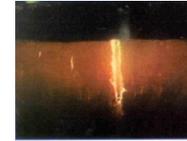


## VII. LASER

1. Entstehung des Laserlichtes
  - Induzierte Emission
  - Besetzungsinversion
  - Laserniveau
  - Pumpen
  - Positive Rückkopplung
  - Optischer Resonator
2. Eigenschaften der Laserstrahlung
3. Lasertypen
4. Medizinische Anwendung
  - Absorption in Geweben
  - Folgerungen der Absorption
  - Anwendungsbeispiele

## VII. LASER

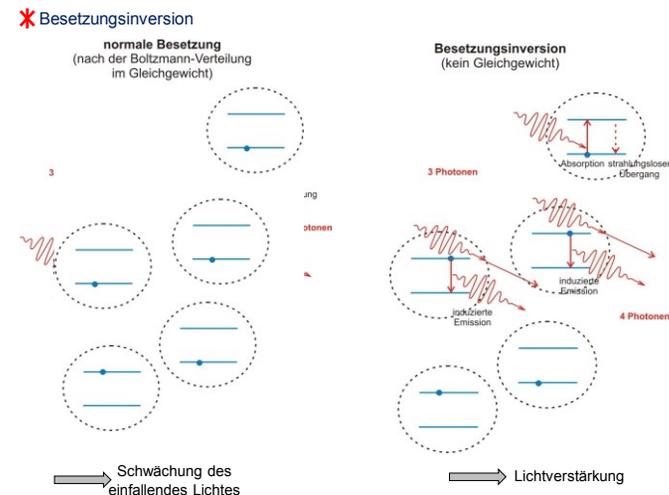
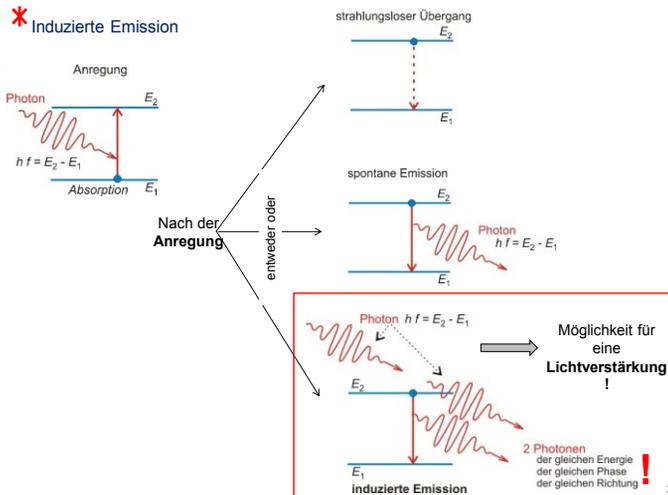
light amplification by stimulated emission of radiation



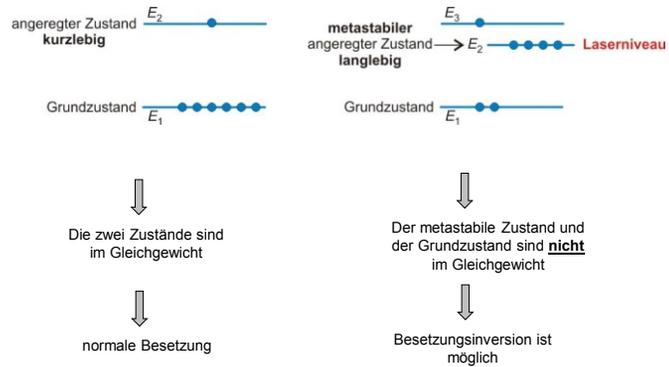
### 1. Entstehung des Laserlichtes

6 Schlüsselwörter des Lasers:

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| * Induzierte Emission | * Pumpen              |
| * Besetzungsinversion | * Rückkopplung        |
| * Laserniveau         | * Optischer Resonator |

