

Technologie – Rakete bauen

Wie kann ich mithilfe von Natron und Essig eine Rakete steigen lassen?

In dieser Einheit erforschen die SchülerInnen, was passiert, wenn sie Natron und Essig vermischen und wie die ausgelöste chemische Reaktion eine Rakete steigen lassen kann.

Zyklus: 4

Dauer: 30 Minuten

Benötigtes Material:

- 2 PET-Flaschen mit Verschluss
- Korken einer Weinflasche (muss in die Öffnung der PET-Flasche passen)
- Cutter
- 3 Bleistifte
- (Teelöffel)
- Essig
- Natron¹
- Panzertape



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

Sicherheitshinweise

Dieses Experiment ist nicht ungefährlich. Essig und Natron reagieren sehr heftig miteinander.

Führe das Experiment ausschließlich im Freien durch.

Steht die Rakete nicht eben, kann es sein, dass sie nicht senkrecht startet, sondern in eine unerwünschte Richtung fliegt.

Je nach Mischungsverhältnis von Essig und Natron fliegt die Rakete sehr hoch.

Achte darauf dich nicht im „Abgas-Strahl“ der Rakete zu befinden.

Achte auf einen Sicherheitsabstand der Zuschauer.

Achtung: Verschließe die Flasche nicht mit dem Drehverschluss. Sie wird ansonsten explodieren.

Praktische Tipps

Um die SchülerInnen mit der Reaktion von Essig und Natron vertraut zu machen, empfehlen wir dir, folgendes Experiment im Vorfeld gemeinsam mit deinen SchülerInnen durchzuführen: [Wie kannst Du einen Luftballon aufblasen ohne zu pusten?](#)

Durch das Experiment mit dem Luftballon werden die SchülerInnen verstehen, dass die Reaktion von Essig und Natron ein Gas (CO₂) freisetzt. Des Weiteren kannst Du ihnen bei diesem Experiment zeigen,

¹ In einem Supermarkt erhältlich. Die chemische Bezeichnung von Natron ist Natriumhydrogencarbonat. Eine weitere gebräuchliche Bezeichnung für Natriumhydrogencarbonat ist (Natrium-)Bicarbonat.

dass sich das Gas ausbreitet, also Raum einnimmt. So können die SchülerInnen eventuell selber darauf kommen was passiert, wenn diese Reaktion in einem verschlossenen Raum (einer Flasche) stattfindet.

Die Rakete kann selbstverständlich noch angemalt und beschriftet werden.

Unter ‚Erweitertes Experiment‘ findest du Anleitungen und Tipps, um andere Raketen zu bauen.

Du hast weitere praktische Tipps? Dann kontaktiere uns [hier](#).

Dir ist es gelungen einen Fallschirm an der Rakete anzubringen, der zuverlässig (!) funktioniert und die Rakete wieder sicher und langsam landen lässt? Dann kontaktiere uns unbedingt.

Ablauf

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

Schritt 1: Frage stellen und Hypothese(n) aufstellen

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

Wie kann ich mithilfe von Natron und Essig eine Rakete steigen lassen?

Zeige den SchülerInnen die Materialien, die ihr zum Bau der Rakete benutzen werdet und lasse sie Hypothesen (Behauptungen, Vermutungen) aufstellen, wie ihr die „Flaschen-Rakete“ mithilfe von Natron und Essig steigen lassen werdet. Halte die Hypothesen an der Tafel fest. Wissen die SchülerInnen was passiert, wenn man Essig und Natron mischt? Wenn nicht, schütte etwas Natron auf einen Teller und demonstriere es ihnen. Unter heftigem Schäumen entsteht Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasser (H_2O). Um das CO_2 nicht nur durch die Bläschen, sondern auch räumlich sichtbar zu machen, führt gemeinsam das Experiment „[Wie kannst Du einen Luftballon aufblasen ohne zu pusten?](#)“ durch. Daraufhin sollten die SchülerInnen verstanden haben, dass, wenn man die Essig-Natron Reaktion in einem geschlossenen Raum (z. B. einer Flasche) stattfinden lässt, ein hoher Druck in der Flasche entsteht. Um nun zu verstehen, wie ihr diesen Druck nutzen könnt, um die Rakete steigen zu lassen, müssen die SchülerInnen noch das Prinzip „Kraft gleich Gegenkraft“ verstehen (Informationen findest du weiter unten und im ‚Hintergrundwissen‘).

