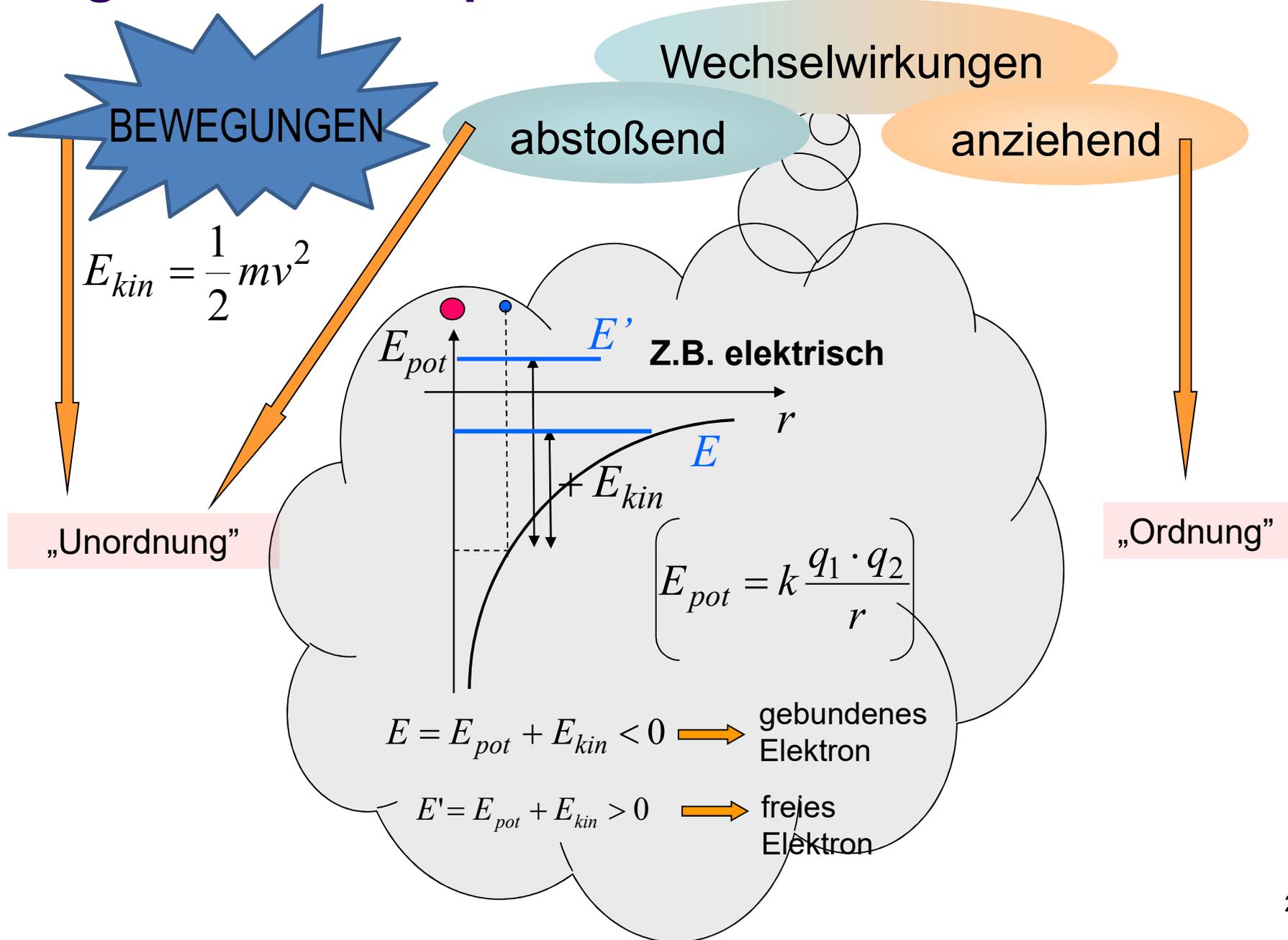


# Biophysik für Pharmazeuten I.

2022/23 I. Semester  
Vorlesung 5

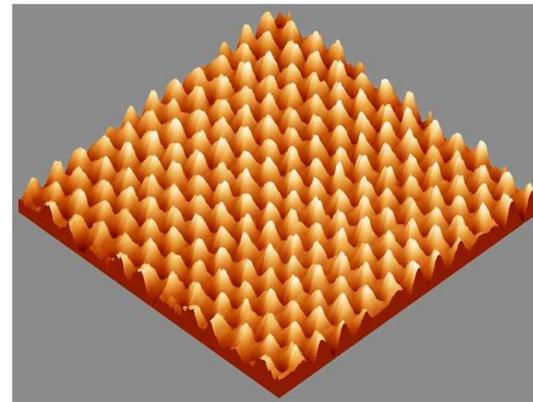
Struktur der Materie

# Allgemeine Prinzipien

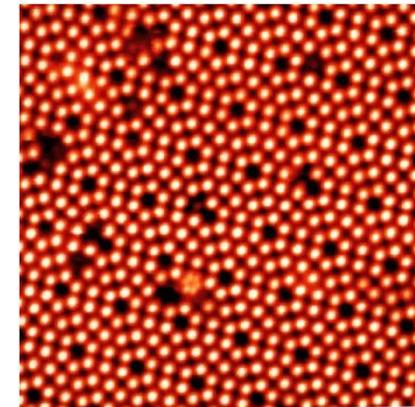


# Atomarer Aufbau der Materie

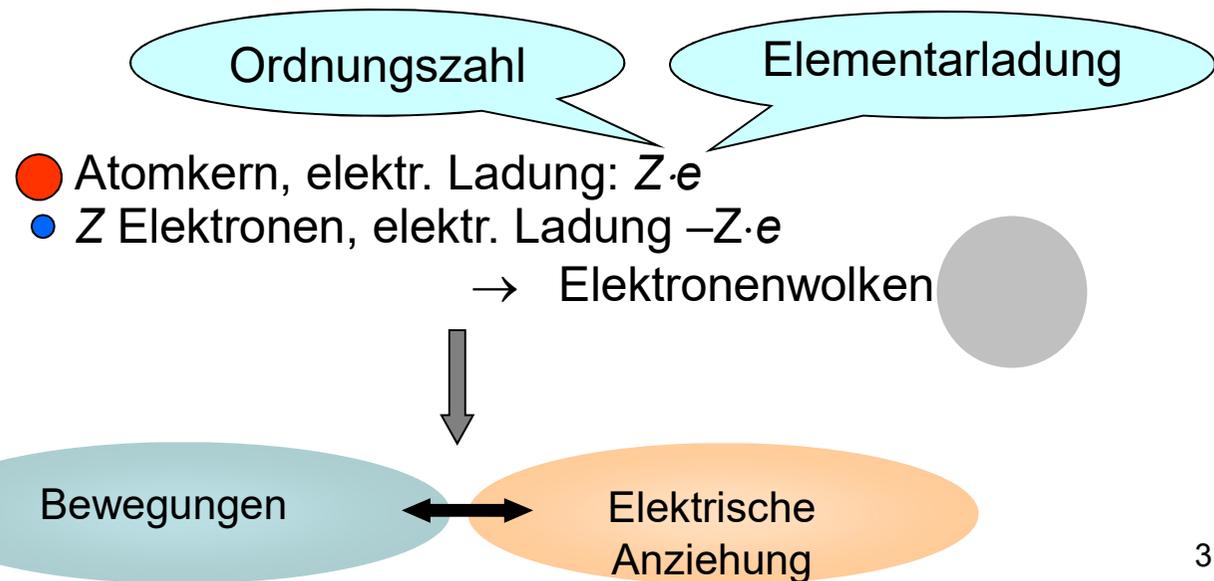
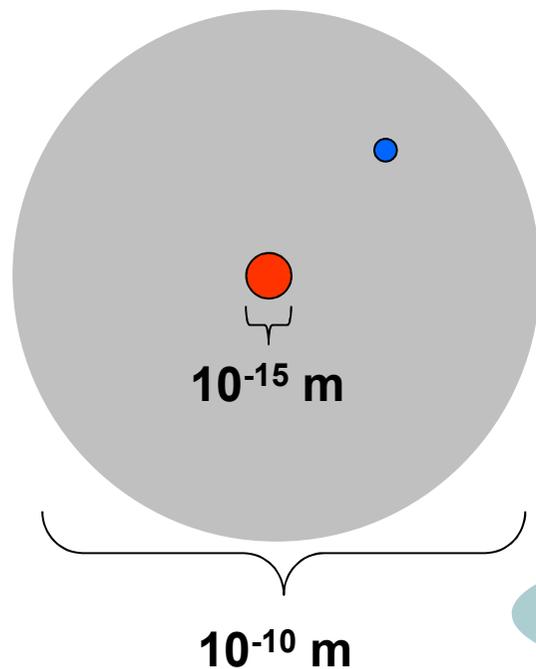
- Demokritos 5.Jht v.Chr.
- Daltonsches Gesetz 1803
- Moderne Mikroskope:



Graphit

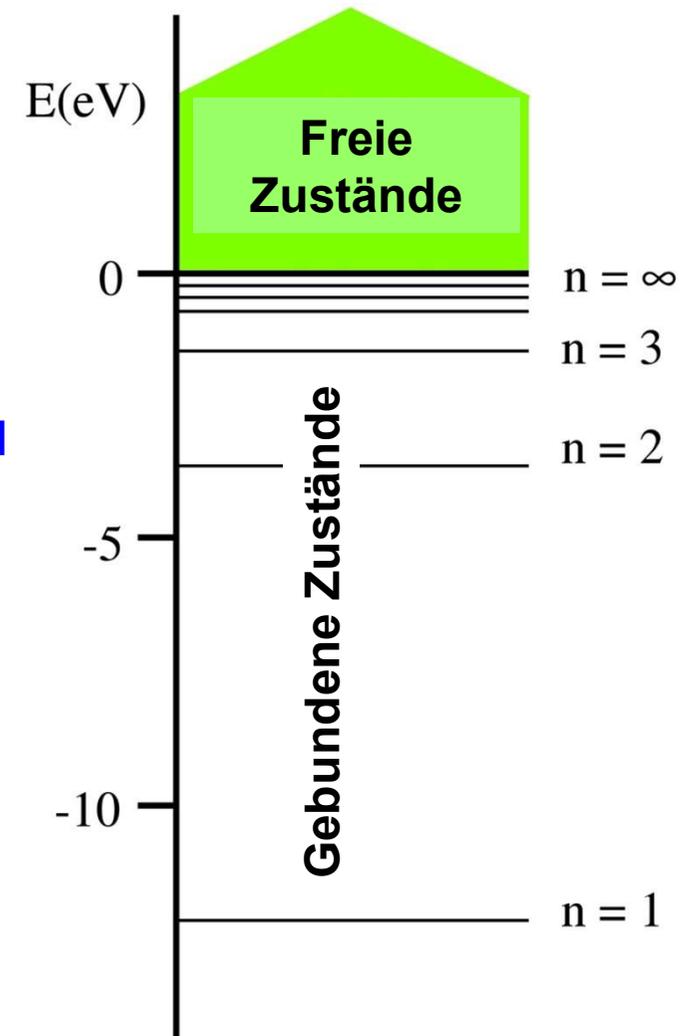
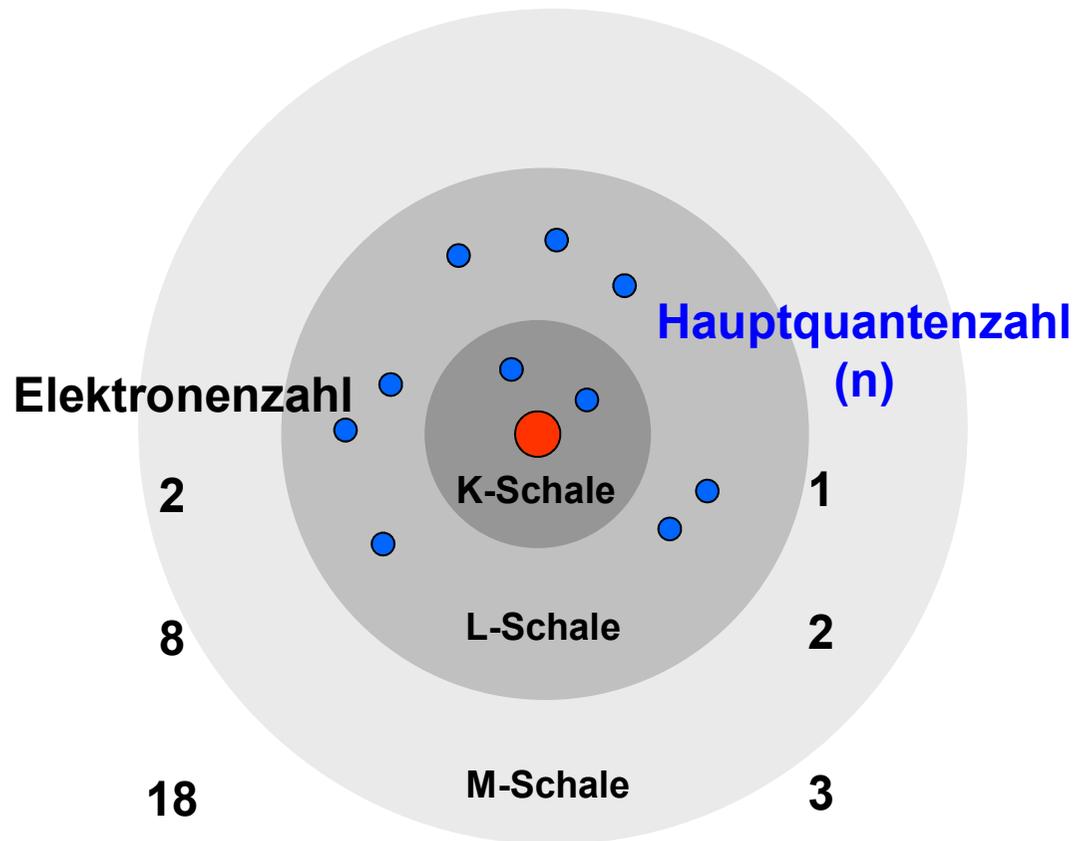