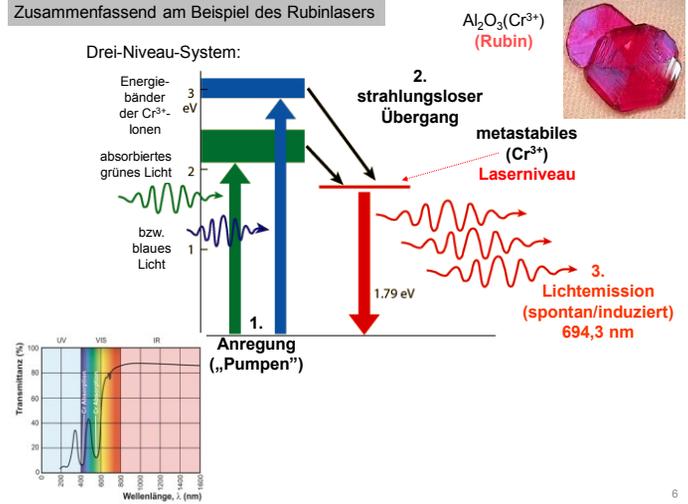


\* Laserniveau



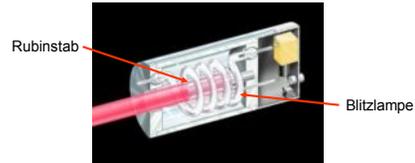
5

Zusammenfassend am Beispiel des Rubinlasers

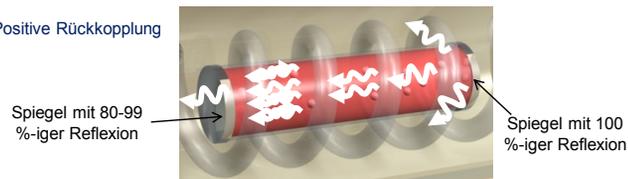


6

\* Pumpen

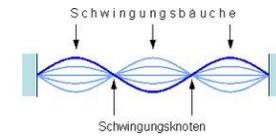
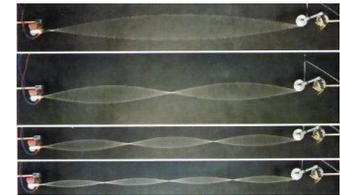
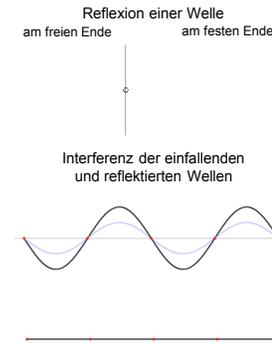


