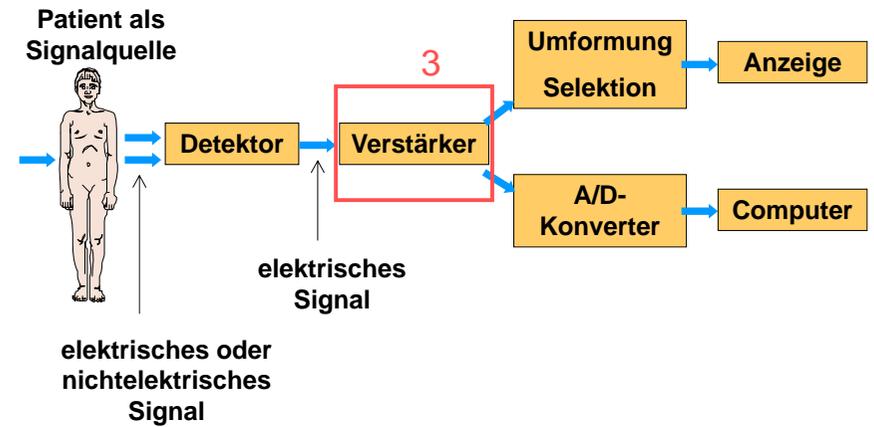


Signalverarbeitung 2



(elektrischer) Verstärker



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

Charakteristische Parameter:

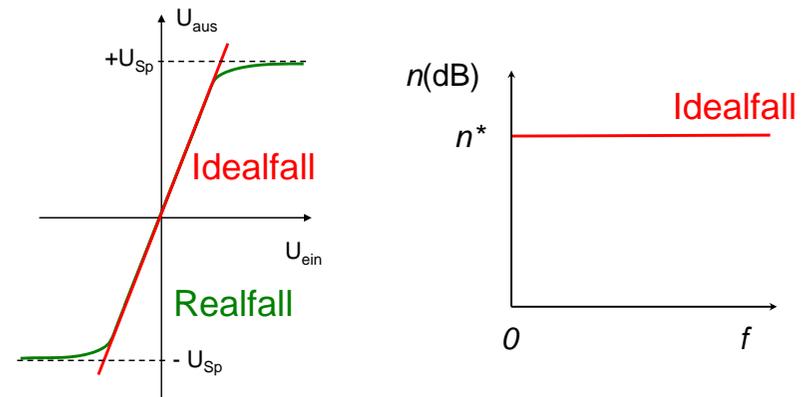
Leistungsverstärkungsfaktor $V_P = \frac{P_{\text{aus}}}{P_{\text{ein}}}$

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

Verstärkung mit Dezibel-Zahl:

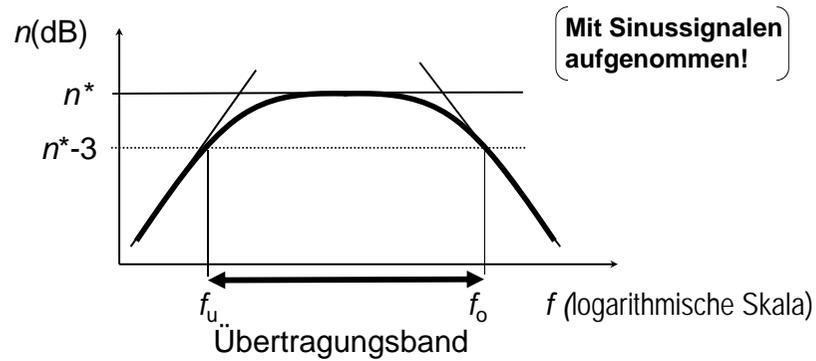
$$n = 10 \cdot \lg \frac{P_{\text{aus}}}{P_{\text{ein}}} \text{ (dB)} = 10 \cdot \lg V_P \text{ (dB)}$$