Si Kristall mit Defekten

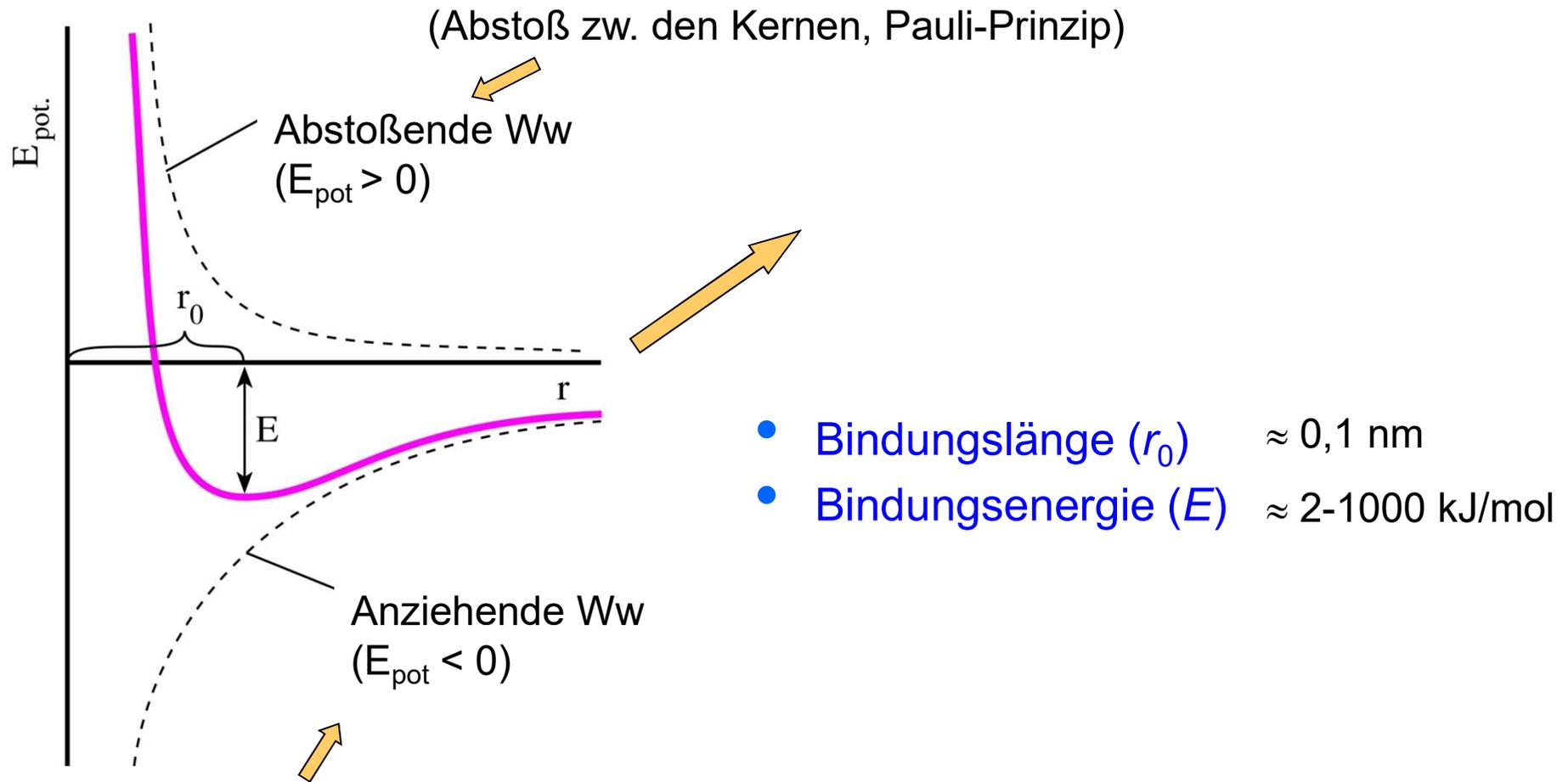


- Energieminimum
- Diskrete Energiezustände
- Pauli-Prinzip

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



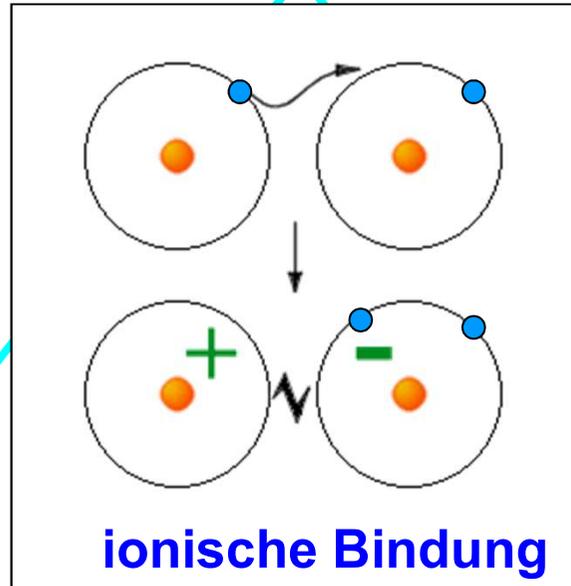
# Atomare Wechselwirkungen



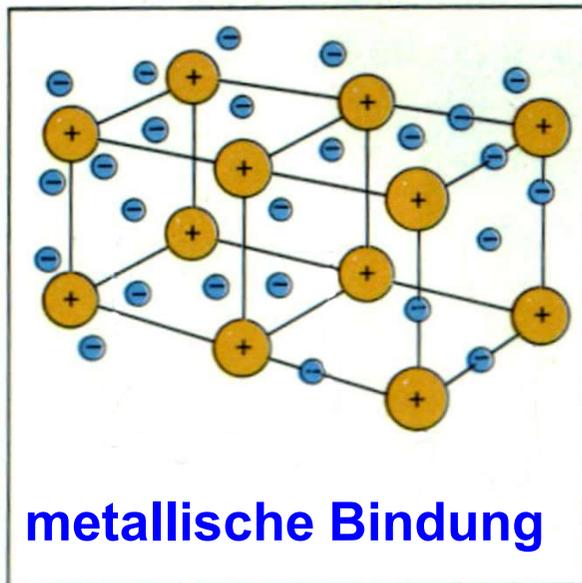
- gemeinsame Elektronenbahnen
- elektrische Anziehung  
(Ion-Ion, Ion-Dipol, Dipol-Dipol)

# Bindungstypen

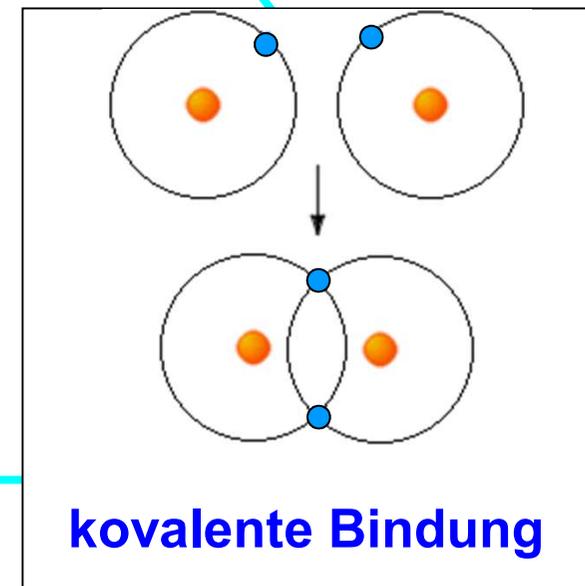
- Primäre Bindungen  
≈100 kJ/mol
  - kovalente
  - metallische
  - ionische



