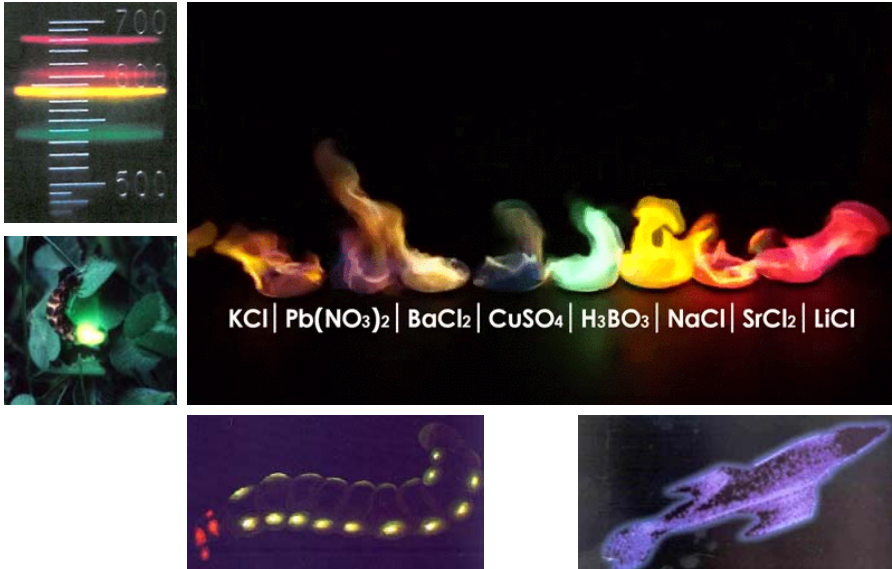


Lumineszenz und ihre Anwendungen



KAD 2021.10.12

Lichtquellen

Klassifizierung der Lumineszenz nach der Anregungsart

- Thermolumineszenz, Flammenfärbung
- Photolumineszenz
- Photolumineszenz von Molekülen
- Photolumineszenz: Fluoreszenz und Phosphoreszenz

Eigenschaften des Lichtes

Anwendungen

- Labordiagnostik
- Fluorimeter
- Fluoreszenzspektroskopie
- Untersuchung von biol. Makromolekülen
- Biosensoren
- Lumineszenz-Mikroskopie, Fluoreszenzmikroskopie
- Lampen
 - Quecksilberdampflampen
 - Leuchtdioden
 - LASER (später)
- Strahlungsdetektoren
- Kathodenstrahlröhren, Monitoren
- Zahnheilkunde

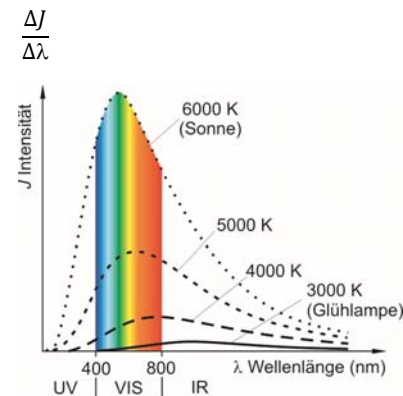
2

Lumineszenz: Lichtemissionsüberschuss eines Körpers im Vergleich zu seiner Temperaturstrahlung. Angeregte Elektronen kehren zum Grundzustand zurück und emittieren Photonen.

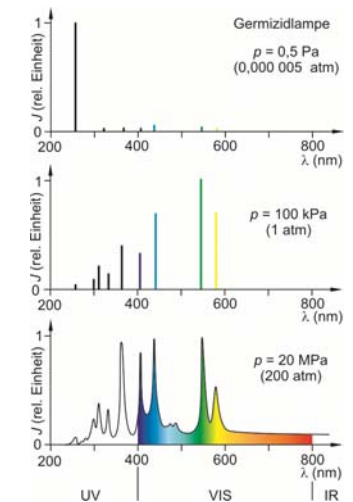
Lichtquellen



3



Das **kontinuierliche Spektrum** der **Temperaturstrahlung** ist stark temperaturabhängig
(Praktikumsbuch, 6. Lichtemission)



Spektren von Niederdruck-, Hochdruck- und Höchstdruck-Quecksilberdampflampen. Man beachte, dass die **Spektrallinien** mit zunehmendem Druck an Zahl zunehmen bzw. sich zu **Banden** verbreitern!

