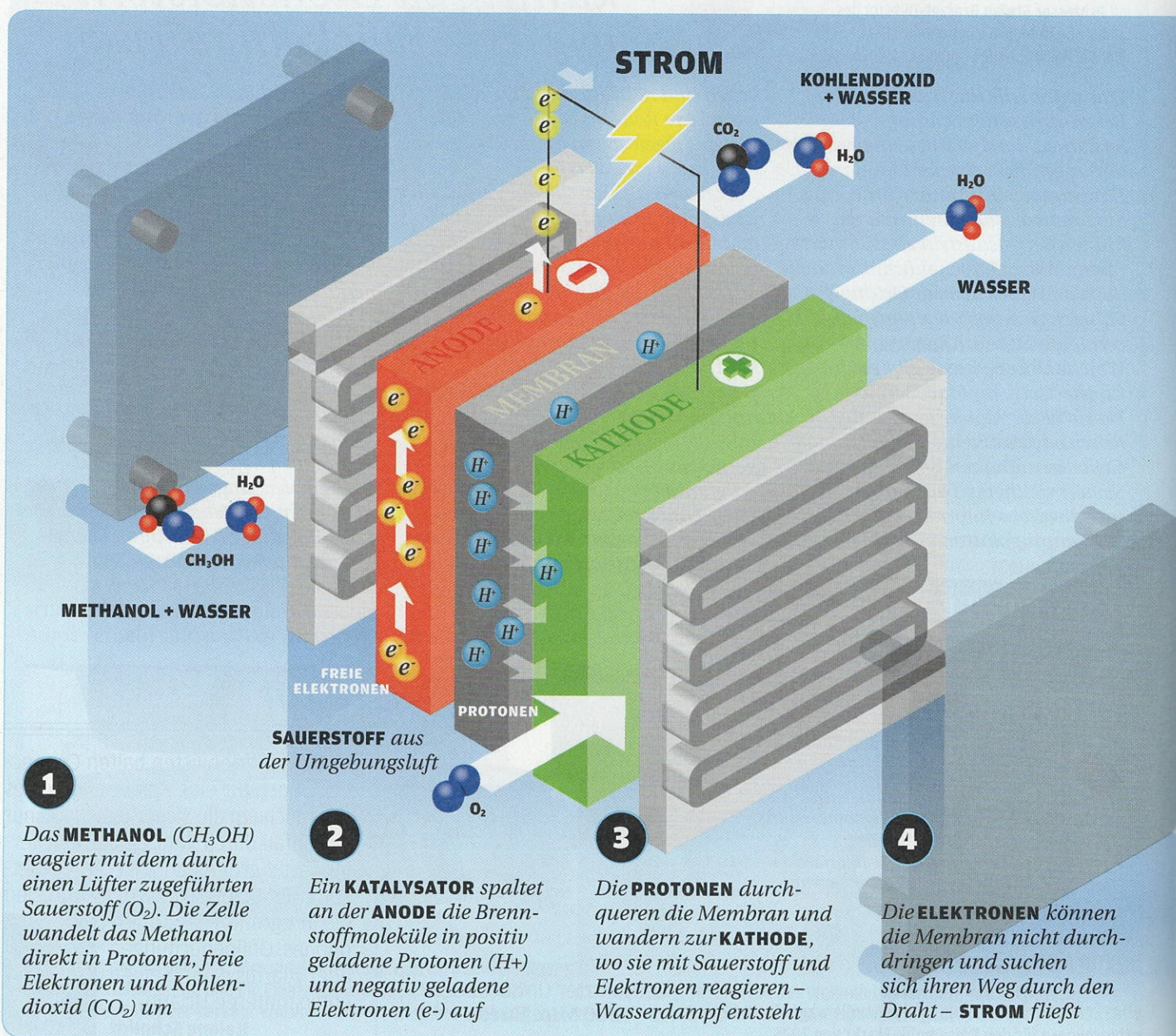




TECHNIK ERKLÄRT

So funktioniert eine BRENNSTOFFZELLE

Manche haben schon eine, viele wissen noch gar nicht, dass sie eine gebrauchen können: Wir zeigen, wie eine Brennstoffzelle aufgebaut ist und wie sie Strom erzeugt



