

Systeme II



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Christian Schindelhauer

Sommersemester 2006

3. Vorlesung

03.05.2006

schindel@informatik.uni-freiburg.de



Das ISO/OSI Referenzmodell

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

7. Anwendung (Application)

- Datenübertragung, E-Mail, Terminal, Remote login

6. Darstellung (Presentation)

- Systemabhängige Darstellung der Daten (EBCDIC/ASCII)

5. Sitzung (Session)

- Aufbau, Ende, Wiederaufsetzpunkte

4. Transport (Transport)

- Segmentierung, Stauvermeidung

3. Vermittlung (Network)

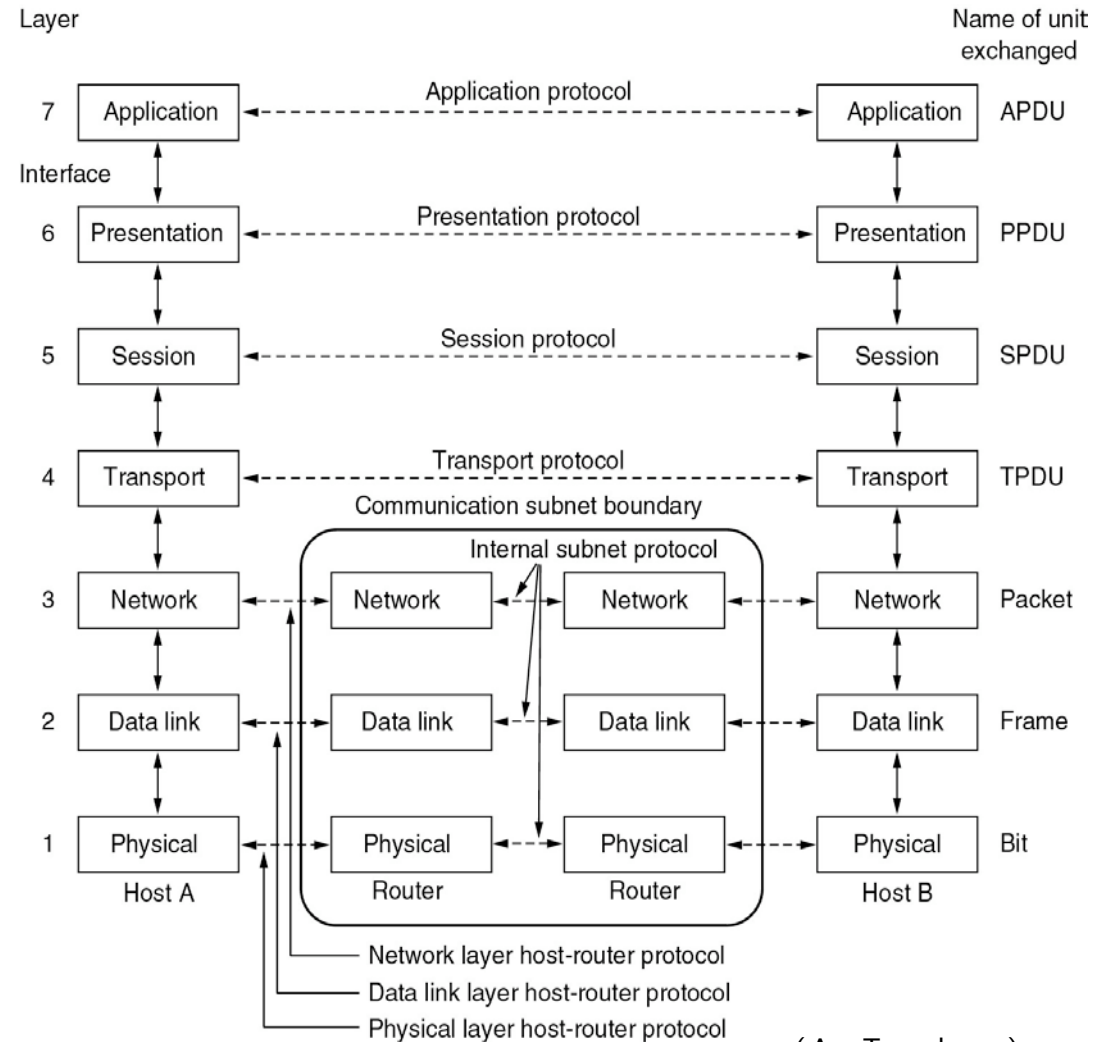
- Routing

2. Sicherung (Data Link)

- Prüfsummen, Flusskontrolle

1. Bitübertragung (Physical)

- Mechanische, elektrische Hilfsmittel



(Aus Tanenbaum)



ISO/OSI - Schicht 5

5. Sitzungsschicht

- Festlegung der Sitzungsart, z.B.
 - Dateitransfer, Einloggen in ein entferntes System
- Dialogkontrolle
 - Falls Kommunikation immer nur abwechselnd in einer Richtung geht, regelt die Richtung die Sitzungsschicht
- Token Management
 - Falls Operationen nicht zur gleichen Zeit auf beiden Seiten der Verbindungen möglich sind, verhindert dies die Sitzungsschicht
- Synchronisation
 - Checkpoints zur Wiederaufnahme abgebrochener Operationen (z.B. Filetransfer)



ISO/OSI Schicht 6,7

6. Präsentationsschicht

- Anpassung von Kodierungen, z.B. Zeichensätze, Namen, Adressfelder, Formulare, etc.

7. Anwendungsschicht

- Große Vielfalt aller möglichen Funktionen, z.B.
- Virtuelle Terminals
- Filetransfer
- E-mail



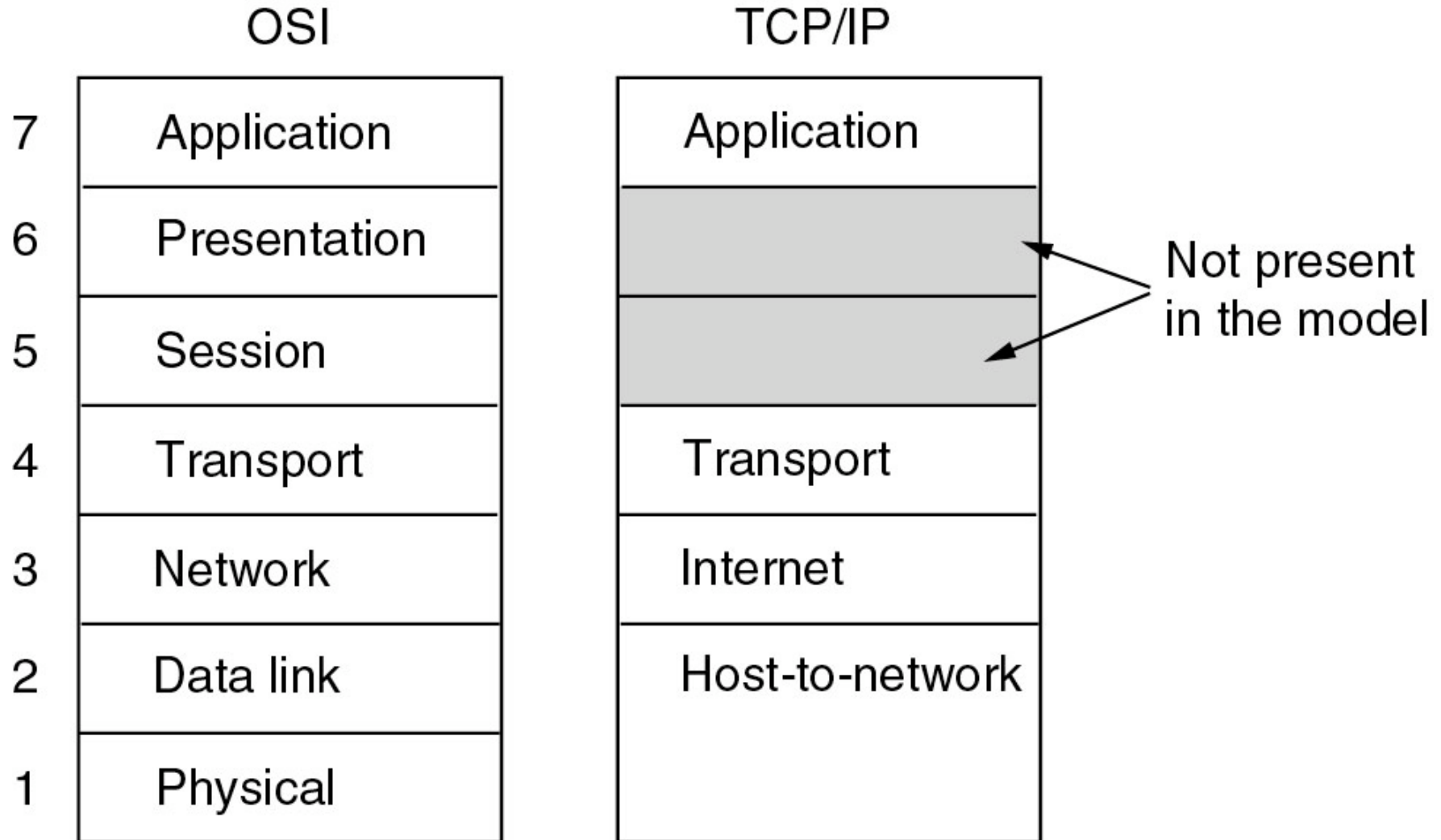
Die Schichtung des Internets - TCP/IP-Layer

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Anwendung	Application	Telnet, FTP, HTTP, SMTP (E-Mail), ...
Transport	Transport	TCP (Transmission Control Protocol) UDP (User Datagram Protocol)
Vermittlung	Network	IP (Internet Protocol) + ICMP (Internet Control Message Protocol) + IGMP (Internet Group Management Protocol)
Verbindung	Host-to-network	LAN (z.B. Ethernet, Token Ring etc.)



