

## Eigenschaften der Alkali- und Erdalkalien (als Metalle)

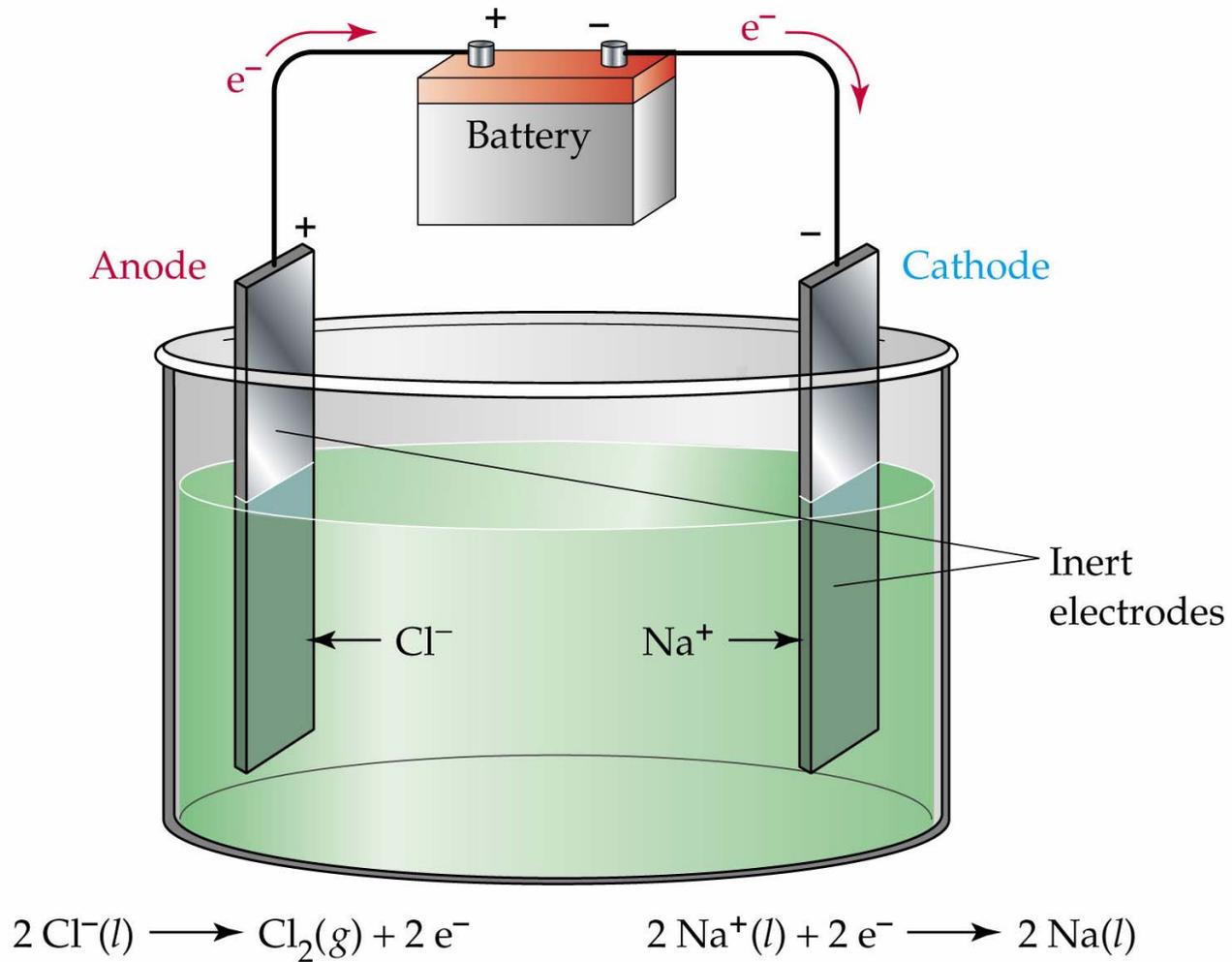
**TABLE 6.4** Properties of Alkali Metals

Name	Melting Point (°C)	Boiling Point (°C)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	First Ionization Energy (kJ/mol)	Abundance on Earth (%)	Atomic Radius (pm)	Ionic (M <sup>+</sup> ) Radius (pm)
Lithium	180.5	1342	0.534	520.2	0.0020	152	68
Sodium	97.7	883	0.971	495.8	2.36	186	102
Potassium	63.3	759	0.862	418.8	2.09	227	138
Rubidium	39.3	688	1.532	403.0	0.0090	248	147
Cesium	28.4	671	1.873	375.7	0.000 10	265	167
Francium	—	—	—	≈ 400	Trace	—	—

