

Einführung Informatik Computernetze

Torsten Braun

Institut für Informatik und angewandte Mathematik

Universität Bern

braun@iam.unibe.ch

www.iam.unibe.ch/~rvs

Übersicht

Informatikstudium

Schnittstellen zur Aussenwelt

(Mensch-Maschine Schnittstelle, Computer-vision, Computergrafik, Sensornetze, Künstliche Intelligenz, Computerlinguistik)

Informatik

Praxis

(Programmiersprachen, Betriebssysteme, Rechnernetze & Verteilte Systeme, Software Engineering, Datenbanken, Rechnerarchitektur)

Theorie

(Automaten und formale Sprachen, Berechenbarkeit, Komplexität, Logik, Algorithmen)

Andere Studiengänge

Mathematik

Wirtschaftsinformatik

Wissenschaftliche Anwendungen

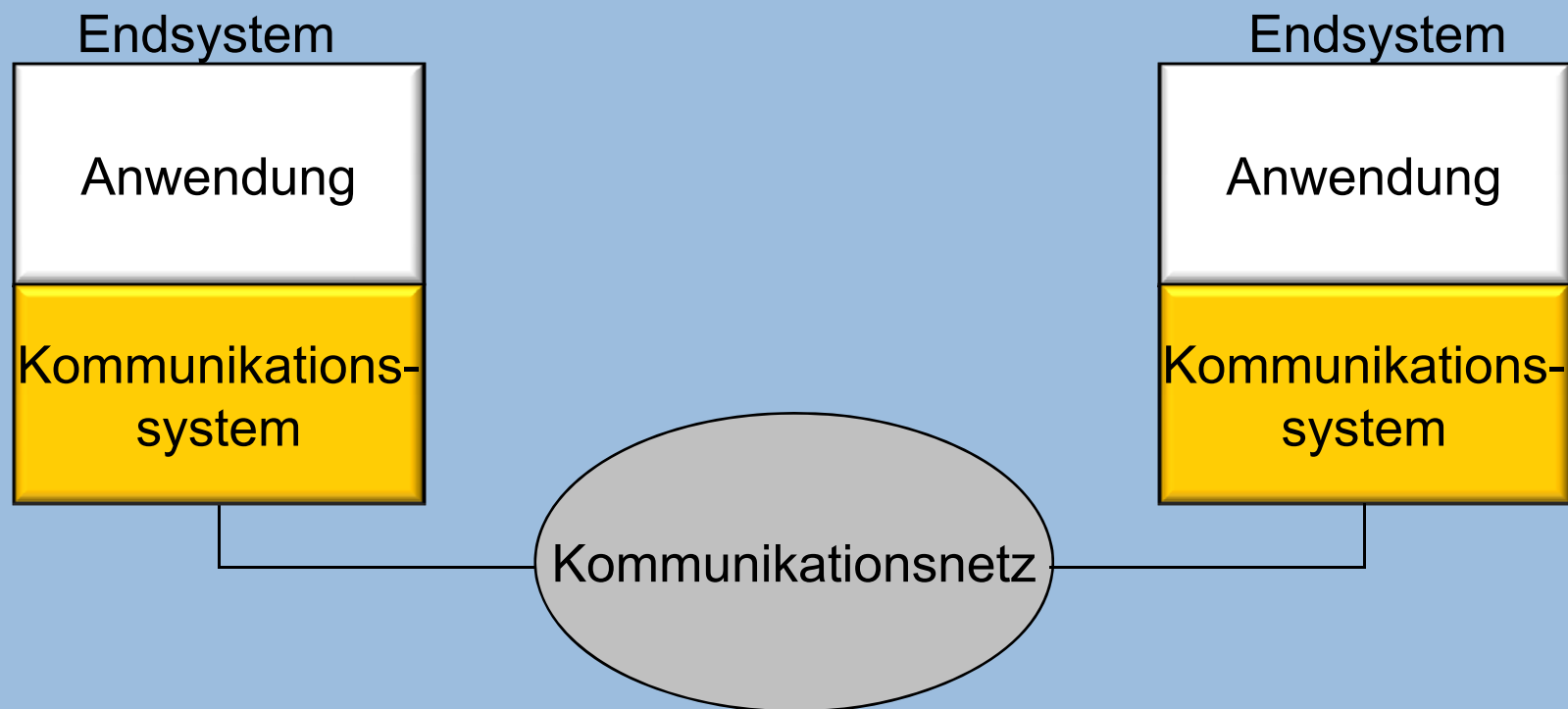
(Modellierung und Simulation, Biologie, Physik, Chemie, Sozialwissenschaften, etc.)

Anwendungssoftware

Inhalt

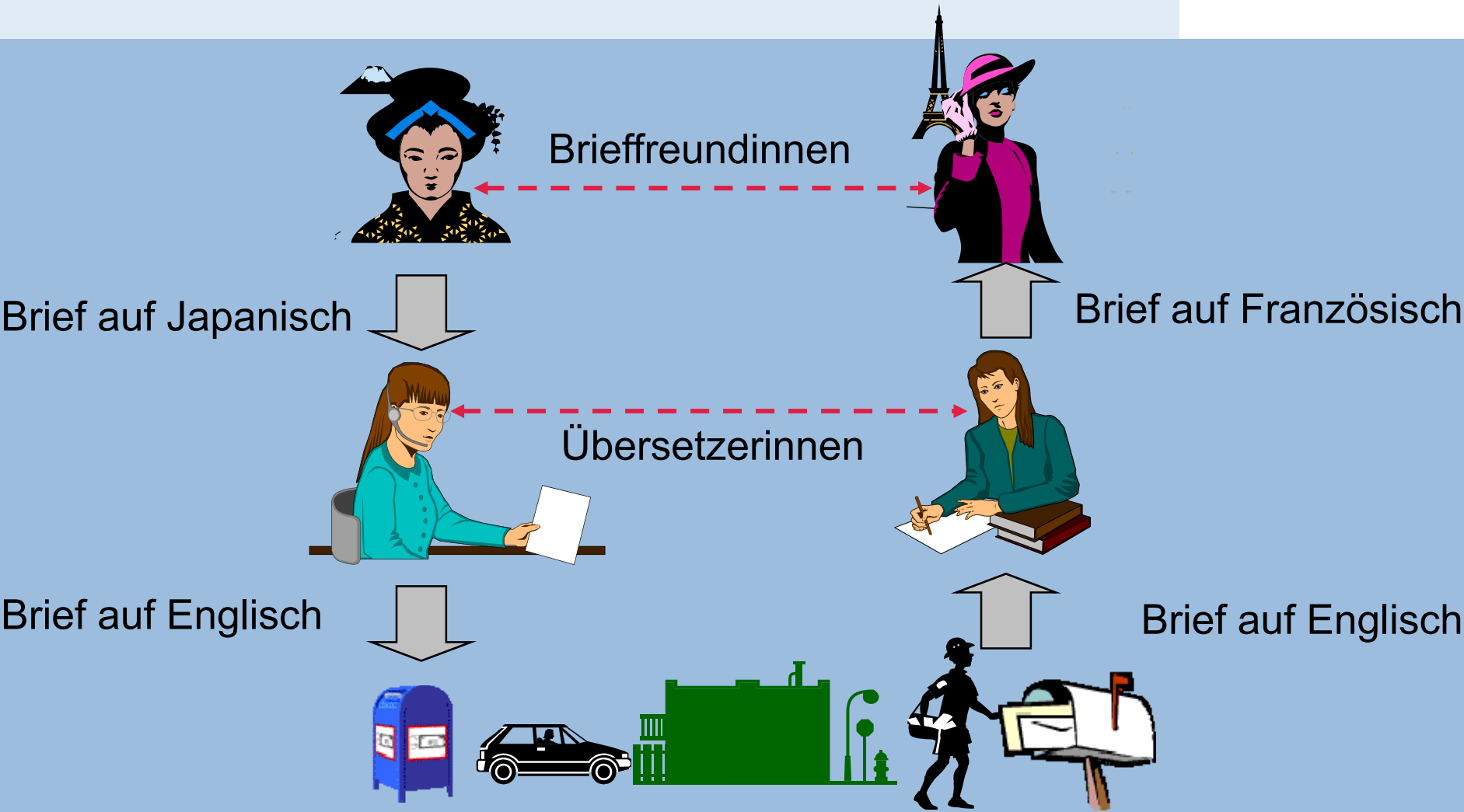
1. Kommunikationssysteme
 1. Schichtenmodell der Kommunikation
 2. Protokolldateneinheiten
 3. Internet-Architektur
2. Rechnernetze
 1. Definition Rechnernetz
 2. Ausdehnungen von Rechnernetzen
 3. Netztopologien
 4. Internet
 1. Netz von Netzen
 2. Zugangsnetze
 5. Beispiele
 1. Netz der Universität Bern
 2. Nationales Forschungsnetz
 3. Europäisches Forschungsnetz
 6. Lokale Netze
 1. Ethernet
 2. Wireless LAN
3. Vermittlung
 1. Leitungsvermittlung
 1. Multiplexen
 2. Paketvermittlung
4. Kommunikation im Internet
 1. Internet Protocol
 1. Internet Protocol Header
 2. Routing im Internet
 3. Routing-Tabelle
 2. Transportprotokolle
 1. Ports
 2. TCP
 3. Domain Name System
 4. Internet-Anwendungen
 1. Abruf einer WWW-Seite
 2. Voice over IP