OSI versus TCP/IP

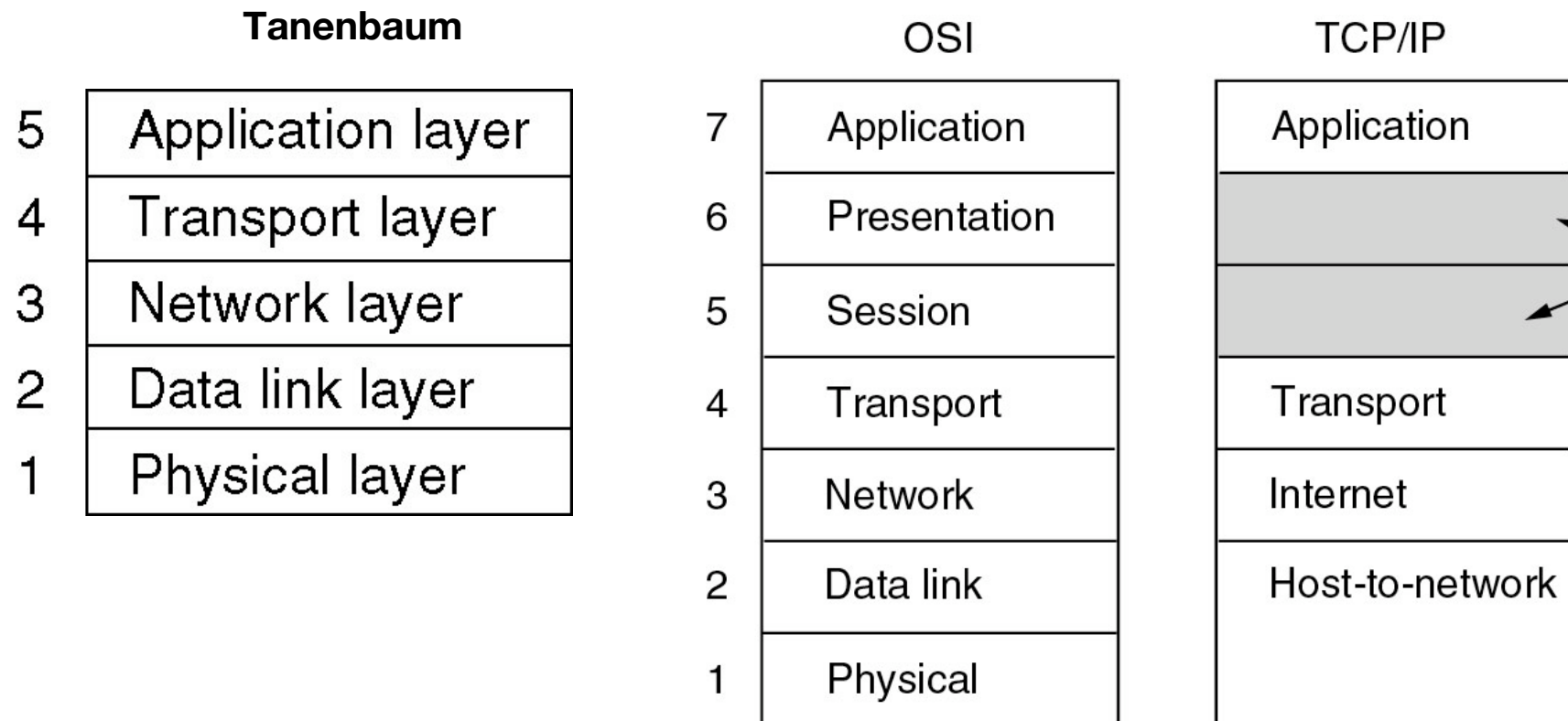


(Aus Tanenbaum)



Hybrides Modell

➤ Wir verwenden hier Tanenbaums
hybrides Modell



(Aus Tanenbaum)



Signale, Daten und Information

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

➤ Information

- Menschliche Interpretation,
 - z.B. schönes Wetter

➤ Daten

- Formale Präsentation,
 - z.B. 28 Grad Celsius, Niederschlagsmenge 0cm, Wolkenbedeckung 0%

➤ Signal

- Repräsentation von Daten durch physikalische Variablen,
 - z.B. Stromfluss durch Thermosensor, Videosignale aus Kamera
- Beispiele für Signale:
 - Strom, Spannung
- In der digitalen Welt repräsentieren Signale Bits



Unicast, Multicast und Broadcast

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

- **Unicast (Punkt-zu-Punkt-Übertragung)**
 - Z.B. Telefon
 - Genau zwei Teilnehmer kommunizieren direkt miteinander
- **Broadcast (Einer-an-Alle)**
 - Z.B. Radio, Fernsehen
 - Ein Sender sendet Signale an alle Empfänger
- **Multicast (Einer an Viele)**
 - Z.B. Telefonkonferenz, Video on demand
 - Ein Sender sendet an eine ausgewählte Menge von Empfänger



Broadcast-Netzwerke

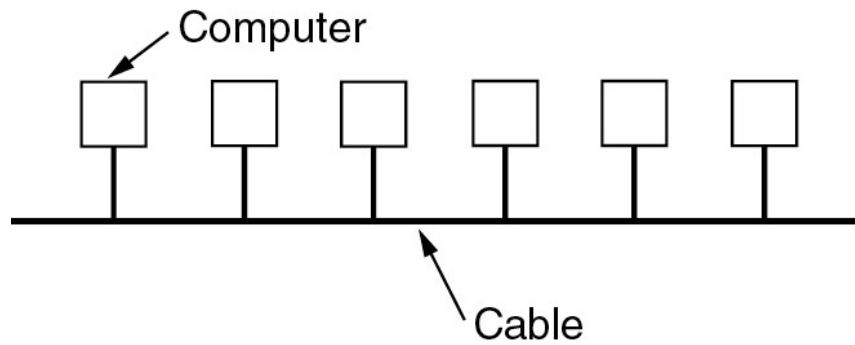
Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	Local area network
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

(Aus Tanenbaum)



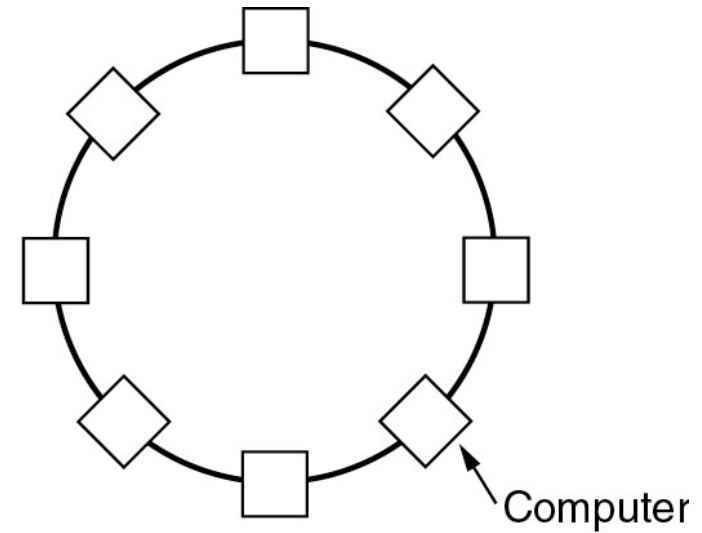
Local Area Networks (LAN)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelbauer



(a)

Bus



(b)

Ring

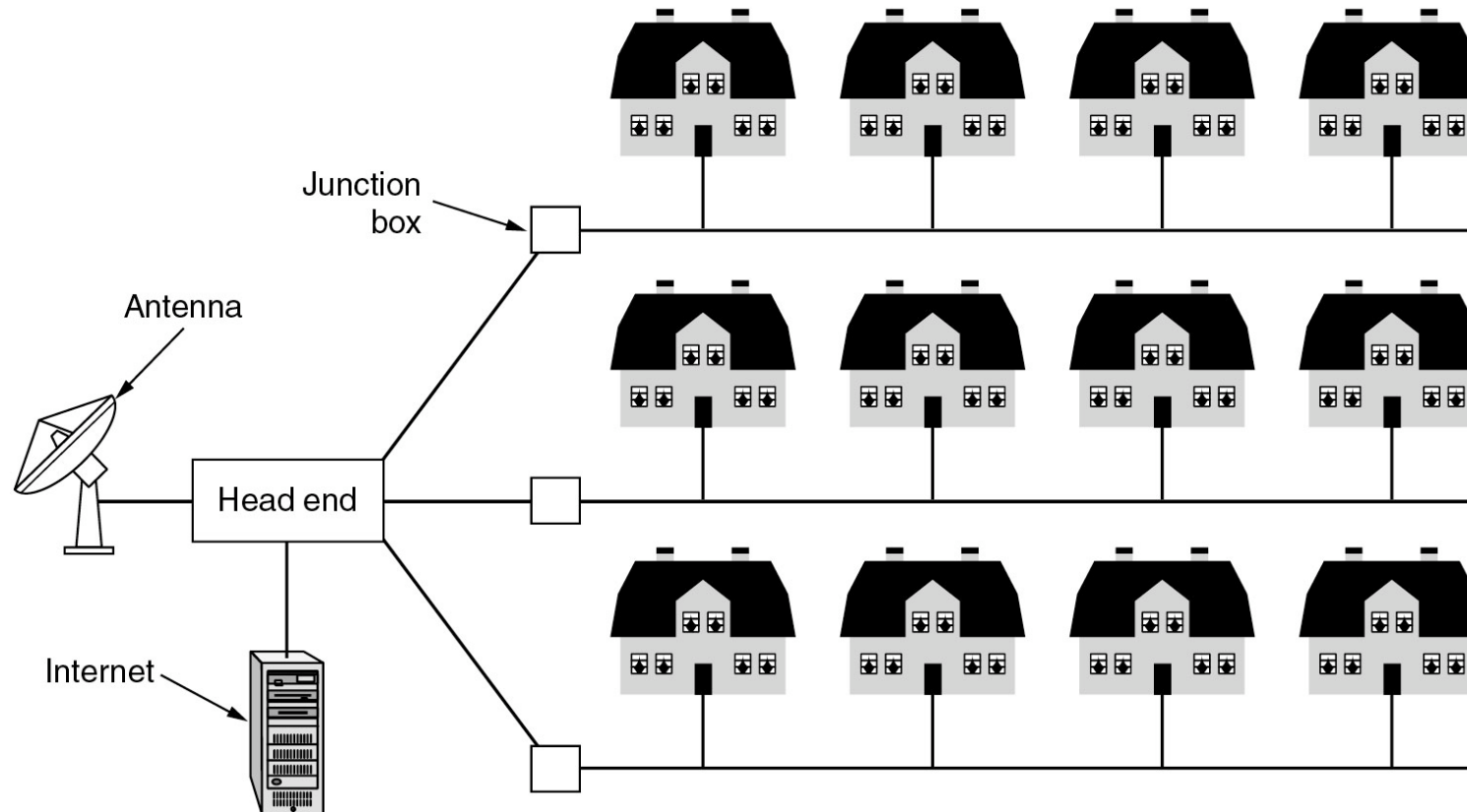
(Aus Tanenbaum)