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



Frequenzübertragungsfunktion

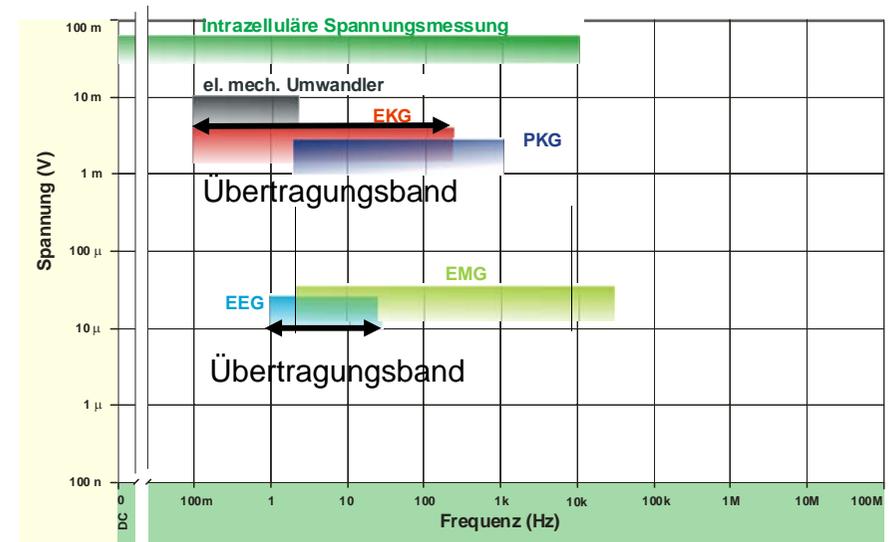
(Frequenzgang, Frequenz-Antwort-Funktion, Übertragungskennlinie)



f_u : untere Grenzfrequenz f_o : obere Grenzfrequenz

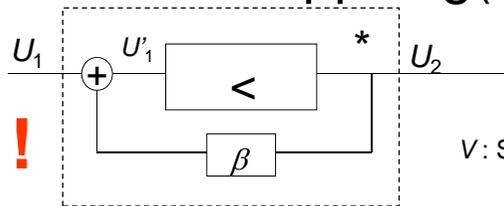
→ n^*, f_u, f_o

5



6

Rückkopplung(sverstärker)



$$V_R = \frac{V}{1 - \beta V}$$

V : Spannungsverstärkungsfaktor des Verstärkers (ohne R.k.)

β : Rückkopplungsfaktor

V_R : Spannungsverstärkungsfaktor des rückgekoppelten Verstärkers

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

$$\beta > 0, V_R > V$$

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

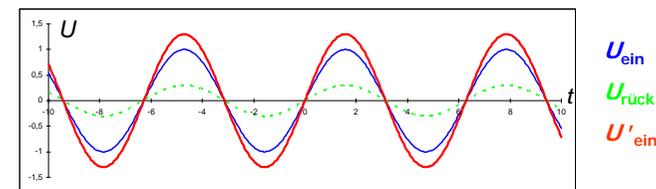
$$\beta < 0, V_R < V$$

7

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

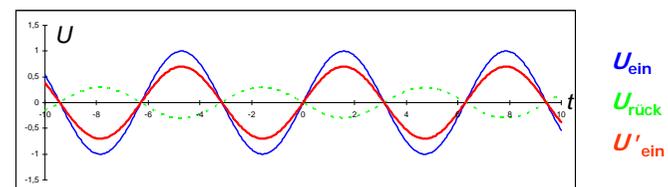
$\beta > 0, V_R > V$ → Sinusoszillator ($\beta V = 1$, Verstärkung: „unendlich“)

→ Ultraschall(generator), Wärmetherapie(gen.)

