

© Sigen

H₂PIONEERS

**Wasserstoffversprödung
in Edelstahlrohren**

TRANSHYDE

**Projektbericht 2024,
Teil 2**

START-UP CORNER

**Pit Podleschny,
Hydrogenea**

Seit Kurzem erschließt die unterfränkische Kommune Haßfurth eine neuartige Wasserstoff-Quelle. Die Anlage entwickelten die Wasserstoff-Spezialisten der Sigen GmbH auf Basis der Hochtemperatur HT-PEM-Technologie. Die Stadtwerke Haßfurt können jetzt hochreinen Wasserstoff direkt aus dem kommunalen Gasnetz gewinnen.

Für das Projekt kommt die patentierte Elektrochemische Wasserstoffseparations-Technologie (EHS) von Sigen zum Einsatz, mit der sich Wasserstoff gegenüber der Elektrolyse wirtschaftlicher aus unterschiedlichsten Quellen gewinnen lässt. Darüber hinaus eignet sich EHS sehr gut für die dezentrale Verteilung von Wasserstoff. H₂ wird in Haßfurt direkt aus dem kommunalen Gasnetz separiert, komprimiert und gespeichert. Hochreinen Wasserstoff liefern die Hochtemperatur-Stacks selbst dann, wenn das Gasgemisch verunreinigt ist.

Der gewonnene Wasserstoff kann ohne Umwege in Brennstoffzellen oder für andere Anwendungen genutzt werden. Das EHS-Verfahren optimiert die H₂-Gewinnung aus Gasnetzen, senkt die Kosten und ebnet den Weg für eine nachhaltige Energiewirtschaft.

Mehr dazu erfahren Sie auf Seite 86.



Wasserstoffversprödung in Edelstahlrohren: Normen und Standards sind entscheidend

Der erfolgreiche Einsatz von Wasserstofftechnologien braucht Messmethoden und Bewertungskriterien für Materialien sowie internationale Normen und Standards. Das hat auch das Bundeswirtschaftsministerium erkannt und eine „Normungsroadmap Wasserstofftechnologien“ in Auftrag gegeben. Darin erfassen sieben Institute und Verbände den Status Quo an Normen und Dokumenten zur technischen Regelsetzung für Wasserstoff. gwf Gas + Energie hat sich mit Werner Hannig, Leiter Qualität & Entwicklung bei der Schoeller Werk GmbH & Co. KG, darüber ausgetauscht, was dies für die Stahl- und stahlverarbeitende Industrie bedeutet. Das Unternehmen gehört zu den führenden europäischen Herstellern längsnahtgeschweißter und gezogener Edelstahlrohre.

gwf: Herr Hannig, wie bewerten Sie als stahlverarbeitendes Unternehmen den Status Quo bei der H₂-Normung?

Hannig: Beim industriellen Hochlauf von H₂-Technologien befinden wir uns noch im Projektstatus. Das betrifft insbesondere die Normung. Dabei ist diese speziell für uns wichtig, schließlich kommen unsere Produkte bei allen mobilen-, stationären und industriellen H₂-Anwendungen zum Einsatz. Ohne Standards funktioniert das Zusammenspiel der Liefer- und Wertschöpfungskette nicht reibungslos und alle Beteiligten bewegen sich in einem Graubereich, vor allem hinsichtlich Kompatibilität, Werkstoffqualität und Haftung.

gwf: Warum braucht es für den Einsatz von Wasserstoff neue Vorgaben?

Hannig: Das liegt an den spezifischen Eigenschaften von Wasserstoff. Als kleinstes Atom kann sich Wasserstoff in den Zwischengitterplätzen der Kristallstruktur von Stahl bewegen. Stahl besteht typischerweise aus einem kubisch-raumzentrierten (Ferrit) oder kubisch-flächenzentrierten (Austenit) Gitter. Gitterstrukturen haben Hohlräume, die es H₂-Atomen ermöglichen, sich durch den Stahl zu bewegen bzw. zu diffundieren. In der Folge kommt es zu Wasserstoffeinlagerungen im Gitter oder in Gefügefehlstellen. Man spricht hier von „Wasserstoffversprödung“, die die mechanischen Eigenschaften des Metalls verändern und eine Reduzierung der Duktilität, also der Zähigkeit des Stahls, verursachen kann. Hieraus resultieren Schädigungen wie Blasen- oder Porenbildung sowie Bauteilversagen durch Risse oder Brüche bei statischen oder dynamischen Belastungen. Wenn man bedenkt, dass der Standarddruck von Wasserstofftanks in Brennstoffzellenautos 700 bar beträgt, wird die Problematik schnell plausibel.

gwf: Welche Arten von Edelstahl gibt es, und wie reagieren sie auf Versprödung?

