

► CO₂ – Kohlendioxid

Was bedeutet „CO₂ ist ein schweres Gas“?

Warum kann ich mit Haushaltsprodukten CO₂-Chemie betreiben?

Wie kann ich mit Haushaltsprodukten CO₂-Chemie betreiben?

CO₂ einmal anders betrachtet. Jeder kennt es als das Endprodukt unserer Atmung bzw. von Verbrennungen und als Treibhausgas. Aber was birgt es für Gefahren in seiner Eigenschaft als sogenanntes natürliches „schweres Gas“?

Die Erstickungsgefahr, die von CO₂ ausgehen kann, wird anhand einer Beispielgeschichte und Experimenten erarbeitet. Die SchülerInnen erkennen das Risiko und werden zu einer einfachen Gefahrenvermeidung hingeführt. Durch das Experimentieren mit ungefährlichen Haushaltsartikeln bleibt die chemische Reaktion nicht nur Theorie, sondern wird anschaulich.



Ort

Klassenraum

Schulstufe

5. bis 9. Schulstufe

Gruppengröße

Klassengröße

Zeitdauer

1 Schulstunden

Lernziele

- Aus dem Erfahren, dass CO₂ ein schwereres Gas ist als Luft, die daraus entstehende Gefahr erkennen und vermeiden
- Erzeugung und Nachweis von CO₂ im chemischen Experiment mit Haushaltswaren (Soda und Tafelessig)
- Verständnis der Reaktion von Salz mit Säure

Sachinformation

Kohlendioxid

CO₂ ist bei Raumtemperatur ein geruchloses, geschmackloses, unsichtbares Gas. Unsere Luft besteht durchschnittlich aus 0,04 Vol-% CO₂. Ein scheinbar geringer Anteil mit einer doch sehr tragenden Rolle. Es ist das Endprodukt der Atmung, entsteht bei allen Verbrennungen und wird von Pflanzen in der Photosynthese wieder verwertet. Es trägt wesentlich zum Treibhauseffekt bei.

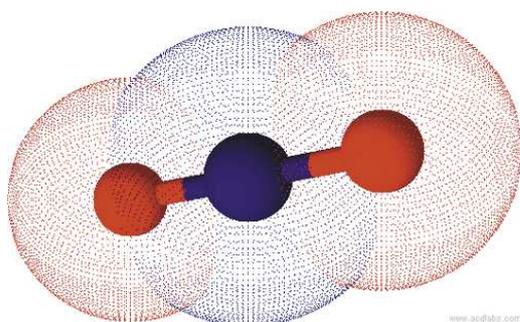


Abb. 1: CO₂-Molekül, schematische Darstellung

CO₂ als „schweres Gas“

CO₂ hat eine größere Dichte als Luft, verdrängt die lebenswichtigen Sauerstoffmoleküle aus der Luft und sammelt sich in Bodennähe.

In einem Raum, in dem man sich 8 Stunden aufhält, darf der Anteil an CO₂ maximal 0,5 Vol-% betragen (MAK-Wert). Wenn die eingeatmete Luft zu viel CO₂ enthält (über 8 %), reagiert der Körper zuerst mit Schwindel und Kopfschmerz und dann mit „weniger einatmen“.

Das ist tückisch, denn man merkt das kaum und irgendwann stellt der Körper die Atmung fast ganz ein und man erstickt. In der Natur kommt es in manchen Regionen (vor allem Grotten und vulkanischen Höhlen) zu Gasaustritt aus dem Erdrinnen. Diese Gase enthalten unter anderem auch viel CO₂.

Ist dann eine solche Grotte, wie die „Hundsgrotte“ bei Neapel, nicht gut durchlüftet, kommt es in Bodennähe zu einem erheblichen Anstieg an CO₂ in der Luft. Es kann vorkommen, dass der CO₂-Gehalt bis auf 70 % ansteigt. Ein Aufenthalt von wenigen Minuten kann dann schon zum Tod führen.

Aber nicht nur in Höhlen lauert die Gefahr, auch in Weinkellern, Bergwerken und Klärgruben, wo durch Vergärung CO₂ entsteht. Nicht selten kommt

es durch das am Boden „liegendegebliebene“ CO₂ zu Unfällen.

