



Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde

2.

Struktur der Materie

Moleküle. Aggregatzustände: Flüssigkeiten, feste Körper, Flüssigkristalle

Schwerpunkte:

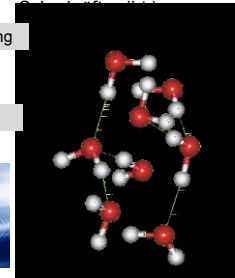
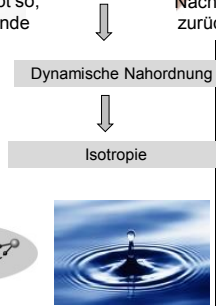
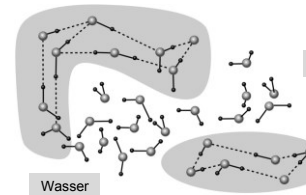
- ❖ Viskosität
- ❖ Wasser und Speichel
- ❖ Kristalle - Apatit
- ❖ Kristalldefekte und ihre Bedeutung
- ❖ Amorphe Stoffe - Gläser
- ❖ Flüssigkristalle (Das Thema ist in dem Lehrbuch nicht zu finden!)

Kapitel des Lehrbuches:
4, 5

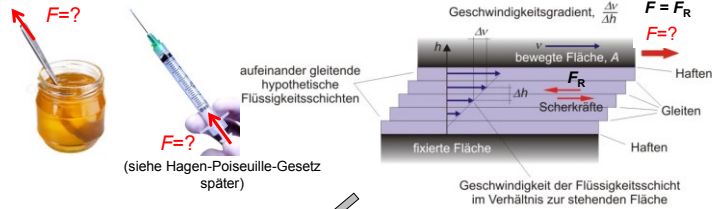
Aufgaben:
1. Kapitel:
22, 23, 32, 34, 35

1

Flüssigkeiten



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



Newton'sches Reibungsgesetz:

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

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

Eine andere Form des newtonschen Reibungsgesetzes:

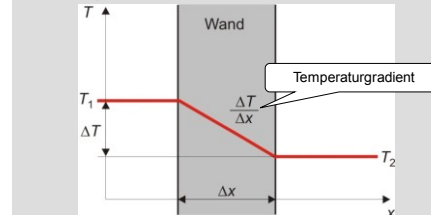
$$\sigma_{\text{Scher}} = \eta \cdot g_v$$

where $\sigma_{\text{Scher}} = \frac{F_R}{A}$ and $g_v = \frac{\Delta v}{\Delta h}$

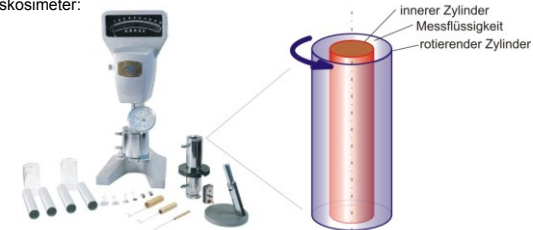
Labels: Scherspannung, Geschwindigkeitsgradient

3

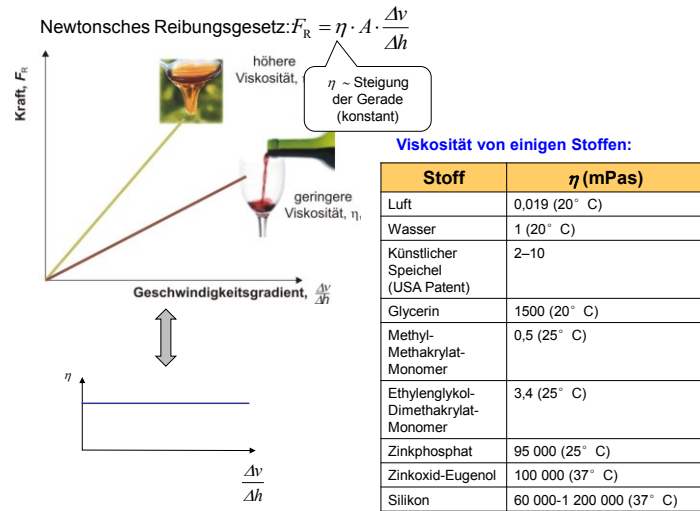
Zur Deutung des Gradienten:



