

# Regionale Energieprojekte profitieren von grünem Wasserstoff

Für regionale Energie-Projekte, bei denen die Nutzung Erneuerbarer Energien im Vordergrund steht, wird grüner Wasserstoff immer attraktiver. Der CO<sub>2</sub>-neutrale Energieträger macht erneuerbare Energie speicherbar, besser transportierbar, ermöglicht eine Sektorenkopplung und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen. PEM-Elektrolyseur-Hersteller H-TEC SYSTEMS zeigt die Vorteile an zwei aktuellen Projekten auf: Die Nutzung von grünem Wasserstoff in einem schleswig-holsteinischen Bürgerenergieprojekt und in einem spanischen H<sub>2</sub>-Pilotprojekt für die Region Sevilla.

## Wasserstoff aus Sonne und Wind – Bürgerenergiepark in Nordfriesland

Das Projekt „Grenzland Energie Kompakt“ in Westre, nahe der dänischen Grenze, möchte einen funktionierenden regionalen Wasserstoffmarkt auf Basis von grünem Wasserstoff schaffen. Zur Umsetzung des Vorhabens wird die Genossenschaft Grenzland Bürgerenergie eG vier 1-MW-PEM-Elektrolyseure

vom Typ ME450 einsetzen. Damit soll in Westre eine Power-to-Gas-Anlage entstehen, mit deren Hilfe überschüssiger Strom von Solar- und Windenergieanlagen, der nicht sofort genutzt werden kann, in speicherbaren Wasserstoff umgewandelt wird (Bild 1)

Die Energie zur Wasserstoffherstellung stammt aus Bürgerwindparks und einer 45 MW-Freiflächensolaranlage in der Nachbargemeinde Ellhöft. Geplant ist unter anderem die Nutzung des grünen Wasserstoffs zur Versorgung von Logistikunternehmen und -dienstleistern. Zudem soll auch die bei der Wasserstofferzeugung anfallende Abwärme genutzt werden: Sie kann sowohl in landwirtschaftlichen Betrieben zur Beheizung von Gewächshäusern als auch in Kläranlagen zur Trocknung von Klärschlamm eingesetzt werden (Bild 2).

## Lokaler Wasserstoff-Hub in der Region Sevilla

Das strategische Pilotprojekt „HUB LA ISLA H<sub>2</sub>“ in der spanischen Region Sevilla, gefördert im Rahmen des EU-Förderprogramms Moves Singulares II, ist das erste kommerzielle Zentrum für die Produktion und den Vertrieb von grünem Wasserstoff in Andalusien. Unter anderem werden dort Anwendungen für grünen Wasserstoff in den Bereichen Power-to-Mobility, Power-to-Industry und Power-to-Gas entwickelt. In der ersten Projektphase, kommt ein PEM-Elektrolyseur ME450 von H-TEC SYSTEMS mit 1 MW Elektrolyse-Leistung zum Einsatz.

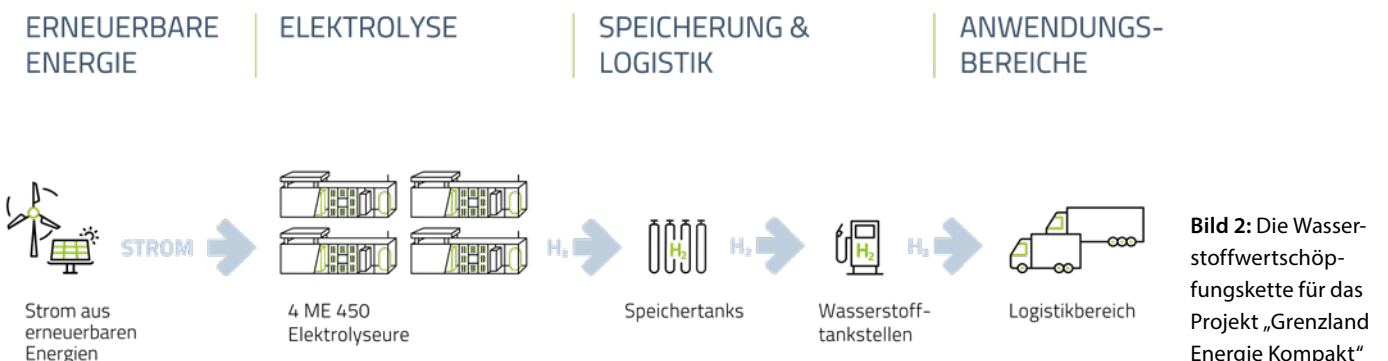
Die auf dem PEM-Elektrolyseur basierende Wasserstoffanlage wird ab Herbst 2024 jährlich bis zu 136 t grünen Wasserstoff produzieren. Die Energie dafür stammt aus einer 1,5 MW PV-Anlage. Der grüne Wasserstoff ist für den Einsatz in Mobilitätsanwendungen, wie der Betankung von PKW und Nutzfahrzeugen vorgesehen. Damit können die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Region pro Jahr um mehr als 3.500 t gesenkt werden.

H-TEC SYSTEMS GmbH  
www.h-tec.com

Quelle: H-TEC SYSTEMS



**Bild 1:** H-TEC SYSTEMS PEM-Elektrolyseure im Einsatz im schleswig-holsteinischen Bosbüll, unweit von Ellhöft und Westre. Ein ME450 PEM Elektrolyseur kann pro Tag 450 kg grünen Wasserstoff produzieren



# Ecoclean startet Serienproduktion modularer AEL-Elektrolyseure im Megawatt-Maßstab



Foto: Ecoclean GmbH

Grüner Wasserstoff ist für Industrie, Mobilität, Strom- und Wärmeversorgung unverzichtbar, um Klimaziele zu erreichen. Der skalierbare EcoLyzer ermöglicht den Aufbau leistungsfähiger, wartungsarmer Anlagen zur bedarfsgerechten, dezentralen Produktion grünen Wasserstoffs im Megawattbereich

Grüner Wasserstoff ist für Industrie, Mobilität, Strom- und Wärmeversorgung ein Schlüsselement, um Klimaziele zu erreichen und die Energiewende umzusetzen. Für die dezentrale Herstellung des klimaneutralen Gases werden effiziente Elektrolyseure benötigt. Eine solche Lösung sind die modular aufgebauten EcoLyzer-Anlagen für die alkalische Druck-Elektrolyse, deren Serienproduktion Ecoclean kürzlich gestartet hat. Die Elektrolyseure des global agierenden Unternehmens werden als skalierbare Standalone-Lösungen und schlüsselfertige Systeme im Leistungsbereich von 1 bis 20 MW angeboten.

## Start der Serienproduktion

Nachdem zunächst ein Prüfstand für Tests und die Validierung von Elektrolyseestacks mit einer Leistung von maximal 500 kW und einem Durchmesser bis 1.500 mm und ein serienreifer Elektrolyse-Demonstrator realisiert wurden, startet Ecoclean nun die Serienproduktion der EcoLyzer-Anlagen. Die kompakten Elektrolyseure basieren technologisch auf einer vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung Baden-Württemberg (ZSW) während der letzten zehn Jahren entwickelten und optimierten Systemtechnik für die alkalische Druck-Elektrolyse (Bild 1). Zu den Vorteilen dieser bereits gut erprobten Technologie zählt, dass weder ressourcenkriti-



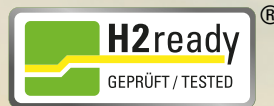
Foto: Ecoclean GmbH

EcoLyzer erzeugen grünen Wasserstoff auf Basis der ausgereiften alkalischen Elektrolyse. Die modulare Konzeption der Elektrolyseure sorgt dabei für eine wirtschaftliche Fertigung und vergleichsweise kurze Lieferzeiten

sche Rohstoffe wie Edelmetalle noch seltene Erden erforderlich sind. Die als modulare Einheiten konzipierten Elektrolyseure ermöglichen den kosteneffizienten Aufbau von Anlagen mit 1 bis 20 MW Systemleistung in der Nähe des Energieerzeugers (Sonne, Wind, Wasser), die nachträglich einfach erweitert werden können. Das Baukastenprinzip sorgt dabei nicht nur für eine wirtschaftliche Produktion der Elektrolyseure, sondern auch für vergleichsweise kurze Lieferzeiten von derzeit zwölf Monaten (Bild 2). Systeme liefern eine hohe Gasqualität und standardmäßig einen Systemdruck von bis zu 30 bar. Da nicht bei jeder Anwendung ein Gasdruck von 30 bar und mehr benötigt wird, ist Ecoclean aktuell dabei, auch die drucklose alkalische Elektrolyse ins Produktprogramm zu übernehmen. Diese Lösung bietet insbesondere bei größeren Leistungen Kostenvorteile. Das Angebotsportfolio umfasst neben dem Elektrolyseur bei Bedarf auch Gewerke wie Wasseraufbereitung, Gasreinigung und -kompression.

