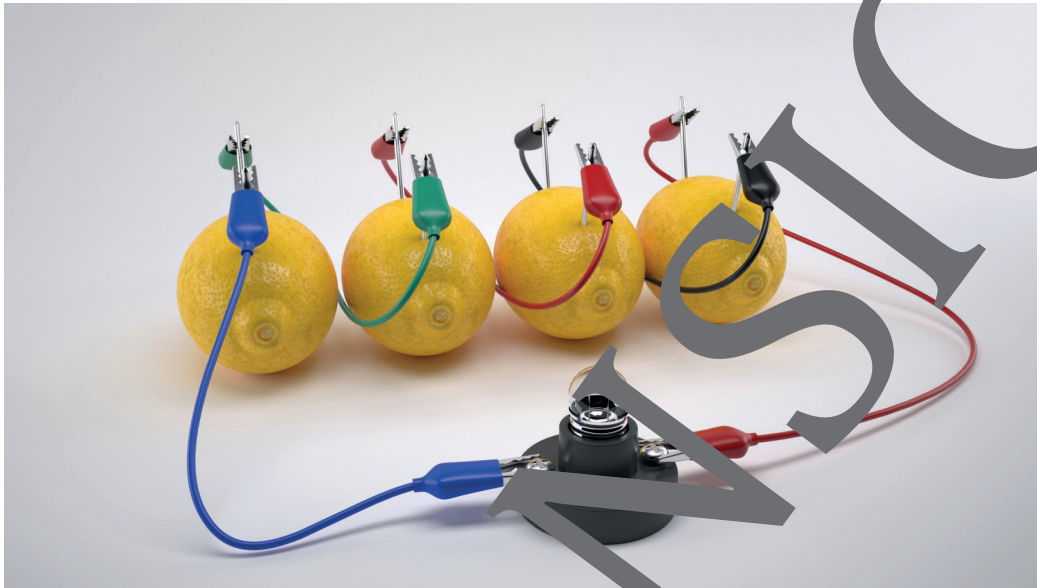


I.D.50

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 1800 festgestellt, dass unterschiedliche Metalle in Verbindung mit Säurelösungen einen schwachen Strom erzeugen können. Aber wie funktioniert eine Zitronenbatterie? In diesem 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?