1. Kommunikationssysteme

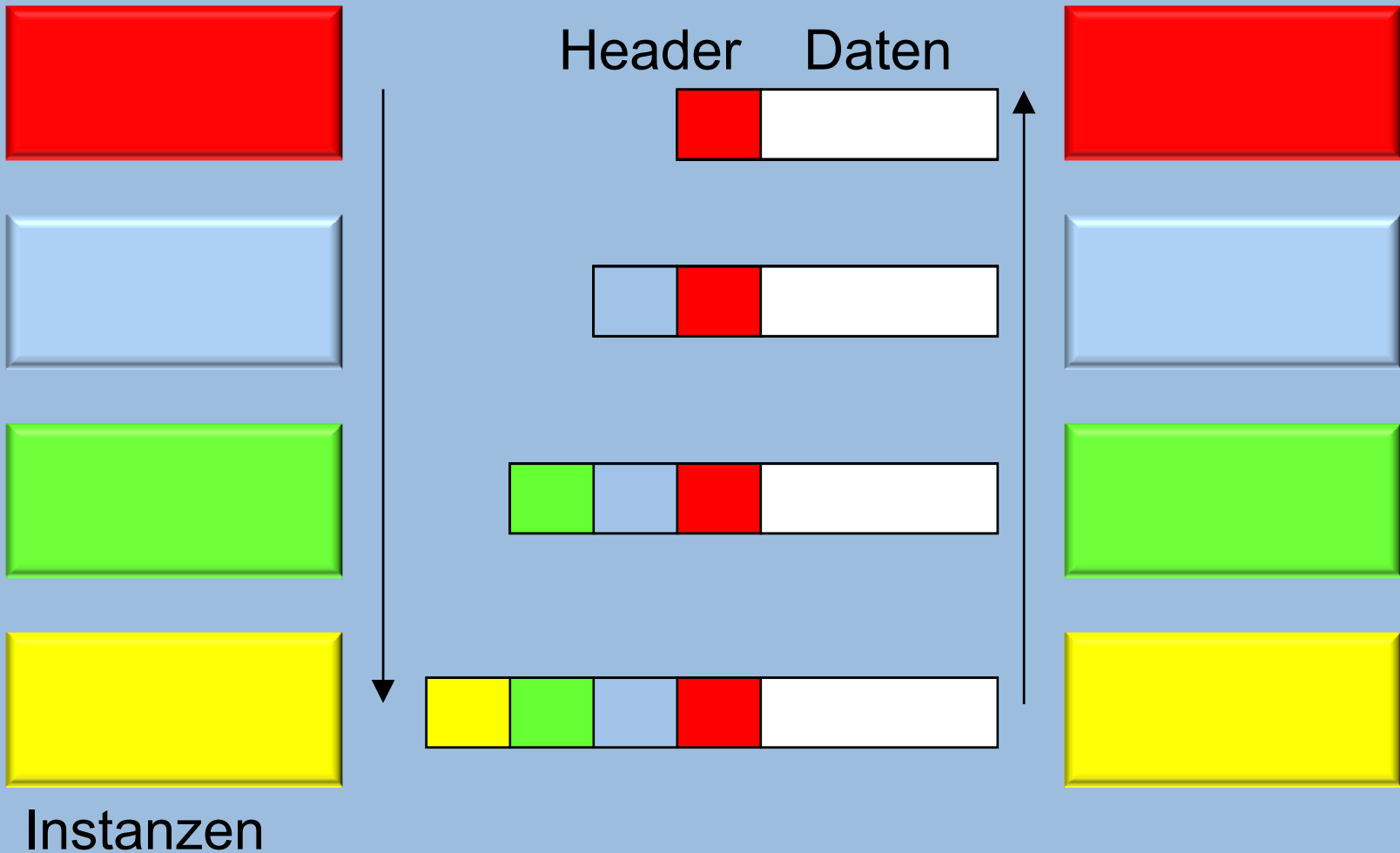


Kommunikationssysteme erlauben den Datenaustausch zwischen (entfernten) Anwendungen / Benutzern über ein darunter liegendes Kommunikationsnetz.

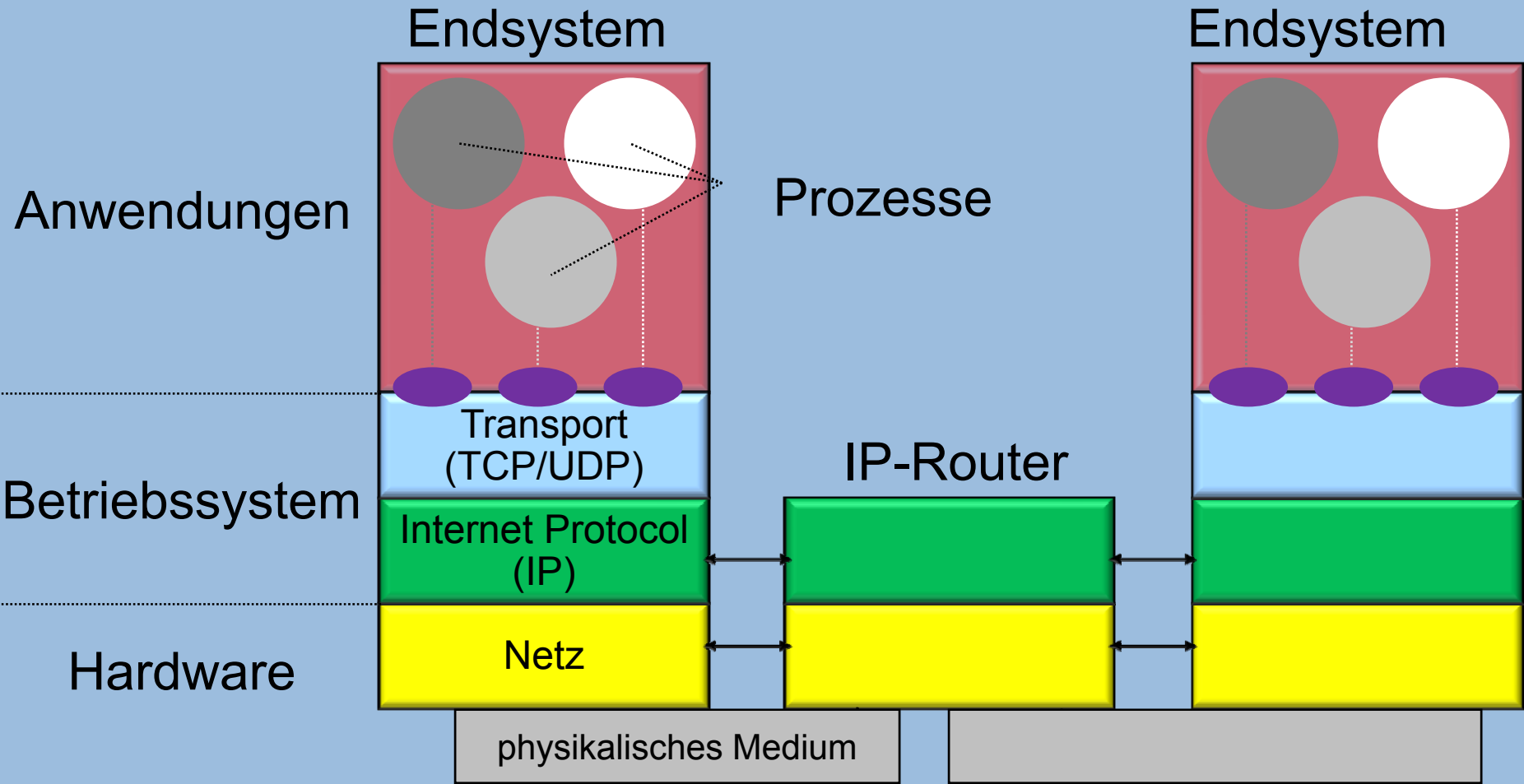
1.1 Schichtenmodell der Kommunikation



1.2 Protokolldateneinheiten



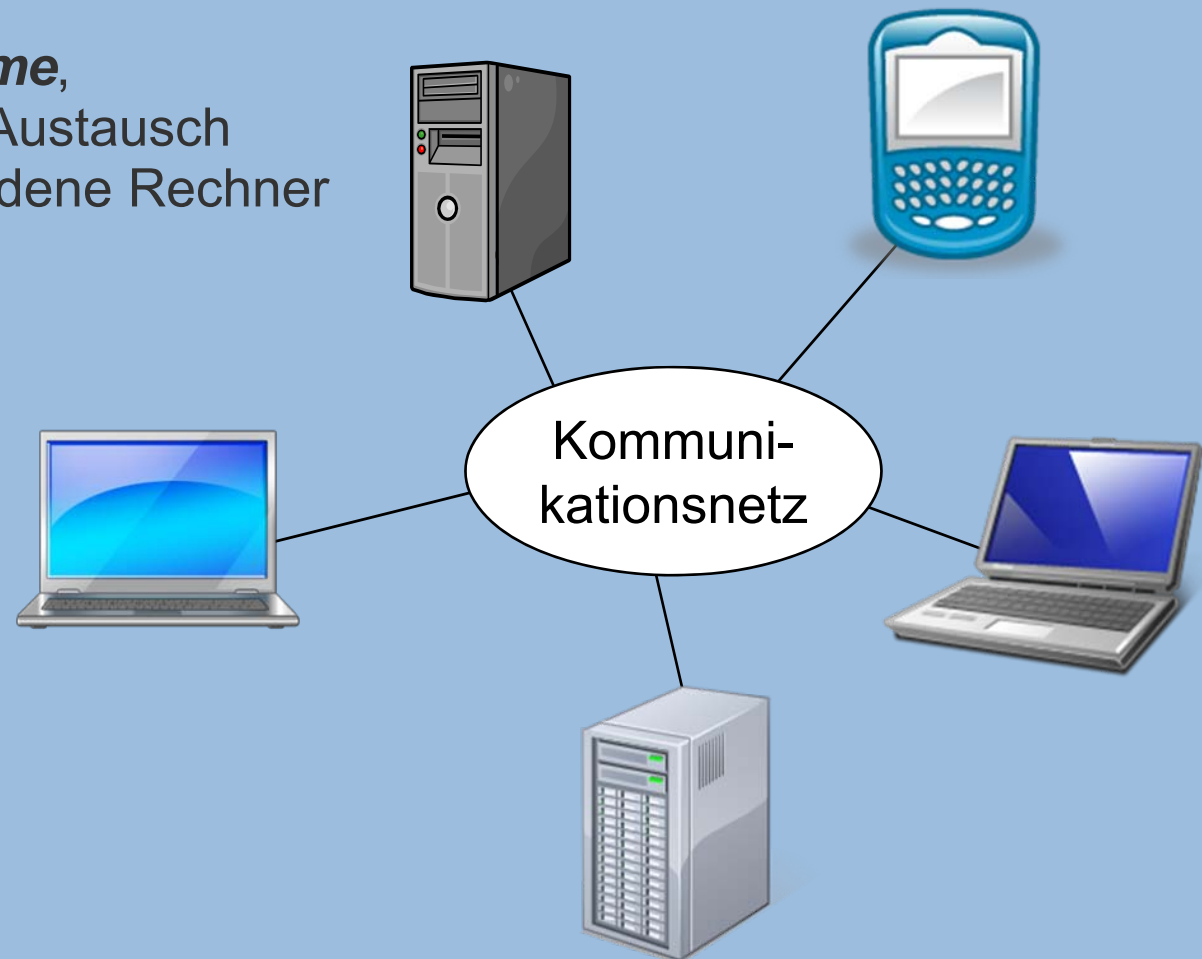
1.3 Internet-Architektur



2.1 Definition Rechnernetz

Rechnernetz

= mehrere, **autonome**,
miteinander zum Austausch
von Daten verbundene Rechner

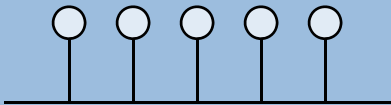


2.2 Ausdehnungen von Rechnernetzen

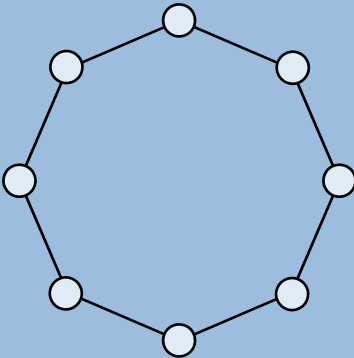
| Distanz zwischen Prozessoren | Prozessoren innerhalb | Beispiel |
|------------------------------|-----------------------|--|
| 1 m | Quadratmeter | System/Storage Area Network (SAN) Personal Area Network (PAN) |
| 10 m | Raum | Lokales Netz (Local Area Network, LAN) |
| 100 m | Gebäude | |
| 1 km | Campus | |
| 10 km | Stadt | Regionalnetz (Metropolitan Area Network, MAN) |
| 100 km | Land | Weitverkehrsnetz (Wide Area Network, WAN) |
| 1000 km | Kontinent | Globales Netz (Global Area Network, GAN) |
| 10 000 km | Planet | |

