

## Organisatorisches

Literatur zu den Inhalten der einzelnen Sitzungen:

*HKI-Bibliothek (Bestandsliste siehe HKI-Webseite)*

*Handapparat?*

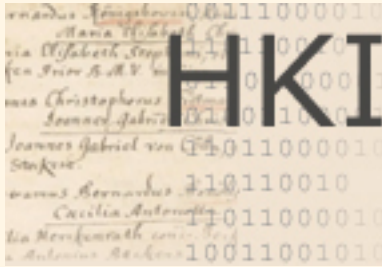
*Skript von T. Schaßan*

Klausurvorbereitung:

*Stoff jeweils nach den einzelnen Sitzungen aufbereiten*

*Beispielfragen zur Klausur bearbeiten !*

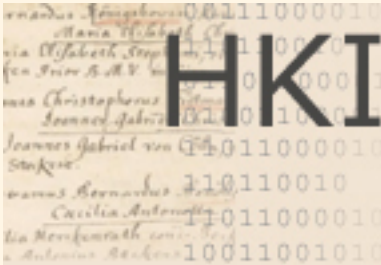
*Lerngruppen ?*



# Rechnerkommunikation

## 1. Rechnerkommunikation – Warum?

- Rechner dient als Kommunikationsmedium
- Zugriff auf entfernte Ressourcen
  - § Nutzung von Ressourcen ohne geographische Beschränkungen
  - § gemeinsame Nutzung von Ressourcen
- Wirtschaftliche Faktoren
- Zuverlässigkeit bei der Datenverarbeitung
  - § Überwindung eines Hardwareausfalls
- Kostenersparnis
  - § kleine Computer haben ein günstiges Preis-/Leistungsverhältnis à Client/Server-Modell
  - § Skalierbarkeit: Steigerung der Systemleistung durch Einbindung zusätzlicher Maschinen



# Rechnerkommunikation

## Client/Server-Modell

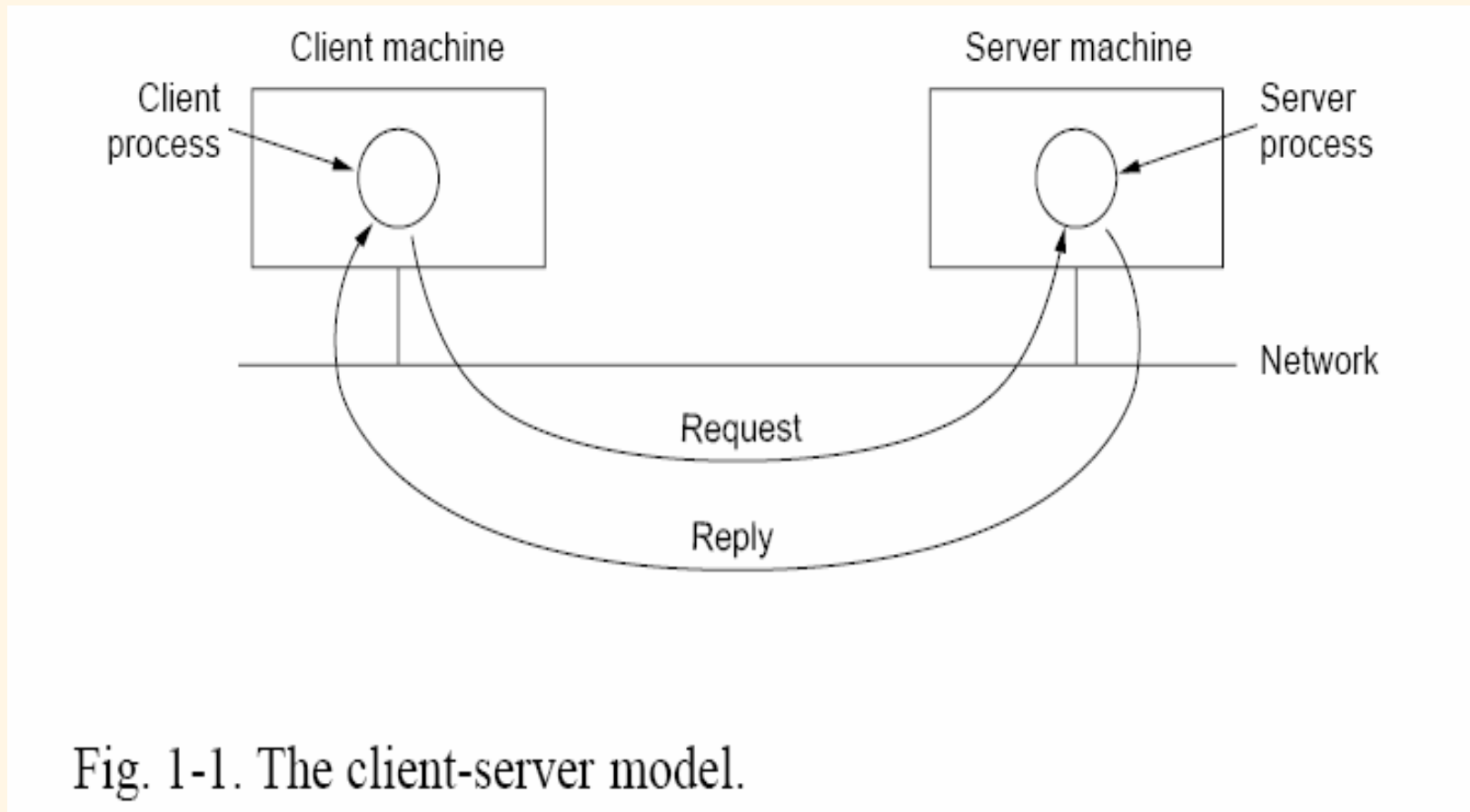
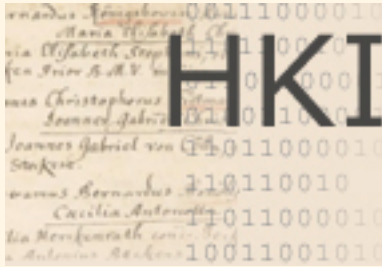


Fig. 1-1. The client-server model.



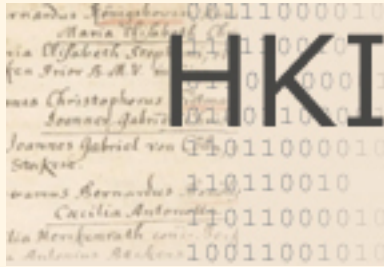
# Rechnerkommunikation

## 2. Netzwerke – Hardwareaspekte

### 2.1 Klassifikation von Netzen nach Betriebsarten/ Übertragungstechnik

#### 2.1.1 Übertragungsrichtung

- Simplex-Übertragung
  - § Datentransfer erfolgt immer in einer Richtung
  - § Die Rollen Sender/ Empfänger sind immer festgelegt
  - § Z.B. Lautsprecher
- Halbduplex-Übertragung
  - § Datentransfer in beide Richtungen möglich
  - § Sender/ Empfänger –Rollen können variieren
  - § Z.B. Wechselsprechanlage
- Duplex-Übertragung
  - § Datentransfer in beide Richtungen *gleichzeitig* möglich
  - § Eine Station kann gleichzeitig Sender und Empfänger sein
  - § Z.B. Telefon



# Rechnerkommunikation

## 2.1.2 Übertragungsbreite

- Anzahl der Zeichen, die gleichzeitig übertragen werden
  - § *Serieller* Transfer  
= bitweises Übertragen der Zeichen auf einen Kanal
  - § *Paralleler* Transfer  
= mehrere Bits werden gleichzeitig übertragen
  - Ø Nachteile:
    - Kosten: benötigt vieladrige Kabel;
    - variierende Übertragungszeiten auf Einzelkanälen → langsamere Übertragung

## 2.1.3 Verbindungsarten

- Punkt-zu-Punkt-Verbindung
- Mehrpunktverbindung



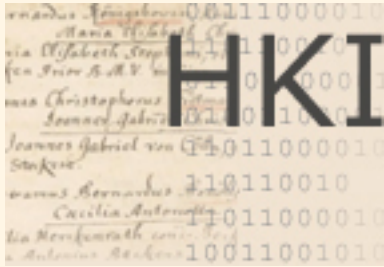
## Rechnerkommunikation

### *Mehrpunktverbindung*

- Es gibt einen einzigen Übertragungskanal, der von allen ans Netz angeschlossenen Maschinen gemeinsam benutzt wird.
- Senden an alle Maschinen (broadcast), eine Teilmenge (multicast) oder eine einzige Maschine möglich:
  - § Ein im Paket enthaltenes Adressfeld gibt den Empfänger an.
  - § Ist ein Paket an alle adressiert, empfangen alle die Nachricht.

