

Wie Stalaktiten und Stalagmiten entstehen - ein experimenteller Ansatz.



Caspar David Friedrich: Die Kreidefelsen von Rügen

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungsniveau	Durchführungsniveau	Vorbereitung
verschiedene	Calciumcarbonat	verschiedene	●●●	●	●

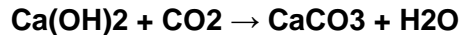
Autor: Dr. Karlheinz Brüning

1. Einleitung

Ein Ausflug auf die Insel Rügen mit ihrer Küstenformation aus Kreidefelsen war Auslöser für ein Experiment. Die Kreide besteht aus den Ablagerungen zerriebener Kalkschalen aus der Zeit vor 144 - 65 Millionen Jahren (Kreidezeit). Solche Kalkschalen von Tieren treten zum ersten Mal in der Erdgeschichte vor ca. 500 Millionen Jahren auf als Außenskelette von Einzellern (z.B. Foraminiferen) und sind vermutlich zur Calcium - Entgiftung der Zellen nach außen verlagert worden, nachdem im Präkambrium eine Verdreifachung der Calciumkonzentration im Meerwasser aufgetreten war (Spektrum News, 2004).

Schreib- oder Tafelkreide bestand früher ebenfalls aus dem Material das chemisch Calciumcarbonat ist. Heutzutage wird Tafelkreide aus billigerem Gips (Calciumsulfat) und/oder Magnesiumoxid hergestellt.

Calciumcarbonat entsteht beim Einleiten von wenig Kohlendioxid in Kalkwasser (wässrige gesättigte Calciumhydroxid - Lösung) als weißer Niederschlag (typische Nachweisreaktion):



Leitet man zu lange und damit zu viel Kohlendioxid in Kalkwasser ein wird die zunächst trübe Lösung wieder klar, da das schwer lösliche Calciumcarbonat in leicht lösliches Calciumhydrogen- carbonat umgewandelt wird:



Dieser Versuch kann im Unterricht verschiedener Klassenstufen mit unterschiedlicher Thematik eingesetzt werden. Da der Schwerpunkt immer auf der Verbindung Calciumcarbonat liegt kann man mit dem Phänomen Lösung, Löslichkeit, Auflösung und Wiedergewinnung eines Stoffes z.B. in Klassenstufe 5 - Naturphänomene - beginnen oder hier auch die Kristallbildung zeigen. Damit ist das Experiment eine Erweiterung zu den Versuchen im Newsletter zur Kristallzüchtung.

Als Nachweis von Kohlendioxid mit Kalkwasser eignet sich der Versuch für den Chemie-Anfangsunterricht (z.B. Klasse 8 Chemie oder NWT) aber auch für den Nachweis von Kohlendioxid in der Außenatmosphäre im Biologieunterricht (Klasse 5 oder 6 Biologie).

Mit den Fächern Geografie und Chemie kann über die Tropf- steinbildung oder die Höhlenbildung in Kalksteingebirgen eine fächerübergreifende Verbindung erfolgen. Schließlich können in den höheren Klassenstufen anhand der Carbonate und Hydrogen- carbonate die Gleichgewichtsbedingungen und - verschiebungen behandelt werden, da die obige Reaktionsgleichung eigentlich als Gleichgewichtsreaktion zu schreiben ist:



Die Bildung von Kalkablagerungen in Form von Calciumcarbonat - Belägen z.B. in Wasserkesseln ist ein Alltagsphänomen, das beim Erwärmen von kalkhaltigem Wasser dadurch entsteht, dass Kohlendioxid aus dem Kochwasser ausgetrieben wird und sich dadurch dessen Konzentration auf der linken Seite der Reaktionsgleichung verringert. Dies führt unter Gleichgewichtsverschiebung nach links zu einer Nachbildung von Kohlendioxid aus Hydrogencarbonat und damit zur Ausfällung schwerlöslichen Calciumcarbonats .

