

Kommunikation und Datenhaltung

4. Geschichtete Architekturen



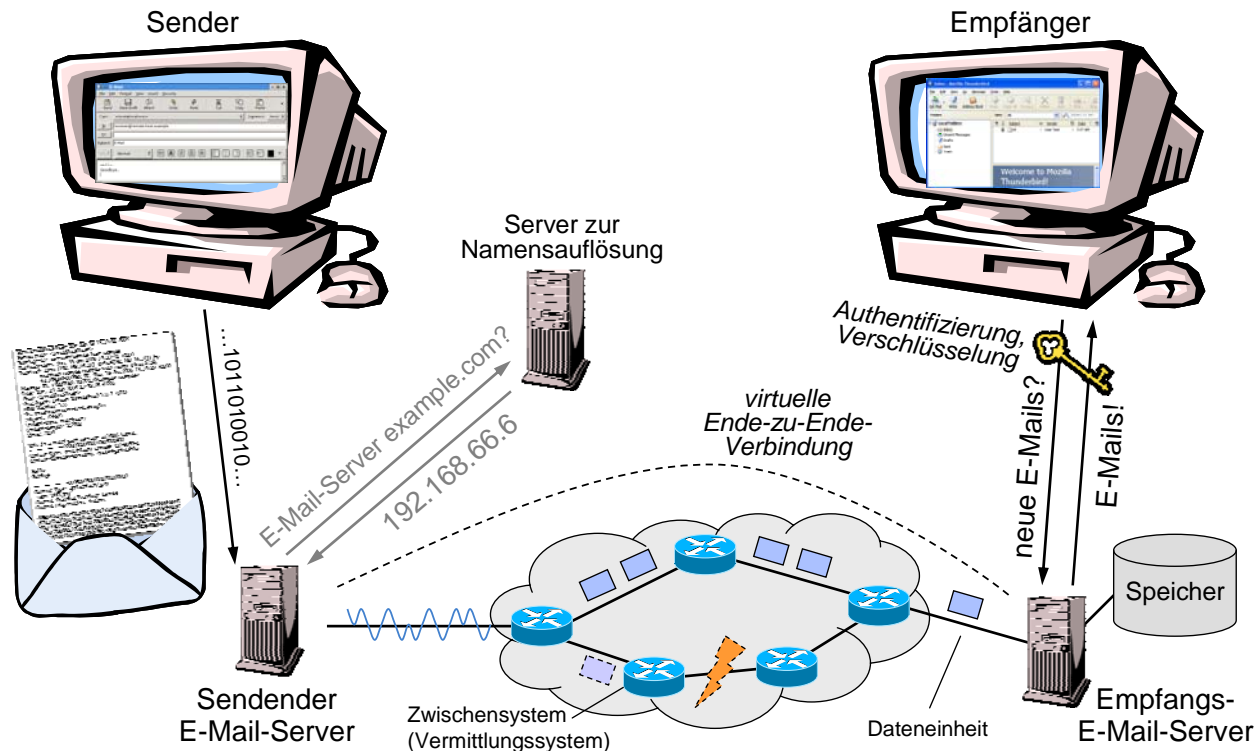
Prof. Dr. Martina Zitterbart
Dipl.-Inform. Martin Röhrich
[zit | roehricht]@tm.uka.de



1. Einführung
2. Physikalische Grundlagen
3. Protokollmechanismen
4. Geschichtete Architekturen
5. Sicherungsschicht: HDLC
6. Beschreibungsmethoden
7. Sicherungsschicht:
Lokale Netze
8. Netzkopplung und Vermittlung
9. Die Transportschicht
10. Anwendungssysteme
11. Middleware

- 4.1 Motivation
- 4.2 Grundmodell der
Kommunikation
- 4.3 Dienst
- 4.4 Geschichtete Architekturen
- 4.5 ISO/OSI-Basisreferenzmodell
- 4.6 ISO/OSI versus Internet
- 4.7 Vorlesungsüberblick

- Kommunikationssysteme müssen vielfältige Aufgaben erledigen
 - Austausch von Daten zwischen benachbarten Geräten
 - Zielgerichtetes Weiterleiten der Daten zum Ziel
 - ...

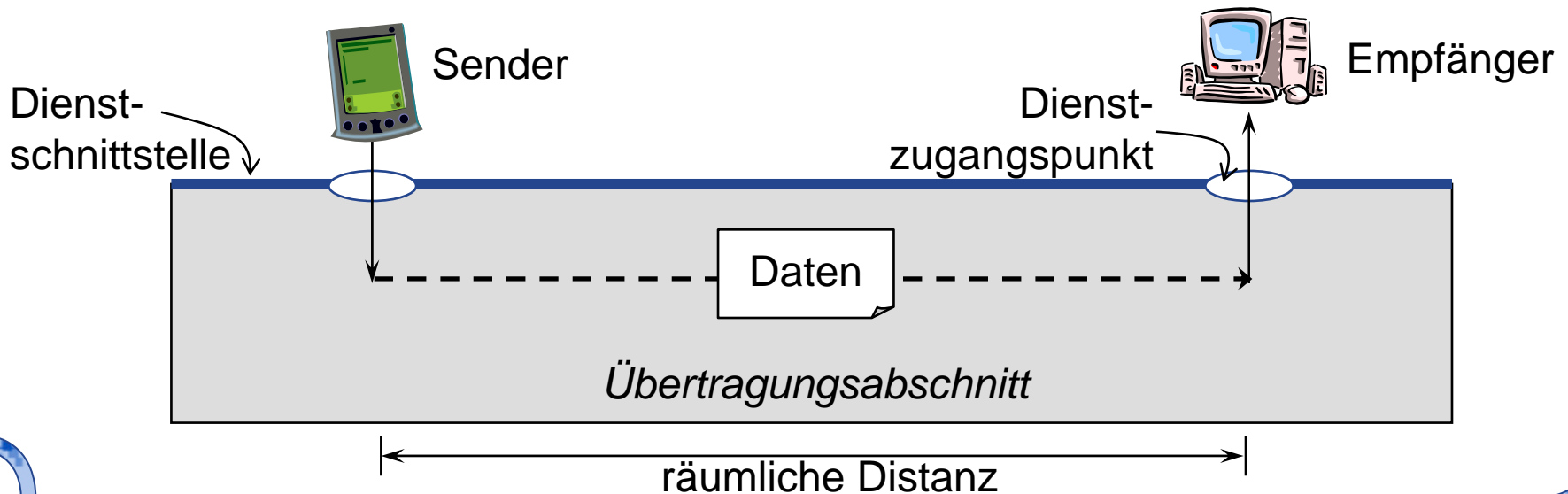


- Zielsetzung
 - Standardisierung, um Kommunikation in heterogenen Netzen zu ermöglichen
- Beobachtung Ende der 70er Jahre
 - Etablierung Herstellerspezifischer Netze
 - ▶ Z.B. IBM, DEC
- ISO (International Organisation for Standardization)
 - 1977 wurde Komitee „Open Systems Interconnection“ gegründet
 - ▶ Definition einer Architektur, die als Rahmenwerk zur Standardisierung von Protokollen dienen kann
 - ▶ Als „**OSI Reference Model**“ bezeichnet
 - ▶ Arbeit in nur 18 Monaten beendet
 - ▶ Heute noch grundlegendes Modell der Kommunikation

