

# Medizinische Biophysik 9. Vorlesung

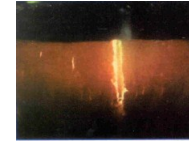
Licht in der Medizin

## 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

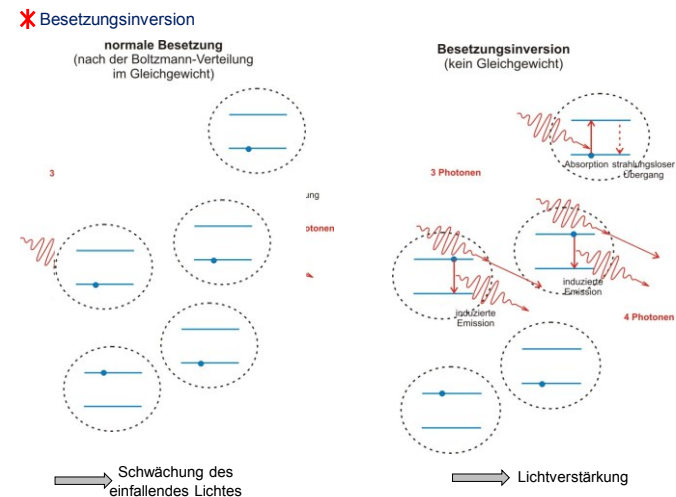
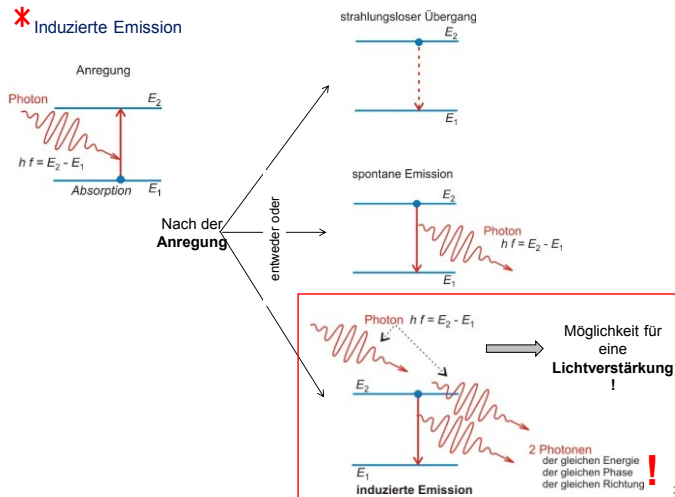
light amplification by stimulated emission of radiation