## Skalierbare Lösungen für die effiziente Wasserstoffproduktion vor Ort

Produktions-Rohstoff, Ersatz für fossile Energieträger, Kraftstoff für CO<sub>2</sub>-neutrale Mobilität, Speichermedium für regenerativ erzeugten Strom oder dezentrale Quartierlösung für die



Stromerzeugung und Wärmeversorgung – durch ihre Skalierbarkeit passen sich die Elektrolyseure an den Wasserstoffbedarf bei unterschiedlichen Anwendungen an. Sie sind damit sowohl für Industrie- und Transportunternehmen als auch für Energieversorger und Systemanbieter klimaneutraler Energielösungen geeignet.

### Industrie und Mobilität

Die EcoLyzer eröffnen energieintensiven Industriebereichen wie beispielsweise der Stahl- und chemischen Industrie die Möglichkeit, grünen Wasserstoff in der benötigten Quantität und Qualität wirtschaftlich vor Ort herzustellen. Es wird dadurch eine hohe Versorgungssicherheit und logistische Unabhängigkeit bei wettbewerbsfähigen Kosten pro Kilogramm Wasserstoff erreicht.

Im Bereich der Mobilität – ob On- oder Offroad, Personen- oder Lastverkehr – ermöglicht durch grünen Strom erzeugter Wasserstoff die kostengünstige Dekarbonisierung ohne die Ausbeutung von Rohstoffen wie Edelmetalle und seltene Erden. Unabhängig davon, ob der Antrieb durch Brennstoffzelle oder Verbrennungsmotor erfolgt, ist eine schnelle Betankung ein weiterer Vorteil für den Einsatz von Wasserstoff und seine dezentrale Erzeugung. Das macht EcoLyzer-Lösungen u. a. interessant für Kommunen und Speditionen, die Wasserstofftankstellen aufbauen möchten.

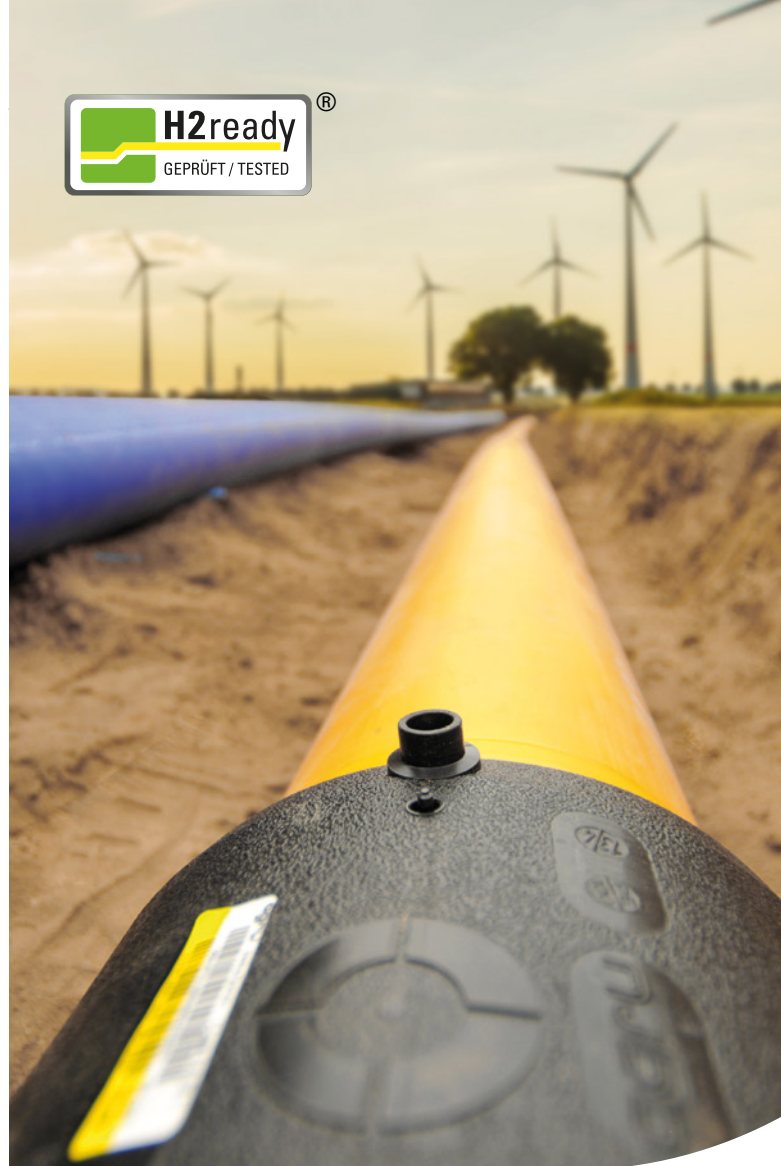
Die Stromproduktion aus Sonne und Wind ist selten deckungsgleich mit dem Verbrauch. Die Umwandlung von überschüssigem Strom mittels Elektrolyse in speicherbaren Wasserstoff trägt zur Stabilisierung der Stromversorgung bei, denn er kann bei Dunkelflauten über Brennstoffzellen rückverstromt und ins Netz eingespeist werden. Der Wirkungsgrad dieses Prozesses wird häufig zu Unrecht kritisiert, denn ohne die Wasserstoffherzeugung könnte der überschüssige grüne Strom überhaupt nicht genutzt werden.

### Einsatz für Wohnquartiere

Für die dezentrale, klimaneutrale Strom- und Wärmeversorgung von Wohnquartieren ist grüner Wasserstoff ebenfalls ein wichtiger Baustein. Die durch Photovoltaik erzeugte Elektrizität versorgt die Verbraucher und den Elektrolyseur, der überschüssigen Strom in Wasserstoff umwandelt. Reicht die Sonneneinstrahlung nicht aus, wird die Versorgung durch die Rückverstromung des Wasserstoffs über die Brennstoffzelle sichergestellt. Die dabei entstehende Abwärme kann über ein Nahwärmenetz zur Beheizung genutzt werden. Darüber hinaus besteht bei Gasheizungen die Möglichkeit, Erdgas bis zu einem bestimmten Anteil durch Wasserstoff zu ersetzen. Dadurch lässt sich der Anteil klimaneutraler Energie im Gebäudebereich steigern.

