

2.1 Terminologie

2.2 Grundlagen der Datenübertragung

2.3 Protokolle und Dienste

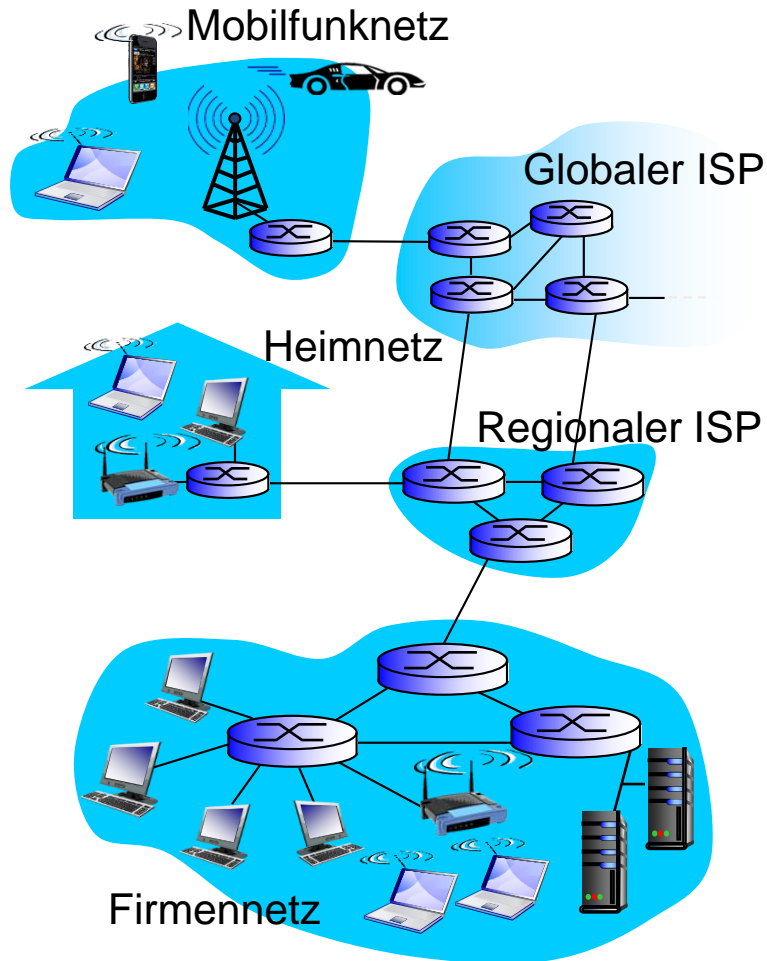
2.3.1 Protokolle

2.3.2 Pakete und Header

2.4 Sockets

2.5 Aufbau des Internets

2.6 Zusammenfassung



- Kommunikation in Kommunikationsnetzen erfolgt über Protokolle, die in Standards spezifiziert werden
- **Protokolle** kontrollieren das Senden und Empfangen von Nachrichten
 - z.B., TCP, IP, HTTP, Ethernet
- **Standards** ermöglichen die Kooperation von Geräten verschiedener Hersteller
- Internetstandards
 - RFC: Request For Comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force

