



Medizinische Biophysik

7



Licht
LASER



LASER = light amplification by stimulated emission of radiation ¹

* Besetzungsinversion

* Laserniveau

VI. LASER

1. Entstehung des Laserlichtes 6 Schlüsselwörter des Lasers:

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

* Induzierte Emission

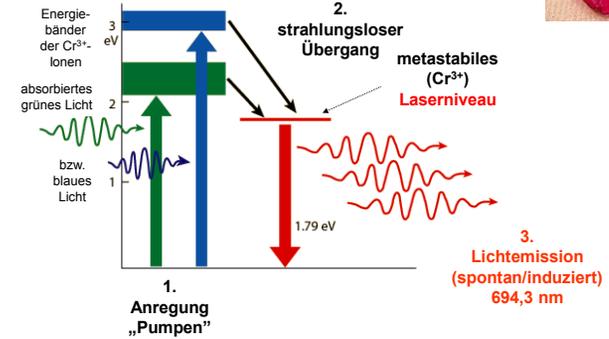
2

Zusammenfassend am Beispiel des Rubinlasers

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



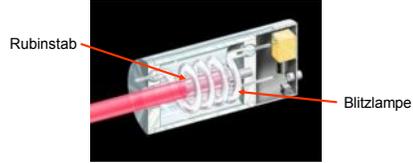
Drei-Niveau-System:



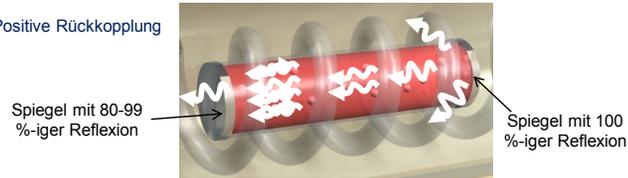
3

4

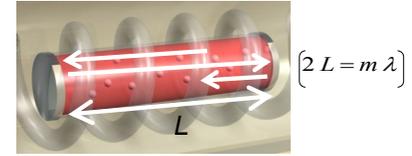
* Pumpen



* Positive Rückkopplung



* Optischer Resonator



5

6

2. Eigenschaften der Laserstrahlung

- ◇ monochromatisch
 $\Delta f / f \approx 10^{-10}$
- ◇ kohärent

Kohärenzlänge \approx km
- ◇ geringe Divergenz
 $\Theta \approx 0,1-1$ mrad

◇ hohe Intensität
 $J \approx 10^3 - 10^{14}$ W/m²

+

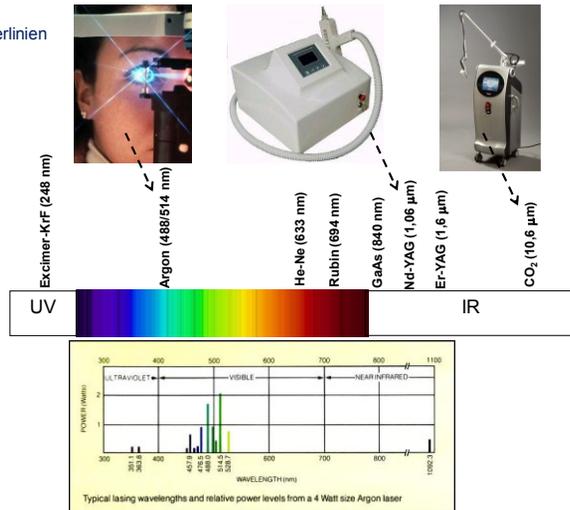
◇ polarisiert

3. Lasertypen

- Betriebsart
 - ↳ Dauerstrichlaser
 - ↳ Impulslaser

7

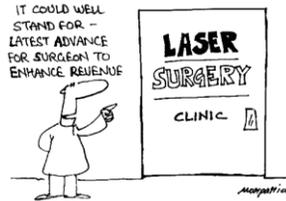
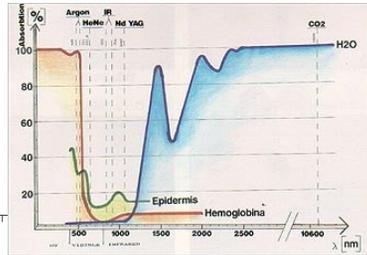
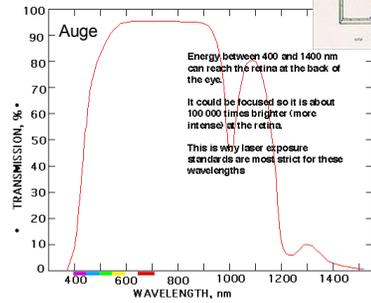
▪ Laserlinien



