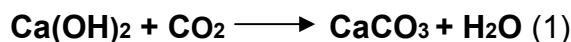


Chemie des (Haus-)Baus

1. Vom Kalkmörtel zum Zementmörtel und Beton

Schon 1500 vor Christi Geburt verwendeten die Menschen ein Gemisch aus Calciumhydroxid (Ca(OH)_2) und Sand, um Steine für den Hausbau miteinander zu verkleben. Damit dieser Mörtel erhärten kann, nimmt er aus der Luft Kohlenstoffdioxid (CO_2) auf. Dadurch kann das Calciumhydroxid wieder in Calciumcarbonat (CaCO_3), aus dem es zuerst gewonnen wurde, überführt werden. [1]



Durch die Römer wurde diese Bauweise zwischen 100 vor und 400 nach Christus perfektioniert und etliche Gebäude, die wir auch heute noch bestaunen können, wurden damals mit dem Kalkmörtel gebaut. [1]

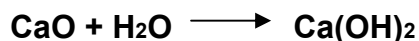
Wie aber entsteht dieser Kalkmörtel?

Behandlung des Rohstoffes Kalk [2]

Kalk hat die Formel CaCO_3 (Calciumcarbonat).
Seinem Erhitzen, dem Kalkbrennen, liegt folgende Reaktion zugrunde:



Bei dieser Reaktion entsteht „gebrannter“ Kalk bzw. Branntkalk, CaO . Dieser kann so nicht verarbeitet werden. Auf der Baustelle wird der Branntkalk „gelöscht“, d. h. mit Wasser verrührt (Ca(OH)_2 = gelöschter Branntkalk).
Dem Löschen liegt folgende Reaktion zugrunde:



Versuch zum Löschen von gebranntem Kalk [3]

Chemikalien:

„Branntkalk“ Calciumoxid (CaO), destilliertes Wasser, Phenolphthalein

Material:

Reagenzglas, Thermometer, Löffelspatel, Indikatorpapier

Durchführung:

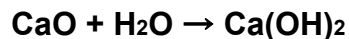
In einem Reagenzglas wird etwas Calciumoxid (CaO) zunächst mit einigen Tropfen destillierten Wassers verrührt und daraufhin mehr Wasser zugegeben. Mit einem Thermometer kann nun die Temperaturänderung gemessen werden. Danach wird der pH- Wert mit Hilfe des Indikators bzw. des Indikatorpapiers bestimmt.

Beobachtung:

Man kann einen deutlichen Temperaturanstieg beobachten. Der Indikator (Phenolphthalein) färbt sich rosa und das Indikatorpapier blau.

Auswertung:

Das Calciumoxid reagiert unter Wärmeentwicklung (→ exotherme Reaktion) mit Wasser zu Calciumhydroxid (gelöschter Kalk). Wie man an den Indikatoren erkennen kann, reagiert die Lösung alkalisch. Es liegen Hydroxidionen vor.



Allerdings hat der Kalkmörtel, eine Mischung aus gelöschtem Kalk und Sand, zwei Nachteile. Er erfordert zur Erhärtung die Anwesenheit von Luft und Trockenheit, d. h. er kann nur in Innenräumen aushärten. Aber auch hier erzeugt das Aushärten selbst ein Problem. Da Wasser entsteht (s. Gl. (1)) „schwitzen“ Neubauten in den ersten Monaten.

Zement ist ein künstlich hergestelltes Bindemittel, das zur Herstellung von Zementmörtel (Zement + Sand + Wasser) und Beton (Zement + Sand + Kies + Wasser) verwendet wird. [4]

„Zement wird hergestellt, indem man Kalkstein und tonhaltige Gesteine, wie Mergel, zusammen vermahlt und auf 1500 °C erhitzt.“ [1]

Dabei sintern die einzelnen Bestandteile zu großen Brocken zusammen, dem Klinker. Vermischt man den zermahlene Klinker mit Calciumsulfat, entsteht der sogenannte Portland-Zement. Der Klinker besteht hauptsächlich aus Tricalciumsilicat ($3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$), Dicalciumsilicat ($2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$) und Tricalciumaluminat ($3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$). [1]

Gibt man Wasser zu dem Klinker, laufen einige Hydratationsreaktionen ab und es wird u. a. Calciumhydroxid gebildet [1]. Beispielsweise lässt sich schematisch für Dicalciumsilikat formulieren:



Man sieht, dass das Aushärten von Zement Wasser erfordert und auch unter Abwesenheit von Luft stattfinden kann.

