

NMWP

Magazin für Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik, Neue Werkstoffe und Photonik



Wasserstoff für den Strukturwandel in NRW

*Technologien, Anwendungen
und Wertschöpfung*

News aus dem Cluster NMWP.NRW und dem Verein NMWP e.V.



NMWP im Gespräch
mit NRW Wirtschaftsministerin Mona
Neubaur über das Zusammenspiel von
klimaneutraler Transformation und
Wettbewerbsfähigkeit. Seite 6



NMWP im Gespräch
mit Dr. Stefanie Kesting
über Zusammenarbeit
in den Regionen. Seite 8

Wir ermöglichen Innovation. Überall.

Technologien sind in einem hochindustrialisierten Land wie Deutschland nicht nur Grundlage für Wohlstand, sie verändern die Gesellschaft. Sie bringen in wichtigen Bereichen unseres Lebens Innovationen hervor, aus denen sich neue Lösungsansätze für die großen Herausforderungen unserer Zeit, wie zum Beispiel den Klimaschutz und die Energieversorgung, ergeben.

Der **Landescluster NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW (NMWP.NRW)** ist anerkannter Partner von Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlicher Hand für innovationsfördernde Dienstleistungen im Bereich High-Tech sowie den Schlüsseltechnologien Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik, Neue Werkstoffe, Photonik und den Quantentechnologien.

NRW ist im Hinblick auf diese fünf Schlüsseltechnologien sehr stark aufgestellt. Sein bundesweiter Spitzenplatz stützt sich unter anderem auf eine sehr hohe Dichte an Unternehmen und Instituten – einen erfolgreichen Mix aus Mittelstand, Großunternehmen und Forschung – eine hohe Innovationsgeschwindigkeit, die durch eine gute Vernetzung begünstigt wird.

Da alle fünf Schlüsseltechnologien auch Querschnittstechnologien sind, unterstützt und vernetzt der Cluster NMWP.NRW Akteure entlang der kompletten Wertschöpfungskette aus sämtlichen Leitmärkten. Die Vernetzung entsteht zum Beispiel über die gemeinsame Teilnahme an Messen und die Durchführung verschiedener Veranstaltungen.

Ergänzt wird der Cluster in seiner Arbeit vom **Verein NanoMikroWerkstoffePhotonik (NMWP e.V.)**. Im April 2012 gegründet, unterstützt er seitdem seine Mitglieder aktiv in der Entwicklung neuer Ideen, Projekte und Partnerschaften in den Bereichen Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik, Neue Werkstoffe und Materialien, Photonik und Quantentechnologien. Zu den Mitgliedern zählen Universitäten, Großunternehmen sowie auch Vertreter von KMU.

NMWP.NRW und NMWP e.V. agieren als Innovationstreiber und leisten einen elementaren Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus NRW im internationalen Umfeld und präsentieren Nordrhein-Westfalen als attraktiven, nachhaltigen und effizienten Wirtschaftsstandort. ■

Impressum

Herausgeber

Cluster NMWP.NRW
c/o NMWP Management GmbH
Merowingerplatz 1
40225 Düsseldorf

Telefon: 0211 385459-0
Telefax: 0211 385459-19
Internet: www.nmwp.nrw
www.verein.nmwp.nrw

Redaktion

Dr.-Ing. Harald Cremer
Hendrik Köster (v.i.S.d.P.)
Natascha Elsner

Umsetzung

NMWP. The Innovation Engineers.

Unentgeltliches Abonnement des Magazins
oder Informationen zu Adressänderungen:
hendrik.koester@nmwp.de

Alle Ausgaben des NMWP-Magazins können auch als PDF-Datei auf der Internetseite www.nmwp.nrw gelesen und heruntergeladen werden.

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder. Der Nach- bzw. teilweise Abdruck ist nur mit ausdrücklicher Erlaubnis des Herausgebers gestattet.

Liebe Leserinnen und Leser,

In Nordrhein-Westfalen hat sich Wasserstoff längst vom Zukunftsversprechen zu einer konkreten industriepolitischen Chance entwickelt. Die aktuelle Ausgabe des NMWP.NRW-Magazins zeigt, wie politische Rahmenbedingungen, Infrastruktur und technologische Innovationen zusammenwirken, um neue Anwendungen zu ermöglichen und Wasserstoff-Wertschöpfung in Nordrhein-Westfalen konkret werden zu lassen.



Im Interview mit Wirtschaftsministerin Mona Neubaur wird deutlich, wie eng Klimaschutz und Wettbewerbsfähigkeit zusammen gedacht werden müssen. Effizienz, erneuerbare Energien und klimafreundliche Technologien sind demnach kein Kostenfaktor, sondern ein Standortvorteil – wenn Investitionen planbar werden, Regeln praxistauglich sind und Förderung gezielt ansetzt. Zugleich gilt: Wasserstoff soll dort wirken, wo er unverzichtbar ist, während in anderen Bereichen direkte Elektrifizierung schneller sein kann. Ebenso zentral ist die Rolle von Netzwerken und Clustern, die Akteure zusammenbringen und Transfer beschleunigen.

Auch durch unsere Zusammenarbeit mit dem Wasserstoff Hub Rhein-Kreis Neuss/Rheinland e. V. setzt das Magazin genau an dieser Schnittstelle an: Dr. Stefanie Kesting (Thyssengas) beschreibt, warum der Erfolg des H₂-Kernnetzes sich an den regionalen „Abfahrten“ entscheidet – an Anschlüssen, die Wasserstoff tatsächlich zu Unternehmen bringen. Beispiele aus NRW zeigen, wie partnerschaftliches Vorgehen trotz noch offener Fragen Tempo erzeugt.

Technologisch spannt das Magazin den Bogen vom System zur Komponente: vom Bild des Wasserstoffs als „Stütze“ eines resilienten Energiesystems bis zu konkreten Lösungen in Sensorik, Sicherheitstechnik und Verbrennung, in Schichten und Beschichtungen für Elektrolyse und Brennstoffzellen sowie in materialwissenschaftlichen Fragen der „Wasserstoff-Tauglichkeit“. Damit wird greifbar, wie Nano- und Mikrotechnologien, neue Werkstoffe und Photonik direkt zu Skalierung und Industrieinsatz beitragen.

Auch die Umsetzungsperspektive wird beleuchtet: Das Projekt H2HS in Heinsberg illustriert regionale, integrierte Wertschöpfung von Erzeugung über Speicherung bis zur Anwendung im Verkehr – skalierbar und anschlussfähig für weitere Sektoren. Weitere Beiträge zeigen: Der Hochlauf scheitert nicht an Ideen, sondern an der Herausforderung, Technologie in Serie und Infrastruktur in die Fläche zu bringen.

Das NMWP.NRW-Magazin #17 versteht sich als Einladung: zum Mitdenken, zum Vernetzen und vor allem zum Umsetzen. Nordrhein-Westfalen bringt industrielle Dichte, Forschung und Innovationskultur mit, um Wasserstoff-Wertschöpfungsketten aufzubauen und Strukturwandel als Chance zu gestalten.

Bleiben Sie weiter gespannt – auf Innovationen und eine gute Zukunft!

Dr.-Ing. Harald Cremer, Clustermanager NMWP.NRW



6

Klimaschutz als Standortvorteil:
Wie NRW den H₂-Hochlauf
beschleunigt.



8

Zwischen Regulierung und
Realität: Wie regionale
H₂-Anbindungen den
Markt in Gang bringen.



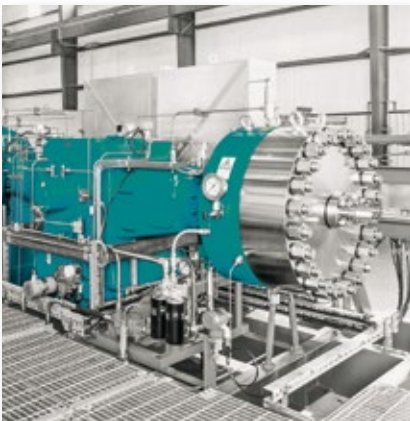
12

Wasserstoff: Eine
unverzichtbare Stütze
im Haus der Energiewende.



14

Wasserstoff sicher
messen und verbrennen.



18

H₂HS: Grüner Wasserstoff
aus Heinsberg.



24

Wann sind Materialien
„Wasserstoff-tauglich“?



34

Entwicklung innovativer
Produkte für den
wirtschaftlichen Betrieb
von Brennstoffzellen.



48

Der letzte Meter zur Netto-Null.