Ecoclean GmbH  
Vertrieb EcoLyzer  
www.ecolyzer.com

www.gwf-gas.de



## AGRULINE PE 100-RC & PE-Xa Rohrsystem

für höchste Betriebssicherheit

- Höhere Rissbeständigkeit im Vergleich zu PE 100
- Sandbettfreie, wirtschaftliche Verlegung
- Zukunftsfähiges PE-Rohrsystem für 100% H<sup>2</sup>
- Einsetzbar für Versorgung, Entsorgung und Industrie

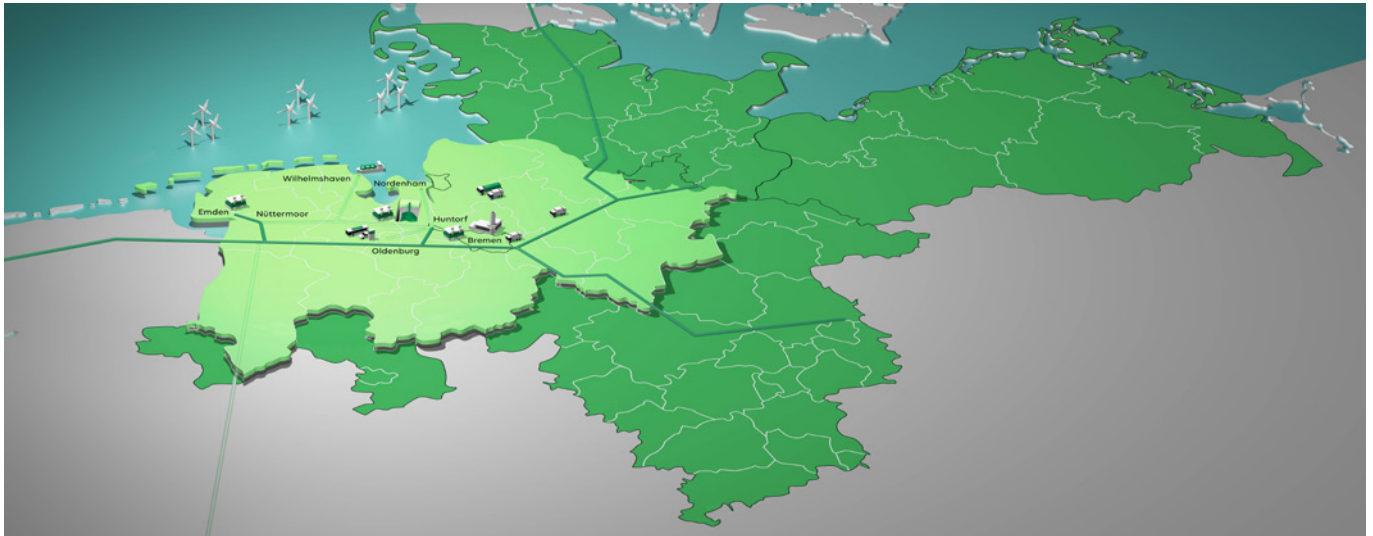


Wir beraten Sie gerne  
info@frank-gmbh.de  
T. +49 6105 4085-0  
www.frank-gmbh.de

f @ y in  
www.agru.at

# Wasserstoff als Brücke zwischen den Sektoren

Standpunkt von Tobias Moldenhauer, Leiter Wasserstoff beim Energiedienstleister EWE



Grafik: EWE / Litho Niemann + M. Steggemann

Baustein für eine europäische Wasserstoffwirtschaft: Das EWE-Projekt „Clean Hydrogen Coastline“, das Erzeugung, Speicherung, Transport und Nutzung von grünem Wasserstoff verbindet

Grüner Wasserstoff ist ein wichtiges Element auf dem Weg zur Klimaneutralität und hin zu mehr Unabhängigkeit. Er spielt eine Schlüsselrolle in einem aufeinander abgestimmten Energiesystem, in dem Strom, Wärme, Verkehr und Industrie gemeinsam betrachtet und optimiert werden. Diese Sektorenkopplung spielt in der zukünftigen Energieversorgung die entscheidende Rolle. Auf Basis erneuerbarer Energien aus Wind und Sonne wird die Energieversorgung zunehmend elektrifiziert. Die Volatilität von Sonne und Wind macht allerdings intelligente und effiziente Speicherlösungen erforderlich. Durch die Flexibilisierung von Verbrauchern und die Einbindung von Batteriespeichern kann das Stromsystem unterstützt werden, die zeitliche und räumliche Entkopplung zwischen Erzeugung und Verbrauch von großen Energiemengen gelingt damit aber nicht. Es braucht also grüne Moleküle, da es eine ‚All Electric‘-Welt nicht geben kann und wird.

Die Power-to-X-Technologie ist ein Schlüsselement der Sektorenkopplung. Das heißt, grüner Strom wird entweder in einen flüssigen Kraftstoff (Power-to-Liquid), in Wärme oder Kälte (Power-to-Heat/-Cold) oder in ein Gas (Power-to-Gas) umgewandelt und zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig kann so nach und nach der Anteil fossiler Energieträger in den Sektoren Wärme, Verkehr und Industrie reduziert und durch grüne Energie ersetzt werden. Mit Blick auf das Klimaneutralitätsziel ab 2045 ist für die Transformation des Energiesystems nicht mehr viel Zeit. Es gilt daher, schnellstmöglich Lösungen zu schaffen. Denn Fakt ist: Energie ist ein Grundpfeiler der Wirtschaft, sie nährt die Industrie, sie treibt den Verkehr an, zu Land, zu Wasser, in der Luft, sie ist Voraus-

setzung für die Digitalisierung und ist damit essenziell für das Leben. Jeder Monat, der mit Diskussionen verbracht wird, statt zu handeln, ist ein verlorener Monat.

## Grüne Strom- und Wärmeerzeugung unerlässliche Voraussetzung für bezahlbare Energiesicherheit

Klimafreundliche Energie und eine sichere Versorgung sind für uns kein Widerspruch. Mittel- und langfristig ist die klimaneutrale Strom- und Wärmeerzeugung unerlässliche Voraussetzung für bezahlbare Energiesicherheit in Deutschland. Deutschland wird allerdings ein Energieimportland bleiben. Das heißt nicht, dass die Importe fossil sein müssen. Wir sind fest davon überzeugt, dass die Energiezukunft mit Erneuerbaren funktioniert und bauen daher im Nordwesten Deutschlands eine Region für eine zukunftsweisende Integration und Diversifizierung auf. Hier gibt es die Küste für Windstrom, den Boden für Speicher und Netze und Häfen für Energieimporte, die auch zukünftig notwendig sein werden. All dies sind optimale Voraussetzungen, um den Nordwesten zu einer Energie-region zu entwickeln, die über die Grenzen hinaus für eine grüne und sichere Energieversorgung sorgen.

## Grüner Wasserstoff als Lösung

Eine Lösung ist für uns der Einsatz von grünem Wasserstoff. Dieser kann in Europa und Deutschland aus erneuerbaren Energien systemdienlich erzeugt und gleichzeitig sehr viel einfacher als elektrische Energie in sehr großen Mengen über

die vorhandene Infrastruktur transportiert und gespeichert werden. Nicht zuletzt lässt sich aus Wasserstoff fast jeder heute eingesetzte Kohlenwasserstoff herstellen, um ihn für chemische Industrieanwendungen zu nutzen. Auch lässt sich Wasserstoff, anders als Strom, langfristig speichern, zum Beispiel in unterirdischen Salzkavernen, wie EWE sie in Nordwestdeutschland seit über 40 Jahren bislang zur Speicherung von Erdgas nutzt. In einer Wasserstoff-Testkaverne im brandenburgischen Rüdersdorf testen wir derzeit den Speicherbetrieb. Der Erkenntnisse aus



Tobias Moldenhauer, Leiter Wasserstoff beim Energiedienstleister EWE

dem Betrieb der kleinen Forschungskaverne wollen wir auf Kavernen mit dem 1.000-fachen Volumen übertragen.

Dennoch: Bei allen regionalen und nationalen Anstrengungen im Rahmen der Transformation des Energiesystems müssen wir berücksichtigen, dass auch ein erneuerbares Energiesystem grenzübergreifend und mindestens europäisch, am besten global gedacht werden muss. Denn nur wenn man die besten Quellen für erneuerbare Energien nutzt, kann man sich unabhängiger von althergebrachten Lieferketten machen.