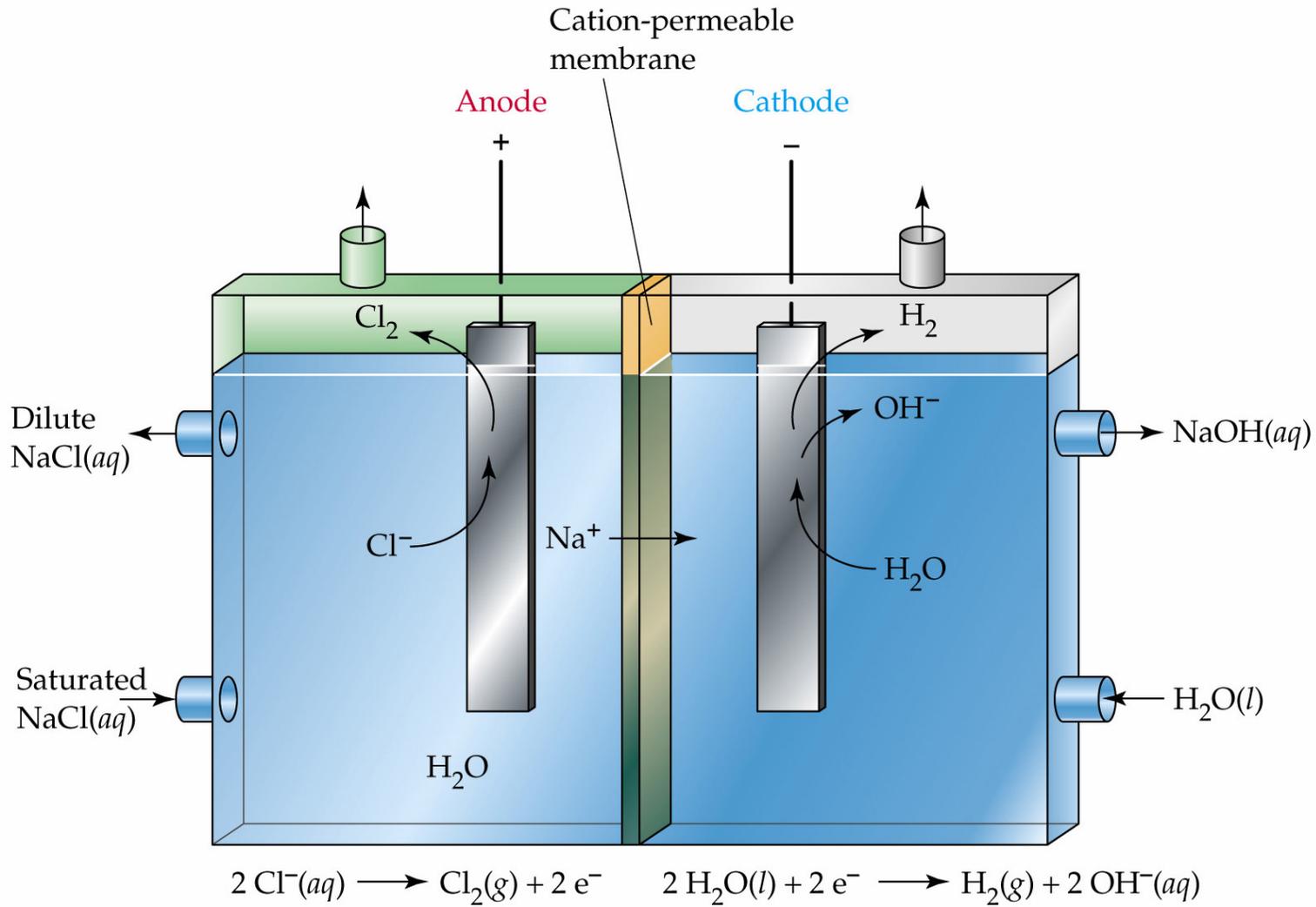
**TABLE 6.5** Properties of Alkaline Earth Metals

Name	Melting Point (°C)	Boiling Point (°C)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	First Ionization Energy (kJ/mol)	Abundance on Earth (%)	Atomic Radius (pm)	Ionic (M <sup>2+</sup> ) Radius (pm)
Beryllium	1287	2471	1.848	899.4	0.000 28	112	44
Magnesium	650	1090	1.738	737.7	2.33	160	66
Calcium	842	1484	1.55	589.8	4.15	197	99
Strontium	777	1382	2.54	549.5	0.038	215	112
Barium	727	1897	3.51	502.9	0.042	222	134
Radium	700	1140	≈ 5.0	509.3	Trace	223	143

# Herstellung von Na durch Schmelzflusselektrolyse von NaCl

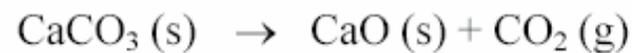
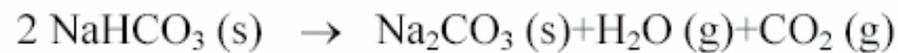
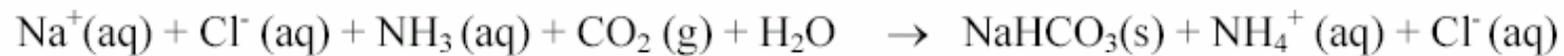