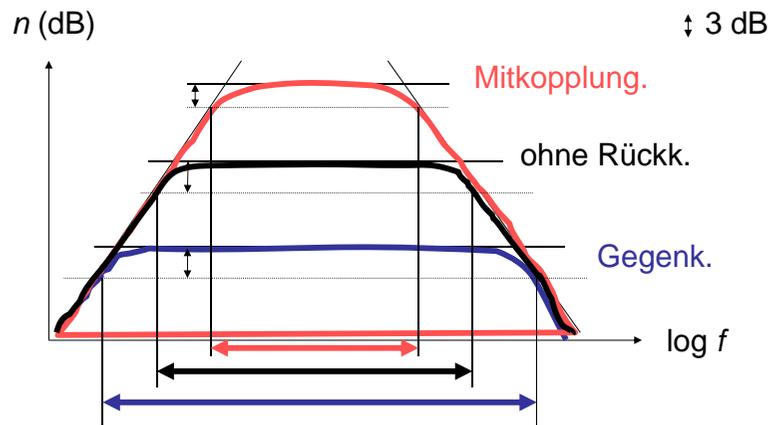


Gegenkopplung (negative R.k. – entgegengesetzte Phase):

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



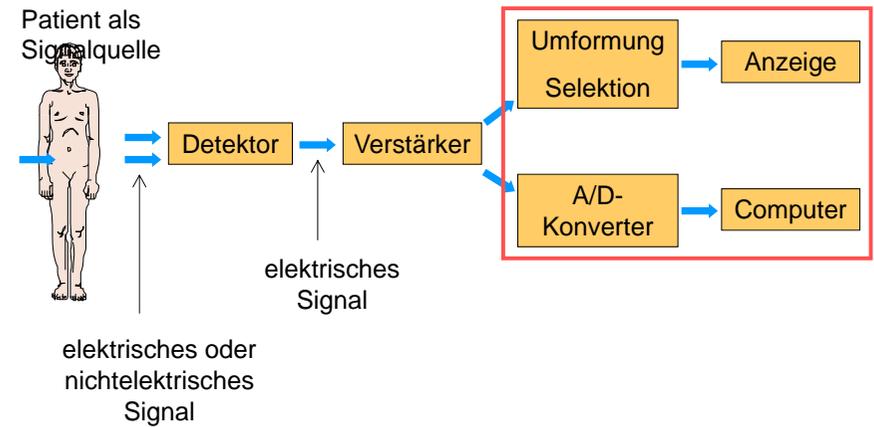
8



Mitkopplung: Übertragungsband – schmaler (Nachteil)

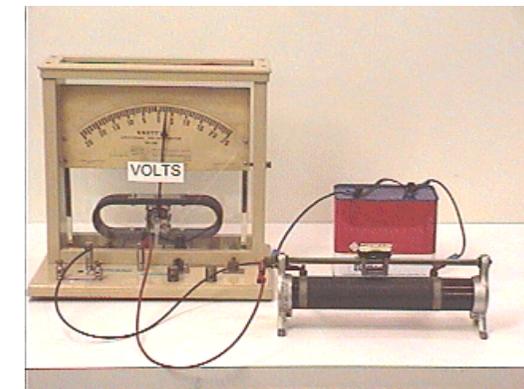
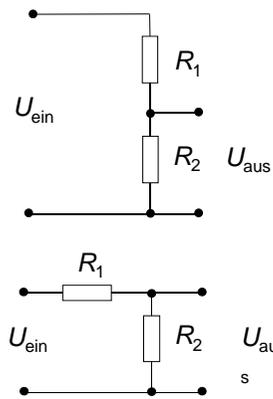
Gegenkopplung: Übertragungsband – breiter (Vorteil)

Medizinische Signalanalysekette 4



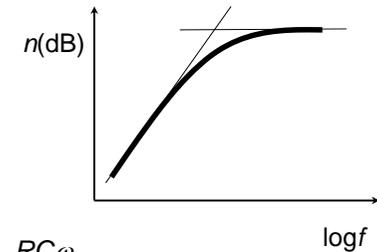
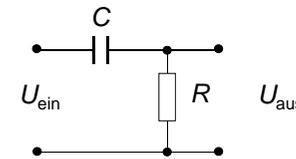
Filterierung: Hochpass und Tiefpass Filtern

Einführung:
Spannungsteiler



$$U_{\text{aus}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{\text{ein}}$$

Hochpass Filter (high-pass filter)

