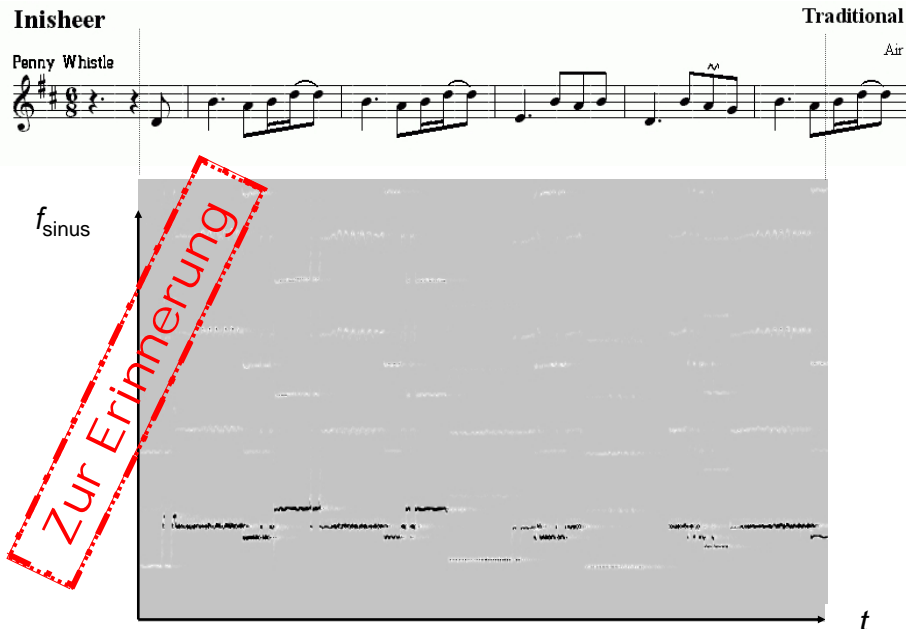
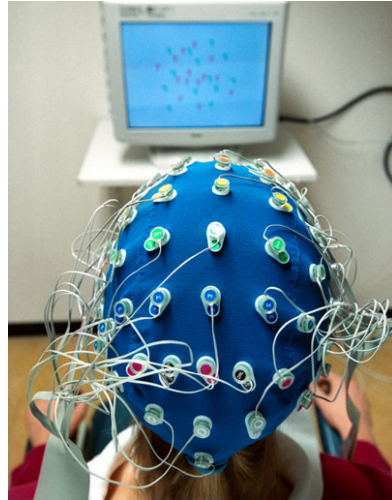


Signalverarbeitung

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):

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

- 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
dcaswadsiemcenscqhenausiennenmachfen

dbiueideensinednichtviterantwortlicohaffür
dcaswadsiemcenscqhenausiennenmachfen

Filtern

dbiueideensinednichtviterantwortlicohaffür
dcaswadsiemcenscqhenausiennenmachfen

d i eideensin dnichtv erantwortlic h f ür
d a s w a s diem ens c henausiennen mach en

Zur Erinnerung

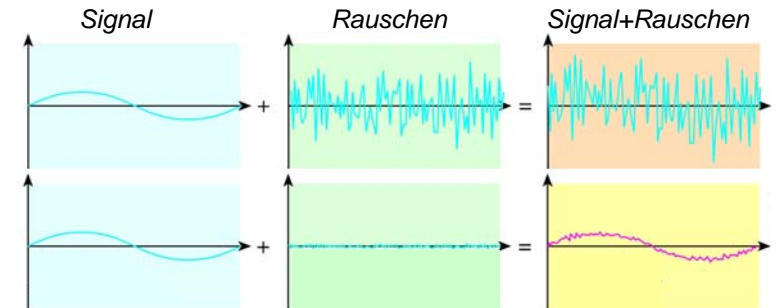
(Werner Heisenberg)

5

Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses

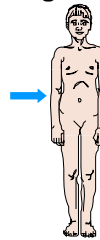
- Anheben der Signalstärke
- Verminderung des Rauschens

- Abschirmung
- Filterung
- Mittelung



6

Patient als
Signalquelle



Detektor

elektrisches
Signal

3

Verstärker

Umformung
Selektion

Anzeige

A/D-
Konverter

Computer

elektrisches oder
nichtelektrisches
Signal

7

(elektrischer) Verstärker

Eingangssignal $P_{\text{ein}}, U_{\text{ein}}$ → Verstärker → Ausgangssignal $P_{\text{aus}}, U_{\text{aus}}$

