

Biophysik für Pharmazeuten I.

27. Oktober

Anwendung des Lichtes Lumineszenz, Laser



1

Lichtquellen

„warmes“ Licht
kontinuierliches Spektrum



Temperaturstrahler

„kaltes“ Licht
Linien- oder Bandenspektrum



Lumineszenzstrahler

2

Lumineszenz

1. Qualitative Beschreibung:

- Überschussstrahlung über die Temperaturstrahlung
- nur schwach temperaturabhängig (mit Ausnahme der Thermolumineszenz)
- Linien/Bandenspektrum
- Aus Elektronenübergängen! (Dazu müssen die Elektronen zuerst angeregt werden.)

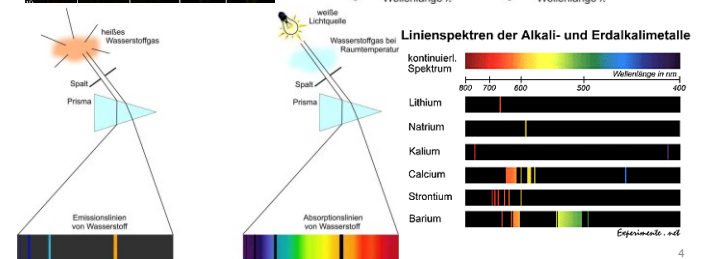
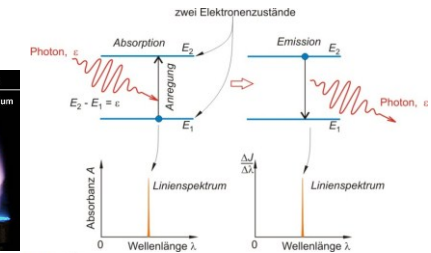
Fluoreszenz&Phosphoreszenz

Art der Anregung	Name	Beispiel
Licht	Photolumin.	Chinin-sulphat, Phosphor, ...
Röntgenstr.	Röntgenlumin.	NaI (Tl)
radioaktive Str.	Radiolumin.	NaI (Tl)
elektrisches Feld	Elektrolumin.	Quecksilberlampen
mechanische Wirkung	Tribolumin.	Würfelfucker
chemische Reaktion	Chemolumin. (Biolumin.)	Glühwürmchen
Wärme	Thermolumin.	CaSO ₄ (Dy)

3

2. Mechanismus:

▪ Lumineszenz von Atomen:

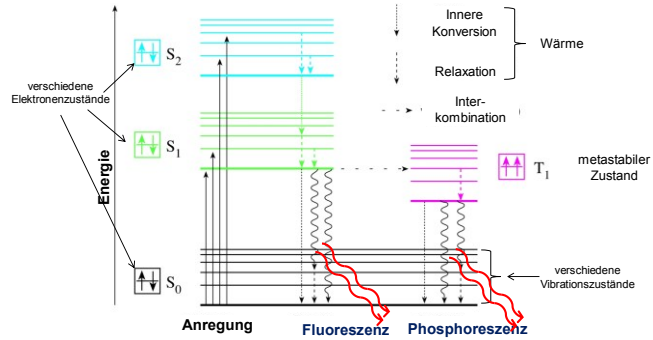


4

- Lumineszenz von Molekülen:

$$E_{\text{Molekül}} = E_{\text{Elektron}} + E_{\text{Vibration}} (+ E_{\text{Rotation}})$$

Jablonski-Diagramm:



5

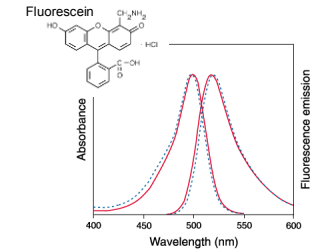
3. Gesetze:

- Linien/Bandenspektrum

- Stokes-Verschiebung:

$$\bar{\epsilon}_{\text{phos}} \leq \bar{\epsilon}_{\text{fluo}} \leq \bar{\epsilon}_{\text{abs}}$$

$$\bar{\lambda}_{\text{abs}} \leq \bar{\lambda}_{\text{fluo}} \leq \bar{\lambda}_{\text{phos}}$$



- exponentielles Abklingen in der Zeit:

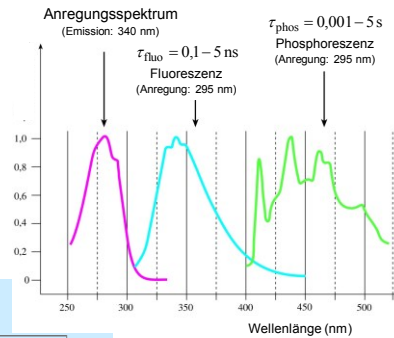
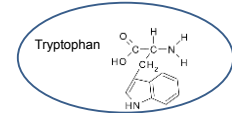
$$J = J_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

