

Projekt Schule

Heft 6

Januar 2021

**Thema in dieser
Ausgabe:**

**Kohlensäure ist nicht
Kohlenstoffdioxid**

Ein Projekt im
Chemieunterricht
der 9. Jahrgangsstufe der
OBS

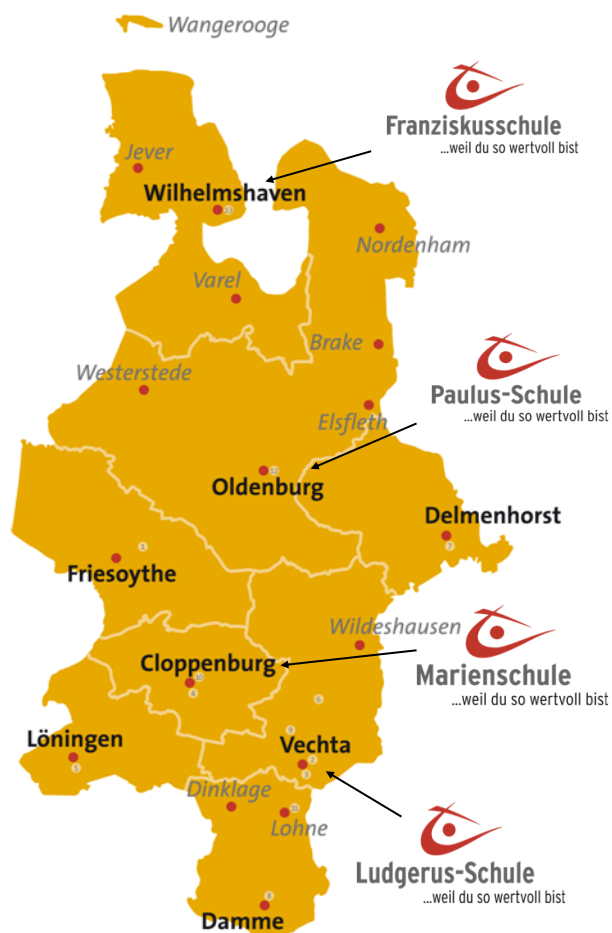
Autoren:
Andrea Hirschfeld und
Dr. Martin Andreas
Ludgerus-Schule Vechta



BISCHÖFLICH
MÜNSTERSCHE OFFIZIALAT

THEMENHEFT

**Beiträge zur praktischen
Unterrichtsentwicklung**




Projekt : Schule
 ...weil du so wertvoll bist

SCHULSTIFTUNG 
 S t . B e n e d i k t

Sie finden uns auch im Web:
www.schulstiftung-benedikt.de

Impressum:

Herausgeber

Schulstiftung St. Benedikt
 Pater Dr. Andreas Bordowski
 Große Straße 6
 49377 Vechta
Andreas.Bordowski@schulstiftung-benedikt.de
 Telefon: 04441/872-222

Redaktion

Fachstelle Schulentwicklung der Schulstiftung St. Benedikt
 Edith Heger
 Stapelfelder Kirchstraße 12
 49661 Cloppenburg
Edith.Heger@schulstiftung-benedikt.de
 Telefon: 04471/188-1110

Liebe Leserinnen und Leser,

schraubt man eine Flasche Sprudel auf, steigen Blasen auf und es zischt.

Viele Menschen meinen, die aufsteigenden Blasen seien Kohlensäure. Im Alltag werden Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid oftmals gleichgesetzt. Dabei handelt es sich bei Kohlenstoffdioxid um ein Gas, das beispielsweise bei der Verbrennung von Holz, Kohle, Erdgas etc. entsteht, und bei Kohlensäure, wie der Name schon sagt, um eine Säure. Im 18. Jahrhundert entwickelte Jacob Schweppe ein Verfahren, um Mineralwasser zur Haltbarmachung mit Kohlenstoffdioxid zu versetzen. Dabei reagiert das Kohlenstoffdioxid mit dem Wasser zu Kohlensäure. Deswegen schmeckt mit Kohlensäure versetztes Wasser auch leicht säuerlich.

Im WorldWideWeb finden sich unzählige lustige Clips zu Versuchen mit Kohlenstoffdioxid oder kohlensäurehaltigen Getränken, deren Nachahmung zum Teil nicht ganz ungefährlich ist. Dabei gibt es viele sachliche Ungenauigkeiten in der Beschreibung der Experimente. Schaut man sich jedoch die Zahl der Aufrufe an, fällt auf, dass es hier ein großes Interesse gibt. So werden Versuche zu diesem Thema auch gerne bei Präsentationen des Faches Chemie als Showeffekt beim „Tag der offenen Tür“ an Schulen des Sekundarbereichs I gezeigt.

Für uns stellte sich deshalb die Frage, wie sich dieses für die Schüler*innen offensichtlich interessante Thema so für den Unterricht aufbereiten lässt, dass ein hohes Maß an Eigenaktivität möglich ist und die Neugier an naturwissenschaftlichen Phänomenen und Themen und die Experimentierfreudigkeit gefördert wird.

Herausgekommen ist dabei das Projekt

Kohlensäure ist nicht Kohlenstoffdioxid

Wir haben für die Durchführung dieses Projektes Materialien zusammengestellt, die Schüler*innen die Möglichkeit zur aktiven und experimentellen Mitarbeit im Unterricht geben. Nachdem sie in die Thematik eingeführt wurden, bereiten sie sich auf einen Experimentalvortrag vor und erklären ihren Mitschüler*innen einen Aspekt des Themas. Die Versuche beleuchten dabei ein und denselben Sachverhalt bei verschiedenen Herangehensweisen. Die einzelnen Versuche sind unterschiedlich komplex und dadurch unterschiedlich anspruchsvoll. So bieten sie auch die Möglichkeit zur Differenzierung und machen Erfolgserlebnisse möglich.

Alle zum Projekt entwickelten Aufgaben und Materialien sind inzwischen mehrfach eingesetzt und auf ihre Tauglichkeit im Sinne der Zielsetzung hin überprüft.