NMWP im Gespräch

- Klimaschutz als Standortvorteil: Wie NRW den H₂-Hochlauf beschleunigt.**
Im Gespräch mit NRW Wirtschaftsministerin Mona Neubaur über das Zusammenspiel von klimaneutraler Transformation und Wettbewerbsfähigkeit. **6**
- Zwischen Regulierung und Realität: Wie regionale H₂-Anbindungen den Markt in Gang bringen.**
Im Gespräch mit Dr. Stefanie Kesting (CEO von Thysensgas) über Zusammenarbeit in den Regionen und warum regionale Anschlüsse wie Neuss/Düsseldorf zum Lackmustest für den Wasserstoff-Hochlauf werden. **8**

Highlight-Thema

- Wasserstoff: Eine unverzichtbare Stütze im Haus der Energiewende**
Kritiker beschreiben Wasserstoff oft als teure Spezial- oder Nischenlösung. Prof. Peter Wasserscheid hält dem ein starkes Bild entgegen: Wasserstoff ist eine unverzichtbare Stütze der Energiewende – besonders für eine Industrie- und Energieregion wie NRW. **12**

Wasserstoff für den Strukturwandel in NRW

- Wasserstoff sicher messen und verbrennen** **14**
- High-Tech-Schichten für Wasserstoffanwendungen** **16**
- H₂HS: Grüner Wasserstoff aus Heinsberg** **18**
- Direct Matter: Wenn grüner Wasserstoff zur direkten Sache wird** **20**
- Stahlblech fit für die Wasserstoffzukunft** **22**
- Wann sind Materialien „Wasserstoff-tauglich“?** **24**
- Frostschäden verstehen: Brennstoffzellen auch bei Minusgraden sicher einsetzen** **26**

- Skalierung der Produktion von warmumgeformten metallischen Bipolarplatten** **28**
- Effiziente Leistungselektronik aus NRW für grünen Wasserstoff** **30**
- Systemische Wasserstoffinfrastruktur im urban-industriellen Raum** **32**
- Entwicklung innovativer Produkte für den wirtschaftlichen Betrieb von Brennstoffzellen** **34**
- Wasserstoffhochlauf aus Herstellersicht** **36**
- Wasserstoff-Verbrenner – die Technik steht. Infrastruktur willkommen!** **38**
- H₂Lorica – Weniger Gewicht, mehr Wasserstoff** **40**
- Starke Partnerschaften für die Wasserstoffwirtschaft in NRW** **42**
- Neuss/Düsseldorf: H₂-Anbindung wird konkreter** **44**
- Schifffahrt treibt NRW-Wasserstoffstrategie voran** **46**
- Der letzte Meter zur Netto-Null** **48**
- Auf dem Weg zur CO₂-freien Papierproduktion** **50**
- Qualifizierung ist der Schlüssel zum Wasserstoffhochlauf** **52**

Neues aus Cluster, Verein und Branche

- Zu guter Letzt**
Hydrogen Technology World Expo Hamburg **54**
- Neue Mitglieder im NMWP e.V.**
Pulsar Photonics GmbH **11**

Klimaschutz als Standortvorteil: Wie NRW den H₂-Hochlauf beschleunigt

NMWP.NRW im Gespräch mit Mona Neubaur, Ministerin für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen über das Zusammenspiel von klimaneutraler Transformation und Wettbewerbsfähigkeit – und darüber, wie NRW mit Innovation, Infrastruktur und starken Netzwerken neue Wasserstoff-Wertschöpfungsketten in Industrie und Mittelstand möglich macht.

NRW steht wie kaum ein anderes Land für industrielle Stärke – und zugleich für Strukturwandel. Wie gelingt der Spagat zwischen klimafreundlicher Transformation und internationaler Wettbewerbsfähigkeit, ohne Wertschöpfung und Arbeitsplätze zu gefährden?

Mona Neubaur: In der Landesregierung arbeiten wir jeden Tag dafür, dass Nordrhein-Westfalen auch künftig ein starkes Industrieland bleibt – mit verlässlichen Investitionsbedingungen, bezahlbaren Energiepreisen und guter Arbeit in wettbewerbsfähigen Unternehmen. Der Umstieg auf klimaneutrale Prozesse ist dafür zentral. Viele Unternehmen zwischen Rhein und Weser haben längst erkannt: Erneuerbare Energien, die effiziente Nutzung wertvoller Rohstoffe und klimafreundliche Technologien sind kein Kostenfaktor, sondern ein Wettbewerbsvorteil. Wer konsequent auf Effizienz und Nachhaltigkeit setzt, senkt Emissionen, erschließt neue Märkte und macht sich und uns alle unabhängiger von fossilen Energieimporten. So wird Klimaschutz zum echten Standortvorteil.

Wie wichtig sind Innovationen und internationale Zusammenarbeit für diese Transformation – und welche Rolle soll NRW im europäischen Wettbewerb um Technologieführerschaft einnehmen?

Innovationen schaffen Wachstum, sichern Arbeitsplätze und geben Antworten auf die Herausforderungen unserer Zeit. In Werkshallen, Laboren und Büros entstehen täglich neue Ideen. Entscheidend ist, dass sie in NRW die richtigen Rahmenbedingungen finden, um sich im Markt durchzusetzen. Hier gibt es komplette industrielle Wertschöpfungsketten und eine einzigartige Bandbreite an Unternehmen – von kleinen hochspezialisierten

Technologieschmieden über mittelständische Hidden Champions bis hin zu international führenden Großunternehmen. Das macht uns auch attraktiv für Partner in Europa und auf der ganzen Welt. Gerade in wirtschaftlich unsicheren Zeiten mit Handelsbarrieren und geopolitischen Konflikten setzen wir bewusst auf internationale Zusammenarbeit, um resiliente Lieferketten aufzubauen, technologischen Austausch zu fördern und eine sichere Versorgung mit wichtigen Rohstoffen zu ermöglichen. Wasserstoff ist hier ein gutes Beispiel: Damit wir in NRW unseren Bedarf in Zukunft decken können, knüpfen wir schon jetzt gezielt Partnerschaften insbesondere mit europäischen Regionen, die ausreichende Mengen liefern können.

Wasserstoff ist mehr als ein Energieträger – er steht für neue Wertschöpfungsketten. Wo liegen die größten Chancen für NRW: in Erzeugung und Infrastruktur – oder vor allem in industriellen Anwendungen?

Wasserstoff ist zwar nur ein kleines Molekül, hat aber sehr großen Einfluss darauf, wie wir zukünftig wirtschaften können. Das beginnt bei unserer Energieversorgung in wasserstofffähigen Kraftwerken und setzt sich in der Grundstoffindustrie fort. Für die Stahl- und die Chemiebranche birgt der Einsatz von Wasserstoff enorme Potenziale, um industrielle Wertschöpfung hier am Standort zu sichern und sich durch eine zukunftsfähige Produktion echte Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Damit nicht genug: Auch beim Aufbau der notwendigen Infrastruktur, im Anlagenbau und bei neuen Dienstleistungen für die Wasserstoffwirtschaft bieten sich vielfältige Chancen, die wir nutzen wollen.

Beim Markthochlauf gilt oft die Henne-Ei-Frage: Ohne Angebot keine Nachfrage, ohne Nachfrage

»Erneuerbare Energien, die effiziente Nutzung wertvoller Rohstoffe und klimafreundliche Technologien sind kein Kostenfaktor, sondern ein Wettbewerbsvorteil.«

NRW-Wirtschaftsministerin Mona Neubaur



© MWIKE NRW/Nils Leon Brauer

keine Investitionen. Wie kann NRW als Pilotregion zeigen, wie Wasserstoffwirtschaft in der Praxis funktioniert – mit Netzen, Produktion und industriellen Anwendern?

Nordrhein-Westfalen ist heute schon ein aktiver Wasserstoffstandort. Hier wird Wasserstoff schon erzeugt, transportiert und eingesetzt. Bei der Herstellung schreiten wegweisende Elektrolyse-Projekte wie in Hamm oder Lichtenau voran und machen grünen Wasserstoff vor Ort verfügbar. Für den Transport entsteht mit dem grenzüberschreitenden Projekt GET H₂ eine erste überregionale Infrastruktur, die uns nicht nur mit den niederländischen Häfen verbindet, sondern auch die Speicherung von Wasserstoff ermöglicht. Und unsere Industrie steht in den Startlöchern, Wasserstoff in großem Stil zu nutzen – das gilt für Stahl und Chemie, aber auch für die Klinker- oder Glasproduktion. Sie sehen: Wer investieren will, findet in NRW ein gutes Umfeld und eine wachsende Nachfrage. Als Land setzen wir uns entschlossen dafür ein, die Rahmenbedingungen für den Wasserstoff-Hochlauf weiter zu verbessern.

Viele Unternehmen – gerade KMU – sehen das Potenzial, scheitern aber an Kosten, Regulierung und Komplexität. Welche Weichen müssen jetzt gestellt werden, damit der Einstieg in Wasserstoff einfacher, schneller und verlässlicher wird?

Ganz klar, Investitionen in Wasserstoff dürfen nicht an regulatorischen Hürden, mangelnder Planbarkeit oder zu hohen Kosten scheitern. Was wir brauchen, ist Verlässlichkeit, Transparenz und gezielte Förderung. In Nordrhein-Westfalen unterstützen wir Unternehmen, die Wasserstoff erzeugen oder nutzen wollen, nach Kräften. Über unser Darlehensprogramm NRW.BANK.Invest Zukunft erhalten Unternehmerinnen und Unternehmer attraktive Konditionen für Investitionen in saubere Technologien. Auch die Erstellung von Konzepten für den Umstieg auf klimaneutrale Prozesse durch Expertinnen und Experten fördern wir. Und Antworten auf komplexe Fragestellungen erhalten Unternehmen bei der Leitstelle H₂.NRW unserer Landesgesellschaft

NRW.Energy4Climate. Klar ist aber: Auch in Berlin und Brüssel müssen die richtigen Weichen gestellt werden. Gegenüber der EU-Kommission setzen wir uns beispielsweise für einfache europarechtliche Vorgaben für die Produktion von grünem Wasserstoff ein – das senkt auch die Kosten für die Kunden.

