

Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde

4. Vorlesung
Strukturuntersuchungsmethoden
3 Oktober 2018
Gergely Agócs

Lehrbuch:
8. Kapitel

Hausaufgaben:
2. Kap.: 1-7, 10, 12

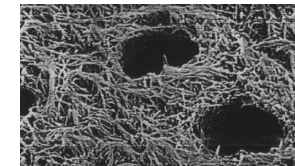
1

Was bedeutet "Struktur"?

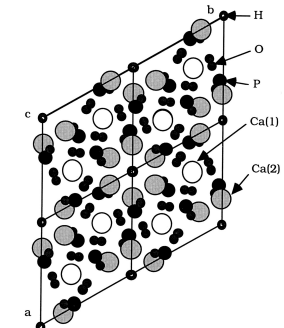
Die **Lage** der Elemente eines komplexen Systems und die **Beziehungen** zwischen ihnen.



die schematische Anatomie eines Molars



die Feinstruktur des Dentins

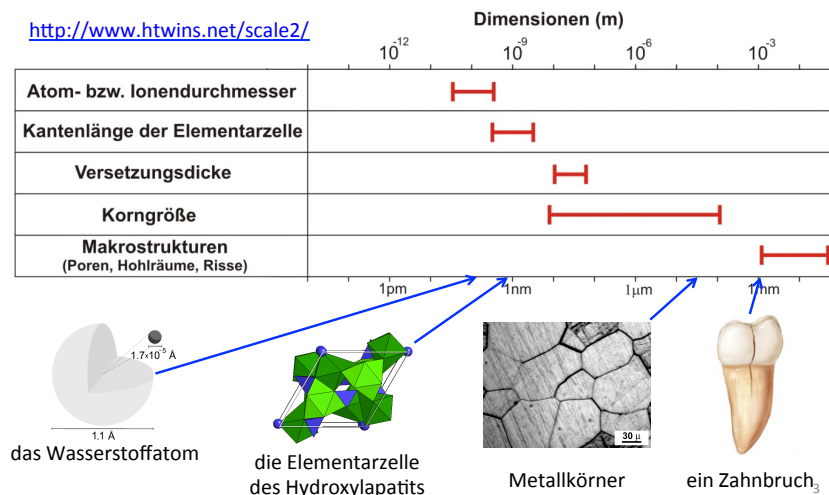


die Struktur des Hydroxylapatitkristalls

2

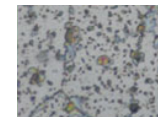
Dimensionen der Strukturuntersuchungen

<http://www.htwins.net/scale2/>

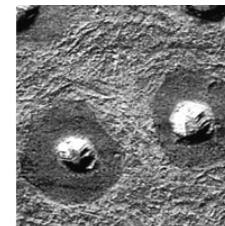


Was ist das Wesen der Bildgebung?

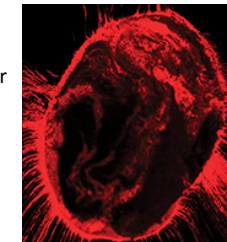
Wir ordnen Intensitätswerte zu den einzelnen Bildpunkten aufgrund irgendwelcher Eigenschaften der Gegenstandspunkte zu



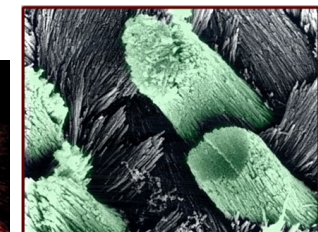
die Struktur der Metallkörner im Metallmikroskop



die Dentinkanäle in Rasterkraftmikroskop



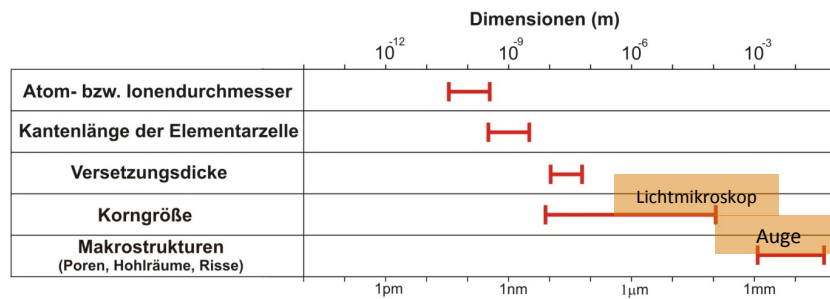
eine Wurzelfüllung aus Guttapercha im konfokalen Mikroskop



die Apatitkristalle des Zahnschmelzes im Elektronenmikroskop

4

Dimensionen der Strukturbauelemente



• **Auge** Auflösungsgrenze: ung. 1 Bogenminute \Rightarrow bei der deutlichen Sehweite = 25 cm

