

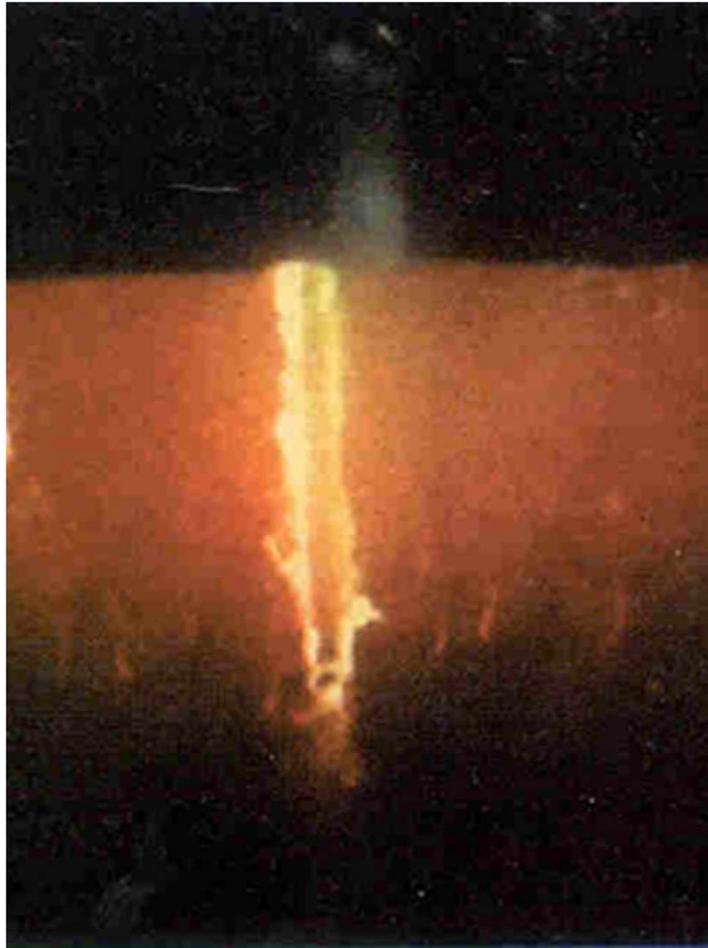
Biophysik für Pharmazeuten I.

2023/24 I.
Vorlesung 8

Laser

Laser

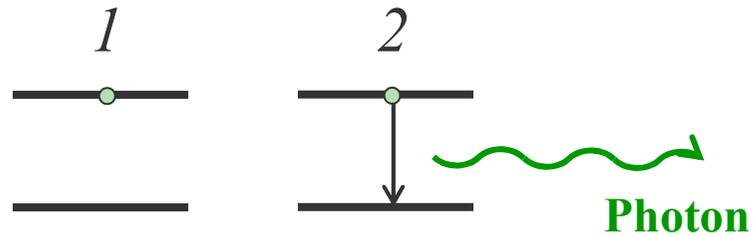
LASER = light amplification by stimulated emission of radiation



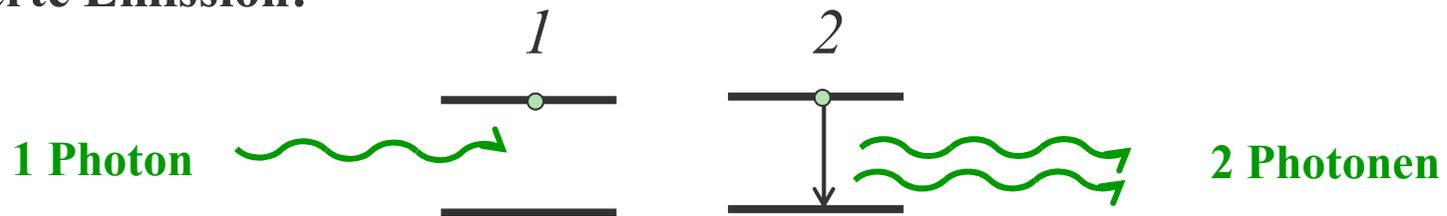
- ✧ Induzierte Emission
- ✧ Populationsumkehr
- ✧ Entstehung des Laserlichtes -
Rubinlaser
- ✧ Eigenschaften des Laserlichtes
- ✧ Lasertypen
- ✧ Anwendungen