2.3 Netztopologien

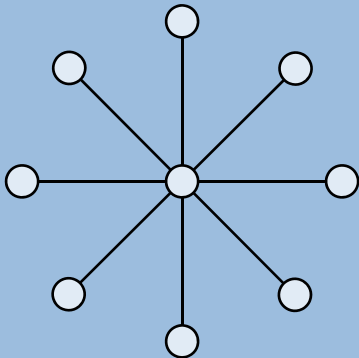
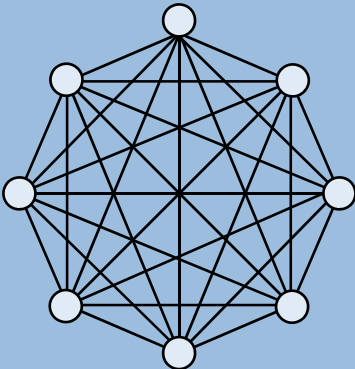
Bus



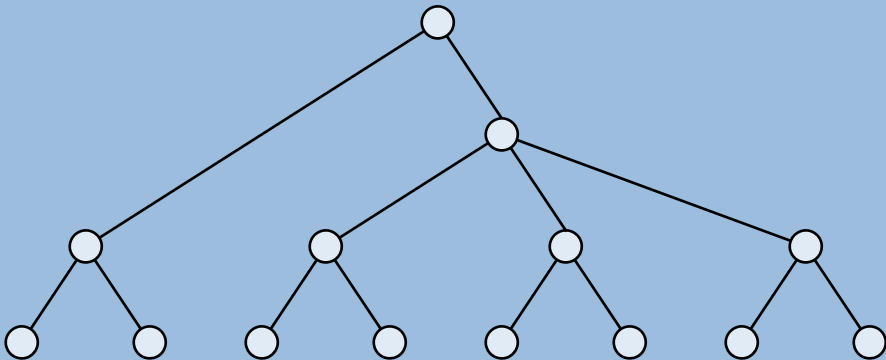
Ring



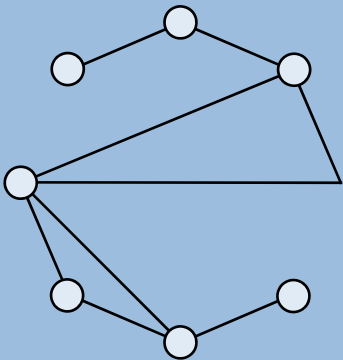
Vermaschung



Stern

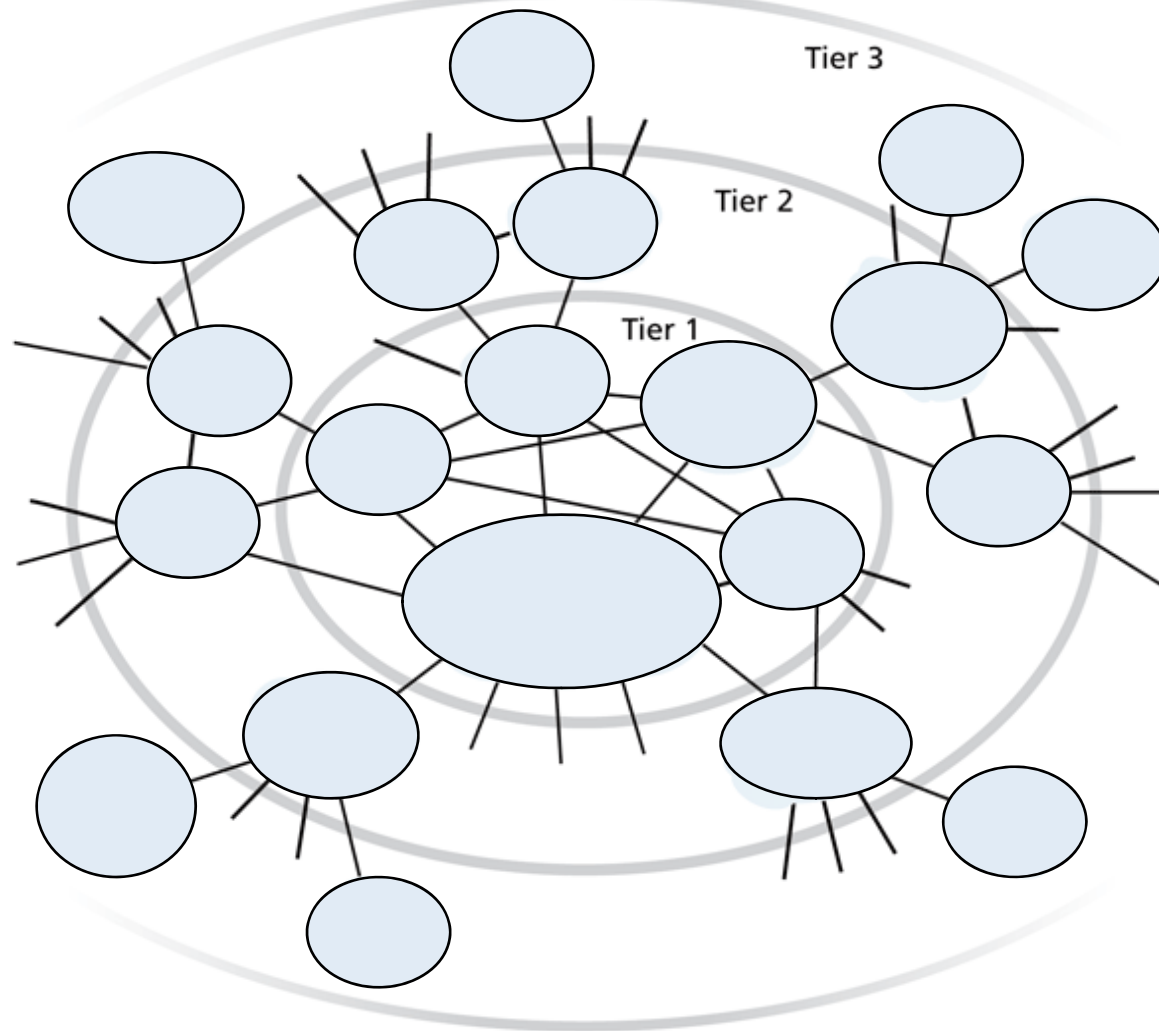


Baum



irreguläre Struktur

2.4.1 Internet: Netz von Netzen

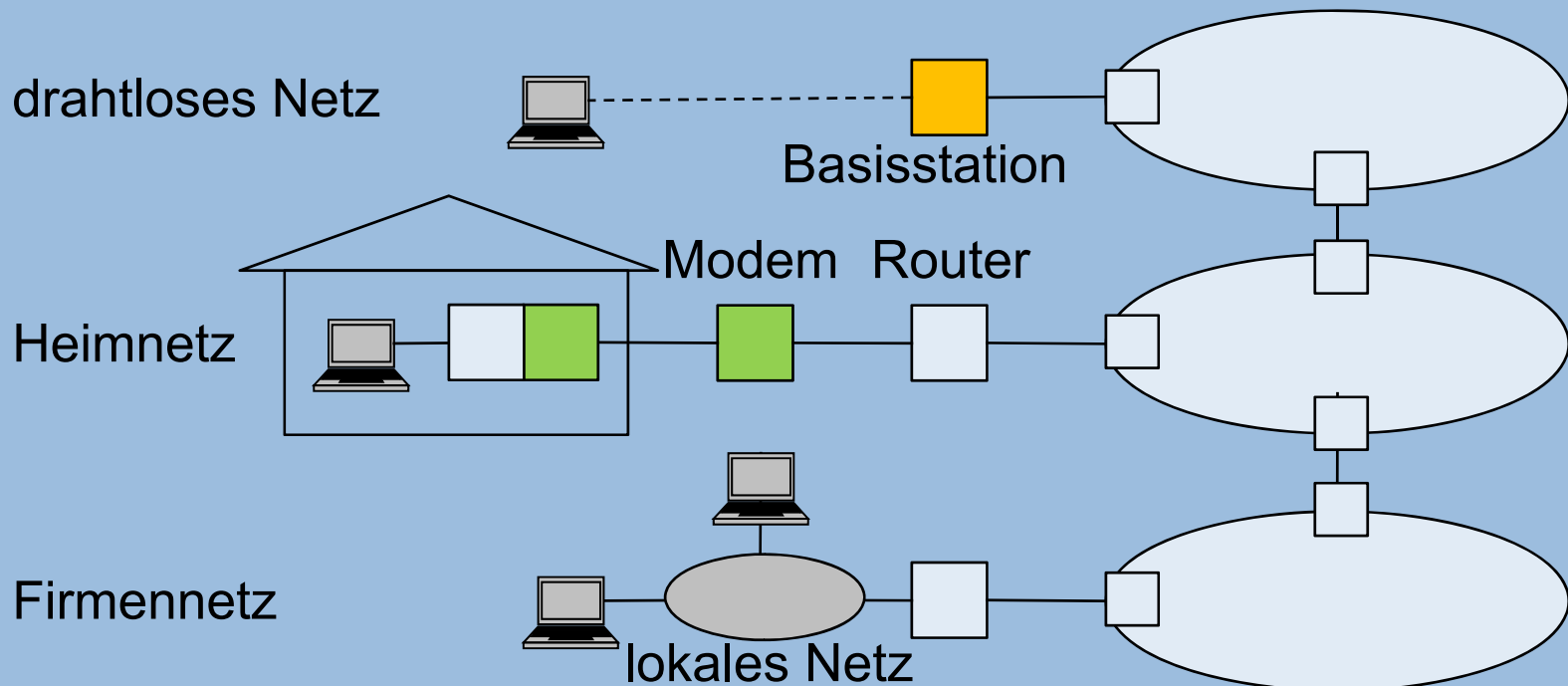


