

**VI. Wechselwirkungen des Lichts mit der Materie**

**3. Absorption**

- .....
- e) Schwächungsgesetz
- f) Anwendungen (Absorptionsspektrometrie, Lambert-Beer-Gesetz)
- g) Aufbau eines Spektrophotometers

**4. Transmission**

- a) spektraler Transmissionskoeffizient (Transmittanz)
- b) Transmissionspektrum:
- c) Eine zahnmedizinische Anwendung:

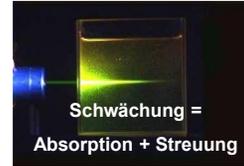
**5. Wechselwirkungen bezüglich der Polarisation des Lichtes**

- a) lineare Polarisation des Lichtes:
- b) optische Aktivität:
- c) Drehung der Polarisationsebene durch geordnete Strukturen

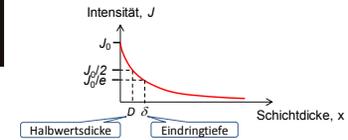
**6. Biologische Wirkungen des Lichtes**

Beispiele, molekularer Mechanismus, bestimmende Faktoren, das Ozon-Problem

e) Schwächungsgesetz:  $J = J_0 \cdot e^{-\mu x}$



Linearer Schwächungskoeffizient ( $\mu$ ),  
Maßeinheit: 1/m  
(enthält den linearen Absorptions- und  
Streuungskoeffizienten)



Halbwertsdicke (D):  $D = \frac{\ln 2}{\mu}$       Eindringtiefe ( $\delta$ ):  $\delta = \frac{1}{\mu}$

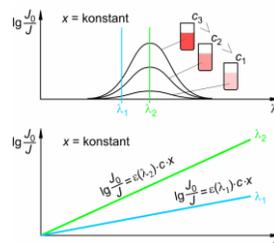
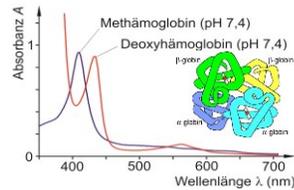
Gilt allgemein für elektromagnetische Str.,  $\beta$ -Str., mechanische Str., siehe später!

▪ (dekadische) Extinktion (E) = optische Dichte (OD):  $E = \lg \frac{J_0}{J}$

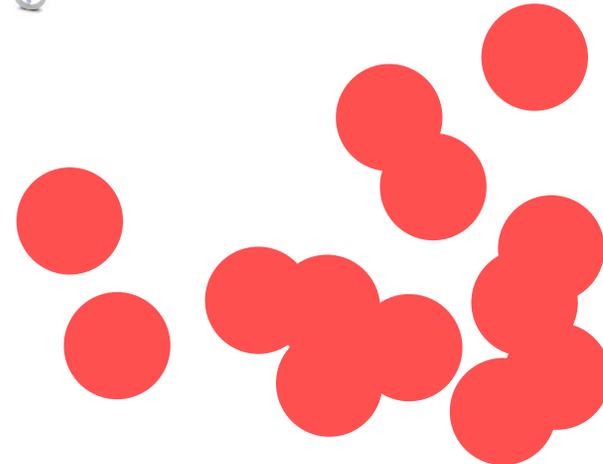
Oft spricht man über Absorbanz auch dann, wenn die Streuung nicht vernachlässigbar ist, wenn man also Extinktion sagen müsste:  
Absorbanz = (dekadische) Extinktion (E) = optische Dichte (OD)

f) Anwendung: Absorptionsspektrometrie

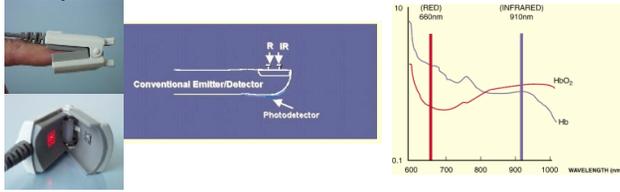
- Untersuchung von biologischen Makromoleküle
- Konzentrationsbestimmung
- Lambert-Beer-Gesetz (für dünne Lösungen)



