

# Medizinische Biophysik

8

## Licht in der Medizin 2.



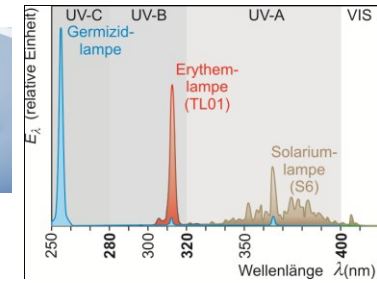
1

### Lampen

Germizidlampen —  
Niederdruckquecksilberdampf lampen

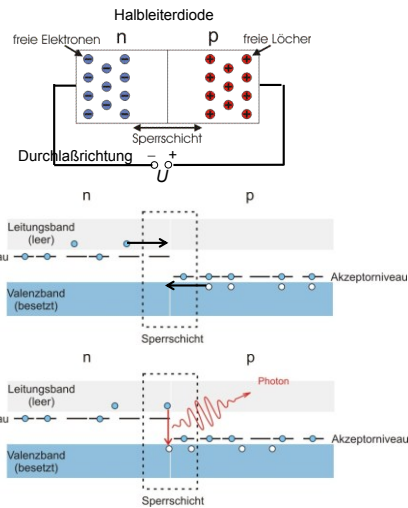
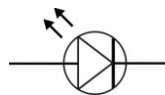


Blaulichttherapie von  
Neugeborengelbsucht



2

Leuchtdiode  
(light emitting diode — LED)

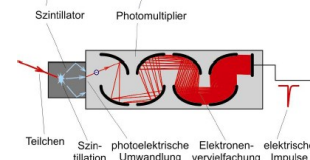
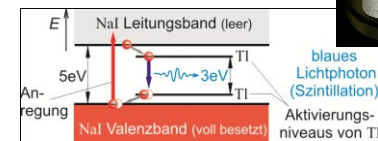


3

### Strahlungsdetektoren

(Röntgenstrahlung, radioaktive Strahlungen, ...)

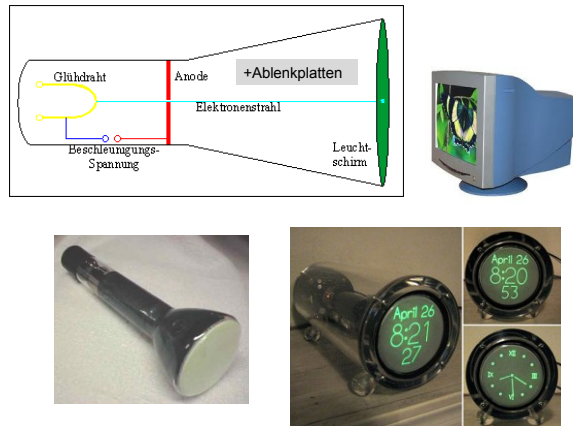
z. B. NaI(Tl)



(s. noch Thermolumineszenzdosimeter)

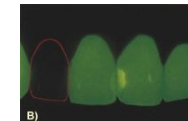
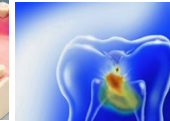
4

- Monitore

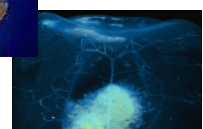
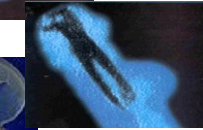


5

- Zahnheilkunde



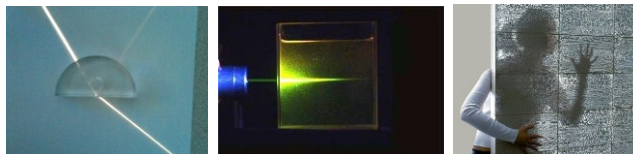
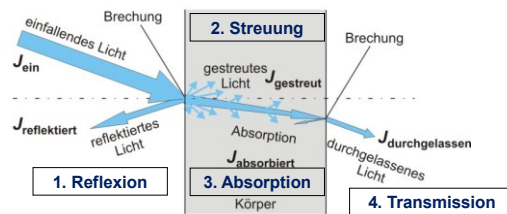
- Biolumineszenz



- Laser (s. später)

