

# **Grundlagen der Datenkommunikation und des Internets**

**Prof. Dr. Carsten Vogt**

**Fachhochschule Köln  
Fachbereich Nachrichtentechnik**

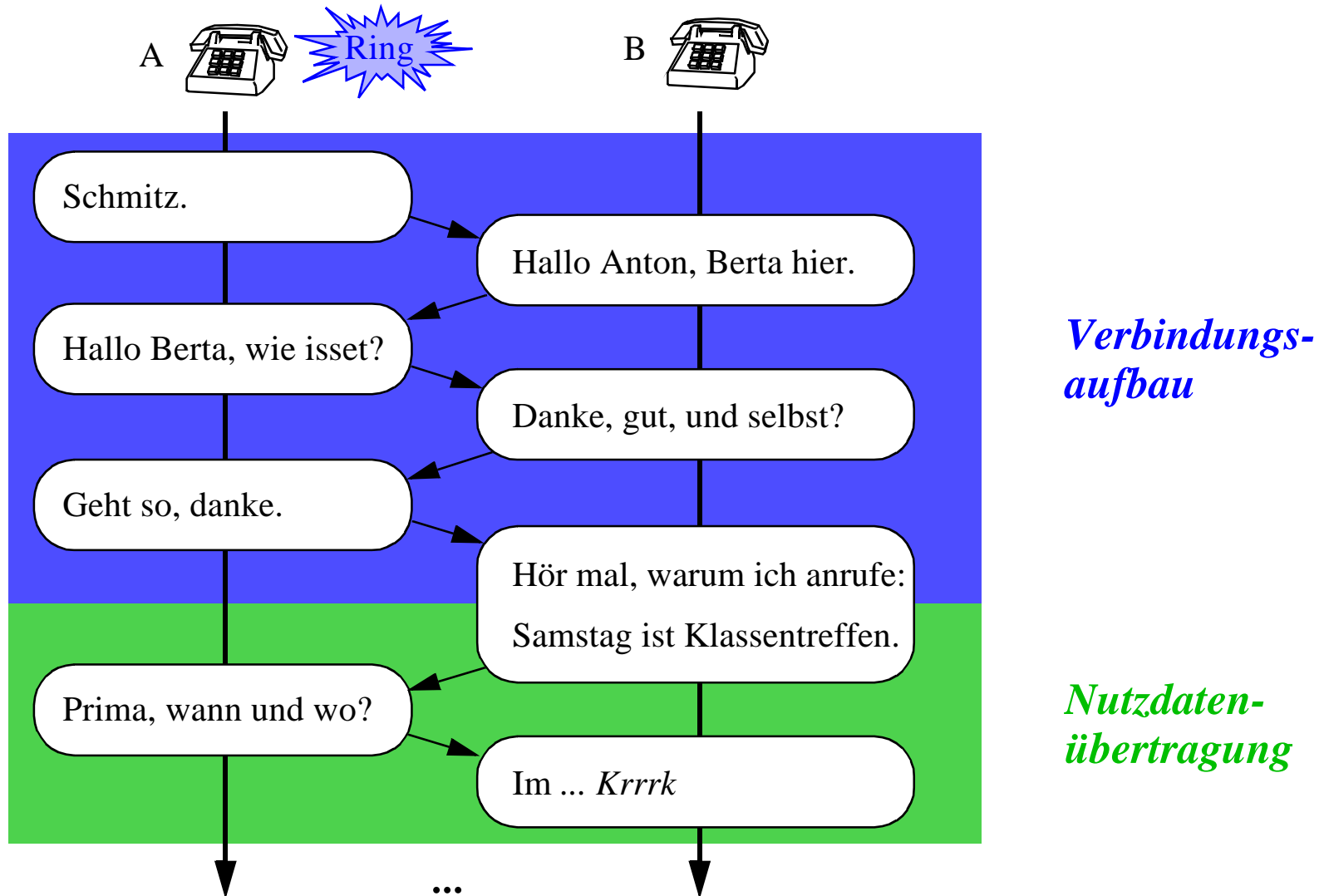
**Wintersemester 2001/02**

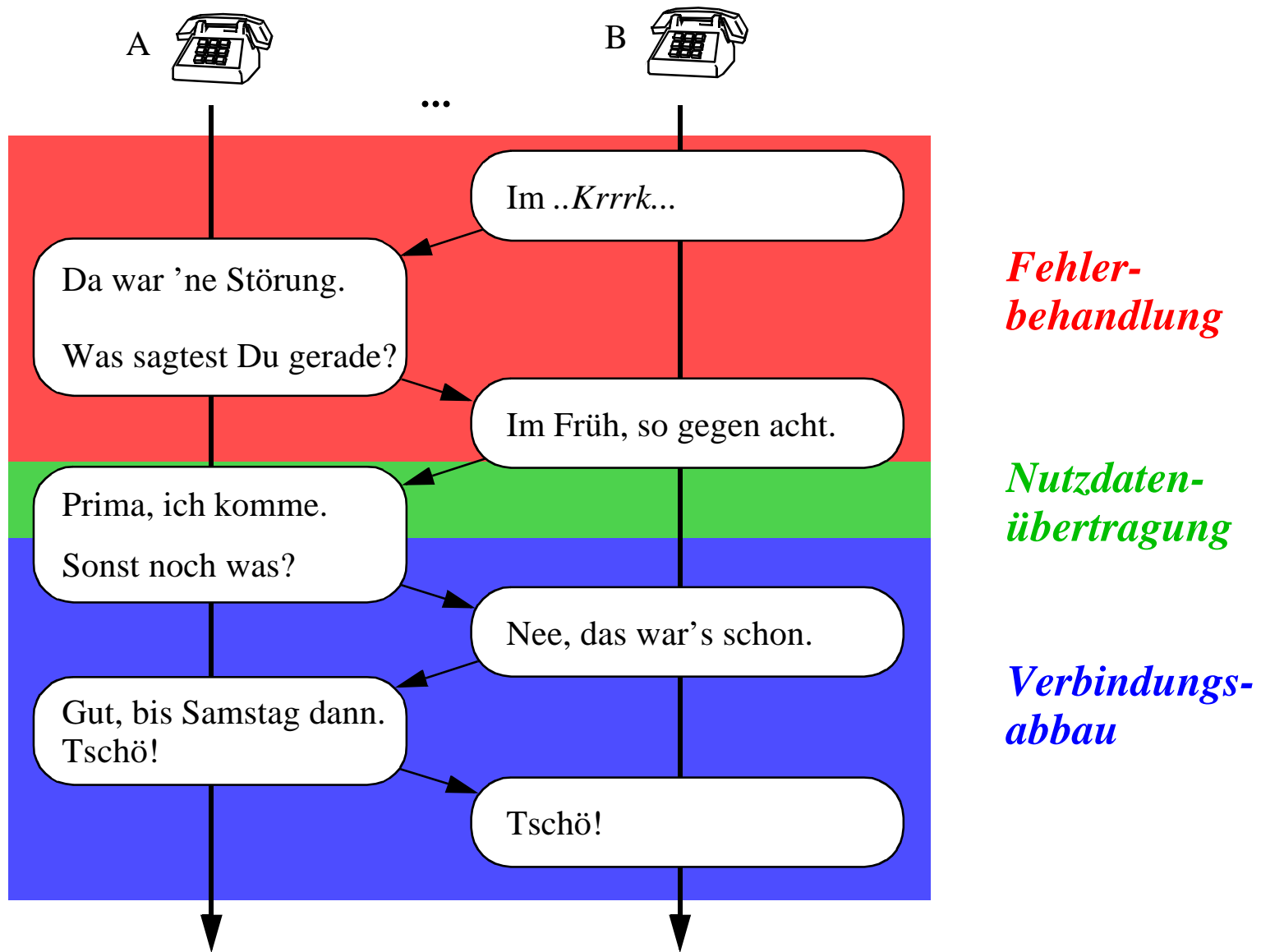
## Inhalt:

1. Nachrichten und Protokolle
2. ISO/OSI-Referenzmodell
3. Netze zur Datenkommunikation
4. Vermittlungs- und Transportschicht
5. World Wide Web

# 1. Nachrichten und Protokolle

Ein Beispiel aus dem Alltag:





## Drei wichtige Begriffe: **Nachricht** - **Paket** - **Protokoll**

### **Nachricht:**

- Folge von Zeichen
  - z.B. Buchstaben oder Bits
- Zeichen „codieren“ Informationen
- Zeichen werden zu Paketen zusammengefaßt

### **Paket:**

- grundlegende Einheit für das Kommunikationssystem
- enthält Nutzdaten und Steuerinformationen

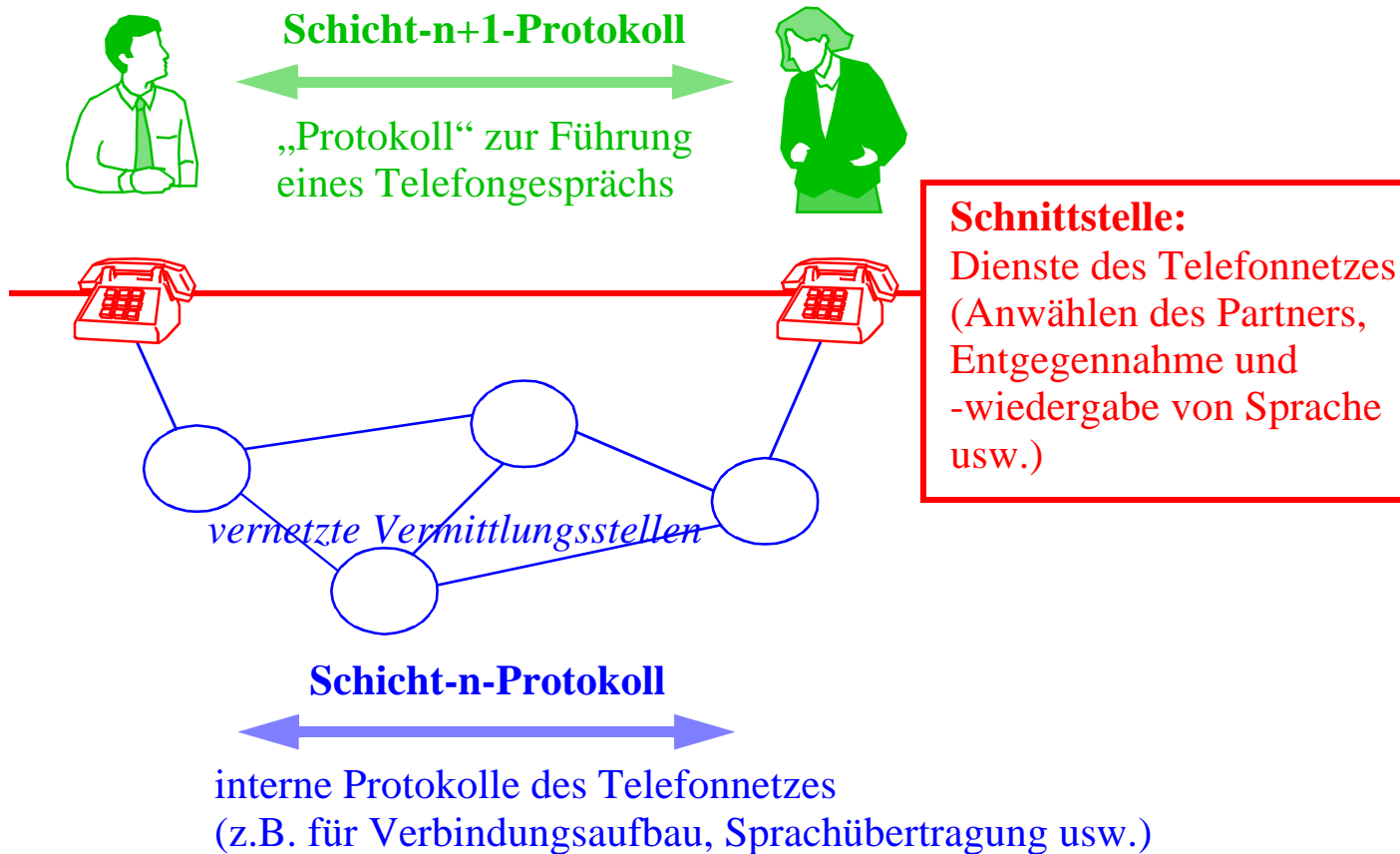


## Kommunikationsprotokoll:

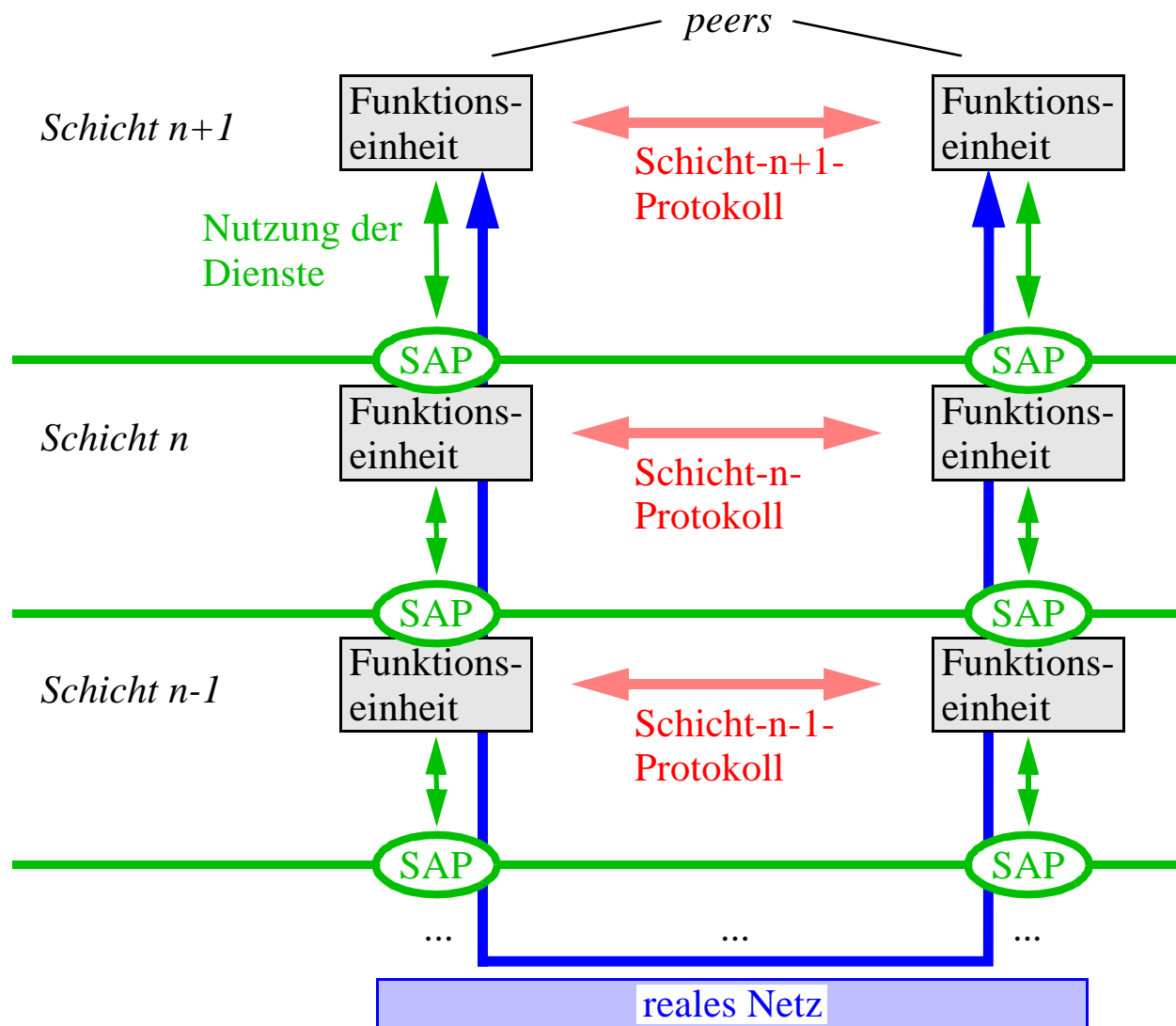
- kurz: „Protokoll“
- Vereinbarung über den geordneten Ablauf der Kommunikation
- legt insbesondere fest:
  - Aussehen und Bedeutung der Pakete
    - Daten- und Steuerungspakete
  - zulässige Abfolgen beim Austausch der Pakete
    - auch: Reaktion auf Ausnahmeereignisse
- Beispiel: Regeln für den Ablauf eines Telefongesprächs
  - siehe oben

