

Aufbruch in das Wasserstoff-Jahrhundert

Nach vielen Fehlstarts ist Wasserstoff der heißeste Kandidat für die Mobilität der Zukunft. Der Abschied vom Öl wird möglich dank alltagstauglicher Brennstoffzellenautos und einem wachsenden Tankstellennetz. Einige Hürden aber bleiben.



Trendsetter: In München können Autofahrer seit 2007 Wasserstoff zapfen. 1000 Tankstellen für eine Milliarde Euro sollen landesweit entstehen. **Quelle: Laif**

Wasser ist die Kohle der Zukunft“, schrieb Jules Verne im Jahr 1874. In Bezug auf die Stadt Herten hat der Schriftsteller recht behalten. Denn der Ort in Nordrhein-Westfalen war einst die größte Bergbaustadt Europas. Heute sind die Kohlezechen pleite, und die Arbeitslosigkeit ist hoch. Herten setzt seine Hoffnung nun auf Wasser – genauer gesagt auf Wasserstoff, der sich daraus mit Strom erzeugen lässt. Schon Jules Verne kannte das als Elektrolyse bezeichnete Verfahren, einzig Kohle gab es damals noch genug.

Standort für Zukunftstechnologie

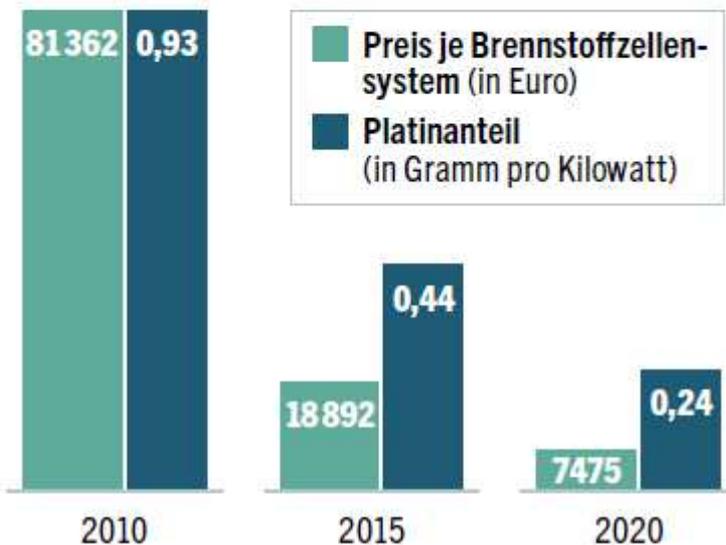
Demnächst wollen die Großunternehmen Linde und Evonik die Elektrolyse nutzen, um in Herten mit Strom aus einem Windpark Wasserstoff zu produzieren. Auf einem alten Zechengelände der Stadt arbeiten außerdem vier Unternehmen an Brennstoffzellentechnik. Die Stadt hat aktiv um die Ansiedelung der Industrie geworben. Das Ziel: Wenn in einigen Jahren Autos landesweit Wasserstoff tanken, will Herten Technik und Treibstoff liefern – und ein zentraler Standort für die Zukunftstechnologie sein. Denn „Wasserstoff ist der Grundstein für künftige Mobilität“, ist Bürgermeister Uli Paetzel überzeugt.

"Grüner" Wasserstoff

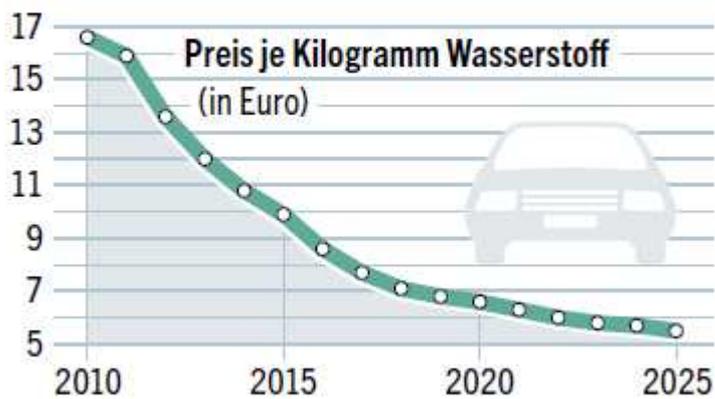
Damit ist er nicht allein. Im November, während Herten 75. Stadtjubiläum feierte, stand in Frankfurt Daimler-Chef Dieter Zetsche auf der Bühne der Internationalen Automobilausstellung und verkündete: „Jetzt beginnt das Jahrhundert des Wasserstoffs. Wasserstoff ist das bessere Öl.“

