

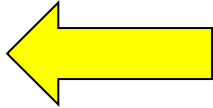
Folien zur Veranstaltung Rechnernetze in der AI Sommersemester 2017 (Teil 2 a)

Prof. Dr. Franz Korf

Franz.Korf@haw-hamburg.de

Kapitel 2: Einführung

Gliederung

- Was ist das Internet? 
- Protokollschichten und ihre Dienstmodelle
- Grundlegende Protokollfunktionen und Dienste
- Performanceanalyse in paketvermittelnden Netzen
- Historische Entwicklung
- Zusammenfassung

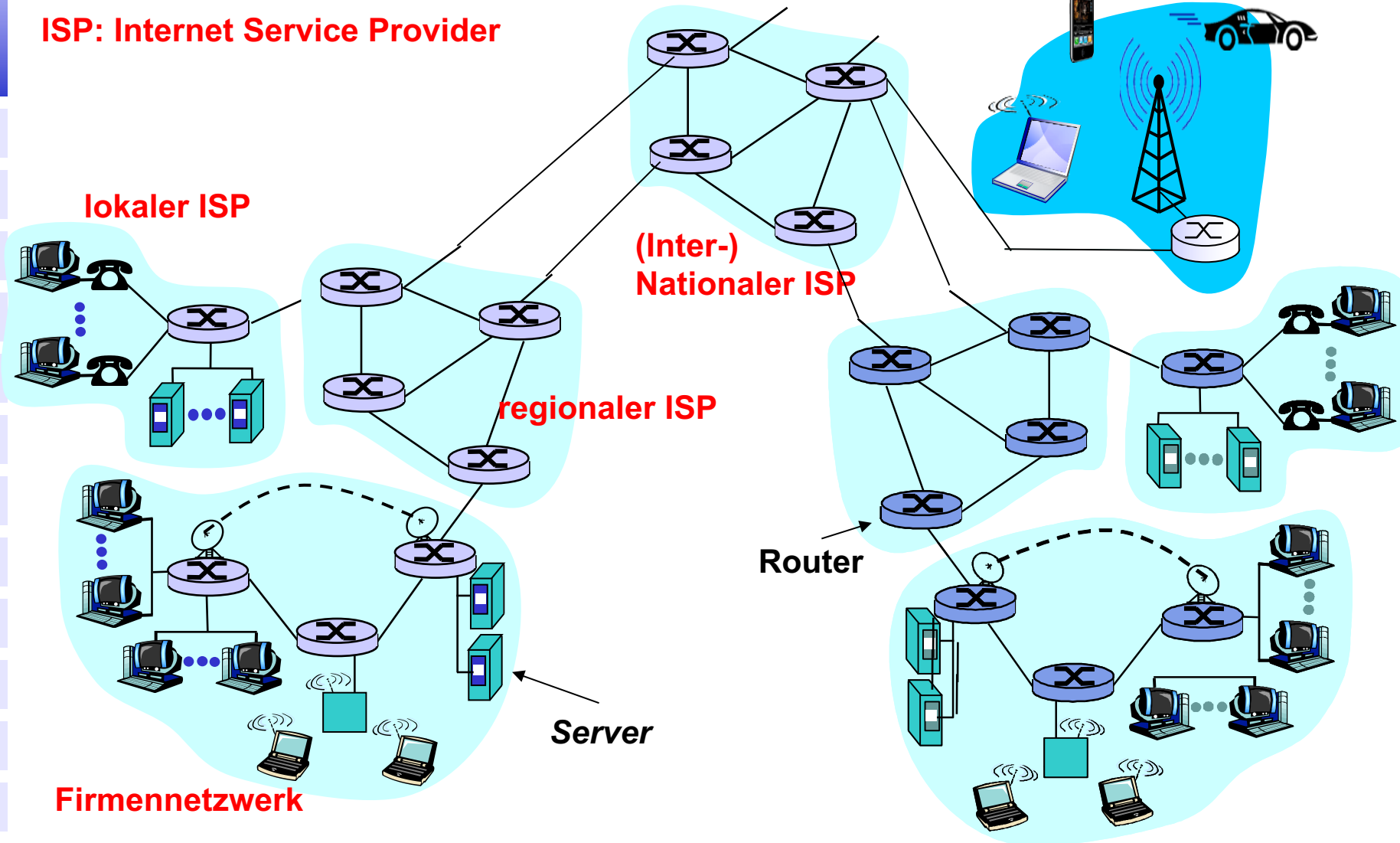
Textbuch zu diesem Kapitel: J. Kurose & K. Ross: Computernetzwerke – Der Top-Down-Ansatz, Kapitel 1

Folien und Abbildung teilweise aus:
J. Kurose & K. Ross: Computernetzwerke – Der Top-Down-Ansatz

Die Architektur des Internets

ISP: Internet Service Provider

Mobiles Netzwerk



Grundlegende Bestandteile des Internets

Hosts (Endgeräte)

- Millionen von verbundenen Computern und Geräten
 - PCs, Notebooks, Tablets, Server, Smartphones, IP-Telefone, Fernseher, Armbanduhren, ...
- Die Hosts führen Netzwerkanwendungen aus
- Endsysteme werden über Kommunikationsleitungen und (Paket) Switches verbunden.

Kommunikationsverbindungen (communication link):

- Unterschiedliche phy. Medien mit unterschiedlichen Eigenschaften: Kupferkabel (Twisted Pair, Koaxial), Glasfaserkabel, Terrestrischer Funk (WLAN, Mobilfunk, Richtfunk), Geostationäre Satelliten, ...
- Übertragungsgeschwindigkeit: bit/s

Pakete:

- Durch das Netz werden Pakete geschickt.
- Paket: Menge an Information (Payload) + Verwaltungsdaten (Header)

Grundlegende Bestandteile des Internets

Router und Switches:

- Router empfangen ein Paket über einen Link und schicken es aufgrund der Header Informationen über einen anderen Link weiter Richtung Ziel

Route/Pfad:

- Die Sequenz an Links und Router, die ein Paket auf dem Weg von seiner Quelle zu seinem Ziel durchläuft.