Am Projekt interessierten Lehrkräften wird das Material zum Ausdruck für den eigenen Unterricht über IServ digital zur Verfügung gestellt.

*Andrea Hirschfeld
Dr. Martin Andreas
Ludgerus-Schule Vechta*

Inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen

Chemie ist für viele Schüler*innen ein sehr theoretisches Fach und dadurch nicht besonders beliebt. Auch der Begriff „chemisch“ hat allgemein eine sehr negative Konnotation. „Chemisch“ wird oft als Gegenteil von „natürlich“ empfunden, wobei das so nicht stimmt. Alle „natürlichen“ Dinge haben eine chemische Zusammensetzung und sind somit auch „chemisch“.

Ein Ziel ist es deshalb, die Schüler*innen für die Auseinandersetzung mit chemischen Themen und Phänomenen zu gewinnen, ihnen die Freude daran zu vermitteln und damit eine Offenheit für die Inhalte dieses Fachs zu fördern.

Durch die Experimentalvorträge üben sie dabei die typische naturwissenschaftliche Arbeitsweise: Hypothesenbildung - Experiment - Auswertung, die dann in naturwissenschaftlich-technischen Berufsfeldern gefordert ist, ebenso wie die anschauliche Erklärung und Präsentation chemischer Vorgänge. Indem sie mit den bereitgestellten Materialien ihren Themenbereich mit einem Versuch anschaulich präsentieren, müssen sie die Inhalte verstehen, strukturieren und in Worten, Bildern und auch durch praktische Tätigkeiten erklären. Hier kann Chemie tatsächlich mit Händen und nicht nur mit dem Verstand greifbar gemacht werden.

Das Projekt wird im Kerncurriculum durch folgende prozessbezogene und inhaltliche Kompetenzformulierungen legitimiert:

Lernen ist somit weit mehr als ein nur rezeptiver Prozess. Von der Komplexität und Tragfähigkeit der angesprochenen rationalen und auch emotionalen Verknüpfungen hängt entscheidend ab, in welchem Maße das neu erworbene Wissen für künftiges Handeln verfügbar ist, d.h. wie erfolgreich der Lernprozess war. (KC S.10)

Prozessbezogene Kompetenzen

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Chemische Untersuchungen und Experimente planen und auswerten

Die Schülerinnen und Schüler

- führen Experimente zum Nachweis von organischen und anorganischen Säuren und anorganischen Basen durch.

Chemische Sachverhalte interpretieren

Die Schülerinnen und Schüler

- finden in erhobenen oder recherchierten Daten Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen.

Kompetenzbereich Kommunikation

Fachsprache beherrschen / kontextorientiert anwenden

Die Schülerinnen und Schüler

- protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Untersuchungen selbstständig.
- planen, strukturieren, dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse im Team situationsgerecht.
- nehmen zu ihren Hypothesen und ihren Untersuchungsergebnissen Stellung.
- argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig.

Kompetenzbereich Bewertung

Chemie als bedeutsame Wissenschaft erläutern

Die Schülerinnen und Schüler

- diskutieren Informationen unter verschiedenen Perspektiven.

Bedeutung der Chemie in Gesellschaft und Umwelt erläutern

Die Schülerinnen und Schüler

- deuten die Untersuchungsergebnisse in Bezug auf ihre Lebenswelt.

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Basiskonzept „Chemische Reaktion“

Fachwissen Erkenntnisgewinnung Kommunikation Bewertung

Basiskonzept „Chemische Reaktion“ zusätzlich bis Ende Schuljahrgang 10

Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern die Bildung von sauren Lösungen (...).
- führen Experimente zum Nachweis von anorganischen Säuren durch.
- protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Untersuchungen selbstständig.
- planen, strukturieren, dokumentieren und präsentieren ihre Arbeiten im Team situationsgerecht und adressatenbezogen.
- deuten die Untersuchungsergebnisse in Bezug auf ihre Lebenswelt.

1 Einführung in das Thema

Zu Beginn der Einheit muss der Unterschied zwischen Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid geklärt werden, da diese beiden Stoffe fälschlicher Weise oft als identisch verstanden werden, was chemisch nicht stimmt. Ein motivierender Einstieg über kleine Versuche ist sehr einfach gemacht. Folgende bieten sich hier zur Veranschaulichung an:

Trockeneis in Wasser → Nebelbildung
 Natron in Zitronensäure → Schaumbildung

Lässt man die Schüler*innen die Versuche beschreiben und erklären, werden die Begriffe Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid sicherlich fallen, vermutlich aber nicht ganz korrekt verwendet werden. Um die inhaltlich richtige Verwendung der Begriffe sicherzustellen, werden diese entweder anhand eines Info-Textes aus dem eingeführten Schulbuch oder dem von den Autoren verfassten Informationstext erklärt.

Es ist empfehlenswert, an dieser Stelle den Unterschied zwischen Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid in schriftlicher Form von den Schüler*innen festhalten zu lassen. Die Texte helfen ihnen in der Gruppenarbeitsphase, ihre jeweiligen Ausarbeitungen korrekt und in der Fachsprache zu erstellen.

2 Gruppenarbeitsphase

Sobald die Schüler*innen sich mit ihren Aufgaben beschäftigen, sollte die Lehrkraft im Optimalfall nur noch Helfer*in sein. Treten Fragen auf, können diese dann individuell beantwortet werden.

Die Schüler*innen bereiten in dieser Phase also den Versuch vor, führen ihn durch, halten ihre Beobachtungen auf dem Arbeitsblatt und an der für sie vorbereiteten interaktiven Pinnwand fest und bereiten ein Poster zur visuellen Unterstützung ihrer Präsentation vor.