Preissturz

Dank Massenproduktion und der Reduzierung des teuren Platinanteils sinken die Kosten für Brennstoffzellensysteme bis 2020 um 90 Prozent



Die Kosten für Wasserstoff an der Tankstelle sinken bis 2025 um 70 Prozent



Quelle: McKinsey-Studie
„A portfolio of power-trains for Europe“

Wirtschafts
Woche

Billiger - Brennstoffzellensysteme

Einläuten will Zetsche diese neue Zeit 2014 mit der B-Klasse F-Cell, dem ersten serienmäßigen Wasserstoffauto auf dem Markt. Für 2015 kündigten auch Opel, Toyota, Honda und Hyundai den Verkaufsstart eigener Modelle an. Auch der öffentliche Nahverkehr stellt um: Die Hamburger Hochbahn will ab 2020 keine Dieselbusse mehr kaufen. Der Antrieb der Wahl für die mehr als 700 Busse der

Hansestadt wird Wasserstoff. Brennstoffzellenfahrzeuge haben zwei entscheidende Vorteile: Mit einer Tankfüllung kommen sie bis zu 600 Kilometer weit – und das absolut umweltfreundlich, zumindest dann, wenn der Wasserstoff mit grünem Strom erzeugt wird.

Investition in Wasserstofftechnologie

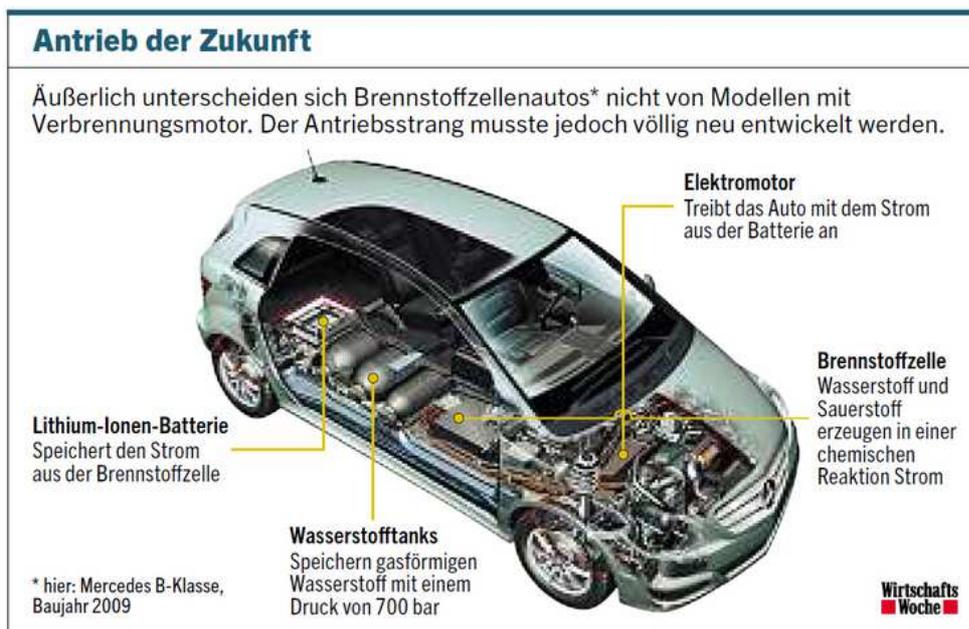
Entscheidend dafür, dass die Revolution an der Zapfsäule jetzt wirklich näher rückt, sind zwei aktuelle Entwicklungen: Erstmals zeigen Unternehmen, wie sich Wasserstoff in großen Mengen aus grüner Energie von Windparks produzieren lässt. Ebenso wichtig für Autofahrer: In den kommenden Jahren entstehen deutschlandweit Wasserstofftankstellen. Die ersten 20 Stationen sollen bis Ende 2012 in Betrieb sein.

