

# Aktivität 1.2. Brennstoffzellen

## Cultural Background

Brennstoffzellen sind galvanische Zellen, die chemische Reaktionsenergie eines kontinuierlich zugeführten Brennstoffes und eines Oxidationsmittels in elektrische Energie wandelt. Die Brennstoffzelle und „grüner Wasserstoff“ haben das Potenzial, neue Akzente in der Energieversorgung und der Elektromobilität zu setzen. Auch wenn mit Brennstoffzelle oft eine Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle gemeint ist, können auch alternative Brennstoffe benutzt werden, zum Beispiel Methanol oder Erdgas.

Um die Zukunft unserer Mobilität zu sichern ist die Abkehr vom Erdöl ein notwendiger Schritt. Für den Personen- und Güterverkehr sind zwei Technologien interessant: Elektromobilität mit Wasserstoff bzw. Brennstoffzelle und Elektromobilität mit Batterie. Im Gegensatz zur Batterie, die Strom speichert, ist die Brennstoffzelle ein Wandler, der Strom aus Wasserstoff gewinnt. Gemeinsam ist beiden Ansätze, dass sie keine schädlichen Emissionen verursachen und Ressourcen schonen.

Es ist in dieser Einheit wichtig, zu sich vor Augen zu führen, dass Brennstoffzellen keiner Energiespeicher sondern Energiewandler sind. Die Energie wird in chemisch gebundener Form dem Brennstoff zugeführt.

## In Waldsee

In Waldsee's STEM high school credit program, students use their German to develop their engineering skills and to understand the environmental impact of different technologies. Students break into small groups to create and then experiment with fuel cell cars to understand the science and environmental impact behind fuel cell technology.

## In the Classroom

In this unit students will create fuel cell cars. They will conduct a number of experiments with the cars, using their German to discuss similarities and differences as well as advantages and disadvantages of various fuel cells.

## Objectives

- **Communication**
  - Students will use German language constructions and vocabulary to describe and explain different experiments involving fuel cells.
  - Students will understand general vocabulary and technical language.
  - Following commands given exclusively in German.

- Students will use their German to explain the different steps in using a fuel cell to split water into hydrogen and oxygen using solar power and recombining the gases to allow electrons to flow and power the electric motor
- **Connections**
  - Students will be able to make connections to the real world and get the knowledge to think about using alternative fuel cells in their daily lives.
  - Students will be able to discuss possible applications for fuel cell technology in the near or distant future.
- **Culture**
  - Students will learn and reflect on a culture's energy use and the use of fuel cell technology in the United States and German-speaking Europe.
- **Comparisons**
  - Students will be able to use their German to compare and contrast different experiments and discuss various hypotheses about the results.
- **Communities**
  - Students will work together as a team to produce a common product.

### ***Language Functions in Focus***

- Describing procedures and processes
- Evaluating
- Suggesting
- Presenting information
- Giving reasons and explaining causality
- Comparing and contrasting
- Indicating agreement and disagreement
- Expressing and justifying opinions
- Analyzing and interpreting experiments

### ***Materials***

- Fuel Cell 10 Car and Experiment kit:  
<https://www.super-science-fair-projects.com/product/fuel-cell-10-car-experiment-kit/>

### ***Preparation***

As a teacher, familiarize yourself with the experiment kit.

## **Generating Interest**

Ask the students: *Was haben eure Eltern für ein Auto? Wie wird es angetrieben? Tankt ihr Benzin, Diesel oder vielleicht etwas anderes?*

*Welche Möglichkeiten der Energiebeschaffung kennt ihr? Kennt ihr Solarpaneele? Heute probieren wir verschiedenen Arten der Energiebeschaffung aus, in dem wir dieses Auto mit unterschiedlichen Energiequellen antreiben.*

## **Assembly of the car**

1. Put the chassis and the axle together and connect them with a screw.
2. Install the electric engine with the right rear-wheel and tighten them together, with two screws from below.
3. Put the two front-wheels onto the front-axle and the third one onto the left rear axle.
4. Place the water tank in the back part of the car.
5. Place the gas tank into the water tank.