## Proton Motor Fuel Cell präsentiert Produktinnovation „HyModule® S4“

Direkt zum Jahresbeginn 2024 erreichte die Schlagzeile mediale Aufmerksamkeit, dass der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Deutschland auf Rekordwert gesunken sei. Eine Studie hat den niedrigsten Stand von Treibhausgasemissionen seit 70 Jahren evaluiert. Zum einen verantwortet der Rückgang der Kohleverstromung die Verbesserung der Klimabilanz. Zum anderen importiert Deutschland zur Hälfte grün produzierten Strom aus erneuerbaren Ressourcen. Sonnen- und Windenergie aus Frankreich, Dänemark und Norwegen gelten als wichtigste Zuliefererquellen. Eine CO<sub>2</sub>-Stagnation ist im Gebäudesektor feststellbar, der – genau wie der Mobilitätsbereich – offensive Klimaschutzmaßnahmen zum Erreichen der Energiewende braucht.

Besonders Infrastrukturprojekte, Notstromkonzepte und industrielle Dekarbonisierung respektive Dezentralisierungsstrategien können von dem Markenportfolio der Proton Motor Fuel Cell GmbH profitieren, das aktuell um die Innovation „HyModule® S4“ erweitert worden ist.

Das neue Wasserstoff-Brennstoffzellen-System bietet eine einfache „Plug-and-Play“-Lösung für Märkte, die eine emissionsfreie Energiequelle als Alternative zu herkömmlichen Diesel- und Erdgasgeneratoren suchen. Dazu gehören Wohnhäuser, kleine Industriekomplexe sowie Notstromversorgungs- und Off-Grid-Stromversorgungen, die saisonale Energiespeicher und Kraft-Wärme-Kopplungsanwendungen suchen. Das HyModule®-S4-Produkt ist so konzipiert, dass es einen niedrigeren Leistungsbereich bietet und die proprietäre flüssigkeitsgekühlte Brennstoffzellen-Technologie „HyStack® 200“ von Proton Motor verwendet. Die Einführung der Produktneuheit wird das bestehende stationäre Anwen-



Foto: Proton Motor

Die integrationsfähige Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lösung HyModule® S4 von Proton Motor als alternativer Stromerzeuger im stationären Bereich

dungsangebot von Proton Motor Fuel Cell ergänzen, einschließlich des leistungsstärkeren „HyModule® S8“-Systems.

Die Kernkomponenten der containerisierten Proton-Motor-Lösung für die Erzeugung von elektrischer und thermischer Energie, die sich bereits seit der Marktreife 2021 zum Bestseller etabliert hat, basieren auf drei „HyFrame®“-Systemen.

**Proton Motor Fuel Cell GmbH**  
www.proton-motor.de1

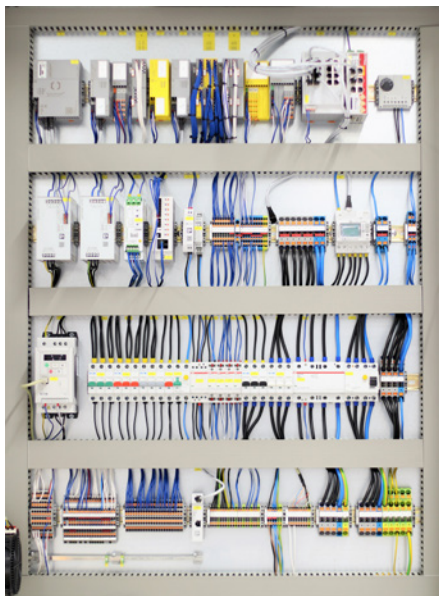
# Industrielle Massenproduktion von AEM-Elektrolyseuren mit PLCnext Technology

Power-to-X ist ein zentrales Element der Energiewende. Wirtschaftliche und sichere Anlagen für die Elektrolyse und Rückverstromung bedingen allerdings geeignete Strategien zur Automation, Elektrifizierung und Kommunikation. Offene Steuerungstechnik und leistungsstarke DC-Elektronik bilden dabei das Rüstzeug für modulare Anlagen – wie die AEM-Elektrolyseure der Enapter AG.

Derzeit entwickeln erste Hersteller wasserstofferzeugende Elektrolyseure als Containerlösung, deren Bau bislang meist in Einzelfertigung erfolgt. Diese Standardsysteme sollen im Rahmen eines modularen Designs zu Gigawatt-Anlagen zusammengesetzt werden können. Eine effiziente Massenproduktion der Container ist lediglich durch industrielle Herstellungsmethoden möglich. Am Beispiel des Elektrolyseursystems

AEM Multicore der Enapter AG wird die Komplexität dieser Aufgabe deutlich. Beim AEM Multicore handelt es sich um ein System der Megawattklasse, das Hunderte von AEM-Stacks enthält, die in einem Container verbunden werden. Im Container befindet sich ein separater Raum (PSU Compartment), der die elektrischen und elektronischen Systeme des Elektrolyseprozesses beinhaltet. Von der kompletten Steuerungstechnik bis zur Gleichstromversorgung der Elektrolyse-Stacks kann Phoenix Contact die jeweils erforderlichen Schaltschränke mit eigenen Produkten ausstatten. Bei Bedarf werden betriebsfertige Schaltschränke angeboten (**Bild 1**).

Nicht nur die Wasserstoffproduktion selbst wird von der Schaltzentrale im Container gesteuert. Zudem müssen die Füllstände in den Tanks überwacht und die Elektrolyte geregelt zugeführt werden. Ventilatoren, Lüftung und die Wasservorbehandlung sind zu steuern sowie das elektrische Lastmanagement und sicherheitsgerichtete Anwendungen inklusive Notabschaltung sicherzustellen. Die entsprechenden Aufgaben lassen sich durch PLCnext Technology abdecken, eine offene und daher zukunftsgerichtete Steuerungsplattform. Die Lösung von Phoenix Contact unterstützt ferner Instandhaltungskonzepte auf der Grundlage von Diagnosesignalen. Neben der Steuerungshardware kommen in den Containerschaltschränken Ex-Schutz-Komponenten des Unternehmens zum Einsatz, beispielsweise eigensichere I/O-Module mit Anschlussmöglichkeiten für Sensoren und Aktoren bis in Zone 0 (**Bild 2**).



**Bild 1:** Schaltschrank mit der kompletten Steuerungstechnik des Elektrolyse-Stacks



**Bild 2:** PLCnext Control, linksseitige Erweiterungsmodule, I/O-Systeme und Software als Bestandteil der PLCnext Technology

## Safety-Portfolio inklusive Dienstleistungen

Die Automatisierungslösung von Phoenix Contact erlaubt die Umsetzung sicherheitsgerichteter Anwendungen bis SIL 3. Bei Elektrolyseanlagen müssen lediglich wenige SIL-Signale verarbeitet werden. Zu diesem Zweck bietet die Erweiterung einer PLCnext-Steuerung um ein SIL3-Modul eine kostengünstige Lösung. Außerdem umfasst das Safety-Portfolio sichere Netzteile, Sicherheitsrelais und sichere Motorstarter. Für die Gleichstrom-Leistungselektronik stehen komplette Lösungen bereit, zum Beispiel auf Basis der Leistungsmodule Charx Power. Die Gleichrichter mit 19-Zoll-Standardmaß lassen sich einfach installieren. Sie können an das normale Stromnetz (400 V AC) angeschlossen werden. DC/DC-Leistungsmodule ermöglichen, Elektrolyseure direkt an ein Solarfeld anzubinden (**Bild 3**).