Induzierte Emission

spontane Emission:



induzierte Emission:



✧gleiche Energie

✧gleiche Richtung

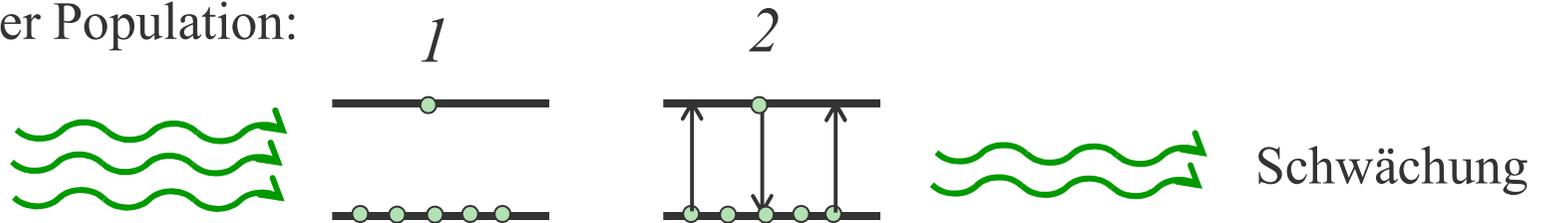
✧gleiche Phase

Verstärkung??

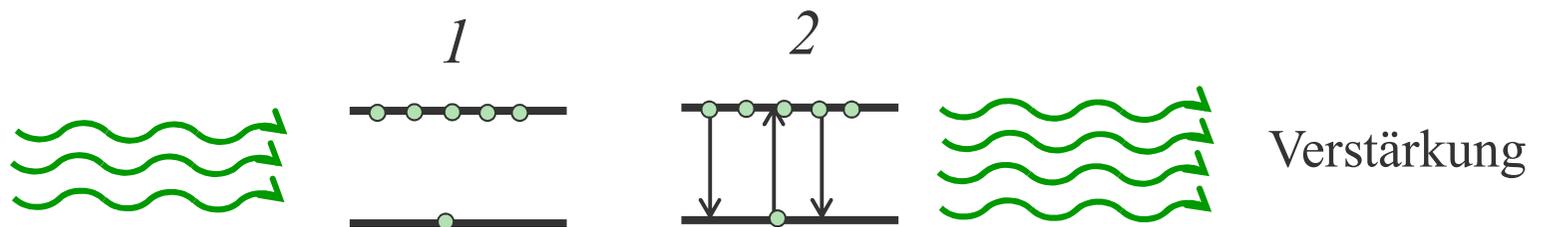
Populationsumkehr

Absorption und induzierte Emission konkurrieren!

bei normaler Population:



bei umgekehrter Population:



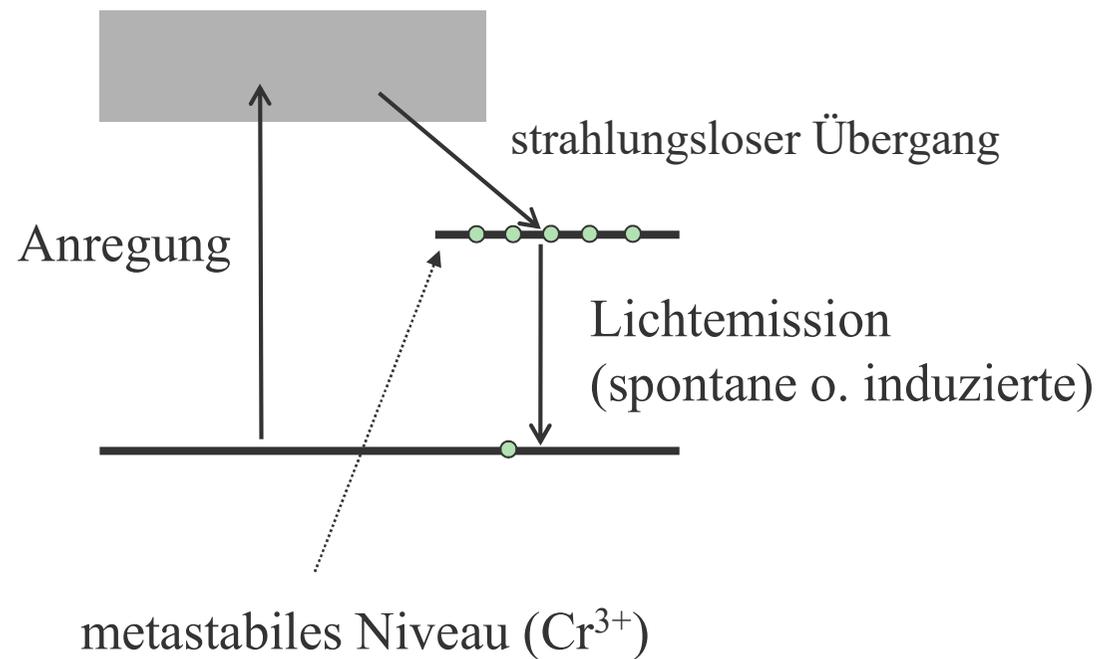
 **Drei-Niveau System**
metastabiles Niveau

Entstehung des Laserlichtes – Rubinlaser



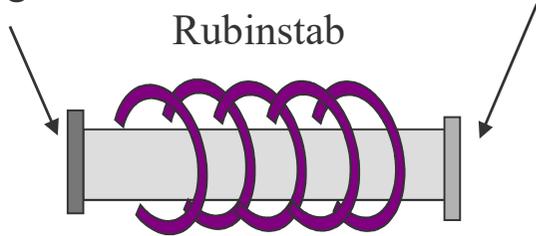
$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{Cr}^{3+})$
(Rubin)

Drei-Niveau Lasersystem:



