





Standardisierungsgremien

ITU-T

- **International Telecommunications Union - Telecommunication Sector**
Standardisierung im internationalen Fernsprechbereich.
Die ITU ist eine Unterorganisation der UNO mit Sitz in Genf.
→ V.90 (Modem)

ISO

- **International Organization for Standardization**
Internationales Standardisierungsgremium mit Fachgruppe IEC (International Electrotechnical Commission) für elektrotechnische Fragestellungen.
- → **ISO/IEC 7498 (OSI-Referenzmodell)**

IEEE

- **Institute of Electrical and Electronics Engineers**
US-Organisation für Standardisierung im Ingenieur-Bereich.
→ IEEE 802.3 (Ethernet)



Standardisierungsgremien

IAB

- **Internet Architecture Board**

Koordiniert Arbeiten zum Internet, speziell die Internet-Netzprotokolle.

IETF

- **Internet Engineering Task Force**

Forum im Rahmen des IAB. Es erarbeitet in (informelleren) Internet-Arbeitsgruppe **RFCs (Request for Comments)** . <http://www.rfc-editor.org/>

Verschiedene Stufen: z.B. proposed, Draft

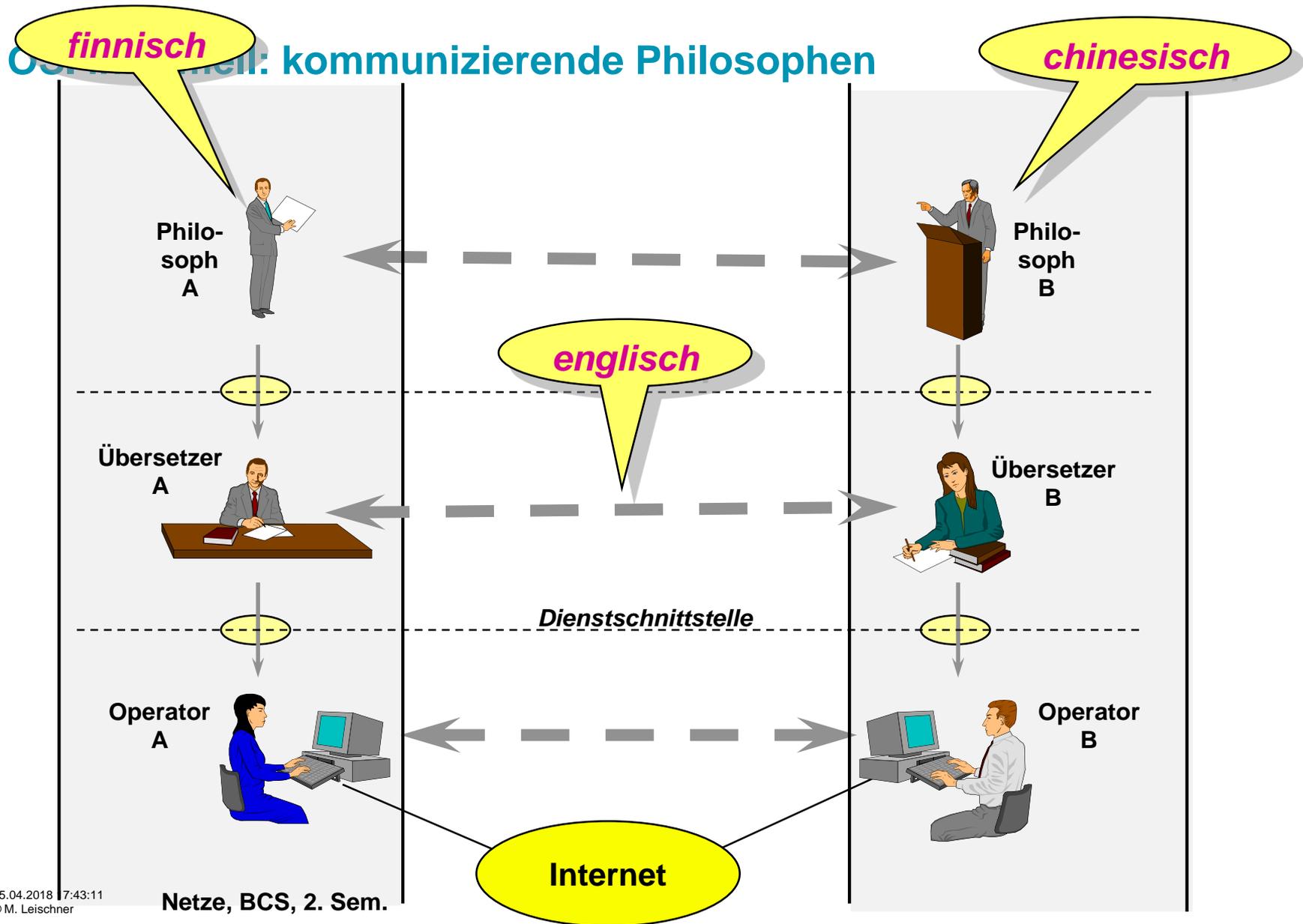
→ RFC 822 (Adressformat von Mails)

W3C

- **World Wide Web Consortium**

Breite Weiterentwicklung der Protokollspezifikationen und Architekturen für das WWW. Gegründet 1994.

