



Staatliche Förderung soll Anreize schaffen, das Wasserstofftankstellennetz auszubauen.



Tolle Perspektiven für vermögtere Städte: Aus dem Auspuff von Wasserstoffautos kommt nur Wasserdampf.

Das Betanken geht viel schneller als das Laden von Elektroautos.



Mehr als heiße Luft?

Auch wenn derzeit die ersten Serienautos mit Brennstoffzelle auf den Markt kommen, dürfte es die Technik in Deutschland schwer haben. Nur wenn sich genügend Investoren für die geplanten Wasserstofftankstellen finden und die Fahrzeuge rasch günstiger werden, hat die Wasserstoffmobilität hierzulande eine Chance.

Von Sascha Rentzing

Von wegen Sackgassen-Technik: Auf der Hannover Messe wurden Skeptiker des Brennstoffzellenautos überrascht: Honda, Hyundai, Mercedes-Benz, Toyota und Volkswagen – gleich fünf Hersteller präsentierten dort im April marktreife Modelle. Statt gewöhnlichem Sprit tanken die Fahrzeuge Wasserstoff, mit dem die Brennstoffzelle Strom für einen Elektromotor erzeugt. Zwei der in Hannover vorgestellten Autos dürften schon bald auf den Straßen zu sehen sein. Hyundai hat soeben den freien Verkauf seines Wasserstoff-SUV ix35 gestartet; im September will dann Toyota mit dem Mirai das weltweit erste Großserienauto mit Brennstoffzelle auf den deutschen Markt bringen. Toyota-Vorstand Takeshi Uchiyamada weckt bereits hohe Erwartungen. „Wasserstoff und Brennstoffzellen werden für einen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Umbruch sorgen.“

Ökologie plus gewohnte Leistung

Der Automanager hat durchaus Grund zu Optimismus, besitzt Toyota doch ein sicheres Händchen für Trends. Sein Hybridauto Prius, der Benziner und Elektromotor unter einer Haube kombiniert, wurde bereits zu einem Welterfolg. Und auch der Mirai kommt in Japan, wo er seit Dezember erhältlich ist, besser an als erwartet. Offensichtlich schätzen

die technikbegeisterten Japaner die Kombination aus futuristischem Design und Ökologie auf der einen und gewohnter Leistung auf der anderen Seite – mit 153 PS, einer maximalen Geschwindigkeit von 178 Kilometern pro Stunde und einer Beschleunigung von null auf Tempo 100 in weniger als zehn Sekunden kann der Mirai mit jeder herkömmlichen Limousine der oberen Mittelklasse mithalten.

Derzeit sind bundesweit erst 18 Tankstellen in Betrieb.

Wegen der starken Nachfrage hat Toyota seine ursprünglich geplante Produktion von 400 Fahrzeugen bereits hochgefahren. „Es wurden in Japan schon 1.600 Kaufverträge unterzeichnet“, sagt Dirk Breuer, Sprecher von Toyota Deutschland. 2015 will der Autoriese nun 700 Mirai herstellen, 2016 sollen 2.100 Limousinen vom Band laufen und 2017 weitere 3.000.

Auch Deutschland wird ab Herbst beliefert, allerdings will Toyota hier zunächst maximal

100 Fahrzeuge anbieten. „Es gibt noch nicht genügend Tankstellen“, erklärt Breuer. Dennoch sehe Toyota in Deutschland einen potenziellen Zukunftsmarkt, weil es „engagiert“ am Aufbau der notwendigen Infrastruktur arbeite. „Das gilt in Europa sonst nur für Dänemark und Großbritannien.“ In der Tat spielen Brennstoffzellenautos neben batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen in der Klimastrategie der Bundesregierung eine wichtige Rolle: Bis 2020 sollen hierzulande bereits eine Million Elektromobile unterwegs sein. Wasserstoff lässt sich mit Ökostrom in sogenannten Elektrolyseuren ohne gefährliche Emissionen gewinnen, und auch bei der Rückverstromung des H₂ in der Brennstoffzelle entsteht nur harmloser Wasserdampf. Deshalb investieren Industrie und Bund im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) bis 2016 jeweils 700.000 Millionen Euro, um den neuen Kraftstoff zu etablieren.

