

Abb. 20.1 Atom- und Ionenradien in pm (nach Pauling)

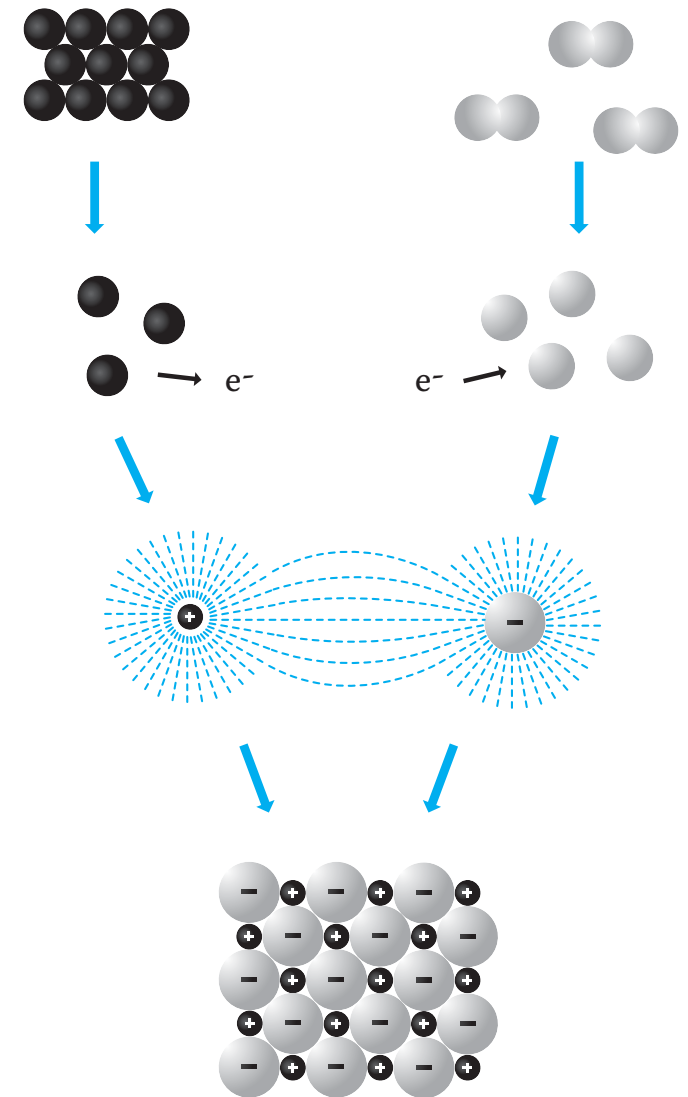
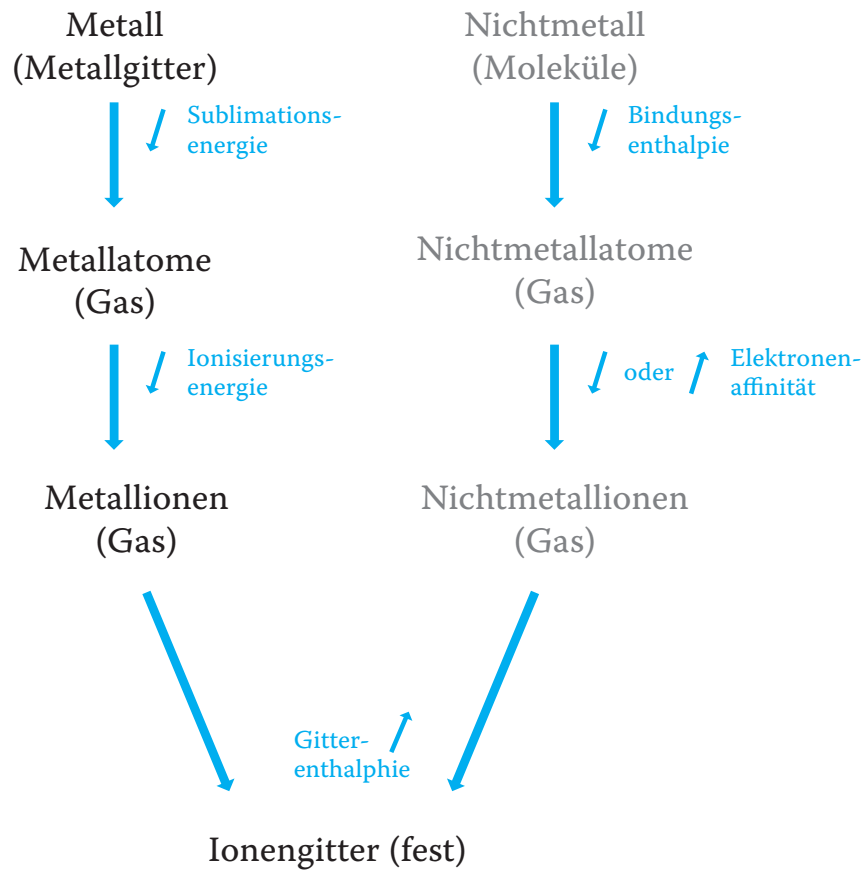


Abb. 20.2 Schematische Darstellung der Vorgänge bei der Bildung einer Ionenverbindung aus den Elementen

