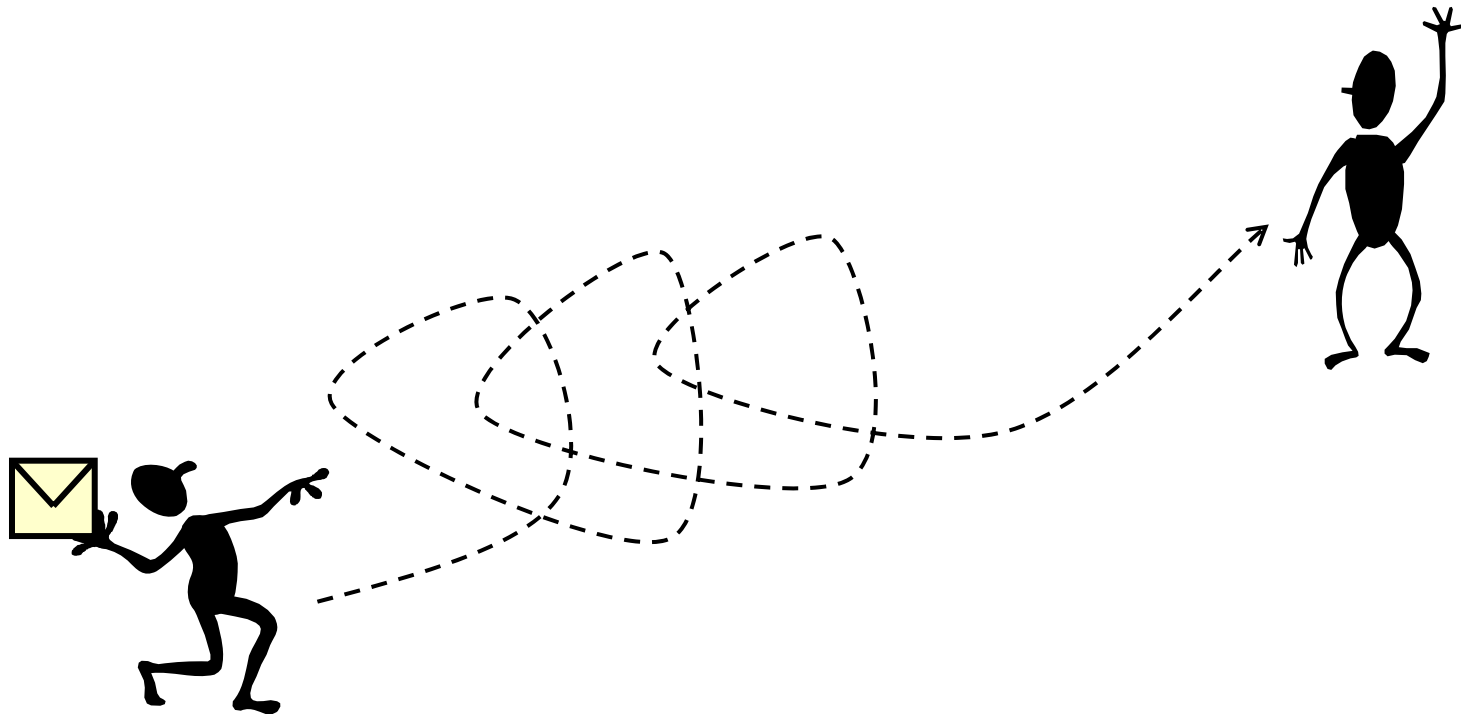
Mayer

→ mehr dazu
in Kapitel 4



Wegewahl (Routing)

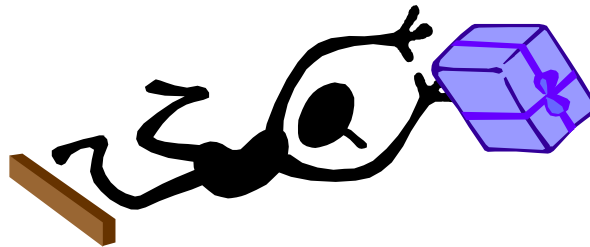
- Auffinden des günstigsten Pfades zum Empfänger



→ mehr dazu
in Kapitel 4,5



- Erkennen und Behebung von Übertragungsfehlern

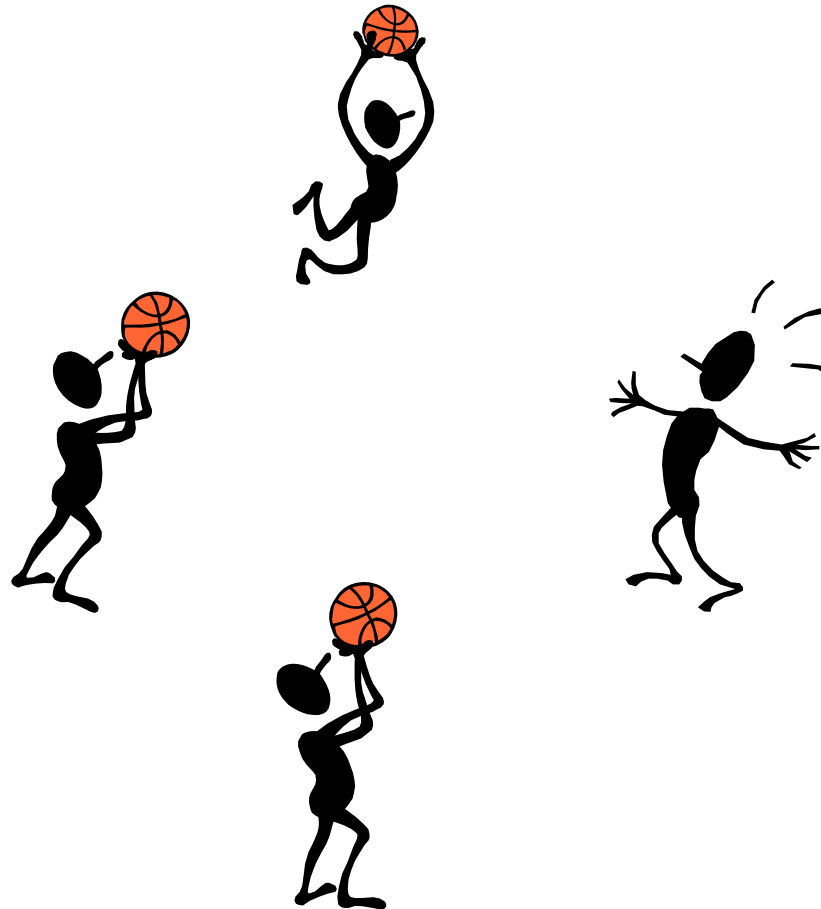


→ mehr dazu
in Kapitel 3,6



Flusskontrolle

- Anpassung der Übertragungsgeschwindigkeit an die Empfangsfähigkeiten des Empfängers



→ mehr dazu
in Kapitel 6,7



2.3. Charakterisierung von Kommunikationsvorgängen

- Ein Kommunikationsvorgang kann aufgrund folgender Kriterien charakterisiert werden:
 - (1) Beteiligten Kommunikationspartner (KP)
 - (2) Übertragungsverfahren/Schnittstellen
 - (3) Nutzungsrichtung
 - (4) Auslieferungsdisziplin
 - (5) Qualität



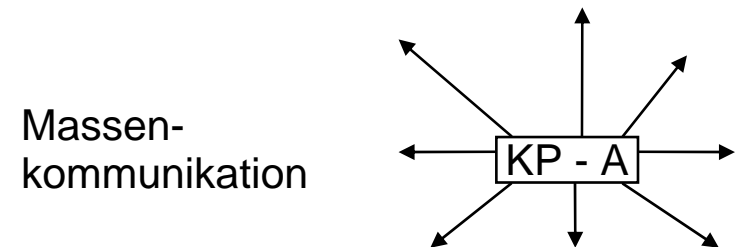
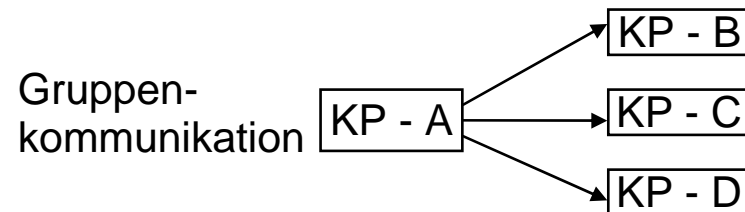
(1) Beteiligte Kommunikationspartner (KP)

□ Akteure

- Mensch-Mensch
- Mensch-Maschine
- Maschine-Maschine

□ Menge der Kommunikationspartner

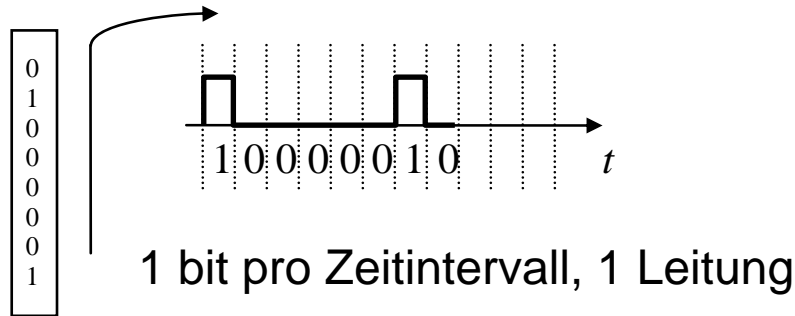
- Dialog (*Unicast*): Zwei Partner tauschen über eine Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsstrecke Daten aus.
- Gruppenruf (*Multicast*): Ein Kommunikationspartner spricht gleichzeitig mehrere empfangende Kommunikationspartner an.
- Rundruf (*Broadcast*): Es werden von einem Kommunikationspartner sehr viele (in der Regel unbekannte) Empfänger angesprochen, potentiell alle (Rundfunk).
- *Anycast*: Ein beliebiger Kommunikationspartner einer Gruppe wird angesprochen.
- *Concast*: viele Kommunikationsknoten senden an einen Einzelnen.



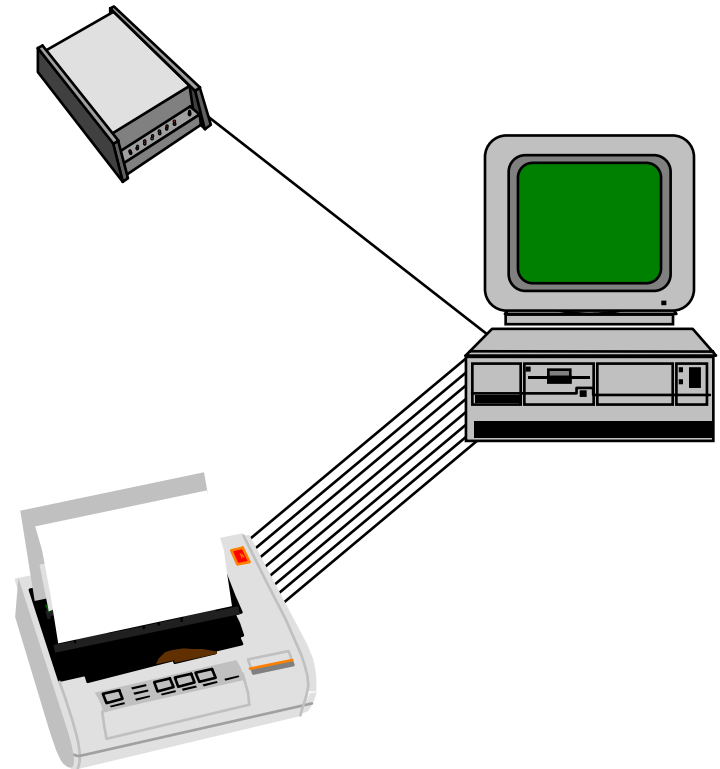
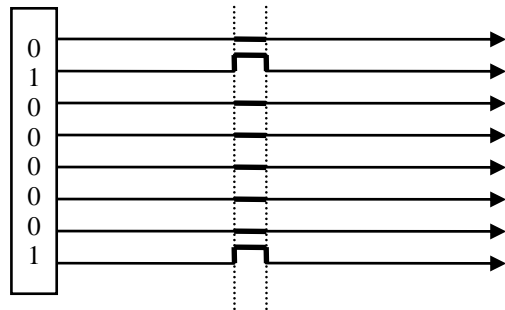


(2) Übertragungsverfahren/Schnittstellen

- Serielle Übertragung



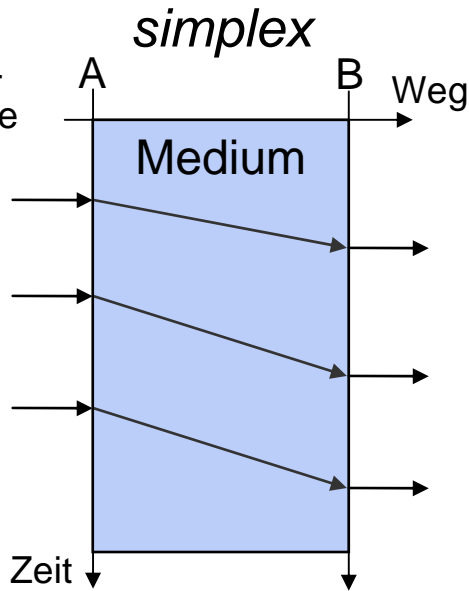
- Parallele Übertragung



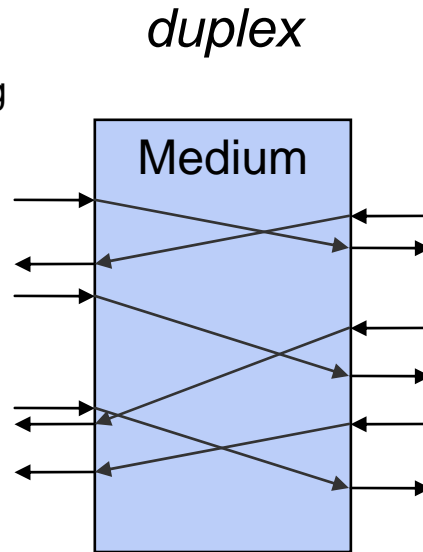


(3) Verbindungseigenschaften: Nutzungsrichtung

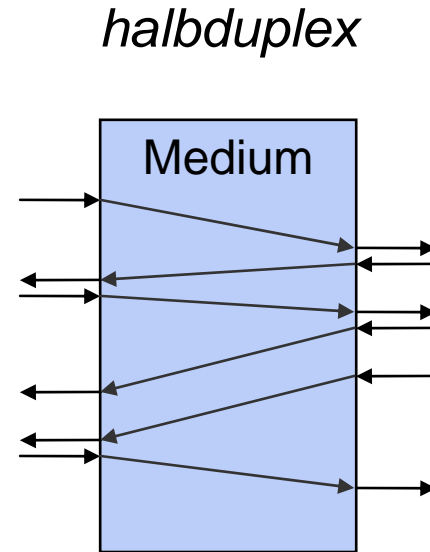
Weg-Zeit-Diagramme



- Feuermelder
- Sensoren
- Pager



- Telefon

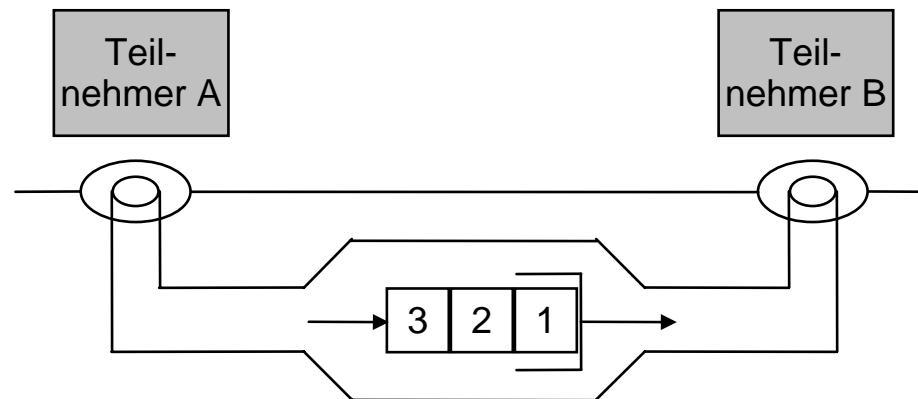


- Wechselsprechen
- Datenkommunikation mit geteilten Medien



(4) Auslieferungsdisziplin

- Die Auslieferungsdisziplin beschreibt die Reihenfolge der beim Empfänger ankommenden Daten in Bezug auf die Reihenfolge, wie sie abgeschickt wurden:
 - treu zur Einlieferungsreihenfolge (FIFO)
 - FIFO + priorisiert
 - keine Reihenfolgentreue garantiert