4

Klassifizierung der Lumineszenz nach der Anregungsart

Art der Anregung	Name (-lumineszenz)	Beispiel
Licht	Photo-	Chinin-sulphat, Phosphor, ...
Wärme	Thermo-	CaSO ₄ (Dy)
Röntgenstrahlung	Röntgen-	Nal (Tl)
radioaktive Strahlung	Radio-	Nal (Tl)
elektrisches Feld	Elektro-	Quecksilberdampf lampen, Leuchtdioden
Beschuss mit Elektronen	Kathodo-	Leuchtschicht einer Kathodenstrahlröhre
mechanische Wirkung	Tribo-	bei Zuckerkristallen
chemische Reaktion	Chemi-	Luminol zum Nachweis von Blut
chemische Reaktion in lebenden Organismen	Bio-	Glühwürmchen, Oxidation von Luciferin im Leuchtkäfer

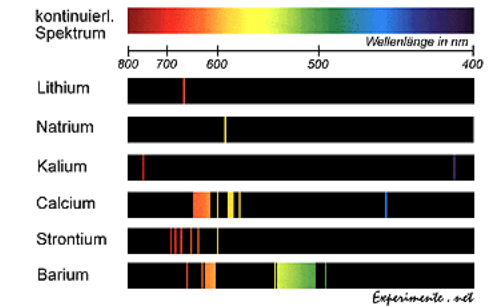


5

Thermolumineszenz, Flammenfärbung

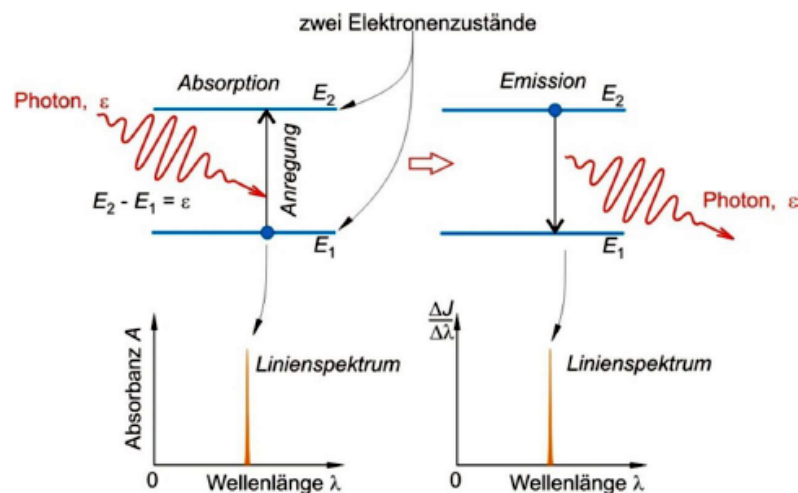
Energieumwandlung kommt durch Valenzelektronen zustande, die durch die Wärmeenergie in einen angeregten Zustand gehoben werden und unter der Abgabe von Licht wieder zurückfallen.