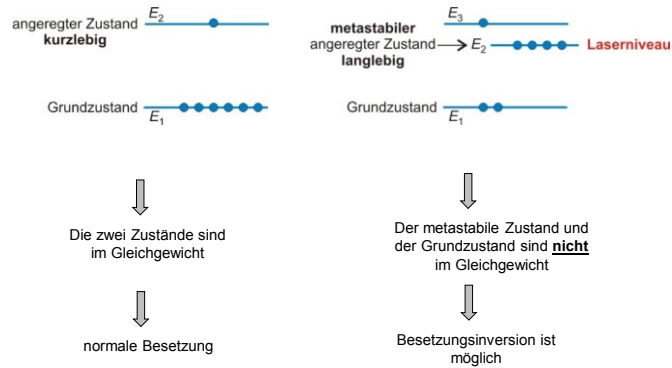
### 1. Entstehung des Laserlichtes

6 Schlüsselwörter des Lasers:

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

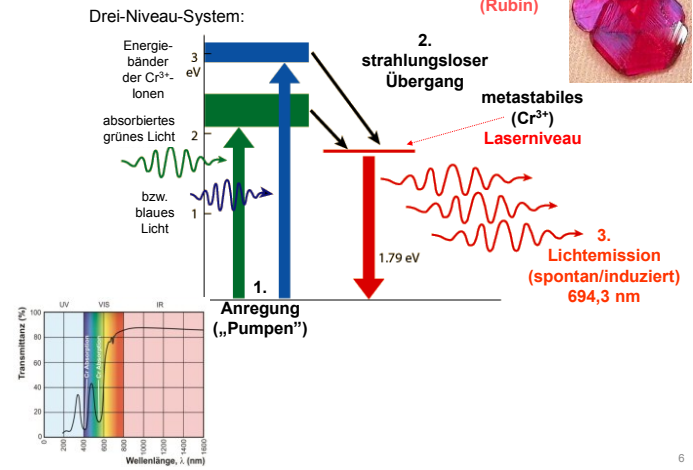


## \* Laserniveau



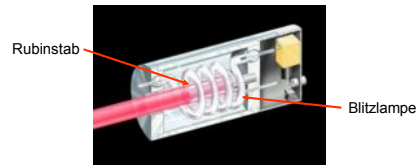
5

## Zusammenfassend am Beispiel des Rubinlasers

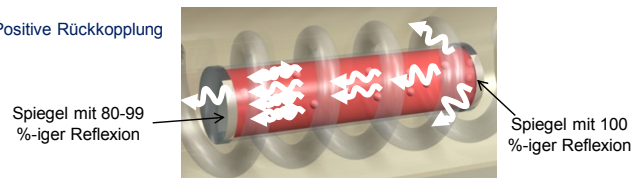


6

## \* Pumpen

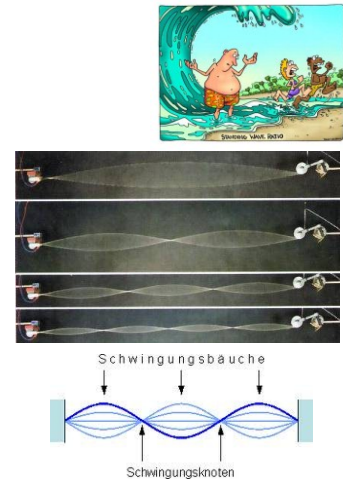
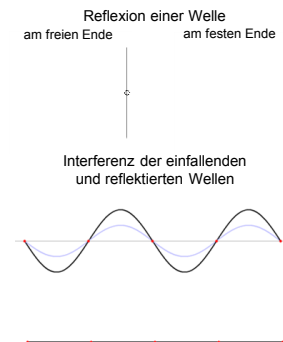