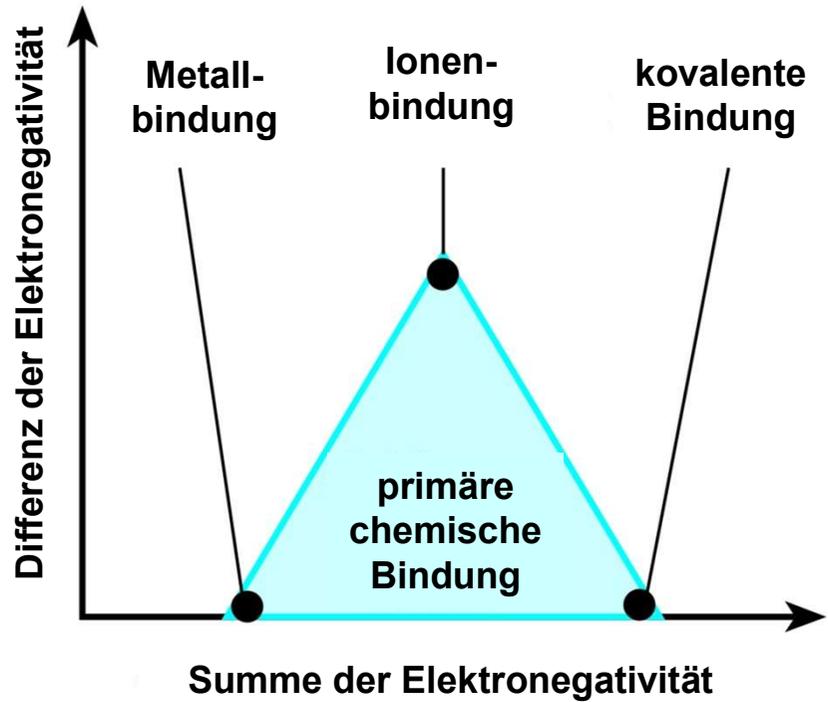
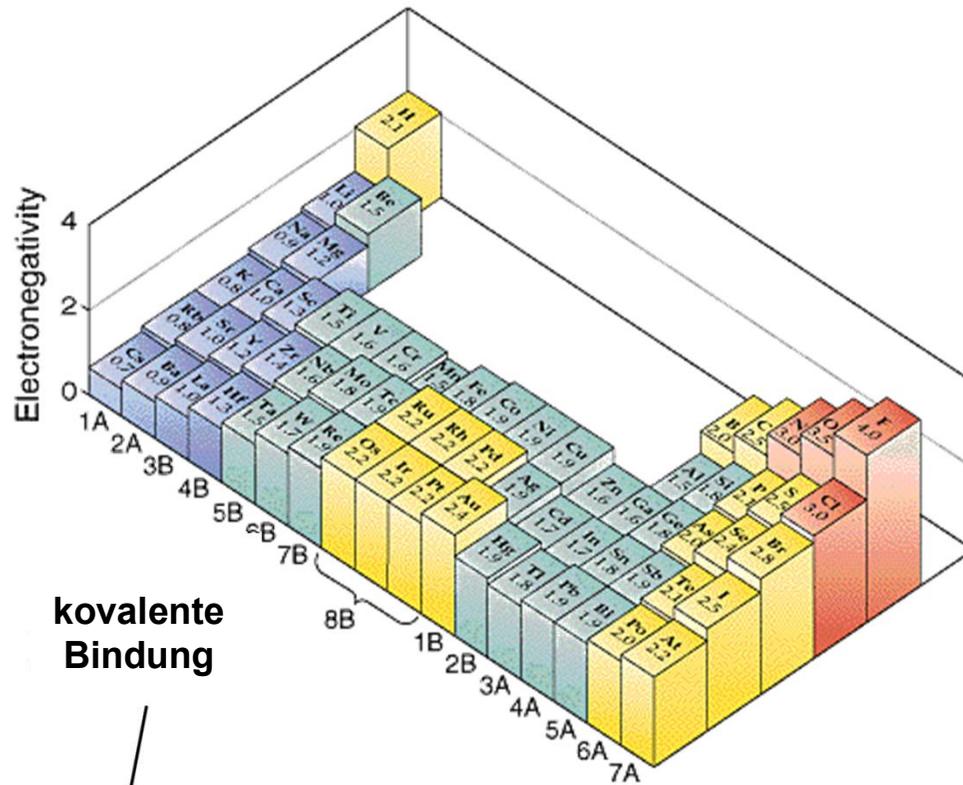
Z.B. NaCl



Z.B. Na

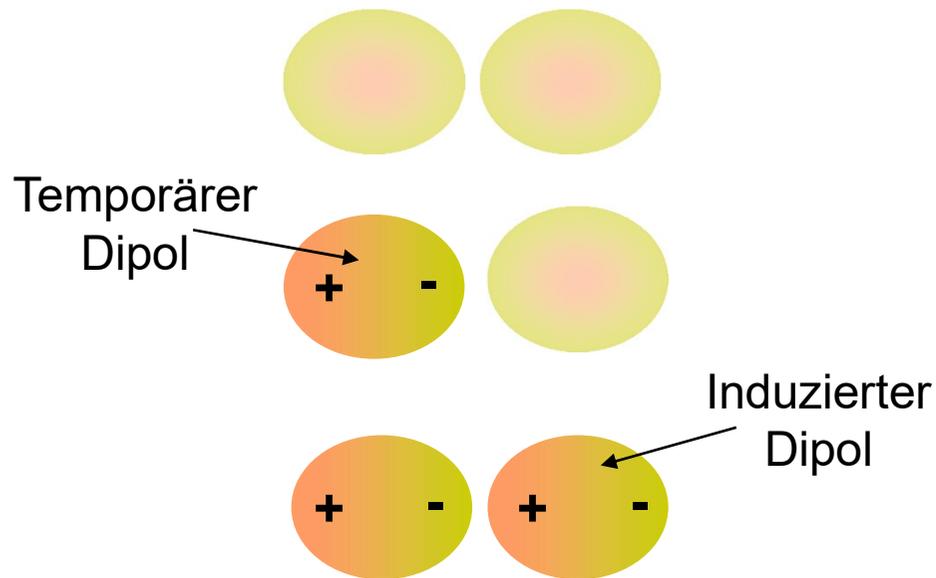


Z.B. H<sub>2</sub>



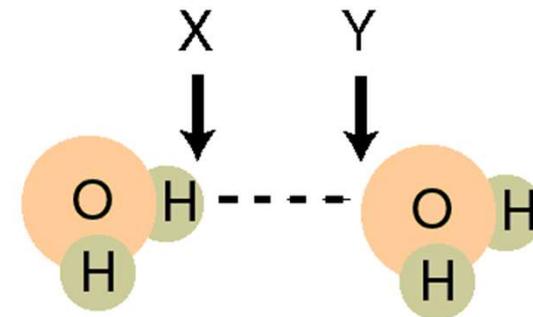
- Sekundäre Bindungen  $\approx 10$  kJ/mol
  - van der Waals (Orientierung, Induktion, Dispersion)
  - H-Brückenbindung

### van der Waals Bindung (Dispersionskräfte)



Z.B. Edelgas

### H-Brückenbindung



Zwischen 2 Atomen von hoher Elektronegativität (Z.B. O, N, ...)

