



Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde

2.

Struktur der Materie

Moleküle. Aggregatzustände: Flüssigkeiten, feste Körper, Flüssigkristalle

Schwerpunkte:

- ❖ Viskosität
- ❖ Wasser und Speichel
- ❖ Kristalle - Apatit
- ❖ Kristalldefekte und ihre Bedeutung
- ❖ Amorphe Stoffe - Gläser
- ❖ Flüssigkristalle (Das Thema ist in dem Lehrbuch nicht zu finden!)

Kapitel des Lehrbuches:
4, 5

Aufgaben:
1. Kapitel:
22, 23, 32, 34, 35

1

Flüssigkeiten



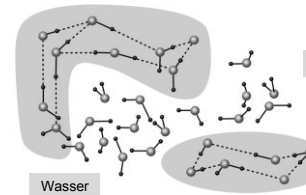
Keine Eigenform:

Nach Deformieren bleibt so, es gibt keine rückstellende Scherkräfte.



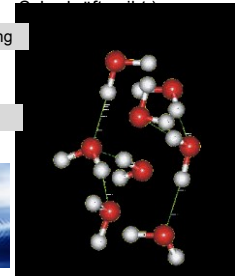
Eigenform:

Nach Deformieren stellt sich zurück, da es rückstellende Scherkräfte.

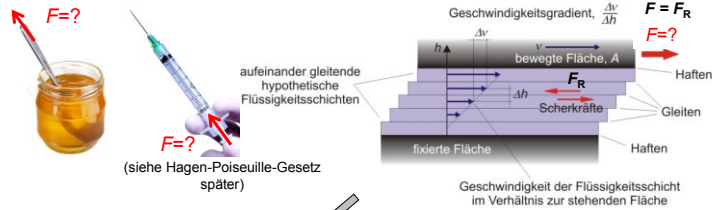


Dynamische Nahordnung

Isotropie



Viskosität (η) $\left(\longleftrightarrow \text{Fluidität (Fließbarkeit)} \frac{1}{\eta} \right)$



Newtonsches Reibungsgesetz:

$$F_R = \eta \cdot A \cdot \frac{\Delta v}{\Delta h}$$

Viskosität (innerer Reibungskoeffizient)
[η] = Pa·s

Eine andere Form des newtonschen Reibungsgesetzes:

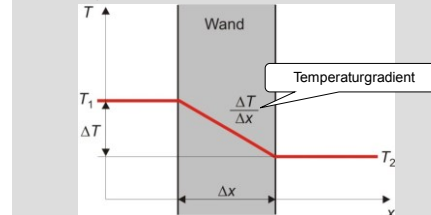
$$\sigma_{\text{Scher}} = \eta \cdot g_v$$

$\sigma_{\text{Scher}} = \frac{F_R}{A}$ (Scherspannung)
 $g_v = \frac{\Delta v}{\Delta h}$ (Geschwindigkeitsgradient)

$$\sigma_{\text{Scher}} = \eta g_v$$

3

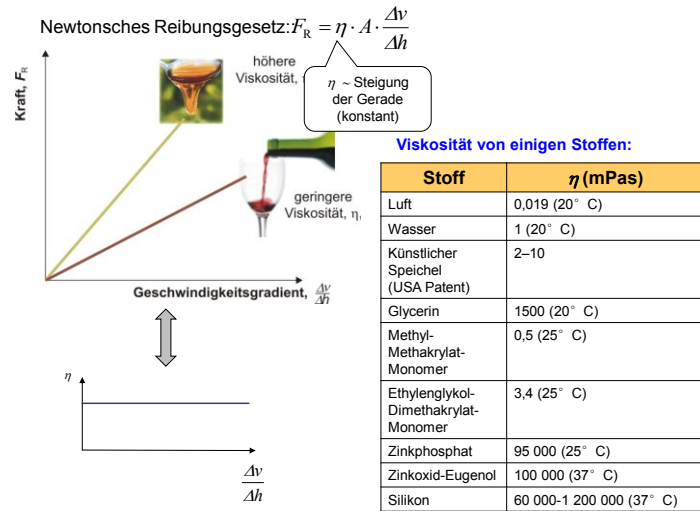
Zur Deutung des Gradienten:



Rotationsviskosimeter:

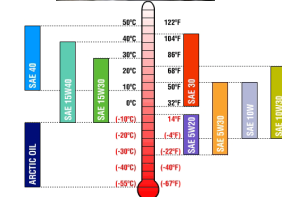
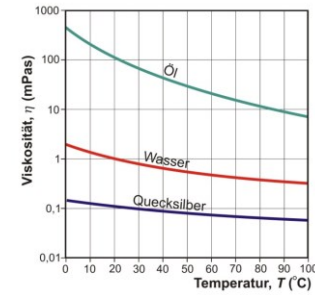