## \* Positive Rückkopplung

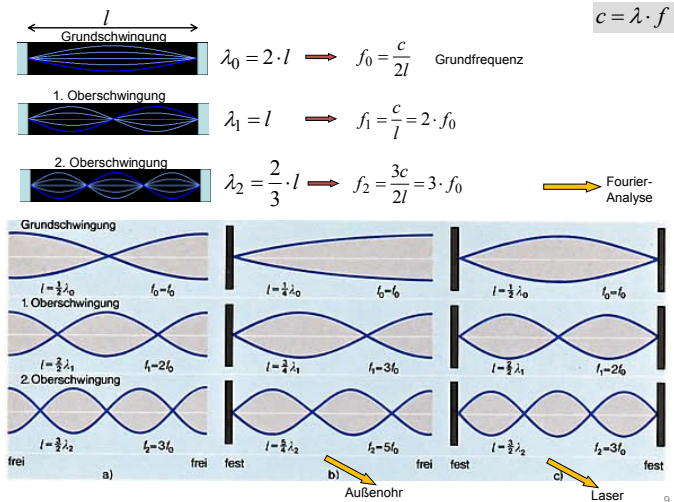


7

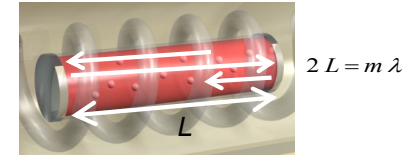
## Stehende Wellen



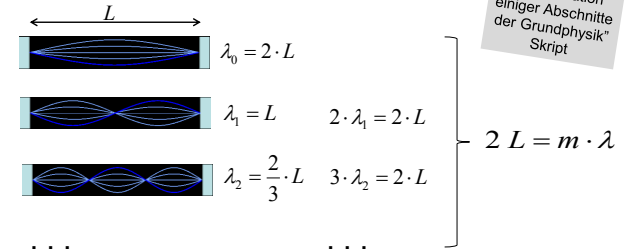
8



### \* Optischer Resonator



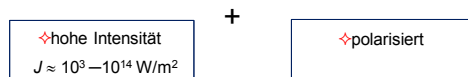
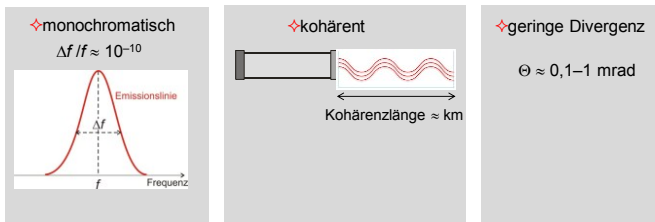
Stehende Wellen in einem Resonator:



Siehe „Kurze Rekapitulation einiger Abschnitte der Grundphysik“ Skript

10

## 2. Eigenschaften der Laserstrahlung

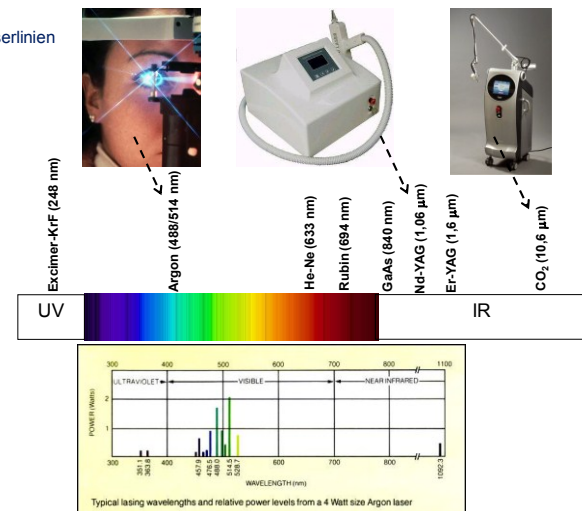


## 3. Lasertypen

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

11

### ▪ Laserlinien

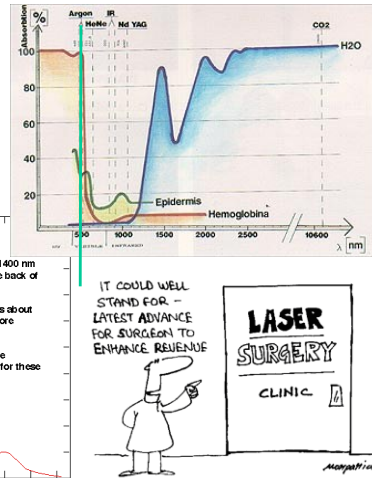
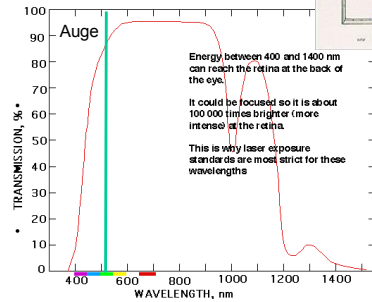


12

#### 4. Medizinische Anwendung

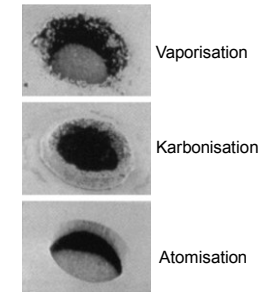
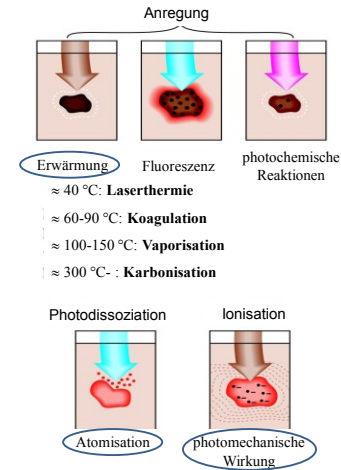
- Absorption in Geweben

z. B. Argon (488/514 nm)



