

TÜV NORD

News



Folgen Sie uns auf:



Ausgabe 2 | 2022

DER STOFF, AUS DEM WASSER IST

Wasserstoff oder Batterie?

Wasserstoff in der Mobilität:

Eine Alternative?

CO2-Ausstoß

Grau, türkis, blau, grün - Der Farbcode ist entscheidend:

Wie nachhaltig wird Wasserstoff produziert?

Wasserstoff-Autos

Funktion, Reichweite, Modelle:

Wie alltagstauglich sind sie?



Liebe Leserinnen und Leser,

Wasserstoff ist nicht nur das am häufigsten vorkommende Element im Universum. Die Verarbeitung von Wasserstoff wird auch als eine der Schlüsseltechnologien für die Zukunft gehandelt und findet bereits Einsatz in unterschiedlichen Wirtschaftszweigen. So auch in der Mobilität. Obwohl Wasserstoffautos eher rar auf den deutschen Straßen sind, läuft bei namhaften Herstellern die Entwicklung solcher Modelle.

In dieser Ausgabe stellen wir Ihnen den alternativen Antriebskraftstoff näher vor: Was ist Wasserstoff, wie wird er hergestellt und gespeichert? Welche Einsatzmöglichkeiten bietet er über die Verwendung in der Mobilität hinaus? Was sind die Vor- und Nachteile von Wasserstoff im Vergleich zu anderen Antriebskraftstoffen? Wie funktioniert ein Wasserstoffauto und wie sicher sind diese? Außerdem haben wir uns gefragt: Batterie oder Wasserstoff – wie sieht die Zukunft aus?

Kommen Sie gut durch den Sommer und bleiben Sie mobil!

Ihre TÜV NORD Mobilität



Die Initiative Hydrohub der TÜV NORD GROUP

Im Juli 2021 startete die TÜV NORD GROUP die Initiative „Hydrohub“. Diese verfolgt das Ziel, Energieunternehmen, Industrien und Kommunen rund um das Thema Wasserstoff zu unterstützen und zu beraten. Das Hydrohub, das aus Vertreterinnen und Vertretern der verschiedenen Geschäftsbereiche formiert wird, soll Schlüsselthemen entwickeln und daraus neue Dienstleistungen ableiten. Darunter fallen Aufgabenfelder wie die Entwicklung von Wasserstoffstandorten, die Sicherstellung einer nachhaltigen Wasserverwendung, die Entwicklung von Importstrategien sowie Emissions- und Reichweitenmessungen.

TÜV NORD Mobilität
Service-Tel.: 0800 80 70 600
www.tuev-nord.de

Der Stoff, aus dem Wasser ist

Wasserstoff ist nicht nur in beinahe allen Verbindungen der organischen Chemie enthalten, sondern auch in erheblichen Mengen auf der Erde vertreten, da es sich um einen Bestandteil von Wasser handelt. Mit dem Symbol H steht das Element im Periodensystem an erster Stelle und kommt fast ausschließlich in gasförmiger, gebundener Form vor. Als Sekundärenergie benötigt das farb- und geruchlose Gas zusätzliche Energie, eine sogenannte Primärenergie, um produziert zu werden.



Die Herstellung von Wasserstoff

Da Wasserstoff ausschließlich in Verbindungen mit anderen Stoffen wie Erdgas, Erdöl oder Wasser zu finden ist, muss er mittels Energie getrennt werden. Es gibt verschiedene, energieintensive Verfahren, um Wasserstoff herzustellen: Beim Reformierungsverfahren entnimmt man fossilen Brennstoffen den Wasserstoff. Bei dem Verfahren der Wasserelektrolyse wird mit elektrischem Strom Wasser in seine Grundelemente gespalten. Die „Dunkle Fermentation“ dient der Herstellung von Biowasserstoff. Biomasse, Abwässer oder Reststoffe werden hierbei mithilfe von Mikroorganismen bei Dunkelheit und ohne Sauerstoffzufuhr in Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid (CO₂) geteilt.



Gut gelagert

Je nachdem, ob Wasserstoff gasförmig oder flüssig gespeichert werden soll, gibt es verschiedene Möglichkeiten der Lagerung. Wir stellen Ihnen zwei Varianten vor – die Druckgasspeicherung mittels Kavernenspeicher sowie die Flüssiggasspeicherung in Kryotanks:

Besonders die unterirdischen Kavernenspeicher haben viel Potenzial. Mittels großer Anlagen in den Hohlräumen von Salzstöcken können hier hohe Mengen Wasserstoff im gasförmigen Zustand gelagert und bei Bedarf weiterverwendet werden. Während Großbritannien solche Kavernen bereits aktiv anwendet, entstehen bei uns zurzeit erste Forschungskavernen.

