

Chemie mit (Tafel)-Kreide

Kalk und Gips

Grundlagen

Calciumcarbonat CaCO_3 ist Hauptbestandteil des Kalksteins. Ganze Gebirgszüge (z.B. Karawanken, Dachstein usw.) sind aus Kalk aufgebaut. Durch die chemische Reaktion mit einer Säure lässt sich aus Kalk bzw. kalkhaltigem Material Kohlenstoffdioxid freisetzen.

Diese Reaktion dient Geologen zur Erkennung von carbonathaltigem Gestein bei Exkursionen. Dabei wird auf das Material verdünnte Salzsäure aufgetropft. Kommt es hierbei unter Aufschäumen zu Kohlenstoffdioxid-Entwicklung, so enthält die Probe Carbonat.

Calciumcarbonat liegt besonders rein in Marmor, Kreide, Kalkspat oder Calcit und Muschelkalk vor. Wichtig ist auch das Doppelsalz Dolomit. In vielen Kalksorten sind neben Calciumcarbonat noch andere Stoffe (Ton, Eisenoxid) enthalten, die für die Verfärbung des Gesteins verantwortlich sind.



Kreide:

- weißer, lockerer **feinkörniger Kalkstein**
- entstand aus den Kalkgehäusen von Kleinlebewesen des Meeres (einzelliger Algen, einzelliger Tierchen)
- enthält Siliciumdioxid
- seine Konsistenz ist halbfest und abmehlend (Kreidefelsen auf Rügen)

Wegen ihrer Weichheit nimmt man die Kreide auch gern zum Schreiben, deshalb spricht man auch von **Schreibkreide**.

Die Kreide ist in feuchtem Zustand sehr schwer, weil sie viel Wasser adsorbiert. Mit zunehmendem Trocknungsgrad wird sie wesentlich leichter.

Kalkspat (Calcit):

- das reinste in der Natur vorkommende Carbonat
- bildet farblose durchsichtige Kristalle
- diese Kristalle zeigen die Eigenschaft der Doppelbrechung: d.h. Buchstaben werden doppelt gesehen („Doppelspat“)

Marmor:

- dichter, reiner Kalkspat, der aus miteinander verwachsenen Kalkspatkristallen besteht
- entstand unter hohem Druck bei hohen Temperaturen in tieferen Erdschichten
- Metalloxide sind für die verschiedenen Verfärbungen des Marmors verantwortlich
- Reiner Marmor ist schneeweiß (Bildhauermarmor von Carrara, Krastal bei Villach)

Dolomit:

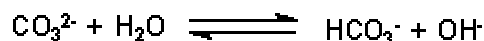
- gelblich-braunes, körniges Gestein (Dolomiten)
- es handelt sich dabei um ein Doppelcarbonat $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$

Muschelkalk:

- dichter, hell- bis dunkelgrauer Kalkstein
- wird als Schotter, Splitt oder Baustein benutzt

Die weiche, mehlig Kreide ist im Wasser ein wenig löslich. Deshalb ist das Meer vor Kreidefelsen als Suspension immer milchig trüb. Harter Marmor oder Calcit sind wegen der festen Kristallstruktur (beinahe) unlöslich.

Kreidiges Wasser reagiert alkalisch, weil die Calcium- und Carbonat-Ionen mit dem Lösungswasser ein chemisches Gleichgewicht bilden. Dabei entstehen Hydroxid-Ionen.



Das merkt man auch, wenn man viel mit Tafelkreide schreibt und immer wieder feucht die Tafel abwischt oder in den feuchten Kreidefelsen arbeitet. Die Haut wird völlig entfettet und es bedarf einer Menge Hautcreme, um die Haut rückzufetten und so vor Anätzung zu schützen.

Kreide ist aber viel mehr als Kalk

Sie hat besondere Stoffeigenschaften, die sie für den Chemiker interessant machen. Kreide hat ein selektives Adsorptionsvermögen für Farbstoffe. Die hohe Adsorptionsfähigkeit beruht auf dem Aufbau der Kreide. Wir erinnern uns, dass es sich hier um die Schalen von mikroskopisch kleinen Organismen handelt, die eine riesige adsorptive Oberfläche besitzen. Mit einem Stück Tafelkreide kann man Farbstoffe wie zum Beispiel die von Pflanzen auftrennen. Das geht aber in letzter Zeit nicht mehr. Die Gründe sind folgende:

- Die Kalkkreiden bestehen aus geriebenem und anschließend fest gepresstem Kalkstein
- Die Tafelkreide besteht aus Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (über seine Sulfat-Ionen nachweisbar)

Gips

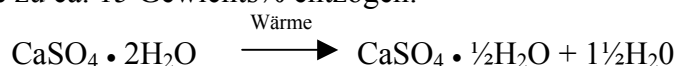
Gips ist ein wasserhaltiges Calciumsulfat, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ mit etwa 20 % Wasser, das im Kristallgitter in "Schichten" konzentriert ist. Durch diesen Wechsel von Calciumsulfat und Wasser ist Gips sehr gut spaltbar. Die Ritzhärte liegt bei 2 nach der Mohs'schen Skala. Gips kann mit dem Fingernagel geritzt werden. Das Mineral ist farblos-durchsichtig oder weiß, kann aber durch Einschlüsse unterschiedlich gefärbt sein.

Im Laufe der Erdgeschichte wurden immer wieder Meeresbecken von den großen Ozeanen abgeschnürt. Waren die Temperaturen hoch genug, so konnten diese Becken austrocknen. Dabei bildeten sich nach einer festen Reihenfolge unterschiedliche Minerale: Zuerst Dolomit, dann Gips und Anhydrit, zuletzt unterschiedliche Kalisalze und Steinsalz. In unseren alpinen Salzlagerstätten (Hall in Tirol, Berchtesgaden, Hallein, Hallstatt, usw.) wurden Gips und Steinsalz während der Gebirgsbildung durchmischt. Das Salz wird durch Wasser herausgelaugt, der Gips bleibt im Berg.

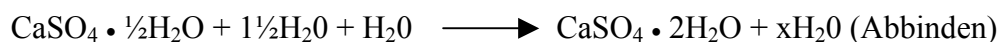
Schöne Gipskristalle bilden sich im Ton. Auch manche Wüstenböden enthalten Gips. Mineralhaltiges Wasser steigt auf und verdunstet. Der Gips lagert sich um Sandkörner an. Gips bildet sehr schöne Zwillingkristalle.

Verwendung

Beim Brennen des Gipssteins, das ein Trocknen des Gipses darstellt, werden bei $130^\circ\text{-}165^\circ\text{C}$ Kristallwasseranteile zu ca. 15 Gewichts% entzogen.



Je nach Temperatur wird unterschiedlich der Kristallwasseranteil entfernt.
z.B. wird aus dem Dihydrat ein Halbhydrat. Dieses Halbhydrat ist in der Lage, durch Zugabe von Wasser wieder in den ursprünglichen Zustand des Dihydrats unter Wärmeabgabe überzugehen. Dieser Vorgang wird als Abbinden bezeichnet.



Beim Brennen von 120-130°C erhält man den üblichen Gips zum Wände-gipsen. Bei 130-180°C entsteht Stuckgips. Er bindet mit Wasser rasch ab und bildet ein filziges Geflecht feinsten Gips-Nädelchen.

Die Temperatur von ca. 900°C lässt wasserfreien Estrichgips entstehen, der nur langsam abbindet, aber dafür verwitterungsbeständiger ist (Mörtelgips $\text{CaSO}_4 \cdot \text{CaO}$).

Gips wird seit Jahrtausenden als preiswerter und vielseitiger Werkstoff eingesetzt. Rohgips als meist reinweißes Mineral findet man in ergiebigen unterirdischen Lagern fast überall auf der Welt. Schon die alten Ägypter verwendeten Gips als Mörtelbestandteil beim Bau der Cheops-Pyramide oder zur Grundierung von Wandmalereien. In Europa verhalfen die Römer dem Gips zum Durchbruch: Plastiken wurde ebenso aus Gips angefertigt wie Gipsschienen zur Stabilisierung von Knochenbrüchen. Gips ist auch in unserer modernen Welt ein unverzichtbarer Werkstoff mit einem breiten Anwendungsgebiet.

REA-Gips: Rauchgasgips (**R**auchgas**E**ntschwefelungs**A**nlage)

Ausgangsmaterial der heutigen Gips-(Baustoff)industrie

Gips hat hohe Feuerschutzwirkung. Gipswände brennen im Gegensatz zu Kalk nicht. Wegen des Kristallwassers ermöglicht Gips aber das Rosten von Eisen im Bauegefüge.

