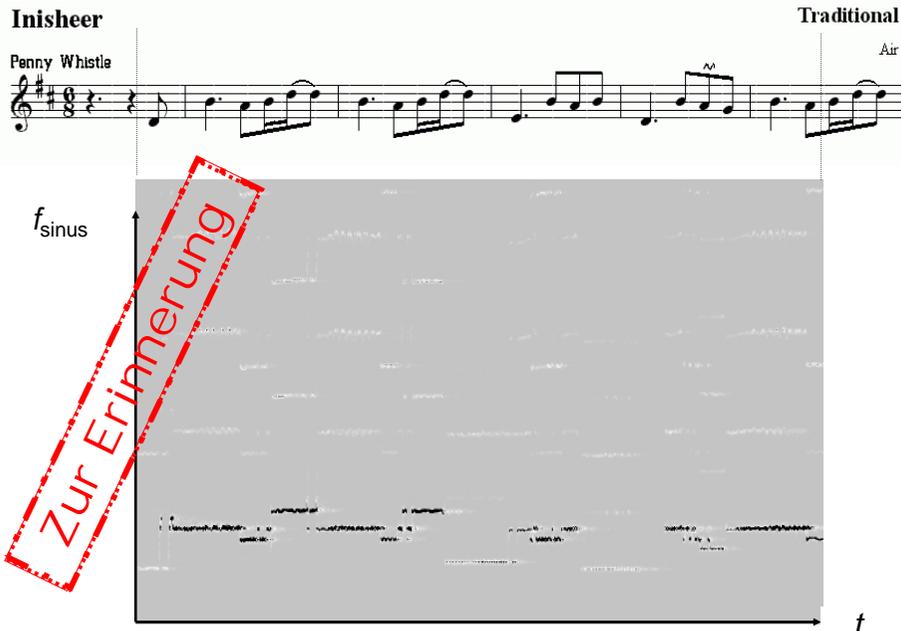
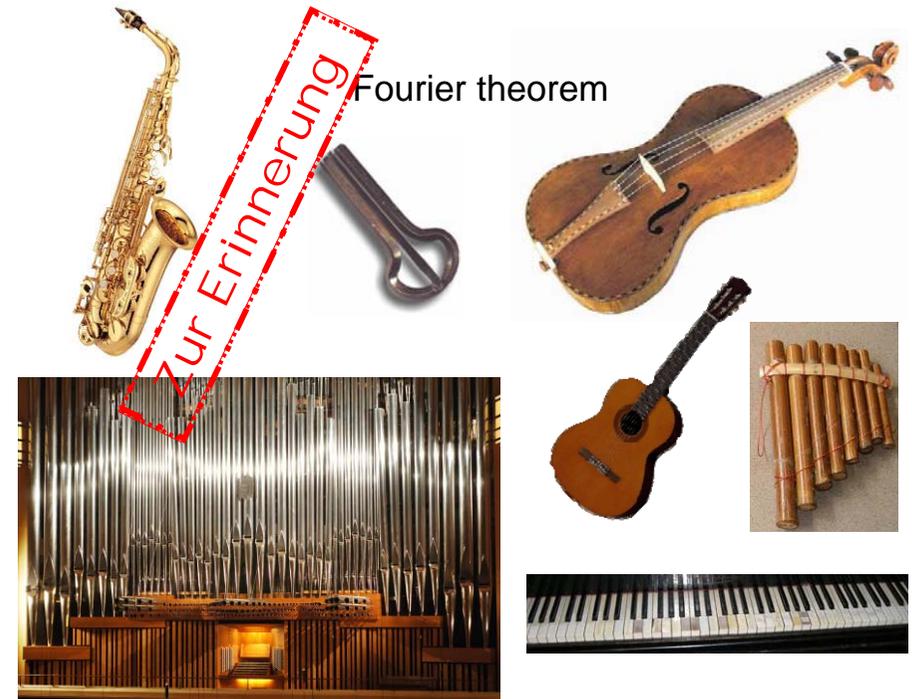
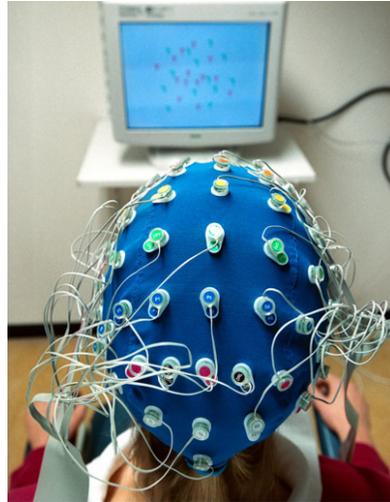


