

## V.16

### Chemische Reaktionen

# Energieerzeugung mit Wasserstoff – Die Brennstoffzelle im Stationenlernen betrachten

Nach einer Idee von Sabine Flügel, Jost Baum und Karin Keller



© RAABE 2024

© Vanit Janthra/iStock/Getty Images Plus

Wie wird Strom mithilfe von Wasserstoff erzeugt und wie gewinnt man Wasserstoff aus der Luft? Diesen Fragen gehen Ihre Schülerinnen und Schüler in diesem Stationenlernen rund um das Thema Brennstoffzelle auf den Grund. Sie lernen zunächst das Element Wasserstoff und seine Geschichte kennen und beschäftigen sich anschließend mit der Funktion und dem Aufbau der Brennstoffzelle. Im Anschluss an das Stationenlernen sollen die Schülerinnen und Schüler eine wissenschaftliche Diskussion über die Alltagsstauglichkeit und Umweltverträglichkeit der Brennstoffzelle führen.

---

#### KOMPETENZ

**Klassenstufe:** 9, 10,

**Dauer:** 2 Unterrichtsstunden

**Kompetenz:** 1. Erkenntnisgewinnungskompetenz; 2. Bewertungskompetenz;  
3. Fachkompetenz; 4. Kommunikationskompetenz

**Inhalt:** Energieträger Wasserstoff, Linde-Verfahren, Funktionsweise Brennstoffzellen, Elektrochemie, Galvanische Zelle, Elektronenübergang, Brennstoffzelle, Strom, Batterie

---

## Auf einen Blick

### Vorbemerkung

Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie als Download.

### 1.–4. Stunde

**Thema:** Stationenlernen

- M 1 Was genau ist Wasserstoff – Station 1  
 M 2 Die Geschichte von Wasserstoff – Station 2  
 M 3 Wie ist eine Brennstoffzelle aufgebaut? – Station 3  
 M 4 Wie erzeugt eine Brennstoffzelle Strom? – Station 4  
 M 5 Wie bauen wir unsere eigene Brennstoffzelle – Station 5

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

**Chemikalien:**  Kalilauge (10 %) 

- Geräte:**  1 Schutzbrille pro Lernenden  
 Kleine Plastikschüssel  
 9-V-Batterie  
 Stahlschwamm  
 2 Kabel  
 Schere  
 Motor  
 4 Krokodilklemmen  
 Schere

M 6 Ein Auto mit Wasserstoff – Station 6

**Dauer:** **Vorbereitung:** 30 min, **Durchführung:** 20 min

**Chemikalien:**  Destilliertes Wasser

- Geräte:**  1 Baukasten mit Wasserstoff-Solar-Auto  
 1 Schutzbrille pro Lernenden  
 ggf. 1 Lampe  
 ggf. Blockbatterien

M 7 Wie wird Wasserstoff gespeichert? – Station 7

### 5.–7. Stunde






**Thema:** Diskussion und Ergebnissicherung

- M 8 Ist der Einsatz von Brennstoffzellen umweltfreundlich?  
 M 9 Die Brennstoffzelle – Ergebnissicherung

## Minimalplan

Das Stationenlernen kann flexibel angepasst werden und bei Bedarf können Stationen ausgelassen werden. Die abschließende Ergebnissicherung kann bei Zeitmangel auch als Hausaufgabe aufgegeben werden.

## Erklärung zu den Symbolen

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

## Die Geschichte von Wasserstoff – Station 2

M 2

### Aufgabe 1

Lest den folgenden Info-Text durch.

Die Anfänge der Luftfahrt liegen im Jahr 1783, als erstmals ein Heißluftballon der Brüder Montgolfiers in den Himmel stieg. Angetrieben wurde der Ballon durch die warme Luft, die brennendes Stroh erzeugte.

