

## F.1.21

### Elektrochemie – Galvanische Elemente

## Wasserstoff als Energieträger – Experimente mit einer Brennstoffzelle

Nach einer Idee von Jost Baum



© RAABE 2024

© Scharfsinn86/istock/Getty Images Plus

Wasserstoff gewinnt als Energieträger zunehmend an Bedeutung. Er kann durch die Elektrolyse von Wasser gewonnen werden und findet bereits vielfältige Anwendungen, etwa in Wasserstoffautos, die mit Brennstoffzellen betrieben werden.

In diesem Material werden die theoretischen Grundlagen des Baus einer Brennstoffzelle ausführlich behandelt, begleitet von praktischen Experimenten zur Veranschaulichung der Funktionsweise.

---

## KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	8/9/10
<b>Dauer:</b>	ca. 8 Unterrichtsstunden
<b>Kompetenzen:</b>	1. Erkenntnisgewinnungskompetenz, 2. Fachkompetenz
<b>Methoden:</b>	Experiment, Stationenarbeit, digitale Übungen, Datenauswertung, Diskussion, Übung
<b>Inhalt:</b>	Energieträger Wasserstoff, Linde-Verfahren, Funktionsweise Brennstoffzellen, Reihenschaltung, Parallelschaltung
<b>Zusatzmaterialien:</b>	LearningApps

---

## Didaktisch-methodische Hinweise

### Hinweise zur Didaktik

Wasserstoff gewinnt als Energieträger immer mehr an Bedeutung. Dabei bietet er eine Alternative zu den fossilen Energieträgern und hat damit ein enormes Potenzial für eine nachhaltige Energiezukunft. Das Gas wird bereits in Wasserstoffautos, die mit Brennstoffzellen betrieben werden, verwendet. Brennstoffzellen spielen eine entscheidende Rolle bei der Energiewende, da sie es ermöglichen, aus Wasserstoff und Sauerstoff elektrische Energie zu gewinnen. Diese Technologie kann in verschiedenen Bereichen wie Haushalt, Industrie und Verkehr zur Energiegewinnung eingesetzt werden. Die daraus resultierende elektrische Energie ist CO<sub>2</sub>-frei, sofern der Wasserstoff durch Elektrolyse mit „grünem“ Strom hergestellt wurde. Wasserstoff fungiert hier als Energieträger, der durch erneuerbare Energien wie Sonnen- oder Windenergie dezentral erzeugt und anschließend zentral zur Stromerzeugung genutzt werden kann.

In diesem Beitrag wird das Thema Wasserstoff als Energieträger und die Brennstoffzelle behandelt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten einen Einblick in den Energieträger Wasserstoff und lernen das Linde-Verfahren zur Verflüssigung von Wasserstoff kennen. Darüber hinaus erfahren sie, wie Brennstoffzellen funktionieren und wie man den Betrieb einer Brennstoffzelle sowohl in Reihenschaltung als auch in Parallelschaltung untersucht. Die Lernenden werden außerdem den Umgang mit Messgeräten erlernen und die Berechnungen von  $P_{ab}$ ,  $P_{zu}$  und  $\eta$  durchführen.

## Auf einen Blick







### Grundlagen zum Energieträger Wasserstoff und der Funktion einer Brennstoffzelle

- M 1** Station 1: Was ist Wasserstoff?  
**M 2** Station 2: Elektrolyse – Erzeugung von Wasserstoff  
**M 3** Station 3: Das Linde-Verfahren – Wasserstoffspeicherung  
**M 4** Station 4: Die Brennstoffzelle

### Experimente mit Brennstoffzellen

- M 5** Station 5: Experimente mit Brennstoffzellen  
**M 6** Station 6: Eine Brennstoffzelle in einer Zelle  
**M 7** Station 7: Zwei Brennstoffzellen in Reihenschaltung  
**M 8** Station 8: Zwei Brennstoffzellen in Parallelschaltung