\* Positive Rückkopplung

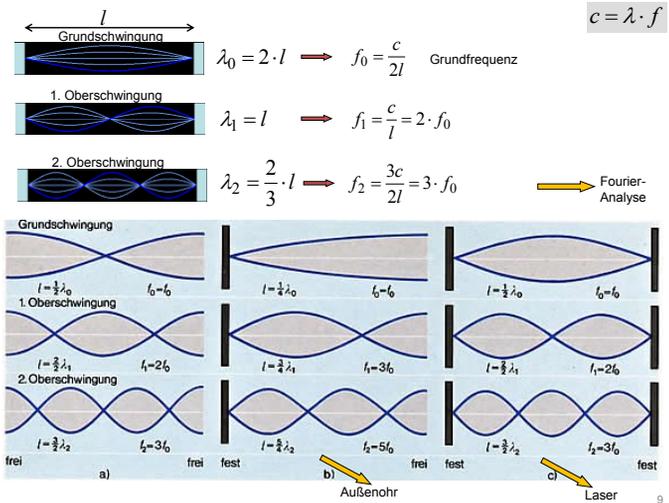


7

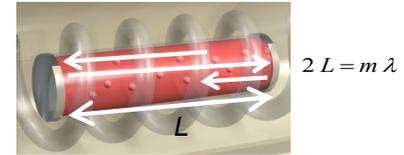
▪ Stehende Wellen



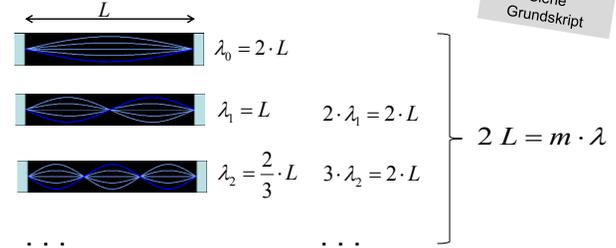
8



**\* Optischer Resonator**

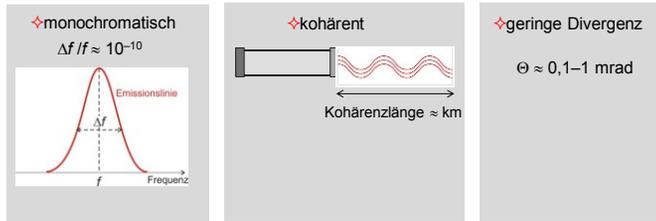


Stehende Wellen in einem Resonator:



10

**2. Eigenschaften der Laserstrahlung**



hohe Intensität  
 $J \approx 10^3 - 10^{14} \text{ W/m}^2$

+

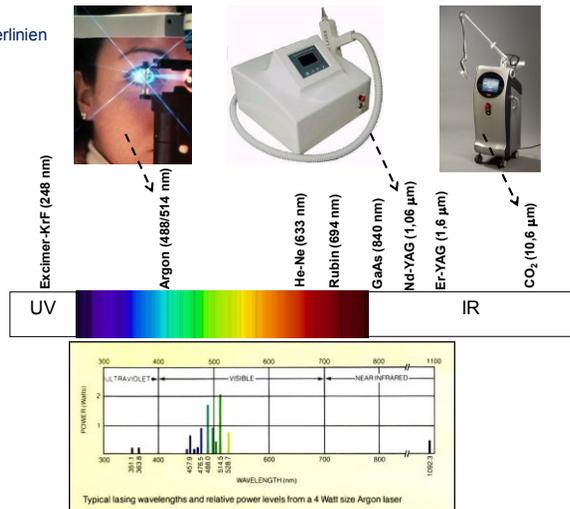
polarisiert

**3. Lasertypen**

- Betriebsart
  - Dauerstrichlaser
  - Impulslaser
- Lasermaterial
  - gasförmig
  - flüssig
  - kristallin

11

▪ Laserlinien

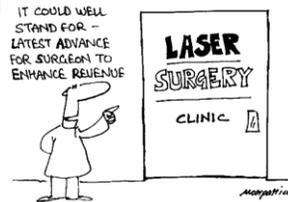
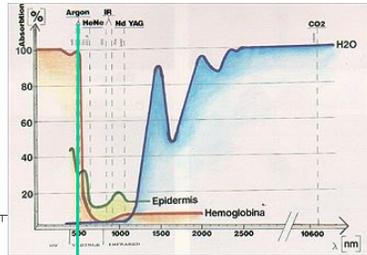
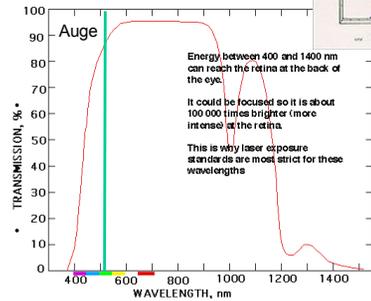


12

#### 4. Medizinische Anwendung

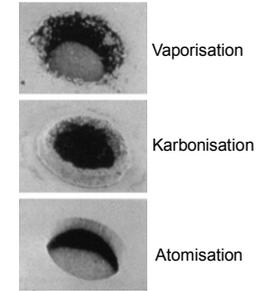
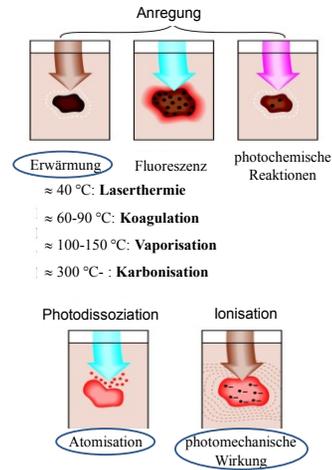
- Absorption in Geweben

z. B. Argon (488/514 nm)



13

- Folgerungen der Absorption



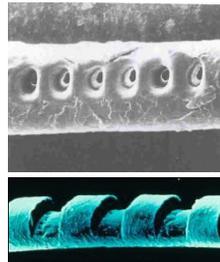
14

- Beispiele

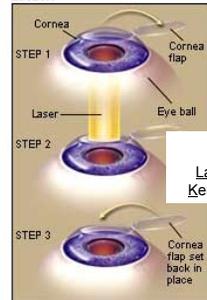
Laserbehandlung der Hornhaut



Laserbohrungen durch ein menschliches Haar



#### LASIK



LASIK: Laser In-situ Keratomileusis

© 2003 WebMD Inc.

