



# Kommunikationsnetze

---

## **Kapitel 2: Kommunikationsprotokolle und Schichtenmodelle**

Vorlesung Kommunikationsnetze

Wintersemester 2021/22

Prof. Dr.-Ing. Peter Roer

# Kapitelübersicht

---

## 2.1 Kommunikationsprotokolle – Einführung

- Grundprinzipien der Nachrichtenübertragung
- Eigenschaften der Kommunikation
- Notwendigkeit von Kommunikationsprotokollen
- Protokollfamilien
- Standardisierung

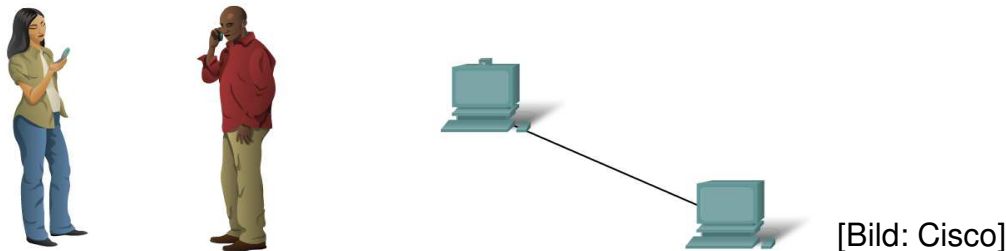
## 2.2 Schichtenmodell der Kommunikation

- OSI Referenzmodell
  - Grundprinzipien, Aufgaben der Schichten
  - Peer-to-Peer Kommunikation, Kapselung, PDUs
- TCP/IP-Kommunikationsmodell
  - Schichtenmodell, PDUs, Adressierung
  - Grundprinzip der Adressierung

# Nachrichtenübertragung

Technische Kommunikation = **Immaterieller Austausch von Nachrichten** mit Hilfe technischer Einrichtungen (ursprünglich: über größere Entfernungen)

- Nachricht: Zusammenstellung von Zeichen, die **codiert** übertragen werden.



Nachricht läuft von einem **Sender** (Quelle) über einen **Kanal** (Übertragungsmedium) zu einem **Empfänger** (Ziel)

- Eine Nachricht werden senderseitig codiert, in Form von **Signalen** (die die codierten Nachrichten darstellen) übertragen und nach dem Empfang decodiert.

**Digitale Übertragung** ermöglicht die Übertragung **unterschiedlicher Informationen** (Text, Sprache, Video, Multimedia) über den gleichen Kanal

# Nachrichtenübertragung

## Digitale Signalübertragung:

- Digitale Signale sind **zeit- und wertdiskret**
- Elektrische Signale sind **codierte Abbilder** des Quellensignals

## Digitalisierung eines analogen Signals:

- **Abtastung** und **Quantisierung**
- **Codierung** (typisch: in Binärsignale)

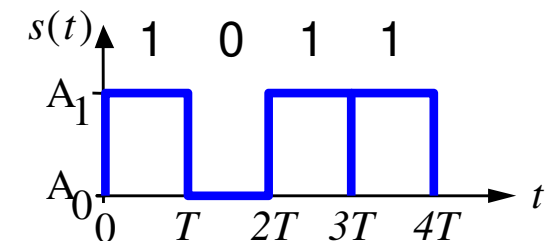
## Digitale Übertragung ist **störungempfindlicher** als analoge Übertragung:

- Solange Codeelemente noch erkannt werden können, haben Störungen keinen Einfluss auf die empfangene Information
- Über eine Übertragungsstrecke mit mehreren Regeneratoren akkumuliert die Störleistung nicht

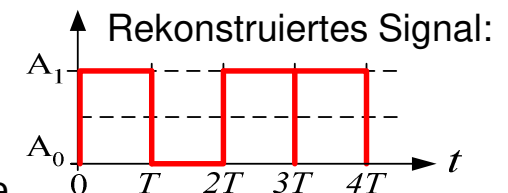
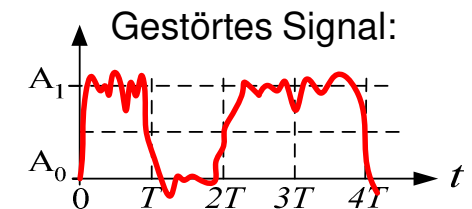
=> **kein Informationsverlust, solange Codeelemente noch erkennbar!**

Im Vergleich: analoge Übertragung mit formgetreuen Abbildern, lineare Kennlinien, Verstärkung statt Regeneration, jede Verfälschung führt zu Informationsverlust

Beispiel: Binäres Signal



*T: Bit Time*

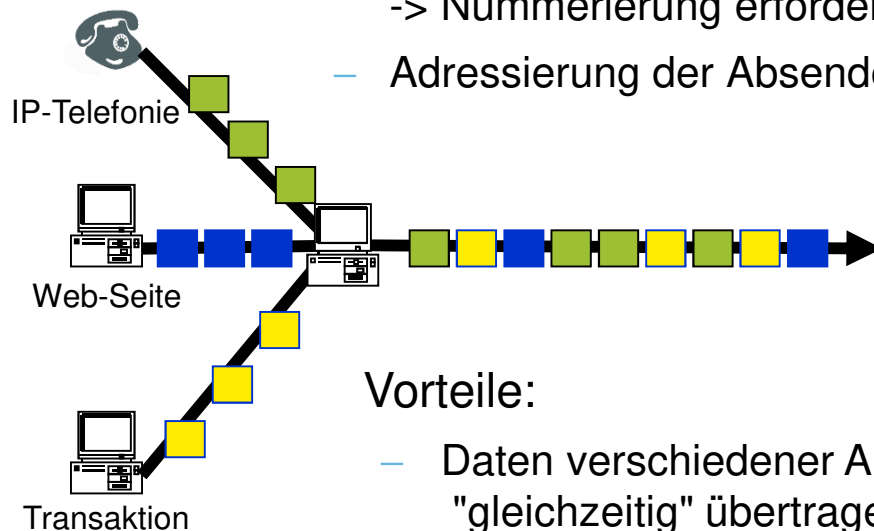


# Nachrichtenübertragung

## \_\_ Paketorientierte Übertragung

- Segmentierung

- Nachrichten werden in der Regel in kleine, handhabbare **Pakete** unterteilt (z.B. in IP-basierten Netzen)
- Beim Empfang müssen die Segmente (Pakete) in der richtigen Reihenfolge wieder zusammengesetzt werden  
-> Nummerierung erforderlich!
- Adressierung der Absender / Anwendungen erforderlich



- Multiplexing

- Nutzung eines Kanals um (gleichzeitig) Nachrichten mehrerer Absender / Anwendungen zu übertragen

### Vorteile:

- Daten verschiedener Anwendungen können "gleichzeitig" übertragen werden (Multiplex)
- bei Fehlern nur Wiederholung betroffener Pakete
- Quality-of-Service Mechanismen realisierbar

# Kommunikation erfordert Regeln

---

— Für eine erfolgreiche Kommunikation müssen **Regeln** eingehalten werden:

- Identifikation der Partner
- Absprache der Kommunikationsmethode (Direkt, Telefon, Brief, ...)
- Verständigung über die verwendete Sprache
- Festlegung der Geschwindigkeit
- Definition, ob der Partner eine Nachricht bestätigen soll oder nicht
- ...

— Technische Kommunikation ist erfolgreich, wenn der Inhalt einer Nachricht beim Empfänger dem vom Absender beabsichtigten Inhalt entspricht.

Ein Satz von Regeln für die technische Kommunikation heißt **Kommunikationsprotokoll.**

# Kommunikationsprotokolle

## Protokoll:

- formale Beschreibung von Regeln und Konventionen, wie die Kommunikation zwischen Geräten in einem Netzwerk erfolgt

## Protokolle regeln

- das Format und den Aufbau der ausgetauschten Daten
- die Adressierung
- die Reihenfolge der ausgetauschten Daten
- die zeitliche Steuerung
- die Fehlerbehandlung

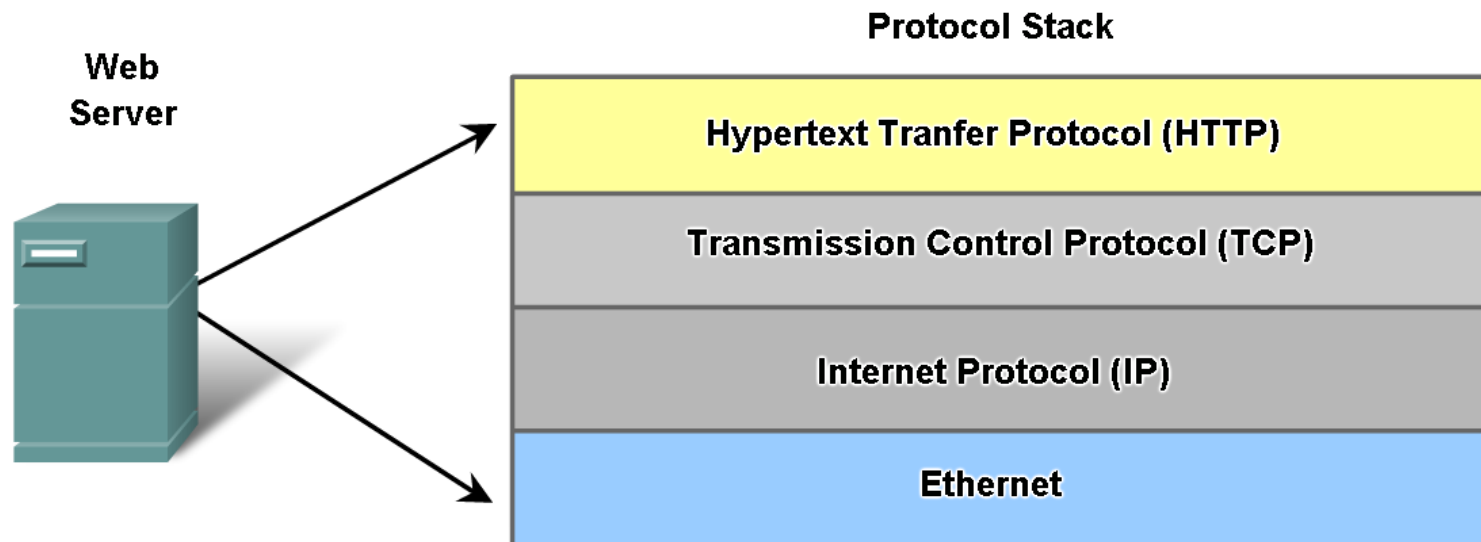
Dienst	Protokoll
World Wide Web (WWW)	HTTP (Hypertext Transport Protocol)
E-Mail	SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) POP (Post Office Protocol)
Datentransfer	FTP (File Transfer Protocol)

## Protokollfamilie (Protocol Suite):

- Eine Gruppe von Protokollen, die gemeinsam die Kommunikationsabläufe eines bestimmten Kommunikationsdienstes bestimmen
- Werden hierarchisch geschichtet → auch „Protokollstapel“ („Protocol Stack“)