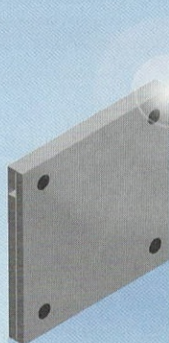


LEHRREICH Bei dem Unternehmen SFC Energy in Brunthal bei München kann man den Monteuren beim Bau einer Brennstoffzelle über die Schulter schauen

So entsteht aus Alkohol **STROM**

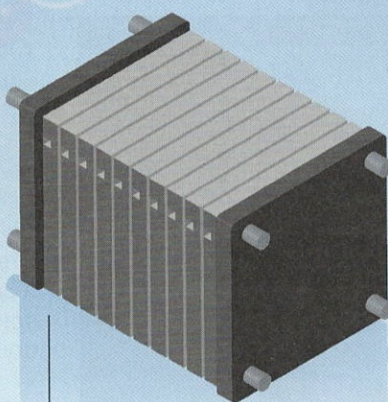
DIREKT-METHANOL-BRENNSTOFFZELLEN (DMFC)
verwenden flüssiges Methanol direkt als Brennstoff und wandeln diesen in Strom um

ZELLE



5

Eine einzelne Brennstoffzelle erzeugt eine relativ geringe Spannung, deshalb werden je nach Bedarf mehrere Zellen zu einem **STACK** (englisch: Stapel) elektrisch hintereinander verschaltet



STACK

DIE VORTEILE
der Brennstoffzelle gegenüber Batterien und Akkus:

- längere Betriebszeit
- höhere Energiedichte (Wh/kg)
- höhere Lebensdauer
- kein Memory-Effekt
- Recyclingfähigkeit

Erinnern Sie sich auch noch an das Pfeifen im Ohr? Der Chemielehrer hantiert mit Säure und Zink, fängt Wasserstoff in einem Reagenzglas ein und lässt ihn über einer Flamme entweichen. Die Knallgasprobe hat bei manchem Schüler einen tagelangen Tinnitus hinterlassen.

Eine Brennstoffzelle funktioniert ähnlich, nur umgekehrt. Bereits 1838 stellt Christian Friedrich Schönberg die erste Brennstoffzelle her. Ein Jahr später veröffentlicht Sir William Grove seine Erkenntnisse zum „batterisierten Knallgas“. Beide Wissenschaftler halten fest: Eine Umkehrung der Elektrolyse erzeugt Strom.

Wasserstoff – oder wie in unserem Fall Methanol – und Sauerstoff werden in elektrische Energie umgewandelt. Aber wie funktioniert das eigentlich genau? Anhand der Methanol-Brennstoffzelle Efoy Comfort von SFC Energy zeigen wir Ihnen, wie eine Brennstoffzelle entsteht, wie sie Strom erzeugt und warum der „Stack“ das wichtigste Bauteil ist.

Bau der **EFOY-**Brennstoffzelle

1



Der Stack wird gestapelt

■ Der Stack ist das Herzstück der Brennstoffzelle. Übersetzt heißt er „Zellstapel“. Auf einer Metallplatte werden abwechselnd eine Graphitplatte und eine Membran gestapelt. Abschließend wird wieder eine Metallplatte aufgelegt. Die Graphitplatten nennt man Bipolar-Platten. Sie sind die Zellen der Brennstoffzelle. Je mehr Zellen im Stack, desto mehr Leistung. Der kleinste Stack hat 10 Zellen, der größte 30.

