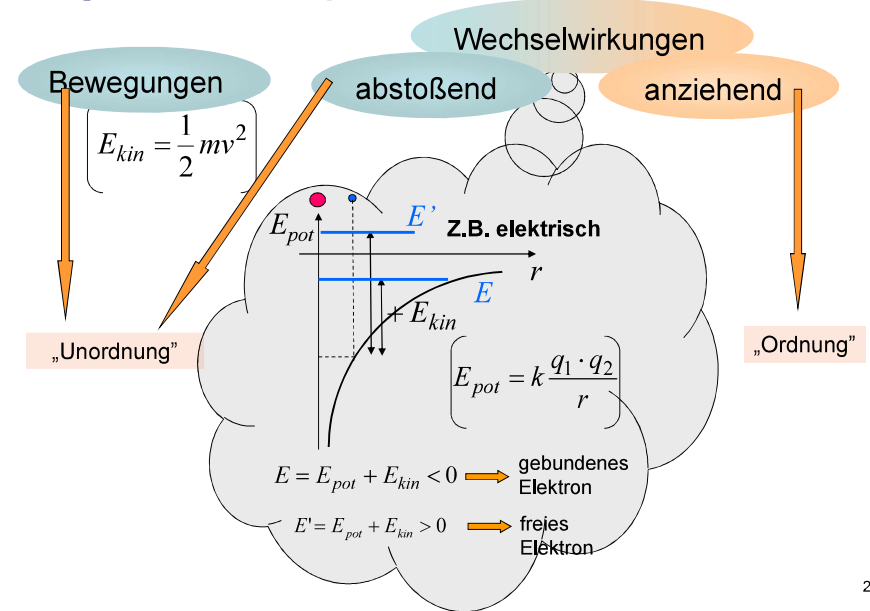


# Biophysik für Pharmazeuten I.

2020/21  
Vorlesung 2

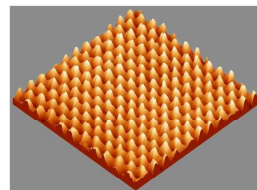
## Struktur der Materie

## Allgemeine Prinzipien

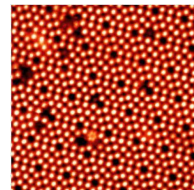


## Atomarer Aufbau der Materie

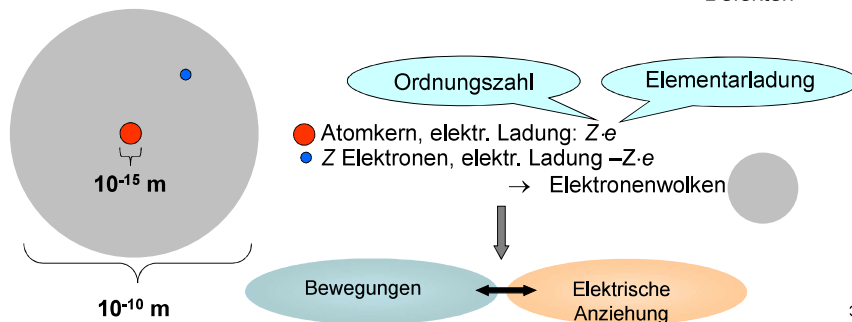
- Demokritos 5. Jht v. Chr.
- Daltonsches Gesetz 1803
- Moderne Mikroskope:



