

Referenzmodelle

Prof. Dr. Norbert Pohlmann

Fachbereich Informatik

Verteilte Systeme und Informationssicherheit

Inhalt

- **Das OSI-Referenzmodell (Übersicht)**
- **Das ISO/OSI Basic Reference Model**
- **Struktur des OSI-Modelles**
 - **Instanzen, Dienste, Protokolle und Paketstrukturen**
- **Schichtenaufgaben des OSI-Referenzmodells**
- **Das TCP/IP-Referenzmodell**
- **Vergleich: OSI- und TCP/IP-Referenzmodell**
- **Zusammenfassung**

- **Das OSI-Referenzmodell (Übersicht)**
 - Das ISO/OSI Basic Reference Model
 - Struktur des OSI-Modelles
 - Instanzen, Dienste, Protokolle und Paketstrukturen
 - Schichtenaufgaben des OSI-Referenzmodells
 - Das TCP/IP-Referenzmodell
 - Vergleich: OSI- und TCP/IP-Referenzmodell
 - Zusammenfassung

Das OSI-Referenzmodell (1/2)

→ 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 (2/2)

→ Open Systems Interconnection (OSI)

- Ein **Rechnernetz** wird durch die folgenden Anforderungen charakterisiert:
 - Ein **Rechnernetz** ist primär ein **Transport- und Übertragungssystem** für den Austausch digitaler Daten zwischen an das Netz angeschlossenen, weitgehend oder vollständig autonomen Teilnehmern (Rechnersystemen).
 - Ein **Rechnernetz** bietet seinen Teilnehmern die Möglichkeit, nacheinander oder auch gleichzeitig mit jedem anderen gewünschten Netzteilnehmer zum Zweck des Datenaustausches in Verbindung zu treten.
 - Realisiert wird ein **Rechnernetz** in der Regel durch eine Anzahl von **Netzknoten (Vermittlungsknoten)**, d.h. speziell für die Aufgabe der Vermittlung und Übertragung digitaler Daten entwickelten IT-Systemen und den **Verbindungen** der Knoten untereinander.

Offene Systeme nach ISO/OSI (1/3)

- Bereits in den 60er Jahren waren teilweise weltweite Rechnernetzwerke vorhanden.
- Beispiele sind: das bekannte ARPA-Netz (Forschungsnetz), verschiedene Herstellernetze oder Rechnerverbunde von Fluglinien und Banken.
- Alle **Herstellernetze** hatten eines gemeinsam:
 - Sie erfüllten ihre Aufgabe nur für einen sehr beschränkten Teilnehmerkreis.
 - Es war Teilnehmern verschiedener Netzwerke nicht möglich, miteinander zu kommunizieren.
 - Jedes Netz samt ihren Datenendgeräten bildete ein sogenanntes geschlossenes System.

Offene Systeme nach ISO/OSI (2/3)

- Ein **geschlossenes System** hat folgende Merkmale:
 - Es baut auf der Technologie eines Herstellers auf und ist mit Konkurrenzprodukten nicht kompatibel.
 - Die Ausdehnung eines derartigen Netzes beschränkt sich auf einen bestimmten Teilnehmerkreis und oft auf ein beschränktes räumliches Gebiet.
 - Datenübertragung von einem Netz in ein anderes ist nur mittels verhältnismäßig großem Aufwand an Hard- und Software möglich.
- Im Jahre 1977 erkannte die **ISO** die Notwendigkeit, den Bereich der Rechnerkommunikation zu normen.
- Im Subcommittee **Open Systems Interconnection (OSI)** wurde die Arbeit aufgenommen.
- Dabei war zunächst das Ziel, **die Kommunikation** von Endsystemen verschiedener Hersteller, die über ein Netz miteinander kommunizieren, **zu normieren**, damit Rechner verschiedener Hersteller in der Lage waren, miteinander Informationen über das Netz auszutauschen.

Offene Systeme nach ISO/OSI (3/3)

- Durch die Standardisierung sollte das Außenverhalten eines Systems, d.h. sein Kommunikationsverhalten, standardisiert werden.
- Jeder Rechner soll sich nach außen gleichartig verhalten, ganz egal, von welchem Hersteller er kommt.
- Durch die Standards soll erreicht werden, dass Systeme verschiedener Hersteller problemlos kommunizieren können.
- **Ein offenes System nach ISO/OSI ist also ein System, welches trotz herstellerabhängiger Implementierung mit anderen offenen Systemen nach festgelegten Normen kommuniziert.**

Inhalt

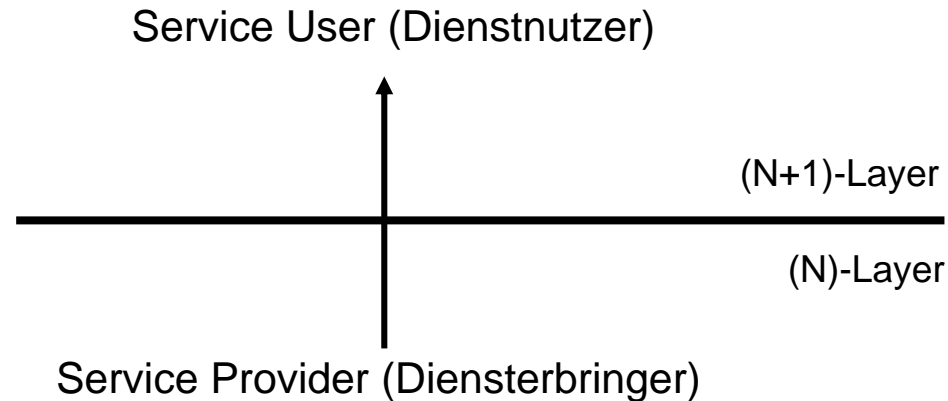
- Das OSI-Referenzmodell (Übersicht)
- **Das ISO/OSI Basic Reference Model**
- Struktur des OSI-Modelles
 - Instanzen, Dienste, Protokolle und Paketstrukturen
- Schichtenaufgaben des OSI-Referenzmodells
- Das TCP/IP-Referenzmodell
- Vergleich: OSI- und TCP/IP-Referenzmodell
- Zusammenfassung

Das ISO/OSI Basic Reference Model

- 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

→ 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

→ Grundsätze der Schichtenbildung (1/3)

- G1: Bilde nicht mehr Schichten als zur Beschreibung und Integration der zu lösenden Aufgabe notwendig sind, um das Gesamtsystem nicht schwerer als nötig zu machen und überschaubar zu halten.
- G2: Definiere eine Grenze an einem Punkt, an dem die Beschreibung von Diensten gering gehalten werden kann und wo gleichzeitig die Anzahl der Interaktionen minimierbar sind.
- G3: Bilde unterschiedliche Schichten zur Behandlung der Funktionen, die vom Grundsatz her unterschiedlich zu verbreiten sind oder deren Technologie verschieden ist.
- G4: Ordne ähnliche Funktionen in ein und derselben Schicht an.
- G5: Definiere die Grenzen an den Punkten, die sich in der Vergangenheit der Erfahrung nach als erfolgreich erwiesen haben.

Das OSI-Referenzmodell

→ Grundsätze der Schichtenbildung (2/3)

- G6: Definiere Schichten für leicht zuzuordnende Funktionen so, dass die Schichten vollständig neu organisiert und die Protokolle in einer völlig anderen Weise geändert werden können, um die Vorteile von Fortschritten im architekturellen Zusammenhang, in Hardware- oder Software-Technologie nutzen zu können, ohne die erwarteten Dienste ändern zu müssen, die zu einer oder von einer benachbarten Schicht bereitgestellt werden.
- G7: Definiere dort die Grenze, wo es zu irgendeiner Zeit nützlich sein kann, die korrespondierende Schnittstelle standardisiert zu haben.
Diese internen Schnittstellen sollen keine Bedingung zur Begründung der Offenheit eines Systems sein.
- G8: Definiere eine Schicht dort, wo ein Bedürfnis nach verschiedenem Abstraktionsgrad in der Behandlung von Daten erforderlich ist.