Tabelle 20.2 Atomradien, Ionenradien und Ionisierungsenergien einiger Metalle

Element	Atomradius in pm	Ionisierungsenergie in kJ · mol ⁻¹	Ionenradius in pm
Li/Li ⁺	152	+521	60
Na/Na ⁺	186	+496	95
K/K ⁺	231	+417	133
Rb/Rb ⁺	244	+401	148
Cs/Cs ⁺	262	+374	169
Ag/Ag ⁺	144	+732	126
Mg/Mg ²⁺	160	+2176	65
Ca/Ca ²⁺	197	+1724	97
Sr/Sr ²⁺	215	+1598	113
Ba/Ba ²⁺	217	+1464	135
Fe/Fe ²⁺	126	+2314	85
Zn/Zn ²⁺	133	+2640	74
Ni/Ni ²⁺	124	+2489	78
Pb/Pb ²⁺	175	+2159	132
Al/Al ³⁺	143	+5100	50
Fe/Fe ³⁺	126	+5565	67

Tabelle 20.3 Atomradien, Ionenradien und Elektronenaffinität einiger Nichtmetalle

Element	Atomradius in pm	Elektronenaffinität in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	Ionenradius in pm
F/F ⁻	64	-344	136
Cl/Cl ⁻	99	-362	181
Br/Br ⁻	114	-346	195
I/I ⁻	133	-297	216
O/O ²⁻	66	+695	140
S/S ²⁻	104	+333	184

Tabelle 20.4 Gitterenthalpien einiger Salze in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

LiF	1030	LiCl	834	MgO	3795	CaF ₂	2640
LiCl	834	NaCl	769	CaO	3414	CaCl ₂	2268
LiBr	788	KCl	701	SrO	3217	CaBr ₂	2132
LiI	730	RbCl	680	BaO	3029	CaI ₂	1971
		CsCl	657	Al ₂ O ₃	15 916	Fe ₂ O ₃	14 309
				MgS	3347		
				CaS	3084		
				BaS	2707		

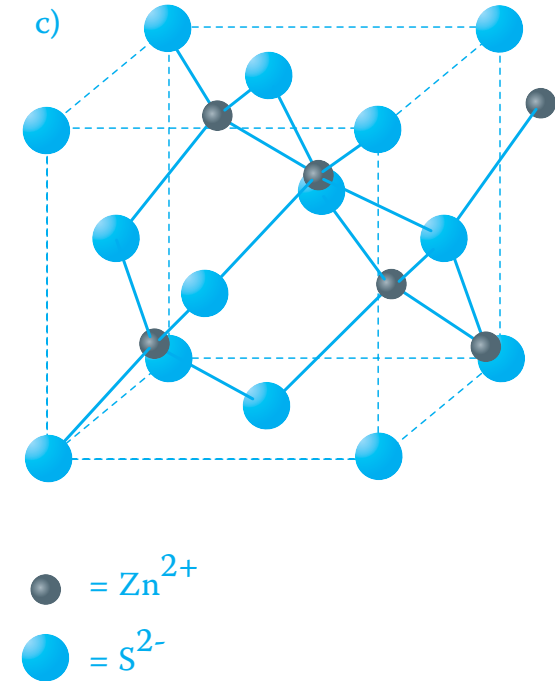
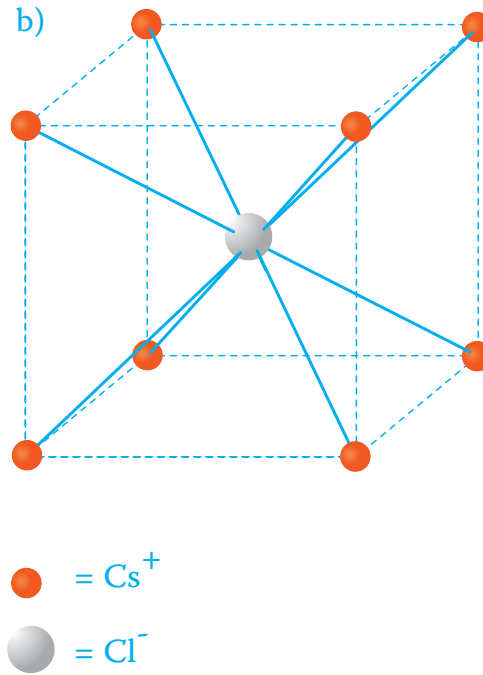
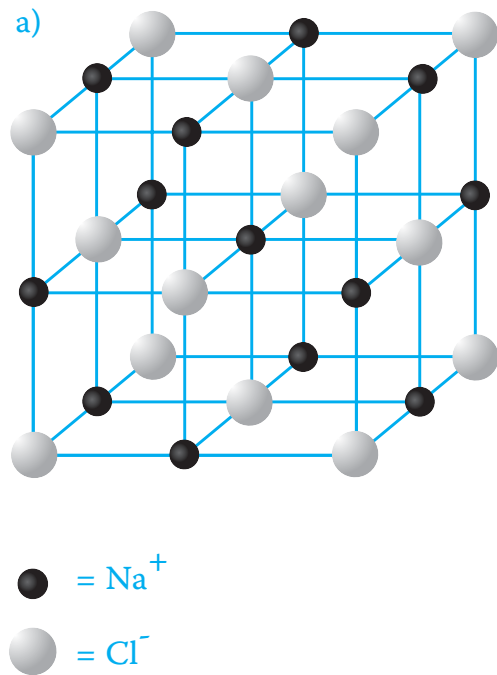


Abb. 20.3 Gitterstrukturen einiger Salze: a) Kochsalzstruktur (NaCl): Jedes Natrium-Ion ist von 6 Chlorid-Ionen, jedes Chlorid-Ion von 6 Natrium-Ionen umgeben; b) Caesiumchloridstruktur (CsCl): Jedes Chlorid-Ion ist von 8 Caesium-Ionen, jedes Caesium-Ion von 8 Chlorid-Ionen umgeben; c) Zinksulfidstruktur (ZnS): Jedes Zink-Ion ist von 4 Sulfid-Ionen, jedes Sulfid-Ion von 4 Zink-Ionen umgeben

