

II.23

Stoffe im Alltag

Ein Mystery zur Cola – Säuren und Basen, Redoxreaktionen und Stoffeigenschaften

Nach einer Idee von Sarah Höxter
Illustrationen von Sylvana Timmer



© RAABE 2020

© Lemon_tmi/Stock/Getty Images Plus

Die Unterrichtseinheit dient der Übung jahrgangsübergreifender Kompetenzen und der Wiederholung von Themenbereichen für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Mit einem Mystery werden Ihre Schüler motiviert, die Stationen rund um das Kultgetränk Cola zu bearbeiten. Dabei stehen die Bereiche „Säuren und Basen“, „Redoxreaktionen“ sowie „Stoffe und ihre Eigenschaften“ im Fokus. Mit vielen einfachen Schülerversuchen gehen die Lernenden der Rätselfrage nach.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	9/10
Dauer:	8 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Oxidations- und Reduktionsmittel benennen; 2. pH-Wert-Bestimmung und Titration durchführen; 3. Alltagssubstanz unter verschiedenen Gesichtspunkten selbstständig untersuchen
Thematische Bereiche:	Stoffe und ihre Eigenschaften, chemische Reaktionen, Säuren und Basen



Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Fo = Farbfolie, Sv = Schülerversuch, Lv = Lehrerversuch

1.–8. Stunde

Thema: Mystery rund um das Thema Cola

M 1 (Fo/Ab) **Das verschwundene Cola-Rezept** / Folie und Arbeitsblatt zur Einführung des Mystery-Rätsels

M 2 (Tx) **Aufklärungsbogen – Das verschwundene Rezept** / Bogen zum Einkleben der Hinweiskärtchen

M 3 (Tx) **Detektivbogen 1: Cola entfärben** / Versuch zum Entfernen des Farbstoffs aus der Cola

Nachweis von Entfärben von Cola mit Aktivkohle

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 20 min

Chemikalien:

- Cola
- Cola light
- Aktivkohle

Geräte:

- 1 Schutzbrille pro Schüler
- 2 Bechergläser (100 ml)
- 1 Magnetrührstäbchen
- 1 Magnetrührer
- 1 Glastrichter
- Filterpapier
- pH-Papier
- Stativ mit Klammer
- Löffel

M 4 (Tx) **Detektivbogen 1: Cola entfärben** / Arbeitsblatt zum Entfernen des Farbstoffs aus der Cola

M 5 (Tx) **Detektivbogen 2: Cola light – ganz ohne Zucker?** / Arbeitsblatt zur Frage, ob in Cola light wirklich kein Zucker enthalten ist

M 6 (Lv) **Detektivbogen 2: Cola light – ganz ohne Zucker?** / Versuch zur Prüfung des Zuckergehalts von Cola und Cola light

Den Zuckergehalt prüfen

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 15 min

Chemikalien:

- Cola
- Cola light

Geräte:




- 1 Schutzbrille pro Schüler
- 2 Teelichtbehälter
- 1 Gasbrenner
- 1 Dreifuß mit Drahtnetz
- 1 Tiegelzange
- Anzünder

M 7 (Tx) Detektivbogen 3: Zucker sichtbar machen / Informationsblatt zur Fehling-Probe

M 8 (Lv) Detektivbogen 3: Zucker sichtbar machen / Versuch zur Fehling-Probe

Den Zuckergehalt mit Fehling-Reagenz prüfen

Dauer: Vorbereitung: 5–10 min Durchführung: 15 min

- Chemikalien:**
- Cola, entfärbt
 - Cola light, entfärbt
 - Fehling I  
 - Fehling II 
- Geräte:**
- 1 Schutzbrille pro Schüler
 - 2 Pipetten (2,5 ml)
 - 1 Peleusball/Pipettenheber
 - 3 Pasteurpipetten
 - 3 Reagenzgläser mit Stopfen
 - 1 Reagenzglasständer



Die GBUs finden Sie auf der CD 35.

M 9 (Tx) Detektivbogen 4: Zucker – der ungesunde Glücklichermacher / Informationsblatt zu Zucker und Zuckersubstituten

M 10 (Tx) Detektivbogen 5: Redoxreaktionen / Übungen zum Thema Redoxreaktionen

M 11 (Sv) Detektivbogen 6: Kann Cola Rost entfernen? / Versuch zur Rostentfernung mit Cola

Schülerversuch: Entrosten mit Cola

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 5 min (+ 1 Stunde Wartezeit)

- Chemikalien:**
- Cola
- Geräte:**
- 1 Schutzbrille pro Schüler
 - 1 Reagenzglas
 - 1 Reagenzglasständer
 - 1 neuer Nagel
 - 1 rostiger Nagel
 - 1 Pipette
 - 1 Pinzette

M 12 (Ab) Detektivbogen 6: Kann Cola Rost entfernen? / Arbeitsblatt zu den chemischen Reaktionen beim Rostvorgang

M 13 (Ab) Detektivbogen 7: Cola als Silberreinigungsmittel? / Versuch zur Silberreinigung mit Cola

