

Medizinische Biophysik 11. Vorlesung

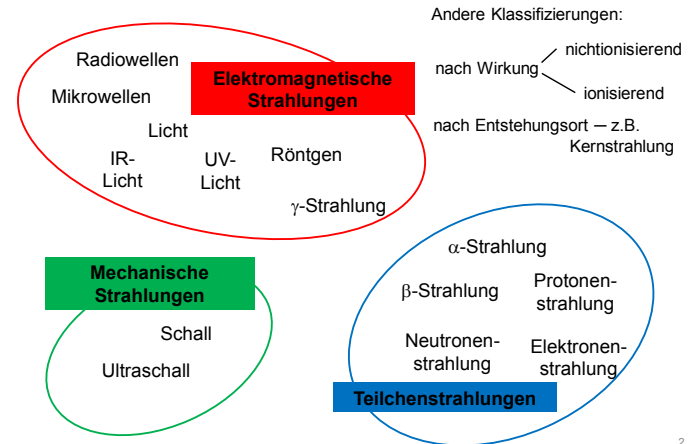
Strahlungen

Strukturuntersuchungsmethoden in der Medizin

Strahlungen

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

Strahlungen in der medizinischen Praxis



1

2

1. Gemeinsame Eigenschaften

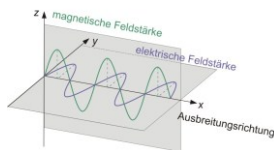
- Strahlung = Energietransport ! (Strahlungsintensität (J), ...)
- Doppelcharakter = Wellencharakter & Teilchencharakter

2. Elektromagnetische Strahlungen

Elektromagnetische Wellen – Transversalwellen & Teilchen - Photonen

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

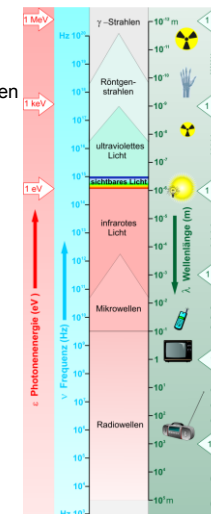
elektromagnetische Welle



3

7 Bereiche:

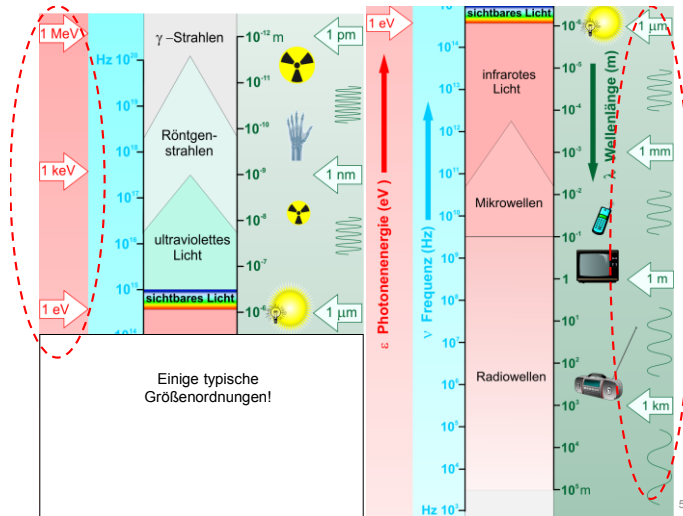
- γ-Strahlen
- Röntgenstrahlen
- UV-Licht
- VIS-Licht
- IR-Licht
- Mikrowellen
- Radiowellen



Anwendungsbeispiele:

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

4



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

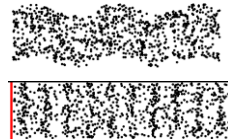
4. Mechanische Strahlungen (Schall, Ultraschall, ...)