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

Charakteristische Parameter:

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

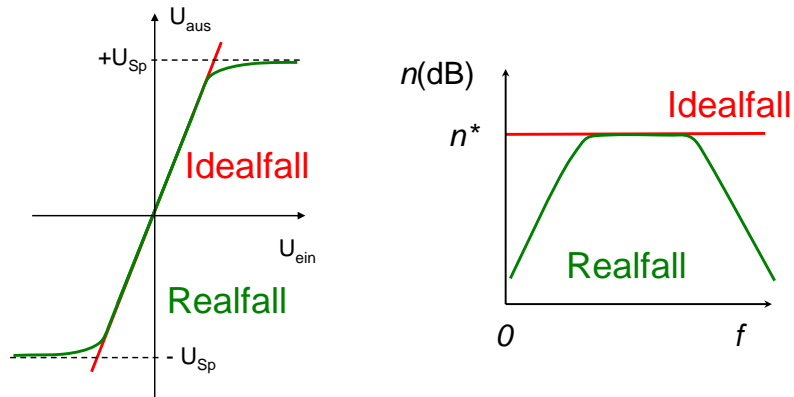
Spannungsverstärkungsfaktor $V_U = \frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}}$

Verstärkung mit Dezibel-Zahl:

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

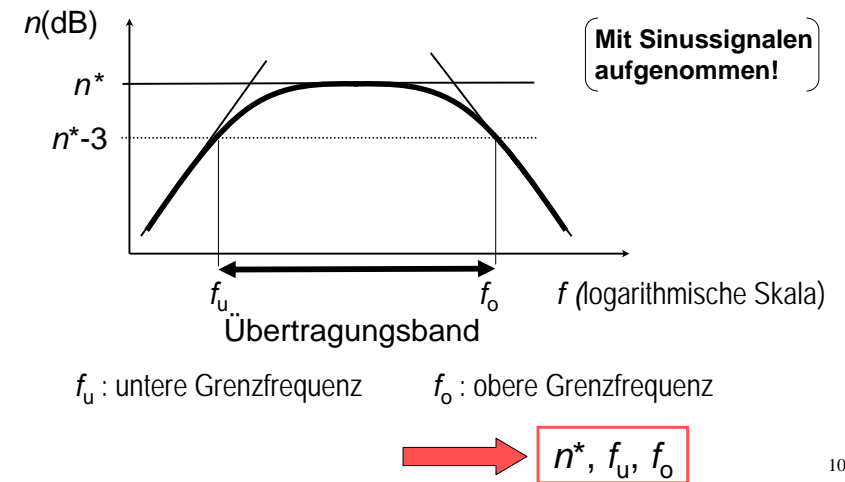
8

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

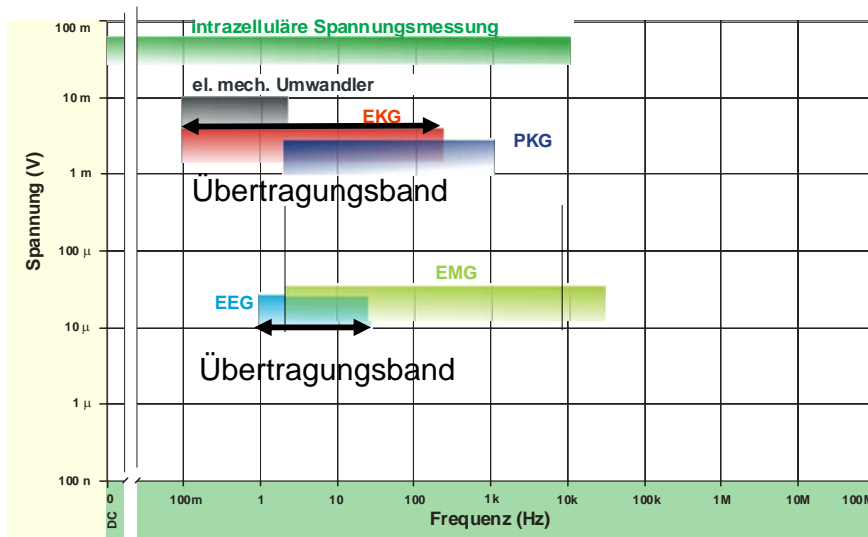


9

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

