

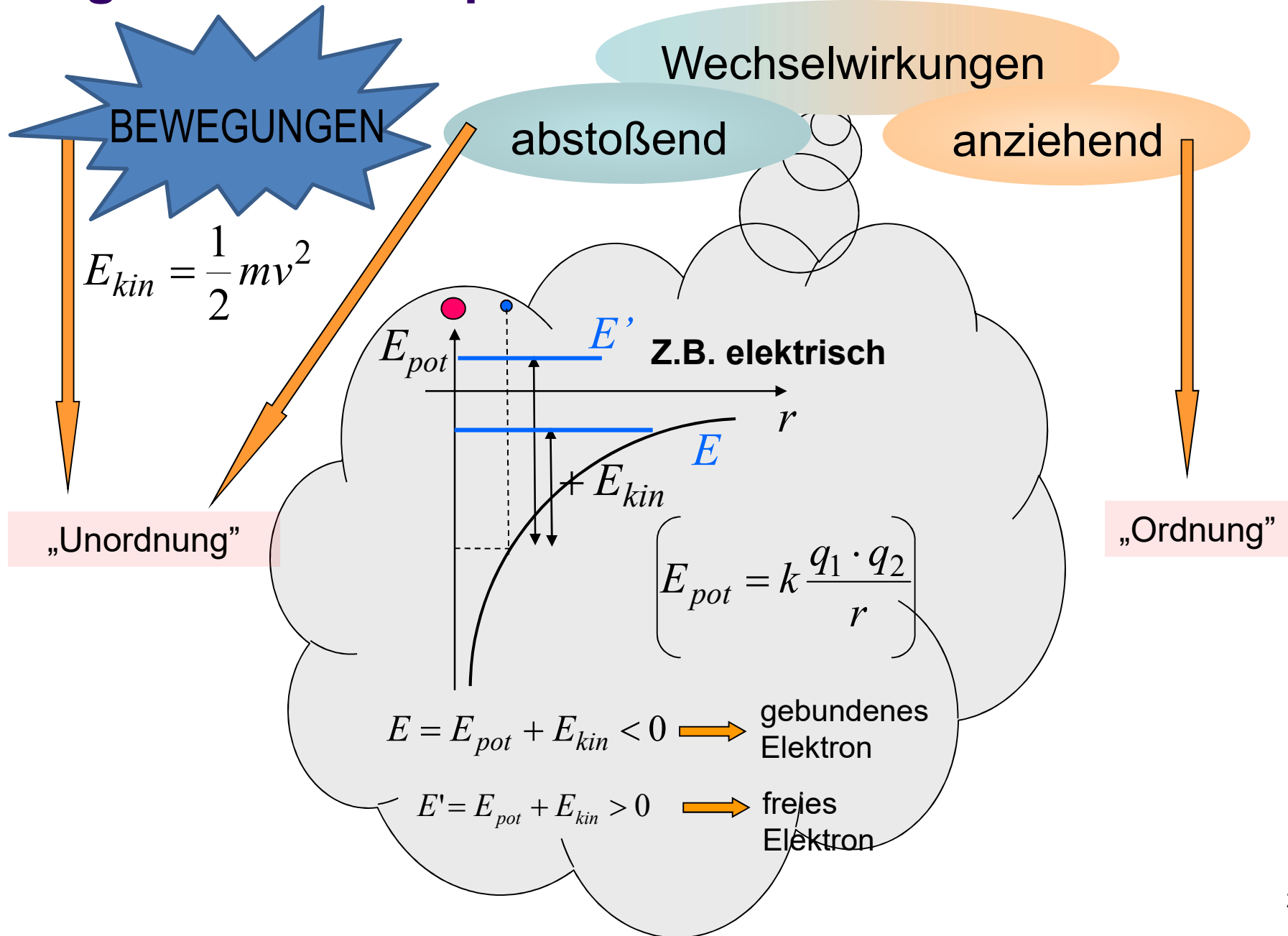
Biophysik für Pharmazeuten I.

2022/23 I. Semester

Vorlesung 5

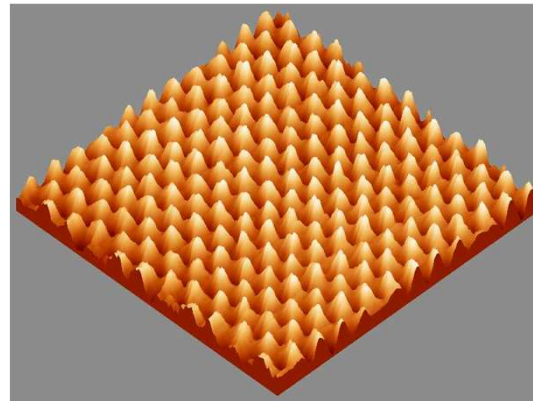
Struktur der Materie

Allgemeine Prinzipien

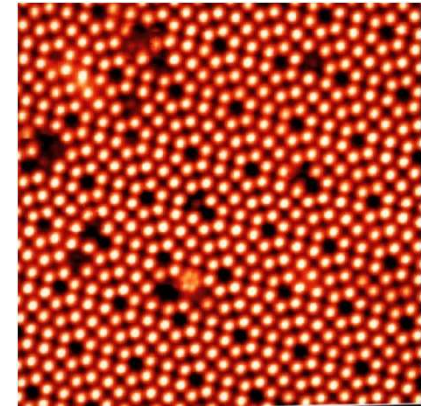


Atomarer Aufbau der Materie

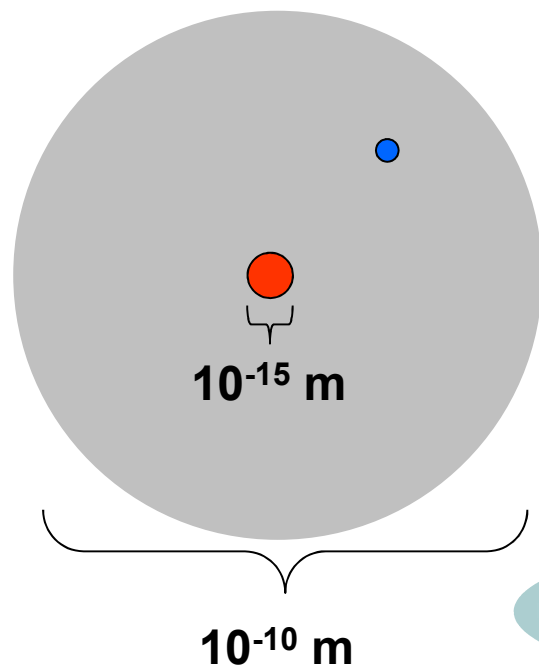
- Demokritos 5.Jht v.Chr.
- Daltonsches Gesetz 1803
- Moderne Mikroskope:



Graphit



Si Kristall mit Defekten



Ordnungszahl

Elementarladung

● Atomkern, elektr. Ladung: $Z \cdot e$

● Z Elektronen, elektr. Ladung $-Z \cdot e$

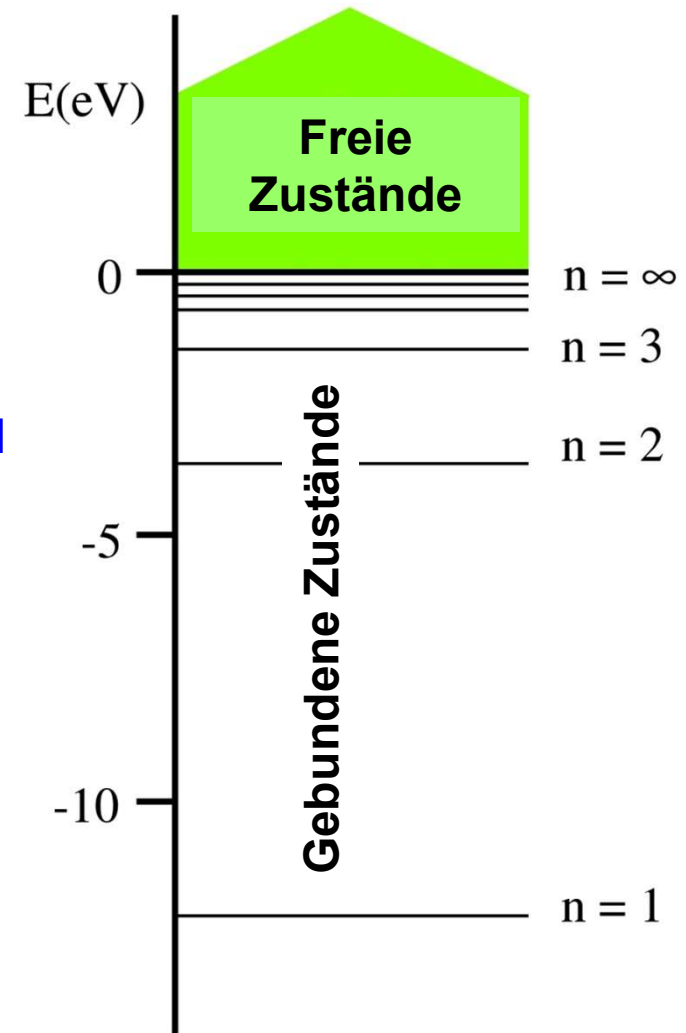
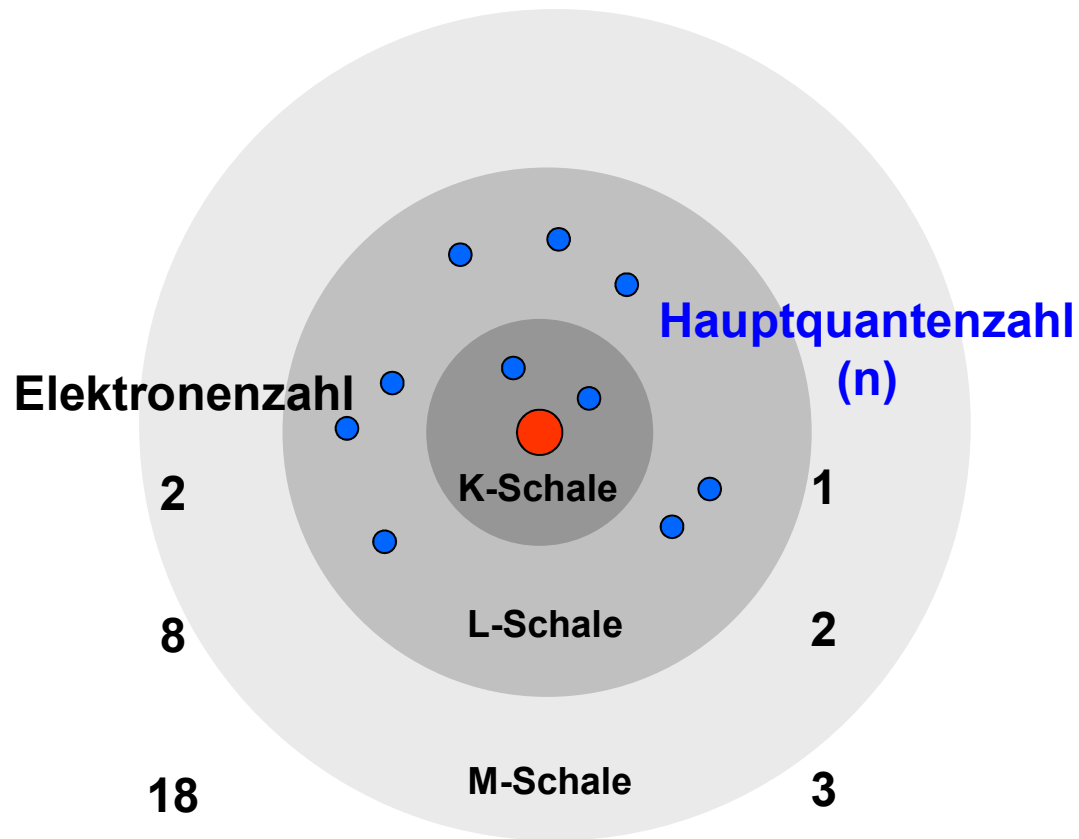
→ Elektronenwolken