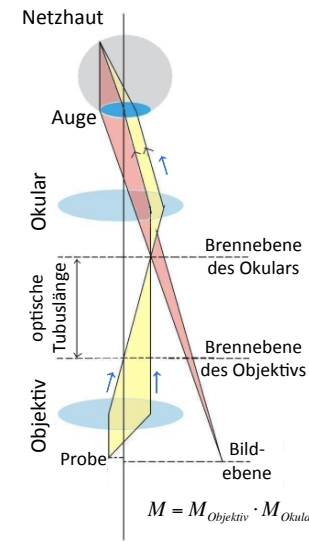
• **Lichtmikroskop** Auflösungsgrenze: ≈ 200 nm

$$d = 0,61 \cdot \frac{\lambda}{n \cdot \sin \omega} \approx \lambda$$

$$n \cdot \sin \omega \approx 1$$

5

Lichtmikroskop



einfaches Lichtmikroskop

6

Lichtmikroskop

Entwicklungsmöglichkeiten:

Verbesserung
des Kontrastes

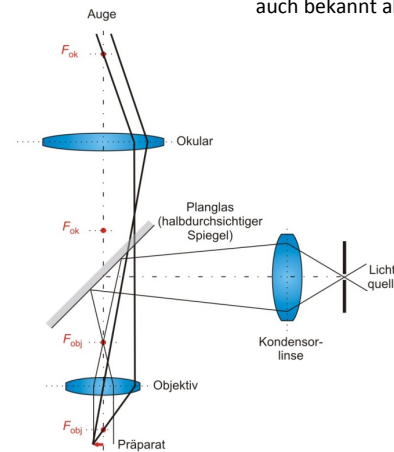
Verbesserung
der Auflösung



7

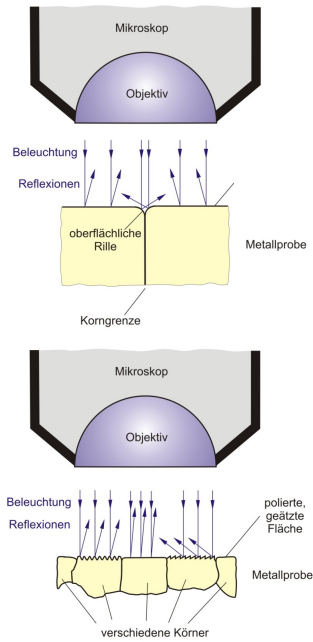
Metallmikroskop

auch bekannt als: Auflichtmikroskop



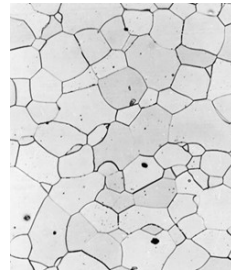
stehendes Metallmikroskop

8



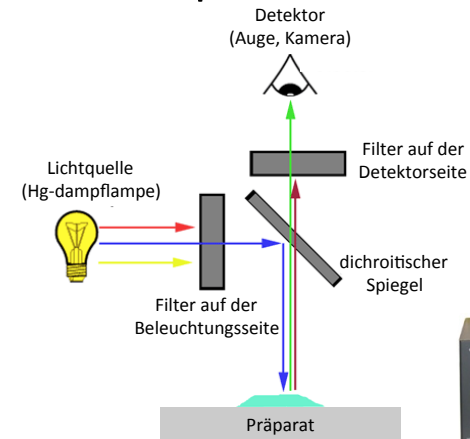
Vorbereitung :