Linienpektren der Alkali- und Erdalkalimetalle



6

Photolumineszenz



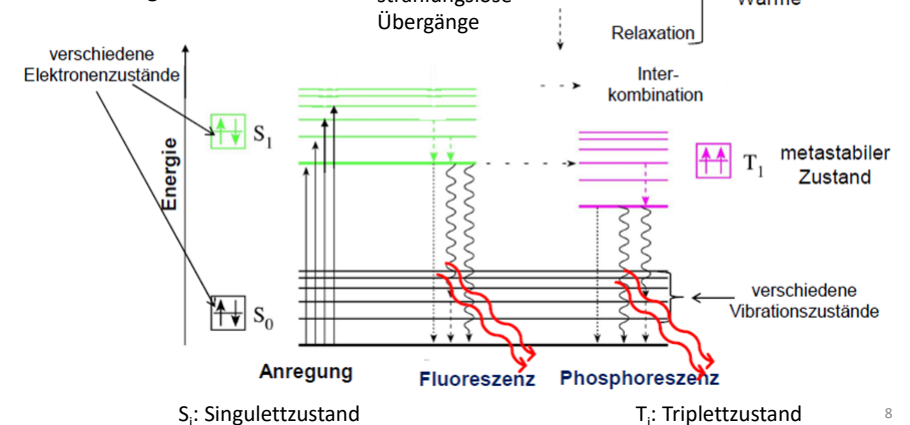
7

Photolumineszenz von Molekülen

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

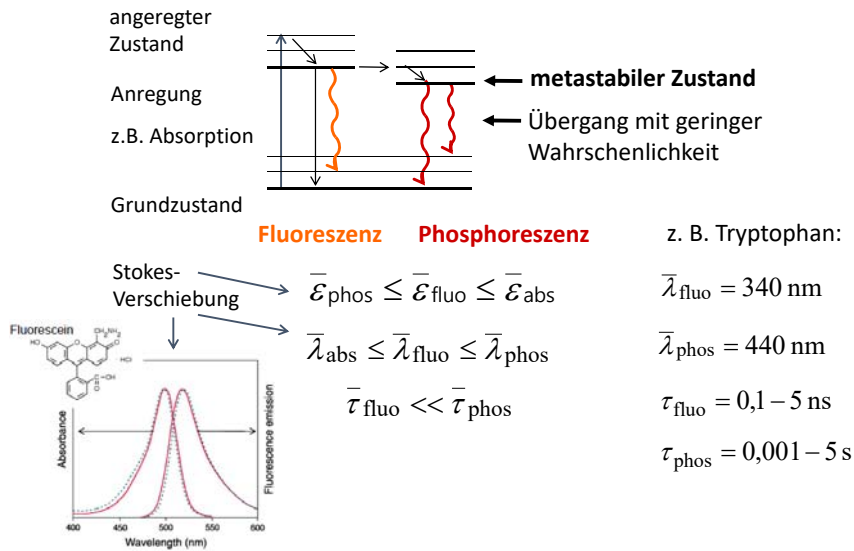
Kasha-Regel: das Elektron gelangt immer auf das niedrigste Vibrationsniveau des ersten angeregten Zustands und die Emission eines Photons stammt aus diesem niedrigsten elektronisch angeregten Zustand

Jablonski-Diagramm



8

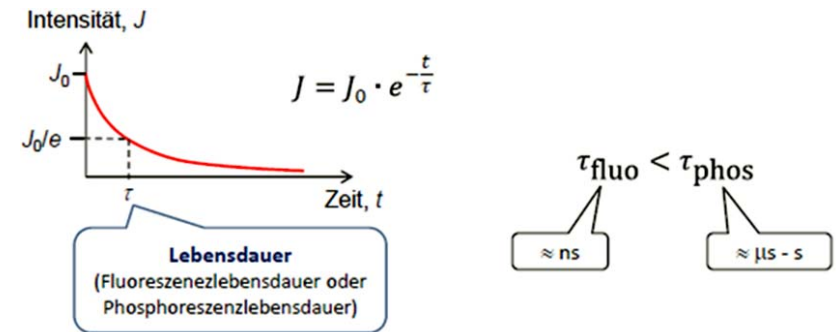
Photolumineszenz: Fluoreszenz und Phosphoreszenz



9

Eigenschaften des Lichtes

exponentielles Abklingen in der Zeit nach einer kurzzeitigen impulsförmigen Anregung



