

# Biophysik für Pharmazeuten I.

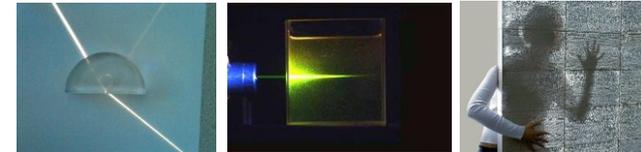
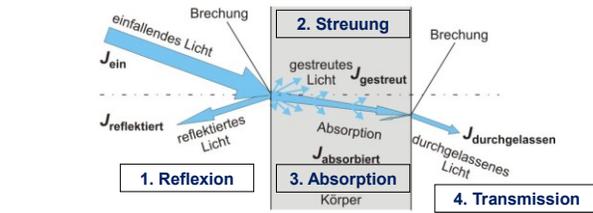
29. Oktober

## Anwendung des Lichtes Wechselwirkungen des Lichtes mit der Materie



1

## Wechselwirkungen zwischen Licht und Materie



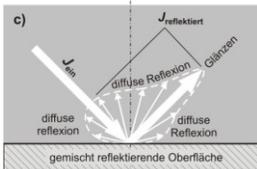
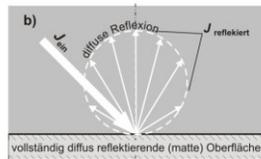
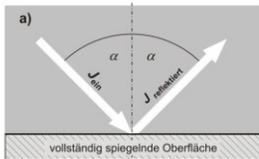
2

### 1. Reflexion

a) Reflexionsgesetz:  $\alpha = \beta$

b) Reflexionskoeffizient (Reflektanz, Reflexionsgrad)  $\rho$  (auch  $R$ ):

$$\rho = \frac{J_{\text{reflektiert}}}{J_{\text{einfallend}}}$$



Reflexionskoeffizient  $\rho$  hängt von:

- Einfallswinkel
- Material
- Wellenlänge

3

Material:

- Beim senkrechten Einfall und für durchsichtige Stoffe:



$$\rho = \left( \frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2$$

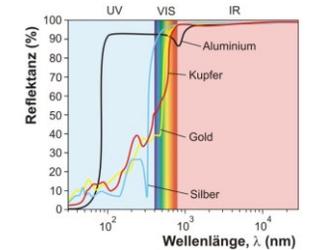
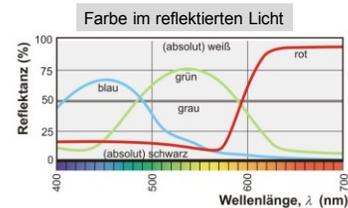


(s. später Ultraschallreflexion)

Wellenlänge:

- spektraler Reflexionskoeffizient  $\rho(\lambda)$ :  $\rho(\lambda) = \frac{J_{\text{reflektiert}}(\lambda)}{J_{\text{einfallend}}(\lambda)}$

c) Reflexionsspektrum:  $\rho$  vs.  $\lambda$



4

## 2. Streuung

a) spektraler Streukoeffizient  $\sigma(\lambda)$ : 
$$\sigma(\lambda) = \frac{J_{\text{gestreut}}(\lambda)}{J_{\text{einfallend}}(\lambda)}$$

b) elastische Streuung:  $\lambda_{\text{einfallend}} = \lambda_{\text{gestreut}}$

▪ Rayleigh-Streuung  
(Größe der Streuteilchen  $d \ll \lambda$ )



$\sigma(\lambda)$

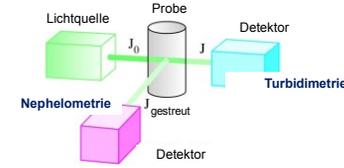
▪ Mie-Streuung  
(Größe der Streuteilchen  $d \approx \lambda$ )



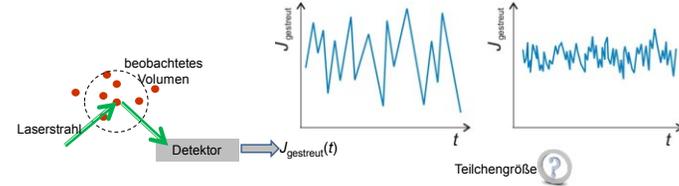
$\sigma(\lambda)$  ist unabhängig von  $\lambda$ !