# Kommunikationsprotokolle

\_\_ Beispiel: Möglicher Protokoll-Stapel im World Wide Web:



[Bild: Cisco]

- Umfasst Protokolle der [TCP/IP-Protokollfamilie](#) (hier IP, TCP, HTTP) und der [IEEE 802 Protokollfamilie](#) (hier: Ethernet)



# Kommunikationsprotokolle - Standardisierung

— International **standardisierte Protokolle** ermöglichen **hersteller-unabhängige Kommunikation** zwischen Geräten

- im Gegensatz zu **proprietären** Protokollen einzelner Hersteller

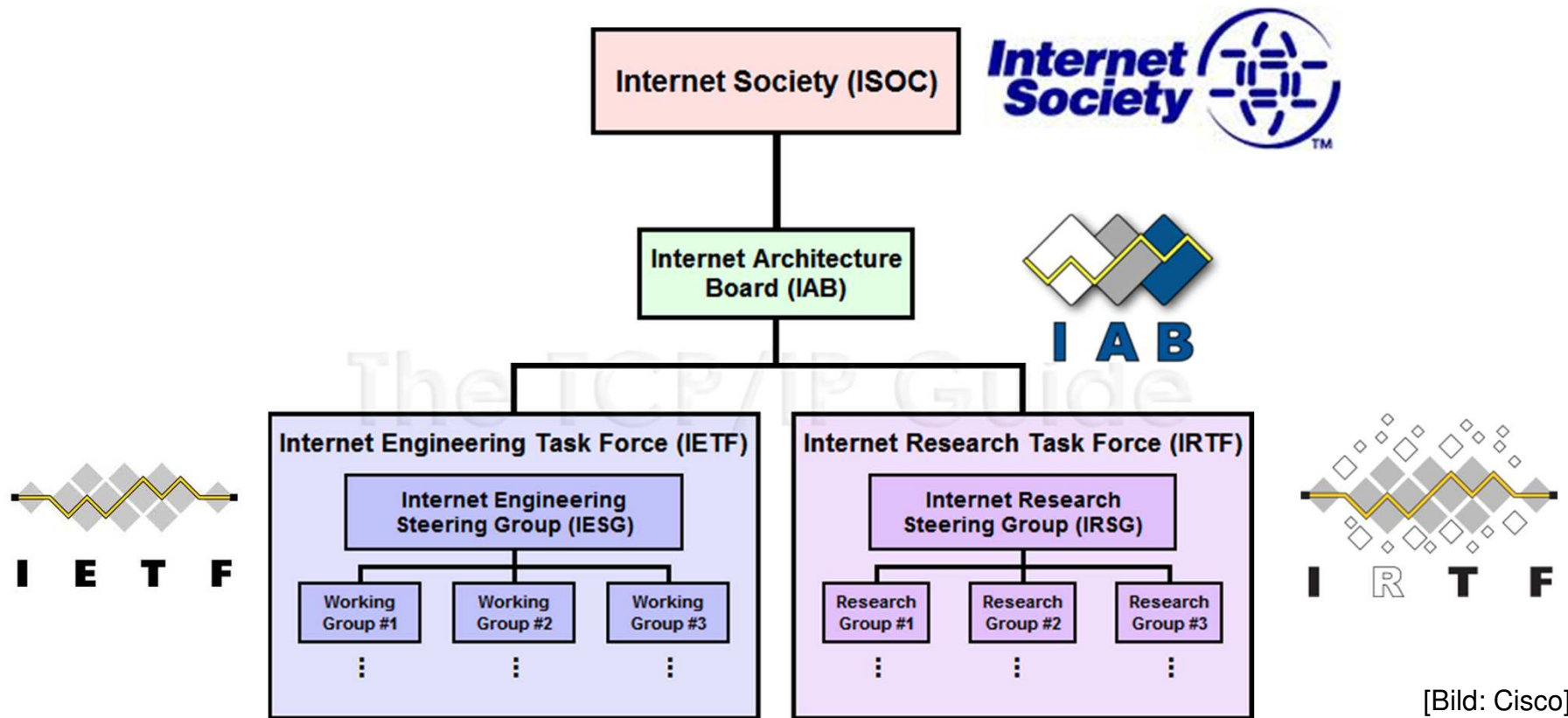
— Organisationen, die Protokolle standardisieren (Beispiele):

- **IEEE** (Institute for Electrical and Electronic Engineers, [www.ieee.org](http://www.ieee.org))
  - z.B. LAN-Technologien, WLAN, Bluetooth, etc.
- **IETF** (Internet Engineering Task Force, [www.ietf.org](http://www.ietf.org))
  - z.B. TCP/IP-Umfeld, RFCs
- **ITU** (International Telecommunication Union, [www.itu.int](http://www.itu.int)), früher: CCITT
  - z.B. Weitverkehrsnetze, SDH, ISDN, GSM, ...
- **ETSI** (European Telecommunication Standardization Institute, [www.etsi.org](http://www.etsi.org))
- **ISO** (International Standardization Organization, [www.iso.org](http://www.iso.org))
- **EIA/TIA** ((Electrical bzw. Telecommunication Industry Association)



# Standardisierung

## Beispiel: Internet-Standardisierung



Internet Adress-Verwaltung (IP-Adressen, DNS Namen, TCP/UDP-Portnummern)

- **IANA** (Internet Assigned Numbers Authority)
- **ICANN** (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)

# Standardisierung

## Beispiel: IEEE 802 Standards

- **Netztechnologien für lokale Netze und Metropolitan Area Networks, z.B.**
  - IEEE 802 Overview & Architecture
  - IEEE 802.1: Bridging & Management
  - IEEE 802.2: Logical Link Control
  - IEEE 802.3: Ethernet
  - IEEE 802.11: Wireless LANs
  - IEEE 802.15: Wireless PANs (z.B. Bluetooth, ZigBee)
  - IEEE 802.16: Broadband Wireless MANs
  - IEEE 802.17: Resilient Packet Rings
  - IEEE 802.20: Mobile Broadband Wireless Access
  - IEEE 802.21: Media Independent Handover Services
  - IEEE 802.22: Wireless Regional Area Networks



### Aufgabe:

Besuchen Sie die Web-Seiten der IETF, IEEE und ITU-T und finden Sie die folgenden Standards:

**RFC 791**

**IEEE 802.3**

**ITU-T Y.2001**

i.d.R. 6 Monate nach Verabschiedung kostenlos verfügbar

-> IEEE Get Program (<http://standards.ieee.org/about/get/index.html>)

## 2.2 Schichtenmodell der Kommunikation

---

— Die Beschreibung der komplexen Abläufe eines Kommunikationsprozesses wird durch **hierarchisch** gegliederte Kommunikationsmodelle vereinfacht

— Strukturierung der anfallenden Aufgaben in **hierarchische Schichten**

- Schicht := eine Gruppe vergleichbarer Aufgaben und Funktionen
  - Jede Schicht erbringt **eine spezifische Aufgabe** des Kommunikationsvorgangs
  - Zur Erfüllung dieser Aufgabe umfasst eine Schicht in der Regel mehrere, auch unterschiedliche Funktionen (→ „**Dienst**“ der Schicht)
- Der Kommunikationsvorgang insgesamt wird durch das hierarchische Zusammenspiel der Schichten erbracht

— Grundprinzip der Kommunikation: **Peer-to-Peer Kommunikation**

- Logische Kommunikation nur zwischen **gleichrangigen** Schichten
- Geregelt durch Kommunikationsprotokolle für diese Schicht

— Vorteile dieses Ansatzes:

- Modularisierung und Komplexitätsreduktion (Teile und Herrsche)
- Einfacherer Protokollentwurf

# Schichtenmodell – Beispiel

---

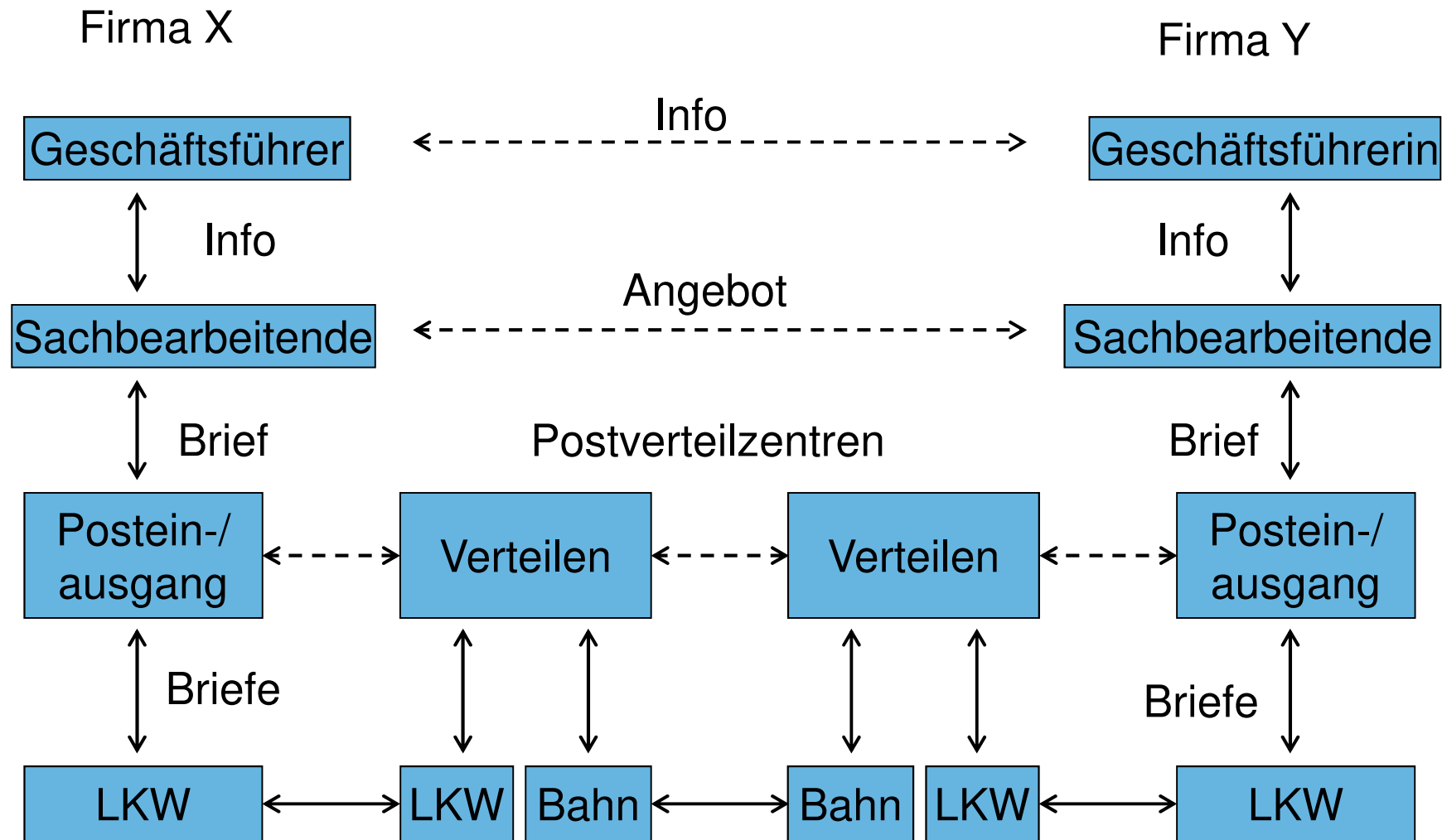
## — Kommunikation zwischen Geschäftsführenden der Unternehmen X und Y