15



Port Wine Stain



vor der Behandlung nach der Behandlung

Laser Resurfacing



Enthaarung



Entfernung von Tätowierungen

16

Herzwan chirurgie



Kehlkopfchirurgie



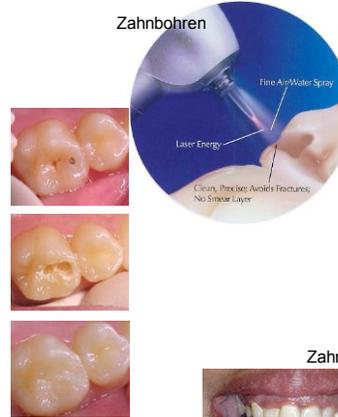
Leg Veins After 2 Laser Treatments



Trommelfelldurchbohrung



Zahnbohren



Entfernen von Zahverfärbungen

Zahnfleisch-Entfernung



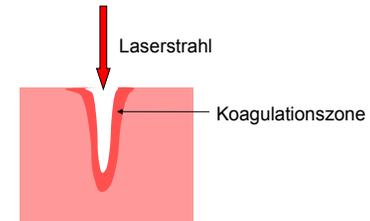
17

18

Veterinärmedizinische Beispiele



19



Vorteile der Laserchirurgie:

- ◆ feine, präzise Schnitte
- ◆ Blutung ist reduziert
- ◆ aseptisch
- ◆ möglich auch im Innere des Körpers (Lichtleiter)
- ◆ selektive Behandlung von bestimmten Geweben

20

# Medizinische Biophysik 10. Vorlesung

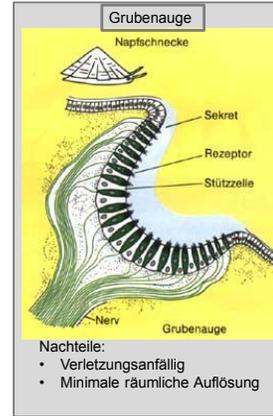
Licht in der Medizin

## VIII. Das Auge und das Sehen

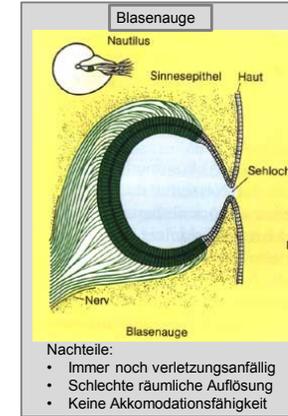
1. Entwicklung des Sehorgans
2. Aufbau des menschlichen Auges
3. Optik des menschlichen Auges
  - a) Brechkraft des Auges
  - b) Akkomodation (Brechkraftänderung)
  - c) Augenfehler (Myopie, Hyperopie, Presbyopie, sphärische und chromatische Aberration)
  - d) Bildentstehung im Auge (reduziertes Auge)
  - e) (räumliche) Auflösung des Auges
4. Wechselwirkungen des Lichts bis zum Augenfundus
  - Adaptation
  - Reflexion
  - Streuung (Graustar)
  - Absorption
5. Absorption in den Rezeptorzellen der Netzhaut - Empfindlichkeit
6. Spektrale Empfindlichkeit des Auges - Farbsehen
7. Raumsehen

21

## 1. Entwicklung des Sehorgans



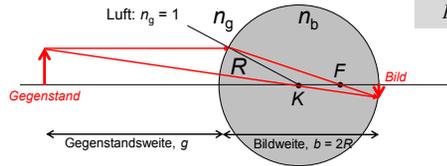
- Nachteile:
- Verletzungsanfällig
  - Minimale räumliche Auflösung