13

- Folgerungen der Absorption



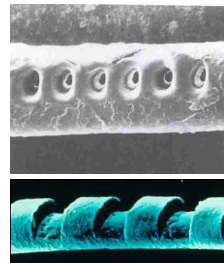
14

- Beispiele

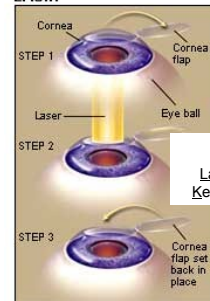
Laserbehandlung der Hornhaut



Laserbohrungen durch ein menschliches Haar



LASIK



© 2003 Web MD Inc.

LASIK:  
Laser In-situ  
Keratomileusis

15



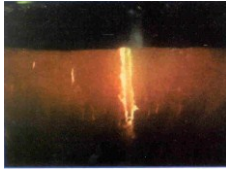
Enthaarung



Entfernung von Tätowierungen

16

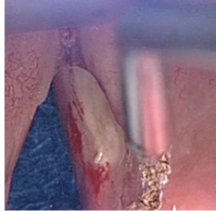
Herzwandchirurgie



Leg Veins After 2 Laser Treatments



Kehlkopfchirurgie

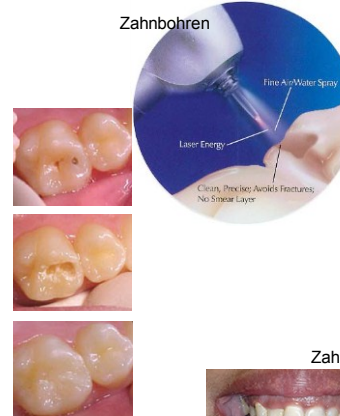


Trommelfelldurchbohrung



17

Zahnbohren

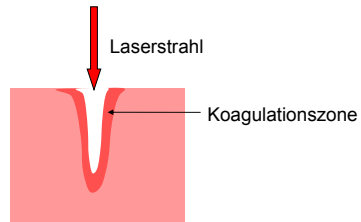


Entfernen von  
Zahnerfärbungen

Zahnfleisch-Entfernung



18



Vorteile der  
Laserchirurgie:

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

19

## 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) Akkommodation (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

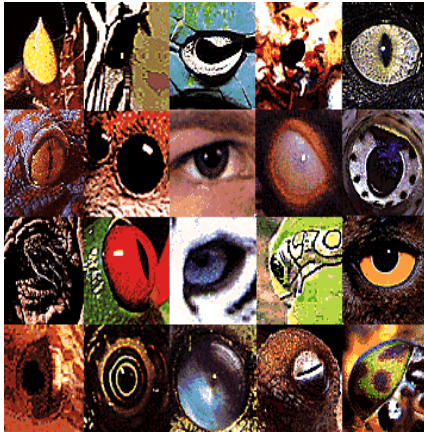
#### 5. Absorption in den Rezeptorzellen der Netzhaut - Empfindlichkeit

#### 6. Spektrale Empfindlichkeit des Auges - Farbsehen

#### 7. Raumsehen

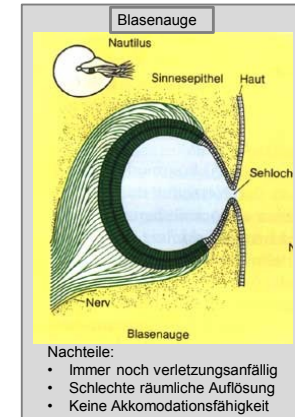
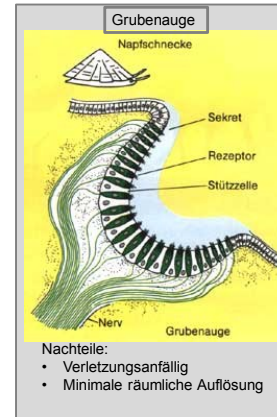
20



