

I.A.36

Stoffe und ihre Eigenschaften

Kohlensäure – Eigenschaften und Vorkommen

Ein Beitrag von Sabine Stoermer

Mit Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier



© RAABE 2020

© kajakilE+/Getty Images

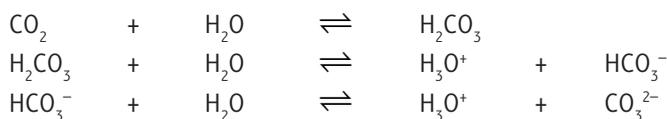
Viele Getränke verdanken der Kohlensäure den erfrischenden Geschmack. Aber nicht nur dort findet sie ihren Einsatz. Auch ihre Salze begegnen uns überall im Alltag, wie z. B. in der Baustoffindustrie als Kalk (Calciumcarbonat) oder in der Küche als Backpulver (Natriumhydrogencarbonat). In unserer Unterrichtseinheit erforschen Ihre Schülerinnen und Schüler die Eigenschaften der Kohlensäure und betrachten die Stoffe Kalk und Backpulver aus chemischer Sicht.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	9/10
Dauer:	4–5 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Reaktionsgleichung formulieren 2. Wichtige Verwendungszwecke von Carbonaten und Hydrogencarbonaten nennen. 3. Erläuterung des technischen Kalkkreislaufs. 4. Experimente eigenverantwortlich durchführen und Beobachtungen und Ergebnisse protokollieren.
Thematische Bereiche:	Stoffe und ihre Eigenschaften (Kohlensäure), Reaktionsgleichungen
Medien:	Texte, Übungsblätter

Hintergrundinformationen

Kohlensäure (H_2CO_3) ist eine chemische Verbindung, die beim Lösen von Kohlenstoffdioxid in Wasser entsteht.



Diese Gleichgewichtsreaktion liegt weit auf der linken Seite. Es entstehen nur wenige Säuremoleküle. Der größte Teil des Kohlenstoffdioxids (> 90 %) wird physikalisch gelöst. Daher ist die **Säurewirkung** der Kohlensäure als **gering** einzustufen.

Der saure Charakter der Kohlensäure lässt sich mithilfe eines **Säureindikators** nachweisen, z. B. Universalindikator. Dieser ändert bei Säuren und Laugen abhängig von der Hydroniumionenkonzentration seine Farbe.

Kohlensäure selbst lässt sich indirekt **nachweisen**. Da die Reaktion von Kohlenstoffdioxid und Wasser zu Kohlensäure in beide Richtungen verläuft, wird bei der Entstehung von Kohlensäure auch permanent Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Leitet man diesen in **Kalkwasser**, so trübt es sich. Calciumcarbonat fällt aus.



Wichtige Salze der Kohlensäure

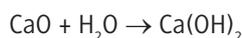
Wie aus den oben gezeigten Reaktionsgleichungen sichtbar wird, ist die Kohlensäure eine **zwei-protonige Säure**. Daher bildet sie zwei Reihen von Salzen: die Carbonate (Formel M_2CO_3) und die Hydrogencarbonate (Formel: MHCO_3). Die bekanntesten Salze sind das **Natriumcarbonat (Soda)**, **Natriumhydrogencarbonat (Natron)**, **Kaliumcarbonat (Pottasche)** und **Ammoniumhydrogencarbonat (Hirschhornsalz)**. Natriumhydrogencarbonat NaHCO_3 ist ein Bestandteil von Backpulver. Beim Backen findet durch die Wärme eine thermische Zersetzung statt. Das entweichende Kohlenstoffdioxid lockert den Teig auf.



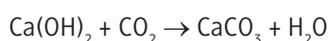
Ein weiteres bekanntes Salz der Kohlensäure ist **Calciumcarbonat (Kalk)**. In der Natur tritt Kalk in verschiedenen Erscheinungsformen auf. Der für die Baustoffindustrie wichtige Kalkstein ist ein durch Ton verunreinigter Kalk. Kalkstein wird erhitzt (gebrannt), dabei wird Kohlenstoffdioxid frei und **gebrannter Kalk** entsteht:



Der Branntkalk wird mit Wasser „gelöscht“. Es entsteht Löschkalk:



Löschkalk kann dann als **Mörtel** eingesetzt werden. Wenn dieser an der Luft trocknet, spricht man von **Abbinden**:



Hinweise zur Didaktik und Methodik

Es bietet sich an, dieses Kapitel in den Themenkomplex „Säuren, Laugen, Salze“ einzubetten. Vorteilhaft wäre es, **allgemeine Eigenschaften von Säuren** im Voraus zu behandeln. Die Schülerinnen und Schüler¹ sollten wissen, dass sich Säuren mit **Indikatoren** nachweisen lassen. Auch der Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit **Kalkwasser** wird als bekannt vorausgesetzt. Ebenso sollten die Lernenden **Reaktionsgleichungen** lesen und aufstellen können. Auch **Salzbildungsreaktionen** und die Benennung von Salzen sollten die Schüler kennengelernt haben.