3 Präsentation

Für die Präsentation benötigen die Gruppen vorab etwas Zeit, um ihren Versuch aufzubauen. Pro Experimentalvortrag werden zusammen mit der schriftlichen Sicherung ca. 15 Minuten benötigt. Diese Zeitvorgabe wird vorher mit den Schüler*innen kommuniziert, damit sie sich in der Vorbereitung der Präsentation darauf einstellen können und den Zeitrahmen möglichst einhalten. Sollten sie die schriftliche Sicherung jedoch nicht in dieser

Zeitspanne bewältigen, könnte diese Aufgabe in das Begleitete Lernen gegeben werden. Voraussetzung dafür ist, dass alle Ausarbeitungen in digitaler Form, z.B. über den Schulserver, zur Verfügung gestellt werden.

4 Sicherung

In einem abschließenden Klassengespräch werden die Eigenschaften von Kohlenstoffdioxid und Kohlensäure zusammengefasst, ergänzt und schriftlich gesichert. Durch die „Zusammenschau“ der Ergebnisse an der interaktiven Pinnwand (jede Gruppe legt eine Spalte an und füllt sie mit Informationen zum Versuch aus) und den erstellten Kurzprotokollen, lässt sich auch später immer wieder Bezug nehmen auf die durchgeführten Versuche und die damit verbundenen Arbeitsweisen und -ergebnisse.

5 Vernetzung

Um die Auseinandersetzung mit den Inhalten des Projektes in einen größeren lebensweltlichen Zusammenhang zu stellen, bietet sich eine Verknüpfung mit dem FvU-Jahrgangsthema 9.1 „Macht und Verantwortung“ an, in dem es um Machtverhältnisse, Mitverantwortung und Engagement geht.

Natürliche sowie menschengemachte CO₂-Quellen und ihre Folgen für den Treibhauseffekt lassen sich hier thematisieren, ebenso der persönliche Beitrag zur Reduzierung der Klimaerwärmung (eindrücklich und anschaulich gezeigt durch die Berechnung des persönlichen ökologischen Fußabdrucks).

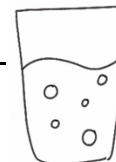
Lehrkräfte wirken bei der Planung und Durchführung ihres Unterrichts auf eine aktive Rolle der Lernenden hin. Dabei schaffen sie Bedingungen, unter denen die Schülerinnen und Schüler je nach ihren individuellen Lernvoraussetzungen eine möglichst günstige Lernentwicklung durchlaufen. Zu diesen Bedingungen gehört es, mit dem inhaltlichen Angebot und mit der Aufgabenstellung möglichst vielfältige Zugänge zu einem Thema zu eröffnen und Arbeitsformen zu wählen, die die Fähigkeit zur Selbststeuerung von Lernprozessen durch die Lernenden fördern. (KC S. 10)

Versuche

Versuch 1 Cola-Fontäne	Chemikalien	Materialien
	Eine Flasche Coca Cola, Mentos Kaubonbons	Röhrchen, in das die Mentos passen, Lineal
Erläuterung Besondere Voraus- setzungen	Anspruch: E- und G-Niveau	
	Der Versuch sollte auf dem Schulhof durchgeführt werden.	



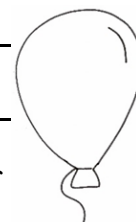
Versuch 2 Warum sprudelt das Wasser?	Chemikalien	Materialien
	Mineralwasser, Universalindikator, destilliertes Wasser	2 Reagenzgläser, einfach durchbohrter Stopfen, Schlauch, Glasrohre, Siedestein- chen, Stativmaterial, Bunsenbrenner
Erläuterung Besondere Voraus- setzungen	Anspruch: E- und G-Niveau	
	Durch den aufwändigeren Versuchsaufbau benötigt die Gruppe etwas mehr Zeit während der Präsentationsphase.	



Versuch 3 Die dicke Dose	Chemikalien	Materialien
	Cola-Dose	1 großes Becherglas, Bunsenbrenner, Dreifuß, Thermometer
Erläuterung Besondere Voraus- setzungen	Anspruch: E- und G-Niveau	
	Auch bei diesem Versuch sollte während der Präsentation ausrei- chend Zeit eingeplant werden, da die Dose im Wasser langsam erwärmt werden soll.	



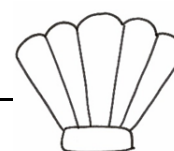
Versuch 4 Wie Chemiker einen Luftballon aufblasen	Chemikalien	Materialien
	Natronpulver, Essig	Glasflasche, Trichter, Luftballon
Erläuterung Besondere Voraus- setzungen	Anspruch: E-Niveau	
	Durch die Erklärung und die Reaktionsgleichung ist dieser Versuch anspruchsvoll. Die Reaktionsgleichung gibt bereits einen Ausblick auf das spätere Thema „Salze“.	



Versuch 5 Die unsichtbare Flüssigkeit	Chemikalien	Materialien
	Trockeneis oder CO ₂ -Gasflasche	2 Bechergläser, Tiegelzange, Kerze
Erläuterung Besondere Voraus- setzungen	Anspruch: E- und G-Niveau	
	Trockeneis ist z.B. im Krankenhaus erhältlich. Der Versuch funktioniert aber auch mit CO ₂ -Gas aus der Gasflasche.	



Versuch 6 Die verschwundene Muschel	Chemikalien	Materialien
	Essig, Muschel, Ei, Schneckenhaus	Becherglas
Erläuterung Besondere Voraus- setzungen	Anspruch: E-Niveau	
	Der Versuchsablauf ist sehr einfach. Die Erklärung und Reaktionsgleichung sind aber eher E-Niveau. Die Reaktionsgleichung gibt bereits einen Ausblick auf das spätere Thema "Salze".	