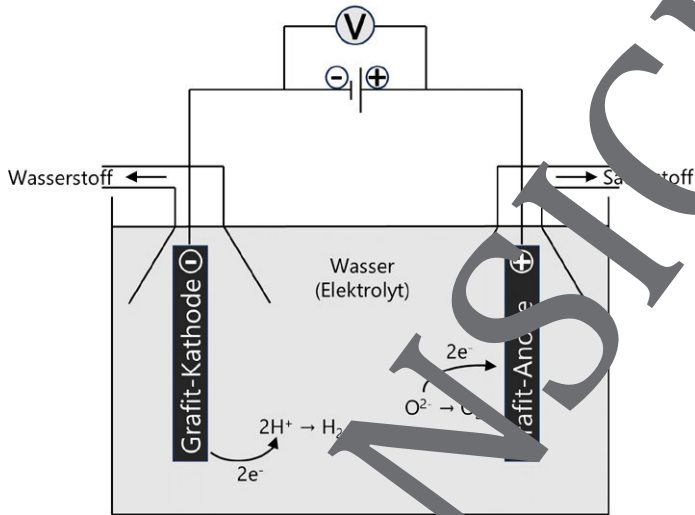
### Erklärung zu den Symbolen

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

## Station 2: Elektrolyse – Erzeugung von Wasserstoff

M 2a

Wasserstoff kann durch die chemische Aufspaltung von Erdgas oder Erdöl gewonnen werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das Gas mittels Elektrolyse aus Wasser zu erzeugen. Im Folgenden ist der Versuchsaufbau für die Elektrolyse von Wasser dargestellt.



### Versuchsaufbau Elektrolyse von Wasser

Zwei Graphitstäbe (Anode als Minuspol bzw. Kathode als Pluspol) werden in eine Lösung (Elektrolyt) aus destilliertem Wasser und Salz getaucht. Anschließend wird eine Spannung angelegt. Das Wasser wird durch den elektrischen Strom in Wasserstoff, der an der Kathode aufsteigt, und in Sauerstoff, der an der Anode aufsteigt, zerlegt. Bringt man den aufgefängenen Wasserstoff mit Sauerstoff in Berührung, entsteht ein brennbares Gasgemisch. Führt man Sauerstoff und Wasserstoff wieder in dem Elektrolyten zusammen, so entsteht erneut Wasserstoff, wenn elektrische Energie frei.

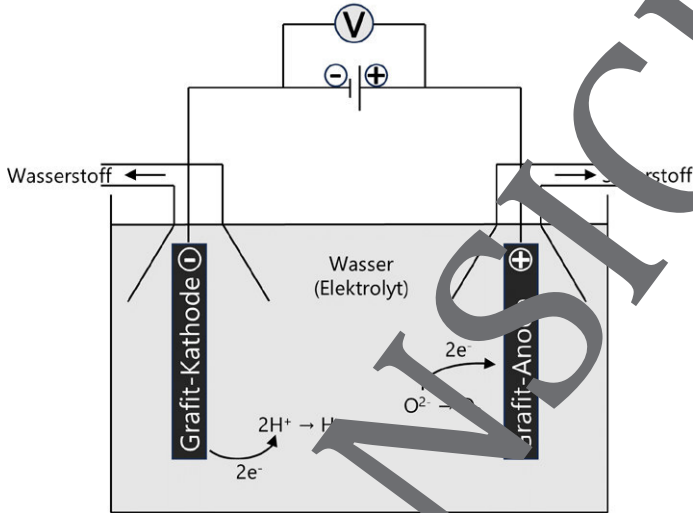
### Aufgabe

1. Übertrage die Skizzen in dein Heft und beschrifte sie.
2. Beschreibe, wodurch bei der Elektrolyse Wasserstoff bzw. Sauerstoff entsteht.
3. Beschreibe, woraus das Elektrolyt besteht.
4. Erkläre, wie bei dem Versuchsaufbau ein brennbares Gasgemisch entsteht.
5. Erläutere, was bei der Umkehrung der Elektrolyse stattfindet

## M 2b Station 2: Elektrolyse – Erzeugung von Wasserstoff



Wasserstoff kann durch die chemische Aufspaltung von Erdgas oder Erdöl gewonnen werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das Gas mittels Elektrolyse aus Wasser zu erzeugen. Im Folgenden ist der Versuchsaufbau für die Elektrolyse von Wasser dargestellt.