„Coole“ Internet-Endgeräte



IP-Bilderrahmen

<http://www.ceiva.com>



Web-Toaster mit Wettervorhersage
(kommerziell nicht erfolgreich)



Armbanduhr mit Internetanschluss

<http://www.apple.com/de/watch/>



Home-Security-Rover HSR-1
mit HD-Video, weltweit
fernsteuerbar

<http://www.7links.me>



Barbie Puppe im IoT



Grundlegende Bestandteile des Internets

Internet: “Netzwerk von Netzwerken”

- Lose Hierarchisch
- Öffentliches Internet / privates Intranet

ISP: Internet Service Provider

- Über ISP greifen Hosts auf der Internet zu – ISP ermöglichen Hosts den Zugriff aufs Internet
- Telefongesellschaften, Uni ISPs, Firmen-ISPs,
- Ein ISP betreibt ein Netzwerk mit Links und Switchen
- ISPs sind wiederum untereinander verbunden
- Kleine lokale ISPs werden durch nationale und internationale übergeordnete ISPs (AT&T, Sprint, NTT) verbunden. (Upper-Tier-ISPs)

Grundlegende Bestandteile des Internets

Protokolle

- In Null-ter Näherung wird alles im Netzwerk über Protokolle abgewickelt.
- Steuerung, Senden, Empfangen von Nachrichten
- z.B.: TCP, IP, HTTP, FTP, PPP, AVB, AFDX
- Protokolle legen das Format der Pakete und die Regeln zum Austausch der Pakete fest.
- Protokolle sollten standardisiert/normiert sein, damit jedes System die Spielregeln zum Übertragen von Informationen kennt.

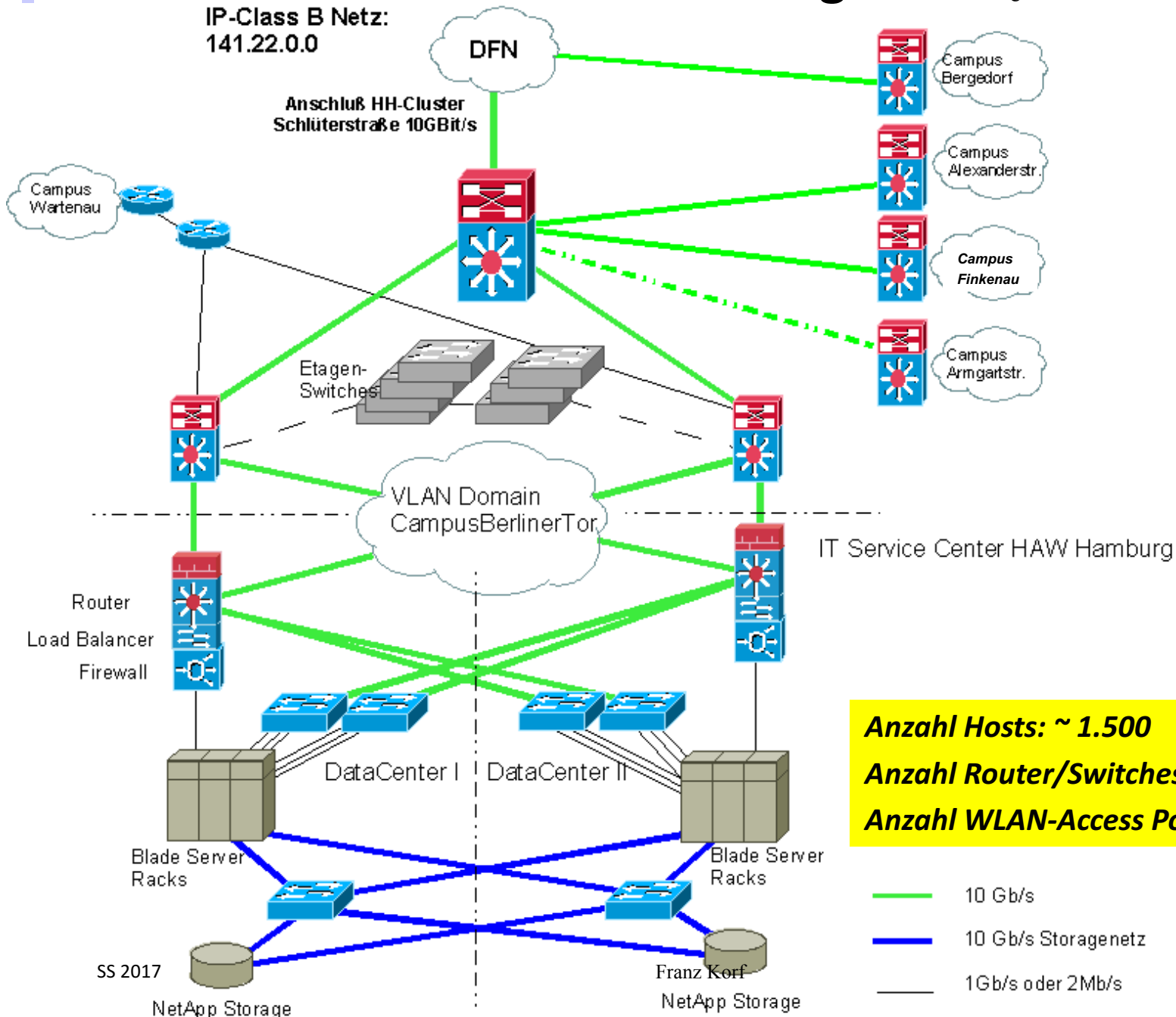
Internet Standards

- RFC: Request for comments (<http://www.rfc-editor.org>)
Normierungsdokumente für die Internet Protokolle
- IETF: Internet Engineering Task Force (<http://www.ietf.org>)
Entwickelt / steuert die Entwicklung der RFC
- IEEE entwickelt auch Standards (z.B. Ethernet und drahtlose WLANs)
- World Wide Web Consortium /W3C (<http://www.w3.org>)