Graphit

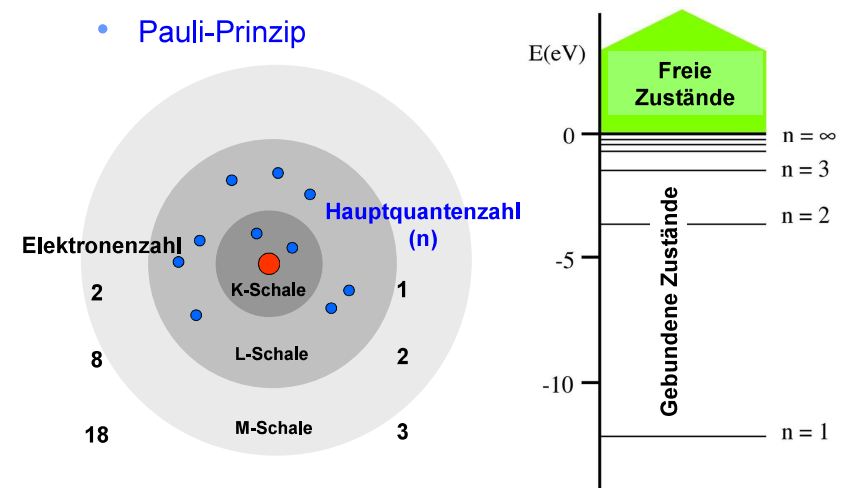


Si Kristall mit Defekten

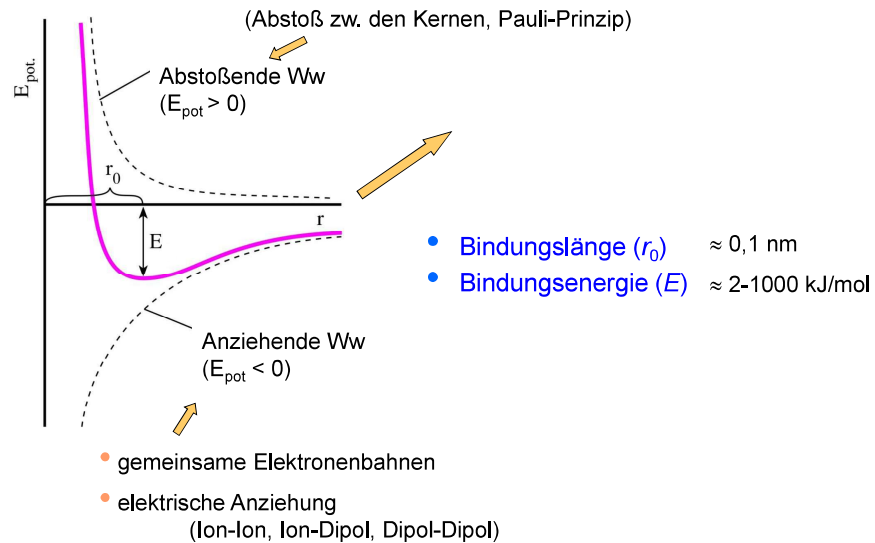


- Energieminimum
- Diskrete Energiezustände
- Pauli-Prinzip

Eine „neue“ Maßeinheit:  
Elektronenvolt (eV), es gilt  
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

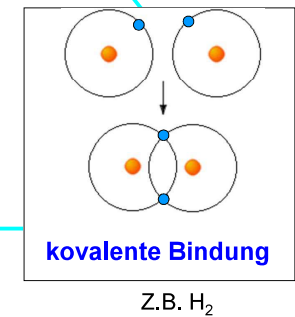
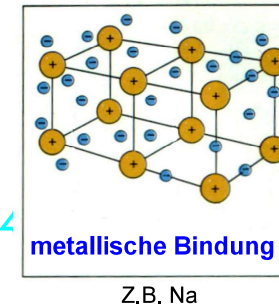
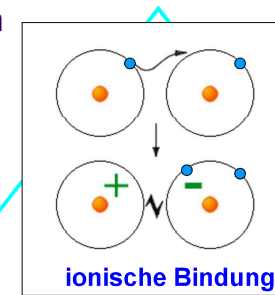


## Atomare Wechselwirkungen

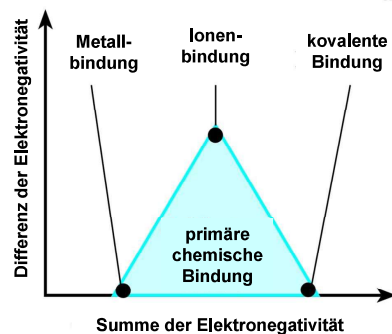
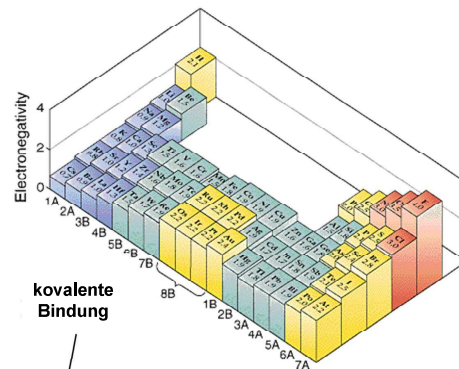


## Bindungstypen

- Primäre Bindungen  $\approx 100 \text{ kJ/mol}$ 
  - kovalente
  - metallische
  - ionische