1,4 Milliarden Euro

Die Entwicklung der Technologie haben sich die Autobauer viel Geld kosten lassen: In den vergangenen Jahren investierten sie rund fünf Milliarden Euro in die Erforschung der Brennstoffzellentechnik, schätzen Experten. Die staatliche Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie legt bis 2016 noch einmal 1,4 Milliarden Euro drauf.

Milliarden für neuen Antrieb

Die Rechnung könnte aufgehen: Laut den US-Marktforschern von Pike Research überschreitet die Zahl der verkauften Wasserstoffautos im Jahr 2020 die Millionenmarke. Bis 2030, schätzt die Unternehmensberatung McKinsey, wird der Umsatz mit Brennstoffzellen-Pkws bei mehr als 20 Milliarden Euro liegen. Das lässt Technikzulieferer von Siemens bis Linde und Energieunternehmen wie Vattenfall und EnBW auf glänzende Geschäfte hoffen.



So sieht der Antrieb der Zukunft aus.

Die Hoffnung ist durchaus begründet: Längst warnt die Internationale Energieagentur davor, dass die Ölvorräte knapper und Treibstoffe unweigerlich teurer werden – ein Trend, den Autofahrer jetzt schon auf ihren Tankquittungen sehen können.

Alternativen zu Benzin und Diesel gibt es bislang kaum. Biokraftstoffe aus Mais oder Soja verschärfen den weltweiten Hunger. Und schweren, rein batteriebetriebenen Mittel- und Oberklassewagen geht nach spätestens 150 Kilometern der Saft aus.

Wasserstoff in Strom umwandeln

Bleiben Brennstoffzellen. In ihnen reagiert gasförmiger Wasserstoff mit Sauerstoff und erzeugt Strom. Der füttert wiederum eine Batterie, die einen Elektromotor antreibt. Wasserstoff in flüssiger Form direkt zu verbrennen, davon haben sich Hersteller wie BMW verabschiedet. Denn der flüssige Treibstoff muss bei minus 253 Grad gelagert werden, auch im Tank.

Speicher für Strom

Der erste grüne Wasserstoff für die Brennstoffzellen wird seit November im brandenburgischen Prenzlau hergestellt. Hier drehen sich inmitten von Getreideäckern drei Windräder des Energieunternehmens Enertrag. Die meiste Zeit liefern die Mühlen Elektrizität für 4000 Haushalte.

Ist aber die Nachfrage zu gering oder der Wind zu stark, fließt der Überschussstrom in einen schiffscontainergroßen sogenannten Elektrolyseur. Darin wird mit dem Strom Wasser in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff gespalten.

Alternative: Blockheizkraftwerke

Der Wasserstoff wird anschließend in drei lastwagengroßen Metallbehältern zwischengelagert. Danach geht es per Transporter an eine Tankstelle des Mineralölkonzerns Total im Berliner Stadtteil Spandau, wo neben herkömmlichen Pkws die rund 50 Brennstoffzellenautos der Stadt Treibstoff zapfen. 400 Kilogramm Wasserstoff kommen monatlich in Prenzlau zusammen – genug, um wie mit 2000 Liter Benzin 40 000 Kilometer weit zu fahren.

Aber die Elektrolyse hat in Prenzlau noch eine weitere Aufgabe, sagt Enertrag-Chef Werner Diwald: „Mit der Wasserstoffumwandlung haben wir das erste Mal einen Windpark grundlastfähig gemacht.“ Im Klartext: Bei Flaute, wenn die Windräder stillstehen, kann der Wasserstoff vor Ort in einem Blockheizkraftwerk wieder in Strom umgewandelt werden – neben dem Treibstoff für Brennstoffzellen liefert er so auch eine Möglichkeit, Energie zu speichern.