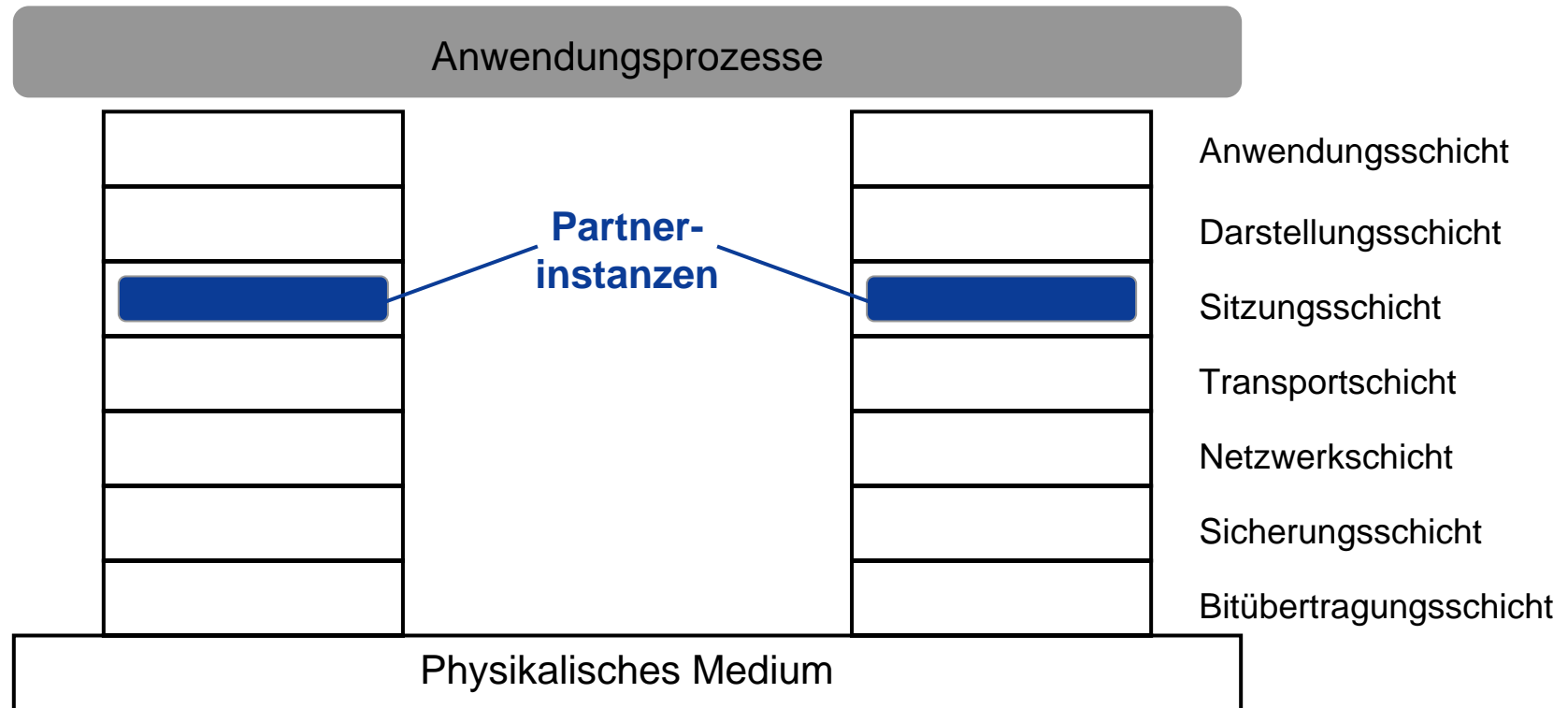
Das OSI-Referenzmodell

→ Grundsätze der Schichtenbildung (3/3)

- G9: Erlaube die Änderung von Funktionen oder Protokollen innerhalb einer Schicht, ohne dass andere Schichten davon betroffen sind.
- G10: Schaffe für jede Schicht eindeutige Grenzen zur Schicht darunter und darüber.
- G11: Bilde Untergruppierungen und eine Organisation von Funktionen für Teilschichten innerhalb einer Schicht, wenn verschiedene Kommunikationsdienste erforderlich sind.
- G12: Definiere, wenn erforderlich, zwei oder mehrere Teilschichten mit einer gemeinsamen und deshalb minimalen Funktionalität, um Operationen über die Schnittstellen zu benachbarten Schichten zu gestatten.
- G13: Erlaube das Umgehen von Teilschichten innerhalb einer Schicht.

Das OSI-Referenzmodell

→ Prinzipieller Aufbau des OSI-Schichtenmodells



Inhalt

- Das OSI-Referenzmodell (Übersicht)
- Das ISO/OSI Basic Reference Model
- **Struktur des OSI-Modelles**
 - **Instanzen, Dienste, Protokolle und Paketstrukturen**
- Schichtenaufgaben des OSI-Referenzmodells
- Das TCP/IP-Referenzmodell
- Vergleich: OSI- und TCP/IP-Referenzmodell
- Zusammenfassung

Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Instanzen (1/3)

- OSI zerlegt das Kommunikationssystem in 7 Schichten.
- In der OSI-Terminologie treten Stationen, Rechner, Prozesse oder Benutzer nicht auf, sondern man spricht von **entities (Instanzen)**.
- In jeder Schicht eines jeden offenen Teilsystem existieren **Arbeitseinheiten (Instanzen, entities)**, die sowohl (vertikal) mit darüber- und darunterliegenden Instanzen als auch (horizontal) mit räumlich getrennten Instanzen derselben Schicht verkehren.
- Diese **Instanzen (entities)** stellen logisch parallele Prozesse in einer Schicht dar, welche die **Aufgabe der jeweiligen Schicht** durchführen können.
- Eine **Schicht** eines Endsystems kann **mehrere Instanzen** enthalten.
- Die Implementierung einer Instanz kann in Hard- oder Software erfolgen.

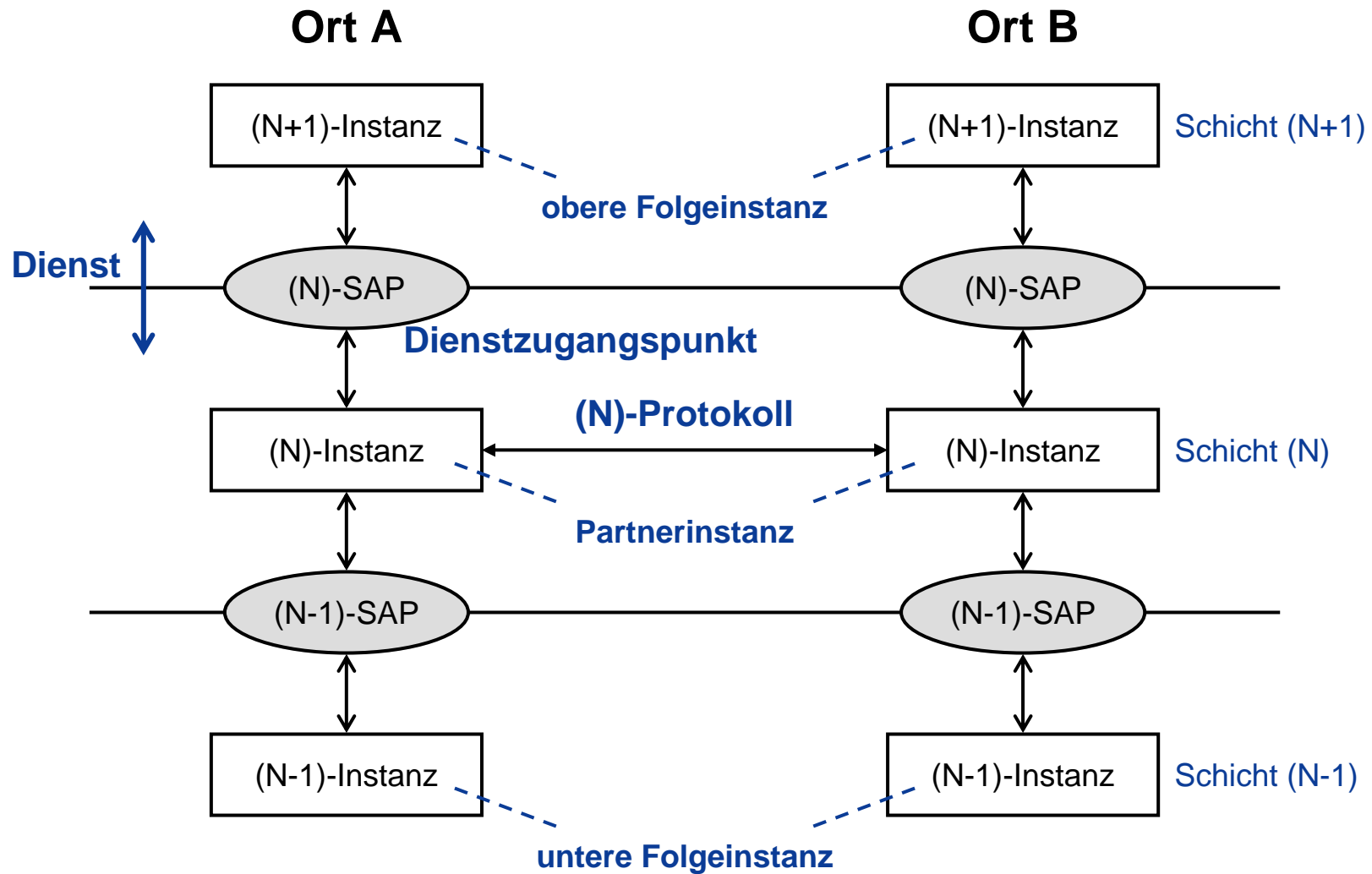
Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Instanzen (2/3)