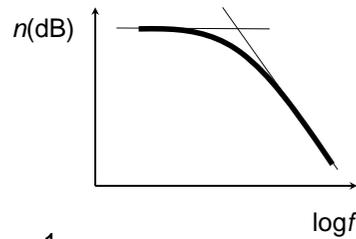
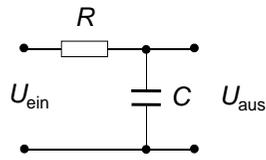


$$U_{\text{aus}} = \frac{R}{\sqrt{\frac{1}{C^2 \omega^2} + R^2}} U_{\text{ein}} = \frac{RC\omega}{\sqrt{1 + R^2 C^2 \omega^2}} U_{\text{ein}}$$

bei kleiner Frequenzen: wenn $\omega \ll \omega_0$ ($\omega \approx 0$), $U_{\text{aus}} = 0$

bei grosser Frequenzen: wenn $\omega \gg \omega_0$ ($\omega \approx \infty$), $U_{\text{aus}} = U_{\text{ein}}$

Tiefpass Filter (low-pass filter)



$$U_{\text{aus}} = \frac{1}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}}} U_{\text{ein}} = \frac{1}{\sqrt{R^2 C^2 \omega^2 + 1}} U_{\text{ein}}$$

bei kleiner Frequenzen: ha $\omega \ll \omega_0$ ($\omega \approx 0$), $U_{\text{aus}} = U_{\text{ein}}$

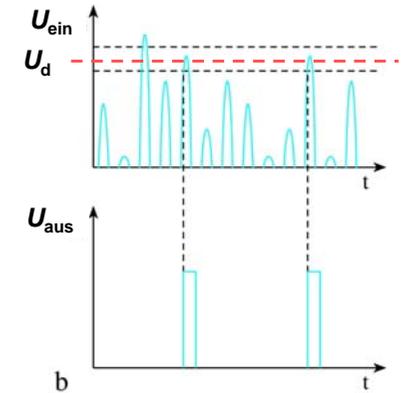
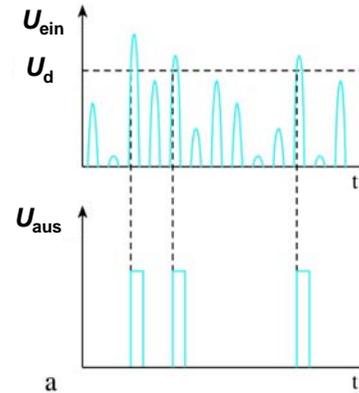
bei grosser Frequenzen: ha $\omega \gg \omega_0$ ($\omega \approx \infty$), $U_{\text{aus}} = 0$

13

Selektierung von Impulssignalen

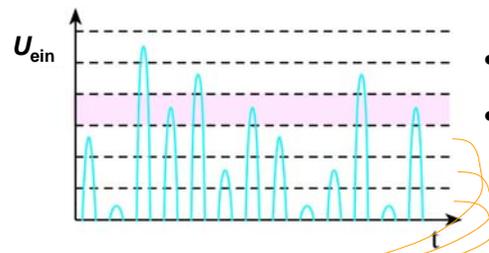
Integralkriminator (ID)

Differenzialdiskriminator (DD)

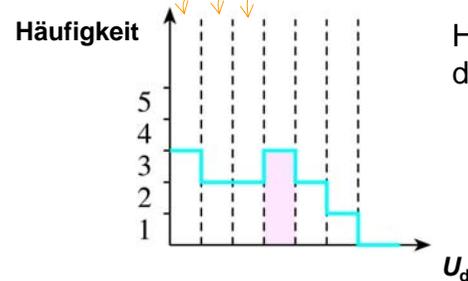


s. monostabiler Multivibrator (2. Semester)