Preissturz am Zapfhahn



Brennstoffzellen, angetrieben mit Wasserstoff sollen künftig mehr Autos versorgen.

Quelle: AP

Aufgrund des Erfolgs des Prenzlauer Projekts bildete sich im Dezember ein Bündnis für Windwasserstoff. Zusammen mit Enertrag planen Linde, Siemens, Vattenfall und Total jetzt weitere Kraftwerke, die aus Wind und Wasserstoff Strom erzeugen. Sie könnten mit der 20-fachen Leistung pro Jahr 800 Autos mit Sprit versorgen. Mit den Anlagen im Industriemaßstab will Enertrag-Chef Diwald die Kosten für den Wasserstoff um ein Drittel senken. Das ist auch nötig, denn heute zahlt der Autofahrer noch rund acht Euro je Kilogramm. Damit fährt ein Brennstoffzellenfahrzeug ungefähr so weit wie mit fünf Liter Superbenzin, die derzeit etwa 7,50 Euro kosten. Preistreiber ist vor allem der Elektrolyseur. In Prenzlau entstand er als teurer Prototyp und kostete mehr als zwei Millionen Euro.

Elektrolyseur: bis 2015 in Serie

Vor allem Siemens arbeitet nun daran, die Erzeugung billiger zu machen. Dafür bildete das Münchner Unternehmen im vergangenen Jahr eigens eine Geschäftseinheit mit 35 Mitarbeitern. Sie entwickeln bis 2015 einen Elektrolyseur für die Serienproduktion. Auch an der Größe wird gearbeitet: Schon 2018 könnte eine fußballfeldgroße Anlage bis zu 50 Tonnen Wasserstoff täglich produzieren, sagt Entwicklungsleiter Roland Käppner – rund 4000 Mal so viel wie die Anlage in Brandenburg.

Kaum besser als Benzin

Wie groß das Potenzial für Windwasserstoff in Deutschland ist, haben Experten noch nicht abschließend berechnet. Aber allein in Schleswig Holstein könnte 2020 aus überschüssigem Windstrom genug Wasserstoff erzeugt werden, um jährlich 70 000 Autos anzutreiben, ergab eine Studie der Ottobrunner Energie- und Umweltberatung Ludwig-Bölkow-Systemtechnik.

Bis es so weit ist, werden Autos auch mit Wasserstoff aus der Chemieindustrie versorgt werden müssen. Hier fallen jährlich rund 16 Milliarden Kubikmeter

Wasserstoff als Nebenprodukt an. Der Großteil wird direkt für chemische Prozesse weitergenutzt, aber rund fünf Prozent werden in Gasturbinen zur Wärmeerzeugung verheizt. Mit diesen fünf Prozent könnten jährlich eine halbe Million Autos fahren. Allerdings müsste der Wasserstoff in den Heizöfen durch Erdgas ersetzt und gereinigt werden – der neue Treibstoff wäre damit nur geringfügig klimafreundlicher als Benzin.

Treibstoff aus Chemieabfall



Solarkollektoren eines "Wasserstoff-Projektes" im vorpommerschen Barth. Wissenschaftler an der Universität Bielefeld züchten nun die Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii*, um den Wasserstoff ganz natürlich aus Sonnenenergie mittels Fotosynthese zu gewinnen.

Quelle: dpa/dpaweb

Gasunternehmen wie Linde arbeiten inzwischen an anderen Lösungen zur Herstellung von grünem Wasserstoff. In Leuna erzeugt eine erste Anlage das Gas aus Rohglycerin, das bei der Biodiesel- oder Seifenproduktion als Abfall entsteht. Ähnliche Pläne verfolgt das französische Unternehmen Air Liquide, das den Treibstoff aus Holzabfällen gewinnt. Air Products aus den USA wiederum stellt Wasserstoff aus Klärgas her. Wissenschaftler an der Universität Bielefeld züchten in ersten Versuchen die Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii*. Sie erzeugt den Wasserstoff ganz natürlich aus Sonnenenergie mittels Fotosynthese.

