

# Medizinische Biophysik

Licht in der Medizin.

8. Vorlesung  
2015. 10. 28.

## 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) Transmissionsspektrum:
- 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

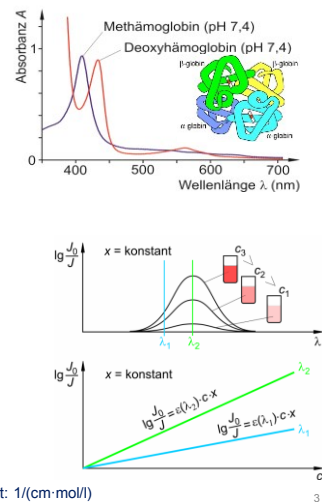
Beispiele, molekularer Mechanismus, bestimmende Faktoren, das Ozon-Problem

### f) Anwendung: Absorptionsspektrometrie

- Untersuchung von biologischen Makromoleküle

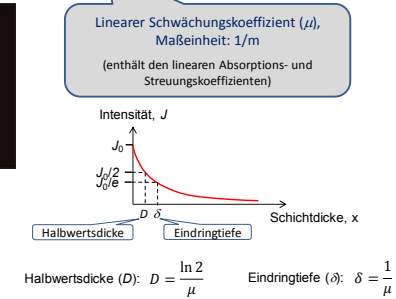
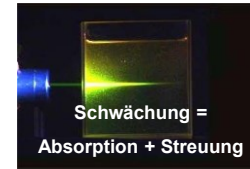
- Konzentrationsbestimmung

- Lambert-Beer-Gesetz (für dünne Lösungen)



- molarer Extinktionskoeffizient (ε), Maßeinheit: 1/(cm·mol/l)

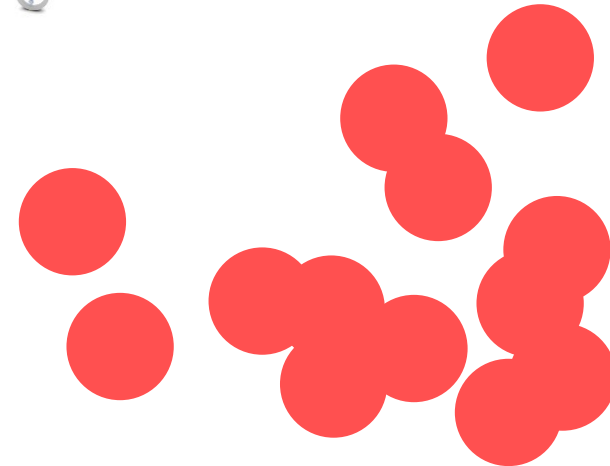
e) Schwächungsgesetz:  $J = J_0 \cdot e^{-\mu x}$



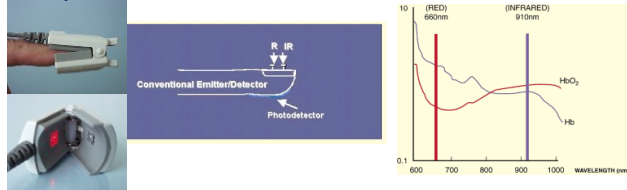
Gilt allgemein für elektromagnetische Str., β-Str., mechanische Str., siehe später!

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

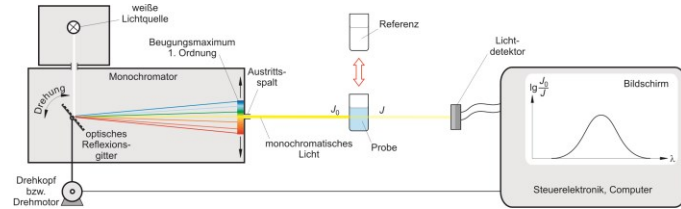
Oft spricht man über Absorbanz auch dann, wenn die Streuung nicht vernachlässigbar ist, wenn man also Extinktion sagen müsste:  
Absorbanz = (dekadische) Extinktion (E) = optische Dichte (OD)



#### Pulsoxymetrie

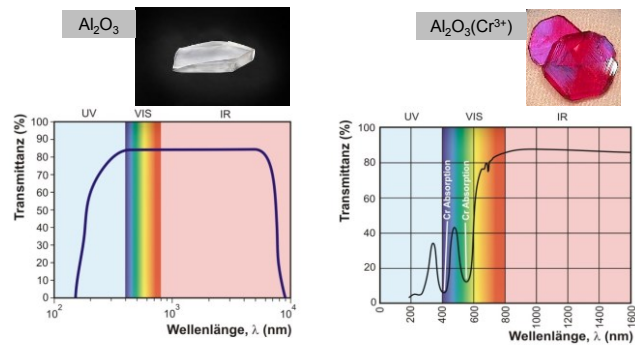


#### g) Aufbau eines Spektrophotometers:



5

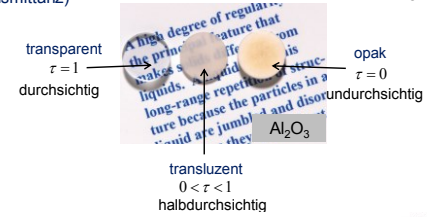
#### b) Transmissionsspektrum: $\tau$ vs. $\lambda$