Bewegungen

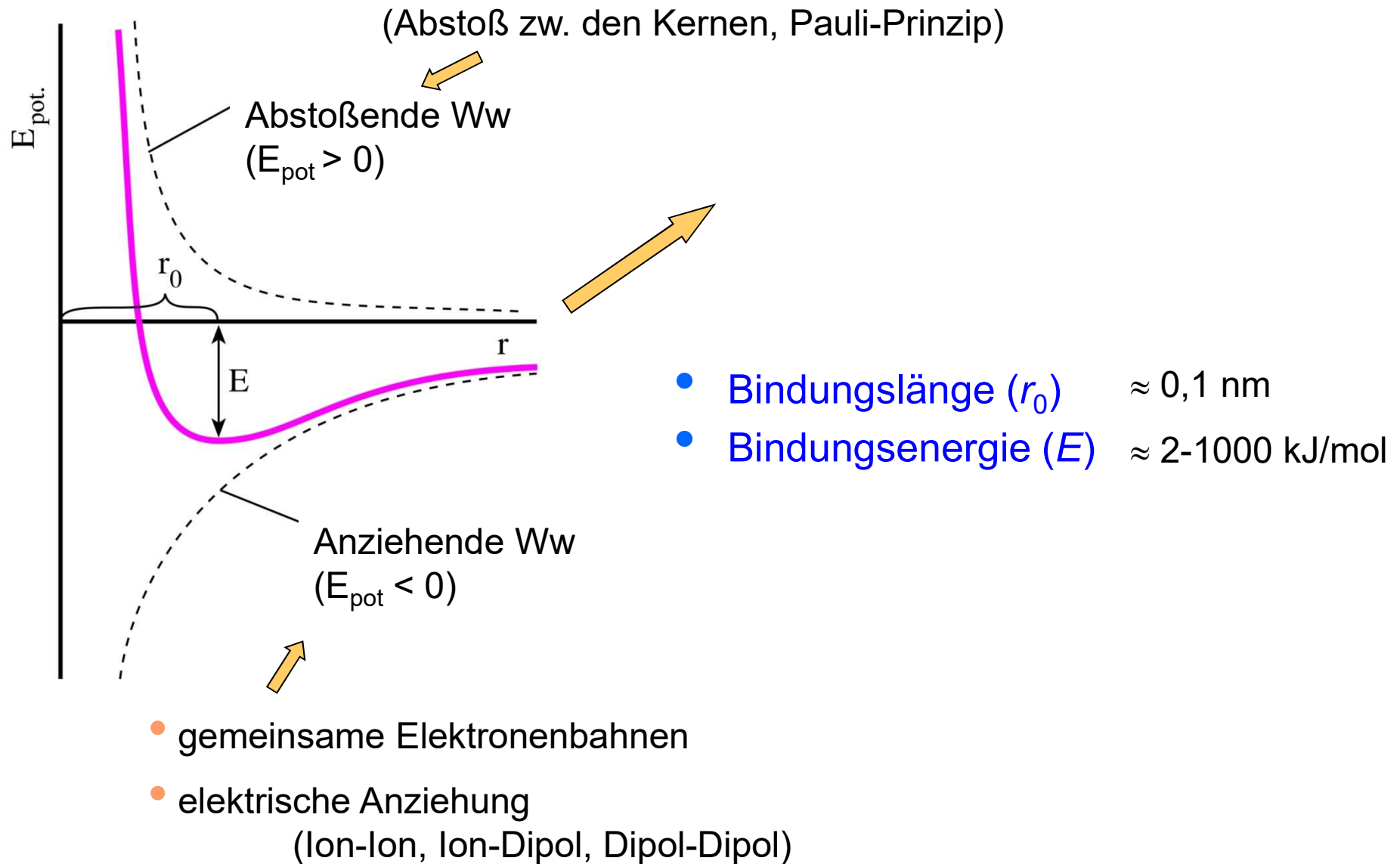
Elektrische
Anziehung

- Energieminimum
- Diskrete Energiezustände
- Pauli-Prinzip

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



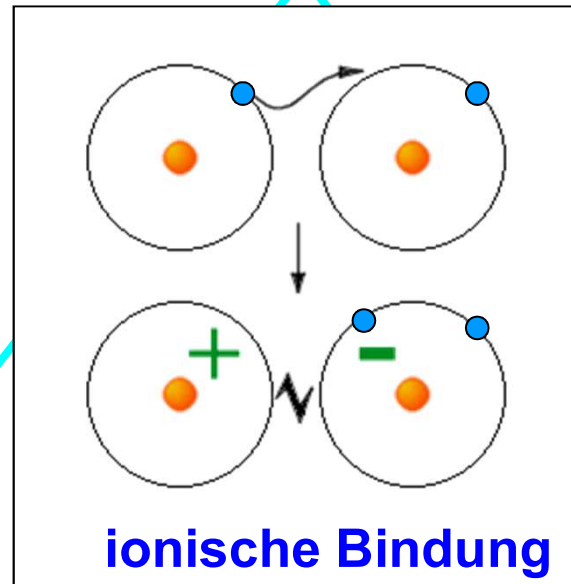
Atomare Wechselwirkungen



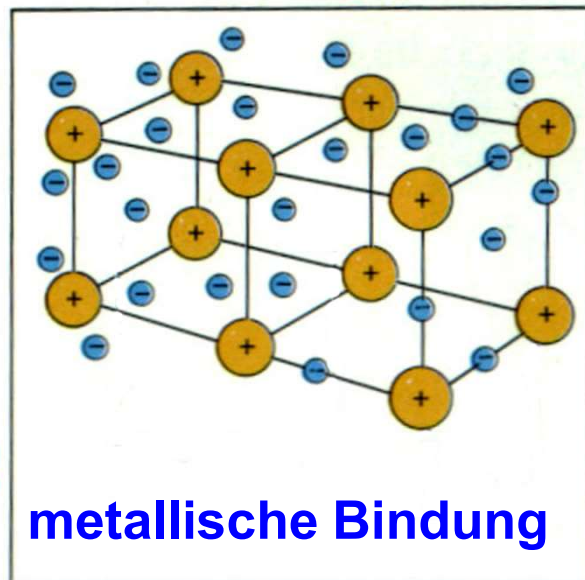
Bindungstypen

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

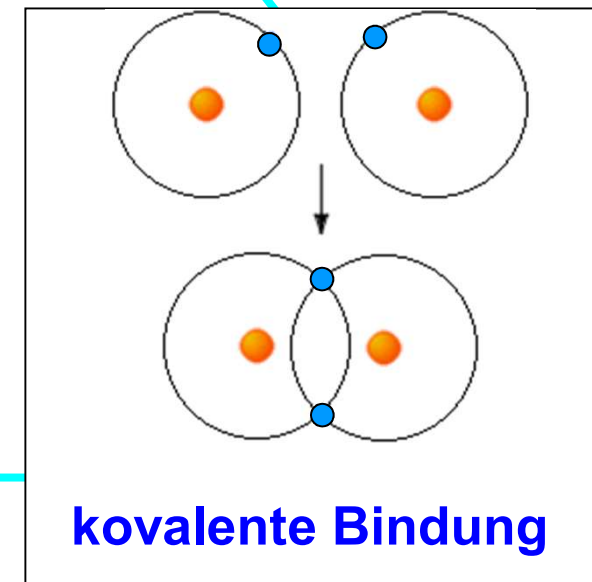
- kovalente
- metallische
- ionische



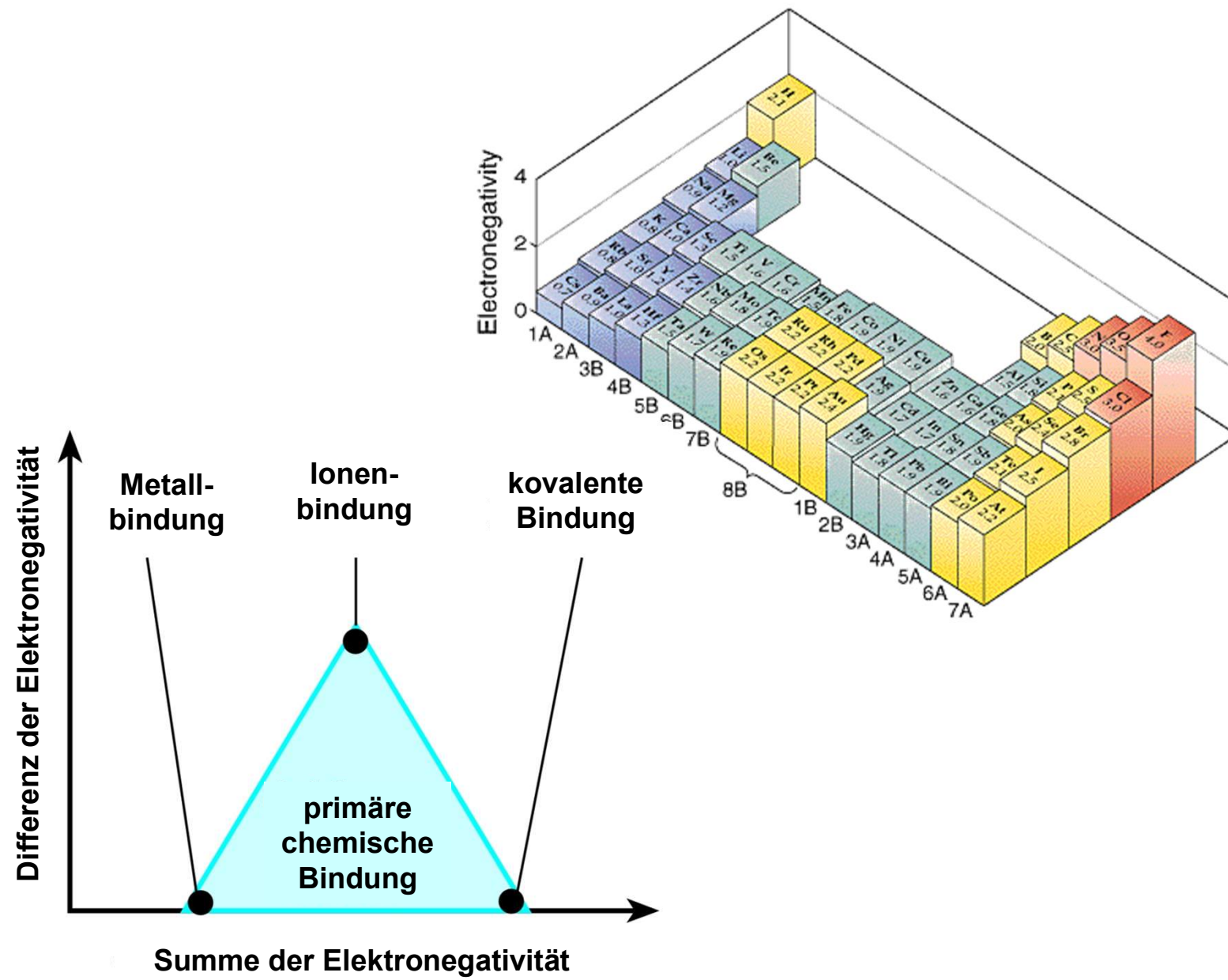
Z.B. NaCl



Z.B. Na

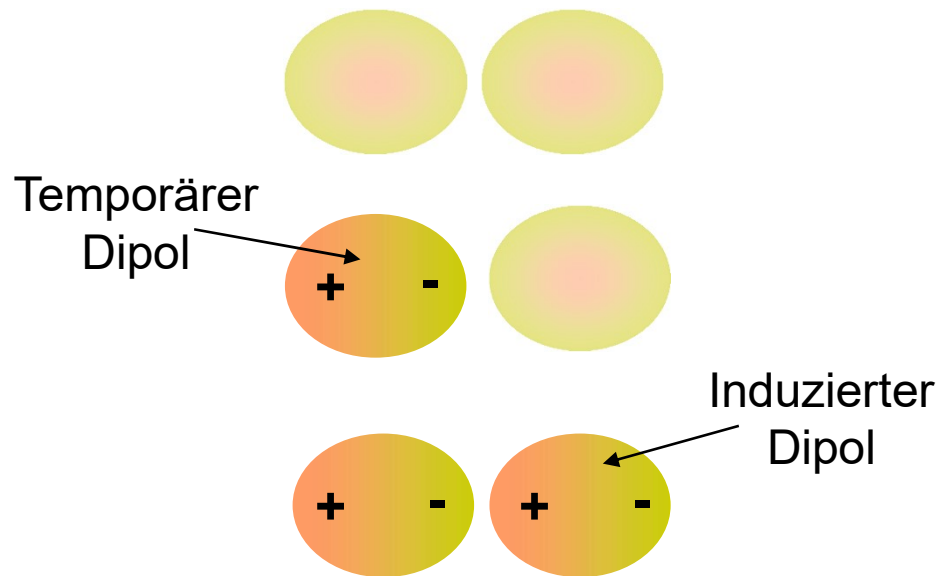


Z.B. H₂



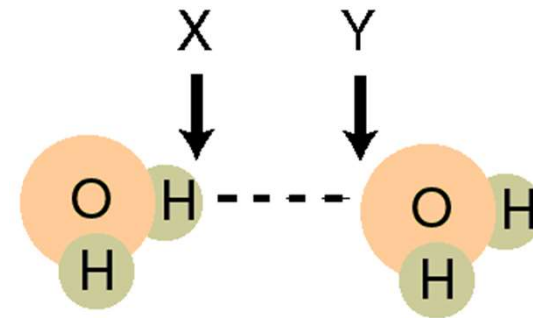
- Sekundäre Bindungen ≈ 10 kJ/mol
 - van der Waals (Orientierung, Induktion, Dispersion)
 - H-Brückenbindung

van der Waals Bindung (Dispersionskräfte)



Z.B. Edelgas

H-Brückenbindung



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

Z.B. Wasser

Aggregatzustände

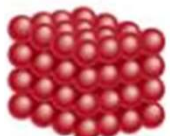
Anziehende Ww \longleftrightarrow Abstoßende Ww + Bewegungen

$T (\sim E_{\text{kin}})$

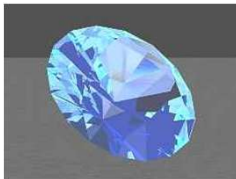
	Fest	Flüssig	Gasförmig
Eigenvolumen	+	+	-
Eigenform	+	-	-

Kristallin
(Festkörper)

Amorf



- Fernordnung
- Kristallgitter



- Nahordnung



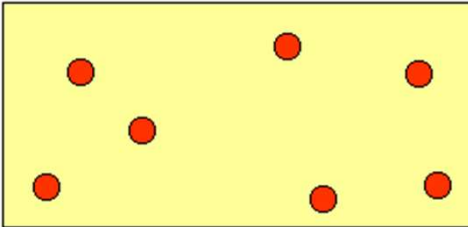
- ungeordnet



Dichte (ρ):

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

Gase



Makroskopische Beschreibung:

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

Druck

Volumen

Stoffmenge

p, V, ν, T

Temperatur

$$pV = \nu RT$$

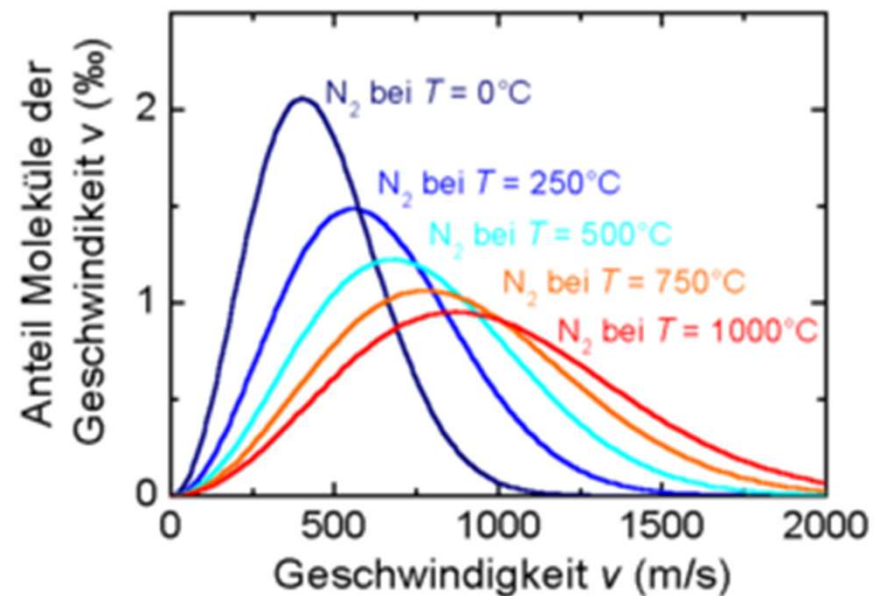
(Für ideale Gase: punktförmige Atome ohne Wechselwirkungen)

Mikroskopische Beschreibung:

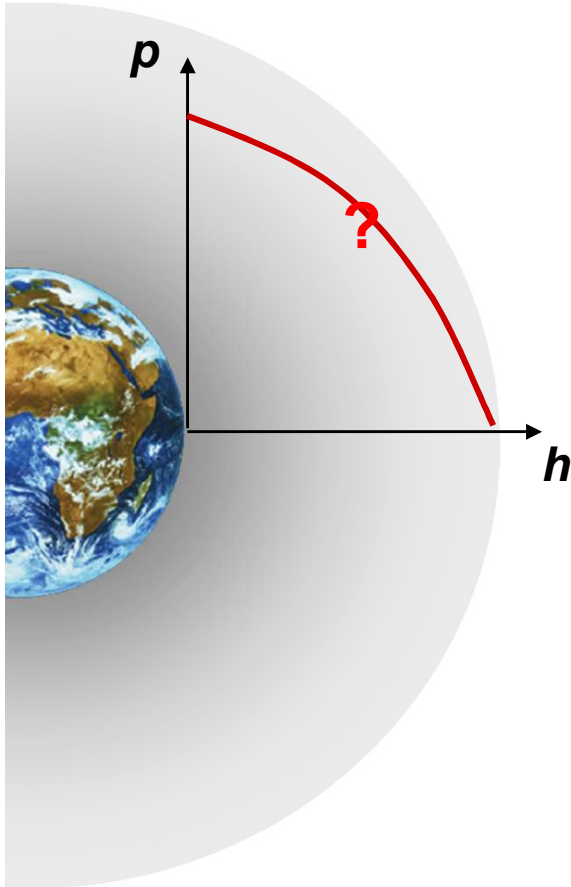
- Ungeordnet
- Starke und fast freie Bewegung

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

Maxwell-Boltzmann- Verteilung



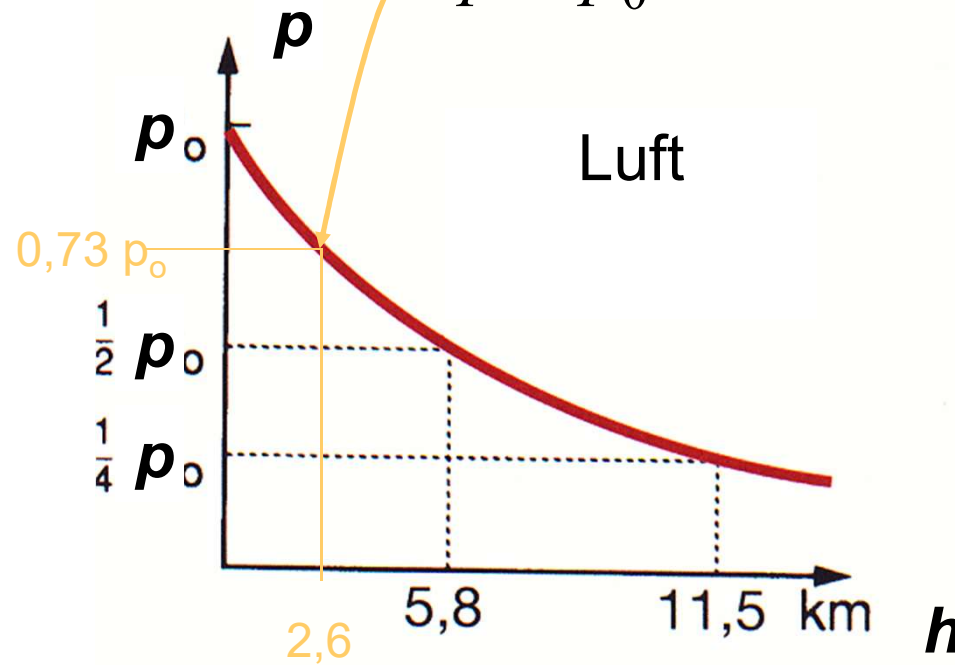
Gas im Gravitationsfeld – barometrische Höhenformel:



Im thermischen
Gleichgewicht:

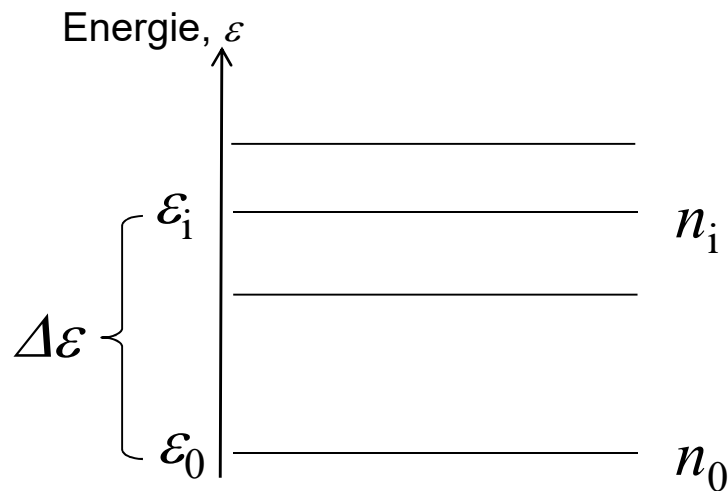
$$p = p_0 \cdot e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

