

Medizinische Biophysik 11. Vorlesung

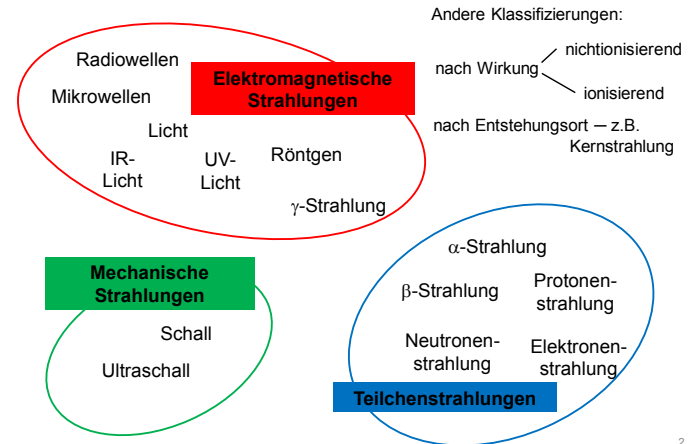
Strahlungen

Strukturuntersuchungsmethoden in der Medizin

Strahlungen

1. Gemeinsame Eigenschaften
2. Elektromagnetische Strahlungen
3. Teilchenstrahlungen
4. Mechanische Strahlungen (Schall, Ultraschall, ...)

Strahlungen in der medizinischen Praxis



1. Gemeinsame Eigenschaften

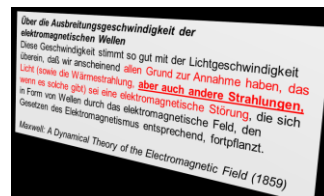
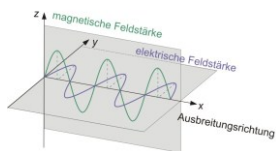
- Strahlung = Energietransport ! (Strahlungsintensität (J), ...)
- Doppelcharakter = Wellencharakter & Teilchencharakter

2. Elektromagnetische Strahlungen

Elektromagnetische Wellen – Transversalwellen & Teilchen - Photonen

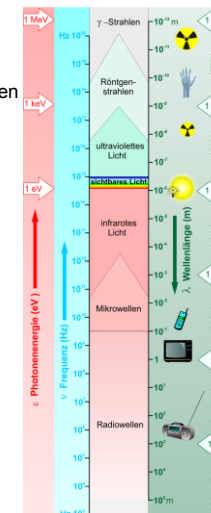
$$c = \lambda \cdot f \quad c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{im Vakuum}) \quad \varepsilon = h \cdot f$$

elektromagnetische Welle



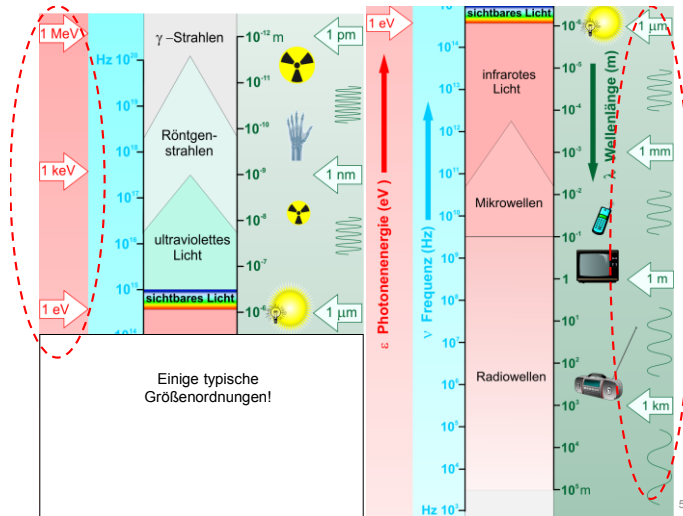
7 Bereiche:

- γ-Strahlen
- Röntgenstrahlen
- UV-Licht
- VIS-Licht
- IR-Licht
- Mikrowellen
- Radiowellen



Anwendungsbeispiele:

- Gamma-Messer
- Röntgendiagnostik
- UV-Phototherapie
- Mikroskopie/Sehen
- Infrarotdiagnostik
- MRI



3. Teilchenstrahlungen

- Teilchen (α , β , e^- , p^+ , n^0 , ...)