# Herstellung von NaOH durch Hydrolyse von NaCl(aq)

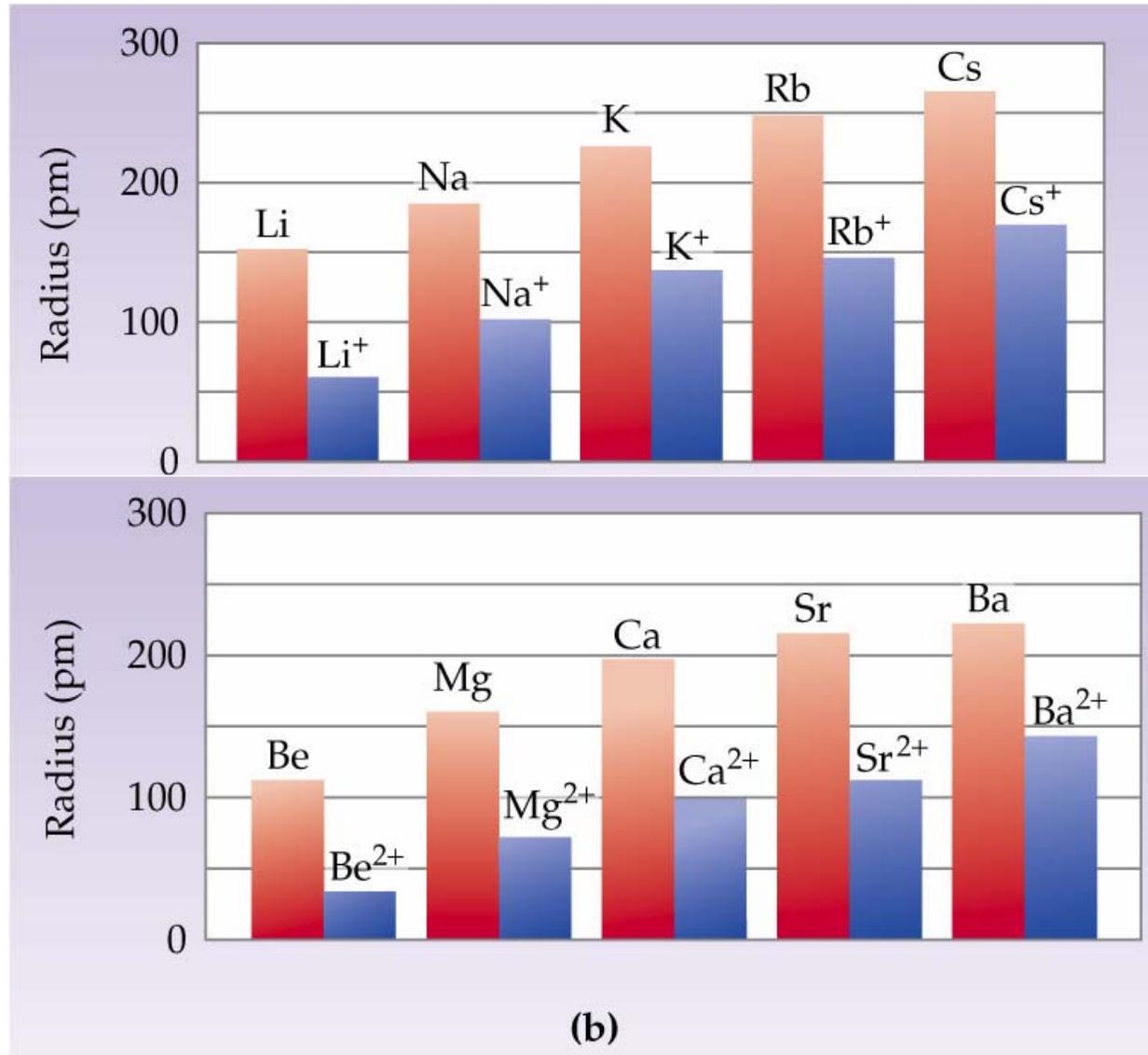


## Reaktionsschritte beim Solvay-Verfahren zur Herstellung von Soda

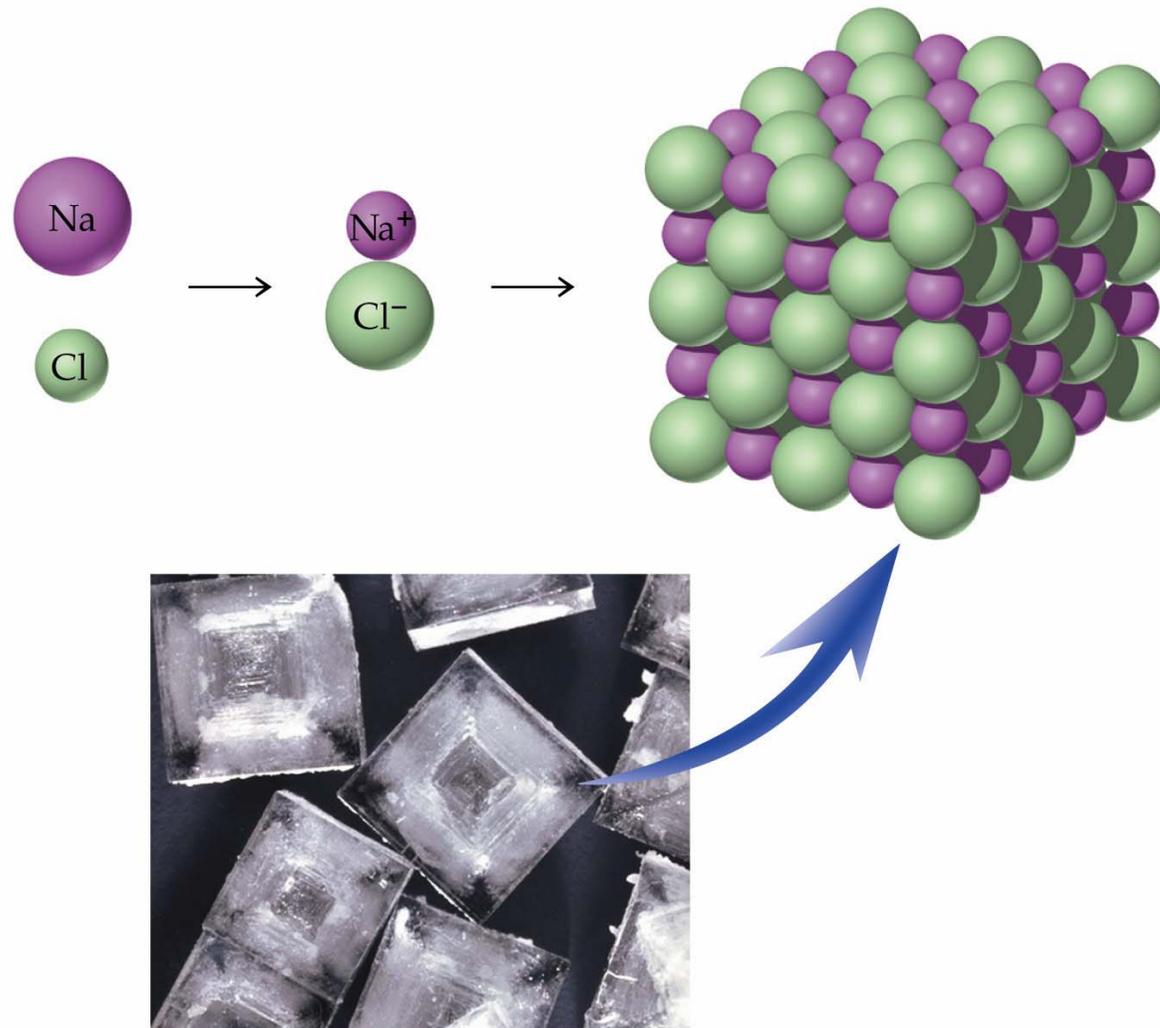
---



# Radien der Alkali- und Erdalkali-Atomen und Ionen

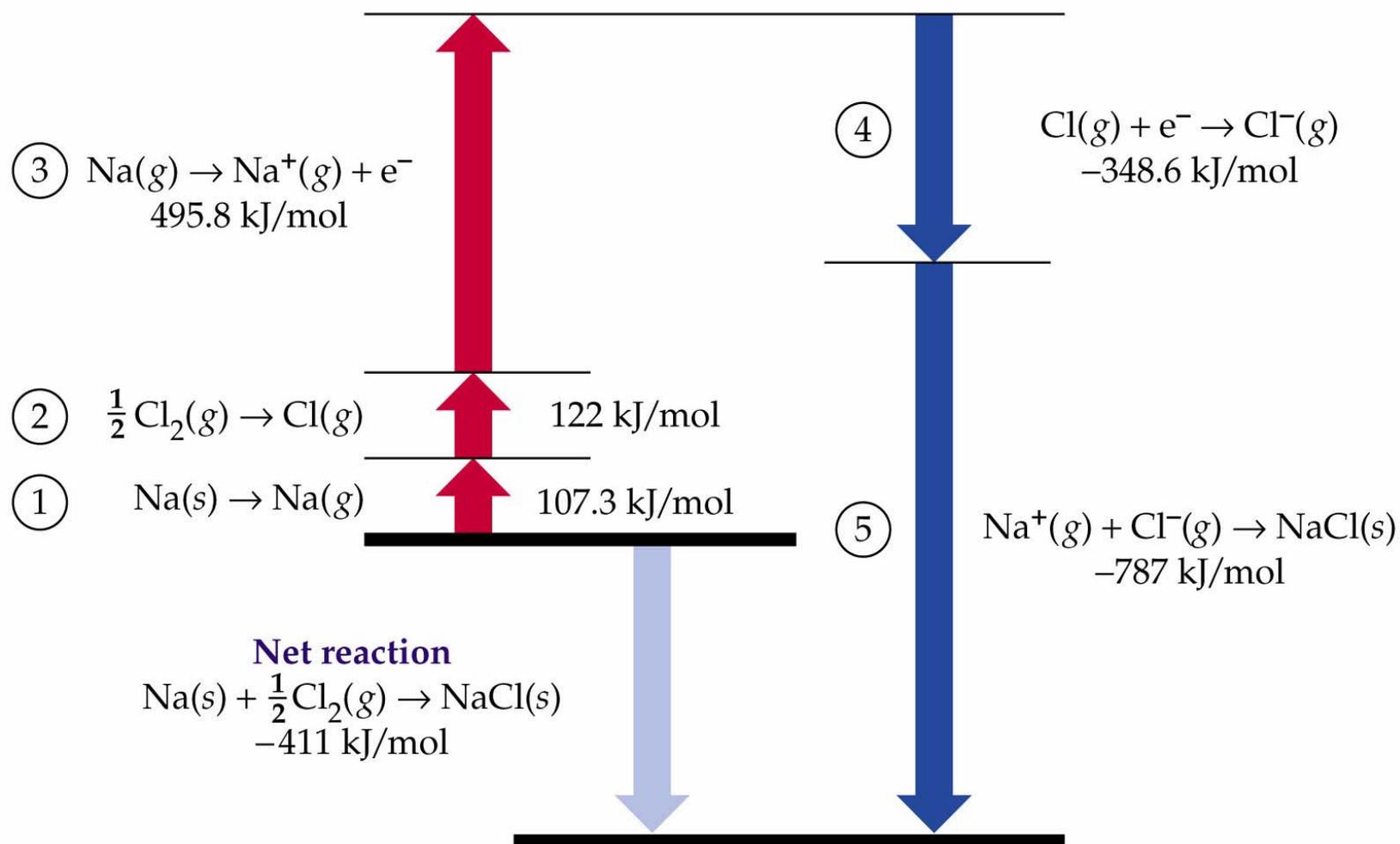


# Bildung eines NaCl-Gitters aus den Elementen (Atome, gasförmig)



# Energie-Betrachtung zur Bildung von NaCl (kristallin)

## aus