## geschichtete Protokolle:

- Problem: großer Abstand zwischen Hardware und Anwendungsschnittstelle
  - Hardware: Übertragung einfacher Signale
  - Anwender: Wunsch nach komfortablen Diensten
- Lösung: mehrere **Protokollschichten**, die aufeinander aufbauen
- Beispiel: Protokolle in der Telekommunikation



## geschichtete Protokolle allgemein: „**Protokollstack**“



↔ virtueller Kommunikationsfluß      SAP = Service Access Point  
↔ realer Kommunikationsfluß



## 2. ISO/OSI-Referenzmodell

### **OSI: ISO-Referenzmodell für Systeme mit geschichteten Protokollen**

- **OSI** = Open Systems Interconnection
- **ISO** = International Organization for Standardization
- „**Referenzmodell**“ = Schema zur Klassifizierung von Protokollen

### **Ziel: Standard für die Verbindung offener Systeme**

- „**offen**“ = herstellerunabhängig
- Systeme unterschiedlicher Hersteller kombinierbar

## Schichten des ISO/OSI-Modells:

<i>Schicht 7:</i> <b>Application Layer</b> (Anwendungsschicht)	problemnahe Dienste (Mail, Zugriff auf entfernte Dateisysteme, ...)
<i>Schicht 6:</i> <b>Presentation Layer</b> (Datendarstellungsschicht)	Anpassung der Datencodierung
<i>Schicht 5:</i> <b>Session Layer</b> (Kommunikationssteuerungsschicht)	„Sitzungen“ zur Prozeß-Prozeß-Kooperation mit evtl. mehreren Transportverbindungen
<i>Schicht 4:</i> <b>Transport Layer</b> (Transportschicht)	Datentransport zwischen Endsystemen Fehlerbehandlung, Flußkontrolle
<i>Schicht 3:</i> <b>Network Layer</b> (Vermittlungsschicht)	Bestimmung eines Kommunikationswegs im Netz („Routing“) Behandlung von Datenstaus
<i>Schicht 2:</i> <b>Data Link Layer</b> (Sicherungsschicht)	Logical Link Control ( <b>LLC</b> ) Verwaltung von Datenpaketen mit Fehlerbehandlung
	Media Access Control ( <b>MAC</b> ) Zugangsregelung zum Übertragungsmedium
<i>Schicht 1:</i> <b>Physical Layer</b> (Bitübertragungsschicht)	Bitstrom auf dem phys. Übertragungsmedium

## Protokolle im Internet:

OSI:

Internet:

Application		FTP, TELNET, SMTP, HTTP, ...	
Presentation		leer	
Session			
Transport		TCP	UDP
Network		IP	
Data Link		Netzzugang des Rechners	
Physical			

FTP = Datei-Transfer („File Transfer Protocol“)

TELNET = Einloggen in entfernt liegende Rechner

SMTP = Mail-Verkehr („Simple Mail Transfer Protocol“)

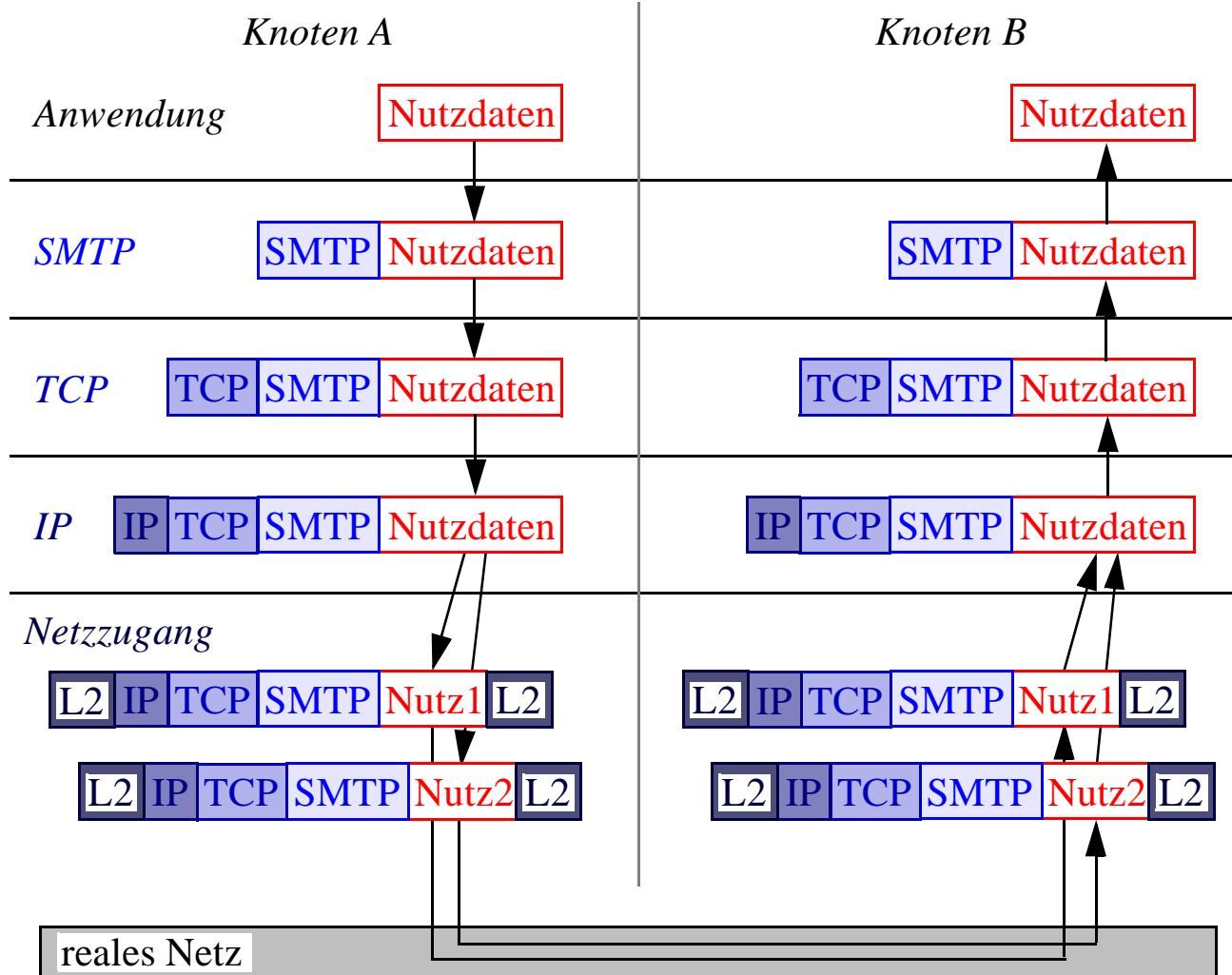
HTTP = Zugriffe auf das WWW („HyperText Transfer Protocol“)

TCP = verbindungsorientiertes Transportprotokoll  
(„Transmission Control Protocol“)

UDP = verbindungsloses Transportprotokoll  
(„User Datagram Protocol“)

IP = Netzprotokoll („Internet Protocol“)

## Datenübertragung über den Internet-Protokollstack (Beispiel E-Mail):



xxx = Header bzw. Trailer des Protokolls xxx

L2 = Schicht-2-Protokoll

## 3. Netze zur Datenkommunikation

### Netze verbinden Computer

### Klassifikation anhand der Ausdehnung:

- **Local Area Network (LAN, lokales Netz)**
  - ein / einige wenige Gebäude - einige wenige Kilometer
  - Beispiele: Ethernet, Token Ring
- **Metropolitan Area Network (MAN)**
  - größeres Gebiet - Großstadt
- **Wide Area Network (WAN, Weitverkehrsnetz)**
  - sehr große Fläche - Land oder Kontinent(e)
  - Verbindung einzelner LANs („Backbone“)
  - Beispiel: nationales und internationales Telefonnetz

### mehrere sendewillige Stationen → Zugangsregelung für das Medium

- Standards u.a. durch IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- für LANs: 802er-Serie = ISO 8802
- z.B. 802.3: **Ethernet**