Diese als hydraulisch bezeichnete Eigenschaft macht die Zementproduktion heutzutage zu eine der wichtigsten chemischen Industrien, mit einer Jahresproduktion von etwa 1,5 Milliarden Tonnen. [1]

Die silikatischen Reaktionsprodukte bilden erst ein Gel und im weiteren Erhärtungsprozess ein Netzwerk verzahnter Kristalle, „das die Sandkörner und Kieselsteine fest einschließt.“ [1]

Versuch: Vergleich der Hydraulizität von Zement- und Kalkmörtel [6]

Chemikalien:

Gebrannter Kalk (CaO), Zement, Sand, Wasser (H₂O)

Material:

2 Reagenzgläser, Spatel

Durchführung:

Gebrannter Kalk wird in einem Reagenzglas mit Sand gemischt und mit etwas Wasser versetzt. Ebenso wird mit dem Zement verfahren. Dann werden die Reagenzgläser mit Wasser aufgefüllt und 2-3 Tage stehen gelassen.

Beobachtung:

Im Gegensatz zu Kalkmörtel erhärtet der Zement in Anwesenheit von Wasser.

Auswertung: [4]

Der Kalkmörtel benötigt zur Aushärtung CO₂ aus der Luft (s. Gl. (1)).

Zement erhärtet unter Wasseraufnahme und benötigt dazu kein CO₂ aus der Luft (s. Gl. (2)).

2. Gips als Baustoff

Bei dem Baustoff **Gips** handelt es sich um das Dihydrat des Calciumsulfats CaSO₄ · 2 H₂O. Schon im alten Ägypten wurden daraus Skulpturen und Gefäße gefertigt. Wird nun dieses Dihydrat bei 120 °C erhitzt, entsteht das Halbhydrat des Gipses, der so genannte „gebrannte Gips“: [1]



Dieser Gipsmörtel wird häufig für den Innenputz und Stuck-Verzierungen von Gebäuden verwendet. Das Halbhydrat reagiert dabei mit Wasser und bildet lange, verfilzte Nadeln aus Calciumsulfat- Dihydrat. Diese Nadeln sind auch für die Stabilität bei Gipsformen verantwortlich. „Die Gipskristalle sind (jedoch) so weich, dass man sie mit dem Fingernagel ritzen kann.“ [1]

Versuch 2: Herstellen von Gipsformen [2, 6]

Chemikalien:

Halbhydrat des Gipses [CaSO₄ · 0,5 H₂O], Wasser (H₂O)

Material:

250 ml-Becherglas, Glasstab, Löffelspatel, Plastikförmchen

Durchführung:

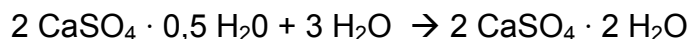
Etwa 30 g Halbhydrat werden mit ungefähr 10 ml Wasser versetzt und der dadurch entstehende dickflüssiger Brei wird in mehrere Plastikförmchen gegossen. Das Aushärten des Gipses dauert 2-3 Minuten.

Beobachtung:

Der Gips nimmt die gewünschte Form an.

Auswertung:

Das Halbhydrat des Gipses kristallisiert und baut Kristallwasser in seine Struktur ein:



3. Lehrplanbezug: Baustoffe

Eine Möglichkeit zur Einführung von Baustoffen wäre in der 8. Jahrgangsstufe gegeben. Hier könnte man zur Vertiefung des Lernstoffs unter dem Wahlpflichtthema C_{NTG} 8.4 „Chemie im Haushalt: Untersuchung von Lebensmitteln, Baustoffen“ auch Baustoffe genauer vorstellen. [7]

4. Literaturangaben

[1] M. Binnewies, M. Jäckel, H. Willner, G. Rayner-Canham: Allgemeine und Anorganische Chemie, 1. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 2004, S. 363-364

[2] H. Cammenga, J. Daum, C. Gloistein, U. Gloistein, B. Zialasko: Bauchemie, Eine Einführung für das Studium, 1. Auflage, Vieweg-Verlag, Braunschweig, 1996, S. 77-79

[3] K. Häusler, H. Rampf, R. Reichelt: Experimente für den Chemieunterricht, 2. Auflage, Oldenburg Schulbuchverlag, München, 1995, S. 131-132

[4] A. F. Holleman, E. Wiberg: Lehrbuch der anorganischen Chemie, 102. Auflage, Walter de Gruyter-Verlag, Berlin, 2007, S. 1255-1258

[5] Seitentitel: Zement

Herausgeber: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.

Autor(en): Wikipedia-Autoren, siehe Versionsgeschichte

Datum der letzten Bearbeitung: 22. August 2009, 11:16 UTC Versions-ID der Seite: 63648460

Permanentlink: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Zement&oldid=63648460>

Datum des Abrufs: 28. August 2009, 09:56 UTC

[6] H. Keune, W. Filbry: Chemische Schülerexperimente, Band 2: Anorganische Chemie, erster Teil. Verlag Harri Deutsch, Thun, Frankfurt/M. 1978. S. 130-133, 135

[7] <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26448> (Stand: 18.06.2009)