Metropolitan Area Networks

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

➤ TV-Kabel basiertes Netzwerk

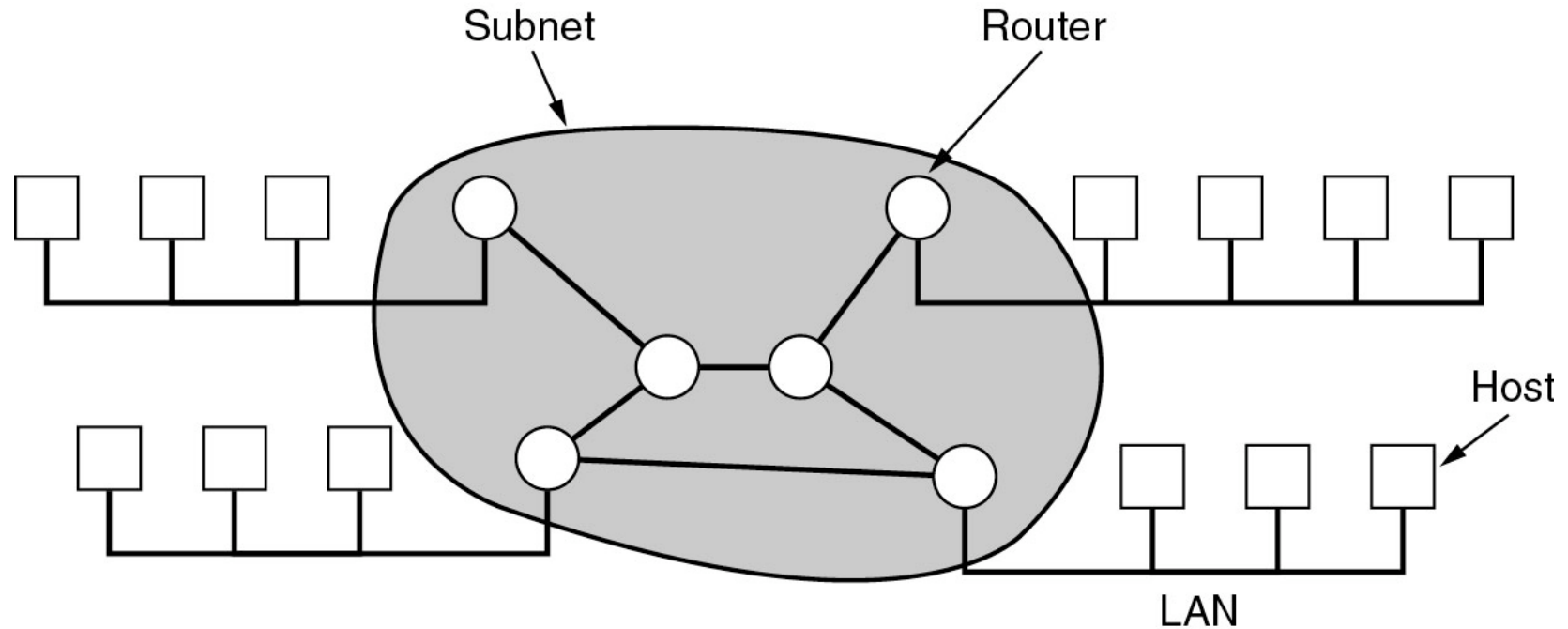


(Aus Tanenbaum)



Wide Area Networks (1)

➤ Verknüpfung der LANs mit dem Subnet

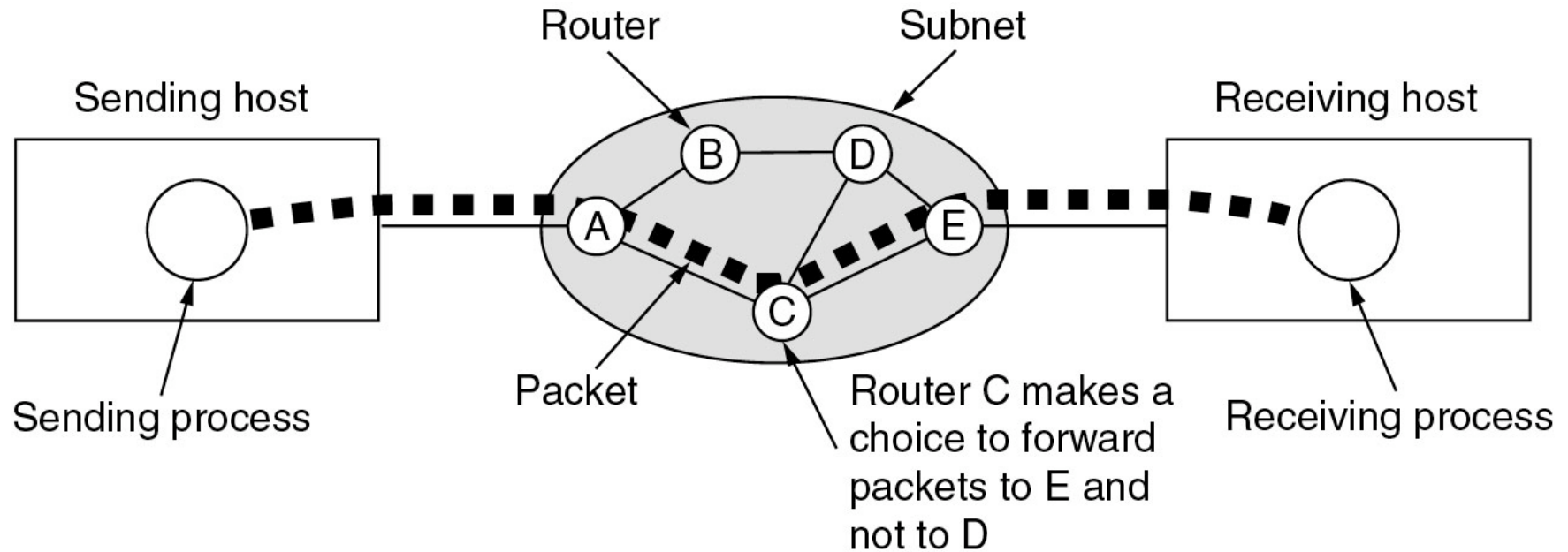


(Aus Tanenbaum)



Wide Area Networks (2)

➤ Datenstrom im WAN



(Aus Tanenbaum)



Funknetzwerke (1)

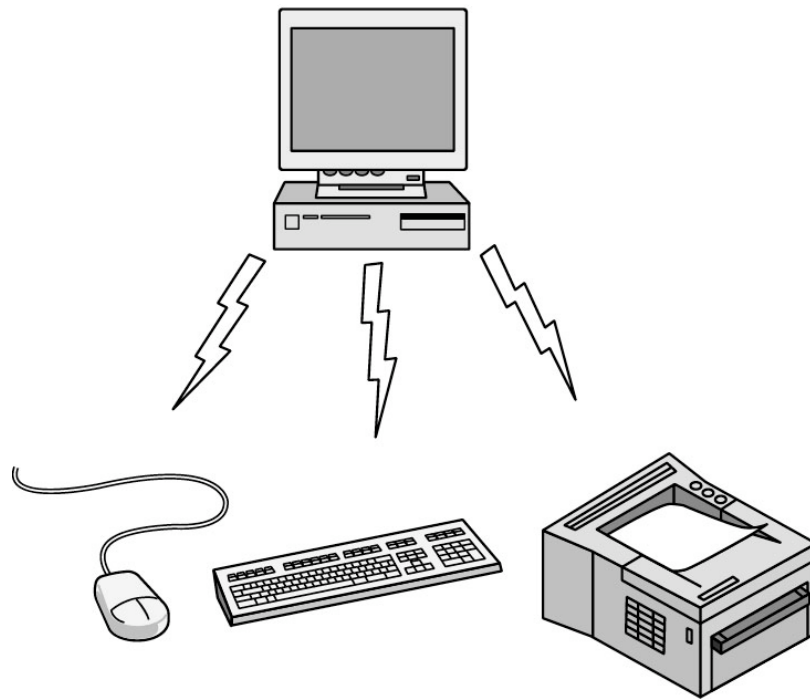
➤ Kategorien drahtloser Netzwerke

- Systemverdrahtung
 - Z.B. Bluetooth
- Wireless LANs
 - Z.B. Uni-Netzwerk
- Wireless WANs
 - Drahtlose Vernetzung von W-LANs