## Netzbeispiel 1: **Ethernet** - weitverbreitetes LAN

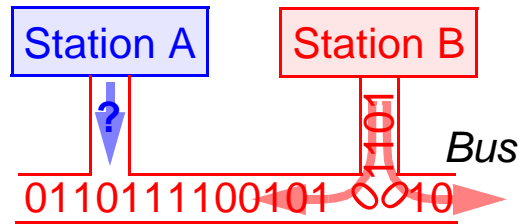
- Versionen:
  - klassisches Ethernet: **10 MBit/s**
  - Fast Ethernet: **100 MBit/s**
  - Gigabit Ethernet: 1000 MBit/s = **1 GBit/s**
  - in der Entwicklung: 10 GBit/s
- Bustopologie



- in der klassischen Form
- Alternativen: „Hubs“, „Switches“
- Regelung des Netzzugangs nach dem **CSMA/CD**-Verfahren
  - CSMA/CD = Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

## CSMA/CD: Datenübertragung ohne Kollision

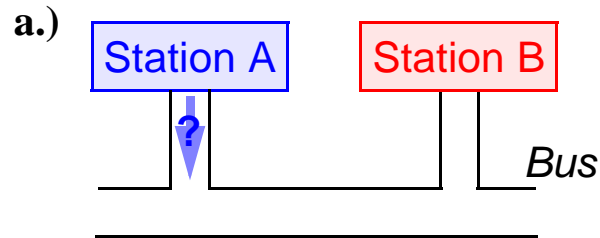
### 1.) Sendeversuch bei belegtem Bus:



*Station A:*

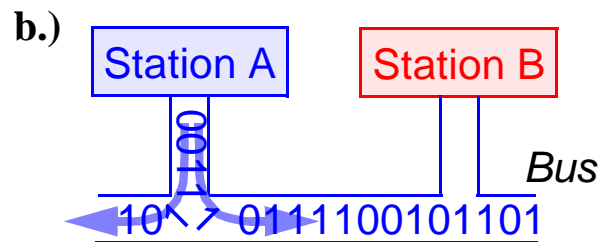
- möchte senden
- hört den Bus ab
- stellt fest, daß Bus belegt
- wartet

### 2.) (erneuter) Sendeversuch bei (jetzt) freiem Bus:



*Station A:*

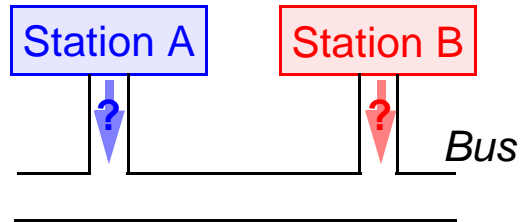
- (hat gewartet)
- hört den Bus (erneut) ab
- stellt fest, daß Bus frei



*Station A sendet*

## CSMA/CD: Datenübertragung mit Kollision

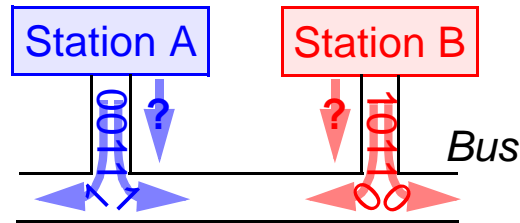
### 1.) gleichzeitiges Abhören des Busses:



*Station A und B:*

- möchte beide senden
- hören beide den Bus ab
- stellen beide fest, daß Bus frei

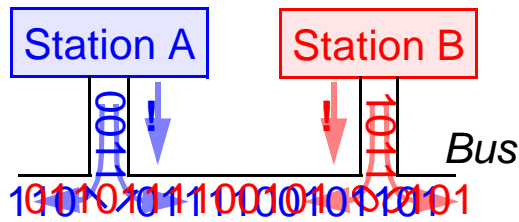
### 2.) gleichzeitiges Senden:



*Station A und B:*

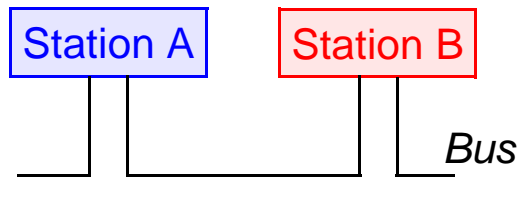
- senden beide
- hört dabei den Bus weiter ab

### 3.) Entdecken der Kollision:



*Station A und B stellen beide die Kollision fest*

### 4.) Abbruch der Sendungen:



*Station A und B:*

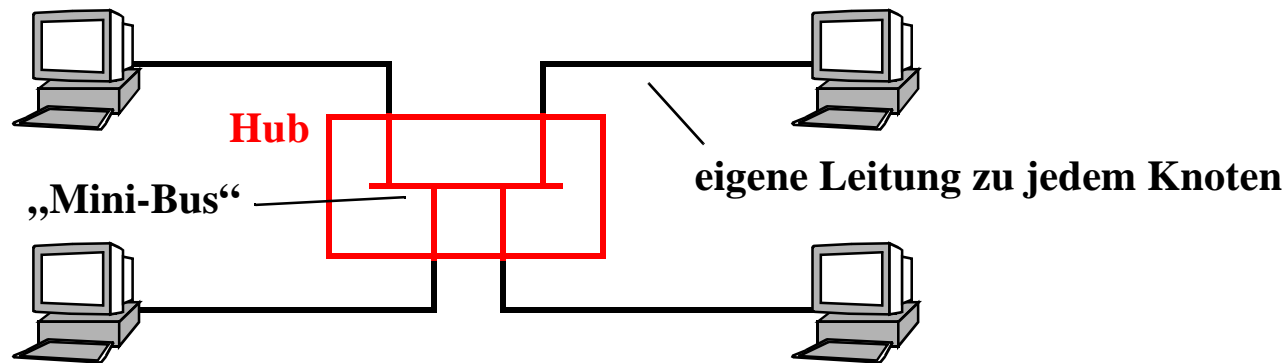
- brechen Sendungen ab
- versuchen es nach Wartezeiten zufälliger Längen erneut



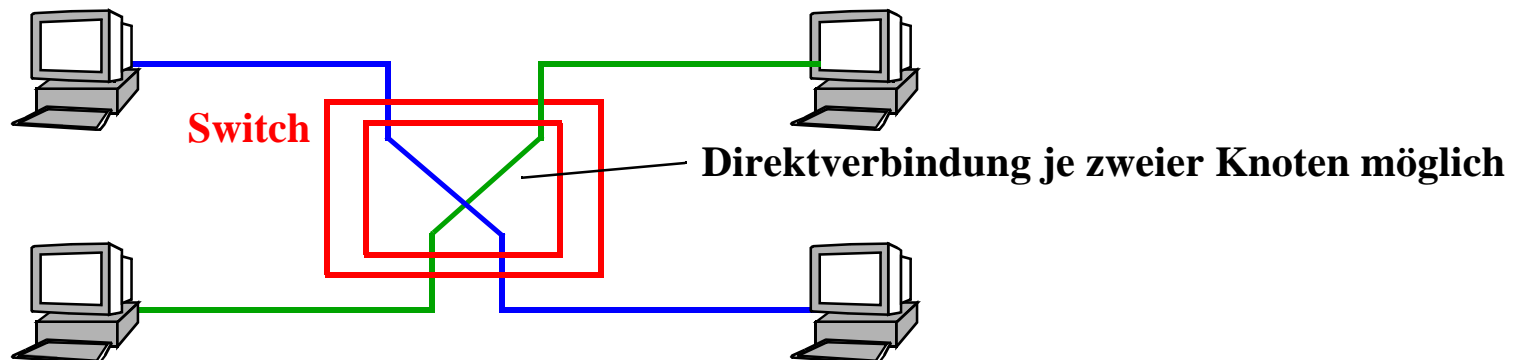
### Probleme mit der klassischen Bustopologie:

- 1.) Lokale Schäden haben meist Auswirkungen auf das ganze Netz
- 2.) Hinzufügen / Entfernen einer Station stört alle anderen
- 3.) Viele Kollisionen bei hoher Netzlast

### Lösung zu 1. und 2.: Einsatz eines zentralen „Hubs“



### Lösung zu 1., 2. und 3.: Einsatz eines zentralen „Switches“



## Netzbeispiel 2: **ISDN** - Integrated Services Digital Network

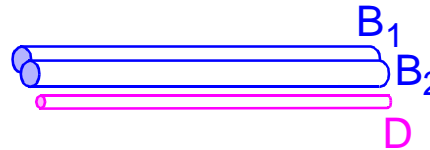
### Ziel:

- digitale Dienste im Telefonnetz
- Integration sprach- und nicht-sprachbasierter Medien
  - Texte, Standbilder, Audio, Video, ...