Schülerversuch: Silberreinigung mit Cola

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 5–10 min (+ 1 Stunde Wartezeit)

- Chemikalien:**
- Cola
 - Ei, frisch hart gekocht
- Geräte:**
- 1 Schutzbrille pro Schüler
 - Aluminiumfolie
 - 1 Becherglas (500 ml)
 - 1 Silberlöffel


- M 14** (Ab) **Detektivbogen 7: Cola als Silberreinigungsmittel?** / Arbeitsblatt zur Silberreinigung mit Cola
- M 15** (Ab) **Detektivbogen 8: Neutralisation und Titration** / Infotext zur Titration
- M 16** (Lv) **Detektivbogen 8: Titration der Phosphorsäure in Cola** / Lehrerversuch zur Titration



Die GBUs finden Sie auf der CD 35.

Lehrerversuch: Bestimmung des Phosphorgehalts in Cola

Dauer: Vorbereitung: 10 min Durchführung: 20 min

- Chemikalien:**
- 150 ml Cola
 - 20 ml Natronlauge, verdünnt ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) 
- Geräte:**
- 1 Schutzbrille
 - 1 Erlenmeyerkolben (200 ml)
 - 1 Silberlöffel

- M 17** (Ab) **Detektivbogen 8: Titration der Phosphorsäure in Cola** / Arbeitsblatt zum Versuchsaufbau

- M 18** (Lv) **Detektivbogen 9: Explosion mit Cola und Mentos** / Lehrerversuch zur Reaktion von Cola mit Mentos

Lehrerversuch: Eine Cola-Mentos-Fontäne erzeugen

Dauer: Vorbereitung: 5–10 min Durchführung: 30 min

- Chemikalien:**
- 2 l Cola light (PET-Flasche)
 - 4–5 Mentos-Kaubonbons
- Geräte:**
- 1 Schutzbrille
 - 1 leeres Brausetablettenröhrchen
 - 1 Lineal

- M 19** (Ab) **Hinweiskarten** / Kärtchen zum Mystery-Rätsel

VORSCHAU

Das verschwundene Cola-Rezept

M 1



© Sylvana Timmer

Schlüpf in die Rolle eines Detektivs und unterstützt John Pemberton bei der Suche nach seinem Cola-Rezept!

Aufgaben

1. Bearbeitet die Aufgaben auf den Detektivbögen. Darauf sind Hintergrundinformationen enthalten, die euch der Lösung des Falls ein Stück näherbringen.
2. Sobald ihr einen Detektivbogen erfolgreich bearbeitet habt, bekommt ihr die dazugehörige Hinweiskarte von eurem Lehrer. Klebt sie an die vorgesehene Stelle auf eurem Aufklärungsbogen.
3. Zu einigen Detektivbögen sollen Versuche durchgeführt werden. Die Versuchsanleitungen findet ihr immer bei den Materialien zum Versuch. Mit dem nebenstehenden Symbol wird auf einen Versuch hingewiesen.

Hinweis: Die Lehrerversuche werden von eurer Lehrkraft durchgeführt.



M 12

Detektivbogen 6: Kann Cola Rost entfernen?

Arbeitsblatt

Aufgabe 1

Lagert man Gegenstände aus Eisen oder Stahl an der Luft, kann man beobachten, wie sie zu rosten beginnen. Voraussetzung für den Rostvorgang ist die gleichzeitige Anwesenheit von Sauerstoff und Wasser. Durch den Luftsauerstoff wird das Eisen oxidiert, d. h., es gibt seine Elektronen an den Sauerstoff ab. Der Sauerstoff wird durch die Elektronenaufnahme reduziert.

Formuliere die zugrunde liegenden Reaktionsgleichungen:

Oxidation:

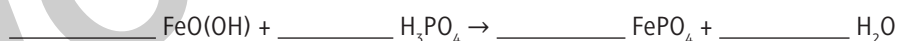
Reduktion:

Gesamtreaktion:

Tipp: Beim Rosten von Eisen entsteht als erstes Produkt Eisen(II)-hydroxid. Dies geht anschließend mit Sauerstoff in das stabile rotbraune Eisen(III)-oxidhydroxid ($\text{FeO}(\text{OH})$) über.

Aufgabe 2

Um den Rost wieder loszuwerden, können Rostumwandler eingesetzt werden. Die meisten Rostumwandler enthalten Phosphorsäure, die mit dem Rost nach folgender Gleichung zu Eisen(III)-phosphat (FePO_4) reagiert. Füge die entsprechenden Faktoren ein, um die Reaktionsgleichung zu vervollständigen.



Hierdurch wird der Rost aufgelöst und in eine festhaftende Schutzschicht aus Eisen(III)-phosphat umgewandelt, die ein erneutes Rosten verhindert. Verwendet man Cola als Rostumwandler, wird die Entrostung zusätzlich durch die Anwesenheit der schwachen Zitronen- und Kohlensäure unterstützt, die den Auflösungsprozess von Rost beschleunigen.

Aufgabe 3

- Erkläre, welche Inhaltsstoffe der Cola das Entrosten des Eisennagels unterstützen.
- Recherchiere, warum Cola sich nur bedingt zum Entrosten eignet.