Kreidenchemie

Runde Kreiden = Kalktafelkreide (Marke OMYA), gepresster Kalk

Eckige Kreiden = Gipstafelkreide (REA-Gips)

(Beide Tafelkreidearten billiger im Vergleich als Abbauprodukte des Kreidefelsens)

Didaktisches Ziel:

- Unterscheidung von Gips und Kalk am Beispiel eines Alltagsproduktes
 - ✓ Säureempfindlichkeit des Kalkes
 - ✓ Saugvermögen von Gips
 - ✓ Brennverhalten von Kalk und Gips (Feuerschutzwirkung)
- Kalkbrennen, Gipsbrennen – 2 unterschiedliche Vorgänge zur Baumaterialaufbereitung
 - ✓ Kalkbrennen: Zersetzung des Carbonats unter CO_2 – Abspaltung
 - ✓ Gipsbrennen: Trocknen – entziehen von Kristallwasser

Experiment 1: Löslichkeit von Kreide und pH-Wert der Lösung

G&C: Mörser, Pistill, pH-Papier, dest. Wasser, kleines Becherglas, Kalktafelkreide

Durchführung:

- Kreide zermörsern, und mit dest. Wasser versetzen
- Mit Universalindikator-Papier prüfen

Ergebnis:

Bildung einer Suspension; Es hat sich alkalisches Milieu eingestellt. Mit dem pH-Meter misst man einen pH-Wert von 8,7.

Experiment 2: Nachweis von Kalk in der Tafelkreide

G&C: Mörser, Pistill, einige RGs, RG-Ständer, Kelchgläser, Spatel, Spritzflasche, runde weiße Kreide bzw. Farbkreiden Zitronensäure, Essigsäure, Spülmittel,

Durchführung:Variante 1:

- Kleine weiße und Farbkreidestücke (1 cm lang) im Mörser zermahlen
- Einen gehäuften Spatel mit Zitronensäure versetzen und vermengen
- Mischung in die RG füllen
- Mit 2-3 Tropfen Spülmittel und Wasser aus der Spritzflasche versetzen

Ergebnis:

Bunte Schäume steigen in den RGs hoch. Ungelöste Kreidebestandteile und Farbpigmente setzen sich am Boden ab.

Erklärung:

Durch die Wasserzugabe wird die Zitronensäure aktiv und zerlegt den Kalk. Das dabei entstandene CO_2 lässt Schaum im beigemengten Spülmittel entstehen.

Variante 2:

- Kleine weiße und Farbkreidestücke (1 cm lang) im Mörser zermahlen
- Die verschiedenen Farbkreidepulver in die RG füllen
- Mit 2-3 Tropfen Spülmittel und 2-3 mL verdünnte Salzsäure versetzen

Variante 3: Demonstrationsexperiment

- Kleine weiße und Farbkreidestücke (2 cm lang) im Mörser zermahlen
- Mit Zitronensäure vermengen (wie bei Variante 1)
- Die verschiedenen Farbkreidepulver/Zitronensäuremischung in Kelchgläser geben
- Mit Spülmittel und Wasser versetzen

Es kann aber auch wie bei Variante 2 mit Salzsäure gearbeitet werden. Essigsäure ist in diesem Experiment nicht sehr wirkungsvoll.

Anmerkung: Will man auf die große Schaumbildung verzichten, so kann das Spülmittel weggelassen werden.

Experiment 3: Sulfatnachweis in Gipskreiden

G&C: Mörser, Pistill, kleines Becherglas, kleiner Erlenmeyer, Trichter, Filterpapier, 1 Reagenzglas, RG-Ständer, Spatel, Spritzflasche mit destilliertem Wasser, eckige weiße Kreide, Bariumnitratlösung

Durchführung:

- Kleines Stück Kreide zermörsern
- Kreidepulver ins kleine Becherglas geben und mit destilliertem Wasser versetzen
- Filtrieren
- 1-2 mL des Filtrats in einem RG mit ein paar Tropfen Bariumnitratlösung versetzen

Ergebnis: Es bildet sich ein weißer Niederschlag

Erklärung: Die vorhandenen Sulfationen des gelösten Gipses reagieren mit den Bariumionen zum weißen Niederschlag Bariumsulfat BaSO_4

Experiment 4: Gipstafelkreiden für Chromatographie

G&C: Kleine Bechergläser, eckige Gipstafelkreiden, schwarze Tinte (Pelikan), Chlorophyll

Durchführung:

- Die Bechergläser ca. 0,5 cm hoch mit den Farbstoffen versetzen
- Tafelkreide hineinstellen

Ergebnis: Sofort erfolgt die Farbstofftrennung



Gips saugt wässrige Farbstofflösungen hoch, gepresste Kalktafelkreiden können dies nicht.

