



Experiment 5

Kohlenstoff



Einleitung

Kohlenstoff, das Element Nr. 6, ist, verbunden mit anderen Elementen (H, O, N...), der wichtigste Baustoff für viele Verbindungen in unserer Nahrung und für uns Lebewesen. Er kommt auch in Erdöl und Gesteinen wie Kalk vor. Als Element tritt es in der Natur als schwarzer, weicher Graphit auf (der zum Beispiel in Bleistiftminen verwendet wird), oder in unreiner Form als Kohle, aber auch als durchsichtige, harte Diamanten.

Kalk (CaCO_3), ein wichtiges Gestein im Jura und in den Voralpen, entstand vor etwa 200 Mio. Jahren aus den Resten von Schalentieren eines Meeres im Gebiet der heutigen Schweiz. Kalk kann bei grosser Hitze gebrannt werden und gibt dabei das Gas Kohlenstoffdioxid (CO_2) ab. Es kann von Meerestieren wieder zur Herstellung ihrer Schalen verwendet werden oder bei der Photosynthese in grünen Pflanzenblättern Traubenzucker und Sauerstoff bilden. Wenn Traubenzucker gegessen und verdaut oder eine Pflanze verbrannt wird, entsteht wieder Kohlenstoffdioxid. Kohlenstoff nimmt also in den Verbindungen Kalk, Kohlenstoffdioxid, Zucker und anderen Stoffen von Lebewesen an einem grossen natürlichen Kreislauf teil. Der italienische Chemiker Primo Levi hat in der Geschichte über sein Leben, «Das periodische System», die Abenteuer eines Kohlenstoffatoms bei seiner Reise durch die Welt, durch Gesteine, Atmosphäre und Lebewesen beschrieben.

Kohlenstoffdioxid ist heute als Treibhausgas und wegen seiner Beteiligung am Klimawandel ein viel diskutierter Stoff. Es werden immer mehr Kohle und Erdölprodukte verbrannt. Das sind Überreste von Lebewesen, die vor ca. 100 Mio. Jahren gelebt haben. Durch die Verbrennung steigt der CO_2 -Gehalt der Atmosphäre. CO_2 hält die Wärme der Sonne stärker zurück als andere Gase der Atmosphäre: Das lässt die Temperatur auf der Erde etwas steigen.

Das Experiment

Zuerst wird aus der Verbindung Zucker Kohlenstoff freigesetzt. Alle organischen Nährstoffe enthalten Kohlenstoff. Zucker gehört zu den Kohlenhydraten, was bereits etwas über die Zusammensetzung verrät.

Die poröse Aktivkohle zeigt im zweiten Teil, wie sie in einem Medikament mit der grossen, aktiven inneren Oberfläche Schadstoffe oder Farbstoffe aufnehmen kann.

Im dritten Teil des Experimentes wird Kohlenstoff verbrannt und das Verbrennungsprodukt Kohlenstoffdioxid als Kalk gebunden und damit identifiziert.

Schliesslich ist auch die Verdauung von Nährstoffen wie Zucker eine Art «Verbrennungsreaktion», bei der wieder Kohlenstoffdioxid entsteht, wie der letzte Teil zeigt.

Material (* im Experimentierset vorhanden, die übrigen Materialien müssen ergänzt werden.)

- Kohletabletten und Eisendraht zum Befestigen (von Experiment 8) *
- Gelöschter Kalk (Calciumhydroxid) zur Herstellung der Lösung von gelöschtem Kalk, Trinkhalme (von Experiment 8)*
- Zucker und ein alter Teelöffel (z. B. von Experiment 1)
- Streichhölzer, Alkohol- oder Gasbrenner (für Laborarbeiten, aber auch ein Fonduechaud geht), feuerfeste Unterlage (Backblech, Teller, Aluminiumfolie ...)
- Trichter, Kaffeefilter oder Papiertaschentücher
- Konfitüren-Gläser und Trinkhalme

Sicherheit



Die basische und reizende Lösung von gelöschtem Kalk (Calciumhydroxid) darf nicht in die Augen gelangen, nur in einer gut etikettierten neutralen Plastikflasche ausserhalb der Reichweite von Kindern aufbewahrt werden.

Bei Versuch 4 darf nur **in** die Lösung **geblasen** werden **Nicht ansaugen!** Schutzbrille tragen!

Achtung beim Hantieren mit Feuer und Kerzen!

Durchführung des Experiments

Vorbereitung: Gib einen Viertel Teelöffel gelöschten Kalk (Calciumhydroxid) in ein beschriftetes Konfitüren-Glas, 2 dl Wasser dazu, verschliese das Glas mit dem Deckel und lasse es über Nacht stehen. Filtriere durch einen Kaffeefilter oder ein Papiertaschentuch, welche in einen Trichter gelegt werden. Die Lösung wird beschriftet, nur für die Versuche verwendet und direkt danach werden die Reste in den Abguss gegeben und nachgespült.

Teil 1: Kohlenstoff im Nährstoff Zucker:

Entzünde eine Gas- oder Alkoholbrenner auf einer feuerfesten Unterlage. (Die Kerzenflamme ist zu wenig heiss.) Halte einen etwa zu einem Viertel gefüllten Teelöffel Zucker über die Flamme und beobachte.

