
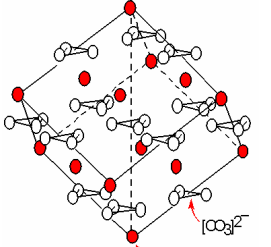

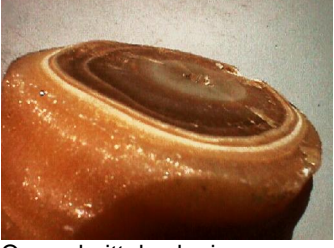



Beginn einer Tropfsteinhöhle¹ am Wasserhahn

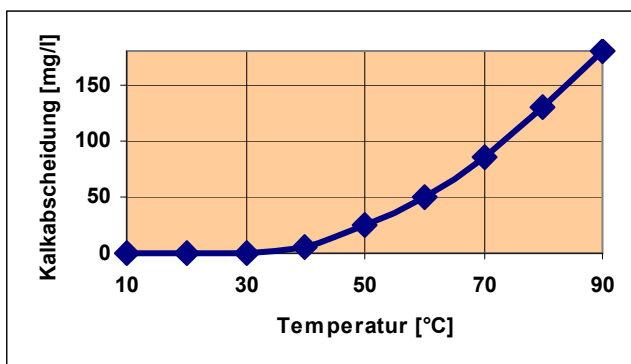
Peter Bützer

Reaktions-Gleichung	CaCO ₃ (s)	+ H ₂ O(l)	+ CO ₂ (g)	→	Ca(HCO ₃) ₂ (l)
Name	Calciumcarbonat, Kalk Temp. <30°C: Calcit Temp. >30°C: Aragonit	Wasser	Kohlendioxid		Calciumhydrogencarbonat ^{2,3}
Ionen	Ca ²⁺ , CO ₃ ²⁻				Ca ²⁺ , HCO ₃ ¹⁻
Molmasse (g/mol)	100.1	18.0	44.0		162.1
Löslichkeit	14 mg/l (20°C), 0.14 mmol/l	Regen	CO ₂ in der Luft 0.03%		850 mg/l (20°C), 5.24 mmol/l 1560 mg/l (0°C), 9.62 mmol/l
1 mm Kalk auf der Heizwasserleitung im Heizkessel = 10% mehr Energieverbrauch	basisch pH bei dieser Konzentration: 10.2				<i>Folgerung:</i> Im Winter ist das Wasser kalkhaltiger!!
Je mehr gelöstes Calciumhydrogencarbonat, desto härter das Wasser (Wasserhärte siehe unten)					Ca ²⁺ (aq) -543; HCO ₃ ¹⁻ (aq) -692 -53; 91
ΔH _f ^o (kJ/mol) ⁴ S ^o (J/mol.K)	-1207 93	-285 189	-393 214		
		Wasser und Kohlendioxid H ₂ O + CO ₂ ⇌ H ₂ CO ₃ Kohlensäure reagiert mit dem Kalk zu Ca(HCO ₃) ₂		Gleichgewicht: Hin- und Rückreaktion	
Kristalldruse aus Aragonit (Nadeln) (Tunesien)	Calcitgitter (Rhomboeder)				Karstbildung durch Auflösen von Kalk (Risetengrat)
	Stalaktiten sind Tropfsteine, kalkige Ablagerungen, die zapfenförmig von Decken der Höhlen hängen. Stalagmiten sind eher stumpfe Kegel, die sich auf den Böden bilden. Kalkhaltiges abtropfen- des und verdunstendes Wasser kann Kalk aus- scheiden (Kalksinter) und die bizarren Gebilde in Tropfsteinhöhlen bilden.	erhitzen, oder Druck verringern: CO ₂ geht als Gas weg, H ₂ O verdunstet, zurück bleibt Kalk		←	
Querschnitt durch einen Stalaktiten (in der Mitte ist ein Loch) (Alpstein) Die Ringe lassen sich mit dem Wetter korrelieren.		Kalk am Wasserausfluss (Altstätten)			Die Kalkabscheidung setzt bei 45°C ein und nimmt mit steigender Temperatur fast exponentiell zu. Bei 80°C wird dreimal mehr Kalk abgeschieden als bei 60°C. <i>Folgerung:</i> Hartes, calciumhaltiges Wasser benötigt mehr Waschmittel als weiches Wasser. Es kann mit Seife Kalkseife bilden, die sich im Gewebe ablagern kann. Je heißer gewaschen wird, desto mehr Kalk kann sich auf dem Gewebe ablagern.

Auflösen von Kalk: ΔH^o = 650 kJ/mol; die Reaktion braucht Wärme.

ΔS^o = -458 J/mol.K; dadurch, dass Gas und Wasser gebunden werden, nimmt die Entropie gewaltig ab.

ΔG^o = 784 kJ/mol, die Kalkabscheidung setzt Energie frei.



Folgerung: Je höher die Temperatur, desto mehr Kalk wird aus kalkhaltigem Wasser abgeschieden.

Wasserhärte: Unter der Gesamthärte (GH) versteht man die Konzentration der Erdalkalimetall-, d. h. die Ca- und Mg-Ionen; im allgemeinen besteht die Gesamthärte zu 70–85% aus Ca- und zu 30–15% aus Mg-Härte.

Einteilung: (Beurteilung, deutsche Härtegrade, Konzentration)

weich,	<7°	entspr.	<1,3 mmol/l
mittelhart,	7–14°	entspr.	1,3–2,5 mmol/l
hart,	14–21°	entspr.	2,5–3,8 mmol/l
sehr hart	>21°	entspr.	3,8 mmol/l

¹ Asselborn W., Jäckel M., Risch K. (Hrsg.), Chemie heute – Sekundarbereich II, Schroedel Verlag GmbH, Hannover, 1998, 82

² Calciumhydrogencarbonat: Römp Lexikon Chemie – Version 1.5, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1998

³ Schwoebel, J., Einführung in die Limnologie. 6. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1987, S. 85-89

⁴ Aylward G.H., Datensammlung Chemie in SI-Einheiten, Verlag Chemie GmbH, Weinheim, 1975, 80ff