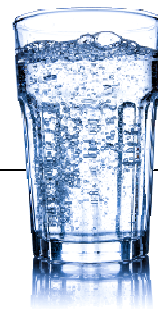


Was blubbert da im Wasserglas? – Auf den Spuren der Kohlensäure

Dr. Leena Bröll, Gundelfingen



Colourbox.com

Niveau: Sek. I

Dauer: 3 Unterrichtsstunden

Kompetenzen: Die Schülerinnen und Schüler¹ ...

- können von der phänomenologischen Betrachtungsebene Rückschlüsse auf den strukturellen Aufbau ziehen.
- können das Phänomen der Stoffumwandlung bei einer chemischen Reaktion beschreiben (z. B. pH-Wert).
- erwerben Fähigkeiten im Erfassen von naturwissenschaftlichen Fragestellungen und fachbezogenen Denkweisen und Untersuchungsmethoden.
- wiederholen und vertiefen Wissen über die Anwendung von spezifischen Nachweisreaktionen, trainieren das genaue Beobachten und üben das Aufstellen von Reaktionsgleichungen.
- präsentieren ihre erarbeiteten Versuchsaufbauten.
- diskutieren über den Widerspruch, dass auf einem Mineralwasseretikett Kohlensäure steht, im Unterricht aber CO₂ nachgewiesen wurde.
- übertragen chemisches Fachwissen auf ihren Alltag.

Der Beitrag enthält Materialien für

- ✓ forschend-entwickelnden Unterricht
- ✓ Schülerversuche
- ✓ Lehrerversuche
- ✓ Umgang mit Schülervorstellungen

Hintergrundinformationen

Das Zischen aus einer Mineralwasserflasche, das Kribbeln im Mund – das ist Kohlensäure. So denken zumindest die meisten Menschen. Fakt ist aber: Kohlensäure existiert nur wenige Nanosekunden und ist somit keine Substanz, die man schmecken oder sehen könnte. Das Gas, das beim Öffnen einer Mineralwasserflasche aus dem Getränk entweicht, ist nicht Kohlensäure, sondern Kohlenstoffdioxid.

Eigenschaften von Kohlenstoffdioxid

Kohlenstoffdioxid ist ein farb- und geruchloses Gas. Es ist mit einer Dichte von 1,97 g/l (bei 20 °C und Atmosphärendruck) 1,5-mal schwerer als Luft. Daher lässt es sich wie eine Flüssigkeit ausgießen und sammelt sich am Boden eines Gefäßes oder Raumes (Holleman, Wiberg 2007).

Kohlenstoffdioxid ist selbst nicht brennbar. In einer Kohlenstoffdioxidatmosphäre sind außerdem weder Verbrennung noch Atmung möglich, daher kann das Gas sowohl Flammen als auch Lebewesen ersticken. Schon ein Volumenanteil von 8 % Kohlenstoffdioxid in der Luft führt zu Bewusstlosigkeit und schließlich zum Tod (Davidson 2003). So ist beim Aufenthalt in Räumen, in denen Kohlenstoffdioxid in größeren Mengen entsteht, besondere Vorsicht geboten. Noch heute benutzt man eine brennende Kerze, deren Erlöschen Gefahr

¹ Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet. Schülerinnen sind genauso gemeint.

Kohlensäure in der Umwelt

In der Luft befindet sich ständig Kohlenstoffdioxid. Schon in der Luftfeuchtigkeit, erst recht aber in Regentropfen, löst sich ein Teil des Gases, dabei entsteht Kohlensäure. Durch den **kohlensauren Regen** wird zum Beispiel das Rosten von Eisen beschleunigt. Die Höhe der Kohlenstoffdioxidemission steigt seit der industriellen Revolution stetig an. Kohlenstoffdioxid ist als **Treibhausgas** für die globale Erwärmung mit verantwortlich. Die **Versauerung der Ozeane** ist problematisch, da Kalk angegriffen wird, was ein Risiko für Korallen und Muscheln darstellt. Auch die **Patina**, der blaugrüne Überzug von Kupferdächern, entsteht durch die Einwirkung der Kohlensäure. An manchen Orten kommt Kohlenstoffdioxid vulkanischen Ursprungs vor. Dort führen die Quellen kohlenstoffdioxidreiches Wasser. Enthalten diese Quellen mindestens 250 mg Kohlenstoffdioxid pro Liter, so werden sie auch als Sauerbrunnen und deren Wasser als Sauerling bezeichnet. Das Wasser von solchen Mineralquellen wird zu Trink- und Badekuren verwendet (Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser 2014).