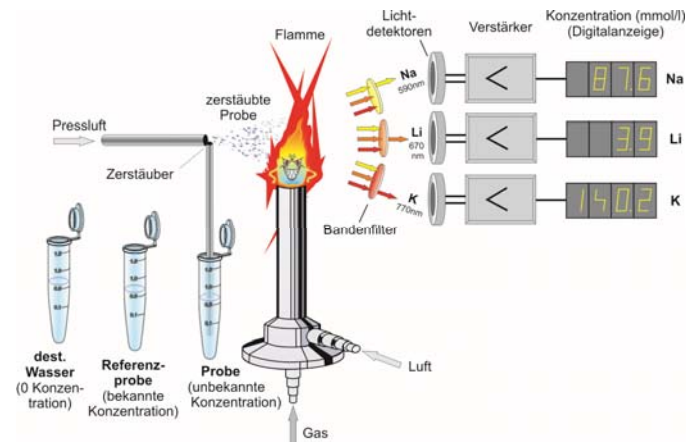
Quantenausbeute: das Verhältnis zwischen der Anzahl der emittierten Photonen und der Anzahl der absorbierten Photonen

$$Q_{\text{Fluoreszenz}} = \frac{n_{\text{Photonen emittiert}}}{n_{\text{Photonen absorbiert}}} \leq 1$$

10

Anwendungen

Labordiagnostik



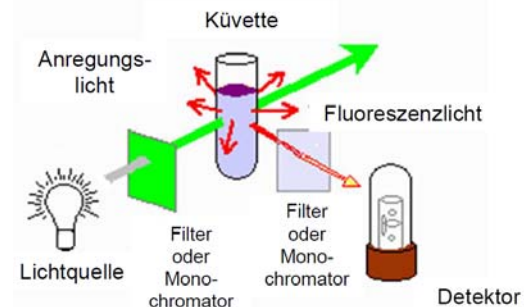
Konzentrationsbestimmung von Na, K, Li, ... mit Hilfe des Flammenphotometers

11

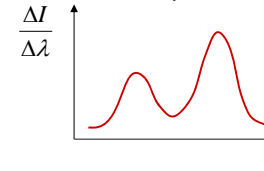
Fluorimeter

Aufbau

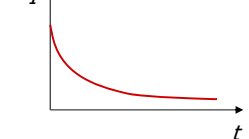
ein Gerät



Emissionsspektrum



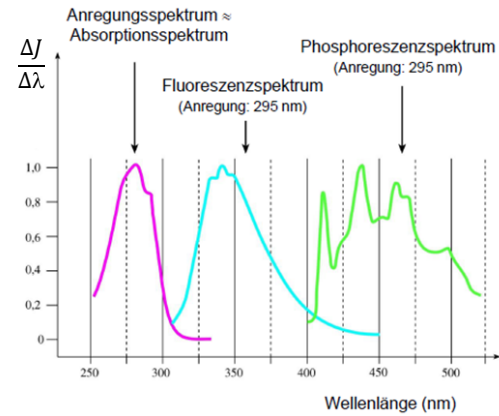
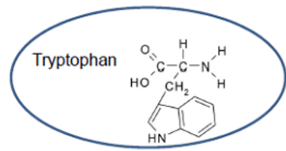
Abklingkurve



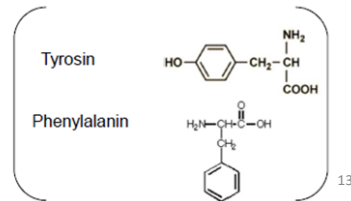
12

Fluoreszenzspektroskopie

z.B. Proteinforschung



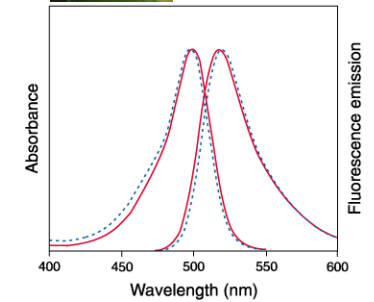
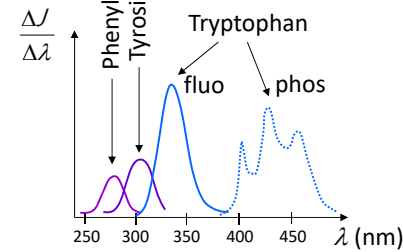
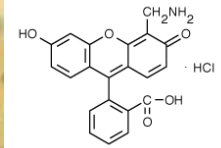
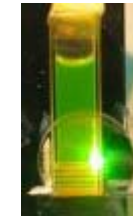
Die Eigenschaften des Lumineszenzlichtes (Intensität, spektrale Verteilung, Stokes-Verschiebung, Lebensdauer, ...) sind sehr empfindlich gegen der Umgebung, Molekülkonformation, Änderungen in diesen, ...



