

Unterrichtseinheit: Rund um den Wasserstoff

Der Wasserstoff und seine Farben

Wasserstoff (H_2) ist normalerweise ein farbloses Gas. Woher kommen nun die Bezeichnungen grüner, grauer, oder blauer Wasserstoff? Diese Farben werden in Verbindung mit der Herstellung von Wasserstoff verwendet und haben eine ganz spezielle Bedeutung. Die Farben beziehen sich nämlich auf die Klimafreundlichkeit des Herstellungsprozesses sowie auf die beim Prozess verwendeten Energiequellen. Was genau bedeutet das? Bei der Herstellung von Wasserstoff wird Wasser durch Elektrolyse in seine Elemente aufgespalten. Der für die Elektrolyse benötigte Strom wird durch erneuerbare Energien bereitgestellt, weswegen man hier auch von grünem Wasserstoff spricht. Die Herstellung ist in diesem Fall also CO_2 -neutral. Wird bei der Elektrolyse von Wasser Strom aus fossilen Brennstoffen und nicht aus erneuerbaren Energiequellen verwendet, spricht man in diesem Fall von grauem Wasserstoff.

Bei türkischem Wasserstoff handelt es sich um das Produkt eines thermischen Verfahrens. Hierbei wird Erdgas, das hauptsächlich aus Methan (CH_4) besteht, bei sehr hohen Temperaturen in Wasserstoff und festen Kohlenstoff (C) aufgespalten. Diesen endothermen Prozess nennt man Methanpyrolyse. In diesem Fall ist die Herstellung zwar klimafreundlich, aber nicht vollständig CO_2 -neutral, da bei der Förderung des Erdgases aus dem Boden häufig Emissionen entstehen.

Grauer Wasserstoff wird aus fossilen Energieträgern wie Erdgas, Erdöl oder Kohle hergestellt. Bei der Dampfreformierung wird hier jedoch nicht nur Wasserstoff gewonnen, sondern es fallen auch Nebenprodukte wie Kohlenstoffmonoxid (CO) und Kohlenstoffdioxid (CO_2) an. Dieser Prozess ist ebenfalls endotherm, sodass hier Wärme hinzugefügt werden muss, damit die Reaktionen ablaufen können.

Im Vergleich zum grauen Wasserstoff wird beim blauen Wasserstoff das entstehende CO_2 unterirdisch, das heißt im Boden aufgefangen und gespeichert. Allerdings ist bisher nicht gesichert, ob das Gas nicht doch irgendwann in die Atmosphäre entweichen kann oder ob ausreichend Speicherkapazität im Boden vorliegt.

Es ist eine Herausforderung, ausreichende Mengen an Wasserstoff klimafreundlich zu produzieren, denn selbst der grüne Wasserstoff hat einen großen Nachteil: Bei der Herstellung werden hohe Mengen an Energie benötigt.



Schon gewusst?

Bei der Beurteilung der Klimafreundlichkeit in Bezug auf die Herstellung von Wasserstoff muss der gesamte Herstellungsprozess betrachtet werden!

Aufgabe 1 ☆

Recherche: Was sind erneuerbare Energien? Welche gibt es? Worin liegt ihr Vorteil?

Aufgabe 2 ☆

Welche Bedeutung haben die verschiedenen Farben des Wasserstoffs?

Aufgabe 3 ☆ ☆

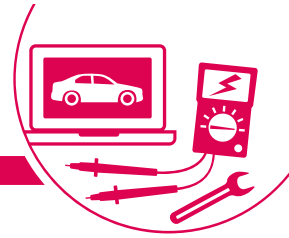
Recherche: Gibt es noch weitere Herstellungsverfahren und damit verbunden weitere Farben von Wasserstoff?

Aufgabe 4 ☆ ☆

Erstelle eine Übersicht zu den verschiedenen Wasserstoffspeichermethoden.

Aufgabe 5 ☆ ☆ ☆

Diskutiere die verschiedenen Arten des Wasserstoffs hinsichtlich der Themen Nachhaltigkeit und Effizienz.



Lösungen

Aufgabe 1 ☆

Eigenrecherche: Was sind erneuerbare Energien? Welche gibt es? Worin liegt ihr Vorteil?

Individuelle Lösungen, zum Beispiel:

- Energieträger: Wind- und Solar-Energie sowie Biomasse, Geothermie und Wasserkraft
- Prinzip: Wärme, Strom und Kraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen oder durch in der Natur stattfindende Prozesse erzeugen
- Ziele: Klimaschutz, Versorgungssicherheit, Vermeidung von Rohstoffkonflikten
- Vorteile: kaum Emissionen, stets vorhanden, global verfügbar (dadurch Unabhängigkeit von spezifischen Erzeuger-Staaten), gegebenenfalls Transportkosten-Einsparnisse, Gefahrenreduktion (beispielsweise im Vergleich zu Kernkraftwerken), ...