Woran messen Sie den Erfolg der Wasserstoffstrategie bis 2030 – und wo setzt NRW bewusst nicht auf Wasserstoff, sondern auf andere Lösungen wie direkte Elektrifizierung?

Mit unserer Wasserstoffstrategie verfolgen wir ein klares Ziel: Wir wollen, dass Wasserstoff dort eingesetzt wird, wo er unverzichtbar ist – mit messbaren Effekten bei CO₂-Reduktion, Investitionen und Beschäftigung. Wo die direkte Elektrifizierung in der Produktion hingegen effizienter ist, setzen wir konsequent auf den Einsatz von Erneuerbarem Strom – das schafft Tempo und senkt Kosten. Wir wollen, dass Unternehmen sich schnellstmöglich für einen Weg entscheiden, ihre Prozesse klimaneutral zu gestalten. Parallel schaffen wir die Voraussetzungen für eine CO₂-Infrastruktur, um auch für schwer oder nicht vermeidbare Emissionen gute Lösungen zu finden. Das ist echte Technologieoffenheit, von der alle profitieren – nicht zuletzt unser Klima.

Welche Bedeutung haben Netzwerke – von regionalen Wasserstoff-Hubs bis zu Technologieclustern wie NMWP.NRW – für Tempo, Transfer und neue Partnerschaften entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette?

Hubs und Cluster vernetzen und beschleunigen: Sie bringen Industrie, Forschung, Start-ups und öffentliche Akteure an einen Tisch, unterstützen bei Pilotanwendungen und eröffnen Unternehmen Zugänge zu Fördermitteln und Know-How. So entstehen Projekte mit Strahlkraft, die andere Unternehmen ermutigen, selbst in ihre Zukunftsfähigkeit zu investieren. Ich bin überzeugt: Gemeinsam sorgen wir dafür, dass der Einsatz von klimafreundlichen Wasserstofftechnologien weiter an Fahrt gewinnt. ■

Zwischen Regulierung und Realität: Wie regionale H₂-Anbindungen den Markt in Gang bringen

NMWP.NRW im Gespräch mit Dr. Stefanie Kesting, seit dem 01.01.2026 CEO von Thyssengas, über Zusammenarbeit in den Regionen und warum regionale Anschlüsse wie Neuss/Düsseldorf zum Lackmustest für den Wasserstoff-Hochlauf werden.

Frau Dr. Kesting, Sie sind seit dem 01.01.2026 CEO von Thyssengas. Warum haben Sie sich für diesen Schritt entschieden?

Vor rund 25 Jahren habe ich meine berufliche Laufbahn im Erdgas-Ferntransport begonnen. Auch damals war es eine Zeit großer Umbrüche: Durch die Liberalisierung der Energiemärkte musste das Geschäftsmodell der Netzbetreiber grundlegend neu organisiert werden. Seither habe ich in unterschiedlichen Rollen entlang der energiewirtschaftlichen Wertschöpfungskette Verantwortung getragen und Veränderungsprozesse gestaltet – in großen Konzernen ebenso wie im Mittelstand.

Was mich an Thyssengas überzeugt hat, ist dieser klare Doppelauftrag: Wir tragen jeden Tag Verantwortung für eine Transportinfrastruktur, die sicher und zuverlässig funktionieren muss. Versorgungssicherheit hat für uns höchste Priorität. Gleichzeitig gestalten wir die Energieversorgung von morgen aktiv mit. Wir entwickeln unser Netz gezielt für den Transport von Wasserstoff (H₂) und anderen grünen Gasen weiter und schaffen damit konkrete Versorgungsperspektiven für Industrie und Regionen.

Das ist anspruchsvoll, auch weil viele Rahmenbedingungen noch nicht abschließend geklärt sind. Aber genau deshalb braucht es Unternehmen, die vorangehen –

und hier sehe ich Thyssengas in der Verantwortung. Wir verstehen uns als Partner und Mitgestalter: Wir bündeln Bedarfe, bringen Akteure zusammen, schaffen Orientierung und helfen dabei, Projekte von der Idee in die Umsetzung zu bringen.

Wasserstoff gilt als zentraler Baustein der Dekarbonisierung. In der Praxis ist der Hochlauf jedoch noch mit vielen Fragezeichen verbunden. Wie steht es um die Wasserstoff-Zukunft?

Der H₂-Hochlauf kommt derzeit nur schleppend voran, so ehrlich müssen wir sein. Das können wir auch in NRW klar erkennen. Potenzielle Abnehmer investieren noch nicht, weil Preise und verfügbare Mengen unsicher sind. Gleichzeitig zögern Erzeuger und Importeure, weil belastbare Abnahmezusagen fehlen. Angebot und Nachfrage finden bislang nicht zusammen.

Für uns als Netzbetreiber entsteht daraus ein Dilemma: Wir sollen Infrastruktur bauen, wissen aber noch nicht, wie schnell und in welchem Umfang sich der Markt entwickelt. Planen wir zu groß, entstehen wirtschaftliche Risiken. Planen wir zu klein, drohen wir den H₂-Hochlauf auszubremsen.

Trotz dieser Unsicherheit sind wir als Fernleitungsnetzbetreiber bewusst in Vorleistung gegangen. Wir

»Dekarbonisierung gelingt dort, wo Verantwortung übernommen und pragmatisch entschieden wird – auch ohne perfekte Rahmenbedingungen.«

Dr. Stefanie Kesting, CEO von Thyssengas



haben das Wasserstoff-Kernnetz modelliert und schon erste Leitungsprojekte in die Umsetzung gebracht. Damit schaffen wir eine zentrale Voraussetzung dafür, dass industrielle und kommunale Dekarbonisierung und damit die Transformation hin zu klimaneutraler Versorgung gelingt.

Unser Beitrag endet jedoch nicht mit dem Kernnetz. Wir wollen Wasserstoff in die Fläche bringen. Deshalb arbeiten wir an regionalen Netzerweiterungen, häufig gemeinsam mit Verteilnetzbetreibern. Gleichzeitig treiben wir die Anbindung an Importpunkte und benachbarte europäische Netze voran, etwa in Richtung Niederlande. Unser Ziel ist es, frühzeitig Zugänge zu schaffen und Optionen offen zu halten, damit der H₂-Hochlauf Fahrt aufnehmen kann, sobald Angebot und Nachfrage zusammenfinden. Und das Potenzial im Industrieland Nordrhein-Westfalen ist enorm.

Sie haben gerade die regionalen Netzplanungen angesprochen. Im Projekt Neuss/Düsseldorf arbeiten mehrere Partner an einer Anbindung ans H₂-Kernnetz – darunter auch Thyssengas. Welche zentralen Erkenntnisse lassen sich aus diesem Beispiel für den weiteren Wasserstoff-Hochlauf ableiten?

Das Vorhaben Neuss/Düsseldorf zeigt sehr klar, wo sich der Hochlauf entscheidet. Mit dem H₂-Kernnetz ist der

Grundstein gelegt: Die bundesweite Transportinfrastruktur, die großen „Autobahnen“, entstehen. Ob der Hochlauf gelingt, zeigt sich jedoch erst dort, wo Wasserstoff tatsächlich bei den Unternehmen ankommt. Dafür braucht es die regionalen „Abfahrten“: Anschlussleitungen, Netzerweiterungen und Leitungsverbindungen in die Fläche.

Gerade deshalb ist dieses Projekt für mich ein gutes Beispiel dafür, wie wichtig eine partnerschaftliche Zusammenarbeit in den Regionen ist. Die Netzgesellschaft Düsseldorf, die Stadtwerke Neuss, Speira und Thyssengas sind früh zusammengekommen und haben nicht gewartet, bis jede Detailfrage geklärt war. Stattdessen haben wir gemeinsam die Grundlagen geschaffen: Bedarfe transparent gemacht, Optionen geprüft, Machbarkeit untersucht und die Planung vorbereitet. Genau dieses partnerschaftliche Vorgehen ist eine zentrale Voraussetzung dafür, dass Wasserstoff bei den Unternehmen vor Ort ankommt und der Hochlauf an Dynamik gewinnen kann.

Die Machbarkeit der Netzerweiterung Neuss/Düsseldorf ist also geprüft und trotzdem steht die Umsetzung unter Vorbehalt. Was ist die zentrale Hürde bei Netzerweiterungen außerhalb des H₂-Kernnetzes?

In der Praxis scheitert die Umsetzung häufig an fehlen-

der Verbindlichkeit. Ein zentraler Hebel ist die Regulierung. Die geplante Netzerweiterung in Neuss/Düsseldorf ist nicht Teil des Wasserstoff-Kernnetzes und unterliegt damit einer anderen regulatorischen Logik.