Hinweise zur Didaktik und Methodik

Als **Einstieg** in die **erste Unterrichtsstunde** wird der Wissensstand der Schüler durch eine **Umfrage** getestet. Dazu wird die Folie **M 1** mit den Fotos und der Frage, woraus die aufsteigenden Blasen sind, aufgelegt. Auf der Folie wird notiert, wie viele Schüler der Lerngruppe die unterschiedlichen Gasarten favorisieren. Auch über mögliche Nachweisreaktionen wird gesprochen.

In einer **ersten Arbeitsphase** erhalten die Schüler in **Partnerarbeit** die Aufgabe, eine **Versuchsapparatur zu entwickeln**, mit der man die aufsteigenden Gasblasen auffangen kann, damit man sie qualitativ untersuchen kann. Als Orientierung für einen möglichen Versuchsaufbau dient **M 2**, welches zur Präsentation für die Schüler auf **Folie** kopiert wird.

Danach führen die Schüler als Assistenten gemeinsam mit der Lehrkraft am Lehrerpult die Untersuchung des Gases als **Schüler-/Lehrerdemonstrationsexperiment M 3** durch. Letztendlich wird das Gas als Kohlenstoffdioxid identifiziert.

Im Plenum wird daraufhin das Etikett einer Mineralwasserflasche **M 4** betrachtet (auf Folie kopiert auf dem OHP präsentieren), auf dem angegeben ist, dass dem Mineralwasser Kohlensäure zugesetzt wurde. Die Schüler sollen sich zu dem Widerspruch äußern und ihn in einem Unterrichtsgespräch diskutieren.

An der Tafel soll nun als Frage festgehalten werden, worin der Zusammenhang von Kohlenstoffdioxid und Kohlensäure besteht und was Kohlensäure chemisch betrachtet ist. Damit wird die zentrale Problemstellung für alle Schüler ersichtlich formuliert. Mögliche Hypothesen der Schüler sollen genannt und diskutiert werden. Im Sinne eines problemorientierten Vorgehens werden dann die Hypothesen experimentell überprüft.

In einer **zweiten Erarbeitungsphase** wird mit den Schülern die Herstellung von Sprudelwasser nachgestellt (**Lehrerdemonstrationsexperiment M 5**).

Gemeinsam wird nun an der Tafel die Reaktionsgleichung erarbeitet (zunächst die Wortgleichung, anschließend die Reaktionsgleichung mit Formeln). Außerdem wird ein Tafelbild wie in **M 6** vorgeschlagen, festgehalten. Sollte an dieser Stelle noch Zeit sein, bekommen die Schüler ein **Domino M 7** ausgeteilt, das sie zur spielerischen Festigung und Wiederholung der Lerninhalte der Stunde in Einzelarbeit legen können. Sollte die Zeit nicht mehr reichen, ist dieses Domino **Hausaufgabe**.

In der **zweiten Stunde** werden die Ergebnisse der ersten Stunde noch einmal aufgegriffen und wiederholt. Anschließend soll es um die **Wasserlöslichkeit von Kohlenstoffdioxid** gehen. In einem **Lehrerdemonstrationsexperiment M 8** wird diese noch einmal verdeut-

licht. Anschließend sollen die Schüler selbst experimentell aktiv werden und die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser bei Wärme untersuchen (**M 9**).

In der **dritten Stunde** soll abschließend die Frage diskutiert werden, warum wir im Kontext von Mineralwasser von Kohlensäure sprechen, obwohl in der Unterrichtseinheit nachgewiesen wurde, dass Kohlenstoffdioxid in Mineralwasser enthalten ist und für all die Eigenschaften verantwortlich ist, die wir umgangssprachlich der Kohlensäure zuschreiben. Um auf diese Frage eine Antwort zu erhalten, bekommen die Schüler einen **Informationstext M 10**, aus dem sie herausarbeiten sollen, auf wen die Bezeichnung Kohlensäure zurückgeht und wie sie sich begründet.

Literatur





Davidson, Clive: Marine Notice: Carbon Dioxide: Health Hazard. Australian Maritime Safety Authority. 2003.

Holleman, Arnold Fr.; Wiberg, Nils: Lehrbuch der Anorganischen Chemie. Walter de Gruyter. Berlin 2007.