### *Punkt-zu-Punkt-Verbindung (point-to-point)*

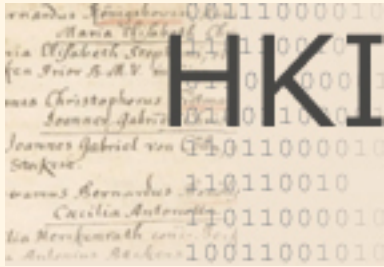
- bestehen aus Verbindungen zwischen einzelnen Paaren von Maschinen
- Daten müssen evtl. über dazwischen liegende Maschinen weitergeleitet werden, direkter Austausch nur zwischen Paaren möglich.
- Mehrere Routen unterschiedlicher Länge sind zwischen A und B möglich



# Rechnerkommunikation

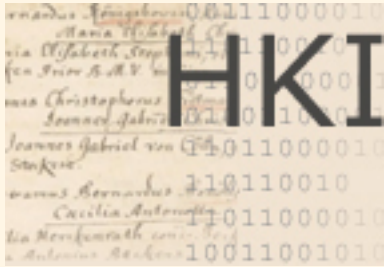
## 2.1.4 Übertragungsverfahren

- *Asynchrone* Übertragung
  - § Bei der asynchronen Übertragung wird der Gleichlauf der Zeitraster des Senders und des Empfängers nur für jeweils ein Zeichen (Byte) hergestellt.
  - § Dazu wird jedes zu übertragende Zeichen mit einem vorangehenden Startbit und einem oder zwei abschließenden Stopbit versehen (Start-/Stop-Übertragung).
  - § Die Zeichen einer *Zeichenfolge* können in willkürlichen Zeitabständen übertragen werden.



## Rechnerkommunikation

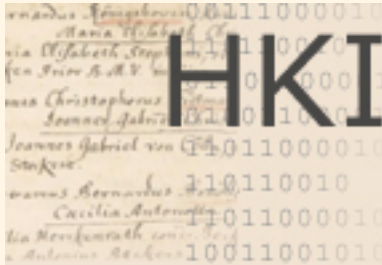
- *Synchrone* Übertragung
  - § zwei miteinander verbundene Rechner sind über ein Taktsignal synchronisiert
  - § Übertragung von geschlossenen Folgen von Zeichen, die sich lückenlos aneinanderreihen
  - § Durch vorangehende und abschließende Steuerzeichen (Synchronwörter) wird der Gleichlauf der Zeitraster für die Dauer der gesamten Übertragung hergestellt. Sender und Empfänger sind also für die Dauer der Übertragung der gesamten Zeichenfolge synchronisiert.
  - § kein Start- und Stopbit für jedes einzelne Zeichen



# Rechnerkommunikation

## 2.1.5 Übertragungsart

- *Analoge* Datenübertragung
  - § Übertragung von elektrischen *Schwingungen*
  - § Z.B. Sprache über Telefonleitung
- *Digitale* Datenübertragung
  - § Übertragung von elektrischen *Impulsen* (kurze Stromstöße), in die die zu übertragenden Bit durch geeignete Codierung umgewandelt werden.
  - § Auf analogen Übertragungswegen können auch digitale Daten übertragen werden (à MOdulator/ DEModulator)



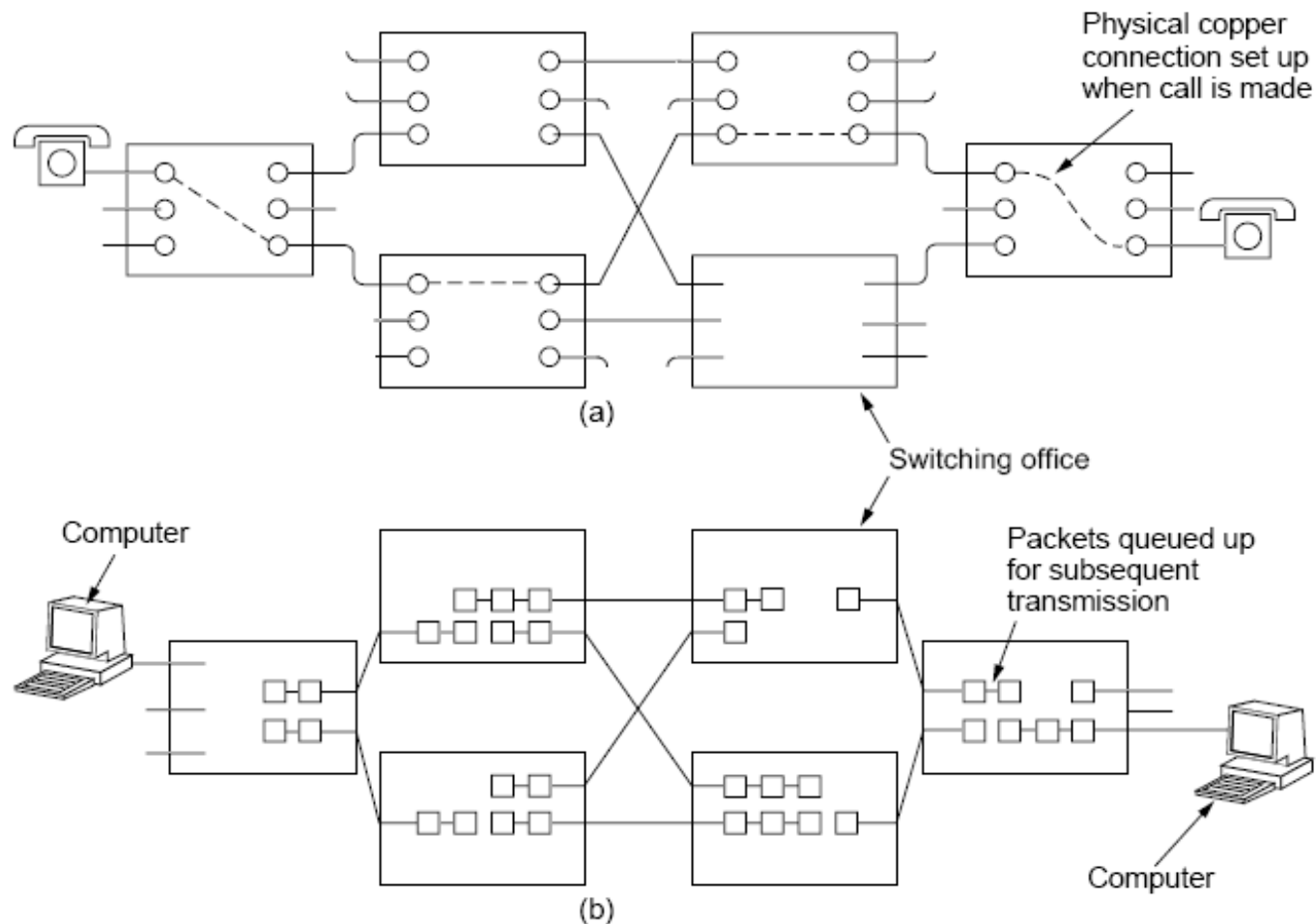
# Rechnerkommunikation

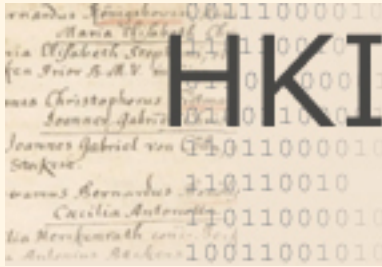
## 2.1.5.1 Vermittlung in Rechnernetzen

- *Leitungsvermittlung (circuit switching)*
  - § Aufbau einer durchgehenden physikalischen Verbindung, die während der gesamten Übertragung kontinuierlich erhalten bleibt
  - § Übertragungsweg wird *vor* Transfer der Daten hergestellt
  - § Z.B. konventionelles Telefonnetz
- *Paketvermittlung (packet switching)*
  - § Sender zerlegt Nachricht in einzelne Teile (Pakete), die eine festgelegte Maximalgröße haben
  - § Pakete werden nacheinander verschickt, ohne auf den vollständigen Empfang der vorherigen Pakete warten zu müssen
    - à erhöhter Durchsatz
  - § Paketwege können differieren
  - § Empfänger setzt die Pakete wieder zu einer vollständigen Nachricht zusammen
  - § Gilt für die meisten Rechnernetze



# Rechnerkommunikation

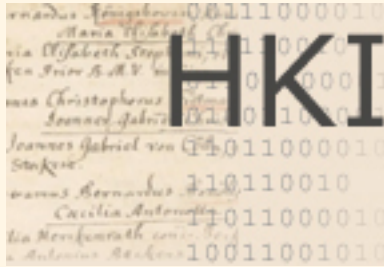




## Rechnerkommunikation

Eigenschaft	Leitungsvermittlung	Paketvermittlung
Gesprächsaufbau	Notwendig	Nicht notwendig
Dedizierter physikalischer Pfad	Ja	Nein
Alle Pakete verlaufen auf der gleichen Route	Ja	Nein
Pakete kommen der Reihe nach an	Ja	Nein
Ausfall einer Vermittlungsstelle ist fatal	Ja	Nein
Verfügbare Bandbreite	Fest	Dynamisch
Punkt möglicher Überlastungen	Beim Verbindungsaufbau	Bei jedem Paket
Potentielle Verschwendung von Bandbreite	Ja	Nein
Übertragung mit Zwischenspeicherung	Nein	Ja
Transparenz	Ja	Nein
Gebührenberechnung	Pro Minute	Pro Paket

