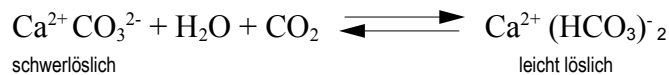


Modellversuch: Lösen und Ausfallen von Kalk („Tropfsteinhöhle“)

Vorüberlegungen

In Gebieten mit Kalkgesteinen ist das Lösen und Ausfallen von Kalk (Calciumcarbonat) ein wesentlicher Teil der Formung von Landschaften. Unter dem Einfluss von Kohlenstoffdioxid und Wasser („Kohlensäure“) kann Kalk (Calciumcarbonat) in das wesentlich leichter lösliche Calciumhydrogencarbonat umgewandelt werden. Die Umkehrung dieser Reaktion ist die Bildung von Kalk aus Calciumcarbonat, wobei gleichzeitig wieder Kohlenstoffdioxid und Wasser entstehen.



Das Lösen und Ausfallen von Kalk und die Umkehrbarkeit dieses Vorgangs kann leicht demonstriert werden. Es sind zwei Varianten möglich.

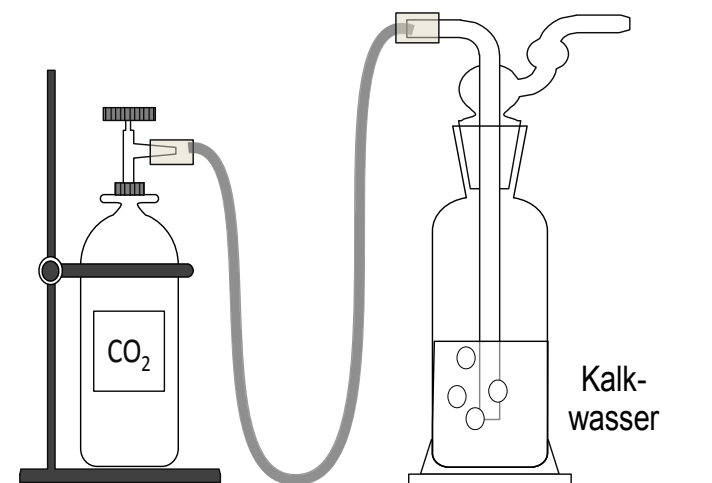
1. Einleiten von Kohlenstoffdioxid in Kalkwasser

Geräte – Materialien

Gaswaschflasche (am besten mit Fritte), Stativ, Muffe, Klemme, „Kalkwasser“ (gesättigte, wässrige Lösung von Calciumhydroxid in Wasser, Universalindikatorpapier, verdünnte Natronlauge (ca. 1M), verdünnte Salzsäure (ca. 1M), optional konzentrierte Salzsäure (C)

Durchführung

Man gibt in die Gaswaschflasche Kalkwasser, befestigt sie am Stativ mit Muffe und Klemme. Der pH-Wert liegt deutlich im Alkalischen. Nun wird aus der Gasflasche Kohlenstoffdioxid eingeleitet. Es fällt ein schwerlöslicher weißer Niederschlag von Calciumcarbonat aus. Der pH-Wert liegt im schwach alkalischen bis neutralen Bereich. Wenn weiter Kohlenstoffdioxid eingeleitet wird, löst sich der Kalk wieder auf, da durch das weitere Einleiten Kohlensäure und damit auch Hydrogencarbonat entsteht. Der pH-Wert liegt nun im schwach Sauren. Geringfügige Änderung des pH-Werts durch Zugabe von verdünnter Natronlauge führt zum Ausfallen von Kalk, Zugabe von verdünnter Salzsäure löst das Calciumcarbonat wieder. Diese Vorgänge sollten mehrmals gezeigt werden.



Bemerkungen

Besonders eindrucksvoll! Gibt man beim Beenden des Experiments konzentrierte Salzsäure zu, schäumt die Lösung durch Entweichen von Kohlenstoffdioxid stark auf.

