



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	* Pumpen
* Besetzungsinversion	* Rückkopplung
* Laserniveau	* Optischer Resonator

* Induzierte Emission

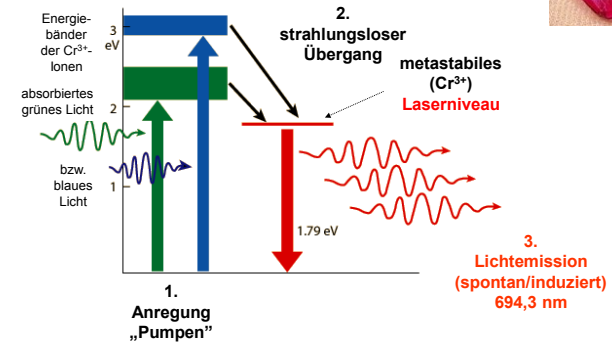
2

Zusammenfassend am Beispiel des Rubinlasers

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



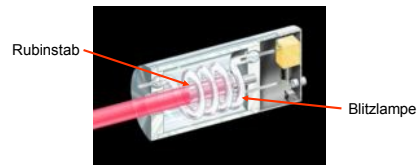
Drei-Niveau-System:



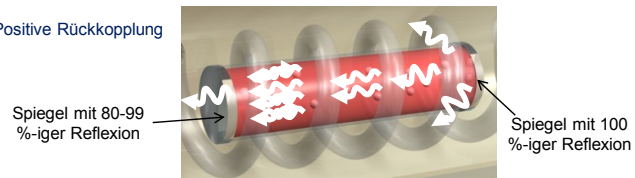
3

4

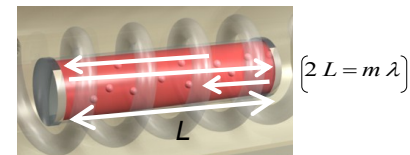
* Pumpen



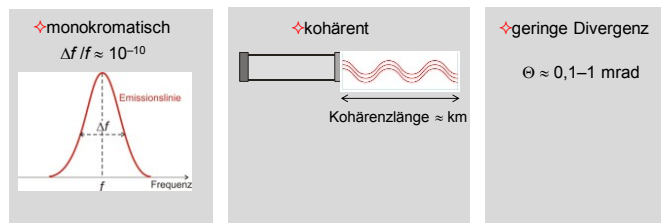
* Positive Rückkopplung



* Optischer Resonator



2. Eigenschaften der Laserstrahlung



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

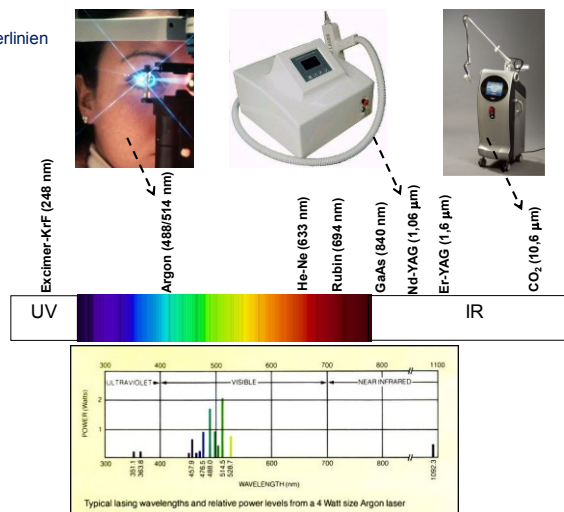
+

♦ polarisiert

3. Lasertypen

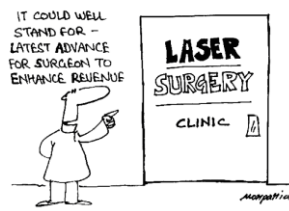
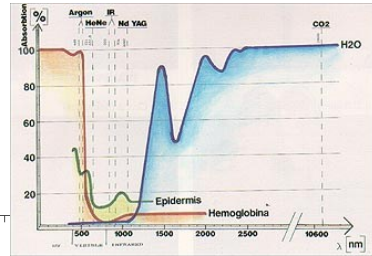
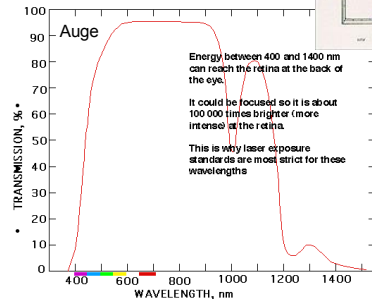
- Betriebsart
 - Dauerstrichlaser
 - Impulslaser