- Materiewellen

de Broglie (1923): Materiewellen

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

Davison & Germer (1927): Elektronenbeugungsexperiment

Elektronenstrahl, Au, Schirm, Diffraktionsbild

- Anwendungsbeispiele:

- Elektronenmikroskop
- Neutronendiffraktion
- Strahlentherapie

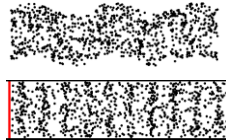
4. Mechanische Strahlungen (Schall, Ultraschall, ...)

- Mechanische Wellen

$$c = \lambda \cdot f$$

$$c = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{in der Luft})$$

$$c = 1500 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{im Wasser und im Weichteilgewebe})$$



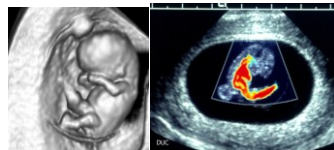
- transversale/longitudinale Wellen

- 3 Bereiche:

Infraschall	Hörschall	Ultraschall
< 20 Hz	20 Hz – 20 kHz	20 kHz <

- Anwendungsbeispiele:

- Sonographie
- Ultraschalltherapie
- Hören



Struktur Untersuchungsmethoden in der medizinischen Forschung

1. Spektroskopische Verfahren

- a) Fluoreszenzspektroskopie ✓
- b) Absorptionsspektroskopie ✓

2. Mikroskopie

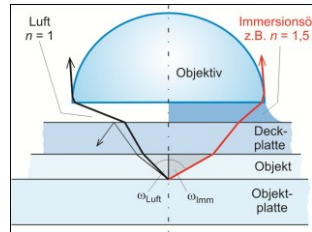
- a) Lichtmikroskop ✓
- b) Spezielle Lichtmikroskope (Stereo-, Polarisations-, Phasenkontrast-, Fluoreszenzmikroskop)
- c) Elektronenmikroskope (TEM, SEM)
- d) Rastersondenmikroskope (SPM; STM, AFM), Piezoelektrizität

3. Diffraktionsmethoden

- a) Röntgendiffraktion
- b) Elektronendiffraktion
- c) Neutronendiffraktion

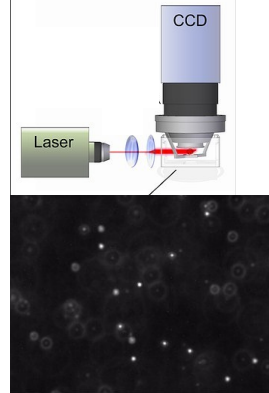
2. Mikroskopie

- a) Lichtmikroskop
- b) Spezielle Lichtmikroskope
 - Immersionsobjektiv



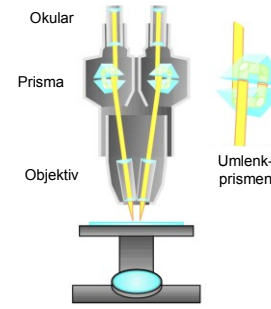
$$\delta = 0,61 \frac{\lambda}{n \sin \omega}$$

▪ Ultramikroskop (Dunkelfeldmikroskop)