vollständig
reflektierender
Spiegel

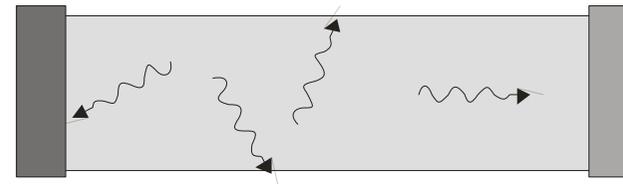
teildurchlässiger
Spiegel



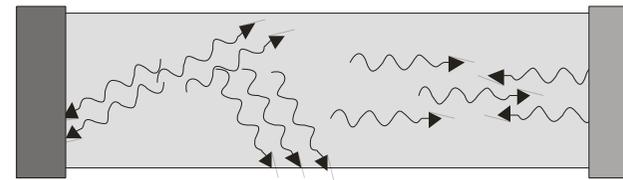
Xenon
Blitzlampe



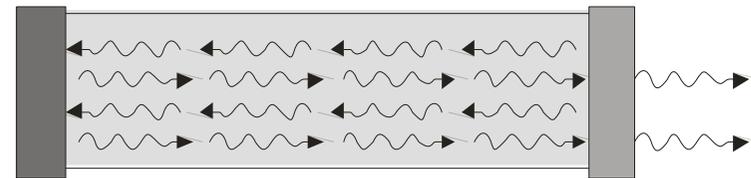
optische
Anregung



spontane Emission, die auf
die Anregung folgt



spontane und induzierte
Emission



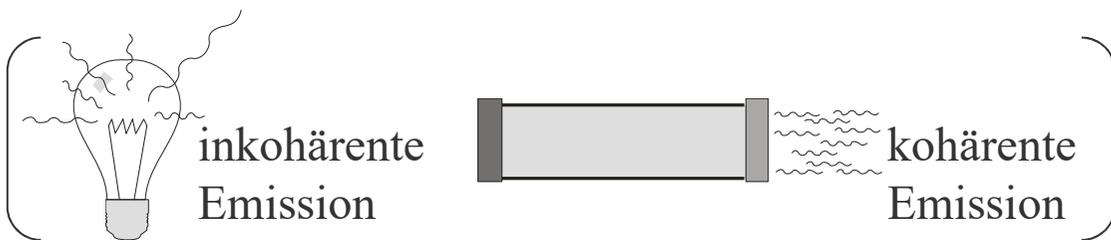
Sättigung

Laserlicht

Eigenschaften des Laserlichtes

✧ monochromatisch $\left[\Delta f / f \approx 10^{-6} \right]$

✧ kohärent



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

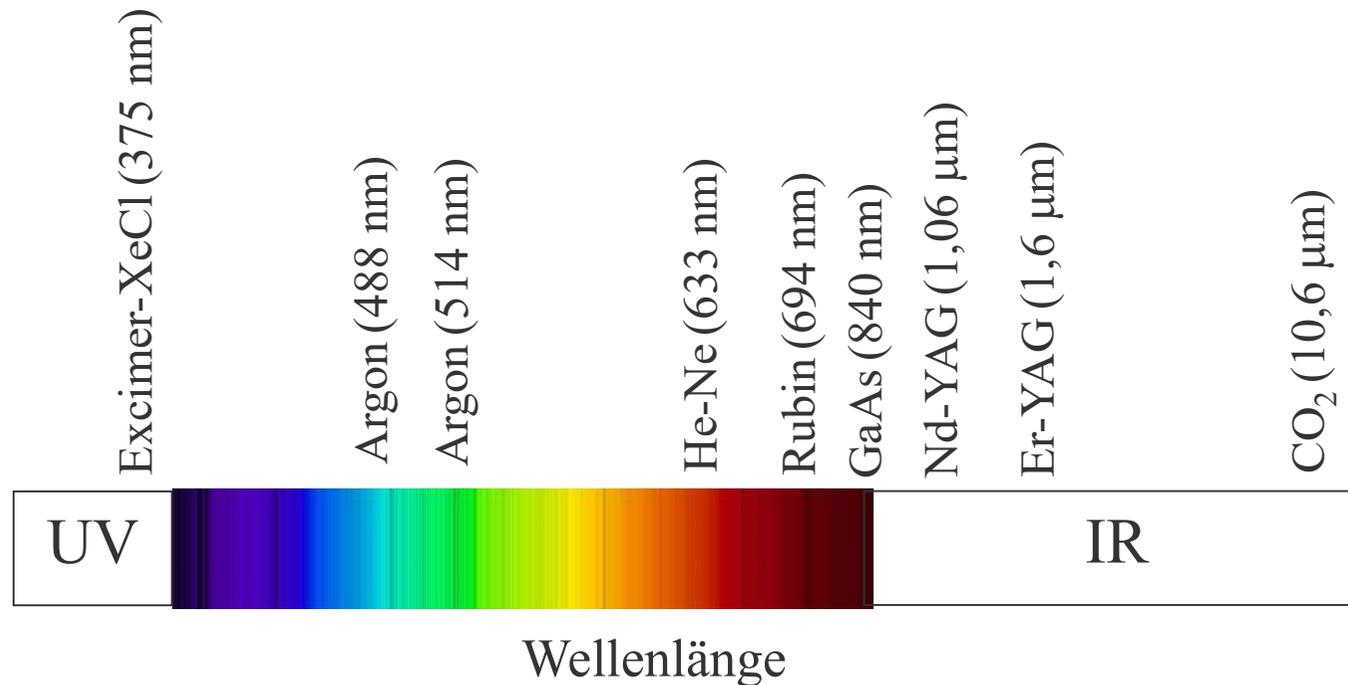
Lasertypen

Lasertstoff:

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

Betriebsart:

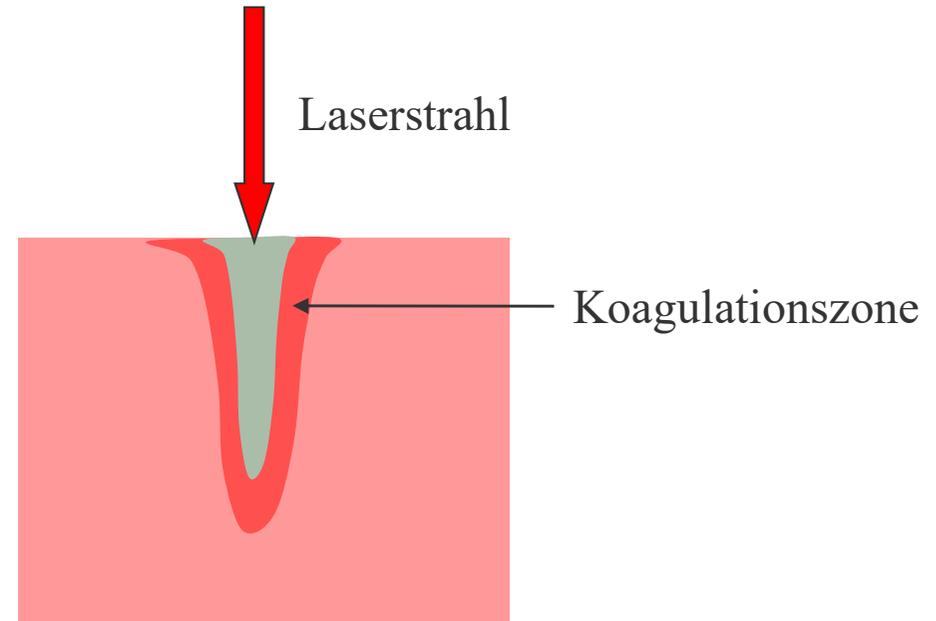
- ✧ impulsförmig,
- ✧ kontinuierlich



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, Augenchirurgie
- ✧ 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.

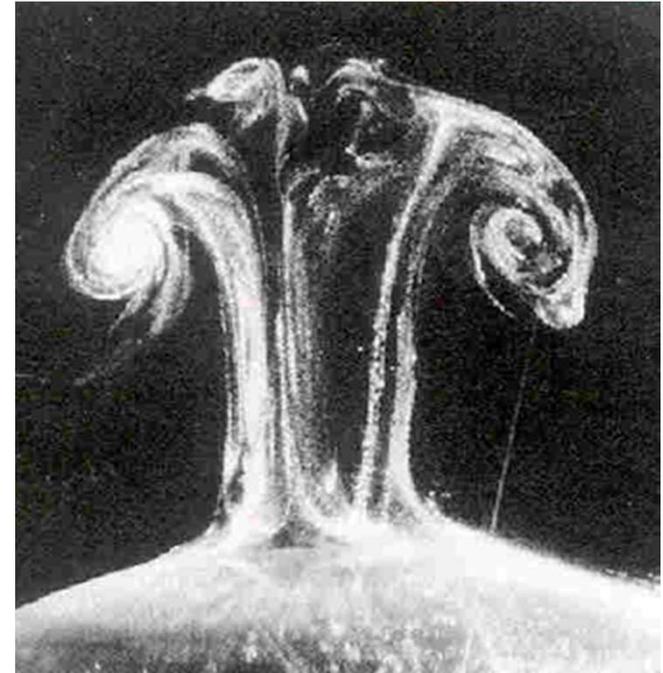
Vorteile der Laserchirurgie:



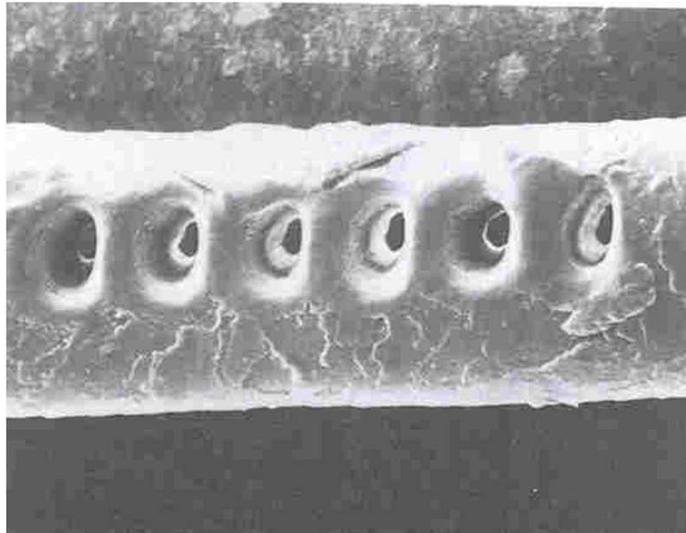
- ✧feine, präzise Schnitte
- ✧Blutung ist reduziert
- ✧aseptisch
- ✧möglich auch im innere des Körpers (Lichtleiter)
- ✧selektive Behandlung von bestimmten Geweben



