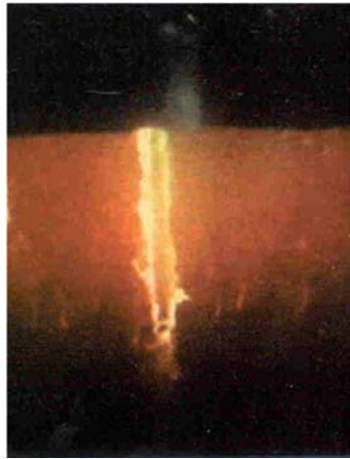


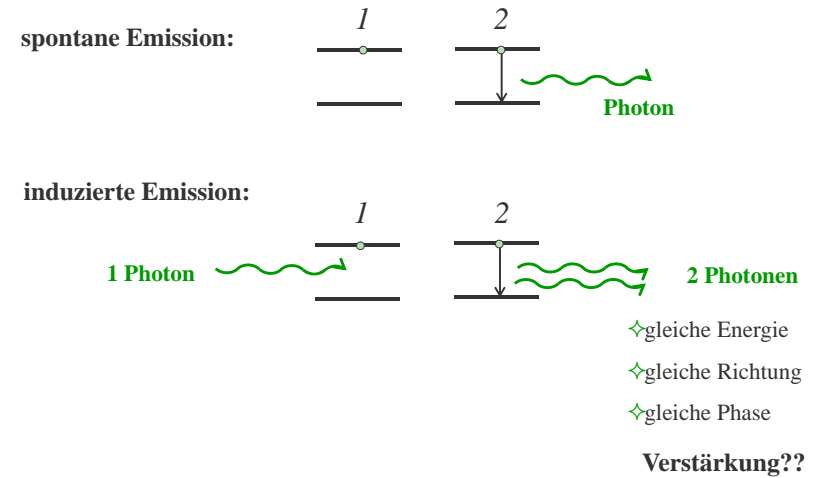
# Laser

**LASER** = light amplification by stimulated emission of radiation



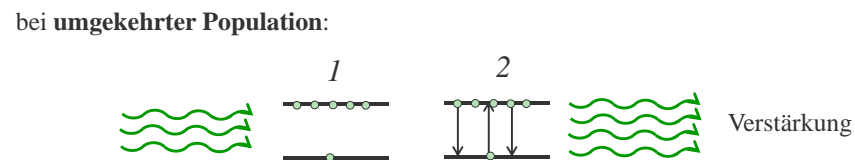
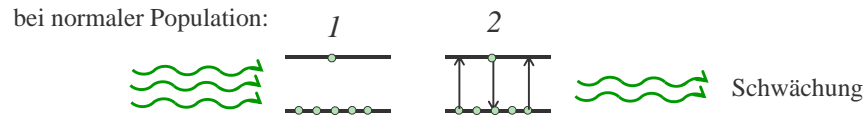
- ❖ Induzierte Emission
- ❖ Populationsumkehr
- ❖ Entstehung des Laserlichtes - Rubinlaser
- ❖ Eigenschaften des Laserlichtes
- ❖ Lasertypen
- ❖ Anwendungen

## Induzierte Emission



## Populationsumkehr

Absorption und induzierte Emission konkurrieren!



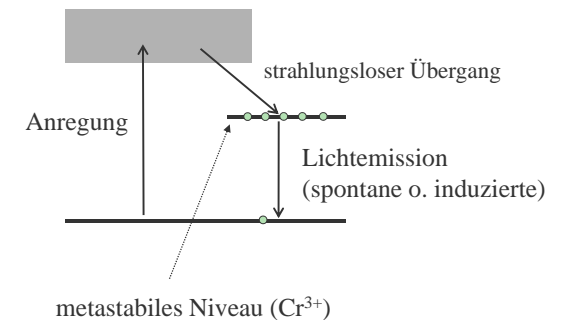
➔ **Drei-Niveau System**  
metastabiles Niveau