- $X \rightarrow Y$  Angebot anfordern
- $Y \rightarrow X$  Angebot schicken
- $X \rightarrow Y$  Auftrag erteilen
- Hilfe von Sachbearbeitenden

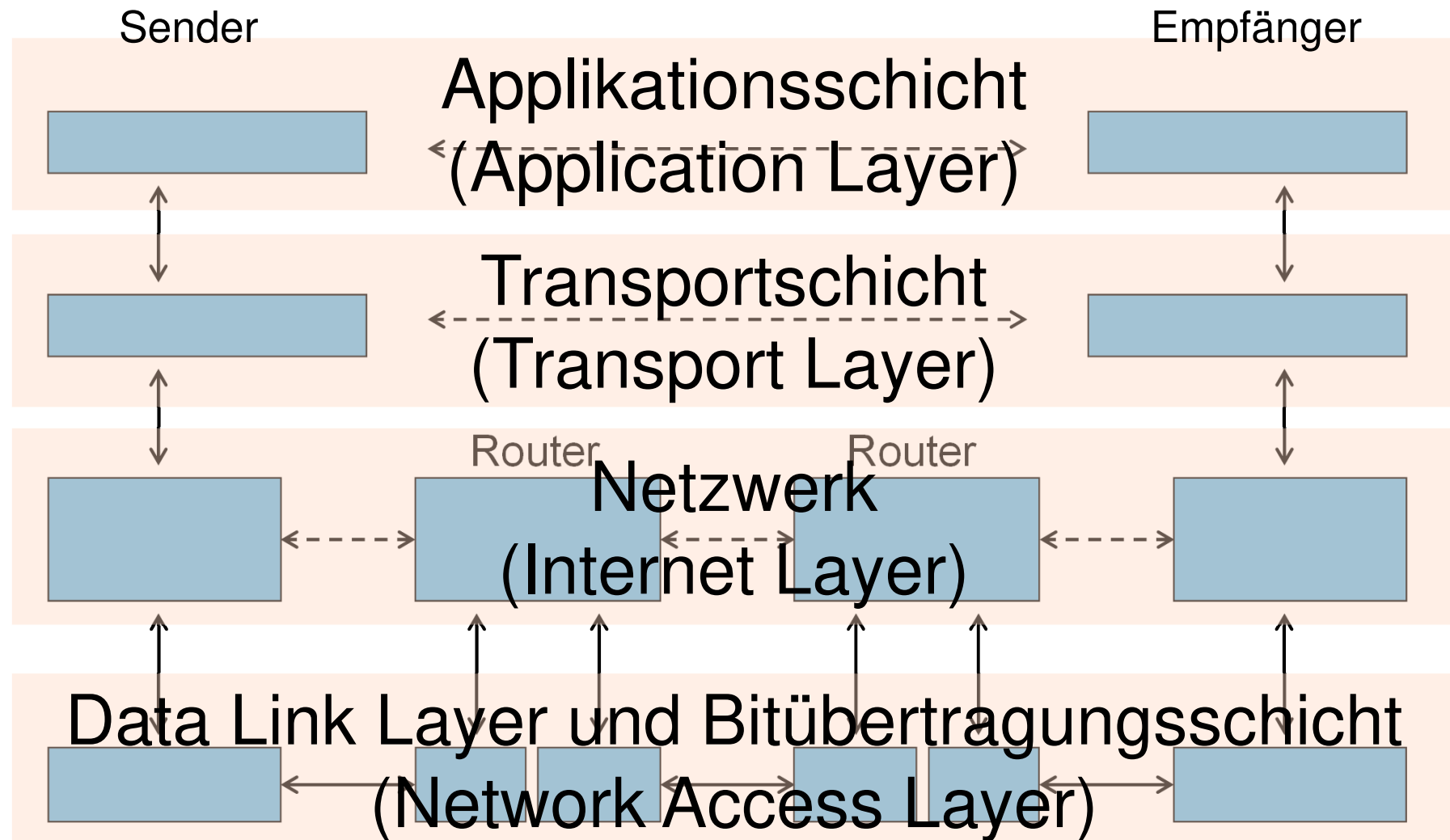
## — Sachbearbeitende

- Angebot sauber formulieren, Geschäftspapier, AGBs, etc.
- Kommunikation zwischen Sachbearbeitenden kann deutlich höhere Komplexität haben
  - Einholen von Zusatzinformationen
  - Rückfrage bei Ausbleiben des Angebots
- Sachbearbeitende transportieren Angebot nicht selbst, sondern per Post

# Schichtenmodell – Beispiel (2)



# Beispiel: TCP/IP-Schichtenmodell



# OSI-Referenzmodell

## Open Systems Interconnection (OSI) - Referenzmodell der ISO

- Grundlegendes Referenzmodell zur Strukturierung der Kommunikation in technischen Systemen
- Definiert die grundlegenden Aufgaben der Schichten
- Standard: ISO/IEC 7498: Information Processing Systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model, 1984
- Offene Systeme: herstellerunabhängig
- vorher gab es eine Reihe proprietärer Systeme in der Datenkommunikation (IBM SNA, DECNet, ...)
- Bis heute: zentrale Bedeutung bei der Strukturierung der Kommunikationsaufgaben
- die auf Basis des OSI-Modells entwickelten Protokolle sind mittlerweile bedeutungslos und fast vollständig durch die Internet-Protokolle der TCP/IP-Familie verdrängt worden

ISO: International Organization for Standardization



# OSI-Referenzmodell

## - Grundprinzipien

---



- \_\_\_ **Sieben** hierarchische Schichten
- \_\_\_ Die Schichten sind so konzipiert, dass sie ihre spezifische **Aufgabe weitgehend unabhängig** von anderen Schichten ausführen können.
- \_\_\_ Jede Schicht bietet der nächst höheren Schicht ihre **Dienste** an.
- \_\_\_ Jede Schicht kommuniziert (logisch) nur mit der **gleichrangigen Schicht** auf dem Partnersystem unter Verwendung eines Kommunikationsprotokolls (**Peer-to-Peer Kommunikation**, „horizontale“ Kommunikation).
- \_\_\_ Eine **Interaktion auf einem System** erfolgt nur zwischen direkt benachbarten Schichten, z.B. Schicht n und Schicht n-1 („Vertikale“ Kommunikation). Diese Interaktion soll sich auf das Nötigste beschränken.

# OSI-Referenzmodell – 7 Schichten

---

Schicht 7:	Application Layer	Anwendungsschicht
Schicht 6:	Presentation Layer	Darstellungsschicht
Schicht 5:	Session Layer	Sitzungsschicht
Schicht 4:	Transport Layer	Transportschicht
Schicht 3:	Network Layer	Vermittlungsschicht
Schicht 2:	Data Link Layer	Sicherungsschicht
Schicht 1:	Physical Layer	Bitübertragungsschicht

# OSI-Referenzmodell – Aufgaben der 7 Schichten



## Anwendungsorientierte Schichten: Schichten 5-7

### Schicht 7 – Anwendungsschicht

- Stellt Netzdienste für Anwendungen außerhalb des OSI-Modells zur Verfügung
- z.B. Anwendungsprotokolle wie HTTP, SMTP, ...

### Schicht 6 – Darstellungsschicht

- Stellt die einheitliche Darstellung der Information der Anwendung für den Datentransfer sicher
- z.B. Datenformate, Zeichencodierung, ggf. Kompression, etc.

### Schicht 5 – Sitzungsschicht

- Aufbau, Verwaltung und Steuerung (inkl. Synchronisation) von Kommunikationssitzungen zwischen Anwendungen
- z.B. Ablaufsteuerung, Dialogverwaltung, Synchronisation von Dialogen

<b>Application Layer</b>
<b>Presentation Layer</b>
<b>Session Layer</b>
Transport Layer
Network Layer
Data Link Layer
Physical Layer

# OSI-Referenzmodell – Aufgaben der 7 Schichten

## Transportorientierte Schichten: Schichten 1-4

### **Schicht 4: Transportschicht / Transport Layer**

- Datentransport zwischen **Anwendungen auf Endsystemen** (Ende-zu-Ende Datentransport)
  - Bei verbindungsorientiertem Datentransport:
    - Auf- und Abbau von logischen Verbindungen
    - Segmentierung der Anwendungsdaten
    - Zuverlässiger Datentransport mittels Flusssteuerung und Fehlerkorrektur (Ende-zu-Ende)
  - Bei verbindungslosem Datentransport:
    - Spontane Kommunikation ohne Segmentierung, keine Flusssteuerung

Application Layer
Presentation Layer
Session Layer
<b>Transport Layer</b>
Network Layer
Data Link Layer
Physical Layer

# OSI-Referenzmodell – Aufgaben der 7 Schichten

## Transportorientierte Schichten: Schichten 1-4

### **Schicht 3: Vermittlungsschicht / Network Layer**

- **Datentransport zwischen Endgeräten** über ggf. auch mehrere von der OSI-Schicht 2 bereitgestellte Übertragungsabschnitte
  - **logische Adressierung der Endgeräte**
  - **Wegesuche, Auswahl des besten Pfades (Vermittlung bzw. Routing)**
    - Bei verbindungsorientiertem Datentransport:
      - Wegesuche, Verbindungsauf- und -abbau
    - Bei verbindungslosem Datentransport:
      - Routing, individueller Transport von Paketen zum Ziel-Endgerät

Application Layer
Presentation Layer
Session Layer
Transport Layer
<b>Network Layer</b>
Data Link Layer
Physical Layer