Aufbau der nötigen Infrastruktur

Nach Angaben von Klaus Bonhoff von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW), die die Aktivitäten der Unternehmen der Mobilitätsbranche koordiniert, gibt es bereits Fortschritte. „Im Technologiebereich Wasserstoff

Der Toyota Mirai ist ab September 2015 auch in Deutschland erhältlich – allerdings für den stolzen Preis von gut 78.000 Euro.



und Brennstoffzelle geht es jetzt darum, nach der Marktvorbereitung den nächsten Schritt zu gehen. Dies beinhaltet unter anderem den Aufbau einer bedarfsgerechten Infrastruktur für Wasserstoffmobilität.“ Derzeit sind bundesweit erst 18 Tankstellen in Betrieb, die Wasserstoff anbieten. Doch schon bis Ende dieses Jahres will das Gemeinschaftsunternehmen H₂ Mobility, dem Air Liquide, Daimler, Linde, OMV, Shell und Total angehören, das Netz auf 50 Tankstellen ausbauen. 2023 sollen in Deutschland dann insgesamt 400 H₂-Stationen eine lückenlose Versorgung sicherstellen. Um die Marktaktivierung voranzutreiben, diskutiert die Branche derzeit mit der Bundesregierung über eine Fortsetzung des NIP. Die Rede ist von insgesamt 3,9 Milliarden Euro, die von 2016 bis 2025 an weiteren Mitteln in das Programm gesteckt werden sollen. Die Industrie will hiervon mit 2,3 Milliarden Euro den Löwenanteil tragen.

Die entscheidende Frage ist jedoch, ob die geplanten Investitionen auch tatsächlich flie-

ßen. Nicht wenige Marktkenner trauen den Ankündigungen nicht: „Warum sollten Gaslieferanten Interesse am Aufbau eines umfassenden Tankstellennetzes haben? Eine große Flotte an Brennstoffzellenautos ist in Deutschland nicht in Sicht. Daimler hat bisher als einziger deutscher Hersteller ein Modell für 2017

Eine große Flotte an Brennstoffzellenautos ist nicht in Sicht.

angekündigt“, sagt Stephan Rieke von der Stuttgarter Firma Etogas, die sogenannte Power-to-Gas-Anlagen zur Umwandlung von Ökostrom in Wasserstoff und Methan anbietet. Die Idee hinter der Technik ist, überschüssige Solar- und Windenergie in Form der Gase zu spei-

chern und so das Stromnetz vor Überlastung zu schützen. Der Wasserstoff könnte ins Erdgasnetz eingespeist, in unterirdischen Kavernen gespeichert oder direkt als Ökosprit verkauft werden.

Hohe Kosten für die Brennstoffzelle

Gegen eine große Anzahl an Wasserstofffahrzeugen auf deutschen Straßen spricht derzeit vor allem der hohe Preis. Der Hyundai ix35 Fuel Cell soll nach Angaben des koreanischen Autoherstellers für 65.450 Euro angeboten werden, der Mirai wird in Deutschland anfangs sogar stattliche 78.540 Euro kosten. Und das, obwohl Toyota in dem Fahrzeug bereits Standardteile aus der Prius-Produktion einsetzt, etwa den 114 Kilowatt starken Elektromotor und die gesamte Elektronik. Doch die hohen Kosten für die Brennstoffzelle machen die Ersparnis wieder zunichte. Sie enthält das teure Edelmetall Platin, das als Katalysator für die Reaktion des Wasserstoffs mit Sauerstoff bisher unentbehrlich ist. Anfangs

Fotos: Toyota, Mutlu Kurtbas/istockphoto

„Bei der Elektrolyse können die Kosten noch um den Faktor zwei bis drei sinken. Und zehn bis 20 Prozent mehr Wirkungsgrad sind in absehbarer Zeit möglich.“

Werner Tillmetz

dürfte sich die Mirai-Nachfrage hierzulande daher in engen Grenzen halten. In Japan und den USA ist die Chance auf gute Absatzzahlen größer, da beide Länder die Markteinführung der Brennstoffzellenautos durch Zuschüsse unterstützen und sie somit erschwinglicher werden. So fördert die japanische Regierung jeden Kauf mit umgerechnet 14.000 Euro, und auch in den USA kostet der Mirai nach Abzug der staatlichen Förderung nur noch etwa 50.000 Euro. Damit bewegt sich das Fahrzeug zumindest annähernd auf Preisregionen herkömmlicher Autos der oberen Mittelklasse zu.

