

## Resümee (1)

- Einordnung der Vorlesung
- Informationsgesellschaft
  - Wachstum des Internet
  - Informationszeitalter
  - wirtschaftliche Aspekte
- Historisches zur Telekommunikation
  - Fackeln, Trommeln, Brieftauben, Reiterboten...
  - optische Telegraphen (ca. 1790 - 1850)
  - elektrische Telegraphen (ca. ab 1835)
  - Telefon (ca. ab 1870)
  - Funktelegrafie (ca. ab 1900), Rundfunk (ca. ab 1925)
  - Digitalisierung, Satelliten, Glasfaser (ca. ab 1965)
- Rechnernetze: LAN, WAN

## Resümee (2)

- Dimensionen bzgl. Ausdehnung und Bitrate
- Typen von Kommunikationskanälen
  - Anforderungsklassen von Anwendungen möglichst "gerecht" werden
- Netztypen
  - geschaltete Netze
  - Paketvermittlungsnetze
- Strukturen und Topologien von Netzen
- Bandbreite und Verzögerung

## Resümee (3)

- Multiplexverfahren
  - Frequenzmultiplex
  - syn. Zeitmultiplex
  - asyn. Zeitmultiplex
- Asynchrones Zeitmultiplex: Verzögerung
- Kommunikationsprotokolle
  - Schichtenmodell
  - Typische Aufgaben einzelner Schichten
  - Terminologie: Dienst, Interface, Protokoll,
- ISO-OSI-Referenzmodell
  - Zweck und Aufgaben der 7 Schichten im OSI-Modell

## Resümee (4)

- Protokoll-Stack
- Internet-Protokollhierarchie
- Übertragungsmedien (leitungsgebunden)
  - Twisted pair
  - Koaxialkabel
  - Lichtwellenleiter
- Physische Internet-Infrastruktur
  - weltweite Informationsflüsse
  - Seekabel
- Signalübertragung über Nachrichtentechnische Kanäle
  - kontinuierlich <--> diskret
  - analog <--> digital
- Bandbreite und Bitrate
- Modulationsverfahren
- Modems

## Resümee (5)

- Modems
  - V.24 bzw. RS-232-C: Signaldefinition
  - Nullmodem
- Grenze der Übertragungsrate von Modems
  - analoges Telefon; Theorem von Shannon
- Codes
  - Übertragungs-codes: NRZ; RZ, Bipolar, Manchester
  - Gruppencodierung; Quellencodierung
- Asynchrone Datenübertragung
  - Bytes unabhängig voneinander; Gleichlauf nur während eines Zeichens
- Synchrone Datenübertragung
- Rahmenbildung
- Character- und Bit-stuffing
- Zeichen- bzw. bitorientierte Übertragung
- UART- Baustein

## Resümee (6)

- Bitfehler bei der Übertragung
  - Ursachen
  - Prüfsummen
- Flusssteuerung, Laststeuerung, Stauvermeidung
- Stop-and-Wait-Protokoll
  - 1) Fehlersicherung durch ARQ
  - 2) Reihenfolgeerhalt
  - 3) Flusssteuerung
- Alternating Bit: Optimierung mit 0/1- Sequenznummern
- Probleme von Stop-and-Wait bzw. Alternating Bit?
  - ACK kommt nach dem timeout an (hilft Sequenznr. im ACK?)
  - schlechte Kanalausnutzung: Effizienzberechnung an Beispielen
- Sliding-Window-Protokoll
  - Prinzip: Fenster (von Puffern) auf Sender- und Empfängerseite
  - Pipelining: Sender hat einen "Kredit"
  - Fehlerbehandlung durch Retransmissionen

## Resümee (7)

- Sliding-Window-Protokoll
  - "Recycling" von Sequenznummern (und Pufferplätzen)
  - Effizienz in Abhängigkeit verschiedener Parameter
- HDLC-Protokoll
- Klassisches Ethernet
  - Komponenten, Paketaufbau, MAC-Adressen
  - Prinzipien: CSMA/CD, Kollisionserkennung
- Tranceiver; Repeater
- Durchsatz und Überlastverhalten