2. Lösen und Ausfallen von Kalk mit „saurer Sprudel“

Vorüberlegungen

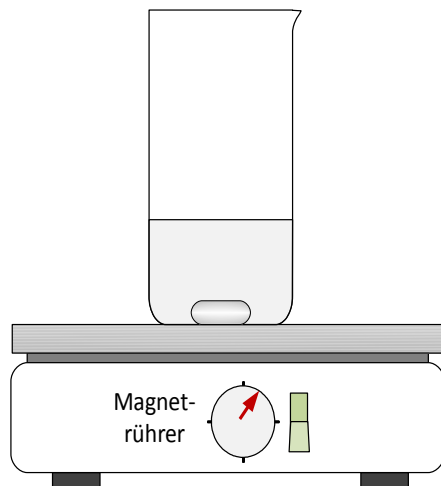
Im sauren Sprudel ist Kohlenstoffdioxid gelöst. Ein Teil des Kohlenstoffdioxids reagiert mit Wasser, zu „Kohlensäure“ (H_2CO_3) und weiter zu Hydronium ($(\text{H}_3\text{O})^+$) und Hydrogencarbonat ($(\text{HCO}_3)^-$). Wenn man dafür sorgt, dass genügend Ca^{2+} -Ionen in der Lösung vorliegen, kann man auch ohne Verwendung von Kohlenstoffdioxid aus einer Gasflasche das Lösen und Ausfallen von Kalk zeigen.

Geräte – Materialien

„Saurer Sprudel“, 250mL Becherglas (hohe Form), gesättigte Calciumchlorid-Lösung, verdünnte Natronlauge (ca. 1M), verdünnte Salzsäure (ca. 1M), Magnetrührer

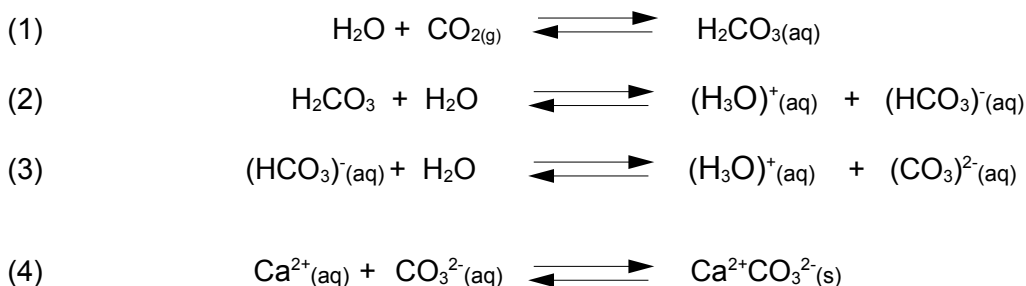
Durchführung

Man gibt ca. 50mL Sprudel in das Becherglas und versetzt unter mäßigem Rühren so lange mit gesättigter Calciumchlorid-Lösung bis eine leichte Trübung eintritt. Diese Trübung verschwindet bei Zugabe saurer Lösung. Geringfügige Änderung des pH-Werts durch Zugabe von verdünnter Natronlauge führt zum Ausfallen von Kalk, Zugabe von verdünnter Salzsäure löst das Calciumcarbonat wieder. Diese Vorgänge sollten mehrmals gezeigt werden.



Bemerkungen

Zugrunde liegen diesen Vorgängen mehrere Gleichgewichtsreaktionen



Die Gleichgewichte (2), (3) und (4) können durch die Änderung der Konzentration der Hydronium-Ionen in ihrer Lage beeinflusst werden. Neutralisation von Hydronium-Ionen durch die Zugabe von Natronlauge verschiebt die Gleichgewichte nach rechts. Calciumcarbonat („Kalk“) fällt aus. Bei Erhöhung der Konzentration von Hydronium-Ionen durch Säurezugabe verschieben sich die Gleichgewichte nach links. Calciumcarbonat löst sich.

Ionenprodukt von Wasser: Konzentration Hydronium x Konzentration Hydroxid = 10^{-14}