Protokolle zur Kommunikation zwischen Menschen

- “Wie viel Uhr ist es?”
- “Ich habe eine Frage”
- Gegenseitiges Vorstellen

... es werden „standardisierte“
Nachrichten übertragen

... durch den Empfang dieser
Nachrichten werden

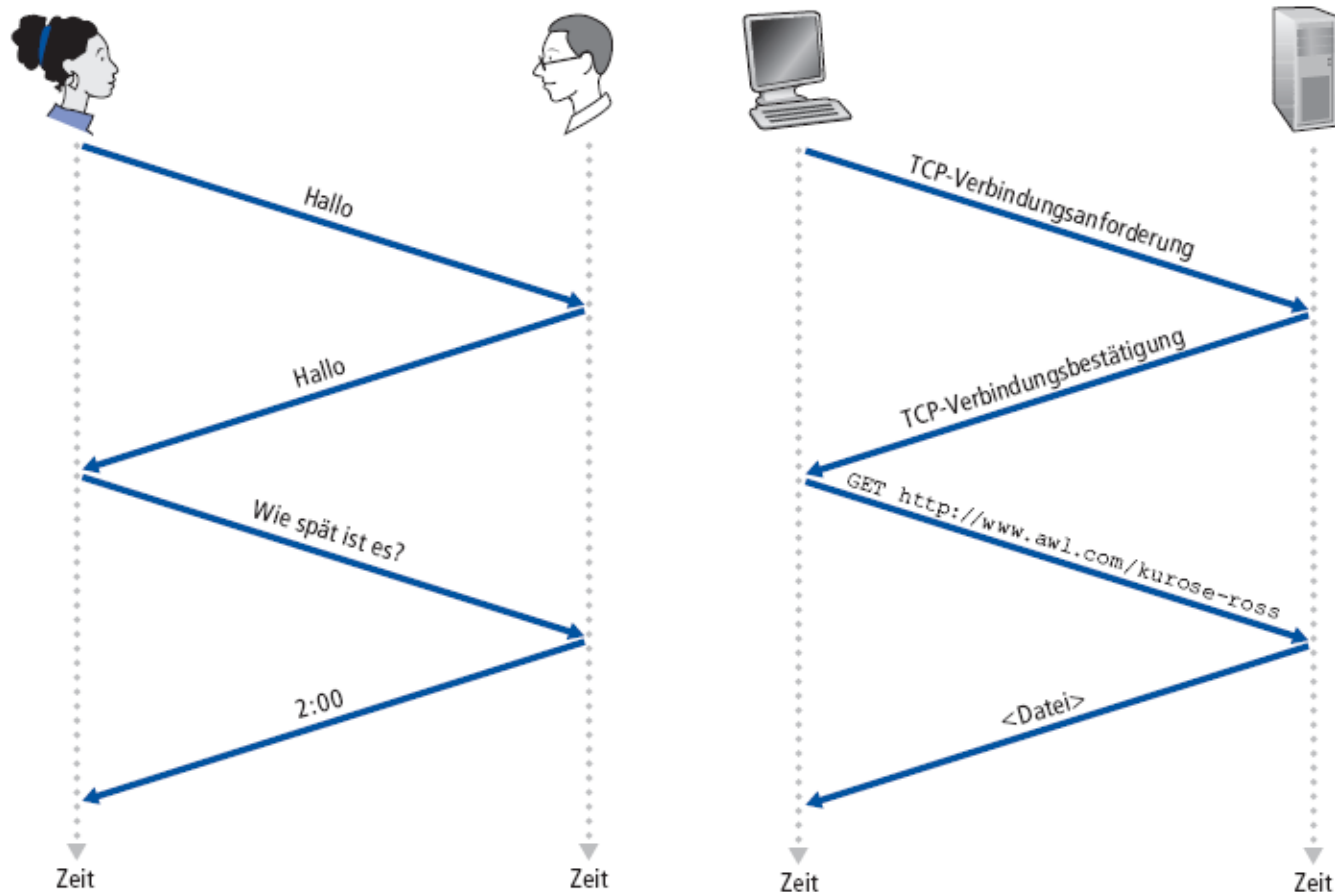
„standardisierte“ **Aktionen**
ausgelöst

Netzwerkprotokolle

- Maschinen statt Menschen
- sämtliche Kommunikation im Internet wird durch Protokolle geregelt
- Protokolle definieren das Format und die Reihenfolge, in der Nachrichten von Systemen im Netzwerk gesendet und empfangen werden, sowie die Aktionen, welche durch diese Nachrichten ausgelöst werden.
- Protokolle sind auch Programme die auf einem Rechner laufen und Dienste mit Hilfe anderer im Protokollstack darunterliegender Protokolle anbieten
- Ein Protokollstack ist eine Anordnung der Protokolle auf einem Rechner in Schichten

Was ist ein Protokoll?

