



## **Auf die Schiene gesetzt**

### **Wasserstoff als Energieträger**

**Es ist allerhöchste Eisenbahn: Die Endlichkeit fossiler Energieträger, Einhaltung hoher Klimaziele und Bezahlbarkeit neuer Energien bei steigendem Energiebedarf der wachsenden Weltbevölkerung bestimmen maßgeblich das heutige Energie-Trilemma. Einer von vielen Auslösern ist die Diesellok. Denn rund 50 Prozent des deutschen Bahnnetzes sind nicht elektrifiziert – weltweit liegt der Anteil sogar bei zwei Dritteln. Deshalb blasen die über 2.700 bundesweit eingesetzten Dieseltriebzüge pro Jahr rund eine Million Tonnen CO<sub>2</sub> und andere schädliche Treibhausgase in die Luft. Eine vielversprechende Alternative kommt mit dem weltweit ersten – Hydrail oder H-Zug genannten – wasserstoffbetriebenen Personenzug in Niedersachsen ins Rollen. Mit seinem Brennstoffzellenantrieb belastet der „Coradia iLint“ weder Mensch noch Umwelt durch Staubpartikel oder Stickoxide. Unverzichtbarer Werkstoff für die nach höchsten Sicherheits- und Effizienzstandards ausgelegten Speicherbehälter, Leitungs- und Tanksysteme des ersten Wasserstoffzugs ist Edelstahl Rostfrei mit Qualitätssiegel.**

Vor 150 Jahren träumte der französische Science-Fiction-Autor Jules Verne bereits von Wasser als „Kohle der Zukunft“. Heute laufen die Forschungen auf Hochtouren um nicht Kohle, sondern Diesel durch Wasserstoff zu ersetzen. Gut ein Jahrhundert nach der Erfindung des Autos wird Mobilität dadurch neu definiert: Brennstoffzelle und Wasserstoff werden zum Hoffnungsträger der „Green Mobility“. Nach einer Schätzung des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) könnten im Jahr 2050 rund 113 Millionen Brennstoffzellen-PKW bis zu 68 Millionen Tonnen



Ottokraftstoff sowie fast 200 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen. Voraussetzung dafür ist, dass bis dahin rund 80 Prozent der Stromversorgung in Deutschland aus erneuerbaren Energien kommen. So könnte Wasserstoff 2050 bis zu 70 Prozent der PKW und leichten Nutzfahrzeuge (LNF) versorgen.

### **Anspruchsvoller Energieträger**

Die Vielzahl seiner ungewöhnlichen Eigenschaften macht Wasserstoff für die verschiedensten Mobilitätsanwendungen unverzichtbar: So ist er das leichteste aller Elemente, hat mit -253 °C einen extrem tiefen Siedepunkt, ein hohes Diffusionsvermögen und eine hohe Wärmekapazität. Im Universum mit 90 Prozent das häufigste chemische Element, existiert Wasserstoff auf der Erde jedoch hauptsächlich als Bestandteil von Verbindungen wie Wasser, Erdgas oder Erdöl. Dort tritt er aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften aber meist gasförmig auf. Größter Erzeuger zur Deckung des enormen Bedarfs ist die chemische Industrie, wo Wasserstoff als Neben- oder Koppelprodukt anfällt. Da Windräder und Solarpaneele regional jedoch immer öfter Stromüberschuss produzieren, soll Wasserstoff zukünftig auch aus Ökostrom hergestellt werden. Die umweltschonendste Gewinnungsmöglichkeit von Wasserstoff ist die Elektrolyse, bei der die molekulare Verbindung des Wassers mithilfe von elektrischem Strom getrennt wird. Bis 2050 sollen Elektrolysesysteme mit einer Leistung von insgesamt 268.000 Megawatt installiert werden. Da Wasserstoff jedoch leichter als Luft ist, entweicht er unwiederbringlich über kleinste Öffnungen und Poren in die Atmosphäre. Entsprechend hohe Anforderungen stellen Gewinnung und Speicherung von Wasserstoff an die Dichtigkeit der Systeme. So lagert gasförmiger Wasserstoff sicher in nahtlosen Edelstahl-Druckbehältern, die weitestgehend unempfindlich gegenüber der aggressiven Wasserstoffversprödung sind. Hersteller und Anwender profitieren dadurch von niedrigen Wartungs- und Betriebskosten der Edelstahlbehälter. Bei mobilen Transport- oder Speichertanks stellen



Erschütterungen und Schwingungen bei der Fahrt zusätzlich hohe Anforderungen an den Werkstoff. Die Speichertanks von Wasserstofffahrzeugen müssen die Energie mit möglichst hoher Dichte speichern und hohen Temperaturunterschieden standhalten, bevor der Wasserstoff über ein gasdichtes Rohrleitungssystem in die Brennstoffzelle geführt wird. Gasdicht und robust: Unverzichtbar für Speicherung, Lagerung und Transport des Energieträgers der Zukunft ist hochkorrosionsbeständiger Edelstahl Rostfrei.

