

Medizinische Biophysik 11. Vorlesung

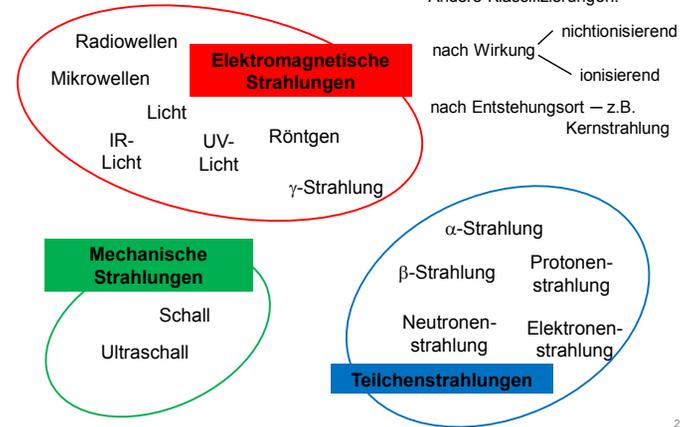
Strahlungen

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

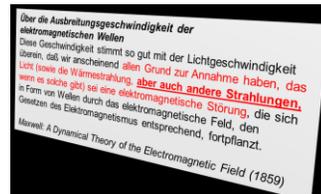
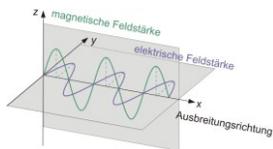
2. Elektromagnetische Strahlungen

Elektromagnetische Wellen – Transversalwellen & Teilchen - Photonen

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

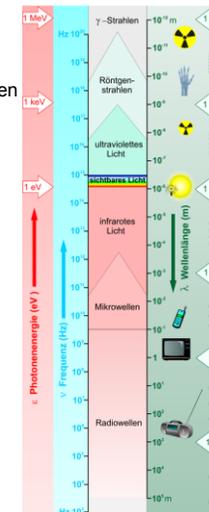
elektromagnetische Welle

$$\epsilon = h \cdot f$$



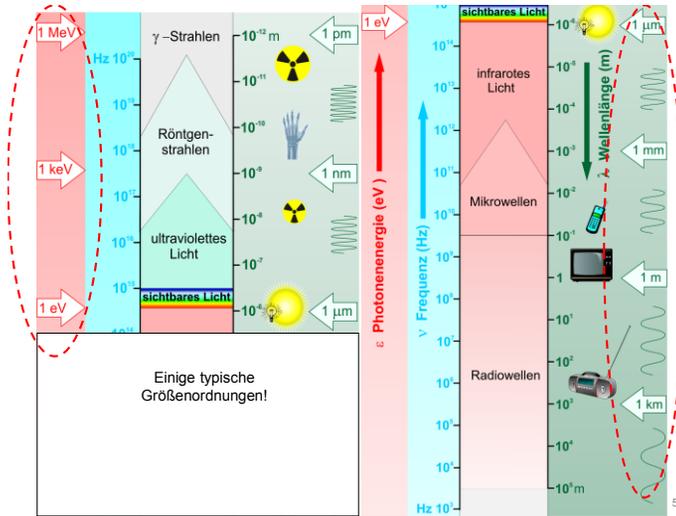
7 Bereiche:

- 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

$$c = \lambda \cdot f$$

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

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



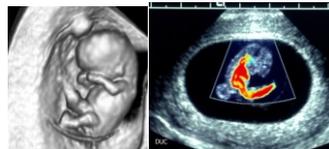
- transversale/longitudinale Wellen

- 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

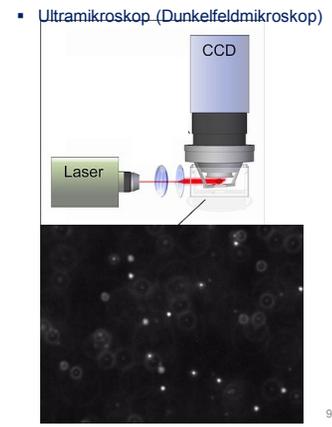
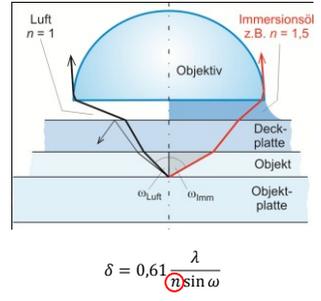
- a) Lichtmikroskop ✓
- b) Spezielle Lichtmikroskope (Stereo-, Polarisations-, Phasenkontrast-, Fluoreszenzmikroskop)
- c) Elektronenmikroskope (TEM, SEM)
- d) Rastersondenmikroskope (SPM; STM, AFM), Piezoelektrizität