Hannig: Die Gefügestrukturen Delta-Ferrit und α'-Martensit nehmen bei einer Beaufschlagung verstärkt Wasserstoff auf. Der diffusible Wasserstoff reichert sich im Gefüge an und führt zu einer Reduzierung der werkstoffspezifischen Duktilität und bei Belastung zu vorzeitigem Versagen. Ferritische NR-Stähle, z. B. 1.4510, 1.4512 und 1.4521, bestehen zu 100 % aus einer Ferrit-Phase, über die sehr schnell Wasserstoffatome aufgenommen werden. Das führt zu einer ausgeprägten Sprödbrechneigung unter statischer oder dynamischer Belastung. Gleiches gilt für martensitische NR-Stähle und etwas abgeschwächt auch für NR-Stähle mit Duplex-Gefüge. In allen Fällen ist eine hohe bis sehr hohe Aufnahme zu beobachten. Höherlegierte, austenitische NR-Stähle, z. B. 1.4401, 1.4404 oder 1.4435, haben dagegen einen sehr niedrigen Delta-Ferrit-Gehalt und zeigen deswegen eine geringe Wasserstoffaufnahme und somit eine nur geringfügig reduzierte Duktilität. Durch Kaltumformung entsteht aber auch bei austenitischen NR-Stählen eine verspannte Gitterstruktur, die



WERNER HANNIG

Leiter Qualität & Entwicklung bei Schoeller

Quelle: Schoeller GmbH & Co. KG



Im Laserverfahren oder per WIG-Schweißen produzierte Edelstahlrohre

Martensit genannt wird. Dieser Gittertyp zeigt eine verstärkte Wasserstoffaufnahme, die ebenfalls zur Reduzierung der Zähigkeit führt.

gwf: Welche Rolle spielen Legierungen bei der Wasserstoffversprödung?

Hannig: Grundsätzlich beeinflussen Legierungselemente die Diffusion und damit die Versprödung, indem sie die Gitterstruktur verändern oder Wasserstofffallen erzeugen: Austenit stabilisierende Legierungsbestandteile wie Nickel reduzieren den Delta-Ferrit-Anteil und somit die Wasserstoffaufnahme und damit die Versprödungsanfälligkeit. Ferrit stabilisierende Bestandteile wie Chrom, Mo oder Ti erhöhen hingegen die Anfälligkeit gegenüber einer Wasserstoffaufnahme.

gwf: Welche Faktoren beeinflussen davon abgesehen den Grad der Wasserstoffversprödung?

Hannig: Neben der Mikrostruktur des Stahls beschleunigen Druck und Belastung die Wasserstoffaufnahme. Gleiches gilt für hohe Temperaturen und hohe Wasserstoffkonzentration: Beides führt zu einem stärkeren Diffusionsstrom ins Material.

gwf: Die „Normungsroadmap“ erwähnt mehrere Regelwerke, die es zu überarbeiten gilt. Gibt es Beispiele, an denen sich Ihre Branche übergangsweise orientieren kann?

Hannig: In dem für Schoeller relevanten Bereich der Edelstahlverarbeitung gibt es zurzeit nur eine US-Norm aus dem Bereich der Mobilität, die zwei Kriterien beim Einsatz von Edelstahl klar definiert und Vorgaben zu den bei Wasserstoffanwendungen benötigten Gefügestrukturen macht. Bei dem Standard (SAE J2579) handelt es sich um ein Regelwerk, das durch die globale Vereinigung Society of Automotive Engineers aufgesetzt wurde und sich auf den ‚Standard for Systems in Fuel Cell and other Hydrogen Vehicles‘ konzentriert. Die maßgeblichen Kriterien sind spezifische Gefügestrukturen (Delta-Ferrit und α' -Martensit), die in austenitischen NR-Stählen vorliegen bzw. auftreten können.



Quelle: Schoeller GmbH & Co. KG

Nachgezogene Präzisionsrohre für höchste Anforderungen und vielseitige Anwendungen

gwf: Mit welchen Prüfverfahren ermitteln Sie die Versprödungsanfälligkeit einzelner Werkstoffe?

Hannig: Wir nutzen mechanische oder technologische Werkstoffprüfungen, um eine reduzierte Duktilität und damit eine Verringerung der werkstoffspezifischen Gleichmaß- und Bruchdehnung nachzuweisen.

gwf: Besitzt Schoeller mit seinem Knowhow in der Stahlverarbeitung beim Thema Wasserstoff einen „USP“ im Bereich der Wasserstoffanwendungen?