Z.B. Wasser

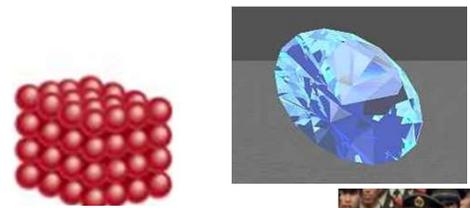
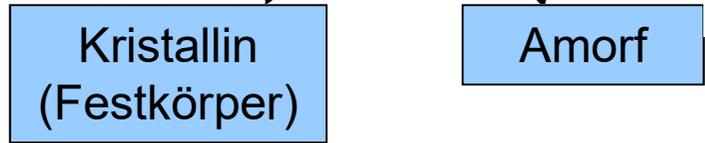
# Aggregatzustände

Anziehende Ww ↔ Abstoßende Ww + Bewegungen

$T (\sim E_{kin})$



|              |   |   |   |
|--------------|---|---|---|
| Eigenvolumen | + | + | - |
| Eigenform    | + | - | - |



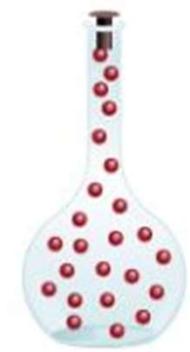
- Fernordnung
- Kristallgitter



- Nahordnung



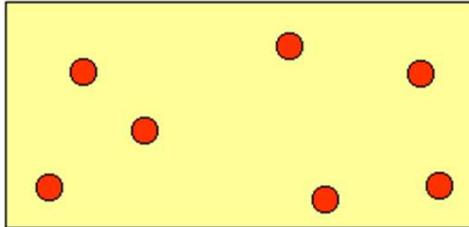
- ungeordnet



Dichte ( $\rho$ ):  $\rho = \frac{m}{V} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$



# Gase



Makroskopische Beschreibung:

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

Druck

Volumen

Stoffmenge

$p, V, \nu, T$

Temperatur

$$pV = \nu RT$$

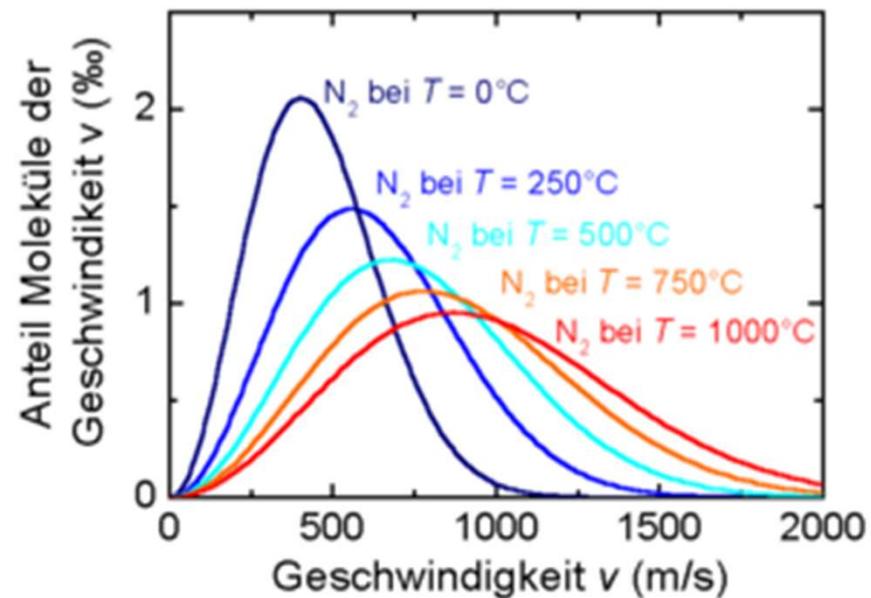
(Für ideale Gase: punktförmige Atome ohne Wechselwirkungen)

Mikroskopische Beschreibung:

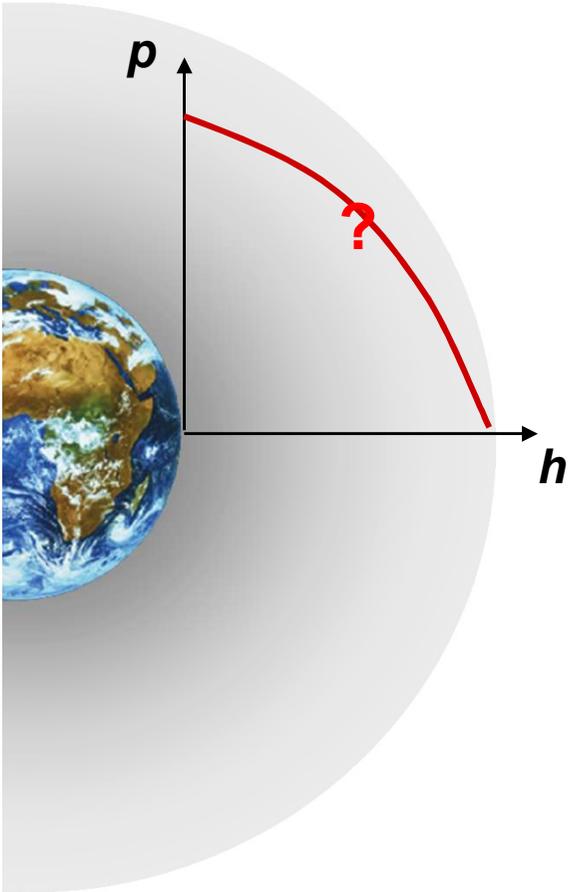
- Ungeordnet
- Starke und fast freie Bewegung