Na<sup>+</sup> und Cl<sup>-</sup> (gasförmig)



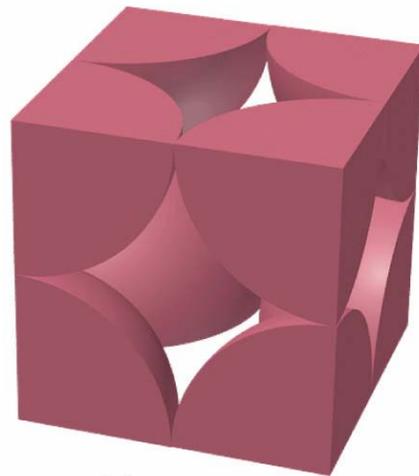
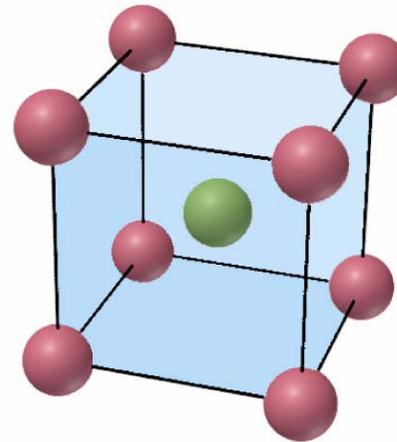
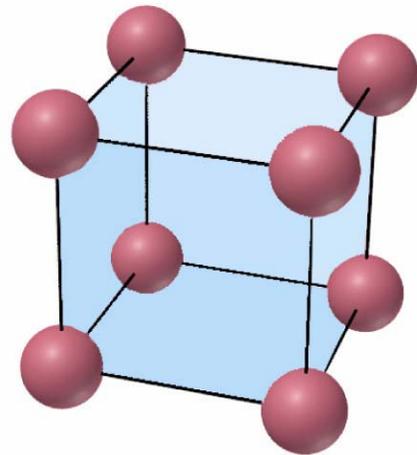
## Gitterenergie einiger Salze (Halogenide, Oxide)

**TABLE 6.3**

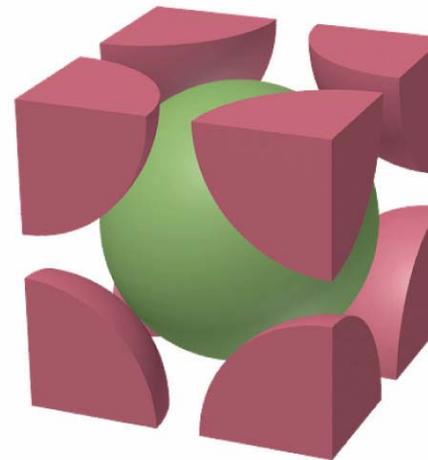
Lattice Energies of Some Ionic Solids (kJ/mol)

Cation	Anion				
	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	O <sup>2-</sup>
Li <sup>+</sup>	1036	853	807	757	2925