Hannig: Ja. Unser USP sind unser langjährig aufgebautes Expertenwissen sowie die in den letzten Jahren getätigten Investitionen in unsere Fertigungs- und Prüftechnologie. Bei Schoeller verfügen wir über eine Auswahl an geeigneten Prozessen und Technologien zur Herstellung von wasserstoffgeeigneten Halbzeugen. Wir können je nach Produktapplikation nicht nur auf die Schmelzschweißtechnologien WIG und Laser zurückgreifen, sondern sind durch Nutzung unterschiedlicher Wärmebehandlungsverfahren auch in der Lage, über anwendungsspezifische Temperaturführung sowie Haltezeitenanpassung ausgewählte Gefügestrukturen einzustellen.

gwf: Herr Hannig, vielen Dank für das Gespräch!

Weitere Informationen und Kontakt:

Timo Klein

Schoeller Werk GmbH & Co. KG
 Strategy & Marketing Manager
 Im Kirschseiffen, 53940 Hellenthal
 Mail: TKlein@schoellerwerk.de
 Tel: 02482 / 81-2737



TransHyDE-Jahresrückblick 2024: Teil 2

In der letzten Ausgabe (12/2024) haben die TransHyDE-Projekte Norm, AmmoRef, CAMPFIRE und Helgoland ihre Ergebnisse aus dem Jahr 2024 vorgestellt. In dieser Ausgabe folgt das Projekt Sichere Infrastruktur. Kontakt in das Projekt erhalten Sie über Thomas Plocher, RMA Rheinau GmbH & Co. KG, thomas.plocher@rma.de.

1.1 Autoklav für Risswachstumsversuche in Druckwasserstoff bis 200 bar

Kontakt am Fraunhofer IWM: Thorsten Michler, thorsten.michler@iwm.fraunhofer.de

Autoren: Ken Wackermann, Klaus Krebser, Thorsten Michler – Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik IWM

Im Rahmen des TransHyDE-Projekts Sichere Infrastruktur hat das Fraunhofer IWM einen innovativen Wasserstoffautoklaven entwickelt, der speziell zur Messung des zyklischen Risswachstums (da/dN) und der Bruchzähigkeit (J-Integral, KIC) in gasförmigem Druckwasserstoff dient. Die Ergebnisse können für die Auslegung insbesondere von Wasserstoffpipelines nach DVGW G464 und ASME B31.12 sowie für Wasserstoffdruckbehälter nach ASME BPVC-VIII-3 Article-KD10 verwendet werden. Sie tragen somit entscheidend zur sicheren und zuverlässigen Nutzung von Wasserstoff als Energieträger bei.

Die Notwendigkeit, Versuche unter Druckwasserstoff durchzuführen, ergibt sich aus der Tatsache, dass Wasserstoff die Eigenschaften von Werkstoffen signifikant verändern kann. Dies muss bei der Lebensdauerbewertung von wasserstoffführenden Komponenten berücksichtigt werden.

Der Autoklav (**Bild 1**) wurde unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus dem Betrieb bestehender Autoklaven am Fraunhofer IWM konstruiert und umfasst eine integrierte Gasversorgung sowie ein umfassendes Explosionsschutzkonzept. Die Konstruktion ermöglicht eine einfache Wartung und einen schnellen Probenwechsel, was zu reduzierten Versuchskosten führt. Zudem wurde ein maximaler Betriebsdruck von 200 bar gewählt, um die meisten aktuellen Fragestellungen zur Wasserstoffinfrastruktur zu adressieren. Durch eine gezielte Gestaltung der Gasversorgung können zudem hervorragende Gasqualitäten erreicht werden.



Wasserstoffautoklav für Risswachstums- und Bruchzähigkeitsversuche in Druckwasserstoff bis 200 bar

Quelle: © Fraunhofer IWM

1.2 Garantierte Wasserstoffmengen für den Handel: Der RMA Wasserstoff-Prüfstand (H₂-Loop) setzt weltweit Standards für die Kalibrierung und Eichung von Gasmengenzählern nach dem deutschen Mess- und Eichgesetz

Kontakt zur RMA Rheinau GmbH & Co. KG: Jan Seidel, mrt@rma-rheinau.de

Autorin: Sabine Dues – RMA Rheinau GmbH & Co. KG

Nach der Inbetriebnahme des weltgrößten Wasserstoff-Prüfstands seiner Art für Gasmengenzähler im Sommer 2023 ist der H₂-Loop der Firma RMA Rheinau jetzt staatlich-anerkannte Prüfstelle (GBW 12).

Eine funktionierende Wasserstoffwirtschaft basiert auf der exakten Mengenbestimmung des H₂-Gases. Dies wird durch den Einsatz von geeichten Gasmengenzählern garantiert. Mit dem Hochdruckprüfstand für Wasserstoff, dem H₂-Loop, der nach §40 Abs. 3 Satz 1 Mess- und Eichgesetz – MessEG zur staatlich anerkannten Prüfstelle (GBW 12) ernannt wurde, wird der Wasserstoffhandel jetzt möglich.