## **Presentation and Practice**

### **Experiment A: Battery**

1. Set up the display stand. *Baut den Präsentationshalter auf.*
2. Slide the short axle with shaft stop into the axle holder. Position the rubber belt and the first pulley wheel in the groove between the two sides of the axle holder so that the axle slides through both of them as it passes through the groove. *Führt die kurze Achse mit Achsstop in den Achshalter ein. Positioniert den Gummiriemen und das erste Rad in Einkerbung zwischen den beiden Seiten des Achshalters, damit die Achse durch beide Reifen geht.*
3. Insert the long axle with the shaft stop into axle holder 2. *Führt die long Achse mit dem Achsstop in Achshalter 2 ein.*
4. As with the first axle, position the rubber belt and the pulley wheel in the groove between the two sides of axle holder. 2. Slide the long axle through the pulley and the belt. *Genau wie mit der ersten Achse, montiert den Gummiriemen und das Rad in der Einkerbung zwischen den beiden Achshaltern.*
5. The third axle has no shaft stop. Insert it in axle holder 3 and put roller caps on both ends.
6. Position the car on the display stand. *Platziert das Auto auf dem Präsentationshalter.*
7. Put two 1,5 V type AA batteries into the battery case. *Legt zwei 1,5 V AA Batterien ein.*
8. Attach the battery holder's plugs to the two motor connectors. *Verbindet die Batterien mit dem Motor.*
9. Turn the battery holder on. *Schaltet den Batteriehalter an.*

10. Observe if and how the car moves. *Beobachtet ob, und wenn ja, wie das Auto sich bewegt.*

### **Experiment B: Solar Panel**

1. Place the solar panel on the display stand. *Platziert das Solarpanel auf dem Präsentationshalter.*
2. Measure the voltage with the digital multimeter, you can measure the operating voltage in direct sunlight. *Misst die Voltzahl mit dem digitalen Multimeter in direktem Sonnenlicht.*
3. The solar panel will enable the car to drive, as long as the panel has the sun's rays shining on it. It cannot store energy. *Das Solarpanel, wird das Auto antreiben solange es von der Sonne bestrahlt wird.*

### **Experiment C: Fuel Cell**

1. Place the fuel cell in the well between the two seats. *Platziert die Brennstoffzelle in der Kuhle zwischen den beiden Sitzen.*
2. The black socket H<sub>2</sub> should be on the left side and the red socket O<sub>2</sub> on the right. *Die schwarze Fassung mit dem mit H<sub>2</sub> sollte auf der linken Seite und die rote Fassung mit O<sub>2</sub> auf der rechten Seite sein.*
3. The H<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> marks should be visible at the top. *Die H<sub>2</sub> und O<sub>2</sub> Markierungen sollte am oberen Rand sichtbar sein.*

### **Preparing Water Tank and Gas Tanks**

1. Set the water container into the recess at the rear end of the car. *Platziere den Wasserbehälter in die Vertiefung am hinteren Ende des Autos.*
2. Insert the gas tank unit, with the bigger container on the left and the smaller oxygen container on the right.
3. The fuel cell now has to be connected with the hose sections. You'll need one 4cm hose and one 10 cm hose. Insert the shorter hose section onto the upper nozzle connectors on the cell. Insert the longer hose sections onto the lower nozzle connectors of the fuel cell and to the nozzles on the gas tanks.
4. The H<sub>2</sub> hose should lead to the larger tank and the O<sub>2</sub> hose should lead to the smaller tank. *Der H<sub>2</sub> Schlauch sollte zum größeren Tank führen und der O<sub>2</sub> Schlauch zum schmaleren Tank.*
5. The still open hose sections should be on the upper nozzle connectors of the cell. *Die offenen Schlauchenden, sollten auf den oberen Düsen Verbindungen sein.*