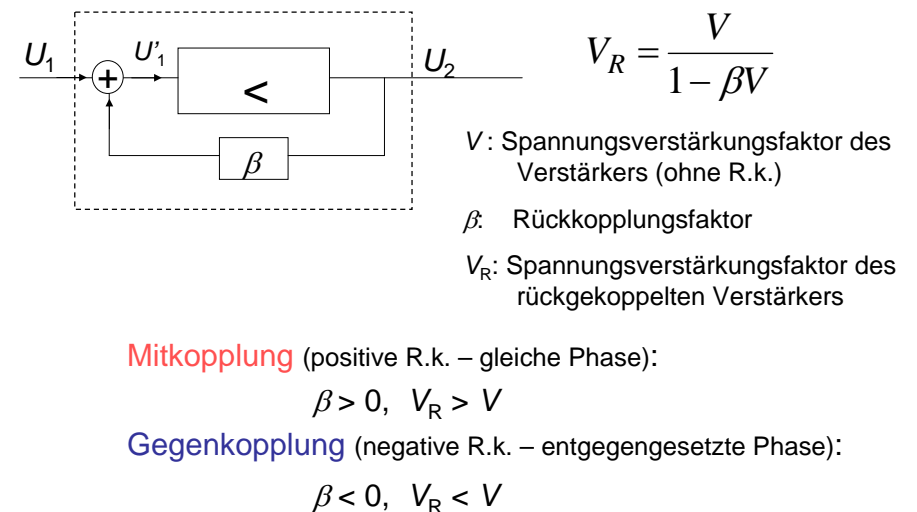


10



11

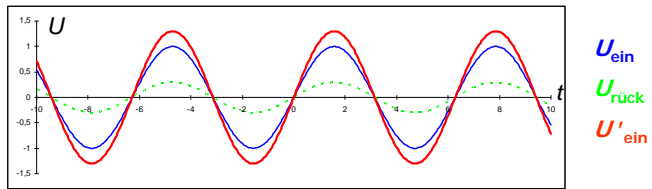
Rückkopplung(sverstärker)



12

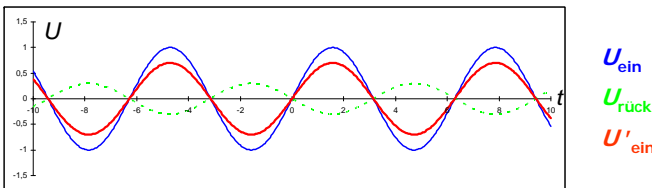
Mitkopplung (positive R.k. – gleiche Phase):

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

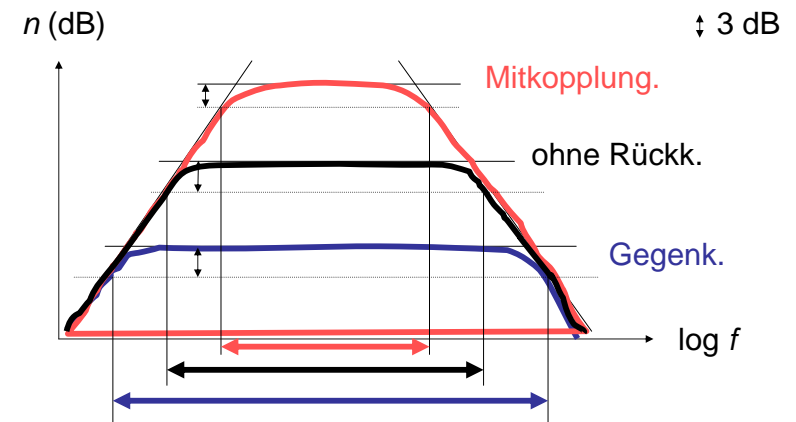


Gegenkopplung (negative R.k. – entgegengesetzte Phase):

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



13



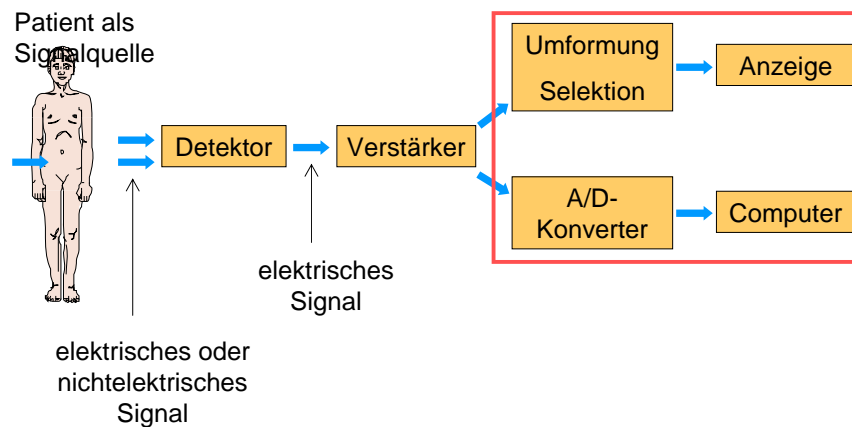
Mitkopplung: Übertragungsband – schmaler (Nachteil)