Übersicht: Netz der HAW Hamburg

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

IP-Class B Netz:
141.22.0.0

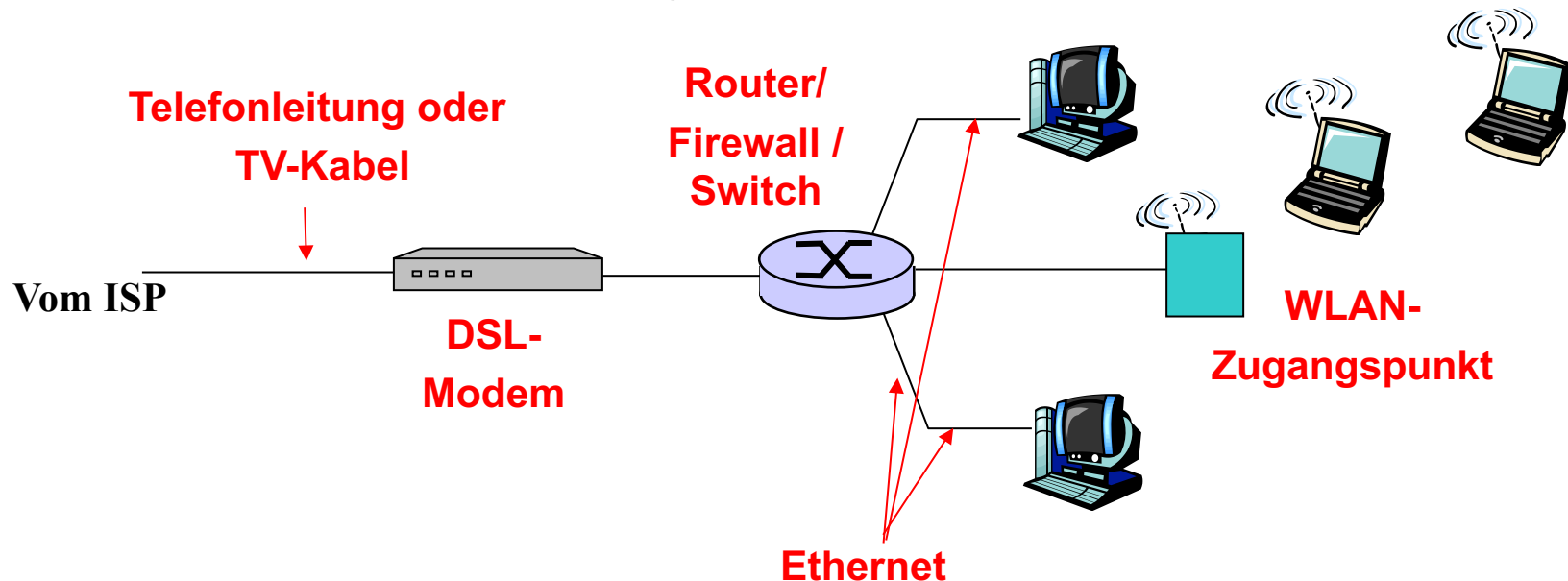


Anzahl Hosts: ~ 1.500

Anzahl Router/Switches: ~ 300

Anzahl WLAN-Access Points: ~ 300

Anbindung privater Netzwerke

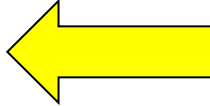


Typische Komponenten:

- (A)DSL “(Asymmetric) Digital Subscriber Line” – Modem
- Router (mit integrierter Firewall) → Kap. 4
- Privates LAN über Ethernet-Switch → Kap. 5
- ggf. zusätzlich WLAN-Zugang → Kap. 5

Kapitel 2: Einführung

Gliederung

- Was ist das Internet?
- Protokollschichten und ihre Dienstmodelle 
- Grundlegende Protokollfunktionen und Dienste
- Performanceanalyse in paketvermittelnden Netzen
- Historische Entwicklung
- Zusammenfassung

Dienstbeschreibungen

- Internet als Infrastruktur, die **Dienste** für Anwendungen bereitstellt.
- Vielzahl von **verteilten Anwendungen**
 - z.B.: E-Mail, WWW, Soziale Netzwerke, Cloud Dienste, Online Spiele, Video Streaming, Voice over IP,
 - Anwendungen sind Programme
 - Anwendungen laufen nur auf den Endsystemen; Router und Links liefern nur den Datenaustausch zwischen den Anwendungen
- Über **APIs** (Application Programming Interfaces, Programmierschnittstellen) greifen Anwendungen auf die Dienste zu, die die Kommunikation über das Internet realisieren.
- In der Regel bietet ein API
 - eine Menge von Methoden an, die die Anwendung aufruft
 - Über ein Regelwerk (Protokoll) wird definiert, wann und in welcher Reihenfolge die Methoden aufgerufen werden müssen, damit die Kommunikation ausgeführt wird.

Protokolle

Menschliche Protokolle

Beispiele:

- „Wie spät ist es?“
- „Ich habe eine Frage“
- Vorstellung (einer Person)

... Senden bestimmter Nachrichten

... verursachen bestimmte Reaktionen
beim Empfang

Netzwerkprotokolle

Beispiele:

- TCP
- UDP
- Mail Protokolle

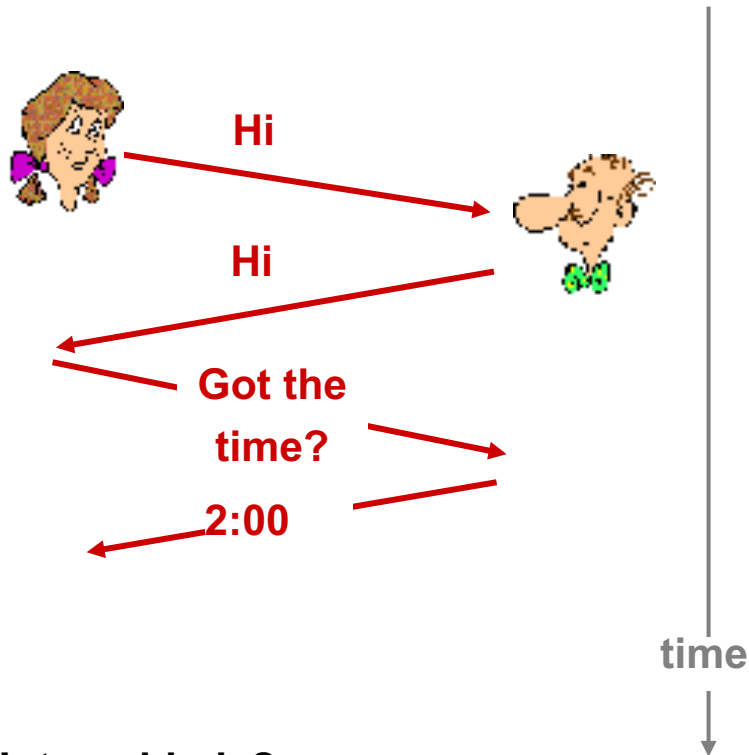
... Ausführung durch Maschinen

... Protokolle sind standardisiert

Protokolle

Menschen:

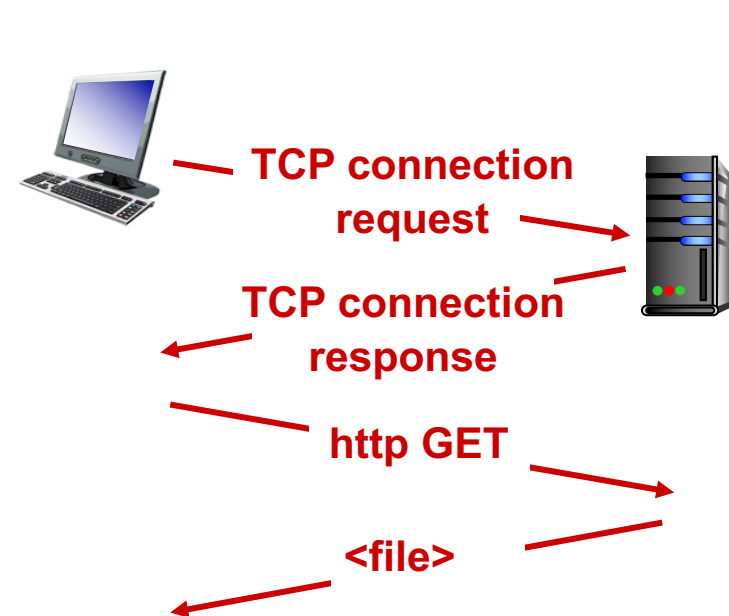
z.B. Abfrage der Uhrzeit



Unterschiede?

