

Medizinische Biophysik 8. Vorlesung

Licht in der Medizin.

VI. Wechselwirkungen des Lichts mit der Materie

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

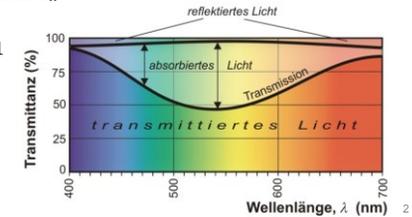
- a) Molekularer Mechanismus
- b) Zielorgane:
- c) Schädigungen
- d) UV-Quellen: Sonne (Rolle der Ozonschicht), UV-Lampen
- e) UV-Dosimetrie (physikalische Dosis, biologisch wirksame Dosis)

4. Transmission

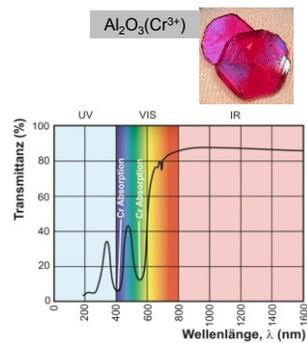
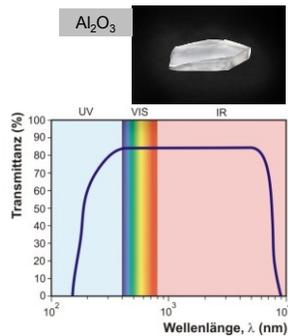
a) spektraler Transmissionskoeffizient $\tau(\lambda)$:
$$\tau(\lambda) = \frac{J_{\text{durchgelassen}}(\lambda)}{J_{\text{einfallend}}(\lambda)}$$



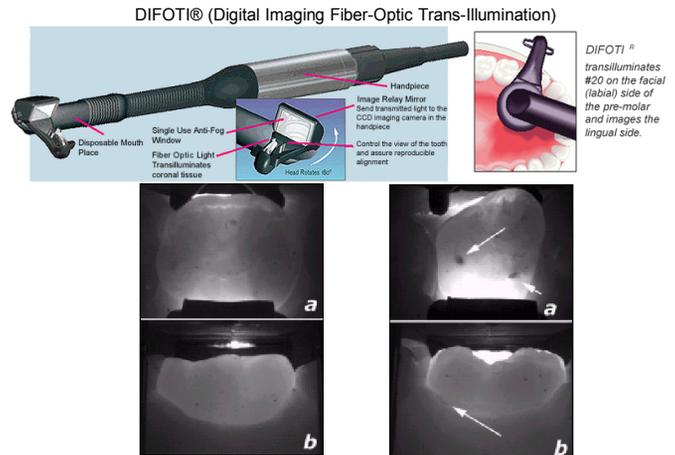
$$\rho(\lambda) + \sigma(\lambda) + \alpha(\lambda) + \tau(\lambda) = 1$$



b) Transmissionsspektrum: τ vs. λ



c) Eine zahnmedizinische Anwendung:



Zusammenfassung der für die Charakterisierung der Wechselwirkungen eingeführten Größen

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

Intensitätswerte: J_{ein} , $J_{\text{reflektiert}}$, $J_0 (= J_{\text{ein}} - J_{\text{reflektiert}})$, J_{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 (μ), Maßeinheit: 1/m
 - (dekadische) Extinktion (E) = optische Dichte (OD), Maßeinheit: keine (dimensionslos)
 - molarer Extinktionskoeffizient (ϵ), Maßeinheit: 1/(cm·mol/l)
- Oft auch als Absorbanz genannt.

weitere Größen zur Absorption oder zur Schwächung

- Halbwertsdicke (D), Maßeinheit: m
- Eindringtiefe (δ), Maßeinheit: m



ohne Polarisor

mit Polarisor



ohne Polarisor

mit Polarisor

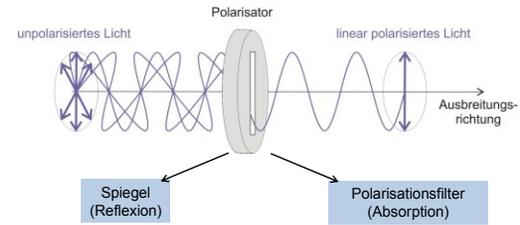
ohne Polarisor

mit Polarisor

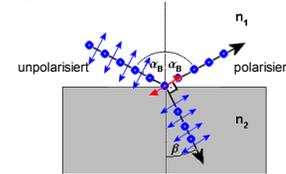
5

5. Wechselwirkungen bezüglich der Polarisation des Lichtes

a) lineare Polarisation des Lichtes:



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



6

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

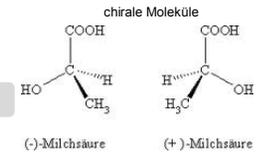
Drehwinkel ($^\circ$)

Konzentration (g/cm³)

Länge der Küvette (dm)

