

## WASSERSTOFF

# Alternative zur E-Mobilität

Der Toyota Mirai ist das erste Auto mit Brennstoffzelle, das in Großserie produziert wird. Wir durften den Exoten, der Wasserstoff als Antriebsenergie nutzt, einer ausgiebigen Probefahrt unterziehen.



Unter der Motorhaube des Mirai findet sich die Brennstoffzelle, die Wasserstoff in Elektrizität für den Antrieb umwandelt.

Nicht nur die Antriebsform des Mirai ist futuristisch, sondern auch sein Design. Dafür fährt er sich wie ein herkömmliches Auto.

**E**lektroautos haben den Nachteil, dass die Ladedauer je nach Batteriegröße und Ladeleistung mehrere Stunden dauern kann. Dieses Manko kennen Autos mit Brennstoffzelle nicht: Sie haben einen Wasserstoff-Tank an Bord, in dem Wasserstoff im gasförmigen Zustand mitgeführt wird. Damit lässt sich in der Brennstoffzelle Strom erzeugen, der wiederum für den Antrieb des Autos genutzt wird. Wasserstoff-Autos lassen sich in wenigen Minuten auftanken und schaffen mit einer Füllung eine Reichweite von mehreren hundert Kilometern. Als Abgas entsteht dabei lediglich Wasser.

Da Wasserstoff das am häufigsten auftretende Element auf der Erde ist, ist es naheliegend, diese Kraftstoffart als Nachfolger der fossilen Brennstoffe in Betracht

zu ziehen. Was sich in der Theorie sehr gut anhört, hat jedoch auch Nachteile: Wasserstoff liegt nie in reiner Form vor, sondern wird mit hohem Energieeinsatz durch Elektrolyse oder Dampfreformierung hergestellt. Laut einer Studie der Unternehmensberatung Pricewaterhouse Coopers gehen dabei rund zwei Drittel der eingesetzten Energiemenge in Produktion, Speicherung, Verteilung und Einspeisung bis hin zum Antriebsstrang verloren („Well to Wheel“). Zum Vergleich: Bei einem Elektroauto sind es nur 30 Prozent. Wie bei der Elektromobilität auch, sollte die Energie zudem aus er-

neuerbaren Energien stammen, um eine gute Ökobilanz vorweisen zu können. Neben der Herstellung ist auch die Handhabung des Gases problematisch, denn es muss im flüssigen Zustand auf Minus 253 Grad gekühlt werden. Um ein Auto mit Wasserstoff zu betanken, wird das Gas mit hohem Druck von 700 bar in den Tank gepresst – mehr als das Dreifache im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Erdgasantrieb (CNG).

## KURZFASSUNG

Wasserstoff als Energieträger könnte eine Alternative zu reinen Elektroautos werden, um längere Strecken meistern zu können. Der Toyota Mirai zeigt als erstes serientaugliches Fahrzeug eindrucksvoll, wie weit die Brennstoffzellentechnologie ist.

Foto: Toyota



Zwei Wasserstoff-Tanks befinden sich im Mirai, die einem Druck von 700 bar standhalten.

Trotz dieser Nachteile nehmen mit Wasserstoff betriebene Fahrzeuge und der Ausbau der Infrastruktur Fahrt auf (siehe Kasten rechts). Gerade in Japan wird diese Energieform stark subventioniert. So verwundert es wenig, dass Toyota als erster Hersteller ein wasserstoffbetriebenes Auto in Großserie auf den Markt gebracht hat.

### Reichweite bis 450 Kilometer

Der Toyota Mirai ist in Deutschland zwar noch in homöopathischen Dosen erhältlich und kostet knapp 80.000 Euro, zeigt aber eindrucksvoll, wie ausgereift die Technik der Japaner ist. Technisch gesehen ist der Mirai ein serielles Hybridauto: Der gasförmige Wasserstoff wird in zwei Tanks mit jeweils 2,5 Kilogramm Kapazität mitgeführt und versorgt die Brennstoffzelle, die daraus wiederum Strom produziert. Über die Zwischenspeicherung des Stroms in der Traktionsbatterie wird der Elektromotor mit Energie versorgt. Mit einer Tankfüllung schafft der Mirai somit rund 400 bis 450 Kilometer Reichweite, je nach Fahrweise. Die Fahrleistungen sind dabei mit gängigen Stromern vergleichbar: Umgerechnet 155 PS und ein maximales Drehmoment von 335 Newtonmeter sorgen für ein zügiges Beschleunigen aus dem Stand heraus. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt dabei knapp 180 Kilometer pro Stunde, was für deutsche Autobahnen mehr als ausreichend ist.