Habt ihr die Station 6 erfolgreich bearbeitet?
Dann holt euch **Hinweiskarte Nr. 4** ab.

© Pavlo Stavnichuk/iStock/Getty ImagesPlus



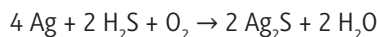
M 14

Detektivbogen 7: Cola als Silberreinigungsmittel?

Arbeitsblatt

Aufgabe 1

Ein hart gekochtes Frühstücksei enthält eine Schwefelverbindung, die dazu führen kann, dass Silber sich dunkel verfärbt. Der Name dieser Schwefelverbindung lautet Schwefelwasserstoff (Formel: H_2S). Dieser bildet in Anwesenheit von Sauerstoff nach folgendem Reaktionsmechanismus mit den Silber-Ionen Silbersulfid (Ag_2S), das sich als blauschwarzer Überzug auf der Silberoberfläche abgelagert:



Formuliere die zugrunde liegende Oxidation bzw. Reduktion. Gib auch die Oxidationszahlen an.

Oxidation: _____

Reduktion: _____

Aufgabe 2

Die Silberreinigung kann z. B. mit Aluminiumfolie in einer Lösung aus Wasser mit Zitronensäure erfolgen, etwas besser funktioniert die Reinigung mit Cola. Bei dem Kontakt des edlen mit dem unedlen Metall nimmt das Silber Elektronen von dem Aluminium auf, während das Aluminium oxidiert wird:



Formuliere die zugrunde liegende Oxidation bzw. Reduktion. Gib auch die Oxidationszahlen an und kennzeichne Oxidations- und Reduktionsmittel.

Oxidation: _____

Reduktion: _____

Aufgabe 3

Erläutere mit deinen eigenen Worten, warum man das Frühstücksei nicht mit einem Silberlöffel essen sollte.



© -slav-/iStock/Getty Images Plus



Habt ihr die Station 7 erfolgreich bearbeitet?
Dann holt euch **Hinweiskarte Nr. 3** ab.

© Pavlo Stavnichuk/iStock/Getty ImagesPlus

M 18

Detektivbogen 9: Explosion mit Cola und Mentos

Aufgabe

Cola und Mentos ergeben zusammen eine eindrucksvolle Fontäne. Mit diesem Versuch soll die Reaktion demonstriert und aufgeklärt werden.

Schaue dir den Lehrerversuch aufmerksam an, lies dir den Info-Text durch und bearbeite im Anschluss die Aufgabe 2.



Lehrerversuch: Eine Cola-Mentos-Fontäne erzeugen

Vorbereitung: 5–10 min Durchführung: 30 min

Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> 2 l Cola light (PET-Flasche)	<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille
<input type="checkbox"/> 4–5 Mentos-Kaubonbons	<input type="checkbox"/> 1 leeres Brausetablettenröhrchen
	<input type="checkbox"/> 1 Lineal

Versuchsdurchführung

1. Die frisch geöffnete 2-l-Cola-light-PET-Flasche wird draußen, z. B. auf dem Schulhof, auf einer ebenen Fläche platziert.
2. Die Mentos-Kaubonbons werden in das leere Brausetablettenröhrchen gegeben.
3. Das Lineal wird auf die Öffnung der Cola-Flasche gelegt. Darauf wird das Brausetablettenröhrchen mit der Öffnung nach unten gestellt.
4. Nun muss nur noch das Lineal weggezogen werden, damit die Mentos in die Flasche fallen.

Achtung: Schnell Abstand nehmen!

Info-Text

Grund für das Entstehen der Fontäne ist eine in wenigen Sekunden ablaufende physikalische Reaktion. Basis ist das in der Cola gelöste Kohlenstoffdioxidgas. Von diesem ist in der Cola sehr viel mehr gelöst, als die Lösung bei normalem Druck aufnehmen kann. Deswegen zischt es beim Öffnen der Cola – man hört hier einen Teil des Gases entweichen.

Und warum Mentos? Die Oberfläche der Mentos ist sehr rau. Aus diesem Grund kann sich das Kohlenstoffdioxidgas sehr leicht anlagern. In sehr kurzer Zeit lagert sich immer mehr Kohlenstoffdioxid an und schließt sich zu größeren Blasen zusammen. Diese Blasen lösen sich teilweise und steigen auf. Dadurch wird neues Kohlenstoffdioxid freigesetzt, das ebenfalls aufsteigt.

Durch diese extrem schnell ablaufenden Prozesse steigt der Großteil des Kohlenstoffdioxidgases auf und reißt dabei die Flüssigkeit mit sich, die als Fontäne aus der Flasche spritzt.

Aufgabe 2

Überlege, ob sich der Versuch auch mit anderen Flüssigkeiten und Materialien durchführen lässt. Begründe deine Wahl.



<https://raabe.click/nw cola>



Habt ihr die Station 9 erfolgreich bearbeitet?
Dann holt euch **Hinweiskarte Nr. 1** ab.

© Pavlo Stavnichuk/iStock/Getty ImagesPlus