Luft



Boltzmann-Verteilung im Allgemeinen

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

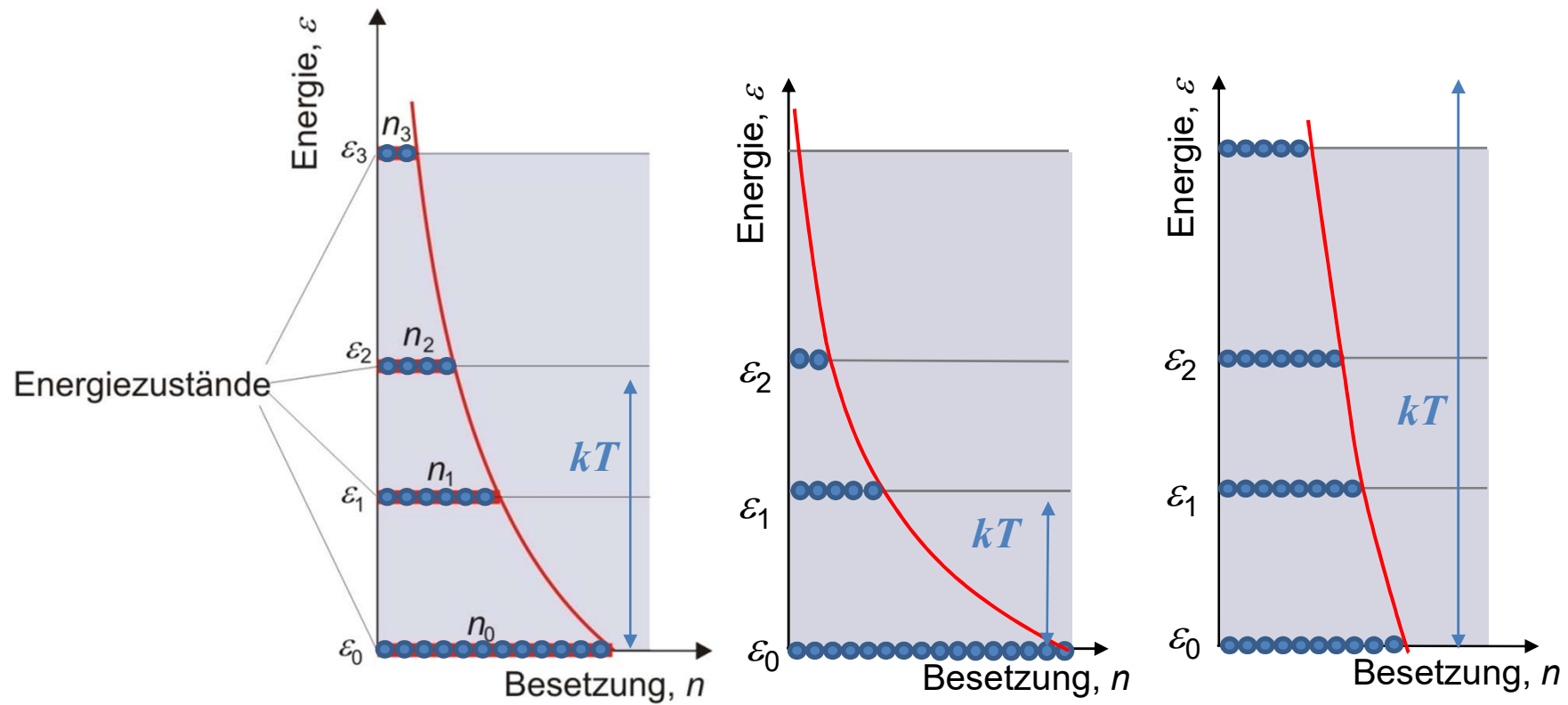


$$n_i = n_0 \cdot e^{-\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_0}{kT}}$$

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

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

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



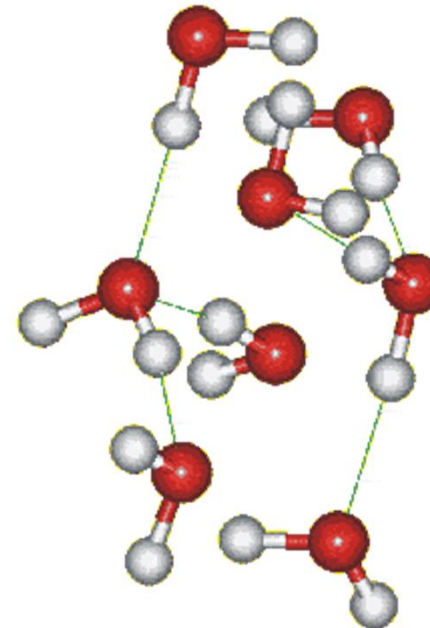
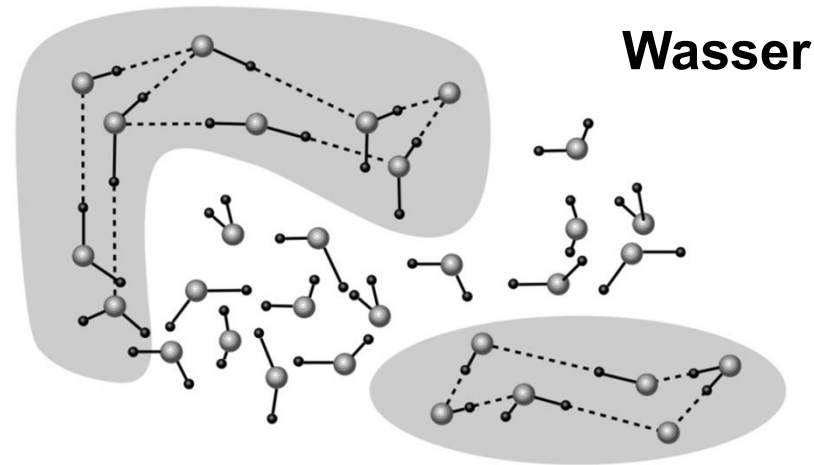
Anwendungen:

- 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
- ...