Eine technische Blamage

Die Erfolge im Bereich der Wasserstoffproduktion wären kaum etwas wert, wenn nicht auch die Autoingenieure große Fortschritte gemacht hätten. Denn schon vor zwölf Jahren kündigte Daimler Brennstoffzellenfahrzeuge an – für 2004. Das Ergebnis damals: eine technische Blamage. Der Wagen kostete über eine halbe Million Euro, der Antrieb bockte und verweigerte bei Minusgraden den Start. „Heute“, beteuert Christian Mohrdieck, der den Bereich Brennstoffzellen- und Batterieantriebe bei Daimler leitet, „sind die Probleme gelöst, und die Technik ist reif für den Markt.“ Tatsächlich fuhren drei Mercedes F-Cell vergangenes Jahr bei einer Weltumrundung jeweils 30 000 Kilometer ohne Probleme. Einziger Zwischenfall war ein Auffahrcrash in Kasachstan durch einen unachtsamen Autofahrer. Auch der Kaltstart bei minus 25 Grad klappt inzwischen.

Ruf nach neuer Infrastruktur

Neben den technischen Fortschritten ist Daimler-Mann Mohrdieck auch auf ein telefonbuchdickes Zahlenwerk stolz, das auf seinem Schreibtisch liegt. Es ist eine interne Kostenanalyse, die zeigt: Bei Markteinführung 2014 rechnet Daimler mit nur geringen Zusatzkosten gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Vor allem durch die Reduzierung der Anzahl der Bauteile und des teuren Platinanteils in der Brennstoffzelle sanken die Kosten in den vergangenen Jahren um rund 90 Prozent. Dank Massenproduktion könnten Wasserstoffantriebe bis 2025 gleich viel kosten wie heutige Motorentechnik.

Bevor der Wasserstoff aus Wind- oder Chemieparcs in den Tanks von Mohrdiecks Autos landet, müssen Experten aber noch ein entscheidendes Problem lösen: Wie sieht die Infrastruktur für einen völlig neuen Treibstoff aus? Sollen die Kunden erst massenhaft Autos kaufen, sodass Tankstellen entstehen? Oder müssen zuerst in großer Zahl die Zapfsäulen her, damit die Kunden die Autos auch kaufen?

Wasserstofftankstellen für deutsche Ballungsräume



Wasserstofftankstellen für Deutschland - in den Ballungsräumen Hamburg, München, Berlin, Stuttgart, dem Rheinland und Frankfurt. Quelle: AP

Um eine Lösung für dieses Problem ringt seit zwei Jahren eine gemeinsame Expertengruppe von Daimler, Linde, den Mineralölkonzernen Shell, Total, OMV und den Energieversorgern EnBW und Vattenfall. Ihr Ziel: Anzahl und Standorte der Tankstellen so zu bestimmen, dass kein Autofahrer in der Stadt länger als fünf Minuten und auf dem Land nicht länger als 15 Minuten zur Zapfsäule braucht. Ihren Masterplan für die Einführung einer Tankstelleninfrastruktur will die Runde im Sommer präsentieren. Die Frage, wer den Aufbau finanziert, wird anschließend geklärt.

Kosten tragen die Tankstellen

Laut ersten Informationen aus Teilnehmerkreisen sollen zwischen 2015 und 2018 jährlich 100 Wasserstofftankstellen in den Ballungsräumen Hamburg, München, Berlin, Stuttgart, dem Rheinland und Frankfurt entstehen. Auch an den Autobahnen dazwischen werden Zapfsäulen gebaut. Kostenpunkt: rund 300 Millionen Euro. In der zweiten Stufe soll das Netz auf mehr als 1000 Tankstellen landesweit wachsen. Der Wasserstoff wird entweder mit Lastwagen von zentralen Produktionsstellen im Land angeliefert oder bei abgelegenen Tankstellen durch kleine Elektrolyseure mit Strom aus der Steckdose erzeugt. Die Kosten der zweiten Ausbaustufe, über eine Milliarde Euro, könnten sich wie bei herkömmlichen Tankstellen selbst tragen.