- Mechanische Wellen

$$c = \lambda \cdot f$$

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

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



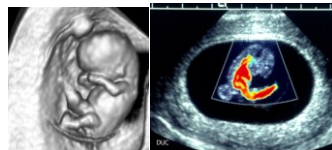
- transversale/longitudinale Wellen

- 3 Bereiche:

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

- Anwendungsbeispiele:

- Sonographie
- Ultraschalltherapie
- Hören



Strukturuntersuchungsmethoden in der medizinischen Forschung

1. Spektroskopische Verfahren

- a) Fluoreszenzspektroskopie ✓
- b) Absorptionsspektroskopie ✓

2. Mikroskopie

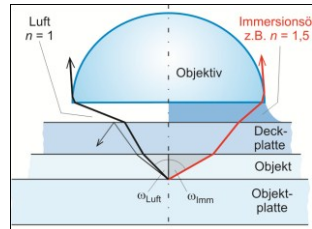
- a) Lichtmikroskop ✓
- b) Spezielle Lichtmikroskope (Stereo-, Polarisations-, Phasenkontrast-, Fluoreszenzmikroskop)
- c) Elektronenmikroskope (TEM, SEM)
- d) Rastersondenmikroskope (SPM; STM, AFM), Piezoelektrizität

3. Diffraktionsmethoden

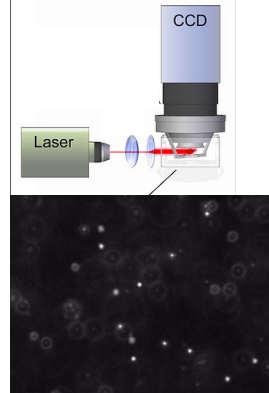
- a) Röntgendiffraktion
- b) Elektronendiffraktion
- c) Neutronendiffraktion

2. Mikroskopie

- a) Lichtmikroskop
- b) Spezielle Lichtmikroskope
 - Immersionsobjektiv

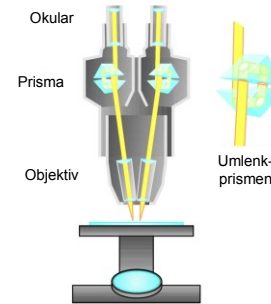


▪ Ultramikroskop (Dunkelfeldmikroskop)



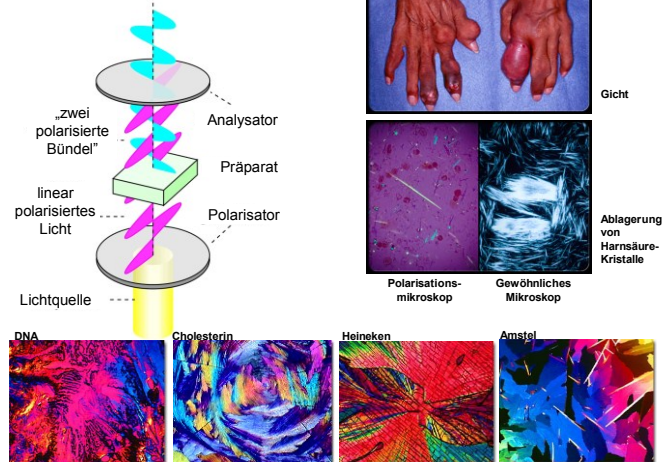
9

▪ Stereomikroskop



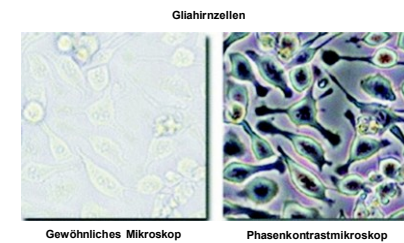
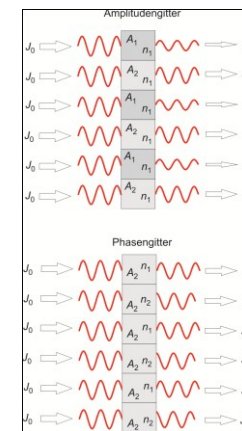
10

▪ Polarisationsmikroskop



11

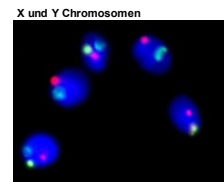
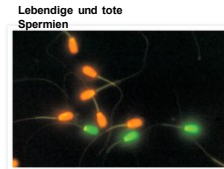
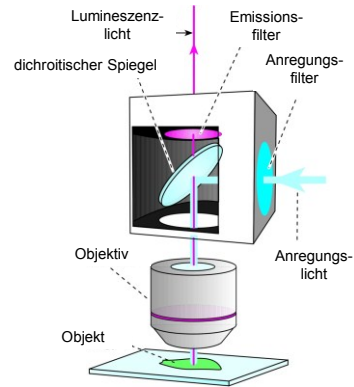
▪ Phasenkontrastmikroskop



