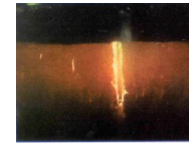


## VII. LASER

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

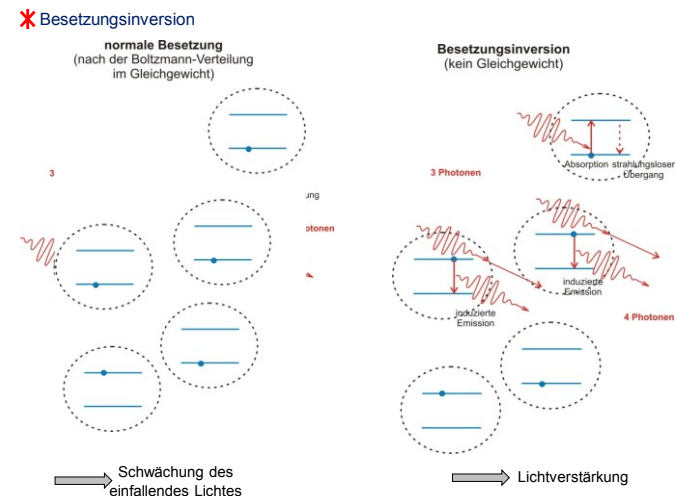
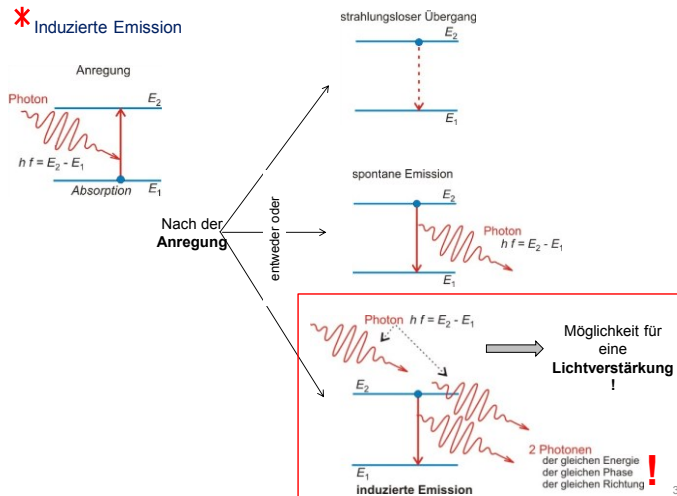
light amplification by stimulated emission of radiation