Wer zahlt, ist offen

Angesichts der gerade einmal acht öffentlich zugänglichen Wasserstofftankstellen, die es heute in Deutschland gibt – ein großer Plan. „Technisch ist der Aufbau einer solchen Infrastruktur kein Problem“, sagt der Geschäftsführer von Total Deutschland Hans-Christian Gützkow. Denn die Aufgabe, den gasförmigen Wasserstoff mit einem Druck von 700 bar in das Auto zu befördern, ist inzwischen gelöst. Die Zapfhähne klinken sich automatisch am Tankloch fest, und schon fließt der Treibstoff. Auch die Module für die Tankstellen, also Speicherbehälter, Kompressionstechnik und Zapfsäulen, ließen sich beliebig vervielfältigen. Wegen der kleinen Stückzahlen sind die Teile zurzeit noch viel teurer als herkömmliche Tanktechnik. „Wenn eine entsprechende Nachfrage absehbar ist, könnten wir schnell reagieren.“

Daimler plant eigene Tankstellen



Noch im Überfluss vorhanden: Erdgas. Zu kurz gedacht: Tankstellengiganten wie Exxon Mobil und BP beteiligen sich noch nicht an Wasserstoffprojekten.

Quelle: dpa

Bleibt das Problem der Finanzierung. Ulrich Bünger vom Beratungsunternehmen Ludwig-Bölkow-Systemtechnik analysiert seit Jahren für Unternehmen und Regierungen die Entwicklung im Bereich Wasserstoff. „Die Mineralölunternehmen

haben kein Interesse, viel Geld in neue Kraftstofftechnik zu investieren“, sagt er. Vor allem nicht in den hochriskanten ersten drei Jahren. Denn mit einigen Zehntausend Autos auf der Straße lasse sich mit Wasserstoff zunächst kaum etwas verdienen.

Erdgas in Massen

Ohnehin beteiligen sich schon jetzt weder BP noch Exxon Mobil an Wasserstoffprojekten. Und Shell – immerhin mit zwei Tankstellen in Deutschland dabei – setzt für die Zukunft eher auf Biokraftstoffe und das zurzeit noch massenhaft verfügbare Erdgas. Einzig Total bekennt sich zu dem neuen Treibstoff und bildet im Quartett der Benzinriesen eine Ausnahme.

Aber vielleicht bedarf es der etablierten Ölmultis gar nicht. In England bildete sich gerade ein Konsortium aus Energieversorgern, Autobauern und Gasherstellern zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur – ohne ein einziges Mineralölunternehmen.

Henne-Ei-Problem

In Deutschland plant Daimler im Verbund mit Linde 20 eigene Tankstellen. „Damit wollen wir der Technologie einen zusätzlichen Schub geben und das Henne-Ei-Problem lösen“, sagt Linde-Chef Wolfgang Reitzle. Er verspricht: In einigen Jahren wird die Tanktechnik nicht mehr teurer sein als die für Benzin.

Ohnehin scheint das Infrastrukturproblem, zumindest dem Brennstoffzellenvorreiter Daimler, keine Kopfschmerzen zu bereiten. Chefentwickler Mohrdieck spricht euphorisch von „Umweltfreundlichkeit, großer Reichweite, kurzen Tankzeiten und einem Fahrspaß dank Elektromotor, der den eines Verbrennungsmotors noch übersteigt“. Wenn anfangs die öffentlichen Tankstellen fehlten, sei der neue Antrieb immerhin für Firmenflotten oder Taxiunternehmen attraktiv.

Ganz uneigennützig ist diese Begeisterung nicht: Denn sauberer Wasserstoff ist für Daimler & Co. bisher die einzige Möglichkeit, die immer strengeren CO₂-Normen der EU noch zu erfüllen. Aber Mohrdieck ist überzeugt, dass Wasserstoff sich auch ohne die Vorgaben der Politik als Treibstoff durchsetzen wird – spätestens, wenn das Öl zu knapp und zu teuer wird, um es in Autotanks zu verbrennen

Quelle:

www.wiwo.de