Bei der Flüssiggasspeicherung wird Wasserstoff durch seine Herunterkühlung verflüssigt und bei -253 °C in Kryotanks gespeichert. Der Vorteil: Flüssiger Wasserstoff hat weniger Volumen als im gasförmigen Zustand. Flüssiggasspeicher eignen sich daher ideal für den Transport über große Distanzen hinweg.

Wasserstoff im Verkehrssektor

Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar und bietet somit die Grundlage, Treibhausgasemissionen in unterschiedlichsten Branchen zu verringern bzw. zu vermeiden. Grüner Wasserstoff zählt im Zuge der Energiewende zu einer wichtigen Alternative im Verkehrssektor. Die Wasserstoffmobilität in Form eines Brennstoffzellensystems ist ein vielversprechendes Mittel zum Klimaschutz. Vor allem dort, wo man die batterieelektrische Mobilität aufgrund ihres technischen Entwicklungsstandes oder äußerer Gegebenheiten nicht anwendet. Einsatzfelder sind besonders der Fern- und Schwerlastverkehr sowie die Schiff- und Luftfahrt.



Wie funktioniert die Wasserstoff-Brennstoffzelle?

Wasserstoff wird in aktuellen Serienfahrzeugen gasförmig gespeichert und in Brennstoffzellenfahrzeugen zum Antrieb verwendet. Innerhalb der Wasserstoff-Brennstoffzelle erfolgt eine Elektrolyse, die die im Wasserstoff gespeicherte Energie als Strom freisetzt und damit den Elektromotor antreibt. Somit ist ein Wasserstoffauto im Grunde ein Elektroauto mit einer Brennstoffzelle.

NACHHALTIGKEIT

Der richtige Farbcode ist entscheidend

Obwohl Wasserstoff farb- und geruchlos ist, spielen Farben dennoch eine wichtige Rolle. Sie entscheiden, ob und wie nachhaltig Wasserstoff produziert wird. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen vier Farbkategorien:



Grauer, türkiser, blauer und grüner Wasserstoff

Dominierend in Deutschland ist zurzeit der **graue** Wasserstoff, der aus fossilen Brennstoffen hergestellt wird. Bei der Produktion werden bis zu 10 Tonnen CO₂ als Nebenprodukt erzeugt, die in die Atmosphäre gelangen.

Türkiser Wasserstoff wird mithilfe thermischer Spaltung von Erdgas erzeugt. Anstelle von CO₂ entsteht hierbei fester Kohlenstoff, der sich weiter nutzen lässt. Werden zusätzlich erneuerbare Energien eingesetzt, ist der türkise Wasserstoff CO₂-neutral.

Die Herstellung von **blauem** Wasserstoff erfolgt ebenfalls auf Grundlage fossiler Brennstoffe. Allerdings gelangt bei diesem Verfahren kein CO₂ in die Atmosphäre, da dieses unter dem Meeresgrund verpresst wird. So ist die Produktion CO₂-neutral.

Die **nachhaltigste aller Farbkategorien** ist der **grüne** Wasserstoff, bei dem die Energie aus Wind und Sonne entsteht. Er wird zum Beispiel mittels Elektrolyse aus Wasser oder mit Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen. **Damit ist grüner Wasserstoff CO₂-neutral.**

Der Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad beschreibt den Anteil der gespeicherten Energie, die tatsächlich für den Antrieb des Fahrzeugs genutzt wird. Als Einzelkomponente kommt die Wasserstoff-Brennstoffzelle unter Standardbedingungen auf einen maximalen Wirkungsgrad von 83%. In einem Fahrzeug wird von einem Wirkungsgrad von 50 % ausgegangen, da die Brennstoffzelle Energie für die Umwandlung von Wasserstoff in Strom benötigt. Betrachtet man den vollständigen Ablauf von der Wasserstoff-Herstellung bis hin zur Transformation in Bewegungsenergie, bleibt lediglich ein Wirkungsgrad von circa 30%.



Hochentzündlich - aber sicher

Erinnern Sie sich an das berühmte Knallgasexperiment im Chemie-Unterricht? Es hat uns gelehrt, dass Wasserstoff zwar hochentzündlich ist, aber niemals explodiert, ohne einen Auslöser und eine Zündquelle. Zudem vermischt er sich schnell mit der Umgebungsluft. Bei Wasserstofffahrzeugen besteht somit kein Grund zur Beunruhigung. Durch die Speicherung in separaten, druckfesten Tanks kommen sich Wasserstoff und Sauerstoff nicht in die Quere. Zahlreiche Crashtests haben gezeigt, dass ein Totalschaden erforderlich ist, um die Tanks zu beschädigen und Wasserstoff freizusetzen.