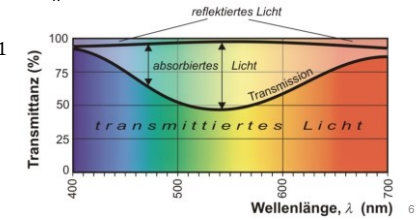
7

#### 4. Transmission

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

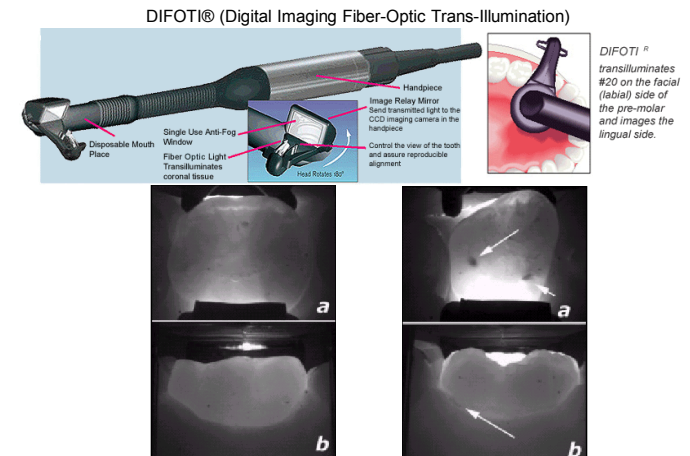


$$\rho(\lambda) + \sigma(\lambda) + \alpha(\lambda) + \tau(\lambda) = 1$$



6

#### c) Eine zahnmedizinische Anwendung:



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



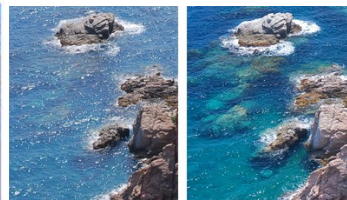
ohne Polarisator

mit Polarisator



ohne Polarisator

mit Polarisator



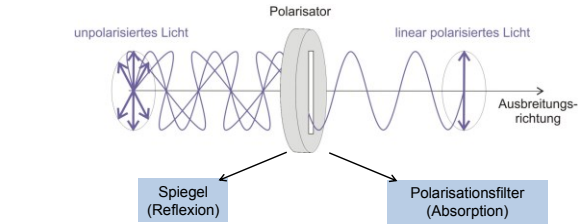
ohne Polarisator

mit Polarisator

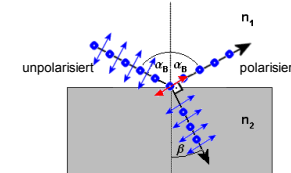
9

## 5. Wechselwirkungen bezüglich der Polarisation des Lichtes

a) lineare Polarisation des Lichtes:



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



10

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

Drehwinkel ( $^\circ$ )

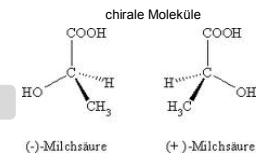
Konzentration (g/cm<sup>3</sup>)

Länge der Küvette (dm)

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

Drehwert, Drehvermögen (spez. Drehung)

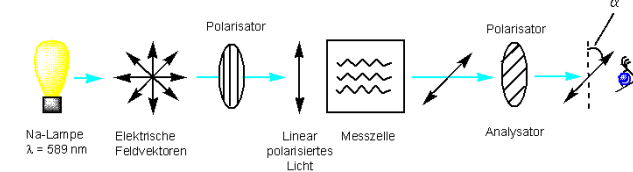
( $^\circ \cdot \text{cm}^3/(\text{g} \cdot \text{dm})$ ) bezogen auf 20°C und auf die D-Linie (589 nm) von Na



Siehe Praktikum!

Anwendung: Polarimetrie - Konzentrationsbestimmung

Aufbau eines Polarimeters:

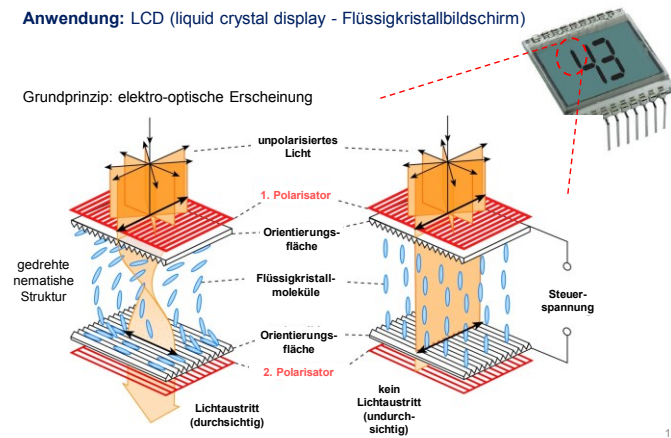


12

### c) Drehung der Polarisationssebene durch geordnete Strukturen

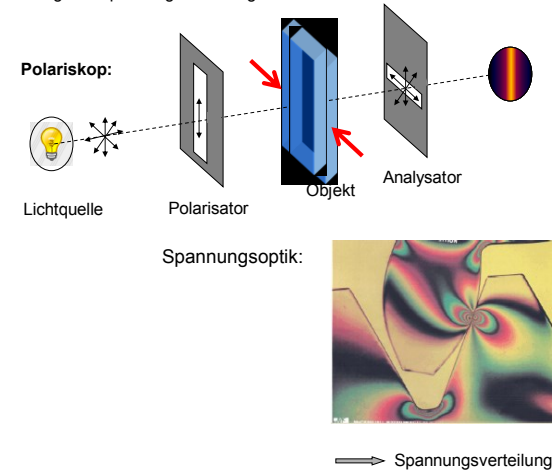
**Anwendung:** LCD (liquid crystal display - Flüssigkristallbildschirm)

Grundprinzip: elektro-optische Erscheinung

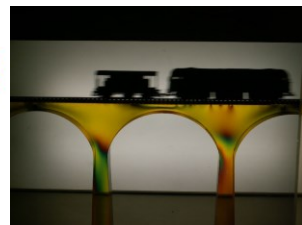
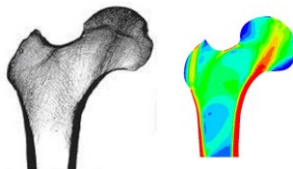
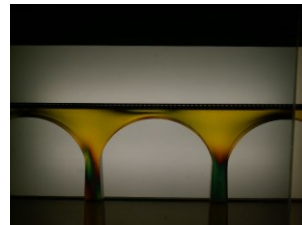
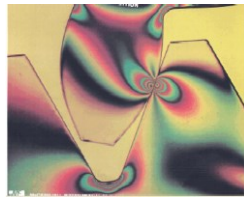


13

### Untersuchung der Spannungsverteilung



14



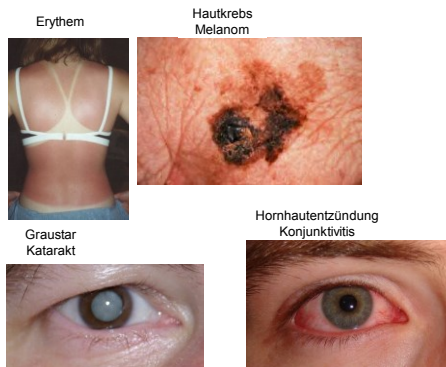
15

## 6. Biologische Wirkungen des Lichtes

Zielorgane: 

- Haut
- Auge

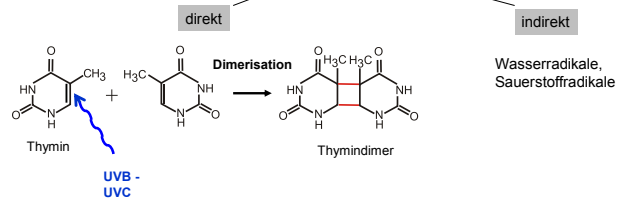
Einige Beispiele:



16

### Molekularer Mechanismus:

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

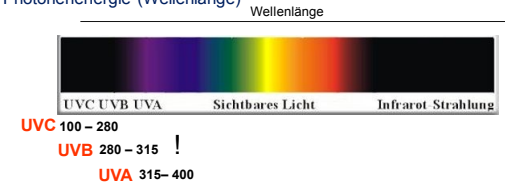


Zielmoleküle sind die Chromophormoleküle:  
DNA, Proteine, Melanin

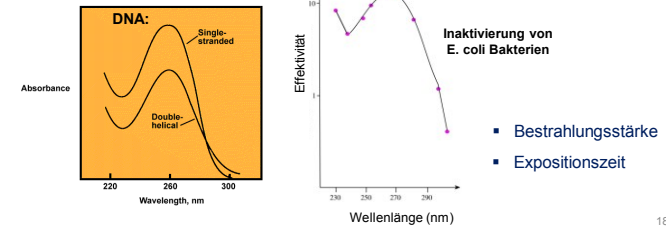
17

### Bestimmende Faktoren:

- Photonenenergie (Wellenlänge)

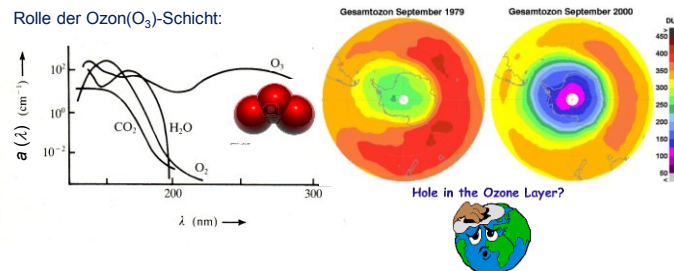


- Absorptionsspektrum

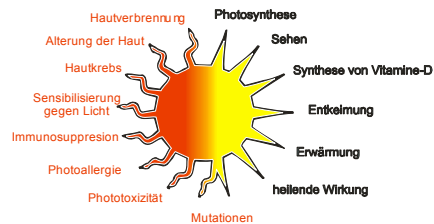


18

### 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