Signalverarbeitung

1. Klassifizierung und charakterisierung der Signale
2. Signalverarbeitungskette



Rauschen

Rauschen: die gemessenen (als Signalinformationen dienenden) physikalischen Parameter, die nicht von den zu untersuchenden Erscheinungen stammen, also keine Nutzinformationen übermitteln.

Signal-Rausch-Verhältnis (S/R):

$$S/R = \frac{\text{mittlere Nutzsignalleistung}}{\text{mittlere Rauschleistung}} \quad \text{oder} \quad \frac{\text{Signalimpulszahl}}{\text{Rauschimpulszahl}}$$

- ist ein Maß für die Qualität eines aus einer Quelle stammenden Nutzsignals, das von einem Rauschsignal überlagert ist
- bezeichnet oft als **SNR** oder **S/N** vom Englischen signal-to-noise ratio

Signal/Rausch = 5

dbiueideensinednichtviterantwortlicohaffür
dcaswadrdiemcenscqhenausiinnenmachfen

dbiueideensinednichtviterantwortlicohaffür
dcaswadrdiemcenscqhenausiinnenmachfen

Filtern

Zur Erinnerung

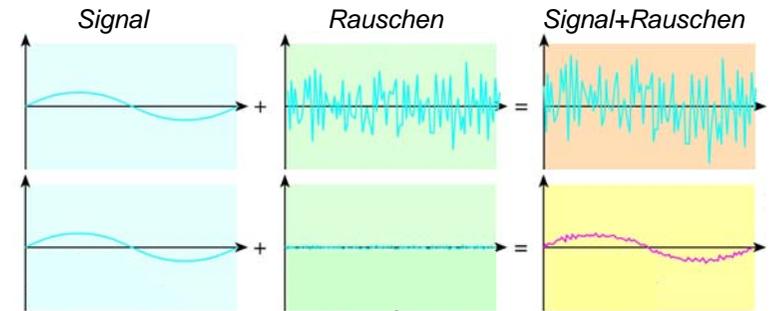
dbiueideensinednichtviterantwortlicohaffür
dcaswadrdiemcenscqhenausiinnenmachfen

d i eideensin dnichtv erantwortlic h f ür
d a s w a s d i e m e n s c h e n a u s i h n e n m a c h e n

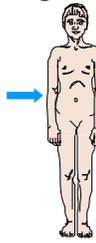
(Werner Heisenberg)

Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses

- Anheben der Signalstärke
- Verminderung des Rauschens
 - Abschirmung
 - Filterung
 - Mittelung



Patient als
Signalquelle



Detektor

elektrisches
Signal

3
Verstärker

Umformung
Selektion

Anzeige

A/D-
Konverter

Computer

elektrisches oder
nichtelektrisches
Signal

(elektrischer) Verstärker



- Anforderungen:
- (1) $P_{\text{ein}} < P_{\text{aus}}$
 - (2) zeitlicher Ablauf von Ausgangssignal und Eingangssignal (möglichst) gleich

Charakteristische Parameter:

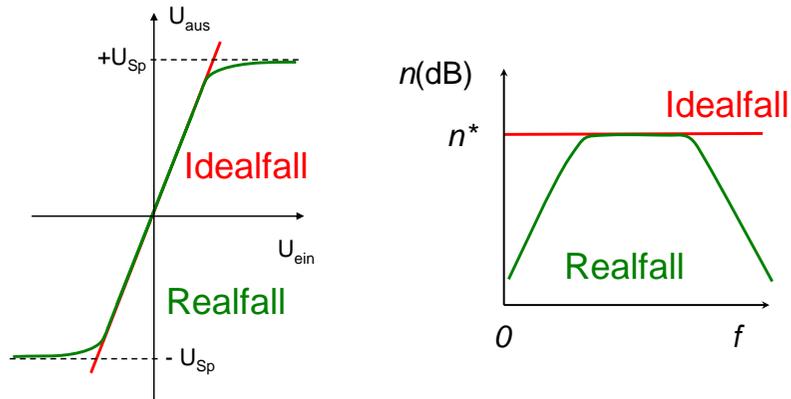
Leistungsverstärkungsfaktor $V_P = \frac{P_{\text{aus}}}{P_{\text{ein}}}$

Spannungsverstärkungsfaktor $V_U = \frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}}$

Verstärkung mit Dezibel-Zahl:

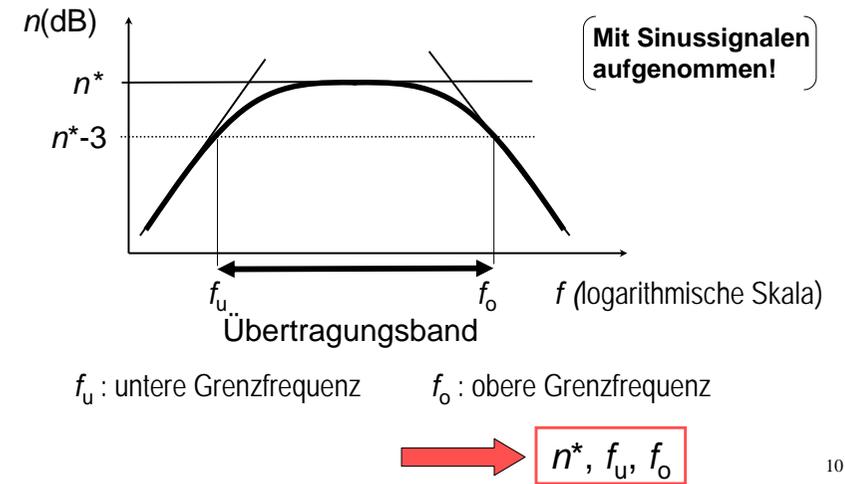
$$n = 10 \cdot \lg \frac{P_{\text{aus}}}{P_{\text{ein}}} \text{ (dB)} = 10 \cdot \lg V_P \text{ (dB)}$$

Frequenzübertragungsfunktion (Frequenzgang, Frequenz-Antwort-Funktion, Übertragungskennlinie)

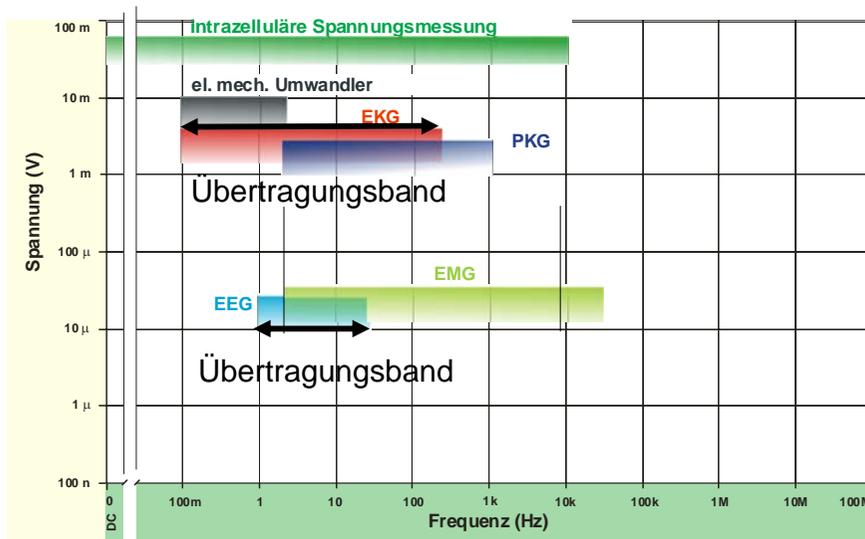


9

Frequenzübertragungsfunktion (Frequenzgang, Frequenz-Antwort-Funktion, Übertragungskennlinie)

