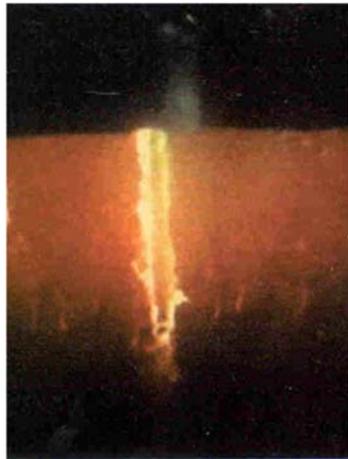


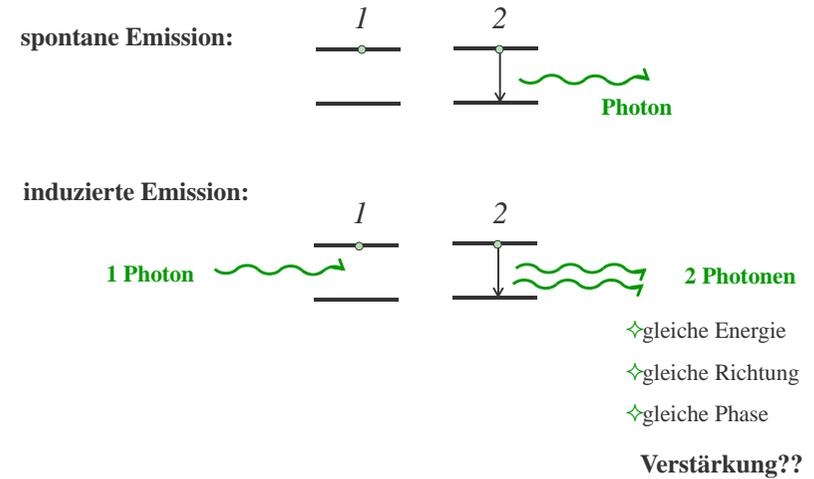
Laser

LASER = **l**ight **a**mplification by **s**timulated **e**mission of **r**adiation



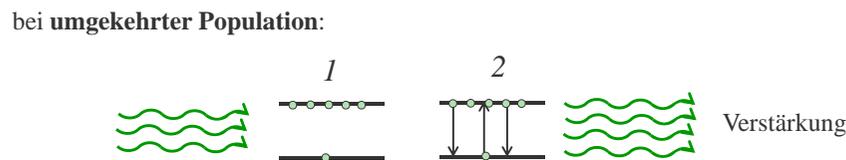
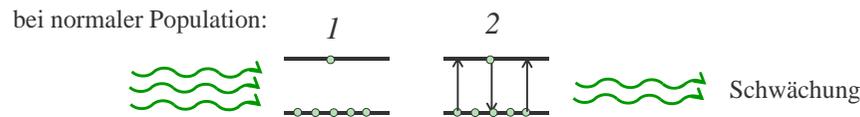
- ◇ Induzierte Emission
- ◇ Populationsumkehr
- ◇ Entstehung des Laserlichtes - Rubinlaser
- ◇ Eigenschaften des Laserlichtes
- ◇ Lasertypen
- ◇ Anwendungen

Induzierte Emission



Populationsumkehr

Absorption und induzierte Emission konkurrieren!



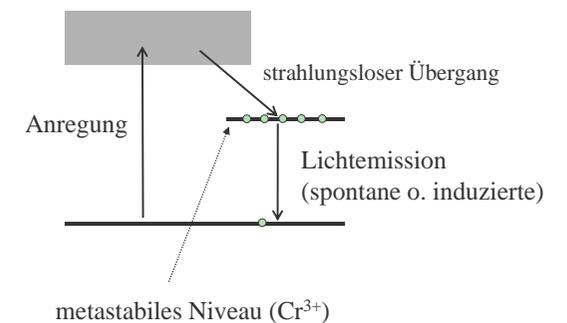
→ **Drei-Niveau System**
metastabiles Niveau

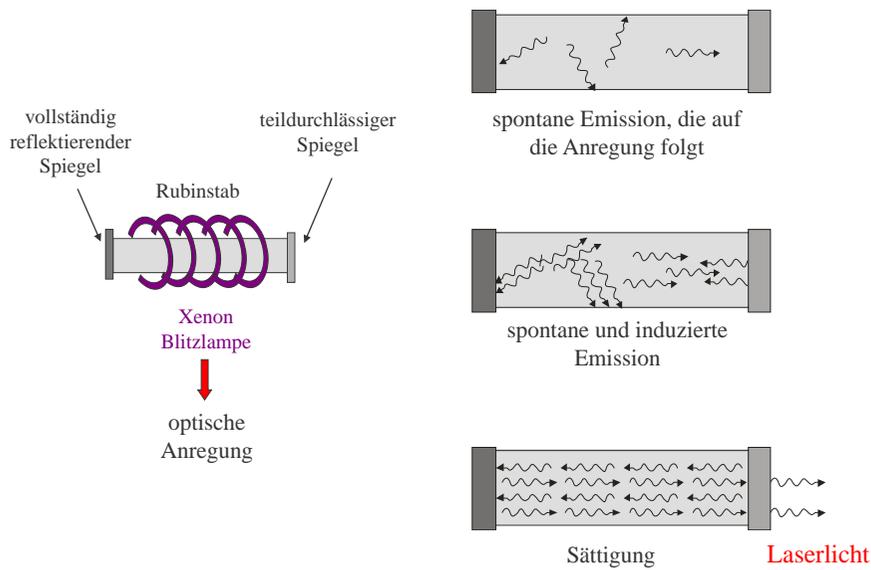
Entstehung des Laserlichtes – Rubinlaser