Tabelle 20.5 Zusammenhang zwischen Gitterenthalpie, Schmelz- und Siedetemperatur

Kristall	Gitterenthalpie in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	Schmelztemperatur in $^{\circ}\text{C}$	Siedetemperatur in $^{\circ}\text{C}$
NaF	−910	996	1704
NaCl	−769	801	1465
NaBr	−732	747	1390
NaI	−682	661	1304
KF	−808	858	1502
KCl	−701	771	1417
KBr	−671	734	1435
KI	−632	681	1323
MgO	−3795	2825	3600
CaO	−3414	2613	—
SrO	−3217	2531	—
BaO	−3029	1973	—

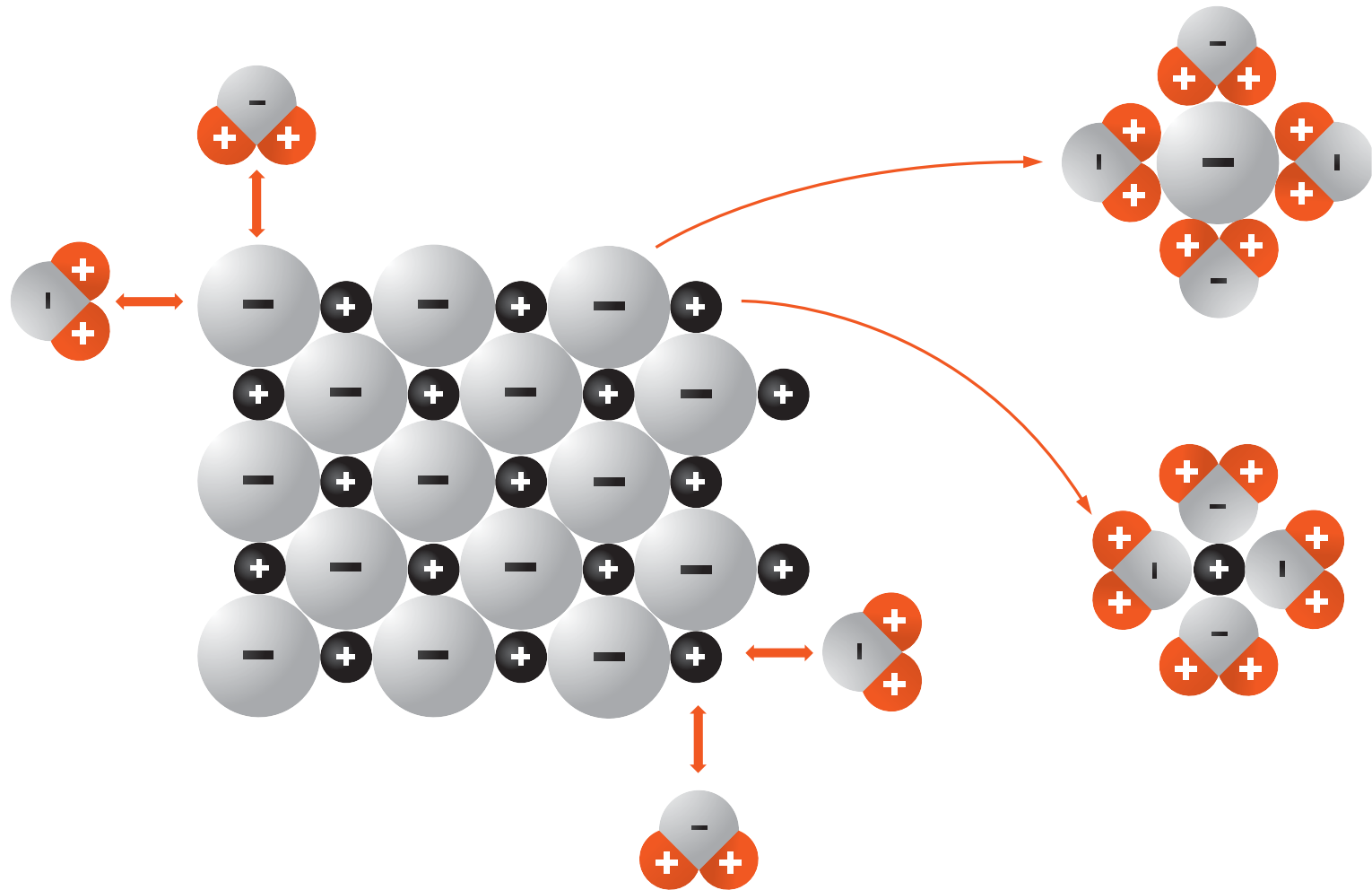


Abb. 20.6 Vorgang beim Auflösen eines Salzes: Die Ionen werden frei und hydratisieren sich. Die kleinen Ionen sind positiv, die grossen negativ geladen

