



Konzept des Brennstoffzellen-Autos von Toyota

AUTOMOBILE

# Kraftwerk auf Rädern

Toyotas Hybridtechnik wies der Autobranche einst den Weg in die Elektromobilität – jetzt folgt der zweite Streich des japanischen Konzerns: Wasserstoff und Brennstoffzelle sollen den Wagen der Zukunft antreiben. Eine Utopie?

Es gibt bald ein Elektroauto, das richtig funktioniert. Es wird über 600 Kilometer weit fahren und danach nicht stundenlang an die Steckdose müssen, sondern nach wenigen Minuten wieder startklar sein. Überhaupt wird es gar keine Steckdose brauchen; es tankt Wasserstoff, seinen Strom macht es selbst.

Und dieses Auto ist nicht etwa das Produkt irgendeines Start-up-Akrobaten, der um Risikokapital buhlt. Es kommt vom größten Autokonzern der Welt.

Auf der diesjährigen Tokyo Motor Show wird Toyota Ende November eine Limousine präsentieren, die trotz des bewährt-mediokren Toyota-Designs und einer moderaten Antriebsleistung von etwa 100 Kilowatt die Aufmerksamkeit auf sich ziehen dürfte: Es wird das erste serienmäßig produzierte Brennstoffzellenauto der Welt sein, das regulär in den Handel kommt. Auch auf einen Termin hat sich Toyota bereits festgelegt: Der Verkauf beginnt im Jahr 2015.

Die Brennstoffzelle, die Wasserstoff und Sauerstoff kontrolliert zusammenführt und damit Strom produziert, ist als Autoantrieb eine Art Kraftwerk auf Rädern und in der Forschung schon länger bekannt. Mit den Fortschritten der Batterietechnik jedoch geriet sie aus dem Blickfeld: zu teuer, zu aufwendig, zu wenig effizient. Der Akku schien das Rennen zu machen.

Toyotas Botschaft ist daher revolutionär und ernüchternd zugleich: Der Konzern verabschiedet sich explizit vom rein batteriegespeisten Elektroauto – an dem sonst fast alle Autokonzerne der Welt arbeiten. Und diese kategorische Absage kommt ausgerechnet vom großen Lehrmeister der alternativen Antriebstechnik.

Der Konzern aus Toyota City bei Nagoya lieferte vor 16 Jahren mit dem ersten

erfolgreichen Hybridauto den Schlüssel zur Elektrifizierung der Antriebe. Fast sechs Millionen solcher Fahrzeuge, bei denen ein Elektromotor den Benziner unterstützt und Bremsenergie genutzt wird, hat das Unternehmen inzwischen verkauft und damit enorm den Verbrauch gesenkt. Den EU-Grenzwert von durchschnittlich 95 Gramm Kohlendioxid pro Kilometer im Jahr 2020, um dessen Einhaltung sich deutsche Autobauer mit Lobbyarbeit und reichlich CDU-Spenden zu drücken versuchen, unterbietet Toyotas Hybridflotte schon heute.

Es war das erste Mal in der Geschichte des Automobilbaus, dass ein japanischer Produzent die Technologieführerschaft übernahm und die gesamte Branche gleich um ein Jahrzehnt abhängte.

Nun droht den Konkurrenten die zweite Blamage: Während sie hinterherhasteten, begriffen viele den Hybridantrieb nur als Brückentechnologie zu batteriebasierten Elektroautos, haben solche inzwischen im



**Video: Testfahrt mit einem Brennstoffzellenauto**

spiegel.de/app442013toyota  
oder in der SPIEGEL-App

## Brennstoffzellen- und Akku-Antrieb im Vergleich

### Tankzeit



### Typische Reichweite



### Wirkungsgrad\*



\* Effizienz von der Stromerzeugung bis zum Rad

Angebot und stehen vor einem ungelösten Problem: Es sind Autos, die zu viel kosten und zu wenig können. Sie kommen nicht weit genug und hängen stundenlang am Kabel. Nirgends vermochten sie sich bisher als Standard durchzusetzen. Der Akku, das dämmert Ingenieuren und Politikern, wird die mobile Gesellschaft nicht aus der Schuldverstrickung fossilen Ressourcenraubbaus erlösen.

Koei Saga von Toyota ist ein kleiner, kräftiger Mann, der sehr offen spricht, aber nicht gern englisch. Der 62-Jährige zählt noch zu der Generation japanischer Manager, die einen Dolmetscher bevorzugen. Knapp zehn Jahre war Saga mit Hybridantrieben befasst, ehe er im vergangenen Jahr zum Chefentwickler des Autokonstruktors aufstieg.

Saga steht in einem Empfangssalon der Toyota-Verwaltung in Nagoya; er redet laut und selbstbewusst: Mit der Akku-Entwicklung, sagt er, sei Toyota „auf dem halben Weg zu dem Ziel“, aber er zweifle, ob dieses Ziel jemals erreichbar sein wird. Elektroautos, die sich auf heutige Batterietechnik stützen, seien „Verlustmacher“.