Aufgabe 2 ☆

Welche Bedeutung haben die verschiedenen Farben des Wasserstoffs?

Die unterschiedlichen Farben des Wasserstoffs zeigen an, wie klimafreundlich der jeweilige Wasserstoff ist. Der Herstellungsprozess steht in engem Zusammenhang mit der Klimafreundlichkeit, sodass die Farben außerdem die Art und Weise beschreiben, wie der Wasserstoff hergestellt wird und ob Kohlenstoffdioxid als Nebenprodukt entsteht.

Aufgabe 3 ☆ ☆

Gibt es noch weitere Herstellungsverfahren von Wasserstoff und damit verbunden weitere Farben von Wasserstoff?

Wird bei der Wasserelektrolyse der benötigte Strom aus Atomkraft genommen, spricht man von violetterem oder pinkem Wasserstoff. Beim gelben Wasserstoff verwendet man hingegen eine Mischung aus verschiedenen Energien, das heißt einen sogenannten „Strommix“.

Quellen:

<https://www.energy4climate.nrw/industrie-produktion/wasserstoff/herstellung-farben>

<https://www.genius-community.com/allgemein/ist-gruener-wasserstoff-wirklich-gruen-11858/>

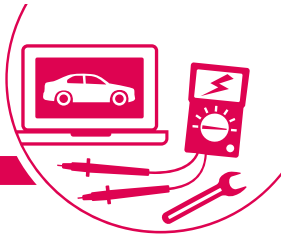
Aufgabe 4 ☆ ☆ - ☆ ☆ ☆

Erstelle eine Übersicht zu den verschiedenen Wasserstoffspeichermethoden.

Individuelle Lösungen, zum Beispiel:

- physikalische Speicherung:
 - gasförmig: kurzfristige Speicherung unter Hochdruck in Drucktanks oder langfristig in Kavernenspeichern im Boden
 - flüssig: in isolierten Kryotanks bei sehr niedrigen Temperaturen (-253 °C)





- Gegenstand aktueller Forschung – Speicherung durch Absorption in Festkörpern oder Adsorption auf der Oberfläche von Festkörpern:
 - I. Einlagerung in sogenannten Metallhydridspeichern; hier lagern sich die Wasserstoffatome in Zwischengitterplätze des Metallgitters ein, es bildet sich ein Metallhydrid (bekannte Beispiele: Lithiumhydrid (LiH) oder Natriumborhydrid (NaBH₄))
 - II. Gasförmiger Wasserstoff wird an hochporöse Feststoffe mit sehr hohen Oberflächen adsorbiert (Vorteil: vergleichsweise geringere Drücke erforderlich)

Aufgabe 5 ☆ ☆ ☆

Diskutiere die verschiedenen Arten des Wasserstoffs hinsichtlich der Themen Nachhaltigkeit und Effizienz.

Individuelle Lösungen, zum Beispiel:

Grüner Wasserstoff

Die Herstellung ist CO₂-neutral, weil der Strom für die die Elektrolyse aus erneuerbaren Energien gewonnen wird. Nachteil: Die Effizienz der Wasserelektrolyse ist aktuell noch nicht sehr hoch und verbraucht sehr viel Energie. Hier müssen zukünftig effizientere Herstellungsverfahren entwickelt und der Ausbau der erneuerbaren Energien vorangetrieben werden.

Grauer Wasserstoff

Der Strom für die Elektrolyse des Wassers wird aus fossilen Brennstoffen und nicht aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen. Es fallen Nebenprodukte wie Kohlenstoffmonoxid und Kohlenstoffdioxid an. Diese gehören zu den Luftschadstoffen, wobei Kohlenstoffdioxid ein sogenanntes Treibhausgas ist. Gerade die Emission von Kohlenstoffdioxid soll im Hinblick auf die Energiewende verringert werden!

Türkiser Wasserstoff

Methanpyrolyse: Herstellung klimafreundlich, aber nicht völlig CO₂-neutral.

Blauer Wasserstoff

Das bei der Herstellung entstehende Kohlenstoffdioxid wird unterirdisch gespeichert. Man weiß aber nicht, ob das Gas nicht doch nach einiger Zeit entweicht und ob der Boden genügend Speicherkapazität hat.