Aus einer gemeinsam ausgearbeiteten Risikoanalyse inklusive HAZOP-Studie werden abgesehen von konstruktiven Maßnahmen die notwendigen SIL-Level für sicherheitsgerichtete Funktionen der Steuerung ermittelt. Ergänzend zur Erstellung der Pflichtenhefte für Hard- und Software steht

Phoenix Contact ebenso bei der Implementierung der Safety-Software, den SIL-Nachweisen sowie der abschließenden Wirksamkeitsprüfung zur Seite. Der Beratungsservice des Unternehmens beinhaltet darüber hinaus nahezu alle Themen rund um den Schaltschrankbau – von der CE-Kennzeichnung über elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bis zum Explosions- und Zugriffsschutz.

### Zertifizierte Zugriffssicherheit gemäß IEC 62443

Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung der Anlagen unterstützt Phoenix Contact ebenfalls Anwendungen wie die Fernsteuerung und -wartung, Prozessdatensammlung sowie das Asset Monitoring und den digitalen Zwilling. Dazu stellt das Unternehmen eine eigene Cloudumgebung sowie die Ankopplung an vorhandene Cloudlösungen zur Verfügung. Das durchgehende Portfolio enthält unter anderem Ethernet-Produkte, verschiedene Wireless-Module sowie Produkte für mobile Netzwerke. Auf diese Weise lässt sich die Datenübertragung in sämtliche Richtungen zuverlässig und sicher realisieren. 2021 wurden der gesamte Entwicklungsprozess sowie Schlüsselprodukte aus der Baureihe PLCnext Control durch den TÜV-Süd nach der Normreihe für IT-Sicherheit IEC 62443 zertifiziert. Durch die Secure-by-Design-Produkte wird es sowohl für Betreiber als auch Systemintegratoren einfacher, Security zu implementieren und über den Lebenszyklus sicherzustellen (Bild 4).

Im nächsten Schritt wird Phoenix Contact erste Softwaremodule aus den Pilotanwendungen für Power-to-X-Anlagen identifizieren, die sich in zukünftigen Applikationen erneut nutzen lassen. Diese werden dann beispielsweise in Form von Softwarebibliotheken verfügbar gemacht. Jungen Unternehmen im Bereich der Power-to-X-Industrie erleichtert das den Einstieg bei der Erstellung eigener Softwareanwendungen.



**Bild 3:** Die Leistungselektronik Charx Power ermöglicht einen wirtschaftlichen Betrieb



**Bild 4:** Die neuen Technologien 5G, APL, TSN und OPC UA bilden gemeinsam die Kommunikation der Zukunft

#### Autor:

Andreas Lautmann,  
Vertical Market Management Process,  
Phoenix Contact Electronics GmbH, Bad Pyrmont

#### Phoenix Contact Electronics GmbH

[www.phoenixcontact.com/de-de/industrien/prozessautomation/power-to-x](http://www.phoenixcontact.com/de-de/industrien/prozessautomation/power-to-x)



## Wasserstoff – ohne Risiko

Sie fragen sich, wann der beste Zeitpunkt für eine Investition in Wasserstoff ist? Mit 2G genau jetzt! Egal, ob Sie direkt auf H<sub>2</sub> umsteigen oder vorerst weiter auf konventionelle Gase setzen: Mit unserer H<sub>2</sub>-KWK-Anlage bleiben Sie flexibel. Vertrauen Sie auf den globalen Technologieführer!

Sprechen Sie uns an: 2G Energy AG | T 02568 9347-0 | [2-g.com](http://2-g.com)

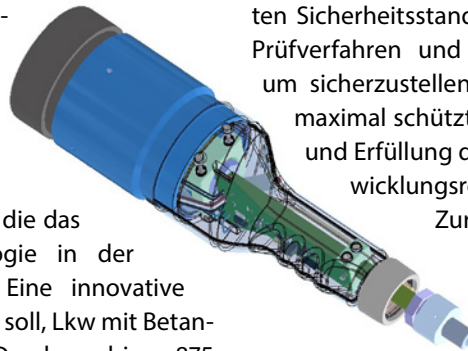


# Wasserstoffkupplung von WEH: Die Zukunft der Lkw-Betankung in Entwicklung

Wasserstoff-Lkw sind eine vielversprechende Alternative für den Schwerlastverkehr, aber ihre breite Einführung wird bisher durch eine wesentliche Herausforderung gebremst: die schnelle und sichere Betankung.

WEH hat eine Lösung in Entwicklung, die das Durchdringen der Wasserstofftechnologie in der Schwerlastbranche unterstützen wird: Eine innovative Wasserstoffkupplung, die es ermöglichen soll, Lkw mit Betankungsraten von bis zu 300 g/s bei einem Druck von bis zu 875 bar (87,5 MPa) zu betanken.

Da der heutige Standard bei nur 60 g/s liegt, erfordert die Entwicklung einer solchen Tankkupplung ein hohes Maß an technischem Know-how insbesondere für die Kombination von hoher Leistungsfähigkeit mit Benutzerfreundlichkeit. Schließlich muss der Lkw-Fahrer die Betankung so einfach wie möglich durchführen können. Die Tankkupplung muss bei Betankungsdrücken von bis zu 962,5 bar (96,25 MPa) höchst-



ten Sicherheitsstandards entsprechen. Die WEH hat strenge Prüfverfahren und Sicherheitsmaßnahmen implementiert, um sicherzustellen, dass die Tankkupplung den Bediener maximal schützt. Die Durchführung von Zertifizierungen und Erfüllung der Industriestandards stehen auf der Entwicklungsroadmap.

Zur Erprobung der Tankkupplung werden sowohl interne als auch externe Prüfcenter genutzt, um die Sicherheit und Verlässlichkeit des Designs zu verifizieren.

**Autor:**

Fabian Wiest,  
Leiter Produktmanagement und PMO  
bei WEH

**WEH GmbH Verbindungstechnik**

[www.weh.com](http://www.weh.com)

# Lösungen für die Wasserstoffinfrastruktur aus Weeze

Wasserstoff wird nicht nur zur Stromerzeugung und Energiespeicherung eingesetzt, sondern auch vermehrt in der Kraftstoffversorgung von Fahrzeugen wie Lastkraftwagen, Bussen und Zügen. Die Infrastruktur in Deutschland wächst: Nicht nur öffentliche Tankstellen rüsten auf, sondern auch Unternehmen setzen vermehrt auf eigene Wasserstofftankstellen auf dem Betriebshof oder gar als mobile Lösung.

Wasserstoff als Antriebsstoff besitzt verschiedene Vorteile: Die Ladezeit entspricht in etwa der eines Tankvorgangs mit konventionellen Diesel- oder Benzin- Kraftstoffen. Der tadellose ökologische Fußabdruck von grünem Wasserstoff ist ein weiterer Grund, weshalb das Netzwerk an Tankstellen kontinuierlich wächst und Wasserstoff als Antriebsstoff zunehmend Beliebtheit erlangt.



Die „Mobile Refueling Station“

Im niederrheinischen Weeze werden Speicher- und Betankungssysteme für die gesamte Wasserstoffinfrastruktur hergestellt: Die Hexagon Purus GmbH, die seit 2021 die Firma Wystrach übernommen hat, gehört mit ihrem Sitz am Niederrhein seit über drei Jahrzehnten zu den Experten in der Speicherung und Betankung von Wasserstoff.

Die Herstellung der Wasserstofftankstellen erfolgt in Eigenregie des Unternehmens: Sowohl die Entwicklung als auch die Fertigung und Montage finden am Firmensitz statt. Die „Mobile Refueling Station“ findet schon heute vielerorts Einsatz, insbesondere im Nahverkehr und in der regionalen Logistik, wo beispielsweise Busse oder Flurförderfahrzeuge mit Wasserstoff betrieben werden. Auch die Deutsche Bahn setzt im Projekt „H2goesRail“ auf ein System aus Weeze zur Versorgung von Wasserstoffzügen.