Der 31 m lange H₂-Loop ist als geschlossener Kreislauf aufgebaut. Unterschiedliche Durchflüsse und Drücke können jeweils frei gewählt werden. Der Wasserstofffluss wird mittels eines Hochdruckgebläses bei den Prüfvorgängen konstant gehalten, ebenso wird die Reinheit des Wasserstoffs bei den Messungen kontinuierlich überprüft.

Tabelle 1: Technische Spezifikationen H₂-Loop

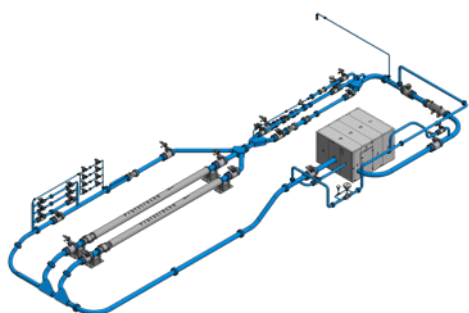
Messstrecken	2 x 11 m
Nennweiten	DN 50 bis DN 300
Durchflussmengen	5 – 6.500 m ³ /h
Druckbereich	8 – 51 bar(a)
Messunsicherheit	0,2 – 0,3 %

Die Abteilung Mess- und Regeltechnik der RMA Rheinau hat sich ihr Know-how im Bereich der Hochdruckprüfstände über viele Jahre erarbeitet. Jetzt ermöglicht sie Anbietern für Gasmengenzähler, ihre Systeme sowohl auf dem Hochdruckprüfstand für Erdgas als auch auf dem H₂-Loop zu testen. Diese einzigartige Symbiose wird im TwinLoop vereint.

1.3 H2Direkt: 100 % Wasserstoff in einem bestehenden Gasverteilnetz

Kontakt zu H2Direkt via www.esb.de/h2direkt

Damit die Energie- und Wärmewende gelingt, braucht es Alternativen zu den fossilen Energieträgern. Die Transformation der lokalen Gasverteilnetze (mit Industrie-, Gewerbe-



Schematische Darstellung des H₂-Loops, der Hochdruckprüfstand zur Eichung von Gasmengenzählern für Wasserstoff

und Haushaltskunden) auf grüne Gase wie Wasserstoff spielt hierbei eine zentrale Rolle.

Energie Südbayern, Energienetze Bayern und Thüga gehen mit dem bislang einzigartigen Projekt H2Direkt, das Teil des TransHyDE-Projekts Sichere Infrastruktur ist und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird, gemeinsam voraus: Im Herbst 2023 haben die Projektpartner im bayerischen Hohenwart deutschlandweit erstmals ein bestehendes Ortsnetz mit angeschlossenen Privatkunden auf 100 % Wasserstoff umgestellt. Dafür wurde vor Ort eine H₂-Bereitstellungs- und Einspeiseanlage errichtet. In den Häusern wurden die Heizkessel durch hochmoderne H₂-Brennwertgeräte von Vaillant ersetzt.

Nach über einem Jahr laufendem Betrieb steht fest: Sowohl die Umstellung des Netzabschnitts als auch der weitere Betrieb mit reinem Wasserstoff verliefen reibungslos. Zehn Haushalte und ein Gewerbekunde heizen seither mit grünem Wasserstoff.

Besonders erfreulich: Alle Bauteile im bestehenden Netz und in den Heizräumen wurden auf ihre H₂-Tauglichkeit überprüft und die Tauglichkeit von Sachverständigen bestätigt. Lediglich die Therme und der Gaszähler mussten ausgetauscht werden.

Mit Blick auf die Versorgung von Millionen Privat-, Gewerbe- und Industriekunden, die derzeit an das Gasverteilnetz angeschlossen sind, schafft H2Direkt eine zukunftswei-



Das Gelände mit Trailer (rechts) und die H₂-Einspeiseanlage (links): Hier wird der Wasserstoff angeliefert und der Druck reduziert, um anschließend mit 250 Millibar in das Gasnetz eingespeist zu werden

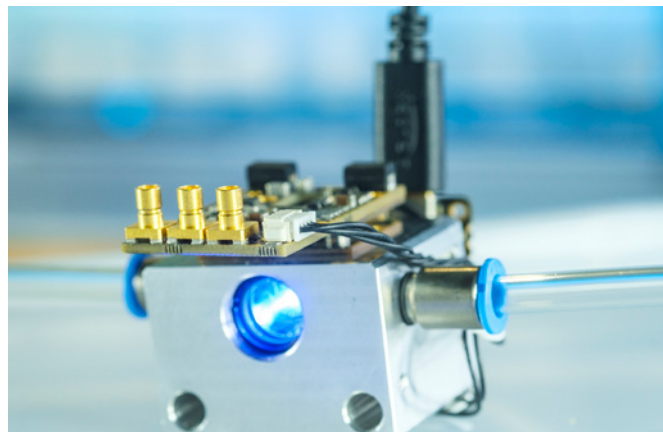
sende Blaupause für eine klimaneutrale Energieversorgung in ganz Deutschland.