# OSI-Referenzmodell – Aufgaben der 7 Schichten



## Transportorientierte Schichten: Schichten 1-4

### **Schicht 2: Sicherungsschicht / Data Link Layer**

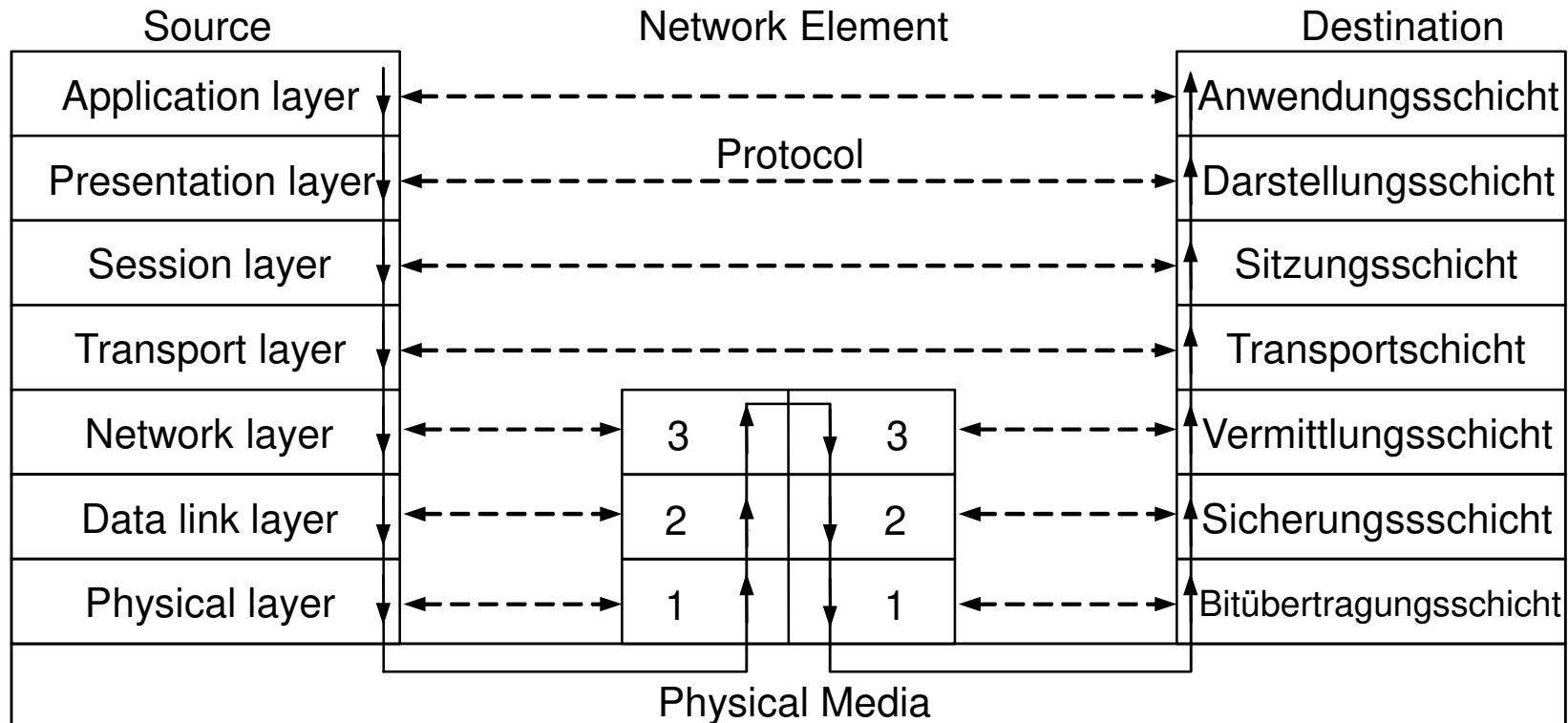
- (Gesicherter) Datentransfer über einen **Übertragungsabschnitt** (Link) zwischen benachbarten Systemen
  - Rahmenbildung (Framing)
  - Steuerung des Medienzugriffs
  - Verwaltung von physikalischen Adressen
  - Fehlererkennung oder ggf. Fehlerkorrektur

Application Layer
Presentation Layer
Session Layer
Transport Layer
Network Layer
<b>Data Link Layer</b>
<b>Physical Layer</b>

### **Schicht 1: Bitübertragungsschicht / Physical Layer**

- Übertragung der Bits über ein physikalisches Übertragungsmedium
  - Definiert **elektrische, mechanische und funktionale Spezifikationen** einer Technologie für die Bitübertragung über ein bestimmtes Übertragungsmedium:
    - Spezifikation der Signale (Signalform, Bitsynchronisation, Spannungspegel, ...)
    - Spezifikation von Kabeln, Steckern, Kabellängen, etc.
    - Aktivierung und Deaktivierung der Übertragung, ...

# OSI-Referenzmodell: Peer-to-Peer Kommunikation



## Unterscheidung:

- **Endsysteme** nutzen/realisieren die **OSI-Schichten 1-7**
- **Netzwerkelemente** nutzen/realisieren die **OSI-Schichten 1-3**

# OSI-Referenzmodell: Peer-to-Peer Kommunikation

— Jede Schicht kommuniziert logisch mit der gleichrangigen Schicht auf dem Partnersystem (Horizontale Kommunikation).

- Die Kommunikation wird in der **Schicht n** durch ein **Schicht-n-Kommunikationsprotokoll** geregelt.
- Für die Realisierung der Kommunikation werden die **Dienste der darunter liegenden Schicht** genutzt.
- Dazu werden die Informationen der Schicht n beim Sender an die Schicht n-1 weitergereicht und beim Empfänger von der Schicht n-1 entgegen genommen (Vertikale Kommunikation).

— Beinhaltet „**Kapselung**“ der Daten

- Einkapselung auf der Sendeseite
- Entkapselung auf der Empfangsseite

— Die so erzeugten **Dateneinheiten in einer Schicht** heißen allgemein **Protocol Data Unit (PDU)**.



# Protocol Data Unit (PDU)

---

Die in einer Schicht ausgetauschten Dateneinheiten heißen allgemein **Protocol Data Unit (PDU)**.

Jede Schicht transportiert die **Daten der nächst höheren Schicht** (= deren PDU) in ihrem Datenfeld und ergänzt diese **mit eigenen Steuerinformationen, z.B.**

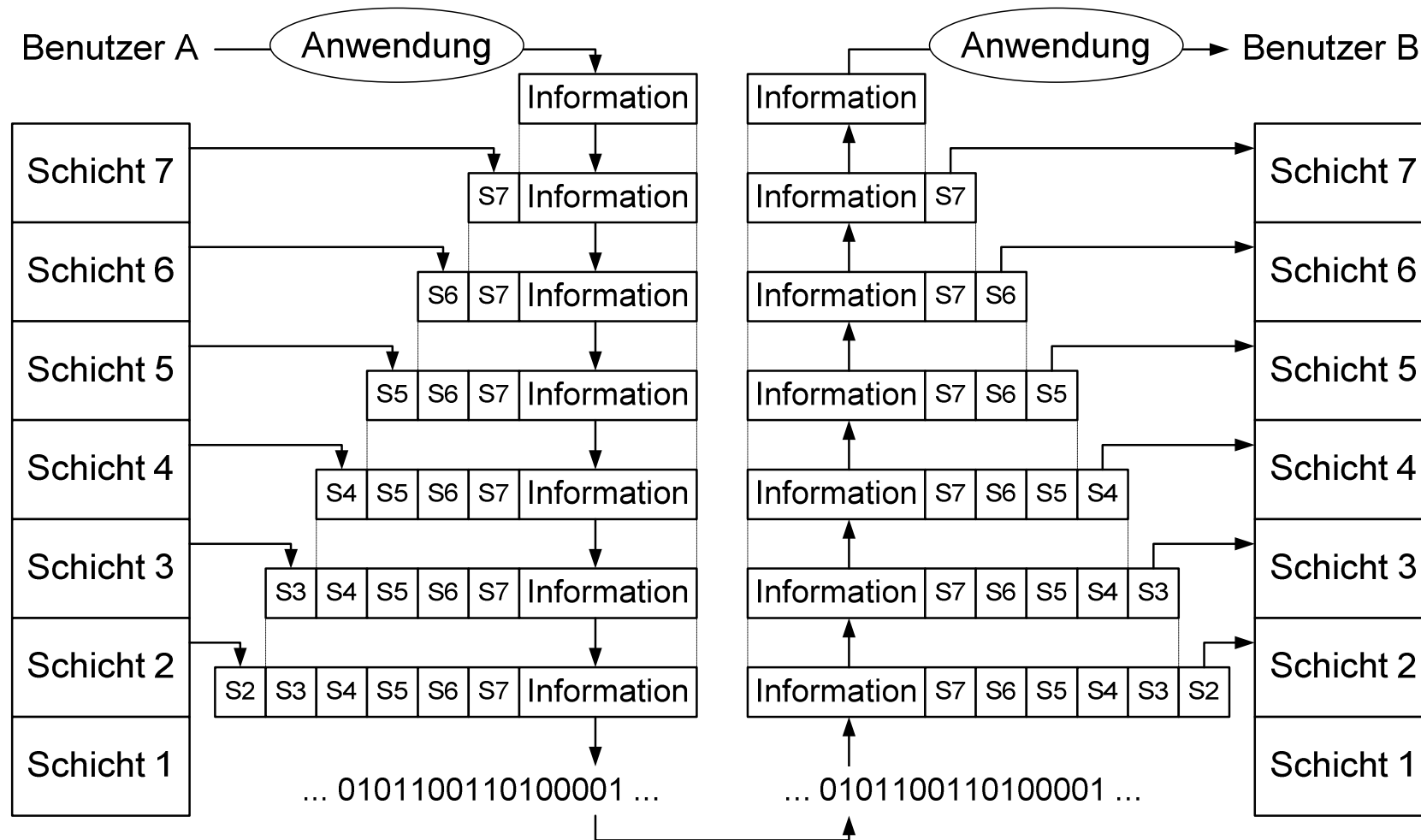
- Adressinformation
- Name des Protokolls der übergeordneten Schicht
- Länge der Nutzdaten

Eine PDU enthält:

- Ein **Datenfeld für Nutzinformationen** (= PDU der nächst höheren Schicht)
- Kopffeld (**Header**) und ggf. Anhang (**Trailer**) für eigene **Steuerinformationen**