14



- 1 Kanal nacheinander
- Vielkanalanalysator

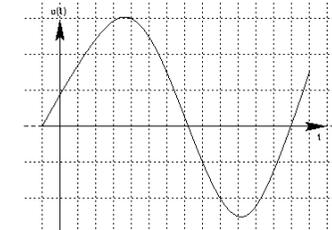


Häufigkeitsverteilung der Impulsamplitude

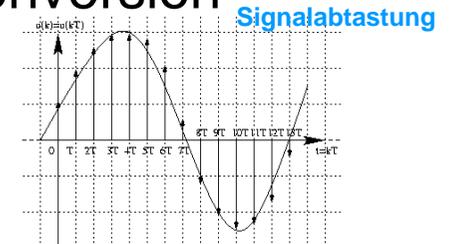
s. γ -Energie Messung
Coulter-Zähler
(2. Semester)

15

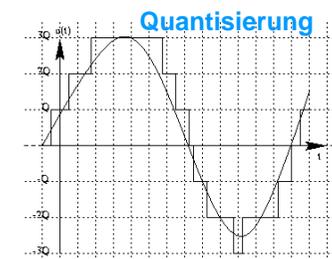
A/D-Konversion



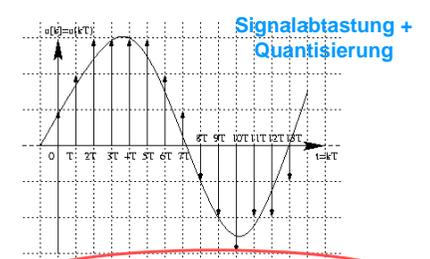
analoges Signal: zeit- und wertkontinuierliches S.



zeitdiskretes, wertkontinuierliches S.



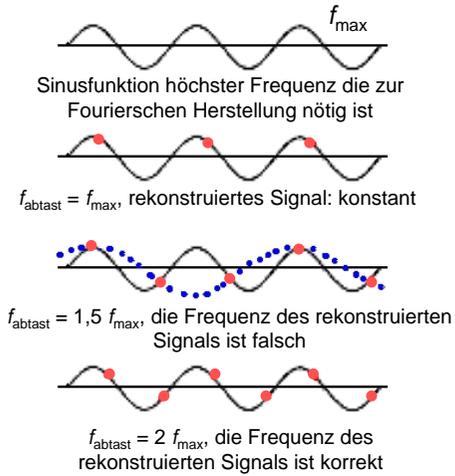
wertdiskretes, zeitkontinuierliches S.



digitales Signal: zeit- und wertdiskretes S.

16

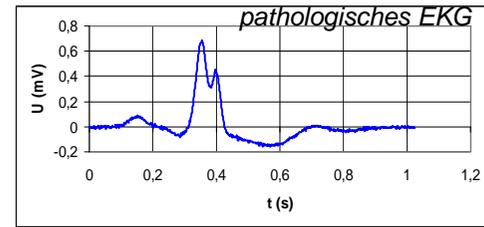
zeitdiskretes Signal: man kennt den Signalwert nicht in allen Zeitpunkten



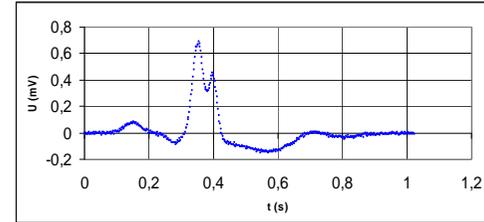
**Nyquist-Shannon
Abtasttheorem:**

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

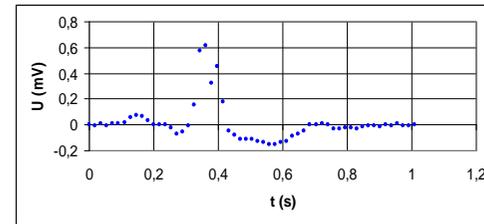
(z.B.: hifi, $f_{\text{max}} = 20 \text{ kHz}$
 $f_{\text{abtast}} = 44,1 \text{ kHz} > 2 * 20 \text{ kHz}$)