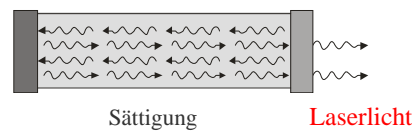
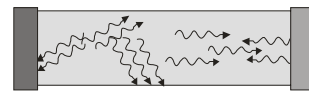
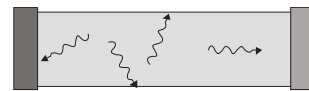
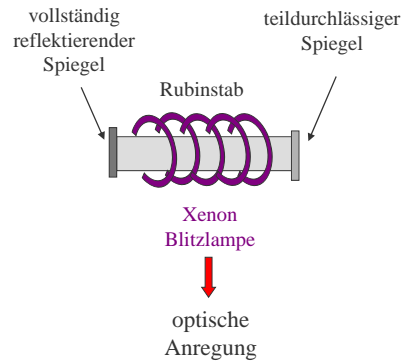
## Entstehung des Laserlichtes – Rubinlaser



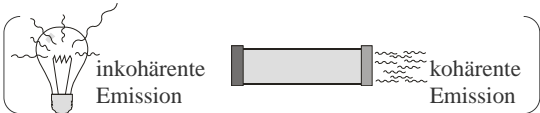
$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{Cr}^{3+})$   
**(Rubin)**

Drei-Niveau Lasersystem:





## Eigenschaften des Laserlichtes

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

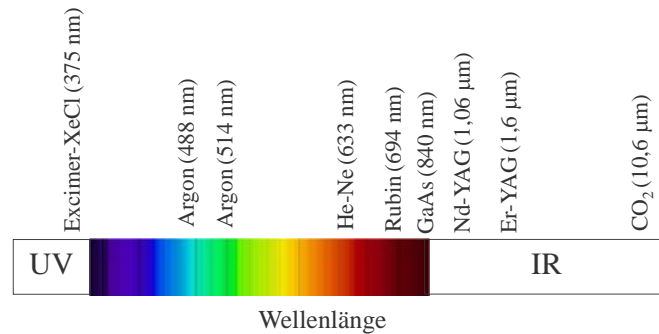
## Lasertypen

Laserstoff:

- ❖ gasförmig (z. B. He-Ne, CO<sub>2</sub>, 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

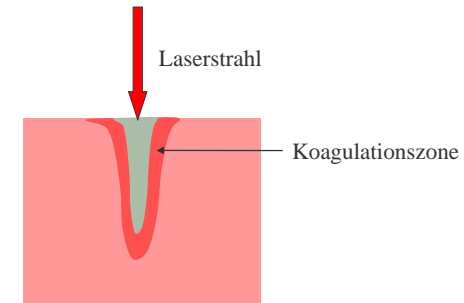
## Grundlage:

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.

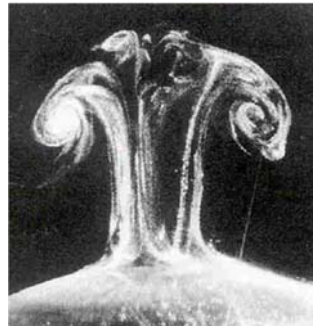


## Vorteile der

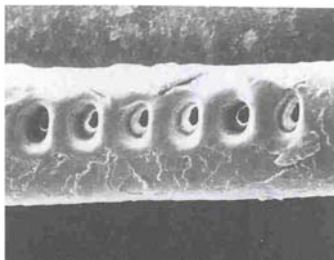
- Laserchirurgie:
- ♦ feine, präzise Schnitte
  - ♦ Blutung ist reduziert
  - ♦ aseptisch
  - ♦ möglich auch im innere des Körpers (Lichtleiter)
  - ♦ selektive Behandlung von bestimmten Geweben