### **Preparing the System by Filling the Water Tank**

1. Preparing the syringe: Cut 5 cm off of the supply hose. Insert this hose section over the syringe opening, widen the nose section if necessary. *Bereitet die Spritze vor: Schneidet 5 cm vom Zubringerschlauch ab. Verbindet nun den Schlauch mit der*

*Spritze, eventuell müsst ihr die Schlauchöffnung etwas weiten, damit sie auf die Spritze passt.*

2. The fuel cell tanks should only be filled with distilled water. Distilled water can usually be purchased in supermarkets or pharmacies. *Die Brennstoffzelle sollte nur mit destilliertem Wasser befüllt werden.*

3. Pour ¼ liter of distilled water into a clean glass. *Füllt ¼ Liter destilliertes Wasser in ein sauberes Glas.*

4. Draw water into the syringe by pulling up carefully on the plunger. *Zieht vorsichtig Wasser in die Spritze.*

5. Insert the free end of the syringe tip into the short hose section on the H<sub>2</sub> side of the fuel cell and suck out the water until there are no more bubbles. Pull out the syringe tip and replace it with a sealing plug inserted into the end of the hose. Inject the bubble-free water into the water tank. Carry out the same procedure on the oxygen O<sub>2</sub> side of the cell. The fuel cell now sealed off from the outside air. *Steckt die Spritze in den H<sub>2</sub> Schlauch und saugt das Wasser aus, bis es keine Luftblasen mehr gibt. Nehmt die Spritze raus und schließt den Schlauch mit einem Stopfen. Füllt das blasenfreie Wasser in den Wassertank. Folgt dem gleichen Prinzip mit der O<sub>2</sub> Seite der Brennstoffzelle. Die Brennstoffzelle ist nun versiegelt.*

## **Producing Gas with the Solar Panel**

1. The fuel cell is now connected to the gas tanks, and you can start to make the fuel for the fuel cell. *Die Brennstoffzelle ist jetzt mit den Benzintanks verbunden und ihr könnt beginnen das Benzin für die Brennstoffzelle zu machen.*

2. The fuel cell is being powered by hydrogen and oxygen. *Die Brennstoffzelle wird von Wasserstoff und Sauerstoff angetrieben.*

3. The fuel cell can also make these two gases, by separating water into its component elements, oxygen and hydrogen. *Die Brennstoffzelle kann diese beiden Gase produzieren, indem sie Wasser in seine beiden Elemente Sauerstoff und Wasserstoff teilt.*

4. This process needs electricity. The electricity can be provided, by the solar panel when it is directly exposed to sunlight. The system can also work in reverse, after the gases have been produced and stored, they can be led back to the cell where they combine which will release electricity. *Dieser Prozess benötigt Elektrizität. Die Elektrizität kann von dem Solarpanel geliefert werden, wenn dieses von der Sonne bestrahlt wird. Der Prozess funktioniert auch rückwärts, nachdem die Gase geteilt und gelagert wurden, können diese in die Zelle zurückgeführt werden und Elektrizität erzeugen.*

5. Now, electrolysis begins in the fuel cell, which is the splitting of water into its elements. The produced gas pushed the water that remains inside from the fuel cell through the longer hose into the gas tanks in the water container. The larger tanks will fill with hydrogen gas, the smaller one with oxygen and after only a few minutes, you can see how the gases push the water down in their storage tanks and the water level in the water tank will start to rise. As soon as the first bubbles rise out of the gas tanks to the water's surface, the gas tanks are full. *Nun beginnt die Elektrolyse in der*

*Brennstoffzelle. Elektrolyse ist das Teilen von Wasser in seine Elemente Wasserstoff und Sauerstoff. Das produzierte Gas drückt das übrige Wasser durch den längeren Schlauch in die Gastanks im Wassercontainer. Die größeren Tanks werden mit Wasserstoff Gas gefüllt, die kleineren mit Sauerstoff. Nach kurzer Zeit könnt ihr sehen, wie die Gase das Wasser in die Tanks drücken und das Wasserlevel steigt. Sobald die ersten Blasen zu sehen sind, sind die Tanks voll.*