Wenn man sich bückt oder wenige Stufen in einen Keller hinuntergeht, gerät man in die Gefahrenzone und droht zu erstickten. Kluge Bergleute oder WinzerInnen tragen daher immer eine brennende Kerze mit sich, die Sauerstoff zum Brennen benötigt. Erlischt diese, wissen sie um die Gefahr und können so schnell wie möglich flüchten! Aber Achtung: eine Kerze erlischt erst bei 14 Vol-% CO₂ in der Luft und ist somit keine Garantie, dass nichts passiert.

Chemie mit Haushaltswaren

Theoretischer Hintergrund für SchülerInnen zu den CO₂-Versuchen

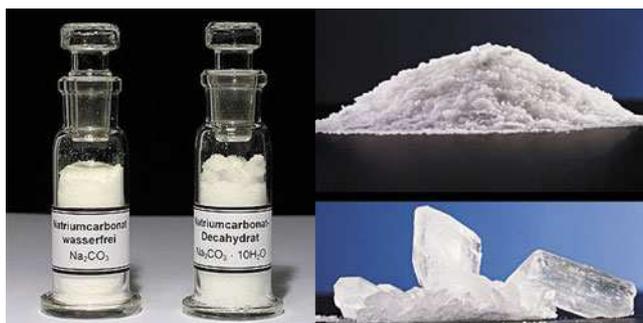


Abb. 2: Soda oder Natron?

Soda oder Natron – Was ist was und wie unterscheiden sie sich?

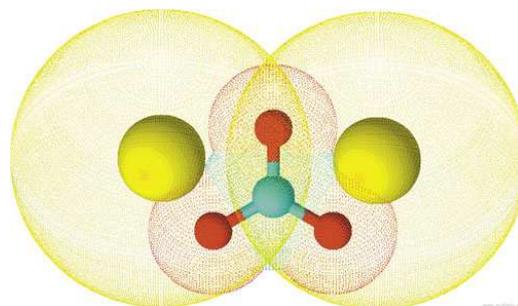
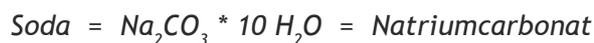


Abb. 3: Na₂CO₃-Molekül, schematische Darstellung

Das Natriumcarbonat (auch Soda oder Waschsoda) ist als reines Na₂CO₃-Pulver so hygroskopisch („wasserliebend“), dass es sofort das Wasser aus der Umgebungsluft heranzieht und sich mit ihm

verbindet. Wir beobachten, dass es „verklumpt“. Daher auch diese Schreibweise mit dem „mal“ zehn Wassermoleküle.

Natron = NaHCO_3 = *Natriumhydrogencarbonat*

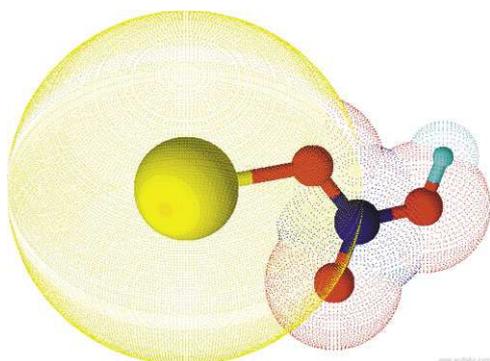
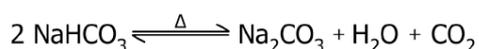


Abb. 4: NaHCO_3 -Molekül, schematische Darstellung

Natriumhydrogencarbonat (Natron oder auch Backpulver) ist über einen längeren Zeitraum stabil, man könnte sagen, es will nicht so dringend mit Wasser reagieren, es hat ein Wasserstoffatom schon eingebaut. Aber auch dieses Pulver reagiert mit Wasser aus der Umgebungsluft, wenn man es länger stehen lässt. Deshalb ist das Backpulver (so wie wir es kaufen können) eigentlich ein Gemisch aus Natron, Weizenstärke und Säuerungsmittel. Die Weizenstärke dient dabei als Trockenmittel, welches das Wasser aus der Luft bindet, bevor es mit dem Natron reagieren kann.

Daher verwendet man meist als Ausgangsstoff für die Reaktion (Backen) NaHCO_3 (Natron) und nicht Na_2CO_3 (Soda) als sogenanntes Backtriebmittel. Man will ja mit einem gut dosierbaren Pulver und nicht mit harten Klumpen arbeiten!