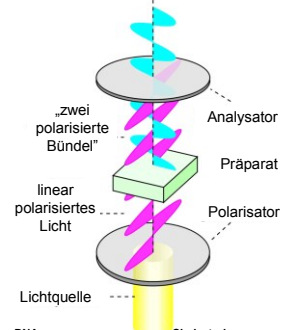
9

▪ Stereomikroskop

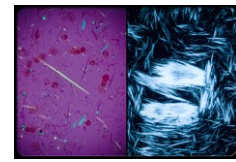


10

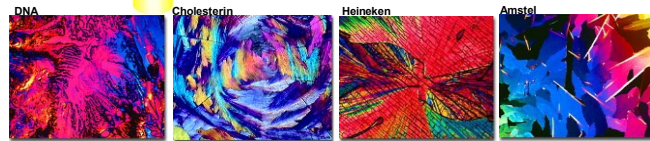
▪ Polarisationsmikroskop



Gicht

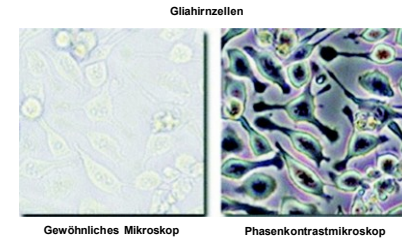
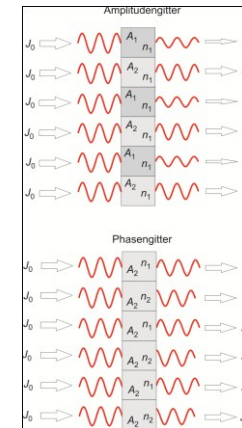


Ablagerung von Harnsäure-Kristalle



11

▪ Phasenkontrastmikroskop

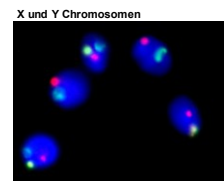
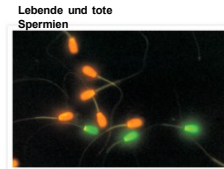
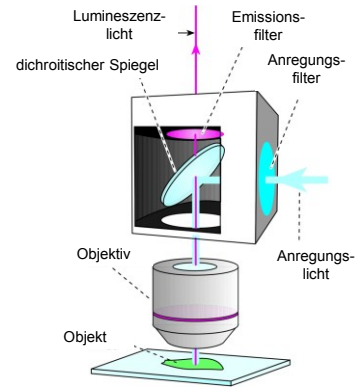


Gliahirnzellen

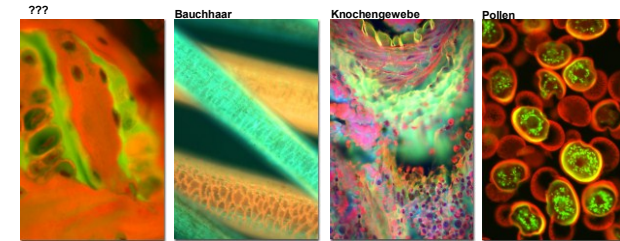
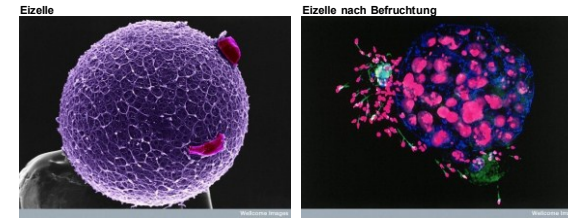
12

Fluoreszenzmikroskop

Epifluoreszenz-Anordnung:

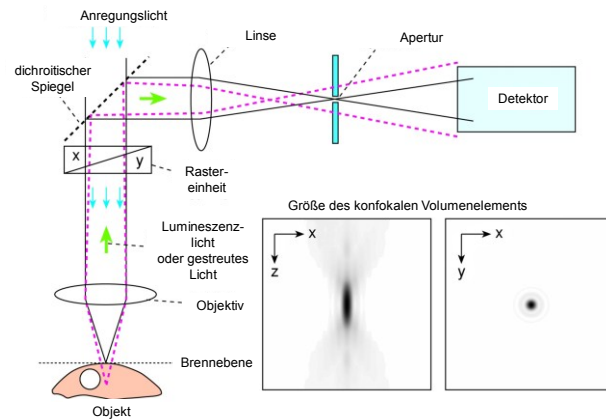


13

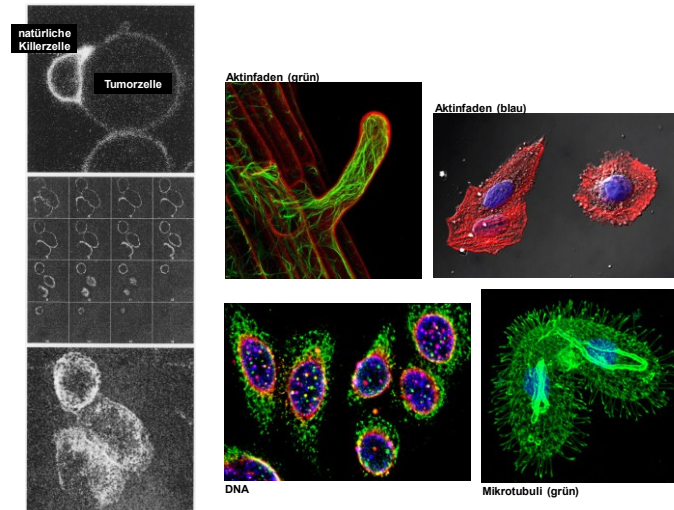


14

Konfokales Laser Rastermikroskop (CLSM)



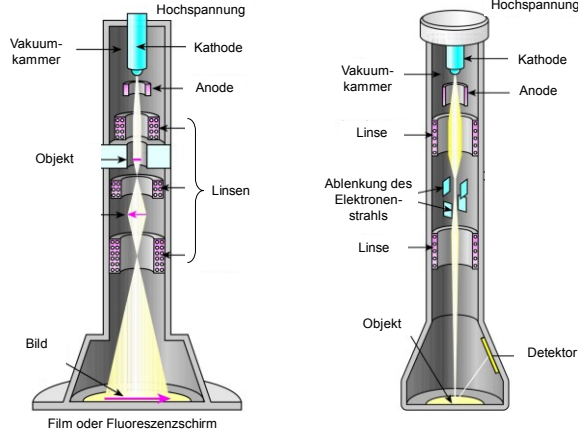
15



16

c) Elektronenmikroskope

- Transmissionselektronenmikroskop (TEM)
- Rasterelektronenmikroskop (SEM)



17

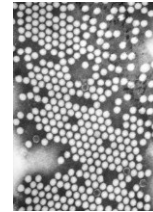
▪ Auflösungsgrenze (δ):

$$\delta \approx \frac{\lambda}{NA}$$

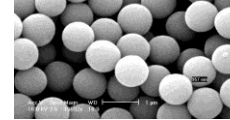
$\lambda \approx 0,005 \text{ nm}$
 $NA \approx 0,03$

$\delta \approx 0,2 \text{ nm}$

Viren der Kinderlähmung (TEM)



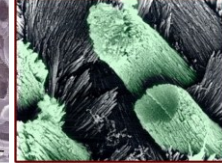
TiO-Kugeln (SEM)



Zahnplaque (SEM)



Zahnschmelzprismen mit den Apatitkristallen (SEM)



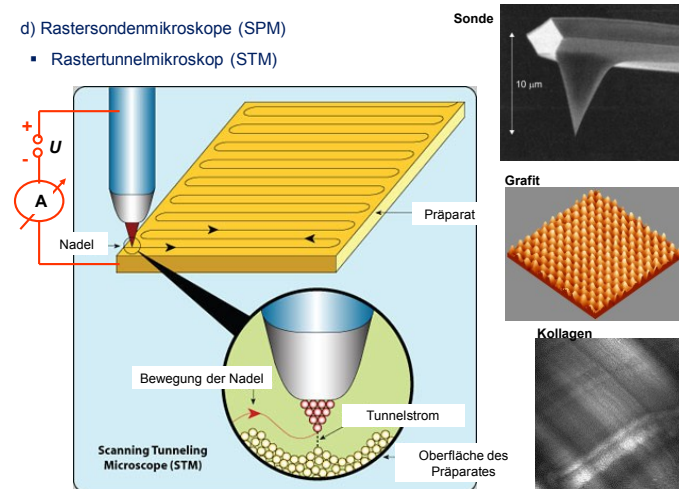
Dentin mit den Odontoblasten (SEM)