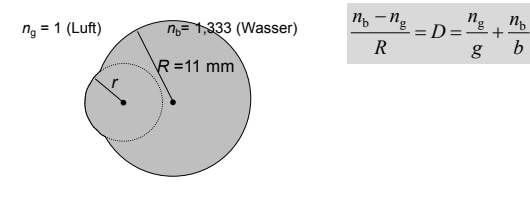
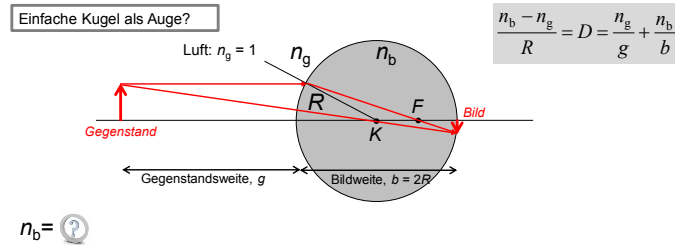


21

## 1. Entwicklung des Sehorgans



22



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

⇒ 2 Kugeln!

23

Vorteile:

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

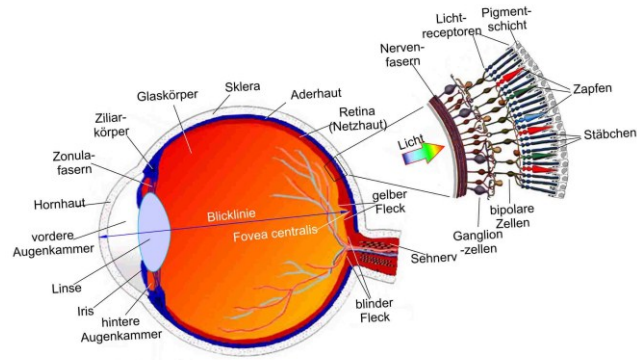
Nachteile:

- Keine Akkomodationsfähigkeit



24

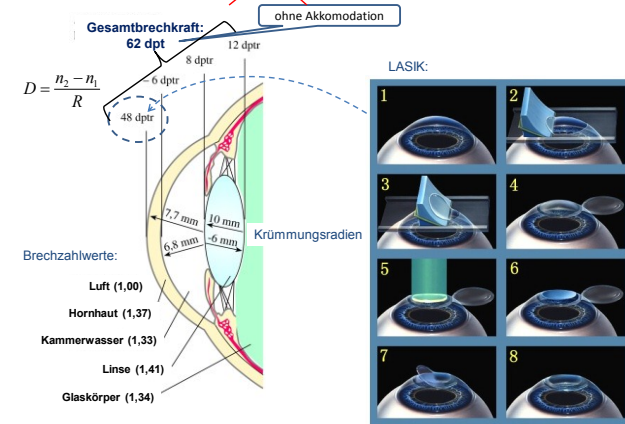
## 2. Aufbau des menschlichen Auges



25

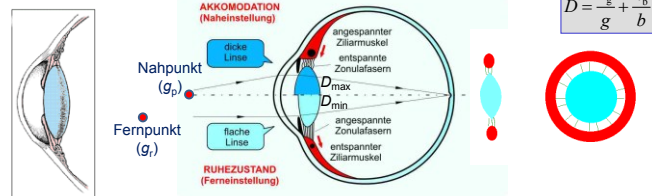
## 3. Optik des menschlichen Auges

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



26

## b) Akkomodation (Brechkraftänderung)

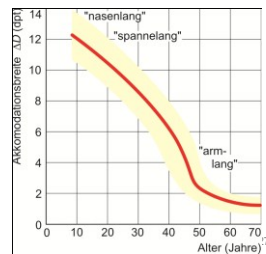


Zur Erinnerung:

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

▪ 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: ▪ Neue Aufgabensammlung  
9.3-6  
4.3-4



28