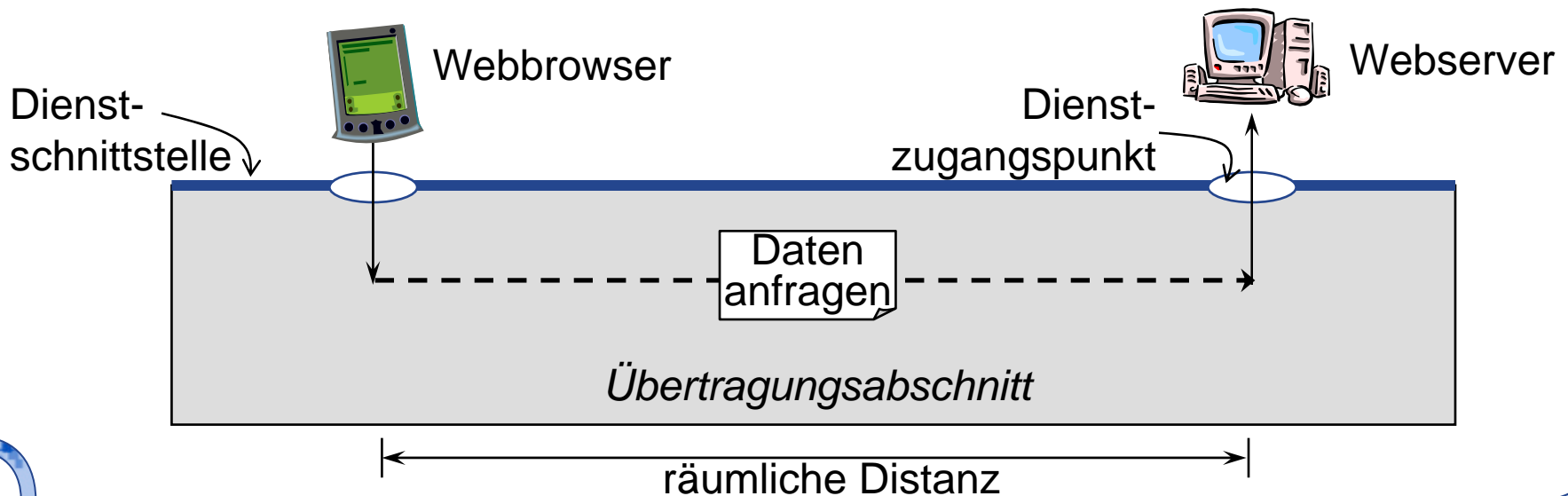
- 1978
 - ISO schlägt Konzipierung eines Rahmenwerks zur Koordinierung der Verbindung heterogener Systeme vor
- 1983
 - Referenzmodell wird internationaler Standard
 - → Referenzmodell wurde vor den Protokollen entwickelt
 - ▶ Problem: Modell und Anforderungen klaffen etwas auseinander
- Fundamentale Konzepte
 - Dienste
 - Schnittstellen
 - Protokolle
- Kommentare
 - Recht stark von Telekommunikationssicht geprägt
 - ▶ Dort heute teilweise so auch noch im Einsatz (z.B. Signalisierung)
 - „Internet-Welt“ lebt mit einfacherem Model



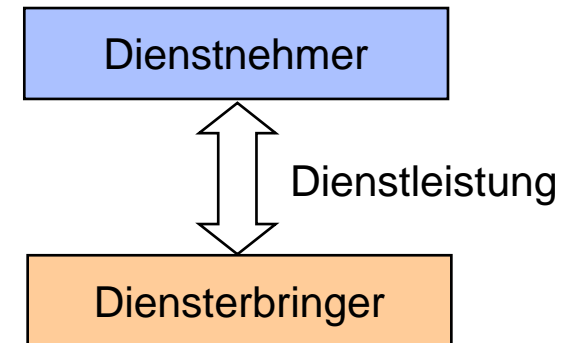
- Grundvorgang
 - Daten überbrücken räumliche Distanz zwischen Sender und Empfänger
- Grundkomponenten
 - Sender und Empfänger
 - Übertragungsabschnitt
 - ▶ Bereich zwischen einem Sender und einem Empfänger zur Überbrückung der räumlichen Distanz
 - Dienstschnittstelle (Service Interface)
 - ▶ Beschreibt, wie die Übergabe von Informationen zwischen den Schichten erfolgt
 - Dienstzugangspunkte (Service Access Points – SAPs)
 - ▶ Bieten Zugang zu Kommunikationsdienst

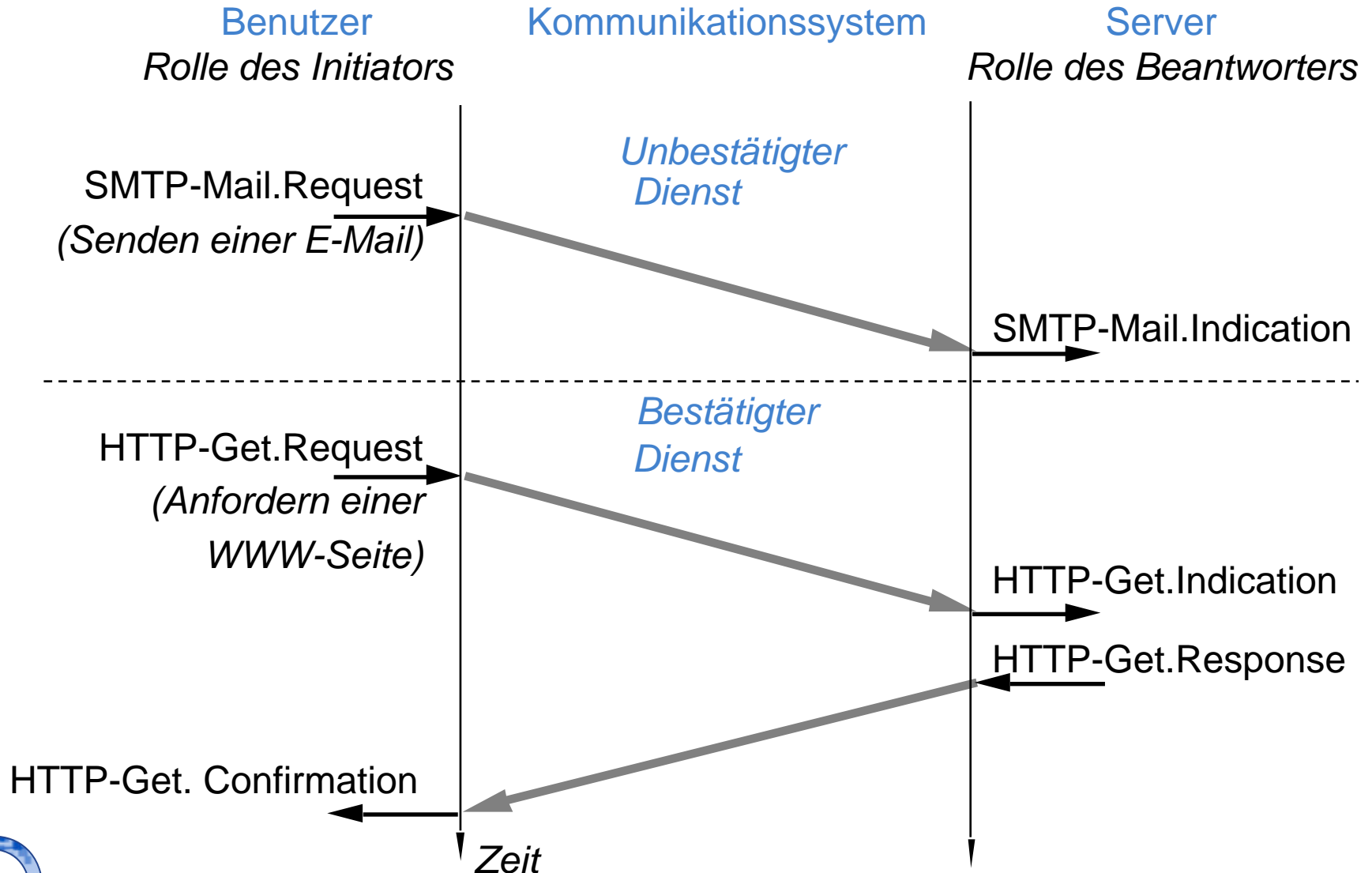


- Kommunikationsdienst
 - Internetverkehr
- Dienstbringer
 - Internet-Anbieter (z.B. T-Online)
- Dienstschnittstelle
 - Sockets Programmierschnittstelle
- Dienstzugangspunkt
 - TCP-Socket oder UDP-Socket
- Teilnehmer
 - Client (z.B. Webbrowser) und Server (z.B. Webserver)
- Medium
 - Internet: verschiedene Transportmedien wie WLAN, Glasfaser, Kupferkabel