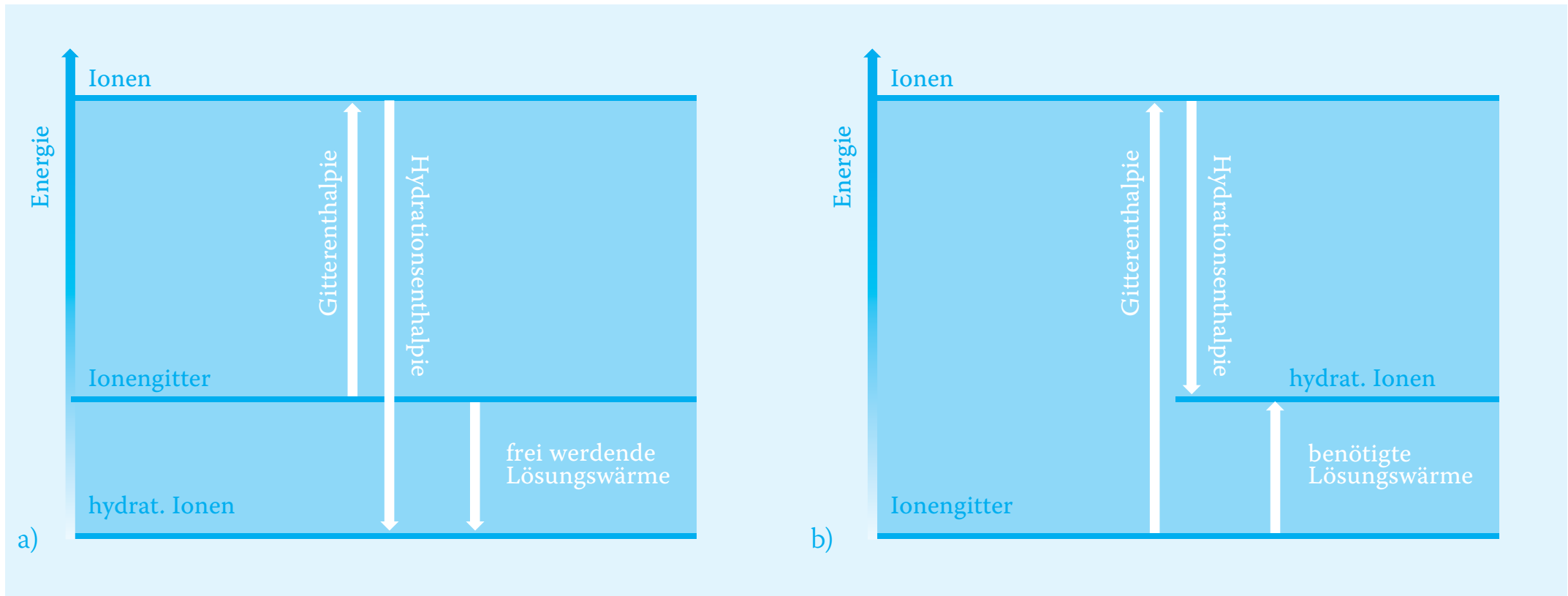


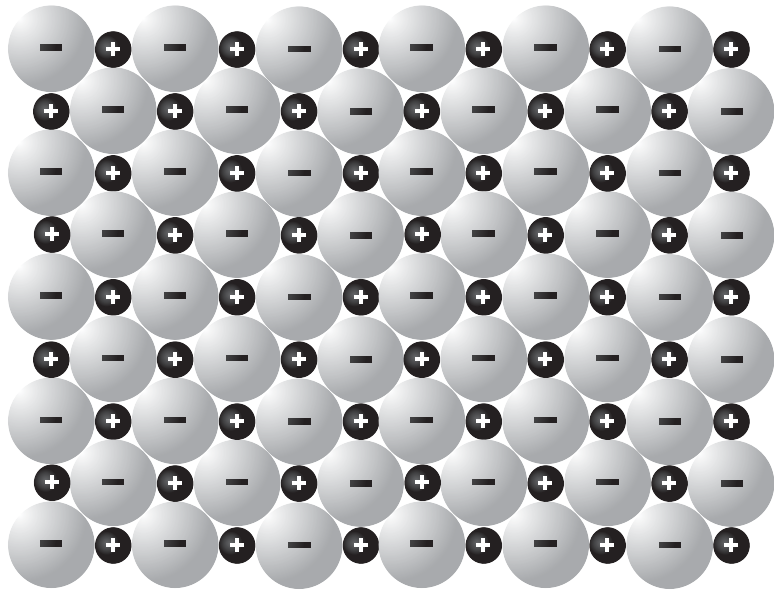
Abb. 20.7 Lösevorgang eines Salzes: a) exotherm, b) endotherm

Tabelle 20.7 Hydrationsenthalpien ΔH einiger Ionen [kJ/(mol Ionen)]

ΔH		ΔH		ΔH	
H_3O^+	1084	Mg^{2+}	1908	OH^-	364
Li^+	508	Ca^{2+}	1577	F^-	510
Na^+	398	Sr^{2+}	1431	Cl^-	376
K^+	314	Ba^{2+}	1289	Br^-	342
Rb^+	289	Zn^{2+}	2054	I^-	298
Cs^+	256	Cd^{2+}	1791	CN^-	359
Ag^+	468	Hg^{2+}	1820	NO_3^-	255
NH_4^+	293	Fe^{2+}	1958		
		Al^{3+}	4602		
		Fe^{3+}	4485		

Tabelle 20.8 Löslichkeit einiger Alkali- und Erdalkalisalze (g/100 cm³; Raumtemperatur)

NaF	4,22	MgF_2	0,0076	MgSO_4	26
NaCl	35	MgCl_2	35	CaSO_4	0,298
NaBr	79,5	MgBr_2	48	SrSO_4	0,011
NaI	158,5	MgI_2	100	BaSO_4	0,00023



