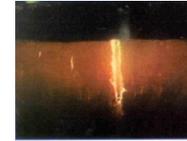


VII. LASER

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

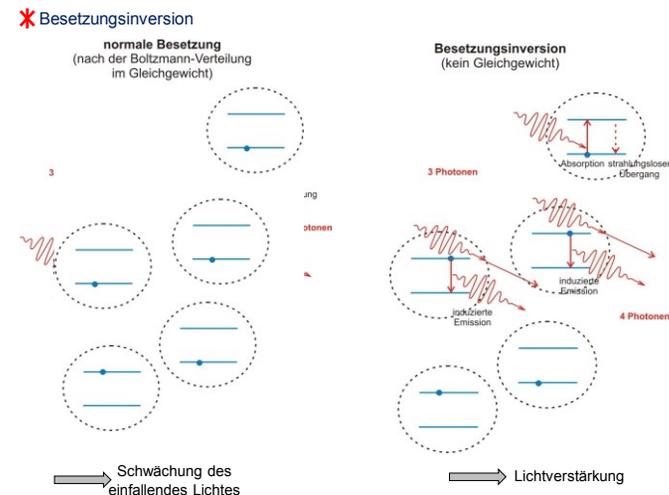
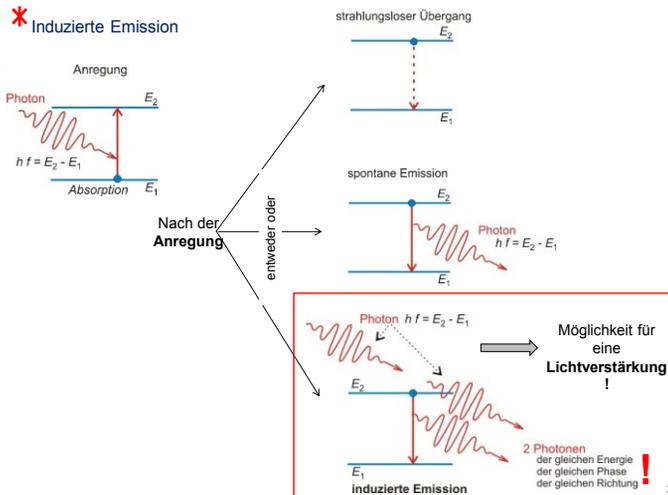
light amplification by stimulated emission of radiation