Computer:

z.B. Übertragen einer Datei



Protokolle

Zentrales Konzept für Rechnernetze

- Alle Kommunikationen im Internet basieren auf Protokollen

Protokolle

- definieren das Format der Botschaften
- legen die Reihenfolgen des Austauschs der Botschaften fest, die zwischen zwei oder mehr kommunizierenden Einheiten ausgetauscht werden
- legen Aktionen fest, die beim Empfangen oder Sender einer Nachricht (oder eines anderen Ereignisses¹) unternommen werden.

¹ zum Beispiel Ablauf eines Timers

Motivation Schichtenarchitekturen

Fragestellungen: Wie kann man ein komplexes System (z.B. Internet) strukturieren?

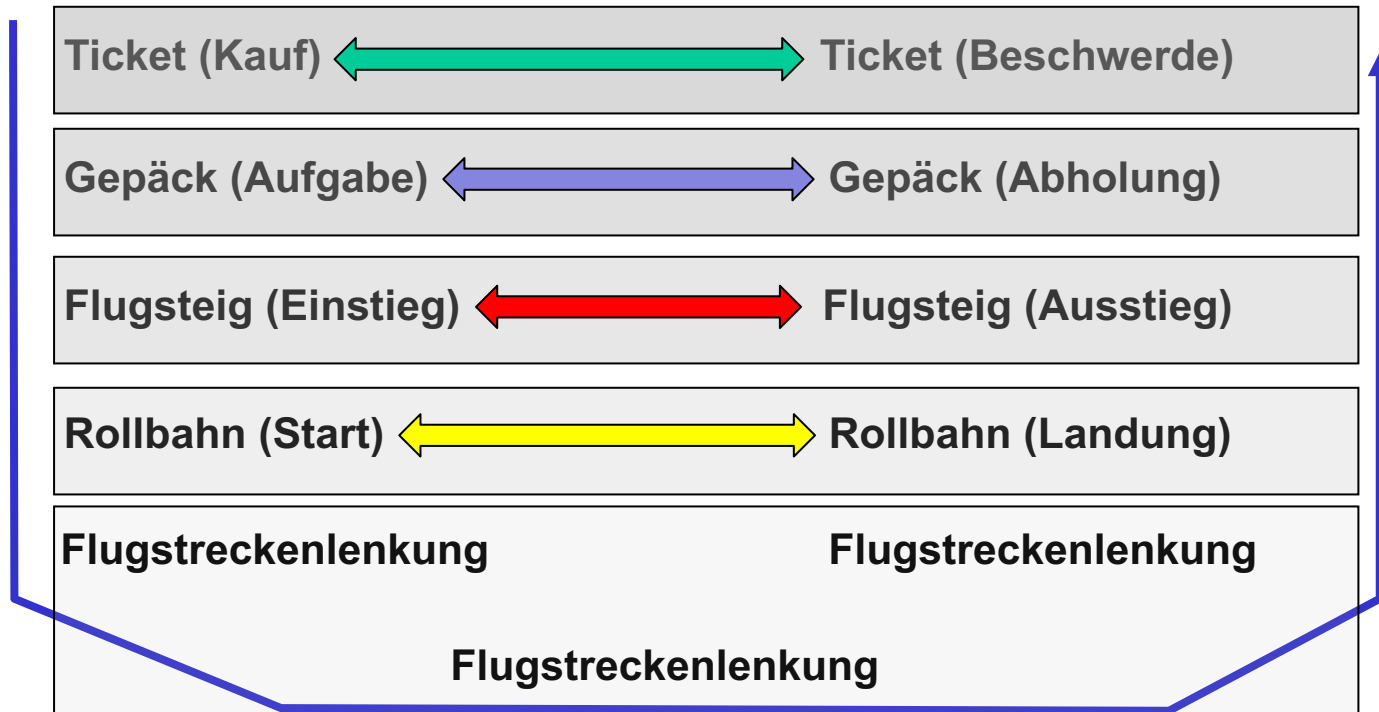
Beispiel Organisation einer Flugreise



Steigt man die Schichten herunter und wieder herauf, verfängt man sich in den Details.

Horizontale Strukturierung notwendig

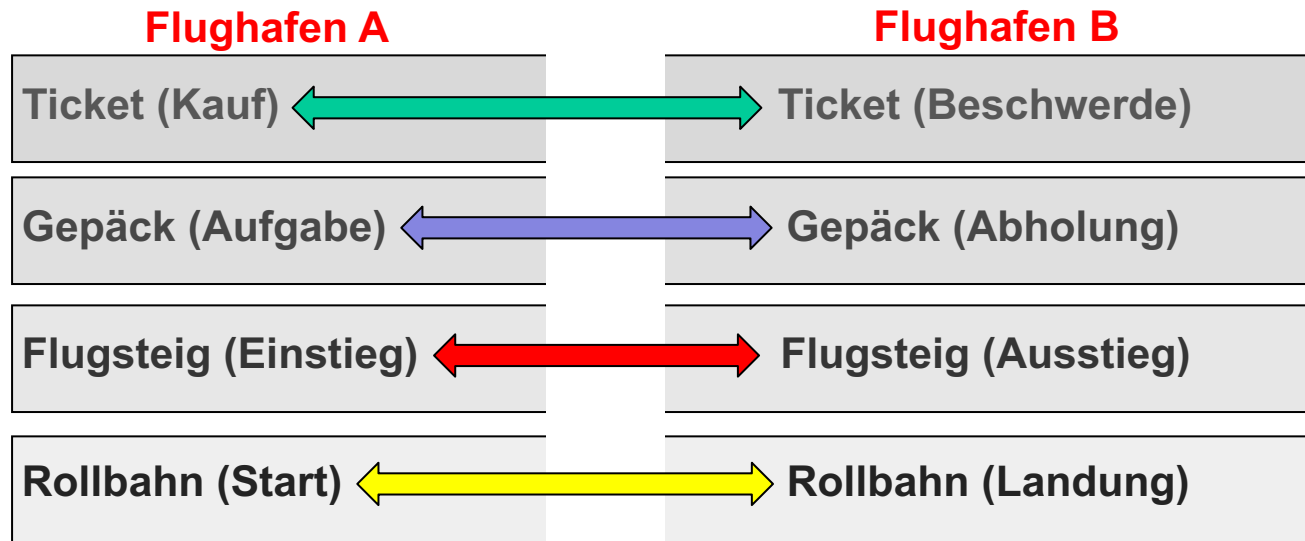
Motivation Schichtenarchitekturen (Fortsetzung)