6

## VI. Wechselwirkungen zwischen Licht und Materie



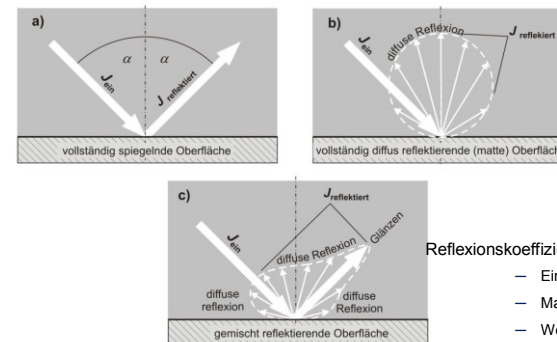
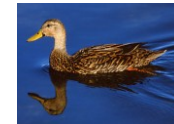
7

### 1. Reflexion

- Reflexionsgesetz:  $\alpha = \beta$

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

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



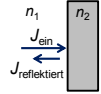
Reflexionskoeffizient  $\rho$  hängt von:

- Einfallswinkel
- Material
- Wellenlänge

8

## Material:

- Beim senkrechten Einfall und für durchsichtige Stoffe:



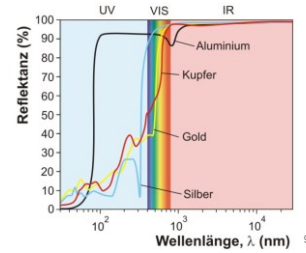
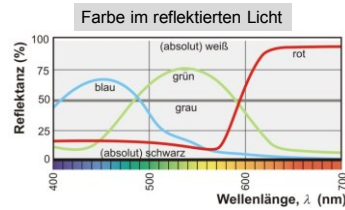
$$\rho = \left( \frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2$$

(s. später Ultraschallreflexion)



## Wellenlänge:

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

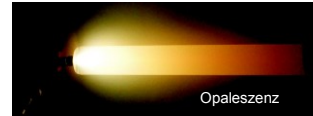


## 2. Streuung

- spektraler Streukoeffizient  $\sigma(\lambda)$ :  $\sigma(\lambda) = \frac{J_{\text{gestreut}}(\lambda)}{J_{\text{einfallend}}(\lambda)}$
- elastische Streuung:  $\lambda_{\text{einfallend}} = \lambda_{\text{gestreut}}$



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



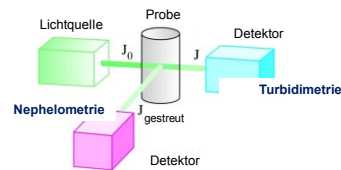
$\sigma(\lambda)$

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



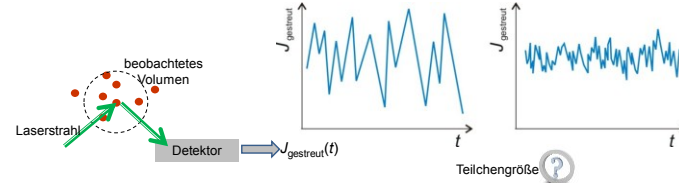
$\sigma(\lambda)$  ist unabhängig von  $\lambda$ !

## Anwendung: Konzentrationsbestimmung



z.B. Immunglobulinen

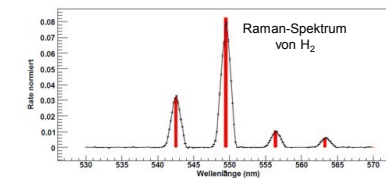
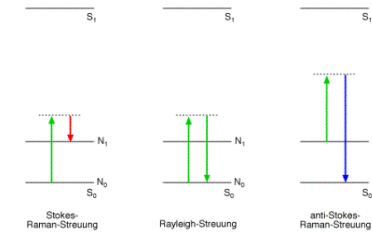
- dynamische Lichtstreuungsmessung:



Anwendung: Bestimmung der Teilchengröße

- inelastische Streuung:  $\lambda_{\text{einfallend}} \neq \lambda_{\text{gestreut}}$

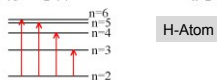
## Raman-Streuung



### 3. Absorption

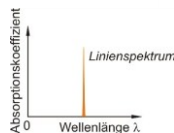
- spektraler Absorptionskoeffizient  $\alpha(\lambda)$ :  $\alpha(\lambda) = \frac{I_{\text{absorbiert}}(\lambda)}{I_{\text{einfallend}}(\lambda)}$
- Absorptionsspektrum:  $\alpha$  vs.  $\lambda$
- Mechanismus:

Absorption von Atomen:



H-Atom

n=1 Grundzustand



Anwendung: Atomabsorptionsspektrometrie

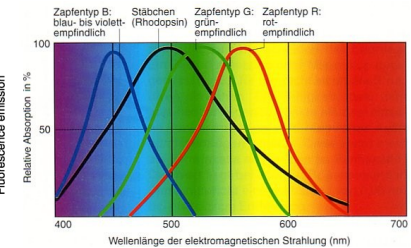
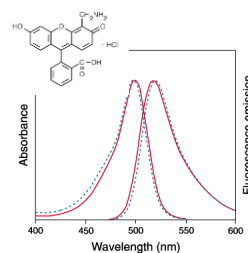
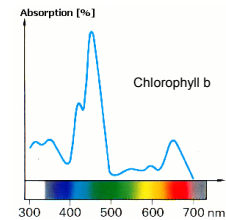
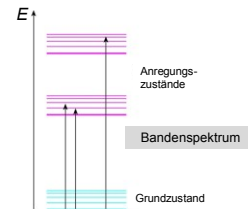
$$\alpha(\lambda) \sim c$$

z.B. Blutanalyse



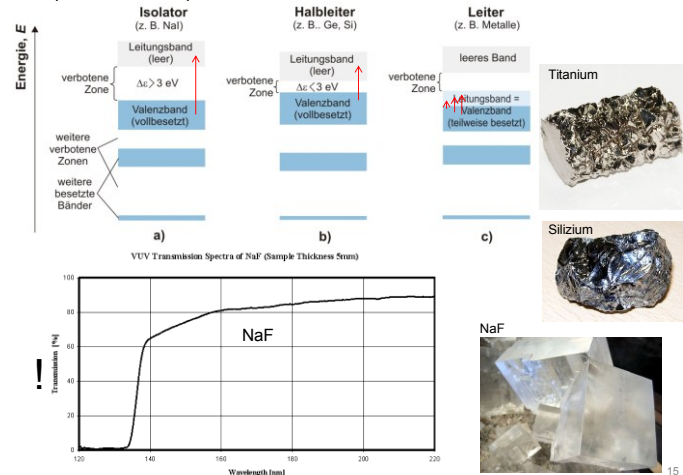
13

Absorption von Molekülen:



14

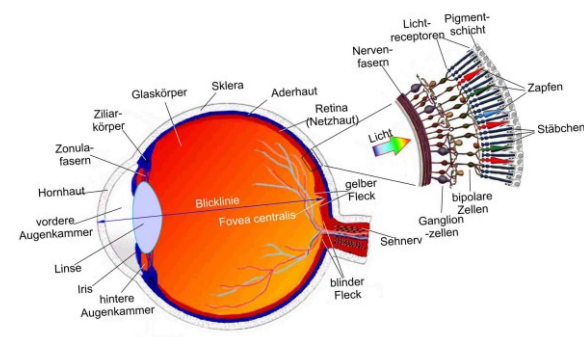
Absorption von Festkörpern:



15

### Kleine Wiederholung und Ergänzung zum Auge

a) Aufbau des Auges



16

## a+) Lichtmenge auf der Retina

### Adaptation

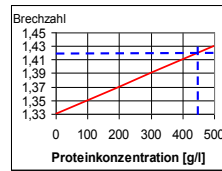
### Reflexionen

Brechzahlwerte: Luft (1,00)  
Hornhaut (1,37)  
Kammerwasser (1,33)  
Linse (1,41)  
Glaskörper (1,34)