- Zwei **vertikal benachbarte Instanzen** nennt man obere und untere **Folgeinstanz**.
- Korrespondierende Instanzen derselben Schicht in verschiedenen Systemen werden **Partnerinstanzen (peer entities)** genannt.
- Aus dieser Struktur ergeben sich zwei Beziehungen zwischen Instanzen:
 - eine **vertikale Beziehung, Dienst** genannt,
 - und eine **horizontale Beziehung, als Protokoll** bezeichnet.
- Jede Schicht N, oder exakter, jede Instanz in einer Schicht N bietet der übergeordneten Schicht N+1 **Services (Dienste)** an.
- Die übergeordnete Schicht N+1 ist der Nutzer der Dienste, die an der nächst tieferen Schicht N an den **Service Access Points (Dienstzugangspunkten)** zur Verfügung gestellt werden und durch alle Schichten, die unter der nutzenden Schicht liegen, erbracht werden.

Das OSI-Referenzmodell

→ Instanzen (3/3)



Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Dienste

- Eine Schicht N liefert der darüber liegenden Schicht N+1 eine **eigene Leistung, sowie die Leistungen aller darunter liegenden Schichten**.
- Diese Leistung nennt OSI den **Dienst (service)** der Schicht.
- Es besteht z.B. die Leistung der Netzwerkschicht in der Vermittlung zwischen mehreren Orten und (mittels der Datensicherungsschicht) die der Erkennung und Korrektur von Fehlern in der Datenübertragung.
- Die Kommandos zur Inanspruchnahme von Diensten und die Ergebnismeldungen heißen **Dienstelemente (service primitives)**.
- Ein Dienst stellt hierbei einen Satz von Funktionen dar, die einem Benutzer von einem Anbieter (Provider) zur Verfügung gestellt werden.
- Die Eigenschaften eines Dienstes werden durch die Schnittstelle am **SAP (service access point)** definiert.
- Eine N-Schicht nimmt also die Dienstleistungen einer (N-1)-Schicht in Anspruch, ohne zu wissen, wie diese ihre Dienstleistungen erbringt.

Struktur des OSI-Referenzmodells

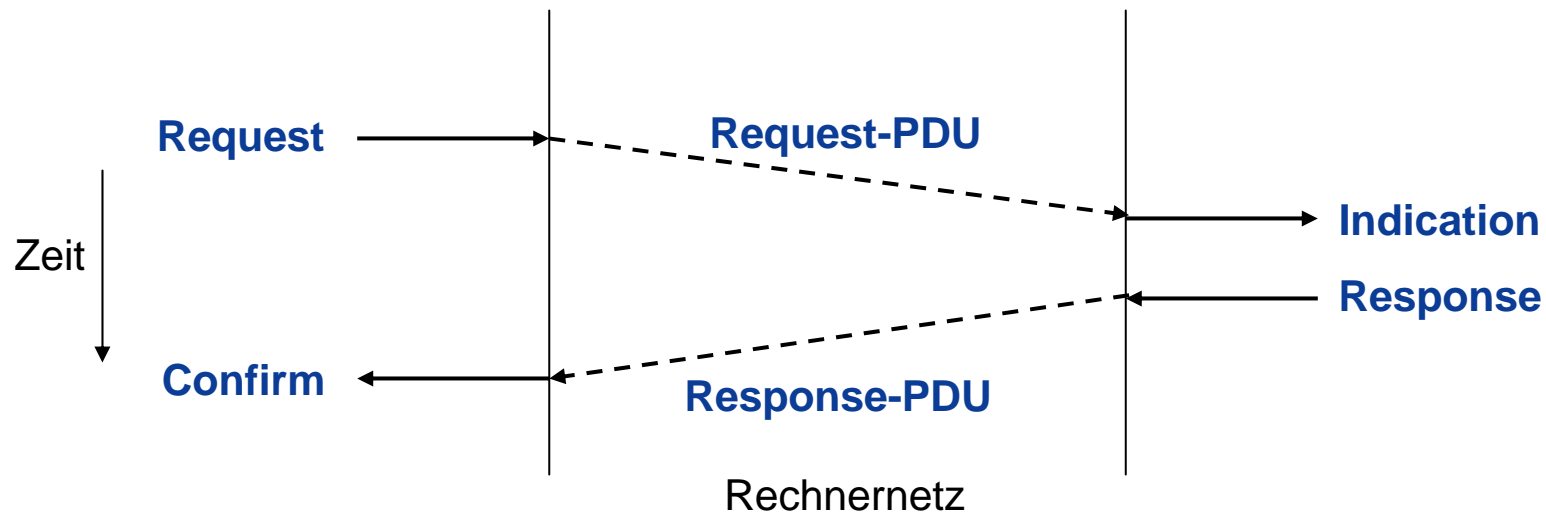
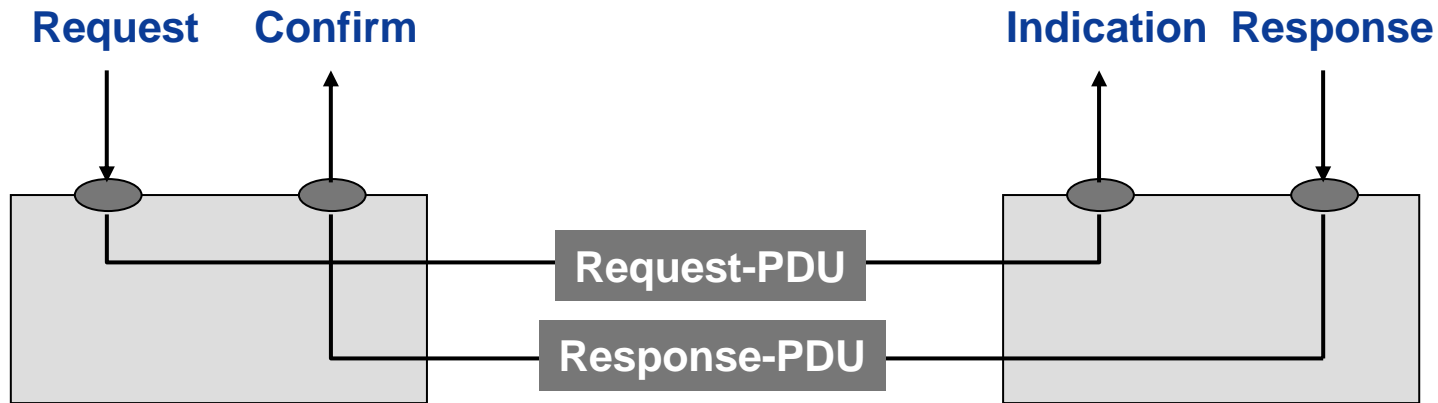
→ Dienstoperationen