Merkel, Wolfgang W. (2009): Kohlensäure gibt es praktisch nicht. Fünf Minuten Chemie. www.welt.de/wissenschaft/chemie/article5188899/Kohlensaure-gibt-es-praktisch-nicht.html

Materialübersicht

- ⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
 ⌚ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch FoVo = Folienvorlage Fo = Farbfolie
 # Die [Gefährdungsbeurteilungen](#) finden Sie auf **CD 53**.

M 1	Fo	<u>Woraus bestehen die Gasblasen?</u>
M 2	Ab, FoVo	<u>Geräte für den Aufbau einer Apparatur</u>
M 3	LV	<u>Identifikation des unbekanntes Gases aus der Mineralwasserflasche</u>
	⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/> volle Mineralwasserflasche
	⌚ D: 10 min	<input type="checkbox"/> Kalkwasser  
		<input type="checkbox"/> durchbohrter Stopfen, der auf die Mineralwasserflasche passt
		<input type="checkbox"/> Glaswinkel, 90°
		<input type="checkbox"/> Stück Silikonschlauch
		<input type="checkbox"/> Kolbenprober, 100 ml, mit Hahn
		<input type="checkbox"/> Becherglas, 100 ml
		<input type="checkbox"/> Schutzbrille
M 4	Ab, FoVo	<u>Das Etikett einer Mineralwasserflasche</u>
M 5	LV	<u>Einleiten von Kohlenstoffdioxid in Wasser</u>
	⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/> Kohlenstoffdioxid 
	⌚ D: 10 min	<input type="checkbox"/> Wasser
		<input type="checkbox"/> Universalindikatorlösung 
		<input type="checkbox"/> Becherglas, 100 ml
		<input type="checkbox"/> Schutzbrille

M 1 Woraus bestehen die Gasblasen?

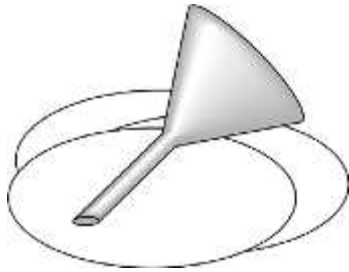


Welches Gas ist in den aufsteigenden Blasen und wie könntest du es nachweisen?

- Wasserstoff, Nachweis mit _____
- Sauerstoff, Nachweis mit _____
- Kohlenstoffdioxid, Nachweis mit _____
- Kohlensäure, Nachweis indirekt
- _____, Nachweis mit _____

M 2 Geräte für den Aufbau einer Apparatur

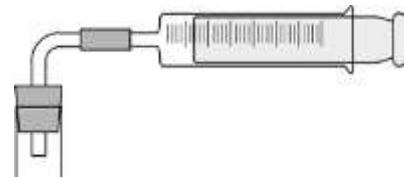
Überlege dir einen Versuchsaufbau, mit dem man das Gas auffangen kann, das in den ausperlenden Gasblasen einer Mineralwasserflasche enthalten ist.