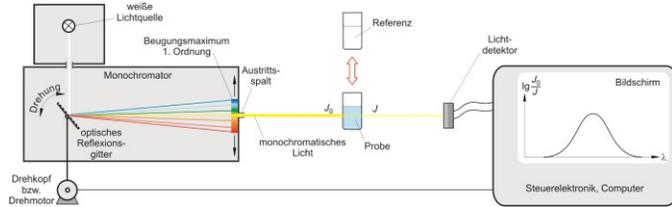
- molarer Extinktionskoeffizient ( $\epsilon$ ), Maßeinheit: 1/(cm·mol/l)



**Pulsoxymetrie**

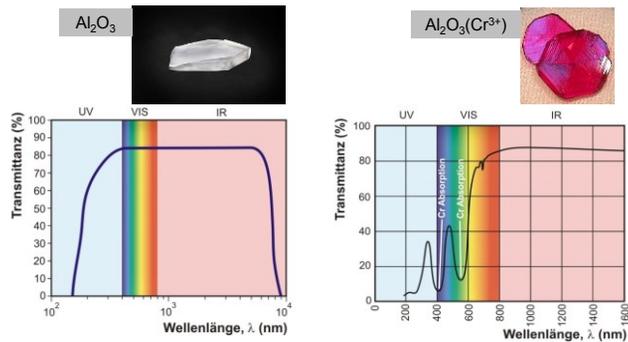


**g) Aufbau eines Spektrophotometers:**



5

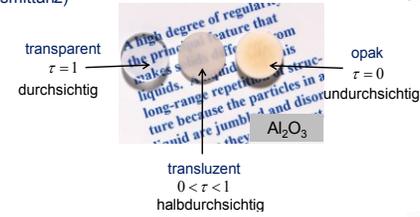
**b) Transmissionsspektrum:  $\tau$  vs.  $\lambda$**



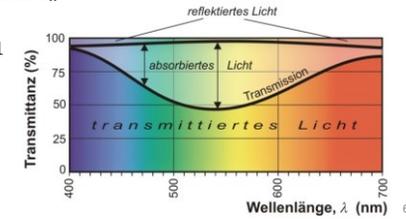
7

**4. Transmission**

a) spektraler Transmissionskoeffizient  $\tau(\lambda)$ :  $\tau(\lambda) = \frac{J_{\text{durchgelassen}}(\lambda)}{J_{\text{einfallend}}(\lambda)}$   
 (Transmittanz)



$\rho(\lambda) + \sigma(\lambda) + \alpha(\lambda) + \tau(\lambda) = 1$



6

**c) Eine zahnmedizinische Anwendung:**

**DIFOTI® (Digital Imaging Fiber-Optic Trans-Illumination)**

The diagram shows the DIFOTI device with components: 'Disposable Mouth Piece', 'Single Use Anti-Fog Window', 'Image Relay Mirror', 'Fiber Optic Light Transilluminates coronal tissue', and 'Head Rotates 80°'. It also shows 'Control the view of the tooth and assure reproducible alignment'. The text states: 'DIFOTI® transilluminates #20 on the facial (labial) side of the pre-molar and images the lingual side.' Below are two sets of images labeled 'a' and 'b' showing the device in use on a tooth.

8

## Zusammenfassung der für die Charakterisierung der Wechselwirkungen eingeführten Größen

Erscheinungen: Reflexion, Streuung, Absorption, Schwächung (=Streuung+Absorption), Transmission

Intensitätswerte:  $J_{\text{ein}}$ ,  $J_{\text{reflektiert}}$ ,  $J_0 (= J_{\text{ein}} - J_{\text{reflektiert}})$ ,  $J_{\text{gestreut}}$ ,  $J_{\text{absorbiert}}$ ,  $J_{\text{durchgelassen}}$

(spektrale) Koeffizienten:

- (spektraler) Reflexionskoeffizient (Reflektanz, Reflexionsgrad)  $\rho(\lambda)$
  - (spektraler) Streukoeffizient  $\sigma(\lambda)$
  - (spektraler) Absorptionskoeffizient  $\alpha(\lambda)$
  - (spektraler) Transmissionskoeffizient (Transmittanz)  $\tau(\lambda)$
- dimensionslose Quotienten  
 $\rho(\lambda) + \sigma(\lambda) + \alpha(\lambda) + \tau(\lambda) = 1$

weitere Größen zur Absorption

- linearer Absorptionskoeffizient ( $a$ ), Maßeinheit: 1/m
- Absorbanz ( $A$ ), Maßeinheit: keine (dimensionslos)

weitere Größen zur Schwächung

- linearer Schwächungskoeffizient ( $\mu$ ), Maßeinheit: 1/m
  - (dekadische) Extinktion ( $E$ ) = optische Dichte (OD), Maßeinheit: keine (dimensionslos)
  - molarer Extinktionskoeffizient ( $\epsilon$ ), Maßeinheit: 1/(cm·mol/l)
- Oft auch als Absorbanz genannt.