- Probenahme (Prüfkörper oder Abdruck)
- Schleifen oder Polieren
- Ätzen



9

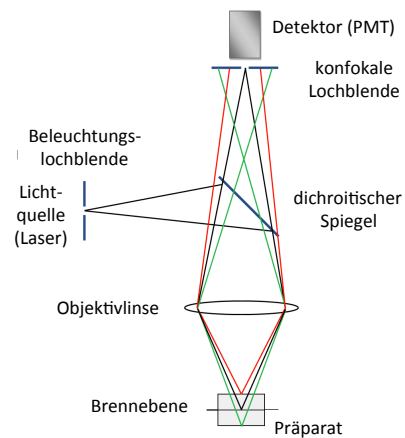
Epifluoreszenzmikroskop



Vorteil im Vergleich zum einfachen Lichtmikroskop:

10

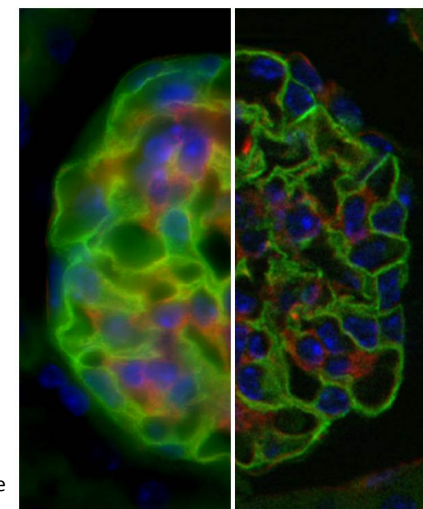
Konfokalmikroskop



Vorteil im Vergleich zum Epifluoreszenzmikroskop:

11

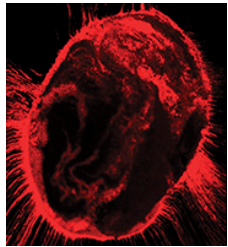
Epifluoreszenz vs. Konfokal



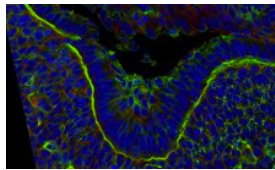
Nierenscheibe

12

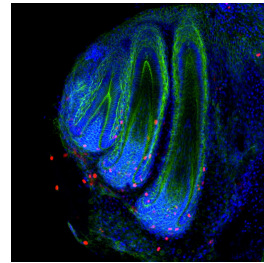
Konfokalmikroskop



Wurzelfüllung
aus Guttapercha



Einstülpung
einer Zahnknospe



ein funktionierender Zahn
und zwei "Ersatzzähne"
einer Schlange

13

Elektronenmikroskop

Grundlage: Elektronenbündel als Materiewelle

theoretische Hypothese –
de Broglie-Wellenlänge
(1923):

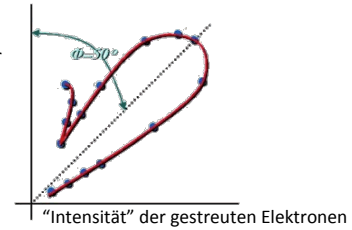
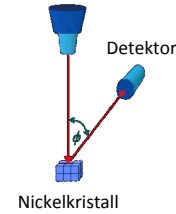
$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Planck'sche Konstante
($h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$)

Impuls des
Elektrons

experimenteller Beweis –
Elektronenbeugung
(1927):