Diese Gleichgewichtsverschiebungen nach rechts oder links sind auch der Grund dafür, dass in Gegenden mit kalkhaltigen Böden (z.B. Schwäbische Alb) Höhlen entstehen, wenn

Regenwasser (kohlendioxidhaltiges Wasser) das an sich schwer lösliche Calciumcarbonat langsam als leicht lösliches Hydrogencarbonat auswäscht.

Tropft von diesen Höhlendecken hydrogencarbonathaltiges Wasser langsam herab, dann hat Kohlendioxid Gelegenheit in die Höhlenluft und damit aus dem Reaktionsgleichgewicht zu entweichen. So bleibt durch Verschieben des Gleichgewichtes schwerlösliches Calciumcarbonat an der Decke zurück und wächst zu einem Stalaktiten heran.

Auf den Höhlenboden auftropfendes Wasser von der Höhlendecke widerfährt das gleiche chemische "Schicksal", so dass von dort ein Stalagmit nach oben dem Stalaktiten entgegenwächst. Diese Vorgänge spielen sich üblicherweise in Jahrtausenden ab und sind damit experimentell im Unterricht nicht nachvollziehbar.

Mit Backpulver lassen sich diese Vorgänge auf einen Zeitraum von einer bis auf ein paar Woche(n) nachstellen. Die didaktische Reduktion geht dabei von Ca^{2+} zu Na^+ ; die Löslichkeiten sind verschieden.

Zum Experiment bedarf es keines Materials aus dem Chemiekalien- oder Glasschrank, so dass es auch zuhause mit geringem Kostenaufwand nachvollziehbar ist.

Material:

Zwei leere Sprudelflaschen (Glas oder Plastik), eine kleine Glasschale, ein dicker Wollfaden an dessen beiden Enden je eine Schraube oder Mutter zur Beschwerung festgebunden wird, Leitungswasser und 1 Packung Backpulver (z.B. Backin):

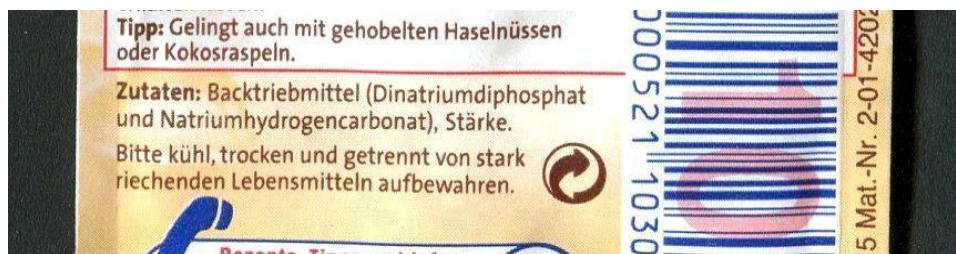
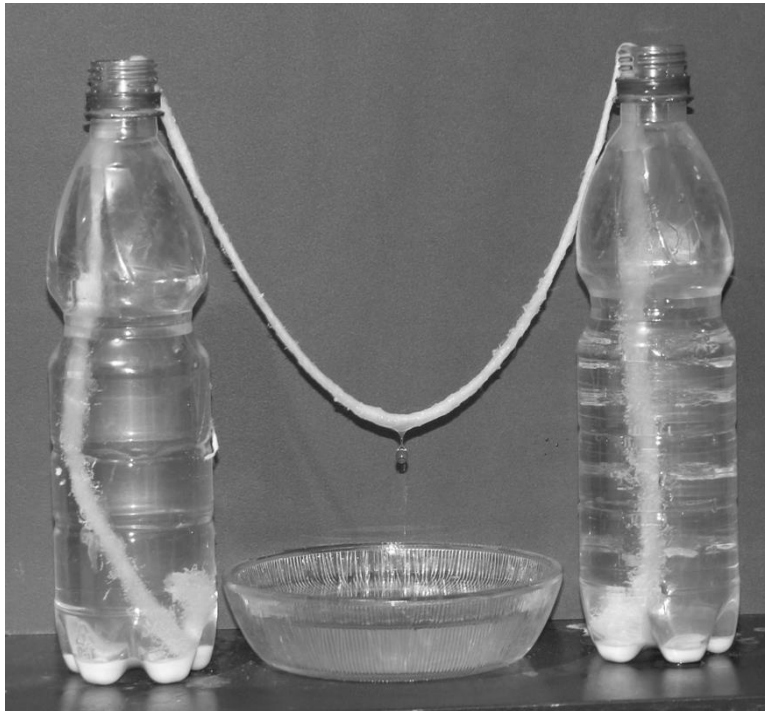