- Ein Dienst wird formell als Gruppe von Operationen (Primitives) spezifiziert, die einer anderen Instanz zugänglich sind.
- Diese Operationen weisen den Dienst an, eine bestimmte Aktion auszuführen, die von einer Partnerinstanz angefordert wurde.
- Dienstoperationen können in vier Klassen unterteilt werden:

Operationen	Bedeutung
Anfrage (Request)	Ein Instanz fordert den Dienst an, eine bestimmte Aufgabe auszuführen
Anzeige (Indication)	Eine Instanz muss über ein Ereignis informiert werden
Antwort (Response)	Eine Instanz möchte auf ein Ereignis antworten
Bestätigung (Confirm)	Antwort auf eine "frühere" Anfrage (Dienst Anforderung)

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 (1/2)

- Die zweite Art von Beziehungen zwischen Instanzen sind die horizontalen Beziehungen und werden **Protokolle (protocols)** genannt.
- Protokolle sind Regeln zur Kommunikation zwischen Partnerinstanzen.
- In realen Systemen gibt es nur eine einzige physisch vorhandene horizontale Verbindung, nämlich jene durch das Übertragungsmedium.
- Da aber mittelbar - über einige vertikale Übergänge abwärts und dann über das Medium und jenseits des Mediums wieder aufwärts - auch eine Verbindung zwischen zwei **Partnerinstanzen (peer entities)** derselben Ebene existiert, kann man für die Kommunikation zwischen Partnerinstanzen diese **als verbunden** ansehen.
- Die Partnerinstanzen verkehren über diese Verbindungen miteinander gemäß einem **Protokoll ihrer Schicht**.

Struktur des OSI-Referenzmodells

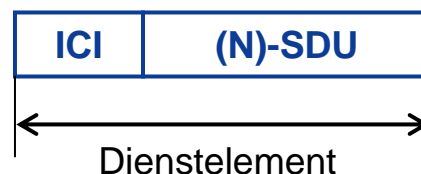
→ Protokolle (2/2)

- 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 (1/6)

- Es treten zwei Arten von Nachrichten auf,
 - **vertikal** zwischen Folgeinstanzen laufende Nachrichten und
 - **horizontal** zwischen Protokollpartnern auszutauschende Nachrichten.
- Vertikal werden Dienstaufträge bzw. Zustimmungen zwischen der dienenden (z.B. (N)) und der fordernden Schicht (N+1) ausgetauscht.
- Sie bestehen aus einem Kommandoteil, **Interface Control Information, ICI** genannt, und aus **Nutzdaten** (Userdata).



- Die Nutzdaten, welche der Schicht (N) übergeben werden, heißen (N)-Service Data Unit, (N)-SDU.
- Das übergebene Gesamtpaket (Kommandoteil plus Nutzdaten) heißt Dienstelement (service primitive).

Struktur des OSI-Referenzmodells

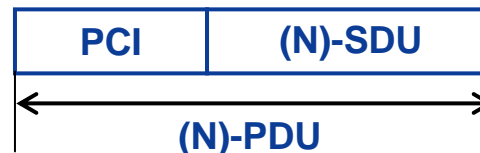
→ Paketstrukturen (2/6)

- Die **Nutzdaten (user data)**, welche die (N+1)-Instanz ihrem Partner am anderen Ort senden will, muss sie der unteren Folgeinstanz im eigenen System zur Beförderung übergeben.
- Sie tut dies im (N)-SDU Feld des Übergabepakets.
- Diese Information soll von der (N)-Instanz unverändert an ihren (N)-Partner und weiter zur (N+1)-Instanz befördert werden.
- Man bezeichnet die Übertragung daher als transparent, d.h. verborgen, da **keine** Informationen für die (N)-Instanzen darin enthalten ist.
- Die für die (N)-Instanz bestimmten Steuerinformationen sind davon getrennt in der ICI (Interface Control Information) gelagert.
- Dort befinden sich das Kommando an die Folgeschicht sowie weitere Steuerinformationen, wie z.B. Zielort.
- Die Inhalte und das Format der ICIs sind **nicht** genormt, da sie nur Übergänge innerhalb eines Systems betreffen und daher dem Hersteller des Systems überlassen bleiben.

Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Paketstrukturen (3/6)

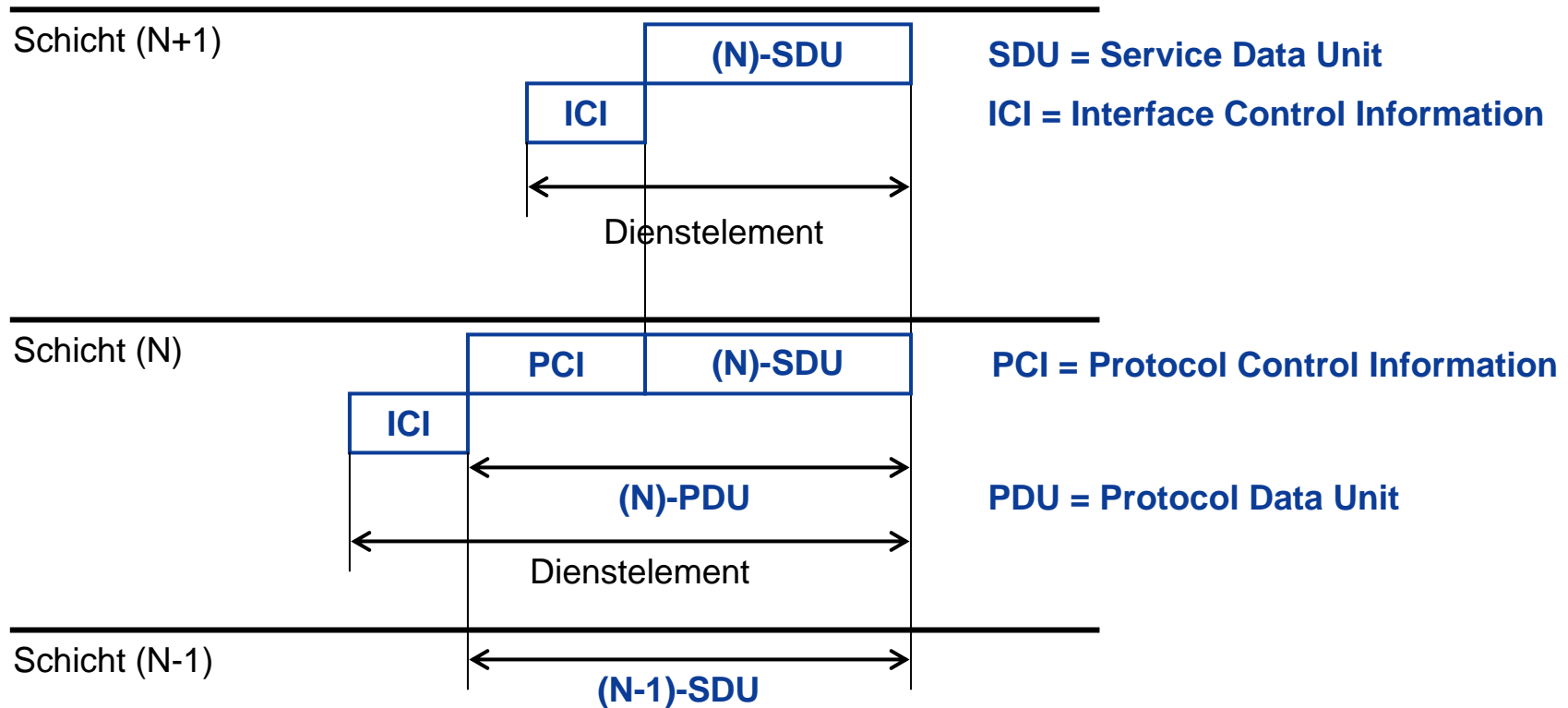
- Die (N)-Instanz stellt nun jedes Informationspaket zusammen, das sein Protokollpartner (horizontal) erhalten soll, man nennt es Protokolldateneinheit, ((N)-**Protokoll Data Unit**, (N)-**PDU**).
- Es enthält in einem Feld unverändert die als (N)-SDU von oben übernommenen Daten (User data - Nutzdaten) und fügt noch Steueranweisungen an seinen Protokollpartner in einem eigenen Feld, dem **PCI-Feld (Protocol Control Informationen)** hinzu.