Schichten (layer): **jede Schicht implementiert einen Dienst** (Service)

- mittels ihrer eigenen Schicht-internen Aktionen
- nutzt dieser der darunter liegenden Schicht

Motivation Schichtenarchitekturen (Fortsetzung)



Flug durch verschiedene Luftverkehrsräume

Flugstreckenlenkung

Flugstreckenlenkung

Flugstreckenlenkung

- Verteilte Implementierung der Dienste einer Schicht
- Peer 2 Peer

Gründe für eine Schichtenarchitektur (Layering)

- Unterstützt eine übersichtliche Darstellung komplexer Systeme
- Unterstützt die Identifikation und die Beschreibung der Abhängigkeiten zwischen Teilsystemen eines komplexen Systems
 - Z.B.: Einordnung und Strukturierung auf Basis der Layer
- Modularisierung
 - Wartung und Austausch von Teilsystemen werden erleichtert (solange man die Dienst nicht verändert)

Internet-Schichtenmodell

- **Dienstmodell von Schicht i (service model of layer i):** Die Dienste, die Schicht i der Schicht i+1 zur Verfügung stellt.
- Schicht i implementiert seine Dienste mit Hilfe der Dienste von Schicht i-1.
Für Schicht i ist es nur relevant, dass Schicht i-1 seine Dienste gemäß der Spezifikation erfüllt. Wie dies in Schicht i-1 umgesetzt wird, ist für Schicht i nicht relevant.
- Verteilte Implementierung der Dienste einer Schicht.



Internet-Schichtenmodell

Anwendungsschicht (application layer):

- Realisierung von verteilten Applikationen (benötigt Kommunikation zwischen Prozessen auf entfernten Rechnern)
- HTTP, SMTP, FTP, (DNS), ...
- Bezeichnung der Datenpakete: **Nachricht (message)**

Transportschicht (transport layer):

- Organisation des Host-zu-Host Datentransfers (benötigt Kommunikation zwischen entfernten Rechnern)
- TCP, UDP, ...
- Bezeichnung der Datenpakete: **Segment**

Anwendungsschicht

Transportschicht

Netzwerkschicht

Sicherungsschicht

Bitübertragungsschicht

protocol stack

Internet-Schichtenmodell

Netzwerkschicht (network layer):

- Pfadermittlung und Weiterleitung von Paketen durch das Netzwerk von einem Quell- zu einem Zielrechner
- IP, Routing-Protokolle (OSPF, BGP)
- Bezeichnung der Datenpakete: **Datagramm**

Sicherungsschicht (“data link layer):

- Datentransfer zwischen benachbarten Netzwerkelementen / in lokalen Netzen
- PPP, Ethernet, WLAN (IEEE 802.x)
- Bezeichnung der Datenpakete: **Rahmen (Frame)**

Anwendungsschicht

Transportschicht

Netzwerkschicht

Sicherungsschicht

Bitübertragungsschicht

protocol stack

Internet-Schichtenmodell

Bitübertragungsschicht (“physical layer”):

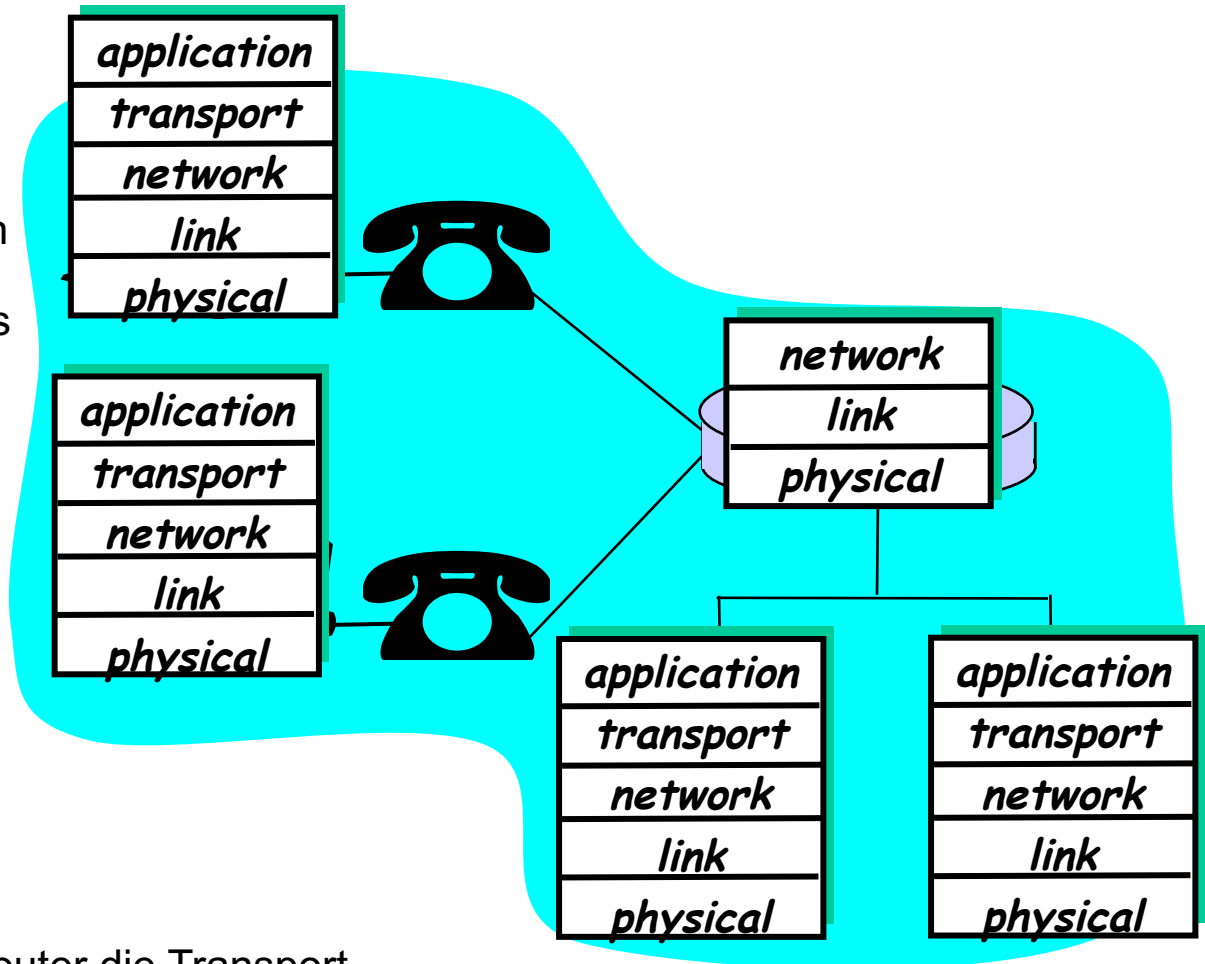
- Darstellung und Übermittlung eines Bits abhängig vom physikalischen. Medium
- Codierungs- und Modulationsverfahren
- Ethernet
 - Unterschiedliche Protokolle für die Bitübertragungsschicht
 - Unterschiedliche Physikalische Eigenschaften und Übertragungsraten
 - Austauschbar: Alle bieten der Sicherungsschicht den selben Dienst an.