1. Die grundsätzliche Reaktion, die beim Backen abläuft



Natriumhydrogencarbonat zerfällt zu Natriumcarbonat, Wasser und Kohlendioxid

Das „kleine Dach“ über dem Pfeil bedeutet: ich führe Energie, in diesem Fall Wärme, zu. Man muss einer Verbindung immer irgendeinen Grund geben, warum sie reagieren soll (die so-

nannte Aktivierungsenergie überwinden) und das ist beim Backen die Temperatur. Diese Reaktion startet zum Beispiel erst bei über 65°C . Als Produkt erhält man unter anderem Na_2CO_3 . Wie wir bereits wissen, benötigt Na_2CO_3 viel Wasser (mal 10 H_2O), um stabil zu sein. Im Teig eines Kuchens ist dafür aber genügend Wasser vorhanden.

2. Die Reaktion mit Essig

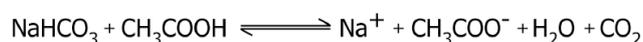
Wenn man Backpulver zum Reagieren bringen will und keine Wärme zur Verfügung hat – wie in unserem Versuch – kann man zum Beispiel eine andere Substanz verwenden, die gerne mit NaHCO_3 reagiert. Wir verwenden dazu einen herkömmlichen Speiseessig.

Eine einfache Faustregel aus der Säure/Basen-Chemie (in die Kategorie fällt unsere Reaktion) veranlasst diese Substanzen, miteinander zu reagieren: Eine stärkere Säure verdrängt immer die schwächere!

Die Essigsäure (CH_3COOH) ist eine stärkere Säure als die Kohlensäure (H_2CO_3 , aus der unser NaHCO_3 besteht).

Essig (CH_3COOH) wird in der Fachsprache „Essigsäure“ oder „Acetoxyssäure“ genannt. Die Produkte (die Salze) die aus der Essigsäure entstehen, nennt man „Acetate“.

Die Reaktion läuft so ab:



Natriumacetat = CH_3COONa = das Salz

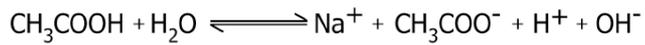
Das entstandene CO_2 ist ein schweres Gas. Es verdrängt die Teilchen um sich und verursacht das „Aufgehen des Kuchens“.

Das Salz Natriumacetat (CH_3COONa) ist nicht giftig, doch sollte es nicht in größeren Mengen gegessen werden.

Dieses Salz liegt am Ende unseres Versuches zum Teil „fest“ als kristallines Salz und zum Teil „gelöst“ als Salzlösung vor. Der von uns verwendete handelsübliche Speiseessig ist eine verdünnte Lösung aus viel Wasser und nur ca. 5 % Essigsäure, es

bleibt also genug Wasser für die Salzlösung.
In einer Lösung liegt das Salz getrennt in seinen Bestandteilen, den sogenannten Ionen, also CH_3COO^- und Na^+ vor.

3. Warum schmeckt die entstandene Salzlösung „seifig“?



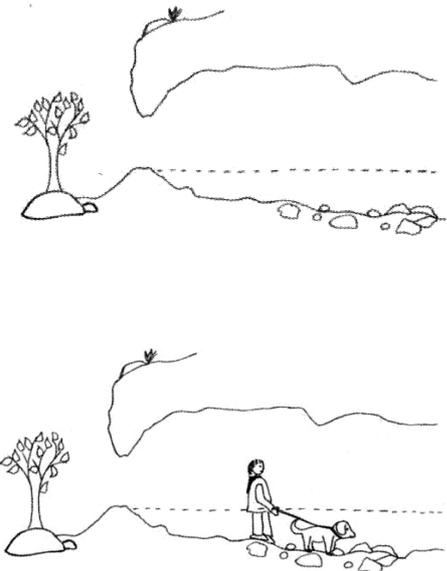
Natriumacetat = CH_3COONa = das Salz

Weil ganz wenig $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ wieder reagieren, bleibt OH^- (und Na^+ , was uns in dem Fall egal ist) zurück. Es entsteht ein minimaler Überschuss an OH^- , daher die schwach basische Reaktion. Das verursacht einen alkalischen pH-Wert (also größer dem neutralen pH-Wert 7) der Salzlösung.

Grundsätzlich führen aber alle diese Reaktionen zu einem Gleichgewicht!