Ionengitter

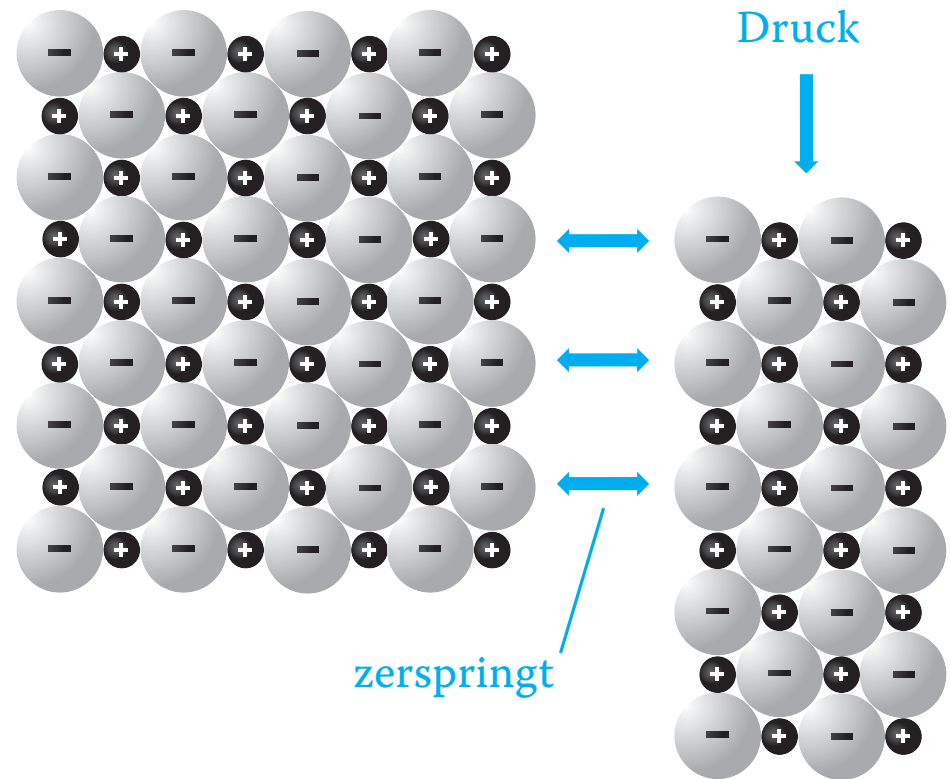


Abb. 20.9 Verschiebung von Gitterebenen eines Salzes führt zum Auseinanderbrechen des Gitters

Tabelle 20.9 Beispiele von Oxokomplexen verschiedener Nichtmetallatome bzw. deren Salze

Formel	Name des Komplexions	Lewis-Formel	Beispiel eines Salzes	Formel
NO_3^-	Nitrat-Ion		Natriumnitrat	NaNO_3
PO_4^{3-}	Phosphat-Ion		Kaliumphosphat	K_3PO_4
CO_3^{2-}	Carbonat-Ion		Calciumcarbonat	CaCO_3
ClO_3^-	Chlorat-Ion		Magnesiumchlorat	$\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$
SO_4^{2-}	Sulfat-Ion		Kupfer(II)-sulfat	CuSO_4