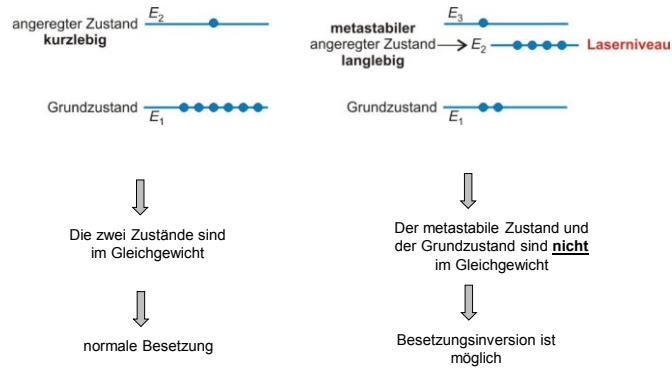
### 1. Entstehung des Laserlichtes

6 Schlüsselwörter des Lasers:

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

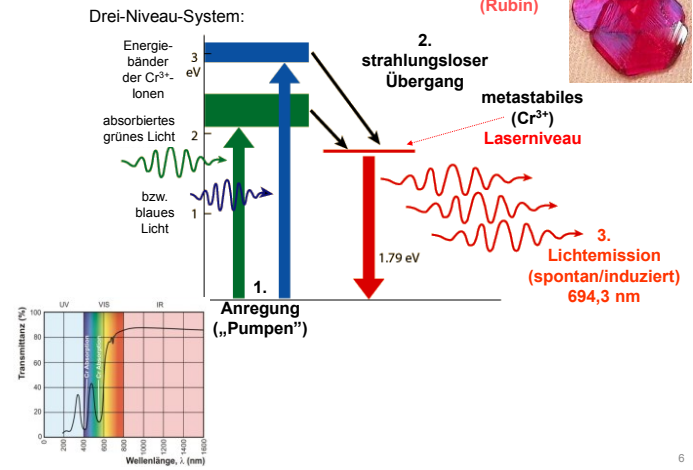


## \* Laserniveau



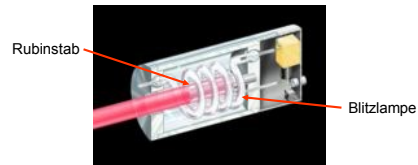
5

## Zusammenfassend am Beispiel des Rubinlasers

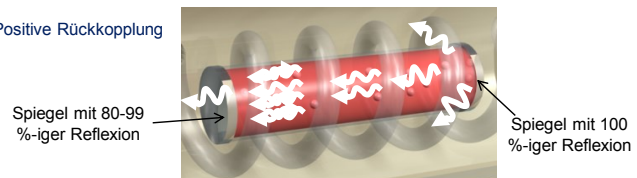


6

## \* Pumpen

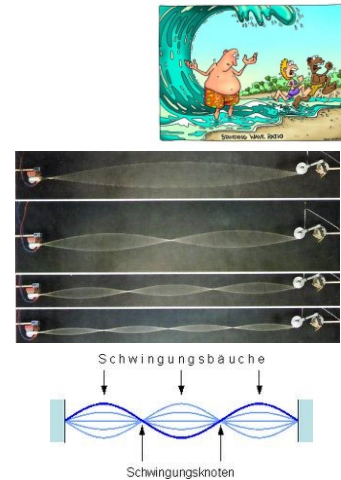
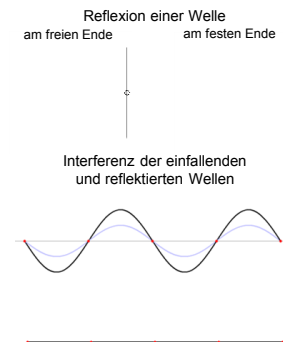


## \* Positive Rückkopplung

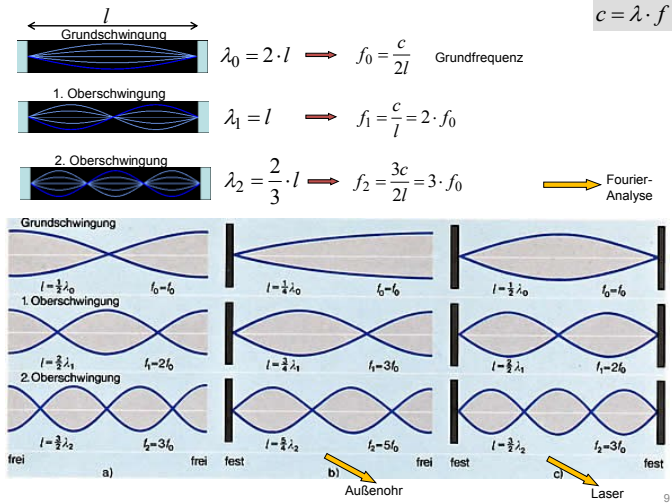


7

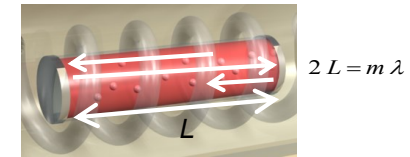
## Stehende Wellen



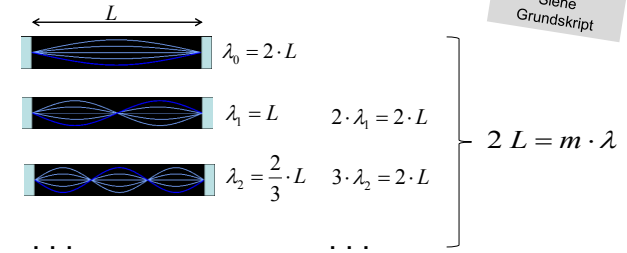
8



### \* Optischer Resonator

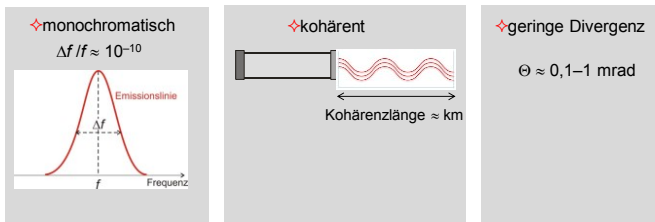


Stehende Wellen in einem Resonator:



10

## 2. Eigenschaften der Laserstrahlung

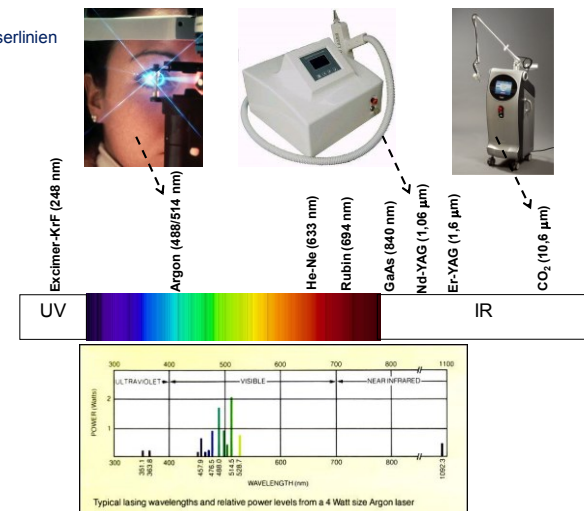


## 3. Lasertypen

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

11

### ▪ Laserlinien

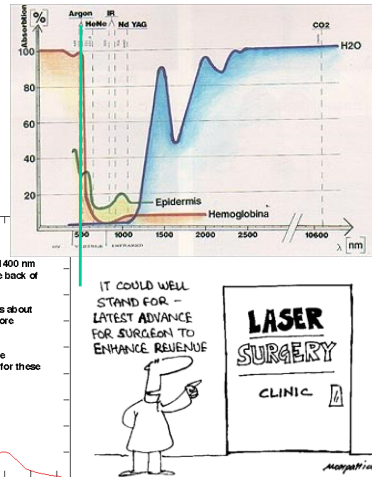
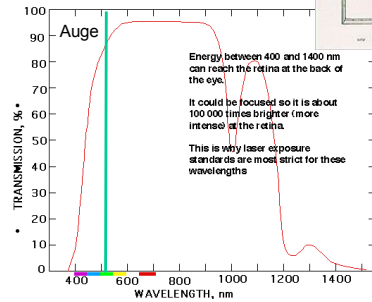


12

#### 4. Medizinische Anwendung

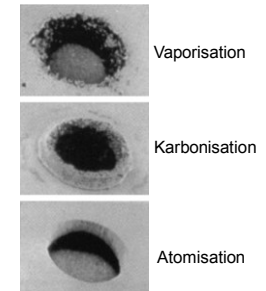
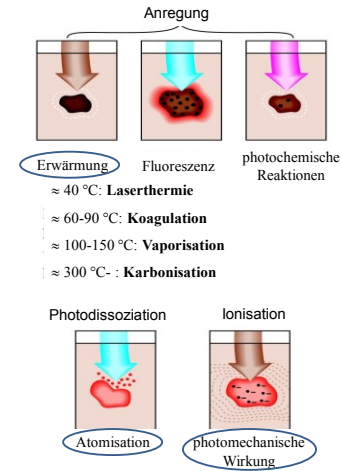
- Absorption in Geweben

z. B. Argon (488/514 nm)



13

- Folgerungen der Absorption



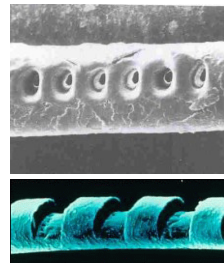
14

- Beispiele

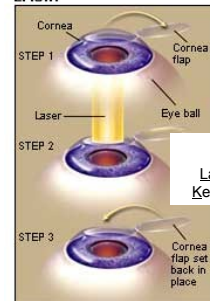
Laserbehandlung der Hornhaut



Laserbohrungen durch ein menschliches Haar



LASIK



LASIK:  
Laser In-situ  
Keratomileusis

© 2003 Web MD Inc.

15



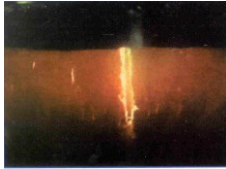
Enthaarung



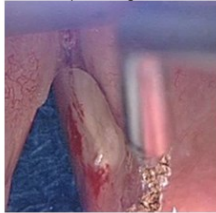
Entfernung von Tätowierungen

16

Herzwandchirurgie



Kehlkopfchirurgie



Leg Veins After 2 Laser Treatments



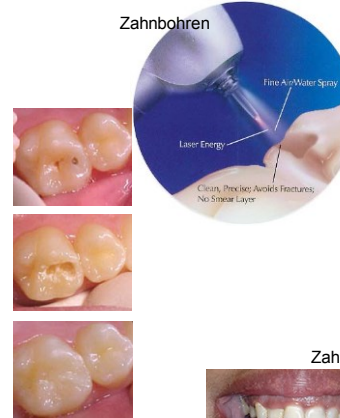
Trommelfelldurchbohrung



Veterinärmedizinische Beispiele

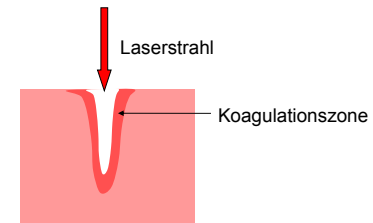


Zahnbohren



Entfernen von  
Zahverfärbungen

Zahnfleisch-Entfernung



Vorteile der  
Laserchirurgie:

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

17

18

19

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

- Brechkraft des Auges
- Akkommodation (Brechkraftänderung)
- Augenfehler (Myopie, Hyperopie, Presbyopie, sphärische und chromatische Aberration)
- Bildentstehung im Auge (reduziertes Auge)
- (räumliche) Auflösung des Auges

### 4. Wechselwirkungen des Lichts bis zum Augenfundus

- Adaptation
- Reflexion
- Streuung (Graustar)
- Absorption

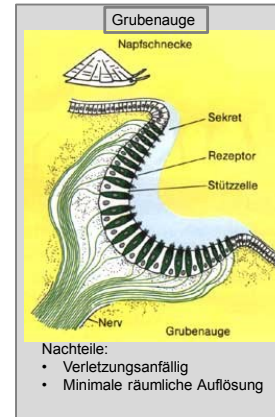
### 5. Absorption in den Rezeptorzellen der Netzhaut - Empfindlichkeit

### 6. Spektrale Empfindlichkeit des Auges - Farbsehen

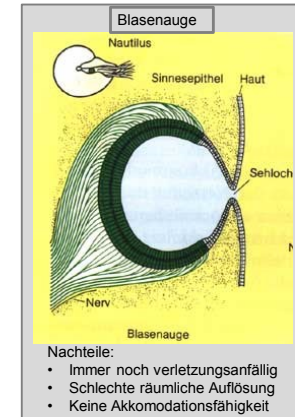
### 7. Raumsehen

21

## 1. Entwicklung des Sehorgans



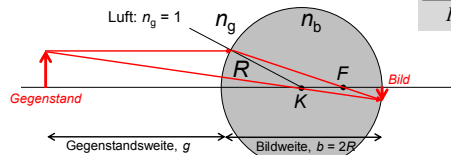
- Nachteile:
- Verletzungsanfällig
  - Minimale räumliche Auflösung



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

22

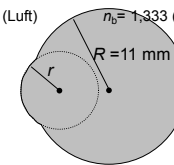
Einfache Kugel als Auge?



$n_b = ?$

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

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



$r = ?$

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

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

⇒ 2 Kugeln!

23

Vorteile:

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

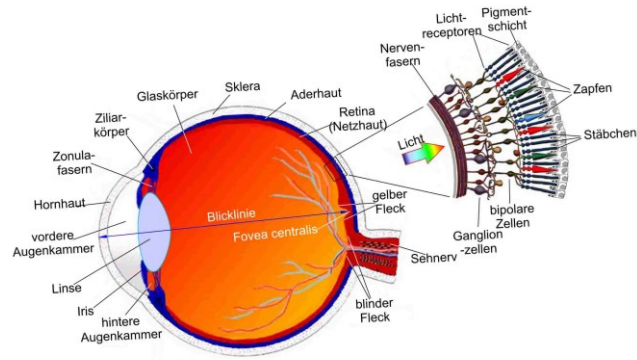
Nachteile:

- Keine Akkomodationsfähigkeit

⇒

24

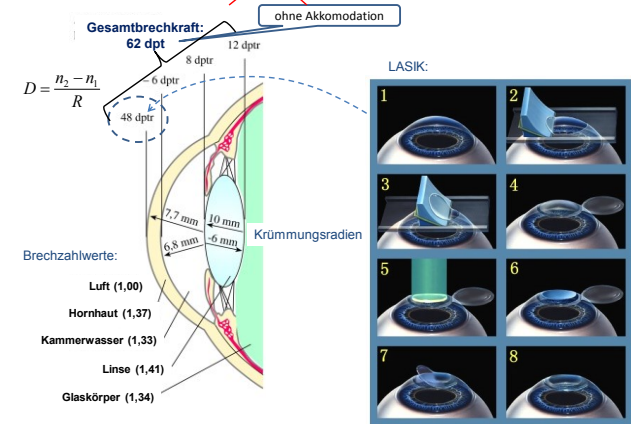
## 2. Aufbau des menschlichen Auges



25

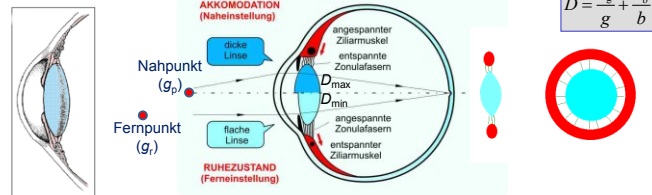
## 3. Optik des menschlichen Auges

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



26

## b) Akkomodation (Brechkraftänderung)

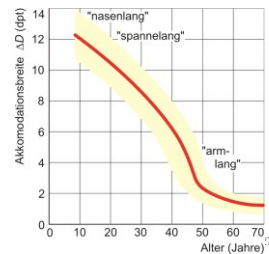


Zur Erinnerung:

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

▪ 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: ▪ Aufgabensammlung  
9.3-6  
4.5-7



28