Didaktische Umsetzung

Für die Einführung mit der „Geschichte von der Hundsgrotte“ kann noch im Frontalunterricht gearbeitet werden, danach empfiehlt es sich die SchülerInnen um einen zentralen Arbeitstisch zu versammeln, nur ein paar SchülerInnen arbeiten zu lassen, oder den Versuch mehrfach auf Tischen aufzubauen. Machen Sie die SchülerInnen vor Versuchsbeginn aufmerksam, dass sie mit alltäglichen Haushaltswaren „Chemie machen“, dass diese grundsätzlich ungefährlich sind, allerdings nur bei richtiger Handhabung.

| Inhalte | Methoden |
|---|---|
| Hinführung zum Thema | |
| 15 Minuten | |
| <p>Was ist CO₂? Was bedeutet dieses Naturphänomen? Gefahrenerkennung Beispiele aus dem Alltag</p>  | <p><u>Material</u> Molekülmodell (aus Plastilin), wenn vorhanden Geschichte und Arbeitsblatt „Die Hundsgrotte bei Neapel“</p> <p>Kurze Einführung zu CO₂ allgemein</p> <p>Impulsfragen: Was ist CO₂? Welche Eigenschaften hat es? Welche Gefahren drohen durch CO₂?</p> <p>Vorlesen oder erzählen der Geschichte „Die Hundsgrotte bei Neapel“</p> <p>Was könnte dort in der Grotte wohl passieren? Mysteriös oder logisch erklärbar?</p> <p>Arbeitsblatt austeilen und Erarbeiten der Lösung in PartnerInnenarbeit!</p> <p>Das Ergebnis wird kurz besprochen und das Lösungsblatt ausgeteilt. Die Gefahr von „schwerem CO₂“ wird noch durch das Erwähnen der Gefahren in Weinkellern und Bergstollen untermalt.</p> |
| Durchführung der Experimente | |
| 25 Minuten | |
| <p>Ist CO₂ wirklich schwerer als Luft? CO₂ löscht Kerzenflamme</p>  | <p><u>Material</u> Material laut Versuchsanleitung „CO₂ als schweres Gas“</p> <p>Es werden die zwei Teile des Experiments besprochen und der Ablauf erklärt. Die SchülerInnen sollen in Gruppen zu den Tischen mit den Materialien gehen und dort den Versuch laut Anleitung durchführen.</p> <p>Es kann auch eine schriftliche Anleitung dazugelegt werden.</p> |



Beim zweiten Teil des Experimentes bitte auf das besonders vorsichtige Kippen der Schüssel achten, damit nur das CO_2 abfließt und nicht das rückständige Salz herausbröselt.

Darauf achten, dass nicht zu viel gezündelt wird und dass das Endprodukt der Reaktion nicht in größeren Mengen als „eine Messerspitze“ gekostet werden soll, da sonst leichte Verätzungen möglich sind.

Festigungsfragen:

Was hast du beobachtet?

Kann die Geschichte von der Hundsgrotte wahr sein?

Abschluss

5 Minuten

LehrerInnen- / SchülerInnen Gespräch Vorbeugungsmaßnahmen



Die Kerze als „Indikator“ sowie die Grenzwerte, ab welchem CO_2 -Gehalt in der Luft eine Kerze erlischt, sollten erwähnt und auf das Experiment verwiesen werden.

Impulsfrage:

Kann der Kerzentrick funktionieren?

Funktioniert er immer?

Vertiefungsfrage an die SchülerInnen:

Wie könnte man sich schützen?

Beilagen

- ▶ Geschichte „Die Hundsgrotte bei Neapel“
- ▶ Arbeitsblatt „Die Hundsgrotte bei Neapel“ (mit Lösung)
- ▶ Versuchsanleitung „CO₂ als schweres Gas“

Weiterführende Themen

- ▶ Chemie mit Haushaltswaren
- ▶ CO₂ als klimarelevantes Gas - Treibhauseffekt

Weiterführende Informationen

- Unterrichtsmaterialien zum Thema Klima
www.klimafit.at >> Downloads
- Zeitschrift „KlimaFit“ für die Unterstufe auf www.klimafit.at
Die Inhalte umfassen einen Blick auf den Klimawandel, dessen Folgen für die Welt und für die Steiermark. Was ist der Treibhauseffekt und was sagen Stars und Prominente dazu? Wie funktioniert das Klima und wie können Schulen eine Klimabündnis-Schule werden? Außerdem gibt es zahlreiche Tipps, wie man Energie und Geld sparen kann, interessante News, Videos zu den Themen, Downloads für den Unterricht und vieles mehr.
- Zeitschrift „KlimaFit“ für VS auf www.klimafit.at
Inhalte: Grundbegriffe rund ums Klima, Situation in der Steiermark, eigenes Handeln
Fokus auf handlungs- und spaßorientiertes Arbeiten
- Zeitschrift „KlimaFit“ für die Oberstufe auf www.klimafit.at
Inhalte: das Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂); wie in der Steiermark der CO₂-Ausstoß reduziert wird; gibt es Bereiche in der Steiermark, die vom Klimawandel profitieren