### Anwendung: Konzentrationsbestimmung

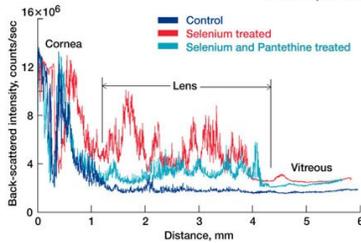
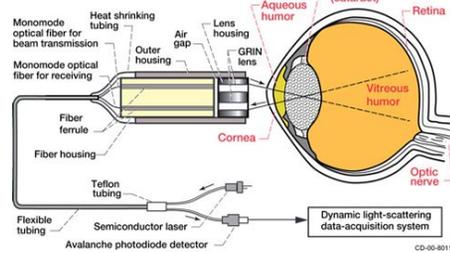


### c) dynamische Lichtstreuungsmessung:



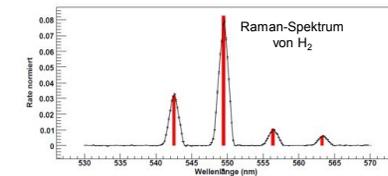
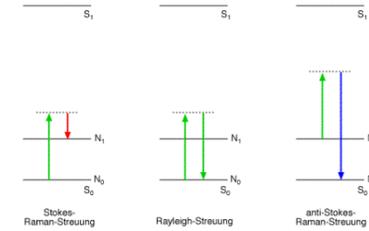
### Anwendung: Bestimmung der Teilchengröße

### Anwendung: Untersuchung des Graustars



### d) unelastische Streuung: $\lambda_{\text{einfallend}} \neq \lambda_{\text{gestreut}}$

#### Raman-Streuung



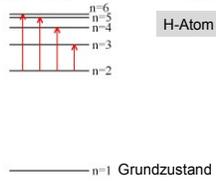
### 3. Absorption

a) spektraler Absorptionskoeffizient  $\alpha(\lambda)$ :  $\alpha(\lambda) = \frac{J_{\text{absorbiert}}(\lambda)}{J_{\text{einfallend}}(\lambda)}$

b) Absorptionsspektrum:  $\alpha$  vs.  $\lambda$

c) Mechanismus:

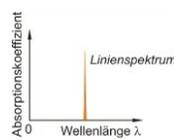
Absorption von Atomen:



Anwendung: Atomabsorptionsspektrometrie

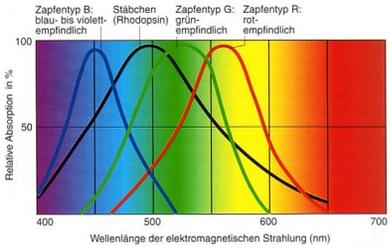
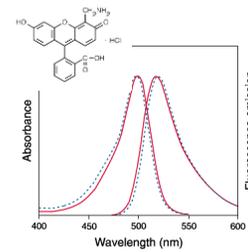
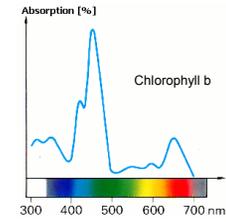
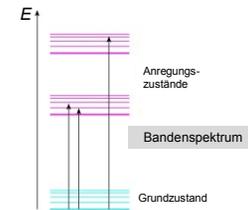
$$\alpha(\lambda) \sim c$$

z.B. Blutanalyse



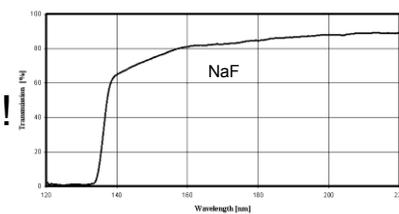
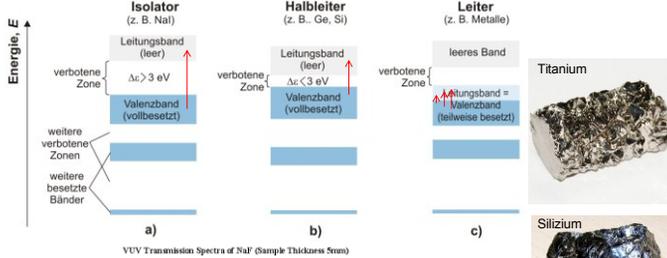
9

Absorption von Molekülen:



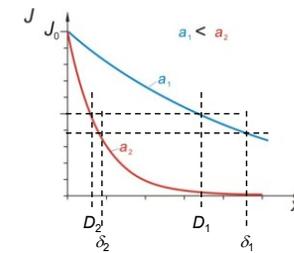
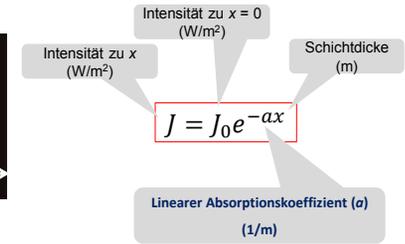
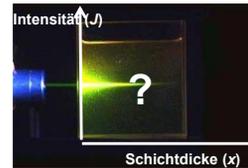
10