Elektronenkanone



**Louis de
Broglie**
(1892-1987)
Physiker



**Clinton
Davisson**
(1881-1958)
Lester Germer
(1896-1971)
Physiker

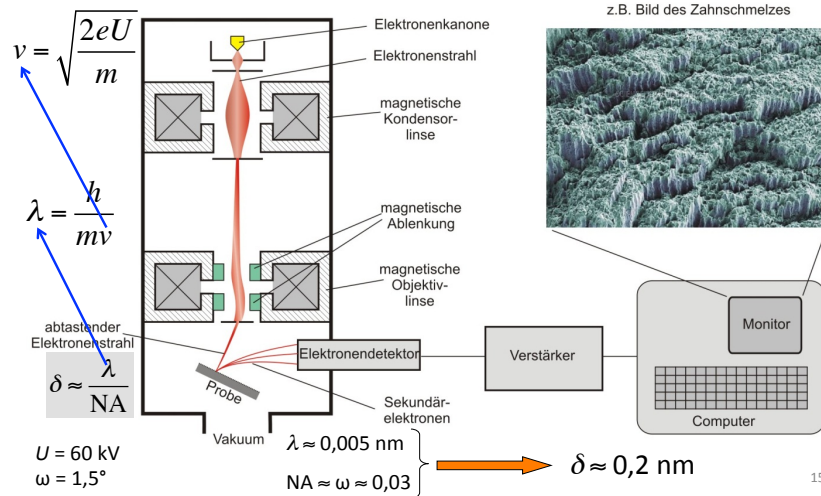
14

Transmissionselektronenmikroskop

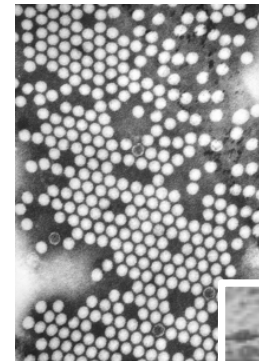
(transmission electron microscope – **TEM**)

Rasterelektronenmikroskop

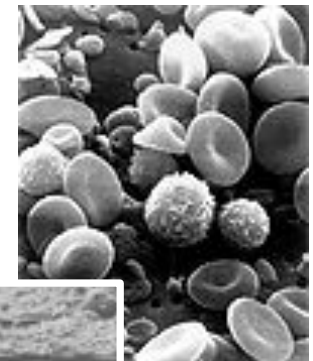
(scanning electron microscope – **SEM**)



15



Viren
der Kinderlähmung
(TEM)

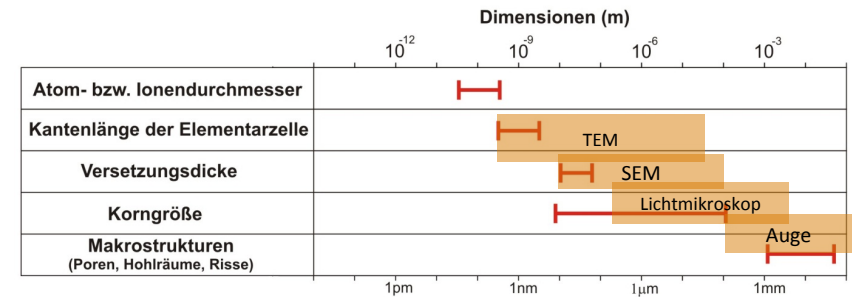
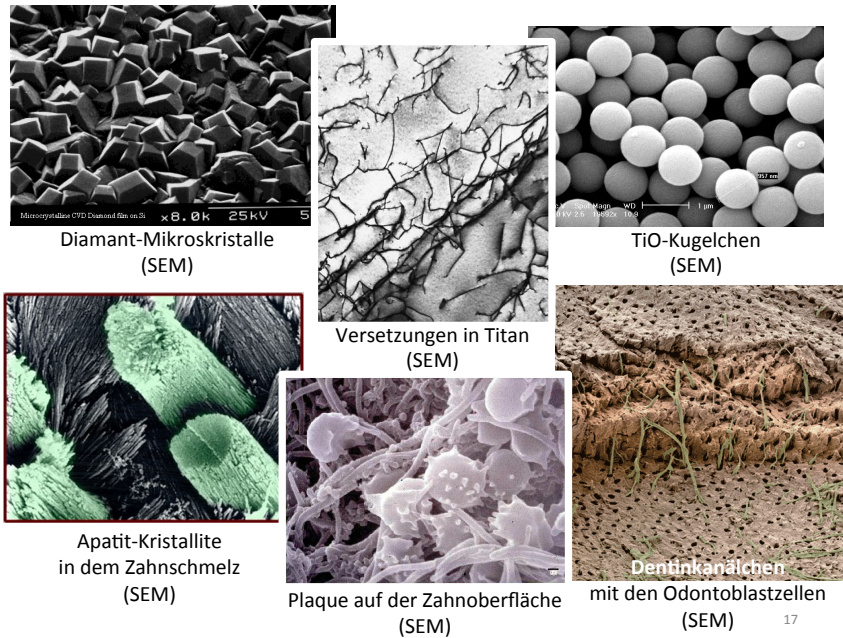


Humanblut
(SEM)



Korrosionsschicht
auf einem antiken Glasstück
(SEM)