- Manche PDUs dienen nur reinen Steuerzwecken. Diese PDUs enthalten nur PCI-Informationen und in der Regel keine Userdaten (SDU).
- Die (N)-PDU ist die Nutzinformation (Userdaten) der (N)-Schicht.
- Notgedrungen muss sie wieder an die nächst untere Folgeinstanz (N-1) zur Beförderung übergeben werden.
- Sie wird als (n-1)-SDU mit Steuerinformationen (ICI) ergänzt und nach unten weiter gereicht.

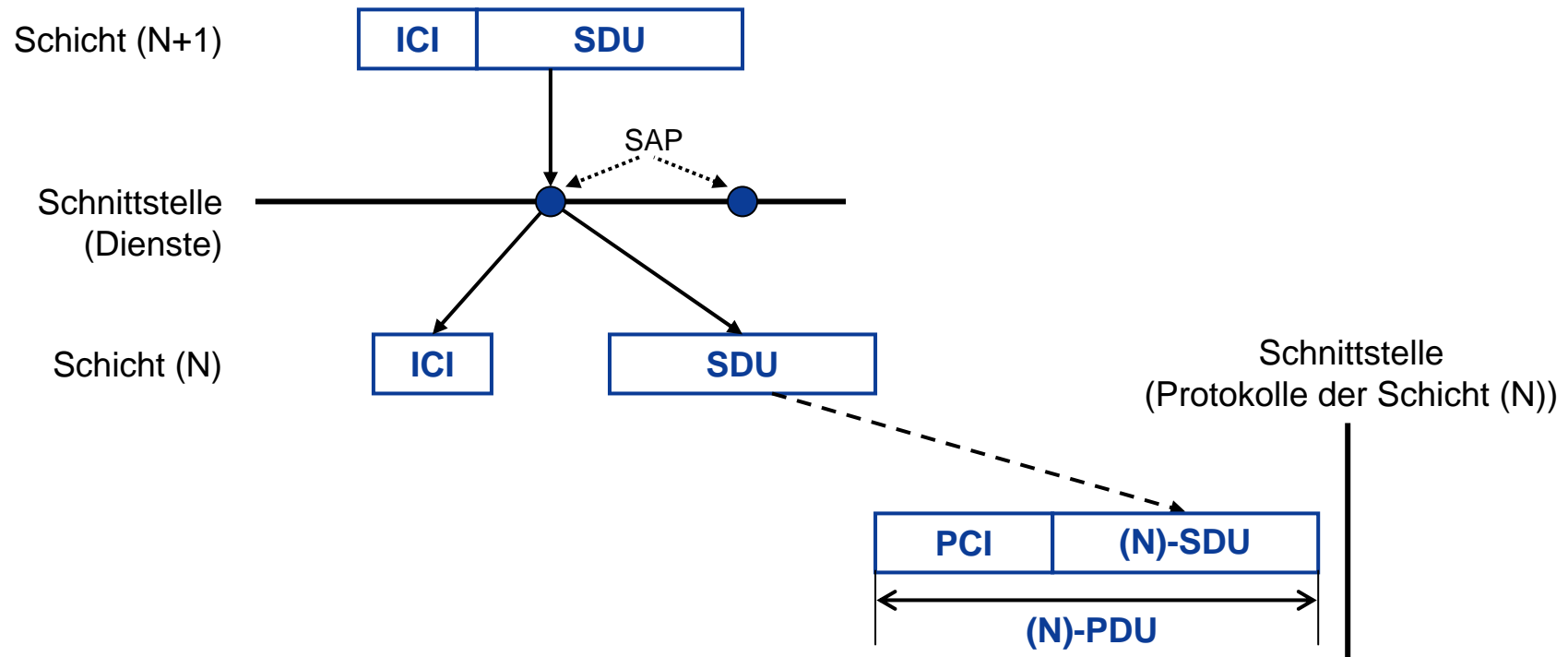
Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Paketstrukturen (4/6)



Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Paketstrukturen (5/6)



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

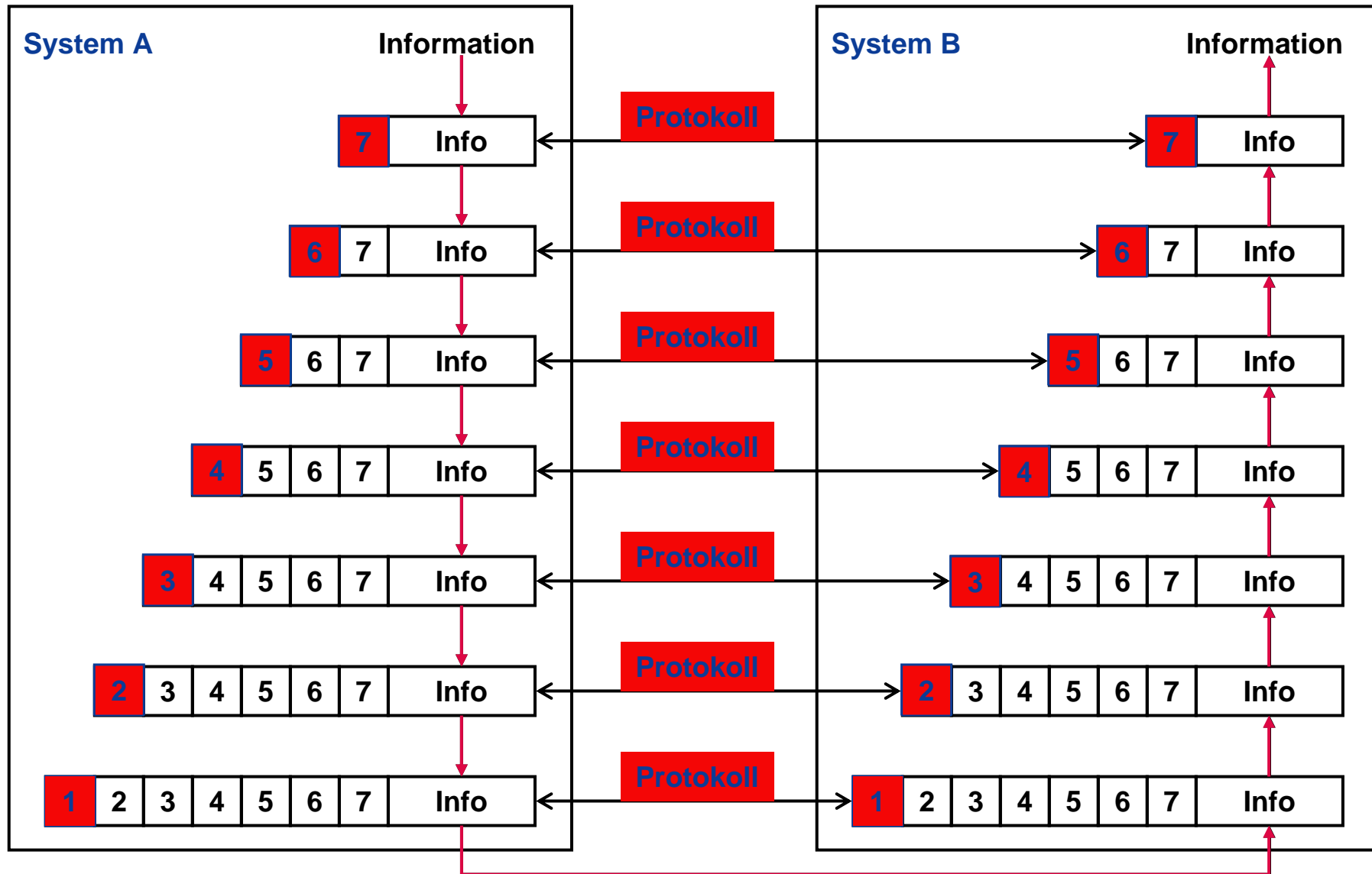
Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Paketstrukturen (6/6)

- Die eigentliche Nachricht wird in jeder Schicht mit einer Steuerinformation (PCI) für die Partnerinstanz versehen.
- In PDUs der untersten Schicht liegen somit 7 PCIs vor der ursprünglichen Nachricht.
- Nur die äußerste PCI ist für die unterste Schicht bestimmt.
- Den Vorgang könnte man damit vergleichen, dass eine Brief in ein Kuvert gesteckt wird, das wiederum in ein weiteres Kuvert verpackt wird, und das sieben Mal.
- Jedes Kuvert enthält eine Anweisung für die Behandlung seines Inhaltes.
- Nachdem das Protokoll der Schicht 1 ausgeführt wurde, ist das äußerste Kuvert der Steuerinformation nicht mehr nötig.
- Bei jeder Weitergabe nach oben entfällt ein „PCI-Kuvert“, bis zuletzt über der Schicht 7 nur noch die ursprüngliche Nachricht ankommt.