- Bündelung zusammengehöriger Funktionen
- Dienstfunktionalität
 - Einzelne Teile eines Dienstes können unabhängig voneinander in Anspruch genommen werden
- Dienstprimitiv
 - Einzelvorgänge einer Dienstfunktion
- Dienstprozedur
 - Zusammensetzung einer Dienstfunktion aus ihren Dienstprimitiven
 - Bemerkung: Begriff im Umfeld der Kommunikationssysteme eher unüblich
- Dienstehierarchie
 - Dienst baut auf anderen Diensten auf
 - ▶ Dienstbringer
 - ▶ Bieten einen Dienst an
 - ▶ Dienstnehmer
 - ▶ Nehmen einen Dienst in Anspruch

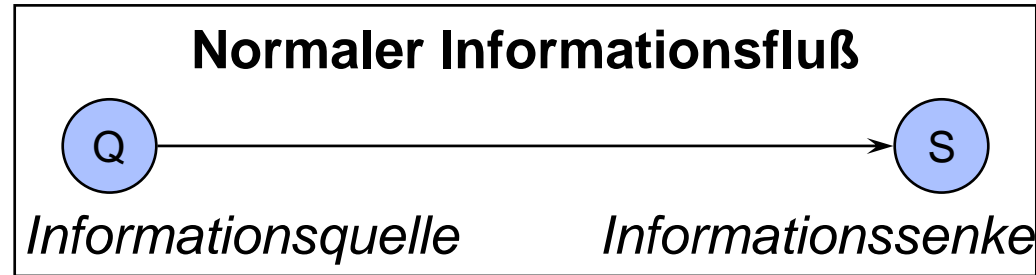




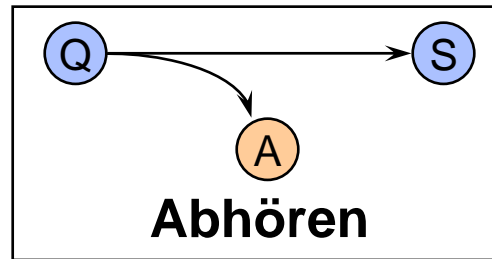
- **Verbindungsloser Dienst (Datagramm-Dienst)**
 - Dienstleistung ohne Verbindungskontext
 - ▶ Dienstleistung wird vollständig durch Anforderung und die mitgegebenen Kontrollparameter definiert
 - „Weg“ zwischen den Kommunikationspartnern muss mit jedem neuen Dienstaufwurf auch neu ermittelt werden

- **Verbindungsorientierter Dienst**
 - Dienstleistung im Kontext, d.h. Diensterbringung abhängig von früher erbrachten Dienstleistungen
 - ▶ Kontextinformation enthält z.B. Information über Größe des Flusskontrollfensters, aktuelle Sende- und Empfangssequenznummern
 - Vorteil
 - ▶ Weniger Kontrollinformation muss übertragen werden
 - Nachteil
 - ▶ Aufwand für Herstellung und Verwaltung des Kontextes, z.B. für Verbindungsaufbau

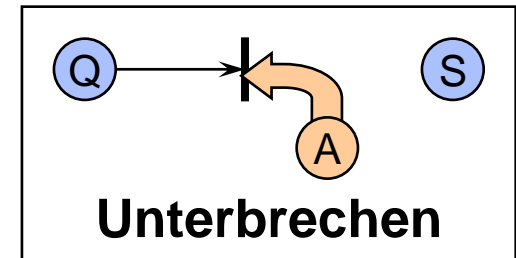
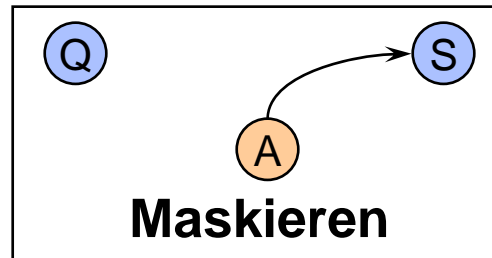
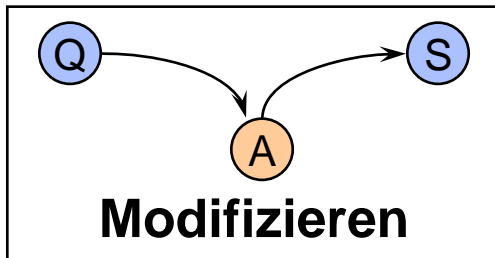
- Nicht nur Funktionalität, sondern auch Qualitätsparameter sind maßgeblich für Kommunikationsdienste
 - **Dienstqualität:** In welcher Qualität wird die Funktionalität erbracht?
- Qualitätsparameter lassen sich grob fünf Hauptaspekten zuordnen
 - **Angemessenheit**
 - ▶ Eignung des Dienstes für das vorgesehene Einsatzgebiet
 - **Technische Leistung**
 - ▶ z.B. Laufzeit, Antwortzeit, Sende- und Empfangsrate, Durchsatz
 - **Kosten**
 - ▶ Investitions- und Betriebskosten zur Erbringung des Dienstes
 - **Zuverlässigkeit**
 - ▶ Verhinderung von störenden Einflüssen
 - **Schutz**
 - ▶ Verhinderung von bewussten Eingriffen



Passiv:



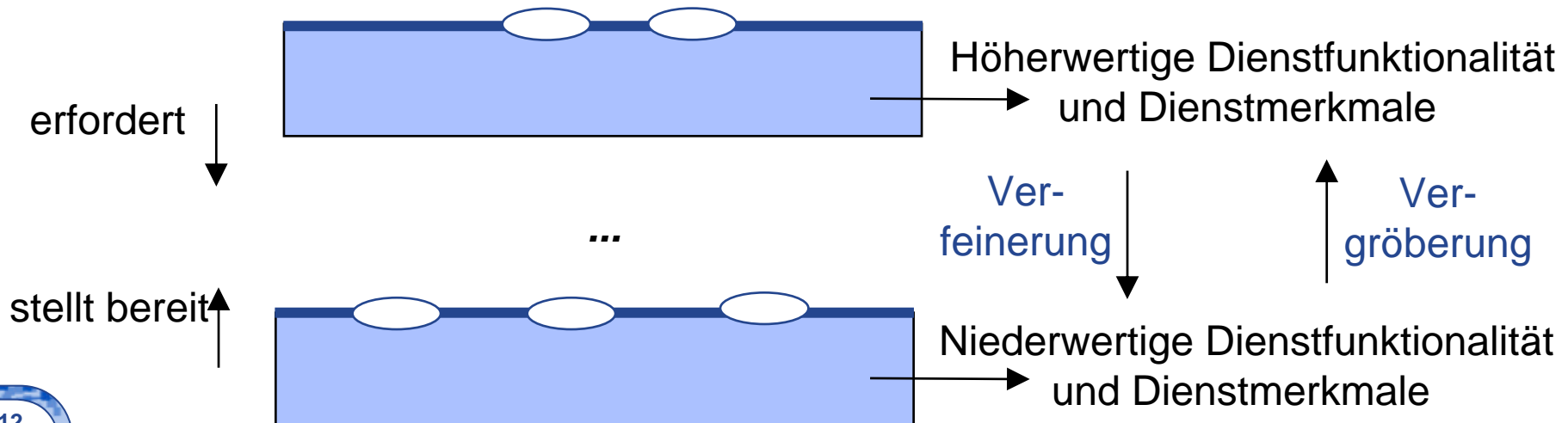
Aktiv:



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



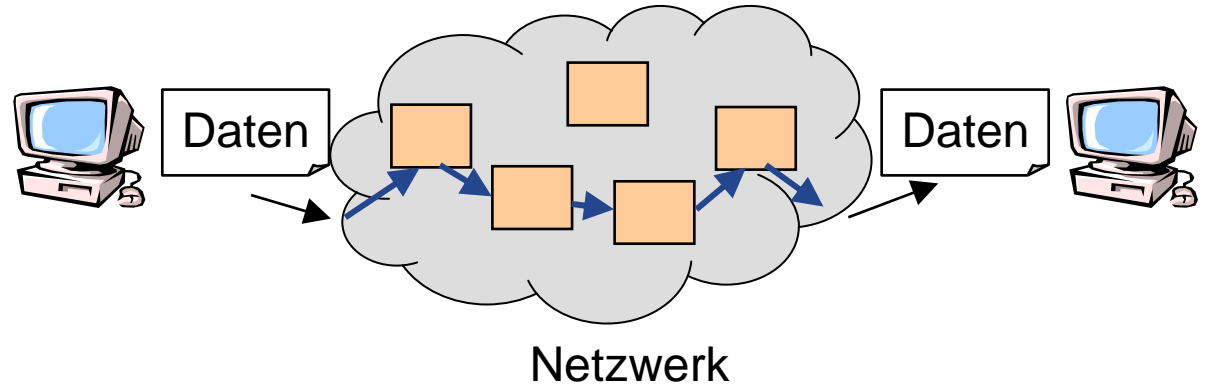
- Verfeinerung des Grundmodells
- Beobachtung
 - Kommunikationssysteme sind komplexe Systeme, zu deren Beherrschung eine über das Grundmodell hinausgehende Gliederung sinnvoll erscheint
- Prinzip
 - Einführung einer Abstraktion auf der Basis von Schichten
 - ▶ Bereitstellen von Diensten an der Schnittstelle nach oben
 - ▶ Nutzung von Diensten an der Schnittstelle nach unten



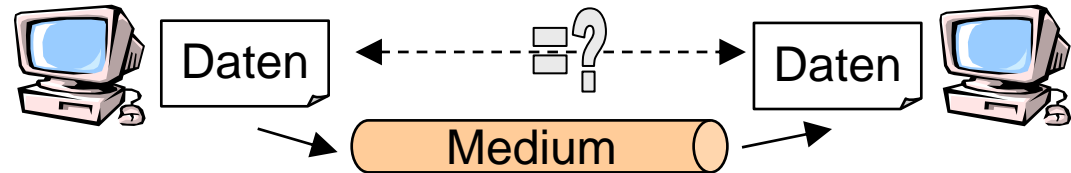
Aufgabe

Aufgabenstellung (Szenario)

Ende-zu-Ende-Übertragung



Gerät-zu-Gerät-Übertragung



Bitübertragung



Aufgabe

Dienstfunktionalität

| | |
|-----------------------------------|--|
| Ende-zu-Ende-Übertragung | Verknüpfen der Übertragungsabschnitte zu einer die Endgeräte verbindenden Strecke |
| Gerät-zu-Gerät-Übertragung | Übertragung des Bitstroms zwischen physikalisch benachbarten Geräten (Übertragungsabschnitt) |
| Bitübertragung | Übertragung des Bitstroms in Form eines Signalverlaufs |

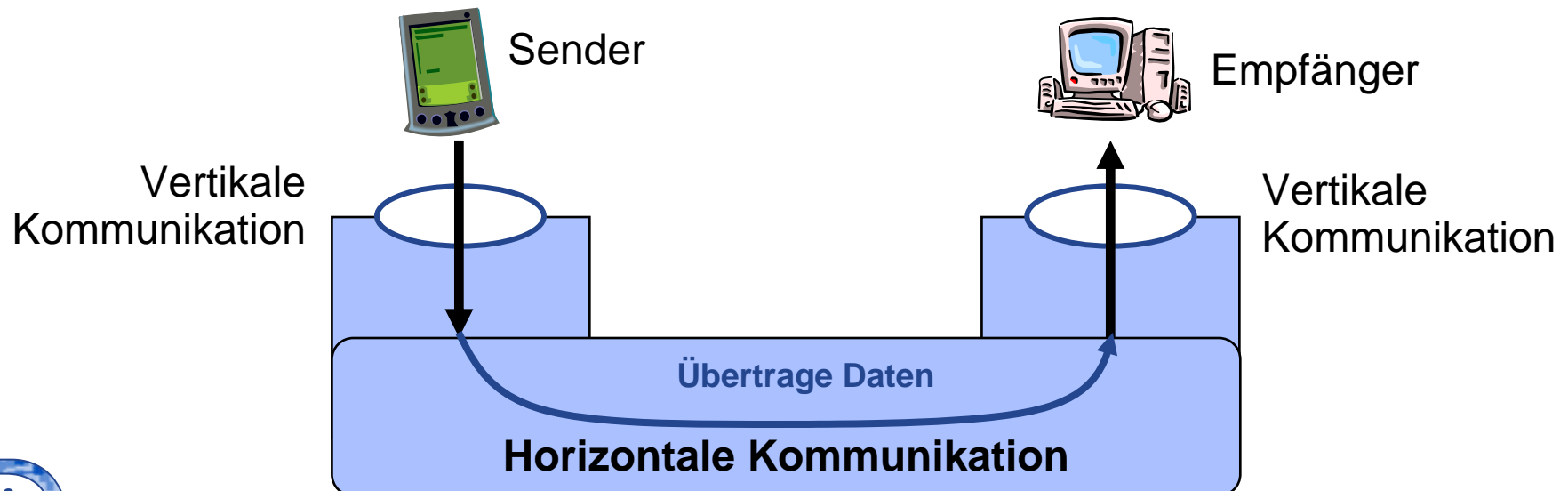
- Dienst
 - Innerhalb einer Schicht erbracht
 - ▶ Durch Zusammenwirken der Protokollinstanzen gemäß standardisiertem Protokoll
 - ▶ Horizontale Kommunikation
 - Schicht zieht sich über gesamtes Kommunikationssystem hinweg
 - ▶ Schicht ist nicht auf ein einzelnes Gerät limitiert
- Protokoll
 - Regeln und Formate für den Austausch von Daten zwischen Protokollinstanzen einer Schicht
 - ▶ Protokollinstanzen realisieren Protokolle in den Schichten
 - ▶ Ablauf innerhalb einer Schicht wird durch Protokoll geregelt
 - ▶ Protokollinstanzen können sich auf dem gleichen oder auf unterschiedlichen Geräten befinden