### **Treibende Kraft für saubere Mobilität**

Ob als Treibstoff für Raumschiffe, Auftrieb für Zeppeline oder Antrieb für Verkehrsmittel: Wo es auf direktem Weg Richtung Zukunft geht, setzen Ingenieure auf den reaktionsfreudigen Wasserstoff. Im Unterschied zu den immer knapper werdenden, fossilen Brennstoffen ist Wasserstoff ein erneuerbarer Sekundärenergieträger, aber keine eigenständige Energiequelle und gilt dadurch als ebenso saubere wie effiziente Alternative. Während sich Wasserstoff bisher jedoch vor allem in der Raumfahrt als Treibstoff für die Raketentriebwerke richtig durchsetzen konnte, rückt er im Kontext von Nachhaltigkeit, Klima- und Umweltschutz durch emissionsfreie Fahrzeuge erneut in den Fokus. In der Praxis angekommen ist die Wasserstoff-Technologie bereits bei der Bus-, Nutzfahrzeug- und Automobilindustrie. So verzichten beispielsweise 11.000 Brennstoffzellenfahrzeuge als Flurförderzeuge in Nordamerika auf Diesel. Eine Vielzahl öffentlicher Förderprojekte gilt Bussen, die intensiv mit Wasserstoff und Brennstoffzellen in Fahrzeugflotten erprobt werden. Alleine in Deutschland fahren über 750.000 dieser umweltschonenden Alternativen zu Modellen mit konventionellen Dieselmotoren. Heute als Effizienz-Technologie der Zukunft gehandelt, ist die Idee hinter der Brennstoffzelle jedoch schon rund 180 Jahre alt. So erzeugen Wasserstoff und Sauerstoff an einer Membran innerhalb einer Brennstoffzelle – auch „kalte Verbrennung“ genannt – Elektrizität, wodurch ein Elektromotor



angetrieben werden kann. Die in diesem elektrochemischen Prozess umgewandelte Energie ergibt bei einem Kilogramm Wasserstoff rund 33 Kilowattstunden saubere Energie – und damit etwa dreimal so viel wie bei einem Kilogramm Erdöl. Durch die direkte Nutzung des Wasserstoffs als Energiequelle wird der Motor ebenso wie all die anderen Verbraucher, etwa die Fahrzeugelektronik, angetrieben. Auch die Energieintensität von mit Wasserstoff betriebenen Elektroschienenfahrzeugen ist nur rund halb so hoch wie von Dieselschienenfahrzeugen. Brennstoffzellenfahrzeuge sind in drei Minuten vollgetankt und verfügen derzeit über eine Reichweite von mehr als 300 Kilometern. Bis 2023 sollen rund 400 Wasserstofftankstellen deutschlandweit installiert werden, deren Speichertanks aus nichtrostendem Stahl bis zu 350 kg gasförmigen Wasserstoff lagern können. Ob in PKW, Nutzfahrzeugen oder Zügen: Brennstoffzellen mit Wasserstoff arbeiten deutlich effizienter als herkömmliche Verbrennungsmotoren oder batteriegetriebene Fahrzeuge.

### **Grüne Welle auf Schienen**

Paradebeispiel für die sorgenfreie Fahrt in eine umweltfreundliche Zukunft ist der weltweit erste wasserstoffbetriebene Niederflur-Personenzug mit Brennstoffzelle. Absolut emissionsfrei, nahezu geräuscharm und langfristig wirtschaftlich soll er die herkömmlichen Dieselantriebe – dieselelektrisch oder dieselhydraulisch – nun aufs Abstellgleis schieben. Seit rund 15 Jahren arbeitet die Zugindustrie an einer umweltschonenden Alternative für Schienenfahrzeuge, die Wasserstoff als Energiespeicher und -quelle nutzt. Vereinzelt Alternativen von brennstoffzellenbetriebenen Zügen gibt es bereits: Sonderanfertigungen umgerüsteter Rangierloks untertage im Bergbau oder Lokomotiven im Güterverkehr werden bereits mit Wasserstoff angetrieben. Mit dem vom Nationalen Innovationsprogramm (NIP) unterstützten „Coradia iLint“ ist künftig auf der Strecke Buxtehude–Bremervörde–Bremerhaven–Cuxhaven der erste Zug in Serienfertigung unterwegs. Angetrieben mit einer Brennstoffzelle kann er längere Strecken