3. Diffraktionsmethoden

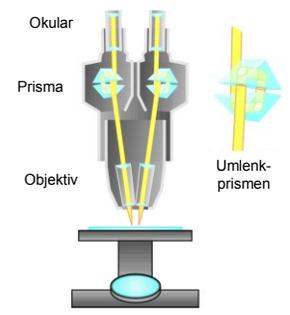
- a) Röntgendiffraktion
- b) Elektronendiffraktion
- c) Neutronendiffraktion

2. Mikroskopie

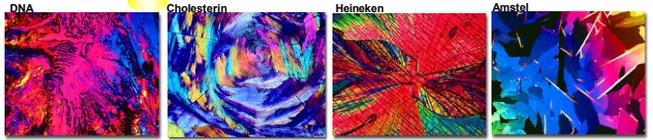
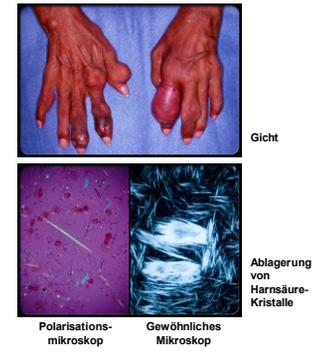
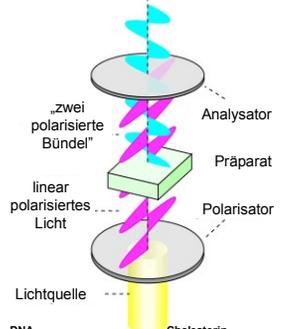
- a) Lichtmikroskop
- b) Spezielle Lichtmikroskope
 - Immersionsobjektiv



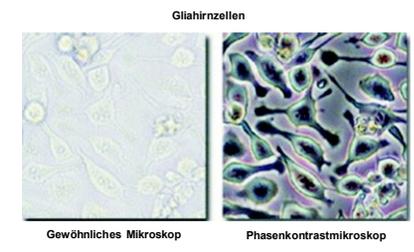
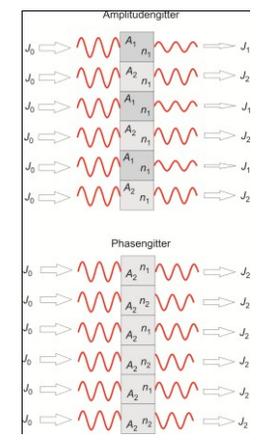
▪ Stereomikroskop



▪ Polarisationsmikroskop

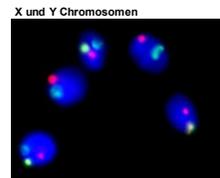
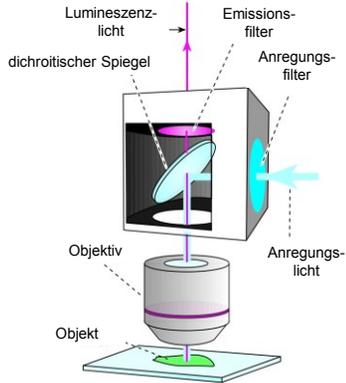


▪ Phasenkontrastmikroskop

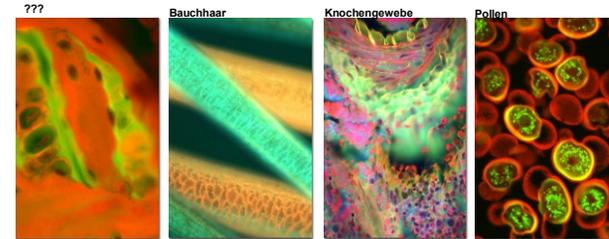


▪ Fluoreszenzmikroskop

Epifluoreszenz-Anordnung:

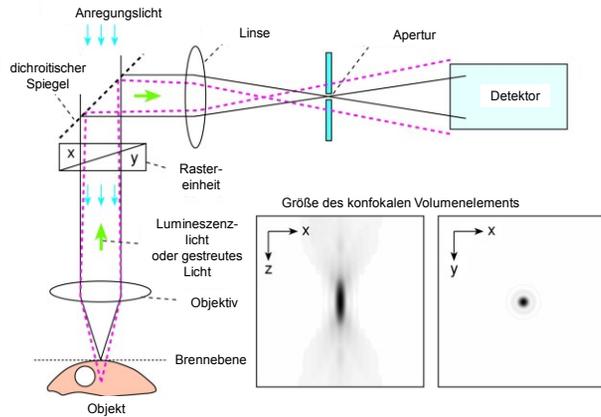


13

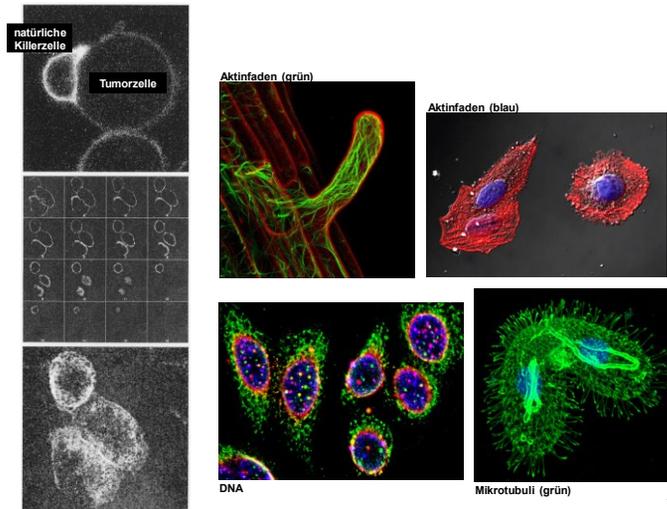


14

▪ Konfokales Laser Rastermikroskop (CLSM)



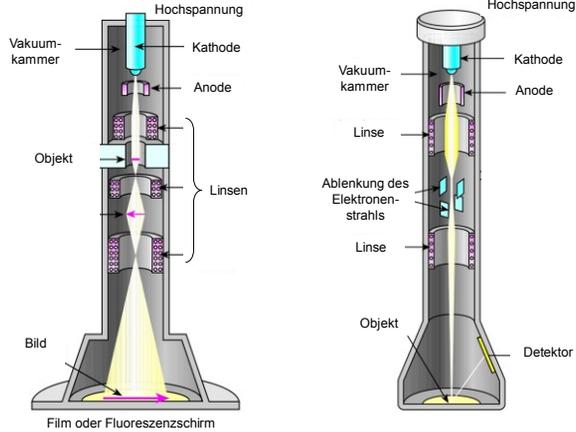
15



16

c) Elektronenmikroskope

- Transmissionselektronenmikroskop (TEM)
- Rasterelektronenmikroskop (SEM)



17

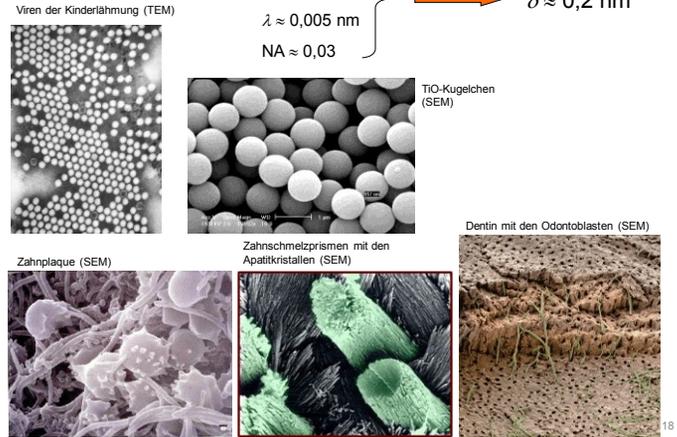
▪ Auflösungsgrenze (δ):