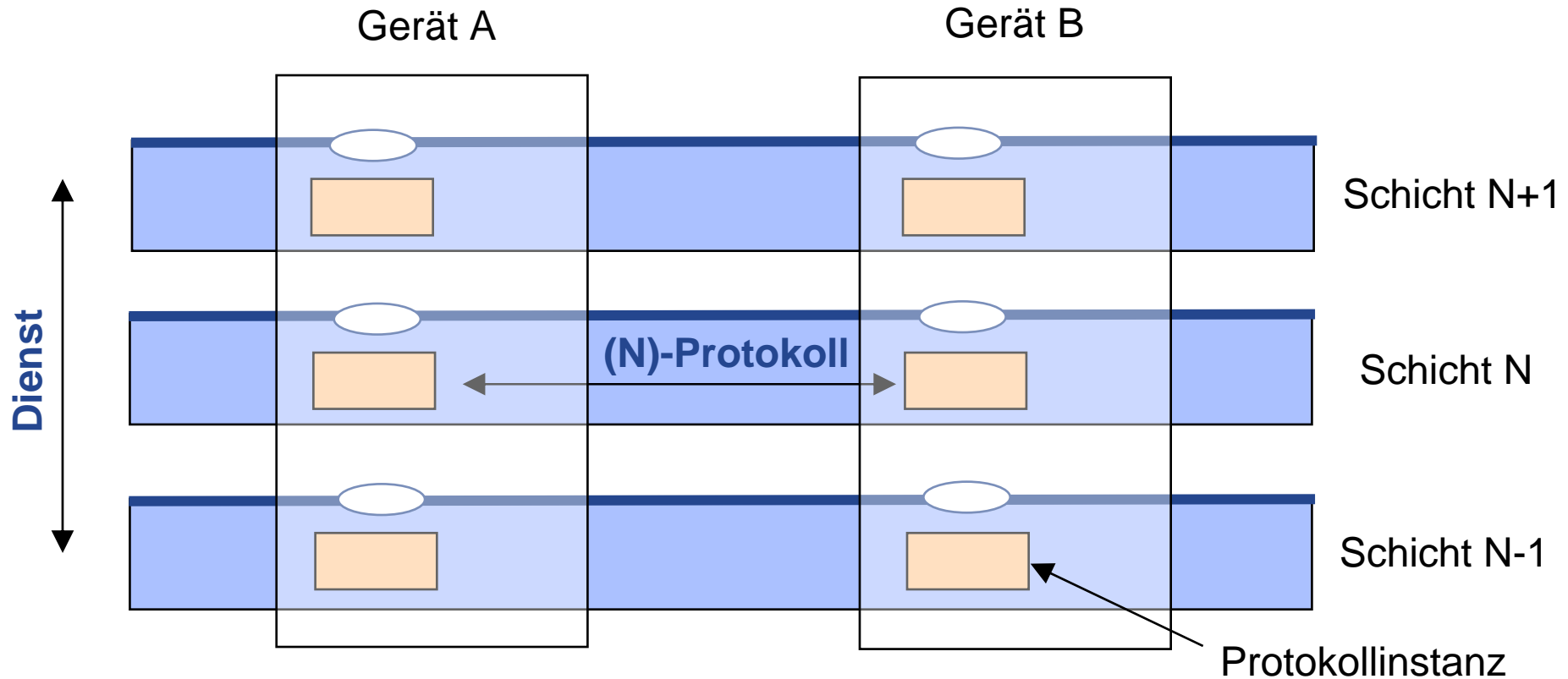
- **Horizontale Kommunikation**

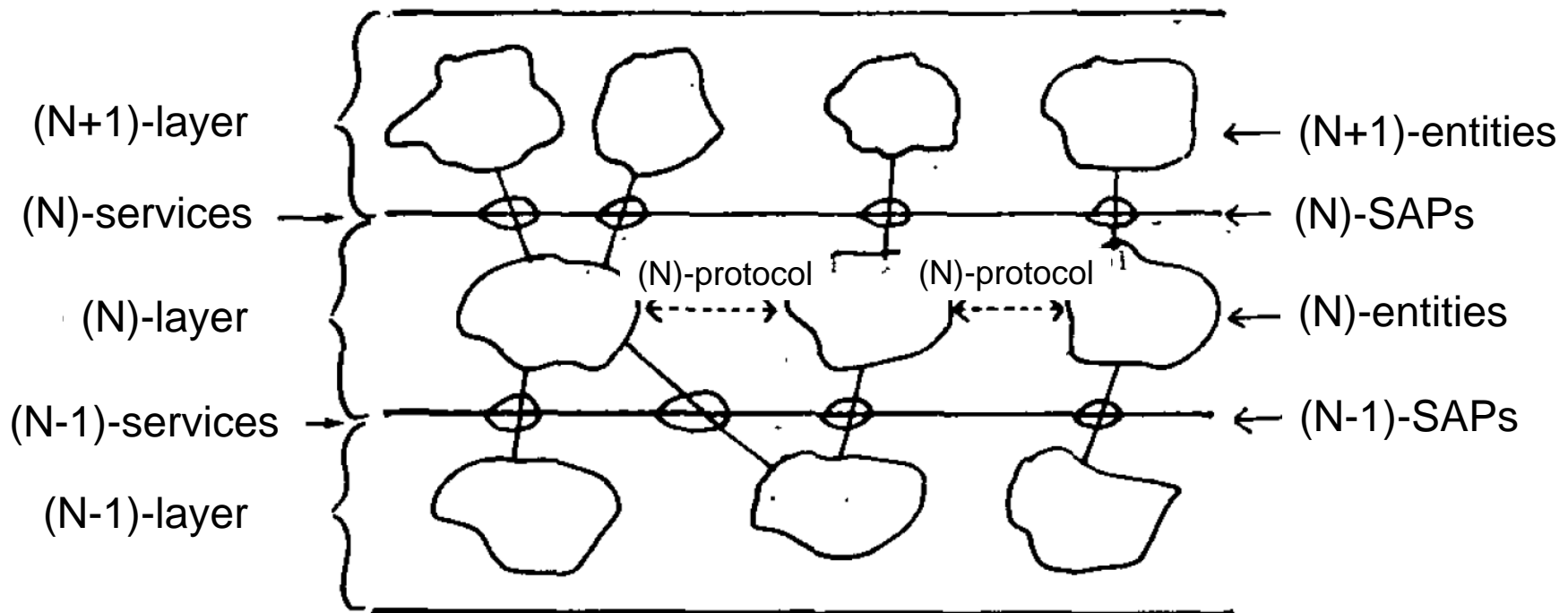
- Protokollinstanzen einer Schicht tauschen Daten untereinander aus um den geforderten Dienst zu erbringen

- **Vertikale Kommunikation**

- Protokollinstanzen benachbarter Schichten kooperieren miteinander
- Protokollinstanz der Schicht N greift auf Dienste der Protokollinstanz in Schicht N-1 zu
 - ▶ Dieser Austausch erfolgt in der Regel innerhalb eines Geräts (z.B. Notebook)







- Zur Erläuterung aus



[Zimm80]

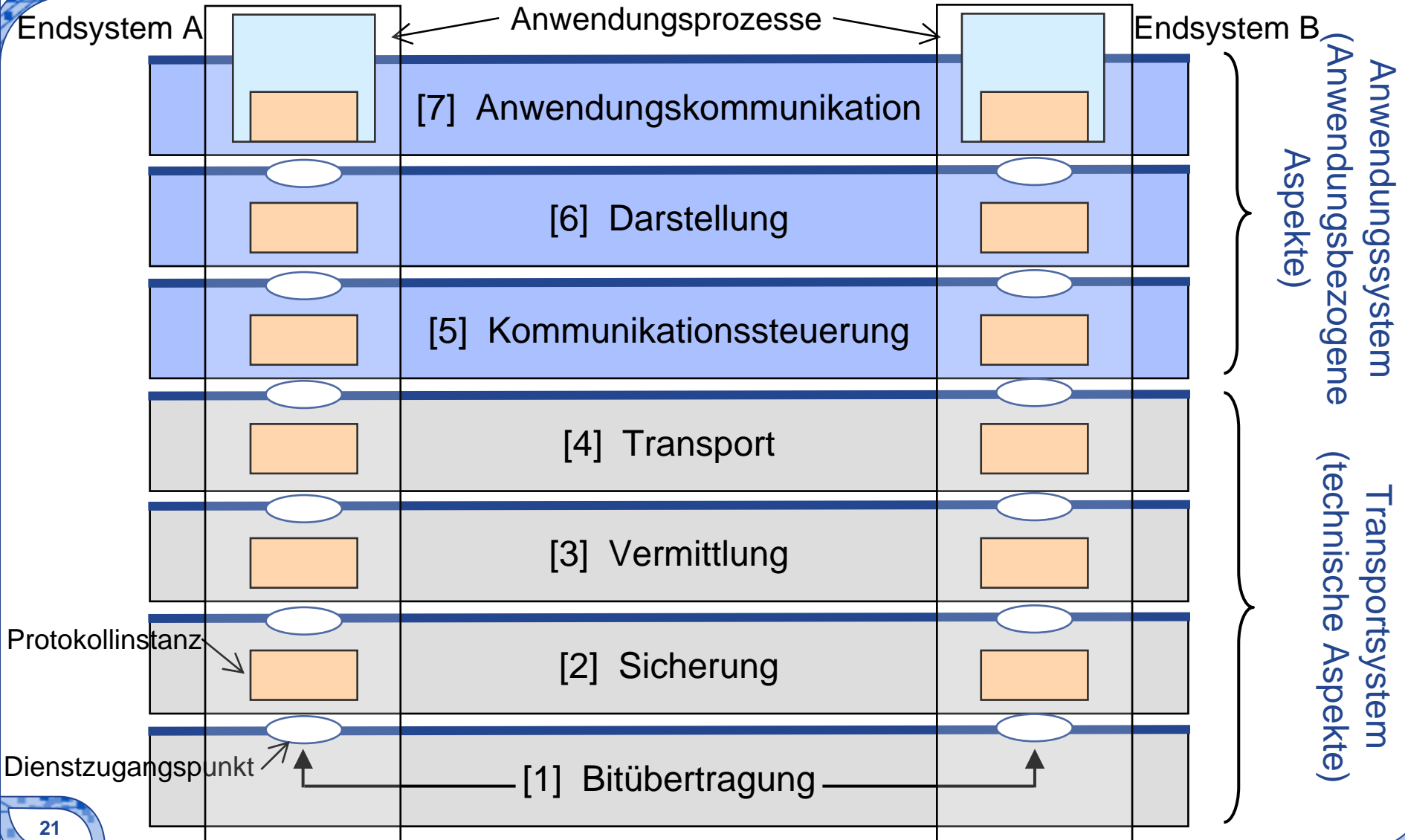
- „... the (N) entities add value to the (N-1) services they get from the (N-1) layer and offer this value-added service, i.e., the (N) service to the (N+1) entities.“

