

FOKUS

# „ELEMENT-H“ FÜR DIE ZUKUNFT



**FAHRZEUGE MIT BRENNSTOFFZELLEN KÖNNTEN  
UNSER KLIMA RETTEN**

**W**asserstoff war das erste Atom, das nach dem Urknall entstand. Die Potentiale dieses Urelementes sind riesig. So bringt es Autos und künftig auch Busse und Lkw in Fahrt. Und das auf klimafreundliche Art. Ist der Wasserstoff unsere Rettung?

↓ Bis zu 500 Kilometer schafft der Toyota Mirai mit einer Tankfüllung.



Wasserstoffauto – das klingt nach Science Fiction. Dabei ist es längst keine Zukunftsfantasie mehr, sondern Realität. Weltweit kurven etwa 6.000 Mirai des japanischen Autoherstellers Toyota über die Straßen. Auch von Honda und Mercedes gibt es Brennstoffzellenmodelle. Billig ist ein Fahruntersatz dieser Art aber nicht. Der Mirai kostet fast 80.000 Euro; der Clarity von Honda ist mit 69.000 Euro ebenfalls kein Schnäppchen. Und auch das Tanken wird zur Herausforderung. Denn Wasserstoff nachfüllen können Fahrer nur an rund 80 Tankstellen in Deutschland.

An der Weiterentwicklung des Brennstoffzellenautos wird eifrig geforscht. Im März 2017 etwa stellte das Mineralölunternehmen Shell eine Studie zur wasserstoffbetriebenen Mobilität vor. Denn das Brennstoffzellenauto ist eine klimafreundliche Variante des Fahrens, weil es keine Emissionen verursacht. Das tut bitter Not, wenn Deutschland seine Klimaschutzziele 2050 erreichen will. Bis dahin soll das Land weitgehend treibhausgasneutral werden. Mit diesem Ziel orientiert sich die Bundesregierung an der Klimaschutzlangfriststrategie aus dem Pariser Abkommen. →



Kräuter mit 

Lässt Ihren

**Umsatz** wachsen –

Das neue Gerolsteiner

**Kräuterwasser.**



**Abwechslungsreicher Genuss:**

Drei leckere Sorten, die genau den Geschmacksnerv der Zeit treffen.

**Beste Zutaten:**

Mit frischem Fruchtsaft, wertvollen Kräuterextrakten und wenig Kalorien.

**Starker Abverkauf:**

Perfekte Ergänzung des Gerolsteiner Sortiments zur Steigerung des Umsatzes.

**GEROLSTEINER**  


Erhältlich ab **Mai 2019**

**„WASSER-BILDNER“ ALS ENERGIELIEFERANT**

Der emissionsfreie Straßenverkehr ist dabei ein wichtiger Faktor – nicht nur in Deutschland. Mit 5,7 Gigatonnen verursachte der Straßenverkehr 2014 17,5 Prozent der weltweit energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Doch kann das Wasserstoffauto dafür sorgen, dass der Straßenverkehr in einigen Jahren emissionsfrei wird? Ja – wenn die richtigen Voraussetzungen geschaffen werden.

Das große Problem ist derzeit die Gewinnung. Ungebunden kommt das Element H in der Natur nur höchst selten vor. Am häufigsten existiert Wasserstoff auf der Erde in Verbindung mit Sauerstoff, also als Wasser oder Wasserdampf. Entdeckt wurde das Element H 1766 von dem englischen Chemiker und Physiker Henry Cavendish, der es wegen seiner hohen Brennbarkeit „inflammable air“ (brennbare Luft) nannte. Der Franzose Antoine Laurent de Lavoisier erkannte rund 20 Jahre später, dass das Element „hydro-gene“, also ein „Wasser-Bildner“ ist.