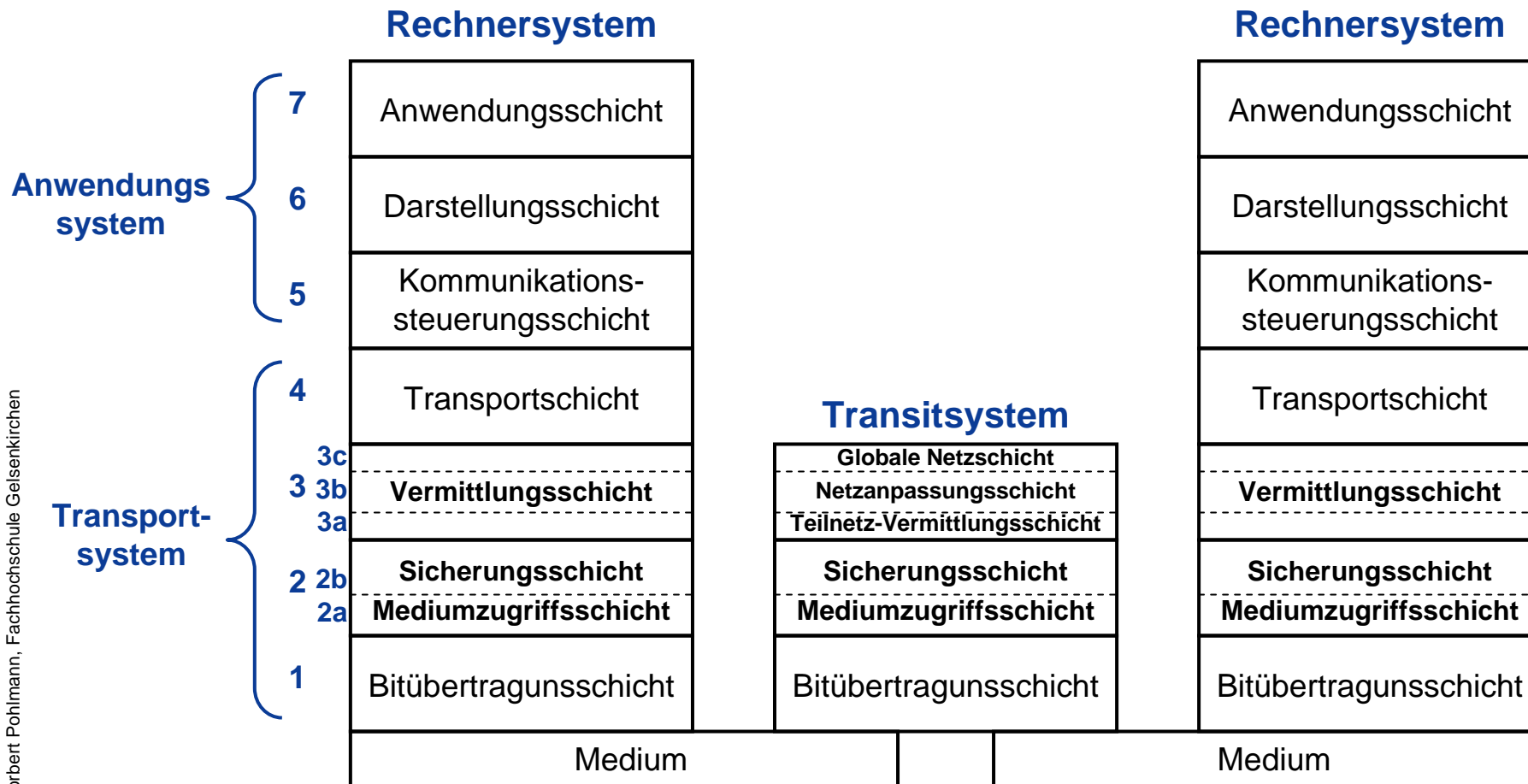
Struktur des OSI-Referenzmodells

→ Protokollweg durch den OSI-Turm



Struktur des OSI-Referenzmodells

→ OSI-Schichtenmodell



Inhalt

- Das OSI-Referenzmodell (Übersicht)
- Das ISO/OSI Basic Reference Model
- Struktur des OSI-Modelles
 - Instanzen, Dienste, Protokolle und Paketstrukturen
- **Schichtenaufgaben des OSI-Referenzmodells**
- Das TCP/IP-Referenzmodell
- Vergleich: OSI- und TCP/IP-Referenzmodell
- Zusammenfassung

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ Bitübertragungsschicht

- Die **Bitübertragungsschicht** ist verantwortlich für die transparente Übertragung von Bitsequenzen über verschiedene Medien.
- Die Festlegungen dieser Schicht berücksichtigen folgende Charakteristiken von Übertragungsmedien und Schnittstellen:
 - **mechanische Aspekte:** z.B.
Pin-Gestaltung und Pin Konfiguration
 - **physikalische Aspekte:** z.B.
Elektrische, elektromagnetische, akustische, optische
 - **funktionale Aspekte:** z.B.
Bedeutung der Pin-Belegung
- Ebenso gehören in diese Schicht die verschiedenen Übertragungsarten (z.B. analog/digital, synchron/asynchron) sowie Modulations- und Codierungsverfahren.

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ Bitübertragungsschicht (Funktionen)

- Aktivierung der physischen Verbindung
- Deaktivierung der physischen Verbindung
- Bitübertragung
- Bitübertragungsschichtverwaltung

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ Sicherungsschicht

- Die **Sicherungsschicht** kann in zwei Unterschichten gegliedert werden.
- **Mediumzugangsschicht (MAC-Layer, Schicht 2a)**
 - Die Mediumzugangsschicht kommt dann zum Einsatz, wenn das Übertragungsmedium nicht für zwei Kommunikationspartner dediziert ist, sondern - wie z.B. bei LANs oder bei drahtloser Kommunikation üblich - viele potentielle Kommunikationspartner (Stationen) dasselbe Medium nutzen.
 - Die MAC-Schicht regelt dann die Zuordnung des gemeinsam benutzten Betriebsmittels Übertragungsmedium entweder eines festen Schemas (z.B. Zeitmultiplex, Frequenzmultiplex) oder dynamisch über sog. Vielfachzugriffsprotokolle (Reservierungsverfahren, stochastische Zugriffsverfahren).
- **Logical Link Layer (Schicht 2b)**

Die Schicht 2b ist zuständig für die Zusammensetzung von Bitsequenzen zu Blöcken (Bytes, Frames), für die Blocksynchronisation, für die Fehlererkennung auf Block- bzw. Frameebene und gegebenenfalls für die Fehlerkorrektur.

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ Sicherungsschicht (Funktionen)

- Übermittlungsabschnitt aufbauen/abbauen
- Begrenzung und Synchronisation (framing)
- Folgekontrolle
- Fehlererkennung
- Fehlerbehebung
- Flußkontrolle
- Identifikation und Parametertausch
- Überwachung der physischen Verbindung
- Sicherungsschichtverwaltung

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ 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.

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ Vermittlungsschicht (Funktionen)

- Übermittlungsabschnitt aufbauen/abbauen
- Begrenzung und Synchronisation (framing)
- Folgekontrolle
- Fehlererkennung
- Fehlerbehebung
- Flußkontrolle
- Identifikation und Parametertausch
- Überwachung der physischen Verbindung
- Netzschichtverwaltung (Routing-Tabellen, usw.)

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ 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.

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ Transportschicht (Funktionen)

- Einrichtung der Transportverbindung
- Datenübertragung
- Auslösung der Transportverbindung
- Transportschichtverwaltung

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ 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.