13

Beispiele:

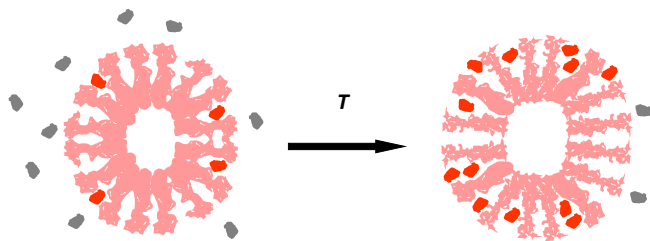
Fluorescein



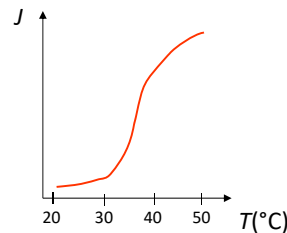
14

Untersuchung von biol. Makromolekülen (Proteine, DNA)

z.B. Chaperon-Aktivität von α -Crystallin



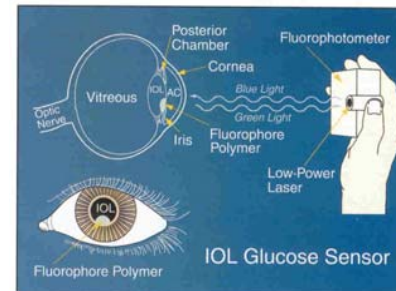
- freies Substrat fluoresziert nicht
- gebundenes Substrat fluoresziert