Für das Kernnetz gibt es mit dem Amortisationskonto einen eingebauten Absicherungsmechanismus: Investitionen können zeitlich gestreckt werden, und die ersten Nutzer müssen nicht allein die vollen Kosten tragen. Für regionale Leitungen, die den Wasserstoff in die Fläche bringen, fehlt ein solcher Rahmen bislang. Diese Unsicherheit bremst derzeit viele Projekte – nicht nur in Neuss/Düsseldorf, sondern in zahlreichen Wasserstoff-Clustern deutschlandweit.

Genau deshalb setzen wir uns gemeinsam mit anderen Fernleitungsnetzbetreibern dafür ein, auch für diese Anbindungen einen vergleichbaren Rahmen zu schaffen. Eine verlässliche Starthilfe in der Hochlaufphase würde insbesondere Verteilnetzbetreibern ermöglichen, H₂-Leitungen zu realisieren und so die Dekarbonisierung kleiner und mittelständischer Unternehmen voranzubringen.

Sie betonen, wie wichtig gebündelte Bedarfe und frühe Zusammenarbeit für den Hochlauf sind. Was heißt es konkret, Cluster zu stärken?

Cluster sind Taktgeber, weil dort Expertise, Angebot und Nachfrage räumlich zusammenkommen. Wenn mehrere Abnehmer, Versorger und Netzbetreiber gemeinsam planen, entsteht aus einzelnen Interessen ein belastbarer Entwicklungspfad – für Markt, Investitionen und Infrastruktur gleichermaßen.

„Cluster stärken“ heißt für mich vor allem: Klarheit schaffen und Verbindlichkeit ermöglichen. Industrie und Mittelstand bringen ihre Bedarfe, Zeitpläne und Umstellungsvorhaben frühzeitig ein. Verteilnetzbetreiber bilden die Brücke in die Fläche und sind deshalb von Anfang an Teil des Prozesses. Netzbetreiber entwickeln Ausbaupfade so, dass sie mitwachsen können. Und auch Kommunen sowie Genehmigungsbehörden gewinnen, wenn früh transparent ist, was geplant ist und welche Varianten möglich sind.

Gerade Nordrhein-Westfalen mit seiner hohen Industriedichte bietet dafür gute Voraussetzungen. Entlang der gesamten Wertschöpfungskette können hier Projekte entstehen, die wirtschaftlich tragfähig sind und den Regionen einen spürbaren Mehrwert bringen. Dabei können die Förderinstrumente des Landes NRW unterstützen. Landesweite Clusterstrukturen

wie NMWP.NRW können dabei als verbindende Plattform dienen und den Austausch mit der Landesregierung unterstützen.

Unsere Rolle sehen wir dabei bewusst als Möglichmacher in den Regionen: Akteure zusammenbringen, Orientierung schaffen und Projekte strukturieren. Mit dem Thyssengas Dialog haben wir dafür eine Plattform geschaffen, die diesen Austausch ermöglicht und Raum für konkrete Projektideen bietet. Am 18.05. laden wir nun bereits zum fünften Mal ins Dortmunder U ein.

„Dekarbonisierung als Ganzes stärken“ – wie gelingt das? Was entscheidet aus Ihrer Sicht darüber, ob Dekarbonisierung von Industrie und Mittelstand gelingt?

Oft ist dies weniger eine technische Frage als vielmehr eine Frage der Haltung. In vielen Fällen wissen wir, was technisch möglich ist. Stillstand entsteht, weil Akteure aufeinander warten. Auf Regeln, auf Förderkullissen oder auf den vermeintlich perfekten Markt, den perfekten Einstiegszeitpunkt. Das ist nachvollziehbar, denn die Investitionen sind groß und es gibt Risiken. Aber wenn alle warten, passiert nichts.

Für mich liegt hier der entscheidende Punkt: Der Hochlauf gelingt nur gemeinsam. Neben einem stabilen und verlässlichen Regulierungsrahmen setzen wir uns dafür ein, alle vorhandenen Handlungsspielräume zu nutzen und gemeinsam mit Unternehmen sowie Politik auf Landes- und kommunaler Ebene die nächsten Etappen der Wasserstoff-Versorgung vor Ort zu gestalten.

Dekarbonisierung gelingt dort, wo Verantwortung übernommen wird, Entscheidungen getroffen werden und pragmatische Lösungen entstehen – sogar in einem Umfeld, in dem noch nicht alle Rahmenbedingungen perfekt sind. Genau daran arbeiten wir, gemeinsam mit unseren Partnern in den Regionen, um durch positive Beispiele zu zeigen, wie die Energiewende auch im H₂-Sektor gelingen kann.

Frau Dr. Kesting herzlichen Dank für das Gespräch

Herzlich Willkommen! Neue Mitglieder im NMWP e.V.

Die Bandbreite der Mitglieder des NMWP e.V. reicht vom Forschungsinstitut über das KMU bis hin zu Global Playern. Die jüngsten Neuzugänge stellen sich Ihnen hier vor. Eine Übersicht aller Vereinsakteure finden Sie auf verein.nmwp.nrw



Pulsar Photonics GmbH

Die Pulsar Photonics GmbH ist ein High-Tech-Unternehmen im Bereich der Lasermikrobearbeitung. Das Leistungsspektrum reicht von der Applikationsentwicklung und Auftragsfertigung über den Anlagenbau mit Softwareentwicklung bis hin zur Laser-Systemtechnik.

Im Fokus stehen die Prozesse Strukturieren, Bohren, Präzisionsschneiden und Oberflächenfunktionalisierung - insbesondere für Anwendungen aus den Bereichen Medizintechnik, Mikroelektronik, Halbleiter- & Keramikindustrie.

Seit der Gründung des Unternehmens im Jahr 2013 beschäftigt sich Pulsar intensiv mit der Skalierung von Laserprozessen und der Entwicklung von Maschinenteknik für die industrielle Laserfertigung - von der Einzelteil- bis zur Serienproduktion.

Der Hauptsitz befindet sich in Aachen. Pulsar betreibt aktuell drei Produktionswerke und beschäftigt 120 Mitarbeitende. Seit 2021 ist das Unternehmen Teil der Schunk Group.

www.pulsar-photonics.de



**Werden auch Sie Mitglied im NMWP e.V.
Nutzen Sie die Vernetzung und den Austausch
für Ihren wirtschaftlichen Erfolg!**

verein.nmwp.nrw

Wasserstoff: Eine unverzichtbare Stütze im Haus der Energiewende

Kritiker beschreiben Wasserstoff oft als teure Spezial- oder Nischenlösung. Prof. Peter Wasserscheid hält dem ein starkes Bild entgegen: Wasserstoff ist eine unverzichtbare Stütze der Energiewende – besonders für eine Industrie- und Energieregion wie NRW.

Wasserstoff polarisiert. Für die einen ist er der Hoffnungsträger der Energiewende, für die anderen ein über- teuertes Nischenprodukt. Prof. Peter Wasserscheid, der Sprecher des Helmholtz-Clusters Wasserstoff am Forschungszentrum Jülich, wirbt für eine realistische Einschätzung. „Wasserstoff ist kein Champagner der Energiewende“, sagt er – also kein Luxusgut. Vielmehr geht es um einen sauberen Energieträger mit einer sehr hohen massebezogenen Energiedichte. Dieser sollte dort eingesetzt werden, wo er zumindest perspektivisch wirtschaftlich ist, weil andere Energietechnologien an ihre Grenzen stoßen. „In den vergangenen Jahrzehnten gab es große Fortschritte bei der industriellen Produktion von Batterien. Beim Wasserstoff beginnen wir erst, innovative Ideen in die Serienproduktion zu überführen. Batterien und Wasserstoff werden sich in Zukunft sinnvoll ergänzen.“

Ein zentrales Missverständnis besteht darin, einzelne Energietechnologien isoliert zu betrachten. Peter Wasserscheid plädiert für systemisches Denken und vergleicht die Energiewende mit dem Bau eines Hauses: Wind- und Sonnenstrom bilden das Fundament, Netze sowie elektrische und stoffliche Speicher die tragenden Wände. „Ohne Speicher und Absicherung funktioniert ein Energiesystem nicht zuverlässig und robust“, erklärt er. Wasserstoff wird eine stützende Rolle übernehmen, etwa durch die Langzeitspeicherung von Energie und den Import großer Mengen an nachhaltig erzeugter Energie.