Versuch 7 Die tanzenden Rosinen	Chemikalien	Materialien
	1 Glas mit Sprudelwasser	6 bis 7 Rosinen
Erläuterung Besondere Voraus- setzungen	Anspruch: E- und G-Niveau	



Vorbereitung des Materials

Die meisten Materialien, die für die einzelnen Experimente benötigt werden, sind recht einfach zu beschaffen. Sollten sie nicht in der schuleigenen Chemiesammlung zu finden sein, sind sie im Supermarkt erhältlich oder im eigenen Haushalt vorhanden. Schwieriger ist es jedoch, an das benötigte Trockeneis zu kommen. Hier gilt es, sich rechtzeitig zu erkundigen, wo, wie und wann es im Internet bestellt oder über andere Quellen (Krankenhaus...) bezogen werden kann. Der organisatorische Aufwand für die Beschaffung ist unter Umständen etwas größer, der Effekt in der Anwendung im Unterricht bei den Schüler*innen aber grandios und hinterlässt einen bleibenden Eindruck.

Jeder Gruppe sollten so viele Materialien zur Verfügung stehen, dass der Versuch einmal zur Probe in der Arbeitsgruppe durchgeführt werden kann und dann noch einmal in der Präsentation. Weitere Reserven sind empfehlenswert.

Betreuung der Gruppen

Sind alle Materialien vorbereitet und die Schüler*innen in die Thematik eingeführt, hält sich die Vorbereitung der Stunden, in denen sie weitgehend selbstständig an ihren Themen arbeiten, in Grenzen. In dieser Phase ist die Lehrkraft als Berater*in gefragt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Betreuung der Gruppen sehr intensiv ist. Hier ist die Zusammenarbeit mit einer weiteren Lehrkraft oder einem/einer pädagogischen Mitarbeiter*in sehr empfehlenswert, u. a. weil die Gruppen sich für ihre Experimente in unterschiedlichen Räumen oder auf dem Schulgelände aufhalten und die Beaufsichtigung gewährleistet werden muss. Je nach den räumlichen Gegebenheiten besteht auch die Möglichkeit, Versuche vor dem Fenster des Fachraumes durchführen zu lassen oder eine geeignete Stelle auf dem Schulhof zu suchen, wo die Schüler*innen von anderen Kolleg*innen oder Mitarbeiter*innen der Schule beaufsichtigt werden können. Lerngruppen, die mit freien Unterrichtsformen umgehen können, benötigen hier deutlich weniger oder gar keine Betreuung.

Vorteile der Projektarbeit an Beispielen

Natürlich lässt sich dieses Thema auch in deutlich weniger Stunden „abarbeiten“ und die Schüler*innen hätten die Möglichkeit viele verschiedene Säuren kennenzulernen. Allerdings eignen sich nicht alle Säuren so gut zum Experimentieren im Unterricht. Hier erfolgt eine quantitative Reduzierung, indem eine Auswahl von Säuren vorgenommen wird, die sich für selbstständig durchzuführende Versuche eignen. Die praktische Durchführung dieses Teilthemas führt jedoch zu einer intensiven Auseinandersetzung und damit qualitativen Steigerung des Lernprozesses. Wer das Prinzip der Entstehung von Kohlensäure durch die Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Wasser versteht, wird auch die Entstehung anderer Säuren (Gas reagiert in Wasser) nachvollziehen können.

Da sowohl Kohlenstoffdioxid als auch Kohlensäure uns häufig im Alltag begegnen, aber nur wenigen der Zusammenhang klar ist, kann dieses Projekt die Augen für die „Alltagschemie“ öffnen.

In den folgenden drei Wochen geht es im Chemieunterricht um

Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid !

Du wirst dich zusammen mit anderen auf die Präsentation eines deiner Gruppe zugeteilten Versuchs vorbereiten.

Dazu erhältst du Wochenplanaufgaben als Langzeitaufgabe für die Dauer von drei Wochen (Abgabe: xxxx):

1. Fülle die **Steckbriefe** zu „Kohlenstoffdioxid“ und „Kohlensäure“ aus und korrigiere sie.
2. Bereite mit deiner Arbeitsgruppe den euch zugeteilten **Experimentalvortrag** vor. Dazu fertigst du mit deiner Gruppe ein **Poster** an, auf dem Folgendes zu sehen sein soll:
Name des Versuchs / Versuchsaufbau / Beobachtungen / Deutung
Damit das Ergebnis eurer Arbeit von allen Mitschüler*innen genutzt werden kann, stellt ihr es auf der für euch erstellten **interaktiven Pinnwand** (Padlet) zur Verfügung.
3. Schreibe **Kurzprotokolle** zu den Vorträgen der anderen Gruppen (dazu erhältst du ein Arbeitsblatt).

So ist das Projekt geplant:

Einführung in das Thema

Text gemeinsam lesen und Inhalt klären

Aufgaben erklären

Gruppen einteilen, Materialien verteilen

Gruppenarbeitsphase (Versuche und Kurzprotokolle während Unterricht + Wochenplanaufgaben 1+2)

Kurze Vorbereitung der Vorträge für die Präsentation

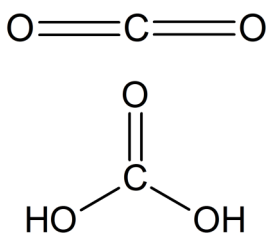
Experimentalvorträge, gemeinsame Erklärung, Protokoll (Wochenplanaufgabe 3)

Zusammenfassung des Themas

Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid¹

Viele glauben, die aufsteigenden Blasen bei einem kohlensäurehaltigen Getränk wären die Kohlensäure. Dem ist aber nicht so.

Das Gas, das ausperlt und für das Zischen beim Öffnen einer Flasche verantwortlich ist, ist Kohlenstoffdioxid.



Leitet man **Kohlenstoffdioxid (CO₂)** in Wasser (H₂O), so reagieren sie miteinander und das Reaktionsprodukt ist die **Kohlensäure (H₂CO₃)**. Die Salze bzw. Säurereste werden als **Carbonate** und **Hydrogencarbonate** bezeichnet.

Das Gas Kohlenstoffdioxid löst sich gut in Wasser (ca. 0,8 l CO₂ in 1 l H₂O bei Raumtemperatur und Normaldruck). Dies ist ein physikalischer Vorgang (es entstehen zunächst keine neuen Stoffe). Es ist farb- und geruchslos und führt ab einer Konzentration von 8 Vol.-% beim Menschen zum Tod. Deswegen kann man damit auch Keime an Lebensmitteln abtöten.