15

Biosensoren

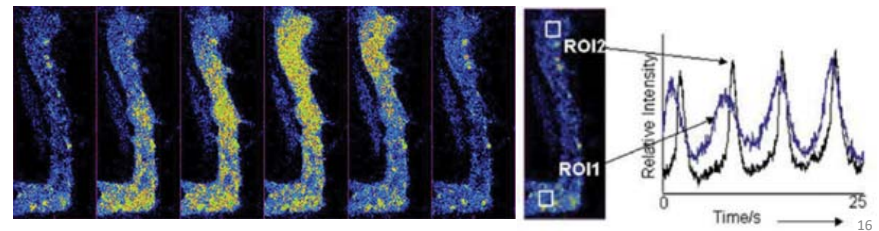
Glukosesensor



Sauerstoffsensor

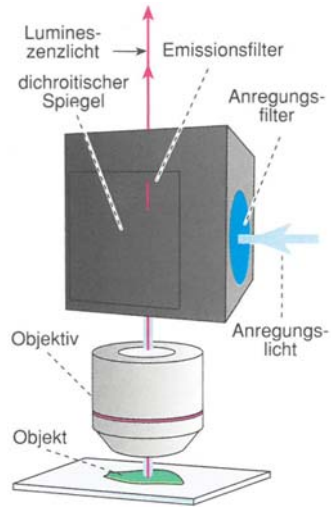


Calciumsensor, Calciumwelle



16

Lumineszenz-Mikroskopie, Fluoreszenzmikroskopie

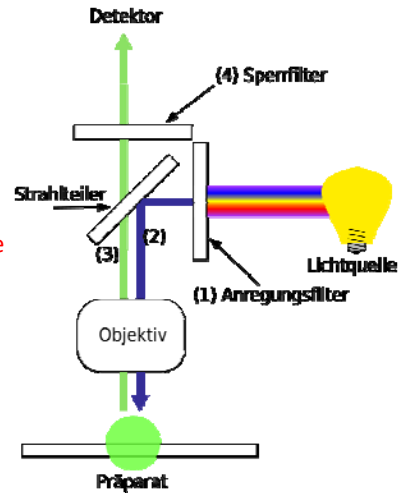


UV/VIS Lampe

Quartzoptik

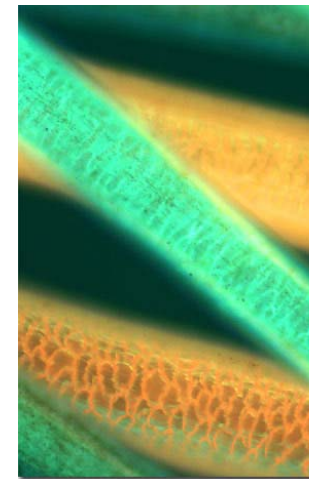
Präparat:

- nativ
- gefärbt



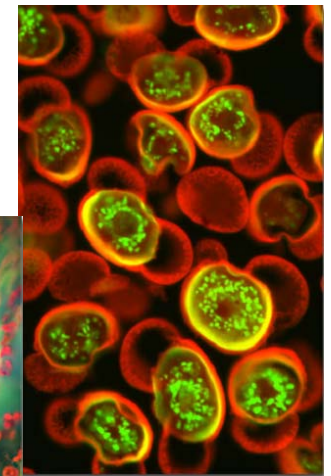
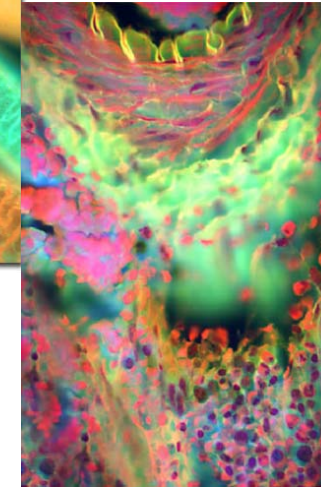
Schema eines Epifluoreszenzmikroskops
(Wikipedia)

17



Bauchhaar des japanischen Ponys

Knochengewebe

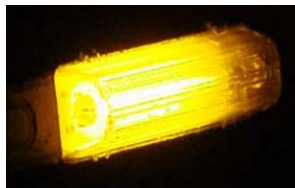


Pollen der Kiefer

18

Lampen

Natriumlampe 590 nm



Blaulichttherapie von
Neugeborengelbsucht
430-490 nm



Leuchtröhren

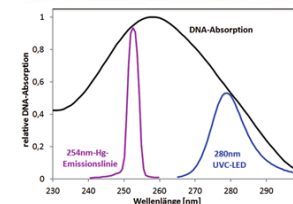
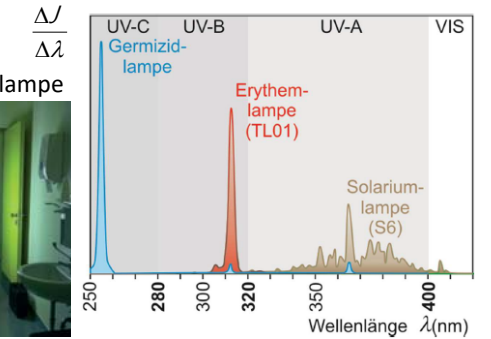


19

Quecksilberdampfampfen



Germizidlampe



s. Absorptionsspektrum
von DNA ⇒
Bakterizidwirkung
(Entkeimung in OP-
Räumen)

