



# STAU BEI DER BRENNSTOFFZELLE

Deutschland auf dem Weg zur Nummer eins in Sachen Wasserstoff-technik? Das sieht Experte Sven Jösting ganz anders. „Made in Germany“ sagt er, woran es hakt und was passieren muss



FOTO: GETTY IMAGES / ISTOCK / GETTY IMAGES PLUS / ONURDONGEL

**W**o steht Deutschland heute beim Thema Wasserstoff? Täuscht der Eindruck, oder ist das Thema im Vergleich mit anderen erneuerbaren Energien ins Hintertreffen geraten?

*Sven Jösting:* Wir stehen da am Beginn eines Megatrends. Das Thema Wasserstoff existiert schon lange, nun stimmen endlich auch die Rahmenbedingungen. Denn für die Produktion von grünem Wasserstoff sind regenerative Energien die Grundlage. Und davon gibt es erst in den letzten Jahren die entsprechenden Mengen kostengünstig. Elektrolyse bedeutet, dass Wasser mittels Strom in Wasserstoff und Sauerstoff aufgesplittet wird. Und über die hochindustrielle

**45**  
Millionen  
Tonnen  
Wasserstoff  
muss Deutschland  
2050  
importieren.

Prognose  
Max-Planck-Institut

Elektrolyse ist Wasserstoff in immer größeren Mengen zu immer günstigeren Kursen verfügbar. Themen wie die dezentrale Nutzung schließen sich an: Man wird dann am Windpark oder Solarpark mit Wasserleitungsanschluss Energie via Elektrolyse direkt vor Ort produzieren. Nur bei der Farbe des Wasserstoffs ist man sich uneins. Ideal ist der „grüne“ Wasserstoff. Aber auf dem Weg dahin (bis die erforderlichen Mengen verfügbar sind) muss man auch den „blauen“ nutzen (Erdgasreformierung, 70 Prozent weniger CO<sub>2</sub> als bei Kohle) und auch den „gelben“ Wasserstoff, nämlich Biogas. Und es ist besser, grünen Wasserstoff zum Beispiel aus dem europäischen Ausland und anderen Regionen der Welt einzukaufen, als zu meinen, dass wir diesen hier vor Ort in den notwendigen Mengen produzieren könnten. ▶



**Sven Jösting** befasst sich schon lange beruflich mit dem Thema Brennstoffzelle: Er hat bereits einige Unternehmen der Branche zusammengeführt, strategische Partnerschaften initiiert.

Jösting ist langjähriges Mitglied der **Wasserstoff Gesellschaft Hamburg**, die mit Informationen und Veranstaltungen die umweltfreundliche Wasserstoff-Energie fördert. Für die Fachzeitschrift **HZwei** ist Jösting vor allem im Themenfeld Wasserstoff aktiv. Bei Facebook verwaltet er die Communitys Wasserstoff + Brennstoffzelle und Hydrogen + Fuelcell.

**Ein Tipp noch:** Im ZDF gab es im Mai zwei Wissenschaftssendungen, „Planet Erde“ und „Leschs Universum“ (TerraX), die perfekt beschreiben, was zukünftig in Sachen Wasserstoff zu erwarten ist. (Bei Redaktionsschluss waren beide Sendungen in der ZDF-Mediathek verfügbar.)

### **Der entscheidende Punkt ist, dass der Strom, der nötig ist, um das Wasser zu spalten, aus erneuerbaren Quellen stammt?**