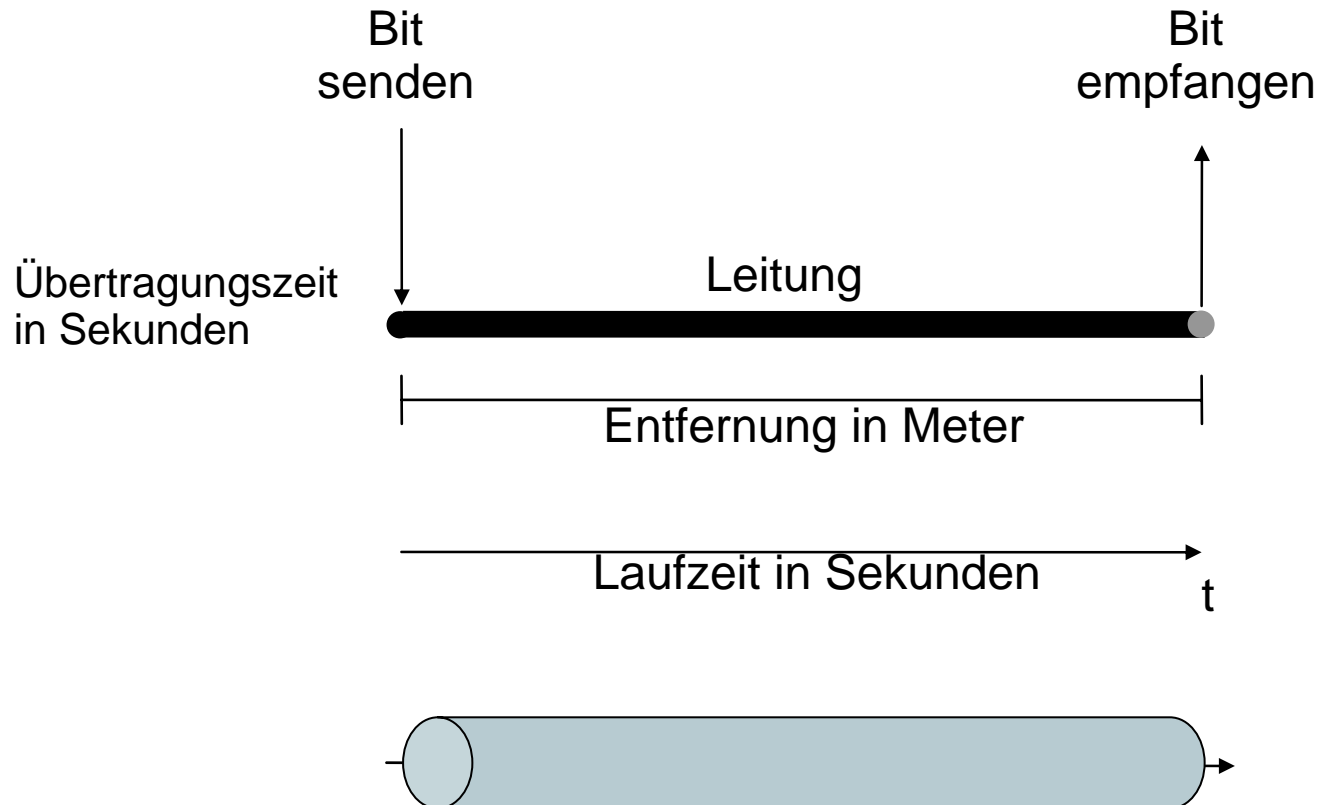


(5) Qualität

- Bezüglich Qualität sind folgende Eigenschaften von Kommunikationsdiensten zu betrachten:
 - Technische Leistung
 - Antwortzeit, Durchsatz, Sende-/Empfangsrate, ...
 - Kosten
 - Investitionskosten, Betriebskosten, ...
 - Zuverlässigkeit
 - Fehlertoleranz, Ausfallsicherheit, Störunanfälligkeit, Verfügbarkeit, ...
 - Schutz
 - Abhörsicherheit, Manipulationssicherheit, Authentifizierung, Autorisierung, Maßnahmen gegen Dienstverweigerung, ...



2.4. Technischer Hintergrund - Technische Leistung



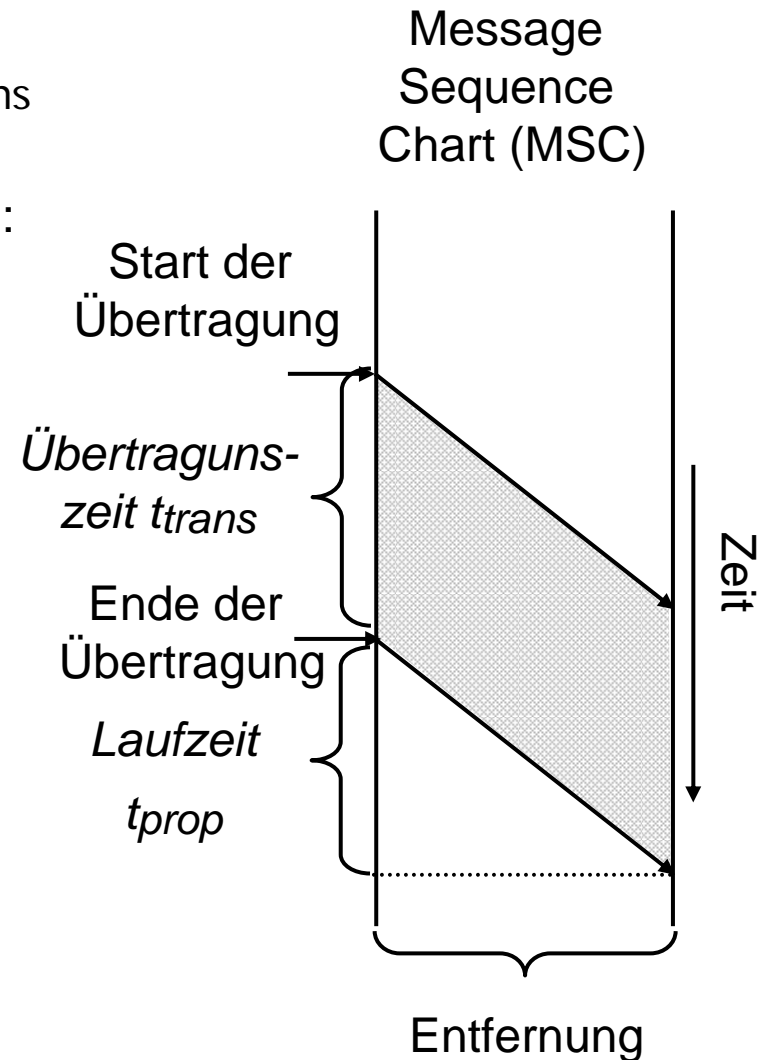
Durchsatz (auch: Bandbreite)
= Anzahl der pro Sekunde übertragenen Bits
[Einheit bit/s]

Bandbreiten-Verzögerungs-Produkt
= Speicherkapazität einer Leitung



Signalausbreitung im Medium, Datenspeicherung

- Senden einer Nachricht benötigt
Übertragungszeit (transmission delay) t_{trans}
 - Übertragungszeit abhängig von Datenrate r and Länge der Nachricht N :
 $t_{trans} = N / r$
- Signale erreichen nach Laufzeit (propagation delay) t_{prop} ihr Ziel
 - Abhängig von Entfernung und Ausbreitungsgeschwindigkeit im Übertragungsmedium
- Über die Laufzeit t_{prop} werden $r \cdot t_{prop}$ bit generiert
 - Gespeichert im Medium
- Gesamtverzögerung:
 $t = t_{trans} + t_{prop} (+ t_{proc} + t_{queue})$
 - t_{proc} : Verarbeitungszeit (processing delay)
 - t_{queue} : Wartezeit (queuing delay)

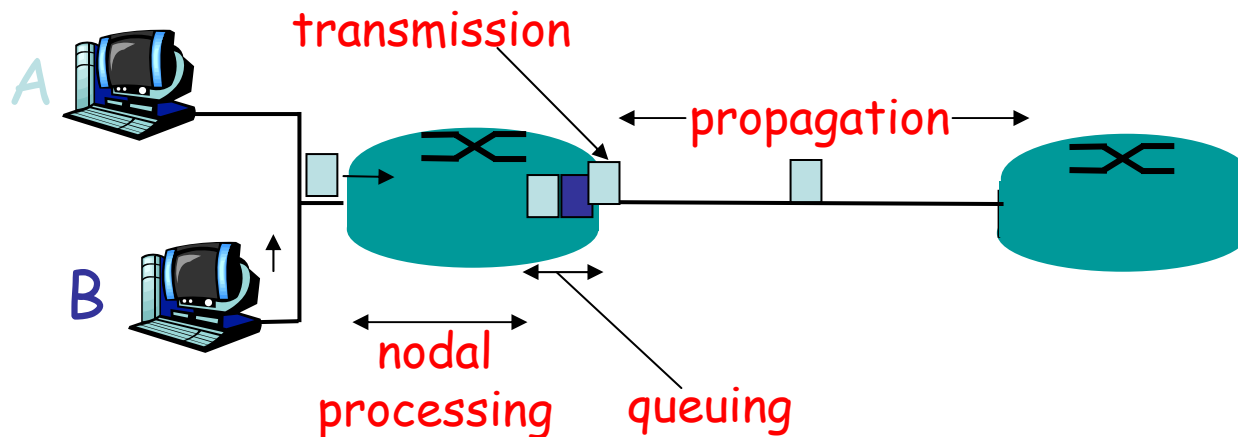




Verzögerungen in paketvermittelten Netzen

Vier unterschiedliche Verzögerungen an jedem Knoten

- 1) Verarbeitungszeit (processing delay)
- 2) Wartezeit (queuing delay)
- 3) Übertragungszeit (transmission delay)
- 4) Laufzeit (propagation delay)

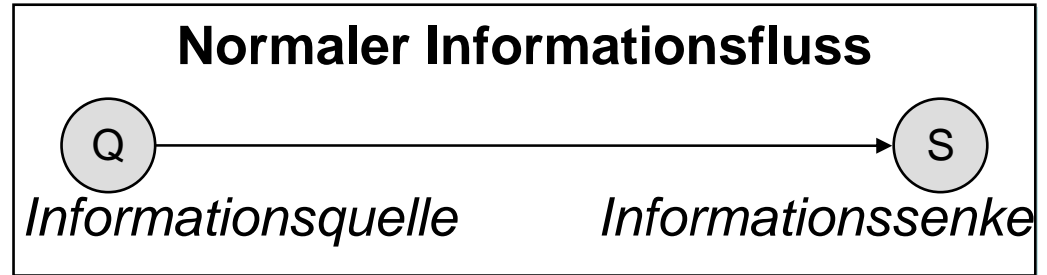




Sicherheitsgefahren und Schutzmaßnahmen

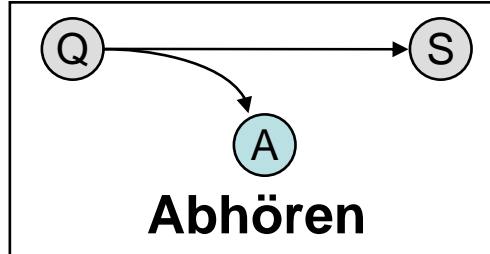
□ Schutzmaßnahmen

- Verschlüsselung (kryptographische Codes)
- Schaffung vertrauenswürdiger Systeme (Authentisierung, Autorisierung)

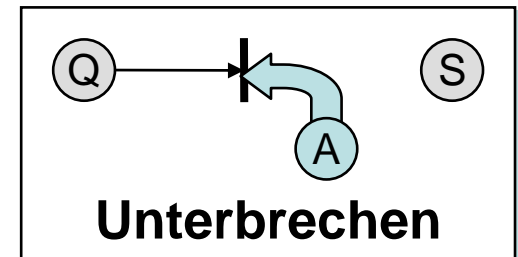
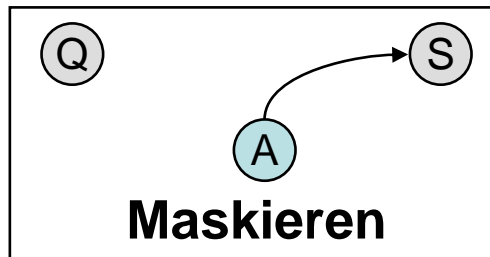
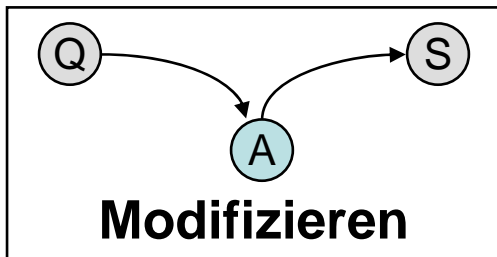


□ Angriffe

Passiv:



Aktiv:





2.5. Kommunikationsarchitekturen

- Zur Realisierung von Kommunikationsvorgängen wird eine Kommunikationsarchitektur benötigt für:
 - physikalische Konnektivität
Verbindung über Kupferkabel, Lichtwellenleiter, Luftschnittstelle, ...
 - Kommunikationsfunktionalität
 - Steuerung des Ablaufs
 - Adressierung der Kommunikationspartner
 - Garantie einer geforderten Qualität
 - Anpassung unterschiedlicher Formate
 - ...
 - Schnittstelle zu den Anwendungen

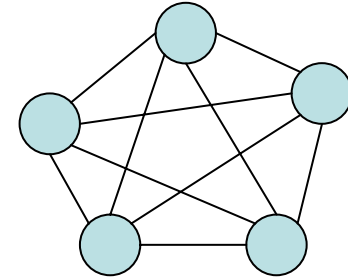
- Aufgrund der *unterschiedlichen Aufgaben*:
 - Kommunikationsarchitektur mit geschichtetem Aufbau üblich
 - eine Schicht nutzt die Funktionalität der darunter liegenden Schicht, um ihre eigenen Funktionen zu realisieren



2.5.1. Netztopologien

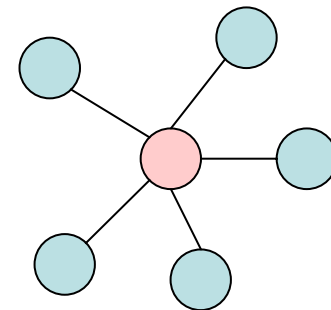
□ vermaschtes Netz

- voll vermascht:
 - N Knoten
 - $N(N-1)/2$ Kanten/Verbindungen
 - stets direkte Verbindung zwischen zwei Knoten, zusätzlich $N-2$ alternative Pfade mit 2 Hops
 - unwirtschaftlich für große N



□ Sternnetz

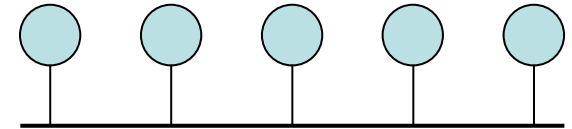
- Kanten mit unterschiedlichen Rollen:
 - Zentraler Vermittlungsknoten
 - Endknoten
- Grundkonzept eines hierarchischen Netzes
- N Endknoten \rightarrow N Kanten/Verbindungen
- 2 Hops zwischen zwei beliebigen Endknoten
- keine alternativen Pfade
- wirtschaftlich für große N