### Absorption

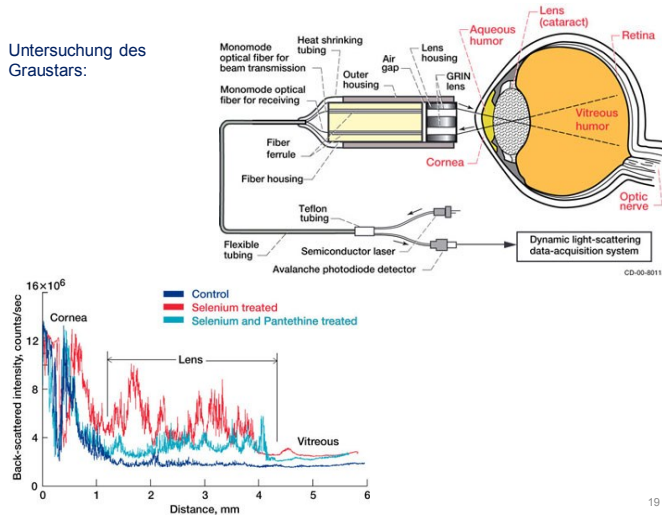
### Streuung

Linse -  
Brechzahlwerte



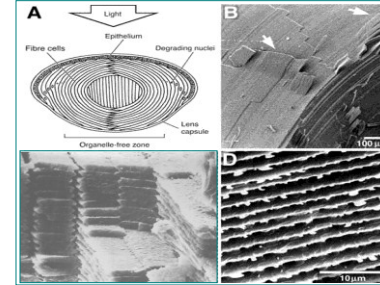
17

## Untersuchung des Graustars:

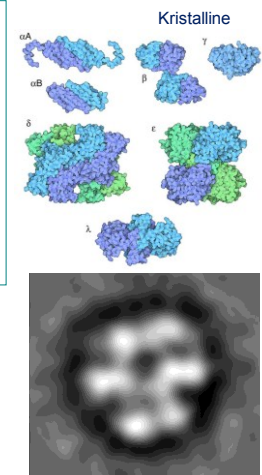


19

## Aufbau der Linse:

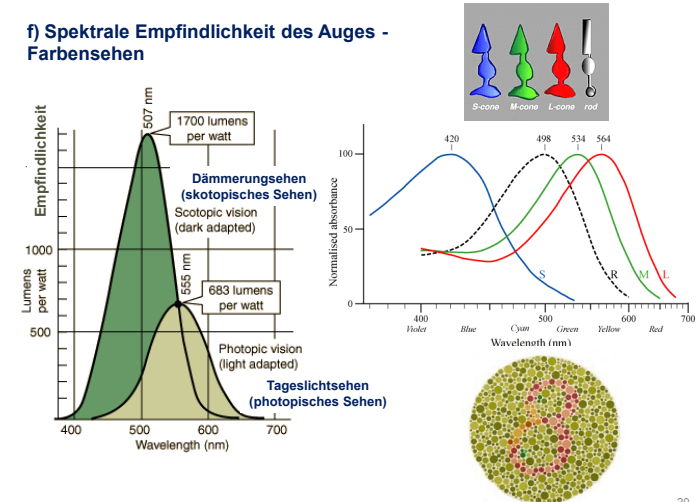


## Spezielle Linseproteine:



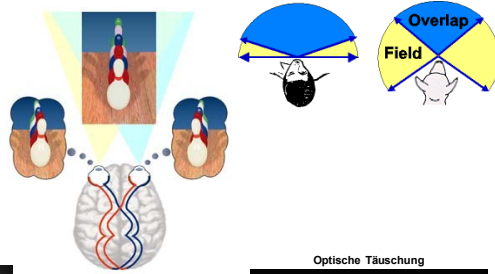
18

## f) Spektrale Empfindlichkeit des Auges - Farbsehen



20

### g) Raumsehen



Optische Täuschung



Optische Täuschung



21

### Rechenaufgaben: ■ Praktikumsbuch : -----

1. Berechnen Sie die Wellenlänge des Lichtes, das aus dem Elektronenübergang zwischen den Tallium-Niveaus in dem NaI(Tl)-Kristall entsteht. Welcher Farbe entspricht diese Wellenlänge?
2. a) Berechnen Sie die Reflektanz einer Wasseroberfläche beim senkrechten Einfall ( $n_{\text{Wasser}} = 1,333$ ). b) Wie groß ist die ins Wasser eindringende Lichtintensität, wenn die einfallende Intensität  $1300 \text{ W/m}^2$  beträgt?
3. Berechnen Sie die Reflektanz von Diamant beim senkrechten Einfall ( $n_{\text{Diamant}} = 2,4$ ).
4. a) Lesen Sie die Wellenlänge ab, wo die Durchsichtigkeit von NaF-Kristall beginnt? b) Berechnen Sie daraus die Breite der verbotenen Zone für NaF.
5. Berechnen Sie die Reflektanz der Grenzfläche Kammerwasser ( $n = 1,33$ ) / Linse ( $n = 1,41$ ) im Auge bei einem senkrechten Einfall.

### Lösungen:

1. 414 nm; Blau
2. a) 2,04%; b)  $26,5 \text{ W/m}^2$
3. 17%
4. a) cca. 140 nm; b) cca. 8,9 eV
5. grob etwa 0,1%

22