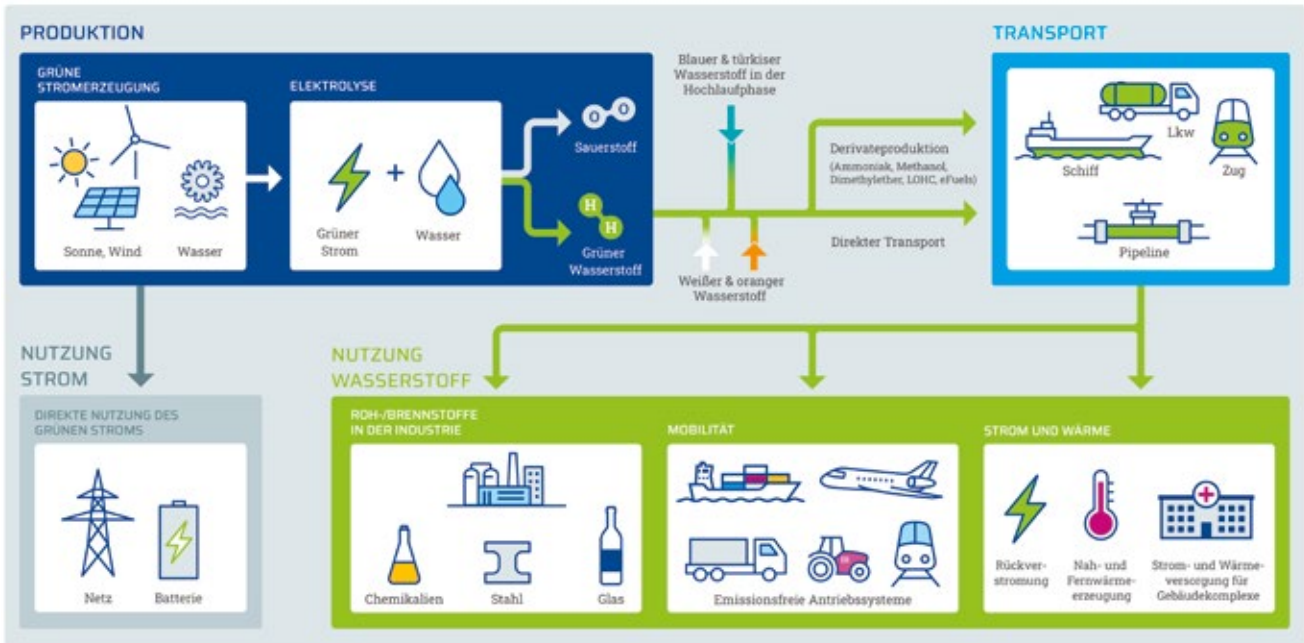
Für NRW gilt das besonders. Als energieintensiver Industriestandort steht das Land vor der Herausforderung, Produktionsprozesse klimafreundlich umzubauen, ohne sie zu gefährden. Forschungseinrichtungen wie das Forschungszentrum Jülich arbeiten mit Industriepartnern an praxisnahen Demonstrationen von Wasserstoff-Technologien. Ziel sind robuste Konzepte für den industriellen Alltag. „Gerade in NRW, wo Industrie, Energieerzeugung und Energieforschung seit Jahrzehnten eng verzahnt arbeiten, gibt es Potenziale, die wir nutzen müssen“, betont Wasserscheid. Die Welt schlafe nicht: China hat Wasserstoff jüngst zur Schlüsseltechnologie

erklärt – wie vor 15 Jahren die Photovoltaik. Heute stammen 80 Prozent der bei uns entwickelten Technologie aus China. So soll es beim Zukunftsthema Wasserstoff nicht laufen.

Was die Anwendungsfelder angeht, richtet Peter Wasserscheid zunächst den Blick auf industrielle Anwendungen. Wasserstoff ermöglicht die Dekarbonisierung von Anwendungen, z.B. in der Metall-, Chemie-, Glas-, Lebensmittel- und Papierindustrie, bei denen Elektrifizierung allein nicht ausreicht oder bei denen die stofflichen Eigenschaften des Wasserstoffs benötigt werden. Wasserstoff kann hier fossile Energieträger ersetzen, ohne dass die gesamte Produktions- und Versorgungslogistik neu erfunden werden muss. Stichpunkt Infrastrukturkompatibilität. „Das ist kein akademisches Gedankenspiel“, betont Peter Wasserscheid, „sondern eine Frage industrieller Wettbewerbsfähigkeit, gerade für Unternehmen in NRW.“

Wichtige Voraussetzung für die Anwendung innovativer Wasserstoff-Technologien sind konkurrenzfähige Kosten. Peter Wasserscheid betont, dass Deutschland seinen Wasserstoffbedarf langfristig nicht allein decken kann. Importe sind notwendig und sinnvoll. Das sei bei Energie immer so gewesen und keinesfalls ein Problem, sondern förderlich für den Wettbewerb und die Versorgungssicherheit. „Wir müssen Wasserstoff dort erzeugen, wo Windräder oder Photovoltaikanlagen deutlich mehr ernten können als bei uns und die Bevölkerungsdichte gering ist.“ An solchen Orten können kontinuierlich Überschüsse in großen Mengen entstehen, die als Wasserstoff gespeichert und in Form von Wasserstoff-Derivaten nach Deutschland gebracht werden. Für NRW eröffnen sich neue Perspektiven: Häfen, Logistikstandorte und Industrieunternehmen können Teil internationaler Lieferketten werden und neue Geschäftsfelder erschließen.

Wasserstoff spielt auch als Langzeit-Energiespeicher eine wichtige Rolle. Überschüssiger grüner Strom lässt sich in Wasserstoff umwandeln, in Kavernen oder in



Die Rolle des Wasserstoffs im Energiesystem der Zukunft. ©Forschungszentrum Jülich

Form von Wasserstoff-Derivaten speichern und später wieder nutzen – etwa in Phasen mit hohem Stromverbrauch (Winter) und geringem Ertrag aus Erneuerbaren (Dunkelflaute). Das macht das Energiesystem resilienter. „Wenn wir ein stabiles System wollen, brauchen wir eine langfristige und strategische Energiespeicherung, die im alten fossilen System die Erdgaskavernen und Tankfarmen abgedeckt haben“, so Peter Wasserscheid.

Auch in der Mobilität sieht der Wissenschaftler klare Einsatzfelder – aber erst mittelfristig auch für Langstrecken-Pkw. Batteriefahrzeuge sind für Kurzstreckenfahrten mit Aufladen an der heimischen Wallbox sicher die richtige Wahl. Anders sieht es im Dauerbetrieb aus. Hohe Lasten, große Reichweiten und maximale Einsatzflexibilität sind Argumente für Mobilitätskonzepte mit Wasserstoff und dessen Derivate. Insofern sind Land- und Forstmaschinen, Langstrecken-Lkw und -Busse, Züge auf nicht-elektrifizierten Strecken, Schiffe und der Flugverkehr hochinteressante Zielmärkte. Auch ein zukünftiger Trend zum autonomen Fahren wird der Wasserstoff-Mobilität nutzen, da die Tank- und Ladezeiten nicht mehr an Lenkzeiten gekoppelt sind. Schnelles Tanken spart für autonome Fahrzeuge bares Geld.

Gleichzeitig warnt Peter Wasserscheid vor falschen Erwartungen: Wasserstoff sei kein Allheilmittel. „Entscheidend ist, ihn dort einzusetzen, wo zumindest perspektivisch wirtschaftliche Vorteile resultieren und gleichzeitig nachhaltiges Handeln ermöglicht wird.“ Genau dieser differenzierte Blick prägt die aktuellen Forschungs- und Demonstrationsvorhaben in Nordrhein-Westfalen: technologieoffen, anwendungsnah und eng verzahnt mit wirtschaftlichen Realitäten. Wasserstoff ist kein exklusiver Energieträger für wenige Spezialfälle, sondern der zentrale Arbeitsstoff der notwendigen weltweiten Defossilisierung. Richtig eingebettet in ein Gesamtsystem aus erneuerbarer Erzeugung, Netzen und Speichern werden Wasserstoff und seine Derivate zu einer unverzichtbaren Stütze

der Energiewende. Nordrhein-Westfalen hat das Wissen und den Bedarf, um zu zeigen, wie dieser Weg aussehen kann. ■



©Forschungszentrum Jülich/R.-U. Limbach

Ansprechpartner:

Prof.
Peter Wasserscheid
Helmholtz-Cluster
Wasserstoff

p.wasserscheid@fz-juelich.de

**Helmholtz-Cluster Wasserstoff****Technologische Basis**

- Wasserstoff-Derivate als Speicher
- Katalysatoren
- Reaktordesign

Innovation

- Neuartige Speichermethoden
- Maßgeschneiderte Katalysatoren

Primäre Anwendungsfelder

- Hochenergetische Industrieprozesse
- Langzeitspeicher

Vorteile

- Klimafreundlich
- Infrastrukturkompatibel
- Resilienz

<https://hch2.de/>

Wasserstoff sicher messen und verbrennen

Wasserstoff gewinnt als Energieträger in Industrie und Energieversorgung zunehmend an Bedeutung. Seine physikalischen Eigenschaften stellen jedoch hohe Anforderungen an Sicherheit und Prozessführung. Moderne H₂-Sensoren und H₂-Brenner leisten hier einen zentralen Beitrag.

Wasserstoff gilt als ein Schlüsselement zukünftiger Energiesysteme. In industriellen Prozessen, in der Energieerzeugung sowie in neuen Antriebskonzepten bietet er das Potenzial, fossile Energieträger zu ersetzen und CO₂-Emissionen deutlich zu reduzieren. Gleichzeitig erfordert der sichere Umgang mit Wasserstoff eine präzise Überwachung sowie eine kontrollierte Umsetzung, da Wasserstoff farb- und geruchlos ist, eine sehr geringe Zündenergie besitzt und sich schnell in der Umgebung verteilt.