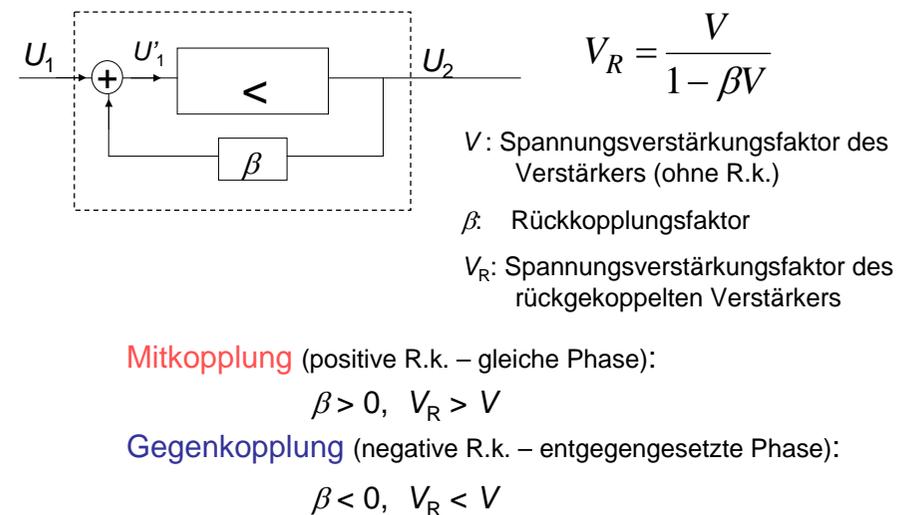


10



11

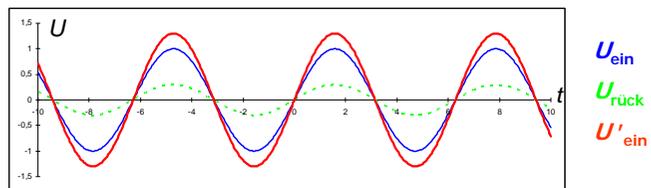
Rückkopplung(sverstärker)



12

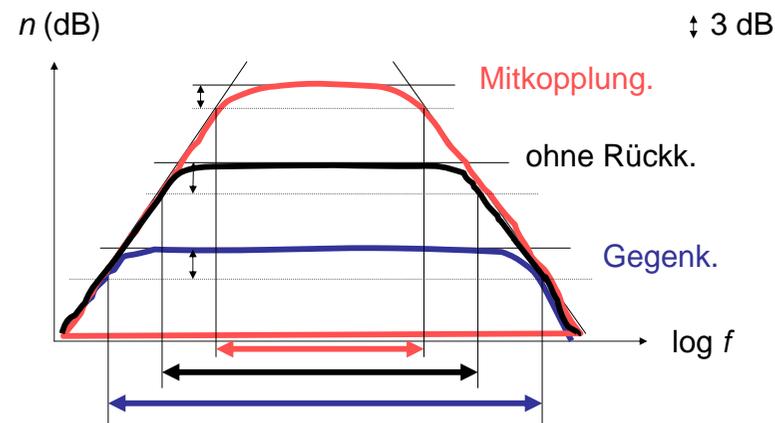
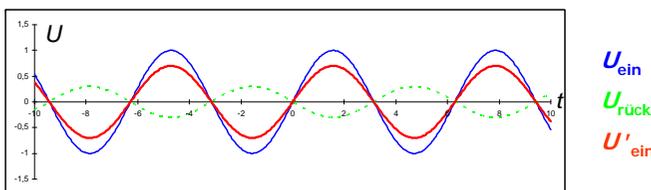
Mitkopplung (positive R.k. – gleiche Phase):

$\beta > 0, V_R > V$ → Sinusoszillator ($\beta V = 1$, Verstärkung: „unendlich“)
 → Ultraschall(generator), Wärmetherapie(gen.)