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

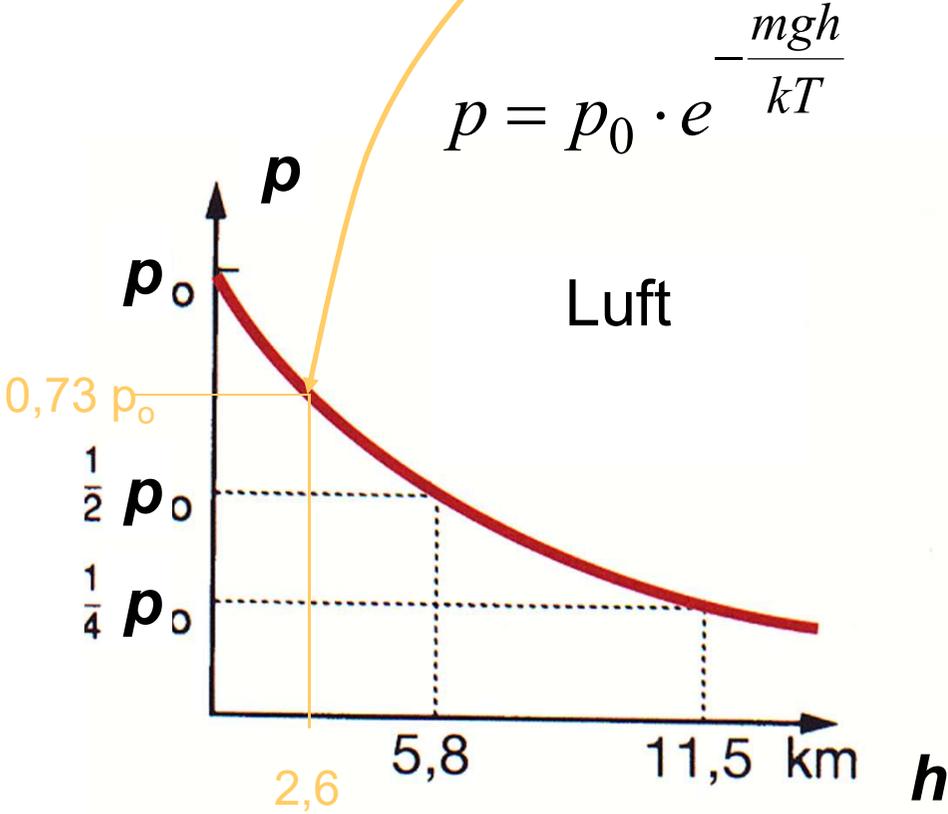
Maxwell-Boltzmann- Verteilung



# Gas im Gravitationsfeld – barometrische Höhenformel:

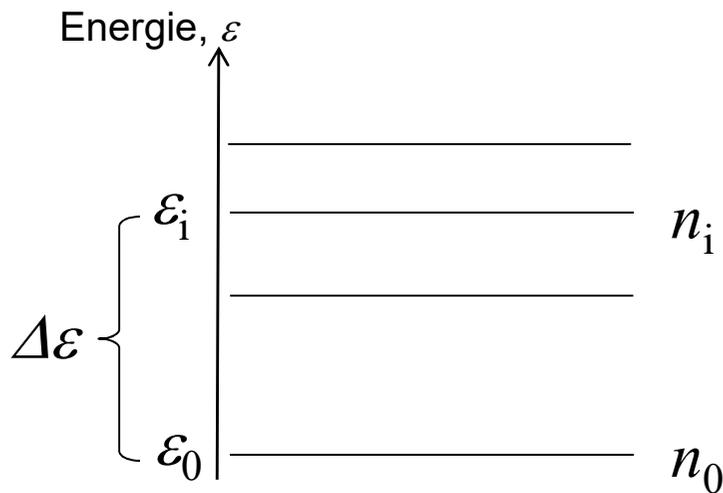


Im thermischen Gleichgewicht:



# Boltzmann-Verteilung im Allgemeinen

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

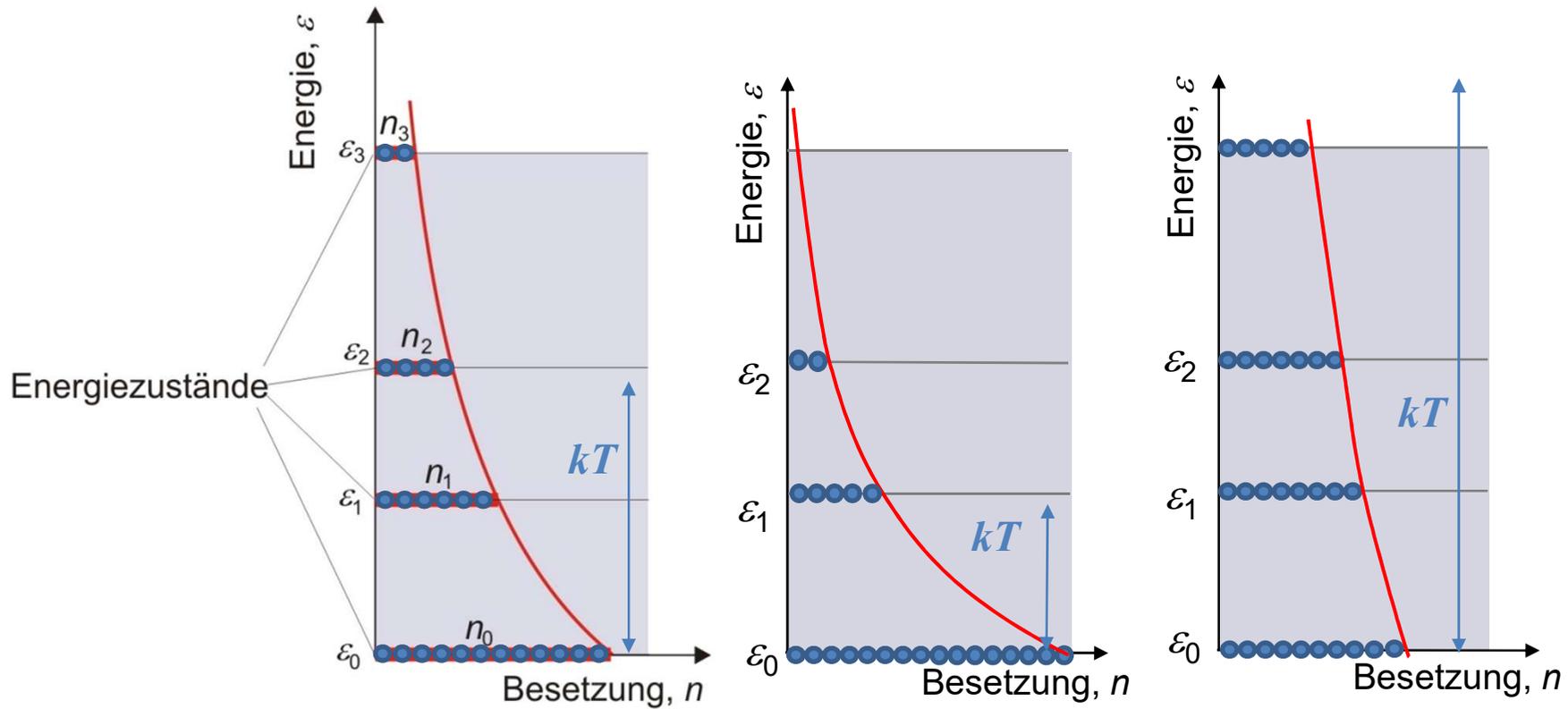


$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_0}{kT}}$$

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

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

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



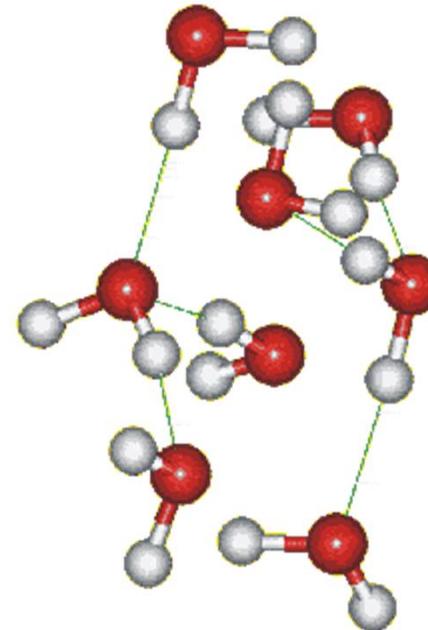
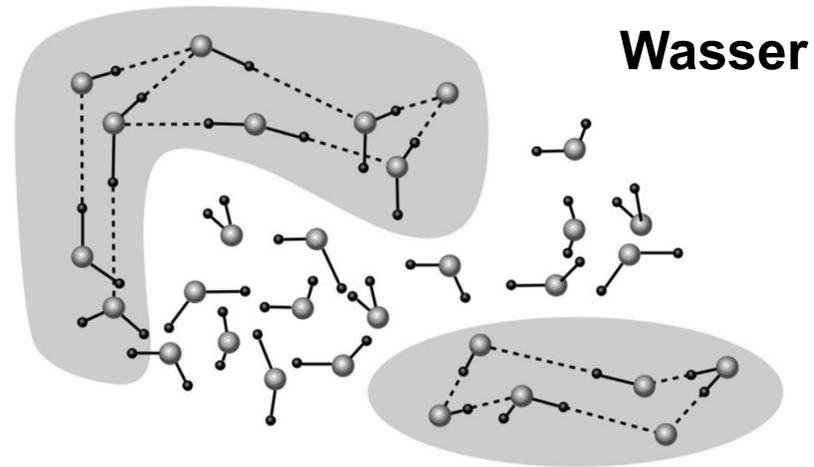
## Anwendungen:

- 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
- ...