4



5

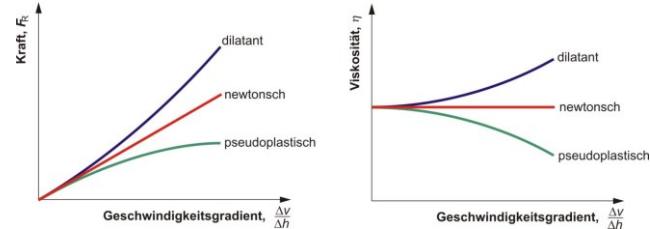
- η hängt ab:
- vom Stoff
 - von der Temperatur



(Die Viskosität der Gase nimmt mit wachsender Temperatur zu. Warum?)

6

- η hängt ab:
- von den Scherkräften (vom Geschwindigkeitsgradienten)?



Flüssigkeiten

Normale (newtonsche) Flüssigkeiten

Z. B. Wasser, Glycerin, Öl



Anomale (nicht-newtonsche) Flüssigkeiten

pseudoplastisch

z.B. Speichel, Blut, Polykarboxylatzement, Elastomer-Abdruckmaterialien

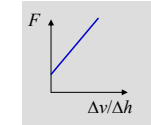
dilatant

z.B. einige Komposite



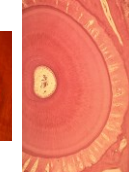
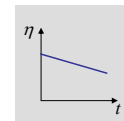
7

Bingham-Flüssigkeit:



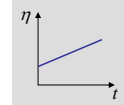
- η hängt ab:
- von der Zeit

Thixotrope Flüssigkeiten:



Z.B.: einige Abdruckmaterialien

Rheopexe Flüssigkeiten:

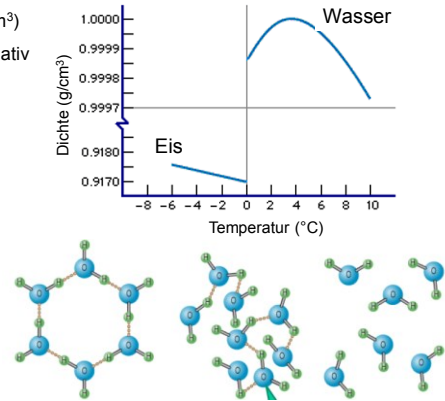


Bitte nicht verwechseln mit pseudoplastischen und dilatanten Flüssigkeiten!

8

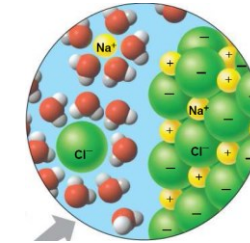
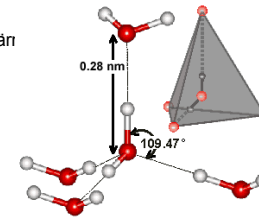
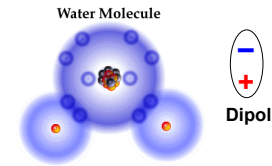
Wasser

- flüssig in einem breiten Temperaturbereich
- relativ kleine Dichte (1 g/cm^3)
- newtonsche Flüssigkeit, relativ kleine Viskosität



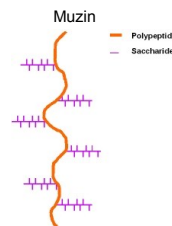
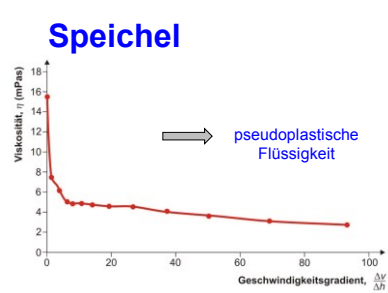
9

- hohe spezifische Wärmekapazität, Schmelzwärme und Verdampfungswärme
- hohe Oberflächenspannung
- gutes Lösungsmittel