1.4 Wasserstoff-Leckagen mithilfe von Ultraschall-Sensoren aufspüren

Kontakt zum Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM: Dr.-Ing. Carolin Pannek, carolin.pannek@ipm.fraunhofer.de
Für die Detektion von Wasserstoff-Leckagen setzen Forschende am Fraunhofer IPM auf akustische Messtechnik: Atmosphärendrucke verändern die Ausbreitung von Schall in der Umgebungsluft. Dabei unterscheidet sich Wasserstoff mit einer Schallgeschwindigkeit von 1.280 m/s sehr stark von anderen in der Luft vorkommenden Gasen. Somit ist es möglich, H₂ über die Messung der Schallgeschwindigkeit zu detektieren. Bereits ein geringer Anteil Wasserstoff erhöht die Schallgeschwindigkeit merklich. Anhand der Höhe der Schallgeschwindigkeit kann die Konzentration des Gases quantitativ bestimmt werden.

Im Rahmen von TransHyDE hat das Fraunhofer IPM einen Ultraschallsensor zum Nachweis von H₂ entwickelt. Der Sensor bestimmt die Gaskonzentration über die Verschiebung der Resonanzfrequenz, die Rückschlüsse auf die Schallgeschwindigkeit erlaubt. Das Sensorsystem besteht aus einer 10 mm × 20 mm großen Resonator-Zelle. Der Schall wird von außen über den photoakustischen Effekt erzeugt und über ein MEMS-Mikrofon (Micro Electro Mechanical System) detektiert. Mit einem Demonstratorsystem konnten die Forschenden Wasserstoffkonzentrationen deutlich unterhalb der Explosionsgrenze nachweisen.

Der im Rahmen von TransHyDE entwickelte, Resonanzbasierte Ultraschall-Sensor soll es ermöglichen, bereits geringste Wasserstoffleckagen selektiv aufzuspüren. Durch die Verwendung kostengünstiger Komponenten und die miniaturisierte Bauweise soll das Verfahren sowohl in Form eines mobilen „Schnüfflers“ als auch in Form kostengünstiger, festinstallierter Sensoren für das großflächige Online-Monitoring von Wasserstoffanlagen eingesetzt werden.



Unkontrolliert austretender Wasserstoff ist gefährlich: Ein kostengünstiger und kompakter ultraschall-basierter Sensor soll schon kleinste Leckagen in der Wasserstoff-Infrastruktur frühzeitig aufspüren – als tragbares Messgerät oder fest installiert

„Wir entwickeln die perfekte Membran-Elektroden-Einheit für jeden Anwendungsfall“

Interview mit Dr. Pit Podleschny, CEO und Mitgründer von Hydrogenea

Das Herz jeder Brennstoffzelle und jedes Elektrolyseurs ist die Membran-Elektroden-Einheit (MEA). Der Aufbau einer MEA ähnelt einem Sandwich: Die Membran in der Mitte wird von zwei flachen Elektroden umschlossen, genau wie die Käsescheibe von zwei Scheiben Brot. Diese MEA spielen eine Schlüsselrolle im Energieumwandlungsprozess: Bei Brennstoffzellen zersetzen Katalysatoren an der Anode Wasserstoff in Elektronen und Protonen, während an der Kathode diese Teilchen mit Sauerstoff zu Wasser reagieren. Bei Elektrolyseuren arbeiten die Elektroden genau andersherum und spalten Wassermoleküle in ihre Bestandteile auf. Die gesamte Prozesskette deckt das Gelsenkirchener Start-up Hydrogenea seit 2024 ab. Was es dabei anders macht als andere Unternehmen, erklärt CEO Pit Podleschny im Interview.

H₂News: Herr Dr. Podleschny, was macht Hydrogenea?

Dr. Pit Podleschny: Wir produzieren Katalysatoren. Genauer gesagt stellen wir die Katalysatorschicht und den Katalysatorträger her und fertigen daraus Membran-Elektroden-

Einheiten (MEAs). Wir haben eine sehr tiefgreifende, patentierte Wertschöpfung und erledigen alle Arbeitsschritte in-house.

H₂News: Können Sie uns Ihr Produkt näher erläutern?

Podleschny: Wir haben zwei zentrale Innovationen entwickelt – eine im Material- und eine im Prozessbereich. Bei der Material-Innovation geht es um einen selbstentwickelten Katalysatorträger. In der Vergangenheit waren Katalysatorschichten vollständig mit Katalysator-Material wie Platin oder Iridium beladen. Über die Jahre hat sich das gewandelt: Man reduzierte den Einsatz teurer Edelmetalle und nutzt stattdessen kostengünstigere Materialien, die sog. Katalysatorträger, die idealerweise auch noch die Leistung steigern. Nun ist es so, dass die meisten Katalysatorträger anfällig für Korrosion sind und so die Haltbarkeit reduzieren. Unsere Materialien jedoch nicht. Bezüglich des Prozesses setzten wir auf eine kostengünstige und schnelle, skalierbare Beschichtung, um die optimierte Katalysatorschicht aufzutragen.