Als Gegenbeispiel ließe sich das kalifornische Start-up-Mirakel Tesla anführen, das mit elektrischen Sport- und Luxuswagen kurzzeitig profitabel war. „Tesla ist ein seltener Fall“, sagt Saga. „Sie bedienen nur reiche Leute, und es gibt viele reiche Leute in Kalifornien.“ Als Spielzeug für Öko-Snobs, so Saga, könne das Batterieauto ein Nischendasein führen, zur umweloptimierten Massenermotorisierung taue es nicht.

Zwar nutzt Toyota selbst Tesla als Lieferanten eines batterieelektrischen Antriebs

für eine E-Variante des Geländewagens RAV4 – jedoch nicht aus Überzeugung. Vielmehr muss eine kalifornische Quotenregelung erfüllt werden, die einen gewissen Anteil solcher Autos fordert. Tesla sei dafür ein geeigneter Partner. „Wir haben nicht für alles Ressourcen“, sagt Saga.

Toyota bündelt die Kräfte anderswo: Etwa 500 Ingenieure, so die Firmenauskunft, arbeiten hier an der Brennstoffzelle. Das ist auch für einen Großkonzern eine stattliche Zahl. Ganz offensichtlich handelt es sich hier um das Entwicklungsprojekt Nummer eins.

Es sind die früheren Schlüsselfiguren des Hybridvorstoßes, die das Vorhaben maßgeblich vorantrieben: Neben Chefentwickler Saga ist dies, unter anderen, der Atomphysiker Katsuhiko Hirose, Spross einer noblen Samurai-Familie.

Hirose ist ein kauziger Intellektueller. Mit zerknittertem Sakko und offenem Hemdkragen sitzt er in einem Hottelboyer in Nagoya. Er erklärt die Kernfusion mit Zuckerwürfeln und das Energieproblem der Welt mit Charts auf einem zerkratzten Laptop, den er immer bei sich trägt. Er preist die deutsche Energiewende und wünscht sich Ähnliches für Japan. Die Insel Hokkaido, sagt er, habe „ein enormes Potential für Windenergie“.

Denn eines ist auch den Entscheidern bei Toyota klar: Der Öko-Nutzen des Brennstoffzellenautos steht und fällt mit einem Überangebot grünen Stroms.

So sehr kurze Tankzeiten und enorme Reichweiten des Wasserstoffautos verlocken, so abschreckend sieht dessen Energiebilanz aus. Wasserstoff muss, soll er klimaneutral sein, mit Öko-Strom aus Wasser abgespalten werden, dann transportiert, auf den enormen Druck von 700 Bar verdichtet, im Auto von der Brennstoffzelle wieder in Strom verwandelt und dann erst in Fortbewegung umgesetzt werden (siehe Grafik Seite 114).

Auf diesem Weg gehen etwa 70 Prozent der Energie verloren. Bei einem Batterieauto, das langsam und damit stromsparend aufgeladen wird, kommen dage-

gen mehr als 70 Prozent am Rad an. Doch dieser enorme Vorteil ist aus Toyota-Sicht nichtig, wenn das Ergebnis kein vollwertiges, langstreckentaugliches Auto ist.

Der Effizienznachteil des Brennstoffzellenautos, erklärt Physiker Hirose, würde langfristig dadurch aufgewogen, dass die nach dem Vorbild der deutschen Energiewende ökologisierten Volkswirtschaften dereinst Öko-Strom im Überfluss haben könnten – und damit Wasserstoff.

Doch wann soll ein solches Szenario Wirklichkeit werden? Japans Energiewirtschaft hat nach der Fukushima-Katastrophe Probleme im Überfluss. Der Strombedarf der Inselgruppe wird im Wesentlichen mit Gas, Kohle und Öl gedeckt. Im Deutschland der Energiewende verunstalteten Rotorsteppen bereits ganze Landkreise, dabei deckt der Windstrom gerade einmal acht Prozent des Bedarfs, und das nicht mit zuverlässiger Grundlast, sondern je nach Laune der Winde. Speichertechniken sind dringend nötig, um auch bei Flaute verlässlich Öko-Strom ins Netz speisen zu können – nicht um Autofutter zu produzieren.

„Bei einem realistischen, maximal möglichen Ausbau der erneuerbaren Energien“, heißt es in einer Expertise des Umweltbundesamts, „resultiert bis 2030 kein nennenswertes Potential an überschüssigem Strom“ aus Sonne, Wind oder Biomasse, der sich zur Wasserstoffproduktion nutzen ließe. „In größerem Umfang ist hiermit frühestens nach 2050 zu rechnen.“ Deutlicher kann man eine Absage an die Öko-Vision Wasserstoffauto nicht formulieren.

Entsprechend gering erscheint das Interesse an einer Infrastruktur für diesen Kraftstofftyp. Deutschland hat gerade mal 15 Zapfstationen für Wasserstoff. Und die jüngste Ankündigung eines Industrieverbands um den Gaslieferanten Linde, diese Zahl bis 2023 auf 400 Stützpunkte zu erhöhen, erscheint weder realistisch noch ökologisch wünschenswert.

Auch Toyota ist das bewusst. „Diese Probleme können wir nicht lösen“, sagt



Toyota-Prototyp mit Brennstoffzelle, Entwickler Saga: „Batterieautos sind Verlustmacher“



THOMAS TRUTSCHEL / PHOTOHEK / GETTY IMAGES