2.4.2 Zugangsnetze

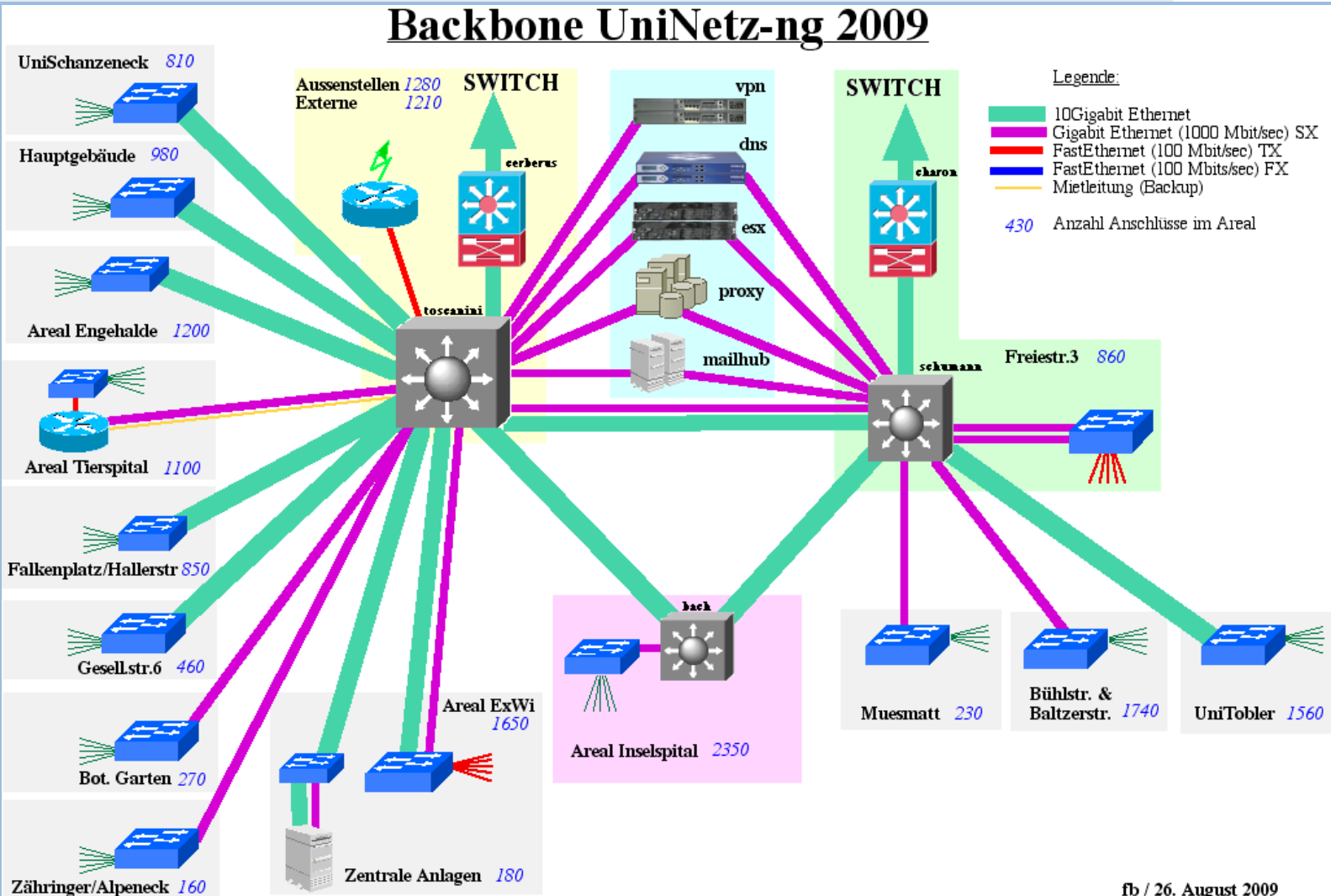
Vorhandene Infrastruktur zur Erschliessung von Haushalten

- > Telefonleitungen → Asymmetrical Digital Subscriber Line (ADSL)
- > TV-Kabel → Hybrid Fiber Coax (HFC)
- > Stromleitung → Powerline Communications (PLC)

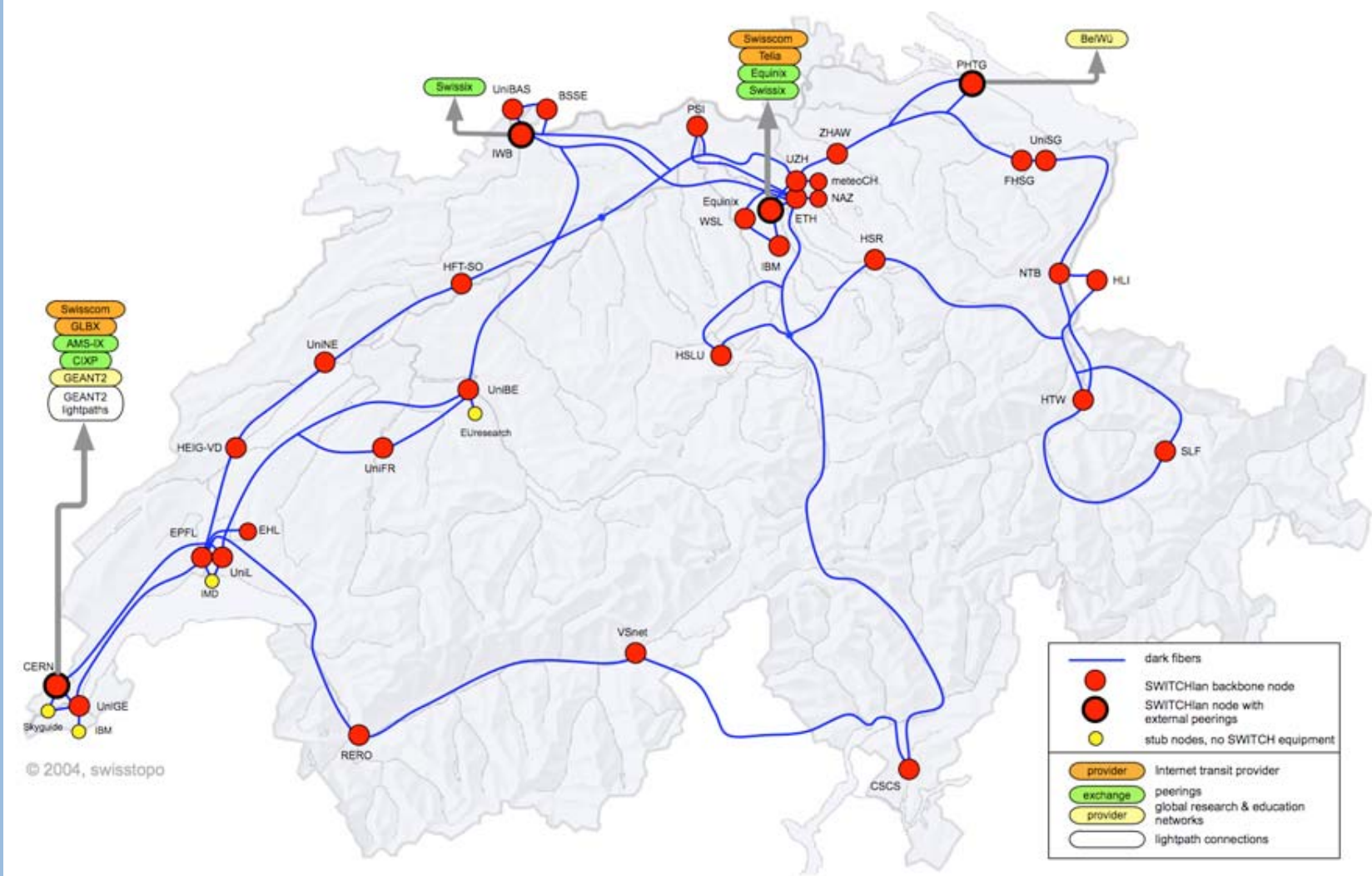
Prinzip: Verwendung ungenutzter Frequenzen für Datenübertragung



