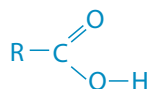


## 14.8 Exkurs: Säuren und Basen im Alltag

### Carbonsäuren

Allgemeine Lewis-Formel der Carbonsäuren:



R: Kohlenwasserstoffrest, der nur aus den Atomen der beiden Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff gebildet wird: z. B.  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{C}_5\text{H}_{11}$  usw. Die charakteristische Säuregruppe wird oft als  $-\text{COOH}$  geschrieben.

**Methansäure** (Ameisensäure,  $\text{HCOOH}$ ). Sie kommt in bestimmten Ameisenarten, im Zellsaft der Brennhaare von Brennnesseln und in den Nesselkapseln der Hohltiere vor und kann als verdünnte Lösung, z. B. durch Destillation von mit Wasser zerriebenen Brennnesseln, gewonnen werden.

**Ethansäure** (Essigsäure,  $\text{H}_3\text{CCOOH}$ ). Sie ist eine der wichtigsten organischen Säuren. Als Bestandteil des Speiseessigs entsteht sie durch bakterielle Oxidation des Ethanols («Trinkalkohol») in vergorenen Fruchtsäften oder im Wein. Sie wird überall dort verwendet, wo eine billige oder schwache Säure gebraucht wird. Im menschlichen Stoffwechsel (Abbau von Traubenzucker) spielt sie eine bedeutende Rolle. Viele Biosynthesen (z. B. von Carotinoiden, Riechstoffen, Phenolen) gehen von der Essigsäure aus.



Abb. 14.23

Durch Essigsäure wird  
Blaukraut zu Rotkraut.

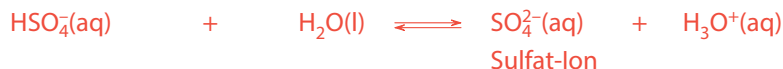
### Anorganische Säuren

**Schwefelsäure.** Reine Schwefelsäure ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ist eine ölige, relativ schwere Flüssigkeit mit einer Siedetemperatur von  $t_b = 320^\circ\text{C}$  und einer Dichte von  $\rho = 1.8\text{ g/cm}^3$ , die sich in jedem Verhältnis mit Wasser mischt. Beim Verdünnen erwärmt sich die Lösung so stark, dass sie zum Sieden kommen kann. Daher muss die Säure immer in kleinen Portionen ins Wasser gegossen werden, nie umgekehrt! Man vermeidet damit ein Umherspritzen von Schwefelsäuretröpfchen durch verdampfendes Wasser. Konzentrierte Schwefelsäure ist hygroskopisch, d. h., sie wirkt wasseranziehend und verdünnt sich allmählich, wenn man sie in einem offenen Gefäß stehen lässt. Sie wird deshalb in Waschflaschen zum Trocknen von Gasen verwendet.

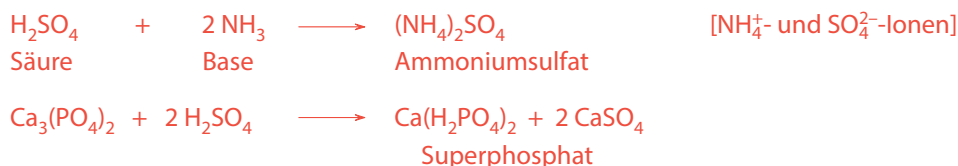
Schwefelsäure ist eine mehrprotonige Säure, sie kann zwei Protonen abgeben. In einem ersten Schritt reagiert sie praktisch vollständig mit Wasser:



Das Hydrosulfat-Ion reagiert zu einem geringen Teil weiter als Säure mit dem Wasser zu Sulfat-Ionen:



Die Schwefelsäure gehört zu den meistproduzierten Chemikalien weltweit (Weltjahresproduktion: über 200 Millionen Tonnen). Sie wird vor allem zur Herstellung von Düngemitteln wie Ammoniumsulfat oder Superphosphat benötigt:



Bei dieser Reaktion ist das  $\text{PO}_4^{3-}$ -Ion die Base und  $\text{H}_2\text{SO}_4$  die Säure.

Schliesslich ist die wässrige Lösung der Schwefelsäure ein wichtiger Bestandteil des Bleiakkumulators (Abschnitt 16.3).