Power-to-Gas-Zukunftsoption

Neben fehlenden Tankstellen und hohen Preisen gibt es in Deutschland weitere Probleme zu lösen. So ist bisher nicht geklärt, woher der Kraftstoff für die Brennstoffzellenautos künftig stammen soll. Derzeit beziehen die wenigen Tankstellen den Wasserstoff von der chemischen oder metallverarbeitenden Industrie, wo er als relativ günstiges Nebenprodukt anfällt. Verkauft wird das Kilogramm dann für einen von der Mobilitätsbranche festgelegten Preis von 9,50 Euro – das entspricht bei einem Verbrauch eines H₂-Autos von einem Kilogramm pro 100 Kilometer etwa dem Preis von Benzin oder Diesel. Als Klimaschutz erfüllen Brennstoffzellenfahrzeuge aber nur dann ihren Zweck, wenn sie mit Ökosprit betankt werden. Die dafür nötigen Power-to-Gas-Anlagen müssten allerdings erst noch gebaut werden – wobei unklar ist, wer momentan investieren sollte. Im Rahmen des NIP wird zwar an der Technik geforscht, doch industrielle Anlagen plant die Mobilitätsbranche nicht. Auch die Energiewirtschaft sieht

Power-to-Gas eher als Zukunftsoption, da bestehende Speicher wie Pumpspeicherkraftwerke derzeit noch ausreichen, um die fluktuierenden erneuerbaren Stromquellen im Zaum zu halten.

Abgesehen davon wäre Sprit aus Power-to-Gas-Anlagen ohne spezielle Förderung wohl auch noch nicht konkurrenzfähig. Bei durchschnittlichen Kosten für Windstrom von acht Cent pro Kilowattstunde und etwa fünf Cent für die Elektrolyse liegen die Erzeugungskosten für Wasserstoff derzeit bei 13 Cent pro Kilowattstunde. Warum sollte man dann nicht gleich auf batteriebetriebene Elektrofahrzeuge setzen, die Ökostrom direkt verbrauchen? Bei Solarstromkosten von etwa zwölf Cent lohnt es sich mittlerweile sogar, sein Auto mit Sonnenenergie aus einer eigenen Photovoltaikanlage auf dem Hausdach zu betanken. „Die Zeit des Wasserstoffs wird bei den großen Speichern und im Schwerlastverkehr kommen. In der Mobilität sehe ich seinen Einsatz aber extrem kritisch“, sagt Kurt Sigl vom Bundesverband eMobilität.

Schnelles Tanken, große Reichweite

Dennoch wäre es wohl verfrüht, die Brennstoffzelle abzuschreiben, da sie gegenüber der Batterie auch Vorteile mit sich bringt. Der Toyota Mirai schafft mit einer Tankfüllung von fünf Litern Wasserstoff etwa 500 Kilometer; bisherige Akkufahrzeuge müssen dagegen spätestens nach 200 Kilometern Fahrt nachladen. Die hohe Reichweite der Brennstoffzellenautos relativiert auch das Problem fehlender H₂-Stationen – zwei Tankfüllungen reichen aus, um Deutschland von Nord nach Süd zu durchqueren. Auch das Betanken mit Wasser-

stoff ist gegen das langwierige Aufladen der Akkus ein weiterer Vorteil. Fünf Liter sind per Druckbetankung in drei Minuten im Mirai-Tank. Außerdem können Fahrzeuge und Sprit noch wesentlich günstiger werden. So halten es Wissenschaftler für möglich, die Kosten für Brennstoffzellen durch platinfreie Katalysatoren aus günstigeren Metallen um bis zu 75 Prozent zu senken. Auch der Preis für Öko-Wasserstoff wird wahrscheinlich nicht auf heutigem Niveau verharren. „Bei der Elektrolyse können die Kosten noch um den Faktor zwei bis drei sinken“, sagt Werner Tillmetz vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). Maßgeblich dafür seien neue Materialien für die Elektroden und ein geringerer Stromverbrauch bei der Umwandlung von Wasser zu Wasserstoff. „Zehn bis 20 Prozent mehr Wirkungsgrad sind in absehbarer Zeit möglich“, sagt Tillmetz.

Japan und Kalifornien als Vorreiter

Hoffnung machen zudem die Entwicklungen in Japan und Kalifornien, wo durch Vorschriften, staatliche Förderungen und ein konzertiertes Vorgehen von Industrie, Forschung und Politik bereits eine vergleichsweise hohe Anzahl an H₂-Tankstellen entstanden ist und so der Markt für Brennstoffzellenautos angestoßen wurde. In Deutschland könnte mit zeitlicher Verzögerung die gleiche Entwicklung einsetzen. Auch hier haben Kooperativen wie das Gemeinschaftsunternehmen H₂ Mobility das Ziel formuliert, der Wasserstoffmobilität zum Durchbruch zu verhelfen. Die kommenden Jahre werden zeigen, ob das Vorhaben mit dem nötigen Nachdruck verfolgt wird.