Durchführung

Der Einstieg in die Einheit erfolgt über eine Situation aus dem Alltag. Das zischende Geräusch einer Mineralwasserflasche, die geöffnet wird, dient als Gesprächsanlass. Vermutungen, dass Kohlensäure diese Geräusche verursacht, werden mit zwei **Lehrerversuchen** bestätigt. Die Schüler halten ihre Erkenntnisse in geleiteten **Versuchsprotokollen M 1** und **M 2** fest. Beim Schreiben des Versuchsprotokolls M 2 können sich die Schüler Hilfe über eine Hilfekarte (**M 3**) holen. Anschließend erarbeiten sich die Schüler selbstständig mit dem **Arbeitsblatt M 4** das Reaktionsverhalten von Kohlenstoffdioxid und Wasser.

In der 2. Stunde soll auf eine besondere Eigenschaft der Kohlensäure eingegangen werden, nämlich dass diese besonders gut mit kaltem Wasser reagiert. Ein Einstieg kann über einen mitgebrachten Soda-Streamer oder die Fotos auf der oberen Hälfte von **Farbfolie M 5** erfolgen. Nach der Problemfrage, warum für den Soda-Streamer besser kaltes Wasser verwendet werden sollte, wird der **Schülerversuch M 6** geplant, durchgeführt und mithilfe des **Versuchsprotokolls M 7** ausgewertet.

In der 3. Stunde beschäftigen sich die Schüler inhaltlich mit einem Salz der Kohlensäure, dem Kalk. Insbesondere wird auf den in der Baustoffindustrie wichtigen Kalkkreislauf eingegangen. Diesen erarbeiten sich die Schüler selbstständig mithilfe des **Arbeitsblattes M 8** oder mit der leichteren Version, dem Arbeitsblatt **M 9**.

Auch während der 4. Stunde setzen sich die Schüler mit einem Salz der Kohlensäure auseinander – dem Natriumhydrogencarbonat. Im **Schülerversuch M 10** gehen sie experimentell der Frage nach, welche Aufgabe Natriumhydrogencarbonat (Backpulver) beim Backen hat. Mithilfe des **Versuchsprotokolls M 11** wird der Versuch ausgewertet.

Als Abschluss der Einheit können mithilfe der **Tests M 12** (oder **M 13** für die leistungstärkeren Schüler) die Inhalte der Stunden nochmal wiederholt werden.

Ideen für die weitere Arbeit

Wird diese Einheit in den Themenkomplex „Säuren und Laugen“ eingebettet, bietet es sich an, weitere Säuren wie die **Schwefelsäure** oder die **Salzsäure** näher zu betrachten.

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im weiteren Verlauf nur noch „Schüler“ verwendet.



Medientipps

Filme

Auf YouTube werden im Kurzfilm „**Kohlensäure: Die sprudelnde Erfrischung. Ein Erklärvideo der BASF für Schüler**“ die molekularen Vorgänge bei der Zersetzung von Kohlensäure schülergerecht gezeigt. (https://www.youtube.com/watch?v=9uKJNHeeG_8)

Internetadressen

- ▶ *Der Kalk und Kohlenstoffkreislauf:* <https://www.seilnacht.com/Minerale/kreisl.htm>
- ▶ *Gesichte der Kalknutzung:* <https://www.seilnacht.com/Minerale/histor.htm>
- ▶ *Kohlensäure und Carbonate:* <https://www.seilnacht.com/Lexikon/carbonat.html>

Auf diesen Seiten werden die genannten Themen fachlich reduziert und schülergerecht erklärt.

- ▶ <https://chemiezauber.de/inhalt/basic-3-kl-9/rund-um-die-kohlensaere.html>

Auf dieser Website finden Sie interessante Informationen zur Kohlensäure und ihren Salzen.