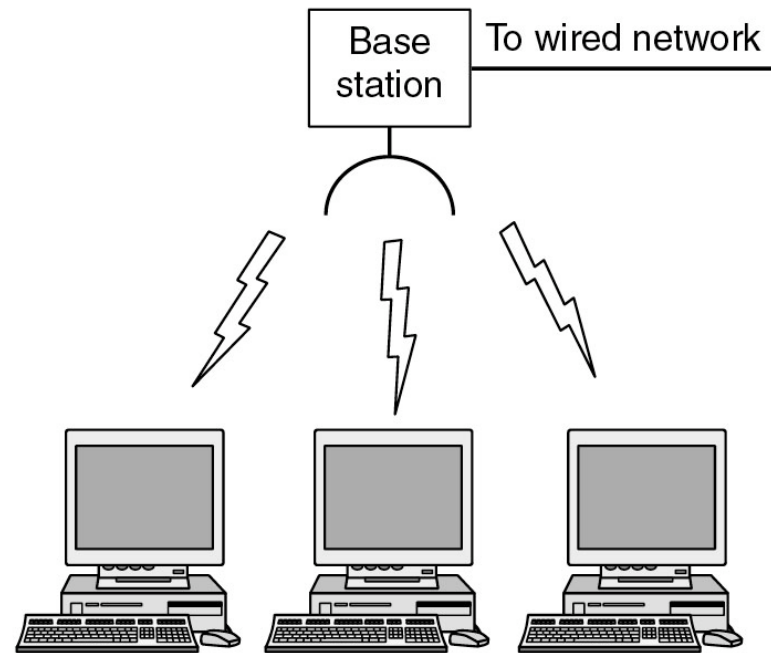


Funknetzwerke (2)

- (a) Bluetooth
- (b) Wireless LAN



(a)



(b)

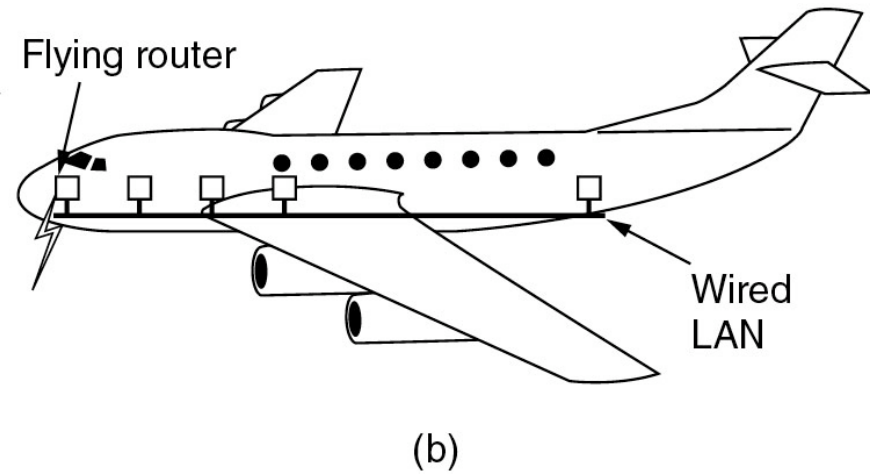
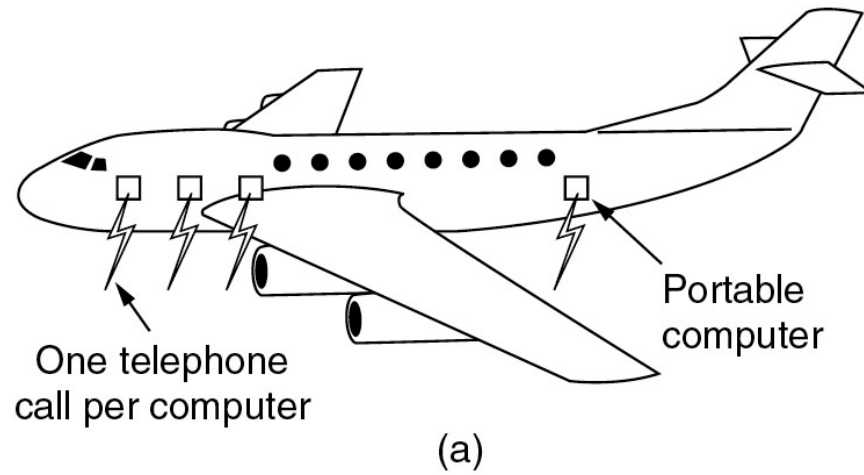
(Aus Tanenbaum)



Funknetzwerke (3)

(a) Individuelle mobile Rechner

(b) Das fliegende LAN



(Aus Tanenbaum)

Systeme II
Kapitel 2
Bitübertragungsschicht



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelbauer



Bitübertragungsschicht

Physical Layer

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

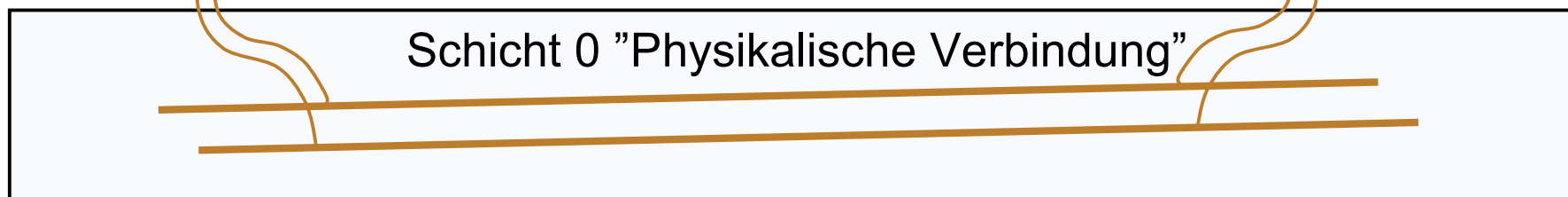
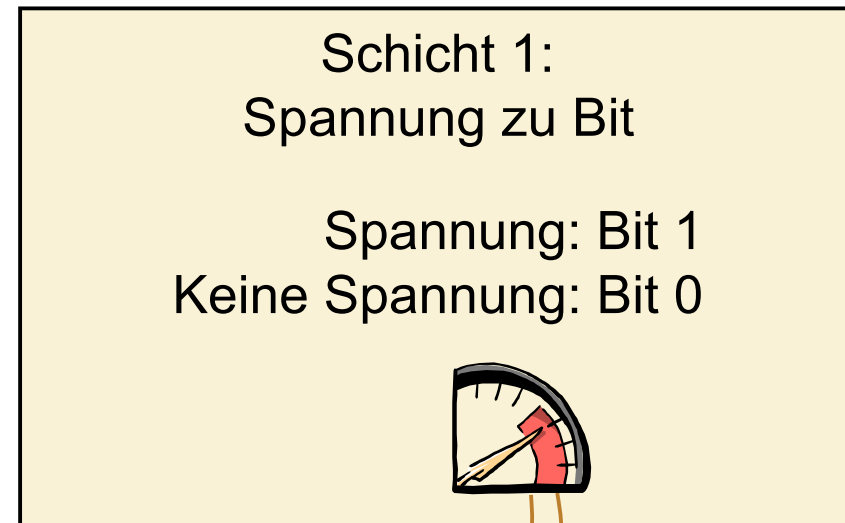
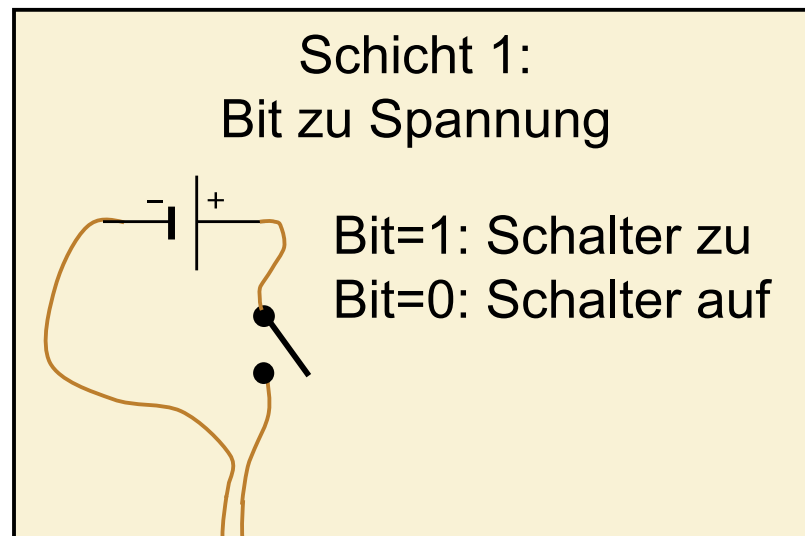
➤ ISO-Definition

- Die Bitübertragungsschicht definiert
 - mechanische
 - elektrische
 - funktionale und
 - prozedurale
- Eigenschaften um eine physikalische Verbindung
 - aufzubauen,
 - aufrecht zu erhalten und
 - zu beenden.