### Benutzerschnittstellen:

#### • Basisanschluß:

- 2 Datenkanäle (**B-Kanäle**)
  - je 64 kbit/s
- 1 Steuerkanal (**D-Kanal**)
  - 16 kbit/s



#### • Primärmultiplexanschluß:

- 30 Datenkanäle (**B-Kanäle**)
  - 64 kbit/s
- 1 Steuerkanal (**D-Kanal**)
  - 64 kbit/s



### genauere Bezeichnung: **Schmalband-ISDN**

- Alternative: Breitband-ISDN auf ATM-Basis

## Schmalband-ISDN: ein Dienst mit Zukunft?

- **niedrige Bitraten**
  - 64 KBit/s: nicht mehr Stand der Technik
    - z.B. Video: 1-4 MBit/s
  - für akzeptable Qualität: mehrere B-Kanäle nötig → teuer!
- **schrumpfende Marktnische**: Konkurrenz durch

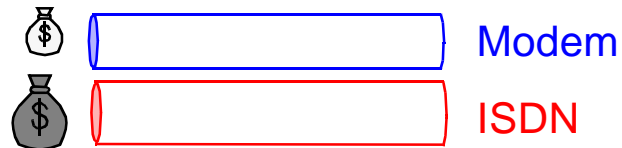
- schnelle In-house-LANs

- 10-1000 MBit/s (Ethernet)  
vs. 64 KBit/s (B-Kanal)



- analoge Modems

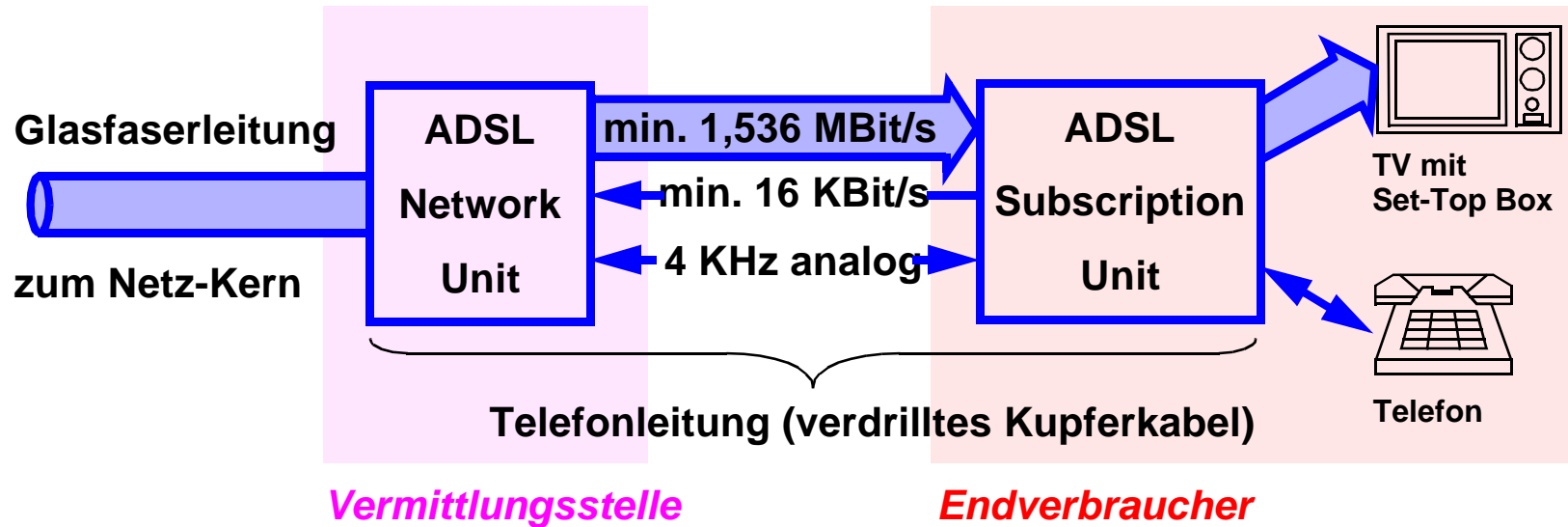
- 56 KBit/s (Modem)  
vs. 64 KBit/s (B channel)
- Analogzugang wesentlich billiger



- xDSL  
und weitere moderne Techniken

## Netzbeispiel 3: **ADSL** - hohe Bandbreite bis zum Endverbraucher

### Architektur:



### charakteristisch:

- hohe Bandbreite vom Netz zum Endverbraucher
  - z.B. für Video on Demand, Surfen im WWW
- niedrige Bandbreite vom Endverbraucher zum Netz
  - für Steuersignale

→ **ADSL = Asymmetric Digital Subscriber Line**

## Alternativen zum Anschluß des Endverbrauchers:

- **SDSL** (Symmetric Digital Subscriber Line)
  - bis zu 2,3 MBit/s in beiden Richtungen
- **FTTC** (Fiber To The Curb)
  - Glasfaser bis nahe an die Häuser
  - Kupferkabel muß nur noch geringe Distanz überbrücken
- **FTTH** (Fiber To The Home)
  - Glasfaser bis in die Häuser
  - sehr teuer
- **HFC** (Hybrid Fiber Coax)
  - Fernsehverkabelung zur Datenübertragung verschiedener Medien
- **WLL** (Wireless Local Loop)
  - Funkwellen zur Datenübertragung
- **„Powerline“**
  - Stromnetz zur Datenübertragung
- **Satellit**
  - Anforderung von Internet-Seiten über Telefon, Lieferung über Satellit

## 4. Vermittlungs- und Transportschicht

### OSI-Schichten 3 und 4

- setzen auf das reale Netz auf

### Vermittlungsschicht:

- „**routet**“ = leitet Pakete über Vermittlungsknoten des Netzes weiter
- Vermittlungsknoten = „Router“

### Transportschicht:

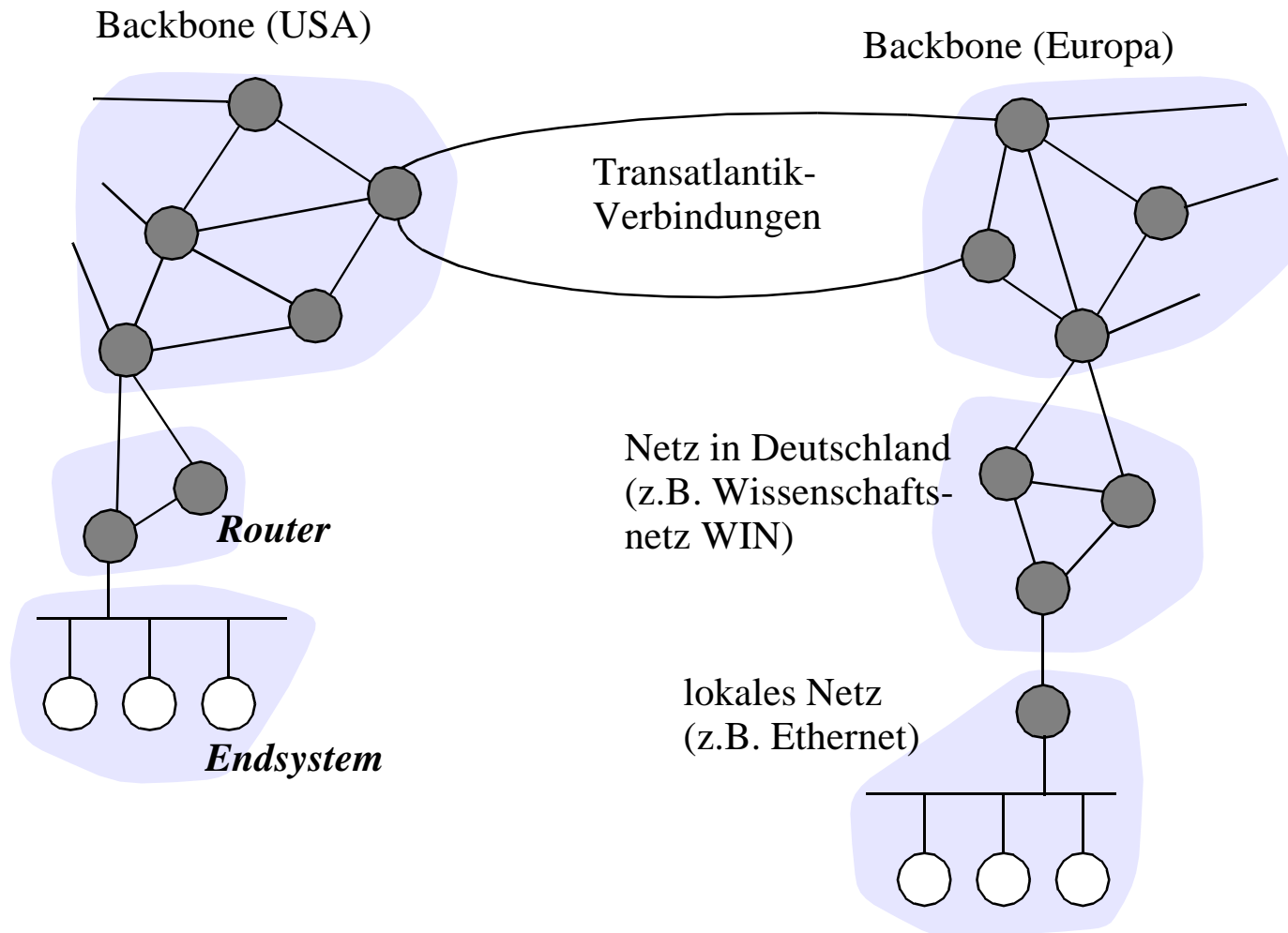
- verbirgt interne Netzstruktur
- damit: transparente **Ende-zu-Ende-Kommunikation** zwischen Endstationen