Eine Betätigung des Power-Buttons startet den Mirai, der sich daraufhin nahezu geräuschlos fortbewegt. Nur ein leichtes Surren des Elektromotors macht darauf aufmerksam, dass hier überhaupt ein Antrieb aktiv ist. Von der Brennstoffzelle kriegt man ebenfalls nichts mit. Lediglich

## WASSERSTOFFTANKSTELLEN IN DEUTSCHLAND

### Noch rar gesäht

Obwohl in den letzten Monaten mehrere neue Wasserstoff-Tankstellen in Deutschland eröffnet wurden, ist die Zahl mit 43 Stück (Stand: Dezember 2017) noch sehr überschaubar. 100 Tankstellen sollen an den Hauptverkehrsrueten bis 2019 entstehen. Über die App „H2.Live“ des Infrastrukturbetreibers H<sub>2</sub> Mobility lässt sich in Echtzeit sehen, wo sich die Stationen befinden und welche gerade aktiv sind. Die App zeigt auch Stationen im europäischen Ausland an und wo weitere Standorte geplant sind.

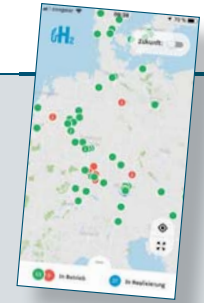


Foto: Alexander Junk

beim Abstellen des Autos hört man kurzzeitig ein Zischen und Klackern, was wohl auf die wasserstoffführenden Komponenten zurückzuführen ist. Geschaltet wird der Mirai mit einem Joystick, der bereits auch in ähnlicher Form im Prius zu finden ist. Damit lässt sich lediglich ein Vorwärts- oder Rückwärtsgang einlegen. Zusätzlich gibt es noch einen „Br-Modus“, in dem das Auto rekuperiert und somit den produzierten Strom wieder in die Batterie einspeist. Außerdem ist der Mirai mit ei-

**In Deutschland gibt es gerade einmal 43 Wasserstofftankstellen, die meisten davon im Westen.**

nem Eco-Modus ausgestattet, mit dem das Auto weniger stark beschleunigt. Der Power-Modus wiederum sorgt für mehr Leistung, wobei sich die Unterschiede zum Normalmodus in Grenzen halten.

Im Inneren ist der Toyota genau so komfortabel wie andere Modelle des Herstellers und erinnert ein wenig an den Prius. So hat der Mirai auch dieselbe Anzeige zur Restenergie und des ausgewählten Fahrmodus direkt unterhalb der Windschutzscheibe. Darüber hinaus be-

findet sich auch noch ein Touchscreen-Display in der Mitte der Konsole, das neben der Navigation auch ein Digitalradio und Einstellungsmöglichkeiten bietet.

### Dünnes Tankstellennetz

Richtig spannend wird es mit dem Mirai, wenn die Kapazität des Wasserstofftanks erschöpft ist und eine passende Tankstelle gesucht wird. Derzeit gibt es in Deutschland gerade einmal 43 H<sub>2</sub>-Tankstellen, die sich zudem zum Großteil auf den Westen beschränken. Ist eine Tankstelle gefunden, gestaltet sich der Tankvorgang relativ einfach: Nach Eingabe einer Tankkarte am Terminal und dem Code ist die Zapfsäule freigeschaltet. Der Zapfhahn wird nun über der Füllkupplung platziert und durch Ziehen des Hebels arretiert. Ist die Verbindung hergestellt, lässt sich der Tankvorgang über Drücken einer Taste auf der Zapfsäule starten. Je nach Restfüllung des Tanks nimmt dieser Vorgang nun mehrere Minuten in Anspruch. Anschließend wird die Wasserstoff-Füllung in Kilogramm abgerechnet und die Rechnung ausgespuckt. Im Münchner Raum klappte das an einer Tankstelle problemlos, an einer anderen H<sub>2</sub>-Station ließ sich der Kartenleser aber nicht aktivieren – das sollte im Ernstfall nicht passieren. *Alexander Junk*



Fotos: Alexander Junk

**Das Tanken erinnert an ein Erdgas-Auto: Der Zapfhahn wird aufgesetzt, arretiert und das Tanken per Knopfdruck gestartet.**

**Tankstopp: In der Nähe des Münchner Flughafens bietet OMV eine Wasserstoff-Zapfsäule.**