**Salpetersäure.** Reine Salpetersäure ( $\text{HNO}_3$ ) ist eine farblose Flüssigkeit ( $t_b = 86^\circ\text{C}$ ), die am Licht oder beim Erwärmen leicht in braunes Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), Wasser und Sauerstoff zerfällt:



Die Reaktion mit Wasser führt praktisch zu einem vollständigen Umsatz:



Salpetersäure wird vielseitig verwendet, z. B. in Form von Nitraten ( $\text{MeNO}_3$ ) als Düngemittel und für Explosivstoffe sowie in Kohlenstoffverbindungen (organische Stoffe) zur Herstellung von Farbstoffen, Pharmazeutika usw.

**Hydrogenchlorid (Chlorwasserstoff).** Die Lösung von Hydrogenchlorid ( $\text{HCl}$ ) in Wasser wird, wie bereits an anderer Stelle erwähnt, als «Salzsäure» bezeichnet. Es handelt sich dabei jedoch nicht um eine Säure, sondern um eine saure Lösung.



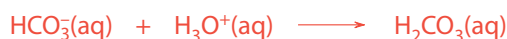
Konzentrierte Salzsäure, eine mit  $\text{HCl}$ -Gas gesättigte Lösung, «raucht» an der Luft. Das entweichende  $\text{HCl}$ -Gas bildet mit dem gasförmigen Wasser der Luft einen Nebel (heterogenes Gemisch flüssig-gasförmig). Die Lösung wirkt stark ätzend und enthält etwa 39 Massenprozent  $\text{HCl}$ , bei einer Dichte von  $\rho = 1.195 \text{ g/cm}^3$ .

In der chemischen Industrie ist Salzsäure eine der wichtigsten Grundchemikalien. Sie wird z. B. in der Erdgas- und Erdölindustrie in grossem Massstab eingesetzt. Als Bestandteil des Magensafts bei Mensch und Tier spielt sie eine wichtige Rolle bei der Verdauung.

**Kohlensäure.** Beim Einleiten von Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) in Wasser erhält man eine Lösung mit schwach saurem Geschmack.



Erhitzt man die saure Lösung oder öffnet man eine Mineralwasserflasche, so entweicht  $\text{CO}_2$ , die Reaktionen laufen dann umgekehrt ab, meist unter Aufschäumen:

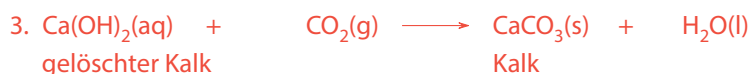
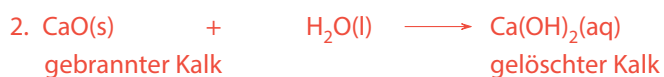
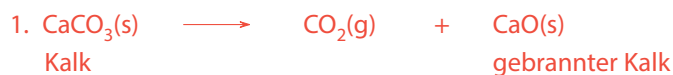


## Basen

Die wichtigste Base ist das in den salzartigen Metallhydroxiden [ $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] enthaltene Hydroxid-Ion  $\text{OH}^-$ . Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), ein farbloses Gas mit charakteristischem Geruch,<sup>1</sup> sowie das in der Soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) oder im Kalk ( $\text{CaCO}_3$ ) vorkommende Carbonat-Ion ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) sind weitere wichtige Basen. Aus Kalk gewinnt man durch starkes Erhitzen Calciumoxid  $\text{CaO}$ , «gebrannten Kalk», mit der starken Base  $\text{O}^{2-}$ . Verwendet wird das Metalloxid z. B. zur Raffination von Rohrzucker, als Trocknungsmittel und in Glas-, Papier-, Gummi- und Sodafabriken. Mit Wasser reagiert  $\text{CaO}$  zu Calciumhydroxid,  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$  («gelöschter Kalk»).

In der Bauwirtschaft kommt die wässrige Lösung von Calciumhydroxid in grossem Massstab mit Zugabe von Sand als Mörtel zur Anwendung. Dieses Calciumhydroxid-Sand-Gemisch ist ausserdem seit Tausenden von Jahren Grundlage der Freskomalerei. Dabei wird auf den noch nassen Mörtel gemalt. An der Luft bildet sich dann durch Reaktion mit dem Kohlenstoffdioxid wiederum Kalk, der als durchsichtige Schicht die Malerei vor Umwelteinflüssen schützt.