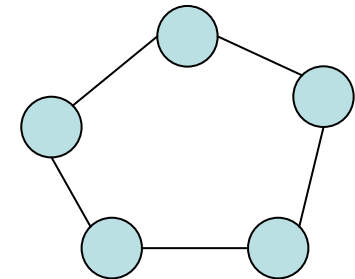
□ Busnetz

- gemeinsamer Bus als Broadcast-Medium
- passive Kopplung der Knoten an den Bus
- Vielfachfachzugriffssteuerung notwendig



□ Ringnetz

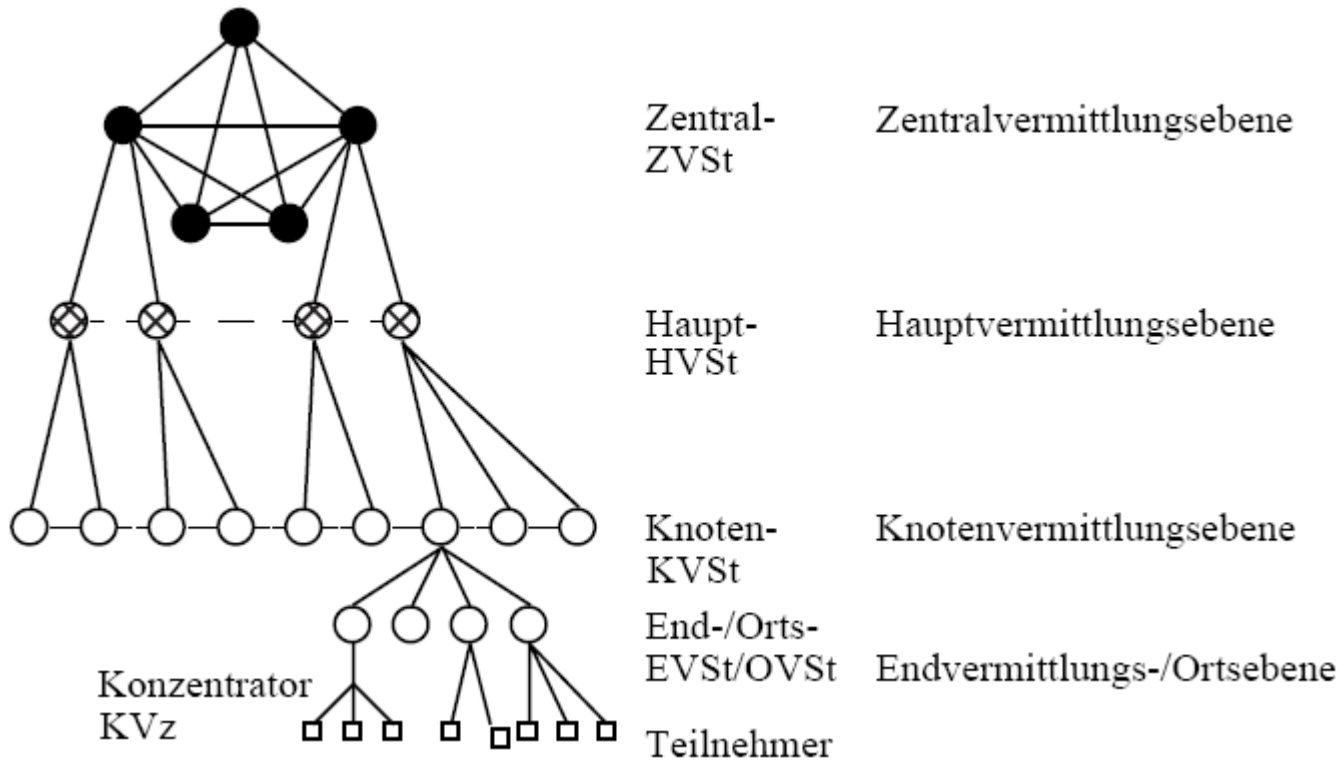
- gemeinsamer Ringbus
- aktive Kopplung der Knoten an den Bus
- Kanten/Verbindungen unidirektional (simplex) oder bidirektional (duplex)
- bidirektionale Verbindungen
⇒ zwei unabhängige Pfade zwischen zwei Knoten
- Vielfachzugriffsteuerung durch reservierte Zeitschlitze (TDM) oder Token





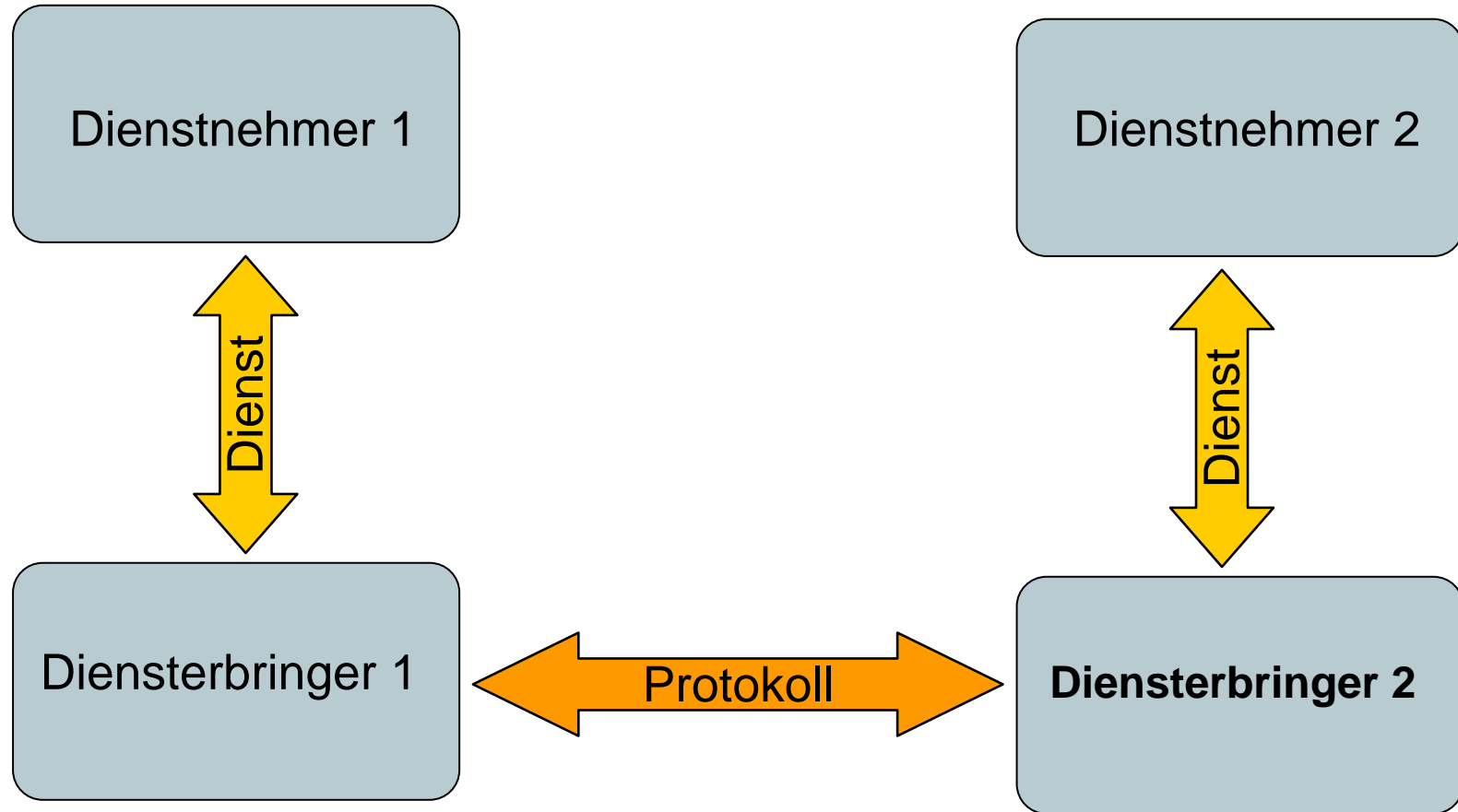
Hierarchische Netztopologien

- Beispiel: klassisches Telefonnetz



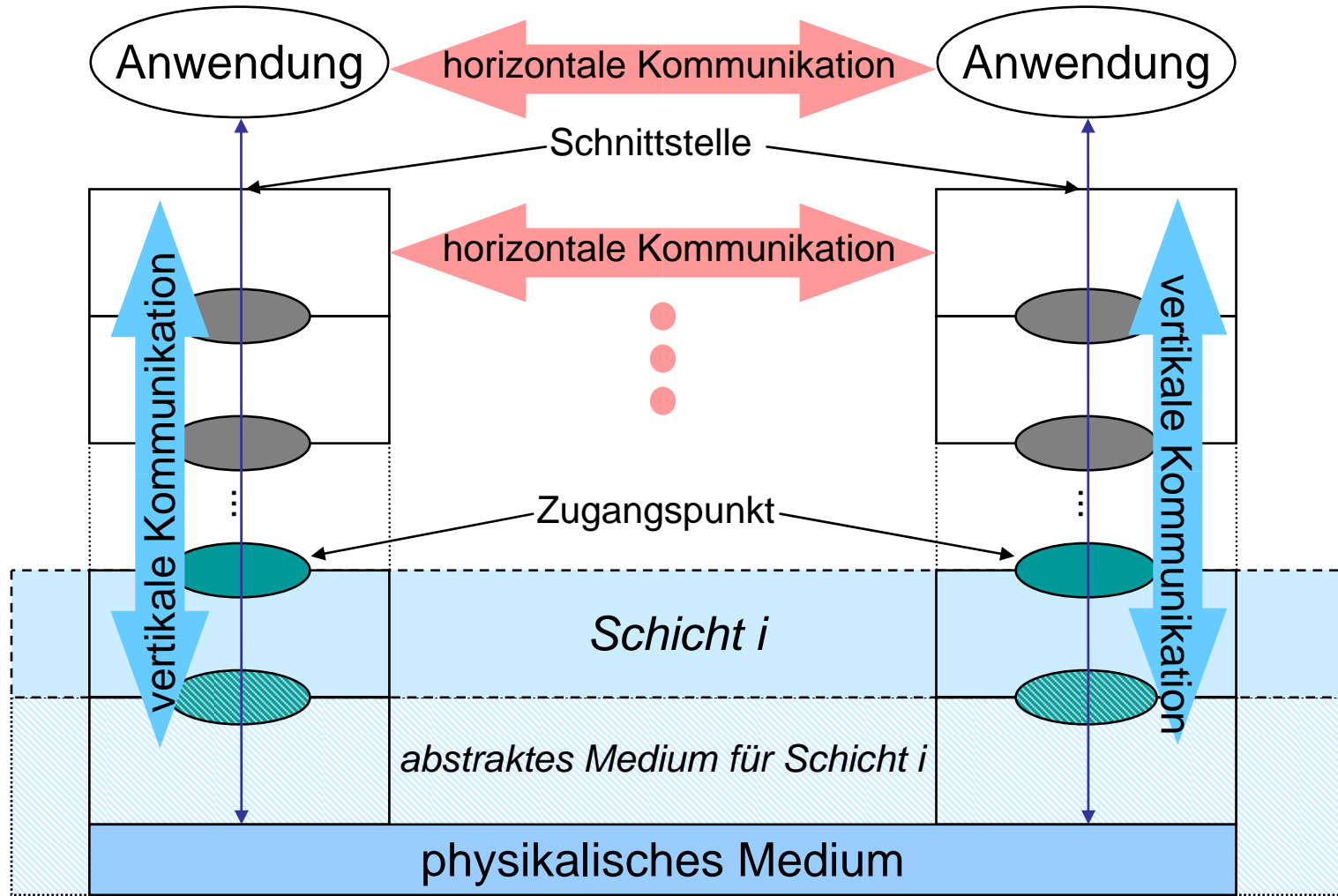


2.5.2. Dienst und Protokoll - Übersicht





Geschichtetes Kommunikationssystem





- Partner einer Schicht
 - benutzen einen Dienst (außer unterste Schicht)
 - bieten einen Dienst (außer oberste Schicht)
 - brauchen nichts zu sehen / kennen außer direkt unterliegendem Dienst (Konzept der „virtuellen Maschine“)
 - „unterhalten sich“ gemäß Regeln (Protokollen)
 - z.B. „Telefon“-Schicht: wählen/klingeln/besetzt
 - Bei Menschen viel kontextsensitiv / implizit:
 - z.B. „Melden am Telefon“
 - Übersetzer:
„Übersetz-Modus“, „Rückfragen-Modus“, „Selbst-Vorstellen“, „Chef-Vorstellen“, ...
- Kommunikationsarchitekturen basieren auf
 - „Dienst“ = (Kommunikations-) Dienst [(Communication) Service]
 - „Regeln“ = (Kommunikations-) Protokoll [(Communication) Protocol]

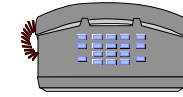


Beispiel Telefon – Dienstnehmersicht (1)



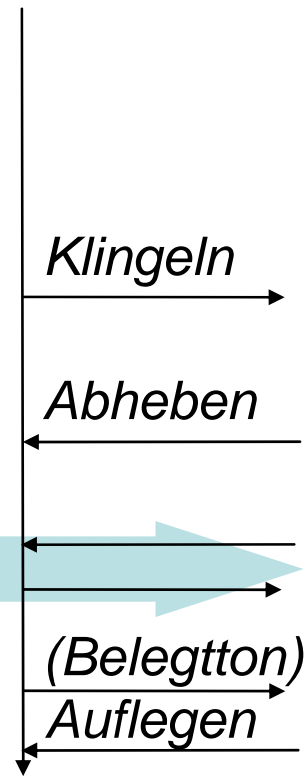
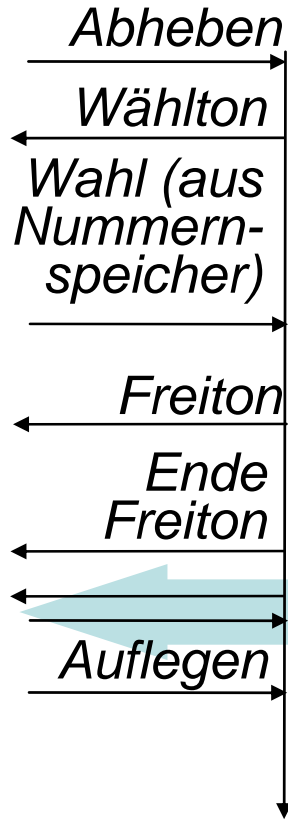
Teilnehmer A