Gegenkopplung (negative R.k. – entgegengesetzte Phase):

$\beta < 0, V_R < V$ → alle Verstärker von hoher Qualität

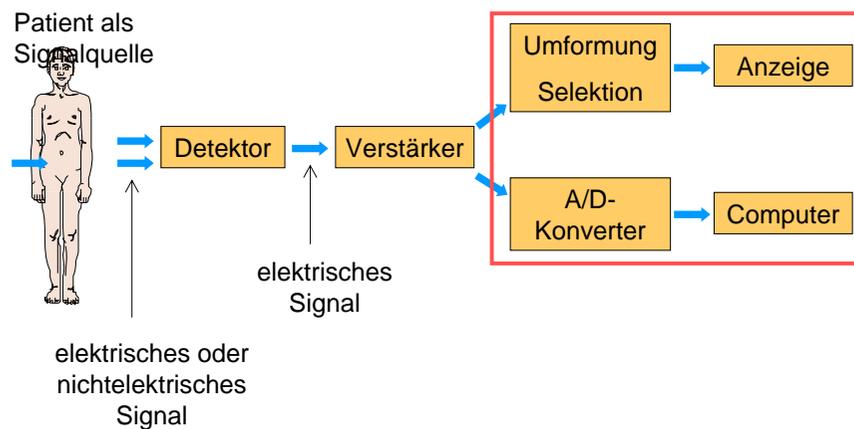


Mitkopplung: Übertragungsband – schmaler (Nachteil)

Gegenkopplung: Übertragungsband – breiter (Vorteil)

Medizinische Signalanalysekette

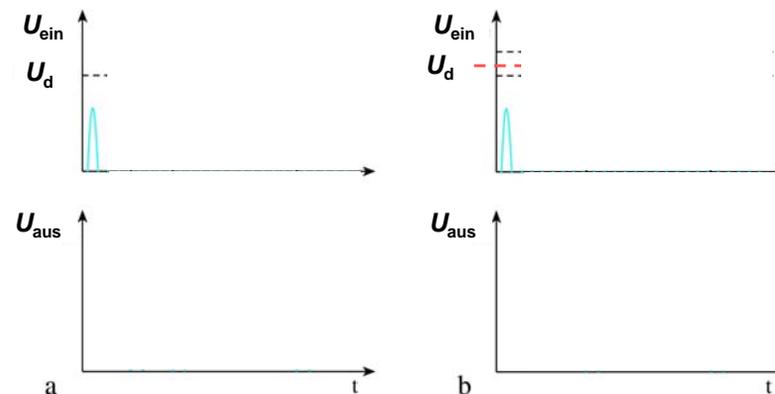
4

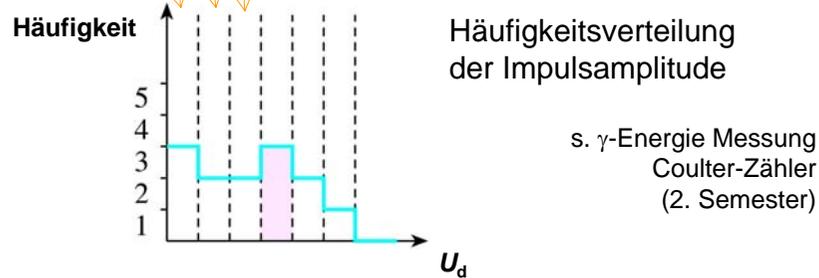
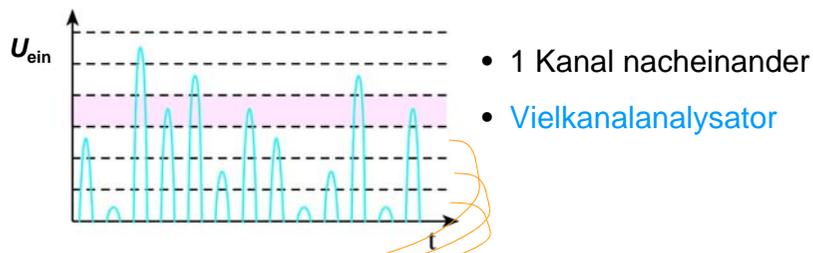