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

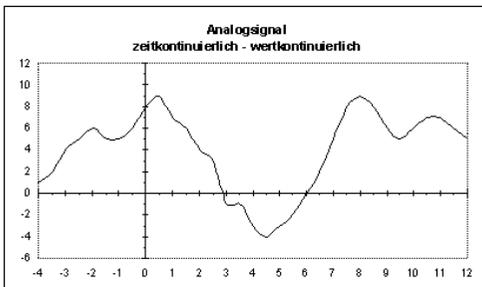


zeitdiskretes Signal
 $f_{\text{abtast}} = 500 \text{ Hz} > 2 f_{\text{max}}$



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

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

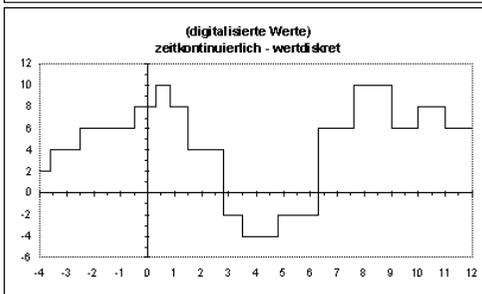


binäres Signal =
zwei Werte (Zustände)

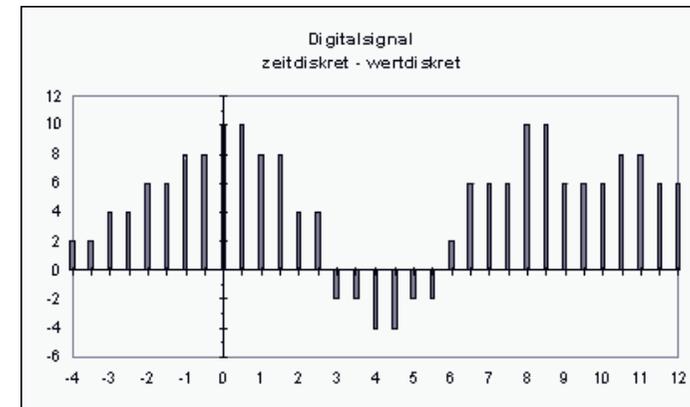
- 1 bit \rightarrow 2 Werte 2^1
- 2 bit \rightarrow 4 Werte 2^2
- 3 bit \rightarrow 8 Werte 2^3

...

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



Digitalsignal: zeit- und wertdiskretes Signal



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

Flüssigkristalle

Anisotropie: Richtungsabhängigkeit

In einer Richtung Flüssigkeit
(keine Fernordnung)

In andere Richtung Festkörper:
(Fernordnung)

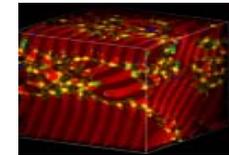
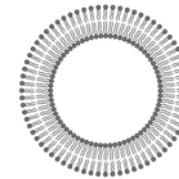
Flüssigkristalle

Liotrope

Thermotrope

Wasser+amphiphile
Moleküle z.B. Lipid

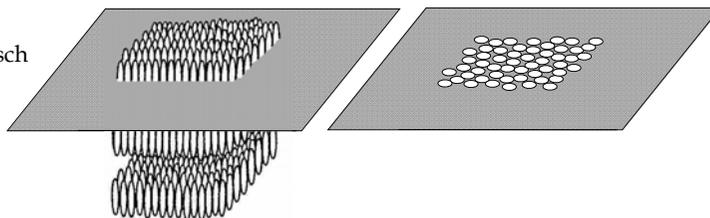
Stabförmige o.
Scheibeförmige
Moleküle



Flüssigkristalle

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

zB.: smektisch

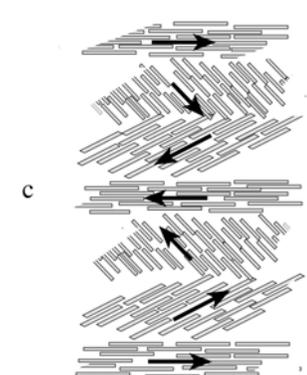
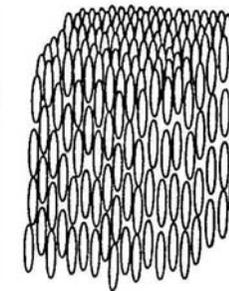
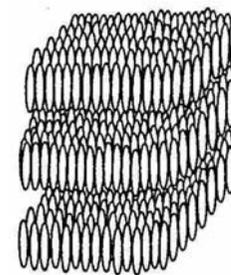