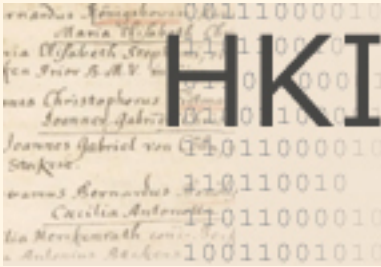
**Abbildung 2.40:** Vergleich von leitungsvermittelten und paketvermittelten Netzen



# Rechnerkommunikation

## 2.2 Klassifikation von Rechnernetzen nach Reichweite

10 m	Room	} Local area network
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	} Metropolitan area network
100 km	Country	} Wide area network
1,000 km	Continent	
10,000 km	Planet	} The internet



# Rechnerkommunikation

## 2.2.1 LAN (Local Area Network)

- private Netze innerhalb eines Gebäudes oder Komplexes mit geringer Reichweite
- hinsichtlich der Größe begrenzt
- bestehen aus einem Kabel, an das alle Maschinen angeschlossen sind (Broadcast-LAN)
- z.B. Ethernet (Bus-basiert)

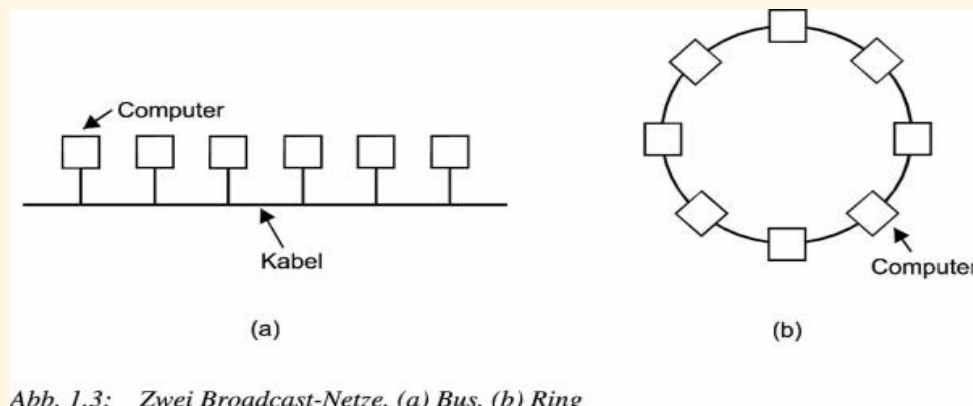
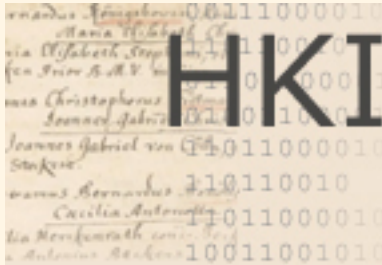


Abb. 1.3: Zwei Broadcast-Netze, (a) Bus, (b) Ring



# Rechnerkommunikation

## 2.2.2 MAN (Metropolitan Area Network)

- hat nur ein oder zwei Kabel und enthält keine Verbindungselemente, die Pakete abblocken
- DQDB (Distributed Queue Dual Bus) (IEEE 802.6)

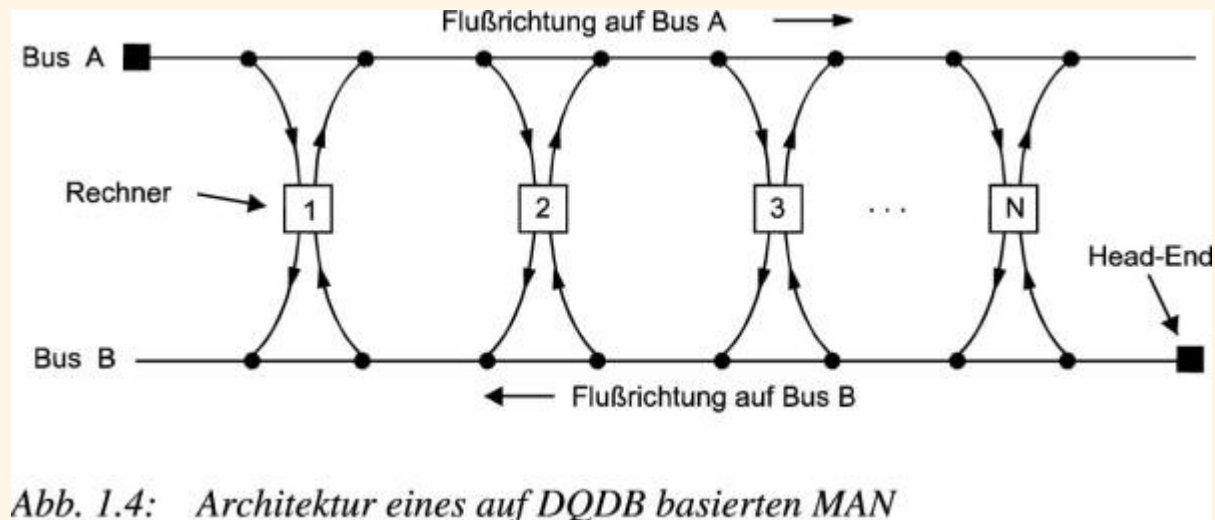
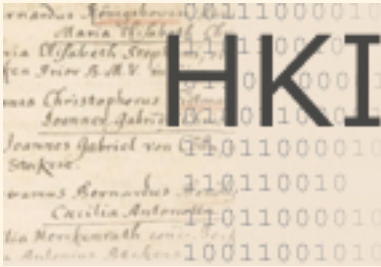


Abb. 1.4: Architektur eines auf DQDB basierten MAN



# Rechnerkommunikation

## 2.2.3 WAN (Wide Area Network)

- umfasst eine Sammlung von Maschinen (Endsystemen, Hosts), die über ein Kommunikationsteilnetz (Subnetz) an das WAN angeschlossen werden.
- Aufgabe des Teilnetzes ist es, Nachrichten von Host zu Host zu übertragen.
- meist bestehen die Teilnetze aus zwei Komponenten:
  - Übertragungsleitungen
  - Vermittlungselemente (Router)

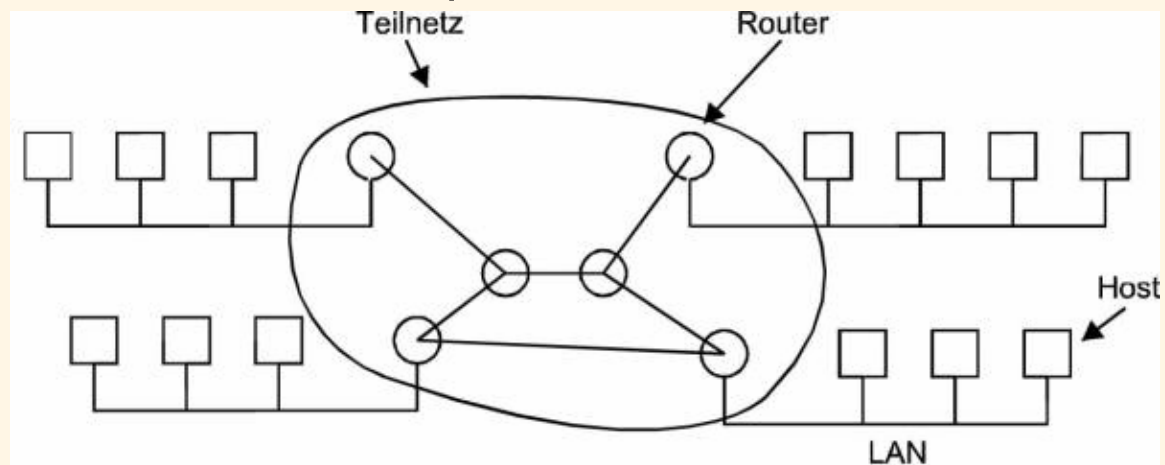
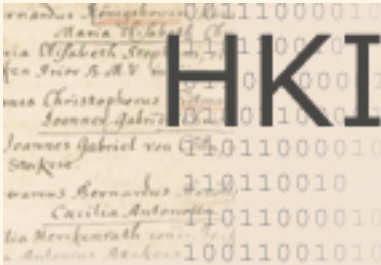
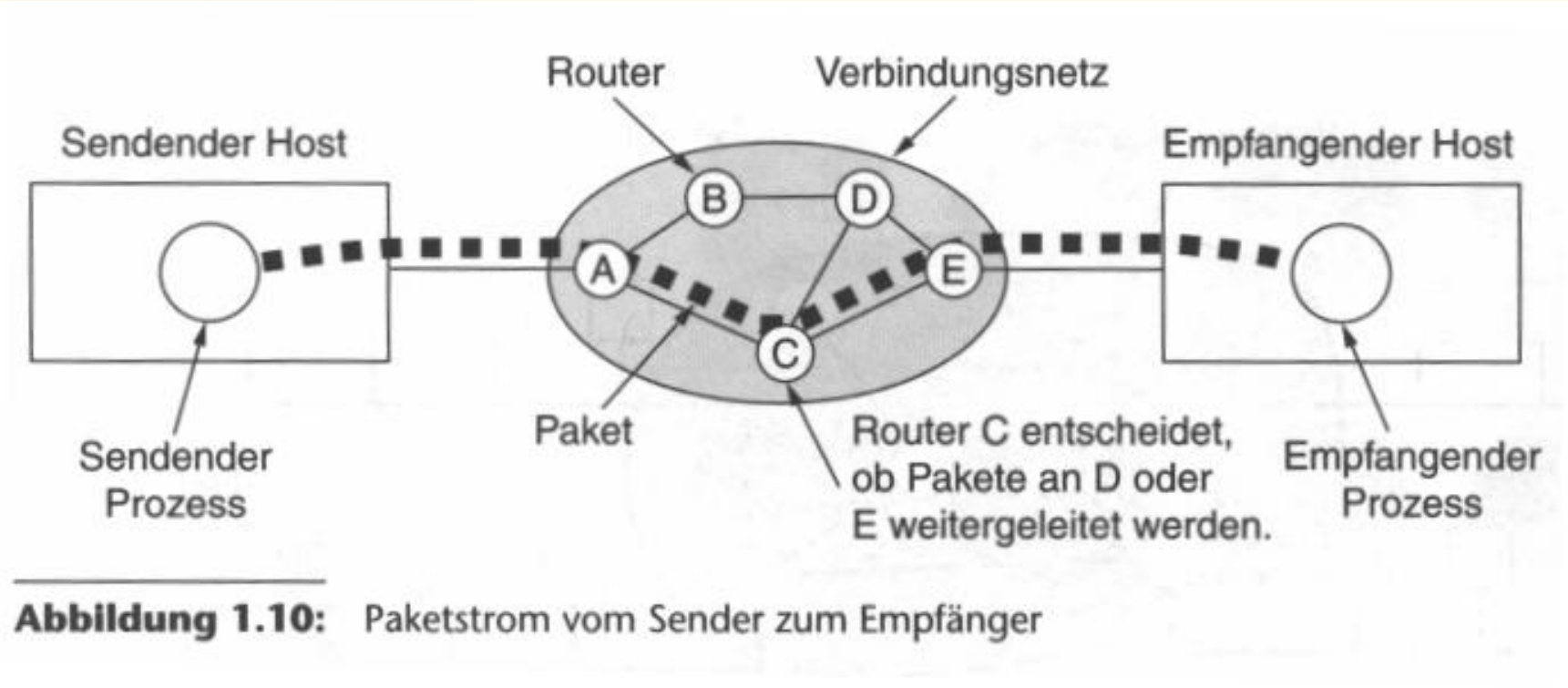