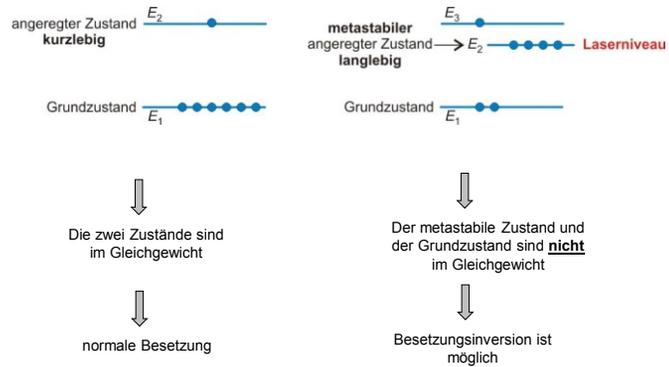
1. Entstehung des Laserlichtes

6 Schlüsselwörter des Lasers:

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

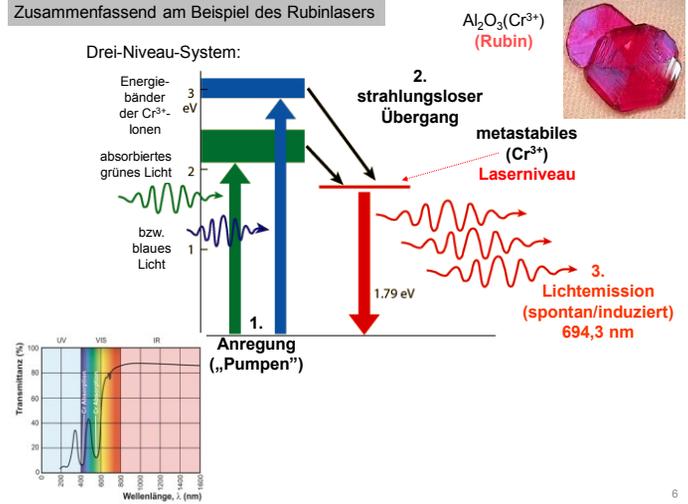


* Laserniveau



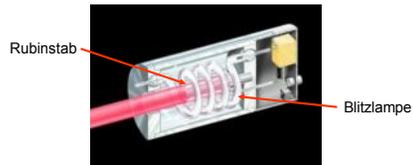
5

Zusammenfassend am Beispiel des Rubinlasers

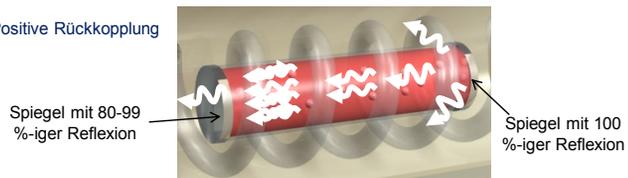


6

* Pumpen

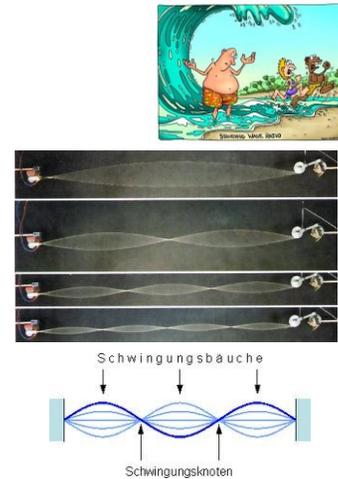
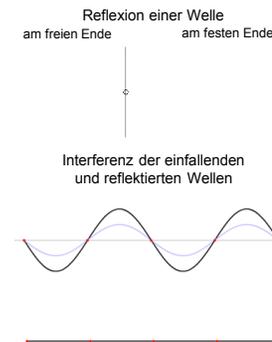


* Positive Rückkopplung

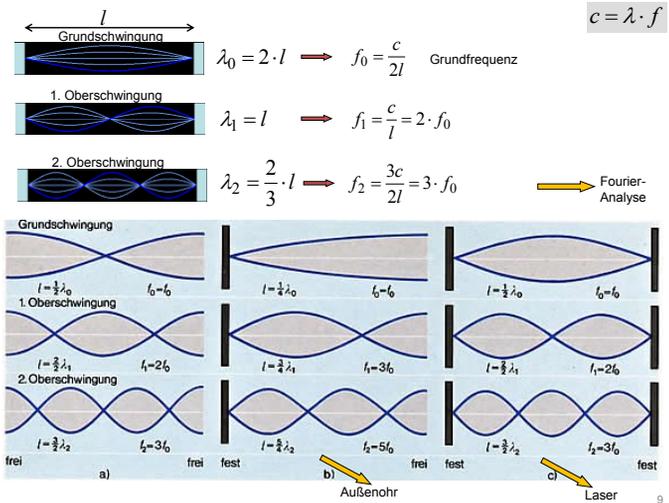


7

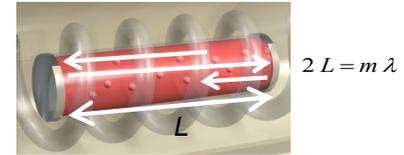
Stehende Wellen



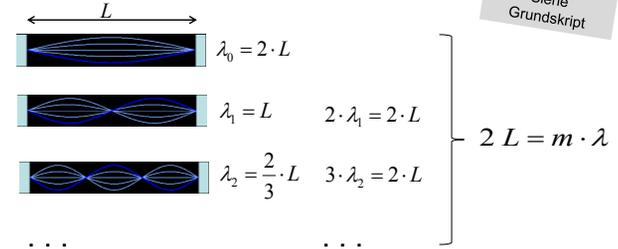
8



*** Optischer Resonator**

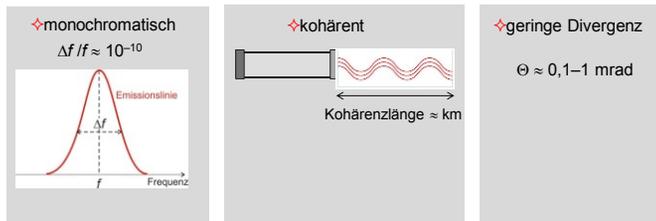


Stehende Wellen in einem Resonator:



10

2. Eigenschaften der Laserstrahlung



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

+

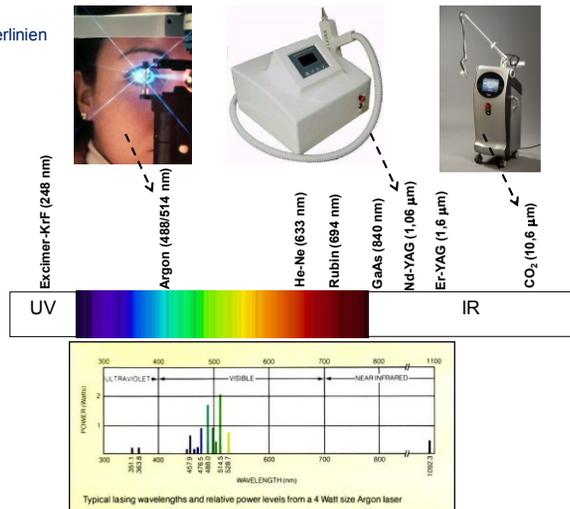
♦ polarisiert

3. Lasertypen

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

11

▪ Laserlinien

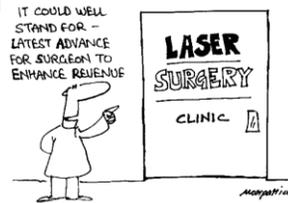
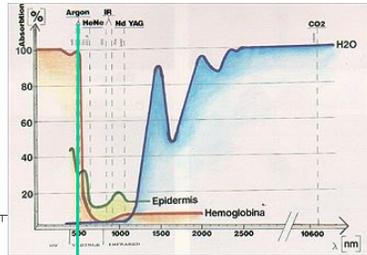
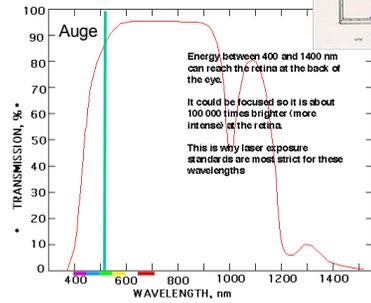


12

4. Medizinische Anwendung

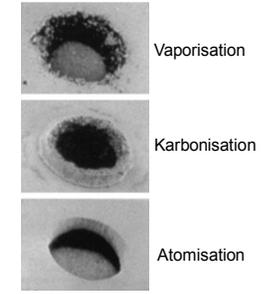
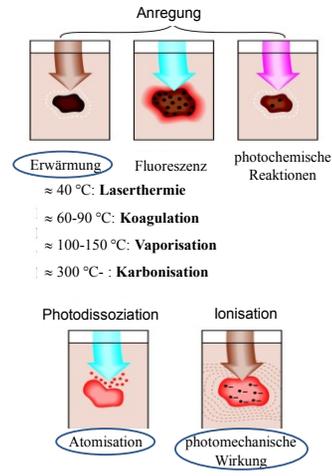
- Absorption in Geweben

z. B. Argon (488/514 nm)



13

- Folgerungen der Absorption



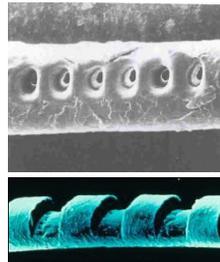
14

- Beispiele

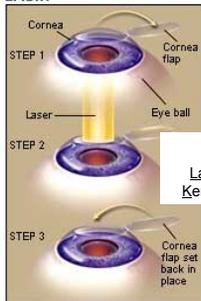
Laserbehandlung der Hornhaut



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

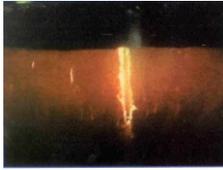
Enthaarung



Entfernung von Tätowierungen

16

Herzwan chirurgie



Leg Veins After 2 Laser Treatments



Kehlkopfchirurgie

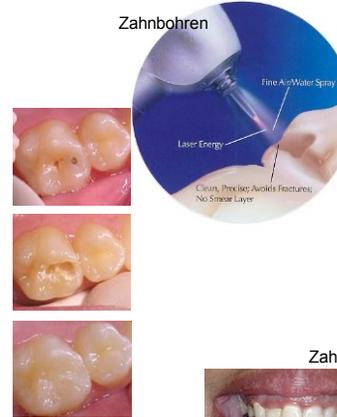


Trommelfelldurchbohrung



17

Zahnbohren

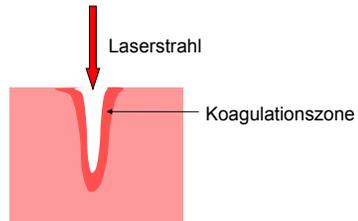


Entfernen von Zahverfärbungen

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

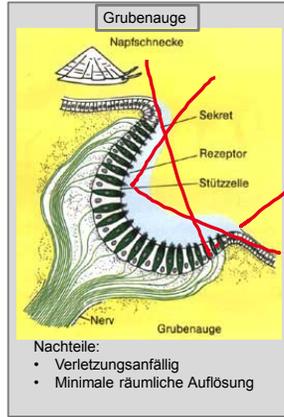
Licht in der Medizin

VIII. Das Auge und das Sehen

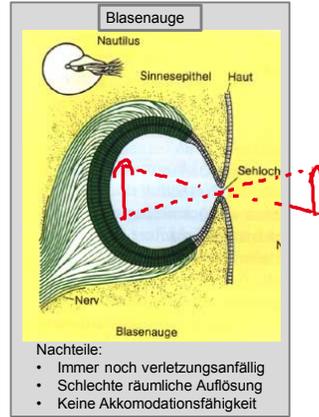
1. Entwicklung des Sehorgans
2. Aufbau des menschlichen Auges
3. Optik des menschlichen Auges
 - a) Brechkraft des Auges
 - b) Akkomodation (Brechkraftänderung)
 - c) Augenfehler (Myopie, Hyperopie, Presbyopie, sphärische und chromatische Aberration)
 - d) Bildentstehung im Auge (reduziertes Auge)
 - 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