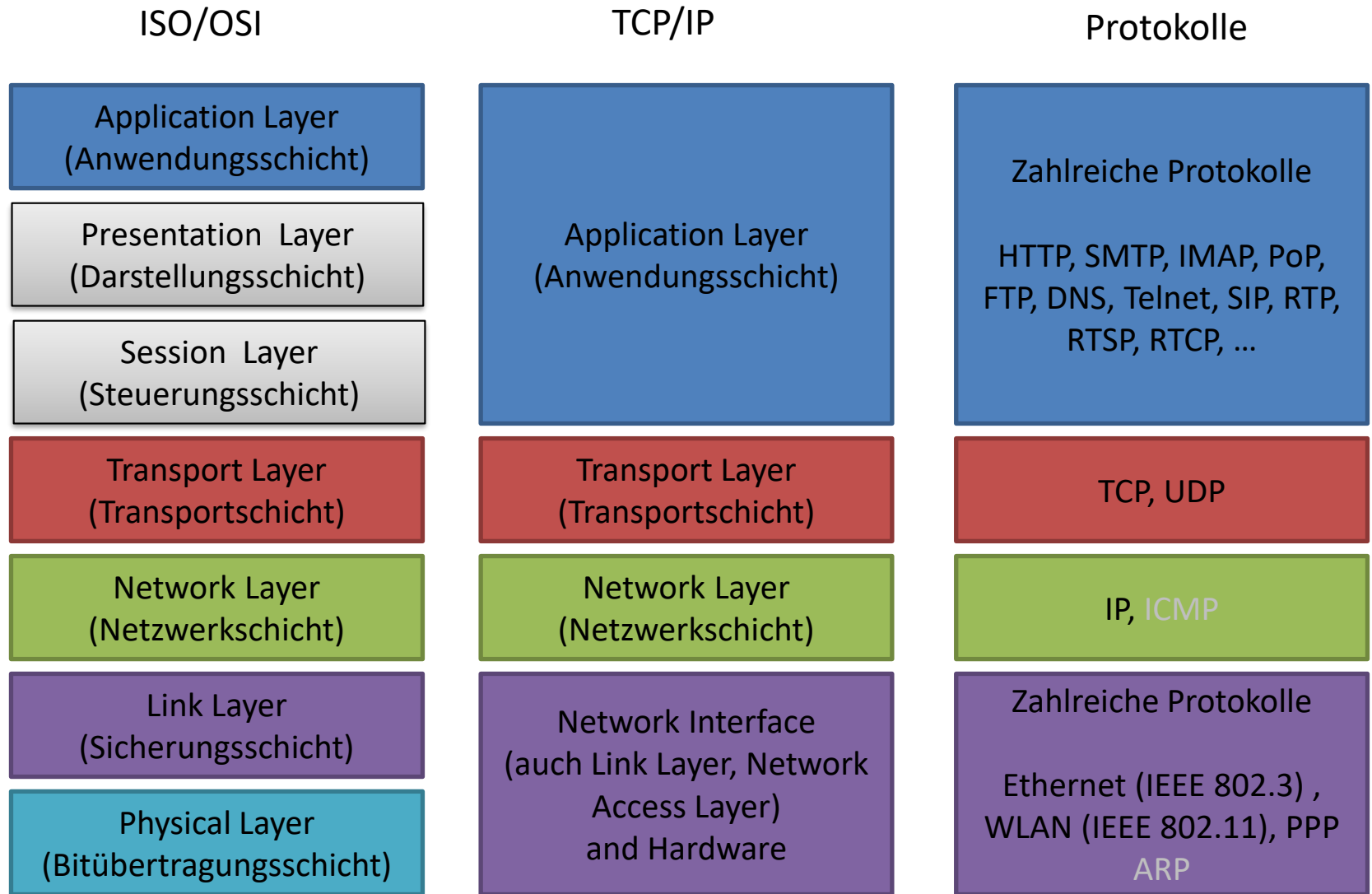
Ein Protokoll zwischen Menschen und ein Protokoll in Computernetzwerken zum Laden einer Web-Seite



Welche Funktionalitäten müssen Netzknoten bereitstellen?