τ : Lumineszenz-Lebensdauer

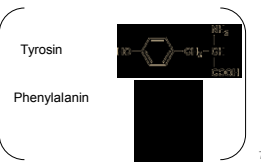
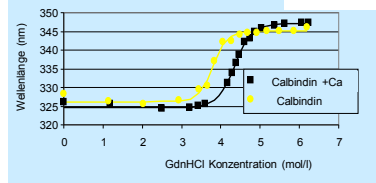
6

4. Anwendungen:

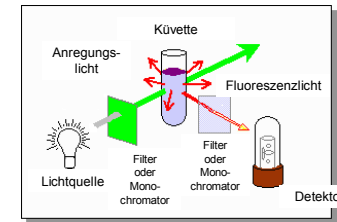
- Fluoreszenzspektroskopie
z.B. Proteinforschung



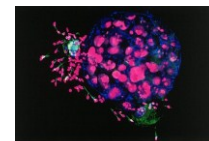
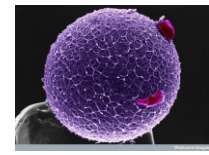
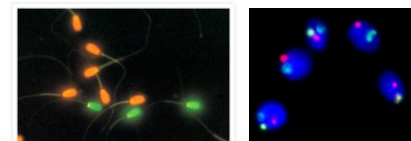
Beispiel:



7



- Fluoreszenzmikroskopie



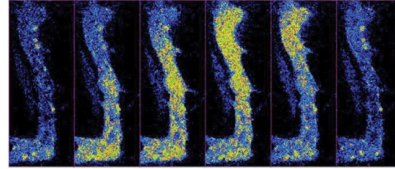
8

Sensoren

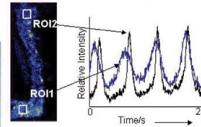
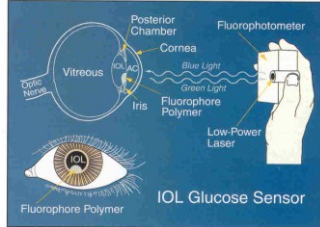
Sauerstoffsensor



Calciumsensor \Rightarrow Calciumwellen



Glukosesensor

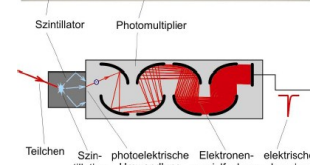
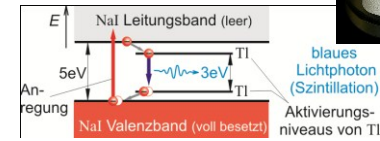
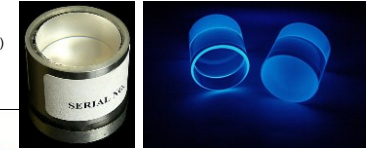


9

Strahlungsdetektoren

(Röntgenstrahlung, radioaktive Strahlungen, ...)

z. B. NaI(Tl)

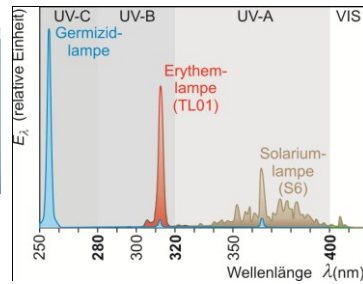


(s. noch Thermolumineszenzdosimeter)

10

Lampen

Germizidlampen —
Niederdruckquecksilberdampflampen

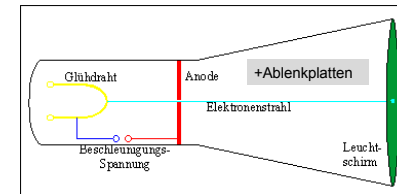


Blaulichttherapie von
Neugeborengelbsucht



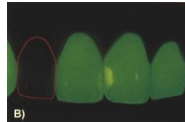
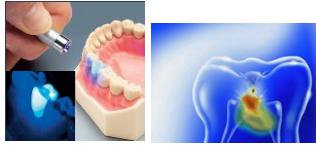
11

Monitore

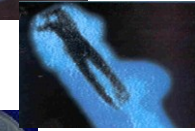


12

▪ Zahnheilkunde



▪ Biolumineszenz



▪ Laser (s. später)