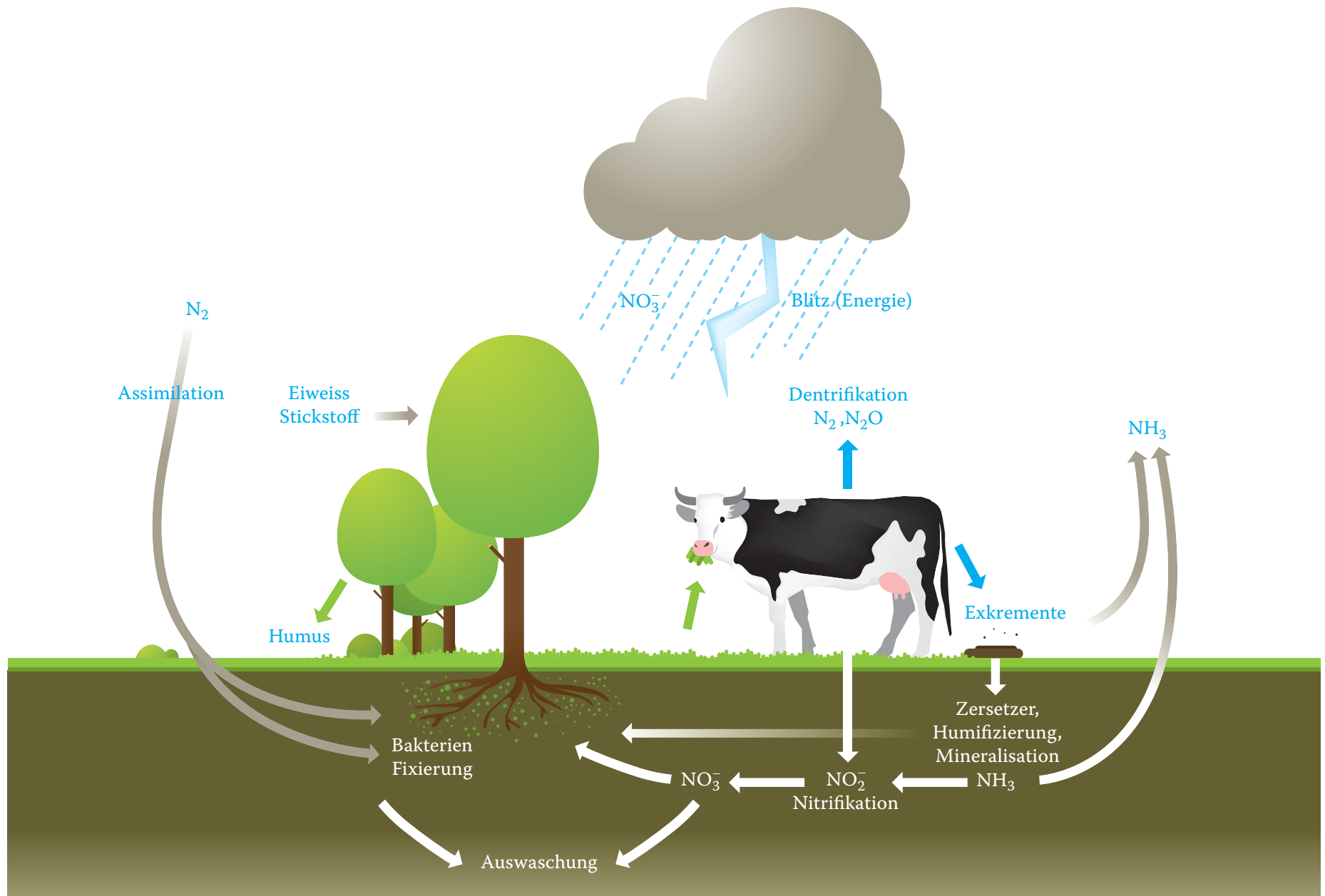


Abb. 20.13 Stickstoffkreislauf in der Biosphäre

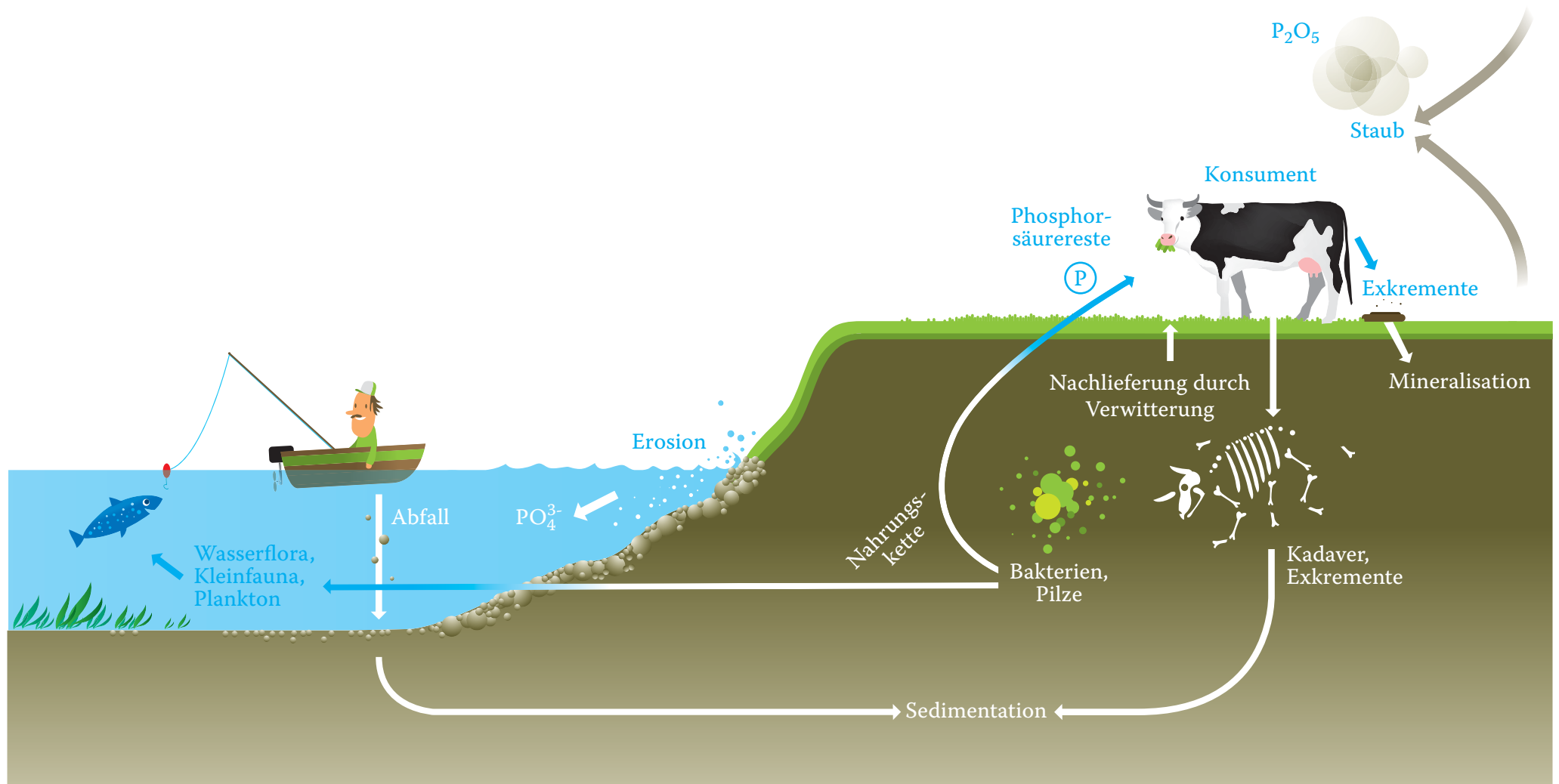


Abb. 20.14 Phosphorkreislauf in der Biosphäre