16



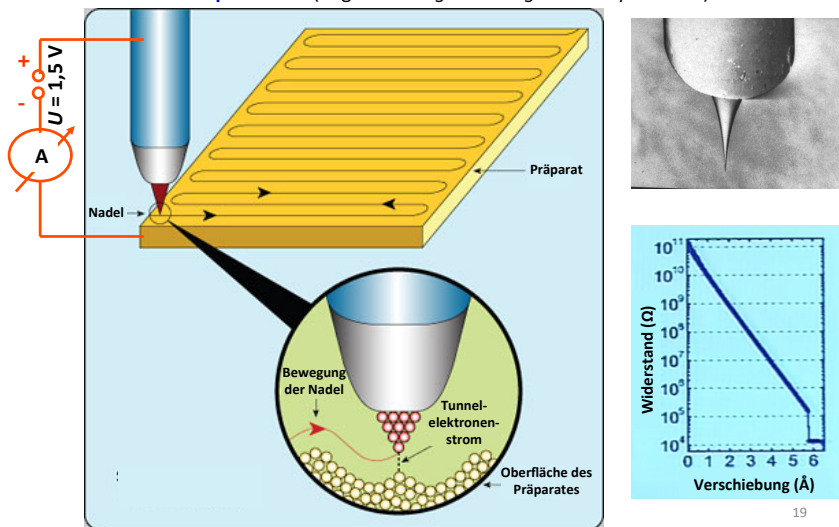
18

(Engl. scanning probe microscopes – SPM)

Rastersondenmikroskope

Rastertunnelmikroskop

(Engl. scanning tunneling microscope – STM)

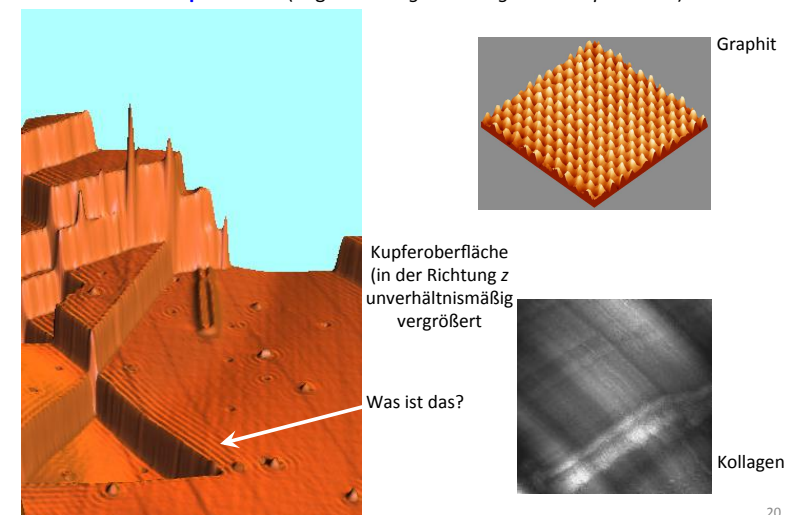


(Engl. scanning probe microscopes – SPM)

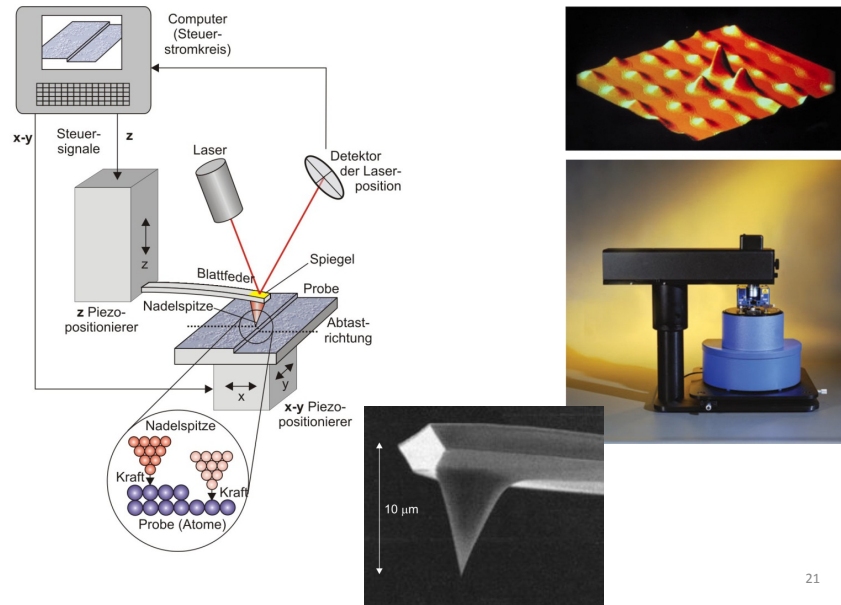
Rastersondenmikroskope

Rastertunnelmikroskop

(Engl. scanning tunneling microscope – STM)