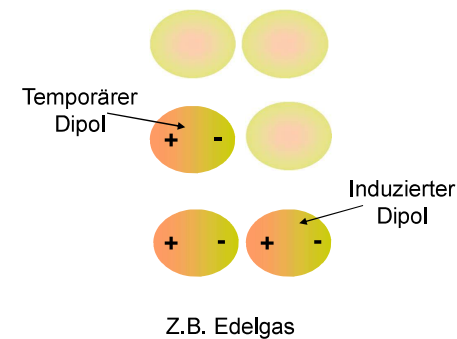


6

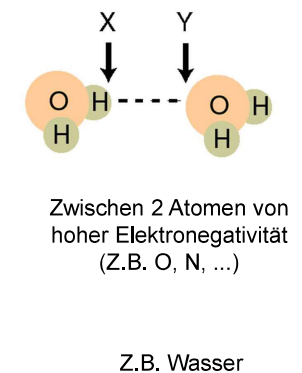


- Sekundäre Bindungen  $\approx 10 \text{ kJ/mol}$ 
  - van der Waals (Orientierung, Induktion, Dispersion)
  - H-Brückenbindung

### van der Waals Bindung (Dispersionskräfte)



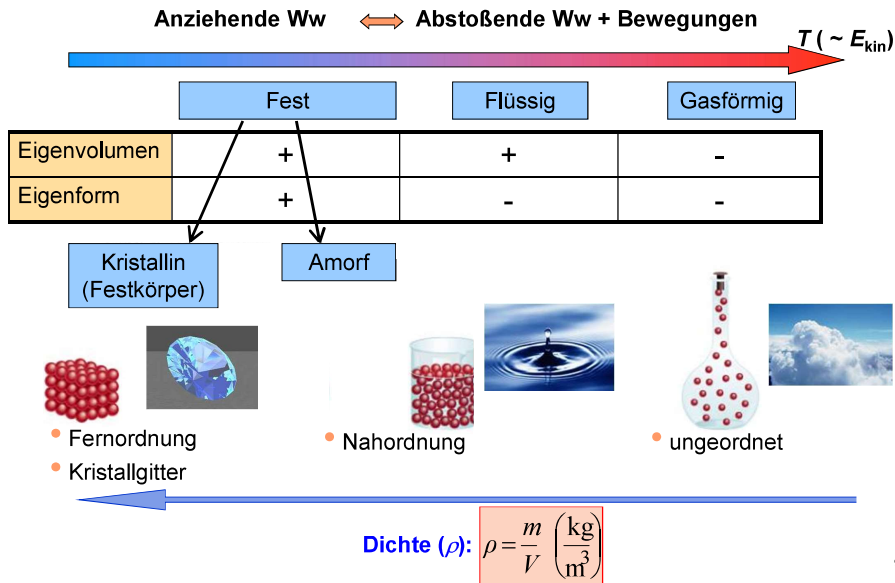
### H-Brückenbindung



7

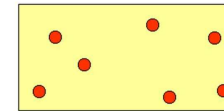
8

## Aggregatzustände



9

## Gase



Makroskopische Beschreibung:

- Kein Eigenvolumen und keine Eigenform
- Isotrop
- Messbare Größen:

Druck  $p$ , Volumen  $V$ , Stoffmenge  $\nu$ , Temperatur  $T$

$$pV = \nu RT$$

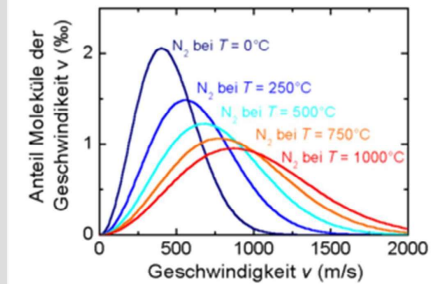
(Für ideale Gase: punktförmige Atome ohne Wechselwirkungen)

Mikroskopische Beschreibung:

- Ungeordnet
- Starke und fast freie Bewegung

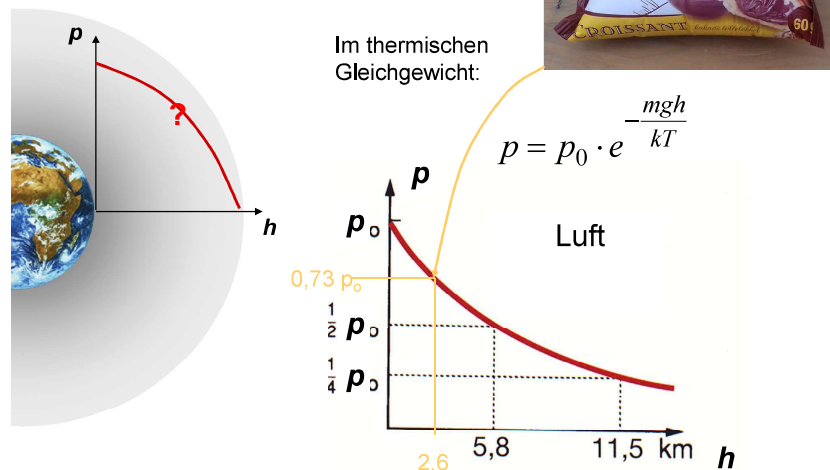
$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} kT$$