→ XHTML 1.0: Extensible HyperText Markup Language





OSI Referenzmodell - Geschichte

- 1977 Gründung einer Arbeitsgruppe der ISO zur Kommunikation offener Systeme (Open System Interconnection = OSI)
→ Top-down-Ansatz!
- 1983 wird das Basismodell Internationaler Standard
ISO/IEC 7498 International Standard: Information Processing Systems – Open Systems Interconnection - Basic Reference Model
- 1984 Übernahme des ISO-Standards 7498 durch die ITU-T als Empfehlung X.200
- 1994 Letzter (=aktueller) Normungsstand
- Heute:
 - größter Teil des Referenzmodells ist Geschichte,
 - OSI-Protokolle werden nicht verwendet,
 - das Basis-Referenzmodell (ISO/IEC 7498-1) ist als konzeptioneller Rahmen allgemein akzeptiert.



Ziele des OSI-Ansatzes

- **Kommunikations-Schnittstelle** zwischen beliebigen Rechnern, die **offen** ist:
 - herstellerunabhängig,
 - architekturunabhängig
 - netzunabhängig
- (Idee der **Kommunikationssteckdose**)*
- **Konzeptioneller** und **begrifflicher Rahmen** (*frame work*), der
 - die Einordnung bestehender Standards,
 - die widerspruchsfreie Definition neuer Standard erlaubt sowie
 - die fachliche Kommunikation unter Netzexperten unterstützt.
- Behandlung der Daten**austausch**-, aber nicht der Daten**verarbeitung**aspekte
- **Äußere Sicht** auf kommunizierende Systems (= Menge von „Black boxes“ + „Schnittstellen“), verborgen bleibt insbesondere die Implementierung (Programmiersprache, Architektur, Betriebssystem)
- **Grundidee: Gliederung des Systems in Schichten mit wenigen, klar definierten Aufgaben**



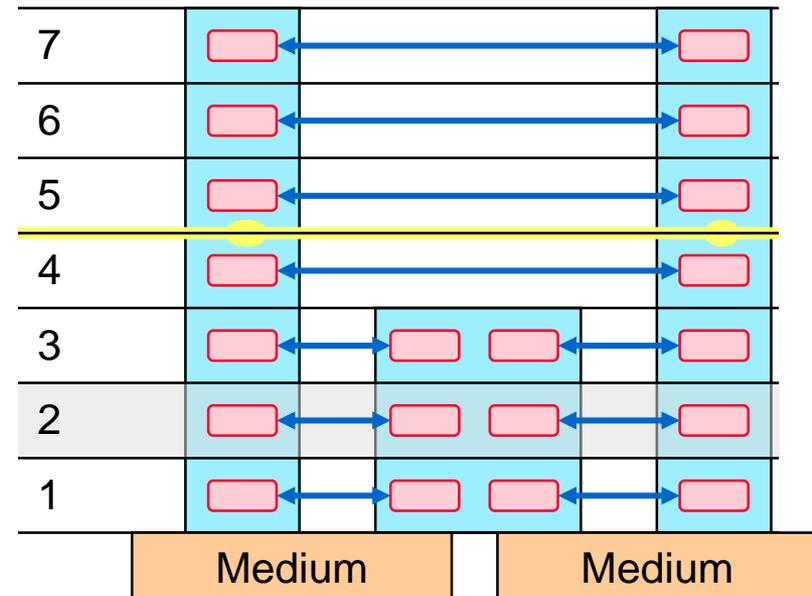
OSI-Modellierungsprinzipien

- Spezifikation des **äußeren Verhaltens** von kommunizierenden Systemen.
- Die Beschreibung **innerer Aspekte** kommunizierender Systeme wird durch die Beschreibung eines **funktional äquivalenten abstrakten Modells** geleistet.
- Definition:
open system = The representation within the Reference Model of those aspects of a real open system that are pertinent to OSI
- OSI Basic Reference Model:
 - Beschreibt Basiselement, Basisstrukturen und Basismechanismen von offenen Systemen.
 - Beschreibt nicht im Detail Protokolle und Dienste.
Dies wird durch andere OSI-Spezifikationen geleistet, die aber heute nur mehr von eingeschränkter praktischer Bedeutung sind.