**„DIE KOHLE DER ZUKUNFT“**

Im Universum gibt es kein Element so häufig wie Wasserstoff, der außerdem an der ersten Stelle des Periodensystems in der modernen Chemie steht. Schon in Geschichten des 19. Jahrhunderts spielte das Urelement als Energieträger eine Rolle. Damals war zwar Kohle der Hauptlieferant von Energie. Doch der weitsichtige Science-Fiction-Autor Jules Verne ahnte ande-

res voraus. In seinem Roman „Die geheimnisvolle Insel“ von 1874 prophezeite er: „Wasser wird die Kohle der Zukunft sein.“

Realität wurde diese Vision mit Beginn der Raumfahrt in den 1960ern. Wasserstoff lieferte die Kraft dafür, dass Raketen ins Weltall geschossen werden konnten. Außerdem wurden Brennstoffzellen für den Betrieb von Hilfsaggregaten im Weltraum entwickelt. Ebenfalls in den 60ern gab es zum ersten Mal Autos mit Brennstoffzellen. →

↓ Jules Vernes erkannte bereits das Potential von Wasserstoff.



↓ Natürlicher Antrieb, urbaner Schick: der Honda Clarity.





# VILSA pur.



Das reine **Wunder der Natur.**



↑ Auch Raketen werden von Wasserstoff angetrieben.

## GEWINNUNG VON WASSERSTOFF MUSS UMWELTFREUNDLICH WERDEN

Visionär war Jules Verne auch, was die Gewinnung von Wasserstoff angeht. In seinem Roman wird das Element durch die Elektrolyse, also die Zerlegung von  $H_2O$  in seine Bestandteile, gewonnen. Das ist auch die Methode, die heute diskutiert wird. Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff gibt es zwar verschiedene. Als die wichtigsten gelten die Dampfreformierung von Erd- und Biogas sowie die Elektrolyse. Letztere verursacht dabei die wenigsten Treibhausgasemissionen, wenn der Strom aus erneuerbaren Energie kommt.

Doch woher nehmen, wenn nicht stehlen? Bisher wird nur ein kleiner Teil des Wasserstoffs durch Ökostrom gewonnen. Der Energieaufwand zur Produktion des erwünschten Elementes ist hoch; fast die Hälfte geht dabei verloren. Sinnvoll wäre es deshalb, „überschüssigen“ Strom von Windkraftanlagen zu nutzen. Die Strommenge, die dabei abfällt, ist aber viel zu gering. Karin Arnold vom Wuppertal Institut geht deshalb davon aus, dass es künftig noch viel mehr Windräder geben wird (s. Interview).

## ODER DOCH LIEBER E-AUTOS?

Doch Brennstoffzellenautos haben neben dem emissionsfreien Fahren auch viele andere Vorteile. Im Gegensatz zu fossilen Kraftstoffen ist der Wasserstoff eine nahezu unendlich verfügbare Ressource. Und auch im Vergleich zum ebenfalls emissionsfreien Elektroauto gewinnt die Brennstoffzelle in vielen Punkten. So muss die Batterie eines Elektroautos viele Stunden geladen werden. Außerdem legt ein wasserstoffbetriebenes Auto deutlich mehr Kilometer zurück. Während eine Batterieladung der meisten E-Autos derzeit für rund 100 Kilometer reicht, schafft der Mirai von Toyota mit einer Tankladung 480 Kilometer. Zudem schleppen Elektroautos deutlich mehr Gewicht mit sich herum. Stolze zweieinhalb Tonnen bringt der Elektro-SUV von Mercedes auf die Waage. Mit Brennstoffzellen ausgerüstete Wagen wiegen mehrere hundert Kilogramm weniger. →





↑ Überschüssige Windenergie könnte zur Produktion von Wasserstoff genutzt werden - vorausgesetzt, es gäbe deutlich mehr Windräder.