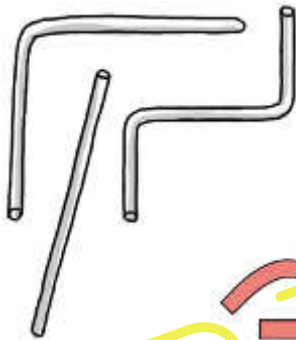
Trichter mit Filterpapier



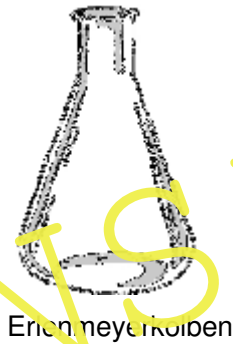
Tiegelzange



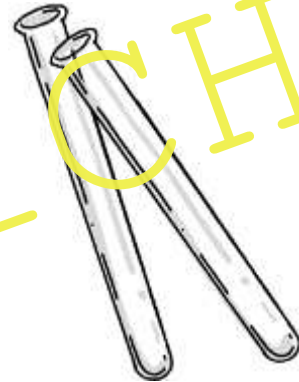
Kolbenprober



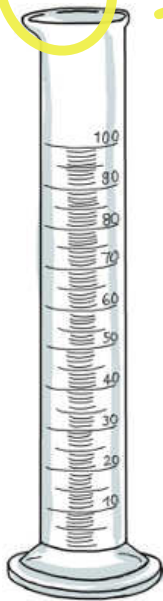
Glasrohre und Schlauchstücke



Erlenmeyerkolben



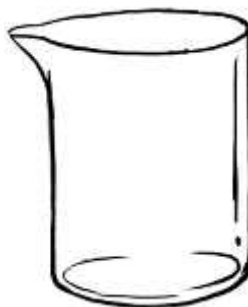
Reagenzgläser



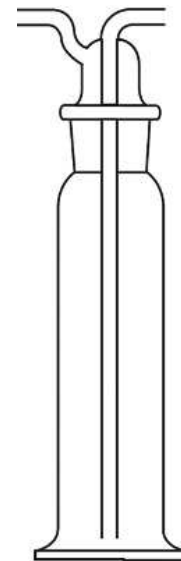
Messzylinder



Reagenzglashalter



Becherglas



Gaswaschflasche

VORANSICHT

M 3 Identifikation des unbekanntes Gases aus der Mineralwasserflasche





Jeder kennt das Phänomen, dass Gasblasen aufsteigen, sobald man eine Mineralwasserflasche mit Kohlensäure öffnet und den Inhalt in ein Glas gießt. Doch woraus sind die Gasblasen? Der folgende Versuch soll hier Auskunft geben.

Lehrerversuch: Woraus sind die Blasen im Mineralwasser?

⌚ Vorbereitung: 5 min

⌚ Durchführung: 10 min

Chemikalien	Geräte	
<input type="checkbox"/> volle Mineralwasserflasche	<input type="checkbox"/> durchbohrter Stopfen, der auf die Mineralwasserflasche passt	<input type="checkbox"/> Kolbenprober, 100 ml, mit Hahn
<input type="checkbox"/> Kalkwasser  	<input type="checkbox"/> Glaswinkel, 90°	<input type="checkbox"/> Becherglas, 100 ml
	<input type="checkbox"/> Stück Silikonschlauch	<input type="checkbox"/> Schutzbrillen

Entsorgung: Das Kalkwasser kann über den Abguss entsorgt werden.

Versuchsdurchführung (Anleitung für die Lehrkraft)

Diesen Versuch führt man am besten mit einem Partner durch, d. h. mit einem Schüler, der assistiert. Dabei müssen Schutzbrillen getragen werden!

- Füllen Sie in ein Becherglas etwas Kalkwasser.
- Entleeren Sie 1/3 des Mineralwassers aus der Flasche. Sie ist sonst zu voll.
- Setzen Sie den Stopfen auf die Flasche und verbinden Sie die Flasche über einen Glaswinkel und den Silikonschlauch mit dem Kolbenprober.
- Schwenken Sie die Mineralwasserflasche und treiben Sie so das Gas aus. Fangen Sie das Gas im Kolbenprober auf.
- Trennen Sie die Verbindung, wenn der Kolbenprober voll ist. Verschließen Sie den Kolbenprober.
- Drücken Sie das Gas in das Becherglas, welches mit Kalkwasser gefüllt ist.



Fragen/Anmerkungen zur Beobachtung, die Sie Ihren Schülern stellen/mitteilen können:

- Was könnt ihr beobachten, wenn die Mineralwasserflasche geschwenkt wird?
- Wusstet ihr eigentlich, dass 2013 der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch von Mineralwasser bei 140 Litern lag?
- Angenommen, das Gas ist CO_2 . Was müsste dann beim Einleiten in das Kalkwasser passieren?
- Wer kann die Gleichung der Reaktion formulieren, die hier abläuft?

M 7 Domino – Bist du fit?

Jetzt hast du schon viel über Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid einmal, das bereits Gelernte anhand dieses Dominoes zu wiederholen. Die richtigen Reihenfolge in deine Unterlagen ein.

Start	Formel von Kohlensäure	CO_2	Kohlensäure existiert nur	H_2CO_3	Formel von Kohlenstoffdioxid
O_2	Die Knallgasprobe ist ein Nachweis für	ausperlendes CO_2	Erde	H_2	Die Blasen in Mineralwasser sind
einige Nanosekunden	CO_2	H^+ und HCO_3^-	Die Glühspanprobe ist ein Nachweis für	kann mit Kalkwasser nachgewiesen werden	Kohlensäure dissoziiert in



Thinkstock/iStock

M 9 Was passiert, wenn „kohlenstoffhaltiges“ Mineralwasser erwärmt wird?

Jeder kennt das Phänomen: Wenn Mineralwasser mit „Kohlensäure“ im Sommer warm wird, schmeckt es plötzlich fade. Wie kommt das eigentlich? Was passiert aus chemischer Sicht? Finde es hier heraus!