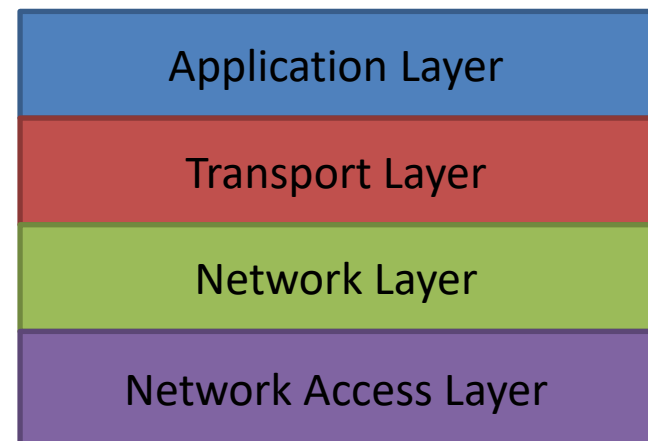
- Bitübertragung über eine Leitung
- Übertragung eines Datenblocks
 - Erkennung eines Datenblocks im Bitstrom, Korrektheit
 - Gesicherte Übertragung: Wiederholungsübertragung
 - Fragmentierung: Aufteilen eines großen Datenblocks in mehrere kleinere Datenblöcke
- Sicherheit
 - Authentisierung, Verschlüsselung
- Mehrfachnutzung einer Leitung/eines Netzes
 - Adressierung (wer sendet an wen?)
 - Zugriffsverfahren (wer darf übertragen)
 - Verkehrssteuerung (wer darf wie schnell übertragen)
- Vernetzung mehrerer Links
 - Adressierung
 - Paketweiterleitung
- Multiplexbildung
 - Zuordnung von Paket zu Protokollen/Prozessen

Protokollstacks



Internet Protokoll Stack

- [Anwendungsschicht](#) (application layer): Unterstützung von Netzwerkanwendungen
 - FTP, SMTP, HTTP
- [Transportschicht](#) (transport layer): Datentransfer zwischen Prozessen
 - TCP, UDP
- [Netzwerkschicht](#) (auch Vermittlungsschicht, network layer): Weiterleiten der Daten von einem Sender zu einem Empfänger
 - IP, (Routing-Protokolle)
- [Zugriffsschicht](#) (access layer): Datentransfer zwischen benachbarten Netzwerksystemen inklusive Übertragung der Bits
 - PPP, Ethernet, 802.11 (WiFi)



ISO/OSI Referenz-Modell

Open Systems Interconnection Modell seit 1984 von ISO (International Organization for Standardization) und ITU (International Telecommunication Union) standardisiert. Generelles Referenz-Modell für Protokollschichten in der Telekommunikation. Realität sieht oft anders aus, auch der Internet Protokoll Stack ist nur der „generelle“ oder Ideal-Fall.

- Darstellungsschicht (presentation layer):
Ermöglicht es Anwendungen, die Bedeutung von Daten zu interpretieren, z.B. Verschlüsselung, Kompression, Vermeidung systemspezifischer Datendarstellung
- Kommunikationssteuerungsschicht (session layer):
Synchronisation, Setzen von Wiederherstellungspunkten
- Sicherungsschicht (link layer):
 - Sicherung der Übertragung in lokalen Netzen
 - Koordination des Zugriffs auf ein geteiltes Übertragungsmedium (Medium Access Control/ MAC Layer)
- Bitübertragungsschicht (physical layer):
physikalische Übertragung von Bits

Application Layer
(Anwendungsschicht)

Presentation Layer
(Darstellungsschicht)

Session Layer
(Steuerungsschicht)

Transport Layer
(Transportschicht)

Network Layer
(Netzwerkschicht)