18

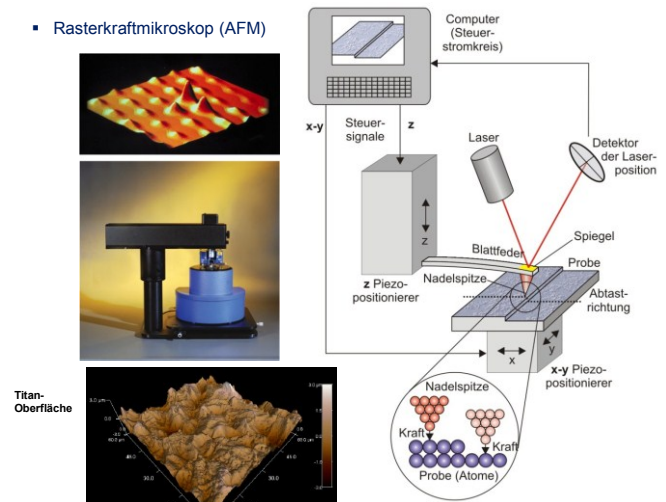
d) Rastersondenmikroskope (SPM)

- Rastertunnelmikroskop (STM)

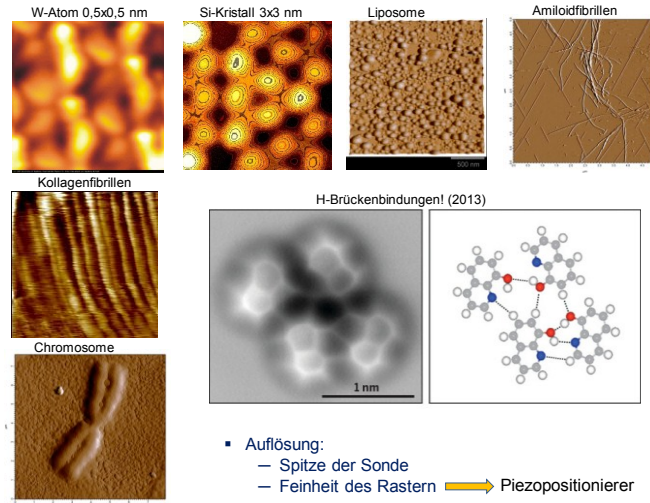


19

- Rasterkraftmikroskop (AFM)



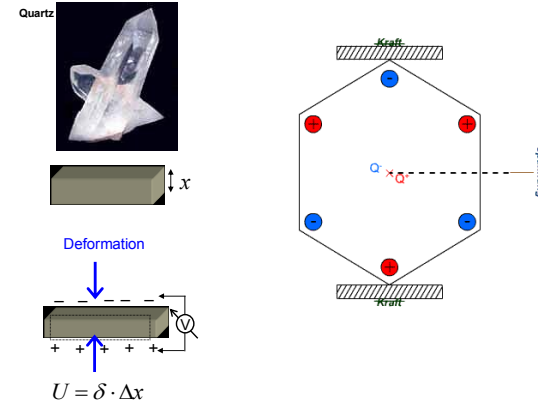
20



21

▪ Piezoelektrizität (piezoelektrischer Effekt)

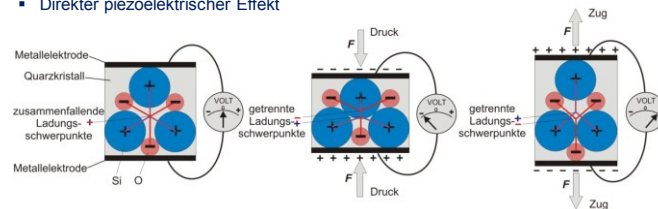
(s. später Sonographie)