Eine zentrale Rolle spielt dabei die H₂-Gassensorik. Sie ermöglicht die kontinuierliche Messung von Wasserstoffkonzentrationen, um Leckagen frühzeitig zu erkennen, Prozesse zu überwachen und gefährliche Gasmischungen zu vermeiden. In industriellen Anwendungen müssen H₂-Sensoren zuverlässig über weite Konzentrationsbereiche hinweg arbeiten und dabei hohen Anforderungen an Druck-, Temperatur- und Feuchtebeständigkeit genügen. Gleichzeitig sind kurze Ansprechzeiten und eine hohe Langzeitstabilität entscheidend.

Für die Detektion von Wasserstoff stehen verschiedene Sensorprinzipien zur Verfügung, darunter katalytische, elektrochemische und halbleiterbasierte Verfahren. Jedes dieser Prinzipien besitzt spezifische Stärken, aber auch Einschränkungen. In anspruchsvollen industriellen Anwendungen hat sich gezeigt, dass einzelne Messprinzipien die geforderten Leistungsparameter häufig nicht vollständig abdecken. Moderne Sensorsysteme kombinieren mehrere Sensorelemente und werten deren Signale mithilfe intelligenter Algorithmen aus, um eine hohe Messgenauigkeit und Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Ein Beispiel hierfür sind H₂-Sensoren, die sowohl im Anoden-Rezirkulationskreis von Brennstoffzellen mit

Wasserstoffkonzentrationen bis 100 Vol.-% als auch im Abgasbereich oder in Anlagenumgebungen eingesetzt werden können. Durch die Echtzeitüberwachung lassen sich Betriebszustände optimieren und sicherheitsrelevante Grenzwerte zuverlässig überwachen. Auf diese Weise tragen H₂-Sensoren wesentlich zur Effizienzsteigerung und zur Vermeidung von Störungen oder Gefährdungen bei.

Neben der Sensorik kommt der kontrollierten Umsetzung von Wasserstoff eine besondere Bedeutung zu. Katalytische H₂-Brenner werden unter anderem eingesetzt, um überschüssigen Wasserstoff sicher zu verbrennen oder nutzbare Wärmeenergie bereitzustellen. Aufgrund der hohen Flammgeschwindigkeit und des weiten Zündbereichs von Wasserstoff sind konventionelle Brennerkonzepte nur eingeschränkt geeignet. Katalytische H₂-Brenner ermöglichen eine flammenlose katalytisch initiierte Oxidation außerhalb der Zündgrenzen und damit eine sichere, CO₂- und NO_x-freie Umsetzung von Wasserstoff zu Wasser und Wärme.

Die aktiven nanostrukturierten Schichten werden teils per eigenem Plasma-Prozess unter Hochfeldbedingungen im Bereich von mehreren 10 Mio. V/m auf Ventilmaterial wie z.B. Al, Ti, Wo oder Zr aufgewachsen. Anschließend werden Edelmetall-Nanopartikel wie Pd, Pt oder Rh als Co-Katalysator aus der Gasphase auf die nanostrukturierte Oberfläche aufgebracht.

Solche Brennersysteme finden Anwendung in industriellen Anlagen, bei der Abgasnachbehandlung oder in sicherheitsrelevanten Bereichen, in denen Wasserstoff kontrolliert abgebaut werden muss. In Kombination mit moderner H₂-Sensorik entsteht ein integriertes Sicherheits- und Energiekonzept, das sowohl die Überwachung als auch die gezielte Nutzung von Wasserstoff erlaubt.



Abbildung 1: H₂-Sensor NEO9100 – geeignet für 0–100 Vol.-% H₂, hohe Druck- und Temperaturstabilität © neoxid hydrogen AG



Abbildung 2: H₂-Brenner NEO324 – flammenlose katalytische Oxidation für sichere H₂-Restgasbehandlung © neoxid hydrogen AG

Mit dem zunehmenden Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft steigen die Anforderungen an Zuverlässigkeit, Normenkonformität und industrielle Skalierbarkeit. Fortschritte in der H₂-Sensorik und der H₂-Brennertechnik leisten hier einen entscheidenden Beitrag. Sie bilden die technologische Grundlage für einen sicheren, effizienten und nachhaltigen Einsatz von Wasserstoff in Industrie und Energieversorgung.

1. H₂-Sensor

Moderne Wasserstoffanlagen stellen hohe Anforderungen an die Messtechnik. H₂-Sensoren müssen unter wechselnden Druck-, Temperatur- und Feuchtebedingungen stabile Messergebnisse liefern. Typische Einsatzorte sind unter anderem die H₂-Pipeline-Überwachung, die Messung im Kathodenabgas von Brennstoffzellen, sowie Anlagenbereiche mit potenzieller Leckagegefahr, wie z.B. Elektrolyseuren.

Durch die kontinuierliche Echtzeitmessung lassen sich Betriebszustände überwachen, Prozesse optimieren und sicherheitsrelevante Grenzwerte einhalten. Auf diese Weise können sowohl ineffiziente Betriebsweisen als auch gefährliche Wasserstoffkonzentrationen frühzeitig erkannt werden.

Der Einsatz nanostrukturierter Materialien ermöglicht dabei eine hohe Empfindlichkeit und kurze Ansprechzeiten. In Verbindung mit intelligenter Signalverarbeitung entstehen Sensorsysteme, die eine hohe Messgenauigkeit mit der für industrielle Anwendungen erforderlichen Robustheit und Langzeitstabilität verbinden.

2. H₂-Brenner

Neben der präzisen Detektion spielt auch der kontrollierte Abbau von Wasserstoff eine wichtige Rolle für die Sicherheit und Effizienz von Wasserstoffsystemen. Speziell ausgelegte katalytische H₂-Brenner ermöglichen eine flammenlose Verbrennung von Wasserstoff-Luft-Gemischen außerhalb der klassischen Zündgrenzen. Dabei wird Wasserstoff durch eine katalytische Reaktion mit Sauerstoff emissionsfrei zu Wasser umgesetzt, wobei nutzbare Wärme entsteht. Diese Art der Verbrennung reduziert sicherheitsrelevante Risiken und eignet sich besonders für Anwendungen, bei denen offene Flammen vermieden werden müssen. ■



Ansprechpartner:

Dr.
Dieter Ostermann
neoxid hydrogen AG

dieter.ostermann@neoxid-group.de



neoxid hydrogen AG

Technologische Basis

- Plasma-gestützte, nanostrukturierte Oxidschichtbildung auf Ventilmaterialien
- Edelmetall-Nanopartikel als Co-Katalysatoren
- Digitale Signalverarbeitung & KI-Algorithmen
- Heterogen-katalytische Oxidation

Innovation

- Plasma-induzierte Nanostrukturierung
- Gasphasen-Deposition von Edelmetall-Nanopartikeln
- Sensor & Brenner als integriertes Sicherheitskonzept
- Redundanzkonzepte zur Erhöhung der Betriebssicherheit

Primäre Anwendungsfelder

- Energie & Wasserstoffwirtschaft
- Brennstoffzellentechnologie
- Industrie
- Sicherheitskritische Anwendungen

Vorteile

- Sicherheit
- Nachhaltigkeit
- Effizienz
- Industrietauglichkeit

www.neoxid-group.de

High-Tech-Schichten für Wasserstoffanwendungen

Der Bedarf an kostengünstigen und innovativen Elektrolyseuren und Brennstoffzellen wird bereits kurzfristig rasant ansteigen. Die KCS Europe GmbH entwickelt fortschrittliche PVD-Schichten für Wasserstoff-Technologien.

Vor dem Hintergrund der Einhaltung der Klimaziele wird Wasserstoff (H_2) als Energieträger eine zentrale Rolle in der internationalen Energiewirtschaft der Zukunft spielen. Hierbei kann gasförmiger H_2 beispielsweise zusammen mit Sauerstoff H_2 -Brennstoffzellen zugeführt werden und in der sogenannten „kalten Verbrennung“ in Strom, Wasser(dampf) und Wärme umgewandelt werden. Mit dem entstehenden Strom wiederum kann ein Elektromotor betrieben werden, der beispielsweise in einem PKW verbaut ist. Insbesondere die Bereiche Schwerlastverkehr und Nutzfahrzeuge gelten als Zukunftsmärkte. In der Raumfahrt werden H_2 -Brennstoffzellen bereits seit vielen Jahrzehnten genutzt, auch für den Einsatz in der Luftfahrt (Drohnen, Leichtflugzeuge) rücken sie zunehmend in den Fokus. Im stationären Betrieb werden Brennstoffzellen beispielsweise als Blockheizkraftwerke genutzt. Eine Schlüsselkomponente der H_2 -Brennstoffzellen – wie auch von H_2 -Elektrolyseuren – bilden die Bipolarplatten, die perspektivisch aus Kosten- und Designgründen vornehmlich aus Metallen, wie z. B. Stahl, hergestellt werden. Die Bipolarplatten haben einige ganz wesentliche technische Funktionen in den Brennstoffzellen. So sorgen sie z. B. für eine homogene Zufuhr der Reaktionsgase, räumliche Trennung der Halbzellen sowie auch die Abfuhr der entstehenden Reaktionswärme. Zudem stellen sie eine gewisse mechanische Stabilität sicher. Pro Brennstoffzellensystem werden hierbei mehrere Hundert Bipolarplatten benötigt, die in sogenannte Stacks verbaut werden.