Erklärung zu Differenzierungssymbolen

	Tauchen diese Symbole auf, sind die Materialien differenziert. Es gibt drei Niveaustufen, wobei nicht jede Niveaustufe extra ausgewiesen wird.	
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau

Auf einen Blick

Lv = Lehrerversuch

Lek = Lernerfolgskontrolle

Fo = Folie

Sv = Schülerversuch

Ab = Arbeitsblatt

Hk = Hilfekarte

1. Stunde

Thema: Kohlensäure – Herstellung, Nachweis, Wissenswertes

M 1 (Lv) Kohlensäure im Mineralwasser – Versuchsprotokoll

Kohlensäure im Mineralwasser

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 5 min

Chemikalien: Kalkwasser  
 1 Flasche Mineralwasser

Geräte 1 durchbohrter Stopfen
 1 gewinkeltes Glasrohr
 1 Becherglas

M 2 (Lv) Kohlensäure herstellen – Versuchsprotokoll

Kohlensäure herstellen

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 5 min

Chemikalien: Kalkwasser  
 Kohlenstoffdioxid 

Geräte 1 durchbohrter Stopfen
 1 gewinkeltes Glasrohr
 1 Becherglas

M 3 (Hk) Hilfekarte zu M 2

M 4 (Ab) Kohlensäure – die wichtigsten Fakten



Die GBUs finden Sie auf der CD 72.



Die GBUs finden Sie auf der CD 72.

2. Stunde

Thema: Warum sollte man für einen Soda-Streamer kaltes Wasser verwenden?

M 5 (Fo) Mineralwasser herstellen / Salze der Kohlensäure im Alltag

M 6 (Sv) Einfluss von Wärme auf Kohlensäure

Einfluss von Wärme auf Kohlensäure

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 15 min

Chemikalien: Mineralwasser
 Universalindikator

Geräte 1 Schutzbrille pro Schüler 1 Dreifuß
 1 Gasbrenner 1 Drahtnetz
 1 Becherglas Streichhölzer

M 7 (Ab) Einfluss von Wärme auf Kohlensäure – Versuchsprotokoll



3. Stunde

Thema: Kalk – ein Salz der Kohlensäure

M 8a (Ab) Der technische Kalkkreislauf

M 8b (Ab) Der technische Kalkkreislauf



4. Stunde

Thema: Die Rolle des Backpulvers beim Backen

M 9 (Sv) Die Rolle des Backpulvers beim Backen

Die Rolle des Backpulvers beim Backen

Dauer: Durchführung: 20 min Backzeit: 10 min

Chemikalien:

- 60 g Mehl
- Backpulver (Natriumhydrogencarbonat)
- Wasser

Geräte

- 1 Schutzbrille pro Schüler
- 2 Bechergläser
- 1 Spatel
- 1 Waage
- Backofen

M 10 (Ab) Backpulver beim Backen – Versuchsprotokoll



5. Stunde

Thema: Lernerfolgskontrolle

M 11a(Lek) Kohlensäure und ihre Salze – Teste dein Wissen

M 11b(Lek) Kohlensäure und ihre Salze – Teste dein Wissen



Minimalplan

Wird diese Einheit in den Themenbereich „Säuren, Laugen und Salze“ eingebettet, könnte man sich auch auf die **ersten beiden Stunden** beschränken.

Auch ließen sich einzelne Stunden in andere Themenbereiche einbauen. Zum Beispiel könnte man die **3. Stunde** zum Thema Kalk auch schon im Anfangsunterricht Chemie im Bereich „chemische Reaktionen“ einsetzen. Der Schwerpunkt könnte dann auf den Reaktionen im Kalkkreislauf und auf den Begriffen „endotherm“ und „exotherm“ liegen.

Die **4. Stunde** ließe sich ebenfalls unabhängig einsetzen, z. B. als Vertretungsstunde oder im Bereich eines Wahlpflichtkurses.

M 4 Kohlensäure – die wichtigsten Fakten

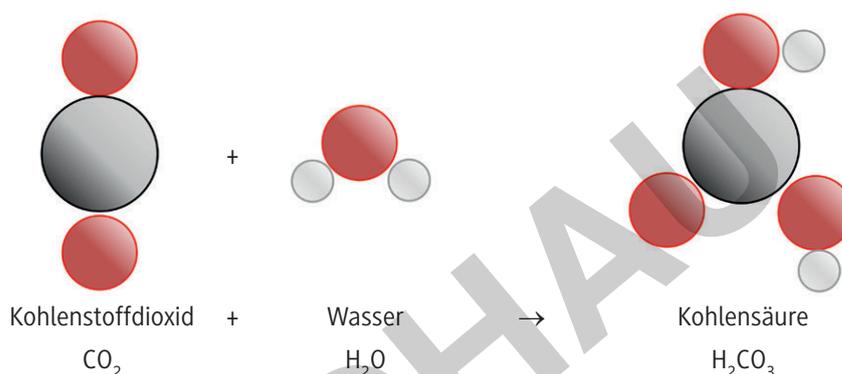
Lerne hier die wichtigsten Fakten zum Stoff Kohlensäure kennen.