Da es schwerer als Luft ist, kann es sich am Boden sammeln. Man kann es dazu verwenden, Feuer zu ersticken. Als Trockeneis kann man es zum Kühlen und für Bühnennebel verwenden.

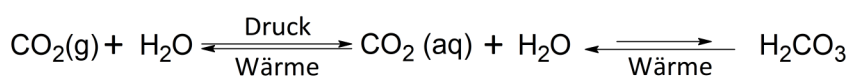
CO₂ kann mit Kalkwasser (Calciumhydroxid in Wasser) nachgewiesen werden. Leitet man das Gas in Kalkwasser, so entsteht ein milchig-weißer Niederschlag.

In unserem Körper wird auch Kohlenstoffdioxid produziert. Beim Einatmen nehmen wir mit der Luft Sauerstoff (O₂) auf und geben beim Ausatmen CO₂ ab. Kohlensäure spielt eine wichtige Rolle im Säure-Basen-Haushalt sowohl des Wassers als auch des menschlichen Körpers (Blut).

Kohlensäure ist eine **schwache bis mittelstarke Säure** (bei hoher Konzentration ca. pH 4, in Mineralwasser „mit Gas“ pH 6-7). Daher kommt auch der leicht säuerliche Geschmack von Mineralwasser.

Die Kohlensäure selbst existiert nur für einige Nanosekunden. Die entstehenden Säurereste jedoch spielen beim natürlichen Kalkkreislauf, also bei der Bildung von Gebirgen, Tropfsteinhöhlen oder Muschelschalen, eine außergewöhnliche Rolle.

Kohlenstoffdioxid löst sich in Wasser



Durch Wärme oder Schütteln wird gelöstes Kohlenstoffdioxid frei

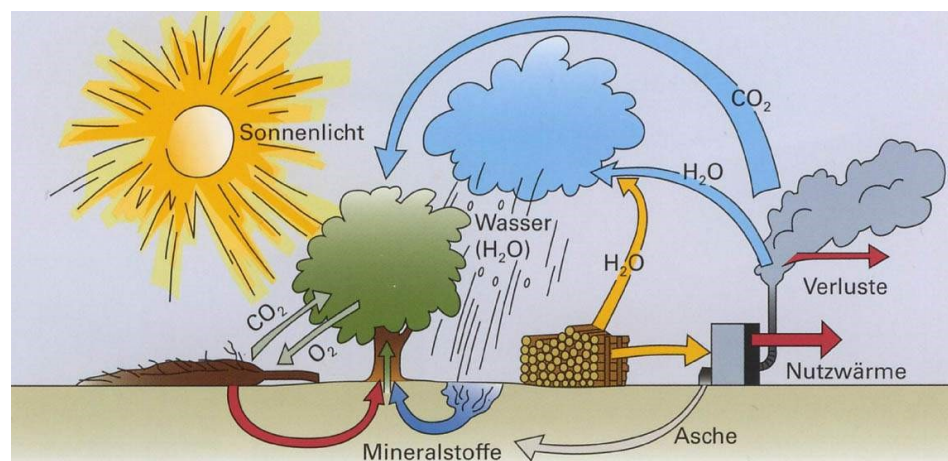
0,1% des gelösten Kohlenstoffdioxids reagiert zur Kohlensäure, die sofort wieder zerfällt

Kohlensäure wird für unzählige Produktionsprozesse weltweit eingesetzt, wobei sie wohl am ehesten aus Erfrischungsgetränken bekannt sein dürfte. Im späten 18. Jahrhundert wurde von Jacob Schweppe (vgl. Wikipedia) ein Verfahren entwickelt, mittels dessen sich Wasser mit Kohlenstoffdioxid versetzen lässt.

Im 19. Jahrhundert begann man, Mineralwasser Kohlenstoffdioxid beizumischen, um dieses haltbar zu machen.

Kohlenstoffdioxid (CO₂) steht im Mittelpunkt der aktuellen Klimadiskussion: Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand ist Kohlenstoffdioxid hauptverantwortlich für die Erderwärmung und damit für den Klimawandel auf der Erde. Es gibt keinen Zweifel mehr: Der Klimawandel wird vom Menschen verursacht, und er wird fatale Folgen haben. Die Kenntnis dieser Umweltprobleme und der daraus resultierenden Bedrohung der Menschheit ist Voraussetzung für notwendiges rasches Handeln.

Der Volumenanteil von 0,03 % Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre ist für den Wärmehaushalt der Erdoberfläche von großer Bedeutung. Seit Beginn der Industrialisierung wird ein Anstieg des CO₂-Anteils registriert. Der Gehalt an Kohlenstoffdioxid ist im Verlauf der letzten 100 Jahre um mehr als 25 % gestiegen. Ursachen sind die verstärkte Verbrennung fossiler Brennstoffe sowie die großflächige Waldrodung. Als Konsequenz ist eine kontinuierliche Erwärmung der Erdoberfläche und als Folge eine weltweite Klimaänderung zu beobachten. Auch wenn andere Gase ebenfalls zum zusätzlichen Treibhaus-effekt beitragen (z.B. Methan, FCKW, Ozon), so hat Kohlenstoffdioxid mit 50 % das größte Treibhauspotential.