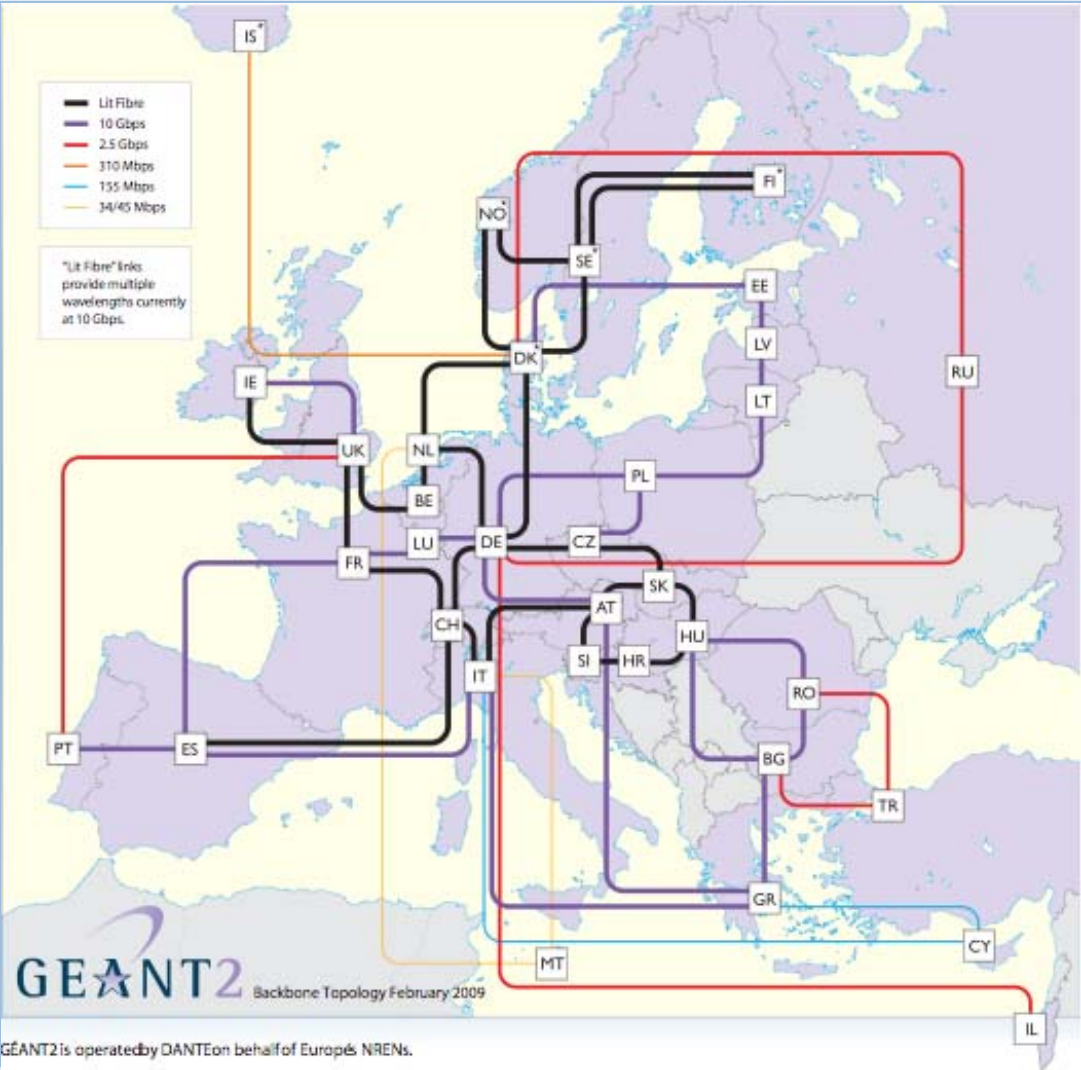
2.5.1 Netz der Universität Bern



2.5.2 Nationales Forschungsnetz



2.5.3 Europäisches Forschungsnetz



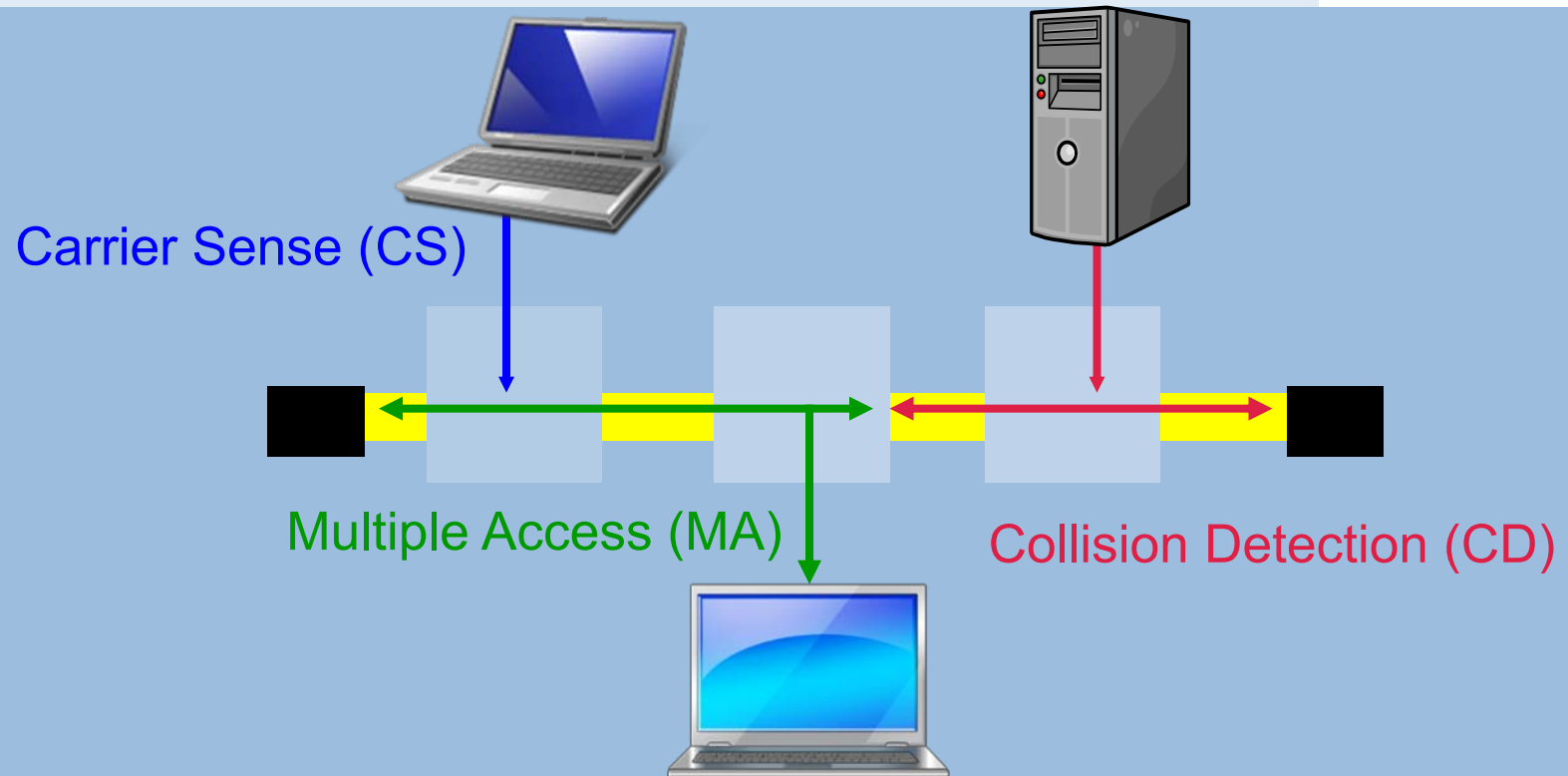
2.6 Lokale Netze

- > Ausdehnung von wenigen 100 m / km, z.B. Gebäude, Grundstück
- > hohe Geschwindigkeiten bis ca. 10 Gbit/s
- > Standardisierung in IEEE 802 Normen, z.B.
 - Ethernet (IEEE 802.3)
 - Standard Ethernet (1985)
 - Fast Ethernet (1995)
 - Gigabit Ethernet (1999)
 - 10 Gigabit Ethernet (2002)
 - Wireless LAN

Rahmenformat nach IEEE 802.3

| Präambel | Start Delimiter | Ziel- adresse | Quell- adresse | Typ/ Länge | Nutzdaten | Padding | CRC |
|----------|--------------------|------------------|-------------------|---------------|-----------|---------|---------|
| 7 | 1 | 6 | 6 | 2 | 0-1500 | 0-46 | 4 Bytes |

2.6.1 Ethernet (CSMA/CD)

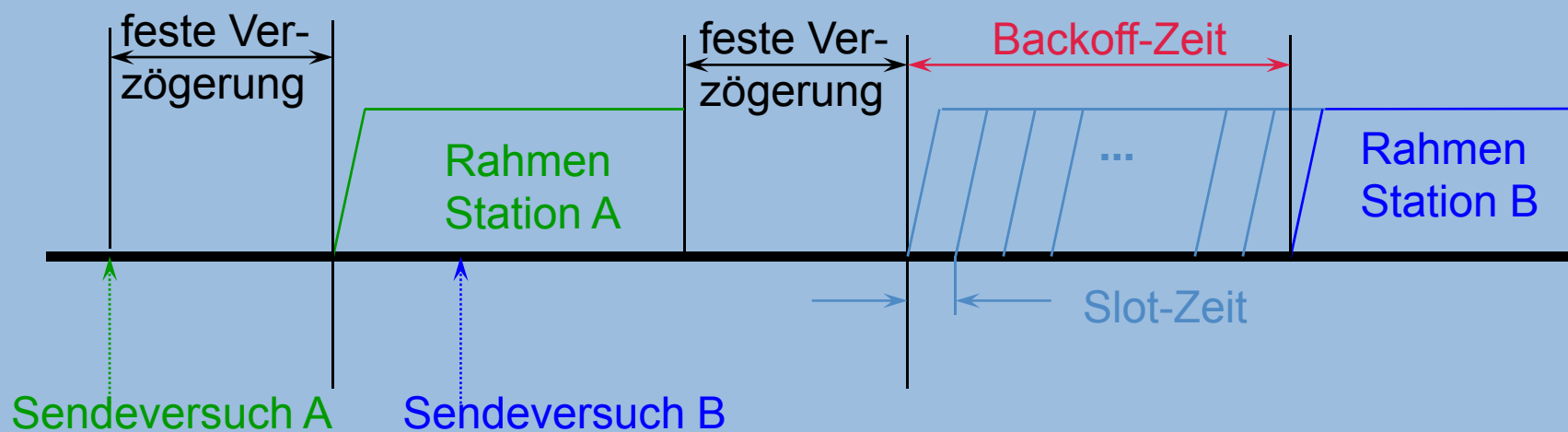


bei Kollision: Wiederholung nach Verzögerung (Zufallszahl * Slot-Zeit)

2.6.2 Wireless LAN (CSMA/CA)

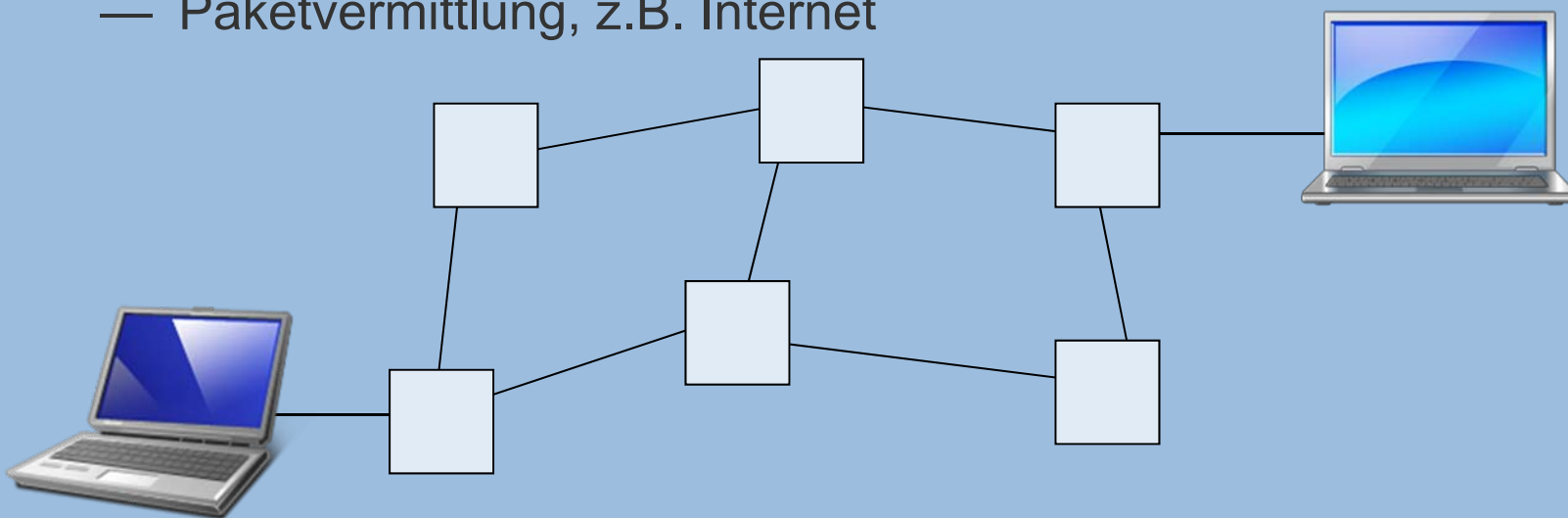
> Collision Avoidance (CA)

- Sendewillige Station hört Medium ab. Bei freiem Medium wird ein Rahmen nicht sofort, sondern nach fester Verzögerung gesendet.
- Weitere Verzögerung um eine zufällige Backoff-Zeit bei belegtem Medium \Rightarrow Kollisionsvermeidung
- Bei belegtem Medium während Backoff-Zeit, bleibt Backoff-Timer stehen.