Maxwell-Boltzmann- Verteilung



10

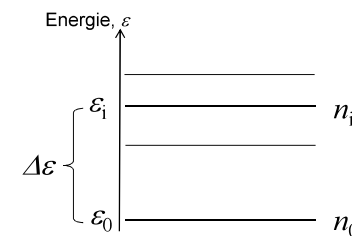
## Gas im Gravitationsfeld – barometrische Höhenformel:



11

## Boltzmann-Verteilung im Allgemeinen

Die Verteilung der Teilchen auf die Energiezustände im thermischen Gleichgewicht ( $T = \text{konstant}$ ):



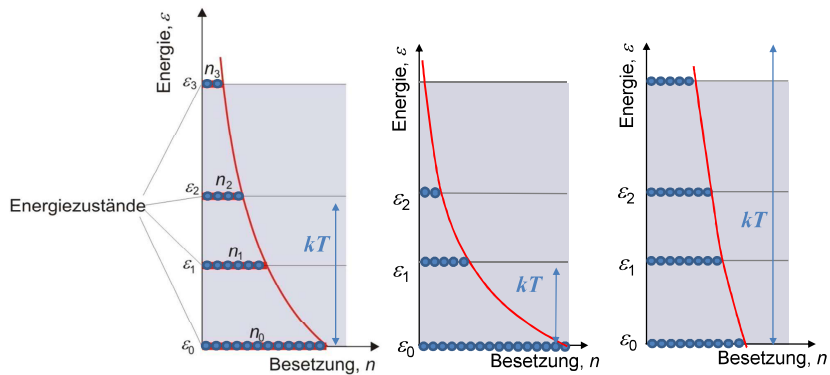
$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_0}{kT}}$$

$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_0}{kT}} = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta\varepsilon}{kT}} = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta E}{RT}}$$

$$\left( \begin{array}{l} \Delta E = \Delta\varepsilon \cdot N_A \\ R = k \cdot N_A \end{array} \right)$$

12

$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_0}{kT}} = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta\varepsilon}{kT}}$$



### Anwendungen:

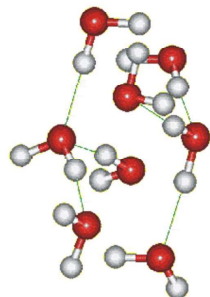
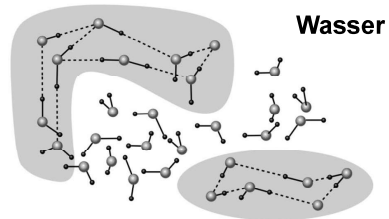
- Barometrische Höhenformel
- Thermische Elektronenemission von Metallen
- Konzentrationselemente, Nernst-Gleichung
- Chemische Reaktionen (Geschwindigkeits- und Gleichgewichtskonstante)
- Konzentration von thermischen Punktdefekten (in Kristallen und Makromolekülen)
- Elektrische Leitfähigkeit von Halbleitern
- ...

13

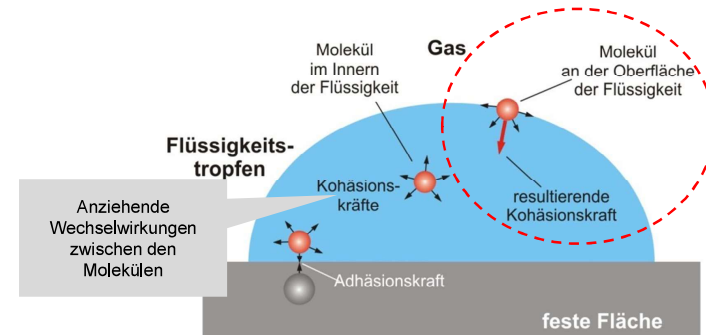
## Flüssigkeiten



- Eigenvolumen
- Keine Eigenform/flüssig – keine innere Scherkräfte
- Nahordnung  
einige nm große geordnete dynamische Bereiche
- Viele Strukturdefekte
- mittelstarke Bewegungen
- Isotrop