Logische Kommunikation in einer Schicht

Jede Schicht

- ist verteilt
- (Teil-) Funktionen einer Schicht laufen in jedem Netzwerkelement, das diese Schicht implementiert
- (Teil-) Funktionen führen Aktionen aus und tauschen mit anderen (Teil-) Funktionen derselben Schicht Nachrichten aus (Peer-2-Peer)

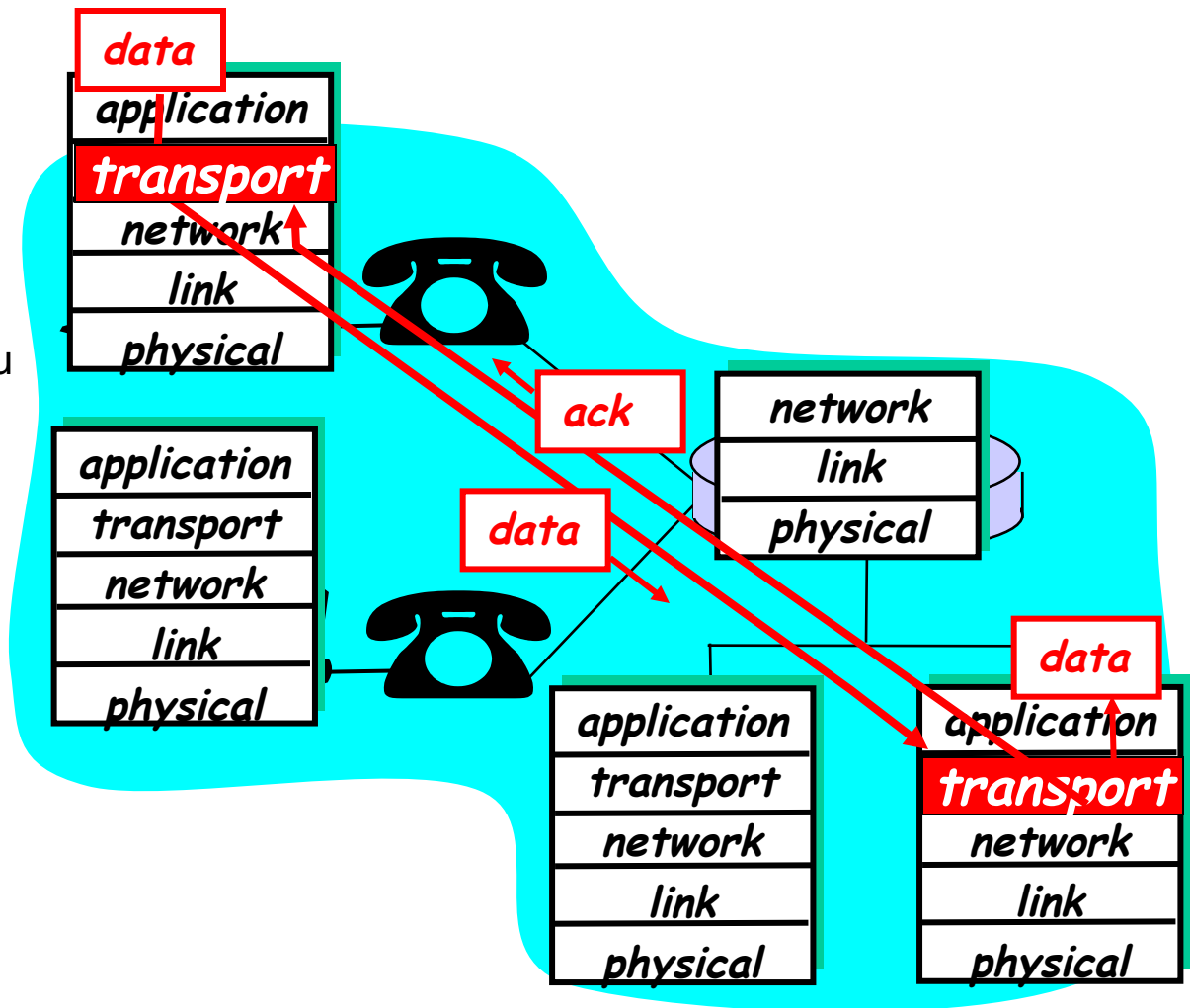


Warum implementiert der Router die Transport und Anwendungsschicht nicht?