Selektierung von Impulssignalen

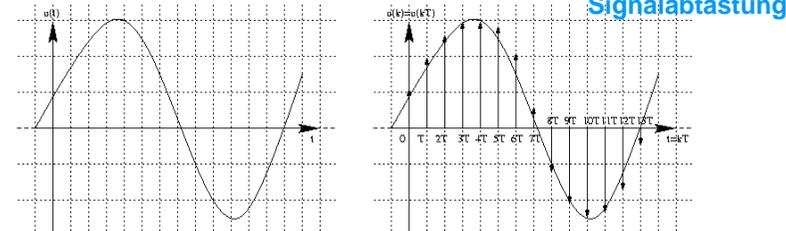
Integralkriterium (ID)

Differenzialkriterium (DD)



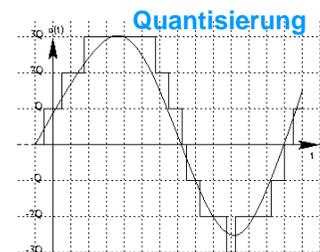


A/D-Konversion

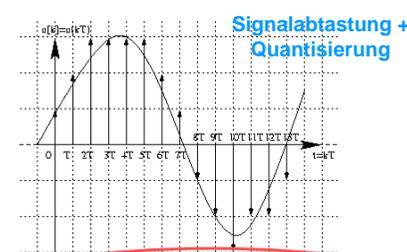


analoges Signal: zeit- und wertkontinuierliches S.

zeitdiskretes, wertkontinuierliches S.

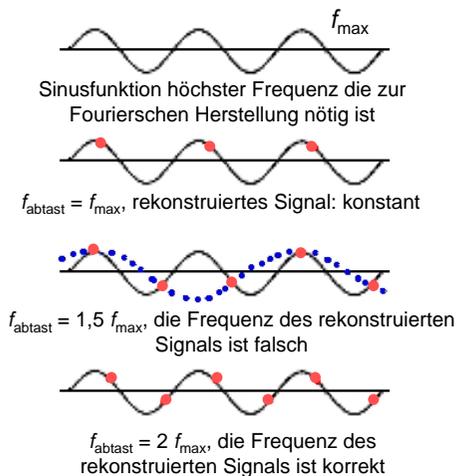


wertdiskretes, zeitkontinuierliches S.



digitales Signal: zeit- und wertdiskretes S.

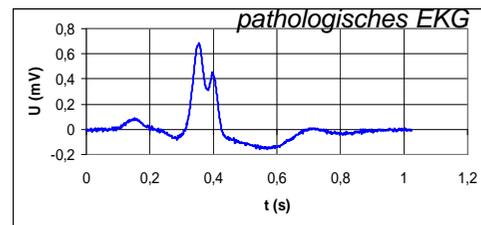
zeitdiskretes Signal: man kennt den Signalwert nicht in allen Zeitpunkten