Laserbehandlung der Herzwand



Laserbehandlung der Hornhaut



Laserbohrungen durch ein menschliches Haar



Laserbohrung durch das Trommelfell

## Humanmedizinische Beispiele



„port wine stain“ vor der Lasertherapie

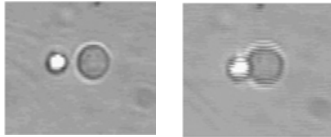
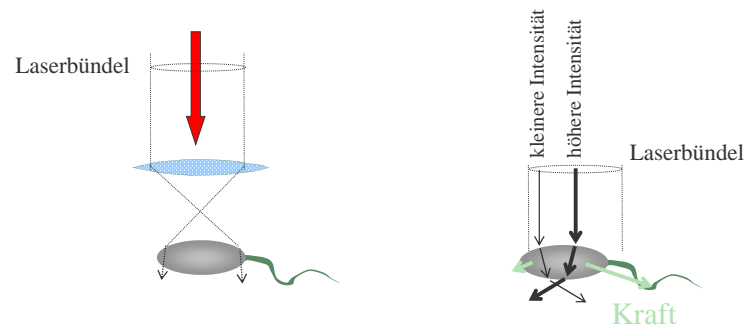
nach der Laserbestrahlung

## Entfernung von Tätowierungen

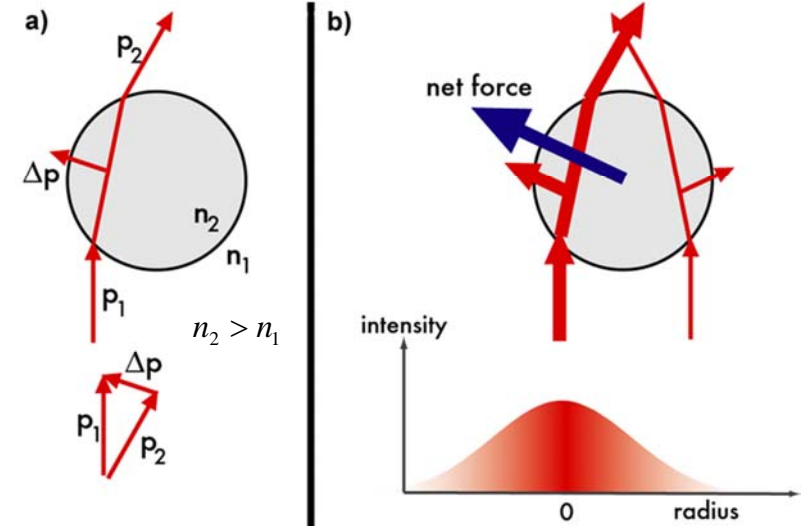


Entfernung von Fältchen

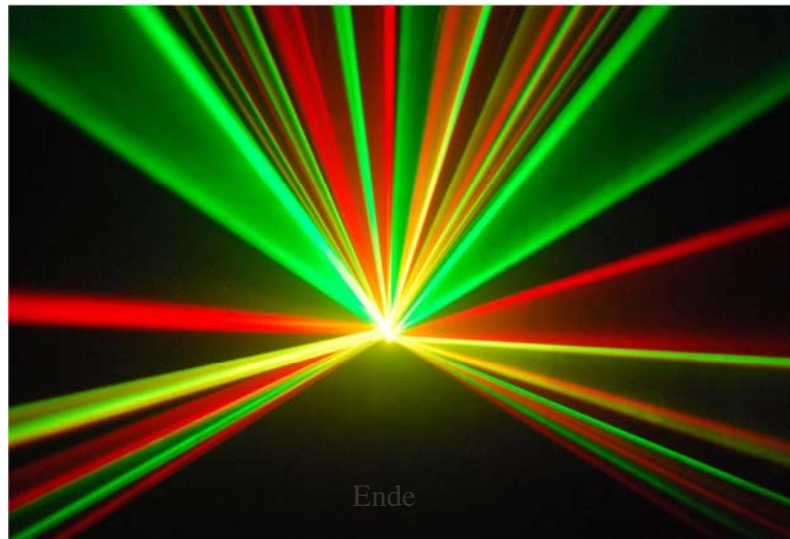
# Laserpinzette



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



37



38