H₂News: Und welches Material nutzen Sie?

Podleschny: In Brennstoffzellen nutzen wir Kohlenstoff als Träger, und bei Elektrolyseuren eine Kombination aus Kohlenstoff und Metallen wie Titan. Grundlage dafür waren meine Forschung im Kohlenstoff-Nano-Bereich vor elf Jahren in Spanien sowie andere Arbeiten an der Westfälischen Hochschule wie meine Dissertation bei Dr. Ulrich Rost. Diese haben wir kontinuierlich optimiert, sodass wir heute mit sehr wenig Edelmetall eine hohe Aktivität und Stabilität erreichen.



DR. PIT PODLESCHNY

CEO von Hydrogenea

H₂News: Worin liegt denn Ihre zweite Innovation, auf Prozessebene?

Podleschny: In einer Antwort auf die besondere Herausforderung bei der Verwendung von stabilem Kohlenstoff als Trägermaterial. Hochleistungsfähiger Kohlenstoff ist relativ inert, also ‚glatt‘, was die Anhaftung von Katalysatormaterial erschwert. Deshalb nutzen wir einen speziellen Prozess: die elektrochemische Abscheidung. Dieses Galvanik-Verfahren ist bislang vor allem aus der Schmuckindustrie bekannt, wird aber in der Katalysator-Anwendung selten eingesetzt.

H₂News: Wie genau funktioniert es?

Podleschny: Dabei wird auf ein Substrat, aus z. B. Kohlenstoffpapier, zunächst unser Katalysatorträger und anschließend der Katalysator selbst aufgebracht. Bei metallischen Substraten funktioniert es ganz ähnlich. Wir haben den Prozess zudem für die kontinuierliche Produktion optimiert, sodass wir von Substrat bis zur fertigen Elektrode alles in einer einzigen „Rolle-zu-Rolle“-Anlage fertigen können. Die entsprechende Produktionsanlage haben wir im Sommer 22024 in Betrieb genommen und konnten bereits einen Auftrag für eine Kleinserienproduktion von mehr als 50 MEA abschließen.

H₂News: Was sind demnach, zusammengefasst, die Vorzüge Ihrer Material- und Prozessinnovation?

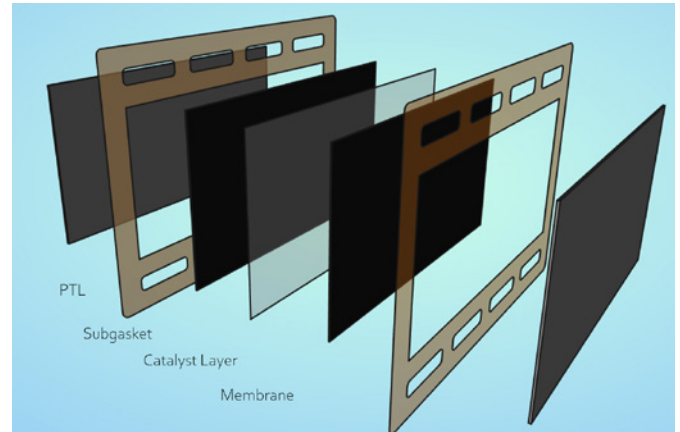
Podleschny: Das sind im Wesentlichen drei Punkte: Effizienz, Haltbarkeit und Skalierbarkeit. Bei Brennstoffzellen bedeutet eine höhere Effizienz mehr Reichweite für die Fahrzeuge, bei der Elektrolyse mehr Wasserstoffproduktion für dieselbe Menge an zugeführter Energie. Die deutlich verbesserte Haltbarkeit ist besonders relevant, wenn man sich vor Augen führt, dass MEAs in Elektrolyseanlagen aktuell nur 8-10 Jahre halten, jedoch 20 Jahre und mehr schaffen müssen. Wir erreichen mit unseren Katalysatorschichten eine Steigerung um bis zu den Faktor 10! Drittens ermöglicht unser simpler, skalierbarer Prozess eine kostengünstige Produktion im industriellen Maßstab.

H₂News: Wie weit sind Sie mit der Entwicklung?

Podleschny: Bei der Brennstoffzellentechnologie liegen wir bei TRL (Technology Readiness Level) 6. Das heißt, wir haben die Funktionalität der Technologie nicht nur im Labor bewiesen, sondern können jetzt mit Kunden in die konkrete Anwendung gehen. Das hilft natürlich sehr dabei, die MEA weiter zu optimieren. Wirklich fertig ist man bei der Entwicklung einer Katalysatorschicht aber eigentlich nie.