Die richtige Antwort zu finden ist hier nebensächlich. Es geht vielmehr darum Ideen zu entwickeln und herauszufinden, was die SchülerInnen bereits wissen.

Schritt 2: Experiment durchführen

Um die Rakete steigen zu lassen, müsst ihr sie natürlich zuerst bauen. Gehe dazu folgende Schritte gemeinsam mit den SchülerInnen durch:

- a. Schneide den „Kopf“ einer PET-Flasche mit dem Cutter ab (etwa 15 cm unter dem Verschluss).
- b. Schiebe diesen abgeschnittenen „Flaschenkopf“ über den Boden der anderen PET-Flasche und klebe ihn mit Panzertape fest. Der „Flaschenkopf“ ist die Spitze deiner Rakete und dient dazu, ihre Flugbahn zu stabilisieren. Den Verschluss der zweiten Flasche kannst Du entfernen.

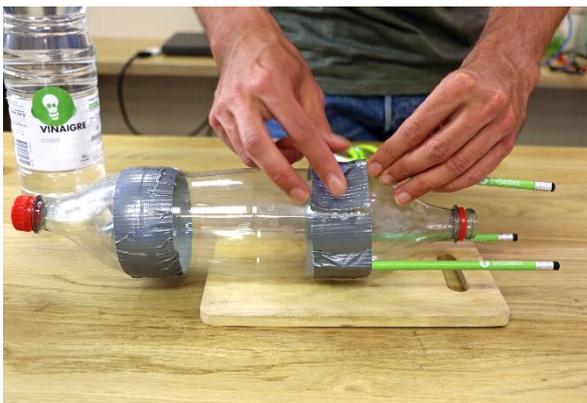
- c. Klebe die Bleistifte in ungefähr gleichem Abstand am Boden der ganzen PET-Flasche fest, so dass die Flasche und die Bleistifte etwa 15 cm überlappen. Die Spitzen der Bleistifte sollten zu der Spitze der Rakete zeigen.
- d. Die Rakete ist nun fertig.



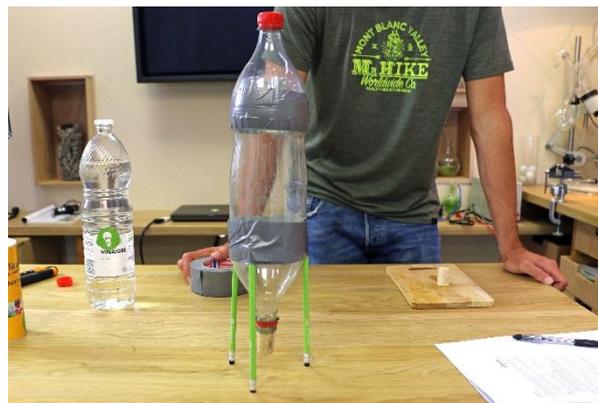
a. Schneide den „Kopf“ einer PET-Flasche mit dem Cutter ab (etwa 15 cm unter dem Verschluss).



b. Schiebe diesen abgeschnittenen „Flaschenkopf“ über den Boden der anderen PET-Flasche und klebe ihn mit Panzertape fest.



c. Klebe die Bleistifte in ungefähr gleichem Abstand am Boden der ganzen PET-Flasche fest, so dass die Flasche und die Bleistifte etwa 15 cm überlappen. Die Spitze der Bleistifte sollte zu der Spitze der Rakete zeigen.



d. Die Rakete ist nun fertig.

Begeht euch mit der fertigen Rakete, dem Korken, dem Essig und dem Natron ins Freie. Um die Rakete steigen zu lassen, muss Du folgendermaßen vorgehen:

- e. Drehe deine Rakete auf den Kopf (mit dem offenen Verschluss nach Oben) und fülle etwa 200 ml Essig in die Rakete.
- f. Halte die Rakete seitlich gekippt und gebe vorsichtig einen guten Schuss Natron in den Flaschenhals. Hierzu kannst du, wenn nötig, den Teelöffel verwenden. Achte darauf, dass Essig und Natron noch nicht in Berührung kommen.
- g. Verschließe die Rakete mit dem Korken, dreh sie um und stelle sie schnell auf den Boden.
- h. Entferne dich augenblicklich einige Meter.



e. Drehe deine Rakete auf den Kopf (mit dem offenen Verschluss nach Oben) und fülle etwa 200 ml Essig in die Rakete.



f. Halte die Rakete seitlich gekippt und gebe vorsichtig einem guten Schuss Natron in den Flaschenhals. Achte darauf, dass Essig und Natron noch nicht in Berührung kommen.



g. Verschließe die Rakete mit dem Korken, dreh sie um und stelle sie schnell auf den Boden.

