



Nachhaltig:

Grüner Wasserstoff braucht Edelstahl Rostfrei

Bei der Suche nach Energieträgern für alternative Antriebe, nach Ersatz für fossile Brennstoffe und Speichermöglichkeiten für erneuerbare Energien gilt grüner Wasserstoff als großer Hoffnungsträger. Erhebliche Anstrengungen werden aktuell in Europa unternommen, damit aus dieser Hoffnung Realität wird: Neben der erforderlichen Infrastruktur für eine reibungslose Versorgung müssen ausreichende, großtechnische Produktionsanlagen und entsprechend umgerüstete Industrieanlagen geschaffen werden. Die dabei eingesetzten Systeme erfordern wasserstoffresistente Eigenschaften aller Komponenten. Edelstahl Rostfrei in anwendungsspezifisch ausgelegter Güte ist für Wasserstoff Werkstoff der Wahl.

Wasserstoff ist 14-mal leichter als Luft, ungiftig, farb- und geruchlos, entzündet sich nicht selbst und verbrennt mit farbloser Flamme rückstandslos. Bis -253 Grad Celsius ist er gasförmig, danach verflüssigt er sich. Mit mehr als 90 Prozent aller Atome ist Wasserstoff auch das häufigste Element im Universum. Auf der Erde kommt das sehr reaktionsfähige Gas jedoch nur in gebundener Form vor, beispielsweise in Wasser mit Sauerstoff oder in Methan mit Kohlenstoff. Weltweit werden 30 Millionen Tonnen grauer Wasserstoff auf Basis fossiler Energieträger wie Erdgas, Kohle oder Erdöl meistens per Dampfreformierung produziert. Je erzeugter Tonne entstehen dabei zehn Tonnen Kohlendioxid (CO₂). Einsatz findet Wasserstoff als wichtiger Rohstoff für die Chemie- und Petrochemie sowie als Brennstoff für die Öfen der Glas-, Keramik, Stahl- und Zementindustrie. Mehr als die Hälfte der heutigen Wasserstoffproduktion wird zu Ammoniak für die Herstellung von Düngemitteln verarbeitet. Raffinerien nutzen ihn zum Aufspalten und Entschwefeln von Erdölprodukten.

Vielfältiges Potenzial

Entsprechend große Erwartungen sind mit grünem Wasserstoff verknüpft, dessen Bedarf in den nächsten Jahren rasant steigen wird. Er wird klimaneutral aus 100 Prozent erneuerbaren Energien erzeugt – auch aus bislang nicht speicherbaren Energieüberschüssen von Wind- und Solarkraftwerken. Als Ausgangsstoff für Power-to-X-Prozesse soll grüner Wasserstoff durch die Umwandlung von Strom den grauen Wasserstoff in bisherigen Anwendungsfeldern ersetzen. Dafür spricht auch, dass er, gemessen an seinem Volumen, sehr große Mengen an Energie speichern und transportieren kann. Der emissionsfreie gasförmige oder flüssige Brennstoff soll anstelle von Erdöl und -gas Gebäudeheizungen und Industrieöfen befeuern. Auch für die großtechnische Herstellung von Grundchemikalien wie grünem Ammoniak oder grünem Methanol soll er eingesetzt werden. In Brennstoffzellen wird grüner Wasserstoff wieder in elektrischen Strom umgewandelt, ein Verfahren, das beispielsweise als Antrieb von Elektromotoren für Lkw und Busse kurz vor der Serienreife steht. Fahrzeuge mit Wasserstoffverbrennungsmotoren nutzen die Umwandlung seiner chemischen in mechanische Energie direkt als Antriebsenergie. Schifffahrt sowie Luft- und Raumfahrt setzen ebenfalls große Hoffnungen auf den umweltverträglichen Energieträger. Mit der noch zu schaffenden Infrastruktur soll er künftig klimaneutral erzeugte Energie überall nutzbar machen.

Große Herausforderungen

Gängigstes Herstellungsverfahren für klimaneutralen Wasserstoff ist die Elektrolyse. Alternativ wird er durch Vergasung und Vergärung von Biomasse oder Reformierung von Biogas produziert. Die Alkalische Elektrolyse (AEL) verwendet Kalilauge als Elektrolyt und eine poröse Membran (Diaphragma), die Anode und Kathode voneinander trennt. Bei der Proton-Exchange-Membrane-(PEM-)Elektrolyse dient eine elektrisch leitfähige Membran als Ionen durchlässige Trennschicht und ersetzt somit