Colourbox.com

Schülerversuch: Kohlenstoffhaltiges Wasser wird erwärmt

⌚ Vorbereitung: 5 min

⌚ Durchführung: 10 min

Chemikalien

- Mineralwasser mit „Kohlensäure“
- Universalindikatorlösung

Geräte

- Erlenmeyerkolben, 100 ml (Weithals)
- Brenner
- Dreifuß mit Drahtnetz
- Anzünder
- Schutzbrille

Entsorgung: Der Inhalt des Becherglases kann über das Abwasser entsorgt werden

Versuchsdurchführung

- Setze deine Schutzbrille auf.
- Gib in einen Erlenmeyerkolben ca. 2 cm hoch Mineralwasser und versetze es mit einigen Tropfen des Indikators.
- Entzünde den Brenner und erhitze das Mineralwasser auf dem Dreifuß mit Drahtnetz.
- Notiere deine Beobachtungen und überlege dir eine Erklärung.
- Formuliere die Reaktionsgleichung.



?

Aufgaben

1. Warum steht auf Mineralwasserflaschen, dass man sie kühl aufbewahren soll?
2. Warum schmeckt Mineralwasser aus einer Flasche, die offen stehen gelassen wurde, nicht mehr frisch?

Erläuterungen und Lösungen

Erläuterung (M 1)

Den Schülern werden durch diese Folie vier Antwortmöglichkeiten sowie eine freie Antwortmöglichkeit angeboten. Nacheinander werden die Antwortmöglichkeiten durchgegangen und notiert, wie viele Schüler die jeweilige Antwortmöglichkeit präferieren. Diese Art des Einstiegs ist besonders gut geeignet, da sie aufgrund des Lebensweltbezugs die entsprechende Motivation erzeugt und dadurch die Lernintensität und das Mitdenken angeregt werden. Ebenfalls auf der Folie werden die Nachweismöglichkeiten für die einzelnen Substanzen wiederholt und fixiert.

- Wasserstoff: Knallgasprobe
- Sauerstoff: Glimmspanprobe
- Kohlenstoffdioxid: Kalkwasser
- Kohlensäure: Nachweis per Ausschlussverfahren (wenn alle anderen Nachweise negativ ausfallen, muss es Kohlensäure sein)

Die freie Antwortmöglichkeit ist für Schüler, die ein anderes Gas vermuten. Ein entsprechender Nachweis muss dann überlegt und festgehalten werden (z. B. Wasserdampf durch Kondensieren und anschließendem Nachweis mit Watesme-Band oder weißem Kupfersulfat).

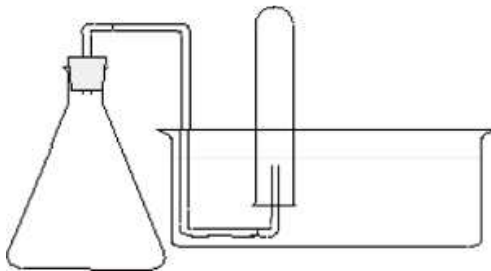
Erläuterung (M 2)

Für die theoretische Überlegung eines Versuchsaufbaus bieten sich verschiedene methodische Vorgehensweisen an:

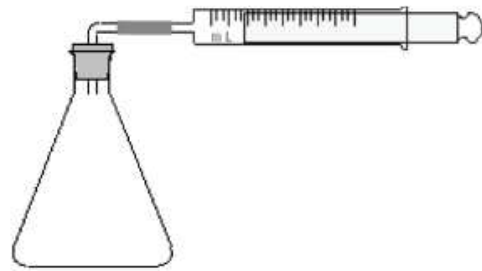
- Auswahl an Geräten auf Pult stellen, aus denen die Schüler wählen können (Schwierigkeit durch Anzahl und Art der Geräte variierbar)
- Geräteschränke öffnen und den Schülern alle Geräte zur Verfügung stellen (hohe Schwierigkeit, Gefahr für teure Geräte)
- Folienschnipsel verschiedener Geräte auf dem OHP präsentieren, aus denen eine Apparatur zusammengestellt werden kann (geringer materieller Aufwand, Schwierigkeit durch Anzahl der Schnipsel variierbar)

Nach der Gruppenarbeitsphase werden die entwickelten Apparaturen von 2–3 Gruppen den übrigen Schülern vorgestellt und in der Klasse diskutiert.

Folgende sinnvolle Aufbauten könnten dabei von den Schülern vorgestellt werden:



Pneumatisches Auffangen des entstehenden Gases in einem Reagenzglas



Auffangen des entstehenden Gases in einem Kolbenprober