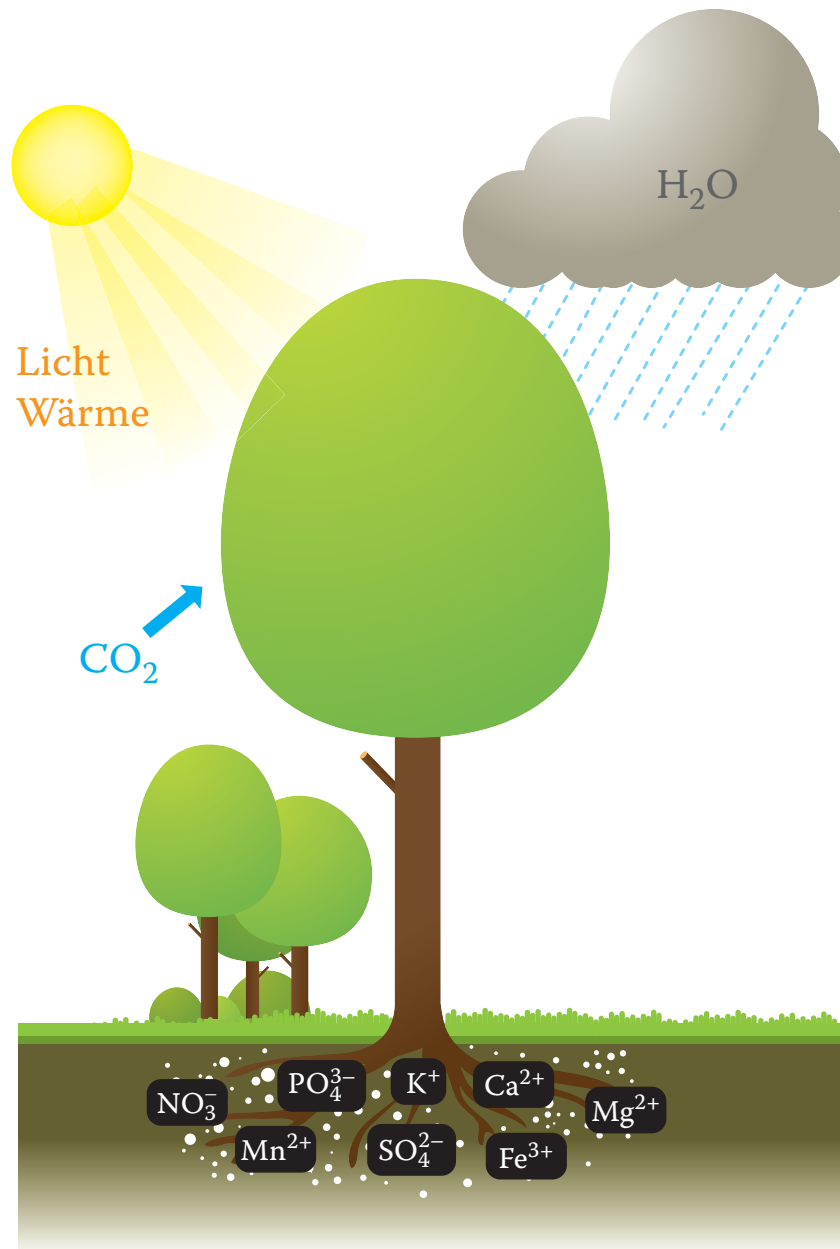


Abb. 20.15 Licht, Wärme, CO_2 und H_2O allein lassen die Pflanzen nicht wachsen. Sie brauchen auch Mineralstoffe, besonders N, P, K, Ca und Mg