CO₂-Kreislauf ²

¹ Informationen aus folgende Quellen wurden für diesen Text genutzt::

- <https://chemiezauber.de>, Stichwort „Säuren“
- Lexikon der Chemie (1999), Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

² Grafik zum CO₂-Kreislauf gefunden im Internet: http://www.martin-bell.de/assets/Uploads/_resampled/resizedimage600290-co2kreislauf.jpg

Kohlenstoffdioxid

Summenformel: CO_2

Strukturformel: $\text{O}=\text{C}=\text{O}$

Aggregatzustand: gasförmig **Löslichkeit im Wasser:** gut (0,88 l CO_2 in 1 l H_2O)

Eigenschaften: farblos, geruchlos, in hoher Konzentration giftig, leicht säuerlicher Geschmack, schwerer als Luft, erstickt Flammen

Vorkommen: in der Luft (~0,04%), im Wasser gelöst, Stoffwechsel der Lebewesen (wird mit der Atemluft aus dem Körper entfernt), Treibhausgas in der Atmosphäre

Nachweismittel: Kalkwasser (Calciumhydroxid in Wasser) wird milchig trübe

Verwendung: Feuerlöscher, Lebensmittel (tötet Keime ab), Sprudelgas in Getränken (Kohlensäure), als Trockeneis für Bühnennebel

Wissenswert: Festes CO_2 ist Trockeneis (Kohlensäureschnee)

Kohlenstoffdioxid

Summenformel: _____

Strukturformel: _____

Aggregatzustand: _____

Löslichkeit im Wasser: _____

Eigenschaften: _____

Vorkommen: _____

Nachweismittel: _____

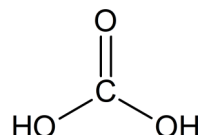
Verwendung: _____

Wissenswert: _____

Kohlensäure

Summenformel: H_2CO_3

Strukturformel:



Zustand: existiert nur (kurz) in Wasser gelöst

pH-Wert: mittelstark sauer (bei hoher Konzentration pH 4, Mineralwasser „mit Gas“ pH 6-7)

Eigenschaften: farblos, geruchlos, leicht säuerlicher Geschmack, wirkt leicht konservierend

Verwendung: Feuerlöscher, Lebensmittel (tötet Keime ab), Sprudelgas in Getränken (Kohlensäure)

Wissenswert: Jacob Schweppe (18. Jh.) machte mit Hilfe von Kohlenstoffdioxid Mineralwasser haltbarer.

Salze der Kohlensäure: Carbonate, Hydrogencarbonate

Kohlensäure

Summenformel: _____

Strukturformel: _____

Zustand: _____

pH-Wert: _____

Eigenschaften: _____

Verwendung: _____

Wissenswert: _____

Salze der Kohlensäure: _____

Versuch 1

Die Cola-Fontäne

Chemikalien

Eine Flasche Coca Cola, Mentos Kaubonbons

Materialien

Röhrchen, in das die Mentos passen, Lineal

Durchführung

Platziert die Cola-Flasche auf einer ebenen Fläche. Gebt in ein leeres Brausetablettenröhrchen 4-5 Mentos und legt ein Lineal auf die Öffnung. Das Lineal kann auch durch einen anderen Gegenstand ersetzt werden. Wichtig ist, dass die Öffnung dadurch gut abgedeckt wird.

Die Flasche Cola kann nun geöffnet und das Röhrchen mit dem Lineal (!!!) über die Flaschenöffnung gestülpt werden. Nun braucht ihr nur noch das Lineal wegzuziehen und die Mentos in die Flasche fallen zu lassen. **Achtung: Abstand nehmen!**



Kurzprotokoll zu Versuch 1

Durchführung und Beobachtung

4-5 Mentos werden mit Hilfe eines Lineals und eines Röhrchens in eine Cola-Flasche gegeben (Zeichnung!).

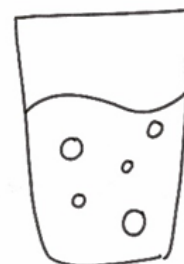
Die Cola schießt als Fontäne hoch.

Erklärung

Cola enthält viel CO_2 -Gas. Die Mentos haben eine raue Oberfläche, woran sich das CO_2 sehr gut anlagern kann. Beim Absinken der Mentos perlt in kürzester Zeit eine große Menge CO_2 in dicken Blasen aus. Dadurch hat die Flüssigkeit nicht mehr genug Platz in der Flasche und es entsteht ein höherer Druck. Die aufsteigenden Blasen bilden einen Schaum und reißen die Flüssigkeit mit hoch. Dadurch entsteht die Fontäne.

Versuch 2

Warum sprudelt das Wasser?



Chemikalien Mineralwasser, Universalindikator, destilliertes Wasser

Materialien 2 Reagenzgläser, einfach durchbohrter Stopfen, Schlauch, Glasrohre, Siedesteinchen, Stativmaterial, Bunsenbrenner

Durchführung

Füllt ein Reagenzglas zur Hälfte mit frischem Mineralwasser, gebt ein Siedesteinchen hinein und versetzt die Flüssigkeit mit einigen Tropfen Universalindikator.

Was zeigt dieser an?

Setzt anschließend einen Stopfen mit Glasrohr auf, welches mit einem Schlauch und einem weiteren Glasrohr verbunden ist. Dieses taucht ihr in ein zweites Reagenzglas mit destilliertem Wasser und Indikatorlösung. In diesem Reagenzglas zeigt der Indikator eine neutrale Lösung an.

Nun erhitzt leicht das erste Reagenzglas. Was könnt ihr beobachten?

ODER

Füllt etwas frisches Mineralwasser in ein Becherglas und stellt es auf einen Dreifuß. Gebt einige Tropfen Universalindikator dazu (notiert die Farbe!) und erhitzt anschließend das Wasser. Könnt ihr eine Farbveränderung feststellen? Welche Farbe zeigt der Universalindikator bei Leitungswasser an?

Kurzprotokoll zu Versuch 2

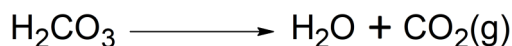
Durchführung und Beobachtung

Mineralwasser mit Gas wird mit Universalindikator versetzt und erhitzt.

Anfangs ist der Indikator orange, nach ein paar Minuten wird er grün.

Erklärung

Das Zuführen von Wärme begünstigt den Zerfall von Kohlensäure in Kohlendioxid und Wasser:



Je länger man das Wasser also erwärmt, desto mehr Kohlensäure zerfällt und damit verschiebt sich der pH-Wert von sauer zu neutral.