- Ziel
 - Offene, herstellerunabhängige Standards für geschichtete Architekturen, Protokolle und Dienste erforderlich
 - ▶ „Kommunikationspartner müssen gleiche Sprache sprechen“
 - Bereitstellung eines international standardisierten Modells als Rahmenwerk
- ISO/OSI-Basisreferenzmodell
 - Ist ein logisches Modell
 - Dient der gedanklichen Strukturierung von Kommunikationssystemen
 - Keine Strukturierung für eine Implementierung!
 - ▶ Beispielsweise Effizienz
 - ▶ Daten werden beim Austausch zwischen Schichten möglichst nicht im Speicher kopiert

- Grundlegende Prinzipien

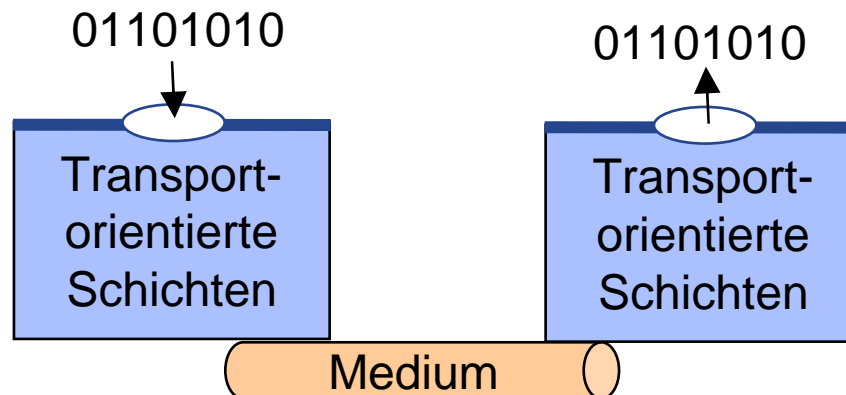


- Nicht zu viele Schichten
- Dienstbeschreibung soll klein sein und Anzahl der Interaktionen zwischen Schichten gering
- Unterschiedliche Schichten für verschiedene Aufgaben
- Ähnliche Funktionen in der selben Schicht sammeln
- Schicht muss technologischen Fortschritten entsprechend anpassbar sein, ohne Redesign von benachbarten Schichten zu erfordern
- Unterschiedliche Abstraktion bei der Behandlung von Daten
- Funktionen oder Protokolle einer Schicht müssen änderbar sein, ohne Änderungen in anderen Schichten zu erfordern
- Schicht hat nur Schnittstellen zu ihren benachbarten Schichten
- Unterschichten innerhalb einer Schicht sind möglich
- Unterschichten können übergangen werden, Schichten nicht



- **Transportsystem**

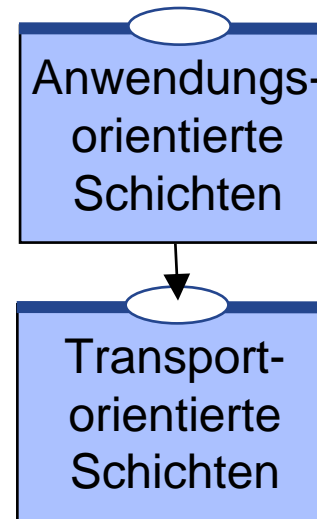
- Transportorientierte Schichten (1-4)
- Transparente Ende-zu-Ende-Übertragung von Daten
 - ▶ Inhalt (Semantik) der Daten transparent
 - ▶ Kein Bezug zu Kooperationsbeziehung der Dienstnehmer
 - ▶ Elementare Datenübertragung
 - ▶ Nur den Bedürfnissen des Datenaustauschs und des bereitzustellenden Dienstes unterstellt



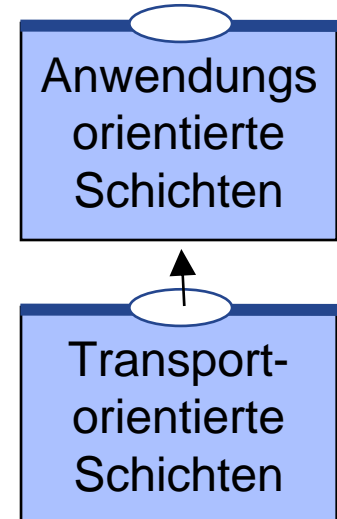
- Anwendungssystem
 - Anwendungsorientierte Schichten (5-7)
 - Anwendungsbezogene Aspekte
 - ▶ Semantik der Daten ist wichtig
 - ▶ Informationsdarstellung und -austausch
 - ▶ Kooperation der Teilnehmer unter formalen Gesichtspunkten berücksichtigt, wie z.B.
 - ▶ Steuerung des Ablaufs
 - ▶ Kompensation von Fehlverhalten durch verteilte Transaktionen