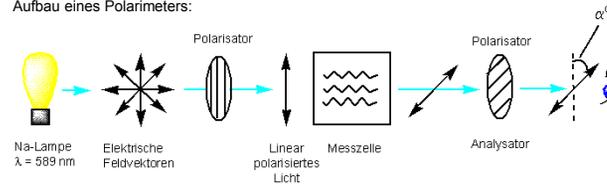
$$\alpha = [\alpha]_D^{20} \cdot c \cdot l$$

Drehwert, Drehvermögen (spez. Drehung) ($^\circ \cdot \text{cm}^3/(\text{g} \cdot \text{dm})$) bezogen auf 20°C und auf die D-Linie von Na



- Anwendung: Polarimetrie - Konzentrationsbestimmung

Aufbau eines Polarimeters:

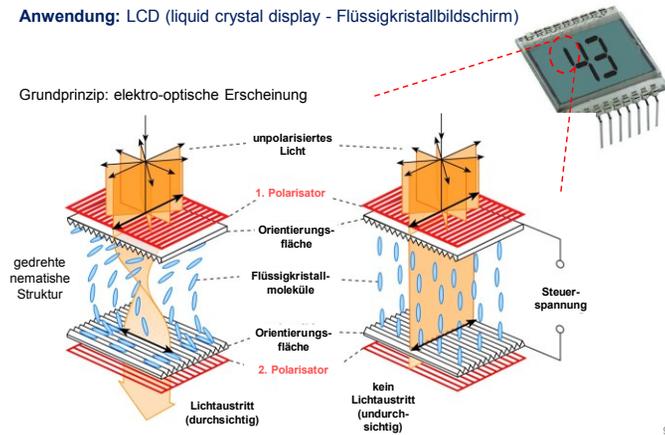


8

c) Drehung der Polarisations Ebene durch geordnete Strukturen

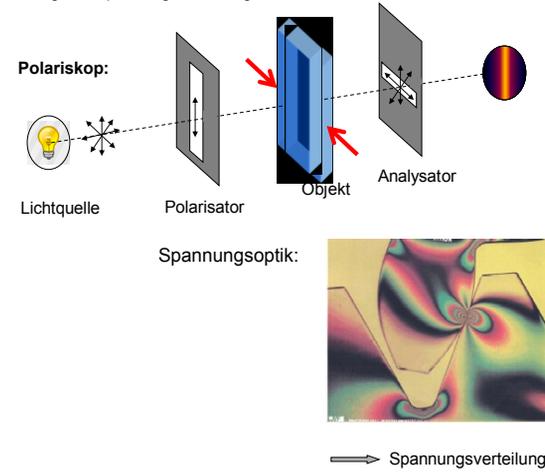
Anwendung: LCD (liquid crystal display - Flüssigkristallbildschirm)

Grundprinzip: elektro-optische Erscheinung

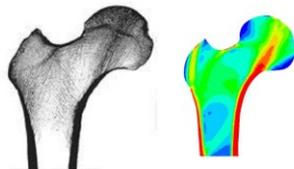
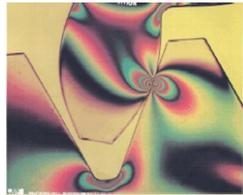


9

Untersuchung der Spannungsverteilung



10

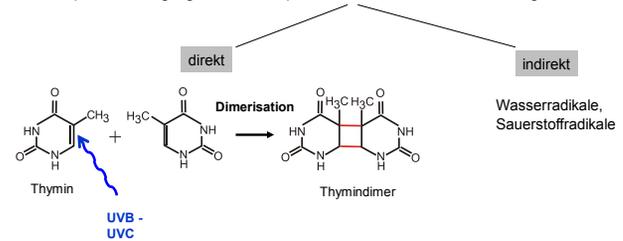


11

6. Biologische Wirkungen des Lichtes

a) Molekularer Mechanismus

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

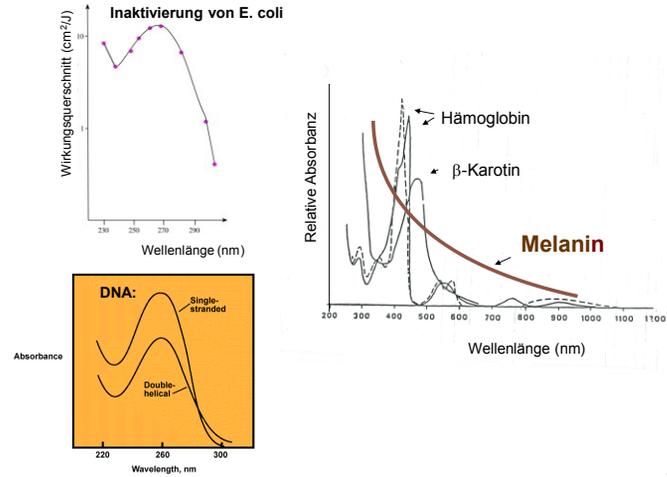
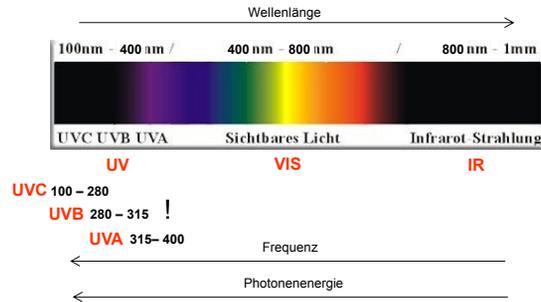