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ Kommunikationssteuerungsschicht (Funktionen)

- Sitzungsverbindung herstellen
- Sitzungsverbindung auslösen
- Zuordnung der Sitzungsverbindung zur Transportverbindung
- Flußkontrolle
- Verwaltung der Kommunikationssteuerungsschicht

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ 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.

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ Darstellungsschicht (Funktionen)

- Anforderungen des Sitzungsaufbaus
- Datentransfer
- Abstimmung der Syntax
- Abstimmung des Darstellungsprofils
- Umsetzung der Syntax
- Umsetzung des Darstellungsprofils
- Anforderung der Sitzungsdurchführung
- Darstellungsschichtverwaltung

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ Anwendungsschicht

- Die **Anwendungsschicht** enthält die Anwendungen im engeren Sinne, d.h. die Prozesse, die den eigentlichen semantischen Gehalt der Kommunikation ausmachen.
- D.h., so wie ein universelles Betriebssystem eine möglichst große Vielfalt von Anwendungssoftware unterstützt, so sollen auch die Kommunikationsschichten 1 bis 6 möglichst uneingeschränkt verteilte Anwendungen ermöglichen.

OSI-Referenzmodell: Schichtenaufgaben

→ Anwendungsschicht (Funktionen)

- Systemsteuerung
- Anwendungssteuerung
- Anwendungsschichtverwaltung

Normen im OSI-Referenzmodell

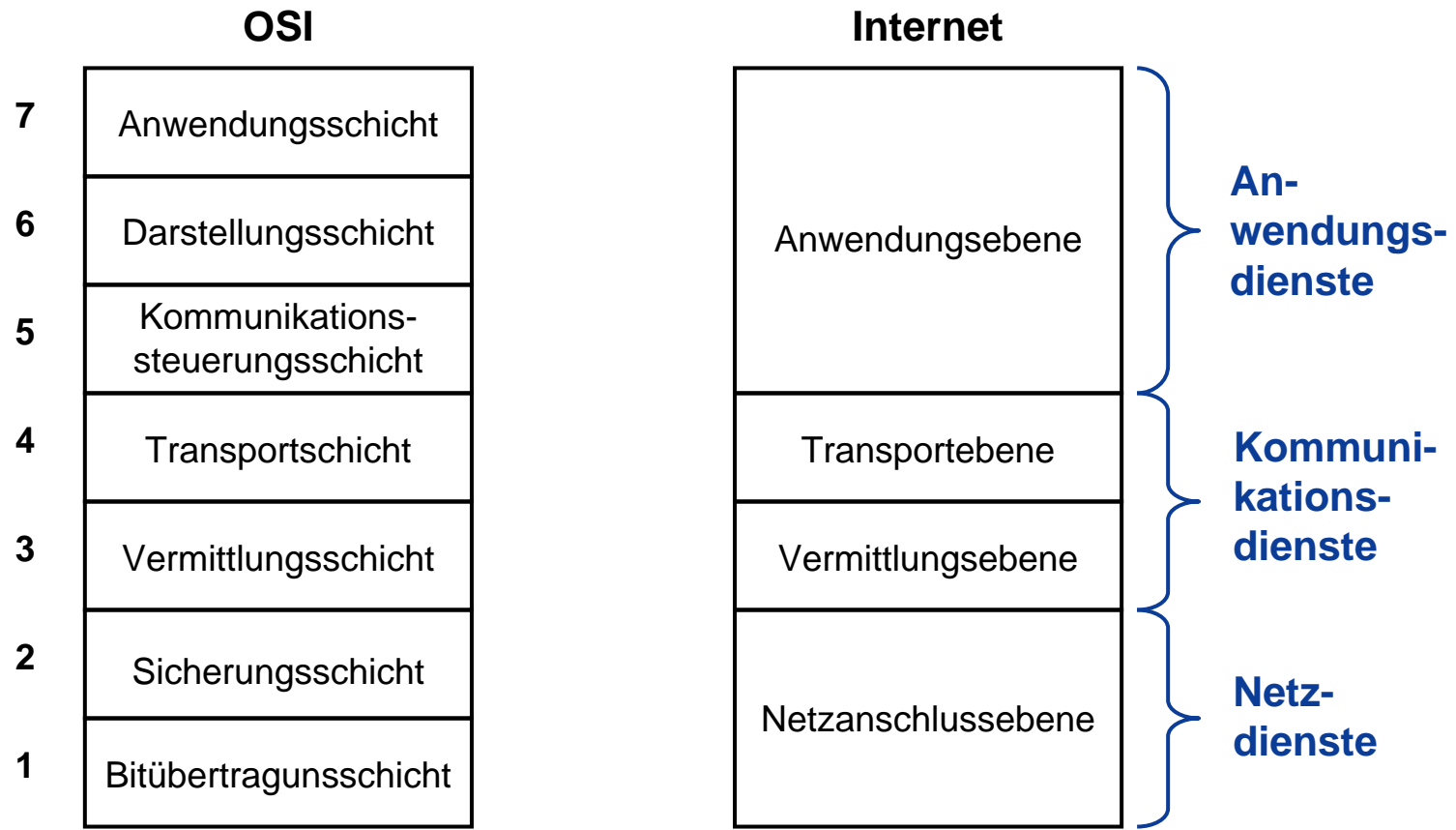
→ Beispiel

	OSI-Schicht	OSI-Norm
7	Anwendungsschicht	FTAM ISO 8531 CMIP
6	Darstellungsschicht	Presentation Protocol ISO 8823
5	Kommunikations- steuerungsschicht	Session Protocol ISO 8327
4	Transportschicht	ISO 8073 Class 0 -Class 4
3	Vermittlungsschicht	X.25/3
2	Sicherungsschicht	HDLC
1	Bitübertragungsschicht	X.21

Inhalt

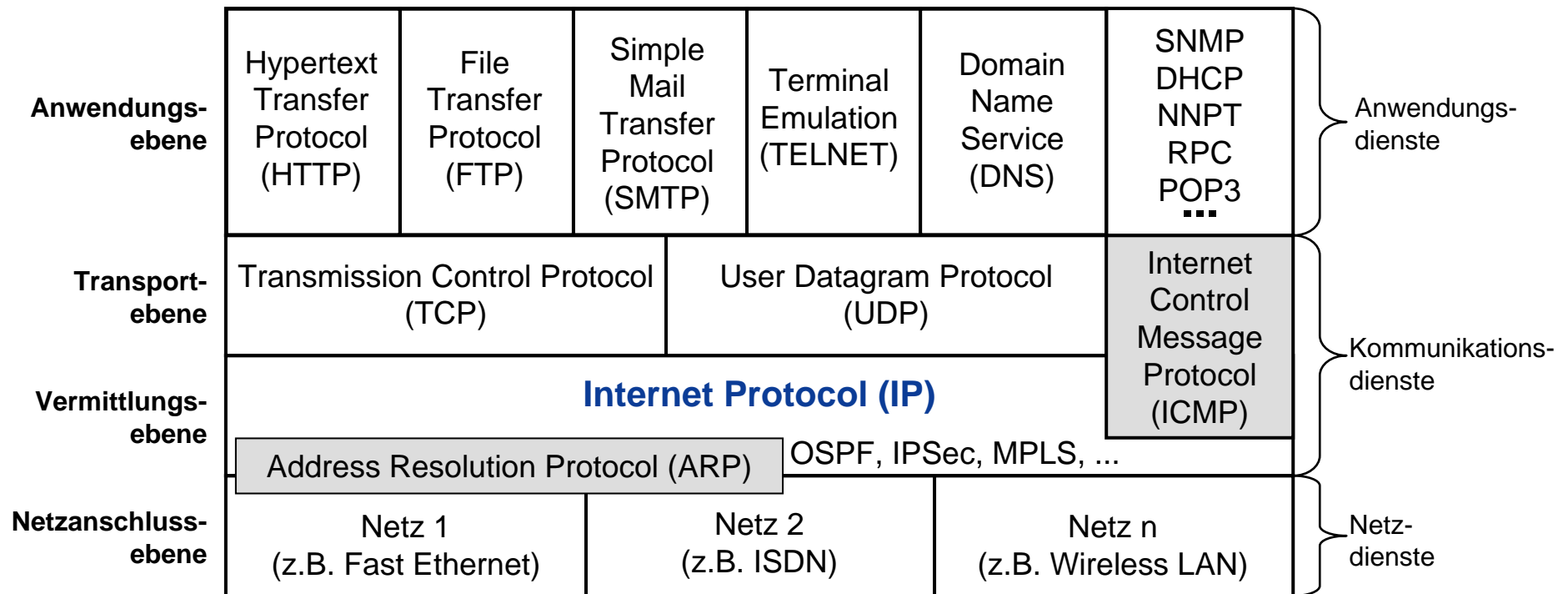
- Das OSI-Referenzmodell (Übersicht)
- Das ISO/OSI Basic Reference Model
- Struktur des OSI-Modelles
 - Instanzen, Dienste, Protokolle und Paketstrukturen
- Schichtenaufgaben des OSI-Referenzmodells
- **Das TCP/IP-Referenzmodell**
- Vergleich: OSI- und TCP/IP-Referenzmodell
- Zusammenfassung