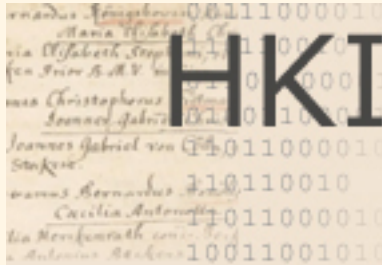
Abb. 1.5: Beziehung zwischen Hosts und dem Teilnetz



# Rechnerkommunikation

- Paketvermittelndes WAN (Store-and-Forward)





## Rechnerkommunikation

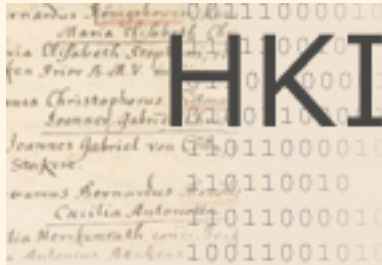
### *WAN vs. Teilnetz*

Der Unterschied, ob man von einem WAN oder einem Teilnetz spricht, liegt im Vorhandensein von Hosts:

- enthält ein System in der geschlossenen Schleife nur Router, spricht man von einem Teilnetz;
- enthält ein System in der geschlossenen Schleife Router und Hosts, spricht man von einem WAN.

### 2.2.4 Netzverbund

- Werden Netze unterschiedlicher Hard- und Software zusammengeschlossen, spricht man von einem Netzverbund (Internetwork).
- Gateway übernimmt die Übersetzung und Verbindung.
- Z.B. Internet



# Rechnerkommunikation

## 2.2.3. Vermittlungselemente: Router

- Verbinden Netze unterschiedlicher Topologien
- Router, die nicht direkt miteinander verbunden sind, müssen indirekt über andere Router miteinander kommunizieren.
- Ein Paket wird dabei von jedem Router vollständig empfangen, dort zwischengespeichert, bis die benötigte Ausgangsleitung frei ist.

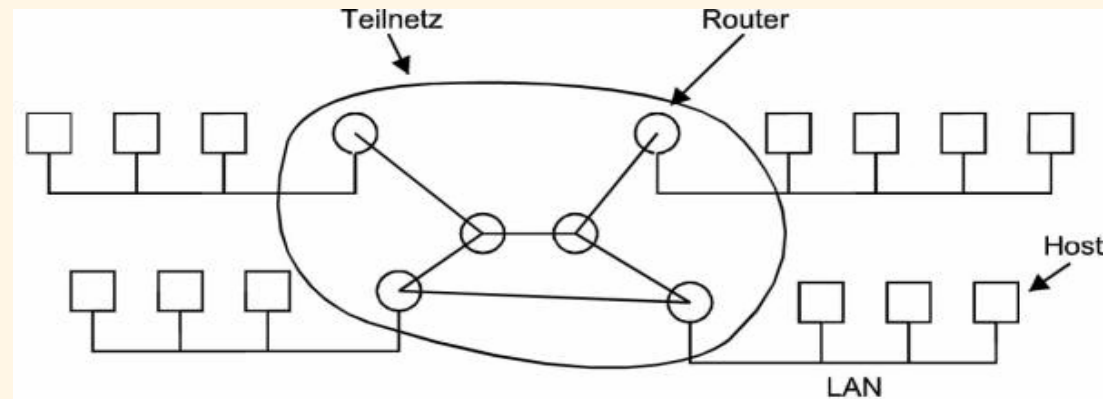


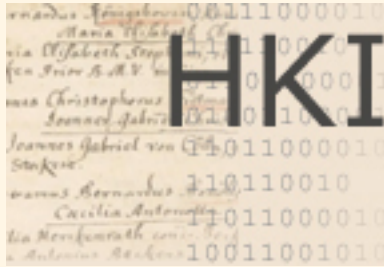
Abb. 1.5: Beziehung zwischen Hosts und dem Teilnetz



# Rechnerkommunikation

## 2.2.3.1 Andere Vermittlungselemente

- Vermittlungselemente sind spezielle Computer, die benutzt werden, um Ausgangsleitungen miteinander zu verbinden
- Routing = Festlegung des Weges, den Daten nehmen sollen
- Komponenten:
  - § *Hub*
    - Ø Vermittlungsstelle in Stern-Topologien
  - § *Repeater*
    - Ø Verstärker in Netzen mit gleichen Protokollen
    - Ø leisten keine Übersetzung
  - § *Bridge*
    - Ø Verstärker mit Protokollübersetzung
    - Ø Speicherung von Datenpaketen und Weiterleitung in Subnetze
  - § *Gateway*
    - Ø eigentlicher Zwischenrechner für Routing und Protokollübersetzung
    - Ø Einsatz: Internetnetwork



# Rechnerkommunikation

## 2.3. Netz-Topologien

### 2.3.1 Bus

- Die Rechner können übertragen, wann sie wollen. Stoßen allerdings zwei Pakete unterwegs zusammen, wartet jeder Rechner eine zufallsgesteuerte Zeit und sendet erneut.
- Gibt es als uni- und bidirektionale Varianten
- Vorwiegend bei Mehrpunktnetzen (broadcast, LAN) verwendet
- z-B.: Ethernet (IEEE 802.3)

### 2.3.2 Ring

- Bits werden in vorgegebener Richtung durch den Ring geschickt (paketunabhängig)
- bei Mehrpunktnetzen (broadcast, LAN) und point-to-point-Netzen verwendet
- IBM-Token-Ring (IEEE 802.5)