### bekannteste Protokolle dieser Schichten: im Internet

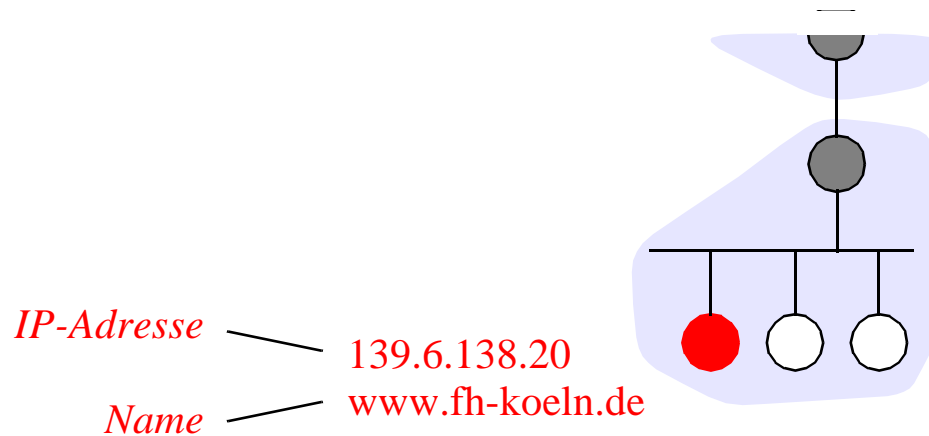
- **IP** (Internet Protocol)
- **TCP** (Transmission Control Protocol)

## Physischer Aufbau des Internets:

- Sammlung von „**Subnetzen**“
  - miteinander verbunden
  - jeweils autonom



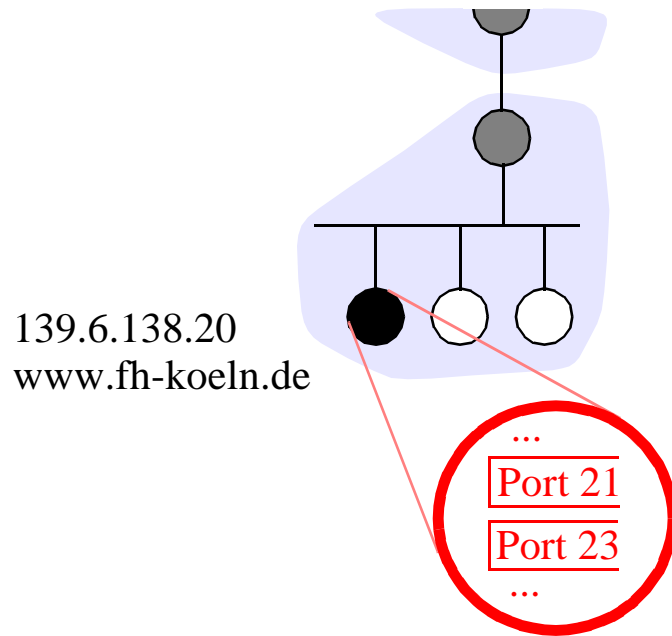
## IP-Adressen:



- Internet-Adressen („**IP-Adressen**“):
  - für jeden Rechner: global eindeutige IP-Adresse
  - aus vier ganzen Zahlen ( $0 \leq n \leq 255$ )
  - enthält Nummer des Subnetzes und Rechnernummer innerhalb des Subnetzes
- **Rechnernamen**:
  - Rechneridentifikation im Klartext
  - **Domain Name System (DNS)**:
    - bildet Namen auf zugehörige IP-Adressen ab
  - Vielzahl kooperierender DNS-Server
    - DNS-Server deckt jeweils Teil des Namensraums ab



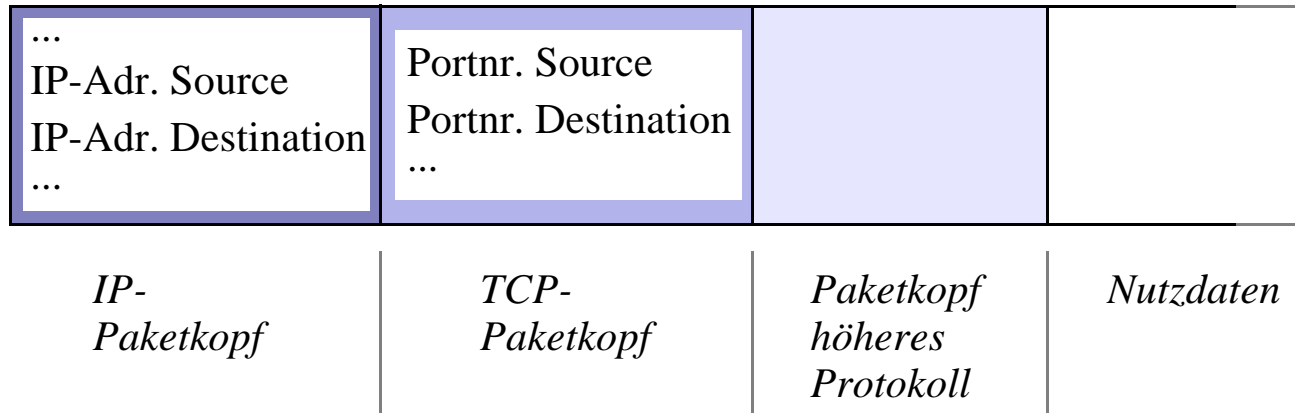
## Ports und Dienste:



- **Portnummern**
  - unterscheiden die Dienste eines Rechners
  - Länge: 16 Bit
- „**well-known ports**“
  - Portnummern  $\leq 255$
  - bestimmten Diensten fest zugeordnet, z.B.
    - Port 21 für FTP-Verkehr
    - Port 23 für Telnet-Dienst

