

Technologie - Luft

Wie funktioniert ein Feuerlöscher?

Anhand einer selbst durchgeführten chemischen Reaktion erfahren die SchülerInnen, wie das Löschmittel aus einem Feuerlöscher eine Flamme ersticken kann.

Zyklus: 4

Dauer: 10 Minuten



Benötigtes Material:

- 2 Gläser
- 1 Teelicht
- Streichhölzer
- Natriumhydrogencarbonat (Natron)
- Essig
- Esslöffel

Das aufgelistete Material reicht für ein einzelnes Experiment. Je nach Vorgehensweise (SchülerInnenanzahl, Einzel- oder Gruppenarbeit, o.ä.) musst Du die angegebenen Mengen anpassen.

Sicherheitshinweise

Für dieses Experiment wird eine Kerze angezündet. Passe beim Hantieren mit der offenen Flamme der Kerze auf, dass Du bzw. die SchülerInnen sich nicht verbrennen. Lange Haare sollten zurückgebunden werden.

Praktische Tipps

Achtung, die chemische Reaktion durch Mischen von Essig und Natron soll erst herbeigeführt werden, wenn das restliche Material bereitsteht. Hier musst Du schnell handeln.

Es ist ratsam, dass die SchülerInnen bereits wissen, dass Feuer zum Brennen Sauerstoff benötigt. Hierzu kannst du im Vorfeld, das „Erweiterte Experiment“ (s.u.) durchführen.

Hast Du weitere praktische Tipps, kannst Du uns [hier](#) kontaktieren.

Ablauf

Um Dich mit dem Ablauf und dem Material vertraut zu machen, ist es wichtig, dass Du das Experiment im Vorfeld einmal durchführst.

Möchtest Du die SchülerInnen das Experiment dokumentieren lassen? Am Ende dieses Artikels (über der Infobox) findest Du ein Forschertagebuch (zwei A4-Seiten), welches deine SchülerInnen hierfür nutzen können.

Schritt 1: Stellt eine Frage und formuliert Hypothesen

Die Frage, die ihr euch in dieser Einheit stellt, lautet:

Wie funktioniert ein Feuerlöscher?

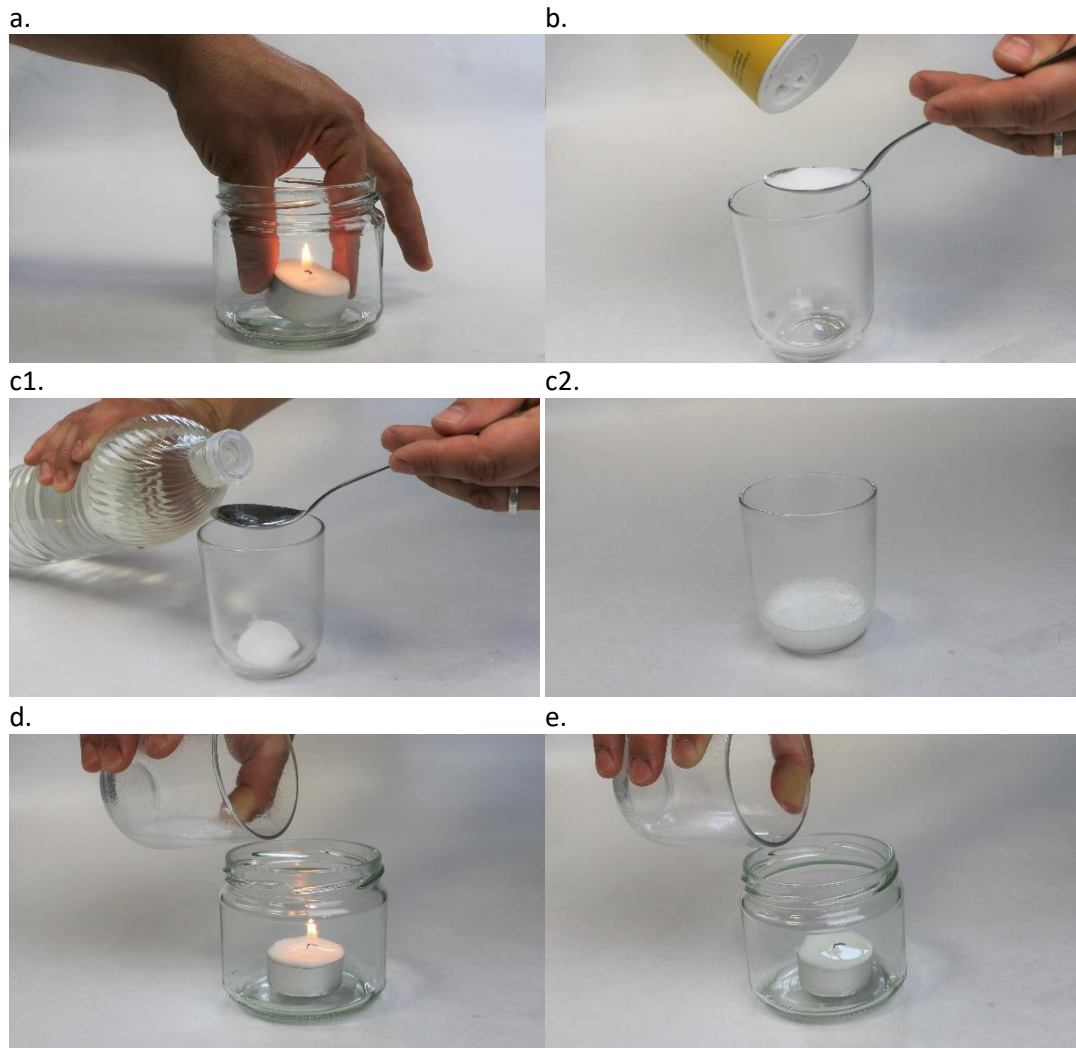
Wissen die SchülerInnen, wie ein Feuer durch das Auslösen eines Feuerlöschers gelöscht werden kann? Haben sie schon mal gesehen wie ein Feuerlöscher benutzt wurde, um damit Feuer zu löschen? Können sie beschreiben, was dabei passiert? Lasse die SchülerInnen Hypothesen (Behauptungen, Vermutungen) aufstellen und halte diese an der Tafel fest. Die richtige Antwort zu finden, ist hier nebensächlich. Es geht vielmehr darum, Ideen zu entwickeln und herauszufinden, was die SchülerInnen bereits wissen.