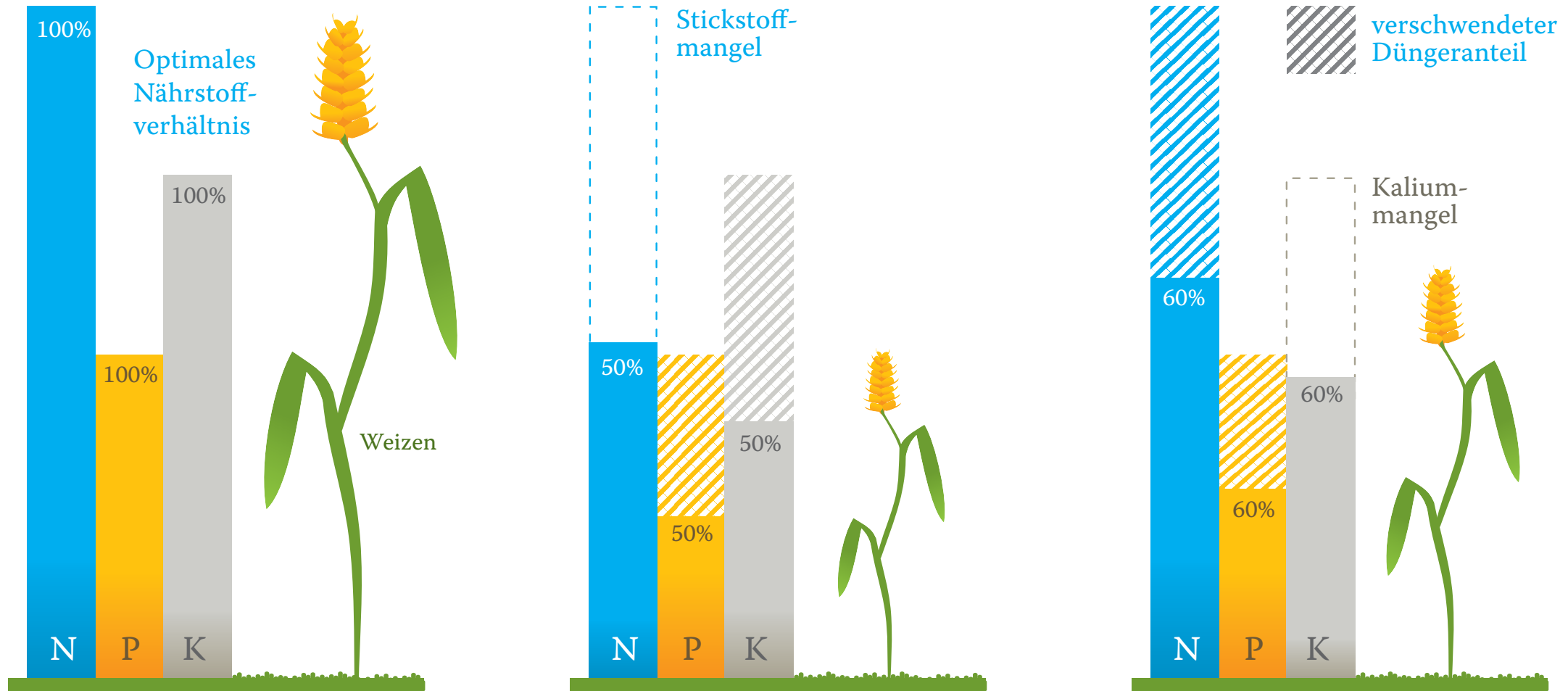


Abb. 20.16 Mangelt es auch nur an einem Nährstoff, sinken Pflanzenwuchs, Ertrag und Qualität – Düngerüberschuss ist wirkungslos

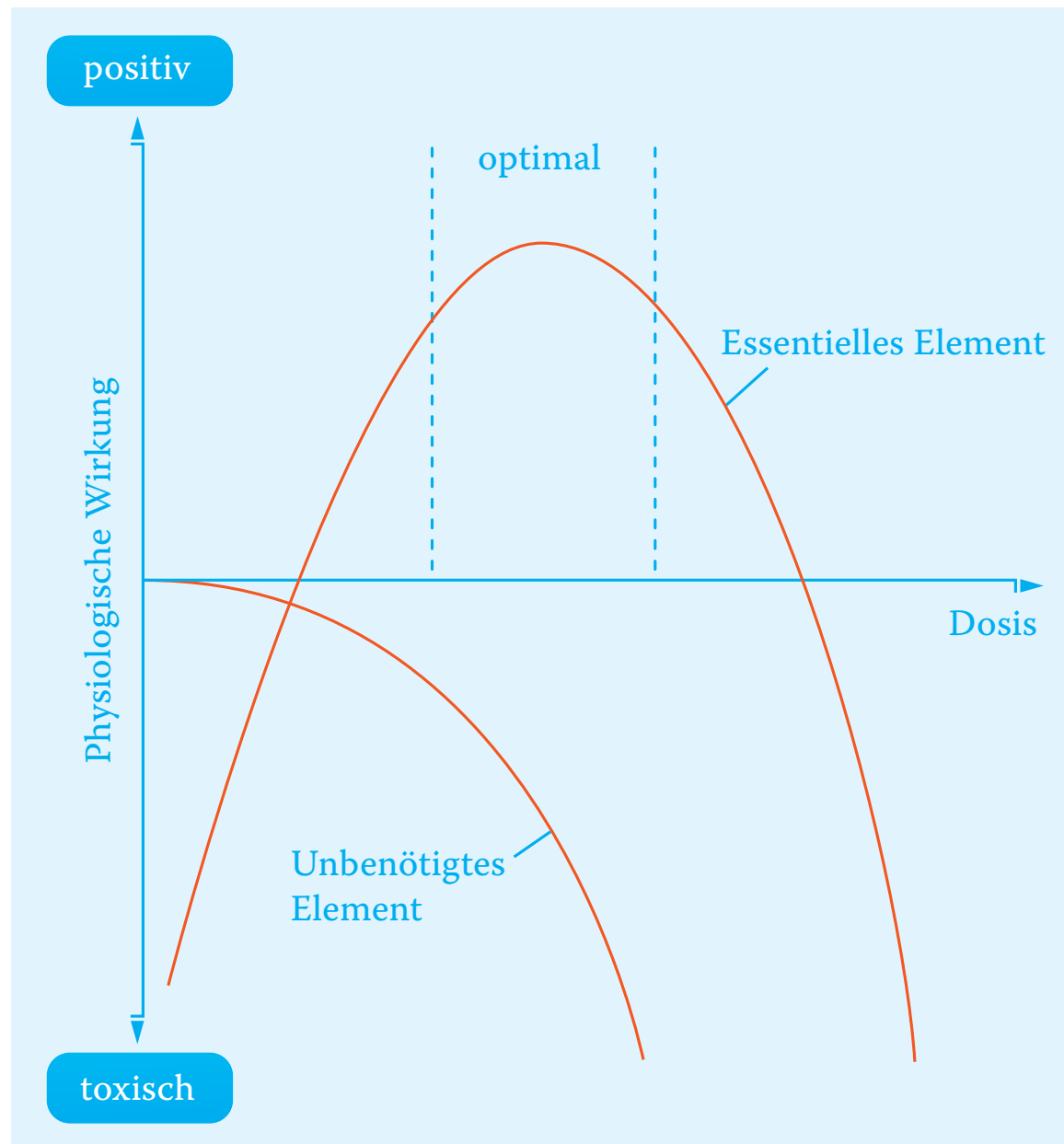


Abb. 20.19 Dosis-Wirkungs-Beziehung von benötigten und unbenötigten Elementen (z. B. Zn, Cu bzw. Cd, Pb)