Chromophormoleküle: DNA, Proteine, Melanin

12

- Lichtbereiche (Ergänzung)

$$c = \lambda \cdot f$$

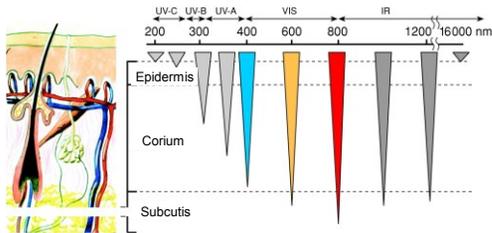


13

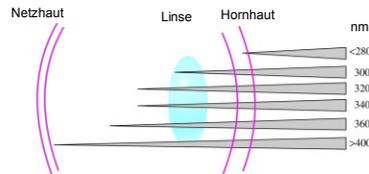
14

b) Zielorgane:

- Haut

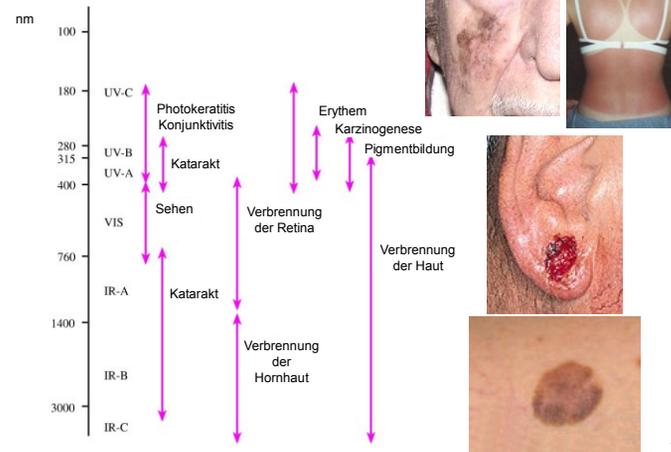


- Auge



15

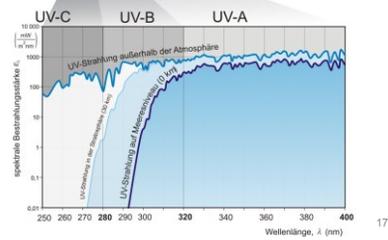
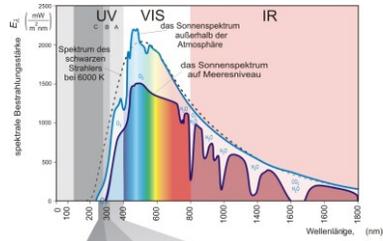
c) Schädigungen



16

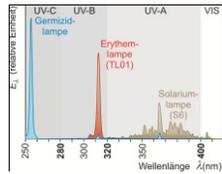
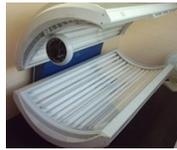
d) UV-Quellen

- Sonne



17

- UV-Lampen



e) UV-Dosimetrie

- physikalische Dosis (D):

$$D = E \cdot t \left(\frac{\text{J}}{\text{m}^2} \right)$$

Bestrahlungsstärke
(W/m²)

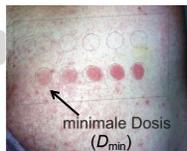
Bestrahlungszeit
(s)

- biologisch wirksame Dosis (H):

$$H = D \cdot S = E \cdot t \cdot S$$

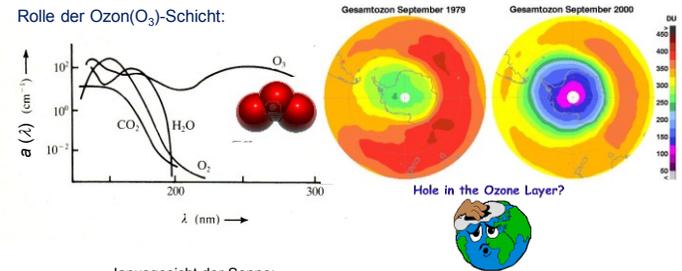
Wirkungsquerschnitt
(Empfindlichkeit) (m²/J)

Wirkungsquerschnitt (σ oder S): $S = \frac{1}{D_{\min}} \left(\frac{\text{m}^2}{\text{J}} \right)$

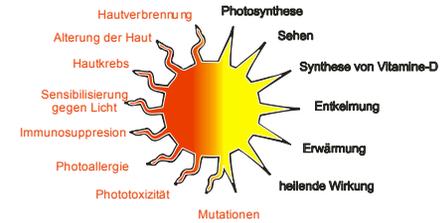


19

Rolle der Ozon(O₃)-Schicht:



Janusgesicht der Sonne:



18

- Hausaufgaben: ▪ Neue Aufgabensammlung 2. Teil
2.69-75, 77
9.1-2



20