Einer der zentralen Herstellungsschritte bei der mehrstufigen Herstellung von Bipolarplatten ist die Beschich-

tung, da die Bipolarplatten in der H_2 -Brennstoffzelle unter anderem einer korrosiven Umgebung ausgesetzt sind. Die Korrosion führt zu der Bildung von elektrisch isolierenden Deckschichten auf der Oberfläche der Bipolarplatten, die in einer vermeidbaren Verringerung des Wirkungsgrades der H_2 -Brennstoffzellen resultiert.

Abhilfe können hier nur geeignete Beschichtungen leisten, die in der Regel über PVD-Verfahren (Physical Vapour Deposition) auf der Bauteiloberfläche abgeschieden werden. Bei dieser physikalischen Gasphasenabscheidung handelt es sich um einen technisch anspruchsvollen Beschichtungsprozess, bei dem unter Vakuum zunächst Material aus sogenannten Targets in die Gasphase überführt wird. Anschließend wird das Target-Material auf das zu beschichtende Bauteil hin beschleunigt und dort abgeschieden. Durch diesen sich wiederholenden Vorgang wird eine dünne Beschichtung mit vordefinierter chemischer Zusammensetzung und einstellbarer Schichtdicke auf der Bauteiloberfläche aufgebaut. Die zwei bekanntesten Vertreter der PVD-Verfahren sind das Arc-PVD-Verfahren (Lichtbogenverdampfen) sowie das Sputtering. Ein klarer Vorteil von PVD-Verfahren im Vergleich zu den ebenfalls am Markt etablierten CVD-Verfahren (Chemical Vapour Deposition) liegt insbesondere in der Möglichkeit, den Beschichtungsprozess bei geringeren Temperaturen oder sogar bei Raumtemperatur ablaufen zu lassen. Denn unter hohen Temperaturen wird die Mikrostruktur des zu beschichtenden Bauteils unnötig beansprucht oder sogar deutlich nachteilig verändert.

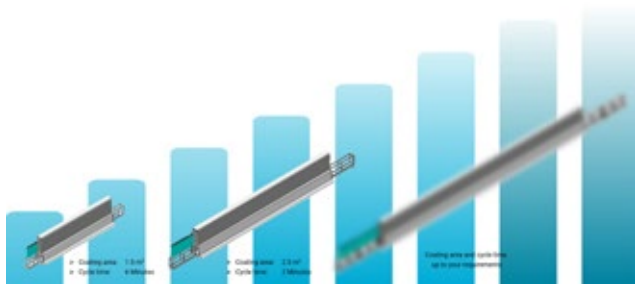


Abbildung 1

Das 2009 gegründete Unternehmen KCS Europe GmbH mit Sitz in Monschau ist Spezialist in der Entwicklung und dem Bau von konventionellen und kundenspezifischen PVD-Beschichtungsanlagen für verschiedenste Bauteile mit komplexen Geometrien, wie z.B. Werkzeugkomponenten oder Spezialbauteile für PKWs. Hierbei vertreibt das Unternehmen neben Arc-PVD-Anlagen auch Anlagen zum Sputtering. Der einzigartige modulare Aufbau der Anlagen der KCS Europe ermöglicht es, mehrere Beschichtungsmodule hintereinander zu schalten (In-Line-Variante), um in einem automatisierten Prozess größere Mengen an Bauteilen gleichzeitig in möglichst kurzer Zeit zu beschichten (s. Abbildung 1).

Neben dem Know-how im Anlagenbau verfügt das Unternehmen zudem über das nötige Spezialwissen hinsichtlich der konkreten Schichtzusammensetzung und -optimierung je nach Kundenanforderung.

Die KCS Europe treibt aktiv verschiedene F&E-Vorhaben im Kontext von PVD-Beschichtungsanlagen und den entsprechenden Beschichtungen für die H₂-Wirtschaft voran. So ist das Unternehmen durch das Mitwirken an dem H₂-Leitprojekt der Bundesrepublik „H₂Giga“ sowie an dem durch Mittel des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderten Vorhaben „FlyGO“ bestens vernetzt und fester Bestandteil der H₂-Community. Im Rahmen des Vorhabens „BiPolarPilot“ (ebenfalls EFRE) hat die KCS Europe bereits erfolgreich eine Pilotanlage zur Beschichtung von Bipolarplatten für Brennstoffzellen entwickelt. Die erheblich verbesserte Korrosionsresistenz der beschichteten Bipolarplatten aus Edelstahl konnte vom Kooperationspartner, dem Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH (ZBT) aus Duisburg, nachgewiesen werden (s. Abbildung 2). So liegt der Kontaktwiderstand der beschichteten Bipolarplatten auch nach dem Korrosionstest mit < 0,6 mΩcm² noch deutlich unter dem von der DoE definierten Richtwert von 10 mΩcm². Aktuell läuft das EFRE/JTF-Vorhaben „PEMStar“, in dem die Beschichtung von Bipolarplatten für die PEM-Elektrolyse weiter verbessert wird.

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus den genannten Vorhaben entwickelt die KCS Europe GmbH aktuell bereits Beschichtungsanlagen für die Serienfertigung und liefert diese an internationale Kunden. Der modulare Aufbau ermöglicht je nach Kundenanforde-

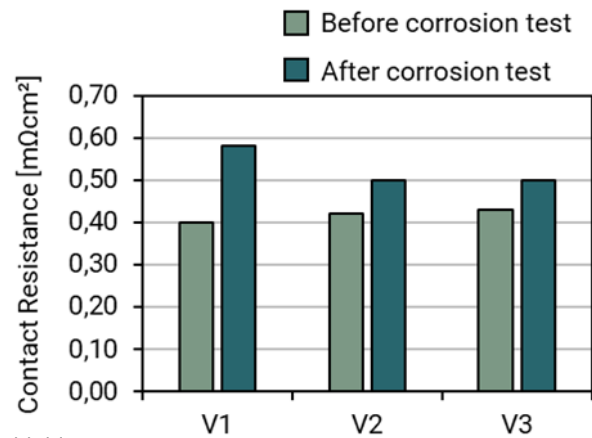




Abbildung 2

rung grundsätzlich auch eine weitere Skalierung der Anlagentechnik. Hierbei sind verschiedenste Anwendungsfelder denkbar. ■



Ansprechpartner:
Dr. Martin Welters
KCS Europe GmbH

welters@kcs-europe.com



KCS Europe GmbH

Technologische Basis

- PVD-Beschichtungsanlagen
- PVD-Beschichtungen
- Kundenspezifische Konfigurationen

Innovation

- Modularer Aufbau von PVD-Beschichtungsanlagen
- In-Line- und Batch-Konfigurationen zur Serienfertigung

Primäre Anwendungsfelder

- PVD-Beschichtungen für Bipolarplatten
- PVD-Beschichtungen für mechanisch/chemisch hoch beanspruchte Spezialbauteile
- PVD-Beschichtungen zur Einstellung u.a. mechanischer, elektrischer und adhäsiver Eigenschaften

Vorteile

- Verlängerung der Lebensdauer von Komponenten
- Verschleiß-, Oxidations- und Korrosionsschutz
- Ressourcen- und Materialeffizienz
- Kosteneffiziente Herstellung von Bipolarplatten in industriellem Maßstab für verschiedenste Anwendungen, von stationären Lösungen hin bis zur mobilen Anwendung

kcs-europe.com

H2HS: Grüner Wasserstoff aus Heinsberg



Mit dem H2HS-Projekt zeigt NEUMAN & ESSER zusammen mit regionalen Partnern wie die Wasserstoffwende lokal gelingt: Ein 2 MW PEM-Elektrolyseur, Wasserstofftankstelle und Trailerbefüllung versorgen Busse – skalierbar für LKW, Industrie und Quartiere. Wertschöpfung bleibt vor Ort.

Wasserstoff für NRW beginnt vor der Haustür: Mit dem Projekt H2HS im Industriepark Heinsberg Oberbruch setzen lokale Unternehmen gemeinsam mit NEUMAN & ESSER eine integrierte Wertschöpfungskette für grünen Wasserstoff um – von der Erzeugung über Speicherung und Kompression bis zur Anwendung im Verkehr und perspektivisch in Industrie und Quartieren.

Kern des Projekts ist ein 2 MW PEM Elektrolyseur vom Typ NEA|HYTRON, der aus regionalem Wind und Solarstrom Wasserstoff erzeugt. Ergänzt wird die Anlage durch einen NEA|HOFER MKZ Membrankompressor, stationäre H₂-Speicher, ein übergeordnetes Leitsystem (DCS) und eine digital unterstützte Fernüberwachung (NEA|XPLORE) für hohe Verfügbarkeit im Betrieb. Bereits in der ersten Ausbaustufe werden rund 70 Tonnen grüner Wasserstoff im Jahr für 12 Brennstoffzellenbusse von WestVerkehr bereitgestellt – mit der Option, die Produktion bei Bedarf auf > 200 Tonnen im Jahr auszubauen.