- Nachteile:
- Immer noch verletzungsanfällig
  - Schlechte räumliche Auflösung
  - Keine Akkomodationsfähigkeit

22

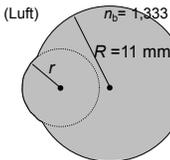
Einfache Kugel als Auge?



$$\frac{n_b - n_g}{R} = D = \frac{n_g}{g} + \frac{n_b}{b}$$

$n_b = ?$

$n_g = 1$  (Luft)  $n_b = 1,333$  (Wasser)



$$\frac{n_b - n_g}{R} = D = \frac{n_g}{g} + \frac{n_b}{b}$$

$r = ?$

⇒  $n_b$  müsste größer sein als 2! Diamant vielleicht?

⇒ 2 Kugel!

23

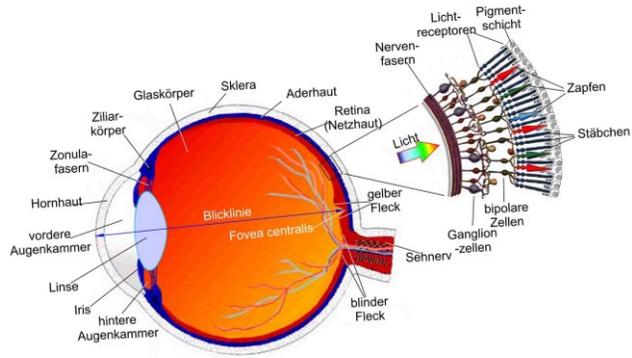
- Vorteile:
- Geschlossen ⇒ weniger verletzungsanfällig
  - Gute räumliche Auflösung
  - Bild entsteht innerhalb der Kugel

- Nachteile:
- Keine Akkomodationsfähigkeit

⇒

24

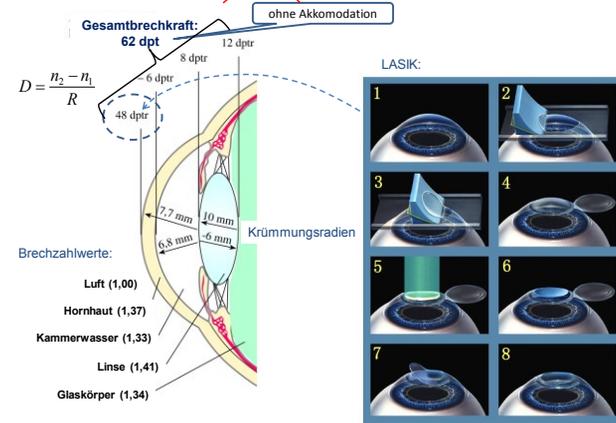
## 2. Aufbau des menschlichen Auges



25

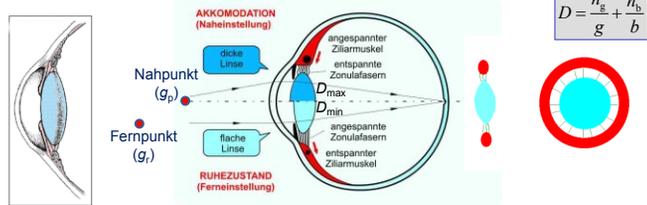
## 3. Optik des menschlichen Auges

a) Brechkraft des Auges ▪ diffuse Brechung ? ← Tränenfilm!



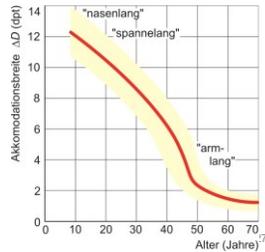
26

## b) Akkomodation (Brechkraftänderung)



▪ Akkomodationsbreite ( $\Delta D$ ):  $\Delta D = D_{\max} - D_{\min}$

$$\left. \begin{aligned} D_{\max} &= \frac{n_g}{g_p} + \frac{n_b}{b} \\ D_{\min} &= \frac{n_g}{g_r} + \frac{n_b}{b} \end{aligned} \right\} \Delta D = \frac{1}{g_p} - \frac{1}{g_r}$$



Hausaufgaben: ▪ Aufgabensammlung  
 9.3-6  
 4.5-7



28