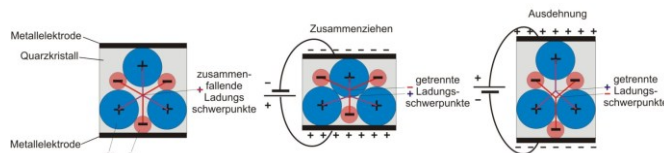
z.B für Quarz: $\delta \approx 10^{12} \text{ V/m}$

22

▪ Direkter piezoelektrischer Effekt



▪ Inverser piezoelektrischer Effekt

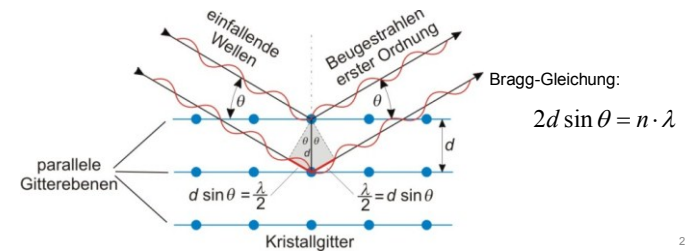
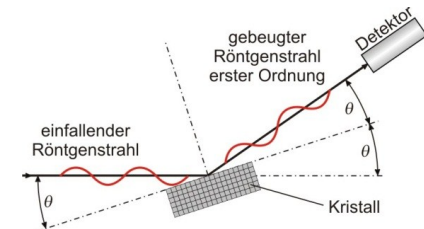


23

3. Diffraktionsmethoden

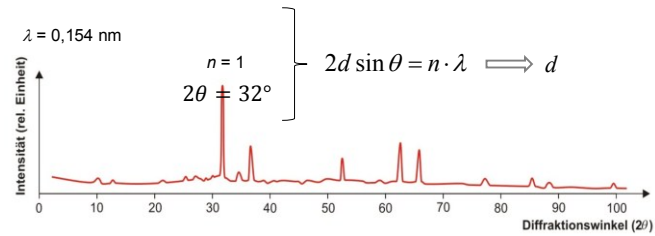
a) Röntgendiffraktion

$\lambda \approx 0,01\text{-}0,1 \text{ nm}$



24

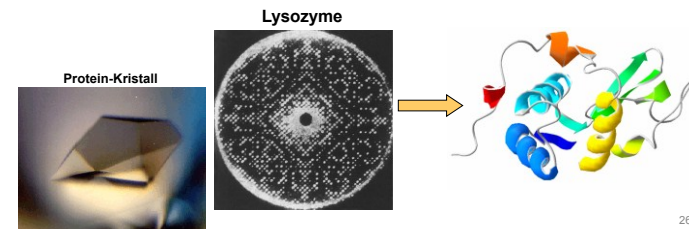
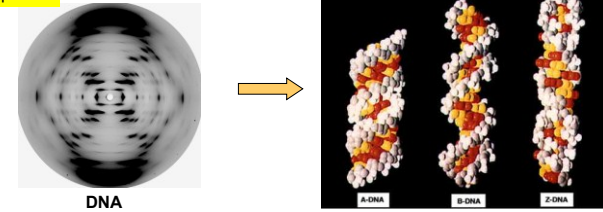
Beispiel:
Röntgendiffraktionsspektrum von Blei (Pb)



- b) Elektronendiffraktion $\lambda \approx 0,1 \text{ nm}$
c) Neutronendiffraktion $\approx 0,01 \text{ nm}$

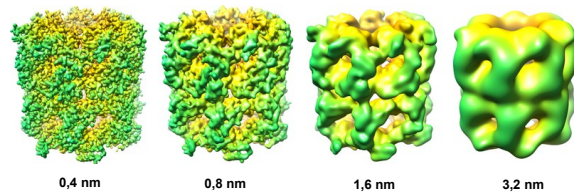
25

Beispiele:



26

GroEL bei verschie-
denen
Auflösungen:



Hämoglobin:



27

Hausaufgaben: ■ Neue Aufgabensammlung
10.1-3 und 9-10



28