## Resümee (8)

- Ethernet-Varianten: 10 Base 2; 10 Base T
- Hub und Switch
- Token-Ring
  - Rahmenformat
  - Ring-Management (Kontrollsignale, Monitor...)
  - Election-Protokoll für Monitor
  - FDDI
- High-speed LANs
  - Fast Ethernet (100 Mb/s)
  - Gigabit Ethernet

## Resümee (9)

- Netzkoppelungen / Gateways
  - Tunneln
  - Repeater
  - Brücken: Selbstlernverfahren; Schleifenproblem
  - Router
- Flooding-Algorithmus
- Distance-Vector-Routing
  - dezentraler Algorithmus für kürzeste Wege
  - Spannbaum aus Routingtabellen
- Spannbaumprotokoll für Ethernet-LANs
- Source-Routing

## Resümee (10)

- Internet: geschichtliche Entwicklung
  - Verbreitungsgeschwindigkeit, Durchdringung
- Internet Protocol (IP)
  - UDP und TCP
  - Adressen
  - ICMP-Protokoll
- Beispiele zu ping und traceroute
- IP-Adressformat
  - Adressklassen
- IP-Paketformat

---

### - Ubiquitous Computing

- “Der Trend zur Informatisierung und Vernetzung aller Dinge”
- [www.inf.ethz.ch/vs/publ/pdf/ubicom.pdf](http://www.inf.ethz.ch/vs/publ/pdf/ubicom.pdf)

## Resümee (11)

- IPv6
  - Motivation: Probleme mit IPv4
  - Adressformat und Header-Aufbau
  - neuere, über IPv4 hinausgehende Eigenschaften
- “Autonome Systeme” im Internet
- Routing
  - zentral, dezentral, hierarchisch
  - Link State-, OSPF-Verfahren
  - BGP-Verfahren
  - “policy routing”
  - Routingprobleme in der Praxis

## Resümee (12)

- Routing
  - Anforderungen und Trends bei Routern
  - IP-Multicasting
- TCP
  - Transportprotokoll (unstrukturierter Bytestrom, voll duplex)
  - Adressierung von Ports als Kommunikationsendpunkte
  - Socket-Programmierschnittstelle (C, Java)
  - Header-Aufbau
  - Verbindungsauf- und abbau
  - Protokoll-Zustandsdiagramme
  - Fluss- und Laststeuerung (sliding window-Protokoll; Congestion Window)
  - Slow-start-Protokoll
  - TCP-Benchmarks

## Resümee (13)

- Namen und Adressen
  - Telefonkabel: xDSL-Technik
  - DNS im Internet
  - Nameserver
- Intranet
- Firewall
- Hochgeschwindigkeitsanschluss für alle Haushalte
  - Telefonkabel: xDSL-Technik
  - TV-Kabel: Kabelmodem
  - Stromkabel: Digital Powerline
- Mobile / drahtlose Kommunikation
  - wireless LAN; IEEE 802.11 MAC

## Resümee (14)

- Mobile Geräte am Internet
  - Beispiel "Smartphones"
- Nahbereichsnetze
  - drahtlos: Bluetooth; HomeRF
  - Body Area Networks
- Probleme / Herausforderungen mobiler und drahtloser Kommunikation
- Satelliten
  - Leistungsmessung TCP über Satelliten
- Ortslokalisierung

# Resümee der Vorlesung

- Informationsgesellschaft
- Geschichte der Kommunikation
- Kommunikationsprotokolle, Schichtenmodell
- Nachrichtentechnische Grundlagen
- Übertragungsprotokolle (u.a. Sliding-Window)
- Lokale Netze (Ethernet, Token-Ring)
- Routing
- IP (Adressformat, Paketformat, IPv6)
- TCP
- Mobile / drahtlose Kommunikation; Satelliten