Richtig. Und es geht ums Speichermedium. Beispiel Schleswig-Holstein: Da fällt oft Windstrom in großen Mengen zur unpassenden Zeit an. Ähnlich verhält es sich mit der Solarenergie: Wenn mittags die Sonne kräftig scheint, fällt jede Menge an. Aber wie den Strom speichern, nutzbar machen, dahin leiten, wo er benötigt wird? Batterie geht da nur sehr eingeschränkt. Da bieten sich neue Wasserstoffpipelines an, die nichts anders sind als konventionelle Gaspipelines, von denen wir über 500 000 Kilometer in Deutschland haben. Das lässt sich zwar nicht eins zu eins umsetzen, das sind verschiedene Gase. Aber es lassen sich Gemische (30 bis 40 Prozent H<sub>2</sub>-Anteil möglich) erzeugen und dadurch das Gasnetz für die Einspeisung von Wasserstoff nutzen. Allein in Schleswig-Holstein werden im Jahr 300 Millionen Euro Umlagen generiert über das EEG (Erneuerbare Energien Gesetz, Anm. der Redaktion), aber dieser Strom verpufft, der wird nicht genutzt. Windfarmbetreiber erhalten Geld für keinen Strom. Ein Irrsinn!

### **Die Speicherung erfordert hohen Druck und extrem niedrige Temperaturen, auch dafür ist viel Energie nötig.**

Dazu finden viele technologische Entwicklungen statt. Etwa, indem man Metallhydride wie



#### **FLIEGEN MIT H<sub>2</sub>**

Airbus will als erster Hersteller Flugzeuge auf den Markt bringen, die mit Wasserstoff fliegen.

Dazu hat das Unternehmen drei Konzepte vorgestellt: Turbofan mit einem modifizierten Gasturbinentriebwerk, Turboprop mit sechs Propellern und das Design Blended Wing Body, einen Nurflügler, bei dem Tragflächen und Rumpf ineinander übergehen.

Magnesiumhydrid wie einen Schwamm im Tank einsetzt und dadurch mit weniger Druck mehr Wasserstoff einbringen kann. Oder indem man Wasserstoff für den Transport in großen Mengen via Schiff in Form von Ammoniak oder Methan speichert und wieder rausholt. Gleichzeitig werden Modelle entwickelt, den Wasserstoff gleich direkt vor Ort zu nutzen. Da gibt es viele sehr gute Entwicklungen.

### **Wenn der Strom direkt aus der Batterie kommt, ohne den Umweg über die Brennstoffzelle, ist dann nicht der Energieaufwand geringer?**

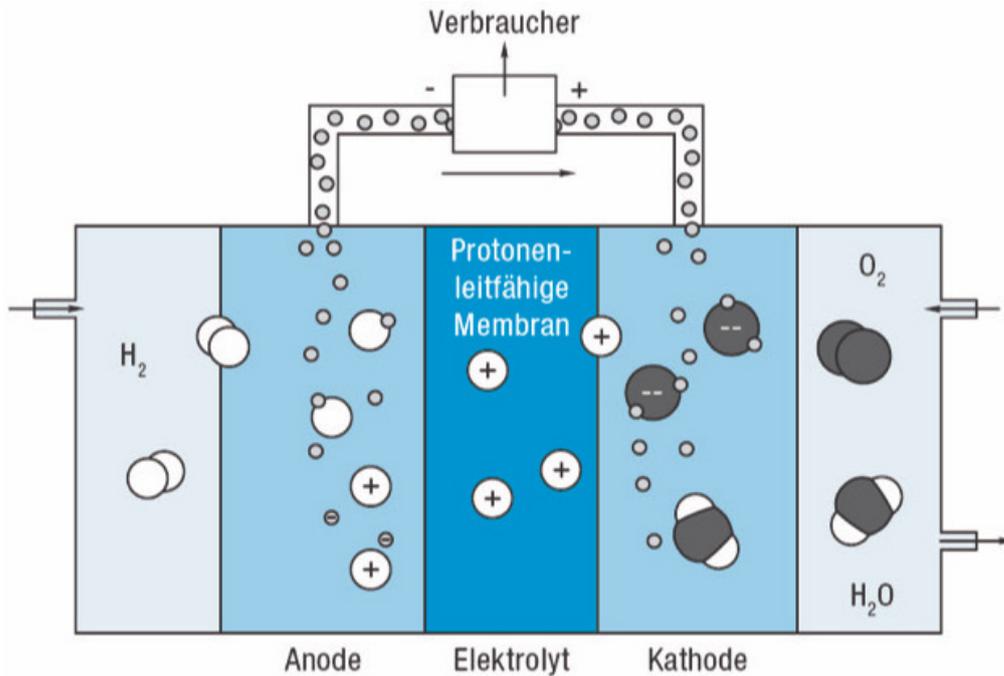
Es bleibt überall Energie auf der Strecke. Bei einem Liter Diesel oder Super liegt der Wirkungsgrad dessen, was ich in nutzbare Energie umwandle, bei gerade mal 25 Prozent. Entscheidend ist immer: Wie günstig komme ich an die notwendige regenerative Energie heran, um den Wasserstoff zu produzieren? Wenn ich in einer sonnenreichen Region mit gutem Wasserzugang (beispielsweise Meerwasser via Entsalzung) Solarstrom habe oder Windkraft in Norwegen oder Wasserkraft in der Schweiz, wenn mich die Energie zur Umwandlung des Wasserstoffs fast nichts kostet, dann ist auch der Wasserstoffpreis ganz woanders und selbst die Transportkosten sind kein Thema mehr. Dann sind wir in zehn Jahren von heute acht bis zwölf Dollar (reiner Referenzpreis) bei einem bis zwei Dollar pro Kilo und günstiger als LNG (flüssiges Erdgas, Liquefied Natural Gas) und Erdgas, und das ohne CO<sub>2</sub>-Abdruck. Jetzt entstehen überhaupt erst die Märkte – Elektromobilität, Wärme, Strom, eFuels für Flugzeuge und vor allem mittels H<sub>2</sub>.