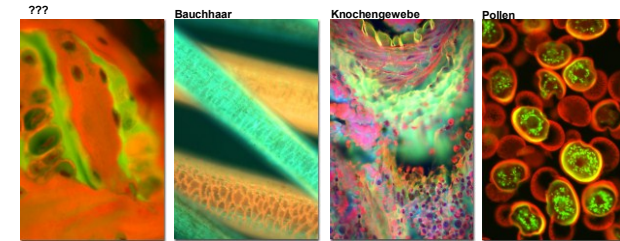
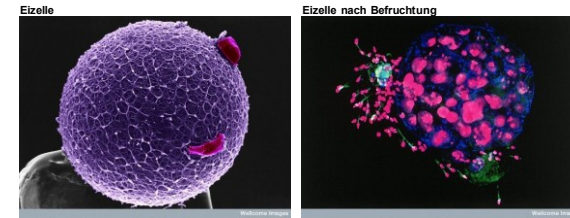
12

Fluoreszenzmikroskop

Epifluoreszenz-Anordnung:

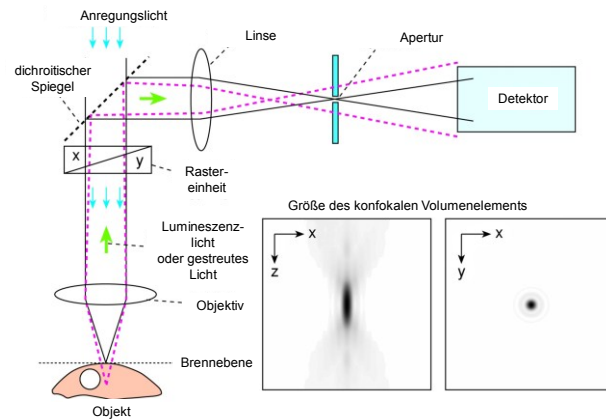


13

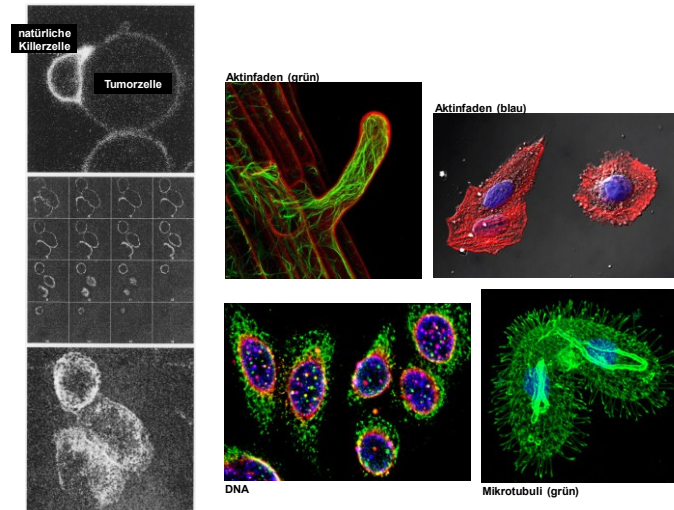


14

Konfokales Laser Rastermikroskop (CLSM)



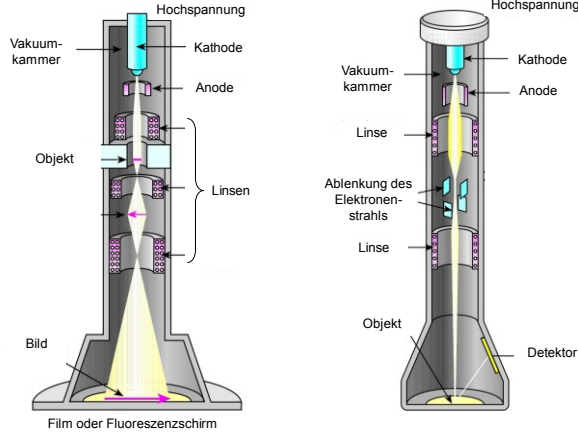
15



16

c) Elektronenmikroskope

- Transmissionselektronenmikroskop (TEM)
- Rasterelektronenmikroskop (SEM)



17

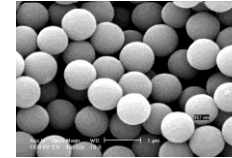
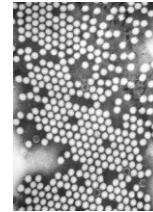
▪ Auflösungsgrenze (δ):