Gegenkopplung: Übertragungsband – breiter (Vorteil)

14

Medizinische Signalanalysekette

4

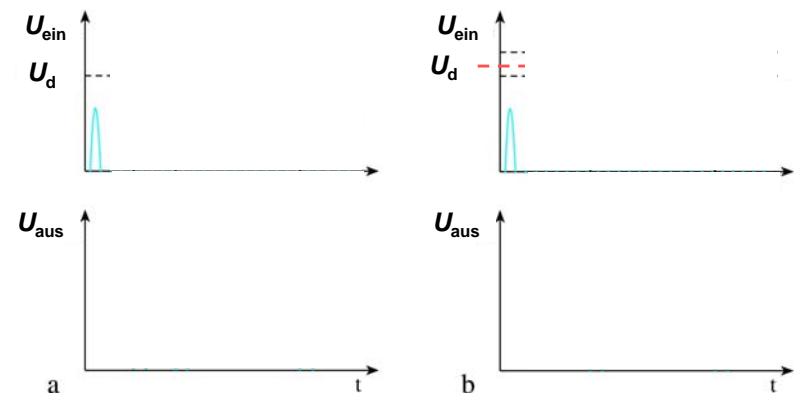


15

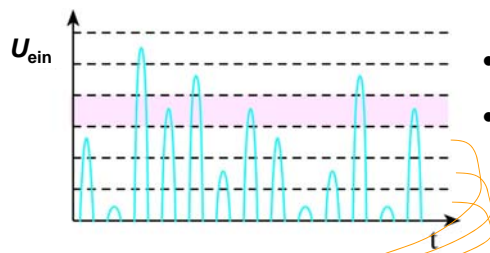
Selektierung von Impulssignalen

Integraldiskriminator (ID)

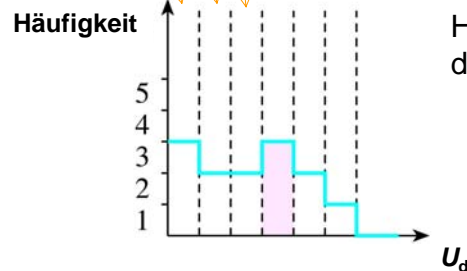
Differenzialdiskriminator (DD)



16



- 1 Kanal nacheinander
- Vielkanalanalysator



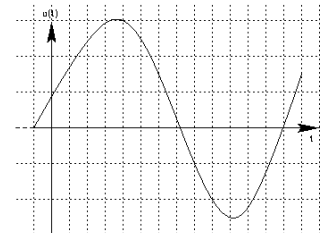
Häufigkeitsverteilung
der Impulsamplitude

s. γ -Energie Messung
Coulter-Zähler
(2. Semester)

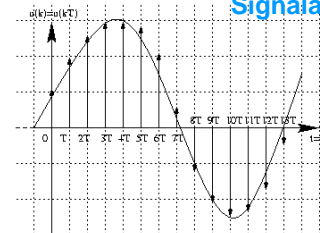
17

A/D-Konversion

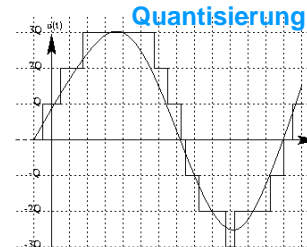
Signalabtastung



analoges Signal: zeit- und wertkontinuierliches S.

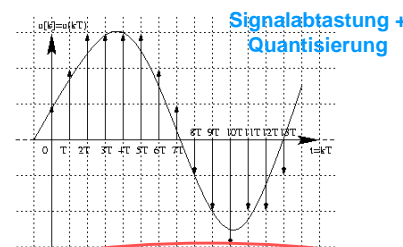


zeitdiskretes, wertkontinuierliches S.



Quantisierung

wertdiskretes, zeitkontinuierliches S.