Die Entwicklung von Elektro- und Brennstoffzellenautos hat längst noch nicht alle Potenziale ausgeschöpft. Das gilt auch für die Diskussion über das Für und Wider. So wird gern darauf verwiesen, dass Brennstoffzellen viel zu teuer seien. Dafür liegt Europa in der Entwicklung der Wasserstofftechnik weit vorn, während die hiesigen Autohersteller in punkto Batterien auf Importe aus Asien angewiesen sind. Denkbar ist natürlich auch ein Nebeneinander von E- und Brennstoffzellen-Fahrzeugen.

#### AUCH TREIBSTOFF FÜR KLEINE LKW

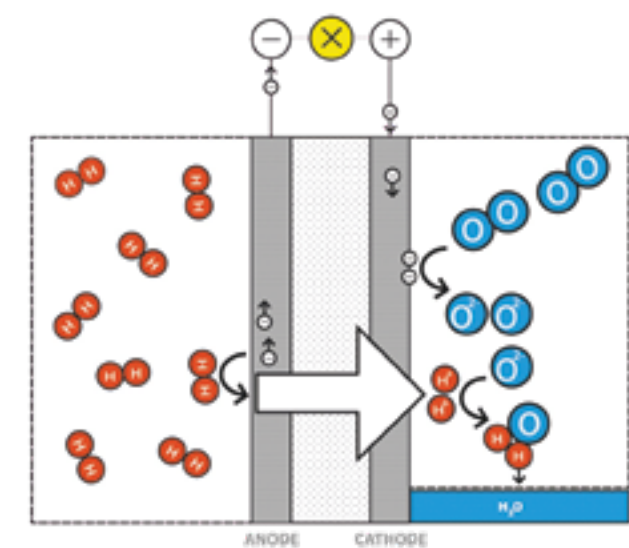
Die Autoren der Shell-Studie kommen in punkto Wasserstoff jedenfalls zu dem Schluss, dass er „einen wichtigen Beitrag zur Energiewende und damit zur Erreichung des globalen 2°C-Klimaziels leisten“ kann. Nötig sind dafür die passenden Rahmenbedingungen. So muss es etwa Speicher- und Transportmöglichkeiten für Wasserstoff geben, außerdem finanzielle Anreize für den Kauf der Brennstoffzellenautos.

Doch Wasserstoff hat viel Potenzial. Was Schiffe, Flugzeuge und Züge betrifft, ist diese Technologie zwar noch reine Zukunftsmusik. Doch Busse und Lkw könnten mit Brennstoffzellen fahren. Unser kleines, leichtes Urelement hat also eine ganze Menge Power und könnte noch vieles in Bewegung bringen. ●

#### SO FUNKTIONIEREN BRENNSTOFFZELLEN

Wenn heute vom Wasserstoffauto die Rede ist, dann sind Fahrzeuge gemeint, die mit einer Brennstoffzelle ausgestattet sind. Die Elektrolyse von Wasser wird in diesem Fall umgekehrt: Wasserstoff und Luftsauerstoff reagieren miteinander und produzieren so Wärme und Energie. Zum Einsatz kommen sogenannte PEM-Brennstoffzellen (Polymer-Elektrolyt-Membran), in denen eine Membran Wasser- und Sauerstoff trennt. Sie umspülen jeweils die Anode und Kathode. An der Anode wird der Wasserstoff in Ionen und Elektronen zerlegt. Die Ionen wandern durch die Membran und verbinden sich dort mit dem Sauerstoff. Die Elektronen, für die die Membran nicht durchlässig ist, nehmen den Umweg über eine Leitung zur Kathode. Dabei entsteht ein Stromfluss, der den Elektromotor des Fahrzeugs antreibt.

Bei dem Prozess entstehen keine umweltschädlichen Emissionen. Freigesetzt werden nur Wärme und Wasserdampf. Nicht nur der Motor bezieht seinen Strom aus der Brennstoffzelle, sondern auch die Nebenverbraucher wie Licht und Radio.



↑ Wasserstoff und Sauerstoff verbinden sich in der Brennstoffzelle zu Wasser. Die Wasserstoffelektronen nehmen aber zuerst den Umweg über die Kathode. So entsteht Strom.