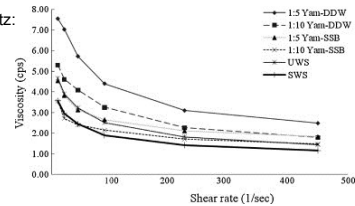


10

Speichel



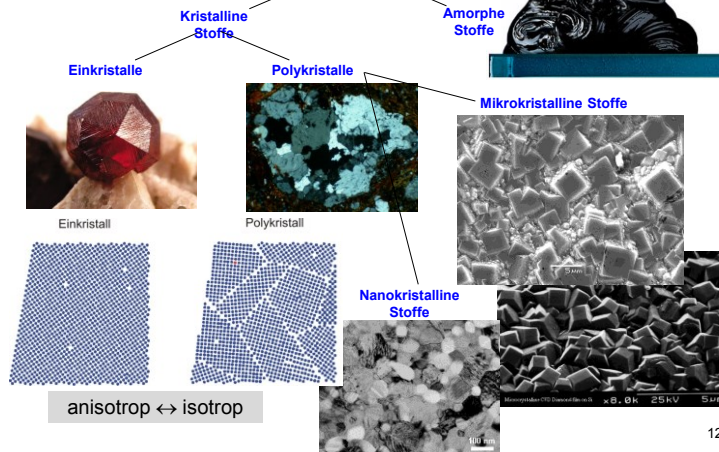
Speicheleratz:



11

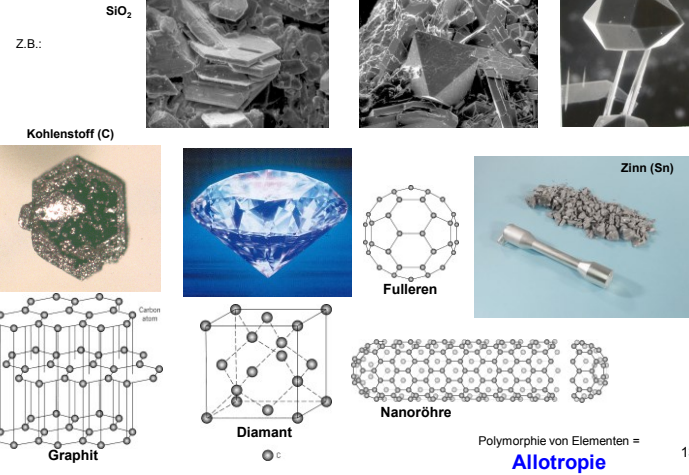
Feste Körper

(Kristall = Festkörper)



12

Polymorphie



13

Apatit



14

Gitterdefekte

Punktdefekte

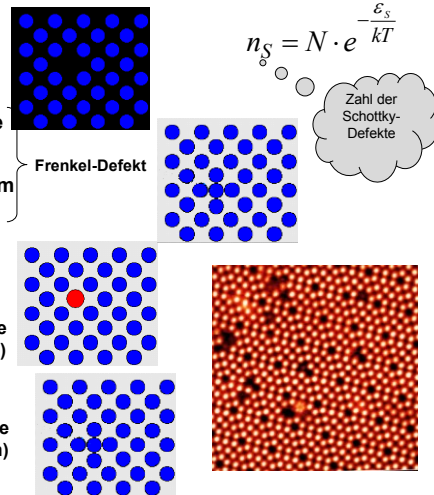
thermisch

- Vakanz/Leerstelle (Schottky-Defekt)
- Interstitialles Atom (Zwischengitteratom)

Fremdatom

- An einer Gitterstelle (Substitutionsatom)
- An einer Zwischengitterstelle (interstitielles Atom)

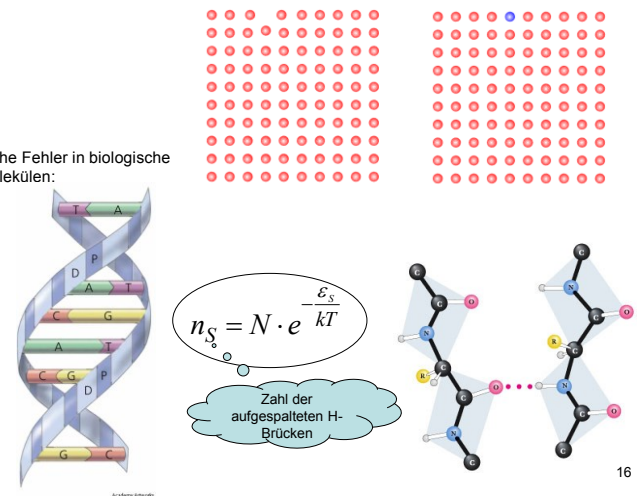
s. Legierungen !!