FOTOS: S. BALDWINSSON (2)

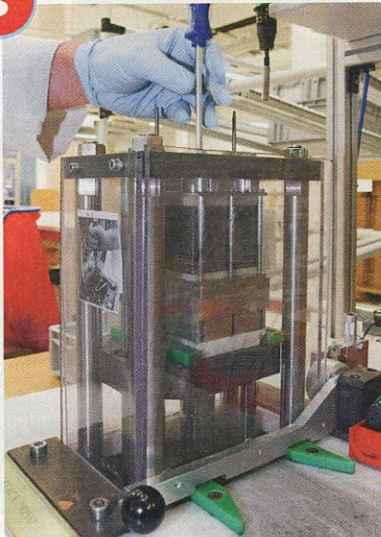
2



Der Aufbau des Stacks

■ Die Metallplatten funktionieren als Anode und Kathode, also Plus- und Minuspol. Auf beiden Seiten der Bipolar-Platten sind feine Kanäle eingefräst – für den Sauerstoff auf der einen Seite und für das Methanolgemisch auf der anderen. Die Polymer-Membranen sind mit Platin beschichtet, das die Spaltung anregt. Das Proton passt durch die Membran und reagiert zu Wasser. Das Elektron wird zu Strom.

3



Der Stack wird gepresst ...

■ Der fertig gestapelte Stack wird in einer Presse mit sechs Bar zusammengedrückt. Dadurch wird das Paket etwa einen halben Zentimeter kleiner. Anschließend werden die vier Schrauben zunächst von Hand und dann mit einem Schlagschrauber angezogen. Die Aufbauhilfe wird schließlich entfernt. Das Herzstück der Brennstoffzelle, der Stack, ist nun fertig montiert.

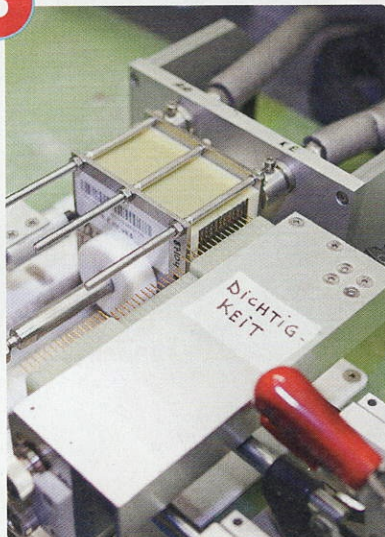
4



... befeuchtet ...

■ Der Stack wird in einem Wasserbecken etwa zehn Minuten lang mit destilliertem und de-ionisiertem Wasser befüllt. Anschließend werden die Öffnungen mithilfe von Stöpseln verschlossen. Für weitere fünfzehn Minuten taucht der Zellstapel nun in einem Wasserbad, damit er auch von außen anfeuchtet. Warum dieser Aufwand nötig ist? Die Polymer-Membranen müssen quellen, damit sie dicht werden.

5



... und getestet.

■ Wenn die Membranen aufgequollen sind, wird das Wasser abgelassen. Nun wird der Stack auf seine Dichtigkeit getestet. So lässt sich feststellen, ob er z. B. durch einen defekten O-Ring oder eine gebrochene Bipolar-Platte Druck verliert. Anschließend erfolgt der Leistungstest. Hier wird geprüft, ob jede Zelle die geforderte Leistung von 480 Millivolt erbringt. Bei bestandenen Prüfungen geht es zur Montage.