### KOMPETENZ

Klassenstufe: 7–9

Dauer: 2 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

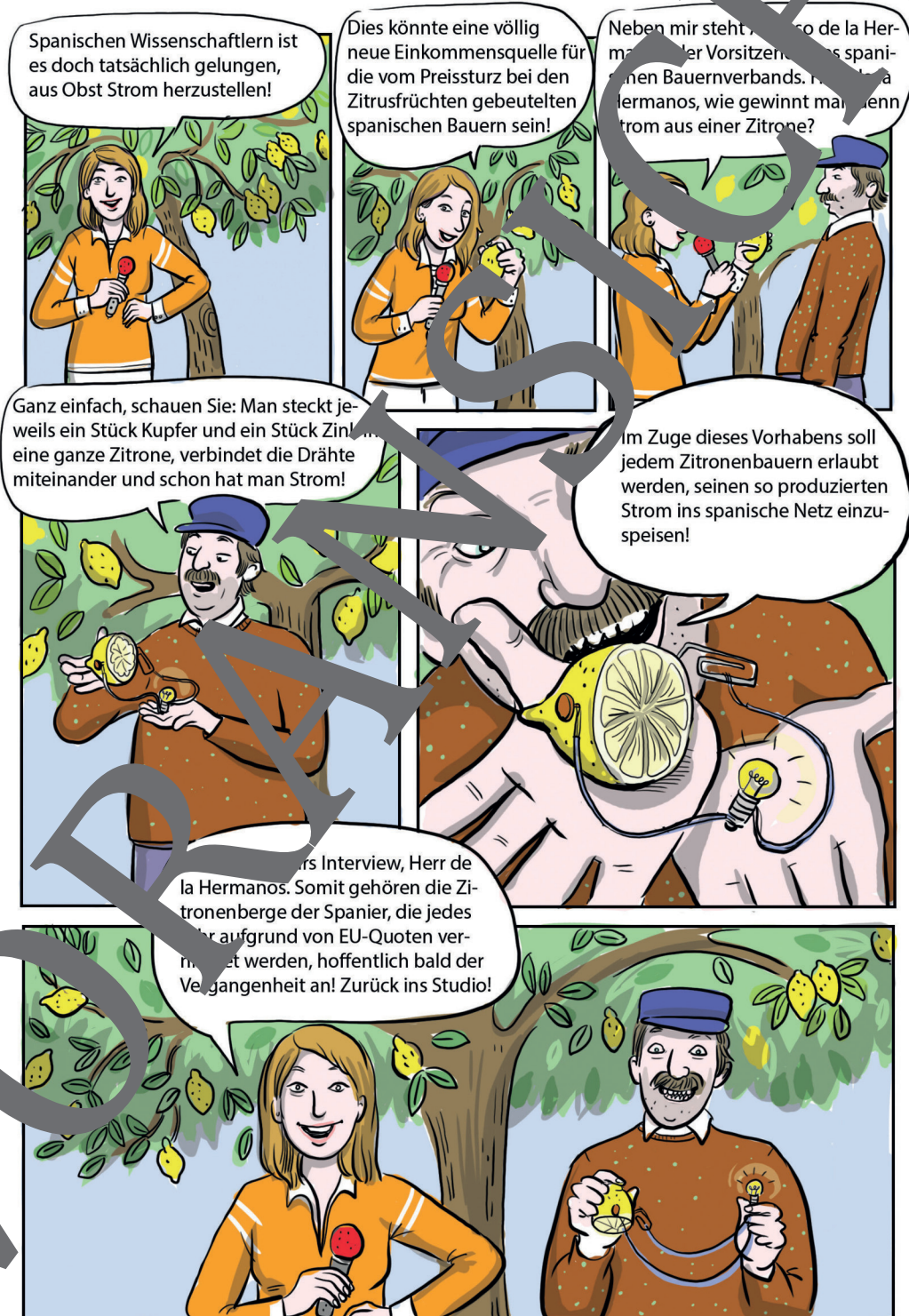
Medien: Arbeitsblätter, Tippkarten, Grafiken, Versuchsanleitungen, Internet

## 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 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"/> Kupferblech <input type="checkbox"/> Zinkblech	<input type="checkbox"/> Spannungsmessgerät <input type="checkbox"/> 2 Kabel mit Krokodilklemmen <input type="checkbox"/> Messer
<p><b>Entsorgung:</b> Die Zitronen können im Hausmüll entsorgt werden. Die Bleche können zur Wiederverwendung aufbewahrt werden.</p>	

### 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 an 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.

## Wie kann man die Spannung erhöhen? – Eine leistungsstärkere Batterie (B)

M 4b



### Aufgabe 1

Im vorherigen Versuch habt ihr bereits die Spannung gemessen, die von einer Zitronenbatterie erzeugt wird. Diese war jedoch nicht besonders hoch. Wie könnte man die Spannung erhöhen? Welche Geräte und Materialien benötigt ihr? **Plant** dazu in kleinen Gruppen **einen Versuch** und führt ihn anschließend durch. Die Geräte und Materialien könnt ihr euch nach der Planung bei eurer Lehrkraft abholen. **Fertigt** dafür zunächst **eine Skizze an**.

**Tipp:** Orientiert euch am Versuchsskizzenplan aus M 2.

### Aufgabe 2

**Notiert** eure gemessene Spannung. Hatet ihr mit eurer Versuchsplanung Erfolg? Hat sich die Spannung im Vergleich zum vorigen Versuch erhöht?

Die Spannung beträgt: \_\_\_\_\_ V.