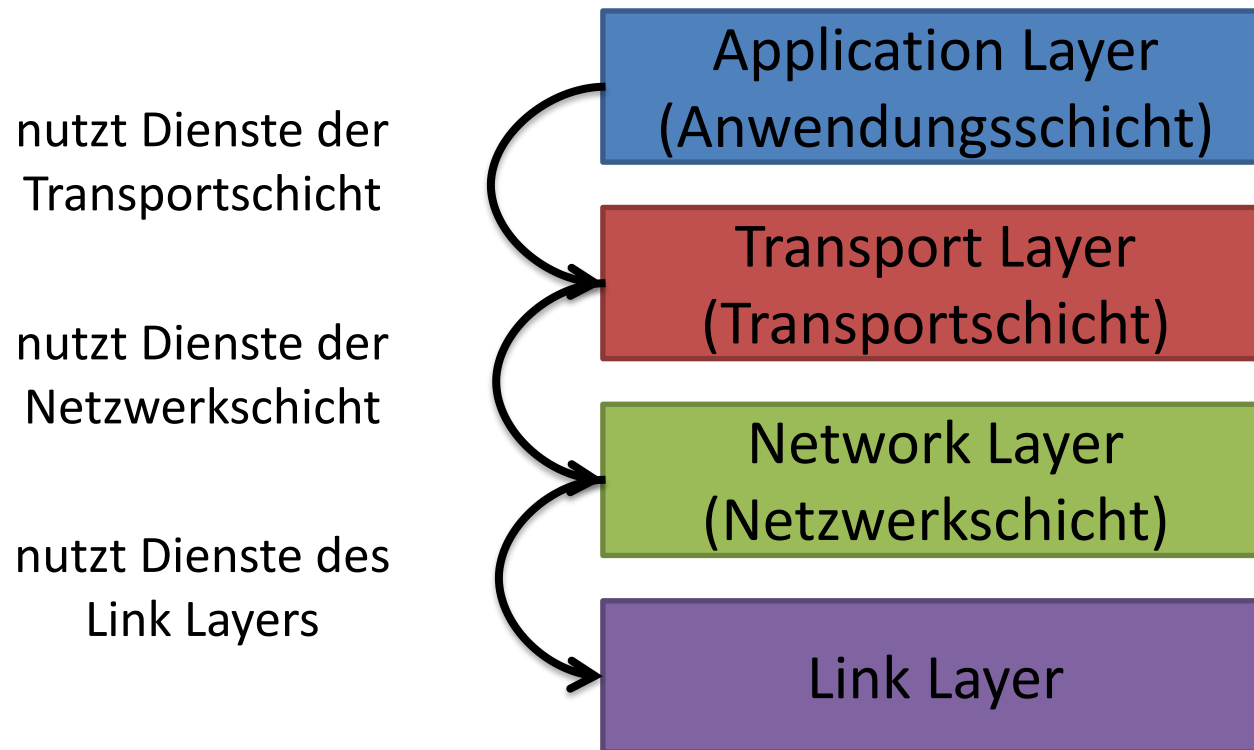
Link Layer
(Sicherungsschicht)

Physical Layer
(Bitübertragungsschicht)

- Protokoll:
 - definiert Format und Bedeutung (ausgelöste Aktionen) von Nachrichten, die zwischen Kommunikationspartnern ausgetauscht werden
 - Programm auf einem Rechner, das eine Netzwerkfunktion implementiert und diese den Protokollen auf der nächsthöheren Schicht als Dienst zur Verfügung stellt. Die Netzwerkfunktion wird wiederum mit Hilfe von Protokollen der nächsttieferen Schicht implementiert.
- Protokollschicht:
 - Sammlung von Protokollen, die in einem theoretischen Schichtenmodell oder in einem konkret implementierten Protokoll-Stack auf einer Schicht liegen
 - Protokolle liegen auf einer Schicht, wenn Sie
 - Funktionen implementieren, die nach dem theoretischen Schichtenmodell logisch zu dieser Schicht gehören
 - von Protokollen der nächsthöheren Schicht genutzt werden und Protokolle der nächsttieferen Schicht nutzen
 - Oftmals ist die Zuordnung eines Protokolls zu einer Schicht nicht eindeutig (und eigentlich auch nicht wichtig), da sich die beiden Kriterien widersprechen.

Protokollschichten

Protokolle auf einer Protokollschicht implementieren mit Hilfe von Diensten der darunter liegenden Protokollschicht
Netzwerkfunktionen, die Protokollen der darüber liegenden Schicht als **Dienst** (engl. Service) angeboten werden.



TCP/IP Stack

Download eines HTTP Objekts
(Web-Seite) von einem Server

Übertragung von Daten als **Bytestrom**
zwischen Client und Server, z.B. die Anfrage
(HTTP Request) eines Objekts und das Objekt
selbst (HTTP Response)

(Unzuverlässige) Übertragung eines Pakets zu
einer IP Adresse (der IP Adresse des Web-
Server)

Übertragung eines Pakets zu einer MAC
Adresse im lokalen Netz (der MAC Adresse
des Routers)

