



SCHOOL-SCOUT.DE

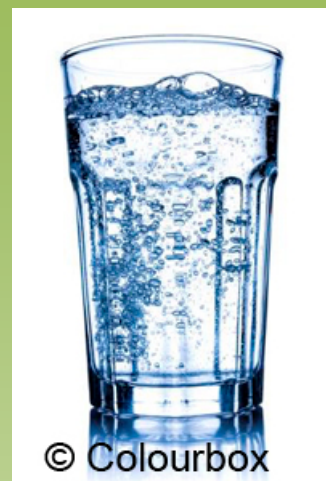
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Was blubbert da im Wasserglas?

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



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 Schüler* ...

- 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 CO_2 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.

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

Noch heute benutzt man eine brennende Kerze, deren Erlöschen Gefahr anzeigt, zur Warnung vor gefährlichen Konzentrationen an Kohlenstoffdioxid, z. B. in Weinkellern.

Kohlenstoffdioxid ist leicht zu verflüssigen, weil der kritische Punkt sehr hoch liegt. Kühlt man flüssiges Kohlenstoffdioxid in einem geschlossenen Gefäß ab, so erstarrt es zu einer eisähnlichen Masse, welche bei $-56,7\text{ °C}$ unter einem Eigendruck von 5,3 bar schmilzt. Bei Atmosphärendruck sublimiert festes Kohlenstoffdioxid (Trockeneis) bei $-78,5\text{ °C}$ (Holleman, Wiberg 2007).

In den Handel kommt Kohlenstoffdioxid entweder in flüssiger Form in Stahlflaschen mit grauer Schulter oder als Feststoff (Trockeneis).

I/C

Löslichkeit in Wasser – die Kohlensäure

In Wasser ist Kohlenstoffdioxid relativ gut löslich. Bei 20 °C löst sich in einem Liter Wasser ungefähr ein Liter Gas.

Kohlenstoffdioxid ist das Anhydrid der Kohlensäure. Kohlensäure ist theoretisch eine mittelstarke Säure mit einer Dissoziationskonstanten $K = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HCO}_3^-) = 1,3 \cdot 10^{-4}$, was einem pK-Wert von 3,88 entspricht. Der größte Anteil an Kohlenstoffdioxid ($> 99,8\%$) liegt jedoch als hydratisiertes CO_2 vor. Gewöhnlich pflegt man daher die „scheinbare Dissoziationskonstante“ anzugeben, indem man als undissoziierten Säureanteil die Konzentration $c(\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2)$ einsetzt. Die Gesamtlösung wirkt dadurch als schwache Säure (Holleman, Wiberg 2007).

Mit ihren zwei Protonen hat die Kohlensäure entsprechend zwei Dissoziationsstufen mit den folgenden pK_s-Werten:

| pK _s | Gleichgewicht |
|-----------------|--|
| 6,35 | $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ |
| 10,33 | $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$ |

Die Kohlensäure bildet als zweiprotonige Säure zwei Arten von Salzen: die Hydrogencarbonate und die Carbonate. Die Hydrogencarbonate (MeHCO_3 mit Wertigkeit(Me) = +1) sind bis auf Natriumhydrogencarbonat in Wasser leicht löslich. Ebenso leicht löslich sind auch die Alkalisalze der Carbonate (MeCO_3 mit Wertigkeit(Me) = +2). Alle anderen Salze der Kohlensäure sind in Wasser schwer löslich (Holleman, Wiberg 2007).

Kohlensäure lässt sich nicht als reine Substanz isolieren. Erst 2009 gelang es Berliner Forschern vom Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie, Kohlensäure in Wasser nachzuweisen. Wenn sie sich einmal gebildet haben, existieren Kohlensäure-Moleküle nur einige Nanosekunden lang. Gelungen ist der Nachweis mit einer ultrakurzen Beleuchtung des chemischen Prozesses, wobei als Lampe ein Femtosekundenlaser verwendet wurde, also das Licht eines Lasers, der mehrmals für einige 10^{-15} Sekunden die Apparatur bestrahlte (Merkel 2009).

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 verdeutlicht. 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.

I/C

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

| | | | |
|------------|------------------------|---|---|
| M 1 | Fo | Woraus bestehen die Gasblasen? | |
| M 2 | Ab, FoVo | Geräte für den Aufbau einer Apparatur | |
| M 3 | LV | Identifikation des unbekanntes Gases aus der Mineralwasserflasche | |
| | ⌚ V: 5 min | <input type="checkbox"/> volle Mineralwasserflasche | <input type="checkbox"/> durchbohrter Stopfen, der auf die Mineralwasserflasche passt |
| | ⌚ D: 10 min | <input type="checkbox"/> Kalkwasser   | <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 | Das Etikett einer Mineralwasserflasche | |
| M 5 | LV | Einleiten von Kohlenstoffdioxid in Wasser | |
| | ⌚ V: 5 min | <input type="checkbox"/> Kohlenstoffdioxid  | <input type="checkbox"/> Becherglas, 100 ml |
| | ⌚ D: 10 min | <input type="checkbox"/> Wasser | <input type="checkbox"/> Schutzbrille |
| | | <input type="checkbox"/> Universalindikatorlösung  | |
| M 6 | Tafelbild | Worin besteht der Zusammenhang zwischen Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid? | |
| M 7 | Ab, Hausaufgabe | Domino – Bist du fit? | |

| | | | |
|-------------|-------------|---|---|
| M 8 | LV | Lösen von Kohlenstoffdioxid in Wasser | |
| | 🕒 V: 5 min | <input type="checkbox"/> Kohlenstoffdioxid  | <input type="checkbox"/> leere Plastikflasche (z. B. 1,5 l PET-Flasche) |
| | 🕒 D: 10 min | <input type="checkbox"/> Wasser | <input type="checkbox"/> Schutzbrille |
| | | <input type="checkbox"/> Universalindikatorlösung  | |
| M 9 | SV | Was passiert, wenn „kohlenstoffhaltiges“ Mineralwasser erwärmt wird? | |
| | | Materialangaben pro Experimentiergruppe | |
| | 🕒 V: 5 min | <input type="checkbox"/> Mineralwasser mit „Kohlensäure“ | <input type="checkbox"/> Erlenmeyerkolben, 100 ml (Weithals) |
| | 🕒 D: 10 min | <input type="checkbox"/> Universalindikatorlösung  | <input type="checkbox"/> Brenner |
| | | | <input type="checkbox"/> Dreifuß mit Drahtnetz |
| | | | <input type="checkbox"/> Anzünder |
| | | | <input type="checkbox"/> Schutzbrille |
| M 10 | Ab | Kohlensäure – eine historische Bezeichnung | |

Minimalplan

Da die Unterrichtssequenz nur für eine Zeitdauer von drei Unterrichtsstunden geplant ist, ist eine Kürzung nicht sinnvoll, wenn man die historische Komponente mit einbeziehen und problemorientiert arbeiten möchte.

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 15.

I/C



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Was blubbert da im Wasserglas?

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