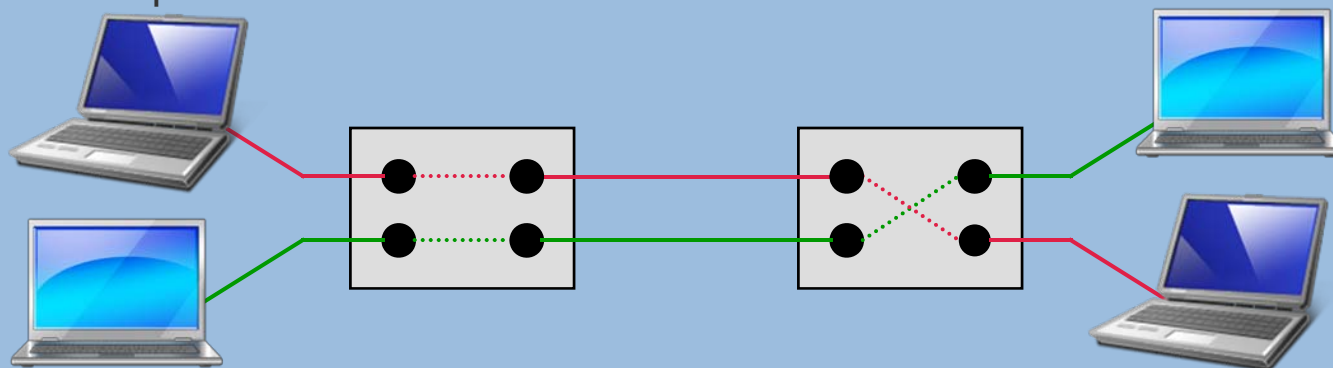
3. Vermittlung

- > Lokale Netze sind hinsichtlich ihrer Ausdehnung begrenzt.
 - Signale müssen aufbereitet werden.
 - Zugriffsverfahren limitieren die Ausdehnung der lokalen Netze, z.B. bei Ethernet.
- > Vermittlungskonzepte
 - Leitungsvermittlung, z.B. ISDN, GSM
 - Paketvermittlung, z.B. Internet

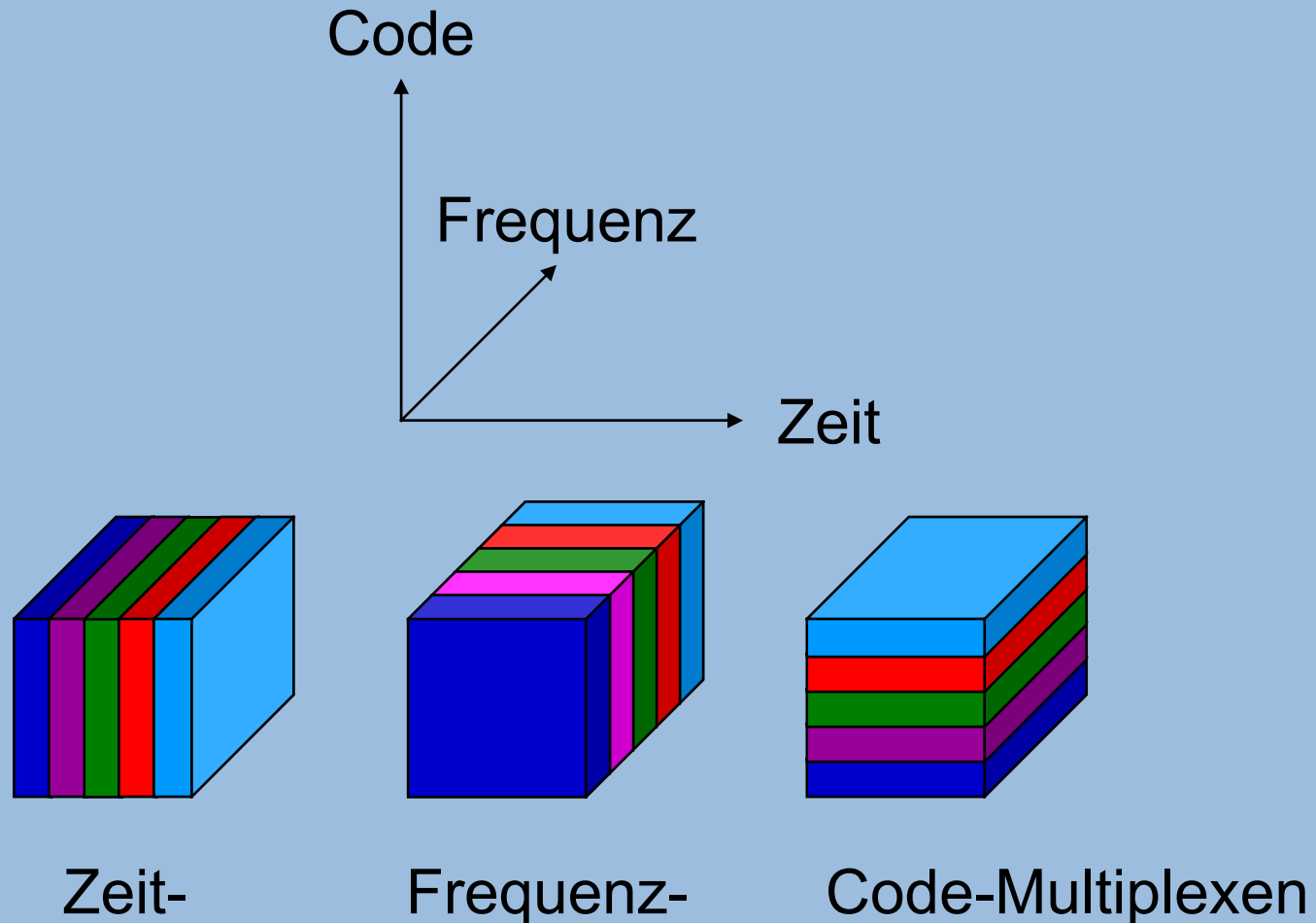


3.1 Leitungsvermittlung

- > Einrichten (*Abbauen*) eines durchgängigen physikalischen Pfads zwischen Endsystemen vor (*nach*) der Datenübertragung
- > basiert auf Multiplexen
 - Raummultiplexen
 - Beispiel: analoges Telefonnetz
 - Zeitmultiplexen
 - Beispiel: ISDN, GSM
 - Frequenzmultiplexen
 - Beispiel: GSM, optische Netze
 - Codemultiplexen
 - Beispiel: UMTS