## IP (Internet Protocol):

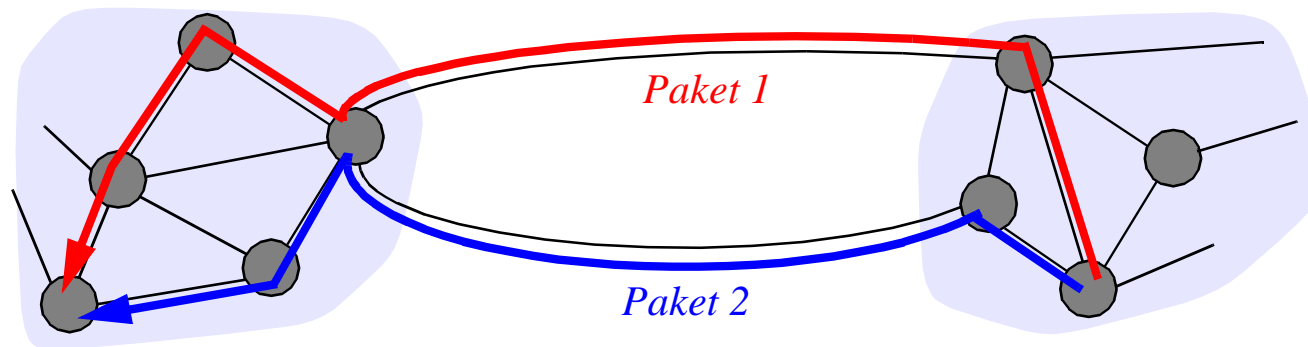
- Vermittlung von Paketen



- „**Routing**“: Weiterleitung der Pakete über die Zwischenknoten des Netzes
- Zwischenknoten = „**IP-Router**“

## IP-Router:

- ermittelt anhand der Zieladresse im Paketkopf, an welchen benachbarten Router das Paket weitergegeben wird
- stützt sich dabei auf seine „**Routing-Tabelle**“
- **ständige Aktualisierung** der Routing-Tabellen
  - durch Informationsaustausch zwischen den Routern
- damit: rasche Reaktion auf Veränderungen im Netz
- Internet ist somit **robust** gegen Ausfälle



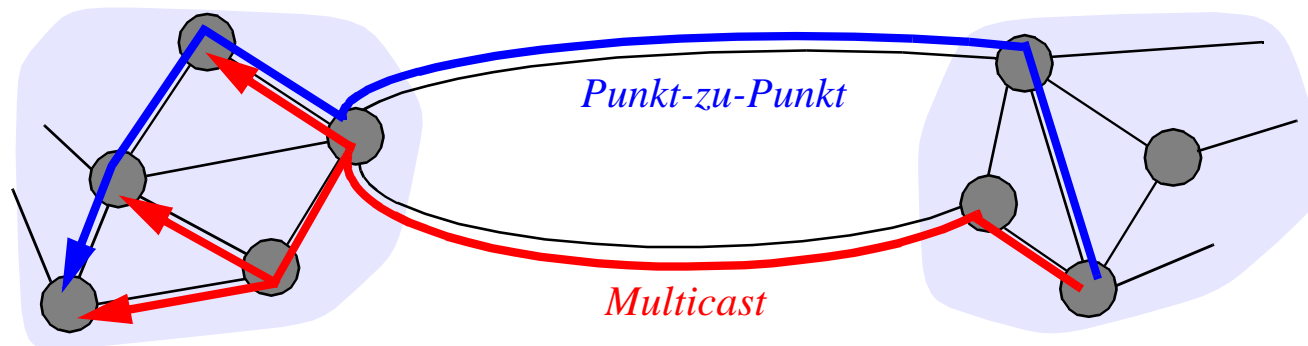
- aber: zwei Pakete eines Senders an einen Empfänger können
  - unterschiedliche Wege nehmen
  - unterschiedlich lange brauchen
  - in verkehrter Reihenfolge eintreffen

## IPv6:

- Nachfolger des aktuellen IP-Protokolls IPv4
  - IPv4 = IP version 4,  
IPv6 = IP version 6
  - andere Bezeichnung: IPnG = IP next generation
- Vorteile:
  - **vergrößerter Adreßraum**
    - IPv4-Adreßraum mit 4-Byte-Adressen stößt an seine Grenzen
    - IPv6: 16-Byte-Adressen
  - vereinfachtes Paketformat
  - **Unterstützung von Multimedia**
    - unterstützt Reservierungsmechanismen
  - Sicherheitskonzepte
  - Unterstützung mobiler Endsysteme

## TCP (Transmission Control Protocol):

- **verbindungsorientierte** Kommunikation zwischen Endstationen
  - vor der eigentlichen Datenübertragung: Verbindungsaufbau
  - anschließend: Verbindungsabbau
- in TCP: nur **Punkt-zu-Punkt**-Verbindungen
  - in IP auch Multicast



- Aufgaben von TCP insbesondere:
  - Zerlegen größerer Pakete „von oben“ in mehrere TCP-Pakete
  - Wiederausammensetzen nach der Übertragung
  - Wiederherstellen der richtigen Paketreihenfolge beim Empfänger
  - Drosselung des Senders bei Überlastung des Netzes
  - erneute Übertragung von Paketen bei Fehlern

## UDP (User Datagram Protocol):

- **verbindungsloses** Transportprotokoll im Internet
- Versenden von Paketen („**Datagrammen**“) ohne Verbindungsaufbau
- auch sonst: wesentlich einfacherer Aufbau als TCP

## 5. World Wide Web

### Rahmenwerk für „verlinkte“ Dokumentensammlung:

- Verknüpfungen sehr vieler Dokumente im gesamten Internet
- im Sprachgebrauch des Laien: „WWW = Internet“
- andere Bezeichnungen: WWW, W3, Web

### Architektur: **Client-Server-System**

- Server bieten Dokumente („**Seiten**“) an
  - Dokumentensprache: **HTML**
  - verschiedene Medien: Text, Grafik, Audio, ...
- Clients nutzen Dokumente
  - mit Hilfe von **Browsern**
  - Holen des Dokuments
    - Interpretation des Inhalts
    - Generierung des Layouts
    - Anzeige
- Kommunikation über **HTTP**-Protokoll
  - HTTP = HyperText Transfer Protocol
  - aufsetzend auf TCP/IP

#### Server:



#### Client:



*HTTP*

## WWW-Dokumente können enthalten:

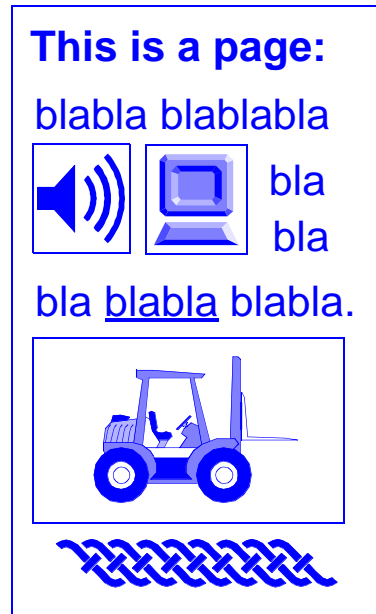
- Texte
- Icons
- Grafiken / „Maps“
- Standbilder
- Audio-Clips
- Video-Clips

## Alle Medien können Links zu anderen Seiten enthalten

- außer Audio / Video

## Medien werden angezeigt

- entweder durch den Browser selbst
  - evtl. mit Hilfe einer Browser-Ergänzung („Plug-in“)
- oder durch externes Programm („Viewer“)
  - z.B. Windows Media Player für Videos
  - z.B. Acrobat Reader für PDF-Dateien





## Codierung des Seiteninhalts in HTML:

- **HTML = „Hypertext Markup Language“**
  - HTML-Dokument ist reiner ASCII-Text
  - Dokument enthält „**Markups**“ / „**Tags**“
    - markieren Teile des Dokuments
  - Browser
    - verstehen Markups
    - benutzen sie bei der Erstellung des Layouts
- Einige wichtige HTML-Markups:
  - `<HEAD>...</HEAD>`: Seitenkopf
  - `<B>...</B>`: Fettdruck
  - `<I>...</I>`: Kursivdruck
  - `<P>`: Neuer Absatz
  - `<IMG SRC=“...“>`: Einbinden eines Bilds
  - `<A HREF=“...“>...</A>`: Link auf eine andere Seite
- HTML-Nachfolger: XML
  - **XML: Extensible Markup Language**
  - Vorteil 1: Beschreibung der Dokumentenstruktur
    - nicht nur Layout
  - Vorteil 2: Erweiterbar für verschiedene Medien / Anwendungen

### HTML-Datei:

```
<HTML>
<HEAD>My Page</HEAD>
<BODY>
This is my own Web page.
<P><B>Ain't it nice?</B>
<P>Here's my picture:
<IMG SRC="myself.jpg">
<P>That's all for now!
</BODY>
</HTML>
```

## Tag <A> zur Definition von Links:

- Format: **<A HREF="uniform resource locator"> anklickbare Einheit </A>**
- Beispiel:
  - HTML: „Click <A HREF="http://www.fh-koeln.de/fb/fb-nt"> here</A> for Fb. NT.“
  - Layout: „Click here for Fb. NT.“
  - Benutzer: Klicken auf „here“ lädt das Dokument „www.fh-koeln.de/fb/fb-nt“

## Uniform Resource Locator (URL):

- „Adresse“ einer Seite
- Format: **Protokoll-Name: // Host-Name / Dateiname**
  - Beispiel: siehe oben
- URL umfaßt drei Angaben:
  - Zugriffsprotokoll
    - http, ftp, gopher, file, mailto, telnet, news
  - Name des Server-Rechners („Host“)
  - Name der Dokumenten-Datei
    - lokal zum Host

## Forms:

- „Formulare“
- zur Übertragung von Informationen vom Client zum Server
- Layout:

Please send me more information!