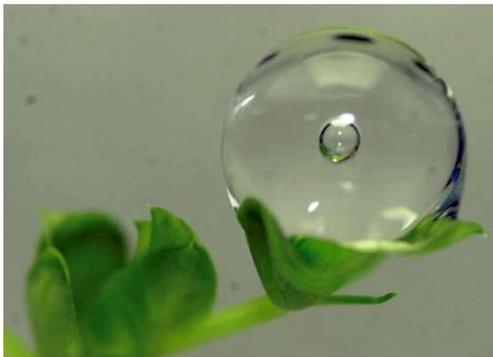
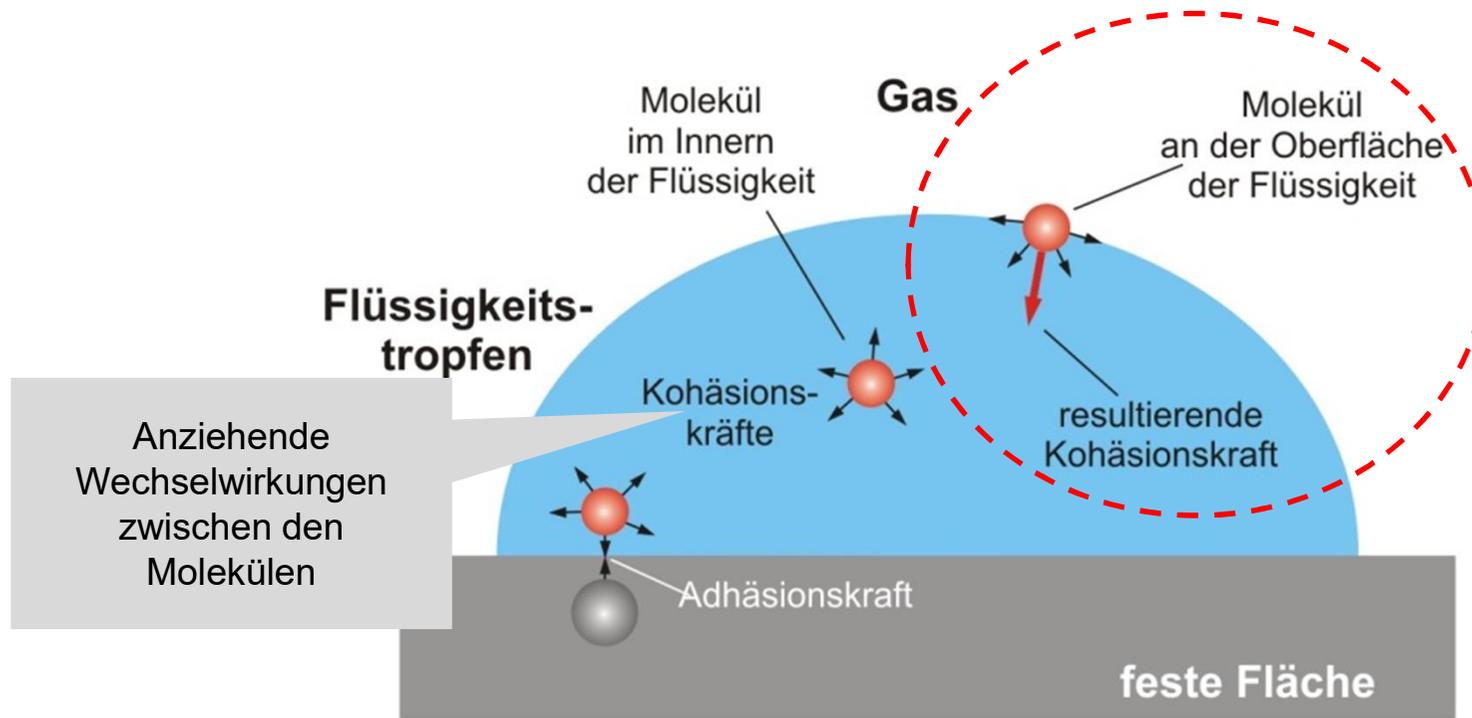
# Flüssigkeiten



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



### c) Oberflächenspannung



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

Zur Flächenvergrößerung von  $\Delta A$  nötige Energie

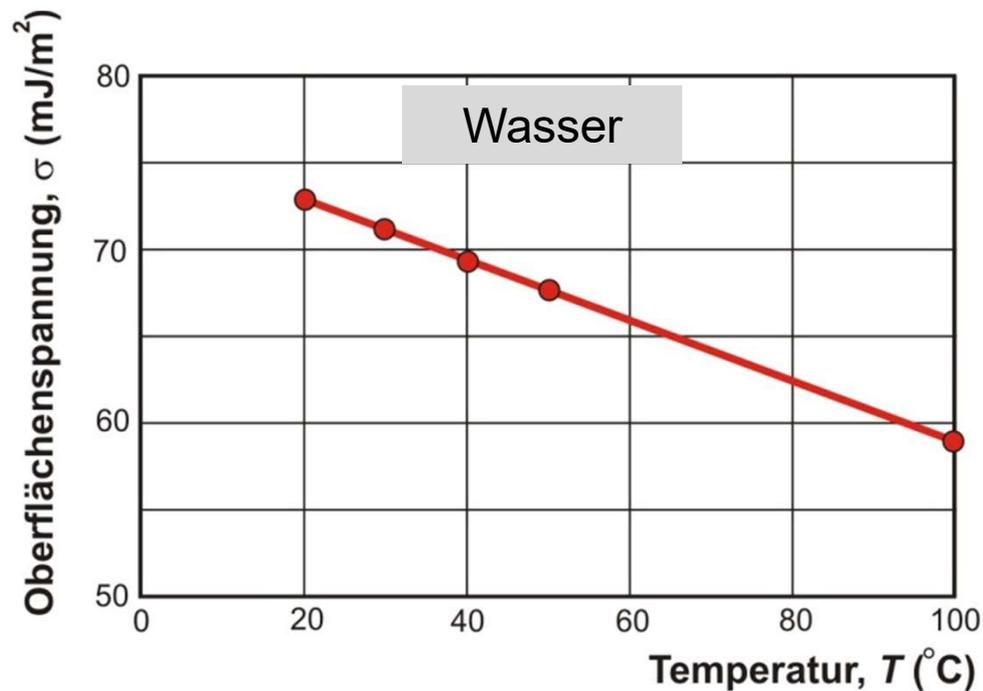
$$\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A} \quad \left( \frac{\text{J}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$$

Oberflächenvergrößerung

| Stoff       | $\sigma$ (J/m <sup>2</sup> )* |
|-------------|-------------------------------|
| Wasser      | 0,073                         |
| Blut        | 0,06                          |
| Speichel    | 0,05                          |
| Alkohol     | 0,023                         |
| Quecksilber | 0,484                         |