HTTP

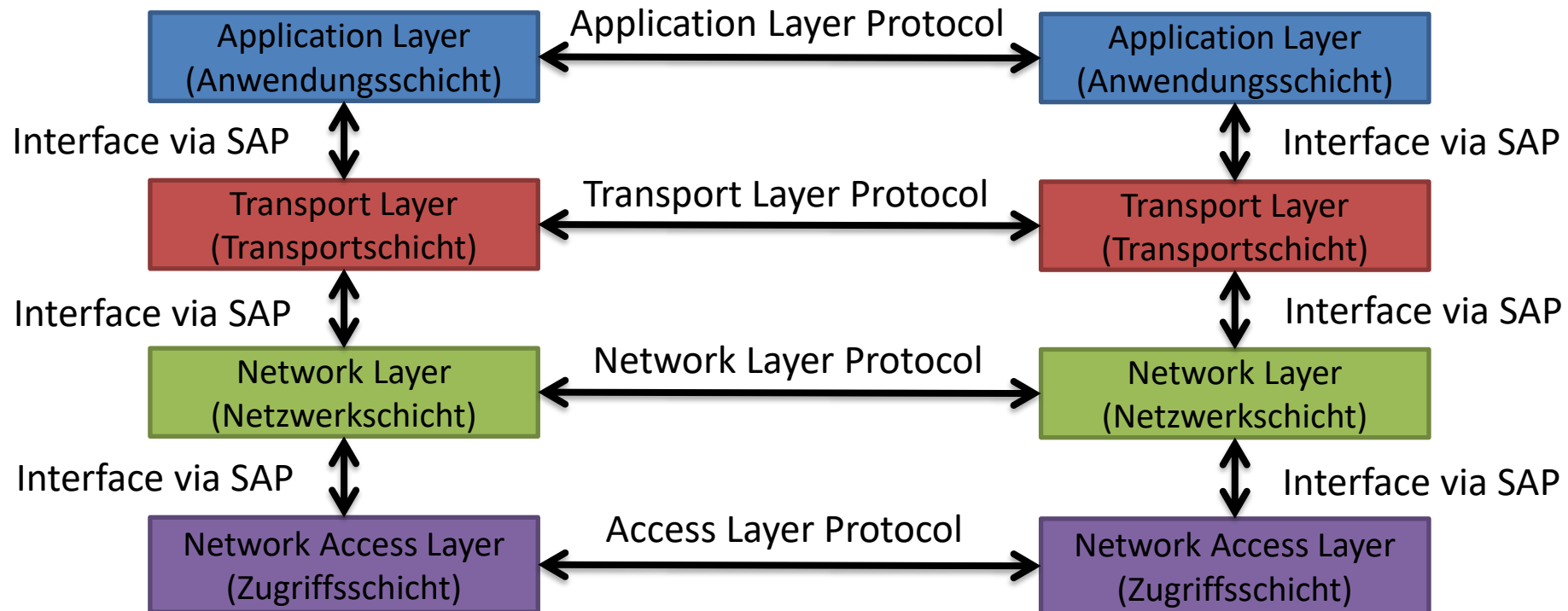
TCP

IP

Ethernet

Horizontale und vertikale Schnittstellen

Protokollschichten verfügen über horizontale und vertikale Schnittstellen. Über die horizontale Schnittstelle wird die Kommunikation zwischen zwei Instanzen eines Protokolls auf unterschiedlichen Rechnern spezifiziert. Die Schnittstelle ist der Header des Datenpakets, über den die Instanzen des Protokolls Informationen austauschen. Die vertikale Schnittstelle ist zwischen benachbarten Protokollen in einem Protokollstack. Die vertikalen Schnittstelle wird über einen SAP (Service Access Point) implementiert, über den die obere Schicht auf Dienste der unteren Schicht zugreifen kann.



Warum Funktionalität in Schichten?

Umgang mit komplexen Systemen:

- Strukturierung ermöglicht die Identifikation und das Verständnis des Zusammenspiels einzelner Bestandteile des Systems
 - Referenzmodell für die Diskussion des Systems
- Modularisierung vereinfacht die Wartung und das Arbeiten mit dem System:
 - Änderungen an der Implementierung einer Schicht sind transparent für den Rest des Systems
- Abstraktion der Details „dahinter“ liegender Schichten