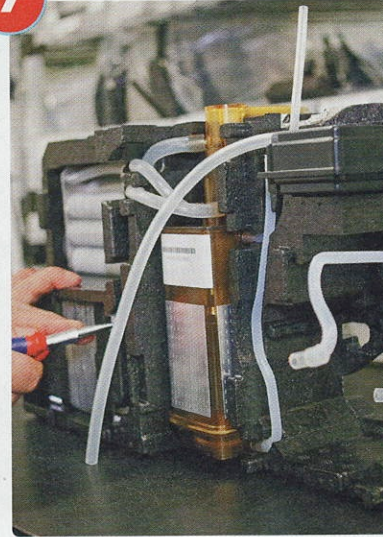
6



Montage im Isolierschaum

■ Der Stack wird in eine Form aus schwer entflammarem Isolierschaum gesetzt. Drei NTC-Widerstände – Temperatursensoren, die Strom bei hohen Temperaturen besser leiten als bei niedrigen – werden angeschlossen: einer am Stack, einer im Wärmetauscher, der dritte misst die Umluft. Dann werden Stromkabel mit Plus und Minus montiert. Der Stack wird fixiert.

7



Die Zwischentanks

■ Jetzt wird der Zwischentank für die Methanolösung eingebaut. Das Methanol muss verdünnt werden, da reines Methanol die Zellmembranen zerstören würde. Die Tankpatrone, die von außen an die Brennstoffzelle angeschlossen werden kann, enthält aber reines Methanol. Die richtige Mischung wird also direkt in der Brennstoffzelle hergestellt. So verbraucht man nur sehr wenig Kraftstoff.



PRAKTISCH Ein Mitarbeiter erläutert, wie der Kanister mit dem Servicefluid angeschlossen wird. Das Methanol-Gemisch muss nicht selbst eingefüllt werden

WAS IST EINE BRENNSTOFFZELLE?

Eine Brennstoffzelle wandelt chemische in elektrische Energie um, kann sie jedoch nicht speichern. Die Energie liefert eine Reaktion aus Sauerstoff und Wasserstoff.

WIE FUNKTIONIERT SIE?

Eine Brennstoffzelle besteht aus Elektroden (Bipolar-Platten), die durch eine Membran voneinander getrennt sind. Die Elektroden sind mit einem Katalysator, z. B. Platin, beschichtet. Sauerstoff und Wasserstoff werden über die Elektroden kontinuierlich zugeführt, reagieren miteinander und erzeugen Energie.

WER BRAUCHT SIE?

Da eine Brennstoffzelle chemische Energie direkt in elektrische Energie umwandelt, hat sie einen höheren Wirkungsgrad als ein Verbrennungsmotor. In einigen Fällen kann sie auch effizienter als eine Solaranlage sein, z. B. bei fehlendem Licht, und eignet sich gut für Ferienhäuser, Segelyachten und Reisemobile.

„Efoy“ von SFC Energy

Leistungsklassen:
80, 140 und 210 Ah

Lebensdauer:
ca. 4000–4500
Betriebsstunden

Tankpatronen:
5-Liter- und
10-Liter-Kanister

Verbrauch:
1 Liter Methanol / KWh
(ca. 4,50 Euro / KWh)

Preise:

80 Ah	2599 Euro
140 Ah	3999 Euro
210 Ah	5499 Euro



8

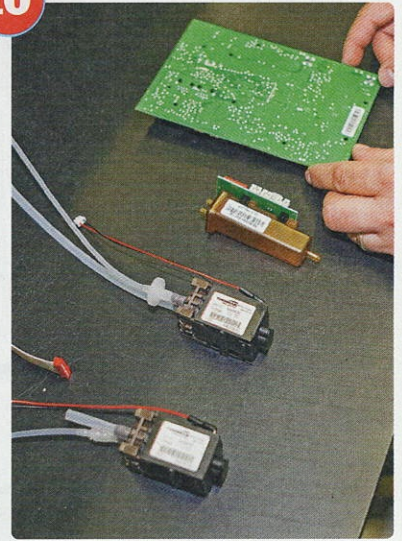

Wärmetauscher und Luftpumpe

■ In diesem Schritt der Wärmetauscher verbaut. Er kühlt sowohl die Luft als auch die Flüssigkeit in der Brennstoffzelle ab. Anschließend wird die Luftpumpe eingesetzt. Wir erinnern uns: Für die Stromerzeugung benötigen wir Methanol und Sauerstoff. Die Luftpumpe zieht Außenluft über drei Feinfilter an und führt sie den Elektroden zu.