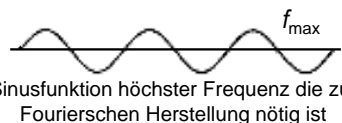


Signalabtastung +
Quantisierung

digitales Signal: zeit- und wertdiskretes S.

18

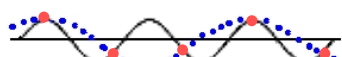
zeitdiskretes Signal: man kennt den Signalwert nicht in allen Zeitpunkten



Sinusfunktion höchster Frequenz die zur
Fourierschen Herstellung nötig ist



$f_{\text{abtast}} = f_{\text{max}}$, rekonstruiertes Signal: konstant



$f_{\text{abtast}} = 1,5 f_{\text{max}}$, die Frequenz des rekonstruierten
Signals ist falsch



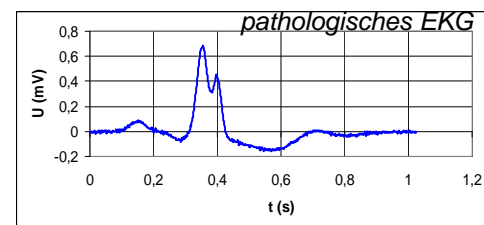
$f_{\text{abtast}} = 2 f_{\text{max}}$, die Frequenz des
rekonstruierten Signals ist korrekt

Nyquist-Shannon Abtasttheorem:

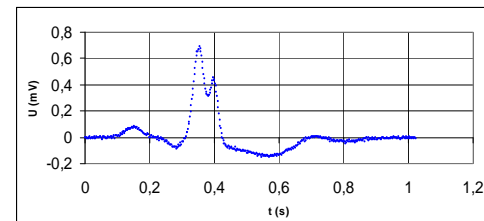
Ein Signal einer Maximalfrequenz
 f_{max} muss mit einer Frequenz größer
als $2f_{\text{max}}$ abgetastet werden, damit
man aus dem so erhaltenen
zeitdiskreten Signal das
Ursprungssignal ohne
Informationsverlust rekonstruieren
kann.

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

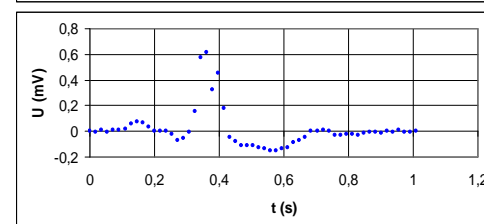
19



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



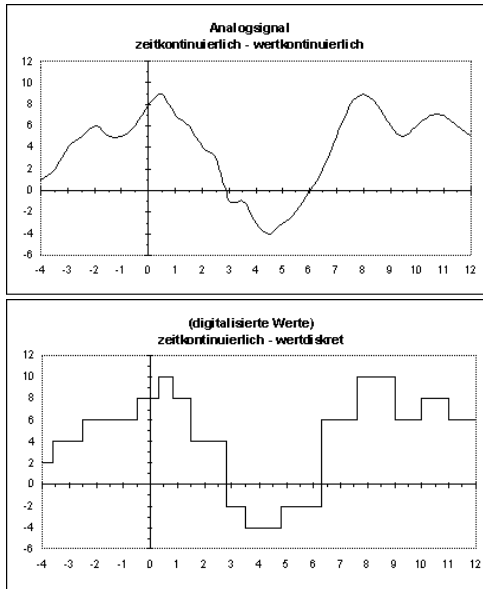
zeitdiskretes Signal
 $f_{\text{abtast}} = 500 \text{ Hz} > 2 f_{\text{max}}$



zeitdiskretes Signal
 $f_{\text{abtast}} = 50 \text{ Hz} < 2 f_{\text{max}}$

20

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

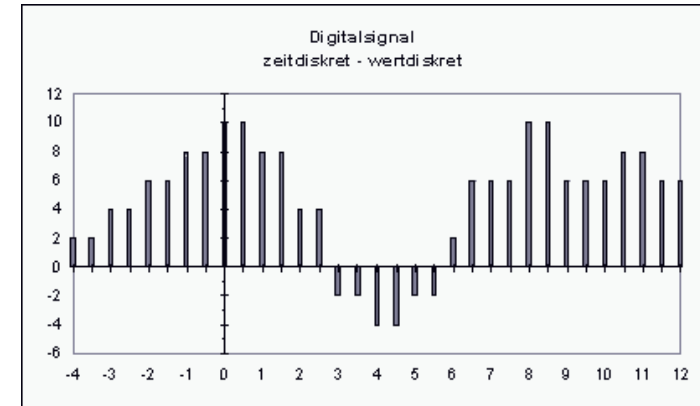
3 bit \rightarrow 8 Werte 2^3

...