Wasserstoff ist extrem flüchtig, weil er so leicht ist. In der Praxis ist er daher eher weniger gefährlich als andere Auto-Treibstoffe. Von Brennstoffzellenautos geht keine besondere Explosionsgefahr aus.



REICHWEITE

Wie weit kommt man mit einem Wasserstoffauto?



Auf Leistung und Komfort müssen Besitzerinnen und Besitzer von Wasserstoffautos nicht verzichten. Wasserstoffautos verfügen über eine Reichweite von über 600 Kilometern und sind daher keineswegs nur für den Stadtverkehr geeignet.

Über 600 Kilometer Reichweite

Die Reichweite von Wasserstoffautos hängt vor allem von der Tankkapazität ab. Der Verbrauch und das Tankvolumen werden im Gegensatz zu Verbrennerfahrzeugen nicht in Litern, sondern in Kilogramm angegeben. Manche Modelle schaffen eine Reichweite von über 600 Kilometern und sind in diesem Bereich vergleichbar mit Benzin- oder Dieselfahrzeugen. Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge müssen hier schon einen großen Batteriespeicher vorweisen, um ähnliche Distanzen zu bewältigen.

Wie sieht es mit dem Tankstellennetz aus?

Derzeit ist das Tankstellennetz für Wasserstoff noch lückenhaft, aber es gibt sie – die H₂-Tankstellen und mobilen Stationen: Diese speichern gasförmigen Wasserstoff in Druckbehältern. Die meisten Wasserstoffauto-Modelle, die heutzutage im Einsatz sind, verfügen über einen 700 bar starken Tank, der an Wasserstofftankstellen innerhalb von drei Minuten befüllt werden kann. Die Betankung ist schnell, unkompliziert und vergleichbar mit der Betankung mit fossilen Kraftstoffen.

Wer mit einem Wasserstoffauto in das umliegende Ausland fahren möchte, muss die Route entsprechend der europäischen H₂-Tankstellen planen. Eine Übersicht bereits geöffneter sowie künftig geplanten Standorte von Wasserstoff-Tankstellen in Europa bietet die digitale Karte des Unternehmens H₂ Mobility, das für den flächendeckenden Aufbau und Betrieb einer Wasserstoff-Infrastruktur zur Versorgung von Autos mit Brennstoffzellenantrieb verantwortlich ist. Mehr unter <https://h2.live/>



Was kostet Wasserstoff?

Der Preis für ein Kilogramm Wasserstoff beträgt an allen öffentlichen H₂ MOBILITY H₂-Tankstellen in Deutschland 9,50 € (brutto) Stand April 2022. Auf 100 km verbraucht ein Brennstoffzellenfahrzeug ca. ein Kilogramm Wasserstoff. Die Kosten beim Tanken von Wasserstoff sind vergleichbar mit denen für Benzin. Bezahlt wird in Deutschland mithilfe der H₂-Live-Tankkarte per Rechnung, postalisch oder per Mail. Wer nicht jedes Mal den Rechnungsbetrag überweisen will, kann beim Kartenantrag SEPA-Mandat wählen.



VOR- UND NACHTEILE VON WASSERSTOFFAUTOS



Alltagstauglich?

Im Pkw-Segment steht das Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeug sowohl mit dem klassischen Verbrenner als auch mit der aufstrebenden batterieelektrischen Mobilität im Wettbewerb. Doch welche Vor- und Nachteile haben Wasserstoffautos und wo sind sie eine gute Alternative?

Die Vorteile von Wasserstoffautos

Fahrzeuge mit Brennstoffzellentechnik stoßen - im Gegensatz zu Diesel oder Benzinern - im Betrieb weder Feinstaub, Stickoxide noch CO₂ aus. Als Abfallprodukt entsteht lediglich Wasser(dampf). Damit sind sie lokal emissionsfrei. Die Herstellung ist zudem mit jeder Stromquelle möglich, was von Vorteil ist bei der Herstellung von grünem Wasserstoff. Dazu kommt, dass Wasser aber auch Wasserstoff ein möglicher Zwischenspeicher für regenerative Energieerzeuger ist, der mögliche Engpässe in der Stromversorgung mit erneuerbaren Energien ausgleichen kann.