Rotationsviskosimeter:

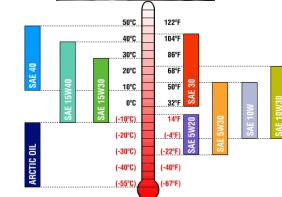
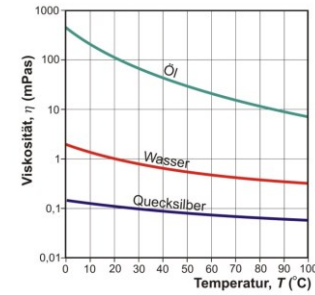


4



5

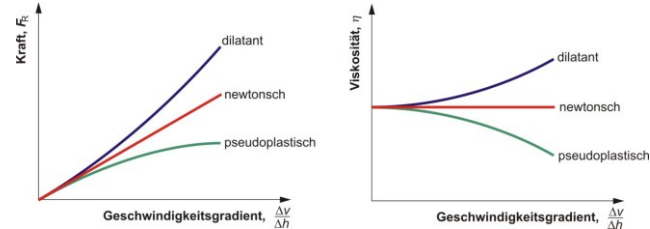
- η hängt ab:
- vom Stoff
 - von der Temperatur



(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

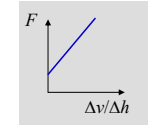
dilatant

z.B. einige Komposite



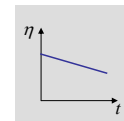
7

Bingham-Flüssigkeit:



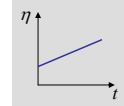
- η hängt ab:
- von der Zeit

Thixotrope Flüssigkeiten:



Z.B.: einige Abdruckmaterialien

Rheopexe Flüssigkeiten:

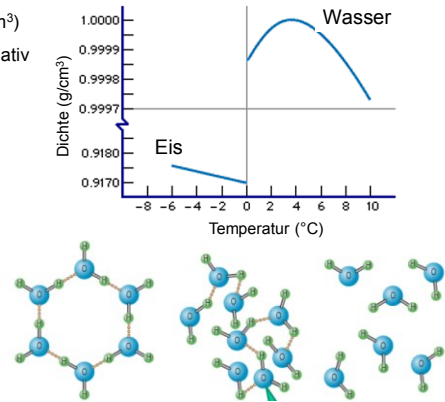


Bitte nicht verwechseln mit pseudoplastischen und dilatanten Flüssigkeiten!

8

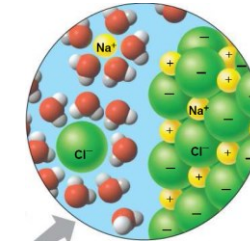
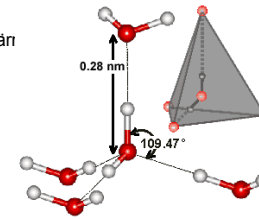
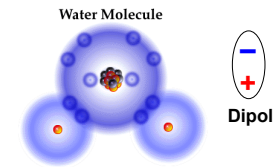
Wasser