das Bad. Für die Erzeugung der künftig von Industrie und Verkehr benötigten Menge an Wasserstoff muss nicht nur die Elektrolysekapazität exponentiell vergrößert werden, sondern auch die Bereitstellung der dafür erforderlichen erneuerbaren Energie. Forschung und Industrie arbeiten deshalb mit Hochdruck daran, eine ausreichende Wasserstoff-Infrastruktur zu schaffen und die Effizienz bestehender Systeme zu verbessern. Eine Vielzahl an Projekten ist derzeit in der Planung oder bereits im Prototypenstadium, um in den nächsten Jahren zur benötigten gigantischen Gesamterzeugungsleistung beizutragen. Zur Steigerung des Wirkungsgrads der Elektrolyse-Prozesse gilt den eingesetzten Materialien sowie dem Design von Katalysatoren und Bipolarplatten besonderes Augenmerk.

Die spezifischen Eigenschaften von Wasserstoff stellen an die für Elektrolyseure, Fluidsysteme, Tanks, Anlagen und Armaturen eingesetzten Werkstoffe und deren Verarbeitung höchste Anforderungen. So erfordert die hohe Diffusionsfähigkeit des Gases eine zuverlässige Gasdichte aller Komponenten, um Verluste sowie Explosions- oder Brandgefahr durch austretenden Wasserstoff zu vermeiden. Bei vielen Metallen können Wasserstoffatome den Werkstoff durchdringen (Permeation) und dadurch seine mechanischen Eigenschaften erheblich beeinträchtigen: Bereits bei einer Wasserstoffkonzentration von wenigen ppm entsteht dadurch Korrosion mit der Folge einer vorzeitigen Materialermüdung (Degradation). Sie führt zu Rissbildung und Spröbruch und bedeutet deshalb ein unvertretbares Sicherheitsrisiko. Komponenten aus anwendungsbezogen ausgelegtem Edelstahl Rostfrei hingegen widerstehen durch ihre Gefügestruktur sowohl Permeation als auch Degradation dauerhaft. So verhindern sie schleichenden Gasaustritt und schützen die Bauteile durch gleichbleibend hohe Festigkeit, Duktilität und Homogenität vor Versprödung. Standardmäßig kommen für Komponenten, die mit Wasserstoff in Berührung kommen, die nichtrostenden austenitischen Edelstähle der Güte 1.4435, 1.4404 und 1.4307 zum Einsatz. Für besonders kritische Anwendungen mit



extremen Korrosionsanforderungen sind die Güten 1.4439, 1.4462 (Duplex) und 1.4410 (Superduplex) bewährt.

Produktion und Nutzung

Gehäusekomponenten für Elektrolyseure werden ebenso wie Rohrbündel-Wärmetauscher, die zur Herunterkühlung von Wasserstoff von 60 auf 5 Grad eingesetzt werden, aus Edelstahl in den Standardgüten gefertigt. Hocheffiziente Plattenwärmetauscher für die Produktion von Wasserstoff mittels PEM- oder AEL-Verfahren oder Aufgaben mit sehr hohen Reinheitsanforderungen bestehen komplett aus hochlegierten nichtrostenden Stählen. Dank ihrer besonderen Korrosionsbeständigkeit widerstehen diese sogar extremen Druckunterschieden und Temperaturen. Auch Wärmeübertragungslösungen für die Rückgewinnung der Energie aus den Elektrolyseuren und ihre Nutzung in Brennstoffzellen oder anderen Power-to-X-Lösungen benötigen für eine dauerhafte Resistenz gegen Korrosion, Temperaturschwankungen und Ermüdung Konstruktionen aus hochwertigem Edelstahl Rostfrei. Wärmeüberträger mit Leiterplatten werden in der gesamten Energiekette von Wasserstofftankstellen eingesetzt. Dabei müssen sie durch Druck und Strömung der Flüssigkeit hervorgerufenen Vibrationsbelastungen sowie Drücken bis 1.000 bar und Temperaturen von -196 Grad bis +800 Grad standhalten. Dank ihrer robusten Vollkonstruktion aus Edelstahl erfüllen sie diese Aufgabe mit der gebotenen Zuverlässigkeit. Bipolarplatten umschließen beidseitig sowohl die Membran-Elektroden-Einheit im Elektrolyseur als auch Brennstoffzellen für den Antrieb von Fahrzeugen. Ihre durch zahlreiche Kanäle für den Flüssigkeits- und Gastransport sehr komplexe Geometrie bedingt den Einsatz von nichtrostendem Stahl, der höchste Reinheitsanforderungen erfüllt. Bei der hier verwendeten Materialdicke von 70 bis 100 Mikrometern könnten bei der Formgebung der Gaskanäle Einschlüsse die Umformeigenschaften negativ beeinträchtigen. Bewährt haben sich für diese Anwendung



Präzisionsbandstähle der Werkstoffgüten 1.4301, 1.4303, 1.4404 oder 1.4016.