### c) Oberflächenspannung



15

16

- Oberflächenspannung, oder spezifische Oberflächenenergie ( $\sigma$ ):

Zur Flächenvergrößerung von  $\Delta A$  nötige Energie

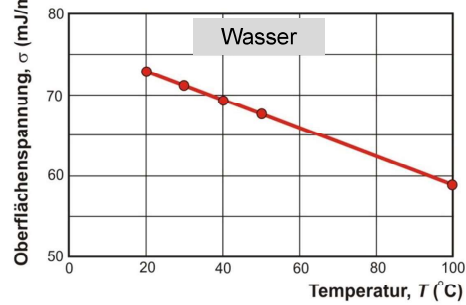
$$\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A} \quad \left( \frac{\text{J}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$$

Oberflächenvergrößerung

Stoff	$\sigma \text{ (J/m}^2\text{)*}$
Wasser	0,073
Blut	0,06
Speichel	0,05
Alkohol	0,023
Quecksilber	0,484

\* In Bezug auf Luft, 20°C

Die Temperaturabhängigkeit der Oberflächenspannung:

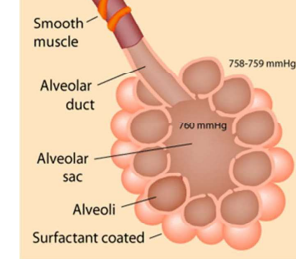


17



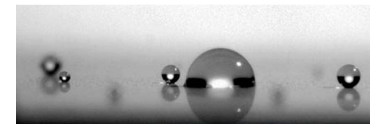
Die hohe Oberflächenspannung des Wassers kann Probleme verursachen!

„Neonatales Atemnotsyndrom“  
RDS=respiratory distress syndrome



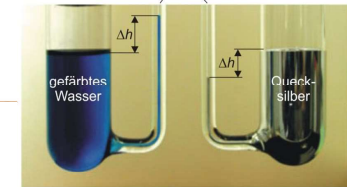
Weitere Erscheinungen, wobei die Oberflächenspannung eine Rolle spielt:

Benetzung



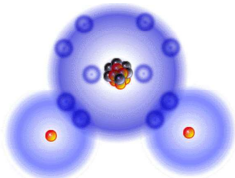
Kapillareffekt

dünnes Rohr

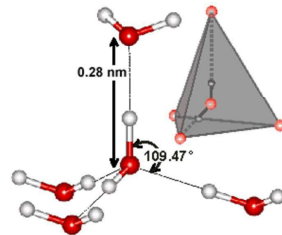


18

## Wasser



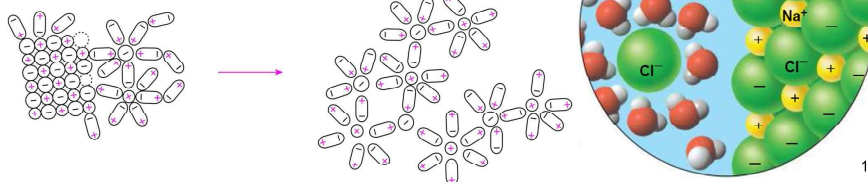
Dipol



➤hohe spezifische Wärmekapazität, Schmelzwärme und Verdampfungswärme

➤hohe Oberflächenspannung

➤gutes Lösungsmittel



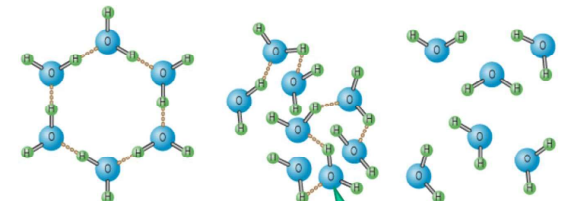
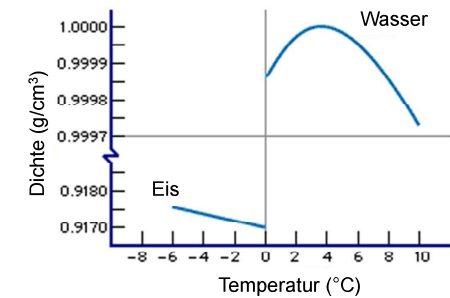
19

Dichte:

Stoff	$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$
Wasser	1
Fettgewebe	≈ 0,9
Blut	≈ 1,05
Knochen	≈ 1,8
Körpergewebe (Mittelwert)	≈ 1,04

Temperaturabhängigkeit:

$\rho(T)$



20