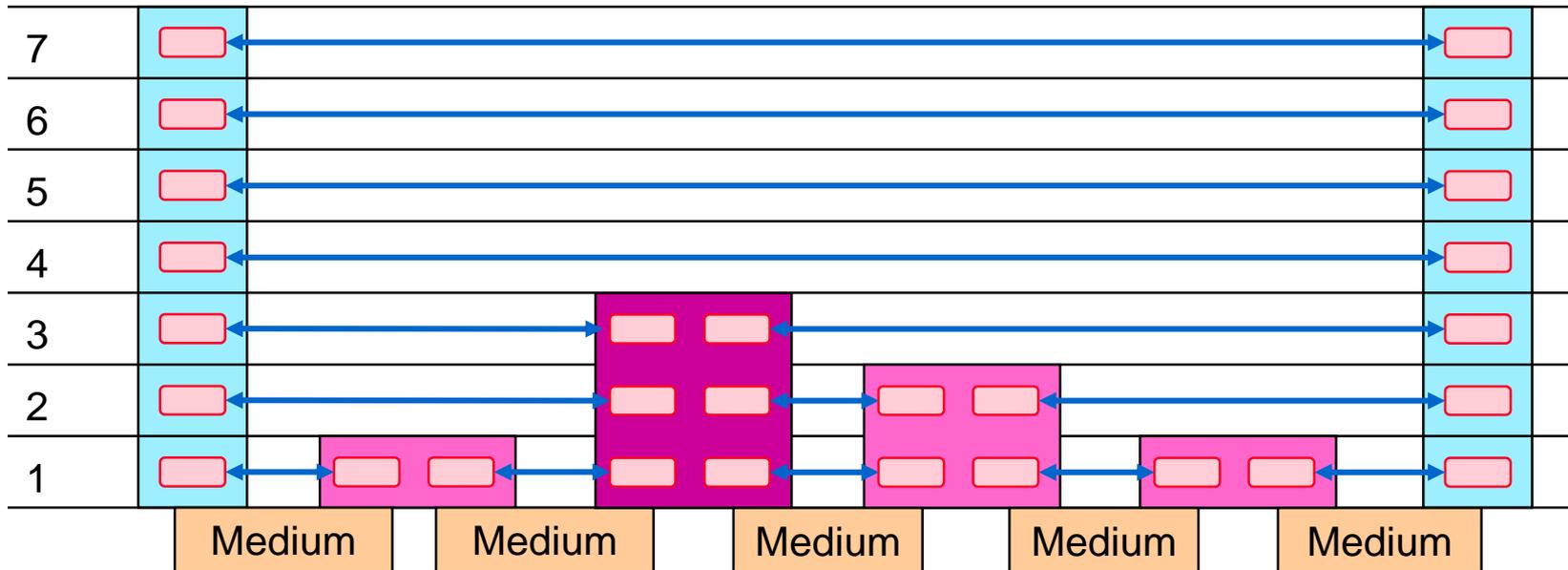
Komponenten des OSI-Modells

- Schichten (layers)
- Systeme (systems)
- Medien (media)
- Dienste (services)
- Instanzen (entities)
- Protokolle (protocols)





Kommunikation über „relay open systems“ ← OSI-Terminologie



„hub“,
„repeater“

„router“,
„gateway“

„bridge“,
„switch“

„hub“,
„repeater“

*keine OSI-Terminologie,
sondern (vom jeweiligen Umfeld abhängige) übliche Terminologie*



Bitübertragungsschicht – Physical Layer

Objekte der Schicht 1: Bits

Typische Aufgaben der Schicht 1:

- Ungesicherte Übertragung von Bits über ein Übertragungsmedium (z.B. Draht, Glasfaser, Luft (genauer: „Äther“ =engl. „ether“))
- Abbildung der digitalen Information (=Einzelbits) auf elektrische bzw. optische Signale (Modulation und Demodulation)
→ schwieriges Gebiet der Nachrichtentechnik, viel Mathematik + Physik
- Synchronisation von Bitströmen (Abtastung der Signale im richtigen Takt)
- Oft auch - nach OSI-Philosophie nicht korrekt - Definition von mechanischen Eigenschaften (z.B. Stecker).

Anmerkung:

Der *Physical* Layer beschreibt **nicht** das physikalische Medium, sondern die Nutzung des Mediums zur Bitübertragung.



Leitungsschicht (veraltet: Sicherungsschicht) – Data Link Layer

Objekte der Schicht 2: Rahmen/Frames

Typische Aufgaben der Schicht 2:

- **Übertragung von Bitfolgen (= Rahmen/Frames) zwischen zwei oder mehreren „benachbarten“ Systemen.
(benachbart = im gleichen LAN)**
- **Steuerung des Medienzugriffs auf das von mehreren Stationen gemeinsam genutzte Medium (shared medium).
Stichwort: Medienzugangskontrolle, medium access control**
- **Adressierung von benachbarten Systemen**
- **Fehlererkennung**



Netzwerkschicht – Network Layer

Objekte der Schicht 3: Pakete

Typische Aufgaben der Schicht 3 :

- **Ende-zu-Ende-Adressierung**
- **Wegesuche (Routing)**

Die Schicht 3 ist der Kern eines jeden Netzes. Mit der Schicht 3 können Datenpakete von einem Endsystem zu einem beliebigen anderen Endsystem im Netz gesendet werden.

→ Netz-Universaldienst. Konkret: IPv6

Die Schicht 3 liefert zwar einen Netz-Universaldienst. Die Qualität ist aber eher dürftig. Die Schicht 3 tut, was sie kann, garantiert aber nichts.

→ Qualität: Best effort ("hat sich stets bemüht")



Transportschicht – Transport Layer

- **Transparenter Transport von Daten zwischen Anwendungen auf Endsystemen**
 - unabhängig von den darunter liegenden Netzen
 - mit der vom Benutzer erwarteten Qualität
 - ohne den Benutzer mit der Wegesuche im Netz zu belasten
 - von Anwendung zu Anwendung (nicht von System zu System)
- **Die jeweiligen Aufgaben des Schicht-4-Protokolls hängen stark von den Leistungsmerkmalen ab, die dem Benutzer zur Verfügung gestellt werden sollen.**
 - Im Fall des Schicht 4 Protokolls UDP werden wenige Leistungsmerkmale versprochen; die Erwartungen des Benutzers sind sehr gering
→ UDP ist ein sehr einfaches Protokoll
 - Im Fall des Schicht 4 Protokolls TCP wird ein zuverlässiger Transportdienst versprochen; die Erwartungen des Benutzers sind sehr hoch
→ TCP ist ein sehr komplexes Protokoll