### **Abschließende Fragen und Fazit**

*Was nehmt ihr aus diesem Experiment mit? Wie kann euch das heute erworbene Wissen in der echten Welt helfen? Was sagt euch das Experiment in Bezug auf erneuerbare Energien oder auf eure Autowahl?*

### **Wortschatz**

#### **Nouns:**

die Sonnenenergie	der Sonnenkollektor	die Brennstoffzelle (fuel cell)
der Schlauch	die Schläuche	der Stöpsel
der große Wassertank	der kleine Wassertank	der Sauerstoff
der Wasserstoff	das Brennstoffzellenauto	die Elektronen
die elektrische Kabel	der Elektromotor	das Spalten,
das Wasser	das Verbinden von Sauerstoff und Wasserstoff	das Experiment
die Anwendung	das Ergebnis	
die Erklärung		

#### **Verbs:**

einfüllen	ansaugen	anwenden	überlegen	diskutieren	einfügen
sammeln	isolieren	reflektieren	absorbieren	messen	vergleichen
beschreiben	zusammenfassen	lösen	finden	kombinieren	beschreiben
erklären	begründen	erweitern	graphisch darstellen		skizzieren

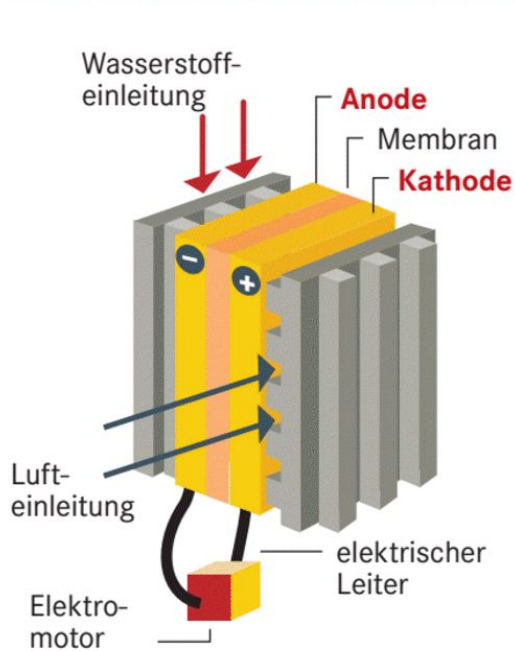
#### **Adjectives:**

passend	korrekt	kompliziert	einfach	warm	kalt	heiß	hoch
tief	steil	flach	geteilt	schön	fertig	richtig	falsch
klar	graphisch	beste	effektivste				

#### **Adverbs:**

zuerst	danach	als nächstes	später	zuletzt	schließlich
--------	--------	--------------	--------	---------	-------------

## Die Funktion einer Brennstoffzelle



- 1 Der eingeleitete Wasserstoff zerfällt an der Anode in positiv geladene Protonen ( $H^+$ ) und negativ geladene Elektronen (-).
- 2 Die Protonen ( $H^+$ ) wandern durch eine Membran zur Kathode, während die Elektronen, die sich nicht durch die Membran bewegen können, durch einen elektrischen Leiter als nutzbarer Strom dorthin gelangen. Mit diesem Strom kann z.B. ein Elektromotor betrieben werden.
- 3 An der Kathode reagieren die Wasserstoffprotonen ( $H^+$ ) mit dem Sauerstoff( ) aus der Luft und den Elektronen (-) zu Wasserdampf, der als „Abgas“ entweicht.

*Dieser Prozess läuft kontinuierlich ab, solange ausreichend Wasserstoff und Sauerstoff an Anode und Kathode zur Verfügung stehen.*