

Vergleich zwischen unterschiedlichen Speicher- methoden: Für 4 Kilogramm Wasserstoff, was ungefähr 24 Litern Benzin entspricht, benötigen so genannte Metallhydride (Mg_2FeH_6 und $LaNi_5H_6$ als Beispiele) viel weniger Platz als gängige Gasflaschen und erreichen nahezu die Dichte von Benzin. (Illustration: Empa)

Komplexe H_2 -Speicher: Hydride im Tank

Trotz seiner vielen Vorzüge bereitet die Speicherung von Wasserstoff nach wie vor Kopfzerbrechen. Metallhydride – Metalle, die sich wie ein Schwamm mit Wasserstoff vollsaugen – sind eine attraktive Alternative zu Druckgas und Flüssigwasserstoff. Empa-Forschern ist ein Durchbruch bei der Herstellung neuer Hydride mit hoher Speicherkapazität gelungen.

TEXT: Ivo Marusczyk

Mit Wasserstoff wird ein Traum wahr: Aus dem Auspuff kommt nur Wasserdampf. In vielen Städten Europas waren schon Wasserstoffautos und -busse zu sehen, und in der Schweiz wischt seit Mai 2009 die erste wasserstoffbetriebene Kehrmaschine Strassen (siehe Seite 15).

«Egal, aus welchen Quellen wir in Zukunft unseren Energiebedarf decken: Für Autos brauchen wir auf jeden Fall einen Energieträger. Und Wasserstoff ist der einzige, der relativ gut und effizient genutzt werden kann», sagt Andreas Borgschulte von der Empa-Abteilung «Wasserstoff & Energie».

Doch bis Diesel und Benzin auf unseren Strassen dem Wasserstoff weichen, sind noch grosse Aufgaben zu meistern. Trotz aller Erfolge ist die Speicherung des gasförmigen Treibstoffs noch immer eine Knacknuss: Als Tank dienen entweder Gasflaschen mit 800 bar Druck. Oder die Fahrzeuge tanken flüssigen Wasserstoff – der allerdings aufwändig und teuer auf unter -253 Grad Celsius gekühlt werden muss.

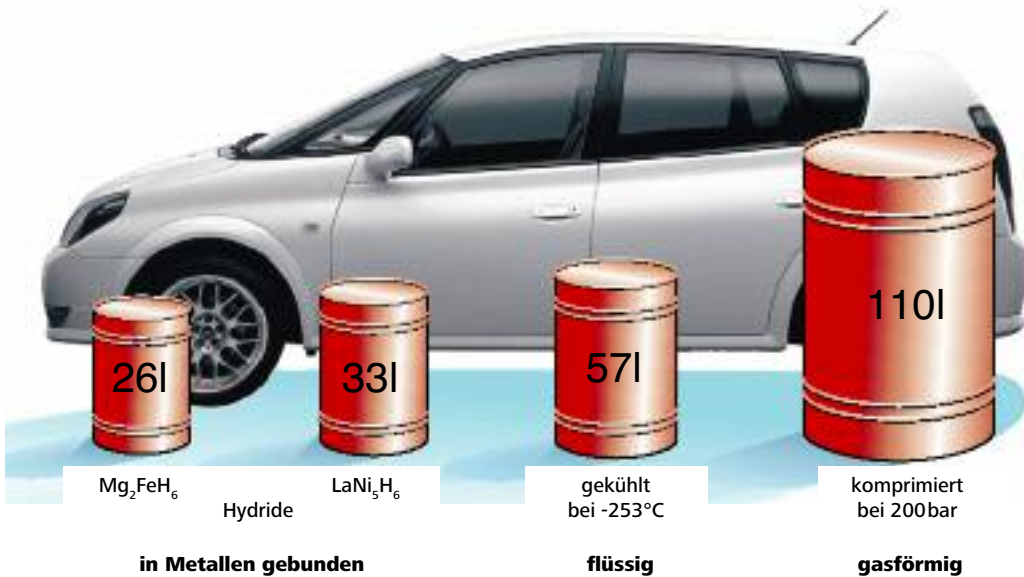
Eine dritte Möglichkeit, die durchaus eleganter wäre: Schon seit dem 19. Jahrhundert ist bekannt, dass bestimmte Metal-

le grosse Mengen an Wasserstoff aufsaugen wie ein Schwamm, ihn aber auch wieder abgeben können. Und das bei Umgebungsdruck und -temperatur.