zurücklegen und in größeren Stückzahlen hergestellt werden. Von der Stromgewinnung bis zum Betrieb des Wasserstoffzugs fallen nur Restprodukte wie Wasserdampf und Kondenswasser an, während er sich lediglich mit leisen Abrollgeräuschen seinen Weg durch den Regionalverkehr bahnt. Auf seinem Dach befindet sich ein Tank mit gasförmigem Wasserstoff, der über ein gasdichtes Leitungssystem aus nahtlos verschweißtem Edelstahl zu der im Boden des Zuges liegenden Brennstoffzelle geleitet wird. Rund 30 Kilogramm orbitalgeschweißte Rohre, zwei Kilogramm Rohrverschraubungen und 60 Kilogramm Ventilgehäuse aus Edelstahl der Güte 1.4571 werden hierzu pro Fahrzeug verbaut, um die erforderlichen Sicherheits- und Effizienzstandards der Systeme zu gewährleisten. Die durch die Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff in der Brennstoffzelle erzeugte elektrische Energie treibt den Zug an, während Lithium-Ionen-Batterien sie zusätzlich speichern. Die Kombination von Antriebskraft und verfügbarer Energie prädestiniert den Hydrail deshalb besonders für den Einsatz auf nicht-elektrifizierten Strecken. Eine eigens für die Tests gebaute mobile Tankstelle in Salzgitter versorgt den Druckspeicher des Prototypen mit Wasserstoff, der bisher als Nebenprodukt eines industriellen Prozesses häufig einfach verbrannt wurde. Langfristig soll er jedoch aus Windkraft gewonnen werden und mithilfe von spezifischen Tankstellen direkt an der Strecke die unmittelbare Versorgung der Züge decken. Die Betankung mit Hochdruckwasserstoff erfolgt über eine gasdichte Kryopumpe aus verschleiß- und korrosionsbeständigem Edelstahl Rostfrei. Da beim Ablassen des gasförmigen Wasserstoffs enorme mechanische Belastungen auf die Rückschlagventile wirken, bestehen sie in der Regel ebenfalls aus extrem widerstandsfähigem Edelstahl. Sie ermöglichen das bedarfsgerechte Tanken des Zuges und sind ebenso robust wie langlebig im direkten Kontakt mit Wasserstoff. Eine Hochdruck-Betankungskupplung und Tanknippel aus Edelstahl Rostfrei der Güte 1.4404 und 1.4571 sorgen bei einem Einsatz von bis zu 875 bar für ebenso geräuscharmes Tanken wie



maximalen Durchfluss. Vollgetankt kommt der Hydrail so zwischen 600 und 800 Kilometer weit und erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von bis zu 140 Stundenkilometern. Deshalb wird er insbesondere im Regionalverkehr mit bis zu 300 Passagieren pro Zug eingesetzt. „Bahn frei“ heißt es innerhalb der nächsten Jahre für 60 weitere dieser emissionsfreien Elektrozüge in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Hessen sowie Baden-Württemberg. Auch die Niederlande, Dänemark und Norwegen haben bereits Interesse am Hydrail angemeldet.

Ob in Speicher-, Leitungs- oder Tanksystemen der innovativen Wasserstoffzüge: Auf der Fahrt in eine emissionsfreie Zukunft ist Edelstahl Rostfrei immer mit an Bord.

*10.498 Zeichen inkl. Leerzeichen*

### **Warenzeichenverband Edelstahl Rostfrei e.V.**

Das international geschützte Markenzeichen Edelstahl Rostfrei wird seit 1958 durch den Warenzeichenverband Edelstahl Rostfrei e.V. an Verarbeiter und Fachbetriebe vergeben. Die derzeit über 1.000 Mitgliedsunternehmen verpflichten sich zum produkt- und anwendungsspezifisch korrekten Werkstoffeinsatz und zur fachgerechten Verarbeitung. Missbrauch des Markenzeichens wird vom Verband geahndet.