Vom Kalk zum Kalk:



<sup>1</sup> Salmiakgeist ist eine wässrige Lösung von Ammoniak.

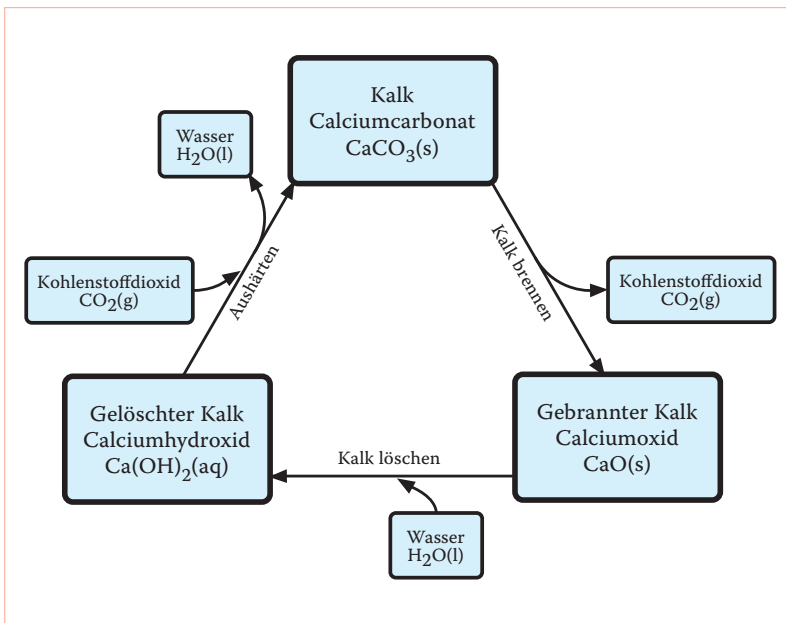


Abb. 14.24

Der Kalkkreislauf in der Freskomalerei

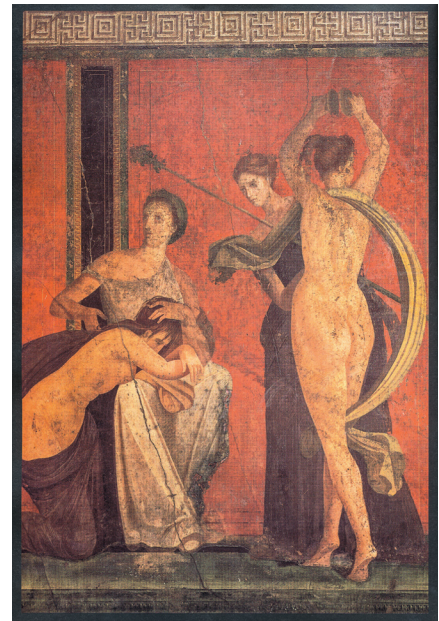


Abb. 14.25

Mysterienvilla (Pompeji, Italien); Fresko aus dem 1. Jahrhundert n. Chr.

Basische Lösungen wirken stark ätzend, wobei die Augen besonders gefährdet sind. Schon wenig konzentrierte Natronlauge  $[\text{NaOH}(\text{aq})]$  kann zu einer völligen Zerstörung der Bindehaut bzw. zur Trübung der Hornhaut führen (keine Arbeit mit Chemikalien ohne Schutzbrille!). Natrium- und Kaliumhydroxid ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ), feste, an der Luft durch Aufnahme von Wasser allmählich zerfließende Substanzen, heißen darum auch «Ätznatron» bzw. «Ätzkali».

## Zentrale Begriffe zum Exkurs 14.8

- › Carbonsäure
- › Methansäure (Ameisensäure)
- › Ethansäure (Essigsäure)
- › Schwefelsäure
- › Salpetersäure
- › Hydrogenchlorid (Chlorwasserstoff)
- › Salzsäure
- › Kohlensäure
- › Metallhydroxid
- › Kalk
- › gebrannter Kalk
- › gelöschter Kalk
- › Freskomalerei
- › Ätznatron
- › Ätzkali