Der Physiker Jacques Charles wollte diese Technologie durch das Befüllen des Ballons mit Wasserstoff optimieren. Wasserstoff wurde aber erst im Jahr 1766 durch den Naturwissenschaftler Henry Cavendish entdeckt und es war noch sehr schwierig, so große Mengen Wasserstoff herzustellen. Dieses Problem konnte durch die Herstellung von Wasserstoff aus Eisenfeilspänen mit Schwefelsäure gelöst werden. Die Befüllung des ersten Gasballons mit Wasserstoff dauerte vier Tage und im Jahr 1783 startete der Ballon von Charles, die Charlière, schließlich von Paris aus und landete fünf Stunden später in der Nähe eines kleinen Dorfes. Die Steuerung des Ballons war noch sehr schwer, denn man konnte nur die Flughöhe abhängig von Luftdruck, Wind und Strömungen regeln. Als der Gasballon schließlich landete, traktierten die Bauern das teure, unbekannte Flugobjekt mit Mistgabeln und zerstörten es damit.

Im Jahr 1900 startete Ferdinand Graf von Zeppelin sein erstes Luftschiff LZ 1. In den folgenden Jahren wurden die Zeppeline immer weiter entwickelt, die Flugstrecken wurden immer länger – zunächst vom Bodensee nach Berlin, dann auch über den Atlantik nach Amerika und rund um die ganze Welt – und die Geschwindigkeit wurde auf ca. 125 km/h erhöht. Die Luftschiffe waren Luxusfahrzeuge für besonders begüterte Leute. Sie wurden mit Wasserstoff befüllt, da es sich um das leichteste Gas handelt. Helium, ein ebenfalls leichtes Gas, stand zu dieser Zeit noch nicht in so großen Mengen zur Verfügung.

Der Untergang der Technologie für die Massenbeförderung wurde im Jahr 1937 durch einen spektakulären Unfall am Flughafen in Lakehurst bei New York ausgelöst. Dabei kamen 36 Menschen ums Leben. In der Folge wurden Flugzeuge wie wir sie heute kennen für touristische und für militärische Zwecke weiterentwickelt. Zeppeline gibt es heute nur noch für touristische Rundfahrten und den Einsatz für Hochlastentransporte.

### Aufgabe 2

Recherchiert zu folgenden Themen

- Wie wurde der Wasserstoff für die Ballons hergestellt? Gib auch eine Wort- und eine Formelgleichung an.
- Wie wurde Wasserstoff durch Henry Cavendish entdeckt?
- Erkläre, welche Ursachen der Unfall in Lakehurst hatte.

### Aufgabe 3

Recherchiert im Internet über das Zeppelinmuseum am Bodensee sowie über Lasten-Zeppeline.



## M 3

## Wie ist eine Brennstoffzelle aufgebaut? – Station 3

**Aufgabe 1**

Recherchiert im Internet zum Aufbau der Brennstoffzelle.

**Tipp:** Rufe die Seite auf: <https://raabe.click/Funktion-Brennstoffzelle> und informier dich über den Aufbau durch Anklicken der Infobuttons.

**Aufgabe 2**

Beschriftet die Abbildung der Brennstoffzelle und **zeichnet** den Elektronen- sowie den Wasserstoff-Ionenfluss ein.