### **Die deutsche Automobilindustrie hat gerade erst angefangen, bei der Elektromobilität aufzuholen, ein Elektrotankstellennetz ist noch im Aufbau – ist es da nicht illusorisch zu sagen: „Macht jetzt mal lieber in Wasserstoff“? Ist der Pkw-Markt für Wasserstoff schon verloren?**

Nein. Der entsteht in den nächsten drei, vier Jahren. Und zwar aus dem Druck heraus, was in Südkorea abgeht, in Japan und China. Derzeit ist die Batterie im Pkw klar im Vorteil. Das hängt auch vom Nutzungsprofil des Fahrers ab, ob er Lang- oder Kurzstrecke fährt. Bei der Kurzstrecke hat die Batterie ganz klare Vorteile. Auf der Langstrecke hängt es davon ab, wie viel Energie ich auch witterungsbedingt für Heizung und Klimaanlage benötige und all die anderen elektronischen Systeme an Bord. Die Grundfrage ist doch: Wie kann ich nachhaltig große Mengen an Energie nutzen? Das fängt bei der Batterie an mit der Förderung, dem

## Wirkungsprinzip Brennstoffzelle

Die Brennstoffzelle erzeugt aus Wasserstoff Strom, Wärme und Wasser



Und so funktioniert die Brennstoffzelle: Der Anode wird Wasserstoff ( $H_2$ ) zugeleitet, der Kathode Sauerstoff ( $O_2$ ). Die Anode spaltet den molekularen Wasserstoff in Wasserstoffkerne ( $H^+$ ) und Elektronen auf. Eine Elektrolytmembran in der Mitte der Brennstoffzelle lässt nur die Wasserstoffkerne auf die Seite des Sauerstoffs, die Elektronen müssen ihren Weg von der Anode zur Kathode durch einen elektrischen Leiter nehmen, es entsteht Strom. An der Kathode verbinden sich Sauerstoff, Elektronen und  $H^+$ -Ionen zu Wasser ( $H_2O$ ), dem Abfallprodukt der  $H_2$ -Brennstoffzelle.