# Rechnerkommunikation

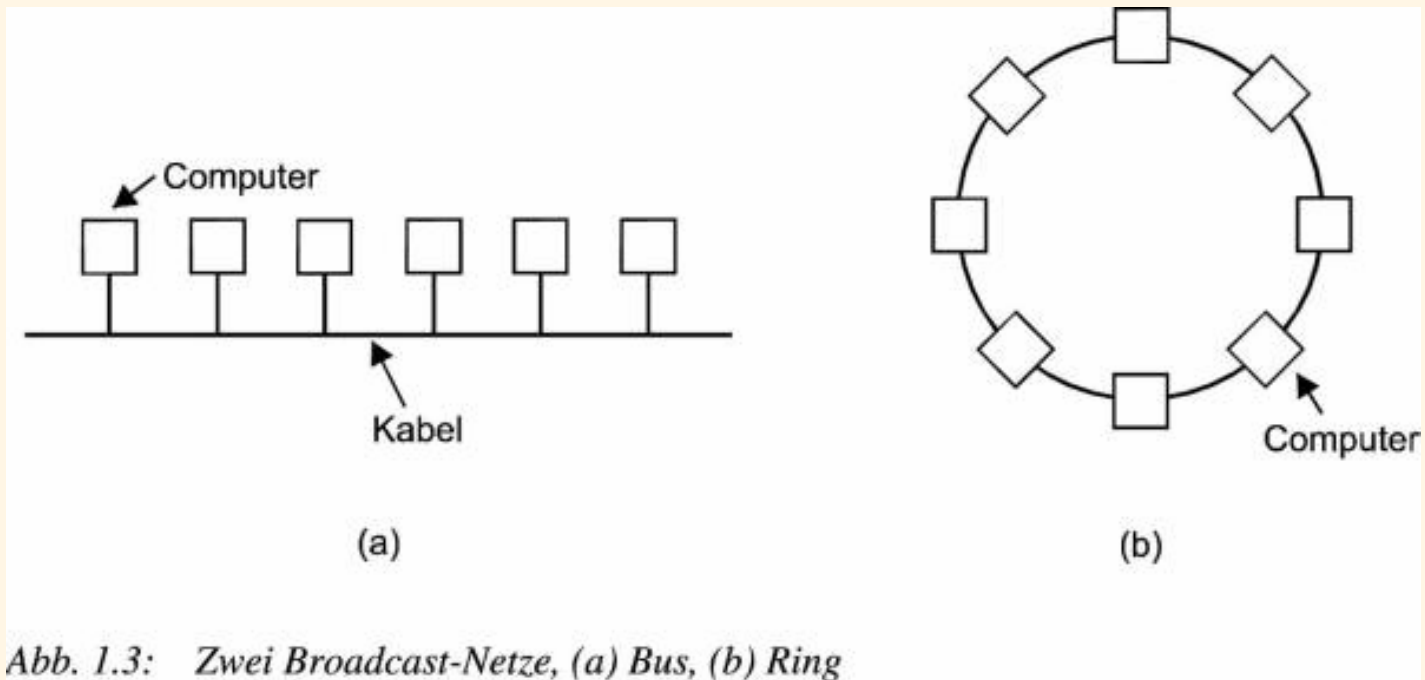
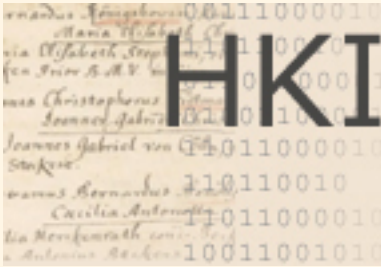


Abb. 1.3: Zwei Broadcast-Netze, (a) Bus, (b) Ring



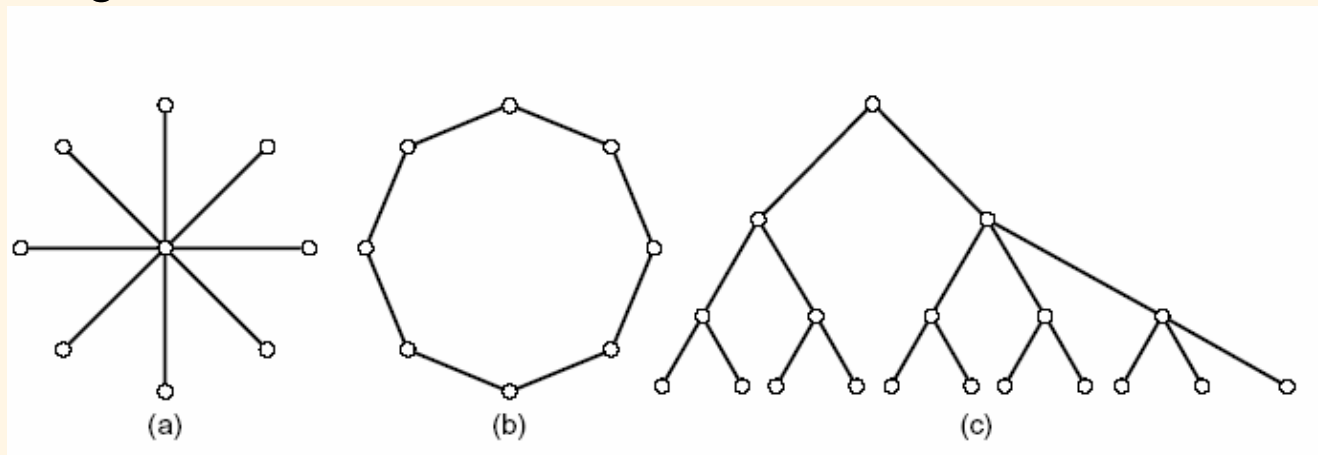
## Rechnerkommunikation

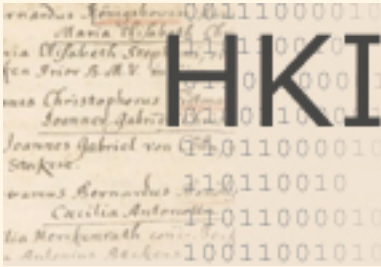
### 2.3.3 Stern

- Zentraler Knoten mit je einer Verbindung zu einem anderen Rechner
- Verwendung: Punkt-zu-Punkt-Teilnetze
- Hub als Vermittler

### 2.3.4 Baum

- Verallgemeinerung der Sternstruktur
- Verzweigungspunkte
- Verwendung: Punkt-zu-Punkt-Teilnetze





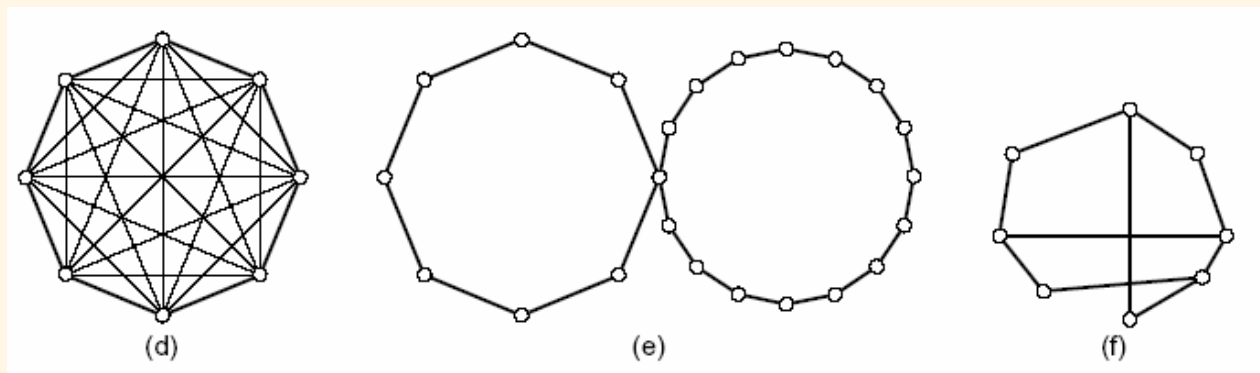
## Rechnerkommunikation

### 2.3.5 Kreuzende Ringe

- mehrere Ringe über Vermittlungselement verbunden
- Verwendung: Punkt-zu-Punkt-Teilnetze

### 2.3.6 Unregelmäßige Netze

- komplett vermascht: jeder Rechner ist mit den anderen innerhalb des Netzes direkt verbunden
- teilvermascht: Ein Rechner hat zu einem oder mehreren anderen Rechnern direkte Verbindung (oft in WANs)





# Rechnerkommunikation

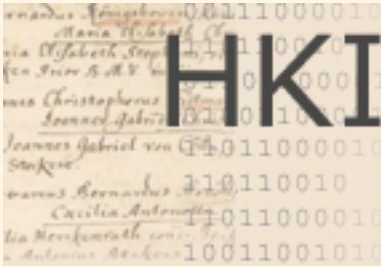
## 2.3 Übertragungsmedien

### 2.3.1 Übertragungsgeschwindigkeit

- =Anzahl der in einer Zeiteinheit übertragbaren Zeichen. Sie wird in *bps* (bits per second) gemessen.  
MBit statt MByte à 1.000.000 Bit statt  $2^{20}$  Bit (1.048.576).

### 2.3.2 Bandbreite

- = Frequenzbereich einer Leitung; Zahl der Schwingungen auf dem Trägermedium pro Sekunde (Hertz; 1.000 Hz= 1kHz, 1.000.000 Hz= 1MHz)



# Rechnerkommunikation

## 2.3.3 Leitungsarten

### 2.3.3.1 Koaxialkabel

- Ummantelter Kupferdraht, umschlossen von einem Leiter (meist Drahtnetz), geschützt durch Kunststoffmantel (z.B. Fernsehkabel).
- Relativ resistent gegenüber Störungen (Rauschen)
- Hohe Bandbreite (bis 1 GHz)
- Datenrate bis zu 500 MBit/s

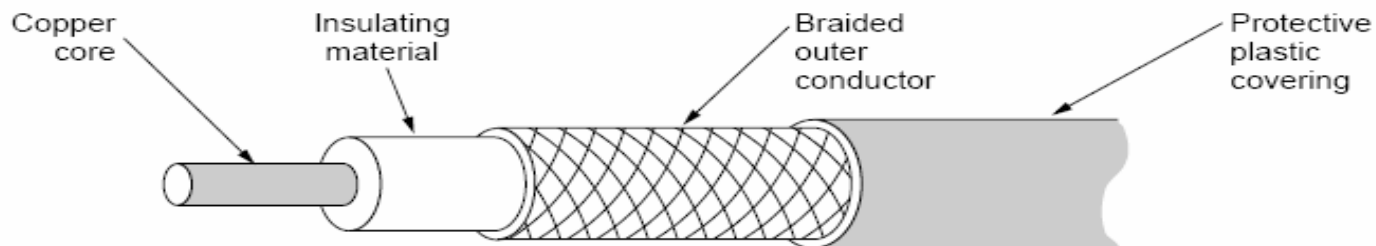
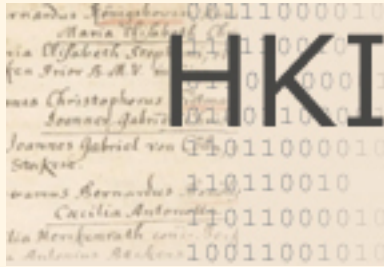


Fig. 2-3. A coaxial cable.