Telefondienst

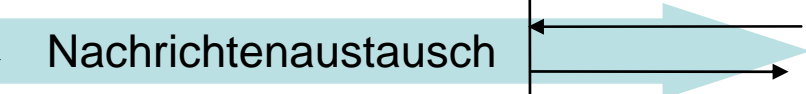


Teilnehmer B

Schnittstellen-
ereignisse

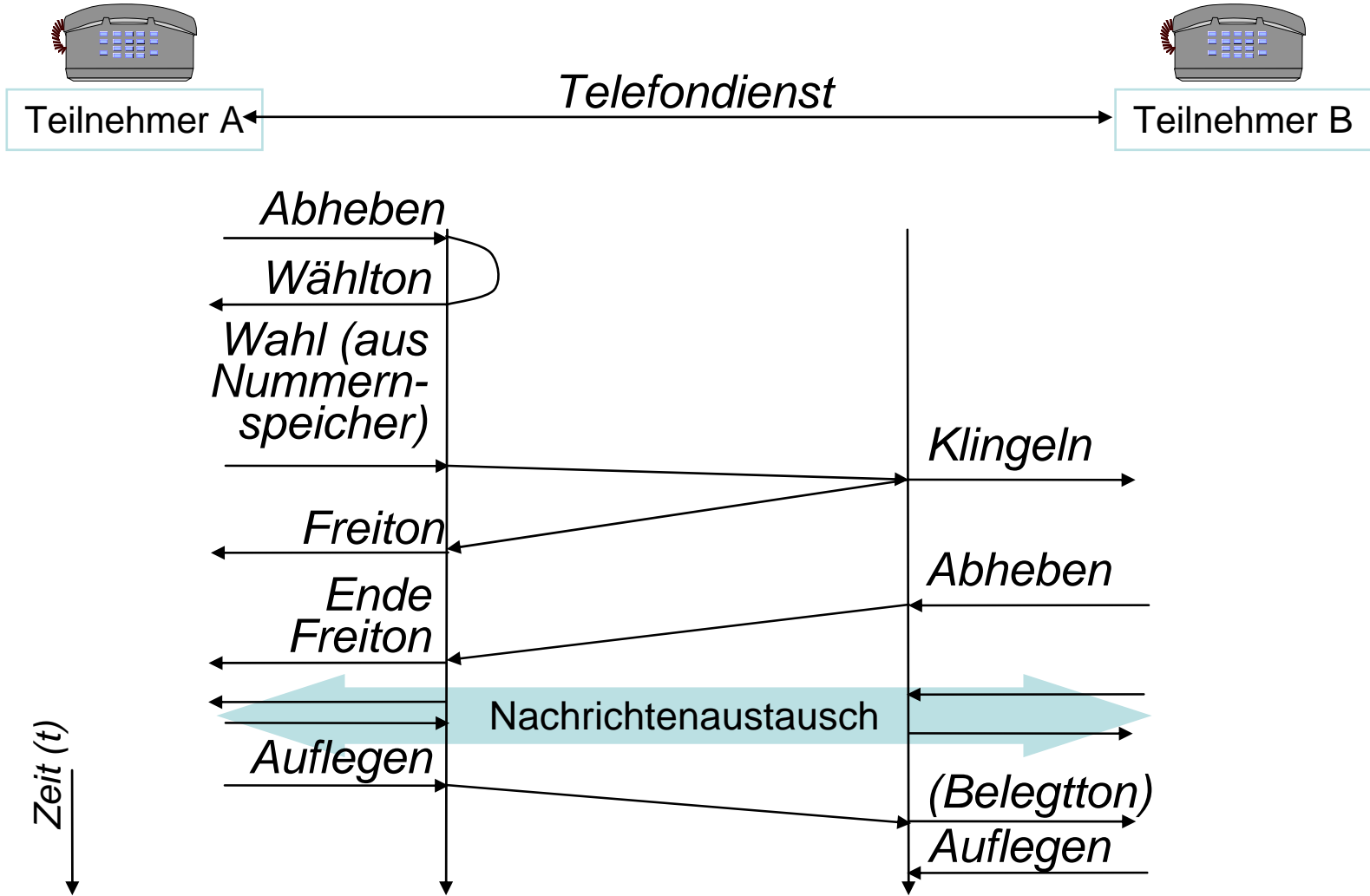


Zeit (t)





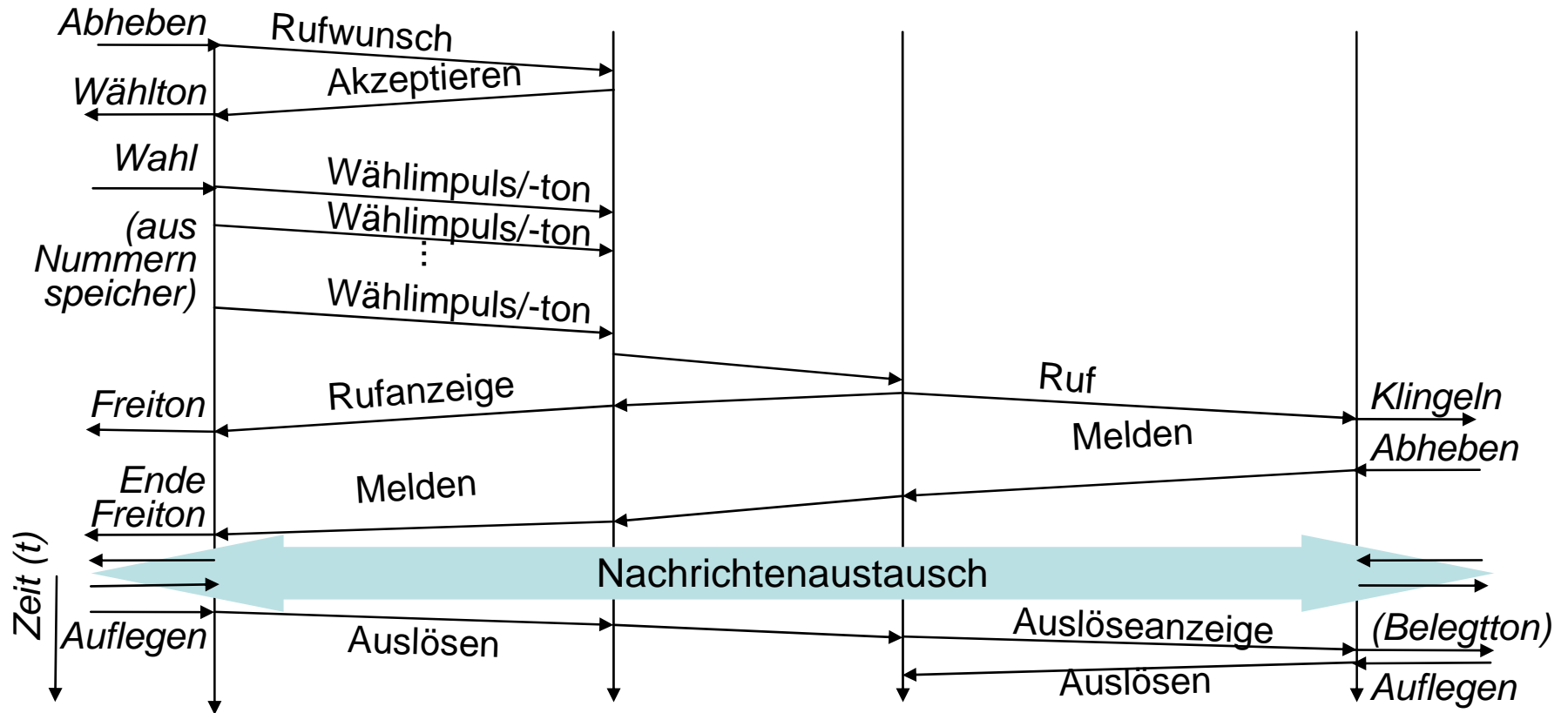
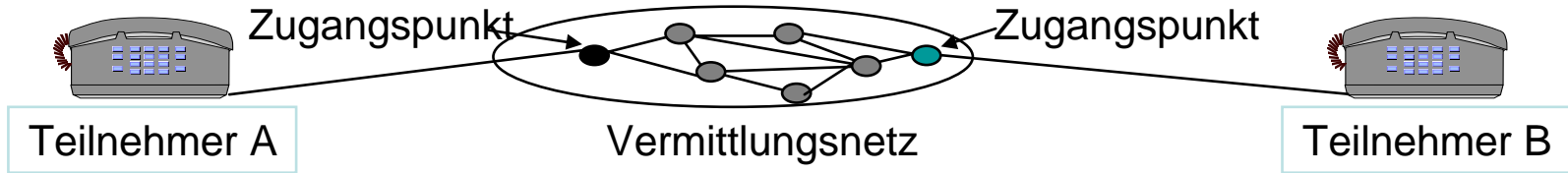
Beispiel Telefon – Dienstnehmersicht (2)





Beispiel Telefon - Dienst und Protokoll

- Signalisierungsprotokoll im alten analogen Fernsprechnet:





Begriffswelt „Dienst“

- ❑ Funktionalität einer Schicht wird als Menge von **Diensten** zur Verfügung gestellt.
- ❑ Die Dienste einer Schicht werden durch den Datenaustausch zwischen (Partner-) **Instanzen** erbracht. Dieser Datenaustausch erfolgt gemäß festgelegten Regeln und Formaten, die man **Protokoll** nennt.
- ❑ Ein Dienst wird an der **Dienstschnittstelle** einem Dienstbenutzer von einem Diensterbringer angeboten.
- ❑ Die **Dienstdefinition** spezifiziert verfügbare Dienste und Regeln für ihre Benutzung (in der darüber liegenden Schicht).
- ❑ Ein **Dienstprimitiv** (Schnittstellenereignis) dient zur Anforderung oder Anzeige eines Dienstes beim Dienstbenutzer, Grundtypen sind:
 - Anforderung (Req , Request)
 - Anzeige (Ind , Indication)
 - Antwort (Rsp , Response)
 - Bestätigung (Cnf , Confirmation)



□ (N) - Dienst / (N) - Service

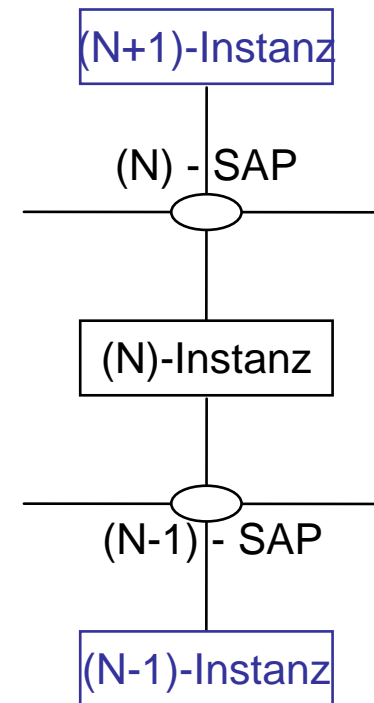
- Menge von Funktionen, welche die (N)-Schicht den (N+1)-Instanzen an der Schnittstelle zwischen der (N)- und (N+1)-Schicht anbietet (vertikale Kommunikation).
- Die (N)-Instanzen erbringen die Dienste der (N)-Schicht mit Hilfe von Nachrichtenaustausch (horizontale Kommunikation). Dazu verwenden sie die Dienste der (N-1)-Schicht.
- Wie die Dienste der (N) - Schicht erbracht werden, bleibt der (N+1) - Schicht verborgen.



(N) - Dienstzugangspunkt / (N) - SAP

- ❑ Innerhalb eines geschichteten Kommunikationssystems kommunizieren (N+1)-Instanzen und (N)-Instanzen über einen **(N)-Dienstzugangspunkt** [(N)-SAP, (N)-Service Access Point] miteinander.
- ❑ Die (N)-Instanz bietet die von ihr erbrachten (N)-Dienste der (N+1)-Instanz am (N)-SAP an.
- ❑ Die (N)-Instanz benutzt die Dienste, die ihr am (N-1)-SAP angeboten werden.

Beziehungen zwischen (N-1)-SAP, (N)-Instanz und (N)-SAP

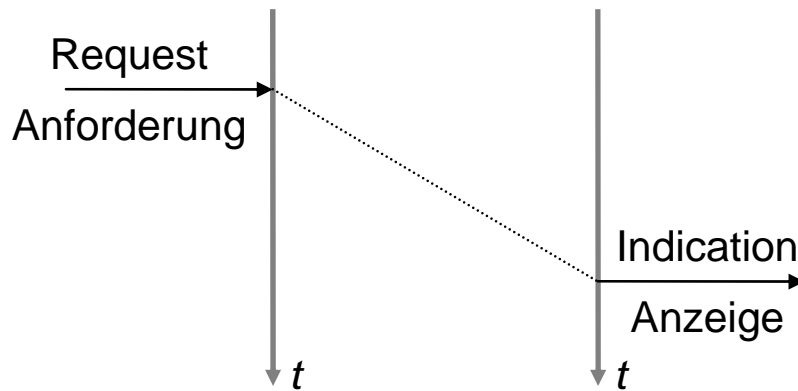




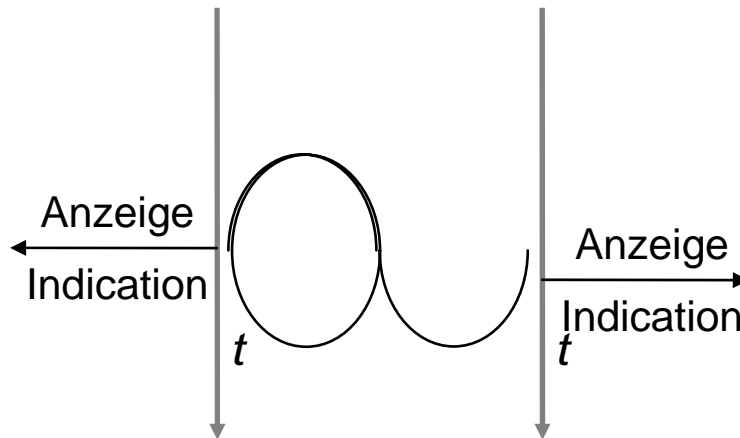
Diensttypen

□ Unbestätigter Dienst

- Beispiel: Briefübermittlung
- Vom Dienstnehmer initiiert:

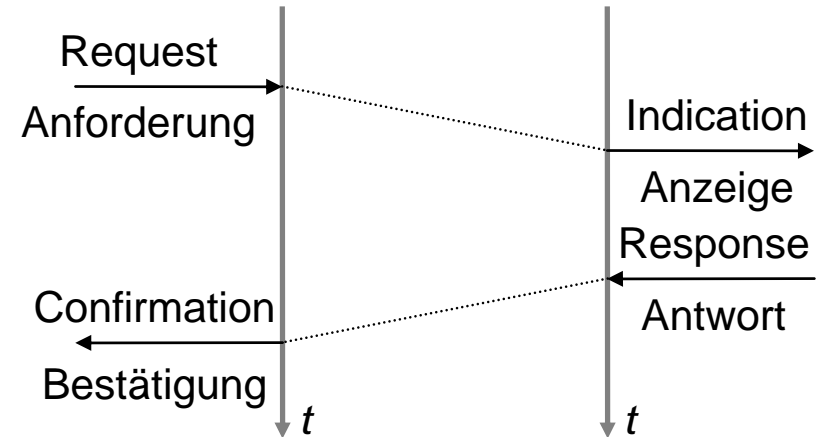


- Vom Dienstbringer initiiert:



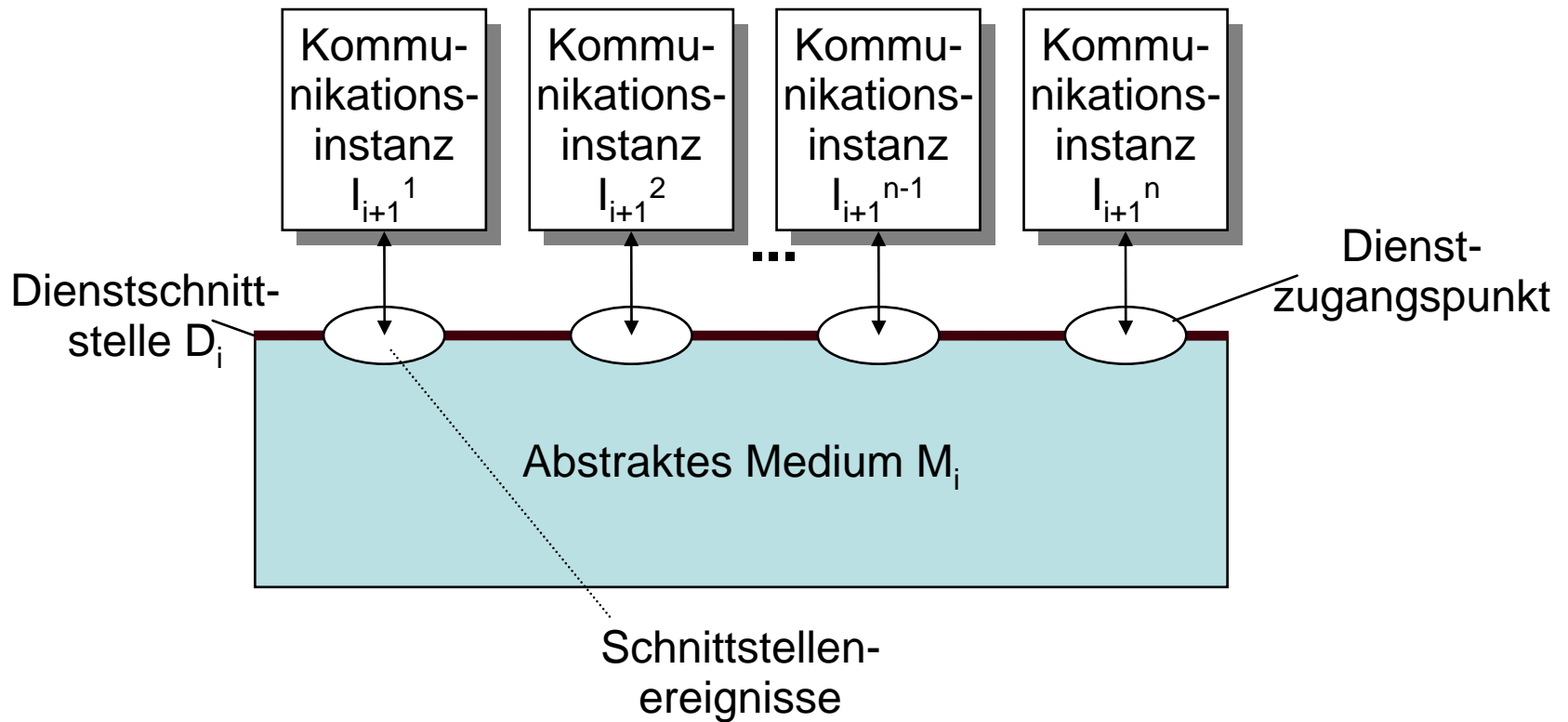
□ Bestätigter Dienst

- Beispiel: Buchung



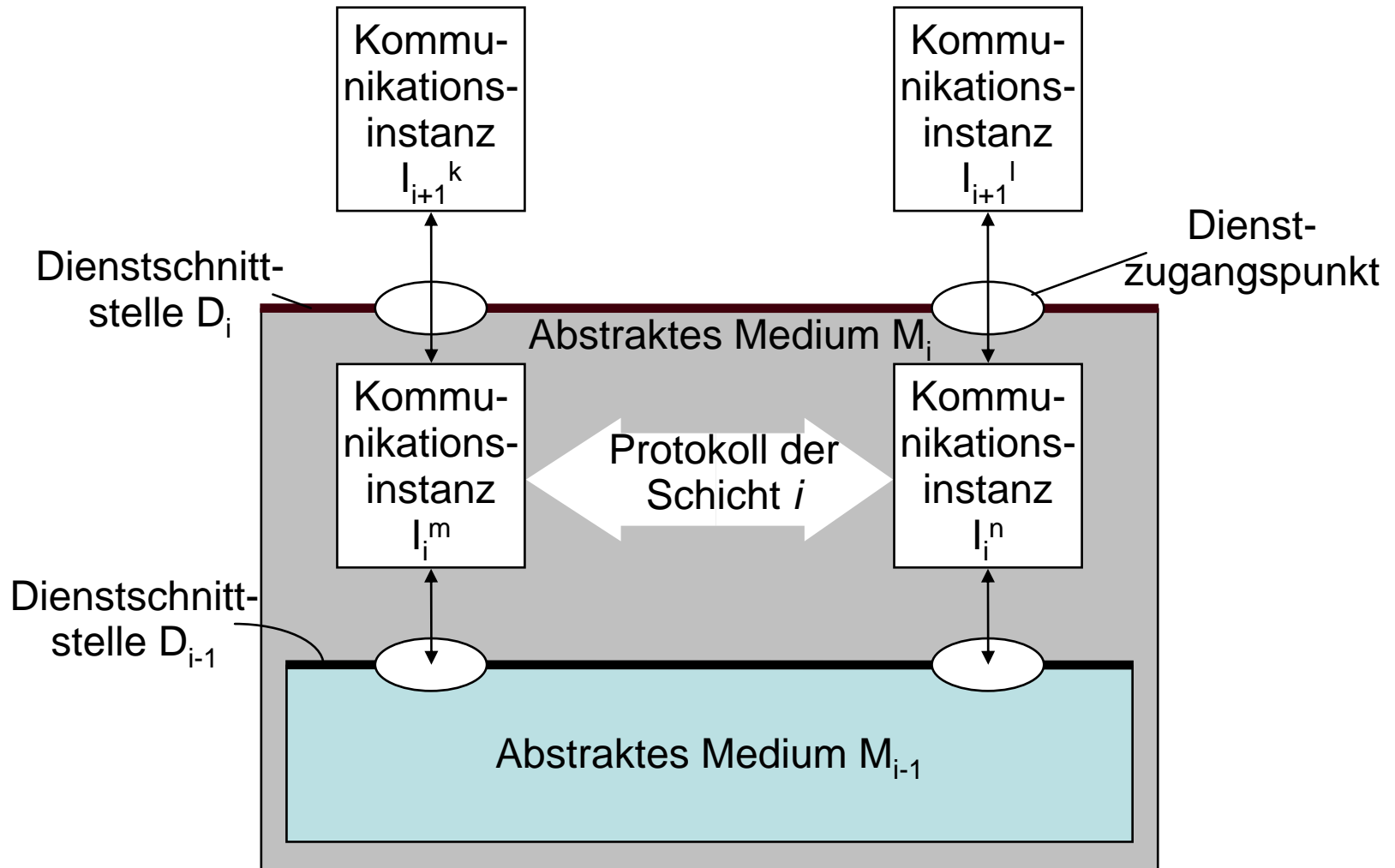


Der Dienstbegriff





Diensterbringung: Protokollablauf

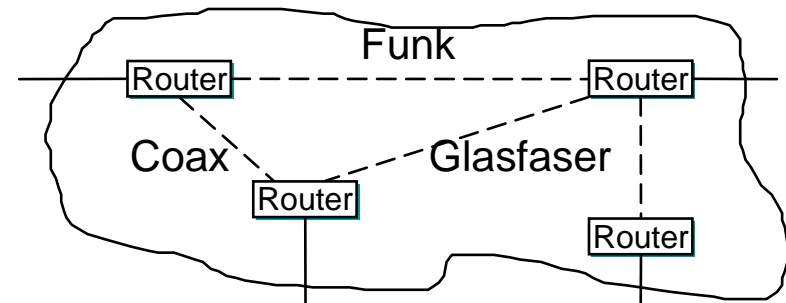




Abstraktes Medium im Beispiel

Proprietäre Systeme:
 - [Deep Space Network](#) (Erde-Mars)
 - [9600bps Funkmodem](#) (Pathfinder-Sojourner)

WWW-Server
HTTP
TCP
IP
LLC
MAC
PHY



Gateway

Firewall

Abstraktes Medium für die IP-Instanzen

Notebook

WWW-Browser
HTTP
TCP
IP
LLC
MAC (WLAN)
PHY (Code...)

Bridge	
LLC	
MAC (WLAN)	MAC (Ethernet)
PHY (Code...)	PHY

Router	
IP	
LLC	LLC
MAC (Ethernet)	MAC (FDDI)
PHY	PHY

Glasfaser

Funk

UTP5 - Twisted Pair



❑ Verbindungsorientierte Dienste

- Vor dem Datenaustausch zwischen Dienstnehmern auf Schicht n wird eine Verbindung durch die beteiligten Instanzen der Schicht $n-1$ aufgebaut
 - Anforderung erfolgt mithilfe entsprechender Dienstprimitive der Schicht $n-1$
- Protokollabhängige Aushandlung von Übertragungsparametern
 - z.B. Teilnehmer (immer), Dienstqualität, Übertragungsweg
- Datenaustausch innerhalb dieser Verbindung erfolgt unter Berücksichtigung des aktuellen Verbindungszustandes
 - ⇒ Der Kontext einer jeden Datenübertragung wird somit berücksichtigt.

❑ Verbindungslose Dienste

- Jeder Datenaustausch wird gesondert betrachtet, ohne Betrachtung vorhergegangener Kommunikationsvorgänge (gedächtnislos)
 - ⇒ Der Kontext einer Datenübertragung wird somit nicht berücksichtigt.



Verbindungsorientierte Dienste

3-Phasen-Prinzip

1. Verbindungsaufbau

Kontexterzeugung

- Endsysteme
- Netz

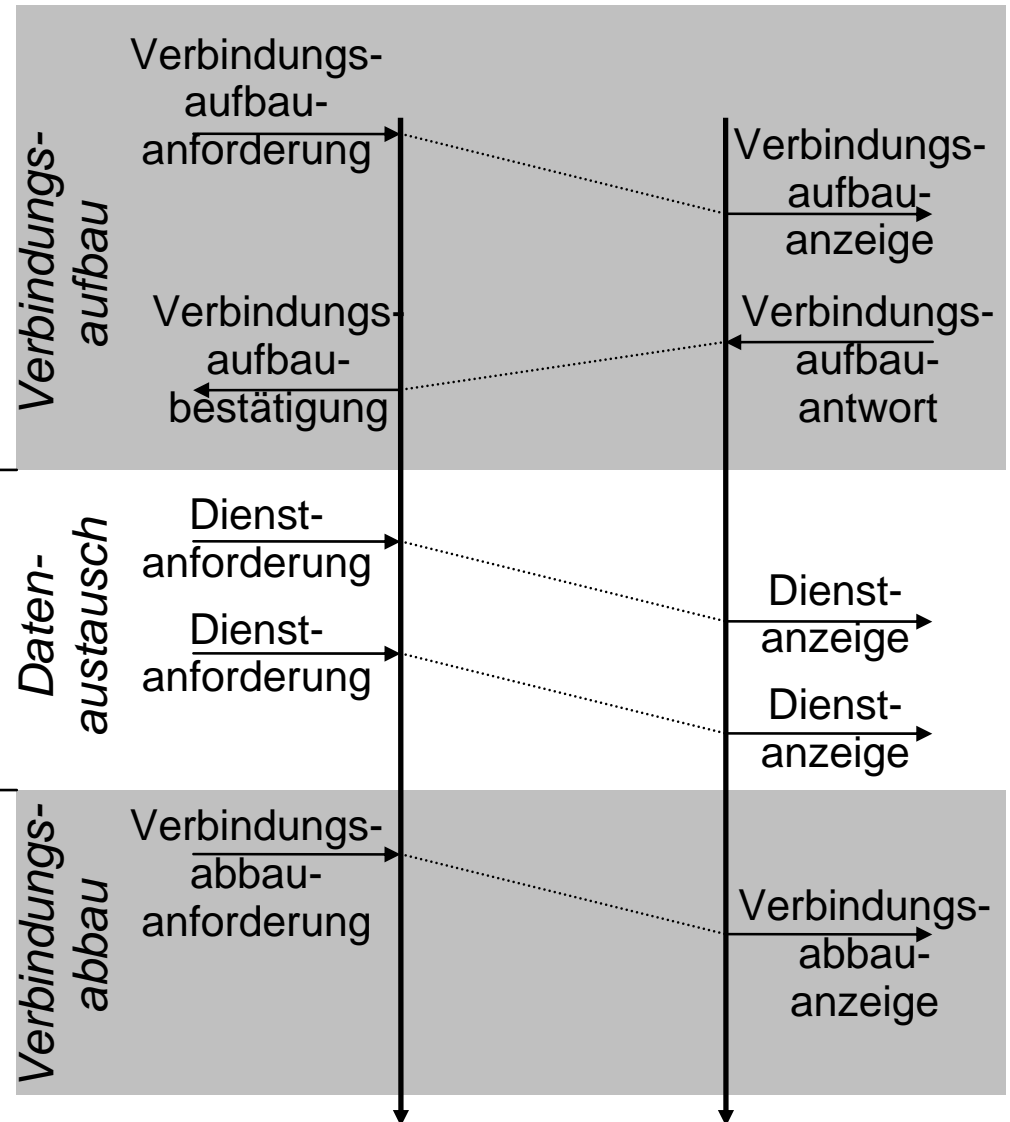
2. Datenaustausch (hier: simplex)

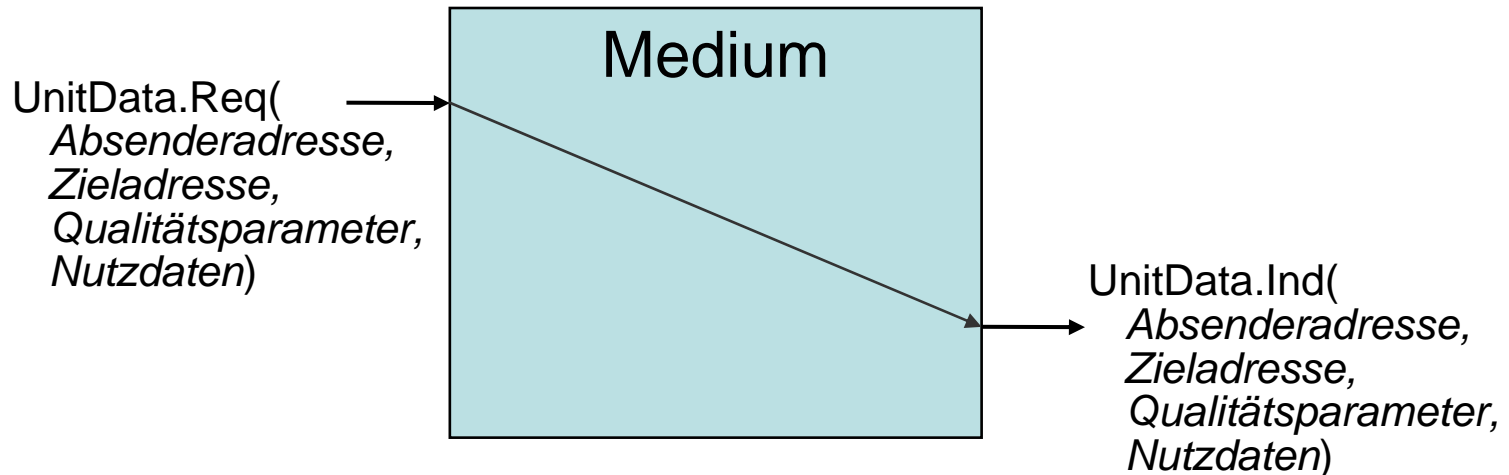
weniger laufende Kontext-
informationen erforderlich

3. Verbindungsabbau

Kontextfreigabe

Ressourcenfreigabe





- ❑ Vom Datagramm-Dienst wird *kein Zusammenhang* zwischen verschiedenen Übertragungsleistungen unterstützt.
- ❑ Der Datagramm-Dienst unterstützt *keine Auslieferungsdisziplin*, z.B. keine Garantie für Reihenfolgetreue.
- ❑ Der Datagramm-Dienst realisiert eine *unbestätigte Dienstleistung* (keine Aushandlung zwischen Kommunikationspartnern).