Sitzungsschicht – Session Layer

- **Bereitstellung von Diensten zur Steuerung des Ablaufes einer Kommunikationsbeziehung (Session)**
- **Zusätzliche Leistungsmerkmale, z.B. Verschlüsselung**
- **Authentifizierung und Autorisierung**
- **Sitzungsmanagement**
 - Synchronisation der Kommunikationsbeziehung z.B. durch Festlegung von Wiederherstellungs- oder Prüfpunkten,
 - Steuerung der Wiederaufsetzung nach Fehlersituationen
 - Aufrechterhaltung einer Kommunikationsbeziehung bei Netzstörungen(→ wichtig für verteilte Transaktionssysteme, etwa „System zur Reisebuchung“)

In heutigen, realen Systemen gibt es keine echte, ausgeprägte Sitzungsschicht. Die Aufgaben der Sitzungsschicht werden von der Anwendungsschicht oder der Transportschicht übernommen.



Darstellungsschicht – Presentation Layer

Problemstellung:

Daten (Zahlen, Zeichen, Datum, ...) werden in unterschiedlichen Systemen oft unterschiedlich kodiert.

- Vereinbaren einer gemeinsamen Syntax zum Datenaustausch zwischen den Kommunikationspartnern (Transfersyntax).
- Überführen der lokalen Syntax in die Transfersyntax (und umgekehrt).
- Datenkompression
- Breit angelegte Standards zur Informationskodierung: ASN.1, XML

In heutigen, realen Systemen gibt es keine echte, ausgeprägte Darstellungsschicht. Die Aufgaben der Darstellungsschicht werden von der Anwendungsschicht übernommen. Beispiel: Web-Browser.



Anwendungsschicht – Application Layer

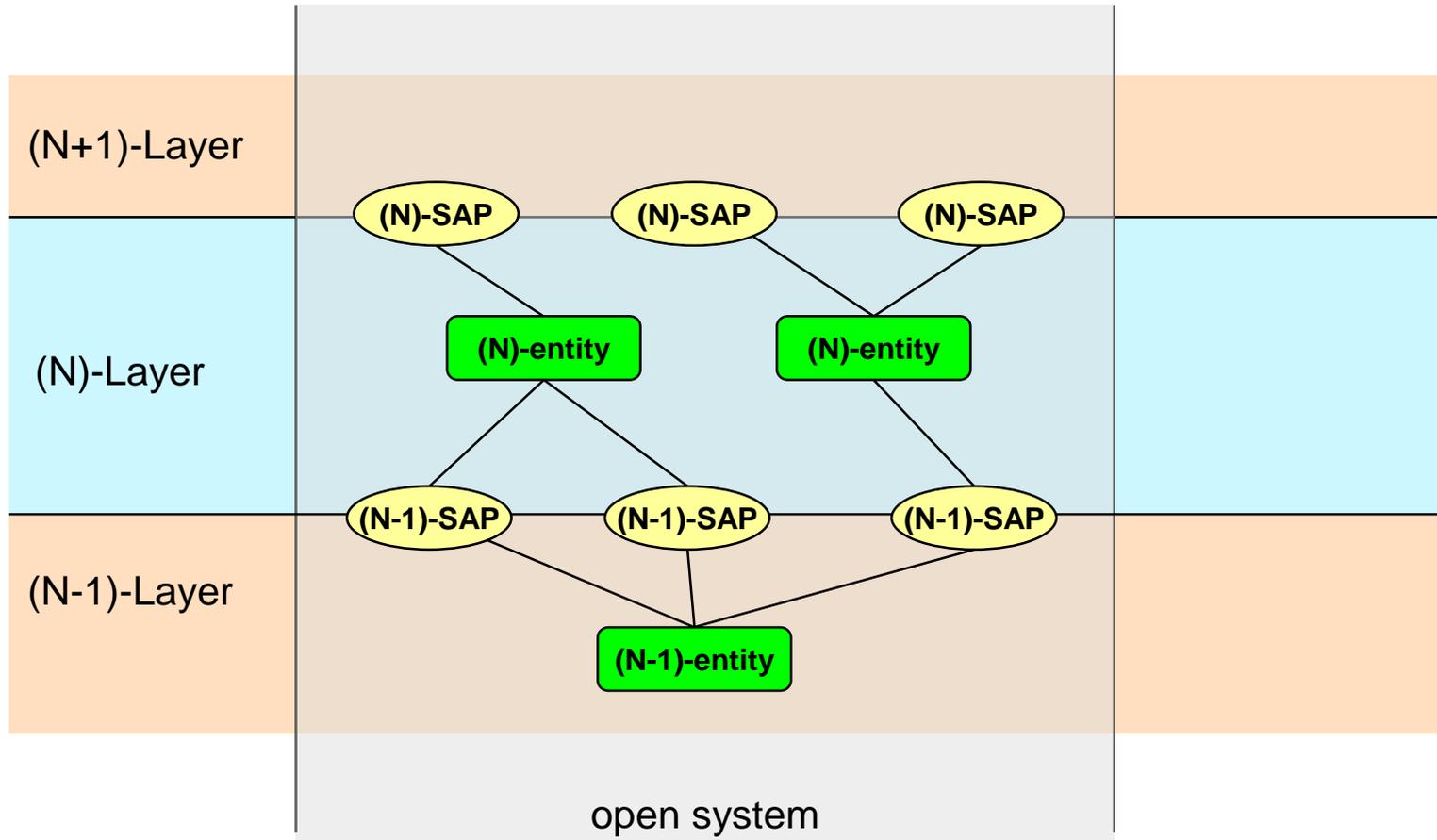
- **Stellt netzorientierte Anwendungen, Funktionen und Dienste zur Verfügung.**
- **Die Struktur der Anwendungsschicht ist horizontal.**
D.h. Die Dienste der Anwendungsschicht können sich gegenseitig nutzen/aufrufen und direkt miteinander kommunizieren.
- **Beispiele von Diensten der Anwendungsschicht:**
 - DHCP
 - DNS
 - E-Mail
 - FTP

Fazit: In heutigen Systemen gibt es nur noch fünf real ausgeprägte Schichten.