(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)

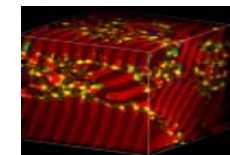
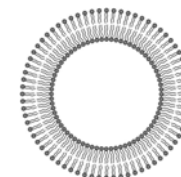
Flüssigkristalle

Liotrope

Thermotrope

Wasser+amphiphile
Moleküle z.B. Lipid

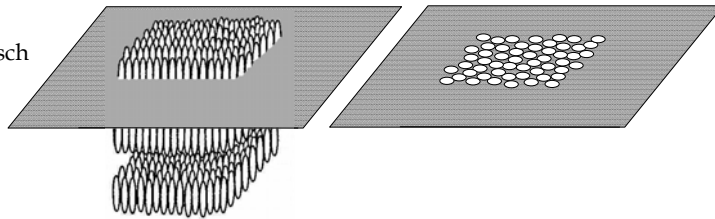
Stabförmige o.
Scheibeförmige
Moleküle



Flüssigkristalle

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

zB.: smektisch

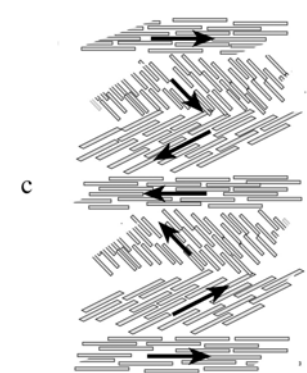
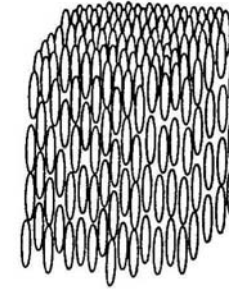
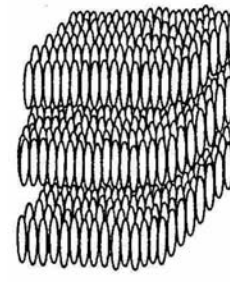


Typen der Flüssigkristalle

smektisch

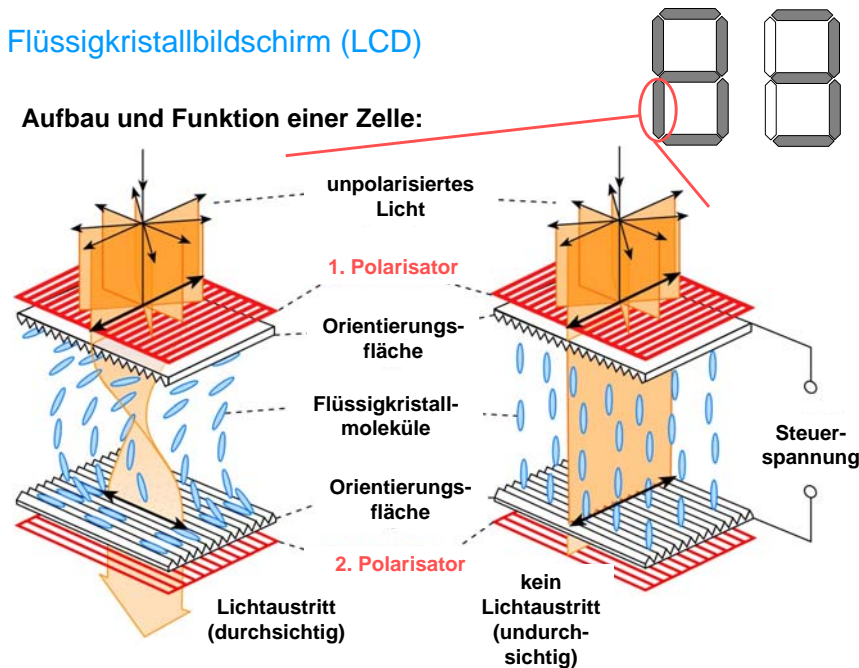
nematisch

cholesterisch



Flüssigkristallbildschirm (LCD)

Aufbau und Funktion einer Zelle:



27

Anwendung der Flüssigkristalle



Elektrooptischer
Termooptischer
Effekt