Na <sup>+</sup>	923	787	747	704	2695
K <sup>+</sup>	821	715	682	649	2360
Be <sup>2+</sup>	3505	3020	2914	2800	4443
Mg <sup>2+</sup>	2957	2524	2440	2327	3791
Ca <sup>2+</sup>	2630	2258	2176	2074	3401
Al <sup>3+</sup>	5215	5492	5361	5218	15,916

Gitter: (a) kubisch primitiv, (b) kubisch raumzentriert

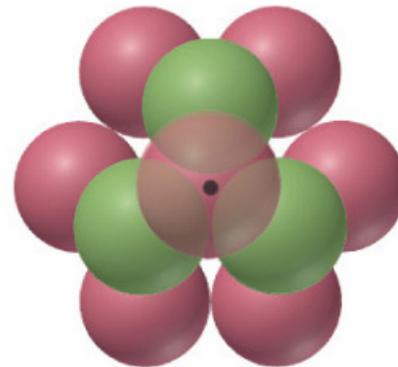
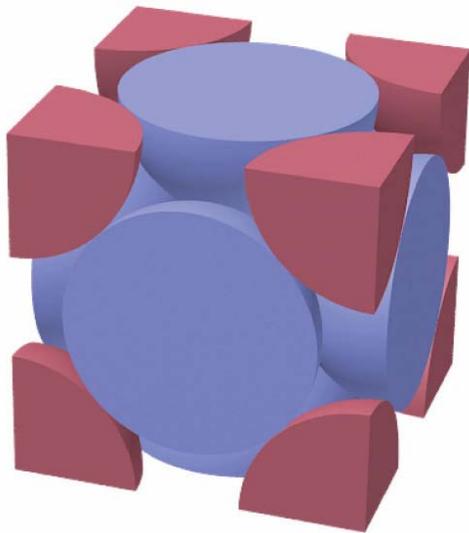
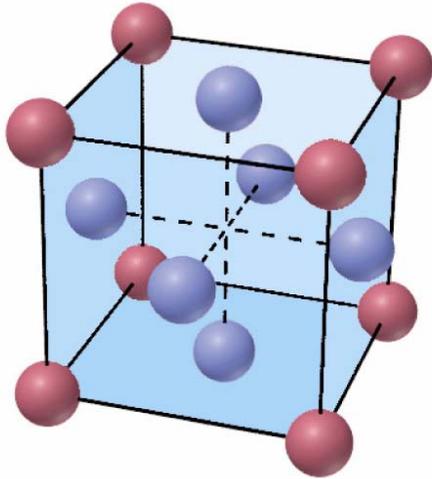