Die Anwendungsschicht ist eine dicke Schicht, die die Aufgaben der OSI-Schichten 5, 6 und 7 übernimmt.



Instanzen in einem System





Instanzen in einem System

- **Bezeichnungen: Instanz / Entität / entity**
- **Aktives Element einer Schicht, das eine Menge von Fähigkeiten (capabilities) beinhaltet.**
- **Realisierung einer Entity**
 - als Hardware (z.B. auf einer LAN-Karte),
 - als Software Modul im Betriebssystem oder
 - als Anwendungsprozess
- **Kommunikation der Entitäten läuft immer und nur über die Layer-Schnittstellen:
eine (N)-entity kommuniziert „nach oben“ über einen (N)-SAP und „nach unten“ über einen (N-1)-SAP.**

Ausnahme:

- Entitäten der Schicht 7 (diese können untereinander direkt kommunizieren) und
- Entitäten der Schicht 1 (diese sind ohne einen SAP an das physische Medium angebunden).



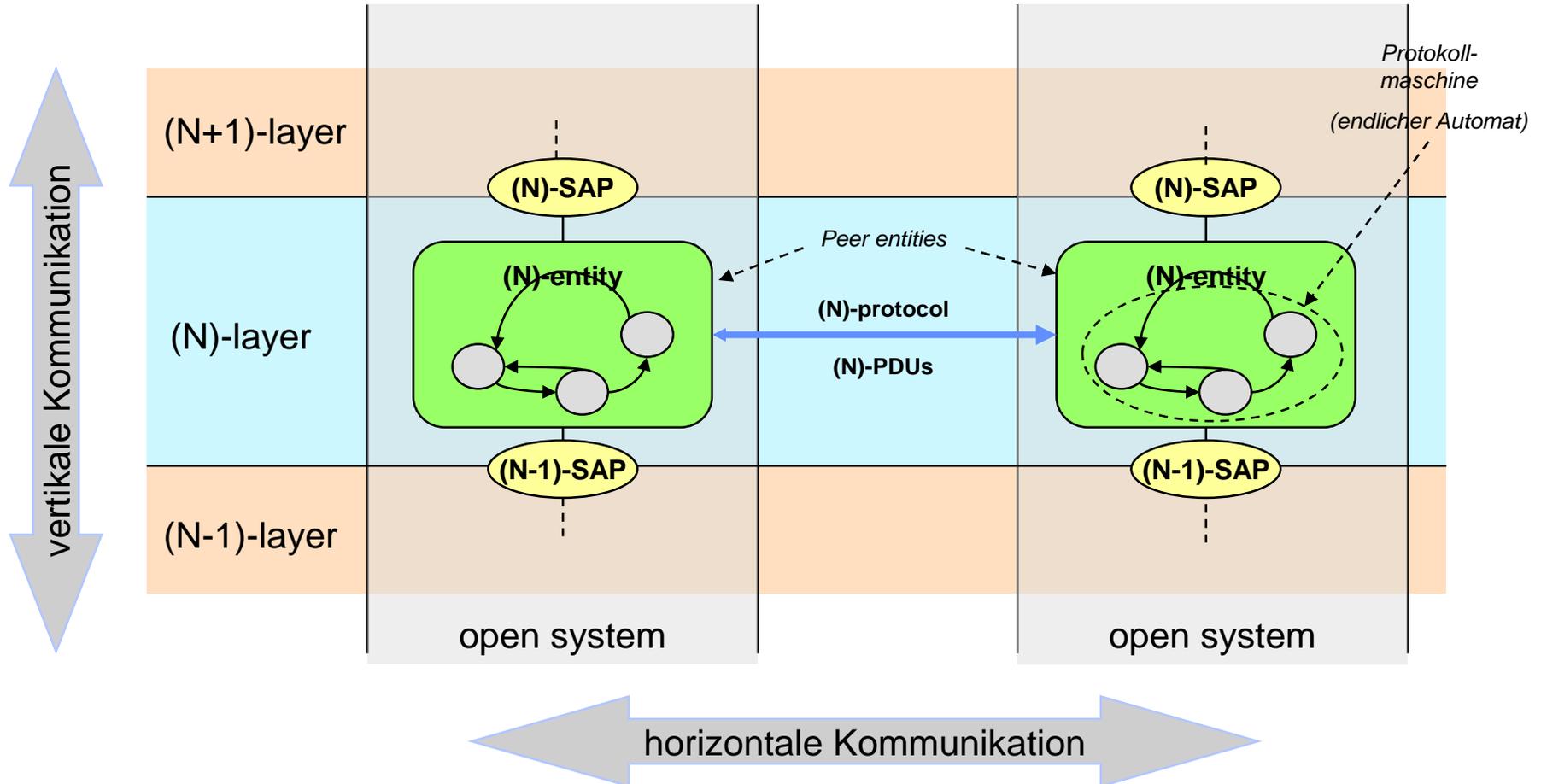
Instanzen in einem System

- Instanzen können mehrere SAPs der darunterliegenden Schicht nutzen.
- Instanzen können ihre Dienste an mehreren SAPs der darüberliegenden Schicht anbieten.
- Jeder (N)-SAP ist genau einer (N)-Instanz und höchstens einer (N+1)-Instanz zugeordnet.

