

I.D.50

Elektrizitätslehre und Magnetismus

Die Zitronenbatterie – Experimente zum elektrischen Strom

Nach einer Idee von Marie Emmerich-Barten



© RAABE 2024

© harjigit/iStock/Getty Images Plus

Kann man auch mit einer Zitrone oder anderen Obstsorten elektrischen Strom erzeugen? Bereits der italienische Physiker Alessandro Volta hat 1880 festgestellt, dass unterschiedliche Metalle in Verbindung mit Säurelösungen einen schwachen Strom erzeugen können. Aber wie funktioniert eine Zitronenbatterie? In dieser Unterrichtseinheit lernen Ihre Schülerinnen und Schüler anhand von eigenen Versuchen den Aufbau einer Zitronenbatterie kennen. Schaffen sie es, eine Leuchtdiode oder sogar ein kleines Glühlämpchen zum Leuchten zu bringen?

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	7–9
Dauer:	5 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 3–4)
Kompetenzen:	1. Beschreibung des Aufbaus einer Zitronenbatterie; 2. Erläuterung der Reaktionen an Anode und Kathode bei einer Zitronenbatterie; 3. selbstständiges Planen und Durchführen von Versuchen
Inhalt:	Batterie, Akkus, Elektrochemie, Anode, Kathode, Redoxreaktion, Leitfähigkeit, Parallel- und Reihenschaltung, alternative Energie
Medien:	Arbeitsblätter, Tippkarten, Grafiken, Versuchsanleitungen, Internet

Rund um die Reihe

Wie funktioniert eine Batterie?

Batterien sind elektrochemische Energieträger, die beim Entladen gespeicherte chemische Energie durch Redoxreaktionen in elektrische Energie umwandeln. Diese elektrische Energie kann dann unabhängig vom Stromnetz von einem Verbraucher genutzt werden.

In dieser Einheit werden nur Primärzellen beleuchtet, d. h. Batterien, die nur einmal entladen und nicht wieder aufgeladen werden können. Eine Primärzelle ist ein galvanisches Element. Sie besteht aus zwei Elektroden aus unterschiedlichem Material (z. B. Kupfer und Zink), die in eine elektrisch leitfähige Lösung, den Elektrolyten (z. B. Zitronensaft), tauchen. Zwischen den beiden Elektroden besteht eine elektrisch leitfähige Verbindung. Die Funktion der Primärzelle beruht auf einer Redoxreaktion, bei der die Reduktion und die Oxidation räumlich getrennt voneinander an jeweils einer Elektrode ablaufen. Dadurch entsteht zwischen den beiden Elektroden ein Elektronenfluss, also elektrischer Strom mit einer bestimmten Spannung.

Vorschläge für die Unterrichtsgestaltung

Voraussetzungen der Lerngruppe

Für das Funktionieren dieser Einheit sollten die folgenden Themen bereits im Unterricht behandelt worden sein:

- die grundlegenden Begriffe rund um Metalle, Salze und deren Bildungsreaktionen
- die Fällungs- bzw. Spannungsreihe der Metalle
- der Aufbau eines galvanischen Elements und damit das Grundprinzip nach Volta
- Redoxreaktionen ohne Sauerstoff und der dabei ablaufende Elektronenübergang vom unedleren zum edleren Stoff

Grundsätzlich sollten Ihre Schülerinnen und Schüler auch folgende physikalischen Grundlagen des elektrischen Stromes beherrschen:

- Strom fließt vom Plus- zum Minuspol.
- Die Spannungen einer Reihenschaltung addieren sich.

Aufbau der Einheit

Der Einstieg in die Unterrichtseinheit erfolgt über ein fiktives Fernsehinterview **M 1**, das als Impuls für die Problemstellung der Unterrichtseinheit dient. Anschließend bauen die Lernenden im Schülerversuch **M 2** die im Interview thematisierte Zitronenbatterie in Gruppenarbeit nach und messen die erzielte elektrische Spannung. Vertiefend dazu schließt sich in Stunde 3 der Schülerversuch **M 4** an, bei dem die Schülerinnen und Schüler durch Reihenschaltung eine leistungsstärkere Zitronenbatterie konstruieren.

In der vierten Stunde fassen die Schülerinnen und Schüler ihre Erkenntnisse aus den Versuchen dann in Form eines Leserbriefs als Reaktion auf das Fernsehinterview zusammen (Arbeitsblatt **M 6**). Als Hilfestellung dienen den Lernenden das Infoblatt **M 7** sowie die Checkliste **M 8**.

Im Anschluss an diese Unterrichtseinheit könnten die verschiedenen Typen von Batterien und Akkumulatoren thematisiert werden. Diese könnten sich die Schülerinnen und Schüler selbstständig und arbeitsteilig in Kleingruppen erarbeiten und ihre Ergebnisse in Form von Plakaten präsentieren. Die Unterrichtseinheit bietet sich auch für den fächerübergreifenden Einsatz in Abstimmung mit den Inhalten des Faches Chemie an.