Aufgaben

1. Lies dir den folgenden Info-Text durch

Wie stellt man Kohlensäure her?

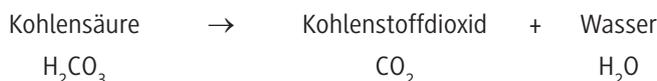
Leitet man das Gas Kohlenstoffdioxid CO_2 in Wasser, so reagieren diese beiden Stoffe zu Kohlensäure H_2CO_3 .



Diese Reaktion verläuft allerdings sehr langsam und unvollständig. Es reagieren nur circa 0,2 % der Kohlenstoffdioxidmoleküle auf diese Weise mit den Wassermolekülen. Der größte Teil der Kohlenstoffdioxidmoleküle, nämlich 98,8 %, sind im Wasser einfach gelöst und bilden keine Kohlensäuremoleküle. Es entsteht nur eine sehr verdünnte Säure. Die Säurewirkung der Kohlensäure ist sehr schwach.

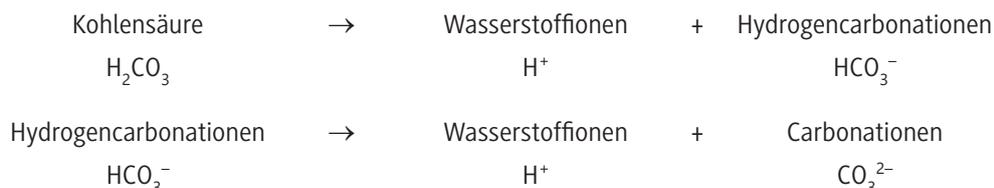
Zerfall der Kohlensäure

Der erste Gedanke, diese Säure zu konzentrieren, in dem man sie erhitzt, scheitert an den Eigenschaften der Kohlensäure. Erhitzt man nämlich Kohlensäure, so zerfällt sie in ihre Ausgangsstoffe. Kohlenstoffdioxid entweicht.



Säurewirkung / Ionenbildung der Kohlensäure

Die Wirkung einer Säure ist auf im Wasser vorhandene Wasserstoffionen zurückzuführen. Kohlensäuremoleküle zerfallen im Wasser in zwei Stufen. Dabei entstehen neben den Wasserstoffionen zum einen Hydrogencarbonationen HCO_3^- und zum anderen Carbonationen CO_3^{2-} .



M 6



Einfluss von Wärme auf Kohlensäure

Viele Familien stellen ihr kohlensäurehaltiges Wasser selbst her. Mit einem Soda-Streamer geht das ganz einfach. Oft heißt es, man solle dafür kaltes Wasser nehmen. Am besten sollte es sogar vorher im Kühlschrank gestanden haben. Aber warum eigentlich? Dieser Frage wollen wir nachgehen. Führt den folgenden Versuch durch und findet es heraus.



© Colourbox



Schülerversuch: Einfluss von Wärme auf Kohlensäure

Schülerversuch in Vierergruppen

Vorbereitung: 5 min

Durchführung: 15 min

Chemikalien

- Mineralwasser
- Universalindikator

Geräte

- 1 Schutzbrille pro Schüler
- 1 Gasbrenner
- 1 Becherglas
- Streichhölzer
- 1 Dreifuß
- 1 Drahtnetz

Aufgabe

Führt den Versuch wie im Folgenden beschrieben durch

1. **Stellt** die aufgelisteten Materialien bereit.
2. **Füllt** etwa 25 ml Mineralwasser in das Becherglas.
3. **Gibt** einige Tropfen Universalindikator **hinzu**.
4. **Stellt** das Becherglas auf das Drahtnetz über den Gasbrenner.
5. **Entzündet** den Gasbrenner, stellt eine rauschende Flamme ein und erhitzt das Wasser.

Beobachten und Auswerten

1. **Tragt** die Materialien und Chemikalien in das Protokoll **ein**.
2. **Zeichnet** den Versuchsaufbau.
3. **Formuliert** einen Satz zur Durchführung.
4. Wie verhält sich das Wasser beim Erhitzen? **Notiert** eure Beobachtungen. Haltet unter diesem Punkt auch die Farbänderung des Indikators fest.
5. **Füllt** im Ergebnis die Lücken und führt den letzten Satz zu Ende.

Wusstest du schon ...

... dass Kohlensäure an der Entstehung von Tropfsteinhöhlen beteiligt ist? Kohlensäure löst Kalk auf und an anderen Stellen entsteht der Kalk wieder in Form von Tropfsteinen. Dieser Vorgang dauert allerdings viele Tausend Jahre.