Beispiel: der T-SAP www.h-brs.de:80 ist „nach unten“ dem TCP-Protokoll und „nach oben“ dem WWW-Server zugeordnet.

- Der **Dienst einer Schicht** wird durch systemübergreifendes Zusammenspiel von Partnerinstanzen (**peer entities**) in dieser Schicht erbracht.
- Hierzu tauschen die Partnerinstanzen einer Schicht (N)-Daten nach genau festgelegten Regeln aus (→ (N)-protocol). Diese Daten werden (N)-protocol data units (**(N)-PDUs**, (N)-Protokolldateneinheiten) genannt.
- Ein **Protokoll** definiert sich aus Regeln für **Syntax**, **Semantik** und **Timing** des PDU-Austauschs.

Partnerinstanzen - PDUs





PDU / ICI / IDU / SDU / PCI

- **PDU:** Protokolldateneinheit - *Protocol Data Unit*

Basiselement der horizontalen Kommunikation der (N+1)-Schicht Partnerinstanzen (Datenaustausch indirekt über Dienste der (N)-Schicht)

- **ICI:** Schnittstellenkontrollinformation - *Interface Control Information*

(N+1)-Schicht Instanz übergibt dem Dienstbringer der (N)-Schicht Dienst-Informationen (N)-ICI : z.B. Adressinformationen, die die Schicht N benötigt

- **IDU:** Schnittstellendateneinheit - *Interface Data Unit*

Gesamte Information die, die im (N)-SAP von der darüberliegenden Schicht an die darunterliegende übergeben wird:

$$(N)\text{-IDU} = (N+1)\text{-PDU} + (N)\text{-ICI}$$

- **SDU:** Dienstdateneinheit - *Service Data Unit*

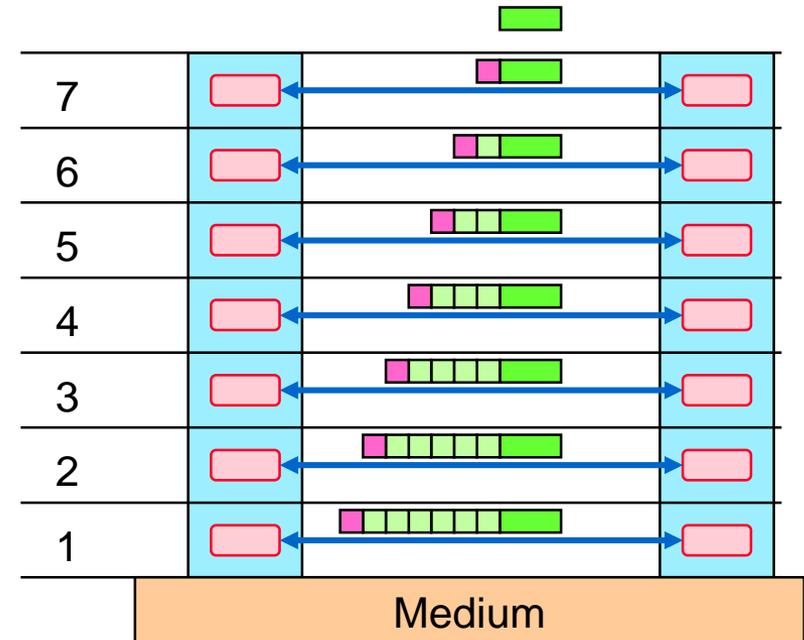
Die (N)-SDU-Daten sind die von der (N)-Instanz zu übertragenden Nutzdaten und dürfen von dieser nicht interpretiert werden.

- **PCI** Protokollkontrollinformation - *Protocol Control Information*

Steuerinformationen(Paketkopf) zur Koordination der Partner Protokollinstanzen

PDUs und SDUs und Einkapselung

- „die (N+1)-PDU wird zur (N)-SDU“
- „die (N)-SDU ist der Datenteil der (N)-PDU“
- „die (N)-SDU sind die Nutzdaten der (N)-PDU“
- „die (N)-PCI ist der Header der (N)-PDU“
- „die (N)-PDU wird zur (N-1)-SDU“
- Von Schicht zu Schicht werden den eigentlichen Nutzdaten Protokollkontrollinformationen – meist in Form von sog. „Headern“ hinzugefügt. Diesen Vorgang nennt man „Einkapselung“ (führt zu → Protokolloverhead)





