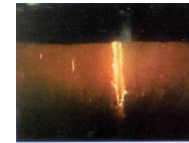


VII. LASER

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

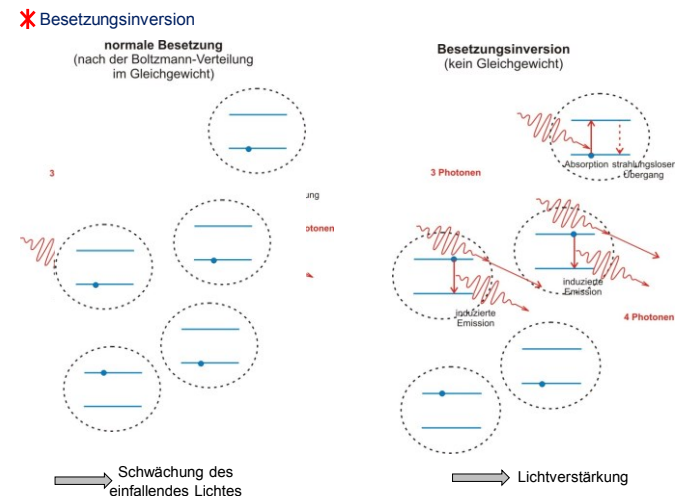
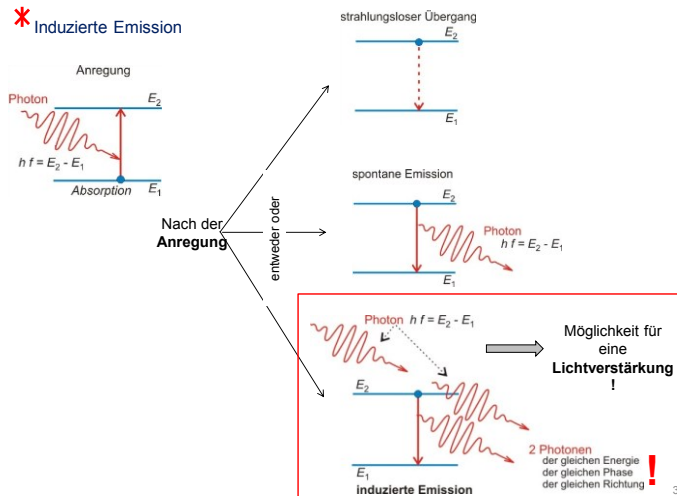
light amplification by stimulated emission of radiation