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

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

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

Viren der Kinderlähmung (TEM)

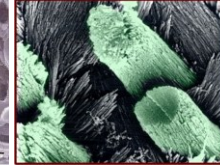


TiO₂-Kugeln (SEM)

Zahnplaque (SEM)



Zahnschmelzprismen mit den Apatitkristallen (SEM)



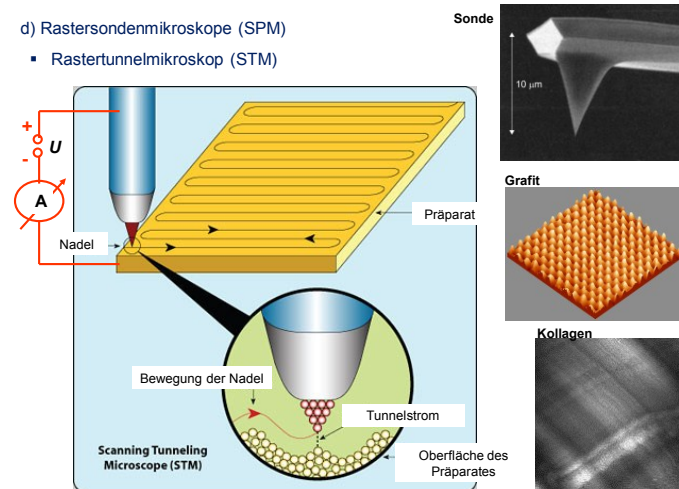
Dentin mit den Odontoblasten (SEM)



18

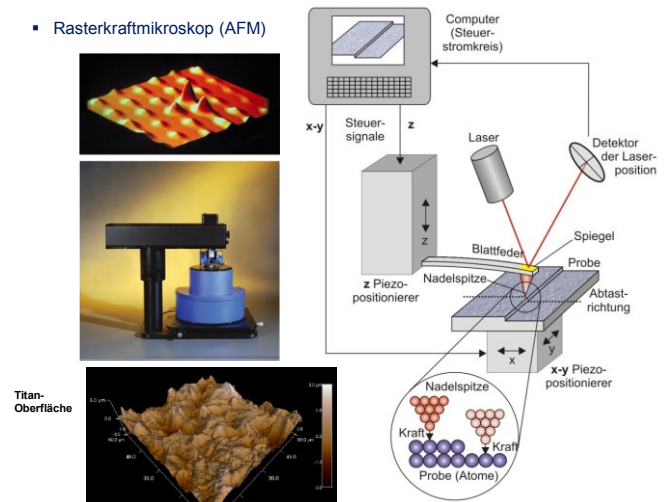
d) Rastersondenmikroskope (SPM)

- Rastertunnelmikroskop (STM)

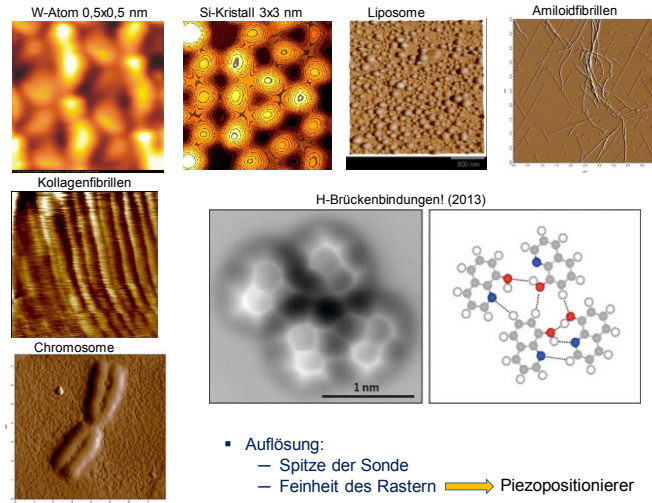


19

- Rasterkraftmikroskop (AFM)



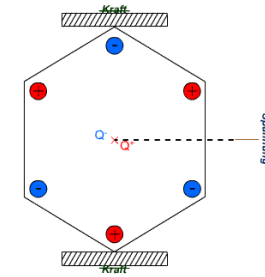
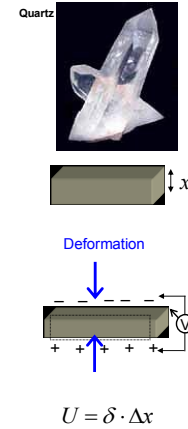
20