In jeder Schicht wird eine **protokollspezifische PDU** verwendet

# Kapselung (1)



# Kapselung (2)

---

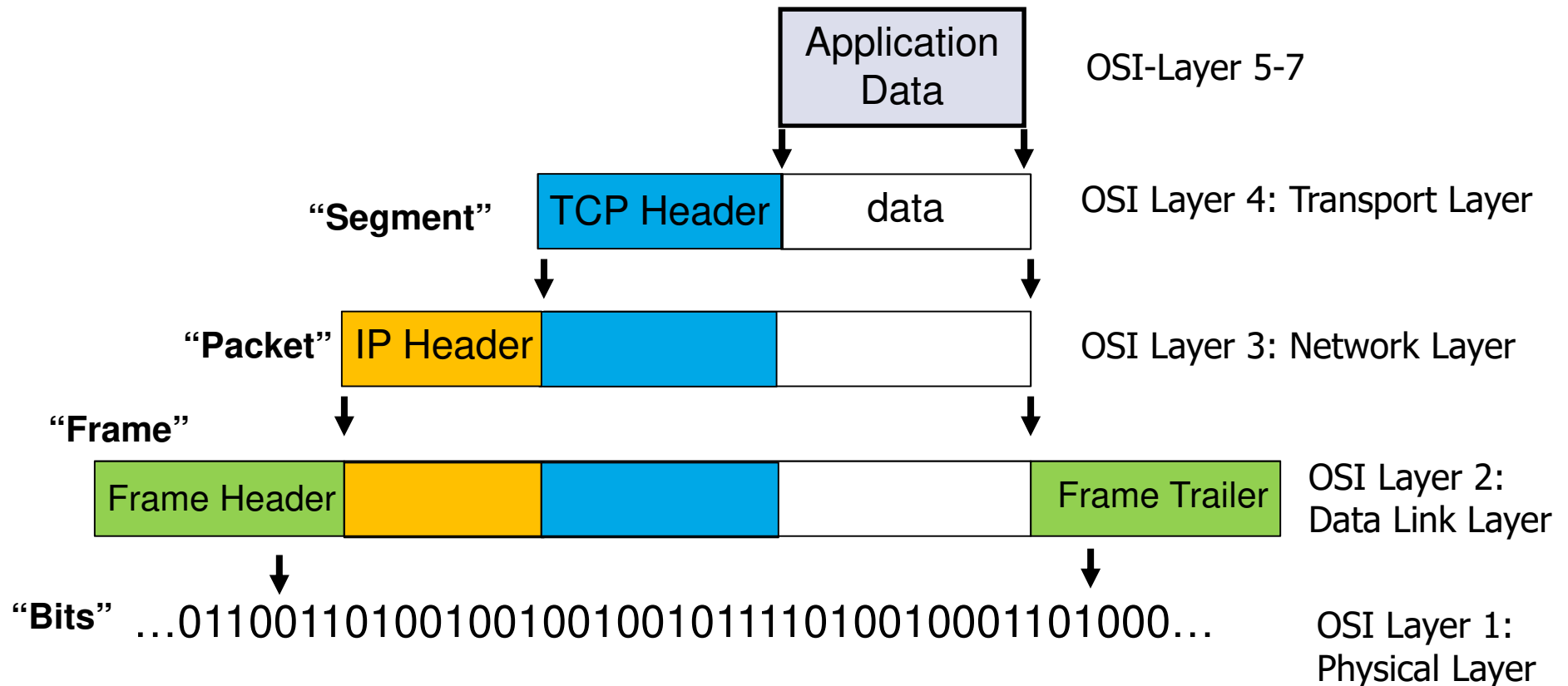
## Sendeseite

- Jede Schicht bekommt die PDU der über ihr liegenden Schicht übergeben
- Nutzdaten der Schicht = PDU der übergeordneten Schicht
- Jede Schicht fügt ihre eigenen Steuerungsinformationen hinzu, z.B.
  - Adressinformationen
  - Name des Protokolls der übergeordneten Schicht
  - Länge der Nutzdaten
- und übergibt ihre PDU an die unter ihr liegende Schicht
- Die Daten werden auf diese Weise gekapselt bis hinab zur Bitübertragungsschicht

## Empfangsseite

- Jede Schicht wertet ihre eigene Steuerinformation aus
- und entfernt diese vor der Übergabe an die nächst höhere Schicht wieder

# Beispiel: PDU im TCP/IP-Protokollstack



— Header und ggf. Trailer enthalten **Steuerinformation** der jeweiligen Schicht

— Das Datenfeld enthält die **Nutzinformation** (= die PDU der nächst höheren Schicht)

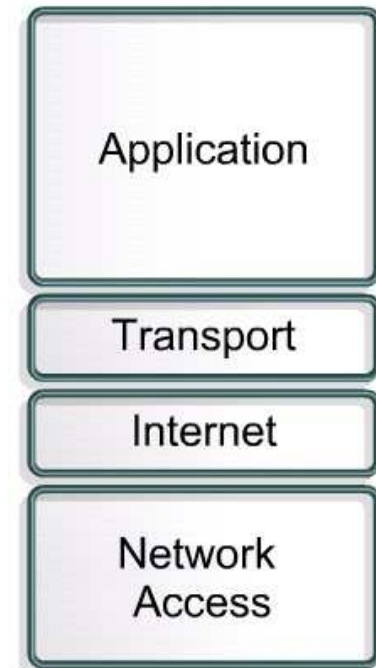
# TCP/IP-Modell

## Basis des Internet

- Entwicklung seit Beginn der 1970er Jahre.
- Ziel: Entwicklung eines leitungsfähigen, ausfallsicheren Netzes.
- TCP und IP wurden 1981 in der heutigen Version standardisiert
- Protokolle für praktische Implementierungen

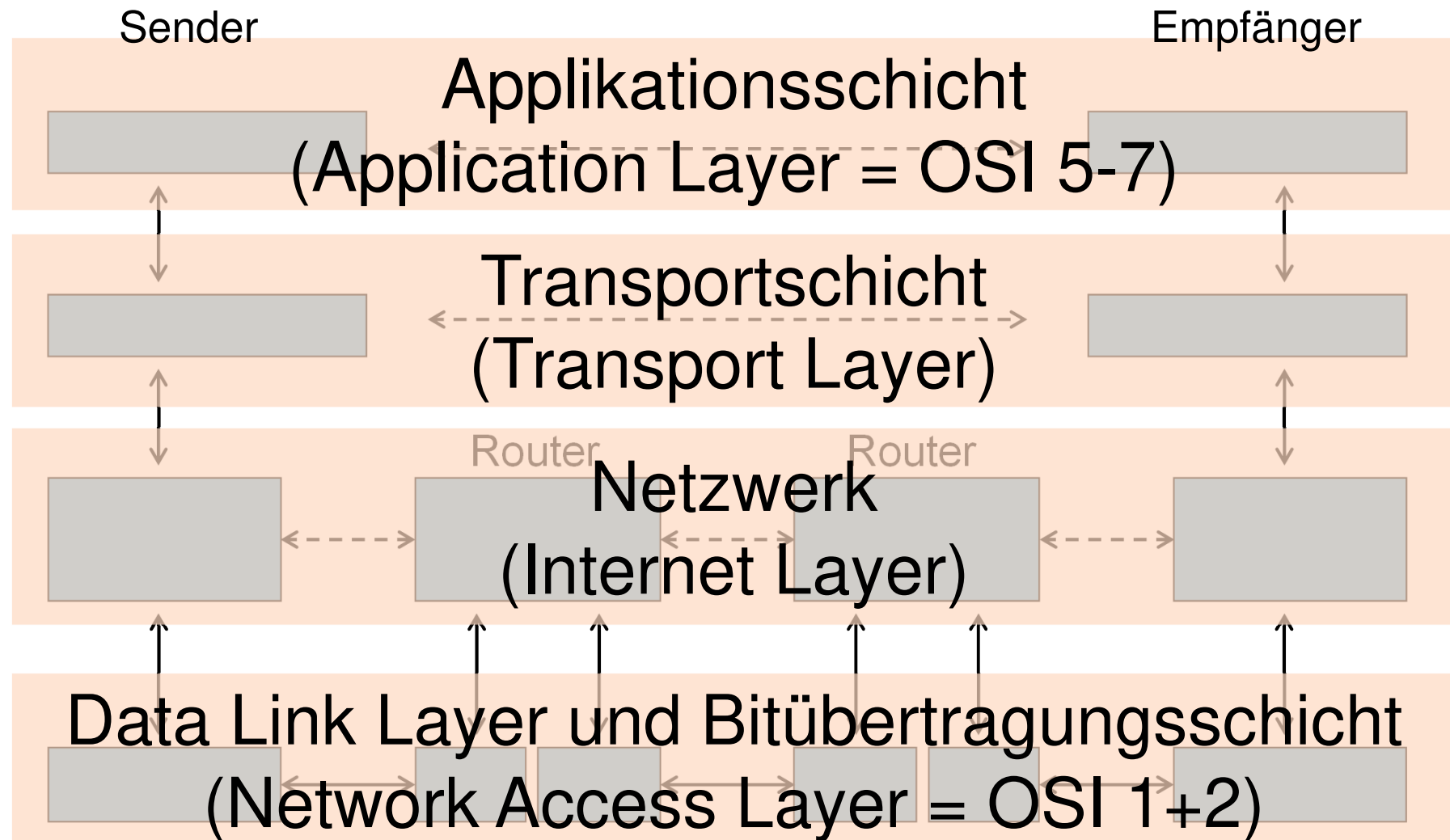
## Hierarchische Netzarchitektur:

- Umfasst **vier** statt sieben **Schichten**
  - Funktionen des Presentation und Session Layer befinden sich im **Application Layer**.
  - Data Link und Physical Layer bilden den **Network Access Layer**, der die Aufgabe hat, Internet-PDUs auf einem beliebigen Data Link Layer zu übertragen



[Bild: Cisco]

## 4 Schichten im TCP/IP-Modell



# TCP/IP-Modell:

## Aufgaben der Schichten

---



### Application Layer (Anwendungsschicht)

- Aufgabe: Kommunikation zwischen Anwendungsprozessen
- Beispiele: HTTP (WWW), SMTP (E-Mail), DNS
- Es wird vorausgesetzt, dass die darunter liegenden Schichten die Anwendungsdaten zuverlässig an den Anwendungsprozess auf dem Zielrechner übertragen.
- Umfasst die **OSI Schichten 5 bis 7**

### Transport Layer (Transportschicht)

- Aufgabe: (Zuverlässiger) **Ende-zu-Ende** Transport von Segmenten von einem Kommunikationsendpunkt (= einer **Anwendung**) zu einem anderen
- Adressierung der Anwendungen (logische Portnummern)
- Zwei mögliche Protokolle: **TCP** (zuverlässiger Transport), **UDP** (unzuverlässig)
- Segmentierung der Anwendungsdaten (nur TCP)
- Zuverlässigkeit und Flusskontrolle (nur TCP)
- Entspricht der **OSI-Schicht 4**