**Wichtig:** Das Multimeter muss bei der Messung auf dem Gleichstromzeichen (=) stehen!

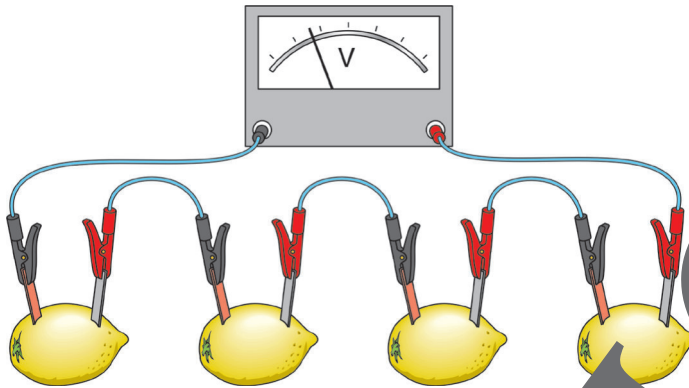
### Aufgabe 3

Was passiert am Zink und was am Kupfer? Woher kommt die gemessene Spannung? **Formuliert** mit eigenen Worten.

## 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 in individuellen Lösungen, da sich die Spannungen in der Reihenschaltung 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 2 M 4a

### Aufgabe 3

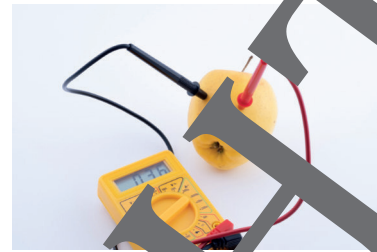
An der Zinkelektrode läuft die Oxidation ab, an der Kupferelektrode die Reduktion. Dadurch entsteht zwischen den beiden Elektroden eine Spannung.



# M 5

## Die Obstbatterie – verschiedene Obstsorten im Vergleich

Ist die Zitrone das ideale Obst, um Strom zu gewinnen? In diesem Versuch wiederholt ihr den Versuch aus **M 2** mit verschiedenen Obstsorten und überprüft, ob man mit einer Zitronenbatterie wirklich mehr Strom erzeugen kann als mit anderen Obstbatterien.



© Foto: pictorius/istock/Getty Images Plus



### Schülerversuch: Die Obstbatterie

**Vorbereitung:** 10 min, **Durchführung:** 20 min

Materialien	Geräte
<input type="checkbox"/> verschiedene Obstsorten (z. B. Kiwi, Mandarine, Banane, Apfel) <input type="checkbox"/> Kupferblech <input type="checkbox"/> Zinkblech	<input type="checkbox"/> Spannungsmessgerät <input type="checkbox"/> 2 Kabel mit Krokodilklemmen <input type="checkbox"/> Messer
<p><b>Entsorgung:</b> Das Obst kann im Hausmüll entsorgt werden.</p>	

### Versuchsdurchführung

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

**Achtung:** Das Obst ist nach der Versuchsdurchführung nicht mehr zum Verzehr geeignet!

### Aufgaben

1. **Führt** den oben beschriebenen Versuch mit drei verschiedenen Obstsorten in einer Gruppe von 3-4 Personen durch.
2. **Notiert** die von euch gemessene Spannungen der Obstsorten und vergleicht diese miteinander und mit der Zitronenbatterie.

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

Die gemessene Spannung von \_\_\_\_\_ beträgt: \_\_\_\_\_ V

Die gemessene Spannung von \_\_\_\_\_ beträgt: \_\_\_\_\_ V

Die gemessene Spannung von \_\_\_\_\_ beträgt: \_\_\_\_\_ V



# VORBRANSICHT

## Fakten und Informationen für euren Leserbrief

M 7

Hier sind weitere wichtige Informationen zur Zitronenbatterie aufgelistet. Überlegt, inwiefern diese Informationen für euren Brief an die Redaktion wichtig sind, und ergänzt diese in eurem Brief.

### Eine Zitronenbatterie – was kostet sie wirklich?



Im Supermarkt zahlt man für eine Zitrone im Schnitt 70 Cent. Zur Zitronenbatterie gehören natürlich auch ein Kupfer- und Zinkblech. 10 g Kupfer kosten rund 1 Cent, während man für dieselbe Menge Zinkblech nur 1 Cent bezahlt.

**Achtung:** Man sollte auch die Entsorgung mitberechnen. Diese verursacht zusätzliche Kosten, da diese nach Gebrauch durch

Metalle Sondermüll sind und nicht im Haushaltsmüll entsorgt werden können.