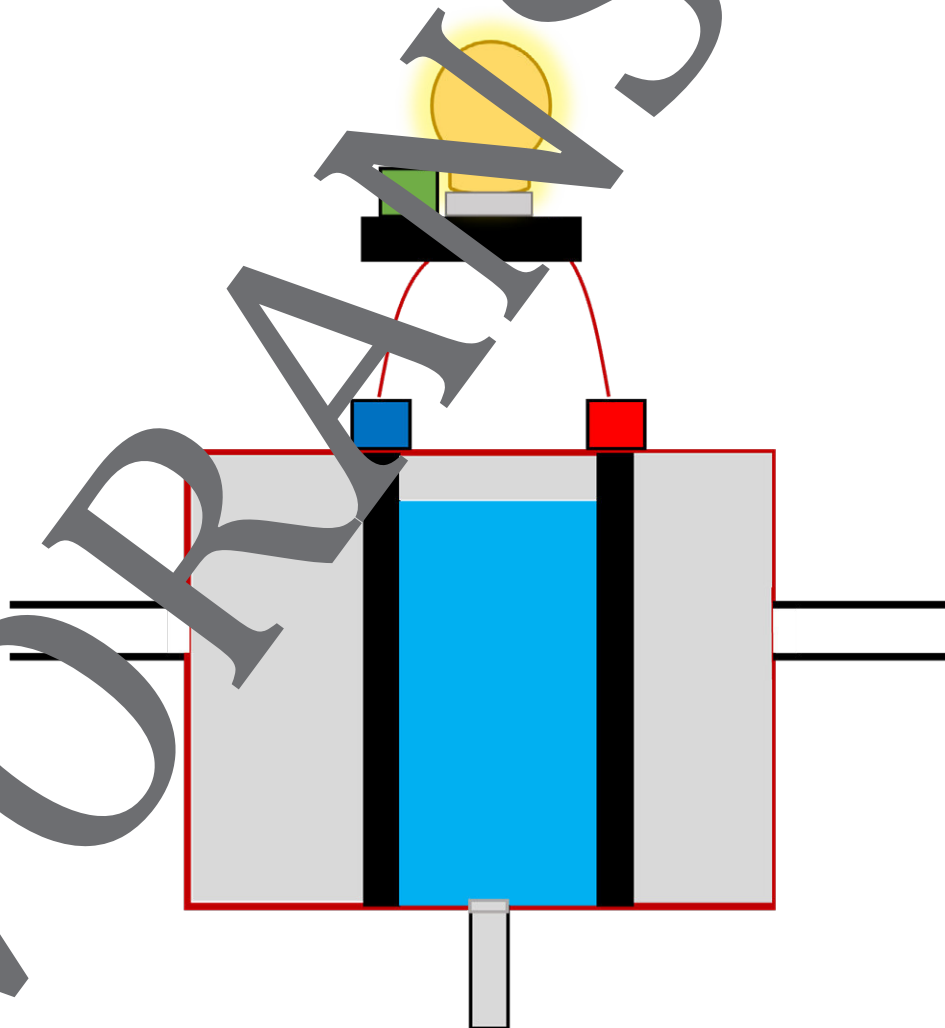
Auf der Seite <https://raabe.click/Funktion-Brennstoffzelle> wird die Animation durch Drücken des Schalters gestartet.

**Aufgabe 3**

Beschreibt den Aufbau der Elektroden.

**Aufgabe 4**

Beschreibt die Grundreaktion in der Brennstoffzelle in einem Satz.




## Wie bauen wir unsere eigene Brennstoffzelle? – Station 5

M 5

Schülerversuch: Modellversuch zur Brennstoffzelle

Vorbereitung: 10 min, Durchführung: 20 min

Chemikalien	Geräte	
<input type="checkbox"/> Kalilauge (10 %) 	<input type="checkbox"/> Kleine Plastikschüssel	<input type="checkbox"/> Schaumstoff
	<input type="checkbox"/> 9-V-Batterie	<input type="checkbox"/> Motor
	<input type="checkbox"/> Stahlschwamm	<input type="checkbox"/> 4 Krokodilklemmen
	<input type="checkbox"/> 2 Kabel	<input type="checkbox"/> Schere

**Entsorgung:** Die Lauge kann aufgehoben und wieder verwendet oder neutralisiert und in den Abfluss gegeben werden.

### Versuchsdurchführung

- Füllt die Schüssel ca. 3 cm hoch mit Kalilauge.
- Schneidet ein Stück Schaumstoff so zurecht, dass es in die Schüssel gestellt werden kann und diese in 2 Kammern teilt.
- Schneidet aus dem Stahlschwamm 2 Stücke heraus. Jedes soll ca. 1 cm<sup>3</sup> groß sein.
- Legt je ein Schwämmchen in eine der Kammern mit Kalilauge.
- Ladet die Brennstoffzelle 1-2 Minuten auf, indem ihr je ein Schwämmchen über Krokodilklemmen und Kabel mit einem Pol der Batterie verbindet.
- Verbindet nun die Kabel mit dem Motor an der Brennstoffzelle.

### Versuchsaufbau



Grafik erstellt mit <https://www.rechner.org>

### Aufgabe 1

**Beschreibt** die Beobachtungen während des Ladevorgangs.

### Aufgabe 2

**Nennt** die beiden Stoffe, die während des Ladens an den Elektroden entstehen.

### Aufgabe 3

Im Prinzip läuft in der Brennstoffzelle eine Knallgasreaktion ab.

**Beschreibt** die wichtigsten Unterschiede zwischen der Knallgasprobe im Reagenzglas und den Vorgängen in der Brennstoffzelle.

# 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)