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



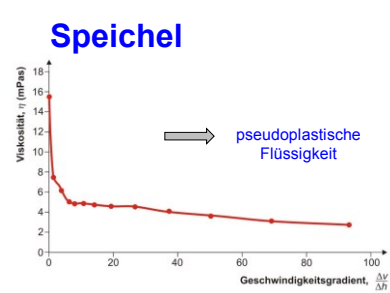
9

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

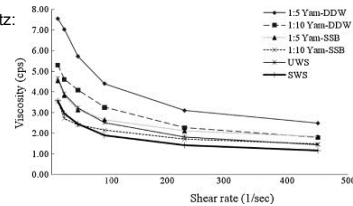


10

Speichel



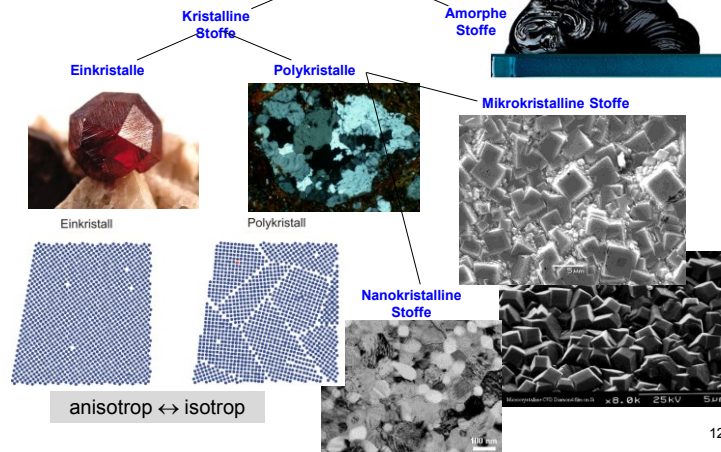
Speicheleratz:



11

Feste Körper

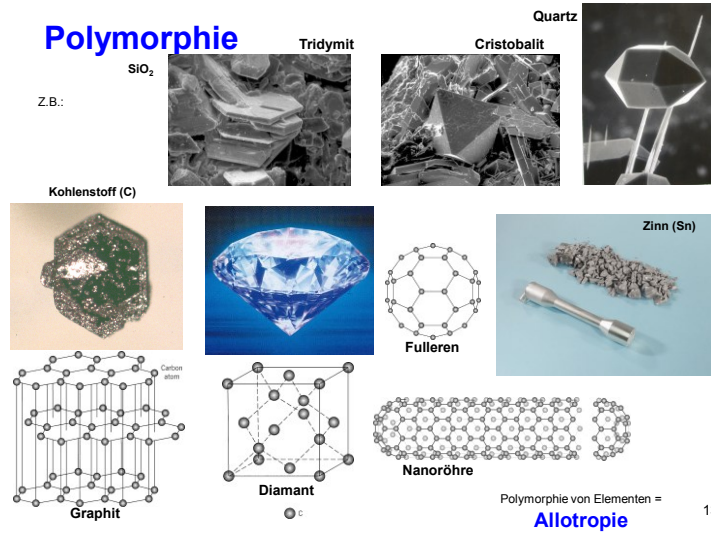
(Kristall = Festkörper)



12

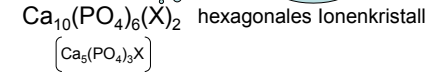
Polymorphie

Z.B.:



13

Apatit



OH: Hydroxiapatit
 F: Fluorapatit



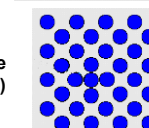
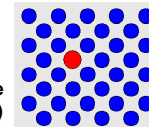
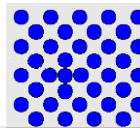
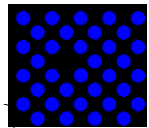
14

Gitterdefekte

Punktdefekte

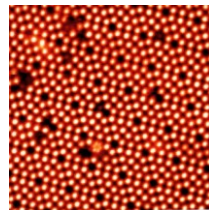
thermisch

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



$$n_S = N \cdot e^{-\frac{\epsilon_S}{kT}}$$

Zahl der Schottky-Defekte

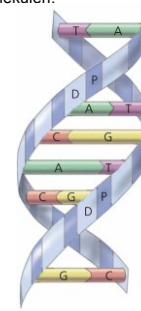


s. Legierungen !!