2.1 Terminologie

2.2 Grundlagen der Datenübertragung

2.3 Protokolle und Dienste

2.3.1 Protokolle

2.3.2 Pakete und Header

2.4 Sockets

2.5 Aufbau des Internets

2.6 Zusammenfassung

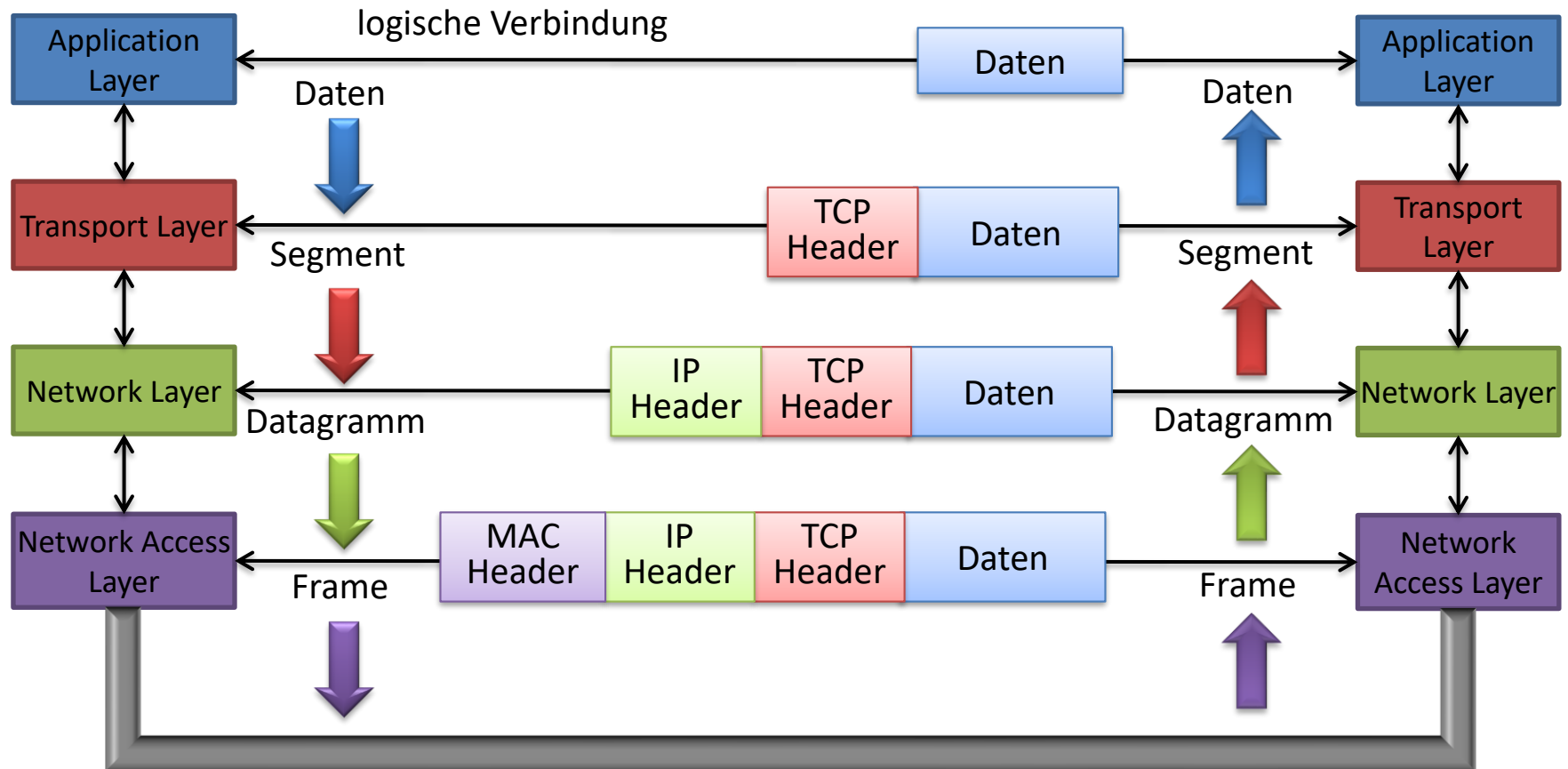
- Protokolle kommunizieren miteinander auf der horizontalen Schnittstelle, indem sie Datenpakete austauschen
- Datenpakete bestehen aus der Payload und dem Header



- Der Header eines Pakets stellt die horizontale Schnittstelle dar. Er besteht aus mehreren Feldern fester Größe.
 - Es gibt auch Header mit variabler Größe. Dann muss aber ein Feld im Header vorhanden sein, das beschreibt, wie der Header aufgebaut ist.
- In der Payload kommunizieren die Schichten des nächsthöheren Protokolls miteinander. Ein Protokoll betrachtet die Payload nicht sondern transportiert diese nur. Der Inhalt der Payload ist transparent für das Protokoll.