15

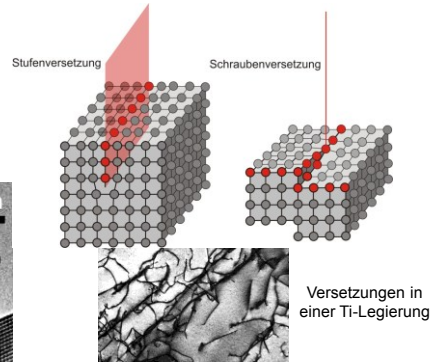
Entstehung und Bewegung von Punktdefekten:

Thermische Fehler in biologische Makromolekülen:

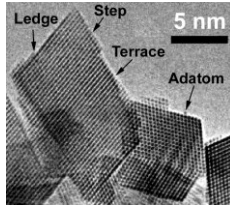


16

- Versetzungen
 - Stufenversetzung
 - Schraubenversetzung



- Korngrenzen



17

Gitterdefekte \Rightarrow Eigenschaften!!

z. B. optische Eigenschaften

Al_2O_3

+ Cr^{3+} Rubin \rightarrow siehe Rubinlaser

+ V^{2+}

+ Fe^{2+}

+ $\text{Ti}^{4+} + \text{Fe}^{2+}$

NaI $\text{NaI} + \text{Ti}$

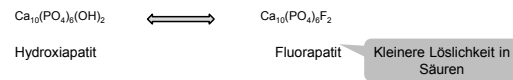
\rightarrow siehe Szintillationskristall in der Nuklearmedizin
Praktikum „Nukleare Grundmessung“

18

z. B. mechanische Eigenschaften



z. B. chemische Eigenschaften



z. B. elektrische Eigenschaften

\rightarrow siehe reine und dotierte Halbleiter

19

Amorphe (feste) Körper

- Eigenvolumen
- Mechanisch hart
- Keine Eigenform/flüssig
sehr hohe Viskosität;
„gefrorene Flüssigkeit“
- Nahordnung
- Viele Defekte
- Isotrop

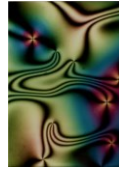
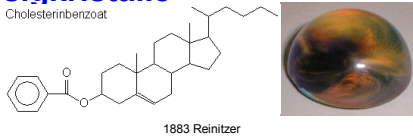


20

Das Thema ist in dem Lehrbuch nicht zu finden!

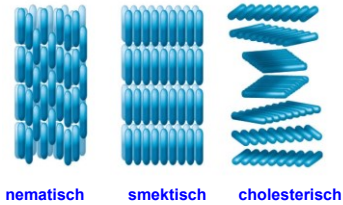
Flüssigkristalle

Cholesterinbenzoat



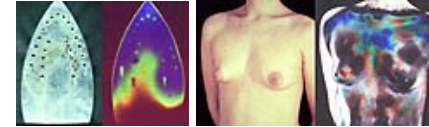
- Anisodimensionale Moleküle
- Mesophase
- Flüssig
- Teilweise geordnete Strukturen
- Optisch anisotrop
- Gegen äußere Einwirkungen empfindliche Struktur

Strukturen der termotropen Flüssigkristalle:



21

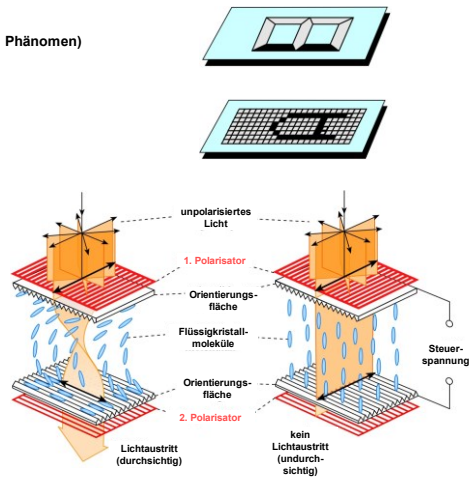
Kontaktthermographie/Plattenthermographie (thermo-optisches Phänomen)



22

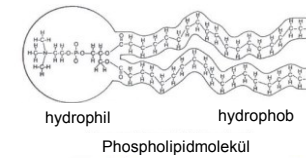
LCD

(elektro-optisches Phänomen)

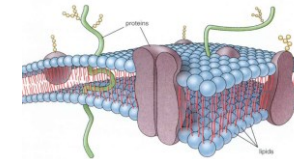
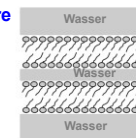


23

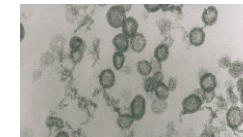
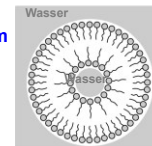
Lyotrope Flüssigkristalle:



Lamellare Struktur



Liposom



Nächste Vorlesung:
Kapitel 6 und 7

24