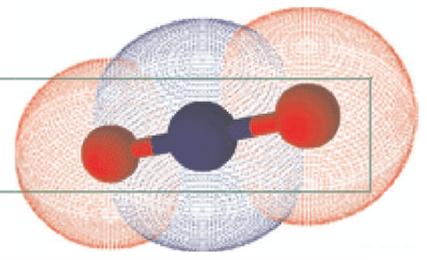


Noch Fragen zum Thema?

Mag.^a Denise Gaal
Umweltsystemwissenschaftlerin
mit Schwerpunkt Chemie
Telefon: 0043-(0)316-835404-9
E-Mail: denise.gaal@ubz-stmk.at



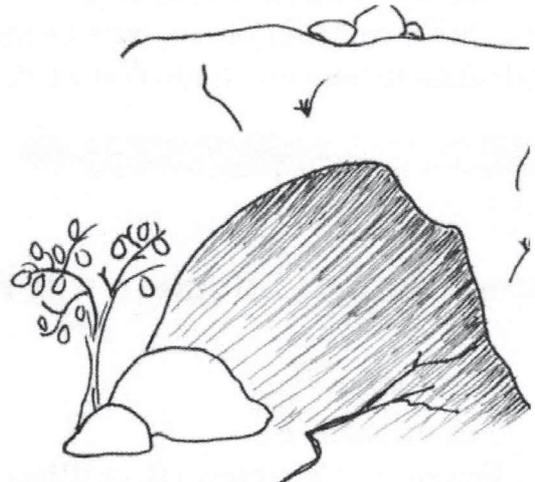
www.ubz-stmk.at



Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Die Hundsgrotte bei Neapel

In Italien, nahe der Stadt Neapel, liegt der Ort Agnano. In der Gegend gibt es viele, meist schon erloschene Vulkane. Auch der Vesuv, bei dessen Ausbruch viele Römer ums Leben gekommen waren, erhebt sich dort. In manchen Kratern sprudeln heute noch warme Mineralquellen oder Dämpfe aus dem Boden. Die Römer nutzten diese Quellen gerne, um dort öffentliche Badestätten zu bauen und wagten sich daher auf ihren Streifzügen mit ihren Hunden auch in die umliegenden Höhlen. Von einer dieser Höhlen, der sogenannte Hundsgrotte, erzählt man sich unheimliche Geschichten. Die berühmte Höhle, die mehrere Meter tief, einen Meter breit und drei Meter hoch ist, soll noch kaum ein Hund lebend verlassen haben. Schon nach kurzer Zeit kippen die Hunde betäubt um oder ersticken sogar! So hat die Grotte auch ihren Namen erhalten. Menschen jedoch können sie ohne Gefahr betreten.

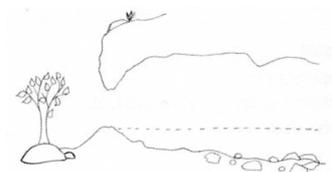


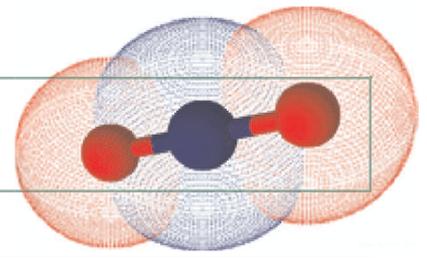
Wie kommt es, dass die Hundsgrotte nur für Hunde und andere kleine Tiere, aber nicht für den Menschen gefährlich ist?

Ich vermute:

Tipp:

Vielleicht hilft dir diese Zeichnung?