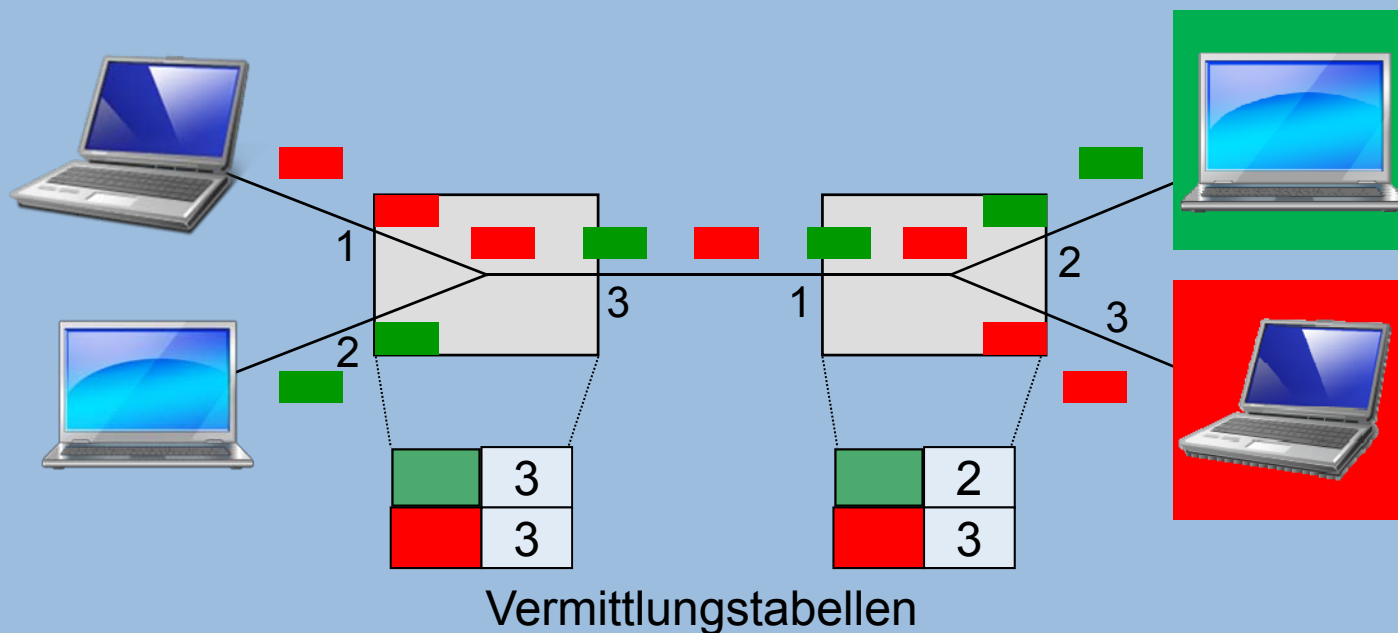


3.1.1 Zeit-, Frequenz- und Code-Multiplexen

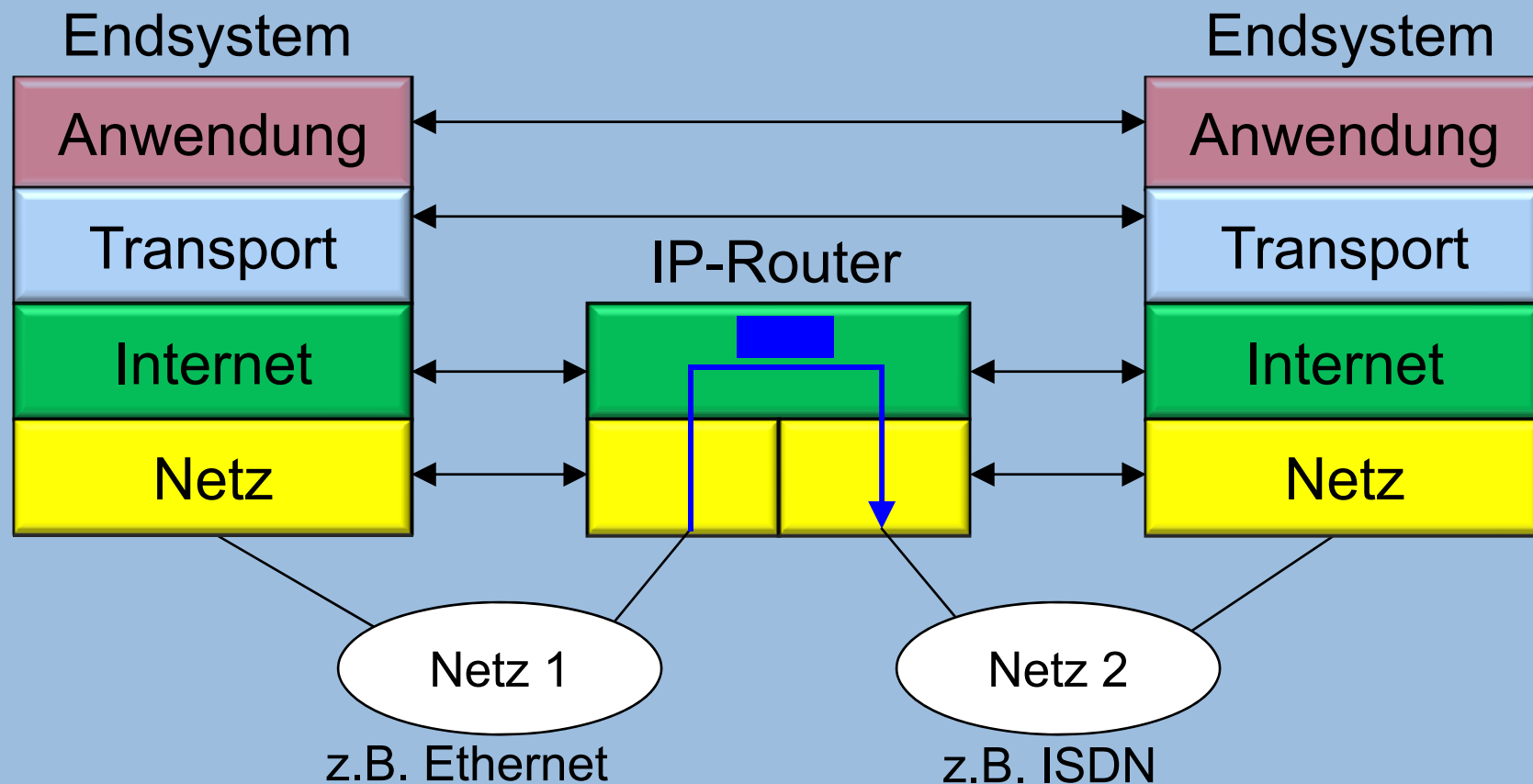


3.2 Paketvermittlung

- > Datagramme werden unabhängig voneinander weitergeleitet.
- > Kein Aufbau / Abbau von Verbindungen erforderlich
- > Beispiel: Internet Protocol



4.1 Internet Protocol



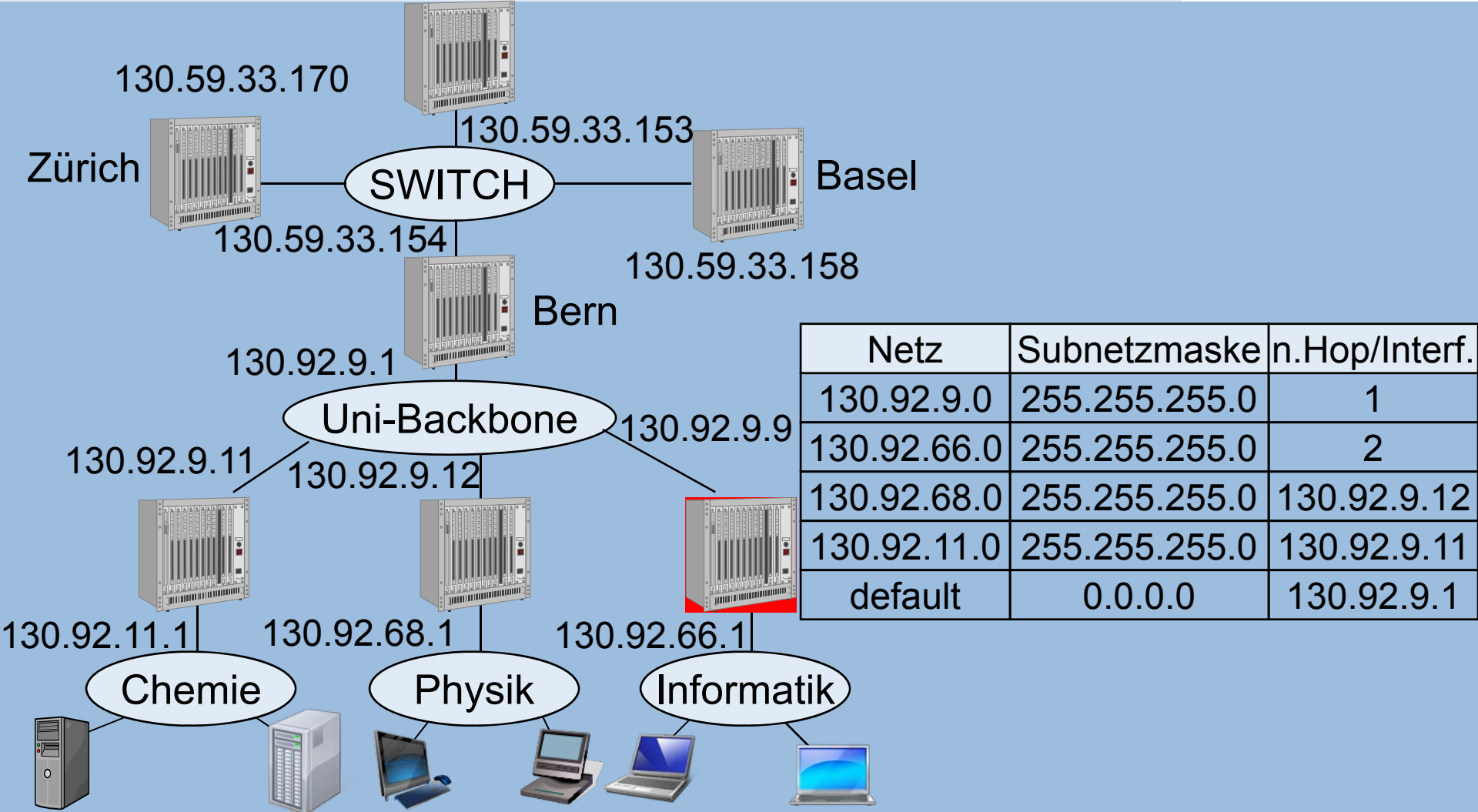
4.1.1 Internet Protocol Header

| | | | | | |
|---------------------|---------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|
| Version | Hdr Len | Prece- dence | ToS | Total Length | |
| Identification | | | | Flags | Fragment Offset |
| Time To Live | | Protocol | | Header Checksum | |
| Source Address | | | | | |
| Destination Address | | | | | |
| Optionen und Daten | | | | | |

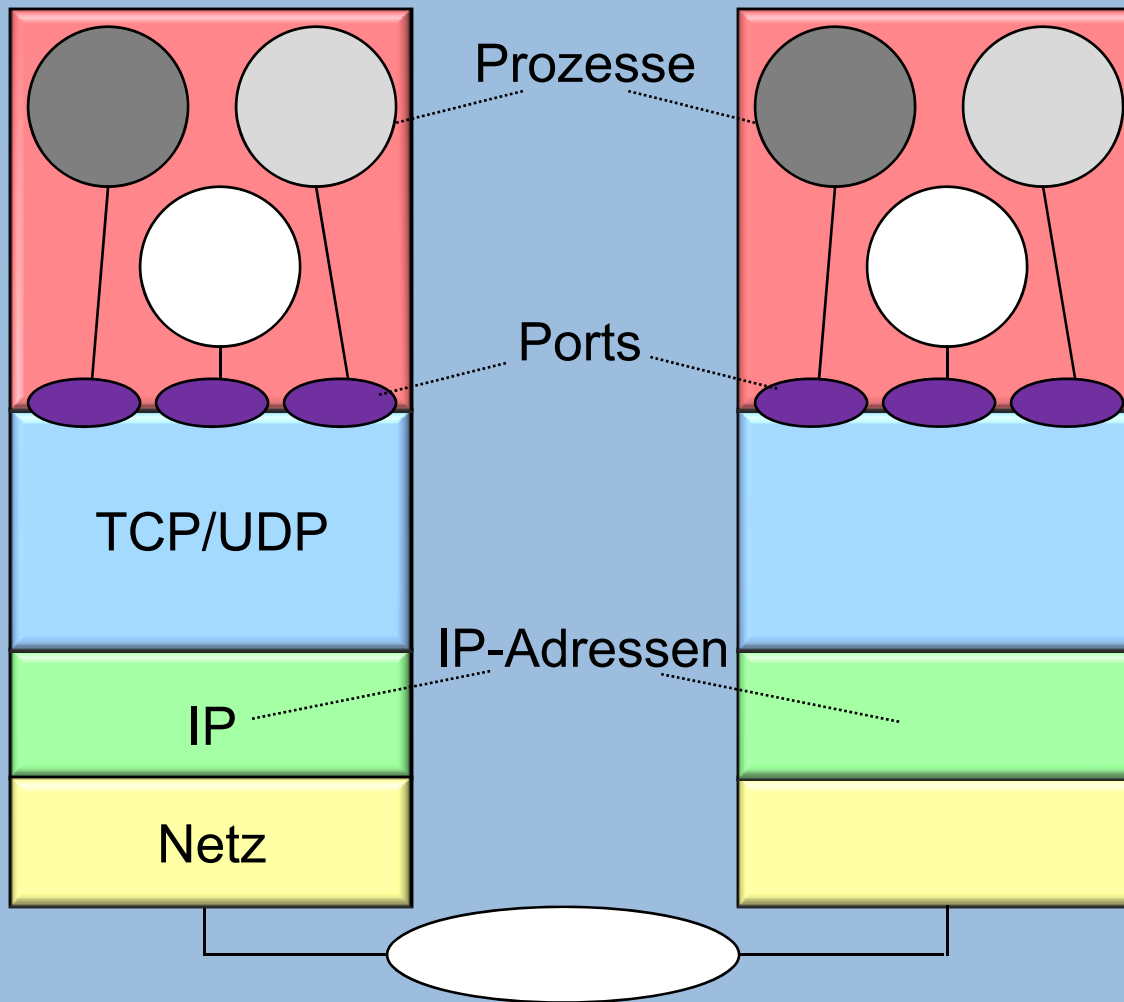
4.1.2 Routing im Internet

- > statisch
 - Routing-Tabellen werden manuell gesetzt.
 - einfach für kleine Netze, aber fehleranfällig
- > dynamisch
 - Routing-Tabellen werden durch Austausch von Routing-Protokoll-Nachrichten gelernt.