### Was kostet es, ein Smartphone aufzuladen?



Heutzutage ist es keine Besonderheit mehr, das Smartphone mindestens ein Mal am Tag aufzuladen. Doch was kostet eine Akkuladung eigentlich?

Ein Smartphone-Akku hat eine Kapazität von  $1000 \text{ mAh} = 1 \text{ Ah}$  bei 5,3 Volt. Eine vollständige Ladung ergibt also  $5,3 \text{ V} \cdot 1 \text{ Ah} = 5,3 \text{ Wh}$  (Wattstunden). Es gilt:  $1000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$  (Kilowattstunde). Wenn 1 kWh rund

30 Cent kostet, zahlt man für 1 Ladung,  $(5,3 \text{ Wh} \cdot 100 \text{ Cent} / 1000) = 0,53 \text{ Cent}$ . Das heißt, 10-mal laden kostet 5,3 Cent. Für einen Euro kann man das Smartphone  $100 / 0,53 = 189$ -mal aufladen. Lädt man den Akku jeden Tag auf, zahlt man im Jahr  $0,53 \text{ Cent} \cdot 365 = 192 \text{ Cent}$ .

### Gängige Batterien und Akkus





















- Alkali-Mangan-Batterie (1,5 V bei einzelner Zelle und bis zu 9 V bei Blockbatterien)
- Lithium-Eisensulfid-Batterie (1,5 V bei einzelner Zelle und bis zu 9 V bei Blockbatterien)
- Nickel-Metallhydrid-Akku (1,2 V)
- Nickel-Cadmium-Akku (1,2 V)
- Blei-Akku (2,3 V)
- Lithium-Ionen-Akku (3,6 V)

Zitrone: © morningarage/iStock/Getty Images Plus, Smartphone: © colourbox, Batterien: © IsraelMcKee/iStockphoto

## Die Zitronenbatterie – Teste dein Wissen in einem Quiz

M 9

	<b>Frage</b> Wie ist eine Zitronenbatterie aufgebaut?	<b>Antwort</b> Sie besteht aus einer Zitrone, in der jeweils ein Blech aus Kupfer und ein Blech aus Zink stecken (Elektroden).	
	<b>Frage</b> Wo laufen die chemischen Reaktionen in einer Batterie ab?	<b>Antwort</b> Auf der Oberfläche der Elektroden.	
	<b>Frage</b> Was läuft in einer Batterie an der Anode ab?	<b>Antwort</b> Es findet eine Oxidation (Elektronenabgabe, z. B. $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ ) statt.	
	<b>Frage</b> Was läuft in einer Batterie an der Kathode ab?	<b>Antwort</b> Es findet eine Reduktion (Elektronenaufnahme, z. B. $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ ) statt.	
	<b>Frage</b> Welche Rolle spielt die Zitronensäure der Zitronenbatterie?	<b>Antwort</b> Sie ist der Elektrolyt und liefert die für die Reaktion notwendigen $\text{H}^+$ -Ionen ( $\text{H}_3\text{O}^+ \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ ).	
	<b>Frage</b> Wie kann man die von einer Zitronenbatterie erzeugte Spannung erhöhen?	<b>Antwort</b> Man kann die Spannung erhöhen, indem man mehrere Zitronenbatterien in Reihe schaltet.	
	<b>Frage</b> Warum ändert es sich beim Abläufen in der Zitronenbatterie um chemische Reaktionen?	<b>Antwort</b> Es entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.	
	<b>Frage</b> Warum funktioniert die Zinkelektrode als Anode und die Kupferelektrode als Kathode und nicht umgekehrt?	<b>Antwort</b> Zink ist unedler als Kupfer. Zink gibt also leichter Elektronen ab als Kupfer. Daher läuft an der Zinkelektrode die Oxidation ab (Anode).	
	<b>Frage</b> Durch welche kleinsten Teilchen entsteht die Spannung in der Zitronenbatterie?	<b>Antwort</b> Durch Elektronen.	

Fragezeichen, Ausrufezeichen: © HitToon/iStock/Getty Images Plus



# Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.  
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online  
14 Tage lang kostenlos!

[www.raabits.de](http://www.raabits.de)