„Eagle“



„Igel“



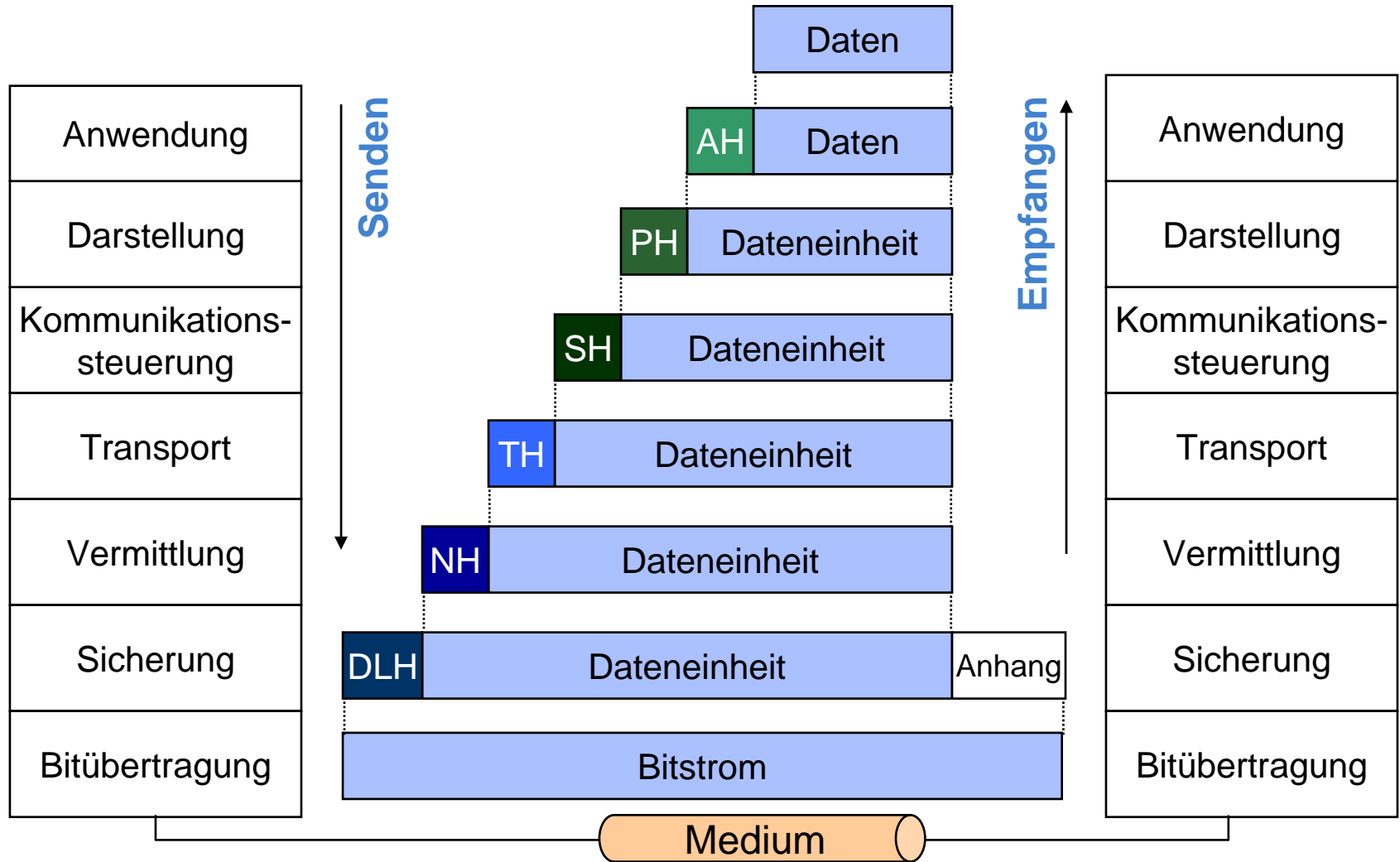
Medium

- Schicht 1: **Bitübertragungsschicht** (Physical Layer)
 - Übertragung von Bits
 - Verwendung von Leitungscodes etc.
 - Keine Pufferung
 - Bietet keine Zuverlässigkeit an
 - Problem: mögliche Störungen der Übertragung
 - Ziel: feste Übertragungsqualität
- Schicht 2: **Sicherungsschicht** (Data Link Layer)
 - Erweitert nachrichtentechnischen Kanal zum abstrakten „gesicherten Kanal“
 - ▶ Erkennung und Behebung von Fehlern der Bitübertragungsschicht möglich
 - Übertragung von Daten zwischen Dienstnehmern direkt verbundener Geräte
 - Gliederung eines Bitstroms in Dateneinheiten
 - Pufferung sowohl beim Sender als auch beim Empfänger

- Schicht 3: **Vermittlungsschicht** (Network Layer)
 - Verknüpft Übertragungsabschnitte zu Ende-zu-Ende-Strecken
 - Wegewahl im Kommunikationssystem
 - ▶ Finden geeigneter Wege für die Ende-zu-Ende-Datenübertragung
 - Adressierung der Geräte
 - Multiplexen
- Schicht 4: **Transportschicht** (Transport Layer)
 - Übertragung von Daten zwischen Anwendungen
 - Abstrahiert von Diensten der Vermittlungsschicht
 - ▶ Dem Dienstnehmer bleiben sämtliche Aspekte der Datenübertragung verborgen
 - Fehlererkennung und -behebung
 - Pufferung
 - Adressierung von Transportdienstbenutzern
 - Multiplexen

- Schicht 5: **Kommunikationssteuerungsschicht** (Session Layer)
 - Bietet Nichtunterbrechbarkeit von Kommunikationsbeziehungen
 - Gliederung des Datenaustauschs nach Gesichtspunkten der Anwendung
 - ▶ Ablaufsteuerung und -koordination
 - ▶ Bereitstellen sogenannter Sitzungen
 - ▶ Rücksetzvereinbarung
- Schicht 6: **Darstellungsschicht** (Presentation Layer)
 - Kommunikation zwischen heterogenen Geräten möglich
 - ▶ Z.B. unterschiedliche Darstellung der Daten (Integer → 16 oder 32 bit?)
 - Einheitliche Darstellung der Daten (Syntax)
 - ▶ Überführung in bzw. aus der lokalen Syntax erforderlich
 - Beibehaltung der Semantik der Information
- Schicht 7: **Anwendungsschicht** (Application Layer)
 - Austausch von anwendungsabhängigen Daten
 - ▶ Aufbau und Zweck durch Anwendung bestimmt
 - Beispiele
 - ▶ E-Mail, Dateitransfer, WWW

- Ziel
 - Austausch von Information innerhalb einer Anwendung
- Geschichtete Architektur
 - Information wird durch alle Schichten durchgereicht, sowohl beim Empfangen als auch beim Senden
 - Daten werden beim Senden in jeder Schicht gekapselt
 - ▶ Kontrollinformation, die für den ordnungsgemäßen Ablauf des Protokolls der Schicht benötigt wird
 - ▶ **Kopf**: Kontrollinformation vor den Daten
 - ▶ Z.B. Adressen in Dateneinheiten
 - ▶ **Anhang**: Kontrollinformation hinter den Daten
 - ▶ Z.B. Prüfsummen in Dateneinheiten
 - Beim Empfangen muss Kontrollinformation vor der Weitergabe an die darüber liegende Schicht entfernt werden