Schritt 3: Beobachte was passiert ist

Lasse die SchülerInnen berichten, was sie beobachtet haben. Was passiert nachdem Du die Rakete in Startposition gebracht hast? (Es fängt an zu schäumen, nach wenigen Sekunden fliegt die Rakete in die Luft und der Korken bleibt auf dem Boden zurück.)

Schritt 4: Wie kannst Du das Ergebnis erklären?

Was denken die SchülerInnen, wieso fliegt die Rakete in die Luft? Verstehen sie das Prinzip ‚Kraft gleich Gegenkraft‘?

Die Rakete wird per Rückstoßantrieb angetrieben. Durch die Reaktion von Natron und Essig entsteht so viel Gas (CO_2), dass ein Überdruck entsteht und der Korken aus der Flasche gedrückt wird. Die Rakete bewegt sich mit der gleichen Kraft nach vorne, mit der das Gas nach hinten ausströmt. Der Rückstoßantrieb ist eine praktische Anwendung des dritten Newtonschen Gesetzes: jede Kraft hat eine gleich große Gegenkraft.

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. Was passiert, wenn ich weniger/mehr Essig/Natron benutze? Oder eine kleinere/größere Flasche?

Hintergrundwissen

Natron (Natriumhydrogencarbonat, NaHCO_3) reagiert mit Essig (CH_3COOH) unter heftigem Schäumen zu Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O). Außerdem entsteht Natriumacetat: $\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COONa}$. Durch das entstehende Gas (CO_2) baut sich in der Rakete ein hoher Druck auf. Wenn der Korken dem Druck nicht mehr standhalten kann, fliegt er aus der Flasche. Das Gas strömt aus und treibt dabei die Rakete per Rückstoß an. Nach dem Prinzip 'Kraft gleich Gegenkraft' bewegt sich die Rakete mit der gleichen Kraft nach vorne, mit der das Gas nach hinten ausgestoßen wird.

Einen Antrieb mit Rückstoß kannst Du auch beobachten, wenn Du einen Luftballon aufbläst und ihn dann loslässt: die Luft entweicht durch den Druck, den der gedehnte Ballon auf die Luft ausübt. Während sich der Ballon wieder zusammenzieht, strömt die Luft aus und der Ballon bewegt sich in die der Ausströmrichtung entgegengesetzten Richtung.

Der Rückstoßantrieb ist eine praktische Anwendung des dritten Newtonschen Gesetzes. Isaac Newton war ein englischer Naturforscher (1643-1727), der die drei Grundprinzipien der Bewegung formuliert hat, die sogenannten Newtonschen Gesetze oder Newtonschen Axiome. Das dritte Newtonsche Gesetz wird auch Gegenwirkungsprinzip oder Actio gleich Reactio (lat. *actio est reactio*, 'Kraft gleich Gegenkraft') genannt. Es besagt, dass Kräfte immer paarweise auftreten. Wenn ein Körper A auf einen Körper B eine Kraft ausübt (Actio), wirkt eine gleichgroße, aber entgegengesetzte Kraft von Körper B auf Körper A (Reactio).

Wie das Prinzip Kraft gleich Gegenkraft wirkt, kannst Du auch an zwei Inlineskatern beobachten, die mit einem Seil verbunden sind. Wenn nur einer an dem Seil zieht, treffen sich die beiden in der Mitte. Der erste Inlineskater zieht sich mit der gleichen Kraft an den zweiten Inlineskater heran, mit der der zweite an den ersten herangezogen wird. Auch wenn nur der zweite an dem Seil zieht, treffen sich beide in der Mitte. Genau dasselbe passiert, wenn beide an dem Seil ziehen. Beim Rudern wird durch die Paddel das Wasser nach hinten gedrückt (Actio). Das Boot bewegt sich nach vorne (Reactio).

Auch die Anziehungskraft der Erde hat eine Gegenkraft. Wenn Du einen Gegenstand wie eine Münze in der Hand hältst, spürst du ihr Gewicht durch die Anziehungskraft der Erde (Actio). Dieselbe Kraft übt auch die Münze auf die Erde aus (Reactio). Bei den Größenverhältnissen zwischen Erde und Münze fällt die Anziehungskraft der Münze auf die Erde aber kaum auf.

Autor: Yves Lahur (script), Michelle Schaltz (FNR), scienceRelations

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