(a)

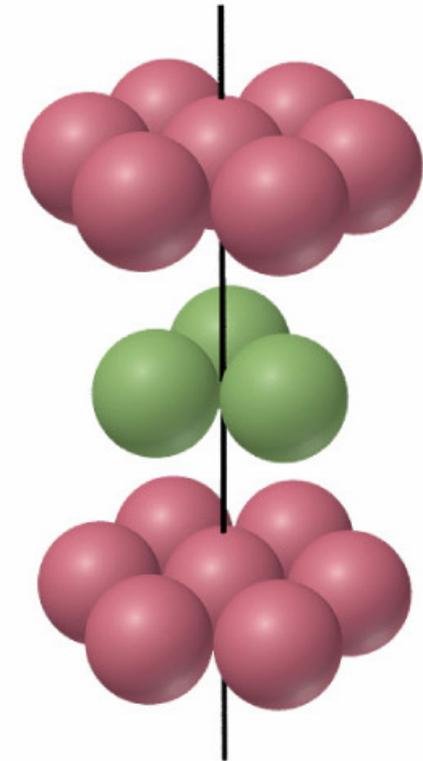


(b)

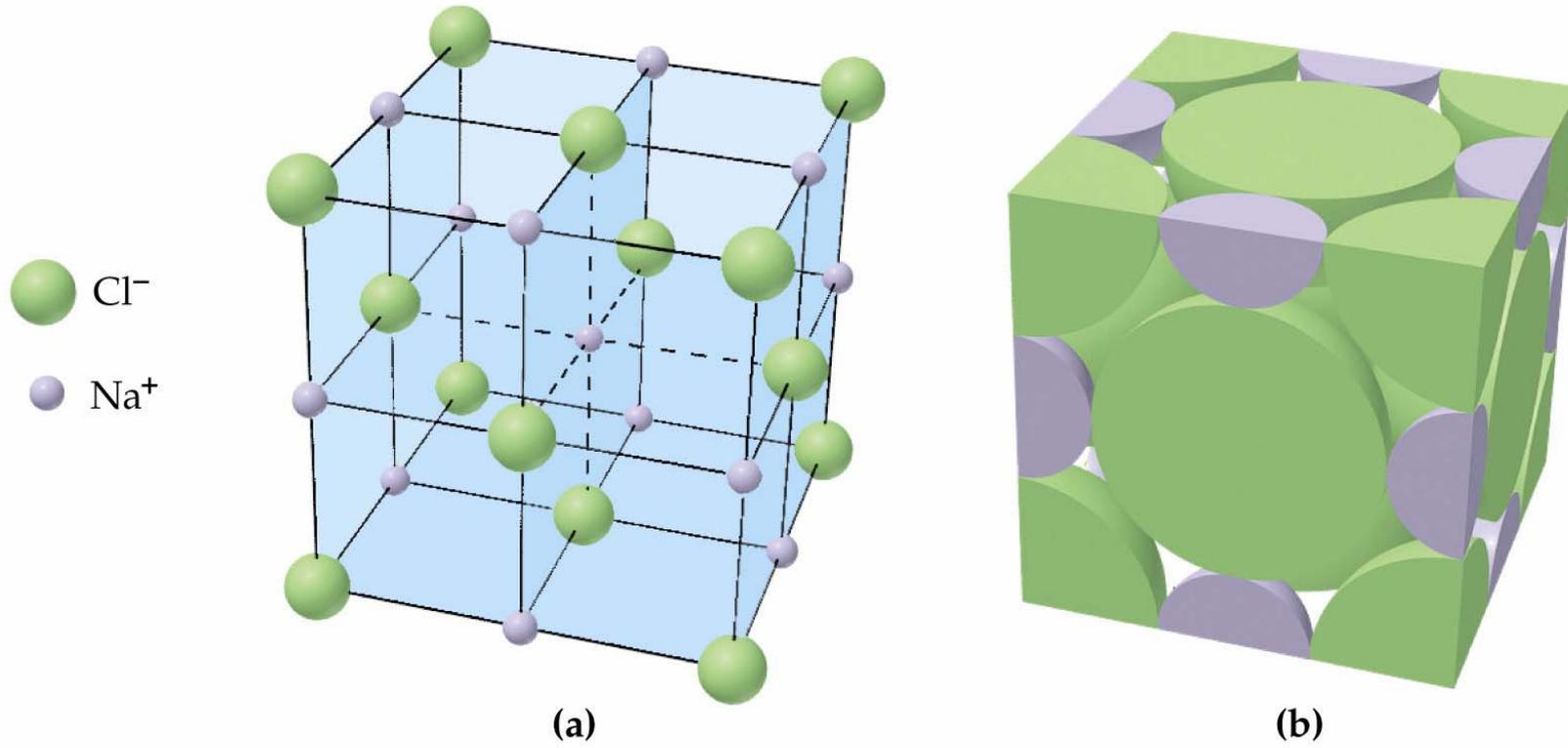
Gitter: links: kubisch dicht, rechts: hexagonal dicht