AH: Application Header
PH: Presentation Header

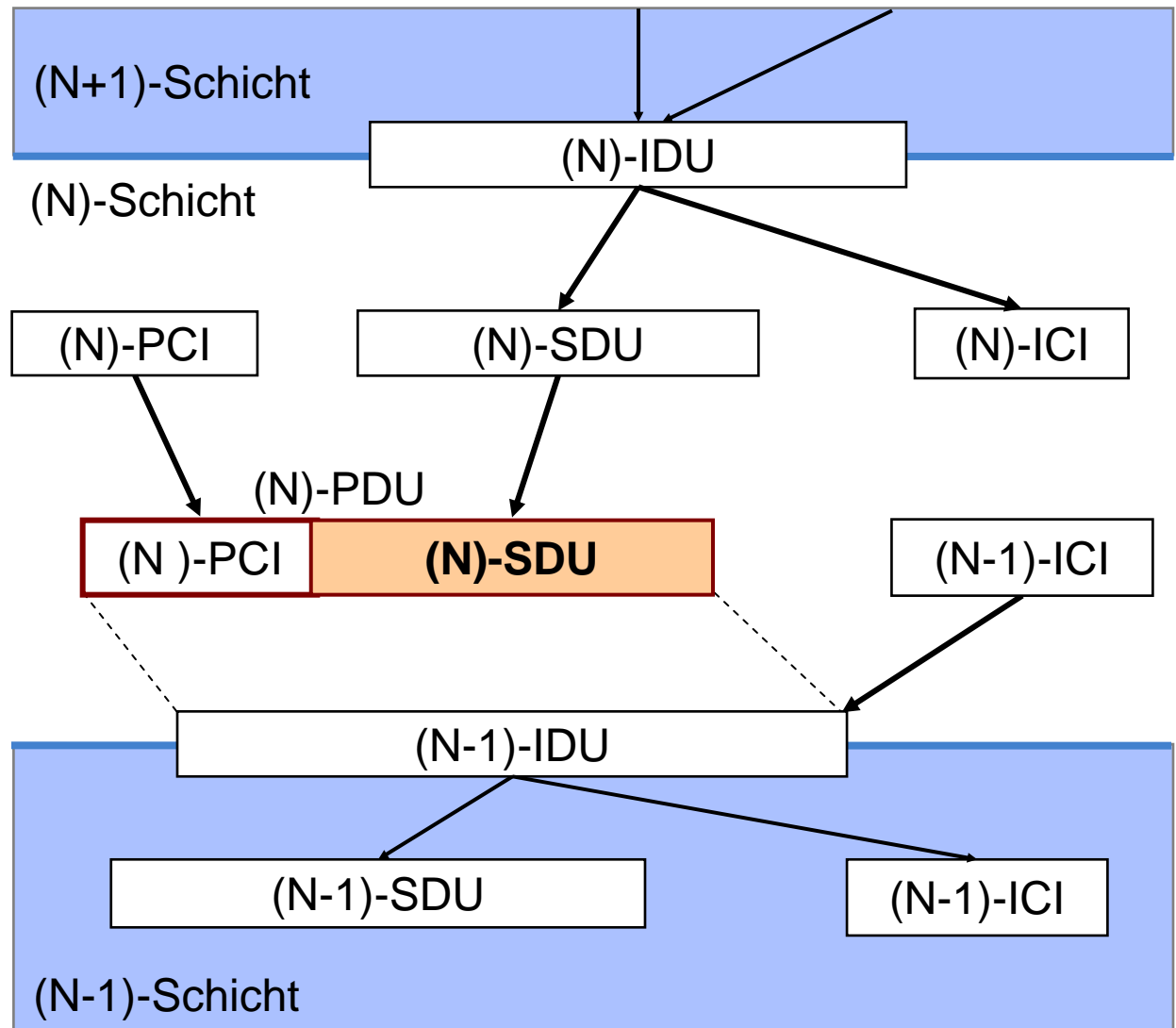
SH: Session Header
TH: Transport Header

NH: Network Header
DLH: Data Link Header

- **(N)-Schnittstellendateneinheit** (*Interface Data Unit – IDU*)
 - Dateneinheit, die die (N+1)-Schicht an die (N)-Schicht über den Dienstzugangspunkt übergibt
 - ▶ Enthält Nutzdaten (N)-SDU und Schnittstellenkontrollinformationen (N)-ICI
- **(N)-Schnittstellenkontrollinformation** (*Interface Control Information – ICI*)
 - Enthält Information über den auszuführenden Dienst, z.B: Parameter des Dienstes, Länge der SDU, ...
- **(N)-Dienstdateneinheit** (*Service Data Unit – SDU*)
 - Daten der (N+1)-Schicht (= (N)-PDU), die transparent übertragen werden
 - ▶ PDU: Protocol Data Unit
- **(N)-Protokollkontrollinformationen** (*Protocol Control Information – PCI*)
 - Information die zwischen (N)-Instanzen ausgetauscht wird, um den Protokollablauf zu steuern
 - ▶ Horizontale Kommunikation

- Grundlegendes Prinzip
 - (N+1)-Instanz übergibt an der Dienstschnittstelle nach unten eine (N)-IDU, bestehend aus
 - ▶ Transparent zu übertragenden Nutzdaten: (N)-SDU
 - ▶ Steuerinformation: (N)-ICI
 - Zur Übertragung der (N)-SDU wird gemäß den Formatvorschriften des Protokolls eine (N)-PCI erzeugt
 - ▶ Bildet gemeinsam mit (N)-SDU die (N)-PDU
 - (N)-PDU wird transparent zwischen Protokollinstanzen der Schicht N übertragen
 - ▶ Hierzu werden Dienste der Schicht (N-1) in Anspruch genommen
 - ▶ Entsprechende Kontrollinformation (N-1)-ICI erzeugt
 - ▶ (N)-PDU und (N-1)-ICI bilden (N-1)-IDU

- Schematische Darstellung



- ISO/OSI-Referenzmodell ist der „Klassiker“
 - Gut geeignet zur logischen Strukturierung
 - Oft weit weg von der Strukturierung einer Anwendung
 - Manchmal zu detailliert und komplex ... sagen zumindest Kritiker

- Tipp
 - Versuchen Sie in diesem Modell zu „leben“
 - ▶ Ordnen Sie immer wieder die Problemstellungen in Kommunikationssystemen sorgfältig in dieses Modell ein
 - ▶ Das erleichtert die Beherrschung des umfangreichen Stoffs ungemein

- Modellierung vs. Implementierung
 - Schichten werden nicht separat implementiert
 - Daten werden zwischen Schichten möglichst nicht kopiert

ISO/OSI-Basisreferenzmodell



Internet-Referenzmodell



- Wesentliche Änderungen im Internet-Referenzmodell
 - Aufgaben der Schichten 5 und 6 vollständig in Anwendung verlagert
 - Schichten 1 und 2 zu einer Schicht zusammengefasst
- Interessant im Internet-Referenzmodell
 - Die konkreten Protokolle, die das Modell ausfüllen

- ISO/OSI
 - Modelltechnische Grundlagen für Kommunikationssysteme
 - ▶ Richtungsweisender Standard
 - ▶ Protokolle der ISO/OSI haben wenig praktische Bedeutung
 - Allerdings
 - ▶ Viele individuelle Anpassungen des Referenzmodells
 - ▶ z.B. in der Internet-Welt oder bei Systemen der Mobilkommunikation
- Internet-Aktivitäten
 - Allgemein akzeptierte Protokollstandards
 - ▶ TCP/IP-Protokollfamilie
 - ▶ Referenzmodell ist von untergeordneter Bedeutung

- ... Vorgehensweise
 - **Bottom-up**

ISO/OSI- Basisreferenzmodell



1. Einführung
2. Physikalische Grundlagen
3. Protokollmechanismen
4. Geschichtete Architekturen
5. Sicherungsschicht: HDLC
6. Beschreibungsmethoden
7. Sicherungsschicht: Lokale Netze
8. Netzkopplung und Vermittlung
9. Die Transportschicht
10. Anwendungssysteme
11. Middleware

**Top-down:
Prinzipien,
Mechanismen
Beschreibungsmethoden**

Schichtenübergreifend:

1. Einführung
2. Physikalische Grundlagen
3. Protokollmechanismen
4. Geschichtete Architekturen
5. Sicherungsschicht: HDLC
6. Beschreibungsmethoden
7. Sicherungsschicht:
Lokale Netze
8. Netzkopplung und Vermittlung
9. Die Transportschicht
10. Anwendungssysteme
11. Middleware

- Grundlegende Modelle und Begriffe für Kommunikationssysteme
 - Schichten
 - Protokolle
 - Dienste
 - Dienstzugangspunkte

- ... abstrakt aber wichtig!
 - Ordnen Sie immer wieder die Problemstellungen in das ISO/OSI-Basisreferenzmodell ein!
 - ▶ Hilft fürs Verständnis
 - ▶ ... auch wenn es nicht unbedingt praxisrelevant ist

- 4.1 Nennen und erklären Sie die im Zusammenhang mit Diensten und deren Zusammensetzung und Inanspruchnahme auftretenden Begriffe.
- 4.2 Welche Grundformen von Diensten werden bezüglich der Mechanismen *Bestätigungen* und *Verbindungen* unterschieden und worin besteht jeweils der Unterschied?
- 4.3 Erläutern Sie detailliert den Aufbau einer geschichteten Architektur, sowie deren Prinzipien, Komponenten und deren Zusammenspiel.
- 4.4 Wozu dient ein „Dienstzugangspunkt“ und wo befinden sich solche innerhalb einer Schichtenarchitektur?
- 4.5 Was sind „Protokollinstanzen“?
- 4.6 Was wird unter „vertikaler“ und „horizontaler Kommunikation“ verstanden und zwischen welchen Komponenten finden diese statt?
- 4.7 Was sind (N)-PDUs, wer tauscht diese miteinander aus und wie setzen sie sich zusammen?
- 4.8 Was sind die Vorteile einer geschichteten Architektur?
- 4.9 Welcher Nachteil kann sich aus einer „zu feinen“ Schichtung und den daraus resultierenden (zu) zahlreichen Schichten ergeben?
- 4.10 Vergleichen Sie das ISO/OSI-Basisreferenzmodell mit dem des Internets und diskutieren Sie kurz die Unterschiede.

- [Haaß97] W. Haaß; Handbuch der Kommunikationsnetze; Springer Verlag, 1997
 - Kapitel 3
- [JaAg90] B. Jain, A. Agrawala; Open Systems Interconnection; Elsevier, 1990
 - Behandelt das ISO/OSI-Basisreferenzmodell im Detail
 - Behandelt ebenfalls die ISO/OSI-Protokolle
- [SpJa93] O. Spaniol, K. Jakobs; Rechnerkommunikation; VDI-Verlag, 1993
 - Detaillierte Behandlung ISO/OSI-Basisreferenzmodell und ISO/OSI-Protokolle
- [Zimm80] H. Zimmermann; OSI Reference Model – The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection; IEEE Transactions on Communications, Vol. 28, No. 4, April, 1980
 - Klassiker zum Thema ISO/OSI-Referenzmodell