# TCP/IP Modell: Aufgaben der Schichten

## Internet Layer (Netzwerkschicht)

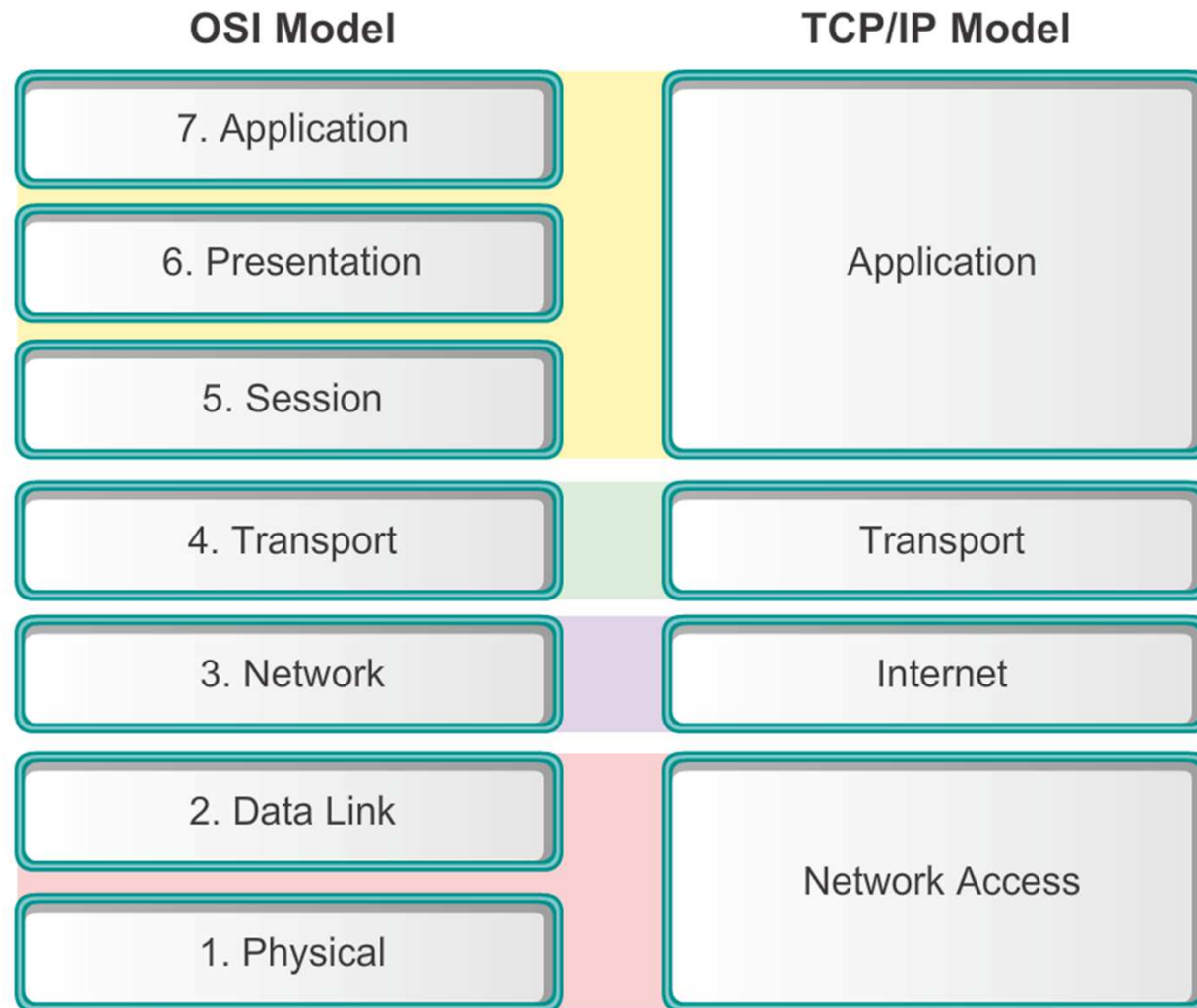
- Aufgabe: Verbindungsloser **Transport von Paketen zwischen identifizierbaren Endgeräten** (evtl. über mehrere Verbindungsabschnitte)
- Kapselung von Segmenten in Paketen
- Logische Adressierung der Endgeräte (z.B. IP-Adressen), Wegwahl (Routing)
- Entspricht der **OSI-Schicht 3**; Protokoll: **IP**

## Network Access Layer (Netzzugangsschicht)

- Umfasst die **OSI-Schichten 1 und 2**, beschreibt dadurch die Netztechnologie auf einem lokalen Abschnitt (Bsp: Ethernet, WLAN)
- In der Schicht 2:
  - Kapselung von Paketen in Frames
  - Übertragung von Frames zwischen zwei direkt benachbarten Systemen
  - Adressierung über physikalische Adressen (im LAN)
  - Medienzugriffssteuerung (Media Access Control)
- In der Schicht 1: Umwandlung der Bits in Signale und physikalische Übertragung

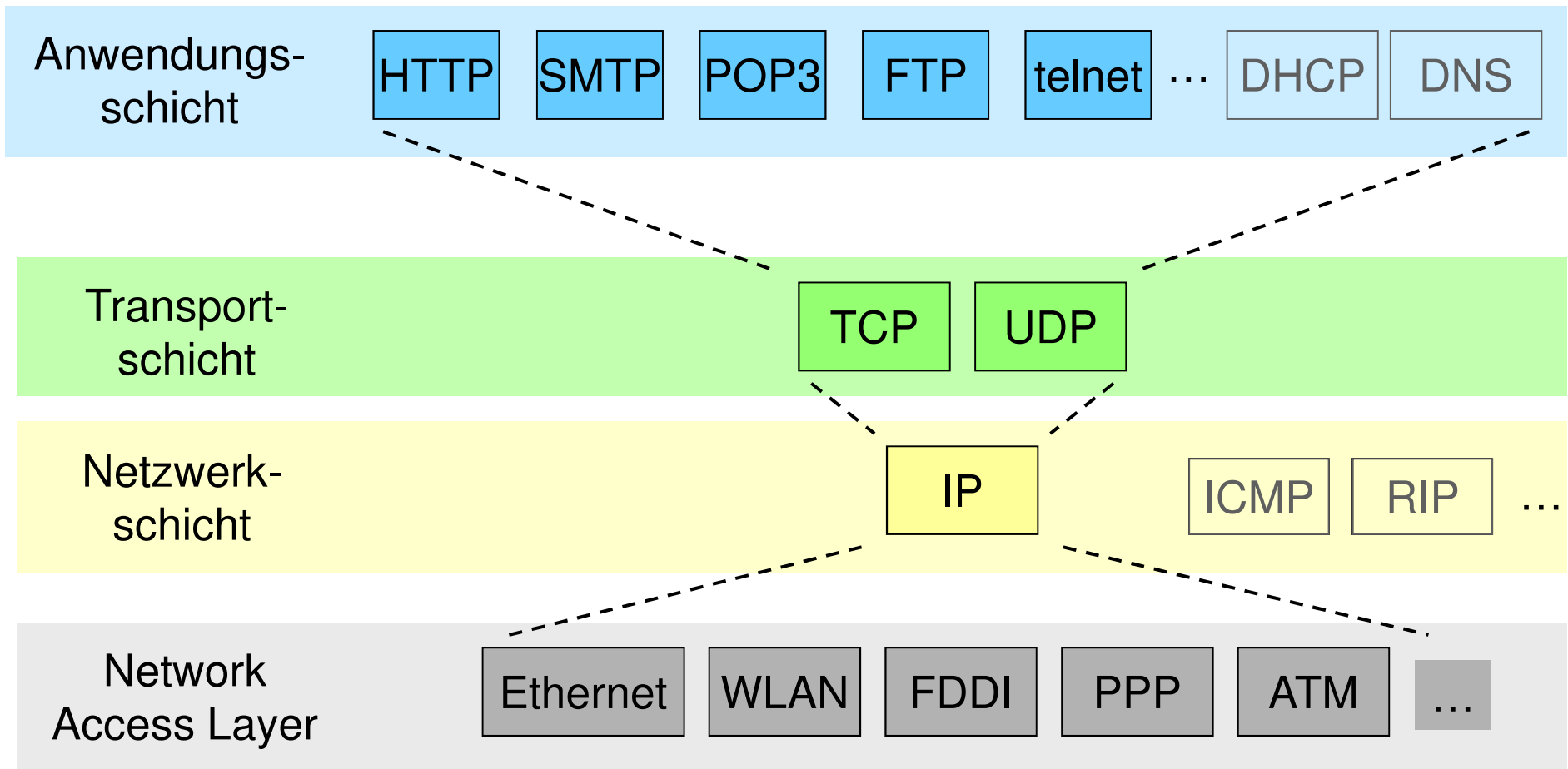


# Vergleich der Modelle



[Bild: Cisco]