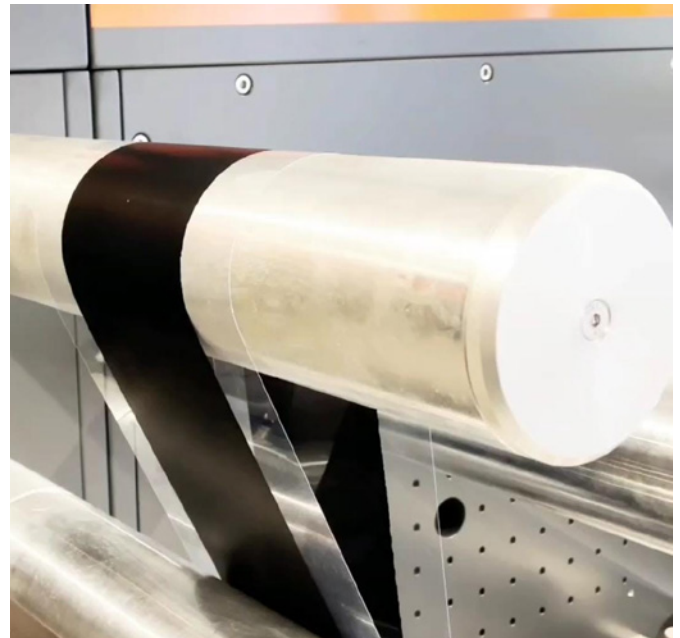
H₂News: Wie sieht es im Elektrolyse-Bereich aus?

Podleschny: Bei der Elektrolyse befinden wir uns in einem etwas früheren Entwicklungsstadium. Wir haben aber sehr gute Laborergebnisse erzielt und Langzeittests laufen hier ebenfalls. Im Laufe dieses Jahres planen wir, einen Demonstrator aufzubauen – quasi als nächsten Schritt, den wir bei der Brennstoffzelle bereits erfolgreich mit unseren Kunden gegangen sind.



Quelle: Hydrogenea

Aufbau einer Membran-Elektroden-Einheit (MEA)



Quelle: Hydrogenea

MEA-Produktion im „Rolle-zu-Rolle“-Verfahren

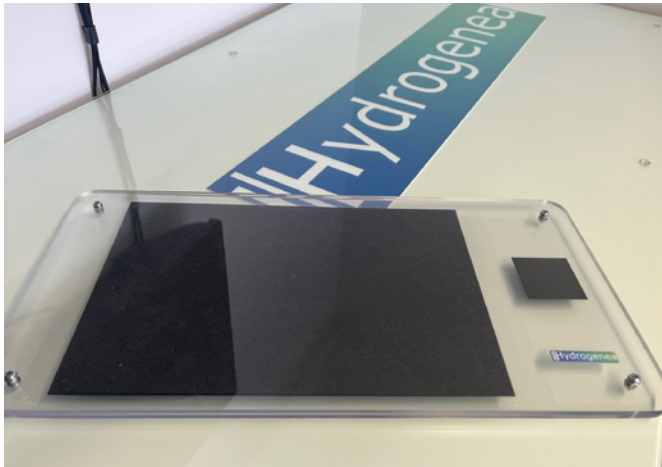
H₂News: Haben Sie sich bewusst für diese Staffelung entschieden?

Podleschny: Ja, denn als vierköpfiges Team müssen wir mit unseren Ressourcen gut haushalten. Der Fokus lag zunächst auf der Brennstoffzellentechnologie, womit wir bereits erste Umsätze generieren. Jetzt erweitern wir systematisch in Richtung Elektrolyse. Hier spielt uns auch in die Karten, dass sich der Aufbau der Elektroden ähnelt.

H₂News: Ist es anspruchsvoll, auf Grundlage der MEA für Brennstoffzellen eine MEA für Elektrolyseure zu entwickeln?

Podleschny: Der Sprung von Brennstoffzellen zu Elektrolyseuren ist weniger komplex als man glaubt. Beide Technologien basieren auf dem gleichen Prinzip: Sie haben zwei Elektroden, eine Anode und eine Kathode. Vor allem die Kathoden ähneln sich sehr stark: Beide nutzen Platin und Kohlenstoff. Etwas komplexer ist es bei der Anode, da diese in einer Elektrolyse-

Quelle: Hydrogenea



Fertige MEA

zelle Iridium als Katalysator benötigt und metallische Träger wie Titan, was in den hohen Potenzialen, dem sauren Milieu und dem Vorhandensein von Sauerstoff begründet liegt.