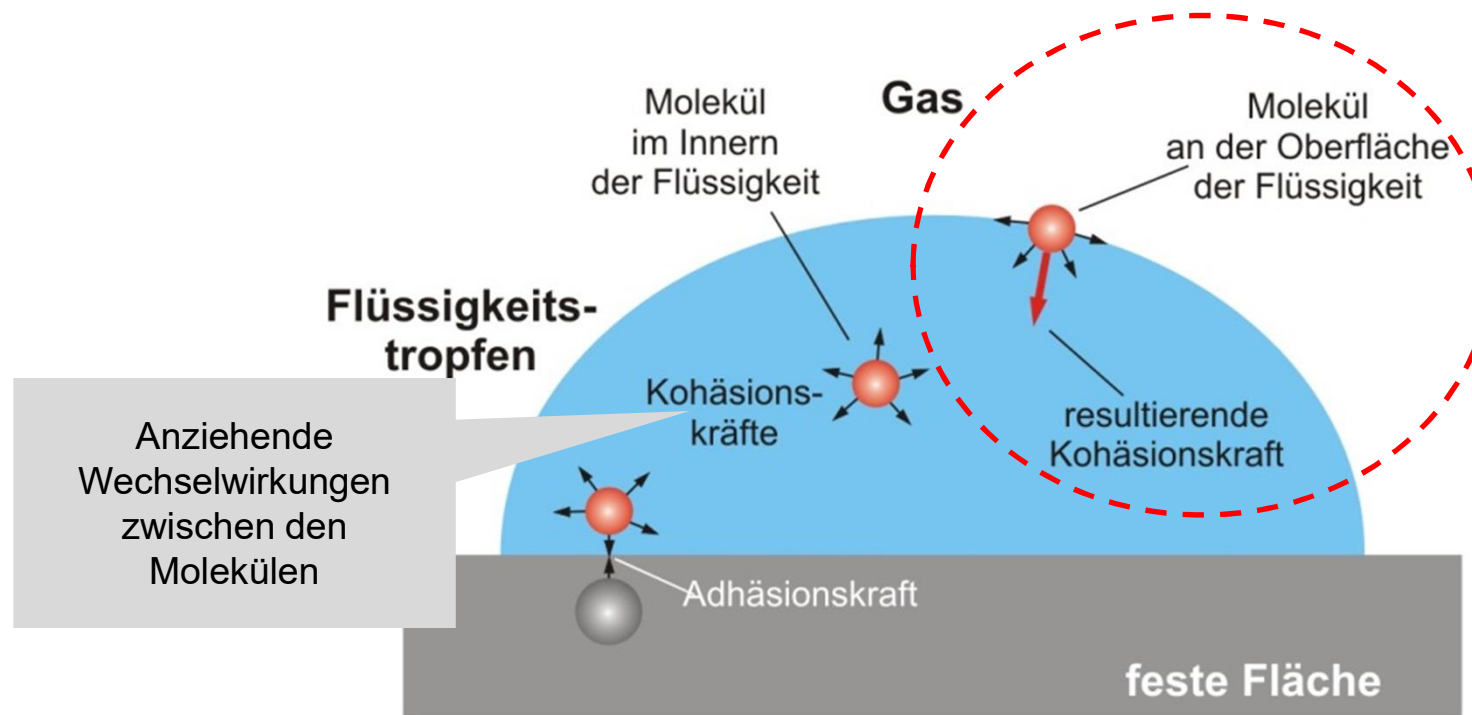
Flüssigkeiten



- 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 (σ):

Zur Flächenvergrößerung von ΔA nötige Energie

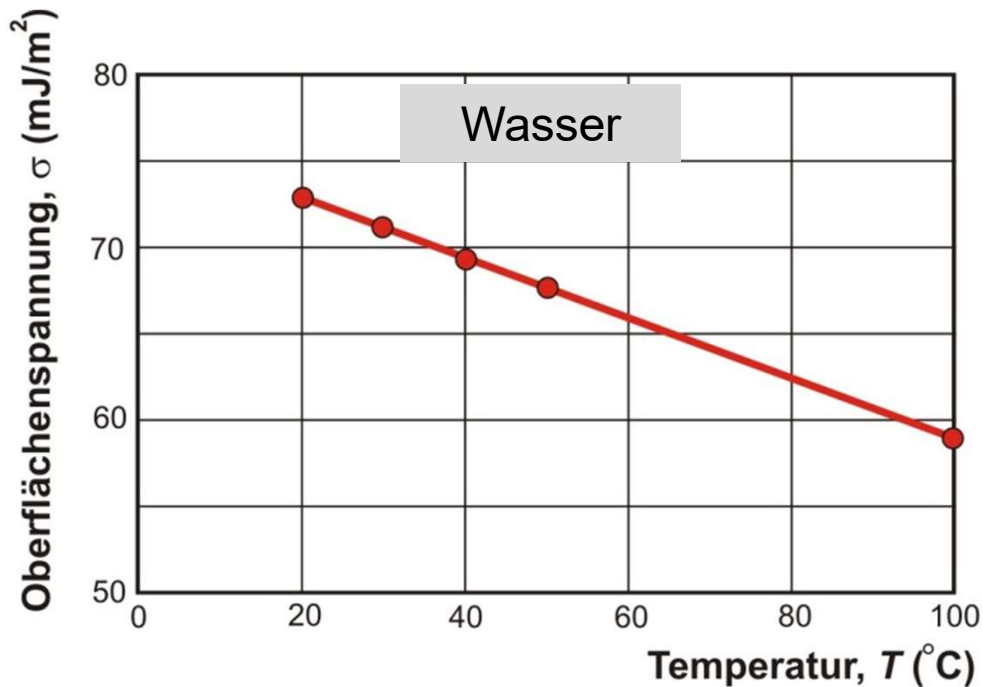
$$\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A} \quad \left(\frac{\text{J}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$$

Oberflächenvergrößerung

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

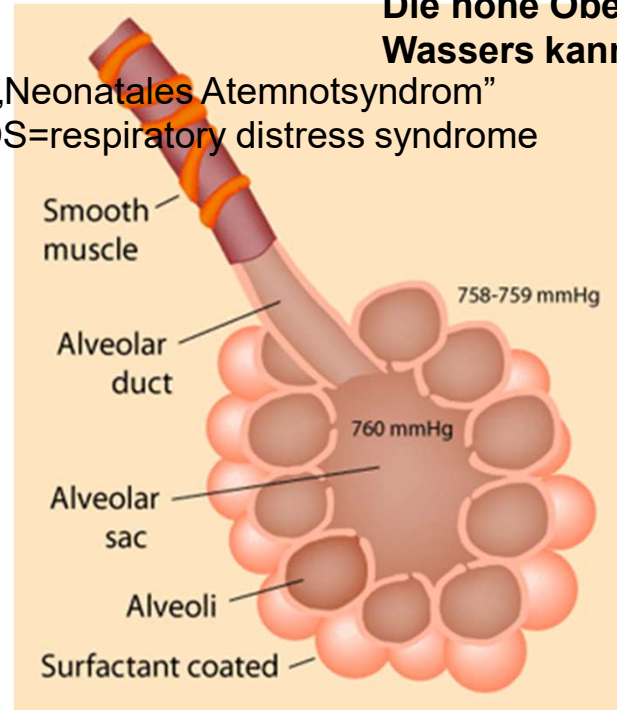
* In Bezug auf Luft, 20°C

Die Temperaturabhängigkeit der Oberflächenspannung:





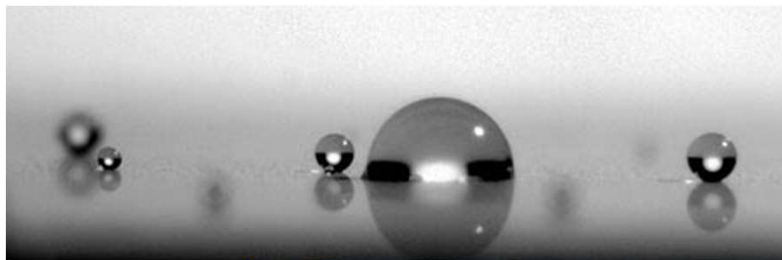
Die hohe Oberflächenspannung des Wassers kann Probleme verursachen!
 „Neonatales Atemnotsyndrom“
 RDS=respiratory distress syndrome



Weitere Erscheinungen, wobei die Oberflächenspannung eine Rolle spielt:

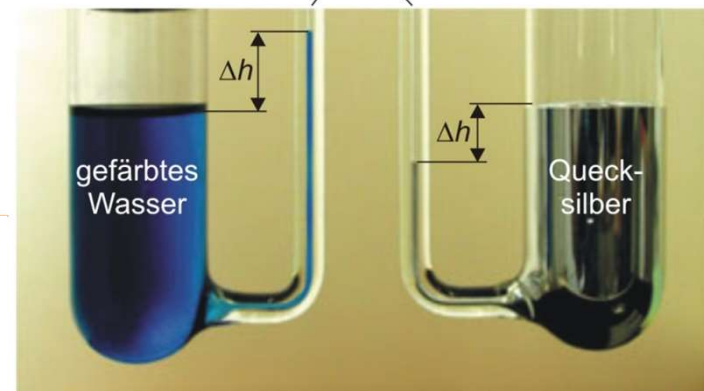


Benetzung

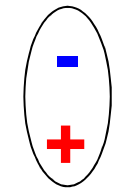
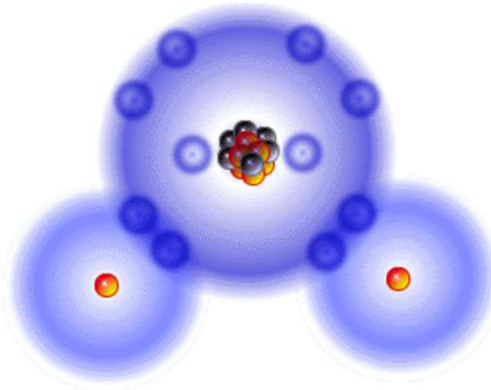


Kapillareffekt

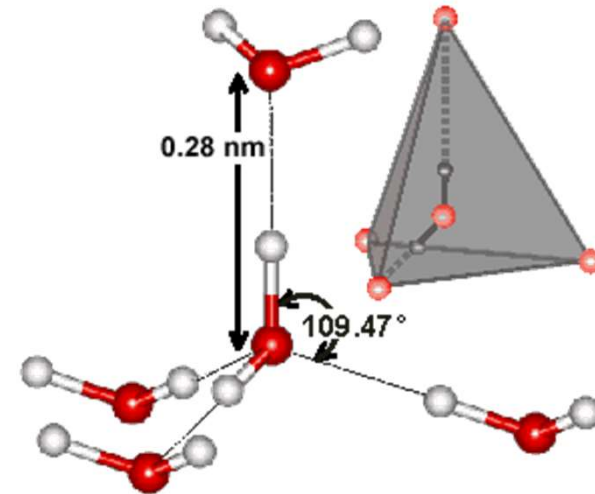
dünnes Rohr



Wasser



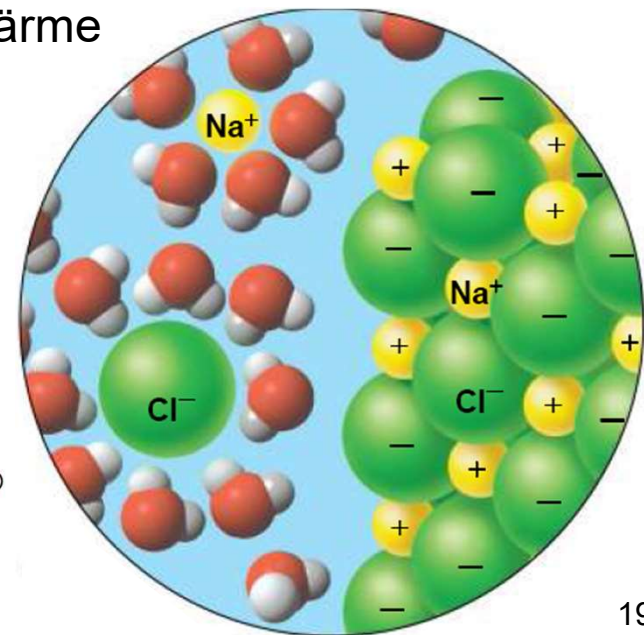
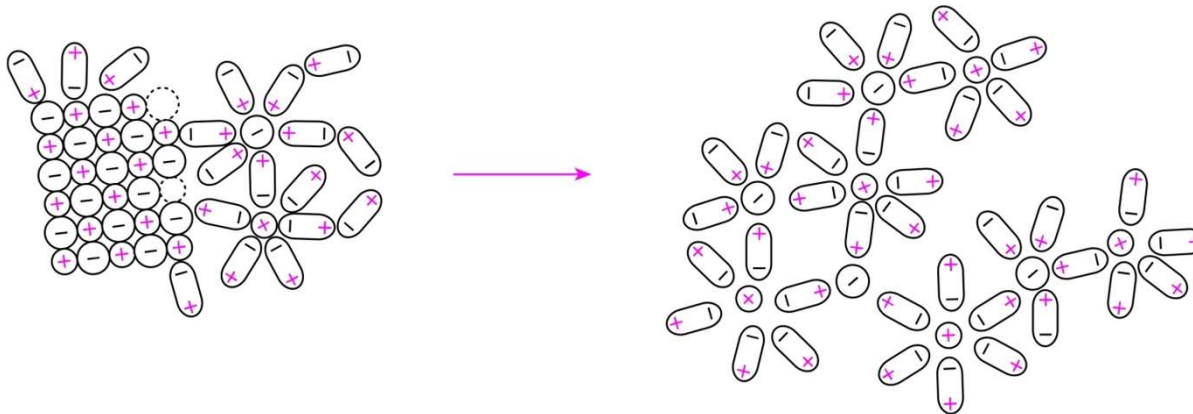
Dipol



➤ hohe spezifische Wärmekapazität,
Schmelzwärme und
Verdampfungswärme

➤ hohe Oberflächenspannung

➤ gutes Lösungsmittel



Dichte:

Stoff	ρ (g/cm ³)
Wasser	1
Fettgewebe	$\approx 0,9$
Blut	$\approx 1,05$
Knochen	$\approx 1,8$
Körpergewebe (Mittelwert)	$\approx 1,04$

Temperaturabhängigkeit:

$$\rho(T)$$