Verdichtung und Transport

Einen unverzichtbaren Beitrag zur Nutzbarmachung von Wasserstoff in industriellen Anwendungen leisten Hochdruckkompressoren bei Verdichtung und Transport. Zur platzsparenden Speicherung oder Trailer-Abfüllung verdichten und verflüssigen sie das Gas. Alle Komponenten mit direktem Kontakt zu Wasserstoff wie Leitungen, Rohre, Gasstrang und Zylinderköpfe dieser Verdichter werden aus kundenspezifisch ausgelegtem Edelstahl Rostfrei gefertigt. Auch für die in Wasserstofffahrzeugen oder -tankstellen eingesetzten Ventile und Armaturen gelten höchste Anforderungen in puncto Wasserstoffresistenz und Druckbeständigkeit. Ob Sicherheits-, Überdruck- oder Rückschlagventile, Rohrverschraubungen, Anschlussstücke oder Absperrhähne: Für die gebotene Verschleiß- und Dauerfestigkeit sowie hohe Zähigkeit der Komponenten ist Edelstahl Rostfrei mit erhöhtem Nickelanteil unverzichtbar. Spezielle Klemmringverschraubungen aus Edelstahl widerstehen sogar extremen Drücken mit gleichzeitiger Vibrationsresistenz. Gleiches gilt für in Speicherbehältern eingesetzte Dichtungen mit Durchmessern von bis zu 4.000 Millimetern. Für den sicheren Betrieb in Hochdruckbereichen mit über 200 bar Druck und kontinuierlicher Wasserstoffexposition haben diese Spiraldichtungen vorgeformte Metallwicklungen aus Edelstahl. Kupplungen für die Betankung oder auch zur Hochdruck-Nottrennung, wenn das Fahrzeug noch während der Betankung gestartet wird, sind ebenfalls sicherheitsrelevante Komponenten bei der Nutzung von Wasserstoff. Gefertigt werden sie aus Edelstahl der Güte 1.4404 oder 1.4571. Damit bei der Betankung die Motorkomponenten nicht durch Partikeleintrag kontaminiert werden, kommen Edelstahlfilter zum Einsatz. Das robuste korrosionsbeständige Design dieser Hochdruckfilter gewährleistet mit einem hochfeinen Edelmetallgewebe sicheren Partikelrückhalt bei hohem Durchfluss und geringem Druckabfall.



Eine Schlüsselfunktion bei Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff haben Pipelines und Pumpen. Stahl-Pipelines für den Wasserstofftransport ergänzen ihren mehrschichtigen Aufbau mit einer Innenauskleidung aus nichtrostendem Stahl. Mehrphasenpumpen aus Edelstahl fördern bei der Elektrolyse das noch gesättigte Medium nach der Gasabscheidung über den Wärmetauscher auf den Stack genannten Zellenstapel, versorgen Brennstoffzellen mit Wasserstoff oder bringen Wasserstoff bei der Methanisierung in Lösung. Zum Erreichen hoher Förderdrücke werden mehrstufige Kreiselumpen aus nichtrostendem Stahl eingesetzt. Kryotechnische Lager- und Transportbehälter aus Edelstahl für tiefkalt verflüssigte Gase beantworten die Nachfrage der Chipindustrie nach hochreinem grünem Wasserstoff als Prozessgas. Aktuell in der Entwicklung ist ein Wasserstofftanker zum Transport von komprimiertem Wasserstoff. Er soll ab Mitte des Jahrzehnts mit einer Ladekapazität von bis zu 2.000 Tonnen die Anforderungen der entstehenden Wasserstoffschifffahrt über mittlere Entfernungen erfüllen. Seine mehrwandigen Tanks mit Durchmessern von bis zu 20 Metern sind zum Schutz gegen Materialversprödung ebenfalls vollflächig mit Edelstahl ausgekleidet.

Grüner Wasserstoff hat als Ersatz fossiler Brennstoffe und lang gesuchte Lösung zur umfänglichen Nutzung erneuerbarer Energien nahezu unbegrenztes Potenzial. Nur mit seiner Hilfe wird es gelingen, den CO₂-Ausstoß nachhaltig zu verringern und bis 2050 in Europa klimaneutral zu sein. Mittel und Wege zur Produktion, Nutzung und Verteilung des grünen Energieträgers werden aktuell auch mithilfe der Politik massiv ausgebaut. Umweltverträglicher Begleiter auf diesen Wegen in eine klimaneutrale Zukunft ist in allen Prozessen Edelstahl Rostfrei.