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

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

$NA \approx 0,03$

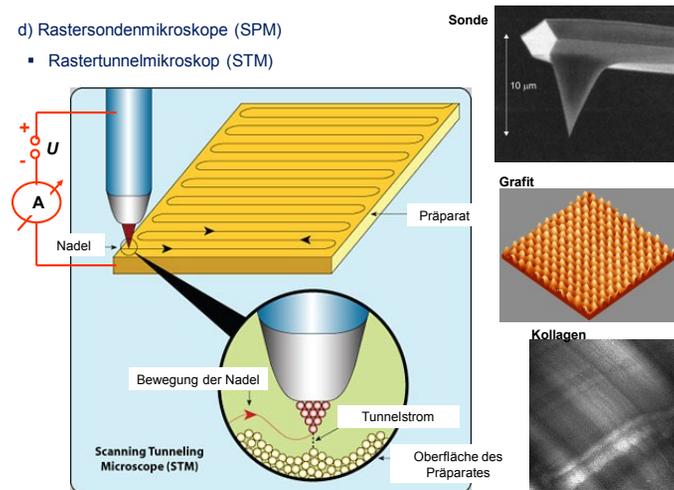
$\delta \approx 0,2 \text{ nm}$



18

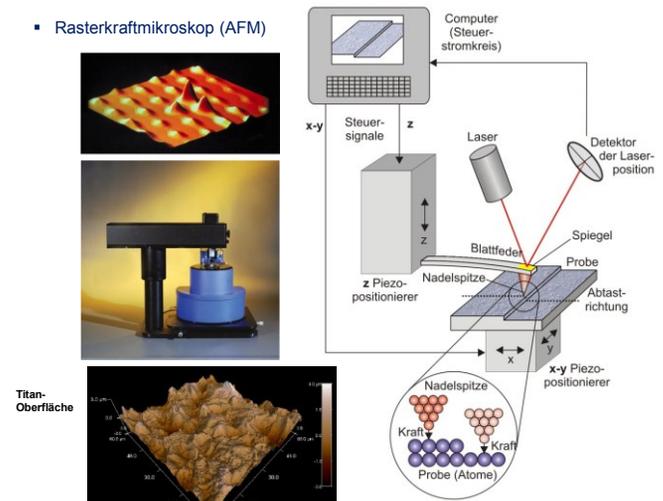
d) Rastersondenmikroskope (SPM)

- Rastertunnelmikroskop (STM)

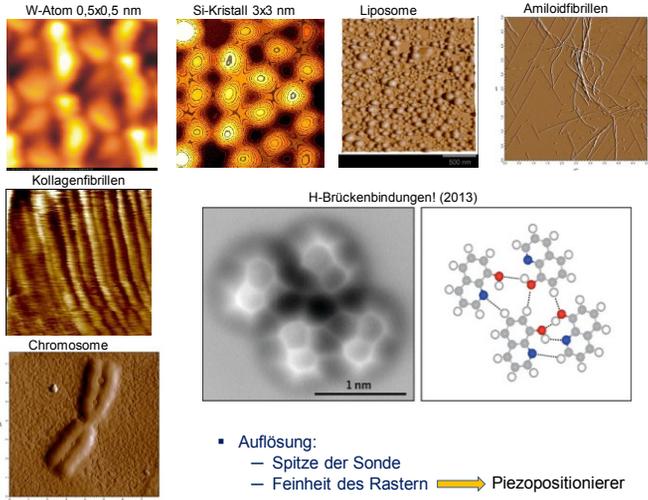


19

- Rasterkraftmikroskop (AFM)



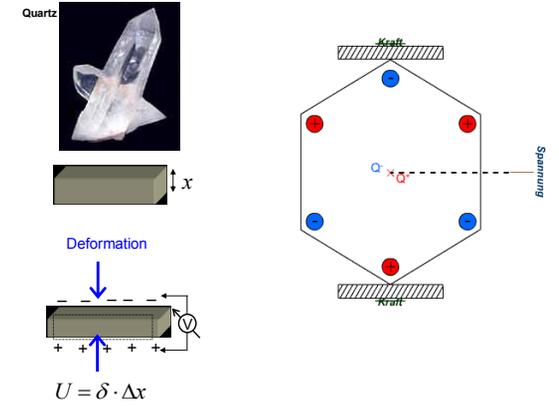
20



21

▪ Piezoelektrizität (piezoelektrischer Effekt)

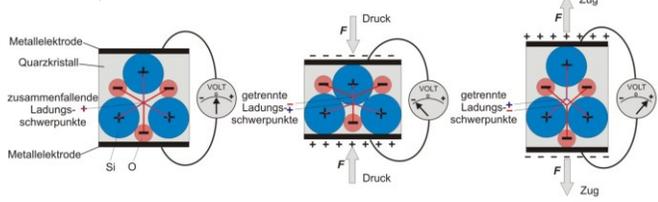
(s. später Sonographie)