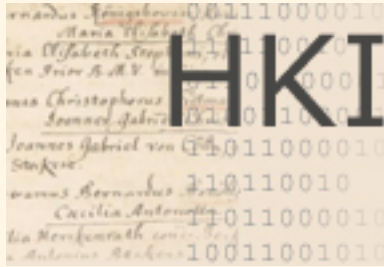
# Rechnerkommunikation

## 2.3.3.2 Twisted-Pair-Kabel

- Verdrillte, isolierte, 1 mm Kupferdrähte (z.B. Telefonkabel)
- Relativ anfällig bzgl. elektrischer Störung und benachbarten Kabeln
- Mehrere Kilometer Länge ohne Repeater möglich
- Datenrate: bis zu 150 MBit/s



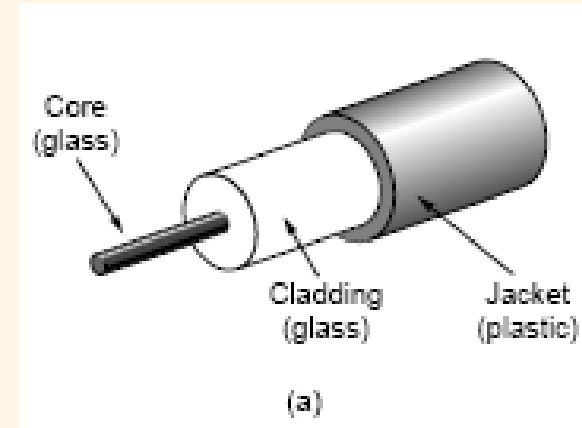
**Abbildung 2.3:** (a) UTP Kategorie 3 (b) UTP Kategorie 5

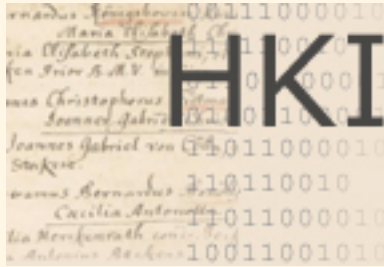


## Rechnerkommunikation

### 2.3.3.3 Lichtwellenleiter

- Ummantelte Glasfaser
- Hohe Übertragungsgeschwindigkeit
- Dünn und leicht → billiger Rohstoff, aber auch leicht zerbrechlich
- Abhörsicherheit
- Sehr hohe Bandbreite
- Resistent gegen elektrische-/ elektromagnetische Störung
- Datenrate: in der Praxis bis 10 Gbit/s (10.000.000.000 Bit/s)

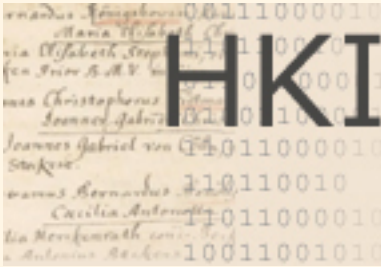




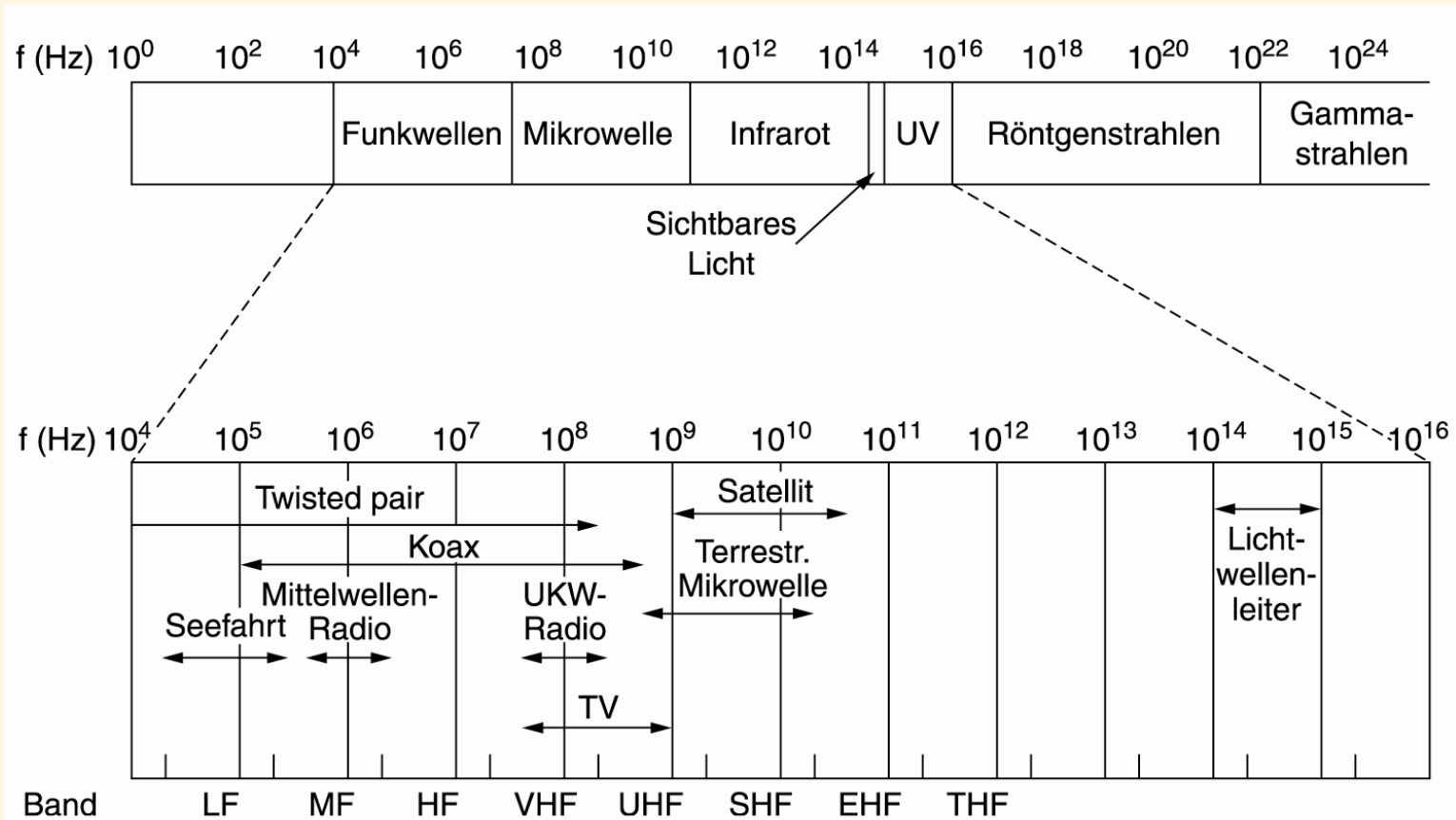
# Rechnerkommunikation

## 2.3.3.4 Drahtlose Verbindung

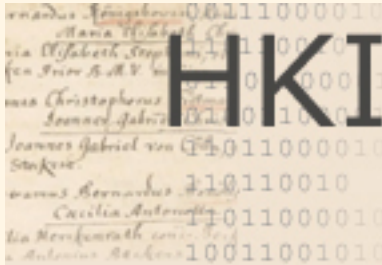
- Funkwellen, Mikrowellen
- Hohe Reichweite
- Sehr schnell
- Hohe Datenrate
- stör anfällig



# Rechnerkommunikation



**Abbildung 2.11:** Das elektromagnetische Spektrum und seine Verwendung in der Telekommunikation



# Rechnerkommunikation

## 3. Netzwerke - Softwareaspekte

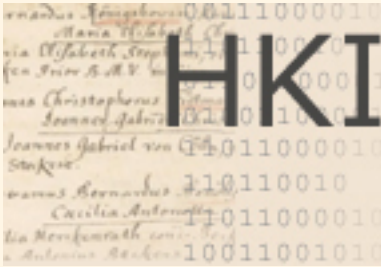
### 3.1 Protokoll

Ein Protokoll umfasst alle Regeln und Konventionen, die bei der Kommunikation zwischen zwei Einheiten angewandt werden sollen. (z.B. über Kodierungen, physikalische Parameter, Steuerung des Datenflusses...)