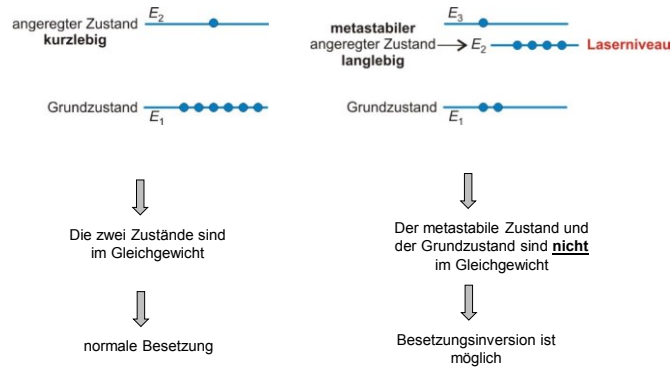
1. Entstehung des Laserlichtes

6 Schlüsselwörter des Lasers:

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

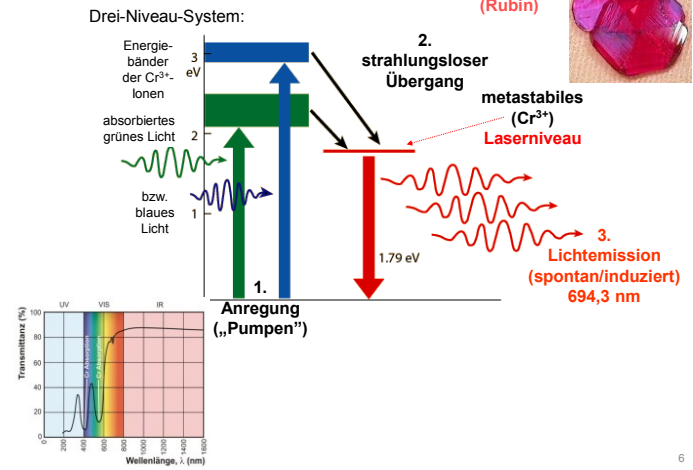


* Laserniveau



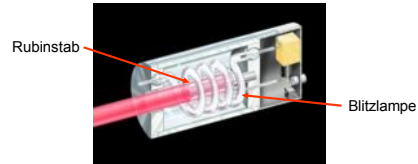
5

Zusammenfassend am Beispiel des Rubinlasers

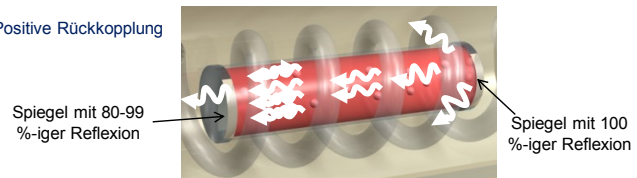


6

* Pumpen

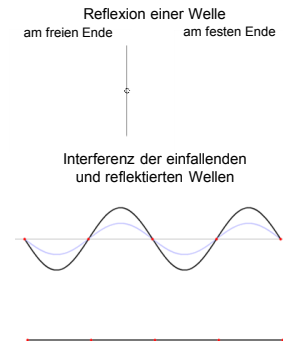


* Positive Rückkopplung

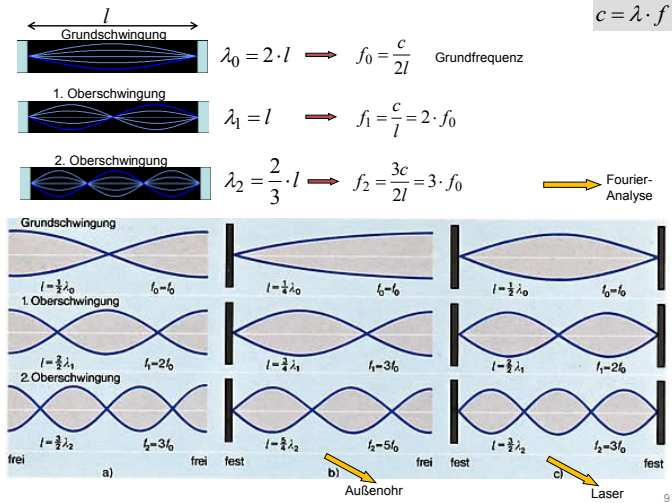


7

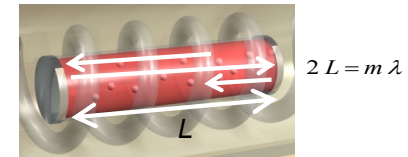
Stehende Wellen



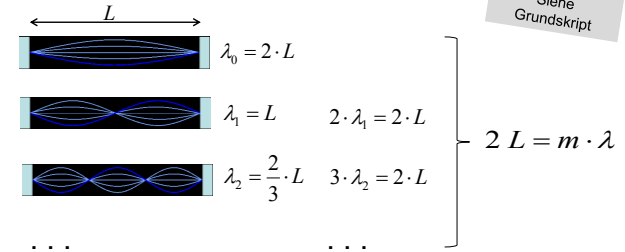
8



* Optischer Resonator

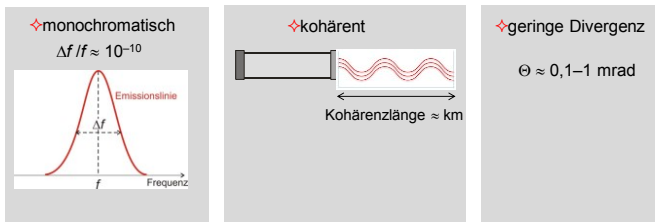


Stehende Wellen in einem Resonator:



10

2. Eigenschaften der Laserstrahlung



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

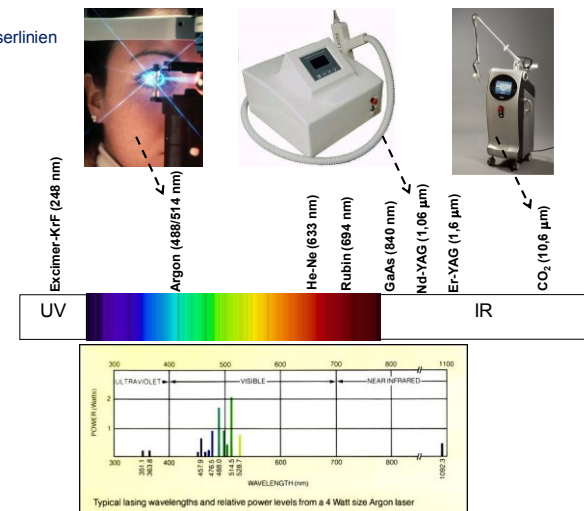
♦ polarisiert

3. Lasertypen

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

11

▪ Laserlinien

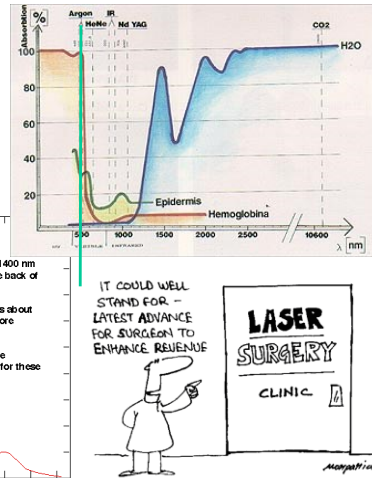
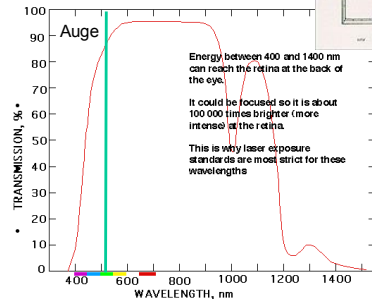


12

4. Medizinische Anwendung

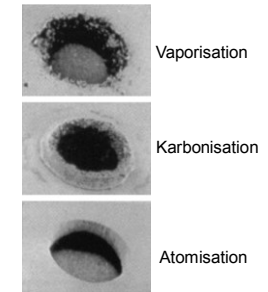
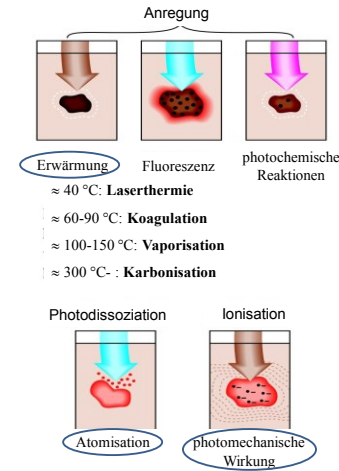
Absorption in Geweben

z. B. Argon (488/514 nm)



13

Folgerungen der Absorption



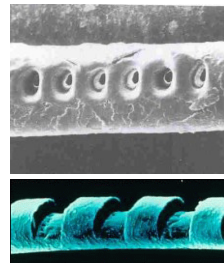
14

Beispiele

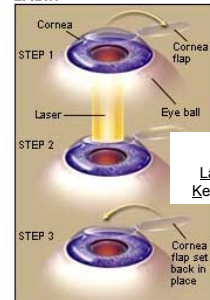
Laserbehandlung der Hornhaut



Laserbohrungen durch ein menschliches Haar



LASIK



LASIK:
Laser In-situ
Keratomileusis

© 2003 Web MD Inc.

15



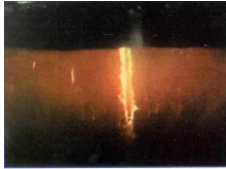
Enthaarung



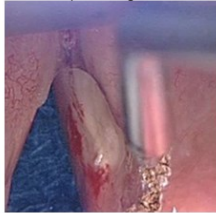
Entfernung von Tätowierungen

16

Herzwandchirurgie



Kehlkopfchirurgie



Leg Veins After 2 Laser Treatments



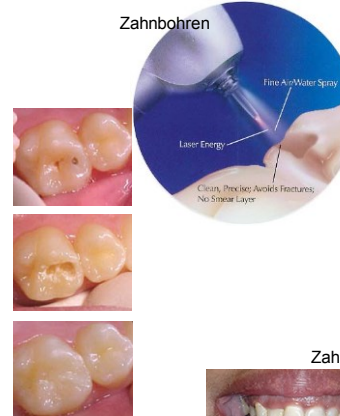
Trommelfelldurchbohrung



Veterinärmedizinische Beispiele

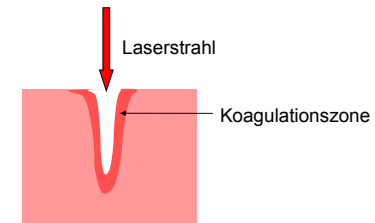


Zahnbohren



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

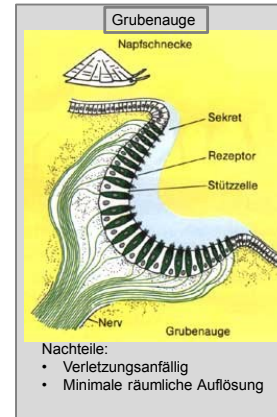
5. Absorption in den Rezeptorzellen der Netzhaut - Empfindlichkeit