Versuch 3

Die dicke Dose

Chemikalien

Cola-Dose

Materialien

1 großes Becherglas, Bunsenbrenner, Dreifuß, Thermometer, Wasser

Durchführung

Füllt das Becherglas etwa zur Hälfte mit Leitungswasser und stellt es auf den Dreifuß. Legt dann die Cola-Dose vorsichtig (!) ins Wasser. Mit dem Bunsenbrenner erwärmt ihr anschließend das Wasserbad langsam (!) auf etwa 35 – 40°C . Kontrolliert die Temperatur mit dem Thermometer.

Beschreibt eure Beobachtungen. Was passiert in der Cola-Dose?



Kurzprotokoll zu Versuch 3

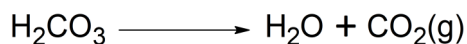
Durchführung und Beobachtung

Eine Cola-Dose wird im Wasserbad erwärmt.

Die Cola-Dose bläht sich leicht auf (Vergleich mit kalter Dose).

Erklärung

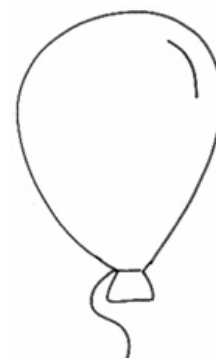
Das Zuführen von Wärme begünstigt den Zerfall von Kohlensäure in Kohlendioxid und Wasser:



Je länger man die Cola-Dose also erwärmt, desto mehr Kohlensäure zerfällt und desto mehr CO_2 bildet sich. Da die Cola-Dose aber dicht verschlossen ist, kann das CO_2 nicht entweichen. Der immer größer werdende Druck in der Dose verursacht, dass sich die Dose aufbläht.

Versuch 4

Wie Chemiker einen Luftballon aufblasen



Chemikalien Natronpulver, Essig

Materialien Glasflasche, Trichter, Luftballon

Durchführung

Gießt zunächst etwas Essig in die Flasche. Füllt dann mit Hilfe des Trichters das Natronpulver in den Luftballon. Stülpt nun den Luftballon mit dem Pulver vorsichtig über den Flaschenhals. Achtet darauf, dass der Ballon fest auf dem Flaschenhals sitzt. Lasst jetzt das Pulver aus dem Luftballon in die Flasche rieseln. Der Luftballon bleibt auf der Flasche.

Was könnt ihr beobachten? Was ist Natron aus chemischer Sicht?

Kurzprotokoll zu Versuch 4

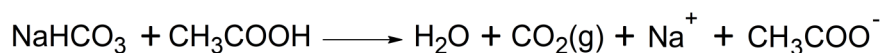
Durchführung und Beobachtung

Natron aus dem Ballon wird langsam in den Essig gegeben. (Zeichnung!)

Der Luftballon wird aufgeblasen.

Erklärung

Natron (Natriumhydrogencarbonat NaHCO_3) und Essig (Essigsäure CH_3COOH) reagieren miteinander und bilden neue Stoffe, darunter auch Kohlendioxid.



Das entstehende Gas CO_2 benötigt ein sehr großes Volumen und bläst daher den Luftballon auf.

Versuch 5

Die unsichtbare Flüssigkeit



Chemikalien

Trockeneis oder Gasflasche

Materialien

2 Bechergläser, Tiegelzange, Kerze

Durchführung

Stellt die Kerze in ein Becherglas. Gebt einige Stücke Trockeneis in ein zweites Becherglas. Der Versuch lässt sich auch ohne Trockeneis durchführen, indem man Kohlenstoffdioxidgas in ein Becherglas einleitet. Man entzündet die Kerze und „gießt“ etwas Gas in das Becherglas mit der Kerze.

Was passiert mit der Kerzenflamme?

Kurzprotokoll zu Versuch 5

Durchführung und Beobachtung

Eine Kerze wird in ein Becherglas gestellt. Einige Stücke Trockeneis werden in ein zweites Becherglas gegeben. Man entzündet die Kerze und „gießt“ etwas Gas aus dem ersten Becherglas in das Becherglas mit der Kerze.

Erklärung Für eine klassische Verbrennung sind drei Faktoren notwendig: Brennstoff, Zündtemperatur und Luft.

Diese drei Dinge sind nun beim Entzünden der Kerze gegeben. Als Brennstoff fungiert die Kerze selbst, die Zündtemperatur für das Kerzenwachs erreichen wir durch die Feuerzeugflamme und Luft zum Unterhalten der Verbrennung ist in der Umgebung vorhanden. Kohlenstoffdioxid ist als Gas schwerer als normale Luft und lässt sich somit wie eine Flüssigkeit in ein Glas gießen.

Durch das Eingießen des Kohlenstoffdioxids in das Glas mit der Kerze wird die zur Verbrennung benötigte Luft, genauer der Sauerstoff, aus dem Glas verdrängt. Die in der Kerzenflamme ablaufende Reaktion zwischen Wachsbestandteilen und dem Sauerstoff kann nicht mehr ablaufen – die Flamme geht aus.

Versuch 6

Die verschwundene Muschel

Chemikalien Essig, Muschel (oder Eierschale, Schneckenhaus), gekochtes Ei

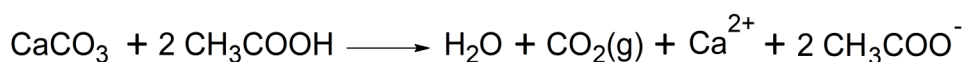
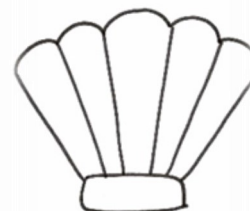
Materialien Bechergläser

Durchführung

Füllt das Becherglas mit Essig und legt die Muschel hinein. Was könnt ihr beobachten?

Was ist nach einigen Tagen passiert?