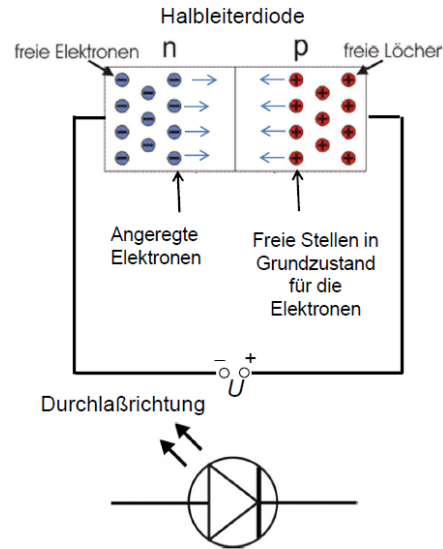


Quartzlampe, Solariumlampe

20

Leuchtdioden

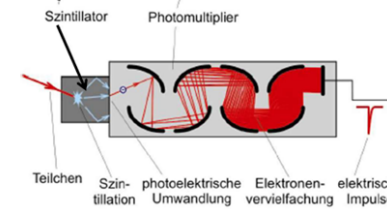
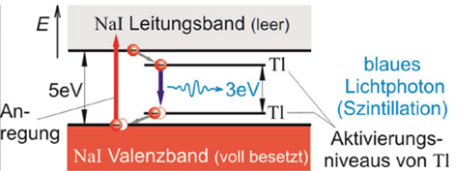
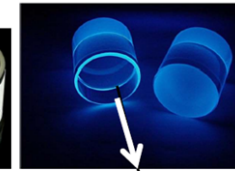
(light emitting diode — LED)



21

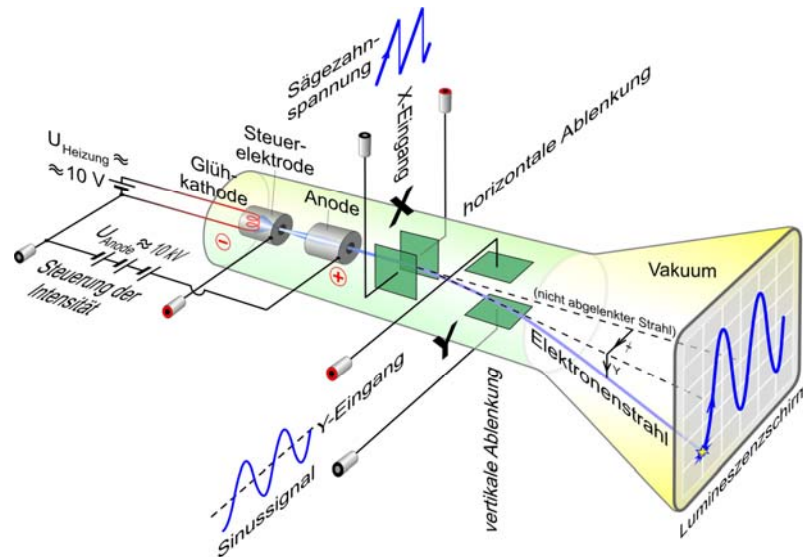
Strahlungsdetektoren

z. B. NaI(Tl)



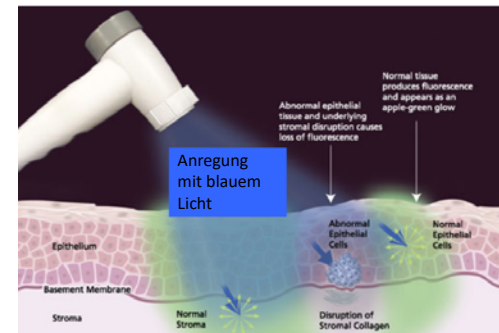
22

Kathodenstrahlröhren, Monitoren

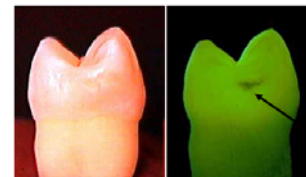


23

Zahnheilkunde



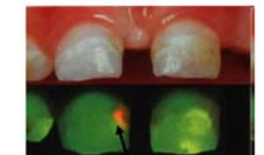
unterschiedliche Fluoreszenzeigenschaften von gesunden und malignen Geweben



Zahnoberfläche im nativen Zustand und nach Fluoreszenzfärbung

sondierbare Karies

Oberfläche der Milchzähne im nativen Zustand und nach Fluoreszenzfärbung



aktive Karies

24