H₂News: Sie erwähnten eingangs, dass momentan sämtliche Arbeitsschritte inhouse erfolgen – also die Produktion von Katalysatorträger, Katalysator und MEA. Wollen Sie das so fortsetzen?

Podleschny: Definitiv! Das ist ein Alleinstellungsmerkmal, das uns maximale Flexibilität für kundenspezifische Anpassungen erlaubt. Nur so können wir die jeweils maßgeschneiderte Optimallösung für eine Vielzahl unterschiedlicher Use Cases finden, egal, ob es um stationäre Anlagen oder mobile Anwendungen geht. Auch die Geometrien und technischen Details der MEA passen wir mit dem Kunden an die spezifischen Anforderungen an – ähnlich wie auch Verbrennungsmotoren je nach Fahrzeug unterschiedlich konzipiert sind.

H₂News: Können Sie etwas zu konkreten Demonstrationsprojekten sagen?

Podleschny: Da es sich um laufende Tests handelt, darf ich leider keine Unternehmensnamen nennen. Was ich aber sagen kann: Im Brennstoffzellenbereich decken wir ein ziemlich breites Feld ab. Dabei würde ich drei Hauptbereiche unterscheiden: Stationäre Anwendungen, den Transportsektor und die Luftfahrt. Wir entwickeln die perfekte Membran-Elektroden-Einheit für jeden Anwendungsfall.

H₂News: Gibt es denn spruchreife Projekte im Elektrolyse-Segment?

Podleschny: Noch nicht. Allerdings sind die Anwendungsfälle dort weniger divers, da es sich primär um stationäre Anlagen handelt. Es variieren vor allem die Dimensionen – von kleinen Anlagen mit einigen hundert Kilowatt bis hin zu großen Anlagen mit einigen hundert Megawatt-Einheiten. Die Herausforderungen liegen dabei eher in den unterschiedlichen Einsatzumgebungen: Ein Elektrolyseur in Norwegen muss anderen Witterungsverhältnissen standhalten als einer, der in Afrika steht.

H₂News: Welche Elektrolysetechnologie haben Sie da besonders im Blick?

Podleschny: Wir konzentrieren uns erstmal auf die PEM-Elektrolyse, da ich in diesem Bereich promoviert habe und wir hier über ein starkes Netzwerk und zahlreiche Testergebnisse verfügen. Wir gehen auch davon aus, dass sich im Elektrolysebereich insgesamt schneller eine Standardisierung erreichen lässt als bei Brennstoffzellen.

H₂News: Können Sie neben der PEM denn auch andere Technologien bedienen, oder wäre das ein zu großer Unterschied?

Podleschny: Nein, wir sind grundlegend technologieoffen. Bei der alkalischen Elektrolyse arbeiten wir bereits mit Industriepartnern zusammen. Hier werden Metalle wie Nickel oder Eisen als Katalysatoren eingesetzt. Der Trend geht dahin, diese durch optimierte Katalysatorschichten zu verbessern. Interessant ist hier insbesondere die Anion-Exchange-Membrane (AEM)-Elektrolyse, die die hohe Energiedichte der PEM mit dem günstigen Material der alkalischen vereint. Allerdings ist die Haltbarkeit der Polymer-Membran mit 2-3 Jahren noch deutlich geringer als bei der PEM mit 8-10 Jahren. Da wir keine Polymerchemie betreiben, fokussieren wir uns beim Thema AEM auf die Katalysatorschichten.

H₂News: Was sind denn Ihre Pläne für die Zukunft?

Podleschny: Der wichtigste Punkt ist sicherlich die geplante Erweiterung vom aktuellen Fokus der Brennstoffzellen um das Elektrolysegeschäft. Hinzukommt der Ausbau unserer Produktionskapazitäten mit dem Ziel, in Großserie zu gehen. Wir planen dafür weitere Investitionen in die Anlagentechnik – sowohl für die Hochskalierung der Elektrodenfertigung als auch für die nachgelagerten Prozesse wie das Zuschneiden und Verpressen der MEA, die bisher noch viel Handarbeit erfordern.

H₂News: Können Sie abschließend erklären, was es mit Ihrem Unternehmensnamen auf sich hat?

Podleschny: Wir wollten einen Namen, der zeigt, was wir tun. Die Inspiration kam von meinem ehemaligen Chef aus Spanien, Cesar Merino. Er schlug vor, „Hydrogen“ mit „genea“ (γενεά) zu verbinden – das griechische Wort für Geburt bzw. Schöpfung. So entstand „Hydrogenea“, was sowohl für Wasserstoffherzeugung steht als auch – wie einige Kunden bemerkten – als „Hydrogen“ plus „EA“ (für „Electrode Assembly“) interpretiert werden kann. Das Logo haben wir passend dazu als stilisiertes „H“ gestaltet, das gleichzeitig die verschiedenen Schichten unserer Membran-Elektroden-Einheit symbolisiert.