Internetprotokolle im Referenzmodell



Protokolle im TCP/IP-Referenzmodell

Internet-Protokollstack



Ebenen der TCP/IP-Architektur (1/2)

■ Netzanschlußebene

- Die Netzanschlußebene ermöglicht einem Rechnersystem Daten zu einem anderen Rechnersystem innerhalb des direkt angeschlossenen Netzes (z. B. Ethernet, ISDN, Wireless-LAN...) zu übertragen.
- Dazu sind genaue Kenntnisse des zugrunde liegenden Netzaufbaus nötig.
- Die Netzzugangsebene umfasst die zwei unteren Ebenen des OSI-Modells und beinhaltet die Kapselung von IP-Paketen in Netzrahmen (Frames) und die Zuordnung von IP-Adressen zu physikalischen Netzadressen, z.B. MAC-Adressen.

■ Vermittlungsebene

- Die Vermittlungsebene definiert den Aufbau von IP-Paketen und bestimmt, auf welchem Weg die Daten durch das Internet (IP-Netz) übertragen werden (Routing).
- Hier muss die Anpassung an die Netzanschlussebene erfolgen.

Ebenen der TCP/IP-Architektur (2/2)

■ Transportebene

- Die Transportebene stellt eine Verbindung zwischen zwei Endpunkten oder Rechnersystemen her.
- Die wichtigsten Protokolle sind hier TCP und UDP

■ Anwendungsebene

- Die Anwendungsebene beinhaltet sämtliche Programme und Dienste, die über die Netzwerkverbindung durchgeführt werden sollen.
- Dazu gehören vor allem Dienste wie
 - Telnet (Login auf einem anderen Rechnersystem),
 - FTP (Datentransfer zwischen zwei Rechnersystemen),
 - SMTP (E-Mail-Funktionen),
 - HTTP (World Wide Web)
 - usw.

Inhalt

- Das OSI-Referenzmodell (Übersicht)
- Das ISO/OSI Basic Reference Model
- Struktur des OSI-Modelles
 - Instanzen, Dienste, Protokolle und Paketstrukturen
- Schichtenaufgaben des OSI-Referenzmodells
- Das TCP/IP-Referenzmodell
- **Vergleich: OSI- und TCP/IP-Referenzmodell**
- Zusammenfassung

Vergleich: OSI- und TCP/IP-Referenzmodell

- Das OSI- und das TCP/IP-Referenzmodell haben viele Gemeinsamkeiten.
- Beide basieren auf dem Konzept einer Schichtung von unabhängigen Protokollen.
- Auch die Funktionalität der Schichten ist ähnlich.
- So dienen z.B. die Schichten bis einschließlich der Transportschicht (Transportebene) bei beiden Modellen zur Bereitstellung eines netzunabhängigen Endpunkt-zu-Endpunkt-Transportdienstes für kommunikationswillige Prozesse.
- Die Schichten oberhalb der Transportschicht sind bei beiden Modellen anwendungsorientierte Nutzer des Transportdienstes.
- Das OSI-Modell unterstützt in der Vermittlungsschicht sowohl verbindungslose als auch die verbindungsorientierte Kommunikation, auf der Transportschicht jedoch nur die verbindungsorientierte.
- Das TCP-Modell unterstützt in der Vermittlungsebene nur verbindungslose, aber auf der Transportebene beide Modi.
- **Weder das OSI -Modell** und seine Protokolle, **noch das TCP-Modell** und dessen Protokolle **sind perfekt.**

Kritik an OSI-Referenzmodell und -Protokollen

→ Schlechtes Timing

- Der Zeitpunkt, zu dem ein Standard etabliert wird, ist für dessen Erfolg absolut entscheidend.
- Es scheint, dass die OSI-Standardprotokolle in die „Enge“ getrieben wurden.
- Die konkurrierenden TCP/IP-Protokolle waren bei Forschungsinstituten und Universitäten bereits verbreitet, als die OSI-Protokolle erschienen.
- Während die Milliardeninvestitionen noch nicht in Bewegung geraten waren, war der akademische Markt doch groß genug, so dass viele Anbieter vorsichtig damit begannen, TCP/IP-Produkte anzubieten.
- Als OSI auftauchte, wollte der Markt einen zweiten Protokollstack so lange nicht unterstützen, bis die Kunden dazu gezwungen wurden; also gab es keine anfänglichen Angebote.
- Da jedes Unternehmen wartete, dass ein anderes damit anfing, machte kein Unternehmen den Anfang, und OSI wurde nie Wirklichkeit.

Kritik an OSI-Referenzmodell und -Protokollen

→ Schlechte Technologie

- Die Dienstdefinition und Protokolle vom OSI-Modell sind außerordentlich komplex.
- Sie sind schwer zu implementieren und im Betrieb ineffizient.
- Einige Funktionen wie Adressierung, Flusskontrolle und Fehlerüberwachung tauchen in einigen Schichten erneut auf.

Kritik an OSI-Referenzmodell und -Protokollen

→ Schlechte Implementierung

- Wegen der enormen Komplexität des Modells und seiner Protokolle waren die ersten Implementierungen riesig, unhandlich und langsam.
- Dies wurde mit schlechter Qualität gleichgesetzt.
- Die Produkte wurden zwar mit der Zeit besser, aber das Image blieb.
- Demgegenüber war eine der ersten Implementierung von TCP/IP Teil von Berkeley UNIX und ziemlich gut.
- Außerdem war das Produkt kostenlos!
- Der Markt nutzte es bereitwillig.
- Dies führte zu einer großen Benutzergemeinde, was wiederum zu laufenden Verbesserungen führte, die eine noch größere Benutzergemeinde nach sich zog.
- Bei TCP/IP verlief die Spirale nach oben, nicht nach unten.

Kritik an OSI-Referenzmodell und -Protokollen

→ Schlechte Politik

- OSI galt als Geschöpf der europäischen Telekommunikationsministerien, der Europäischen Gemeinschaft und der US-Regierung.
 - Regierungsbürokraten
- TCP/IP wurde von den Universitäten gehegt und gepflegt.
 - Innovative Forschungsgruppen.

Kritik am TCP/IP-Referenzmodell

- Das TCP/IP-Referenzmodell und seine Protokolle sind auch nicht frei von Problemen.
- Das TCP/IP-Modell *unterscheidet nicht deutlich* zwischen den Konzepten Dienst, Schnittstellen und Protokollen.
- Das TCP/IP-Modell ist *kein* guter Leitfaden zur Entwicklung neuer Netze mit neuen Technologien.
- Das TCP/IP-Modell ist überhaupt nicht allgemein gehalten und schlecht zur Beschreibung eines Protokollstacks außer TCP/IP geeignet.

Inhalt

- Das OSI-Referenzmodell (Übersicht)
- Das ISO/OSI Basic Reference Model
- Struktur des OSI-Modelles
 - Instanzen, Dienste, Protokolle und Paketstrukturen
- Schichtenaufgaben des OSI-Referenzmodells
- Das TCP/IP-Referenzmodell
- Vergleich: OSI- und TCP/IP-Referenzmodell
- **Zusammenfassung**

Zusammenfassung

- 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).

Referenzmodelle

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Fragen ?

norbert.pohlmann@informatik.fh-gelsenkirchen.de