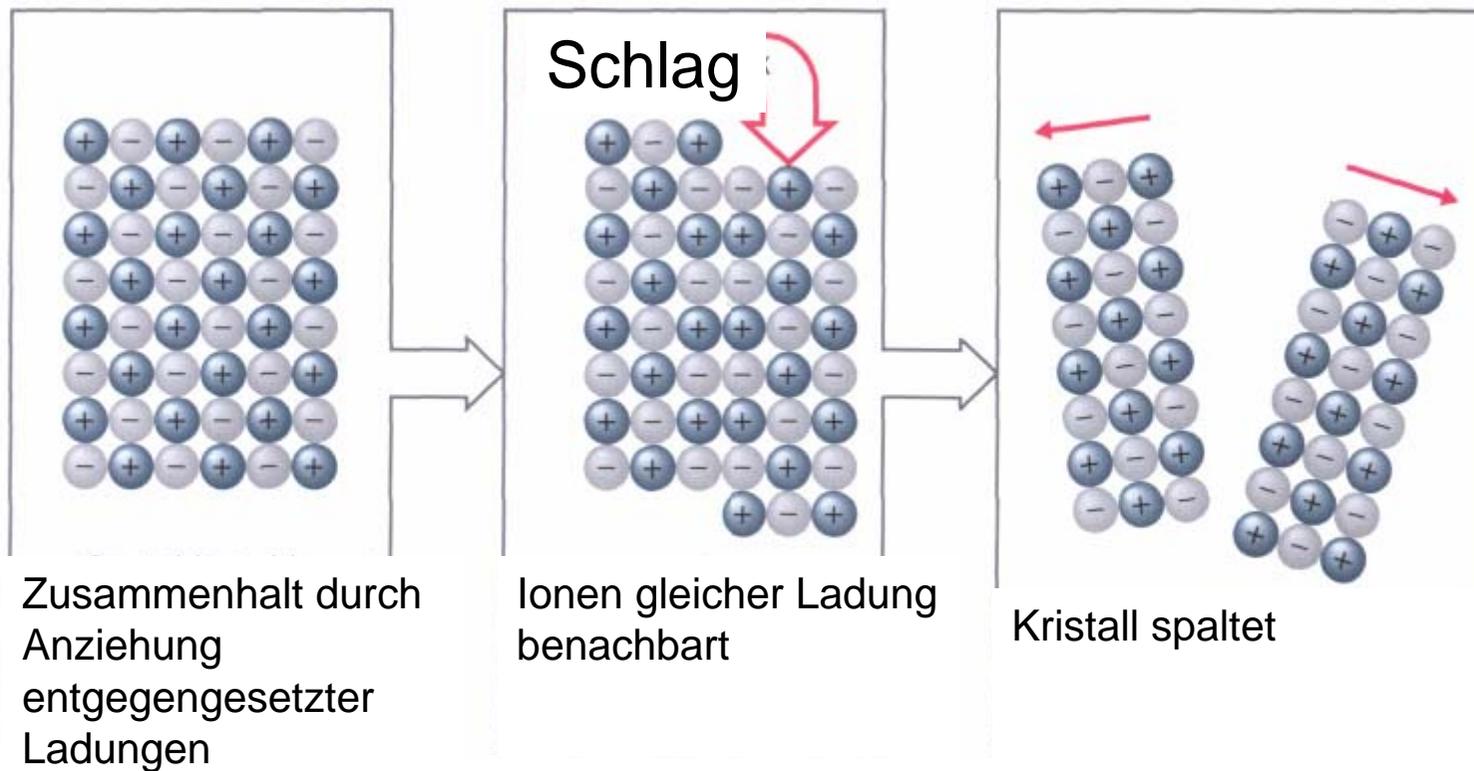
Top view



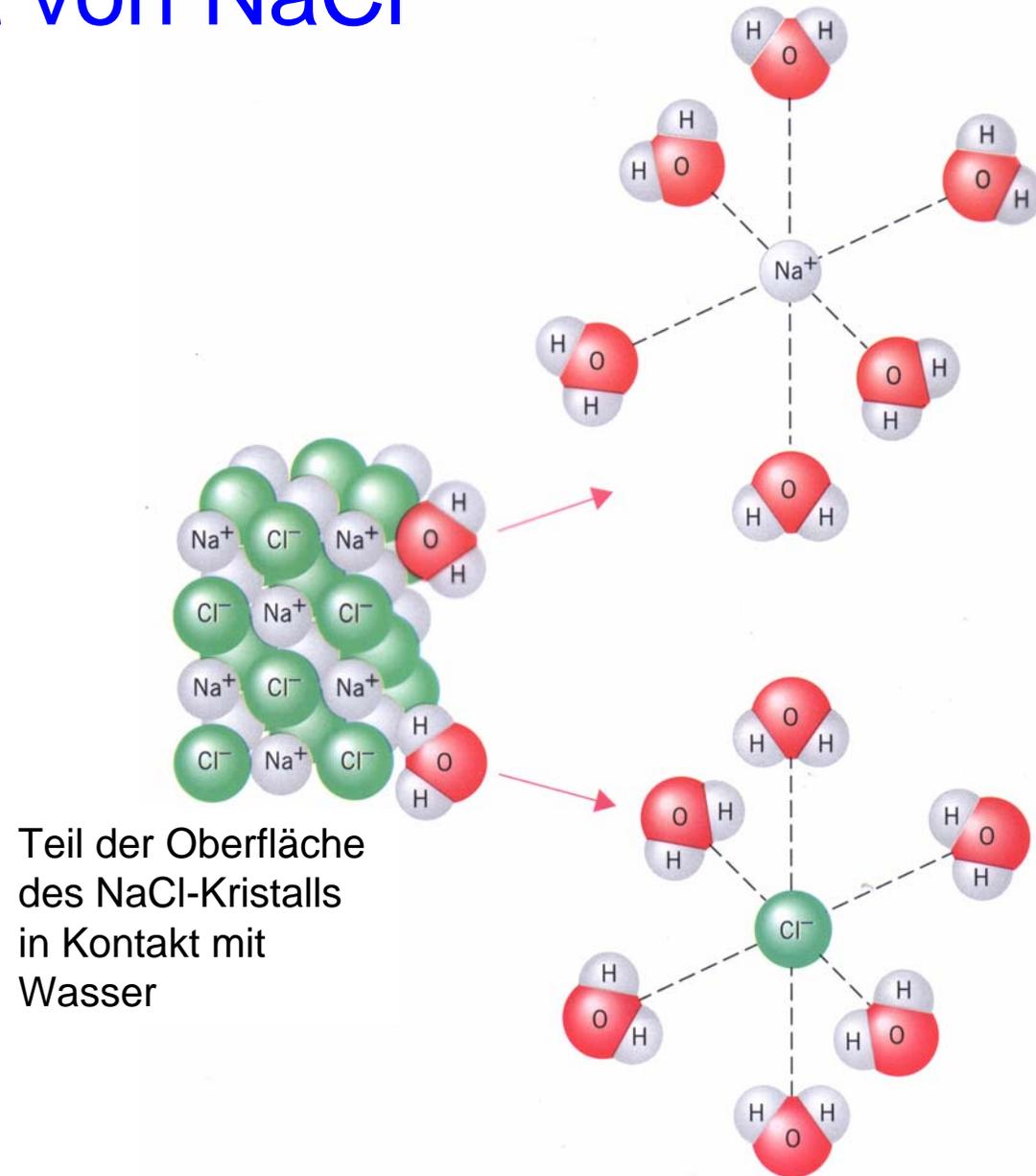
# Steinsalz = Kochsalz-Gitter: kubisch primitiv



# Spaltbarkeit von Ionenkristallen



# Löslichkeit von NaCl



# Löslichkeitsregeln

## Löslich sind

- 1) alle Salze der Alkalimetalle, Ausnahme  $\text{KClO}_4$
- 2) alle Salze mit den Ionen  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$  und Acetat
- 3) alle Chloride, Bromide, Iodide, Ausnahmen Salze mit  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$
- 4) alle Sulfate, Ausnahmen Salze mit  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$

## Unlöslich sind

- 5) alle Oxide/Hydroxide, Ausnahmen die der Alkalimetalle,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$
- 6) alle Phosphate, Carbonate, Sufite, Sulfide, Ausnahme Salze mit Alkalimetall-Ionen und  $\text{NH}_4^+$

## Löslichkeitsprodukt



Löslichkeitsprodukt:  $K_L = \{\text{Me}^{m+}\}^n \{\text{X}^{n-}\}^m$ ,  $\text{p}K_L = -\lg(K_L)$