Die Hundsgrotte bei Neapel

Die „Story“ zum Vorlesen, Erzählen oder eigenständig Lesen lassen:

In Italien, nahe der Stadt Neapel, liegt der Ort Agnano. In der Gegend gibt es viele, meist schon erloschene Vulkane. Dort erhebt sich auch der Vesuv, bei dessen Ausbruch viele Römer ums Leben gekommen waren. In manchen Kratern sprudeln heute noch warme Mineralwasserquellen oder Dämpfe aus dem Boden. Die Römer nutzten diese Quellen gerne, um dort öffentliche Badestätten zu bauen und wagten sich daher auf ihren Streifzügen mit ihren Hunden auch in die umliegenden Höhlen. Von einer dieser Höhlen, der sogenannte Hundsgrotte, erzählt man sich unheimliche Geschichten. Die berühmte Höhle, die mehrere Meter tief, einen Meter breit und drei Meter hoch ist, soll noch kaum ein Hund lebend verlassen haben. Schon nach kurzer Zeit kippen die Hunde betäubt um oder ersticken sogar! So hat die Grotte auch ihren Namen erhalten. Menschen jedoch können sie ohne Gefahr betreten.

Wie kommt es, dass die Hundsgrotte nur für Hunde und andere kleine Tiere, aber nicht für den Menschen gefährlich ist?

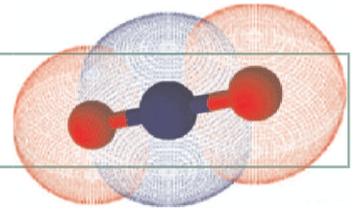
Das Rätsel um die Hundsgrotte - Lösung

Die Hundsgrotte liegt, wie wir erfahren haben, in einer vulkanischen Gegend. Aus dem Gestein der Höhle steigt Kohlendioxid auf. Da Kohlendioxid schwerer ist als die anderen Gase der Umgebungsluft, lagert es sich unsichtbar am Boden an und bildet eine Kohlendioxidschicht. Sauerstoff, der Bestandteil der Luft, den wir zum Überleben brauchen, wird nach oben verdrängt. Weil der Höhlenausgang etwas höher liegt, kann die Kohlendioxidschicht nicht ins Freie abfließen und reichert immer mehr Kohlendioxid an.

Ohne Sauerstoff kann aber kein Lebewesen überleben. Hunde sind für gewöhnlich kleiner als erwachsene Menschen. Wenn nun ein Mensch mit einem Hund die Höhle betritt, bewegt sich nur der Hund in der gefährlichen, mit Kohlendioxid angereicherten Luftschicht und der Mensch (solange er sich nicht hockend fortbewegt) trägt die Nase hoch genug über der Gefahrenzone. Die Hunde haben also nicht mehr genügend Sauerstoff zum Atmen und kippen um, während der Mensch einfach weiter atmen kann, ohne etwas zu bemerken.

*Kennst du andere Vorfälle,
bei denen das Gas auch Menschen
gefährlich werden kann?
Hast du Ideen,
wie sie sich schützen können?*





Versuchsanleitung

Teil 1:

1. Schütte vier gehäufte Esslöffel Backpulver oder Natron in eine Schüssel.
2. Schütte ein kleines Glas Essig gleichmäßig über das Pulver - es beginnt zu schäumen.
3. Blase dann aus ca. 1/2 Meter Entfernung Seifenblasen in die Schüssel.

Beobachte!

Die Seifenblasen fallen nicht auf den Boden der Schüssel, sondern bleiben in der Luft schweben.

Was ist passiert?

Mischt man Essig mit Backpulver, entsteht CO₂ - deshalb schäumt es.

Da dieses Gas schwerer ist als Luft, bleibt es unten in der Schüssel.

Die Seifenblasen sind mit Luft gefüllt.

Da die Luft leichter ist als das Kohlendioxid, „schwimmen“ die Blasen am CO₂!

Teil 2:

1. Zünde die Kerze an.
2. Halte die Schüssel 30 cm über die Flamme.
3. Kippe vorsichtig die Schüssel mit dem Kohlendioxidsee, sodass nicht das Pulver, sondern nur das unsichtbare Gas aus der Schüssel „fließt“.

Was ist passiert?

Das schwere CO₂ strömt über die Flamme, verdrängt die Luft, also den Sauerstoff, den die Flamme zum Brennen braucht, und sie erlischt!

Materialienliste

- 1 Kunststoffschüssel (Salatschüssel)
- 1 Löffel
- 1 kleines Glas Seifenblasen (Fertigmischung empfohlen)
- Speiseessig
- Natron (oder Backpulver)
- 1 Teelicht
- Streichhölzer