13

LASER

light amplification by stimulated emission of radiation



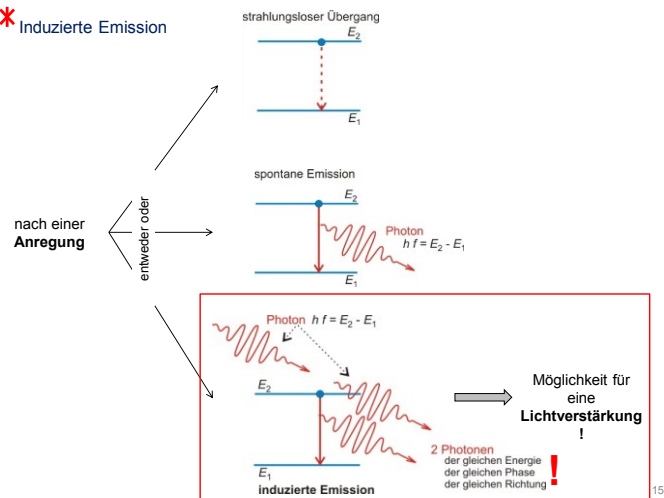
1. Entstehung des Laserlichtes

6 Schlüsselwörter des Lasers:

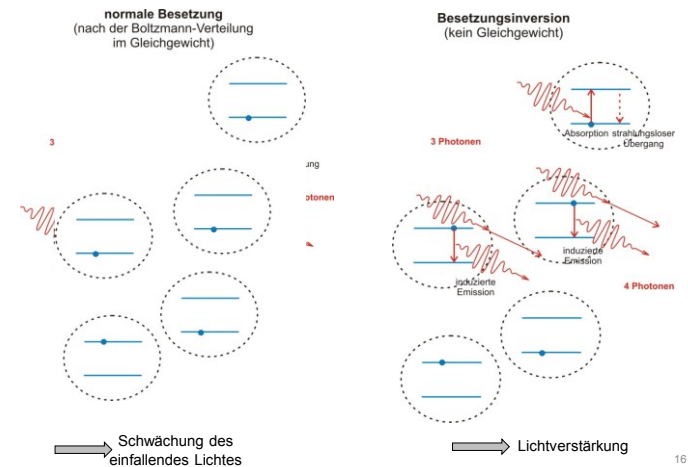
* Induzierte Emission	* Pumpen
* Besetzungsinversion	* Rückkopplung
* Laserniveau	* Optischer Resonator

14

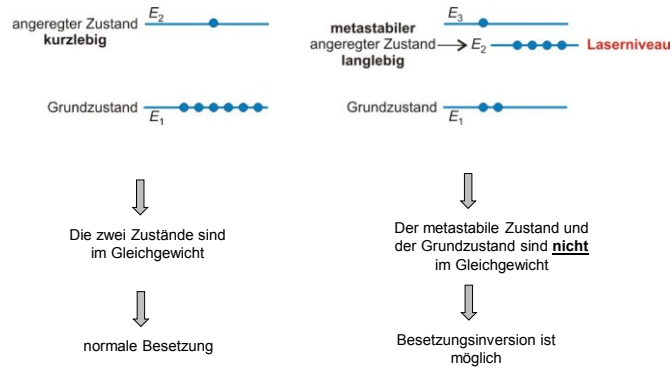
* Induzierte Emission



* Besetzungsinversion



* Laserniveau



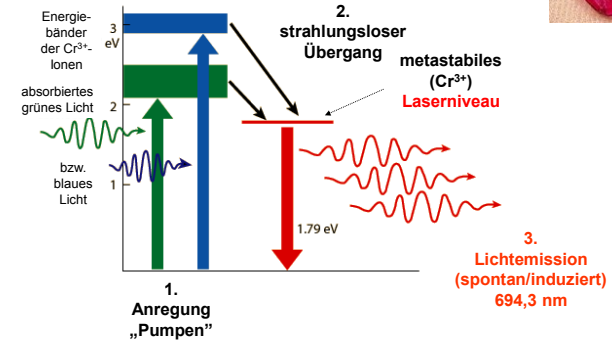
17

Zusammenfassend am Beispiel des Rubinlasers

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

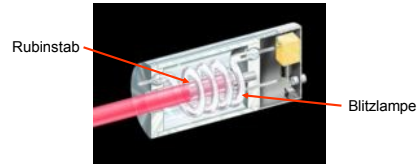


Drei-Niveau-System:

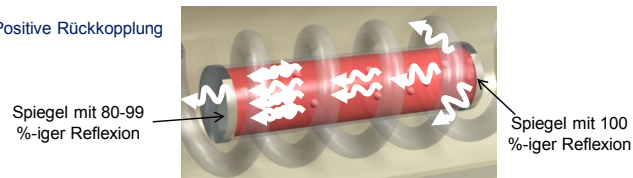


18

* Pumpen

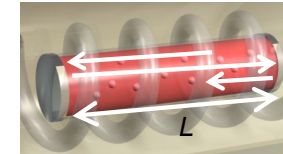


* Positive Rückkopplung



19

* Optischer Resonator

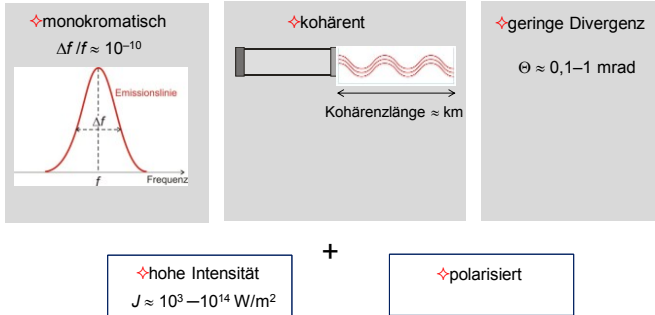


Stehende Wellen in einem Resonator:

$$\begin{array}{l}
 \lambda_0 = 2 \cdot L \\
 \lambda_1 = L \\
 \lambda_2 = \frac{2}{3} \cdot L \\
 \dots
 \end{array}
 \quad
 \left.
 \begin{array}{l}
 2 \cdot \lambda_1 = 2 \cdot L \\
 3 \cdot \lambda_2 = 2 \cdot L \\
 \dots
 \end{array}
 \right\}
 2L = m \cdot \lambda$$

20

2. Eigenschaften der Laserstrahlung

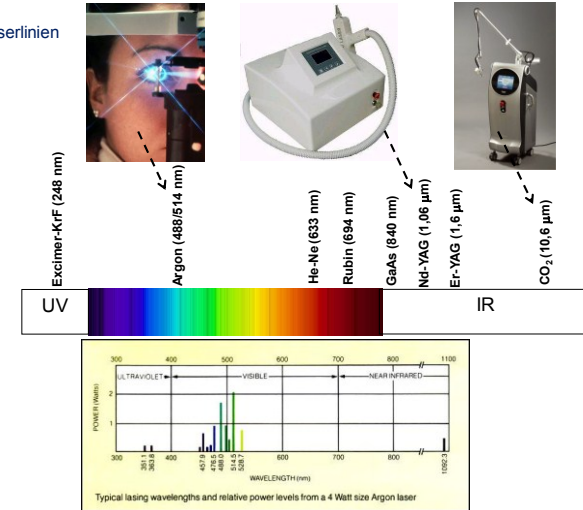


3. Lasertypen

- Betriebsart
 - Dauerstrichlaser
 - Impulslaser
- Lasermaterial
 - gasförmig
 - flüssig
 - kristallin