20

1. Entwicklung des Sehorgans



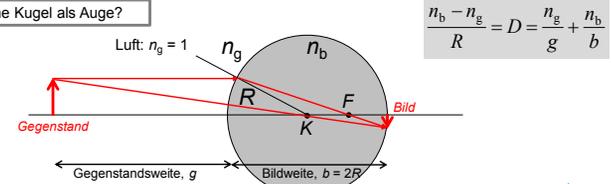
- Nachteile:
- Verletzungsanfällig
 - Minimale räumliche Auflösung



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

21

Einfache Kugel als Auge?



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

$$n_b = ? \quad \frac{n_b - 1}{R} = \frac{1}{g} + \frac{n_b}{2R} \geq \frac{n_b}{2R} \quad / \cdot 2R$$

$$2n_b - 2 \geq n_b$$

$$n_b \geq 2$$

⇒ n_b müsste größer sein als 2! Diamant vielleicht?

⇒ 2 Kugel!

22

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

$R = 11 \text{ mm}$

$$r = ? \quad \frac{1,333 - 1}{r} = \frac{1}{g} + \frac{1,333}{22}$$

$$r = \frac{0,333 \cdot 22}{1,333} = 5,5 \text{ mm}$$

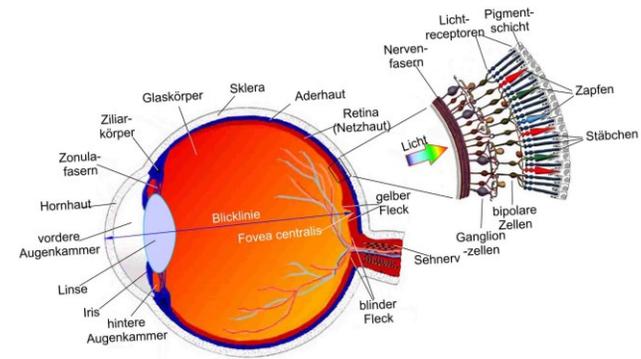
- Vorteile:
- Geschlossen ⇒ weniger verletzungsanfällig
 - Gute räumliche Auflösung
 - Bild entsteht innerhalb der Kugel

- Nachteile:
- Keine Akkomodationsfähigkeit



23

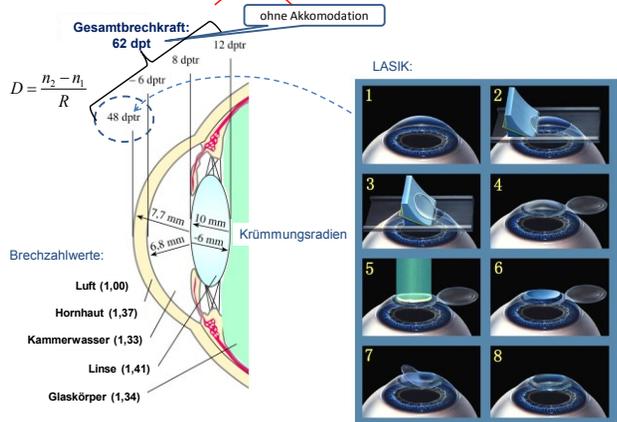
2. Aufbau des menschlichen Auges



24

3. Optik des menschlichen Auges

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

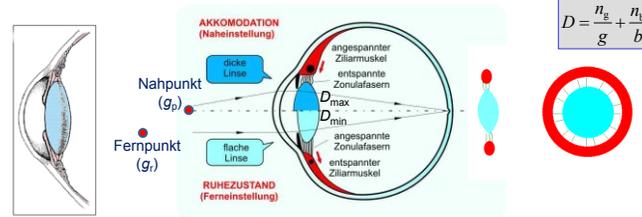


25

b) Akkomodation (Brechkraftänderung)

Zur Erinnerung:

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

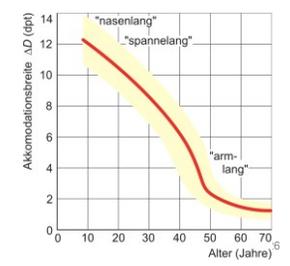


▪ Akkomodationsbreite (ΔD): $\Delta D = D_{max} - D_{min}$

$$D_{max} = \frac{n_g}{g_p} + \frac{n_b}{b}$$

$$D_{min} = \frac{n_g}{g_r} + \frac{n_b}{b}$$

$$\Delta D = \frac{1}{g_p} - \frac{1}{g_r}$$



Hausaufgaben: ▪ Aufgabensammlung
 9.3-6
 4.5-7



27