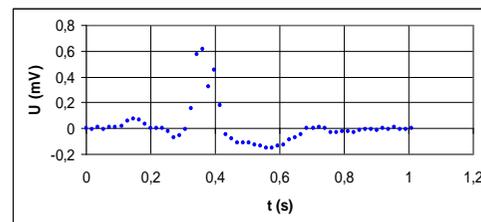
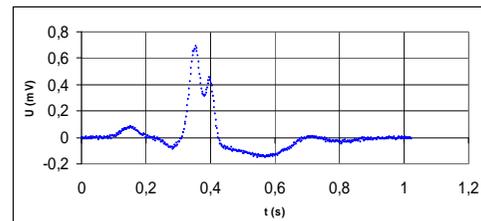
Nyquist-Shannon Abtasttheorem:

Ein Signal einer Maximalfrequenz f_{max} muss mit einer Frequenz größer als $2f_{max}$ abgetastet werden, damit man aus dem so erhaltenen zeitdiskreten Signal das Ursprungssignal ohne Informationsverlust rekonstruieren kann.

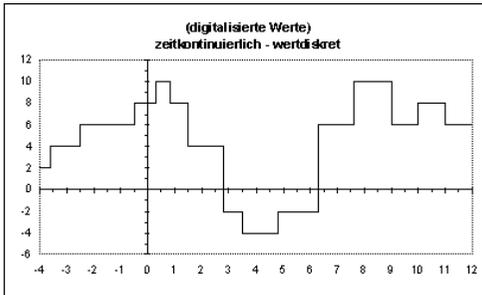
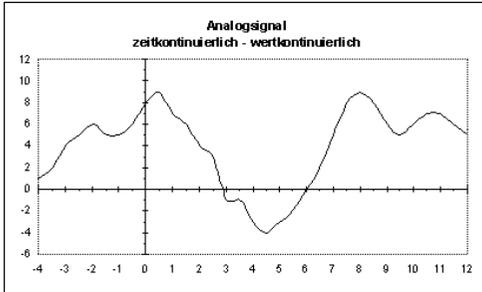
(z.B.: hifi, $f_{max} = 20 \text{ kHz}$
 $f_{abtast} = 44,1 \text{ kHz} > 2 \cdot 20 \text{ kHz}$)



analoges Signal $f_{max} = 200 \text{ Hz}$



wertdiskretes Signal: der Wert des Signals kann nicht beliebig groß sein



binäres Signal =
zwei Werte (Zustände)

1 bit \rightarrow 2 Werte 2^1

2 bit \rightarrow 4 Werte 2^2

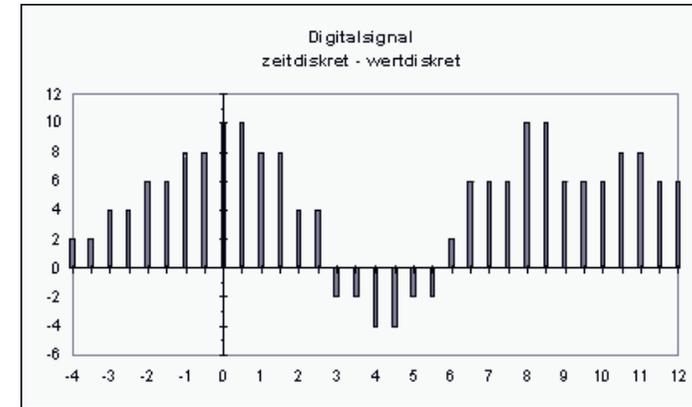
3 bit \rightarrow 8 Werte 2^3

...

z.B.: hifi, 16 bit = $2^{16} = 65\,536$
(CD Standard)
24 bit = $2^{24} = 16\,777\,216$
("beste" Tonkarte)

21

Digitalsignal: zeit- und wertdiskretes Signal



- wesentlich geringere Störanfälligkeit
- eine fast vollständige regenerierbarkeit entlang der Übertragungsstrecke

22

Flüssigkristalle

Anisotropie: Richtungsabhängigkeit

In einer Richtung Flüssigkeit
(keine Fernordnung)

In andere Richtung Festkörper:
(Fernordnung)

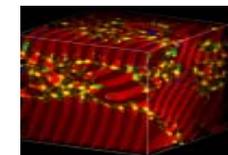
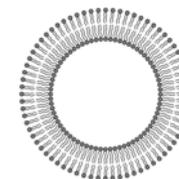
Flüssigkristalle