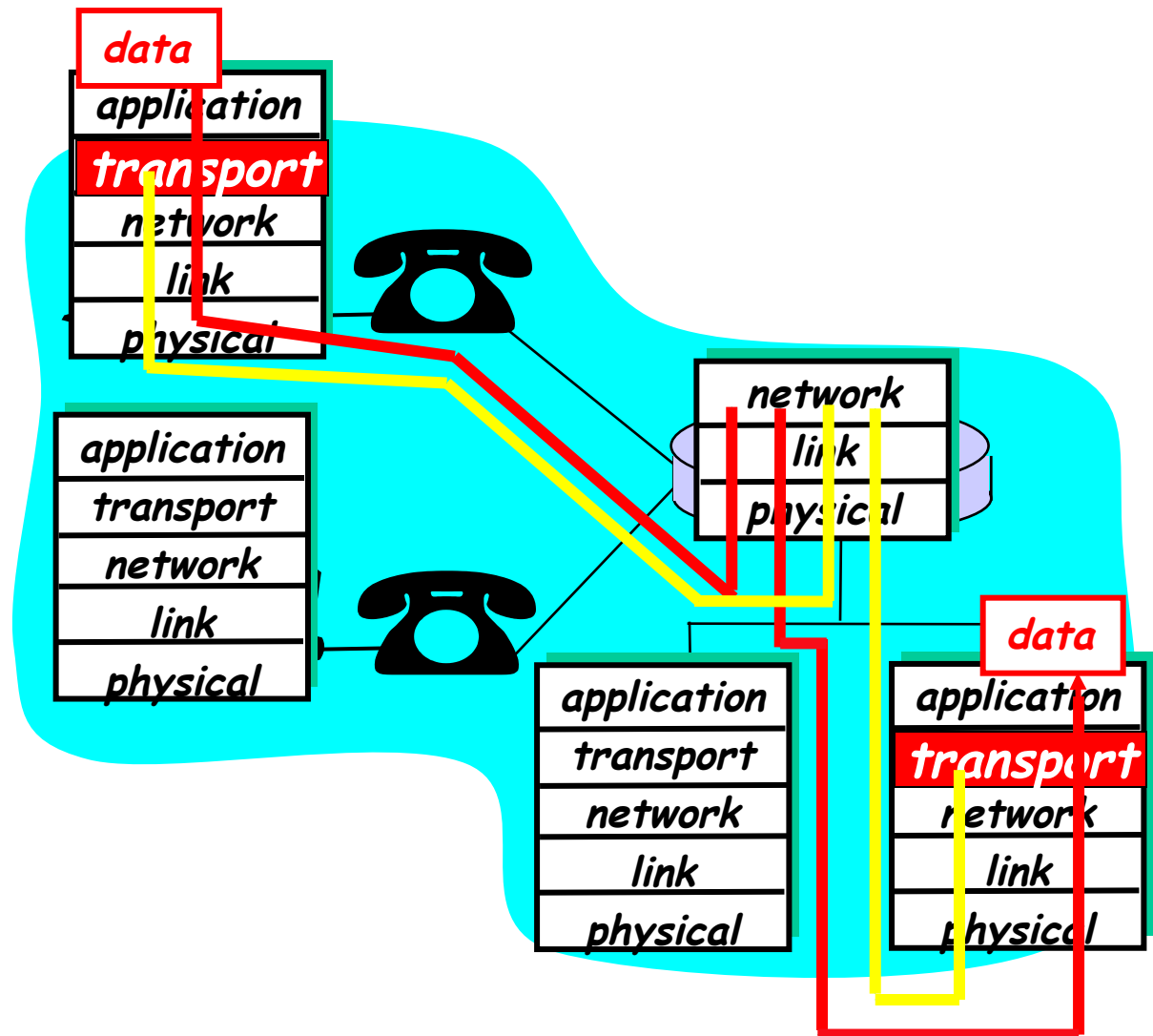
Logische Kommunikation in einer Schicht

Bsp.: Transportschicht

- übernimmt Daten von einer Anwendung
- fügt u.a. Adressinformationen und eine Prüfsumme hinzu
- sendet Paket zum Partner ("Peer") auf Zielrechner
- wartet auf Quittung



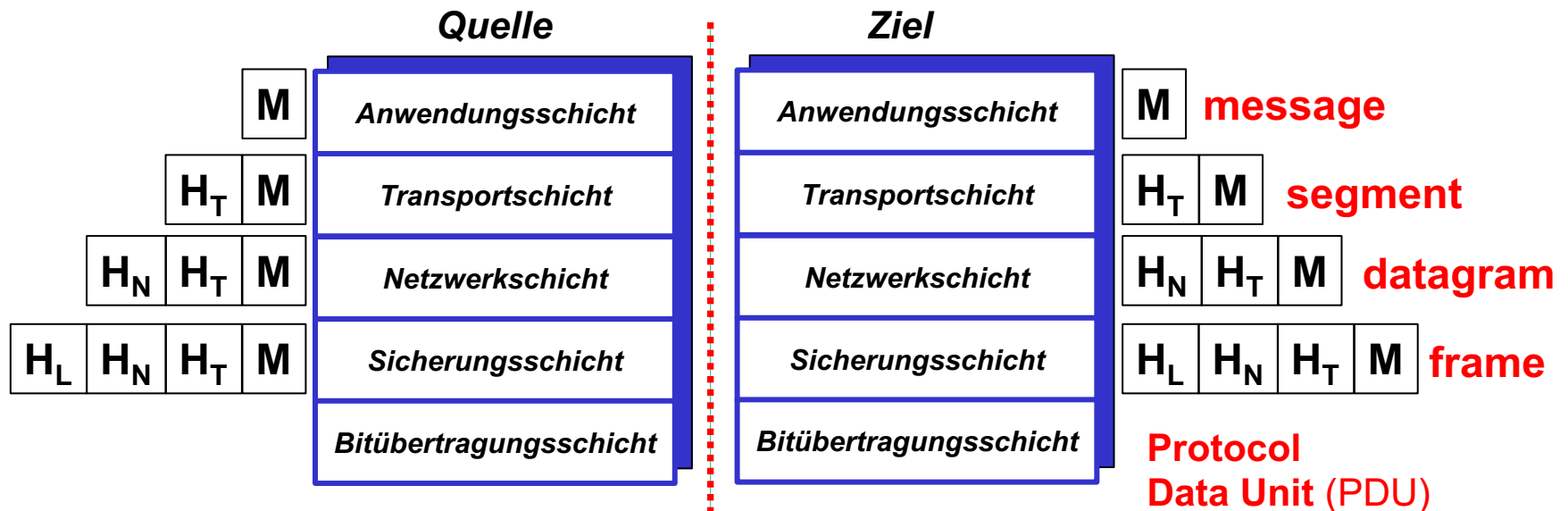
Übertragung durch Ab- und Aufsteigen im Protokoll Stapel



Kapselung: Datenübergabe zwischen den Protokollschichten

Jede Schicht

- übernimmt Datenpakete von der nächst höheren Schicht
- fügt **Header**-Informationen (=Verwaltungsinformationen) für den Partner hinzu und erzeugt ein neues Paket