Zusammenstellung bisher eingeführter Abkürzungen

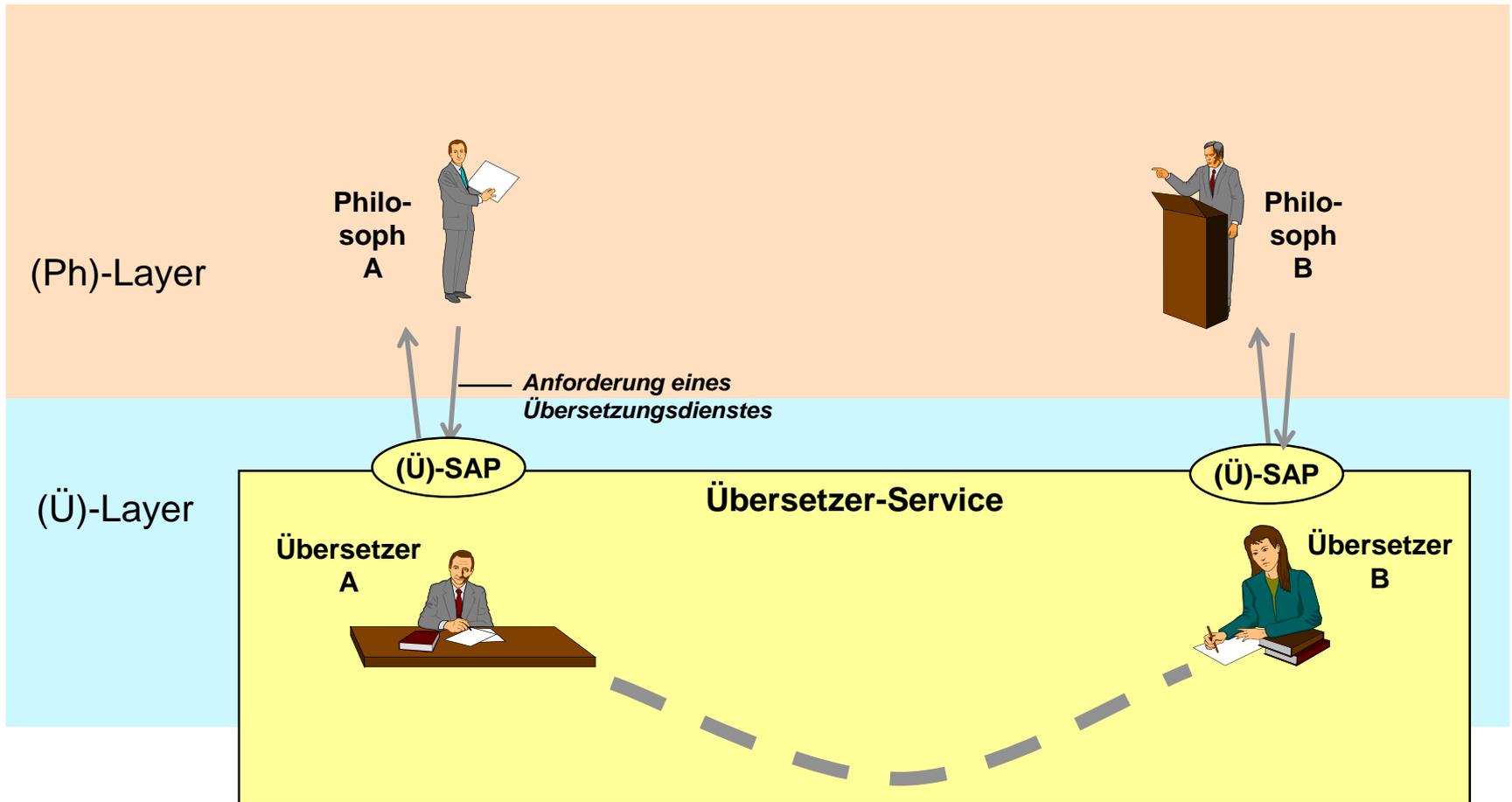
- **SAP = Dienstzugangspunkt = service access point**
- **SDU = Dienstdateneinheit = service data unit**
- **PDU = Protokolldateneinheit = protocol data unit**
- **PCI = Protokollkontrollinformation = protocol control information**
- **IDU = Schnittstellendateneinheit = interface Data Unit**
- **ICI = Schnittstellenkontrollinformation = interface control information**

- **CEP = Connection End Point**

Spaßige Formel:

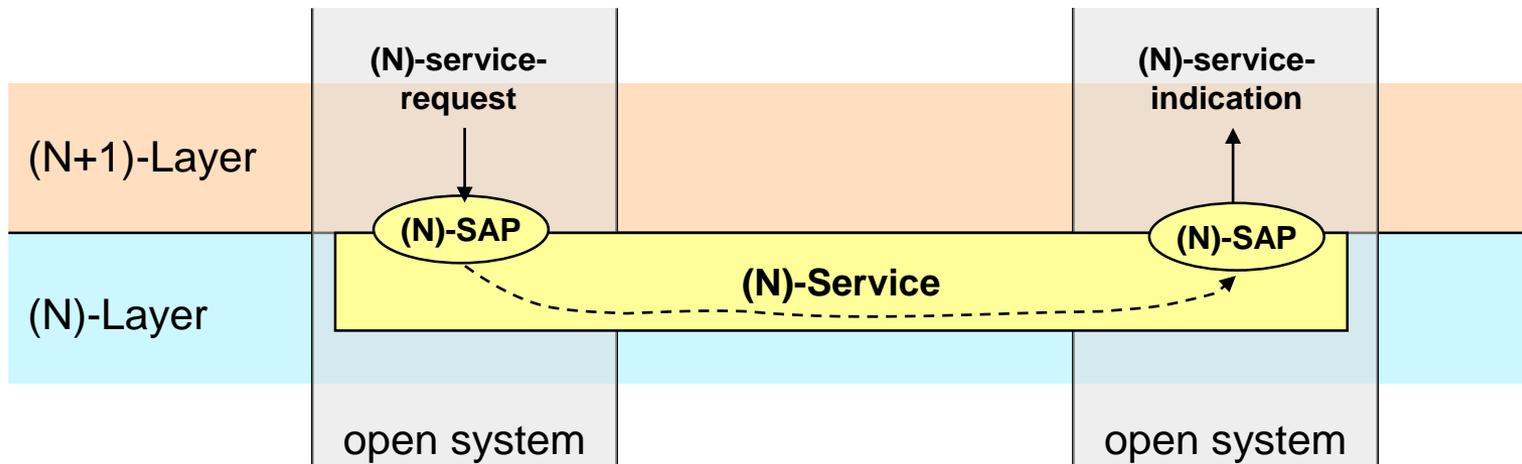
$$(N)\text{-PDU} = (N)\text{-PCI} + (N)\text{-SDU} = (N)\text{-PCI} + (N+1)\text{-PDU}$$