Absorption von Festkörpern:



11

d) Absorptionsgesetz:



- Halbwertsdicke (D):  $J = \frac{J_0}{2}$   $D = \frac{\ln 2}{a}$
- Eindringtiefe ( $\delta$ ):  $J = \frac{J_0}{e}$   $\delta = \frac{1}{a}$

12

Absorbanz (A):  $A = \lg \frac{J_0}{J}$

Absorbanz = (dekadische) Extinktion (E) = optische Dichte (OD)

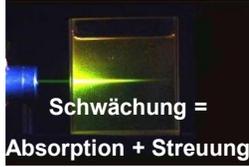
Absorptionsspektrum:  $\alpha$  oder  $a$  oder  $A$  vs.  $\lambda$

$J_0 = 100 \text{ W/m}^2$

$J \text{ (W/m}^2\text{)}$	$A$

e) Schwächungsgesetz:

$$J = J_0 e^{-\mu x}$$



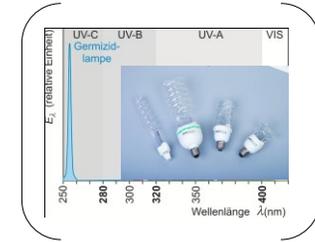
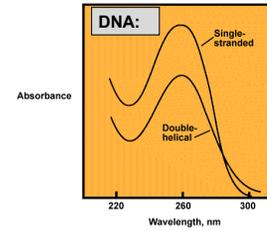
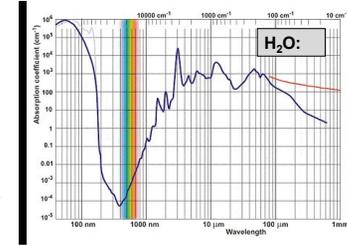
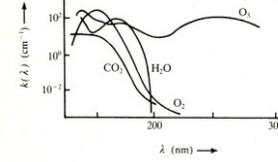
Linearer Schwächungskoeffizient ( $\mu$ )  
(1/m)

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

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

13

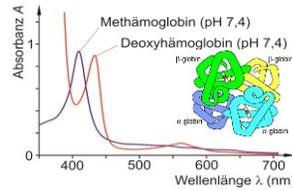
Weitere Absorptionsspektren:



14

f) Anwendung: Absorptionsspektrometrie

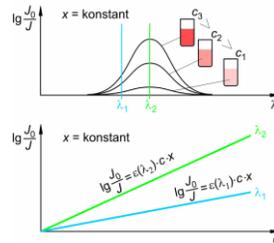
- Untersuchung von biologischen Makromoleküle
- Konzentrationsbestimmung
  - Lambert-Beer-Gesetz (für dünne Lösungen)



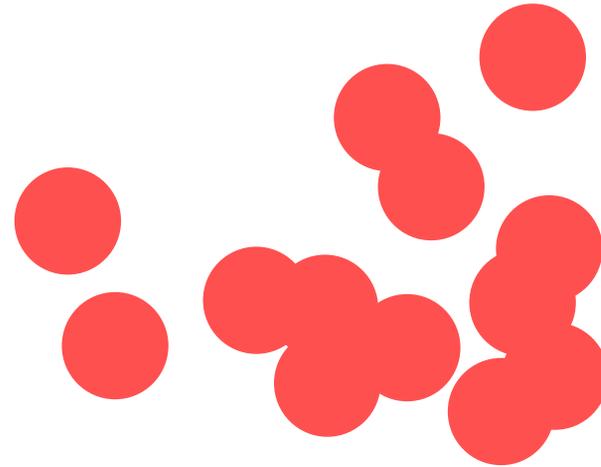
$$A = \lg \frac{J_0}{J} = \epsilon \cdot c \cdot x$$

Konzentration (mol/l)      Schichtdicke (m)

molarer Extinktionskoeffizient (1/(m·mol/l))