Rasterkraftmikroskop (Engl. atomic force microscope – AFM)



21

Umweg: Piezoelektrizität

Z.B.: Quartz



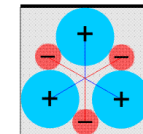
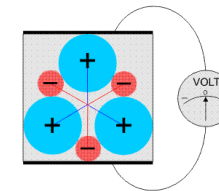
1880 P. Curie (*piezein* = gr. zusammendrücken)

(direkter) piezoelektrischer Effekt:

Deformation \Rightarrow elektrische Spannung

inverser piezoelektrischer Effekt:

elektrische Spannung \Rightarrow Deformation

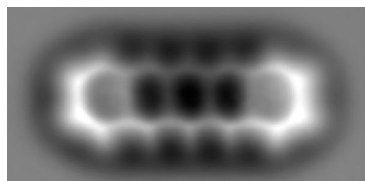


$$U = \delta \cdot \Delta x$$

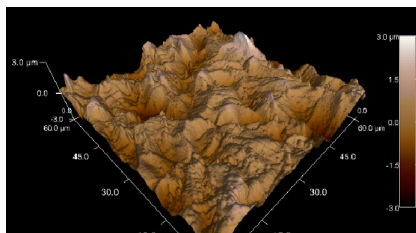
z.B für Quartz: $\delta \approx 10^{12}$ V/m

22

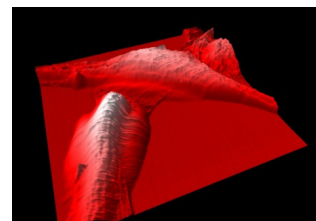
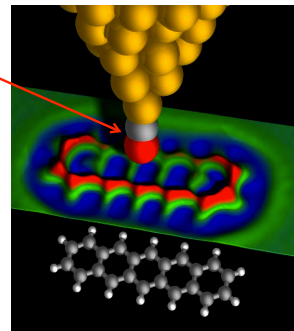
ein Kohlenstoffmonoxid-Molekül (CO)
auf der Messspitze



Pentacen ($C_{22}H_{14}$) –Molekül (2009)