Experiment 5: Gipstafelkreiden werden gebrannt

G&C: Mörser und Pistill, Magnesiumschiffchen, Tiegelzange, Gipstafelkreide, Kerze

Durchführung:

- Die zerriebene Gipstafelkreide in das Magnesiumschiffchen geben
- Über der Kerze „brennen“ (trocknen)

Gebrannten Gips für Experiment 5 verwenden

Experiment 6: Gips härten; Herstellung von Farbtafelkreide

G&C: Pralinschälchen (oder aus Alufolie längliche Formen falten), Kunststoffbecher, Wasser, Zahnstocher, Lebensmittelfarbe oder Farbpigmente aus dem Bastelgeschäft

Durchführung:

- Gebrannten Gips aus Experiment 4 mit etwas Wasser in den Kunststoffbechern anrühren, mit Farbe versetzen und in die Formen gießen (es kann auch direkt in den Formen angerührt werden)
- Trocknen lassen

Ergebnis: Nach einem Tag kann mit der selbst hergestellten Farbkreide geschrieben werden.



Experiment 7: Kalkbrennen – Kalklöschen - Mörtelherstellung

G&C: Mörser und Pistill, Magnesiumschiffchen, Tiegelflange, Becherglas, Kalktafelkreide, Sand, Alufolie, Fliese, Spatel, Universalindikator, Spritzflasche, Brenner

Durchführung:

- Kalktafelkreide zermörsern und im Magnesiumschiffchen über dem Brenner erhitzen
- Zur Überprüfung des Brennforschrittes
- Spatelspitze der Branntkalkprobe auf die Fliese geben
- Mit Wasser und Indikator versetzen (Branntkalk reagiert stark alkalisch)
- Nach dem pH-Wert Test richtet sich die Entscheidung, ob noch weiter gebrannt werden muss
- Branntkalk ins Becherglas geben und mit etwas Wasser versetzen
- Sand beimengen, verrühren und in eine Alufolienform gießen
- Trocknen

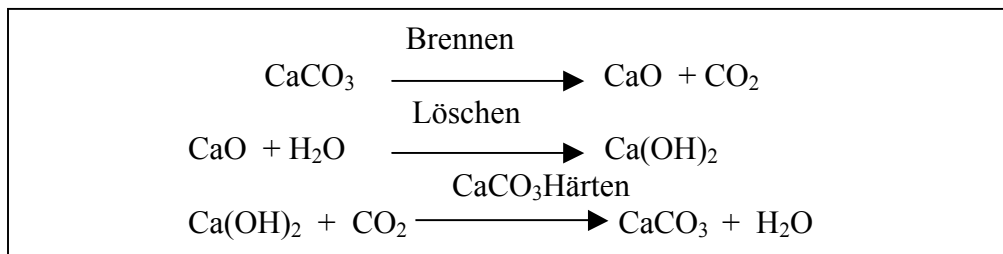
Ergebnis: Nach einigen Tagen ist die Mörtelmasse gehärtet und lässt sich wie Pudding stürzen

Gipsbrennen ist ein „Trocknen“ des Kristallwassers

Kalkbrennen ist ein Zersetzen des Carbonates in CaO und CO₂ – chemische Umwandlung

Beim Gips härten wird das fehlende Kristallwasser wieder aufgenommen.

Beim Mörtel härten nimmt Löschkalk CO₂ auf und gibt Wasser ab



Experiment 8: Schlammprobe

G&C: 2 Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Holzklammer, Brenner, destilliertes Wasser, Kalk- Gipskreidestück, Kalkwasser

Durchführung:

- In die 2 RG je ein kleines Stück Kalk- bzw. Gipskreide geben und mit Wasser versetzen
- Erhitzen
- Nach dem Abkühlen und Absetzen der ungelösten Anteile den RGs ein paar Tropfen Kalkwasser hinzufügen

Ergebnis: Die Kalkkreide zerfällt zu Schlamm, die Gipskreide bleibt im Stück. Kalkwasser bildet im RG der Kalkkreide einen weißen Niederschlag.

Erklärung: Kalkkreide zerfällt beim Erhitzen und spaltet CO_2 ab, welches mit dem Kalkwasser $\text{Ca}(\text{OH})_2$ zu CaCO_3 reagiert