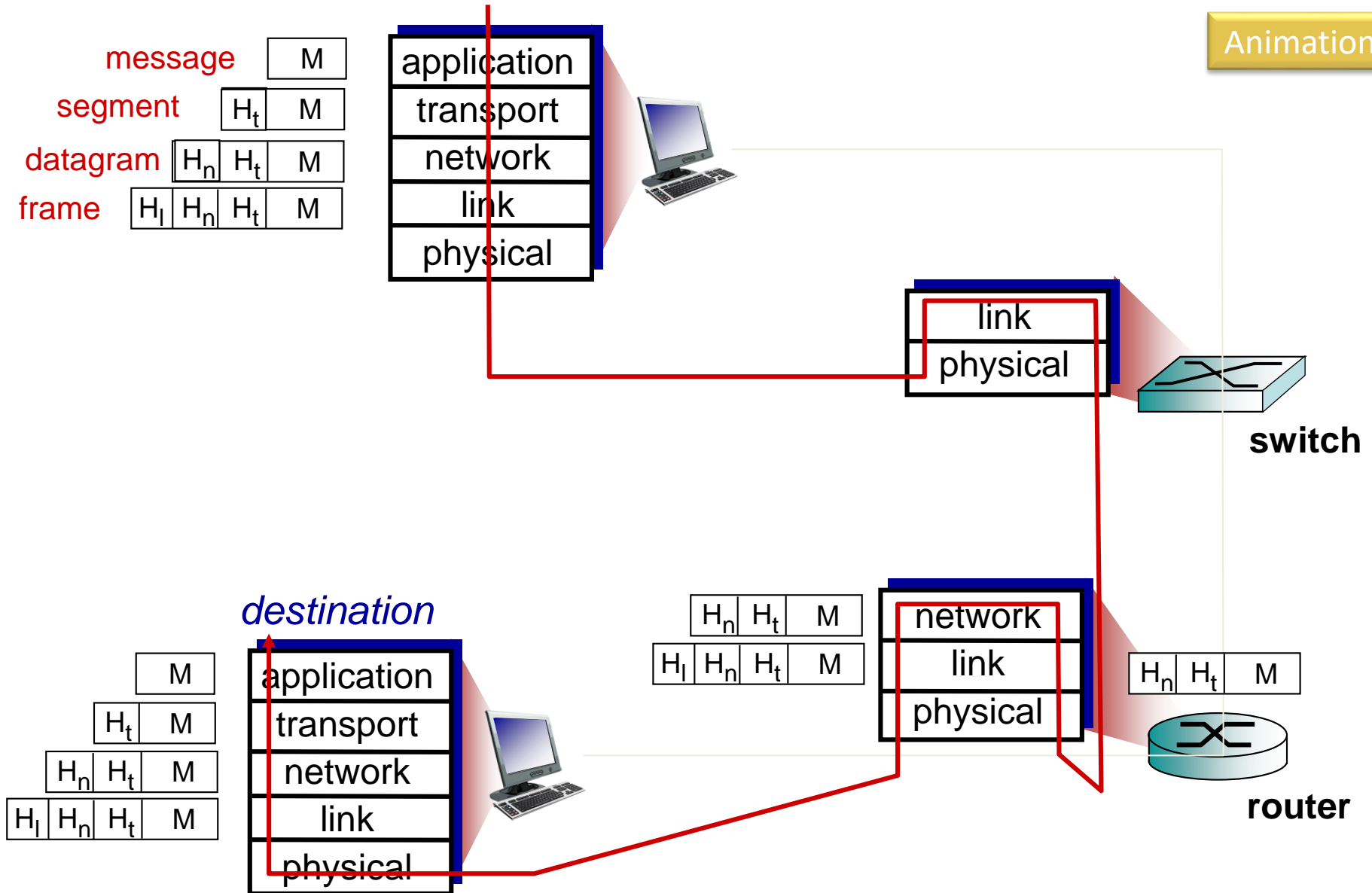
Kapselung der Pakete

- Jede Protokollschicht betrachtet das Paket der höheren Schichten als Payload und fügt seinen Header vorne an, bevor das Paket der darunterliegenden Schicht übergeben wird. Das Paket wird gekapselt.
- Ein Paket auf der physikalischen Leitung enthält Header von allen Protokollen.



Encapsulation (Kapselung): Pakete werden ein- und ausgepackt

Animation



Encapsulation (Kapselung): Pakete werden ein- und ausgepackt

Druck