Schritt 2: Führt das Experiment durch

Um herauszufinden, wie ein Feuerlöscher funktioniert, führt ihr eine einfache chemische Reaktion durch und löscht damit ein brennendes Teelicht.

Gehe folgende Schritte gemeinsam mit den SchülerInnen durch, aber lasse sie das Experiment selber durchführen:

- a. Zünde ein Teelicht an und lass es vorsichtig in ein leeres Glas fallen.
- b. Gib einen Esslöffel Natron in ein zweites Glas.
- c. Gieße nun zwei Esslöffel Essig zum Natron hinzu. Sofort findet eine chemische Reaktion statt.
- d. Nimm jetzt das Glas mit der Essig-Natron-Mischung und neige es vorsichtig über das Glas mit der Kerze, so als würdest Du den Inhalt von einem Glas in das andere schütten wollen. Hierbei darf aber keine Flüssigkeit ins Teelicht-Glas fließen.
- e. Beobachte, was mit der Flamme der Kerze passiert.



Schritt 3: Beobachtet was passiert

Lasse die SchülerInnen berichten, was sie beobachtet haben. Die Flamme der Kerze sollte erlöschen, obwohl scheinbar nur „Luft“ aus dem Glas mit der Essig-Natron-Mischung in das Glas mit der Kerze „geschüttet“ wurde. Was passiert, nachdem man Essig zu dem Natron gibt? (Es fängt an heftig zu schäumen, es entstehend Bläschen).

Schritt 4: Erklärt das Ergebnis.

Das Mischen von Essig und Natron führt eine chemische Reaktion herbei. Hierbei entsteht ein Gas: Kohlendioxid (CO_2). Dieses unsichtbare Gas ist schwerer als Luft. Daher kann man es verschütten. Gelangt das Kohlendioxid in das Glas mit der brennenden Kerze, erstickt es die Flamme. Das Gas verdrängt die sauerstoffhaltige Luft im (Kerzen-)Glas und ohne Sauerstoff kann das Feuer nicht weiterbrennen.

Es gibt verschiedene Sorten Feuerlöscher. Manche verbreiten Kohlendioxid – ihre Löschwirkung basiert dann auf demselben Prinzip wie in unserem Experiment: Kohlendioxid erstickt Flammen, indem es dem Feuer den Sauerstoff nimmt. Andere Feuerlöscher verbreiten ein Pulver oder einen Schaum, oder auch reines Wasser. Feuerlöscher mit Pulver unterbinden die Verbrennungsreaktion. Wasser und Schaum löschen Flammen, indem sie die brennenden Materialien abkühlen und die Flammen ebenfalls ersticken.

Eine detailliertere Erklärung und weitere Infos findest Du in der Infobox.