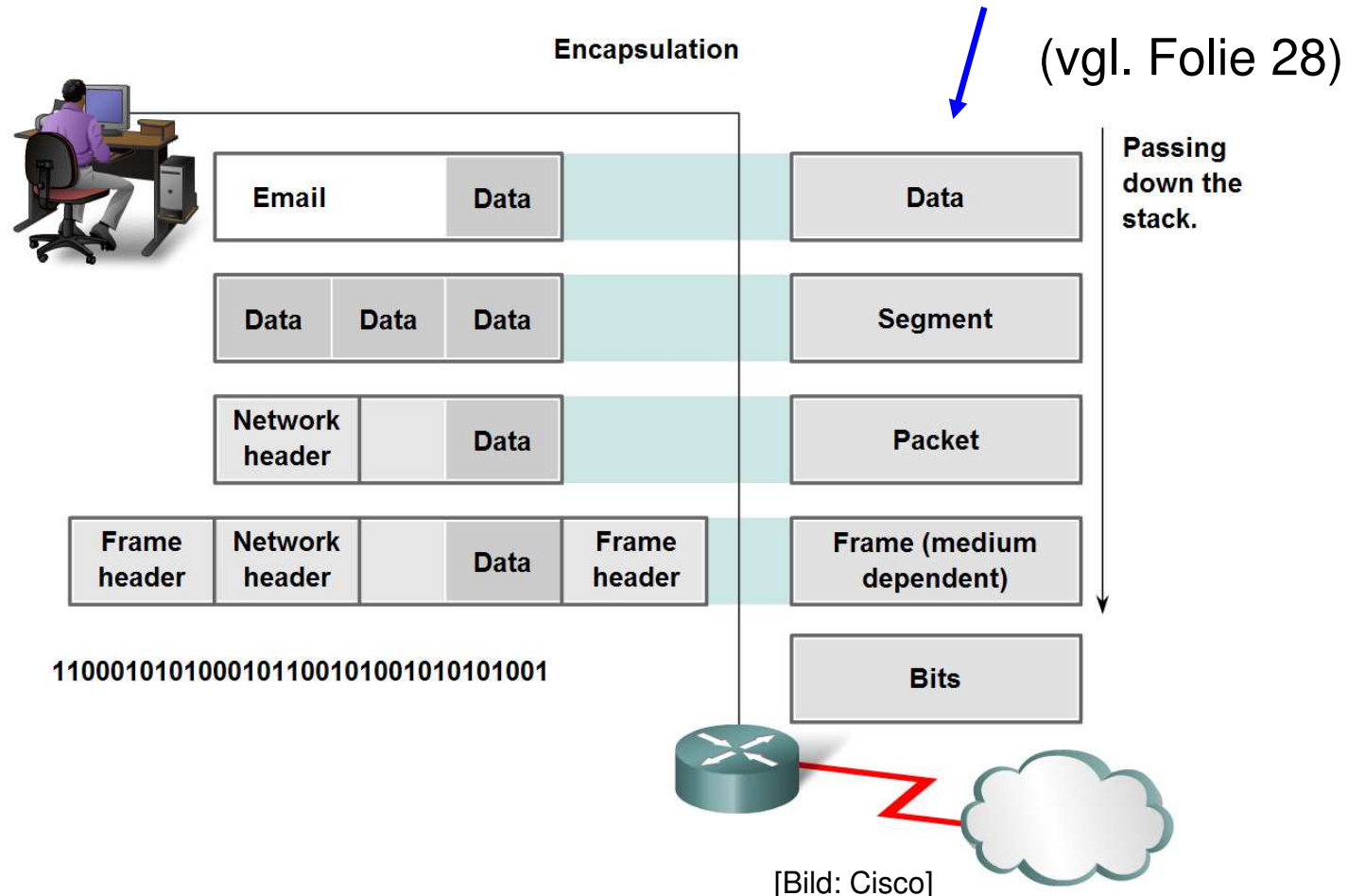
# TCP/IP-Modell: Protokollbeispiele



# Kapselung im TCP/IP Modell

## Analog zum OSI-Referenzmodell

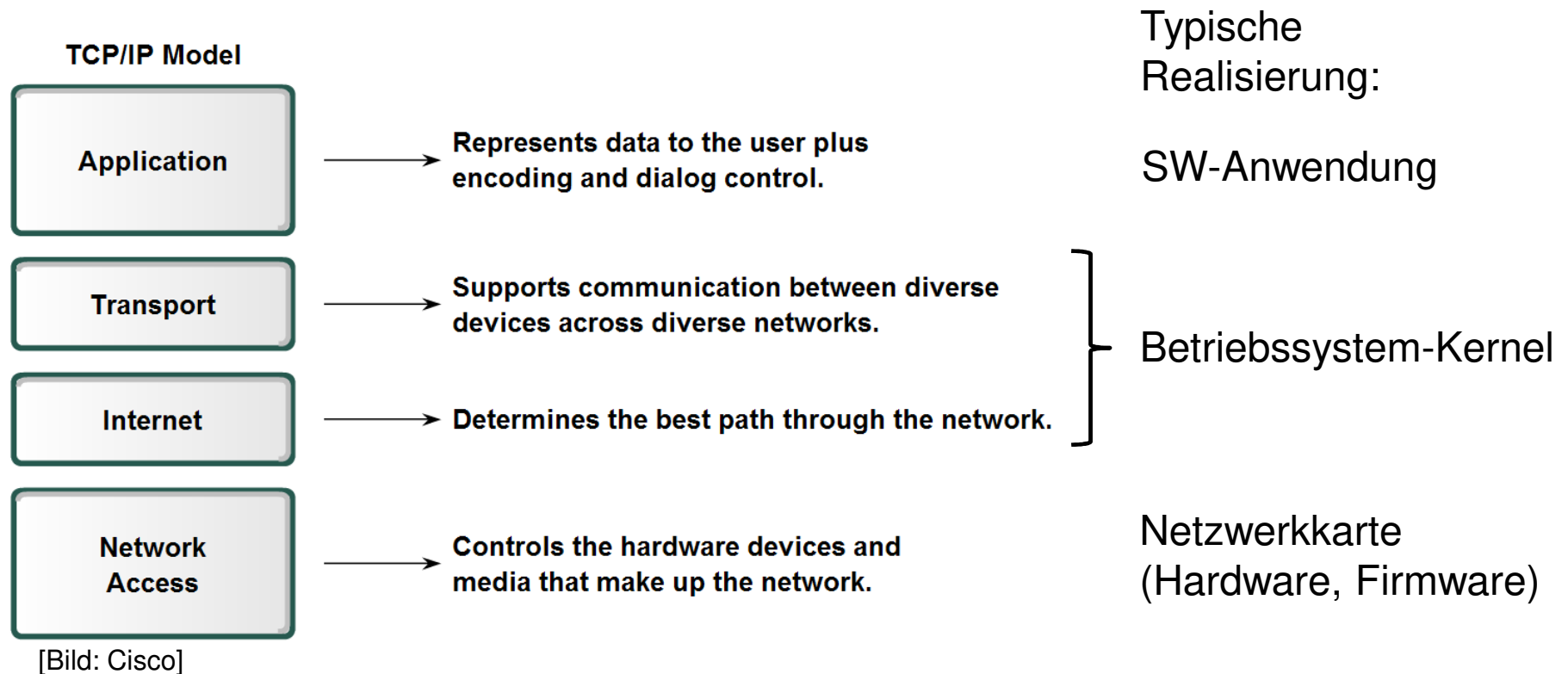
- Die PDUs der einzelnen Schichten tragen **spezifische Namen**



# TCP/IP Modell: Standardisierung und Realisierung

Die Architektur und die Protokolle sind offene Standards

- Standardisierung in Dokumenten ([Request for Comment - RFC](#)) kontrolliert durch die IETF (Internet Engineering Task Force).



# TCP/IP Modell: PDU-Namen und Adressierung

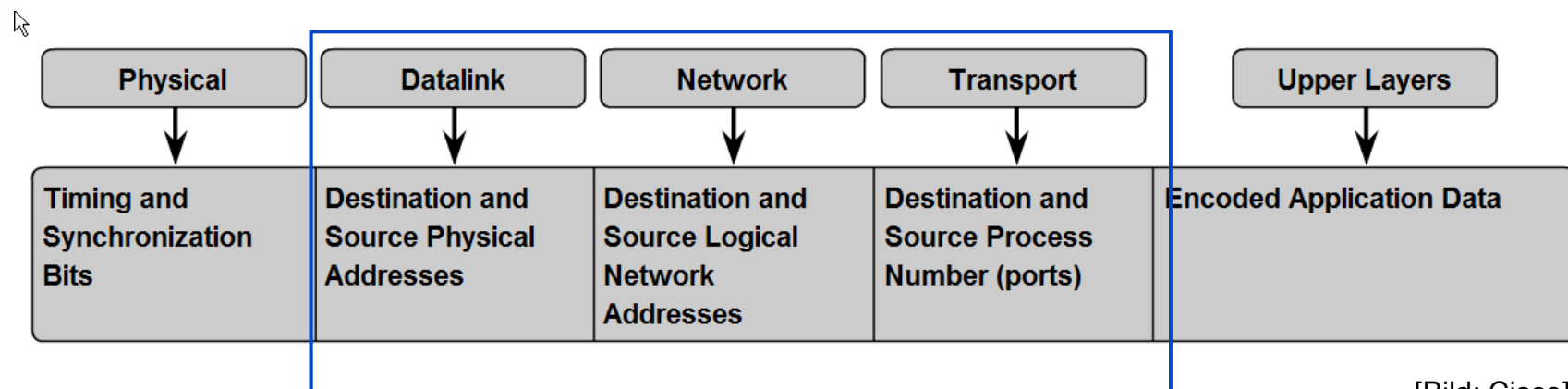
Schicht	Daten/Adressierung	Beispiel
Anwendung	Anwendungsdaten	SMTP, HTTP
Transport	Segmente / Datagramme Adressierung der Anwendungen über Portnummern	SMTP = Port 25 HTTP = Port 80
Vermittlung (Internet)	IP-Pakete Adressierung von Geräten (weltweit) über <b>IP-Adressen</b>	192.168.0.1 10.0.0.24
Data Link	Frames Adressierung direkt angeschlossener Geräte über physikalische Adressen ( <b>MAC-Adressen</b> )	01:02:33:44:55:A6:A7:F8
Bitübertragung	Bits / Codierung Timing und Synchronisation	NRZ

# Grundlagen der Adressierung

— Damit in jeder Schicht PDUs richtig zugeordnet werden können sind **Adressen** nötig, z.B. für:

- Absender- und Zielsystem im **gleichen Netzsegment** (OSI-Schicht 2)
- Absender- und Zielsystem im **gesamten Netz** (OSI-Schicht 3)
- Absender- und Ziel**anwendung** auf den **Endgeräten** (OSI-Schicht 4)

— Adressen sind Bestandteil der Steuerinformation der PDUs



[Bild: Cisco]

— Technische Kommunikation verwendet grundsätzlich **Absender- und Zieladressen**

# Adressierung im TCP/IP-Stack

---

## — OSI-Schicht 2 (Data Link Layer)

- Physikalische Adressierung der Geräte in einem LAN -> MAC Adressen
- In der Netzwerkkarte fest vorgegeben
- 48 Bit, Hexadezimaldarstellung
- Beispiel: C2-FE-15-A7-DE-12

## — OSI-Schicht 3 (Network Layer)

- Logische Adressierung von Endgeräten in einem Netz -> IP-Adressen
- Manuell konfiguriert oder automatisch bezogen
- Hierarchische Struktur: Netz- und Hostadressen innerhalb eines Netzes
- Kennzeichnung Netz-/Hostanteil durch Subnetzmaske bzw. Präfix
- Beispiel 192.168.1.12 /24

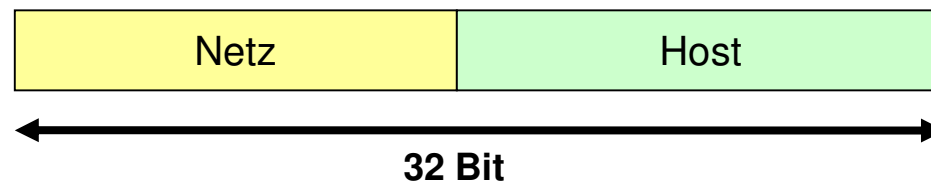
## — OSI-Schicht 4 (Transport Layer)

- Adressierung der Anwendungen auf Endgeräten -> Portnummern

# Beispiel: IPv4-Adressen

\_\_ IPv4 Adressen umfassen 32 Bit

\_\_ Enthalten Netzanteil und Hostanteil



\_\_ Unterscheidung durch Angabe der Länge des Netzanteils durch **Network Prefix** oder **Subnetzmaske**

- Angabe als **Network Prefix**:
  - Beispiel: 192.168.16.4 /25 (→ 25 Bit Netzanteil, 32-25=7 Bit Hostanteil)
- Angabe durch **Netzmaske**: 4 Byte a.b.c.d wie IP-Adresse
  - Beispiel: 255.255.255.128 = 11111111.11111111.11111111.10000000<sub>2</sub>
  - In der Maske: „1“-Bit = Netzanteil, „0“-Bit = Hostanteil

\_\_ Ein Host erhält eine Adresse aus dem Adressbereich seines Netzes

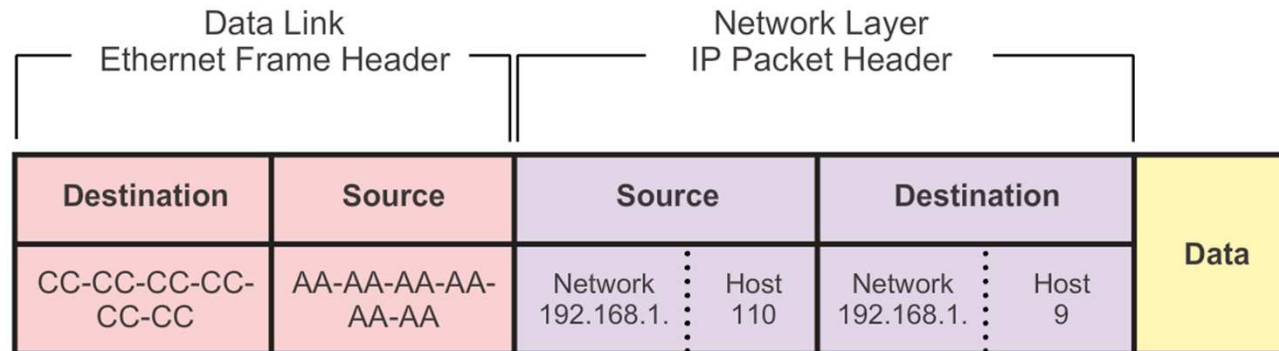
- Beispiel: Hostadresse 192.168.16.4 aus dem Netz 192.168.16.0 /25