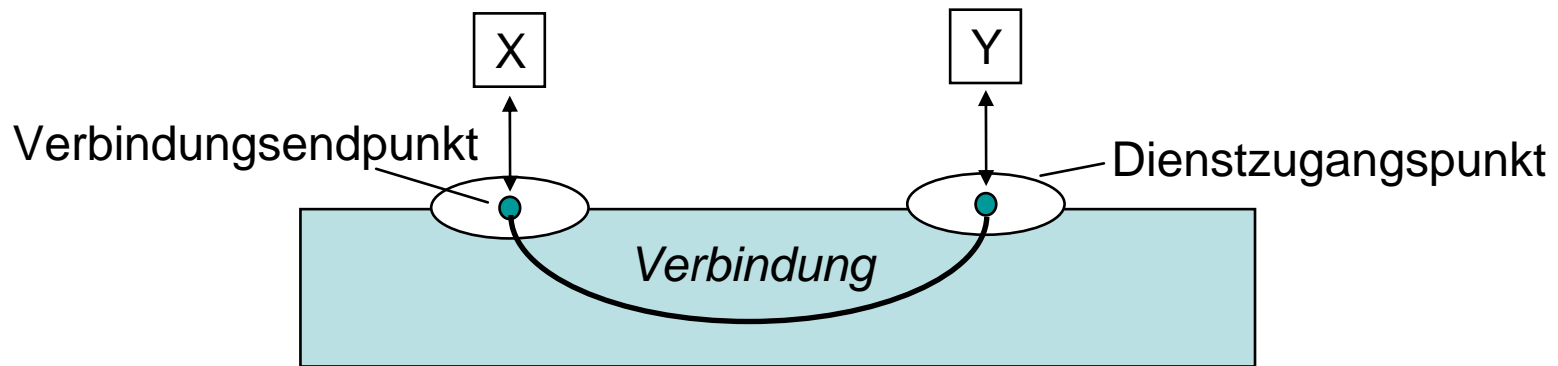
Dienstnehmer-Adressierung

□ Datagramm

- Anforderung: Mit Adresse des Beantworters
- Anzeige: Ggf. mit Adresse des Initiators

□ Verbindungen

- Kontext, etabliert durch Verbindungsaufbau, beinhaltet Adressierungsinformation
- Bei mehreren Verbindungen vom selben Dienstzugangspunkt: Verbindungsidentifikation





2.6. Das ISO/OSI-Basisreferenzmodell

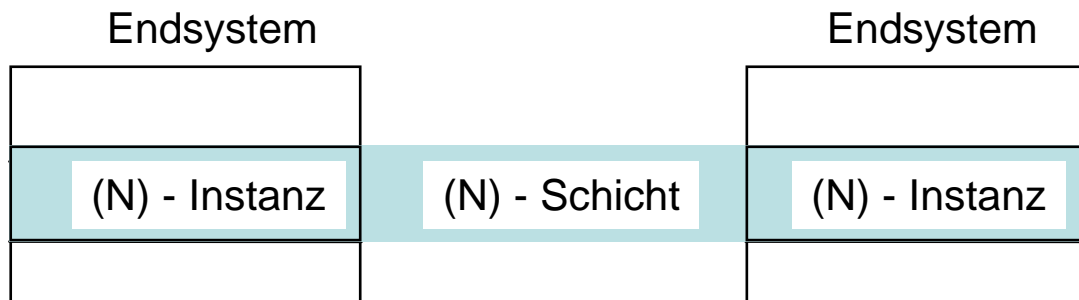
- Ziel:
 - Internationale Standardisierung ([ISO](#) = International Organization for Standardization) von Diensten und Protokollen zur Realisierung sogenannter “Offener Systeme” (OSI = Open System Interconnection)
 - Grundlage zur Kommunikation von Systemen unterschiedlicher Hersteller
 - Wichtig: Das Basisreferenzmodell dient als Denkmodell, anhand dessen sich Kommunikationssysteme erklären und klassifizieren lassen.
 - Implementierung des Modells vor allem in öffentlichen Netzen in Europa (weitgehende Verdrängung durch Internet-Protokolle)

- Standard:
 - [ISO/IEC IS 7498](#): Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model, Internationaler Standard, 15. Oktober 1994.
 - Übernommen von der CCITT bzw. [ITU](#)-T in der Norm X.200



Prinzipien des ISO/OSI-Basisreferenzmodells

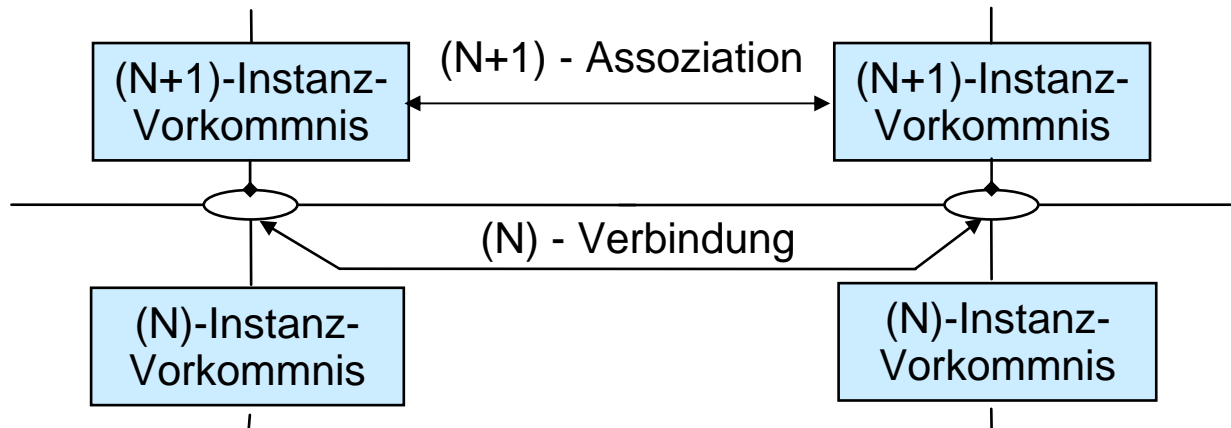
- ❑ OSI - Endsystem
 - Rechnersysteme, die sich bei der Kommunikation an OSI-Standards halten
- ❑ (N) - Schicht (Layer)
 - Sämtliche Einheiten einer (N) - Hierarchiestufe in allen Endsystemen
- ❑ (N) - Instanz (Entity)
 - Implementierung eines (N) - Dienstes in einem Endsystem.
 - Es kann verschiedene Typen von (N) - Instanzen geben ((N) - Instanz - Typen), z.B. IP im Router/Endsystem, oder die z.B. verschiedene Protokolle für eine Schicht implementieren. Eine Kopie einer (N) - Instanz wird Vorkommnis der (N) - Instanz genannt.
- ❑ Partnerinstanzen (Peer-Entities)
 - Instanzen einer Schicht.
 - Partnerinstanzen erfüllen Funktionen eines Dienstes durch Datenaustausch.





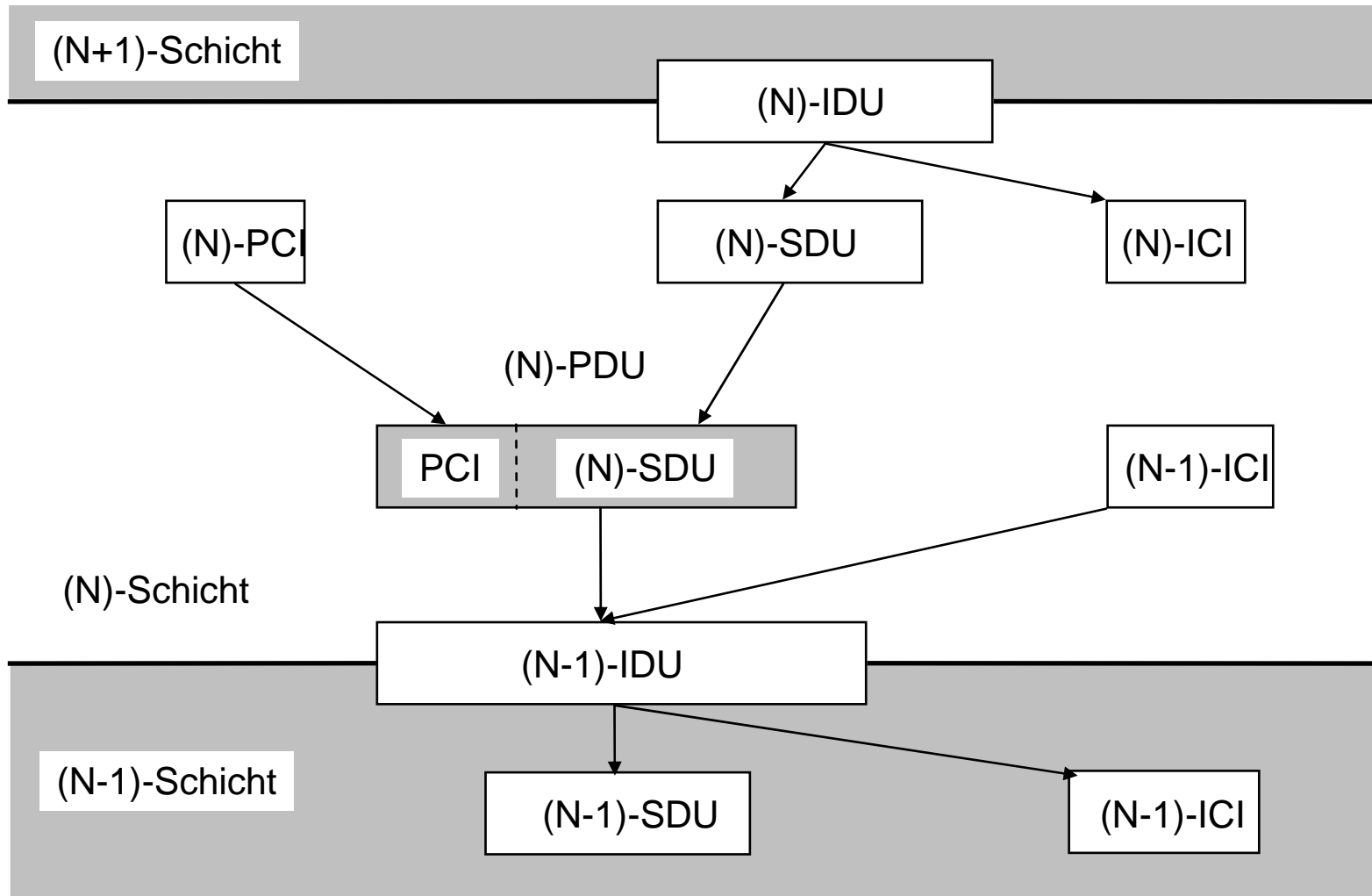
Verbindung und Assoziation

- (N) - Assoziation (Association)
 - Kooperative Beziehungen zwischen zwei (N)-Instanz-Vorkommnissen. Dazu gehört Verwaltung von Zustandsinformationen.
 - (N)-Assoziation wird durch (N-1)-Verbindungen (oder (N-1)-verbindungslosen Dienst) unterstützt. Sie kann zeitlich nacheinander verschiedene (N-1)-Verbindungen verwenden.
- (N) - Verbindung (Connection)
 - Beziehung zwischen zwei (oder mehr) (N+1)-Instanz-Vorkommnissen auf Ebene der (N)-Schicht. Diese Beziehung wird mit Hilfe des (N)-Protokolls unterstützt.





Generische OSI-Kommunikationseinheiten





2.6.1. OSI-Kommunikationseinheiten, Beschreibung

□ (N)-Schnittstellendateneinheiten

- Interface Data Unit, IDU
- Zwischen (N+1)- und (N)-Instanzen über einen (N)-SAP ausgetauschte Dateneinheit.
- Setzt sich zusammen aus (N)-ICI und (N)-SDU.

□ (N)-Schnittstellenkontrollinformation

- Interface Control Information, ICI
- Zwischen (N)-Schicht und (N+1)-Schicht ausgetauschte Parameter zur Steuerung von Dienstfunktionen (z.B. Adressen).

□ (N)-Dienstdateneinheiten

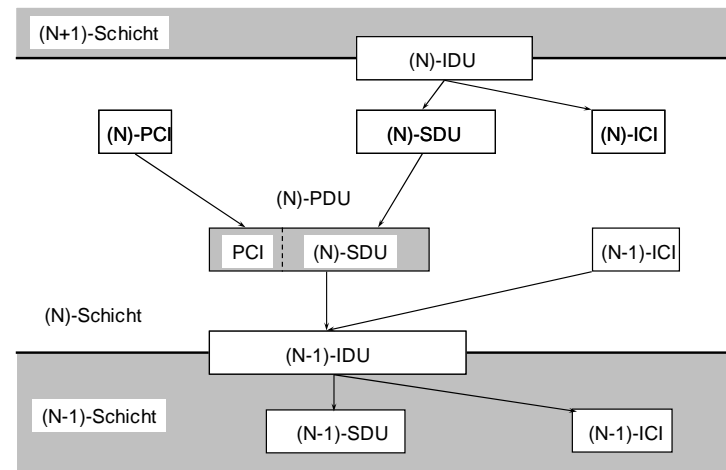
- Service Data Unit, SDU
- Daten, die transparent zwischen (N)-SAPs übertragen werden.

□ (N)-Protokollkontrolldaten

- Protocol Control Information, PCI
- Daten, die zwischen (N)-Instanzen ausgetauscht werden, um die Ausführung von Operationen zu steuern (z.B. Folgenummern o.ä.).

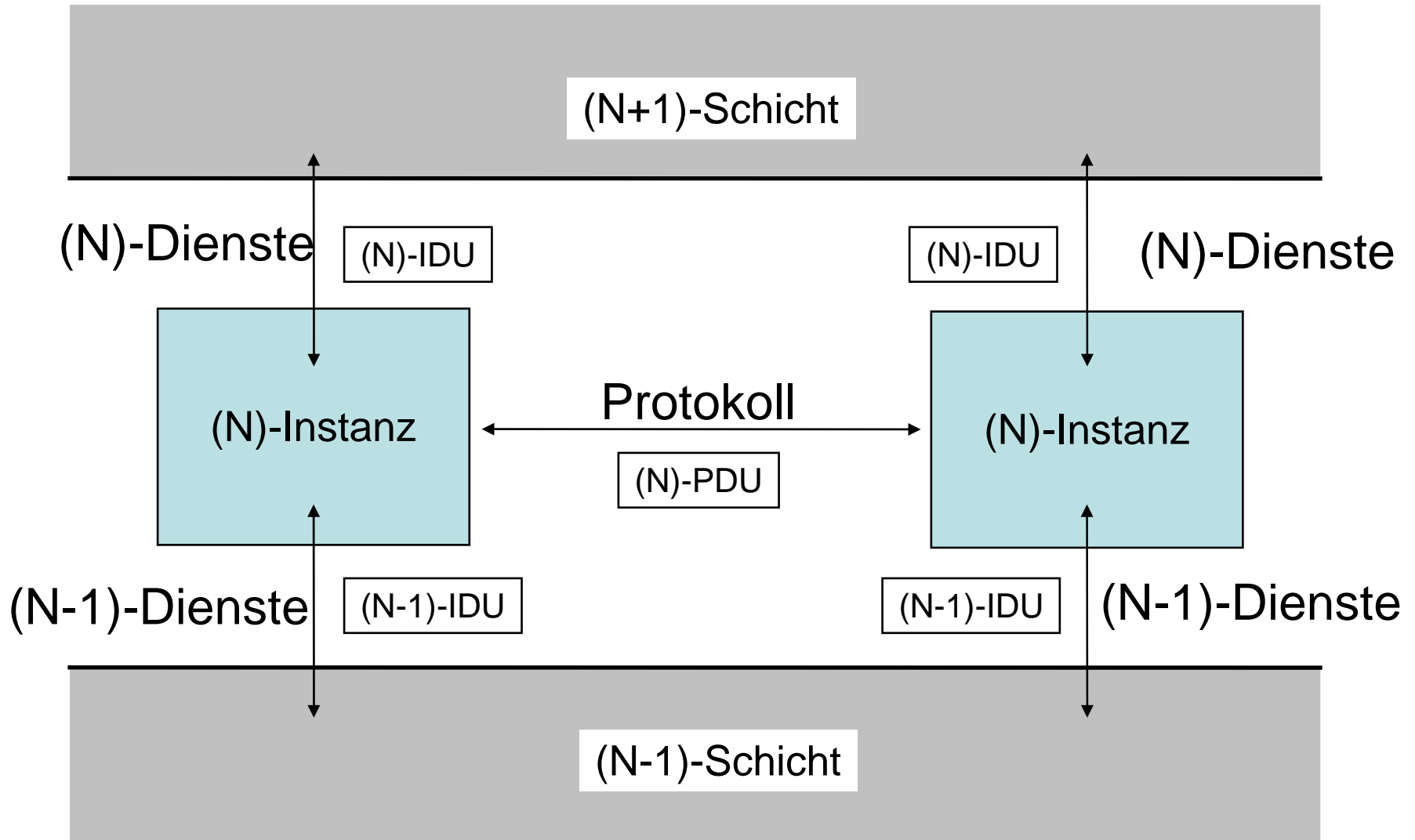
□ (N)-Protokolldateneinheit

- Protocol Data Unit, PDU
- Dateneinheit, die zwischen (N)-Instanzen unter Benutzung eines Dienstes der (N-1)-Schicht ausgetauscht wird.
- Zusammengesetzt aus (N)-PCI und (N)-SDU.
- Entspricht somit der (N-1)-SDU.