Anmerkung: Du musst als LehrerIn nicht alle Antworten und Erklärungen bereits kennen. Es geht in dieser Rubrik „Ideen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ vielmehr darum, den SchülerInnen die wissenschaftliche Methode (Frage – Hypothese – Experiment – Beobachtung/Fazit) näher zu bringen, damit sie lernen diese selbstständig anzuwenden. Ihr könnt die Antwort(en)/Erklärung(en) in einem weiteren Schritt gemeinsam in Büchern, im Internet oder durch Experten-Befragung erarbeiten.

Oft werfen das Experiment und die Beobachtung (Schritt 2 & 3) neue Fragen auf. Nimm Dir die Zeit auf diese Fragen einzugehen und Schritt 2 und 3 mit Hinblick auf die neugewonnenen Erkenntnisse und mit anderen Variablen zu wiederholen. Wieso kann man eine Kerze auspusten, ein größeres Feuer aber nicht? Wie löscht Wasser Feuer? Was braucht es, damit ein Feuer überhaupt brennt?

Hintergrundwissen

Ein Feuer ist eine chemische Reaktion, bei der Sauerstoff verbraucht wird und Kohlendioxid entsteht (Oxidation). Damit ein Feuer brennt, muss es genügend Hitze geben, brennbares Material und Sauerstoff. Fehlt eine der drei Komponenten, erlischt das Feuer. Das kann man sich beim Löschen zunutze machen. Du kannst mit den SchülerInnen besprechen, wie sie ein Lagerfeuer anzünden. Warum sind Papier und Anzünder hilfreich? Sie entzünden sich bei niedrigeren Temperaturen als das Holz, erreichen beim Verbrennen aber die Entzündungstemperatur von Holz. Warum werden die Holzsplitter zerkleinert? So entsteht eine größere Oberfläche, an der Sauerstoff für die Verbrennungsreaktion zur Verfügung steht. Deshalb brennt dünnes Papier auch so gut.

Wenn das Lagerfeuer gelöscht werden soll, was können die SchülerInnen tun? Was haben die drei oben genannten Komponenten damit zu tun? Sie können z. B. Wasser auf das Feuer gießen, so wird die Hitze reduziert. Oder sie können das Holz auseinanderziehen und so noch unverbranntes Material von brennendem Material trennen. Mit dem Entzug von brennbarem Material wird manchmal versucht, Waldbrände zu löschen. Es wird dann eine Brandschneise um den Brand geschlagen, in der alles brennbare Material entfernt wird. Ein Lagerfeuer kann auch gelöscht werden, indem Erde darauf geschaufelt wird. Bei dieser Methode wird die Sauerstoffzufuhr gestoppt.

Die Wirkung von Feuerlöschern basiert auf zwei von den drei genannten Komponenten: der Reduktion der Hitze oder der Beendigung der Sauerstoffzufuhr. In unserem Experiment wurde dem Feuer die Sauerstoffzufuhr durch das Kohlendioxid entzogen.

Das Kohlendioxid haben wir durch eine chemische Reaktion von Natriumhydrogencarbonat und Essig hergestellt. Die chemische Formel für Natriumhydrogencarbonat (Natron) ist NaHCO_3 . Du kannst an der Formel erkennen, dass CO_2 aus dieser Substanz bei einer chemischen Reaktion entweichen kann. Mit Säuren wie z. B. Essigsäure oder Zitronensäure reagiert Natriumhydrogencarbonat unter heftigem Aufschäumen u.a. zu Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasser (H_2O). Aufgrund der Gasentwicklung wird Natron auch als Backtriebmittel in Backpulver verwendet.

CO_2 ist ein Gas und hat eine größere Dichte als Luft. Das bedeutet, dass ein gleich großes Volumen reines CO_2 etwas schwerer ist als ein gleich großes Volumen Luft und daher in einem Raum nach unten sinkt. Wenn man das Gas wie in unserem Experiment aus einem Glas in ein Glas mit einer brennenden Kerze gießt, fließt es in den unteren Bereich des Glases mit der Kerze. Hier verdrängt es die sauerstoffhaltige Luft und „erstickt“ somit die Flamme der Kerze. Die Luft, die uns umgibt, ist permanent in turbulenter Bewegung. Dadurch werden die CO_2 -Teilchen umhergewirbelt und gelangen auch in höhere Schichten. Das Gewicht der CO_2 -Teilchen reicht nicht aus, um sie dauerhaft am Boden zu halten.