Die einfachste Bitübertragung

- **Bit 1: Strom an**
- **Bit 0: Strom aus**



(aus Vorlesung von Holger Karl)

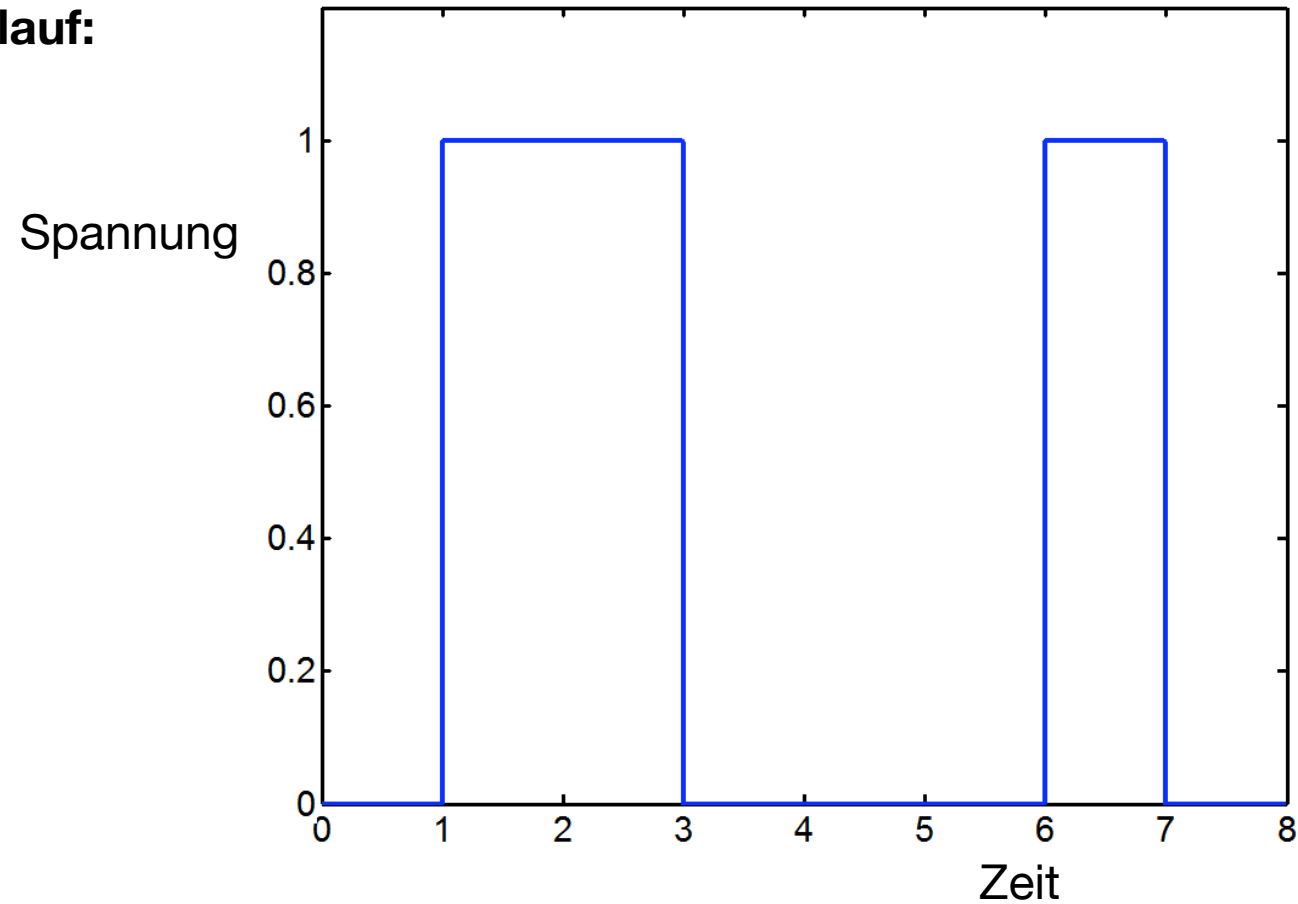


Übertragung eines Buchstabens: "b"

➤ Zeichen "b" benötigt mehrere Bits

– z.B. ASCII code of "b" als Binärzahl 01100010

➤ Spannungsverlauf:

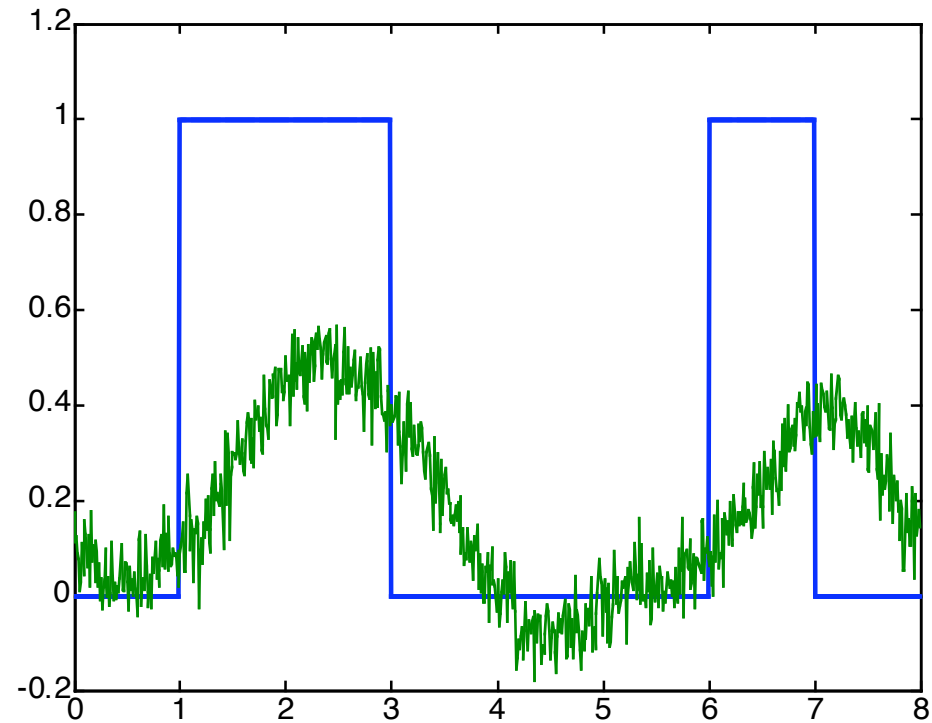


(aus Vorlesung von Holger Karl)



Was kommt an?

➤ **Übertrieben schlechter Empfang**



➤ **Was passiert hier?**

(aus Vorlesung von Holger Karl)



➤ **Bewegte elektrisch geladene Teilchen verursachen elektromagnetische Wellen**

- **Frequenz f** : Anzahl der Oszillationen pro Sekunde
 - Maßeinheit: **Hertz**
- **Wellenlänge λ** : Distanz (in Metern) zwischen zwei Wellenmaxima
- Durch **Antennen** können elektro-magnet. Wellen erzeugt und empfangen werden
- Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von elektro-magnetischen Wellen im Vakuum ist konstant: **Lichtgeschwindigkeit $c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s**

➤ Zusammenhang:

$$\lambda \cdot f = c$$

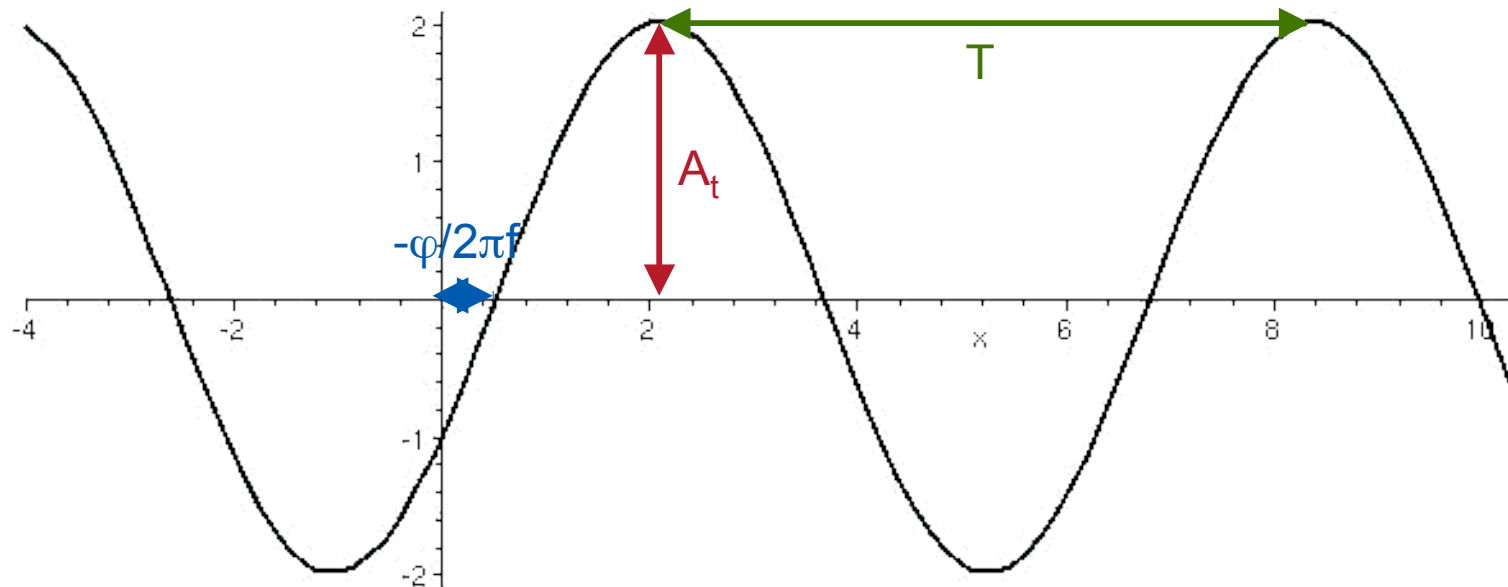


Amplitudendarstellung

➤ Amplitudendarstellung einer Sinusschwingung

$$s(t) = A \sin(2\pi ft + \phi)$$

- A : Amplitude ϕ : Phasenverschiebung
- f : Frequenz = $1/T$ T : Periode

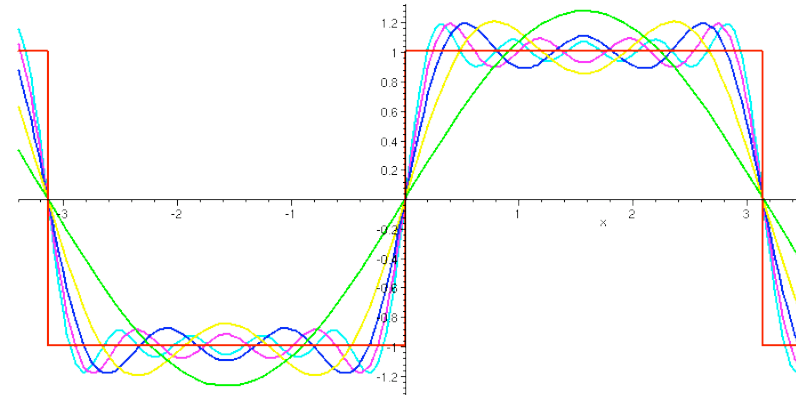




Fouriertransformation

➤ **Fouriertransformation einer periodischen Funktion:**

- Zerlegung in verschiedene
- Sinus/Cosinus-Funktionen



➤ **Dirichletsche Bedingungen einer periodischen Funktion f:**

- $f(x) = f(x+2\pi)$
- $f(x)$ is in $(-\pi, \pi)$ in endlich vielen Intervallen stetig und monoton
- Falls f nicht stetig in x_0 , dann ist $f(x_0) = (f(x_0-0) + f(x_0+0))/2$

➤ **Satz von Dirichlet:**

- $f(x)$ genüge in $(-\pi, \pi)$ den Dirichletschen Bedingungen. Dann existieren Fourierkoeffizienten $a_0, a_1, a_2, \dots, b_1, b_2, \dots$ so dass gilt:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n a_k \cos kx + b_k \sin kx = f(x) .$$



Berechnung der Fourierkoeffizienten

➤ Die Fourierkoeffizienten a_i , b_i können wie folgt berechnet werden:

– Für $k = 0, 1, 2, \dots$

$$a_k = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos kx \, dx$$

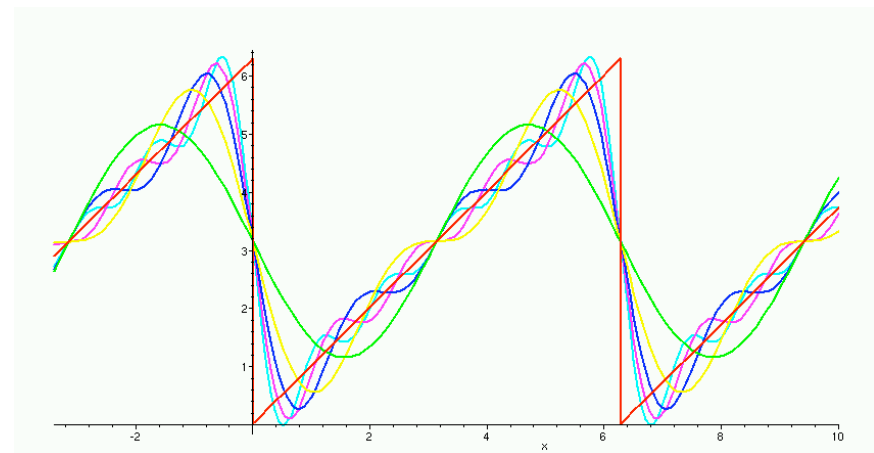
– Für $k = 1, 2, 3, \dots$

$$b_k = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin kx \, dx$$

➤ Beispiel: Sägezahnkurve

$$f(x) = x, \text{ für } 0 < x < 2\pi$$

$$f(x) = \pi - 2 \left(\frac{\sin x}{1} + \frac{\sin 2x}{2} + \frac{\sin 3x}{3} + \dots \right)$$





Fourier-Analyse für allgemeine Periode

➤ **Der Satz von Fourier für Periode $T=1/f$:**

– Die Koeffizienten c , a_n , b_n ergeben sich dann wie folgt

$$g(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos(2\pi k f t) + b_k \sin(2\pi k f t)$$

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) \cos(2\pi n f t) dt$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) \sin(2\pi n f t) dt$$

- **Die Quadratsumme der k-ten Terme ist proportional zu der Energie, die in dieser Frequenz verbraucht wird:** $(a_k)^2 + (b_k)^2$
- **Üblicherweise wird die Wurzel angegeben:** $\sqrt{(a_k)^2 + (b_k)^2}$



Anwendung der Fourier-Analyse

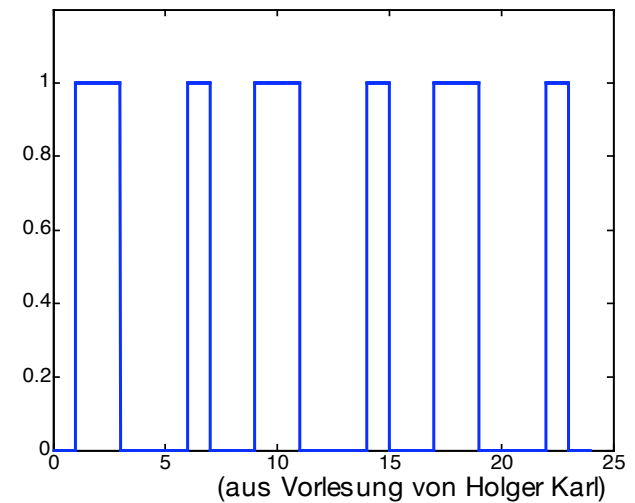
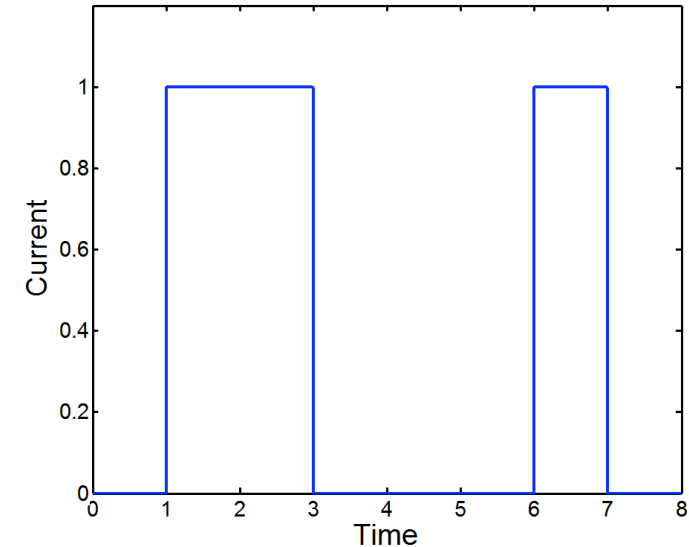
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

➤ **Problem:**

- Signal ist nicht periodisch

➤ **Lösung:**

- Wiederholung des Signals mit Periode 8

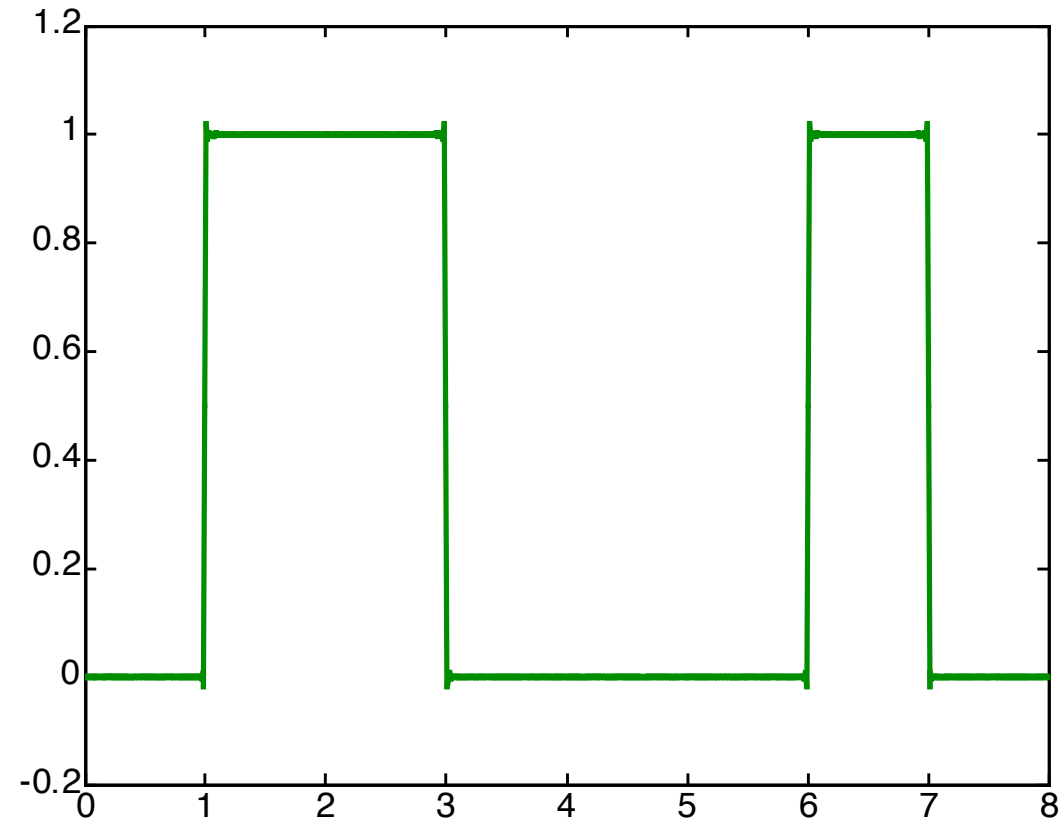




Anwendung der Fourier-Analyse

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

➤ Fourier-Analyse mit 512 Termen:



(aus Vorlesung von Holger Karl)



5 Gründe für den schlechten Empfang

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

1. **Allgemeine Dämpfung**
2. **Frequenzverlust**
3. **Frequenzabhängige Dämpfung**
4. **Störung und Verzerrung**
5. **Rauschen**



1. Signale werden gedämpft

➤ **Dämpfung α (attenuation)**

- Verhältnis von Sendeenergie P_1 zu Empfangsenergie P_0
- Bei starker Dämpfung erreicht wenig Energie dem Empfänger

$$\alpha = \frac{P_1}{P_0}$$

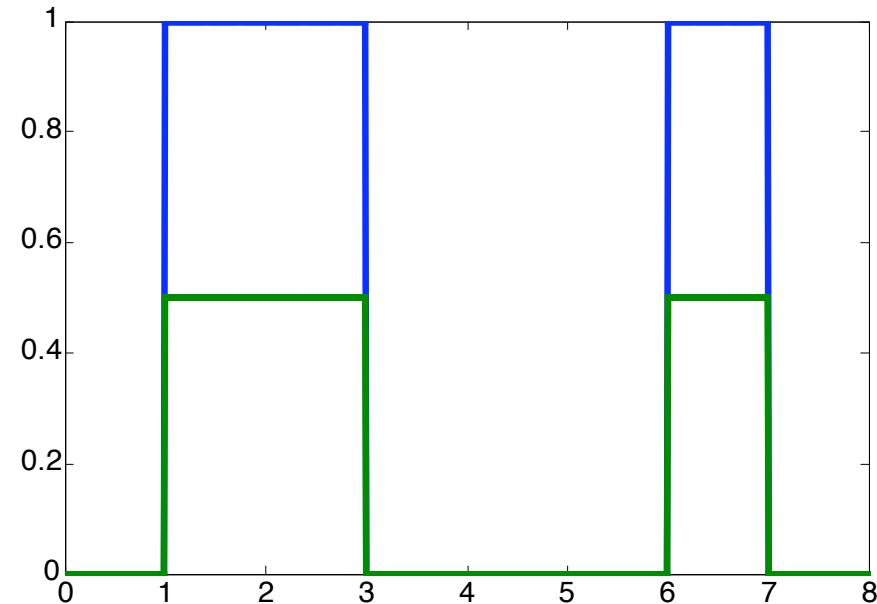
➤ **Dämpfung hängt ab von**

- der Art des Mediums
- Abstand zwischen Sender und Empfänger
- ... anderen Faktoren

➤ **Angegeben in deziBel**

$$\log_{10} \frac{P_1}{P_0} \quad (\text{in Bel})$$

$$10 \log_{10} \frac{P_1}{P_0} \quad (\text{in deziBel [dB]})$$

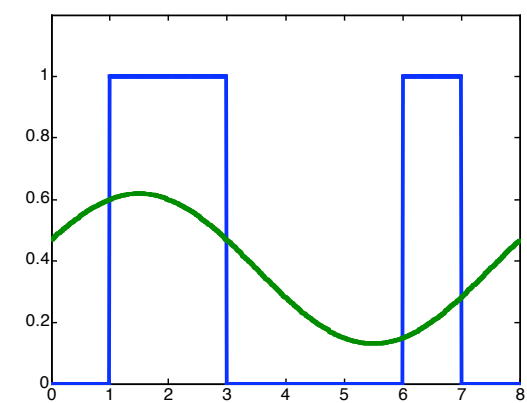
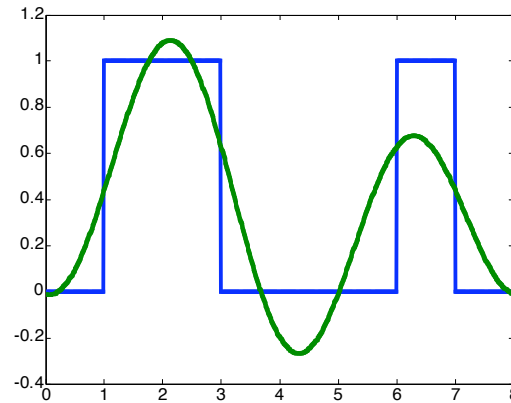
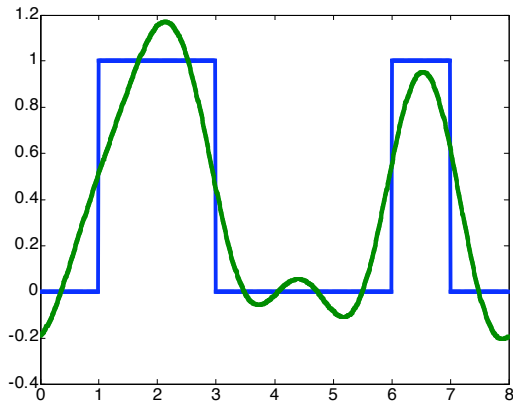
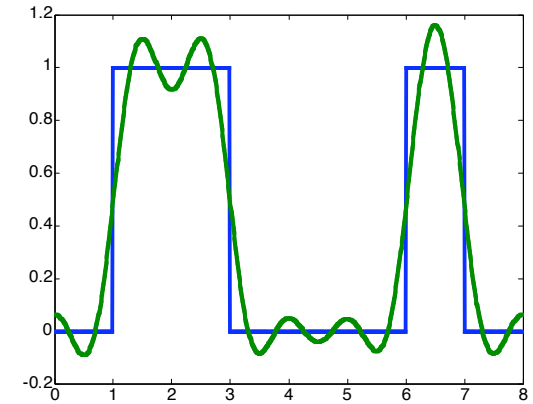
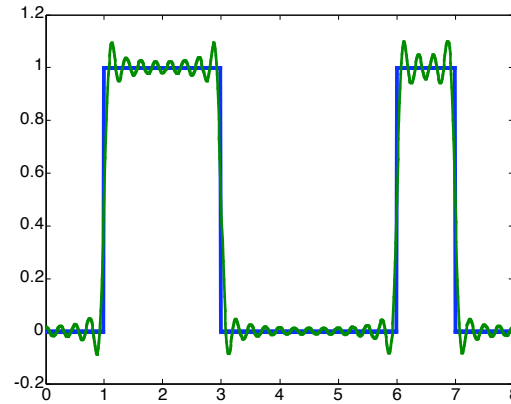
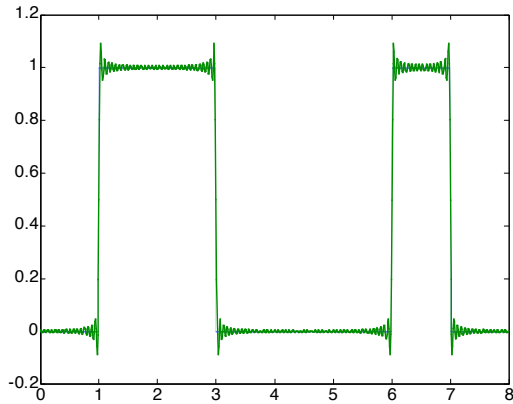


(aus Vorlesung von Holger Karl)



2. Nicht alle Frequenzen passieren das Medium

➤ Das Signal beim Verlust der hohen Frequenzen



(aus Vorlesung von Holger Karl)



3. Frequenzabhängige Dämpfung

➤ **Vorherige Seite: Cutoff**

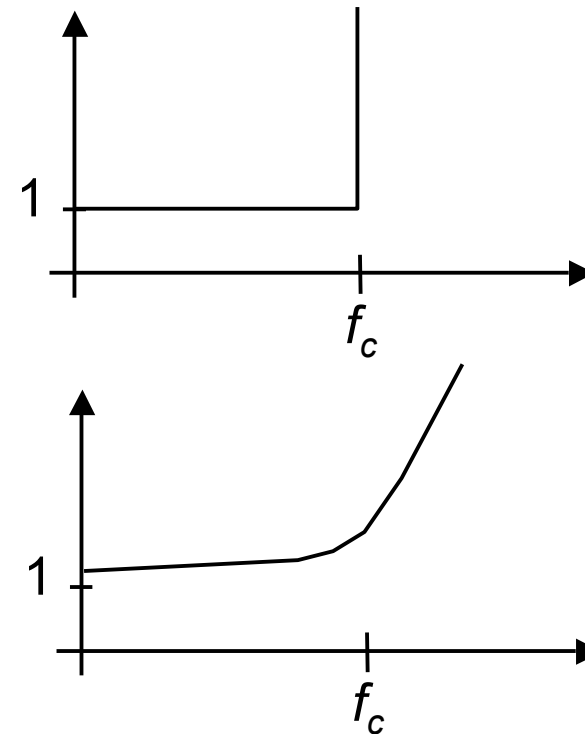
- Zuerst ist die Dämpfung 1
- und dann Unendlich