Vorteile im Verkehrssektor:

- Hohe Reichweite
- Schnelles Betanken
- Widerstandsfähig gegen Kälte (bis -30 Grad C)
- Beliebig lange Lagerfähigkeit
- Sehr sicher auch bei Unfällen



Die Nachteile von Wasserstoffautos

Als Nachteil muss der hohe Energieverbrauch bei der Herstellung angeführt werden. Dazu kommt die mangelnde Tankstellen-Infrastruktur im In- und Ausland, die eine gute Routenplanung unverzichtbar macht. Auch die Modellauswahl ist derzeit noch überschaubar und bietet kaum Varianz. Zudem bedeutet die Anschaffung eines Elektro-Fahrzeugs - ob mit Batterie oder mit Wasserstoff betrieben - einen hohen Kostenaufwand.

Nachteile im Verkehrssektor:

- Kein natürliches Vorkommen von Wasserstoff
- Hoher Anteil von fossiler Energie zur Wasserstoffgewinnung erforderlich
- Geringe Tankstellenabdeckung
- Auswahl an Fahrzeugmodellen ist gering
- Fahrzeugmodelle sind teuer
- Technik bietet noch deutliches Potenzial für Weiterentwicklungen



Der Vorteil von Wasserstoff liegt im Nutzfahrzeugsegment

Im Vergleich zu batteriebetriebenen Fahrzeugen liegt ein wichtiger Vorteil von Wasserstoffautos im Nutzfahrzeugsegment, da hier ein besonders hohes Leistungsniveau erforderlich ist.

Um auf dieses Niveau zu gelangen, müssten bei der batteriebetriebenen Variante immens große Batterien verbaut werden. Diese sind nicht nur materialintensiv, sondern auch ein wesentlicher Kosten-

treiber bei der Anschaffung des Fahrzeugs. Um die gleiche gespeicherte Energie von zwei vollen Tanks mit 700 bar Wasserstoff mit Batteriezellen abzubilden, würden die Batterien ein Vielfaches an Volumen und Masse der Wasserstofftanks einnehmen. Das zusätzliche Gewicht hätte besonders bei Lkw auch negative Auswirkungen auf die Reichweite und Nutzlast. In Sachen Reichweite stehen Wasserstoffautos den herkömmlichen Verbrennern und Dieselfahrzeugen in nichts nach.

EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT



Im Pkw-Segment steht das Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeug sowohl mit dem klassischen Verbrenner als auch mit der aufstrebenden batterieelektrischen Mobilität im Wettbewerb. Letztere hat in puncto Modellvielfalt und Preisattraktivität wesentliche Vorteile. Eine rasche Aufholjagd mit Blick auf die Zulassungszahlen gilt als ausgeschlossen.

Im Nutzfahrzeug-Segment und bei Elektrobussen

könnten Fahrzeuge mit Brennstoffzelle in den kommenden Jahren aufholen, da das Anforderungsprofil an das Fahrzeug (Zuladung, Reichweite, Leistungsabgabe, hohe Flexibilität der anwendungsbezogenen Systemauslegung etc.) besser passt. Neben der Verwendung in Brennstoffzellen kann Wasserstoff als Energieträger auch in Verbrennungsmotoren verwendet werden.

Die Zukunft der beiden alternativen Antriebsstoffe ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Dazu zählen unter anderem Produktionsprozesse, Verfügbarkeit der Kraftstoffe, Modellentwicklung, Ausbau einer Tankstellen-Infrastruktur sowie entscheidende Impulse der Politik. Dass Wasserstoff Zukunftspotenzial im Kfz-Segment aufweist, zeigt die Planung neuer Wasserstoff-Fahrzeuge von namhaften Herstellern. Um die Klimaziele zu erreichen, wird man sowohl den Wasserstoff als auch die Batterie benötigen, um unabhängiger von fossilen Kraftstoffen zu werden. Nicht zu vernachlässigen sind hier auch der Ursprung und die Erzeugungs- und Distributionswege des jeweiligen Energieträgers.



TerminService

Reservieren Sie Ihren persönlichen Wunschtermin über unsere kostenlose Service-Telefonnummer: 0800 80 70 600



Schaden- und Wertgutachten

Rufen Sie uns im Fall eines Unfalls am besten sofort an. Service-Telefon: 0800 80 70 600, Email: fahrzeugbewertung@tuev-nord.de



Gratis und informativ

TÜV NORD Online Newsletter:
Jetzt anmelden und Tipps rund um das mobile Leben lesen: www.tuev-nord.de