21

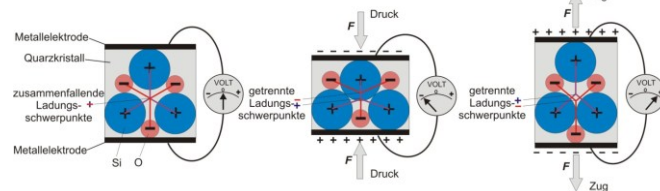
▪ Piezoelektrizität (piezoelektrischer Effekt)

(s. später Sonographie)

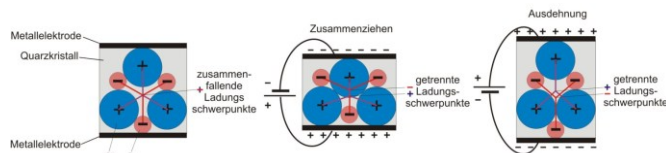


22

▪ Direkter piezoelektrischer Effekt



▪ Inverser piezoelektrischer Effekt

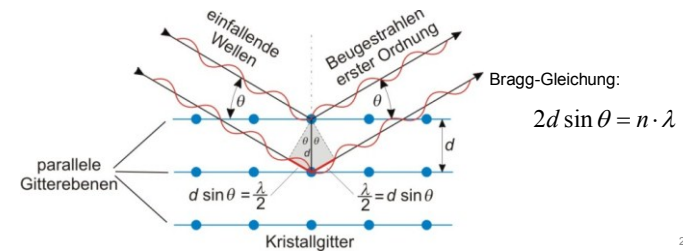
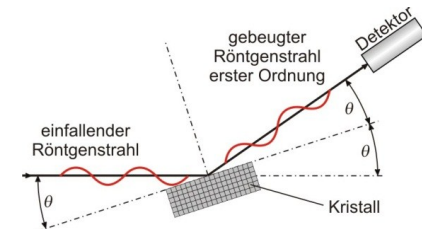


23

3. Diffraktionsmethoden

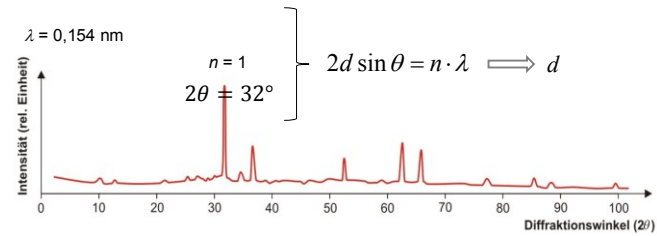
a) Röntgendiffraktion

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



24

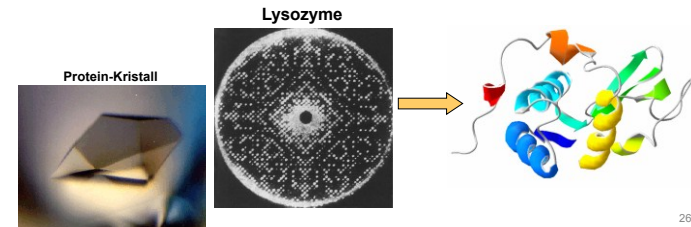
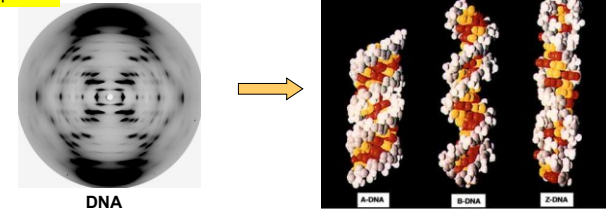
Beispiel:
Röntgendiffraktionsspektrum von Blei (Pb)



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

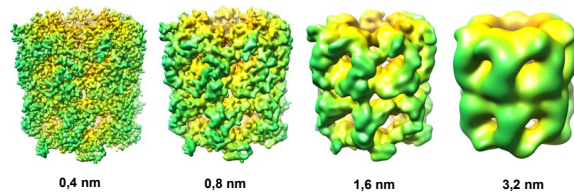
25

Beispiele:



26

GroEL bei verschiedenen
Auflösungen:



Hämoglobin:



27

Hausaufgaben: ■ Neue Aufgabensammlung 2. Teil
10.1-3 und 9-10



28