weitere Größen zur Absorption oder zur Schwächung

- Halbwertsdicke ( $D$ ), Maßeinheit: m
- Eindringtiefe ( $\delta$ ), Maßeinheit: m



ohne Polarisor

mit Polarisor



ohne Polarisor

mit Polarisor

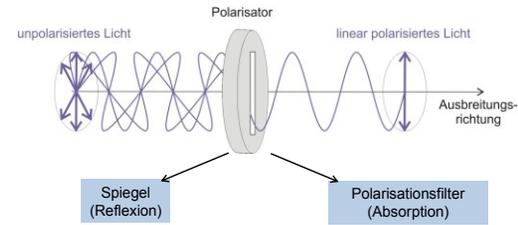
ohne Polarisor

mit Polarisor

9

## 5. Wechselwirkungen bezüglich der Polarisation des Lichtes

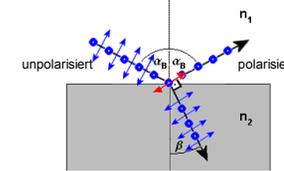
a) lineare Polarisation des Lichtes:



Spiegel (Reflexion)

Polarisationsfilter (Absorption)

$\alpha_B =$  Brewster-Winkel ( $\alpha_B = \arctan(n_2/n_1)$ )



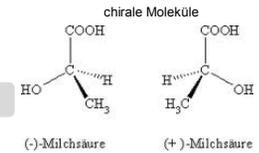
10

b) optische Aktivität: Drehung der Schwingungsebene des linear polarisierten Lichtes

Drehwinkel (°)

Konzentration (g/cm³)

Länge der Küvette (dm)



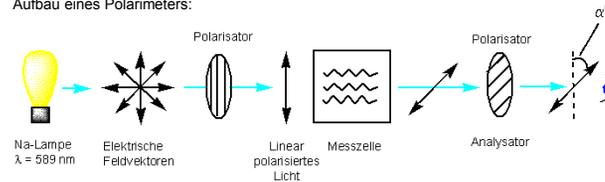
$$\alpha = [\alpha]_D^{20} \cdot c \cdot l$$

Drehwert, Drehvermögen (spez. Drehung)  
(°·cm³/(g·dm)) bezogen auf 20°C und auf die D-Linie (589 nm) von Na

Siehe Praktikum!

- Anwendung: Polarimetrie - Konzentrationsbestimmung

Aufbau eines Polarimeters:

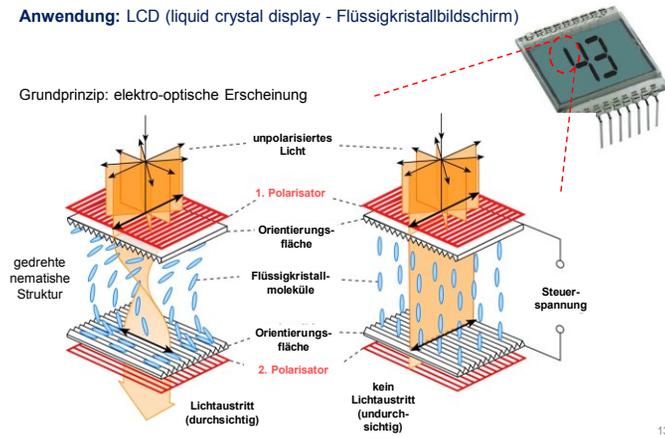


12

c) Drehung der Polarisations Ebene durch geordnete Strukturen

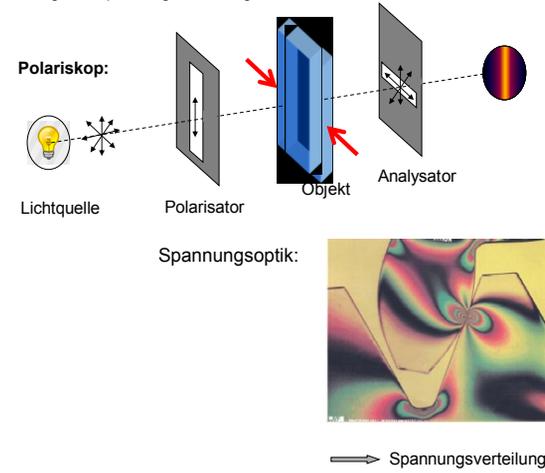
**Anwendung:** LCD (liquid crystal display - Flüssigkristallbildschirm)

Grundprinzip: elektro-optische Erscheinung

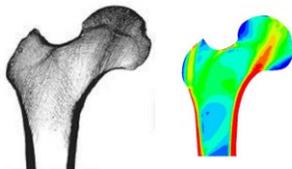
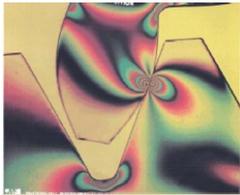


13

Untersuchung der Spannungsverteilung



14



15

## 6. Biologische Wirkungen des Lichtes

Zielorgane: 

- Haut
- Auge

Einige Beispiele:

Erythem



Graustar  
Katarakt



Hautkrebs  
Melanom



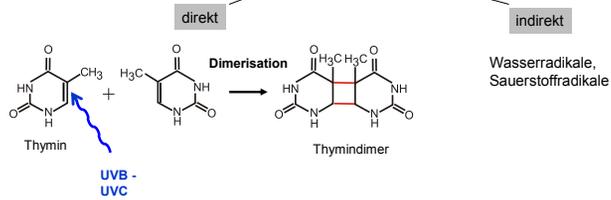
Hornhautentzündung  
Konjunktivitis



16

Molekularer Mechanismus:

Absorption  $\Rightarrow$  Anregung/Ionisation  $\Rightarrow$  photochemische Reaktionen  $\Rightarrow$  biologische Wirkung

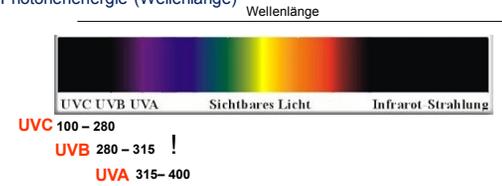


Zielmoleküle sind die Chromophormoleküle:  
DNA, Proteine, Melanin

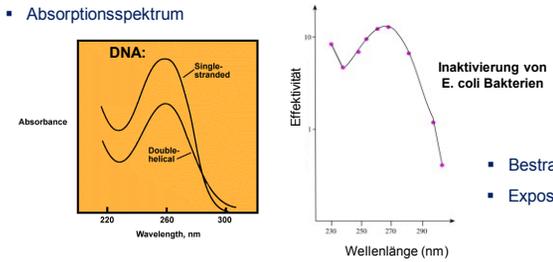
17

Bestimmende Faktoren:

- Photonenenergie (Wellenlänge)

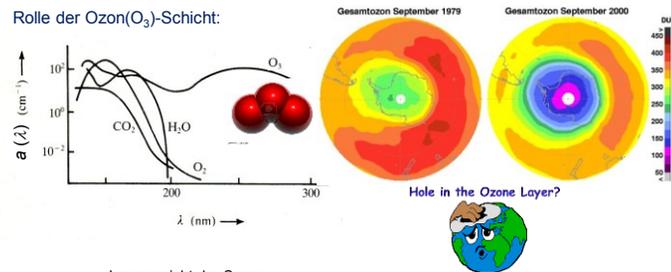


- Absorptionsspektrum

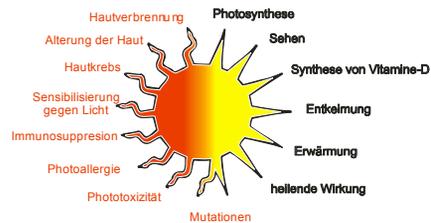


18

Rolle der Ozon(O<sub>3</sub>)-Schicht:



Janusgesicht der Sonne:



19

Hausaufgaben:

- Aufgabensammlung 2.73-76, 81 und 82
- 6.5-8
- 9.1-2



20