21

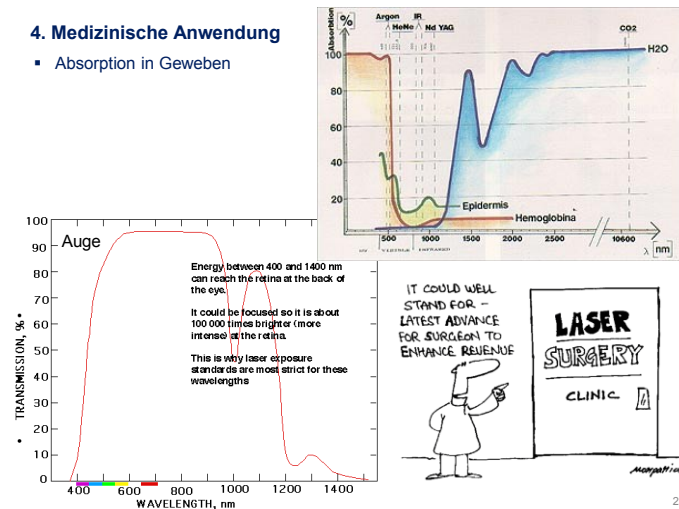
Laserlinien



22

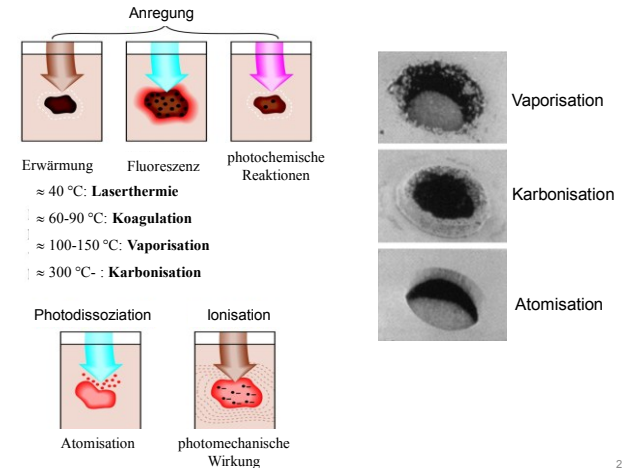
4. Medizinische Anwendung

- Absorption in Geweben



23

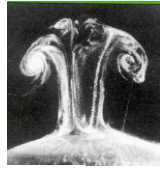
Folgerungen der Absorption



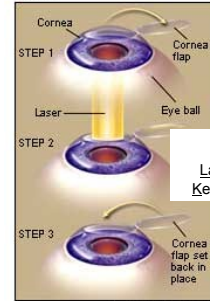
24

Beispiele

Laserbehandlung der Hornhaut



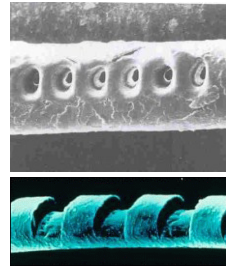
LASIK



LASIK:
Laser In-situ
Keratomileusis

© 2003 WebMD Inc.

Laserbohrungen durch ein menschliches Haar



25



Port Wine Stain



vor der Behandlung nach der Behandlung



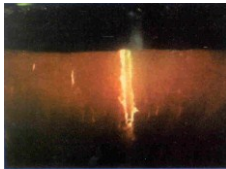
Enthaarung



Entfernung von Tätowierungen

26

Herzwandchirurgie



Leg Veins After 2 Laser Treatments



Kehlkopfchirurgie

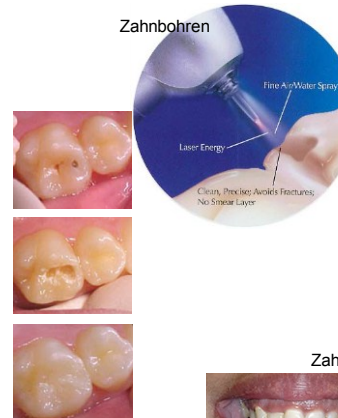


Trommelfelldurchbohrung



27

Zahnbohren



Entfernen von
Zahnverfärbungen

Zahnfleisch-Entfernung



28

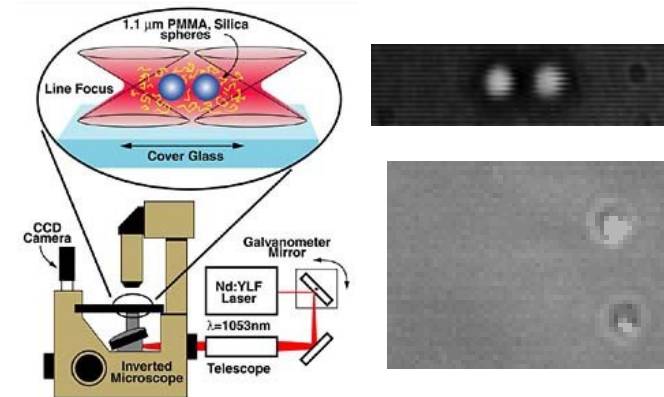


Veterinärmedizinische Beispiele



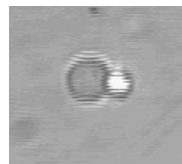
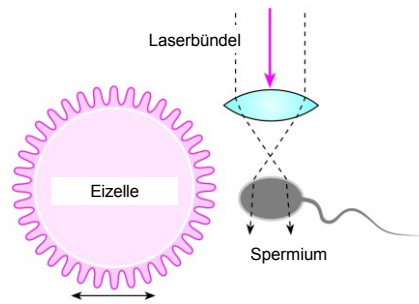
29

Laserpinzette

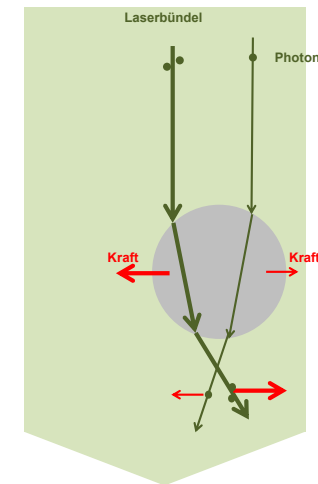


30

In-Vitro-Fertilisation mit Hilfe einer Laserpinzette



31



32