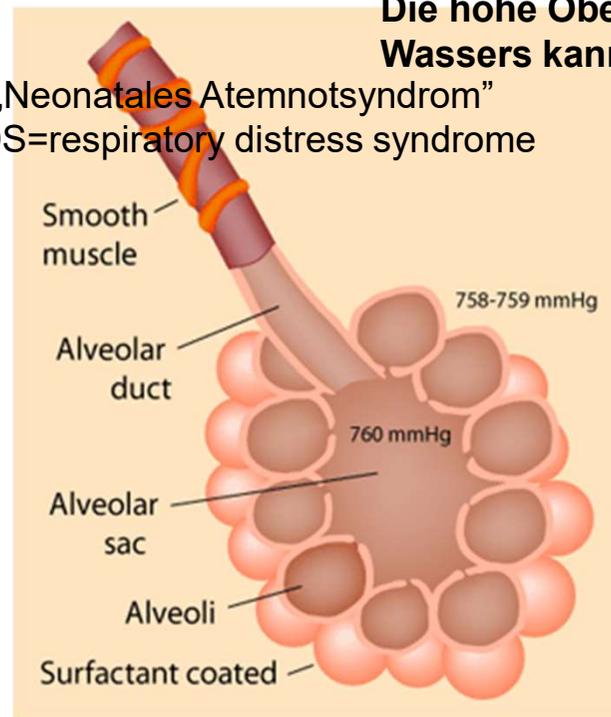
\* In Bezug auf Luft, 20°C

Die Temperaturabhängigkeit der Oberflächenspannung:



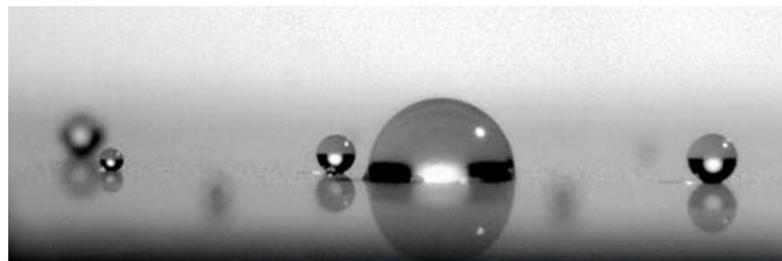


Die hohe Oberflächenspannung des Wassers kann Probleme verursachen!  
 „Neonatales Atemnotsyndrom“  
 RDS=respiratory distress syndrome



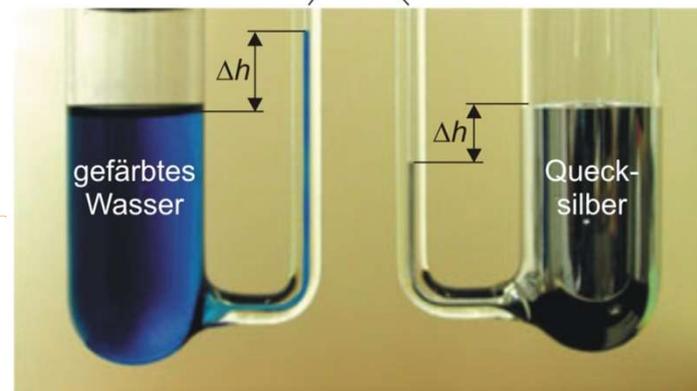
Weitere Erscheinungen, wobei die Oberflächenspannung eine Rolle spielt:

➔ Benetzung

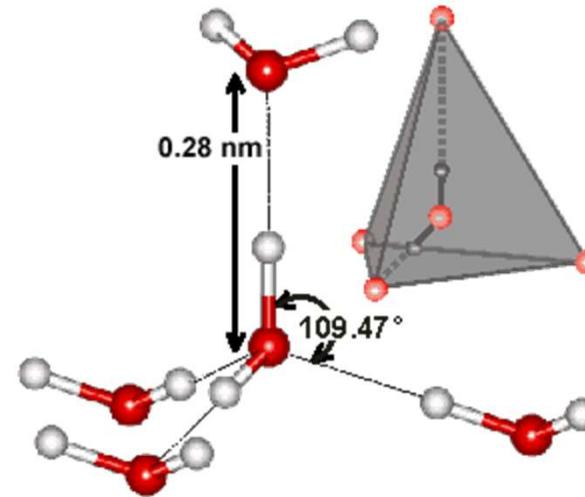
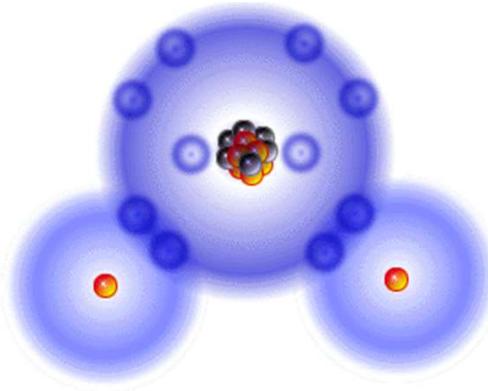


Kapillareffekt

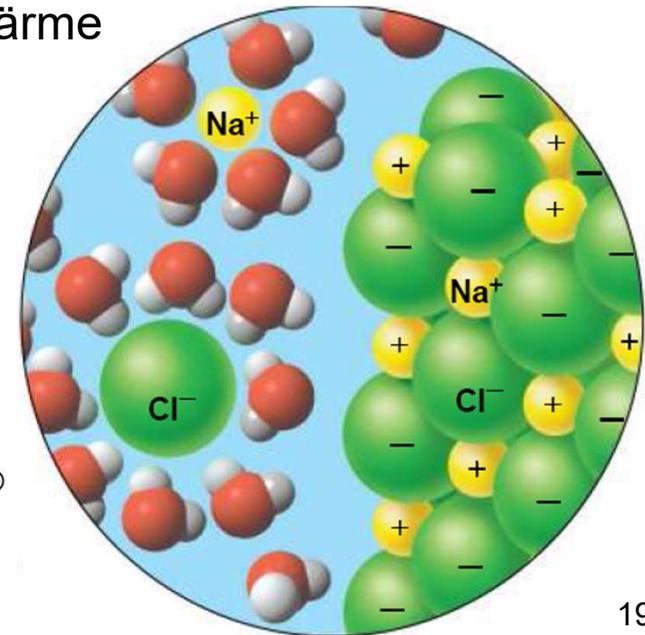
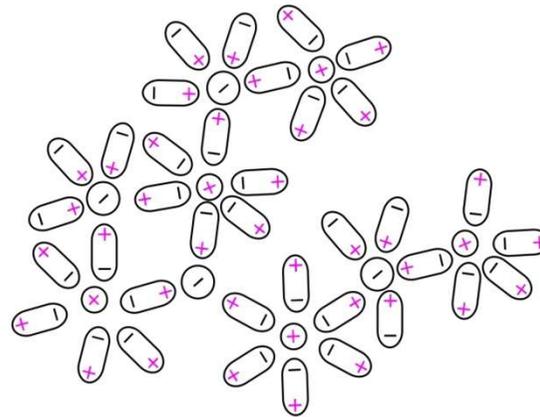
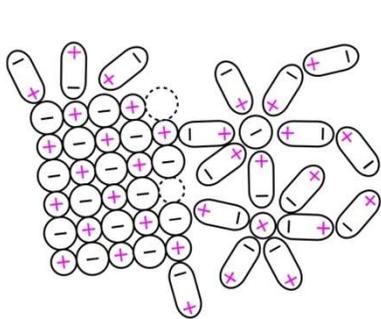
dünnes Rohr



# Wasser



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



## Dichte:

| Stoff                     | $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|-----------------------------|
| Wasser                    | 1                           |
| Fettgewebe                | ≈ 0,9                       |
| Blut                      | ≈ 1,05                      |
| Knochen                   | ≈ 1,8                       |
| Körpergewebe (Mittelwert) | ≈ 1,04                      |

Temperaturabhängigkeit:

$$\rho(T) \quad ?$$