▪ Laserlinien

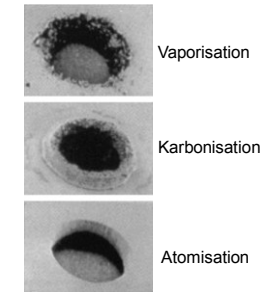
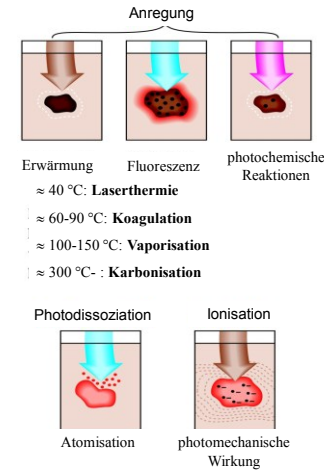


4. Medizinische Anwendung

- Absorption in Geweben



- Folgerungen der Absorption

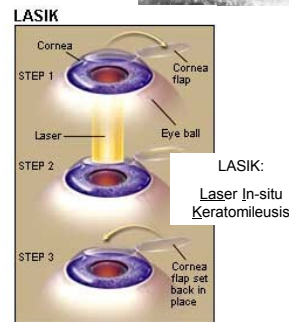
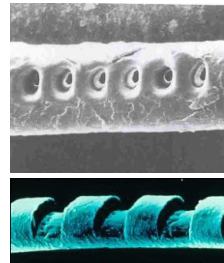


- Beispiele

Laserbehandlung der Hornhaut



Laserbohrungen durch ein menschliches Haar



© 2003 WebMD Inc.



Enthaarung

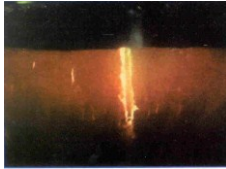


Entfernung von Tätowierungen

11

12

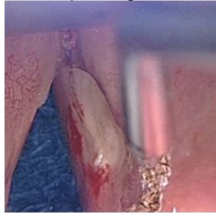
Herzwandchirurgie



Leg Veins After 2 Laser Treatments



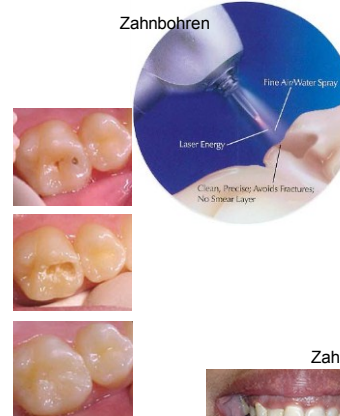
Kehlkopfchirurgie



Trommelfelldurchbohrung



Zahnbohren



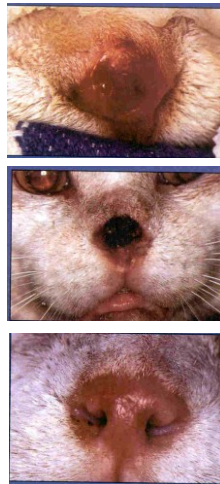
Entfernen von
Zahverfärbungen

Zahnfleisch-Entfernung



13

14

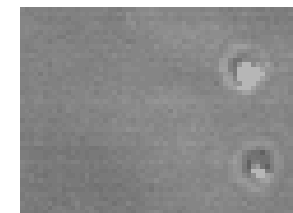
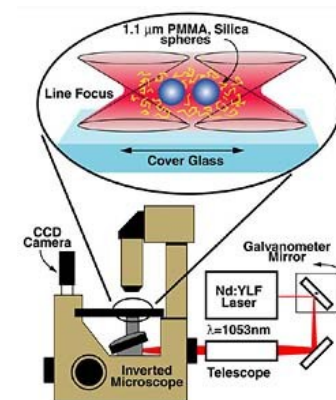


Veterinärmedizinische Beispiele



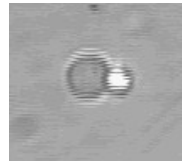
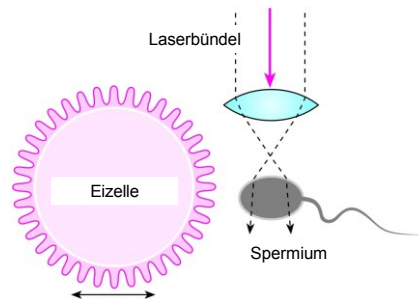
15

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

Rechenaufgabe:

- 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