➤ **Realistischer:**

- Dämpfung steigt kontinuierlich von 1 zu höheren Frequenzen

➤ **Beides:**

- **Bandweiten-begrenzter Kanal**



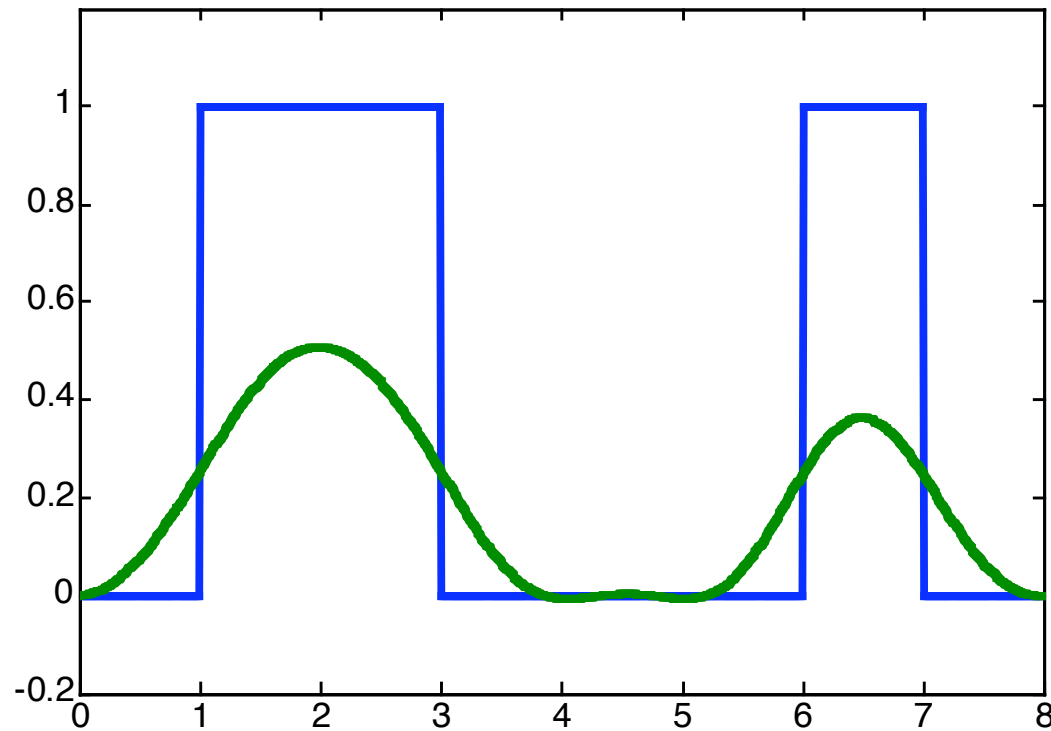
(aus Vorlesung von Holger Karl)



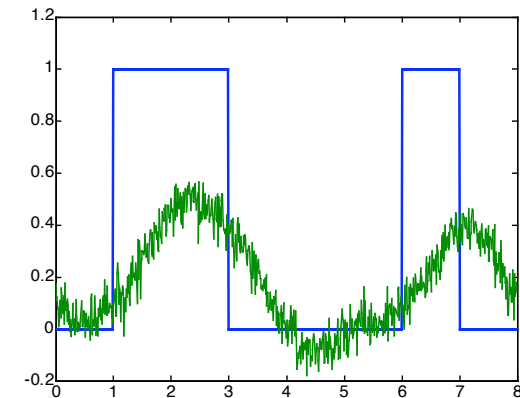
Beispiel mit realistischerer Dämpfung

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

- **Beispiel: Dämpfung ist 2, 2.5, 3.333... , 5, 10, ∞ für den 1st, 2nd, ... Fourierkoeffizienten**



Warum passiert aber das?



(aus Vorlesung von Holger Karl)



4. Das Medium stört und verzerrt

➤ **In jedem Medium (außer dem Vakuum) haben verschiedene Frequenzen verschiedene Ausbreitungsgeschwindigkeit**

- Resultiert in Phasenverschiebung
- Zu Erinnerung: Sinuskurve ist bestimmt durch Amplitude a , Frequenz f , and Phase ϕ

$$a \sin(2\pi ft + \phi)$$

➤ **Die Größe dieser Phasenverschiebung hängt von der Frequenz ab**

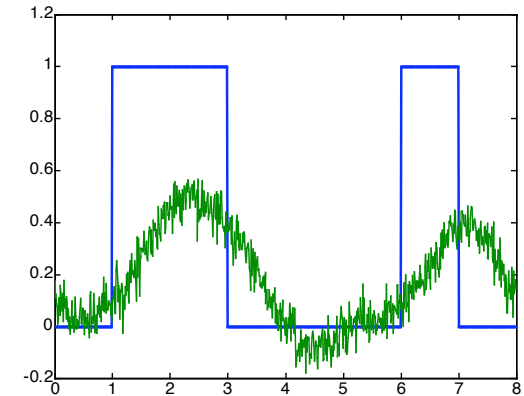
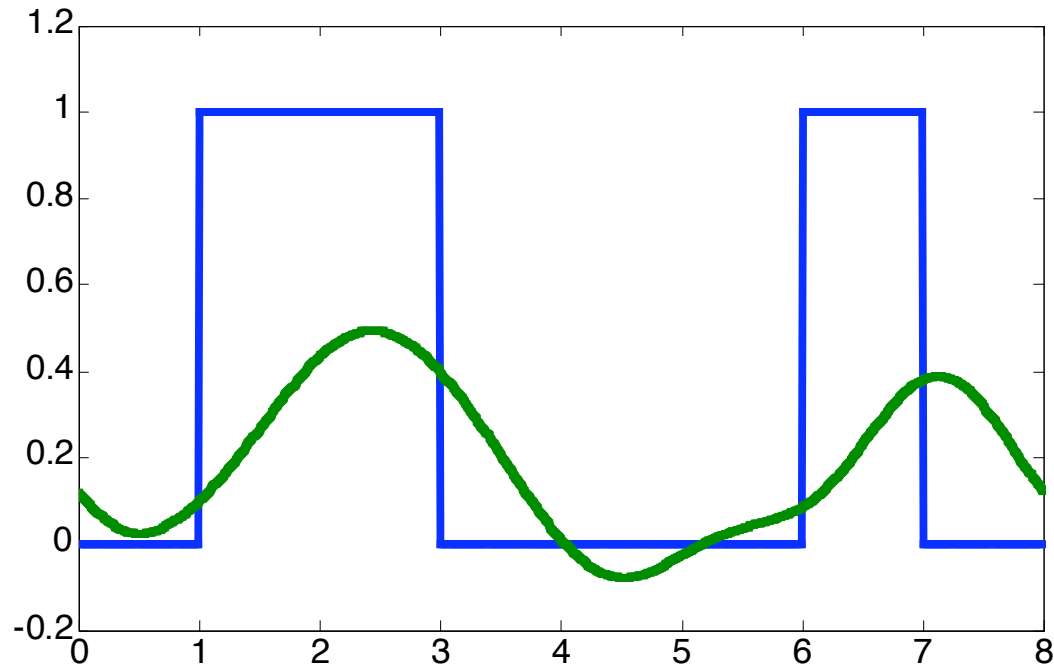
- Dieser Effekt heißt Verzerrung (*distortion*)



Frequenzabhängige Dämpfung und Verzerrung

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelbauer

Warum passiert das:



(aus Vorlesung von Holger Karl)



5. Echte Medien rauschen

- **Jedes Medium und jeder Sender und Empfänger produzieren Rauschen**
 - Verursacht durch Wärme, Störungen anderer Geräte, Signale, Wellen, etc.

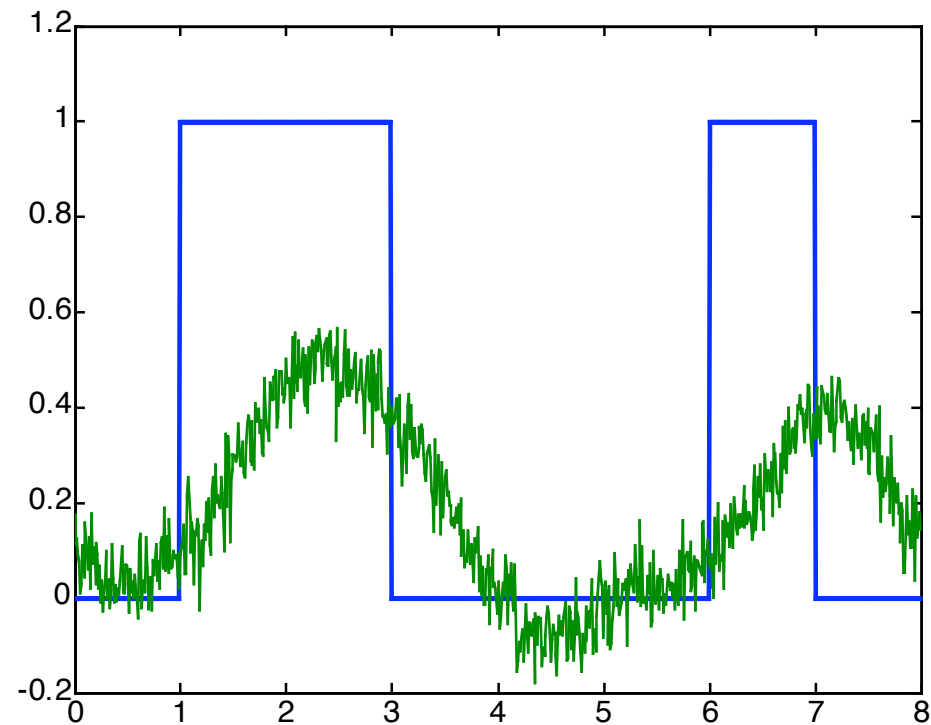
- **Wird beschrieben durch zufällige Fluktuationen des (störungsfreien) Signals**
 - Typische Modellierung: Gaussche Normalverteilung



Zusammenfassung

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

➤ Dies alles kann das Eingangssignal erklären.



(aus Vorlesung von Holger Karl)

Ende der

3. Vorlesung



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Systeme II
Christian Schindelhauer
schindel@informatik.uni-freiburg.de