6. Spektrale Empfindlichkeit des Auges - Farbsehen

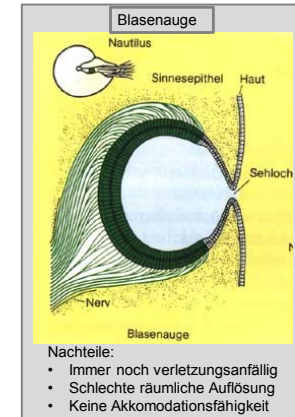
7. Raumsehen

21

1. Entwicklung des Sehorgans



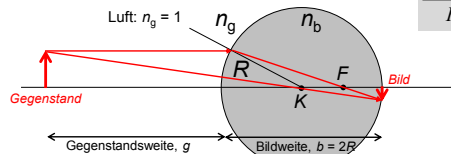
- Nachteile:
- Verletzungsanfällig
 - Minimale räumliche Auflösung



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

22

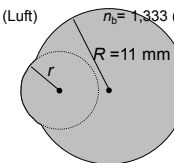
Einfache Kugel als Auge?



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

$n_b = ?$

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



$r = ?$

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

⇒ n_b müsste größer sein als 2! Diamant vielleicht?

⇒ 2 Kugeln!

23

Vorteile:

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

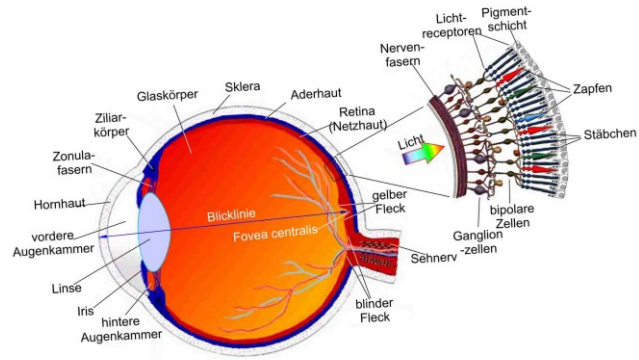
Nachteile:

- Keine Akkomodationsfähigkeit

⇒

24

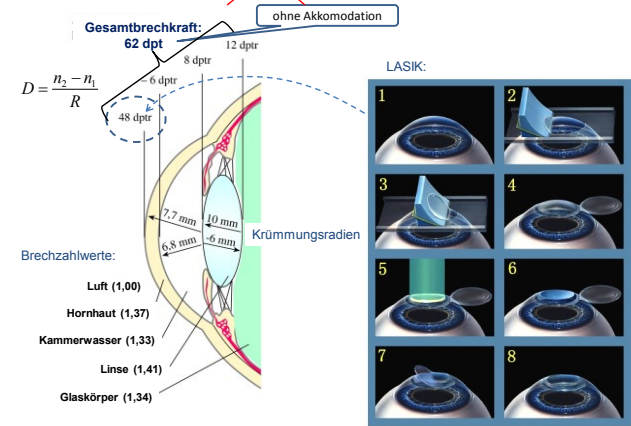
2. Aufbau des menschlichen Auges



25

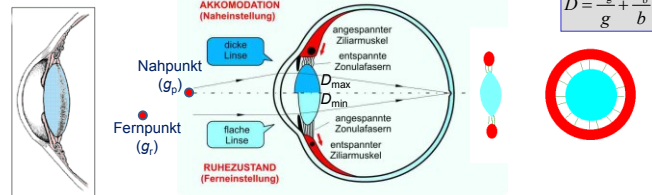
3. Optik des menschlichen Auges

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



26

b) Akkomodation (Brechkraftänderung)

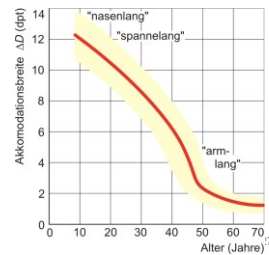


Zur Erinnerung:

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

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

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



Hausaufgaben: ▪ Aufgabensammlung
9.3-6
4.5-7



28