Modellprojekt: Niedersachsen testet seit 2018 zwei  $H_2$ -betriebene Züge von Alstom im Alltag





Vorreiter Japan: Tokio stattet seinen Nahverkehr ab 2021 mit Brennstoffzellenbussen des Typs Sora von Toyota aus

Abbau der notwendigen Rohstoffe. CO<sub>2</sub>-frei? Mitnichten. Die Transportwege kommen hinzu, die Aufbereitung und das Recycling. Das sind ganz viele Aspekte, die man ganzheitlich sehen muss. Die Autoindustrie setzt sehr einseitig auf die Batterie, weil da die Fördergelder fließen. Aber das macht sie noch nicht nachhaltig. Die Brennstoffzelle, die den Wasserstoff umwandelt, findet sich in immer mehr Nutzfahrzeugen wie Bussen und Lkw, dann in Schiffen, Schienenfahrzeugen, Drohnen und in ein paar Jahren wird sie auch im Pkw Sinn ergeben.

**»DIE AUTOINDUSTRIE SETZT EINSEITIG AUF DIE BATTERIE, WEIL DA FÖRDERGELDER FLIEßEN. DAS MACHT SIE ABER NOCH NICHT NACHHALTIG«**

Vielleicht prescht da Apple vor, die 2024 mit einem iCar auf den Markt kommen wollen – vielleicht dann ein Brennstoffzellen-Hybrid-Kfz mit kleiner Batterie und H<sub>2</sub> als Treibstoff?

#### **Sie nennen China als Vorbild, warum?**

Dort hat man 2020 ein Programm aufgelegt: 36 Provinzen oder Großstadtregionen haben sich für Fördergelder beworben. Dafür muss jede Region definieren, wie sie das Thema Wasserstoff effizient angehen will. Das fängt an mit Nutzungspotenzialen und der Frage, wie der Wasserstoff produziert werden soll. Über Kernenergie oder Kohlekraftwerke? Über Solar oder Windkraft? Wird der ÖPNV gefördert? Entstehen neue Unternehmen und Arbeitsplätze daraus? Die Regionen müssen also zunächst beweisen, dass sie die Förderung auch wert sind. Man kann nicht sagen, das eine ist besser als das andere, sondern das hängt von den Nutzungsprofilen ab. Ein Multi-Milliarden-Förderprogramm steht vor der Tür. China hat das ja schon bei der Batterie

sehr erfolgreich vorgemacht und schwenkt nun peu à peu auf Wasserstoff und Brennstoffzelle um. Unsere Förderpolitik sollte sich China zum Vorbild nehmen. Aus hiesigen Reallaboren sollten Industrieparks entstehen.

### In Deutschland fahren keine 500 Wasserstoff-Pkw auf den Straßen. Wie sieht es in Südostasien aus?

Südkorea will 6,3 Millionen Fahrzeuge zwischen 2030 und 2040 auf den Straßen haben, die wasserstoffbetrieben sind. Japan will gar eine Wasserstoffgesellschaft „Hydrogen Society“ werden. In China fahren bislang 6700 Nutzfahrzeuge mit Wasserstoff. Bis 2030 sollen eine Million Wasserstofffahrzeuge unterwegs sein, bis 2024 immerhin schon 100 000 Nutzfahrzeuge. Von den 400 000 Bussen, die dort jedes Jahr neu auf die Straße kommen, werden zwar viele mit Batterie betrieben, aber bei den Langstreckenbussen gibt es Tendenzen, dass eindeutig Wasserstoff der Treibstoff sein wird.

### Wann könnte Wasserstoff auf Deutschlands Straßen eine relevante Größe sein? Es braucht ja auch noch ein Netz mit den entsprechenden Tankstellen.