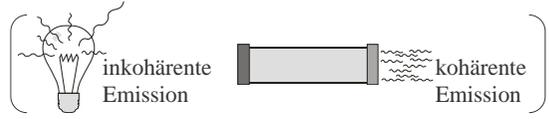
$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{Cr}^{3+})$
(Rubin)

Drei-Niveau Lasersystem:





Eigenschaften des Laserlichtes

- ❖ **monochromatisch** $\left[\Delta f / f \approx 10^{-6} \right]$
- ❖ **koherent** 
 - inkohärente Emission
 - kohärente Emission
- ❖ **kleine Divergenz** $\left[\Theta \approx 0,1-1 \text{ mrad} \right]$
- +
- ❖ **hohe Intensität** $\left[I \approx 10^{14} \text{ W/m}^2 \right]$
- ❖ **polarisiert**

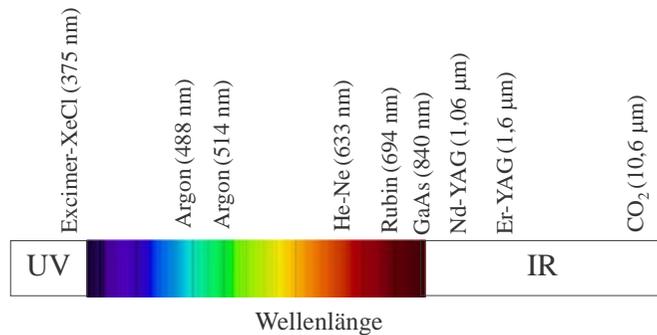
Lasertypen

Laserstoff:

- ❖ gasförmig (z. B. He-Ne, CO₂, Argon, Excimer)
- ❖ kristallin (z. B. Rubin, Nd-YAG, Er-YAG, Halbleiterdiode - GaAs)
- ❖ flüssig

Betriebsart:

- ❖ impulsförmig,
- ❖ kontinuierlich



Medizinische Anwendungen

- ❖ Labordiagnostik — z.B. Mikroskopie, optische Sensoren
- ❖ Klinische Diagnostik — z.B. Endoskopie, Laser-Doppler
- ❖ „Soft laser“ Therapie — z.B. Biostimulation
- ❖ Photodynamische Therapie — z.B. Tumorthherapie
- ❖ Laserchirurgie — z.B. Haut, Augen Chirurgie
- ❖ Laserpinsette — z.B. „molekulare Chirurgie“

Laserchirurgie

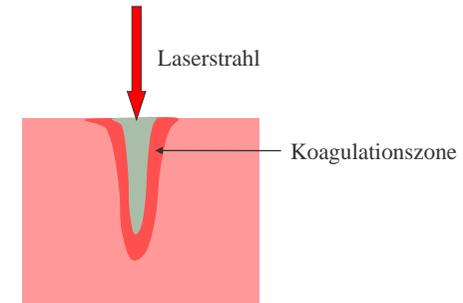
Grundlage:

Absorption der Lichtenergie → Erwärmung des Gewebes

≈ 60-100 °C: **Koagulation** Proteine denaturieren, aggregieren, Gewebe verschmilzt.

≈ 150 °C: **Vaporisation** Wasser evaporiert explosionsartig.

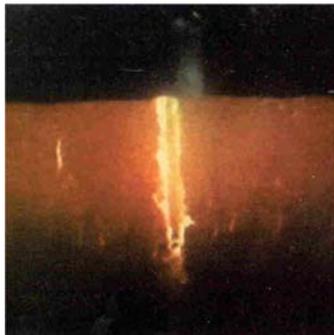
≈ 300 °C: **Karbonisation, Atomisation**, Wasser evaporiert explosionsartig und gebrannte Gewebestückchen entfernen sich aus dem Körper.