Typen der Flüssigkristalle

smektisch

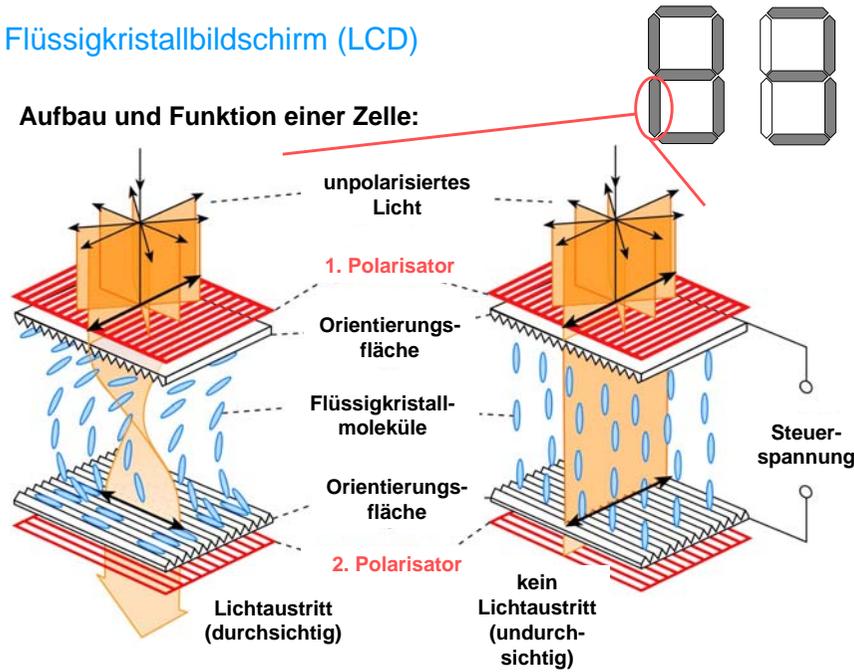
nematisch

cholesterisch



Flüssigkristallbildschirm (LCD)

Aufbau und Funktion einer Zelle:

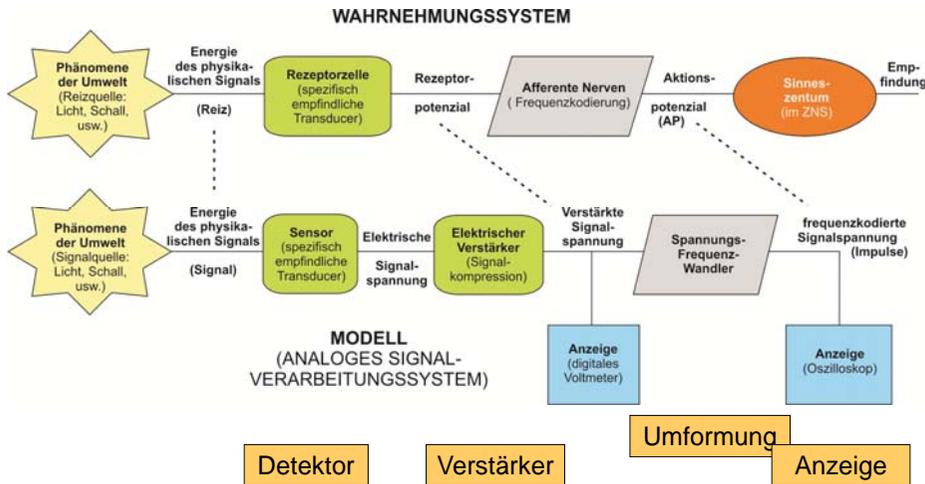


Anwendung der Flüssigkristalle



Elektrooptischer
Termooptischer
Effekt

Analogie zwischen Signalanalysekette und Wahrnehmungssystem



Detektor Verstärker Umformung Anzeige

ENDE