Teil 2: Kohlenstoff als Wirkstoff in Kohletabletten zum Aufnehmen von Giftstoffen bei Durchfall

Gib drei Esslöffel einer farbigen Lösung (Himbeersirup oder Cola) in ein Gefäss, das man erwärmen kann. Es kann eine Pfanne für den Herd oder ein Glas- bzw. Kunststoffgefäss für den Mikrowellenofen sein, muss aber beim Erhitzen deutlich grösser sein als das Volumen der farbigen Lösung. Gib das Kohlepulver zur Lösung. Rühre um und erhitze nun die Suspension bis zum Kochen. Lege ein mehrlagiges Papiertaschentuch in einen Trichter und filtriere die Suspension durch das Taschentuch. Wenn das Filtrat noch zu wenig klar ist, wird noch einmal filtriert.

Teil 3: Abgas bei der Verbrennung von Kohle

Gib ca. 1 cm hoch von der Lösung von gelöschtem Kalk (Calciumhydroxid) in das Konfitüreglas, verschliese das Glas und schüttle es. Befestige eine Kohletablette aufrecht stehend in einer Schlinge des Drahtes. Erhitze die Kohletablette mit einem Feuerzeug oder einer Kerzenflamme etwa eine Minute, bis sie weiterglüht, wenn man die Flamme wegnimmt. Durch Anblasen kann das Glühen verstärkt werden. Halte die Kohletablette am Draht dann ins Konfitüren-Glas und lege den Deckel auf. Warte bis die Kohle erlischt und entferne den Rest mit dem Draht.



Befestigung der Kohletablette

Teil 4: Abgas unserer Atmung

Gib ca. 1 cm hoch von der Lösung von gelöschtem Kalk (Calciumhydroxid) in ein Glas und blase (nicht saugen!) mit einem Trinkhalm Ausatemungsluft hinein.

Entsorgung

Die Filterpapiere mit dem restlichen Calciumhydroxid und der Kohle werden in einem Beutel im Hauskehricht entsorgt. Die Flüssigkeiten werden im Ausguss entsorgt und mit Wasser nachgespült.

Didaktische Hinweise

Der Kohlenstoffkreislauf kann als Beispiel eines natürlichen Kreislaufes besprochen werden. Nach der Verbrennung in Teil 3 und der Atmung in Teil 4 kann betont werden, dass mit der Photosynthese in den grünen Pflanzen, der grössten chemischen Reaktion der Natur, der Kreislauf zurück zum Zucker wieder geschlossen wird.

Zu Teil 1: Kohlenstoff in Nahrungsmitteln

Der Zucker wird in der Hitze zersetzt. Es entsteht Wasserdampf, manchmal entweichen auch gasförmige, brennbare Zersetzungsprodukte und entzünden sich. Es bleibt Kohle übrig.

Teil 2: Kohlenstoff als Wirkstoff in Kohletabletten zum Aufnehmen von Giftstoffen bei Durchfall

Kohletabletten gegen Durchfall nehmen in unserem Darm «Giftstoffe» auf, welche den Durchfall verursachen, und machen sie unschädlich. Aktivkohle nimmt auch Gifte in der Gasmaske, Abfallstoffe in Aquarien oder unerwünschte Geruchstoffe im Kühlschrank («Kühlschrank-Deo») auf. In unserem Experiment nimmt es die Farbstoffe aus Getränken auf.

Teil 3: Abgas bei der Verbrennung von Holzkohle

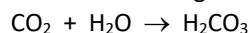
Die Lösung von gelöschtem Kalk (Calciumhydroxid) trübt sich weiss. Das Abgas Kohlenstoffdioxid (CO_2) bildet mit gelöschtem Kalk (Calciumhydroxid $\text{Ca}(\text{OH})_2$) wieder gewöhnlichen, schlecht löslichen Kalk (Calciumcarbonat CaCO_3). Er entsteht fein verteilt als Feststoff, trübt das Wasser, reflektiert Licht und verursacht so die weisse Farbe. Man kann hier darauf hinweisen, dass Schalentiere mit einer ähnlichen Reaktion Kalk für ihre Schalen herstellen. Statt einem Stück Kohle kann auch ein Kerzenstumpf am Kupferdraht befestigt, entzündet und in das Glas abgesenkt werden: Auch die Kerzenflamme produziert Kohlenstoffdioxid.

Teil 4: Ausgeatmete Luft

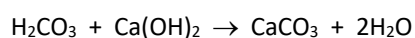
Die Lösung trübt sich wie bei Teil 3. Unsere Ausatemungsluft enthält also auch Kohlenstoffdioxid und es gelten die selben Erklärungen wie bei Teil 3.

Für Teil 3 und 4 folgen hier noch detaillierte chemische Erklärungen:

Kohlendioxid reagiert zuerst mit Wasser zu Kohlensäure H_2CO_3 :



Dann reagiert die Kohlensäure mit gelöschtem Kalk (Calciumhydroxid $\text{Ca}(\text{OH})_2$) zu «gewöhnlichem» Kalk (Calciumcarbonat CaCO_3)



Literatur

Primo Levi: «Das periodische System», (Originaltitel: Il Sistema Periodico, erstmals 1975 erschienen), dtv Taschenbuch