Kommunikationsmodell - OSI-Systeme





Die OSI-Schichten im Überblick

<i>Anwendungsschicht</i>	Schicht 7 (A - Schicht)	Application Layer
<i>Darstellungsschicht</i>	Schicht 6 (P - Schicht)	Presentation Layer
<i>Kommunikations- steuerungsschicht</i>	Schicht 5 (S - Schicht)	Session Layer
<i>Transportschicht</i>	Schicht 4 (T - Schicht)	Transport Layer
<i>Vermittlungsschicht</i>	Schicht 3 (N - Schicht)	Network Layer
<i>Sicherungsschicht</i>	Schicht 2 (DL - Schicht)	Data Link Layer
<i>Bitübertragungsschicht</i>	Schicht 1 (Ph - Schicht)	Physical Layer

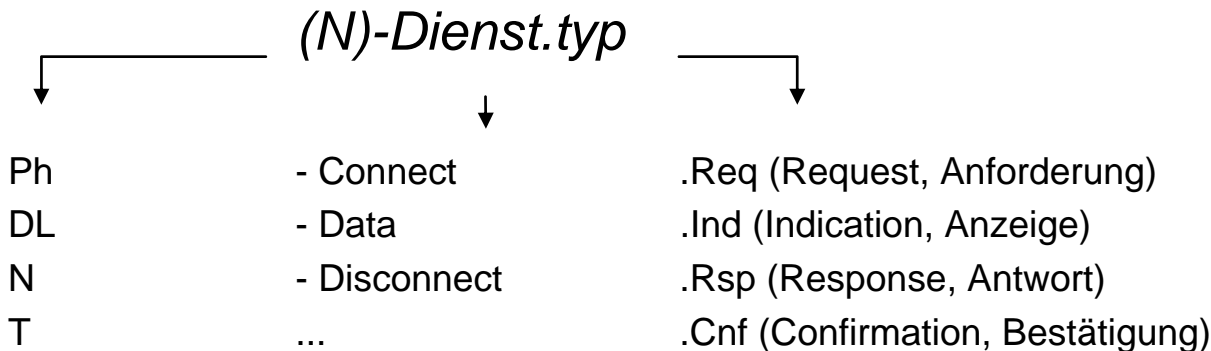


2.6.2. Bezeichnungskonventionen

□ (N)-Schicht

- A -Schicht: Anwendungsschicht (Application Layer)
- P -Schicht: Darstellungsschicht (Presentation Layer)
- S -Schicht: Kommunikationssteuerungsschicht (Session Layer)
- T -Schicht: Transportschicht (Transport Layer)
- N -Schicht: Vermittlungsschicht (Network Layer)
- DL -Schicht: Sicherungsschicht (Data Link Layer)
- Ph -Schicht: Bitübertragungsschicht (Physical Layer)

□ (N)-Dienstprimitive



- Dienstprimitive in der A-Schicht werden gemäß ihres Application Service Element (ASE) benannt.



Dienstprimitive

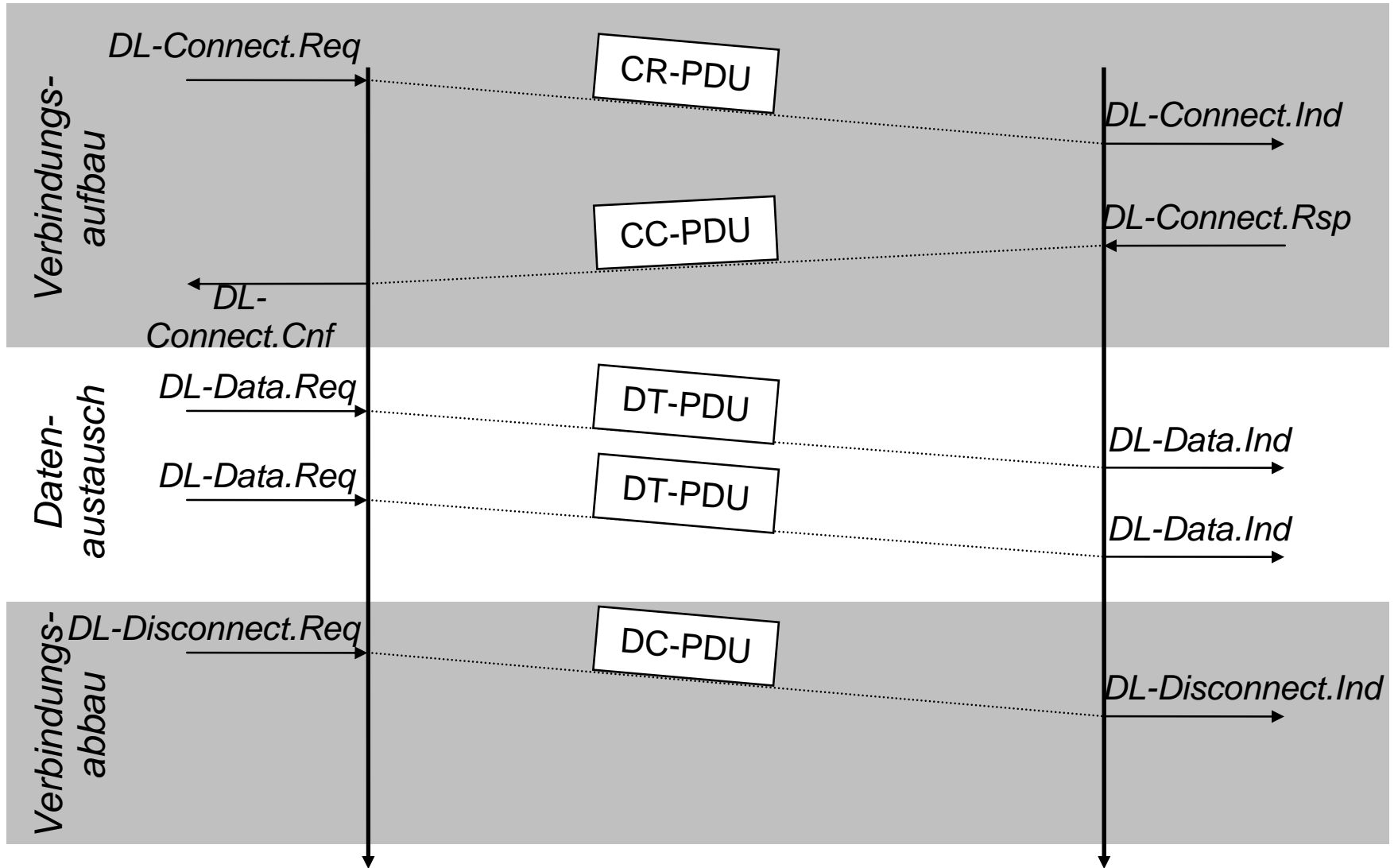
- Die Benennung eines Dienstprimitivs besteht aus folgenden Komponenten:

Name der Schicht/Anwendung	Dienstleistung	Ereignistyp	Parameter
Physical (Ph)	Connect (Con)	Request (Req)	<i>(beliebig)</i>
Data Link (DL)	Data (Dat)	Indication (Ind)	
Network (N)	Release (Rel)	Response (Rsp)	
Transport (T)	Abort (Abo)	Confirmation (Cnf)	
HTTP	Provider Abort (PAbo)		
FTP	Disconnect (Dis)		
...	...		

- Beispiel:
 - T-Con.Req(Adressen) = Verbindungsaufbauanforderung an der Schnittstelle zum Transportdienst
 - HTTP-Get.[Req](URL) = Anforderung der HTML-Seite, die durch URL identifiziert wird



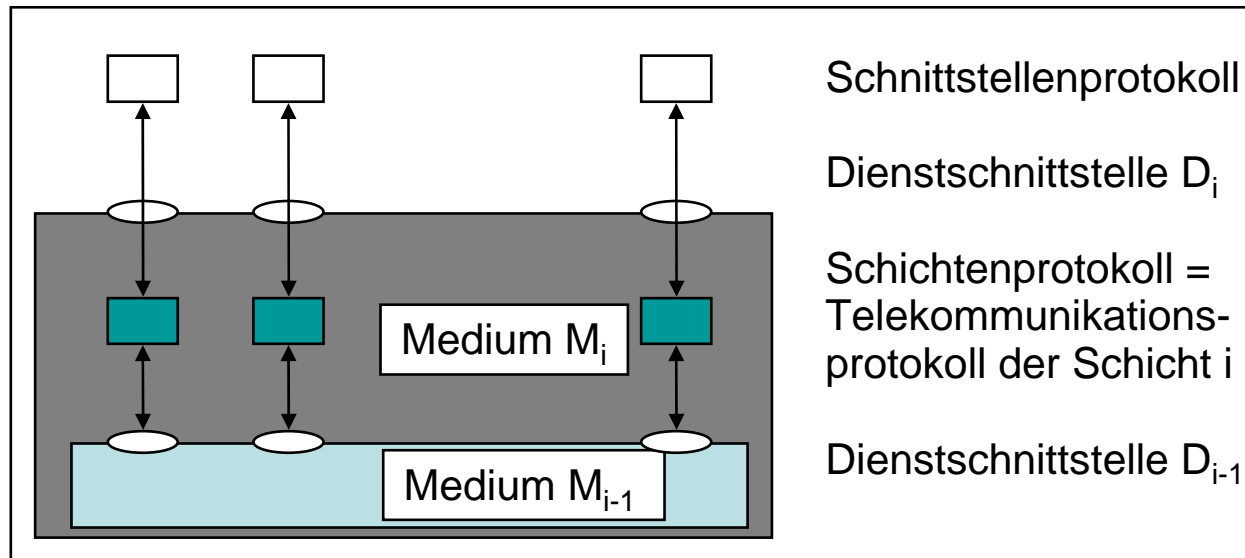
Bezeichnungskonventionen am Beispiel





Protokoll: Modelle

- ❑ Überbrückung funktionaler und qualitativer Unterschiede zwischen D_{i-1} und D_i
- ❑ Art und Weise der Erbringung der Dienste D_i durch Instanzen I_i auf Basis der Dienste D_{i-1}
- ❑ Nebenläufiger Algorithmus
- ❑ Verteilter Algorithmus, wobei Dienste D_{i-1} das Zusammenwirken der I_i -Instanzen ermöglichen
- ❑ Berücksichtigung der Auswirkungen von Störungen in D_{i-1}
- ❑ Beschreibung: i.allg. nur 2 Instanzen, Automatenmodell, Weg-Zeit-Diagramm





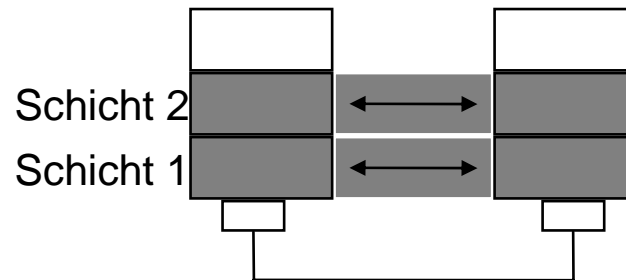
Protokollmechanismen

- Ein Protokollmechanismus ist ein Verfahren, welches abgeschlossene Teilfunktion innerhalb des Protokollablaufs beschreibt: generischer Charakter (ähnlich 'Systemfunktion').
 - In verschiedenen Kommunikationsarchitekturen verwendet.
 - Oft in mehreren Protokollen/Schichten einer Kommunikationsarchitektur anzutreffen.
-
- Multiplexen / Demultiplexen
 - Teilung / Vereinigung
 - Segmentieren / Reassemblieren
 - Blocken / Entblocken
 - Verkettung / Trennung
 - (Mehrfach-)Kapselung
 - Fehlerbehandlung
 - Sicherung (ggf. fehlererkennend)
 - Sequenzüberwachung
 - Quittierung (Acknowledgement)
 - Zeitüberwachung (Timeout)
 - Wiederholen; Rücksetzen
 - Flusskontrolle (Sliding window)
 - Routing (Wegewahl, Weiterleiten)
 - Medienzuteilung für geteilte Medien
 - Synchronisation
 - Adressierung
 - Verbindungsverwaltung
 - Datentransfer



2.6.3. Charakterisierung der Schichten Bitübertragungsschicht und Sicherungsschicht

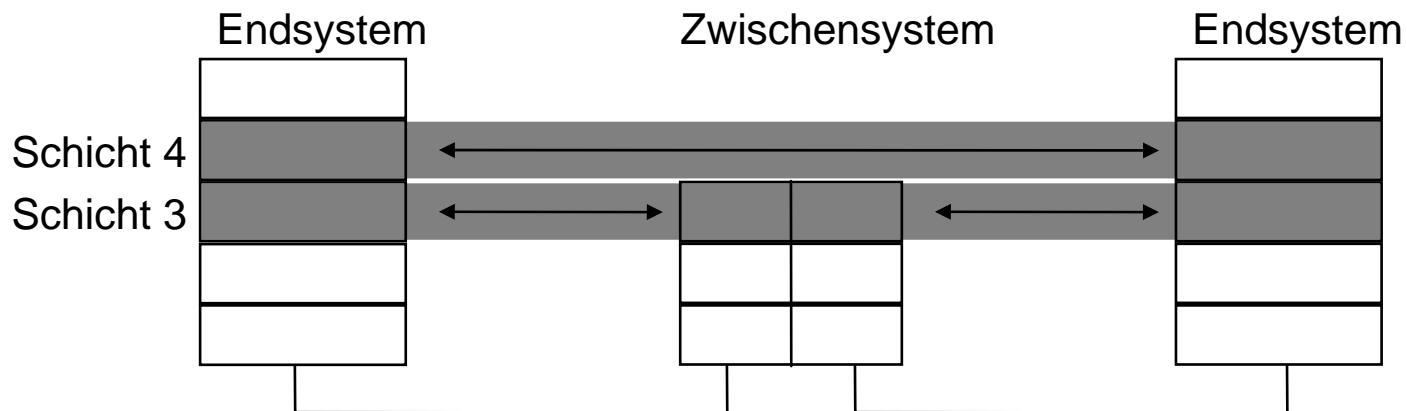
- Bitübertragungsschicht (Schicht 1)
 - ungesicherte Verbindung zwischen Systemen
 - Übertragung unstrukturierter Bitfolgen über physikalisches Medium
 - umfasst u.a. physikalischen Anschluss, Umsetzung Daten ↔ Signale
 - Normung vor allem der physikalischen Schnittstelle Rechner/Medien
- Sicherungsschicht (Schicht 2)
 - gesicherter Datentransfer
 - Zerlegung des Bitstroms (Schicht 1) in Rahmen (Frames)
 - Fehlererkennung und -behandlung
 - Protokollmechanismen: Quittierung, Zeit-/Sequenzüberwachung, Wiederholen/Rücksetzen





Vermittlungsschicht und Transportschicht

- Vermittlungsschicht (Schicht 3, auch 'Netzwerkschicht')
 - verknüpft Teilstreckenverbindung zu Endsystemverbindungen
 - Wegewahl (Routing) bei Vermittlung, Staukontrolle
 - evtl. aufgeteilt in 'Internetzwerk-/Subnetz-/Routing-'Subschichten
 - verbindungslos oder -orientiert
- Transportschicht (Schicht 4)
 - Adressierung von Transportdienstbenutzern
 - Datentransfer zwischen Benutzern in Endsystemen
 - bietet Transparenz bzgl. Übertragungs- und Vermittlungstechnik, Subnetzen
 - verbindungsorientiert, ggf. -los