Bislang zu schwer und zu teuer

Die Idee scheiterte bislang an zwei Problemen. Geeignete Metalllegierungen wie $LaNi_5$ sind viel zu schwer und ausserdem zu teuer, um sie als Wasserstoffspeicher in Fahrzeugen einzusetzen. Deswegen suchen Wissenschaftler nach leichten Metallen, die in ausreichender Menge zur Verfügung stehen und sich als «Wasserstoffspeicher» eignen. Einer der heissesten Kandidaten ist Lithiumborhydrid $LiBH_4$, ein komplexes Hydrid, das aus Lithium, Bor und Wasserstoff besteht. Es hat den Vorteil, dass es über eine besonders grosse gravimetrische Wasserstoffspeicherkapazität verfügt, es kann also besonders viel Wasserstoff binden.

Bislang liess sich dieses Hydrid allerdings nur mit Hilfe teurer und giftiger Lösungsmittel synthetisieren. Mit einer neuen Methode, $LiBH_4$ herzustellen, ist Empa-Forschern ein grosser Schritt auf dem Weg



zum Feststoff-Wasserstoffspeicher gelangen. Als erstes waren sie erfolgreich, $LiBH_4$ aus den Elementen, also direkt aus Lithium, Bor und Wasserstoff bei 150 bar zu synthetisieren. Bei Verwenden von Borhydriden als Ausgangsmaterial gelang dies sogar bei Normaldruck und moderaten 120 Grad Celsius. «Damit widerlegen wir ganz nebenbei die Lehrmeinung, nach der Bor und Wasserstoff nur in flüssigen Medien oder bei extrem hohen Temperaturen miteinander chemisch reagieren», sagt Empa-Forscher Oliver Friedrichs.

Noch ist das Ziel, die Reaktion unter Umgebungsbedingungen vonstatten gehen zu lassen, nicht ganz erreicht. Die Wissenschaftler suchen derzeit einen Katalysator, der die Bildung von $LiBH_4$ beschleunigt. Zudem wollen sie ergründen, ob sich die Synthesemethode auch für andere komplexe Hydride eignet. Der Erfolg hat die Wissenschaftler beflügelt. «Das ist auf jeden Fall ein viel versprechender Durchbruch», sagt Borgschulze. «Wir sind dem Hydridspeicher einen entscheidenden Schritt näher gekommen.» //

Das Kraftwerk im Hause

Verschiedene Wege führen bekanntlich nach Rom. Neben Wasserstoff gibt es noch andere regenerative Energieträger, etwa Holz- oder Biogas, die sich zur Stromproduktion nutzen lassen. «Diese Energieträger sind – im Gegensatz zu Wasserstoff – verfügbar und relativ einfach zu transportieren», meint Peter Holtappels von der Abteilung «Hochleistungskeramik». Die darin gespeicherte chemische Energie lässt sich in keramischen Brennstoffzellen (SOFCs, engl. Solid Oxid Fuel Cells) effizient in elektrische umwandeln, etwa zur Energieversorgung von Gebäuden.

SOFCs bestehen – im Gegensatz zu «herkömmlichen» Brennstoffzellen – aus mehreren gestapelten keramischen Platten; dabei fungieren die beiden äußeren Platten als Elektroden, an denen die chemische Reaktion – die «Verbrennung» des Brennstoffs und die Reduktion des Luftsauerstoffs – räumlich getrennt abläuft. SOFCs wandeln die dabei frei werdende Energie in elektrischen Strom um; zudem wird Wärme frei, die etwa für den Warmwasserbedarf genutzt werden kann. Allerdings ist die Betriebstemperatur der SOFCs mit 700 bis 850 Grad Celsius zurzeit noch recht hoch, was dazu führt, dass die Herstellung teurer wird, da zum Beispiel eine aufwändige Isolation nötig ist.

Holtappels und seine Kollegen arbeiten daran, die Effizienz der SOFCs zu steigern. «Wir forschen an neuen Materialien, mit denen sich die Betriebstemperatur auf 600 Grad Celsius senken lässt, und die gleichzeitig eine höhere Leistung ermöglichen sollen», erklärt Holtappels. Es existieren bereits kleine Demo-Kraftwerke in Bürogebäuden und Krankenhäusern, die aber regelmässig überwacht werden müssen. Verlaufen die geplanten Optimierungen der Empa-Forscher erfolgreich, könnten in Zukunft möglicherweise Wohnhäuser dank eingebauten SOFCs über ein «eigenes Kraftwerk» verfügen.