8

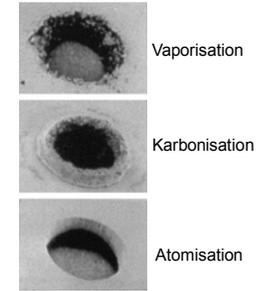
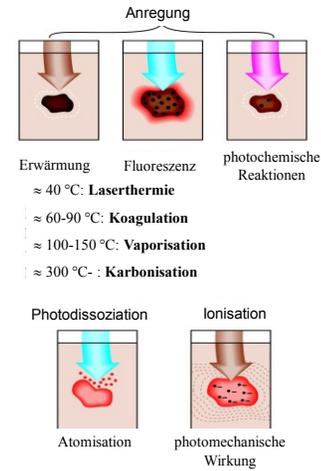
4. Medizinische Anwendung

- Absorption in Geweben



9

- Folgerungen der Absorption



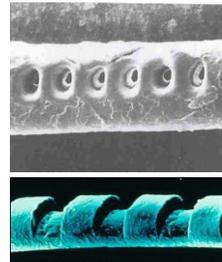
10

- Beispiele

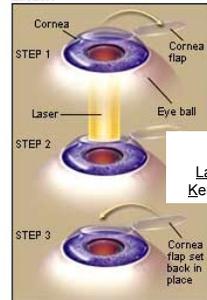
Laserbehandlung der Hornhaut



Laserbohrungen durch ein menschliches Haar



LASIK



LASIK: Laser In-situ Keratomileusis

© 2003 WebMD Inc.

11



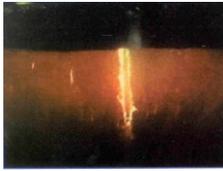
Enthaarung



Entfernung von Tätowierungen

12

Herzwan chirurgie



Leg Veins After 2 Laser Treatments



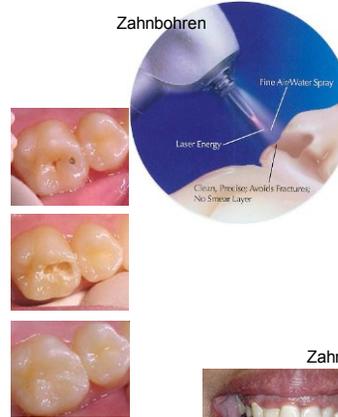
Kehlkopfchirurgie



Trommelfelldurchbohrung



Zahnbohren



Entfernen von Zahverfärbungen

Zahnfleisch-Entfernung



13

14

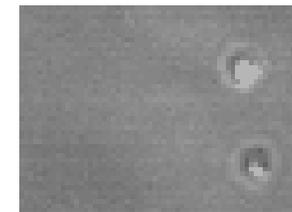
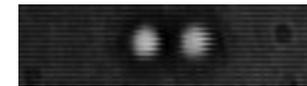
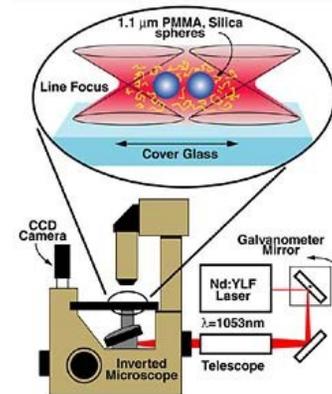


Veterinärmedizinische Beispiele



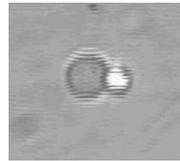
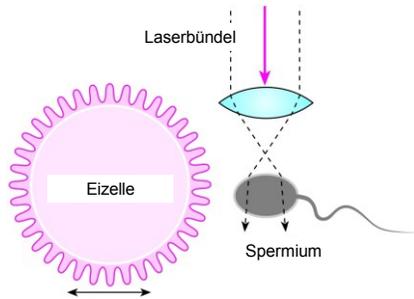
15

Laserpinzette



16

In-Vitro-Fertilisation mit Hilfe einer Laserpinzette



17

- Biophysik für Mediziner
- II/2.2.5
 - II/2.2.7
 - II/2.2.8
 - IX/1
 - X/3.4

Rechnaufgabe:

- Bei einer Trommelfelldurchbohrung wird das Licht eines Nd-YAG Lasers auf eine Fläche von 1 mm^2 des Trommelfells fokussiert. Die Intensität des fokussierten Laserstrahls beträgt $2 \cdot 10^6 \text{ W/m}^2$. Vorausgesetzt, dass die ganze einfallende Lichtenergie in einem Volumen von 1 mm^3 des Trommelfells absorbiert wird,
 - a) wie lange muss das Trommelfell bestrahlt werden, damit das Gewebestück von 37°C auf 100°C erwärmt wird,
 - b) wie lange muss das Gewebestück noch weiter bestrahlt werden, damit es verdampft?
 (Daten des Gewebes: Dichte = $1,02 \text{ g/cm}^3$, spezifische Wärmekapazität = $3400 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$, spezifische Verdampfungswärme = 2000 kJ/kg .)

(Lösung: a) $0,109 \text{ s}$, b) $1,02 \text{ s}$)

18