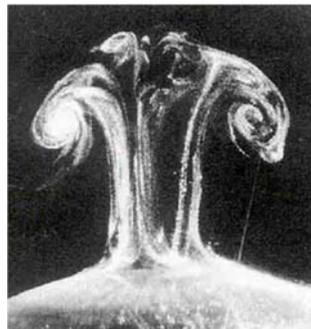
Vorteile der

Laserchirurgie:

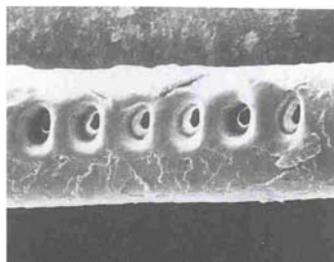
- ◇ feine, präzise Schnitte
- ◇ Blutung ist reduziert
- ◇ aseptisch
- ◇ möglich auch im innere des Körpers (Lichtleiter)
- ◇ selektive Behandlung von bestimmten Geweben



Laserbehandlung der Herzwand



Laserbehandlung der Hornhaut



Laserbohrungen durch ein menschliches Haar



Laserbohrung durch das Trommelfell

Humanmedizinische Beispiele



„port wine stain“ vor der Lasertherapie

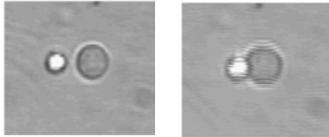
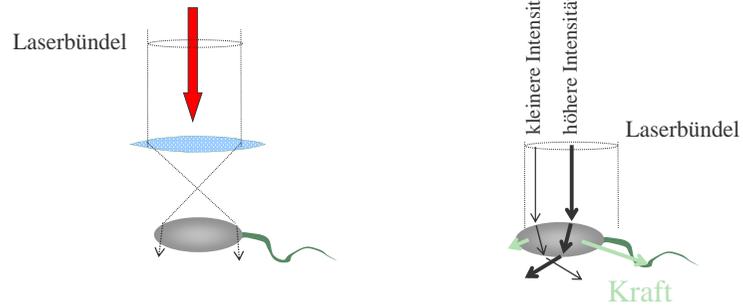
nach der Laserbestrahlung

Entfernung von Tätowierungen

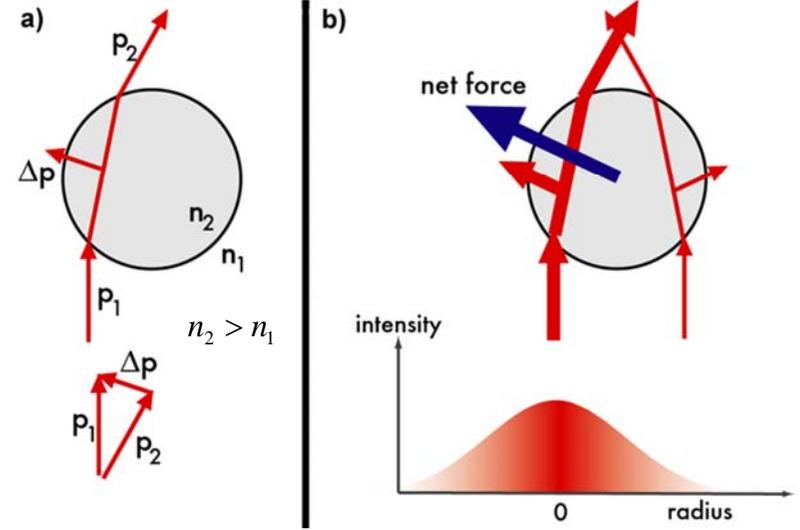


Entfernung von Fältchen

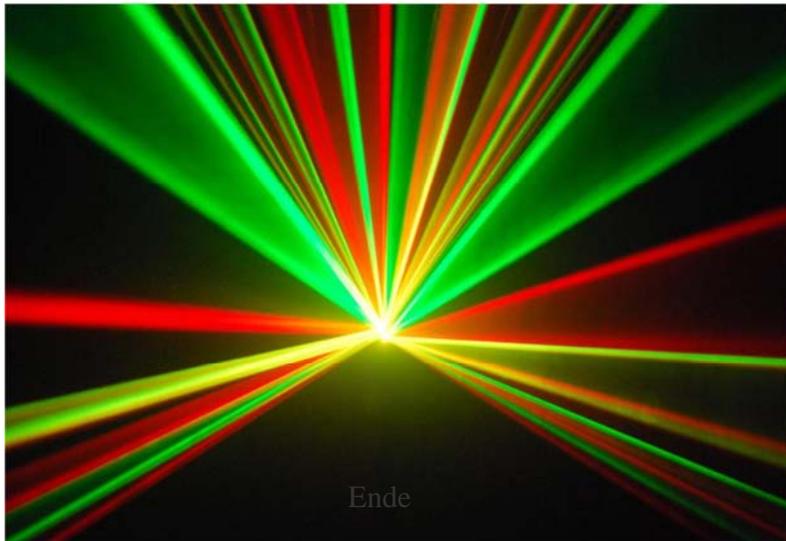
Laserpinzette



Resultierende Kraft zeigt immer gegen die Mitte des Bündels. Bei Bewegung des Bündels, Objekt geht mit.



37



38