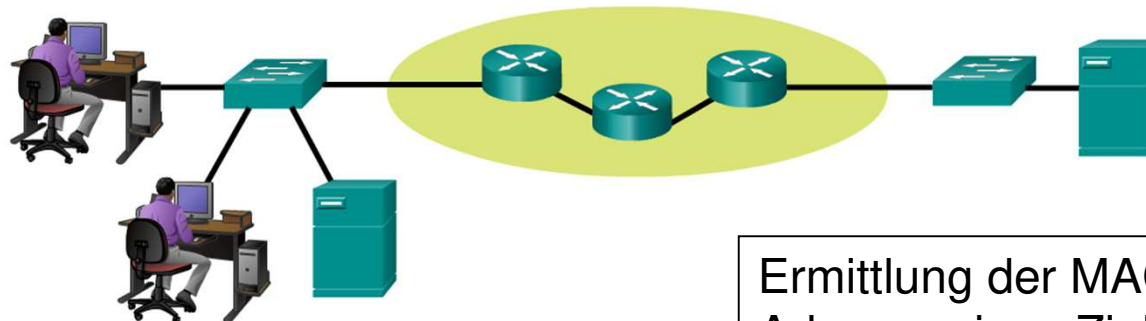
# Kommunikation innerhalb eines Netzes

## Beispiel: PC1 und FTP Server im gleichen Netz

- Ethernet Frame **direkt** an die Netzwerkkarte des Rechners mit FTP-Server



**PC1**  
192.168.1.110  
AA-AA-AA-AA-AA-AA



[Bild: Cisco]

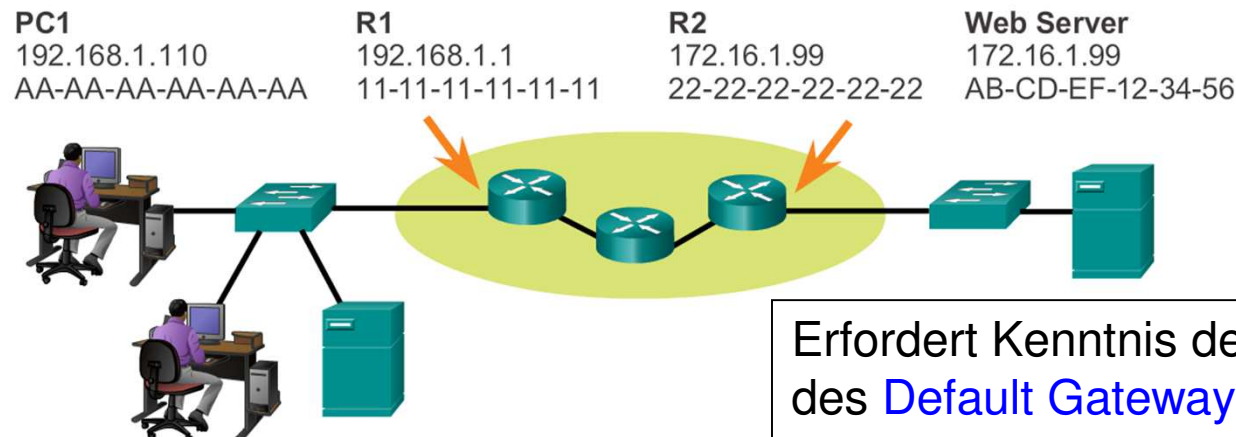
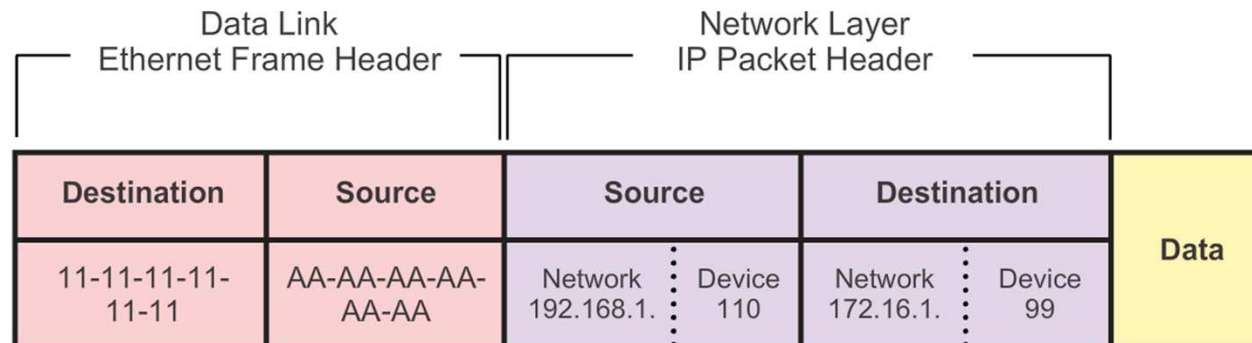
**FTP Server**  
192.168.1.9  
CC-CC-CC-CC-CC-CC

Ermittlung der MAC-Adresse zur IP-Adresse eines Ziels im eigenen Netz erfolgt durch das **ARP-Protokoll**

# Kommunikation zwischen Geräten in unterschiedlichen Netzen

Beispiel: Zugriff von PC1 auf den WebServer 172.16.1.99 in **einem anderen Netz** (z.B. im Internet)

- Ethernet Frames lokal an die Netzwerkkarte des **Default Gateway**
- Router leiten die Pakete zum richtigen Zielnetz weiter



[Bild: Cisco]

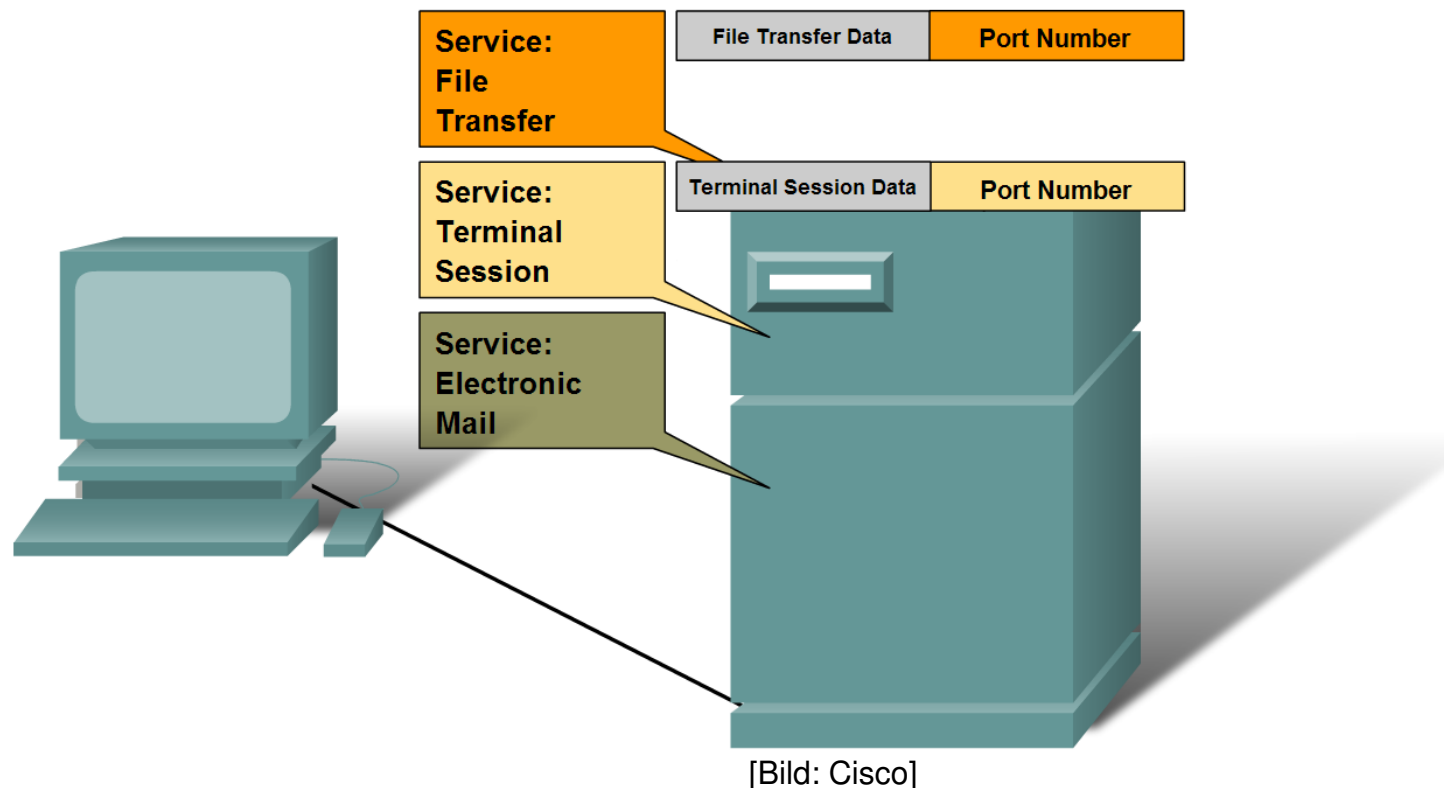
Erfordert Kenntnis der IP-Adresse  
des **Default Gateways**  
(=Routerport im eigenen Netz)

# Kommunikation zwischen Anwendungen

Welche Anwendung auf dem Zielsystem soll angesprochen werden?

- Transportschicht verwendet **Portnummern** zur Identifikation der Anwendungsprozesse auf den Endsystemen.

At the end device, the service port number directs the data to the correct conversation.



# Übung Schichtenmodelle

## Bitte zuordnen:

OSI-Nr.	Schichtname	PDU-Name	Aufgaben
7	a) Data Link Layer	1. Paket	a) Wegwahl (Routing)
6	b) Netzwerkschicht	2. Segment	b) Datenübertragung zw. benachbarten Stationen
5	c) Anwendungsschicht	3. Bits	c) Codierung zu Signalen
4	d) Bitübertragungsschicht	4. Frames	d) Rechneradressierung
3	e) Transportschicht	5. Application-data	e) Erkennung von Übertragungsfehlern
2			f) Segmentierung
1			g) Medienzugriffsteuerung
			h) Adressierung mit IP-Adressen
			i) Adressierung über Ports
			j) Adressierung mit MAC-Adressen