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, LEK = Lernerfolgskontrolle, Sv = Schülerversuch, Tk = Tippkarten

1. Stunde

Thema: Die Zitronenbatterie
M 1 (Ab) Zitronen als Stromquelle? – Ein Interview mit einem spanischen Bauern
M 2 (Ab) Strom aus Zitronen? – Wir probieren es in einem Versuch aus
Sv: Der Bau einer Zitronenbatterie
Dauer: Vorbereitung: 10 min Durchführung: 10 min
Chemikalien: Zitrone Kupferblech Zinkblech
Geräte: Spannungsmessgerät Messer 2 Kabel mit Krokodilklemmen
M 3 (Tk) Tippkarten zu M 2

2. Stunde

Thema: Eine leistungsstärkere Zitronenbatterie
M 4a (Ab) Wie kann man die Spannung erhöhen? – Eine leistungsstärkere Batterie (A)
M 4b (Ab) Wie kann man die Spannung erhöhen? – Eine leistungsstärkere Batterie (B)
Sv: Eine leistungsstärkere Zitronenbatterie
Dauer: Vorbereitung: 10 min Durchführung: 10 min
Chemikalien: 4 Zitronen 4 Kupferbleche 4 Zinkbleche
Geräte: Spannungsmessgerät Messer Digitaluhr oder Diode
 5 Kabel mit Krokodilklemmen

3. Stunde

Thema: Die Obstbatterie
M 5 (Ab) Die Obstbatterie – verschiedene Obstsorten im Vergleich
Sv: Die Obstbatterie
Dauer: Vorbereitung: 10 min Durchführung: 10 min
Chemikalien: Kupferblech Zinkblech verschiedene Obstsorten
(z. B. Kiwi, Mandarine, Banane, Apfel)
Geräte: Spannungsmessgerät Messer Digitaluhr oder Diode
 5 Kabel mit Krokodilklemmen

4. Stunde

Thema: Das Verfassen eines Leserbriefes
M 6 (Ab) Eure Meinung ist gefragt – Verfassen eines Leserbriefes
M 7 (Ab) Fakten und Informationen für euren Leserbrief
M 8 (Ab) Checkliste: Wie verfasse ich einen Leserbrief?

5. Stunde

Thema: Ein Quiz zur Zitronenbatterie

M 9 (LEK) Die Zitronenbatterie – Teste dein Wissen in einem Quiz

Minimalplan

Führen Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern bei Zeitmangel nur den ersten Schülerversuch **M 2** durch und setzen gegebenenfalls den zweiten Schülerversuch **M 4** als weitere Anforderung für leistungsfähigere Schülerinnen und Schüler ein. Das Verfassen des Leserbriefs **M 6** und das Quiz **M 9** können als Hausaufgabe aufgegeben werden.

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.				
	einfaches Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau

VORSCHAU

M 1

Zitronen als Stromquelle? – Ein Interview mit einem spanischen Bauern

Aufgaben

1. Schau dir den Comic an und **beschreibe** zunächst, um was es in dem Interview genau geht.
2. **Diskutiert** gemeinsam die Idee von Alfonso de la Hermanos. Welche Vor- bzw. Nachteile fallen euch spontan ein?



Zeichnung: Julia Lenzmann

Strom aus Zitronen? – Wir probieren es in einem Versuch aus

M 2

Strom aus Zitronen – ist das möglich? In diesem Versuch überprüft ihr, ob man mit einer Zitronenbatterie wirklich Strom erzeugen kann.

Schülerversuch: Der Bau einer Zitronenbatterie

Vorbereitung: 10 min, **Durchführung:** 10 min



Materialien	Geräte
<input type="checkbox"/> Zitrone	<input type="checkbox"/> Spannungsmessgerät
<input type="checkbox"/> Kupferblech	<input type="checkbox"/> 2 Kabel mit Krokodilklemmen
<input type="checkbox"/> Zinkblech	<input type="checkbox"/> Messer

Entsorgung: Die Zitronen können im Hausmüll entsorgt werden. Die Bleche können zur Wiederverwendung aufbewahrt werden.

Versuchsdurchführung

- Macht mit dem Messer zwei Schnitte in die Zitrone.
- Steckt in den einen Schnitt das Kupferblech und in den anderen Schnitt das Zinkblech. Sie dienen dann als Elektroden.
- Schließt an das Kupferblech mithilfe der Krokodilklemmen das rote Kabel und an das Zinkblech das blaue Kabel an.
Wichtig: Die beiden Bleche dürfen sich nicht berühren!
- Steckt das rote Kabel in den Pluspol und das blaue Kabel in den Minuspol des Spannungsmessgeräts.

Achtung: Die Zitronen sind nach der Versuchsdurchführung nicht mehr zum Verzehr geeignet!

Aufgaben

1. **Führt** den oben beschriebenen Versuch in einer Gruppe von ca. 4 Personen **durch**.
2. **Notiert** die von euch gemessene Spannung.