4.1.3 Routing-Tabelle



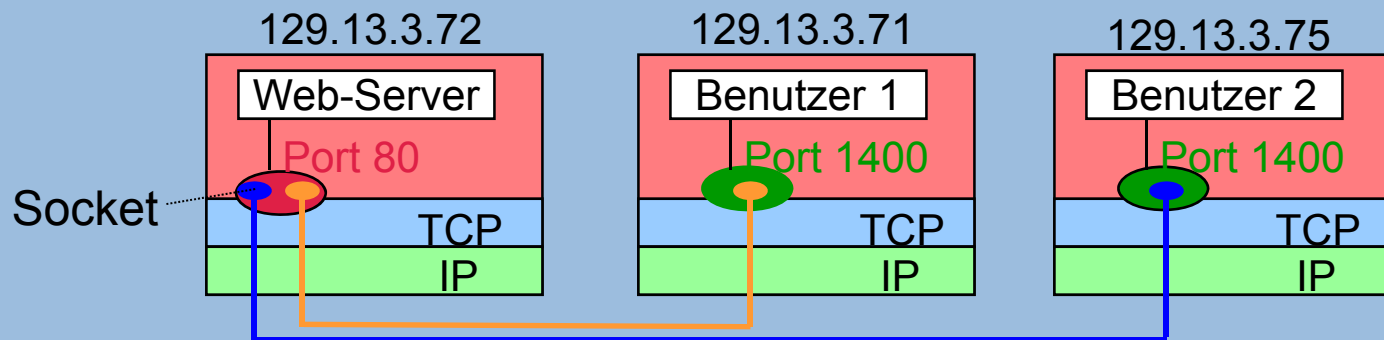
4.2 Transportprotokolle



- > Transport Control Protocol
 - unterstützt reihenfolgetreuen und zuverlässigen Byte-Strom
 - Fluss- und Staukontrolle
 - Auf- und Abbau von Verbindungen zwischen Prozessen
- > User Datagram Protocol
 - einfacher, unzuverlässiger, Datagramm-orientierter Demultiplex-Dienst
 - optionale Fehlererkennung, aber keine Fehlerbehebung
 - keine Reihenfolgetreue

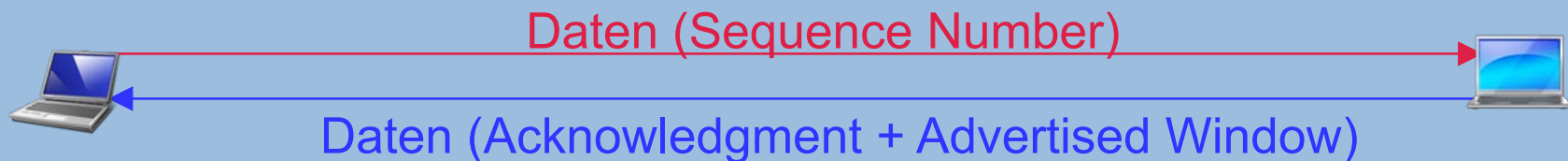
4.2.1 Ports

- > Identifikation von Transportdiensten über Ports
- > reservierte Ports für häufig benutzte Dienste (*well-known ports*, bis 1023), z.B.
 - 25: SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
 - 80: HTTP (Hypertext Transfer Protocol)
- > Beispiel
 - Verbindungen mehrerer Benutzer mit Port-Nr. 1400 zu 1 Web-Server
 - Identifikation der Verbindungen über IP-Adresse und Port-Nr.



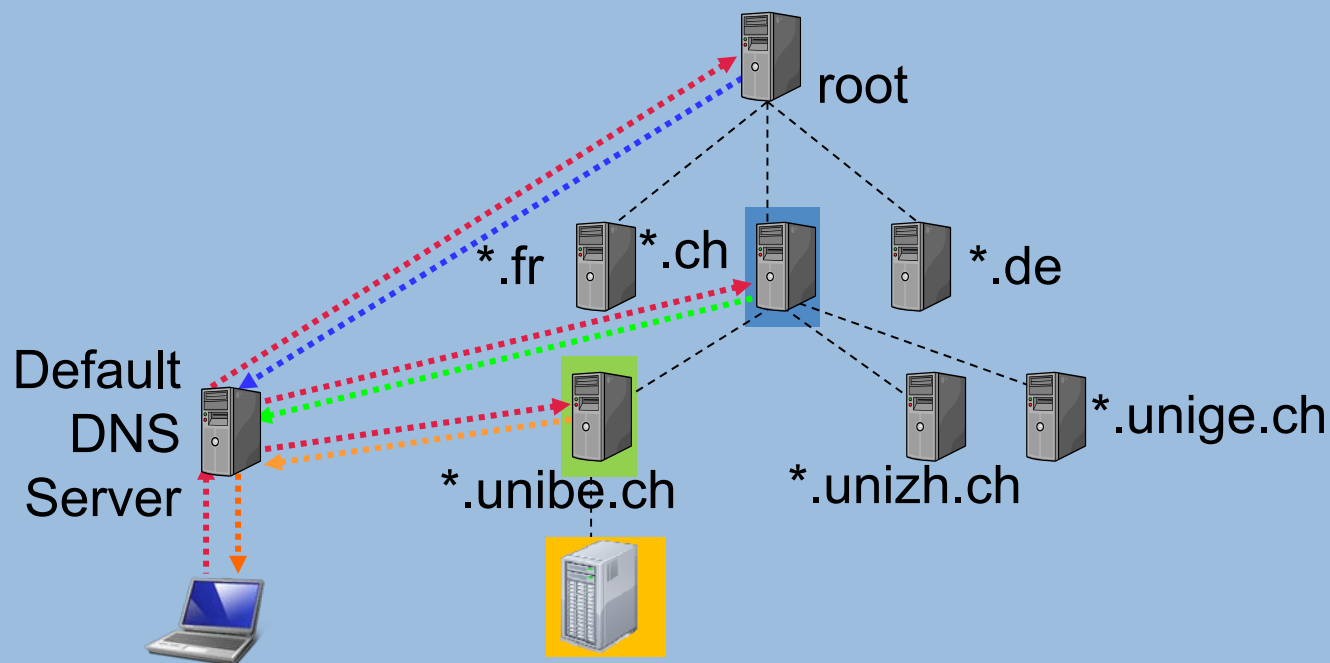
4.2.2 TCP

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-------------------|
| Source Port | | Destination Port | |
| Sequence Number | | | |
| Acknowledgment | | | |
| HdrLen | 0 | Flags | Advertised Window |
| Checksum | | Urgent Pointer | |
| Optionen und Daten | | | |



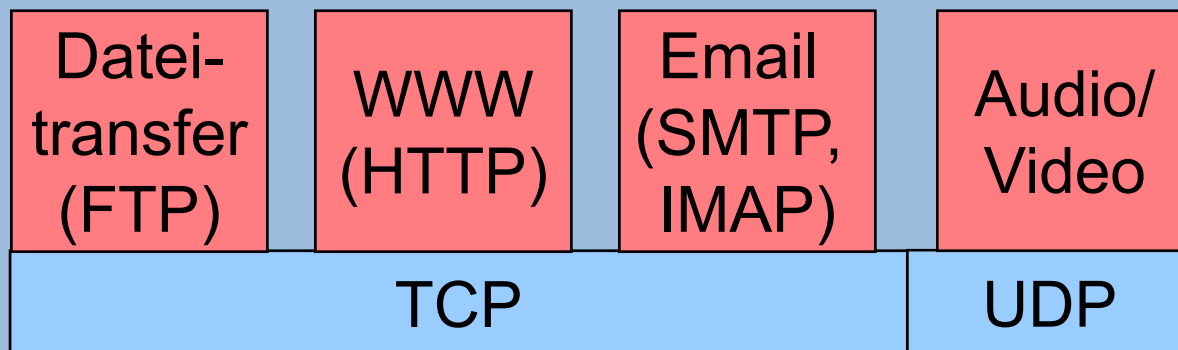
4.3 Domain Name System

- > Abbildung von Rechnernamen (z.B. **www.unibe.ch**) auf Internet-Adressen (z.B. **130.92.5.20**)



4.4 Internet-Anwendungen

- > Internet-Anwendungen arbeiten fast immer nach gleichem Muster:
 - Client schickt eine Anforderung an Server (**Request**).
 - Server antwortet (**Response**).
- > Beispiele
 - WWW: Abrufen von Web-Seiten
 - Email: Senden von Emails, Abrufen von Emails
 - IP Telefonie: Anrufen eines Gesprächspartners



The diagram illustrates a network topology for a client (laptop) connecting to a web server (www.unibe.ch) via an Internet-Provider. The client is connected to an ADSL-Modem, which is connected to the Internet-Provider. The Internet-Provider consists of several routers and a Web-Server. The Web-Server is connected to a Router, which is connected to another Router, which is connected to a third Router. The Web-Server is also connected to a fourth Router. The diagram shows the flow of data from the client to the Web-Server and back, with labels for the client, ADSL-Modem, Internet-Provider, Router, Web-Server, and the specific data being transmitted (GET index.html, SYN, ACK, index.html).

4.4.2 Voice over IP