Liotrope

Thermotrope

Wasser+amphiphile
Moleküle z.B. Lipid

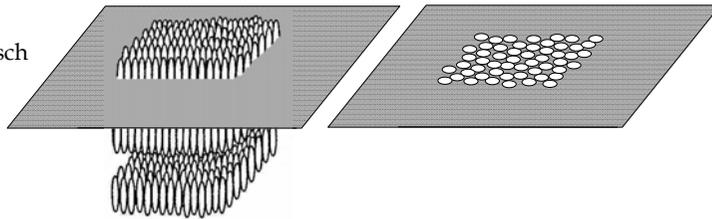
Stabförmige o.
Scheibeförmige
Moleküle



Flüssigkristalle

- Kristall- } Ordnung
- Flüssigkeit- } (in unterschiedlichen Richtungen)

zB.: smektisch

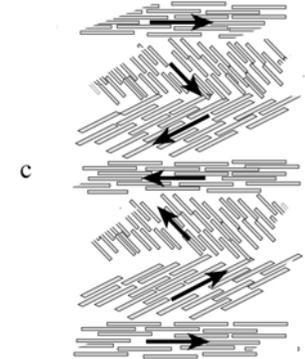
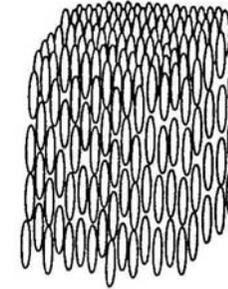
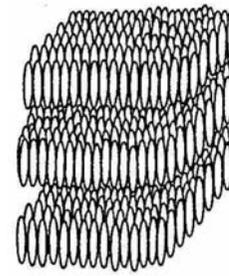


Typen der Flüssigkristalle

smektisch

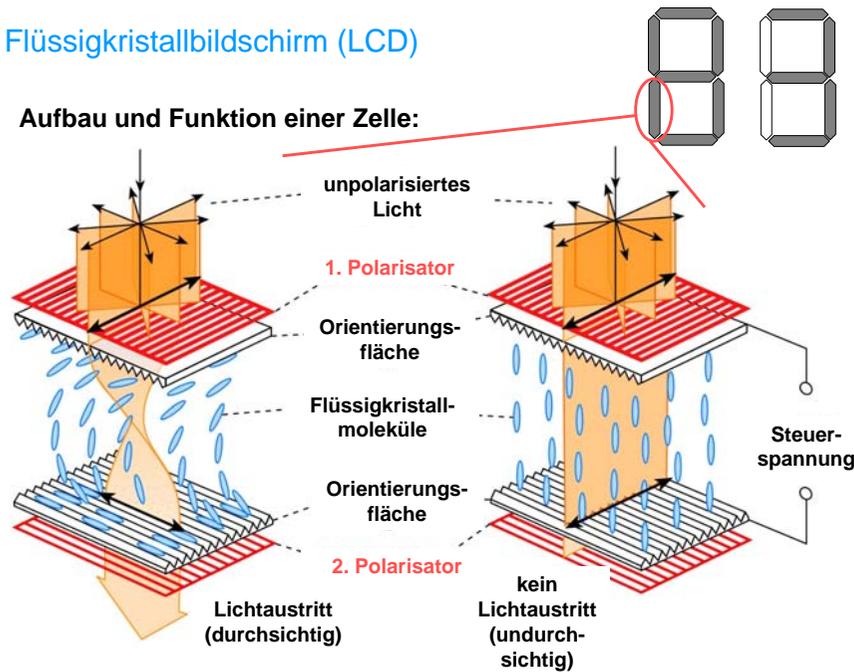
nematisch

cholesterisch



Flüssigkristallbildschirm (LCD)

Aufbau und Funktion einer Zelle:



Anwendung der Flüssigkristalle



Elektrooptischer
Termooptischer
Effekt