Laserbehandlung
der Herzwand



Laserbehandlung
der Hornhaut



Laserbohrungen
durch ein
menschliches
Haar



Laserbohrung
durch das
Trommelfell

Humanmedizinische Beispiele



vor

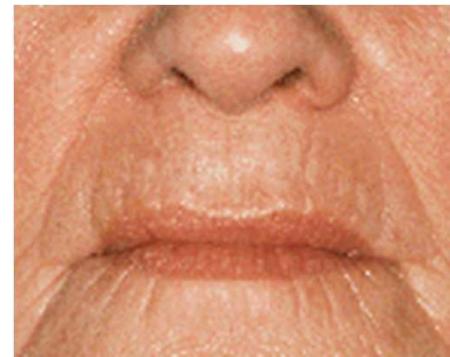
„port wine stain“
vor der
Lasertherapie



nach

nach der
Laserbestrahlung

Entfernung von Tätowierungen



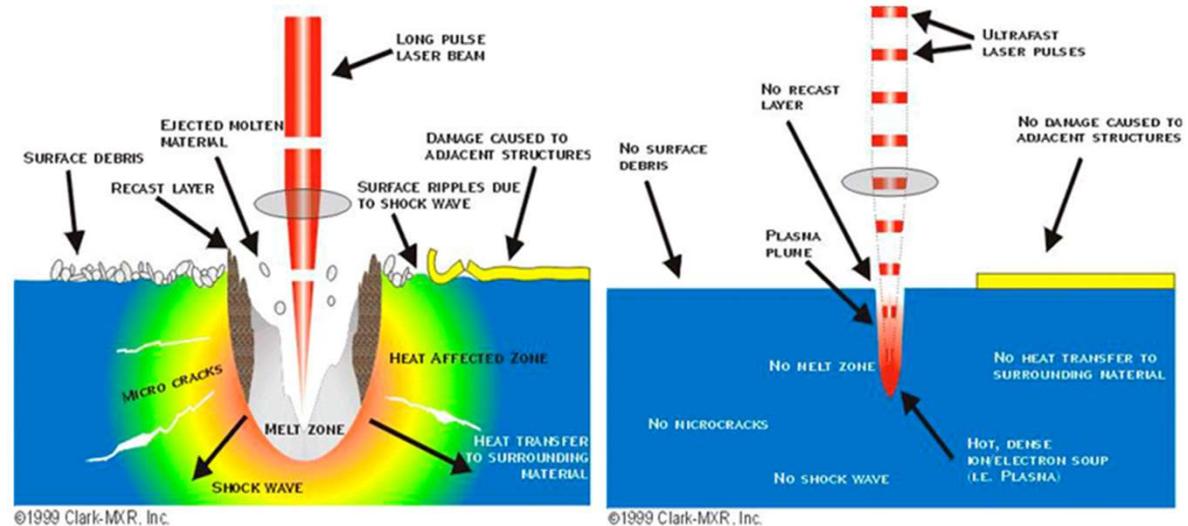
Entfernung von Fältchen

Vorteile der

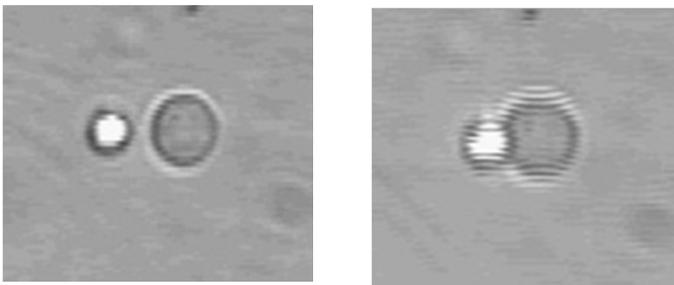
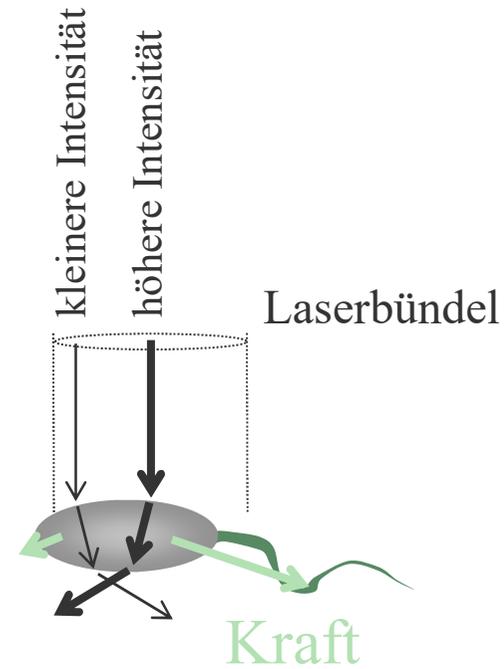
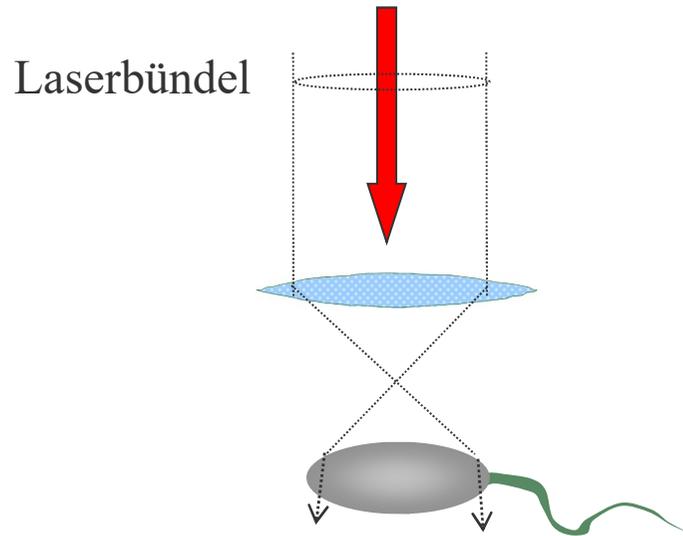
Laserchirurgie:

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

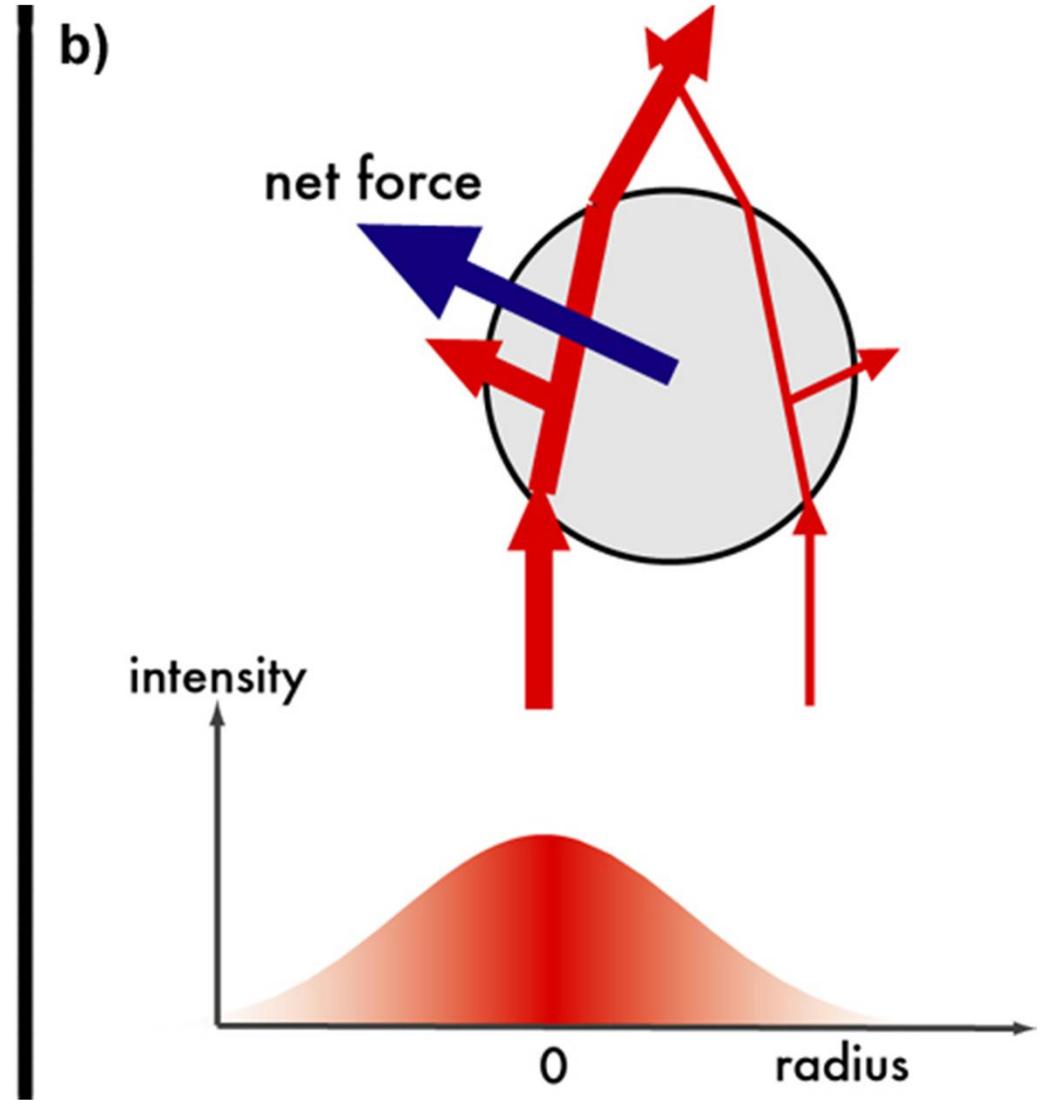
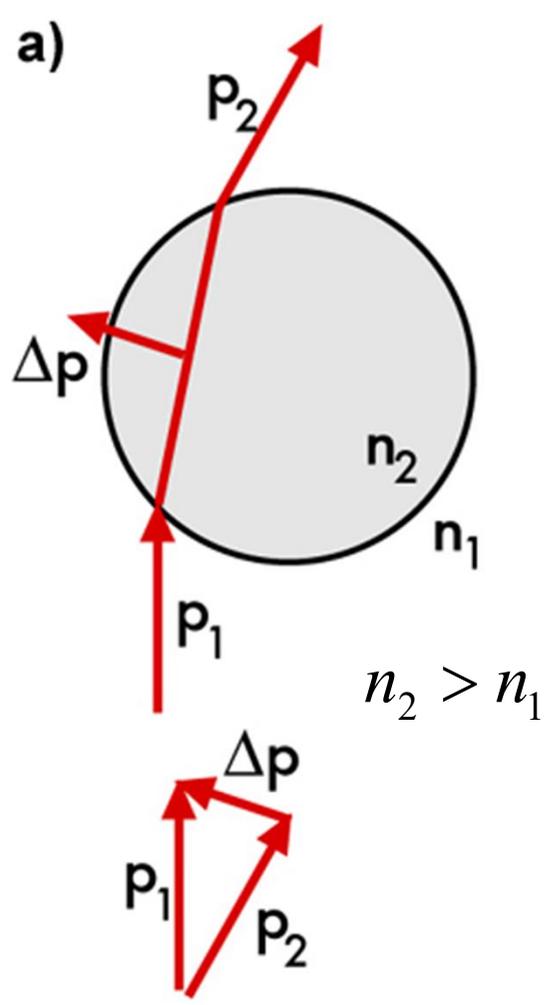
Anwendung des Femtosekundenlasers:



Laserpinzette



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



Entfaltung von einzelnde Molekülen mit Laserpinzette