Die Installation neuer Wasserstofftankstellen, aber auch der Ausbau eines Wasserstoffnetzwerkes zur Erzeugung und Distribution zu den Tankstellen sind wichtige Schritte, um die Wasserstoffmobilität zu fördern und den wachsenden Bedarf zu decken.

**Wystrach GmbH**

[wystrach-gmbh.de](http://wystrach-gmbh.de)



# Biogas als Wasserstoff und Kohlenstoffquelle

Derzeit produzieren in Deutschland nahezu zehntausend Biogasanlagen überwiegend regenerativen Grundlast-Strom. In den nächsten Jahren entfällt bei vielen Anlagen die durch das EEG garantierte Vergütung für eingespeisten Strom. Je nach Entwicklung der Strompreise, werden viele Biogasanlagen in Grundlast nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben sein. Die Anlagen stellen einen erheblichen Wert dar und leisten einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz. Deshalb muss intensiv über sinnvolle Post-EEG Nutzung der Anlagen diskutiert werden.

## Biogas für Regelleistung

Dies erfordert größere BHKWs und entsprechende Kapazitäten für die Biogasspeicherung. Die Stromerzeugung zu Zeiten hoher Strompreise kann auch mit den nachfolgenden Optionen kombiniert werden.

### Biogas zu Biomethan aufbereiten:

Es gibt bereits Anlagen die Biomethan ins Erdgasnetz einspeisen. Dies gilt vor allem für größere Anlagen in der Nähe einer Erdgasleitung. Eine zukünftige Stilllegung oder Umwidmung in eine Wasserstoffleitung muss dabei berücksichtigt werden.

### Biogas zu Bio-LNG aufbereiten:

Die Verflüssigung von Biomethan ist aufwändig aber kann bei entsprechender Abnahme, vor allem durch LNG-LKW sinnvoll sein. Es wird ein regenerativer Kraftstoff erzeugt, bei dem der Kohlenstoff nach der Verbrennung in Form von Kohlendioxid wieder an die Atmosphäre abgegeben wird.

### Biogas zu Wasserstoff durch Dampfreformierung:

Die Dampfreformierung von Erdgas ist Stand der Technik, die Dampfreformierung aus Biogas wird derzeit praktisch



Anlage zur Erzeugung von 100 kg/d Wasserstoff in BZ-Qualität in Krefeld

erprobt. Die dezentrale Erzeugung von Wasserstoff unterstützt den Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft bis ausreichend Pipelinewasserstoff und Elektroysekapazitäten zur Verfügung stehen. Bei entsprechender regionaler Direktvermarktung des biogenen Wasserstoffs kann ein wirtschaftlicher Betrieb ohne Subventionen möglich sein. Unter anderen, bieten sich Busse des ÖPNV und kommunale Brennstoffzellenfahrzeuge als Abnehmer an. Wenn mittel- und langfristig die Preise für Wasserstoff sinken, kann zusätzlich das Kohlendioxid im Prozess abgeschieden und vermarktet werden.

Weitere Verfahren wie die Plasmalyse und andere spannende Verfahren befinden sich derzeit in der Entwicklung und werden die Optionen für die Nutzung von Biogasanlagen erweitern. Durch den Einsatz von Rest- und Abfallstoffen in Biogasanlagen können diese einen sehr wertvollen Beitrag zur Energiewende leisten.

WS Wärmeprozess Technik GmbH / Btx energy GmbH

[www.flox.com/btx-energy.de](http://www.flox.com/btx-energy.de)

Discover our  
HydroGene.

Mit Sensorik und Explosionsschutz von Pepperl+Fuchs.

[pepperl-fuchs.com/br-hydrogen](http://pepperl-fuchs.com/br-hydrogen)

HANNOVER  
MESSE

Halle 9 Stand D76  
22.04. bis 26.04.24



Wasserstoff für die Zukunft von  
Energie, Industrie und Mobilität.

# Woher kommt der Wasserstoff für Deutschland?

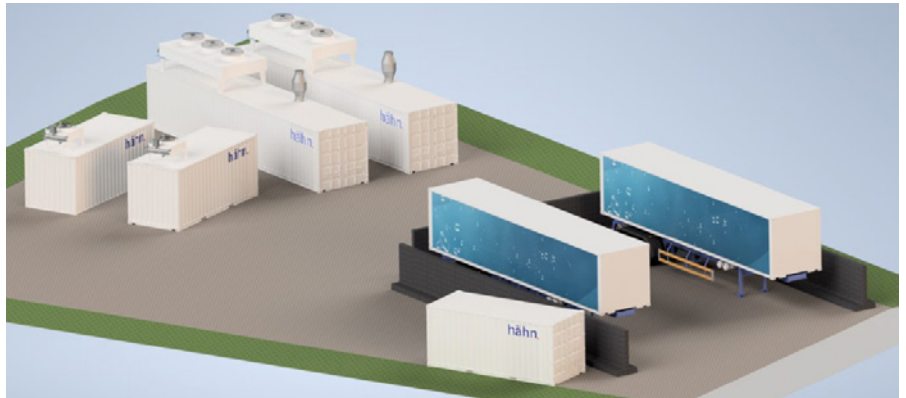
## Lokale Energieversorgung durch dezentrale Elektrolyseure

Es ist fachlicher Konsens, dass ein Teil des in Deutschland benötigten Wasserstoffs importiert werden muss. Je nach Auswertung der wissenschaftlichen Daten wird jedoch davon ausgegangen, dass 30 bis 40 % des in Deutschland benötigten Wasserstoffs konkurrenzfähig auch hier im Land produziert werden können.

Insbesondere dezentrale Lösungen stehen im Fokus. Sie haben den Vorteil, dass sie sich in bestehende Infrastrukturen eingliedern lassen. Aufwendige Umbaumaßnahmen, wie verstärkte Stromzuleitungen, sind oft nicht erforderlich.

Diese Vorgehensweise ermöglicht zusammen mit einem realistisch niedrigen Stromentstehungspreis bereits jetzt H<sub>2</sub>-Bereitstellungskosten von ca. 6 €/kg. Damit ist die inländische H<sub>2</sub>-Produktion auch heute schon wirtschaftlicher als der Import mit Schiffen. Dezentrale Anlagen lassen sich teils schon mit 100 kW wirtschaftlich betreiben. Eine beliebige Skalierung ist leicht zu realisieren.

Durch den hohen Ausgangsdruck von 30 bar kann der entstehende Wasserstoff ins Erdgasnetz beigespeist werden oder es können Speicher versorgt werden. Als Möglichkeit bietet sich zudem die Rückverstromung mittels Brennstoffzellensystemen an. Hiermit lassen sich Hybridkraftwerke oder Regelorgane der positiven und negativen Regelenergie aufbauen.



Beispiel aus einem Projekt für eine lokale H<sub>2</sub>-Versorgung an einem PV- und Windpark zur Erzeugung von H<sub>2</sub> für das Gasnetz sowie kommunale Fahrzeuge. 2x EL220, d. h. 440 Nm<sup>3</sup>, bzw. 2,2 MW. Zusätzlich ein H<sub>2</sub>-Verdichter auf 800bar zum trailern. Der Sauerstoff wird an Kliniken vermarktet

Um Abschaltzeiten regenerativer Erzeugeranlagen zu minimieren, können durch Elektrolyseure, auch in kleineren Wind- und PV-Parks, große Mengen an Energie langfristig gespeichert werden.

In diversen Anfragen und Gesprächen mit Sicherheitskreisen und Versorgern wird die Firma Hähn als Lieferant von Wasserstofftechnologien zudem immer wieder mit dem Sicherheitsaspekt konfrontiert. Lokale Anlagen ermöglichen auch dann noch eine Versorgung, wenn die Lieferung durch Pipelines oder Schiffe nicht mehr gegeben ist. Hinsichtlich des Klimawandels und außenpolitischer Spannungen dürfte eine teilweise Unabhängigkeit von Importen in gesamtgesellschaftlichem Interesse liegen.