Die Summe aller von einem bestimmten System verwendbaren Protokolle heißt Protokollstapel (protocol stack)

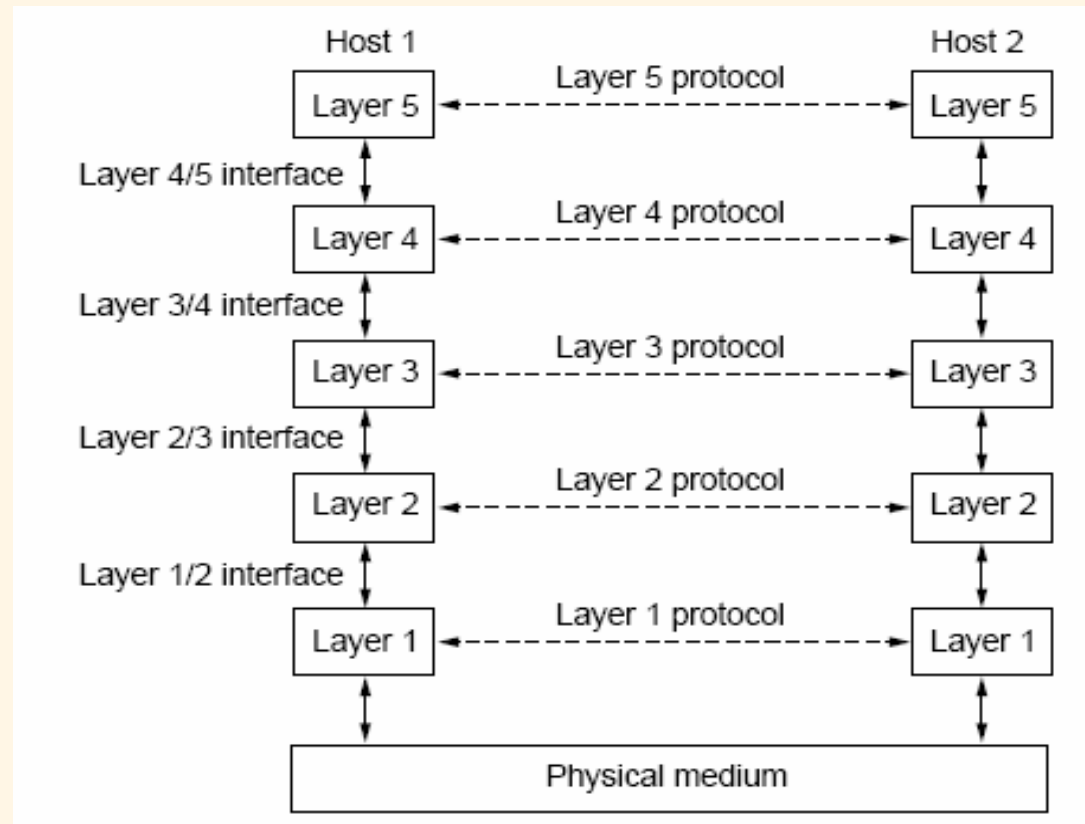
#### 3.1.1 Protokollhierarchien

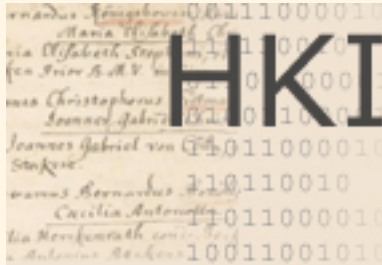
- Um die Komplexität zu reduzieren, werden Netzwerke in der Regel logisch strukturiert. Man spricht von übereinander (hierarchisch) angeordneten *Schichten oder Ebenen (layer)*.
- Jede Schicht hat die Aufgabe, der darüber liegenden Schicht *Dienste* anzubieten. Diese kennt keine Implementierungsdetails.
- Zwischen den angrenzenden Schichten befindet sich jeweils eine *Schnittstelle*. Sie definiert die Operationen und Dienste, die die untere Schicht der nächst höher liegenden anbietet.



## Rechnerkommunikation

- Die *Netzarchitektur* wird durch eine Gruppe von Schichten, Protokolle und un spezifizierten Schnittstellen aufgebaut.





# Rechnerkommunikation

- Informationsfluß bei mehrschichtiger Kommunikation:

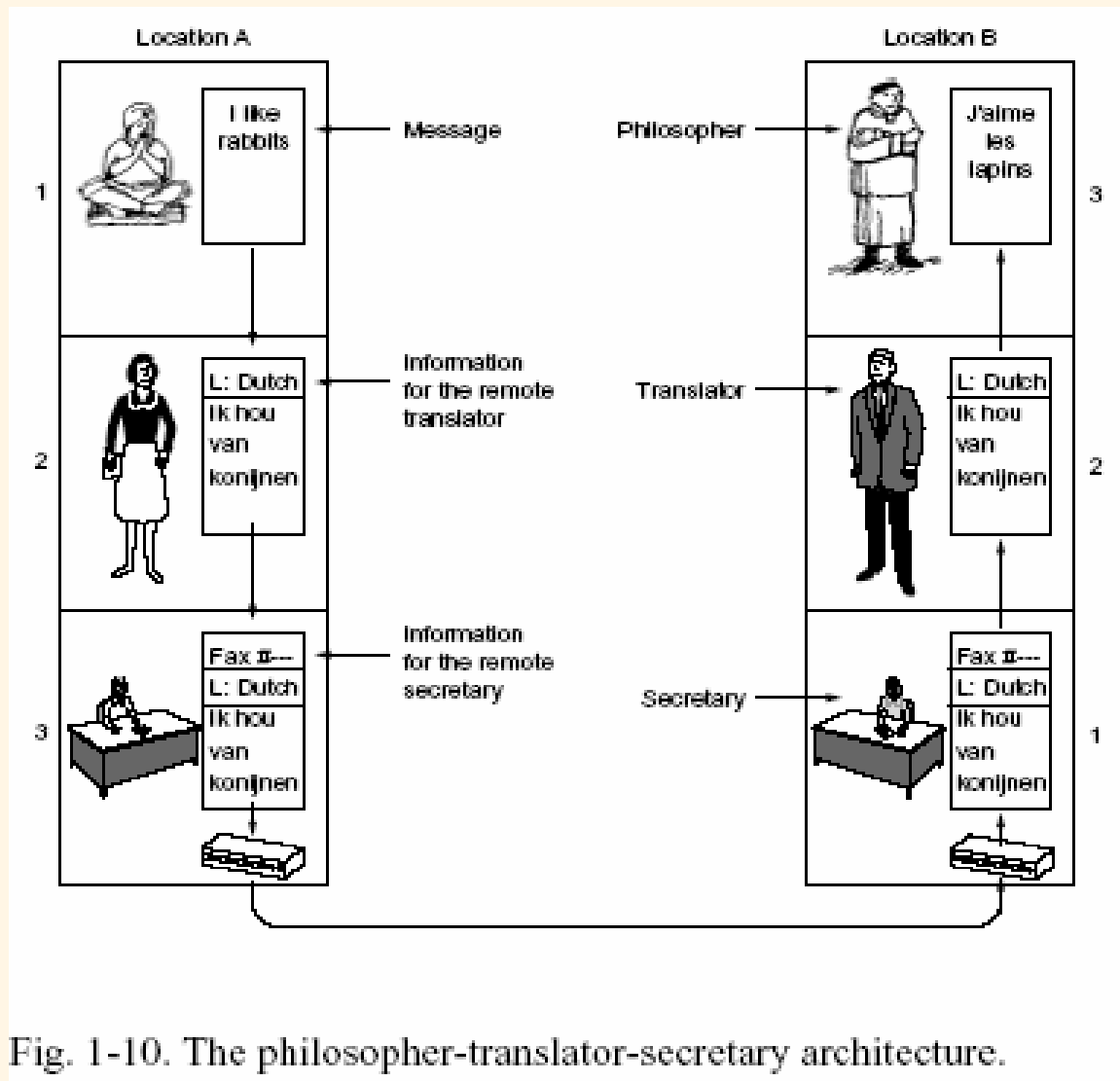
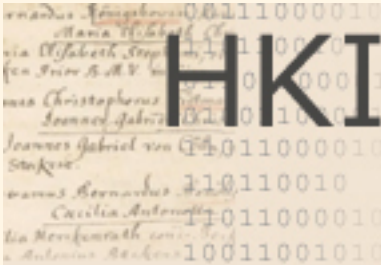
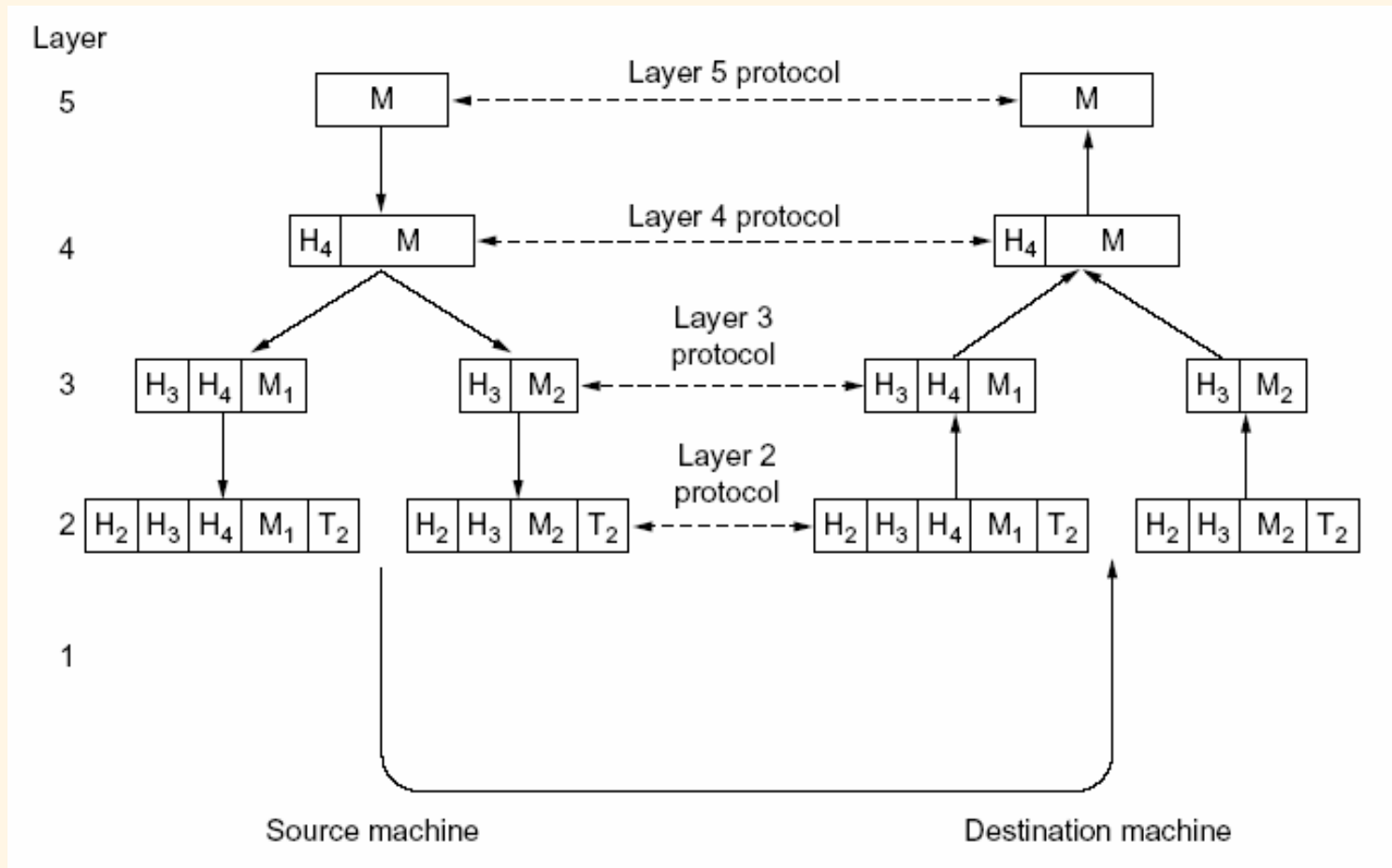