Für Deutschland gibt es Analysen, dass man nur tausend Wasserstofftankstellen braucht, um eines Tages in der Fläche den Bedarf zu decken, erst Tanksäulen für Nutzfahrzeuge (geringerer Druck) und dann ergänzend für Pkw. Wir haben jetzt rund 96, bis 2024 sollen es 400 sein. Zum Vergleich: In Südkorea will allein der Energiekonzern SK Group in den nächsten zehn Jahren 1600 Wasserstofftankstellen hinstellen. Sinopec in China bringt 1000 H<sub>2</sub>-Tankstellen an den Start – in drei Jahren! Die Lkw-Hersteller fangen jetzt alle an, in diese Richtung zu denken, weil es auch immer mehr Emissionsvorgaben gibt. In den nächsten zehn Jahren werden Lkw immer weniger mit Diesel, sondern batteriebetrieben und vor allem mit Wasserstoff fahren. Aber auch bei Bussen wird sich die Brennstoffzelle drastisch im positiven Sinne weiterentwickeln – günstiger im Preis, leistungsfähiger (Reichweite) und kompakter in der Bauweise (Modul). Und: Laut Studien werden in den nächsten 20 Jahren in die Elektrolysetechnologie 150 Milliarden Dollar investiert, die H<sub>2</sub> immer günstiger in immer größeren Mengen produzieren lässt.

### Wie sieht es im Lkw-Sektor aus?

Es gibt neue Modelle (Prototypen) von Nikola Motors, die zusammen mit Iveco (CNH-Gruppe) arbeiten, auch Volvo und Daimler Trucks haben Pläne für die Wasserstofftechnologie in Lkw. Hyundai ist da ganz pfiifig, die verkauften Lkw mit Brennstoffzelle als Paket: Da ist der Wasserstoff in einer Kilometerpauschale gleich enthalten.



# 6,3

**Millionen wasserstoffbetriebe Fahrzeuge will Vorreiter Südkorea zwischen 2030 und 2040 auf den Straßen haben.**

Dieses All-in-one wird immer mehr kommen. Hyzon ist der nächste große Player in diesem Markt, aber auch alle anderen Truck-Hersteller sind am Start.

### Wirtschaftsminister Peter Altmaier gab im Sommer 2020 als Ziel vor, dass Deutschland die Nummer eins in der Wasserstofftechnik wird. Wie realistisch ist das?

Schön wär's! Da gibt es viele Worthülsen, auch aus dem Bundesumweltministerium. Die neun Milliarden Euro für die Wasserstoffförderung sind „gefühlte“ eine Quersubventionierung: Man will den grünen Wasserstoff frei von der EEG-Umlage machen. Das ist toll, aber kein richtiger Durchbruch. Der Druck kommt jetzt ganz stark aus der EU über den Klimapakt. Wir haben die Technologie, das Problem ist die Politik, dass die nicht so viel Gas gibt, wie es nötig und möglich wäre. Es könnten Hunderttausende von Jobs geschaffen werden. Doch Altmaier offeriert Tesla-Boss Elon Musk wohl drei Milliarden Euro Zuschüsse für eine Batterieproduktion hier in Deutschland, zwei Milliarden kommen womöglich von der EU. Es wäre sinnvoller, das in die Elektrolyse- und Brennstoffzellenforschung und H<sub>2</sub>-Infrastruktur zu stecken. Da herrscht zudem ein enormer Forschungsbedarf. Man ist nicht wirklich technologieoffen, leider. Aber durch den Druck unter anderem aus China wird sich das ändern.

*Interview: Thomas Röbbke*

## LESETIPP: WASSERSTOFF UND BRENNSTOFFZELLEN

**Zunächst der Atomausstieg** – dann der Kohleausstieg. Beide Großtechnologien durch erneuerbare Energien zu ersetzen, ist eine Herkulesaufgabe. Umso wichtiger ist es, auf die Alternativen zu schauen. Die Wissenschaft ist sich schon seit Jahren einig, dass die erneuerbaren Energien eine zuverlässige Energieversorgung sicherstellen können.

**Dieses Buch** skizziert den Weg dorthin: von der gestrigen über die aktuelle, hin zu einer zukunftsfähigen, wirklich nachhaltigen Energieversorgung.

**Sven Geitmann, Eva Augsten:**  
**Wasserstoff und Brennstoffzellen,**  
Hydrogeit Verlag, 2021 (4., akt. Auflage).  
€ 17,90, ISBN 978-3-937863-51-1