Betreibern ermöglichen Elektrolyseure neue Geschäftsmodelle über den klassischen Energiemarkt hinweg. Perspektivisch wird davon ausgegangen, dass H<sub>2</sub>-Bereitstellungspreise von 2,80 € bis 4,00 € im Jahr 2030 realistisch sind. Hierzu werden Skaleneffekte benötigt. Politische Unsicherheiten führen bislang zu unzureichenden Investitionsentscheidungen. Dadurch können Skalierungseffekte bislang nicht ausgenutzt werden.

Hähn hydrogen beantwortet täglich die Fragen von kommunalen und privaten Versorgern oder Industriebetrieben rund um Wasserstoff. Die Firma liefert Elektrolyseure und Brennstoffzellensysteme. Syntheseverfahren wie Haber-Bosch, Fischer-Tropsch und Methanolsynthesen gehören ebenfalls zu ihrem Spezialgebiet. Als Pioniere sind sie zudem in der Stack-Entwicklung tätig.

iph Hähn GmbH  
www.iph-haehn.de

Gas Wasser Fern- und Nahwärme  
Dampf Strom Abwasser GIS  
Asset Management

**Netzberechnung zur Planung, Analyse und Optimierung**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Stationäre und dynamische Simulation</li> <li>Druckstoßberechnung</li> <li>Qualitätsverfolgung und Laufzeiten für Brennwerte und Inhaltsstoffe</li> <li>Löschmengenberechnung für Grund- und Objektschutz</li> <li>Berechnung von Schwachlast und Gleichzeitigkeitsfaktoren (Fernwärme)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamischer Längsschnitt und Druckschaubild</li> <li>Umfangreiches Schnittstellenmodul zum Import von GIS-Daten</li> <li>Hintergrundinformationen aus Raster- und Vektordaten sowie Onlinediensten</li> <li>Verwaltung von Netzvarianten und Rechenfällen</li> </ul>
---	---

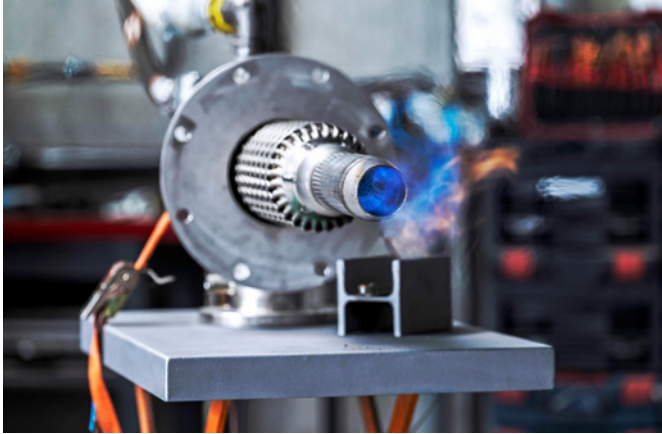
---

Fischer-Uhrig Engineering GmbH

Württembergallee 27 14052 Berlin  
info@stafu.de www.stafu.de

# Dual-Fuel-Brenner für Wasserstoff- oder Erdgas-Betrieb im Industrieofen

Bild: Deutscher Zukunftspreis – Ansgar Pudenz



Dual-Fuel-Rekuperatorbrenner iRecu®

Durch innovative Wärmetauscher-Strukturen ist es dem Brennerhersteller Kueppers Solutions gelungen, den Wirkungsgrad des neuen Rekuperatorbrenners iRecu erheblich zu verbessern. Während heute marktübliche Rekuperatoren mit etwa 60 % relativer Luftvorwärmung arbeiten, erreicht der neue iRecu relative Luftvorwärmungen von bis zu 90 %. Dazu hat Kueppers Solutions sich die Geometrie der sogenannten TPMS-Struktur (TPMS: triply periodic minimal surfaces) zu Nutze gemacht, welche sich aufgrund ihrer Komplexität nur mit Hilfe des 3D-Drucks fertigen lässt. Die additive Fertigung mit all ihren Freiheitsgraden ermöglicht es innerhalb der Struktur die Strömungsführung zu optimieren, was zu geringeren Druckverlusten und einer deutlich verbesserten Wärmeübertragung innerhalb des Rekuperators führt.

Um die Effizienz des iRecu's in Zahlen auszudrücken, wird beispielsweise ein Prozess mit einer Temperatur von 1.000 °C betrachtet: Herkömmliche Rekuperatoren erreichen heute relative Luftvorwärmungen von 60 %, was einer Verbrennungslufttemperatur von 600 °C entspricht. Bezogen auf den gleichen Prozess kann mit Hilfe des iRecu's eine Verbrennungslufttemperatur von 900 °C erreicht werden. Dies führt (bei diesem Beispiel) zu einer zusätzlichen Brennstoffeinsparung von bis zu 10 %.

Außerdem hat Kueppers Solutions für den Brenner eine Dual-Fuel-Mischeinheit entwickelt, die im Hybridbetrieb mit 100 % Wasserstoff oder 100 % Erdgas betrieben werden kann, ohne eine aufwendige und kostenintensive Umrüstung der Anlage vornehmen zu müssen.

Im Bereich der Wasserstoffverbrennung und der Rekuperatorbrenner sind neben der Effizienz vor allem auch die Stickoxidemissionen eine kritische Größe. Durch die Vorwärmung der Verbrennungsluft und der höheren Reaktivität von Wasserstoff, läuft die Verbrennungsreaktion insgesamt auf einem deutlich höheren Temperaturniveau ab, sodass die thermische Stickoxidbildung begünstigt wird.

Dieser Problematik wird mit Hilfe der mehrkanaligen Mischeinheit und der damit einhergehenden optimierten Verbrennung entgegengewirkt. Konkret bedeutet dies die optimale Auslegung der Verbrennungsbereiche innerhalb der Mischeinheit für das jeweilige Brenngas. Dies ist notwendig, um den sehr unterschiedlichen Brenngaseigenschaften von Erdgas und Wasserstoff gerecht zu werden.

Kueppers Solutions GmbH  
www.kueppers-solutions.de

## DREI SCHRITTE BIS ZUM CO<sub>2</sub>-FREIEN OFENBETRIEB

1. Effizienzsteigerung: Solange noch kein grüner Wasserstoff verfügbar ist, bis zu 50 % Einsparung von Brennstoff und CO<sub>2</sub>.
2. Hybridbetrieb: Den wenig verfügbaren grünen Wasserstoff zur CO<sub>2</sub>-neutralen Produktion nutzen, im Wechselbetrieb mit der klassischen Nutzung von Erdgas.
3. Dekarbonisierung: Bei ausreichender Versorgung mit grünem Wasserstoff ist eine 100 % CO<sub>2</sub>-freie Produktion ohne erneute Investition in den Umbau der Anlage möglich.

## Planung, Simulation & Optimierung

Transformationsplan Gas, H<sub>2</sub>-Transport, CO<sub>2</sub>-Transport

www.3sconsult.de — Kompetente Beratung und exzellente Software seit 1986

**3S** Consult

# CFK-Druckbehälter Zulassung nach DGRL

*Druckbehälter aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) bieten – verglichen mit Modellen aus Metall – einige wichtige Vorteile wie bspw. die Stabilität oder das Gewicht betrifft. Damit eignen sie sich sowohl für mobile und stationäre Wasserstoffanwendungen als auch für den Transport und die Lagerung von anderen Gasen. Um eine sichere Nutzung zu gewährleisten, müssen diese Druckbehälter für stationäre Anwendungen allerdings nach DGRL 2014/68/EU zugelassen werden. TÜV SÜD hat daher ein Prüfprogramm entwickelt, von dem bereits ein Weltmarktführer für Wasserstoffspeicher profitiert.*

Beim Transport und der Lagerung von Wasserstoff hat die Sicherheit höchste Priorität. Doch nicht nur in Sicherheitsfragen punkten CFK-Behälter, was vor allem in ihrer hohen Stabilität begründet liegt. Auch durch ein geringeres Gewicht zeichnet sich die dieser Behältertyp aus. Das geht einher mit einer signifikanten Platzersparnis und einem reduzierten Schadstoffausstoß.