Feuerlöscher sehen meist recht ähnlich aus – sie sind rot mit weißer Schrift und schwarzem Schlauch. Auch ihre grundsätzliche Funktionsweise ist ähnlich – ein Löschmittel entweicht durch ein Treibmittel unter Druck aus dem Metallgehäuse. Es gibt aber verschiedene Arten von Feuerlöschern, die sich in der Füllung unterscheiden und für verschiedene Arten von Feuern, sogenannte Brandklassen, geeignet sind. Bei einem Ölbrand in der Küche sollte man beispielsweise keinesfalls versuchen, diesen mit einem Wasserlöscher zu bekämpfen. Gießt man Wasser auf brennendes Öl, sinkt das schwerere Wasser unter das brennende Öl. In der Hitze siedet und verdampft das Wasser explosionsartig und reißt kleine Öl-Tröpfchen mit sich. Durch die vielen kleinen Öl-Tröpfchen hat sich die Oberfläche des Öls enorm vergrößert. An der vergrößerten Oberfläche findet dann mit dem Sauerstoff der Luft eine heftige Verbrennungsreaktion statt.

Im Handel sind häufig Pulverfeuerlöscher und Schaumfeuerlöscher erhältlich, da sie für viele Brandrisiken im täglichen Leben eingesetzt werden können. Die meisten Pulverfeuerlöscher enthalten ABC-Pulver. Sie können bei den Brandklassen A (z. B. Holz, Stroh, Kohle, Papier), B (z. B. Benzin, Alkohol, Erdöl, Kunststoffe) und C (z. B. Methan, Propan, Wasserstoff) eingesetzt werden. Das Pulver wirkt antikatalytisch, d.h. es unterbricht die Verbrennungsreaktion. ABC-Pulver besteht aus vermahlenem Ammoniumphosphat und Ammoniumsulfat. Wird ABC-Pulver bei Bränden der Brandklasse A eingesetzt, schmilzt das Pulver auf der Oberfläche des Brennguts und erstickt außerdem das Feuer. Auch Natriumhydrogencarbonat wird als BC-Löschpulver für die Brandklassen B und C eingesetzt. In diesem Fall beruht die Löschwirkung ebenfalls auf der Unterbrechung der Verbrennungsreaktion.

Ein Kohlendioxidlöscher ist für die Brandklasse B geeignet. Er hinterlässt nach dem Löschen keine Rückstände und ist daher insbesondere für die Bekämpfung von Bränden im Elektrobereich geeignet. Durch die schnelle Anreicherung der Luft mit CO_2 kann die Anwendung für Menschen in geschlossenen Räumen gefährlich werden. Die Austrittstemperatur von CO_2 aus dem Löscher liegt bei -70°C . Diese Löscher dürfen daher nicht auf Menschen gerichtet werden.

In einem Kohlendioxidlöscher befindet sich komprimiertes CO_2 , das über ein Druckventil austritt: das CO_2 ist sowohl Löschmittel als auch Treibmittel. Pulver- und Schaumlöscher können entweder Kohlendioxid oder Stickstoff als Treibmittel enthalten. Sogenannte Dauerdruck-Feuerlöscher enthalten als Treibmittel komprimiertes Stickstoff-Gas, das bei der Betätigung des Hebels am Feuerlöscher zusammen mit dem Löschmittel austritt. Sie sind in der Anschaffung kostengünstiger, müssen aber sehr aufwendig gewartet werden. Auflade-Feuerlöscher sind mit separaten CO_2 -Patronen für die Treibmittelzufuhr ausgestattet, die sich innerhalb oder außerhalb des Metallgehäuses des Feuerlöschers befinden können. Bei Betätigung des Hebels strömt zunächst CO_2 -Gas in das Metallgehäuse mit dem Löschmittel und tritt dann zusammen mit dem Löschmittel durch das Druckventil aus. Auflade-Feuerlöscher sind kostspieliger in der Anschaffung, aber weniger aufwendig in der Wartung.

Schaumlöscher sind für die Brandklassen A und B zugelassen, manche darüber hinaus auch für die Brandklasse F (Speiseöl und -fett). Sie überziehen das Brandgut mit einem Film aus Schaum und stoppen so die Sauerstoffzufuhr. Brandklasse D (Metalle) werden mit speziellen Pulverlöschern bekämpft. Brandklasse E (Brände in elektrischen Niederspannungsanlagen) wurde 1978 abgeschafft. Diese Brände können bei Einhaltung eines Sicherheitsabstandes mit allen gängigen Feuerlöschern bekämpft werden.

Autoren: Olivier Rodesch (script), Marianne Schummer (script), Michèle Weber (FNR), scienceRELATIONS (Insa Gülzow)

Konzept: Jean-Paul Bertemes (FNR), Joseph Rodesch (FNR), Yves Lahur (script)