Begriff des OSI-Dienstes: Motivation „Übersetzerdienst“



OSI-Dienste: Modellbildung

- Funktionalität einer Schicht N werden über (N)-Dienste, bzw. (N)-Services, zur Verfügung gestellt.
- Die Dienste werden an der Schichtgrenze der Schicht N zur Schicht N+1 an (N)-Dienstzugangspunkten / (N)-Service Access Points / (N)-SAPs) angeboten.
- Dienstprimitive (service primitives) dienen zur Anforderung/Anzeige eines Dienstes

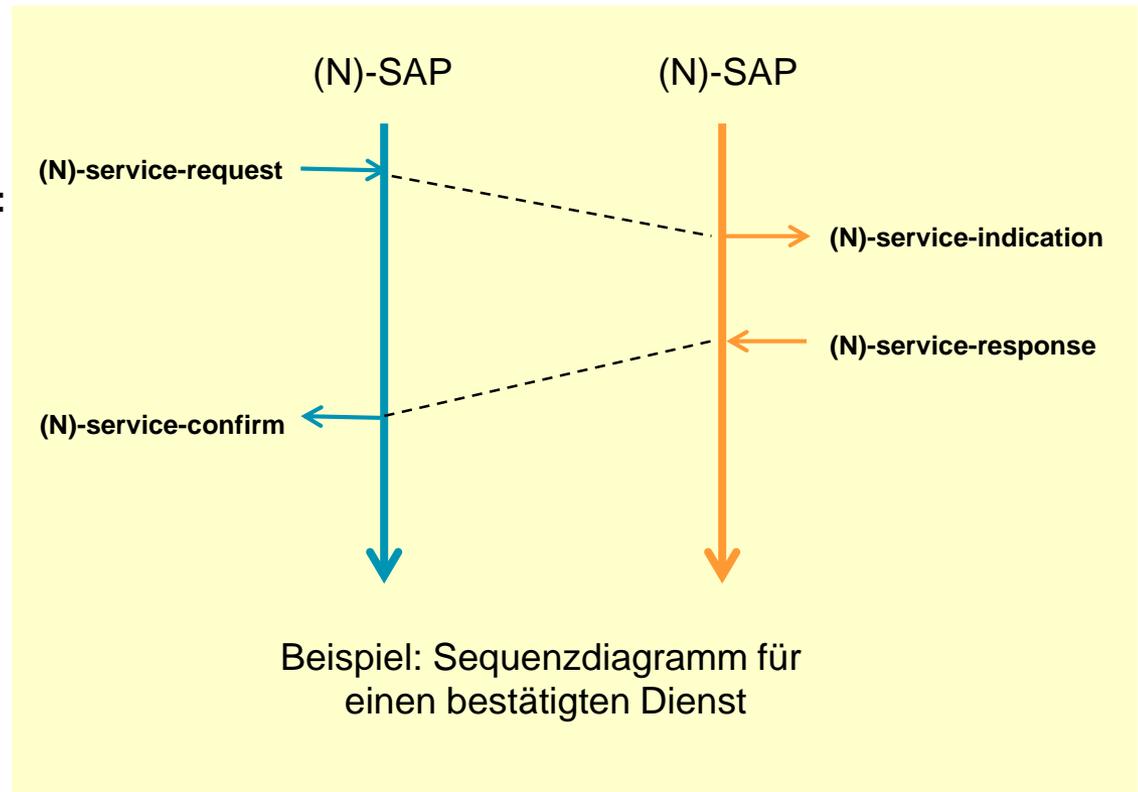


OSI-Dienste: dreistufige Namensgebung

Ein Dienst wird durch eine Menge von Primitiven (= abstrakte Funktionsaufrufe) beschrieben.

Dreistufige Namenskonzept:

- Bezeichnung des Layers, z.B.:
 - (N)
- Bezeichnung der Primitive z.B.:
 - CONNECT
 - DISCONNECT
 - DATA
 - RESET
- Bezeichnung des Typs der Primitive
 - request - Anforderung
 - indication -Anzeige
 - response - Antwort
 - confirm - Bestätigung





OSI-Dienste: Beispiel verbindungsorientierte Kommunikation