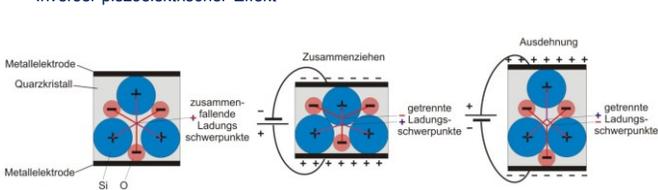
z.B für Quarz: $\delta \approx 10^{12} \text{ V/m}$

22

▪ Direkter piezoelektrischer Effekt



▪ Inverser piezoelektrischer Effekt

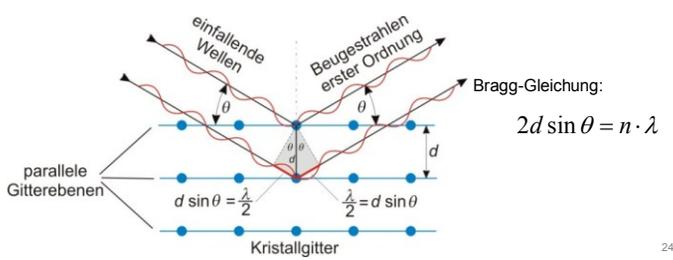
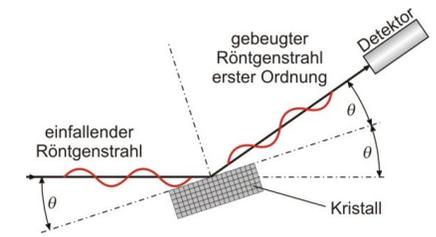


23

3. Diffraktionsmethoden

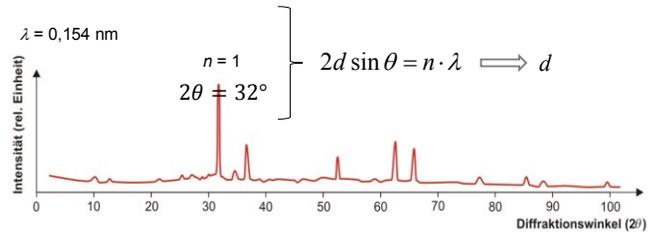
a) Röntgendiffraktion

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



24

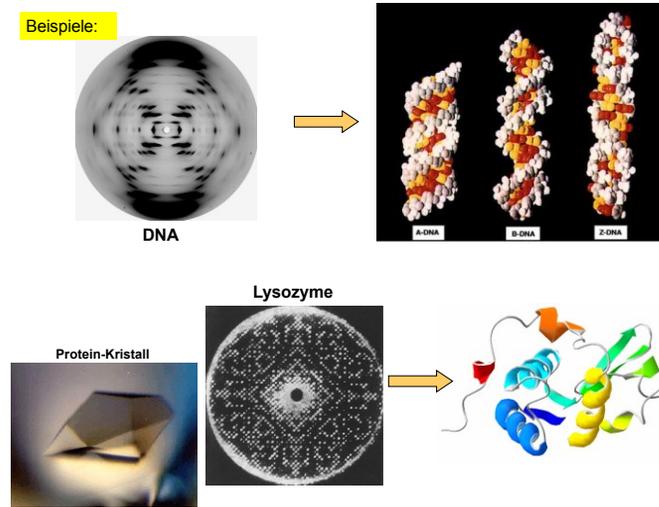
Beispiel:
Röntgendiffraktionsspektrum von Blei (Pb)



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

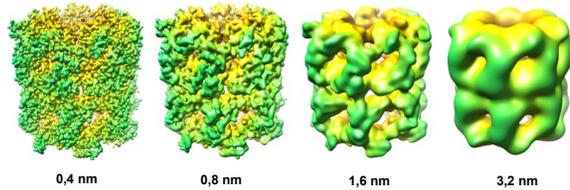
25

Beispiele:

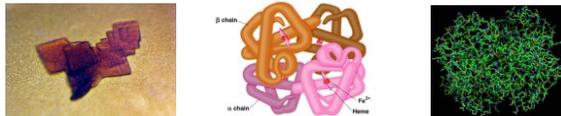


26

GroEL bei verschiedenen
Auflösungen:



Hämoglobin:



27

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



28