Beim Gewichtsunterschied gilt: je größer die Transportbehälter sind, desto mehr kommt dieser Vorteil zum Tragen. Und bei der Lagerung von Wasserstoff ergeben sich durch den Leichtbau-Werkstoff geringere Anforderungen an die Statik von Bestandsgebäuden oder Neubauten. Darüber hinaus ist das Fassungsvermögen der CFK-Druckbehälter aufgrund der großen Materialstabilität und möglicher Nennbetriebsdrücke von bis zu 700 bar deutlich höher als bei Modellen aus Metall. Ein weiterer, ganz entscheidender Punkt ist die Langlebigkeit von CFK-Behältern – mit einer Auslegung von 20 Jahren und mehr stehen sie so für sehr hohe Investitionssicherheit.

## Die Herausforderungen des Werkstoffes

Bei Druckbehältern, die aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff hergestellt sind, gibt es natürlich auch sicherheitstechnische Herausforderungen. Ein wichtiges Stichwort ist in diesem Zusammenhang die Wasserstoffpermeation, bei der das Gas nach außen entweichen kann. Um dies zu verhindern, erhält beim Typ IV Behälter der Kohlefasermantel einen innenliegenden, diffusionsbeständigen Kunststoff-Liner. Dieser Liner kann jedoch durch Belastungen unterschiedlicher Art ermüden. Neben Tankvorgängen können das bspw. Vibrationen oder Erschütterungen sein, denen der Liner ausgesetzt ist. Auch zu schnelle Temperatur- oder Druckänderungen können hier zur Materialermüdung führen.

Hinzu kommt, dass CFK-Materialien gegenüber Korrosion zwar resistent sind, es muss jedoch gewährleistet sein, dass dies auch für das Gesamtsystem gilt. Deshalb müssen verbaute Komponenten aus Metall ebenfalls eine Beständigkeit gegen Wasserstoff oder andere verwendete Speichermedien aufweisen. Denn in der chemischen Industrie kommen Stoffe zum Einsatz, die Korrosion begünstigen und verursachen. Dazu gehören Säuren oder Laugen. Korrosionsrisiken gehen aber auch von elektrochemischen Reaktionen, mechanischen Beschädigungen von Anlagenteilen oder mikrobiellen Einflüssen aus.

Von Herstellern wie auch von Betreibern wird daher gefordert, dass sie eine sorgfältige Risikobewertung auf Basis der gültigen gesetzlichen Vorgaben vornehmen.

## Auf erfahrene Prüfdienstleister bauen

Um trotz dieser Herausforderungen einen sicheren Transport sowie die sichere Lagerung von Wasserstoff in CFK-Druckbehältern zu gewährleisten, müssen diese vor dem Einsatz nach Druckgeräterichtlinie (DGRL) zugelassen werden. Da Wasserstoff in einem bestimmten Mischverhältnis mit Sauerstoff leicht entflammbar ist, muss dabei die Integrität der zur Speicherung genutzten Behälter jederzeit sichergestellt sein. Das gilt in besonderem Maße, wenn das Material bei der Speicherung hohem Druck ausgesetzt ist. Im Rahmen einer Druckbehälter- beziehungsweise Baugruppenbewertung nach Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU werden daher vom Hersteller die entsprechenden Grenzwerte hinsichtlich Temperaturen (TS), Druck (PS), Lastwechsel und Drucksteigerungsraten festgelegt.

Die rechtlichen Standards für eine Zulassung können dabei je nach Land und Wirtschaftsraum variieren. Hersteller von Druckbehältern müssen daher genau beachten, welche rechtlichen Standards jeweils anzuwenden sind. Wichtige Unterstützung bieten hier erfahrene Prüfdienstleister, die auch umfangreiche Tests des Materials durchführen können. Vor diesem Hintergrund hat TÜV SÜD für CFK-Behälter ein spezielles Prüfprogramm mit entsprechenden Berechnungen sowie Lastwechsel-, Berst-, und Brandversuchen entwickelt. Dieses Prüfprogramm trägt den hohen Sicherheitsstandards für Typ IV Behälter Rechnung und ermöglicht die Zertifizierung nach DGRL (PED 2014/68/EU). Erfolgreich angewendet wird dieses Prüfprogramm bereits bei einem der weltweit führenden Anbieter von stationären und mobilen H<sub>2</sub>-Speichern. Der Hersteller produziert seine wasserstofftauglichen CFK-Behälter in Europa und betreibt an anderer Stelle auch eine umfangreiche eigene Testanlage. Mit maßgeschneiderten Inspektions- und Testplänen bietet ein Expertenteam von TÜV SÜD hier optimale Unterstützung, um eine gleichbleibende Fertigungsqualität sicherzustellen.

## Fazit

Abschließend bleibt festzuhalten, dass CFK-Druckbehälter zwar enorme Vorteile bieten, die Materialeigenschaften für

Hersteller aber auch eine Reihe von Herausforderungen bereithalten. So muss bei technisch komplexen Anwendungen wie bspw. der Hochdruckspeicherung von Wasserstoff, das Gesamtsystem mit allen verbundenen Komponenten betrachtet werden. Werkstofftechnik oder der Brand- und Explosionsschutz sind dabei ebenso zu berücksichtigen wie chemische Prozesse. Da zusätzlich länderspezifische Regularien mit unterschiedlichen Normen zu beachten sind, ist es ratsam, erfahrene Prüfdienstleister zu Rate zu ziehen die dem Hersteller mit dem nötigen Know-how zur Seite stehen.

#### Autoren:

Dipl.-Ing. Dimitrios Kazaklis (SFI)  
Seniorexperte für Anlagensicherheit bei  
TÜV SÜD Industrie Service in Essen

Josef Kogler  
Leiter der Prüf- und Inspektionsstellen und der Notifizierten  
Stellen bei der TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH**

tuvsud.com/de-is

### WASSERSTOFFDRUCKBEHÄLTER-TYPEN AUF EINEN BLICK:

- Typ I: Stahlflaschen zur Speicherung von Gasen, die bspw. in der Gasindustrie eingesetzt werden. Sie sind schwerer und weniger flexibel als die anderen Typen.
- Typ II: Der innenliegende Stahltank wird außen durch Kohlefasern verstärkt. Der Behälter hat gegenüber Typ I Gewichtsvorteile und ist belastungsfähiger.
- Typ III: Kohlefaser-Behälter mit einem innen liegenden Stahl- oder Aluminiumliner. Die Last liegt auf dem Kohlefasermantel. Da deutlich mehr Kohlefaser verbaut wird als bei Typ II, kann dieser Typ höhere Drücke aushalten.
- Typ IV: Kohlefaser-Behälter mit einem innen liegenden Liner aus Kunststoff. Typ IV ist deutlich leichter und belastbarer als alle anderen Behältertypen.



•• ONTRAS

## Das ONTRAS H2-Startnetz – Wasserstoff- infrastruktur für Ostdeutschland

Mit dem ONTRAS H2-Startnetz gestalten wir die künftige Wasserstoffinfrastruktur aktiv mit und legen den Grundstein für eine flächendeckende Wasserstoffversorgung in Ost- und Mitteldeutschland. Unser Ziel ist ein leistungsstarkes Transportnetz, das Erzeuger, Speicher und Verbraucher von grünem Wasserstoff optimal verbindet und Zugang zu Importpunkten bietet.

Mehr Informationen unter [www.ontras.com/h2-startnetz](http://www.ontras.com/h2-startnetz)

Stand 01/2024