#### **Nähere Informationen:**

Warenzeichenverband Edelstahl Rostfrei e.V.  
Dr. Hans-Peter Wilbert  
Sohnstraße 65  
40237 Düsseldorf  
Telefon: +49 (0) 211/6707 835  
Telefax: +49 (0) 211/6707 344  
E-Mail: [info@wzv-rostfrei.de](mailto:info@wzv-rostfrei.de)  
[www.wzv-rostfrei.de](http://www.wzv-rostfrei.de)

#### **Abdruck frei, Beleg bitte an:**

impetus.PR  
Ursula Herrling-Tusch  
Charlottenburger Allee 27-29  
D-52068 Aachen  
Telefon: +49 (0) 241/189 25-10  
Telefax: +49 (0) 241/189 25-29  
E-Mail: [herrling-tusch@impetus-pr.de](mailto:herrling-tusch@impetus-pr.de)  
[www.impetus-pr.de](http://www.impetus-pr.de)

# Auf die Schiene gesetzt Wasserstoff als Energieträger



Bild 1-4: © WZV / Alstom

Bild 1-2: Beim „Coradia iLint“, dem weltweit ersten Niederfler-Personenzug, der mit einer Wasserstoff-Brennstoffzelle betrieben wird, sind Speicherbehälter, Leitungs- und Tanksysteme aus Edelstahl Rostfrei mit Qualitätssiegel.

Gerne senden wir Ihnen diese oder weitere Motive in druckfähiger Auflösung per E-Mail.

Das Bildmaterial darf ausschließlich für das hier genannte Thema des Warenzeichenverbandes Edelstahl Rostfrei e.V. verwendet werden. Jede darüber hinausgehende, insbesondere firmenfremde Nutzung, wird ausdrücklich untersagt.



Bild 3-4: Der innovative Wasserstoffzug soll ab Ende 2017 zunächst im Nahverkehr in Niedersachsen eingesetzt werden.



**impetus.PR**  
Agentur für Corporate Communications GmbH

Ursula Herrling-Tusch  
Charlottenburger Allee 27-29  
D-52068 Aachen  
Tel: +49 [0] 241 / 1 89 25 - 10  
Fax: +49 [0] 241 / 1 89 25 - 29  
E-Mail: herrling-tusch@impetus-pr.de

## Auf die Schiene gesetzt Wasserstoff als Energieträger



Bild 5-6: Auch bei der Innenausstattung setzen die Konstrukteure des „Coradia iLint“ auf vielseitigen Edelstahl Rostfrei mit Qualitätssiegel. So sorgen Handläufe, Griffe und horizontal unter der Decke verlaufende Stangen für allzeit sicheren Stand der Reisenden.



Bild 7: Antriebe mit Wasserstoff und Brennstoffzelle sind eine wichtige Alternative zu Öl und Gas.



Bild 8: Zeitgemäßer Einsatz von Edelstahl Rostfrei beim Linde Hydrogen Center, der modernsten deutschen Wasserstofftankstelle in Deutschland.

Bild 5: © WZV / Alstom  
Bild 6: © WZV / Alstom  
Bild 7: © WZV / BMVI  
Bild 8: © WZV / Linde Gas GmbH

Gerne senden wir Ihnen diese oder weitere Motive in druckfähiger Auflösung per E-Mail.

Das Bildmaterial darf ausschließlich für das hier genannte Thema des Warenzeichenverbandes Edelstahl Rostfrei e.V. verwendet werden. Jede darüber hinausgehende, insbesondere firmenfremde Nutzung, wird ausdrücklich untersagt.



**impetus.PR**  
Agentur für Corporate Communications GmbH

Ursula Herrling-Tusch  
Charlottenburger Allee 27-29  
D-52068 Aachen  
Tel: +49 [0] 241 / 1 89 25 - 10  
Fax: +49 [0] 241 / 1 89 25 - 29  
E-Mail: herrling-tusch@impetus-pr.de



## Auf die Schiene gesetzt Wasserstoff als Energieträger



Bild 9: Täglich 20 Linienbusse und zusätzlich weitere PKW werden an dieser Tankstelle in Hamburg mit Wasserstoff versorgt.



Bild 10: Für die Produktion von Tanknippeln zur Betankung des Zuges wird Edelstahl Rostfrei verwendet.

Bild 9: © WZV / Vattenfall GmbH  
Bild 10: © WZV / WEH GmbH

Gerne senden wir Ihnen diese oder weitere Motive in druckfähiger Auflösung per E-Mail.

Das Bildmaterial darf ausschließlich für das hier genannte Thema des Warenzeichenverbandes Edelstahl Rostfrei e.V. verwendet werden. Jede darüber hinausgehende, insbesondere firmenfremde Nutzung, wird ausdrücklich untersagt.



**impetus.PR**  
Agentur für Corporate Communications GmbH

Ursula Herrling-Tusch  
Charlottenburger Allee 27-29  
D-52068 Aachen  
Tel: +49 [0] 241 / 1 89 25 - 10  
Fax: +49 [0] 241 / 1 89 25 - 29  
E-Mail: herrling-tusch@impetus-pr.de