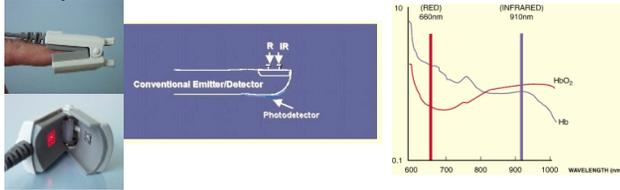


15

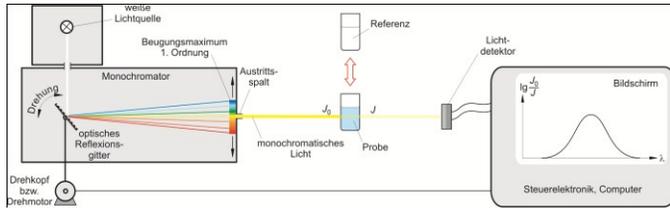


16

**Pulsoxymetrie**

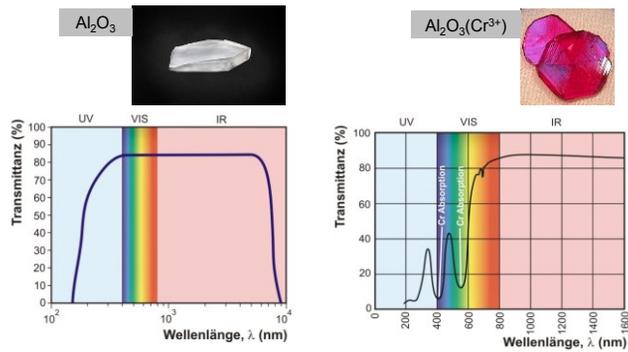


**Aufbau eines Spektrophotometers:**



17

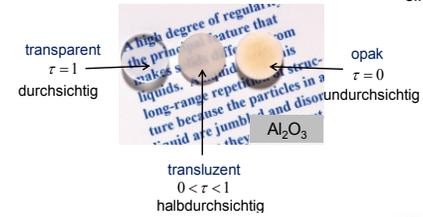
**b) Transmissionsspektrum:  $\tau$  vs.  $\lambda$**



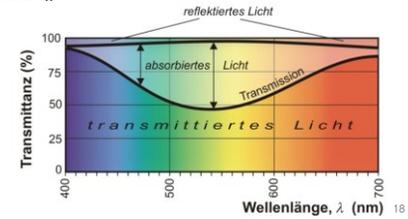
19

**4. Transmission**

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

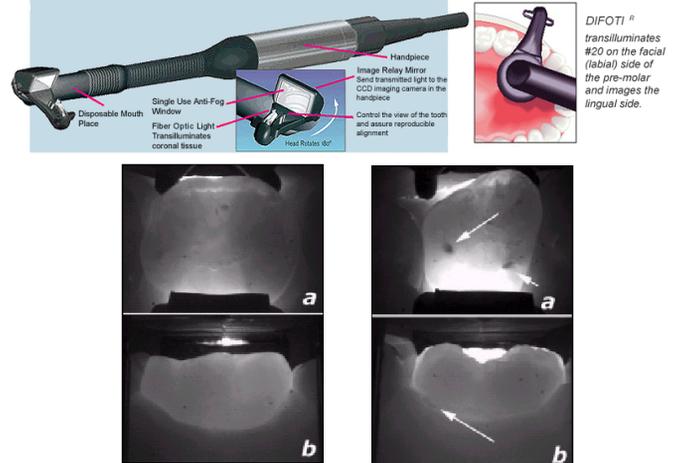


$$\rho(\lambda) + \sigma(\lambda) + \alpha(\lambda) + \tau(\lambda) = 1$$



18

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



20

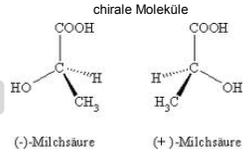
## 5. Wechselwirkungen bezüglich der Polarisation des Lichtes

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

Drehwinkel (°)      Konzentration (g/cm<sup>3</sup>)      Länge der Küvette (dm)

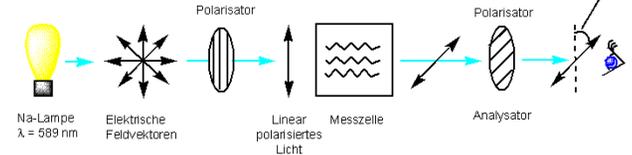
$$\alpha = [\alpha]_D^{20} \cdot c \cdot l$$

**Drehwert, Drehvermögen (spez. Drehung)**  
 (°·cm<sup>3</sup>/(g·dm)) bezogen auf 20°C und auf die D-Linie von Na



▪ Anwendung: Polarimetrie - Konzentrationsbestimmung

Aufbau eines Polarimeters:



b) Drehung der Polarisationsebene durch geordnete Strukturen

Anwendung: LCD (liquid crystal display - Flüssigkristallbildschirm)

Grundprinzip: elektro-optische Erscheinung