Router vs. Switch

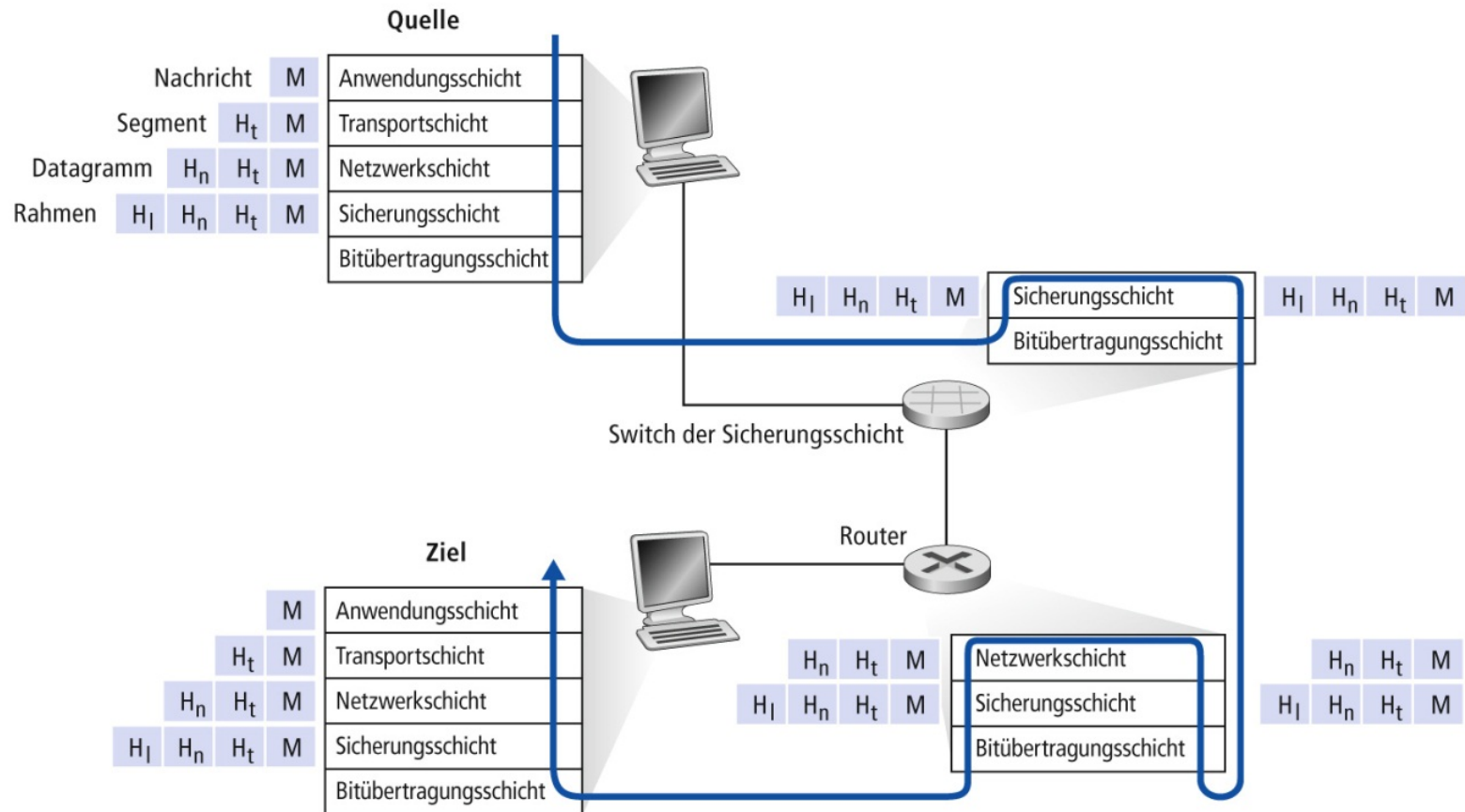
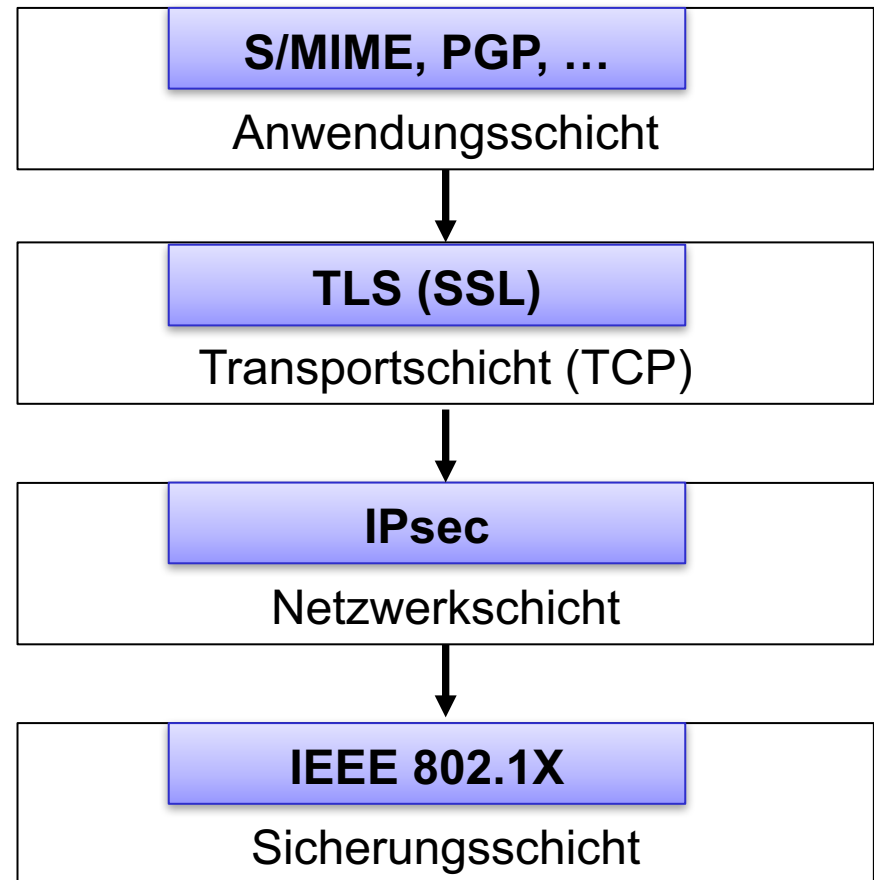


Abbildung 1.24: Hosts, Router und Sicherungsschicht-Switches implementieren jeweils andere Schichten entsprechend ihrer unterschiedlichen Funktionen.

Ergänzung um Sicherheitsprotokolle

- Eine Netzwerkschicht stellt der höheren Schichten eigene **Sicherheitsdienste** zur Verfügung
- z.B. Verschlüsselung, Datenintegritätssicherung, Authentifikation
- Verwendung ist optional
- Verwenden eigene Header Informationen



Das ISO¹/OSI² -Schichtenmodell

Entwicklungsstart: 1977

Zwei weitere Layer:

Darstellungsschicht (presentation layer):

- Konventionen zur einheitlichen Darstellung von Zeichen und Datentypen

Sitzungsschicht (session layer):

- Dienste zur Verwaltung von Sessions (Wiederaufnahme etc.)

Sind oftmals in die Anwendung integriert

¹ ISO: International Organization for Standardization

² OSI: Open Systems Interconnection Model



**Protokollstapel
(protocol stack)**

Zusammenfassung Protokollschichten

- Jede Schicht implementiert einen oder mehrere Dienste (Service)
 - mittels ihrer eigenen Schicht-internen Aktionen
 - nimmt Dienste der unteren Schichten in Anspruch
- **Logische Kommunikation** mit Partner derselben Schicht (**horizontal**) auf anderem Netzwerk-Knoten
- **Physikalische Kommunikation** mit Schichten auf demselben Netzwerk-Knoten (**vertikal**):
 - Daten kommen von der höheren Schicht
 - Verarbeitung / Anfügen von Headerinformationen für den Partner
 - Weitergabe an untere Schicht