### Versuchsaufbau Elektrolyse von Wasser

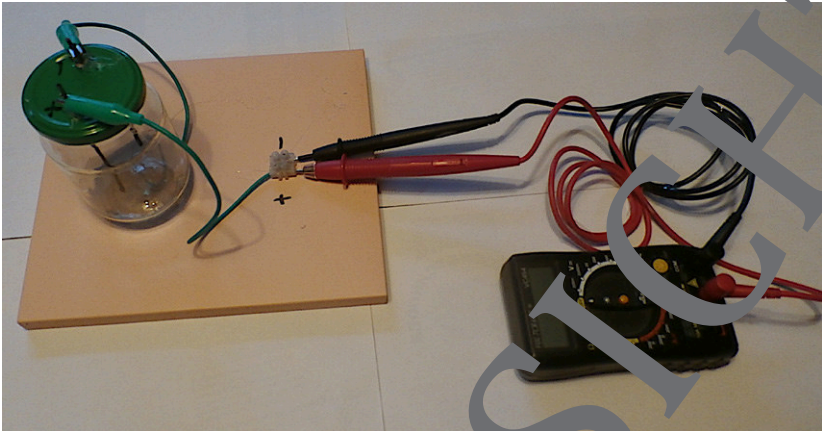
Zwei Graphitstäbe (Anode als Minuspol bzw. Kathode als Pluspol) werden in eine Lösung (Elektrolyt) aus destilliertem Wasser und Salz getaucht. Anschließend wird eine Spannung angelegt. Das Wasser wird durch den elektrischen Strom in Wasserstoff, der an der Kathode aufsteigt, und in Sauerstoff, der an der Anode aufsteigt, zerlegt. Bringt man den aufgefängenen Wasserstoff mit Sauerstoff in Berührung, entsteht ein brennbares Gasgemisch. Führt man Sauerstoff und Wasserstoff wieder in dem Elektrolyten zusammen, so entsteht erneut Wasser. Dabei wird elektrische Energie frei.

### Aufgaben

1. **Stelle** die Reaktionsgleichung zur Elektrolyse von Wasser **auf**.
2. **Beschreibe**, wodurch bei der Elektrolyse Wasserstoff bzw. Sauerstoff entsteht.
3. **Beschreibe**, woraus das Elektrolyt besteht.
4. Für den Versuch ist der Sicherheitshinweis „Achtung, von offenen Flammen fernhalten!“ hinterlegt. **Erkläre**, wozu dieser Hinweis gemacht wird.
5. **Erläutere**, was bei der Umkehrung der Elektrolyse stattfindet. **Stelle** die Reaktionsgleichung **auf**.

## Station 6: Eine Brennstoffzelle in Reihenschaltung

M 6



Spannungsmessung Schaltkreis II

© Jost Baum

© RAABE 2024



Strommessung Schaltkreis II

© Jost Baum

### Aufgaben

1. **Ersetze** den Elektrolyten. **Erkläre**, warum dies notwendig ist.
2. **Schließe** eine Brennstoffzelle in Reihenschaltung an. **Messe**  $U_2$  und  $I_2$  an der LED (Schaltkreis II). Messe ebenfalls den Strom  $I_1$ , der vom Trafo ( $U_1$ ) im Schaltkreis I durch die Brennstoffzelle fließt. Notiere die Ergebnisse in folgender Tabelle.
  - a) **Berechne**  $P_{ab}$  und  $P_{zu}$  ( $P_{zu} = P_1$ ,  $P_{ab} = P_2$ ).  
Formel:  $P = U \cdot I$   
**Notiere** die Ergebnisse in folgender Tabelle.
  - b) **Berechne**  $\eta_a$ . **Notiere** die Ergebnisse in folgender Tabelle. Formel:  $\eta_a = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$

Schaltkreis I

Schaltkreis II

$U_1$	$I_1$	$U_2$	$I_2$	$P_1$	$P_2$	$\eta_a$

3. **Werte** den Versuch aus:
  - a) Was lässt sich über  $\eta_a$  aussagen?
  - b) Welche Konsequenz hat dies für die industrielle Herstellung von Wasserstoff?



# 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)