15

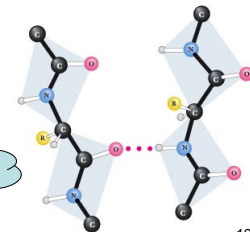
Entstehung und Bewegung von Punktdefekten:

Thermische Fehler in biologische Makromolekülen:



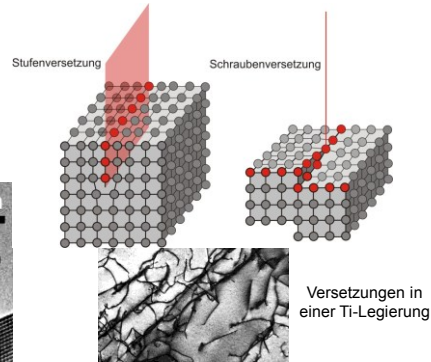
$$n_S = N \cdot e^{-\frac{\epsilon_S}{kT}}$$

Zahl der aufgespaltenen H-Brücken

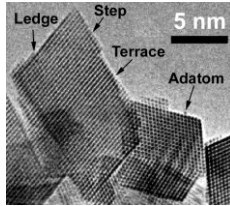


16

- Versetzungen
 - Stufenversetzung
 - Schraubenversetzung



- Korngrenzen



17

Gitterdefekte \Rightarrow Eigenschaften!!

z. B. optische Eigenschaften

Al_2O_3

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

+ V^{2+}

+ Fe^{2+}

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

NaI

NaI + Ti

(unter Röntgenbestrahlung)

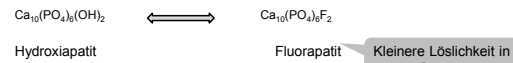
siehe Szintillationskristall in der Nuklearmedizin
Praktikum „Nukleare Grundmessung“

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

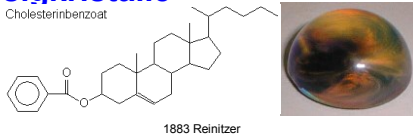


20

Das Thema ist in dem Lehrbuch nicht zu finden!

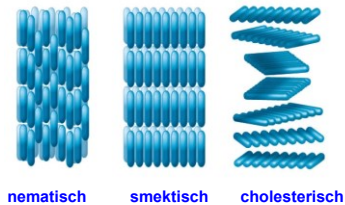
Flüssigkristalle

Cholesterinbenzoat



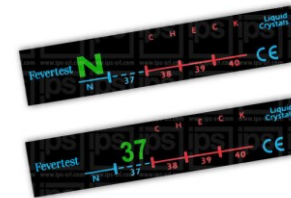
- Anisodimensionale Moleküle
- Mesophase
- Flüssig
- Teilweise geordnete Strukturen
- Optisch anisotrop
- Gegen äußere Einwirkungen empfindliche Struktur

Strukturen der termotropen Flüssigkristalle:



21

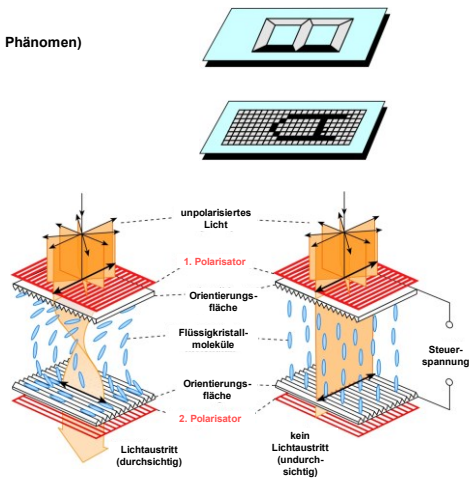
Kontaktthermographie/Plattenthermographie (thermo-optisches Phänomen)



22

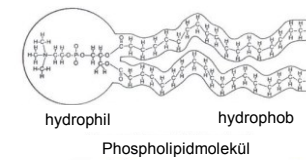
LCD

(elektro-optisches Phänomen)

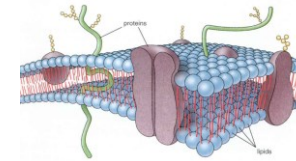
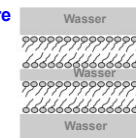


23

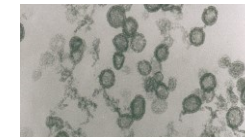
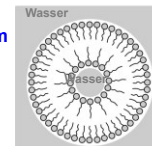
Lyotrope Flüssigkristalle:



Lamellare Struktur



Liposom



Nächste Vorlesung:
Kapitel 6 und 7

24