9

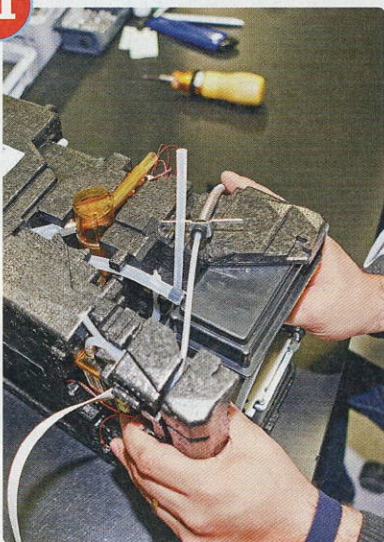

Servicefluid-Befüllung

■ Der Zwischentank wird mit dem sogenannten Servicefluid befüllt, einer Mischung aus destilliertem Wasser und fünf bis sieben Prozent Methanol. Der Tank wird mit maximal 375 Milliliter befüllt, also nicht ganz vollgemacht. Warum? Durch Warmluft und Warmwasser entsteht Wasserdampf, der tröpfchenweise gewonnen wird. Dieses Kondenswasser wird erneut mit dem richtigen Anteil Methanol vermischt.

10


Das Gehirn wird eingesetzt

■ Die Platine ist das Gehirn der Brennstoffzelle. Sie steuert das ganze System. Daher ist sie auch geheim und wir dürfen sie hier nicht vollständig zeigen. Bis hierhin könnte die Konkurrenz die Brennstoffzelle mühelos nachbauen, bei der Platine ist jedoch Schluss. Abschließend prüft ein Tester, ob alle Pumpen funktionieren. Dann wird die jeweilige Firmware programmiert.

FOTOS: S. BALDWINSSON (3), PRIVAT
11


Das Innenleben ist fertig

■ Das Innenleben der Brennstoffzelle ist komplett. Alle Komponenten wurden geprüft und funktionieren. Nun wird das Gegenstück des Isolierschaums aufgesteckt. Auf dem Gegenstück sitzt das Lüfterrad, gleich hinter dem Wärmetauscher. Die beiden Hälften werden nicht verklebt. Allerdings werden sie versiegelt, damit sich später feststellen lässt, ob ein Kunde selbst an der Brennstoffzelle herumgebastelt hat.

12


Der letzte Belastungstest

■ Zum Schluss wird die weiße Hartschale montiert. Diese wird ebenfalls versiegelt. Die Brennstoffzelle ist nun fast fertig. Sie muss nur noch einem dreieinhalbstündigen Belastungstest unterzogen werden. Hier wird vor allem geprüft, ob die Temperaturfühler richtig arbeiten. Leuchten alle Lampen grün, geht die Brennstoffzelle in den Verkauf. Ein erfahrener Mitarbeiter schafft in Handarbeit 15 Systeme am Tag.

Fazit

Die Brennstoffzelle kann uns helfen, Emissionen, vor allem gesundheitsschädlichen Feinstaub, zu reduzieren. Während ein Dieselmotor, der eine Stunde lang im Standgas läuft und dabei einen Liter Diesel verbraucht, etwa 2,6 kg CO₂ ausstößt, erzeugt die Methanol-Brennstoffzelle in einer Stunde nur etwa 100 Gramm. Feinstaub produziert sie gar nicht. Das macht sie auch für die Elektromobilität interessant, in der eine Kombination aus Akkumulatoren und Brennstoffzelle sinnvoll wäre. Die Idee ist nicht wirklich neu. So schrieb Jules Verne bereits 1870: „Das Wasser ist die Kohle der Zukunft. Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist. Die so zerlegten Elemente des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit hinaus die Energieversorgung der Erde sichern.“



Margret Meincken