Verbindung	$K_L$	$\text{p}K_L$
$\text{MgCO}_3$	$3.5 \times 10^{-8} \text{ mol}^2 \text{ l}^{-2}$	7.45
$\text{CaCO}_3$	$4.5 \times 10^{-9} \text{ mol}^2 \text{ l}^{-2}$	8.35
$\text{SrCO}_3$	$9.3 \times 10^{-9} \text{ mol}^2 \text{ l}^{-2}$	8.03
$\text{Mg(OH)}_2$	$7.1 \times 10^{-12} \text{ mol}^2 \text{ l}^{-2}$	11.14
$\text{Ca(OH)}_2$	$6.5 \times 10^{-6} \text{ mol}^2 \text{ l}^{-2}$	5.19

## Wasserhärte (Grad deutscher Härte, Molarität)

Klasse	Härtegrad	Konzentration CaO/MgO
1 (weich)	$< 7^\circ$	$< 1,3$ mmol/L
2 (mittelhart)	$\geq 7-14^\circ$	$\geq 1,3-2,5$ mmol/L
3 (hart)	$\geq 14-21^\circ$	$\geq 2,5-3,8$ mmol/L
4 (sehr hart)	$> 21^\circ$	$> 3,8$ mmol/L

$1^\circ\text{dH} = 10,00$  mg/L CaO bzw.  $7,19$ /L mg MgO

$1$  mmol/L MgO =  $40,3$  mg/L;  $1$  mmol/L CaO =  $56,1$  mg/L

$1$  mmol/L MgO =  $1$  mmol/L CaO

Überwiegende  
Wasserhärte

weich

mittel

hart

sehr hart