Legt das gekochte Ei in eine Schale und gebt so viel Essig dazu, dass das Ei bis zur Hälfte mit Essig bedeckt ist. Was ist am nächsten Tag zu beobachten?



Kurzprotokoll zu Versuch 6

Durchführung und Beobachtung

Fülle das Becherglas mit Essig und lege die Muschel hinein.

Lege ein gekochtes Ei in ein Glas und gieße so viel Essig-Essenz dazu, dass das Ei halb bedeckt ist. Nun kann das Ei mehrere Stunden stehen.

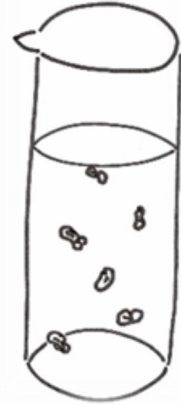
Erklärung

Es bilden sich sofort viele Gasbläschen an der Muschel- bzw. Eischale. Nach mehreren Stunden hat sich der Teil der Schale, der mit der Säure Kontakt hatte, scheinbar „aufgelöst“. Die Kalkschale hat mit der Säure reagiert, sie hat sich umgewandelt zu Kohlenstoffdioxid und einem leicht löslichen Stoff.

Wenn man das Ei vorsichtig abspült, erhält man ein halbseitig gepelltes Ei.

Versuch 7

Die tanzenden Rosinen



Chemikalien 1 Glas mit Sprudelwasser,

Materialien 6 bis 7 Rosinen

Durchführung

Füllt das Glas mit dem Sprudelwasser auf.

Gebt nach und nach die Rosinen vorsichtig in das Glas mit dem Sprudelwasser.

Beobachtet die Rosinen.

Wie ist das Verhalten der Rosinen zu erklären?

Kurzprotokoll zu Versuch 7

Durchführung und Beobachtung

Befülle ein höheres Becherglas mit Sprudelwasser. Dann werden einige Rosinen hinein gegeben.

Die Rosinen gehen unter. Doch wenn man etwas wartet, steigen sie wieder nach oben. An der Oberfläche angekommen, gehen sie wieder unter. Nach einer kurzen Weile am Boden steigen sie wieder auf – sie tanzen im Wasserglas auf und ab!

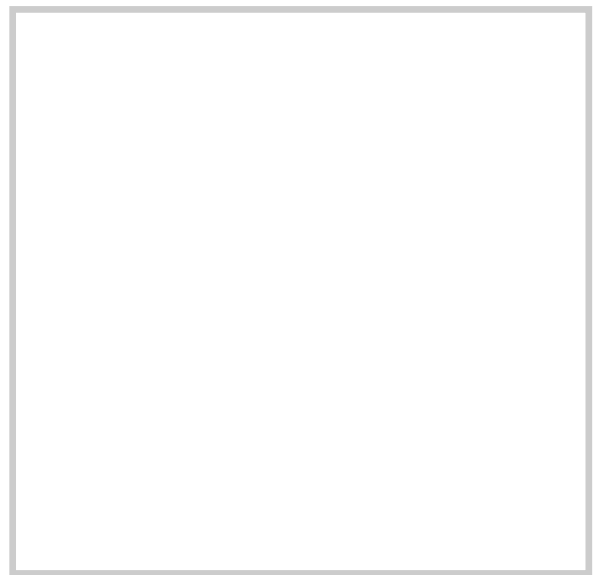
Erklärung

Rosinen haben eine größere Dichte als das Wasser und sinken deshalb zu Boden. Dort heften sich kleine Bläschen aus dem Sprudelwasser an die raue Oberfläche der Trockenfrüchte. Das Gas in den Bläschen – Kohlenstoffdioxid (CO_2) – ist viel leichter als Wasser. Wenn sich genug Bläschen an ihre Oberfläche geheftet haben, heben sie die Rosine hoch.

Kurzprotokoll zu Versuch ____

Durchführung und Beobachtung

Versuchsaufbau



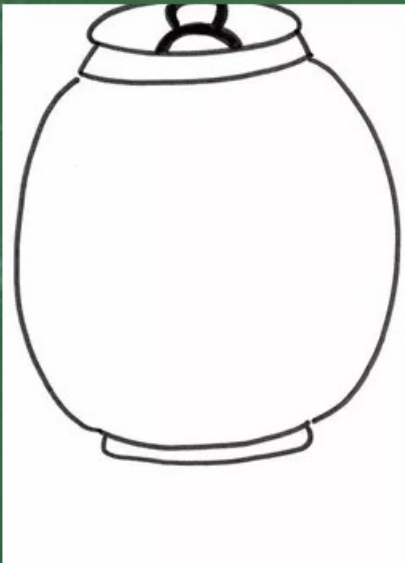
Erklärung

padlet

M Martin Andreas · 4m

Kohlensäure ist nicht Kohlenstoffdioxid

Die Dicke Dose



Beobachtung

Beim Erwärmen der Cola-Dose bläht sich die Dose auf.

Erklärung

Das Zuführen von Wärme begünstigt den Zerfall von Kohlensäure in Kohlenstoffdioxid und Wasser.

$$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

Die verschwundene Muschel

Versuchsaufbau



Beobachtung

Sobald die Muschel im Essig liegt bilden sich Bläschen, die an die Oberfläche steigen. Nach einem Tag ist die Muschel verschwunden. Der Essig hat sich dunkel verfärbt.

SPALTE HINZUFÜGEN

+

+

Seite 2+3: Zitate

Niedersächsische Kerncurricula für das Fach Chemie für die Oberschule, 2013

Im Internet: <https://cuvo.nibis.de/cuvo.php?p=download&upload=30>

Seite 8+9: Info-Text

Erstellt von den Autoren unter Bezugnahme folgender Quellen:

- <https://chemiezauber.de>, Stichwort „Säuren“
- Lexikon der Chemie (1999), Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Seite 9: Grafik CO₂-Kreislauf

gefunden im Internet: http://www.martin-bell.de/assets/Uploads/_resampled/resizedimage600290-co2kreislauf.jpg