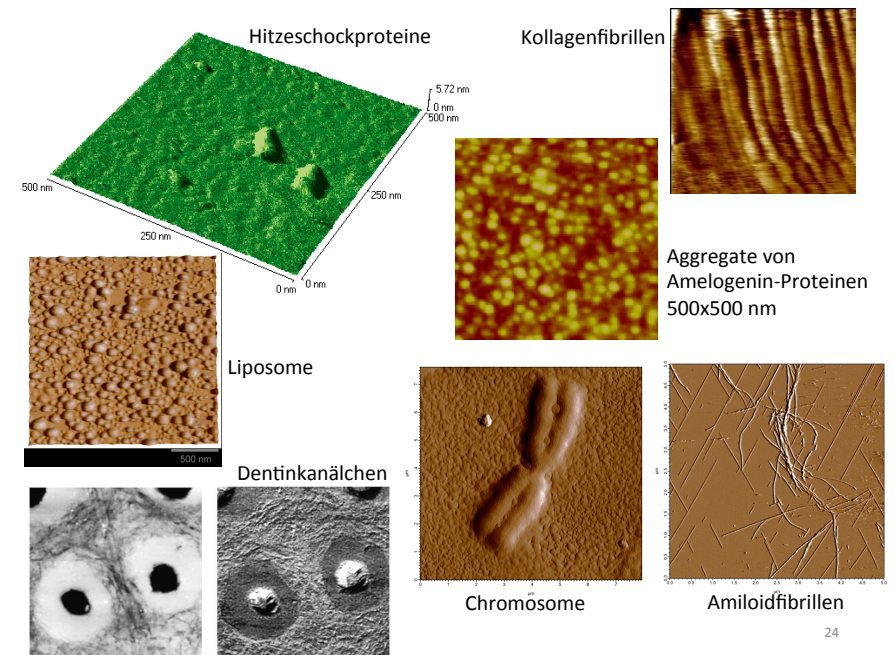


raue Ti-Oberfläche

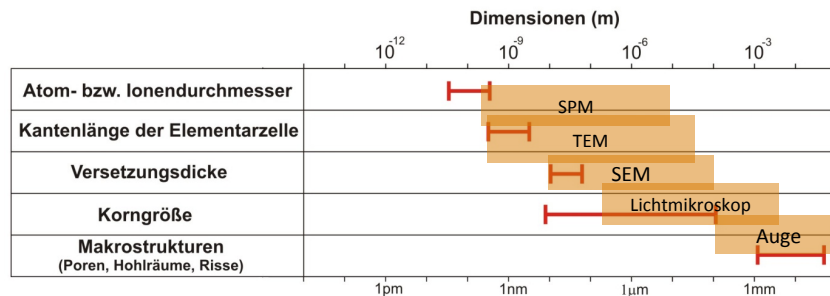


Knochenzellen auf einer Ti-Oberfläche

23



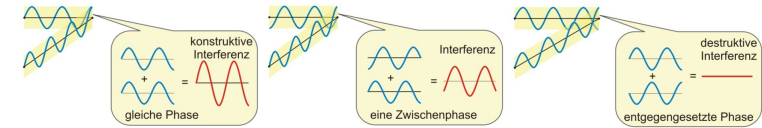
24



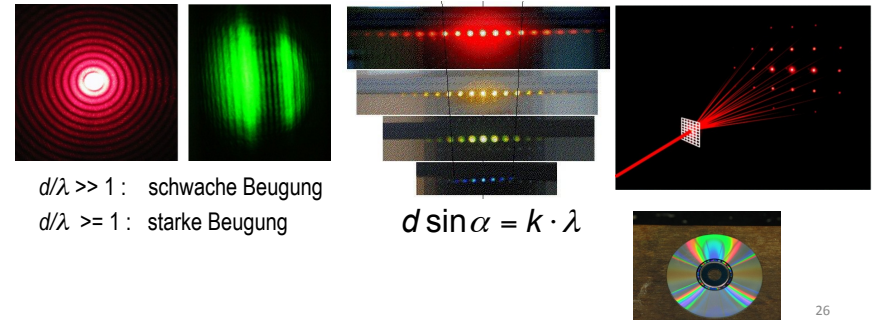
25

Interferenz und Diffraktion (Beugung)