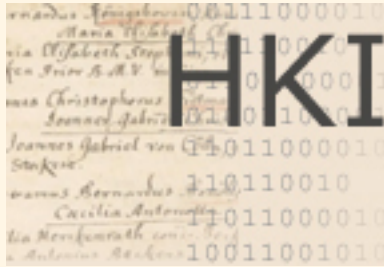
Fig. 1-10. The philosopher-translator-secretary architecture.



# Rechnerkommunikation

- Informationsfluß bei mehrschichtiger Kommunikation:



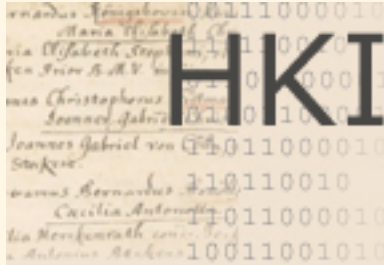


# Rechnerkommunikation

## 3.2 Dienste

### 3.2.1 Verbindungsorientierte Dienste

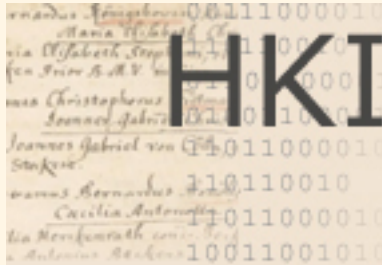
- Beim Nutzen eines verbindungsorientierten Dienstes senden Client und Server Steuerpakete, bevor sie die echten Daten senden („Handshake“).
- Beispiel TCP (Transmission Control Protocol):
  - § tauscht 3 Nachrichten aus:
    - Ø Verbindungsanfrage
    - Ø Verbindungsantwort
    - Ø Datenanfrage und Beendigung des Dienstes
  - § Nach dem Verbindungsaufbau sind Client und Server lose miteinander verbunden, evtl. dazwischen liegende Router wissen nichts von der Verbindung.
- Analogie: Telefonsystem



## Rechnerkommunikation

### 3.2.2 Verbindungslose Dienste

- Beim verbindungslosen Dienst gibt es kein Handshake. Eine Seite schickt Pakete einfach los.
- Ohne Handshake wird die Übertragung schneller, aber es gibt auch keine Bestätigungen.
- Der Sender kann nie sicher sein, ob seine Pakete angekommen sind.
- Der Empfänger kann nie sicher sein, ob er alle Pakete fehlerfrei und in der richtigen Reihenfolge erhalten hat.
- UDP (User Datagram Protocol) stellt im Internet den verbindungslosen Dienst zur Verfügung.
- Analogie: Postsystem



# Rechnerkommunikation

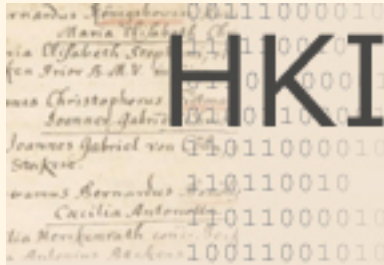
## 3.2.3 Dienstqualität

- Welche Probleme könnten beim Übertragen von Daten auftauchen?
  - § Daten können verloren gehen
  - § Daten können verändert werden
  - § Ein Teilnehmer sendet mehr Daten bzw. schneller als der Empfänger sie verarbeiten kann.
  - § Das Netz kann überlastet sein, d.h. es gibt Staus.
- Deshalb werden in verbindungsorientierten Diensten Mechanismen zur Vermeidung solcher Probleme realisiert:
  - § Bestätigungen (Acknowledgment, ACK) und Neuübertragungen (Retransmission), z.B. bei TCP → zuverlässiger Transfer aller Daten
  - § Fehlerkontrolle (Fehlererkennung-/ korrekturcodes)



## Rechnerkommunikation

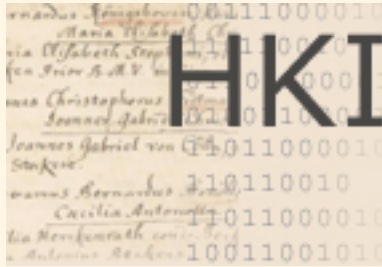
- Flusskontrolle
  - § Keine Seite einer Verbindung soll durch zu schnelles Senden von Paketen überschwemmt werden.
  - § Die Flusskontrolle zwingt den Sender, die Rate zu reduzieren, sobald die Gefahr der Überschwemmung besteht.
  - § Zur Kontrolle verwenden Sender und Empfänger Sende- und Empfangspuffer.
- Überlastkontrolle
  - § Auch weiterleitende Router können überschwemmt werden, wenn insgesamt zu viel Verkehr im Netz herrscht.
  - § Ist ein Router überlastet, können seine Puffer überlaufen und Pakete verloren gehen.
    - Ø Neuankommende Pakete können verworfen werden, d.h. sie gelangen nicht in den Puffer.
    - Ø Pakete aus dem Puffer, die noch nicht sicher weitergeleitet werden konnten, können verworfen werden.



# Rechnerkommunikation

	Dienst	Beispiel
Verbindungsorientiert	Zuverlässiger Nachrichtenstrom	Folge von Seiten
	Zuverlässiger Bytestrom	Fernanmeldung
	Unzuverlässige Verbindung	Digitalisierte Sprache
Verbindungslos	Unzuverlässiges Datagramm	Junk-E-Mail
	Bestätigtes Datagramm	Registrierte E-Mail
	Anforderung/Antwort	Datenbankabfrage

**Abbildung 1.16:** Sechs verschiedene Dienstarten



# Rechnerkommunikation

## Aufgaben

1) Lesen Sie den Stoff dieser Sitzung nach.

empfohlene Literatur:

Tanenbaum, Andrew S.: Computernetzwerke (Verlag: Pearson, mehrere Auflagen; aktuell: 4. überarbeitete Auflage)

daraus: Kap. 1.1 – 1.3, 2.1 -2.3

Im Internet befinden sich zahlreiche weitere Literaturquellen zu den behandelten Themen.

2) Beantworten Sie die Fragen aus der Sammlung „beispielhafte Klausurfragen“ zur Rechnerkommunikation.