Abbildung 1: Inhaltstoffe des Backpulvers

2. Versuchsaufbau

Auf dem Boden der beiden Glasflaschen bleibt unaufgelöste, weiße Stärke aus dem Backpulver zurück. Der Wollfaden ist an den Enden beschwert, so dass er auf den Boden der Flaschen sinkt. Der trockene Faden hat nicht von alleine Wasser über die Flaschenöffnung hinaus gezogen, so dass er insgesamt befeuchtet wurde. Einen Tropfen sieht man sich am tiefsten Punkt des Wollfadenbogens bilden und in der Bildfolge abtropfen.





In einem zweiten Versuchsansatz ist das Versuchsergebnis nach etwa einer Woche fotografisch festgehalten. Es bilden sich keine Tropfen mehr sondern Salz ist auskristallisiert (Natriumcarbonat), weil die Lösung aus den beiden Sprudelflaschen mittlerweile so weit abgetropft ist, dass sie in den Flaschen genauso hoch steht wie der tiefste Punkt des Wollfadenbogens.





Abbildung 2: Vergrößerte Aufnahme der gebildeten Salzkristalle am unteren Ende des Wollfadenbogens



a)

b)

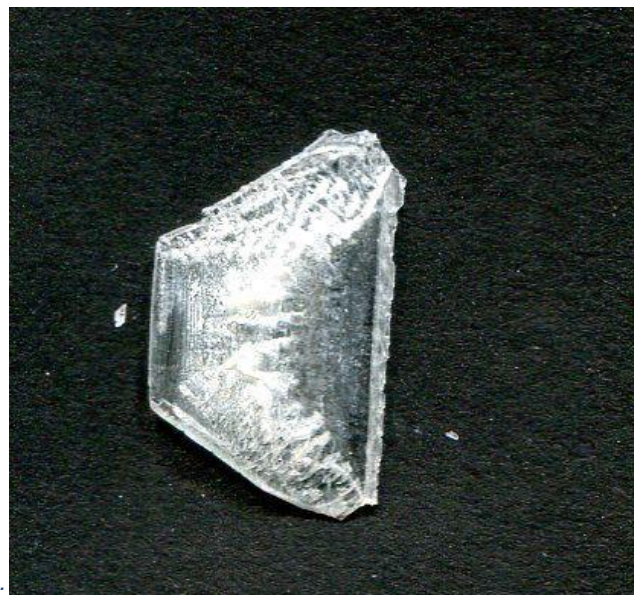


Abbildung 3: (a) Kristalle, die sich am Boden des Tropfenfanggefäßes gebildet haben, nachdem auch das Wasser verdunstet ist. (b) Einzelkristall aus (a) vergrößert dargestellt.

3. Quellenangaben (Text / Bild)

- Alle Fotos von Verfasser
- Bild von Caspar David Friedrich "Die Kreidefelsen von Rügen" aus dem Internet
- Evolution: Entstanden Kalkschalen zur Entgiftung von Kalzium, Spektrum News 2.6.2004).

Zum Autor

geb. 1946, Abitur 1964, 1964 Beginn eines Studium generale am Leibniz - Kolleg Tübingen; 1970 Staatsexamen in den Hauptfächern Biologie und Chemie und anschließende Promotion in Pflanzenphysiologie an der Albert - Ludwigs Universität bei Prof. Hans Mohr in Freiburg i.Br.; 1974 - 2009 Gymnasiallehrer für Biologie und Chemie in Breisach am Rhein; StD Fachberater des OSchA Freiburg für das Fach Chemie, seit 2009 im Ruhestand.
Rückfragen, Vor- und Ratschläge an den Autor jederzeit möglich unter Email: carlobrue@yahoo.de