Die gemessene Spannung beträgt: _____ V

Wichtig: Achtet darauf, dass das Multimeter auf dem Gleichstromzeichen (=) steht!

3. Überlegt was am Zink- und was am Kupferblech passiert. **Erklärt** anschließend, woher die gemessene Spannung kommt. **Zeichnet** dazu eine Skizze.

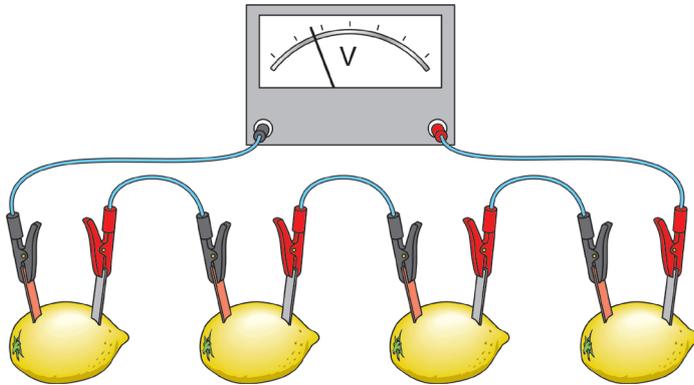




Lösungen (M 4a)

Aufgabe 1

Individuelle Lösungen. Beispielhafte Skizze (Die Zitronenanzahl kann je nach Gruppe variieren):



Grafik: Wolfgang Zettlmeier

Aufgabe 2

Schülerversuch: Eine leistungsstärkere Zitronenbatterie

Vorbereitung: 10 min, Durchführung: 10 min

Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> Zitronen	<input type="checkbox"/> Spannungsmessgerät
<input type="checkbox"/> Kupferbleche	<input type="checkbox"/> mehrere Kabel mit Krokodilklemmen
<input type="checkbox"/> Zinkbleche	<input type="checkbox"/> Messer

Entsorgung: Die Zitronen können im Hausmüll entsorgt werden. Die Bleche können zur Wiederverwendung aufbewahrt werden.

Aufgabe 3

Gemessene Spannung: Individuelle Lösungen, da sich die Spannungen in der Reihenspannung addieren.

Bei der beispielhaften Lösung mit vier Zitronen können bis zu zwei Volt erreicht werden.

Lösungen (M 4b)

Aufgabe 1

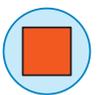
Siehe Lösung 1 und 2 M 4a

Aufgabe 2

Siehe Lösung 3 M 4a

Aufgabe 3

An der Zinkelektrode läuft die Oxidation ab, an der Kupferelektrode die Reduktion. Dadurch entsteht zwischen den beiden Elektroden eine Spannung.



Hinweise (M 5)

So bereiten Sie die Stunde vor

Sie können bei der Vorbereitung analog zu der Vorbereitung von Versuch **M 2** vorgehen.

Wie Ihnen ein motivierender Einstieg gelingt

Wiederholen Sie zu Beginn die Versuchsergebnisse aus **M 2**. Diskutieren Sie anschließend mit Ihren Schülerinnen und Schülern die folgenden Fragen:

Kann jedes Obst Strom erzeugen oder ist die Zitrone eine Ausnahme? / Handelt es sich bei der Zitrone wirklich um das beste Obst zur Erzeugung von Strom? / Wie könnte ein Versuch zur Überprüfung aussehen? / Sollten sich noch andere Obstbauer mit der gleichen Idee von Alfonso de la Hermanos beschäftigen?

Kündigen Sie an, dass die Fragen im Laufe der Einheit geklärt werden. Planen Sie dann mit Ihrer Klasse einen Versuch.

Lösungen (M 5)

Aufgabe 2

Individuelle Lösungen je nach Obstsorte. Die Spannung kann sich allerdings, obwohl die gleiche Obstsorte verwendet wurde, unterscheiden.

Beispielhafte Lösung:

Die gemessene Spannung von einer **Kiwi** beträgt **ca. 1 V**.

Die gemessene Spannung von einer **Banane** beträgt **ca. 0,95 V**.

Die gemessene Spannung von einer **Weintraube** beträgt **ca. 0,98 V**.

Die Spannung der getesteten Obstsorten unterscheidet sich nur minimal voneinander. Alle liegen ungefähr im gleichen Bereich, weswegen sich nicht sagen lässt, dass ein Obst besonders gut als Batterie geeignet ist.



Foto: Huseyin Asliyuce/iStock/Getty Images Plus

Trick: Das größte Potenzial für den Einsatz als Obstbatterie hat die Banane, da sie am größten ist und man dadurch nur eine Banane benötigt, um eine Reihenschaltung zwischen mehreren Elektroden aufzubauen. Ein weiterer Vorteil der Banane ist, dass bei einer Reihenschaltung anschließend weniger Müll entsorgt werden muss.