11.493 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 1.100 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. Sebastian Heumann
Sohnstraße 65
40237 Düsseldorf
Telefon: +49 (0) 211/6707 835
Telefax: +49 (0) 211/6707 344
E-Mail: info@wzv-rostfrei.de
www.wzv-rostfrei.de

Abdruck frei, Beleg bitte an:

impetus.PR
Ursula Herrling-Tusch
Vaalser Straße 259
D-52074 Aachen
Telefon: +49 (0) 241/189 25-10
Telefax: +49 (0) 241/189 25-29
E-Mail: herrling-tusch@impetus-pr.de
www.impetus-pr.de

Nachhaltig: Grüner Wasserstoff braucht Edelstahl Rostfrei



Bild 1: Die für grünen Wasserstoff eingesetzten Systeme erfordern wasserstoffresistente Eigenschaften aller Komponenten: Edelstahl Rostfrei in anwendungsspezifisch ausgelegter Güte ist hier Werkstoff der Wahl.

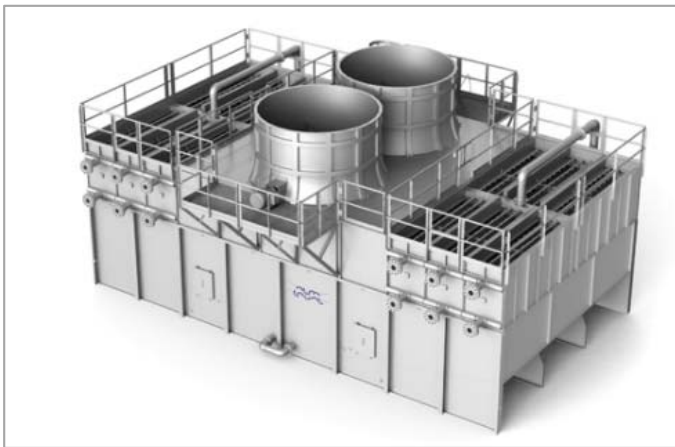


Bild 2: Die spezifischen Eigenschaften von Wasserstoff stellen an die Werkstoffe und deren Verarbeitung höchste Anforderungen – wie bei dem Kühl- und Kondensations-system aus Edelstahl Rostfrei.



Bild 3: Wärmeüberträger mit Leiterplatten aus Edelstahl Rostfrei werden in der gesamten Energiekette von Wasserstofftankstelleneingesetzt.



Bild 4: Komponenten aus Edelstahl Rostfrei verhindern schleichenden Gasaustritt und schützen die Bauteile durch gleichbleibend hohe Festigkeit, Duktilität und Homogenität vor Versprödung.

Bild 1,4: © Linde GmbH, Pullach
Bild 2,3: © WZV / Alfa Laval

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

Das Bildmaterial darf ausschließlich mit dem hier genannten Text 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
Vaalser Straße 259
D-52074 Aachen
Tel: +49 [0] 241 / 1 89 25 - 10
Fax: +49 [0] 241 / 1 89 25 - 29
E-Mail: herrling-tusch@impetus-pr.de

Nachhaltig: Grüner Wasserstoff braucht Edelstahl Rostfrei



Bild 5: Einen unverzichtbaren Beitrag zur Nutzbarmachung von Wasserstoff in industriellen Anwendungen leisten Hochdruckkompressoren mit Komponenten aus Edelstahl Rostfrei bei Verdichtung und Transport.



Bild 6: Hocheffiziente Plattenwärmetauscher für die Produktion von Wasserstoff mittels PEM- oder AEL-Verfahren oder Aufgaben mit sehr hohen Reinheitsanforderungen bestehen komplett aus hochlegierten nichtrostenden Stählen.



Bild 7: Auch für Wasserstofffahrzeuge oder –tankstellen ist Edelstahl Rostfrei in vielen Konstruktionen im Einsatz.



Bild 8: Spezielle Klemmringverschraubungen aus Edelstahl widerstehen sogar extremen Drücken mit gleichzeitiger Vibrationsresistenz.

Bild 5: © WZV / Mehrerl
Bild 6: © WZV / Alfa Laval
Bild 7: © © Linde GmbH, Pullach
Bild 8: © WZV / Schwer Fittings

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

Das Bildmaterial darf ausschließlich mit dem hier genannten Text 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
Vaalser Straße 259
D-52074 Aachen
Tel: +49 [0] 241 / 1 89 25 - 10
Fax: +49 [0] 241 / 1 89 25 - 29
E-Mail: herrling-tusch@impetus-pr.de