Name:

Street:

City:

- HTML-Darstellung:

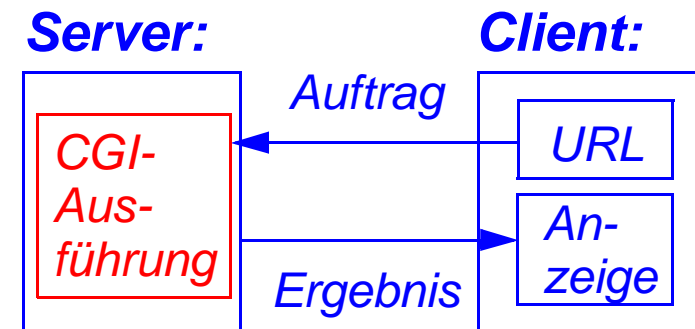
```
...  
<FORM ACTION="http://www.info.com/cgi-bin/infoorder"  
METHOD=POST>  
  
<P>Please send me more information!  
<P>Name <INPUT NAME="customer" SIZE=30>  
<P>Street <INPUT NAME="street" SIZE=30>  
<P>City <INPUT NAME="city" SIZE=30>  
<INPUT TYPE=SUBMIT VALUE="Send!">  
</FORM>...
```

## <FORM>-Tag spezifiziert:

- Art der Übertragung
  - z.B. POST: Senden einer Nachricht
  - Nachricht hier z.B.:  
customer=George+W+Bush&street=The+White+House&city=Washington
- Aktion, die der Server ausführen soll
  - z.B. Ausführung eines CGI-Scripts

## CGI: Common Gateway Interface

- **CGI-Script:** Programm
  - **Ausführung beim Server**
  - zur Erfüllung eines Client-Auftrags
    - wie durch übertragene Parameter spezifiziert
    - z.B. Datenbank-Zugriff
- Übertragung der Script-Ausgabe zum Client
  - z.B. neu erzeugte WWW-Seite
  - Anzeige beim Client
- Adressierung der Scripts über URLs
  - meist im Verzeichnis cgi-bin



## Probleme mit CGI:

- Interaktionsmöglichkeiten des Clients sind beschränkt
- denn: Programmausführung beim Server

## Lösung:

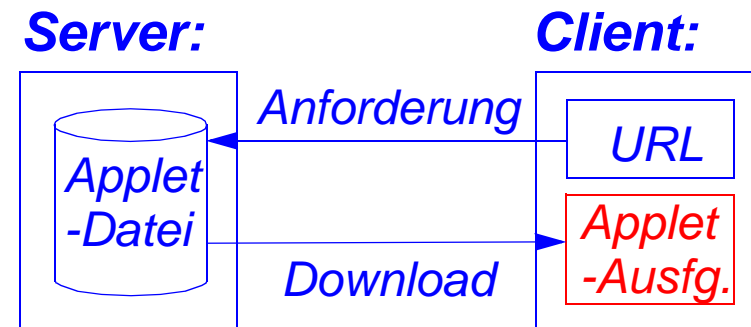
- Programmausführung beim Client

## Idee:

- URL zeigt auf Programmdatei
  - Programm = **Applet**
- Browser lädt Applet auf den Client
- Client führt Applet aus

## Vorteile:

- verbesserte Interaktivität von WWW-Seiten
- Erweiterung des Browsers „on-the-fly“
  - z.B. Laden neuer Viewer

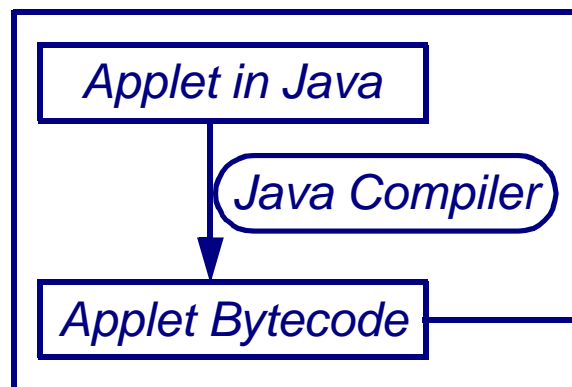


## Java:

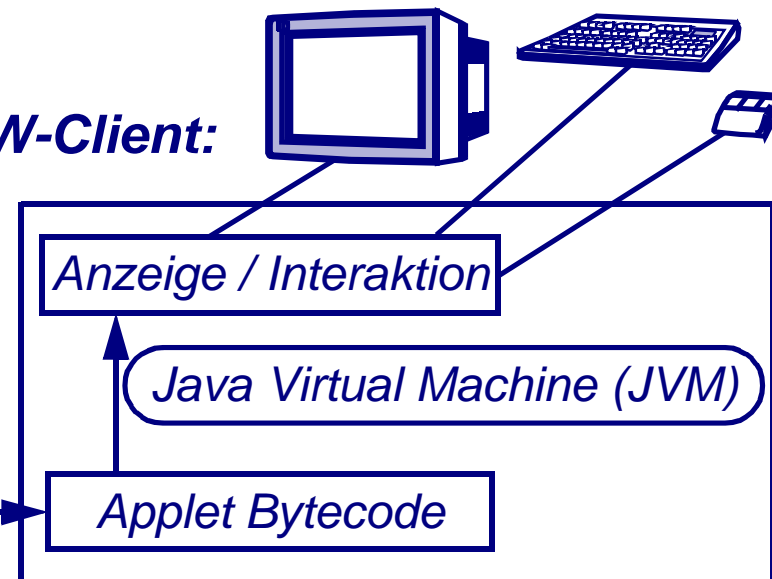
- Programmiersprache u.a. für Applets
- Ursprung bei Sun Microsystems
- objektorientiert: ähnlich C++
- Übersetzung in Maschinensprache oder Zwischensprache („Bytecode“)

## Schritte zur Applet-Ausführung:

### WWW-Server:



### WWW-Client:



Laden

## Einbettung von Applets in HTML-Dokumente:

- durch Tag <APPLET>
- z.B.: <APPLET CODE="game.class" WIDTH=100 HEIGHT=200></APPLET>

## Vordefinierte Java-“Klassen“:

- Programmkomponenten, die bestimmte Dienste realisieren
  - im „Lieferumfang“ enthalten
- **Java.applet**
  - grundlegende Dienste für Applets
  - z.B. WWW-Seiten laden und anzeigen, Audio-Clips abspielen
- **Java.awt**: Abstract Window Toolkit
  - Unterstützung von Fensteroberfläche und Maus
  - z.B. Buttons / Scrollbars / Grafiken zeichnen, auf Mausclicks reagieren
  - Nachfolger: **Javax.swing**
- **Java Media APIs**
  - API = Application Programming Interface = Programmierschnittstelle
  - Unterstützung von
    - Verarbeitung von Audio und Video
    - Manipulation von 2D- und 3D-Grafiken
    - Erkennung und Synthese von Sprache
  - z.B. **Java Media Framework (JMF)**
    - Aufzeichnung und Anzeige von Multimedia-Daten
- viele weitere Klassen

## **Problem: Bedrohung der Sicherheit des Client**

- Einschleusen von Viren
- Ausspähen von Informationen
- etc.etc.

## **Java-Sicherheitsmechanismen in**

- Sprachdefinition
- Programmübersetzung
- Programmübertragung
- Programmausführung

**Aber: Sind wirklich alle Sicherheitslöcher gestopft?**