Interferenz

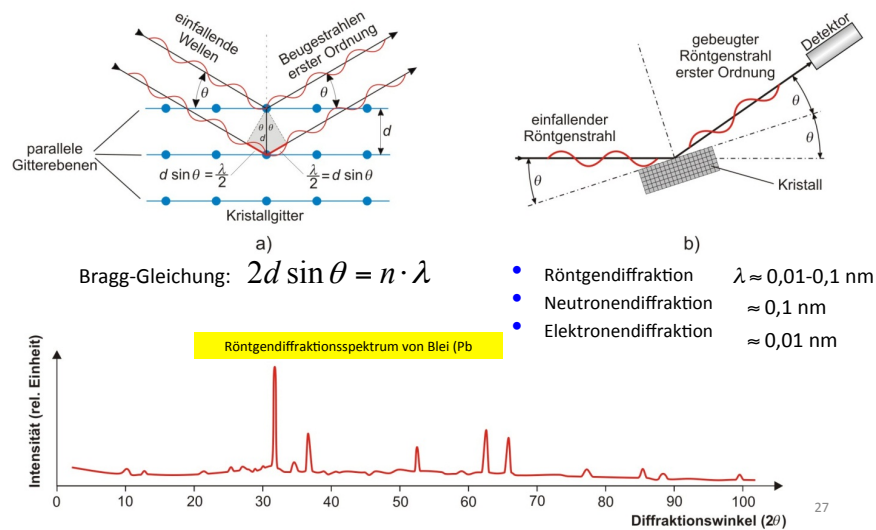


Diffraktion

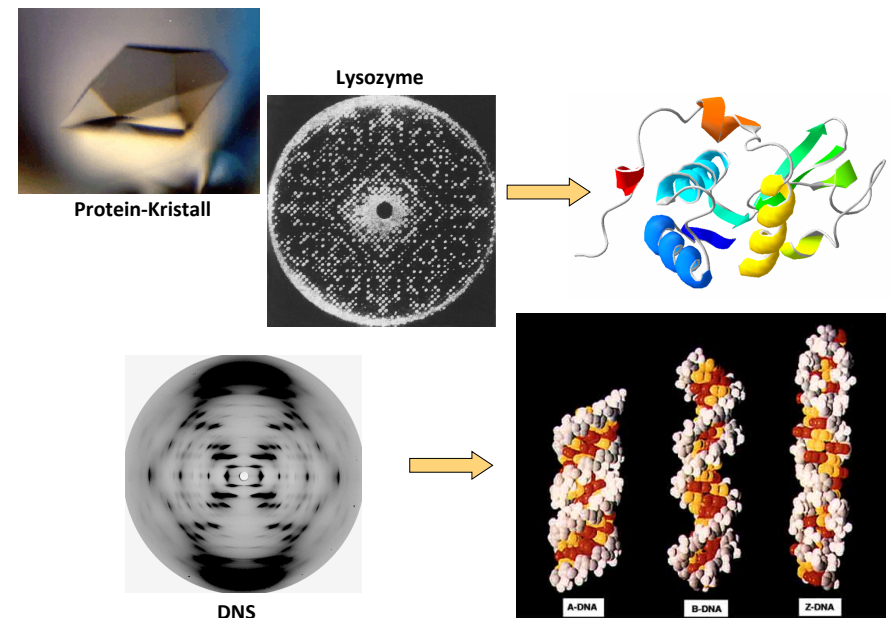


26

Diffraktionsmethoden

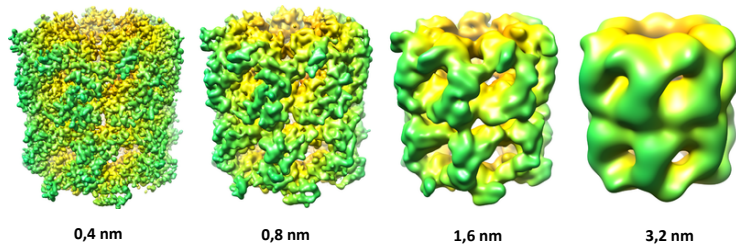


27

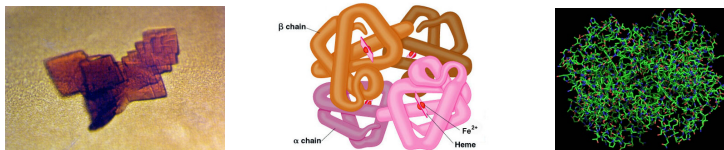


28

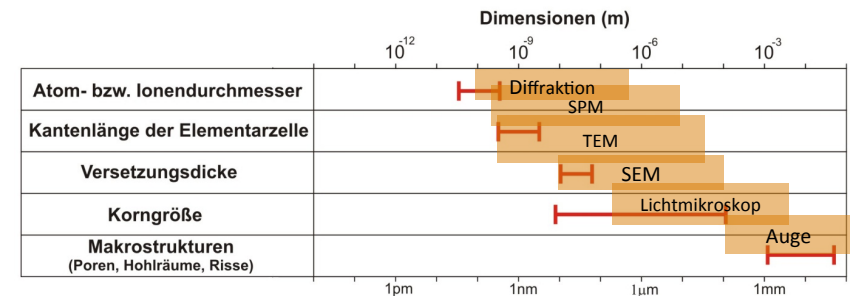
GroEL (Chaperon Protein in Bakterien)
bei verschiedenen Auflösungen:



Hämoglobin:



29



Nächste Vorlesung:
Kapitel 9-13

30

Kontrollfragen

1. Was ist der Unterschied zwischen dem Metallmikroskop und dem einfachen Lichtmikroskop?
2. Ungefähr wie groß ist die Auflösungsgrenze des Auges eines gesunden Menschen?
3. Wie wird das Bild durch ein Konfokalmikroskop erstellt?
4. Was ist der Hauptvorteil eines mit einem Konfokalmikroskop erstellten Bildes im Vergleich zu einem mit einem einfachen Lichtmikroskop erstellten Bild?
5. Wie muss man das Präparat für ein Metallmikroskop vorbereiten?
6. Was muss man mit einem Eiweiß tun, damit man es mit Röntgenstrahlenbeugung untersuchen kann?
7. Welche bildgebenden Methode haben das größte Auflösungsvermögen?
8. Welche bildgebenden Methode werden durch Beugung nicht begrenzt?

31