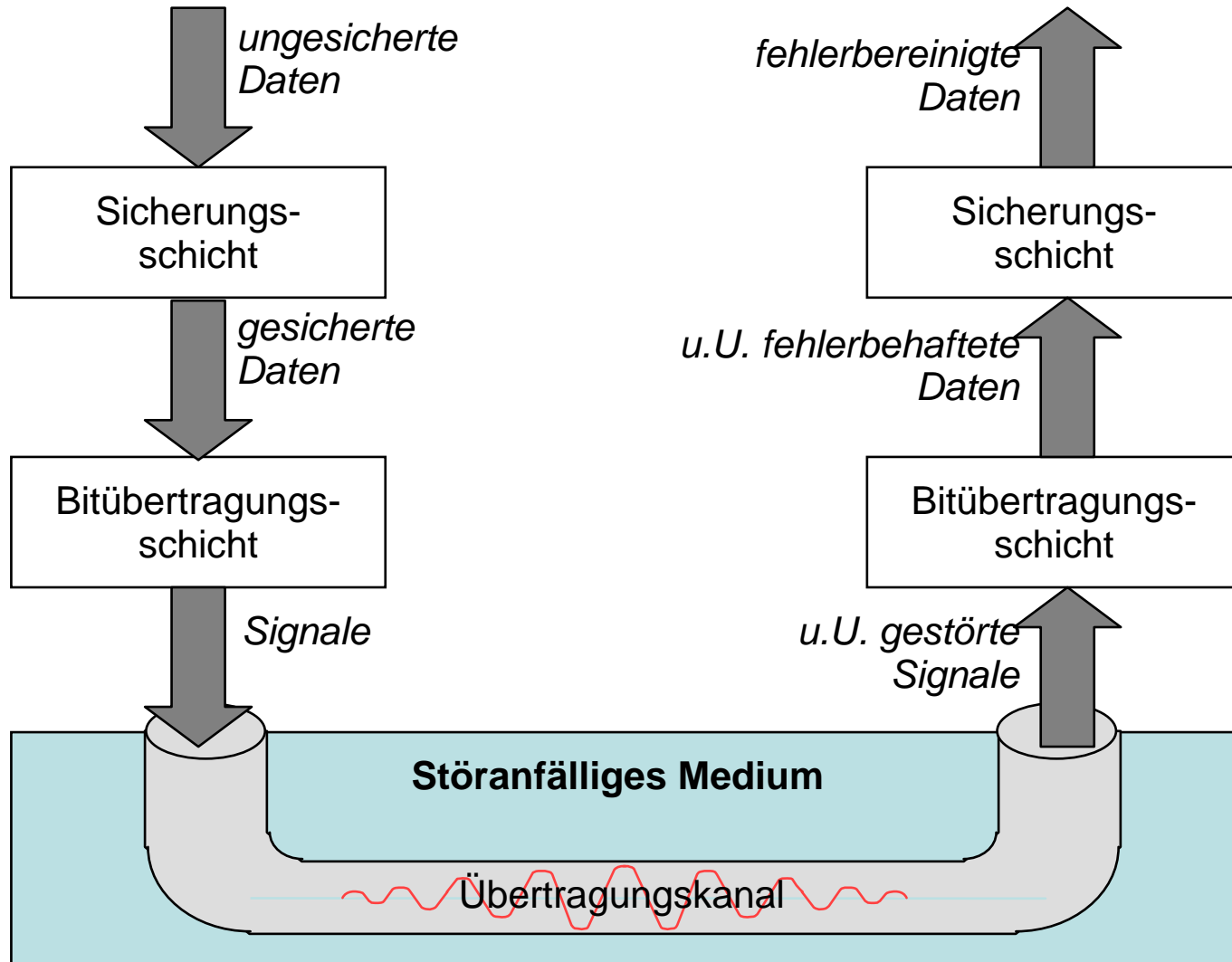


Anwendungsorientierte Schichten

- ❑ Kommunikationssteuerungsschicht (Schicht 5)
 - Ablaufsteuerung und -koordinierung (Synchronisation im weitesten Sinne)
 - Sitzung (Session)
 - ergibt erst Sinn bei Verwendung durch den Benutzer
- ❑ Darstellungsschicht (Schicht 6)
 - behandelt die Darstellung von Informationen (Syntax) für den Datentransfer
 - Marshalling
 - Prozess des Packens von Daten in einen Puffer, bevor dieser über die Leitung übertragen wird. Dabei werden nicht nur Daten verschiedenen Typs gesammelt, sondern diese werden auch in eine Standard-Repräsentation umgewandelt, die auch der Empfänger versteht.
- ❑ Anwendungsschicht (Schicht 7)
 - macht dem OSI-Benutzer Dienste verfügbar
 - stellt verschiedene Dienste zur Verfügung, je nach Anwendung, z.B.
 - Dateitransfer
 - zuverlässiger Nachrichtenaustausch
 - entfernter Prozeduraufruf

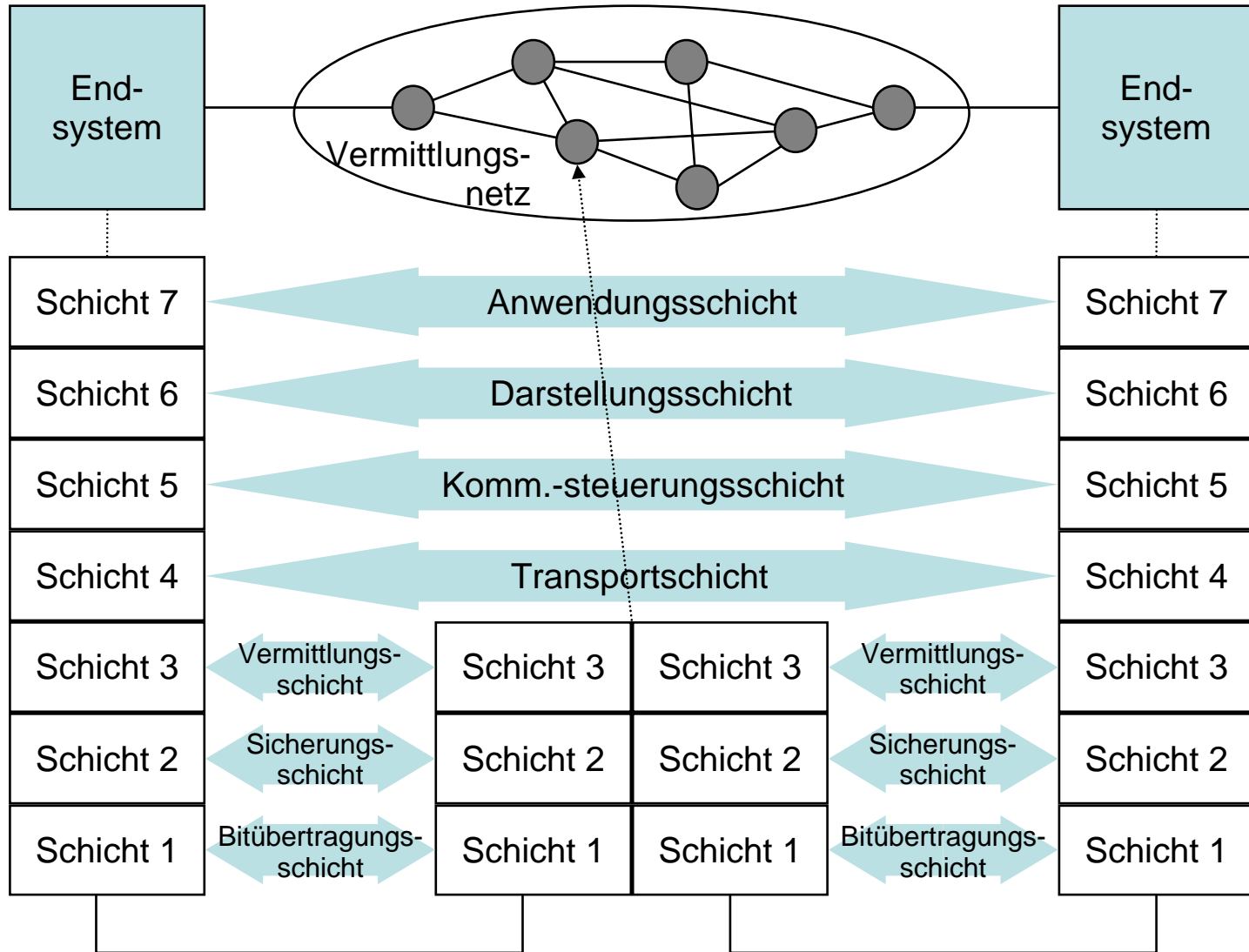


Daten und Signale





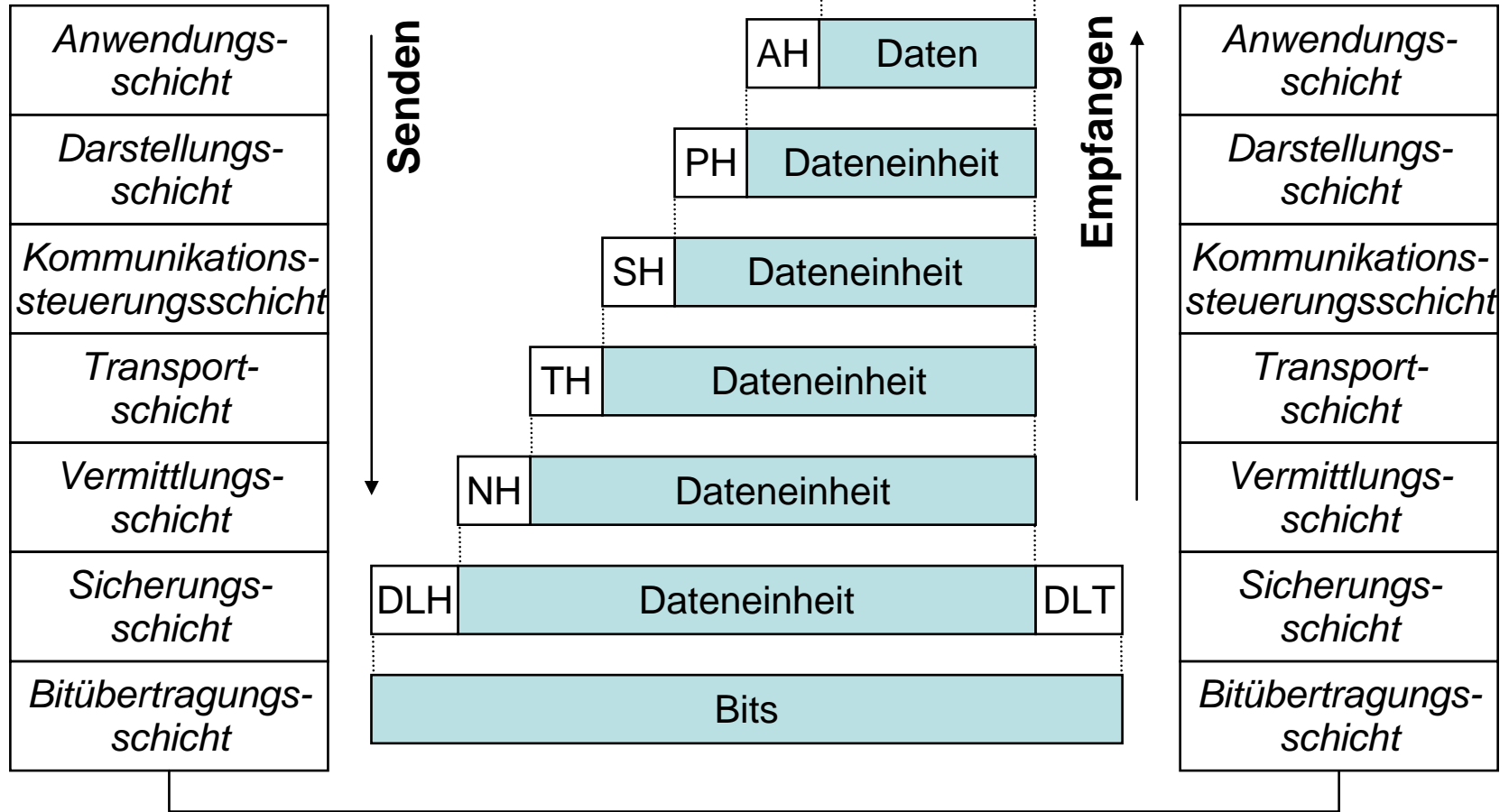
OSI: Die 7 Schichten

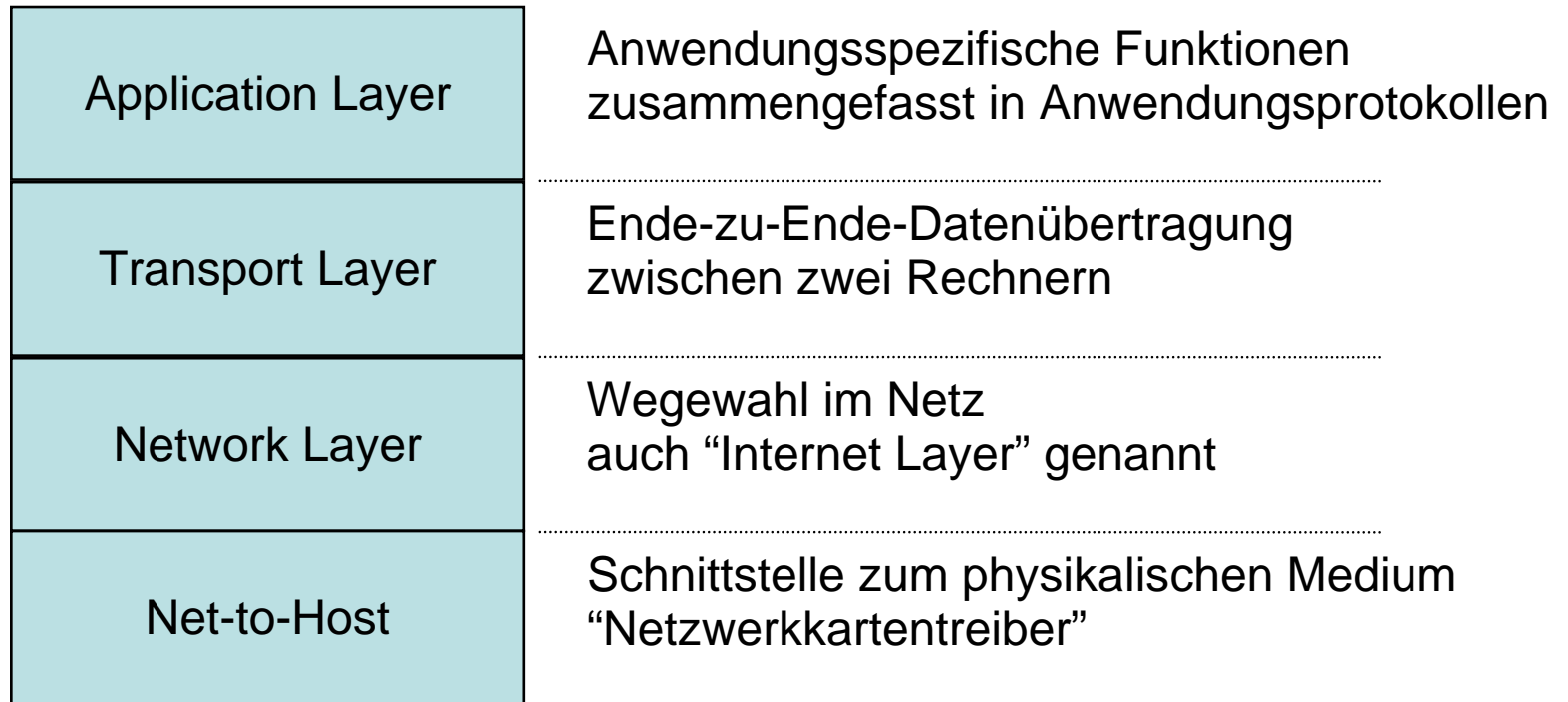




Einkapselung von Daten

AH Application Header NH Network Header
PH Presentation Header DLH Data Link Header
SH Session Header DLT Data Link Trailer
TH Transport Header





Gegenüber ISO/OSI sind die drei anwendungsorientierten Schichten zu einer einzigen Schicht zusammengefasst.