Direktnutzung vor Ort: An der H2HS Wasserstofftankstelle in der Borsigstraße 75 in Heinsberg erhalten Flottenbetreiber 350 bar-H₂ an der Zapfsäule; zusätzlich steht ein Trailerport mit 380 bar zur Verfügung, um weitere Standorte zu versorgen. Der Wasserstoff wird als RFNBO qualifiziert ausgewiesen – ein wichtiger Baustein für regulatorische Klarheit und verlässliche Dekarbonisierungspläne der Kunden.

Für NEUMAN & ESSER ist H2HS mehr als ein Einzelprojekt:

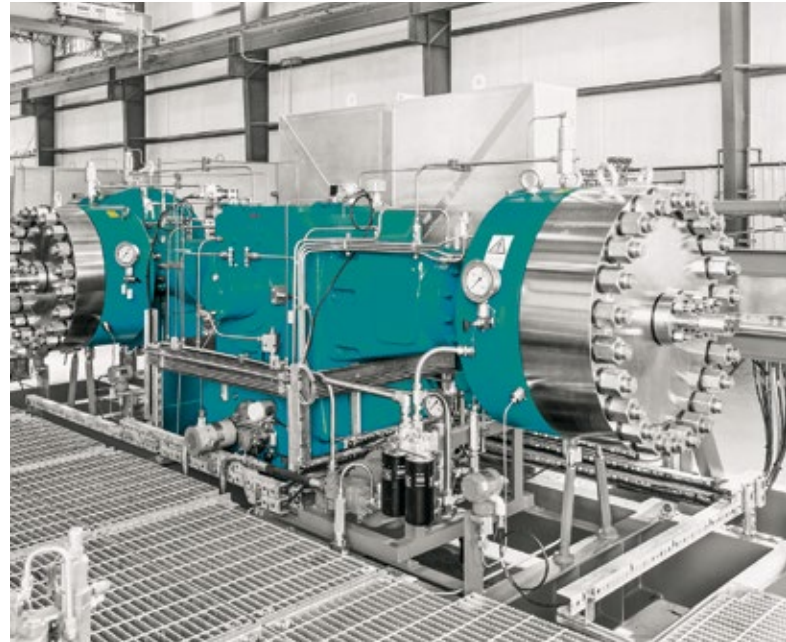
Es ist Blaupause für eine skalierbare, regionale Wasserstoffversorgung in Nordrhein-Westfalen. Mit der Erfahrung in Kompressor und Elektrolyseur-Systemen und der Integration aller Schnittstellen – von der Transformator und Gleichrichtertechnik über Gasaufbereitung, Kompression und Speicher bis zur Tankstellentechnik – verfolgt der Lösungsanbieter einen ganzheitlichen Systemansatz, der Effizienz, Verfügbarkeit und Sicherheit optimiert.

Technologischer Hintergrund: Für volatile, erneuerbare Einspeisungen ist die PEM Elektrolyse aufgrund ihrer dynamischen Fahrweise besonders geeignet. NEUMAN & ESSER bietet hierfür modulare Lösungen vom dezentralen Einsatz bis zur Multi MW Klasse – mit durchdachter Balance of Plant (u. a. Wasseraufbereitung, Wärmemanagement, Gasaufbereitung) für hohe Produktqualität und Betriebssicherheit. Auf der Verdichterseite umfasst das Portfolio Kolbenkompressoren (API 618) für große Volumenströme sowie Membrankompressoren für hohe Drücke und höchste Reinheit – bis in den 4.200–5.000 bar Bereich, je nach Anwendung.

Regionales Momentum und Förderkulisse: H2HS erhielt 2024 eine progres.NRW-Förderzusage, getragen von jahrelanger Konzeptarbeit und flankiert durch das Forschungsprojekt H2DE. Der Fokus liegt auf lokaler Wertschöpfung: Stromerzeugung, Elektrolyse, Speicherung, Kompression und Nutzung bleiben in der Region – kurze Wege, planbare Preise, hohe Versorgungssicherheit.



Kern des Projektes: NEA | HYTRON PEM-Elektrolyseur.
© NEUMAN & ESSER



Essenzielle Ergänzung: NEA | HOFER MKZ-Membrankompressor.
© NEUMAN & ESSER

Die Wasserstofftankstellen Infrastruktur ist jetzt verfügbar – „grüner Wasserstoff, sofort“ – und wird digital erfasst. Das erlaubt Flottenbetreibern den Umstieg zu planen, ohne auf das nationale H₂-Kernnetz warten zu müssen. Dank Trailerabfüllung lassen sich weitere Standorte kurzfristig anbinden – ein pragmatischer Schritt, um ÖPNV und Logistik schnell zu dekarbonisieren.

Übertragbarkeit: Die in Heinsberg gelebte Sektor-kopplung – Mobilität zuerst, Industrie und Quartiere im Blick – ist modular erweiterbar. Andere Projekte mit z.B. 320 MW Elektrolyse wie in Emden, bei denen NEUMAN & ESSER die Kompression liefert, zeigen, dass die Bausteine von H₂HS auch in deutlich größeren Maßstäben funktionieren. Entscheidend ist die System-optimierung über die gesamte H₂-Wertschöpfungskette.

Fazit: H₂HS demonstriert, wie NRW den Wasserstoff Markthochlauf regional verankern kann: technologie-offen, systemisch integriert und praxisnah im Betrieb. Als Technologie- und Umsetzungspartner bringt NEUMAN & ESSER Elektrolyse, Kompression, Speicher, Betanken und Service aus einer Hand zusammen – damit grüner Wasserstoff dort ankommt, wo er gebraucht wird: vor Ort. ■



Ansprechpartner:
Dr. David Kroner
NEUMAN & ESSER

David.Kroner@
neuman-esser.com



NEUMAN & ESSER

Technologische Basis

- 2 MW PEM Elektrolyseur (NEA|HYTRON PEM) mit vollständiger Balance of Plant (Wasseraufbereitung, Wärmemanagement, Gasaufbereitung).
- Membrankompressor (NEA|HOFER MKZ), stationärer H₂-Speicher; übergeordnetes DCS und NEA|XPLORE für Monitoring.
- Tankstelle mit 350 bar (Fahrzeuge) und 380 bar Trailerport; RFNBO Qualität.

Innovation

- Regionale, integrierte Wertschöpfung von erneuerbarem Strom bis zur Anwendung; skalierbar über 200 t/Jahr.
- Digitale Erfassung aller Tankvorgänge; sofortige Verfügbarkeit für Flotten.
- progres.NRW Förderung; H₂DE als Wissensbasis.

Primäre Anwendungsfelder

- ÖPNV (zunächst 12 Brennstoffzellenbusse), LKW Logistik; perspektivisch Industrie und Quartiere.

Vorteile

- Versorgungssicherheit & kurze Wege, planbare Kosten, hohe Verfügbarkeit.
- NRW Strukturwandel durch regionale Fertigung und Standardisierung.

www.neuman-esser.com

Direct Matter: Wenn grüner Wasserstoff zur direkten Sache wird

Grüner Wasserstoff ist keine Vision mehr, sondern industrielle Realität und wichtiger Bestandteil zum Strukturwandel. Das Gelsenkirchener Startup Direct Matter (ehem. Hydrogenea) entwickelt Schlüsseltechnologien, um Elektrolyseure effizienter, skalierbarer und nachhaltiger zu machen – und leistet damit einen konkreten Beitrag zum Strukturwandel in NRW.

Vom Strukturwandel zur Wertschöpfung: Wasserstoff in NRW

Nordrhein-Westfalen steht wie kaum eine andere Region in Deutschland für industriellen Wandel. Über Jahrzehnte war das Ruhrgebiet geprägt von Kohle, Stahl und energieintensiven Produktionsprozessen. Heute steht NRW vor der Aufgabe, diese industrielle Stärke in eine klimaneutrale Zukunft zu überführen – ohne Wertschöpfung und Arbeitsplätze zu verlieren. Grüner Wasserstoff spielt dabei eine zentrale Rolle.

Als speicherbarer, vielseitig einsetzbarer Energieträger ermöglicht Wasserstoff nicht nur die Dekarbonisierung bestehender Industrien, sondern eröffnet auch neue Wertschöpfungsketten. Insbesondere für Branchen wie Chemie, Stahl, Raffinerien oder die Energiewirtschaft ist Wasserstoff eine der wenigen realistischen Optionen, um CO₂-Emissionen substantiell zu reduzieren. Entscheidend für den Erfolg ist jedoch, dass grüner Wasserstoff in ausreichenden Mengen, zu wettbewerbsfähigen Kosten und mit hoher technischer Zuverlässigkeit zur Verfügung steht. Genau hier setzt Direct Matter an.

Von Hydrogenea zu Direct Matter: Ein Name als Programm

Das 2024 in Gelsenkirchen gegründete Startup trat zunächst unter dem Namen Hydrogenea an. Bereits im ersten Jahr gelang es dem Team, seine Technologie erfolgreich von Labor- und Pilotmaßstäben auf die Produktion in industrierelevanter Größe zu skalieren – sowohl für die PEM- als auch für die alkalische Elektrolyse.

Der Namenswechsel zu Direct Matter markiert daher weit mehr als ein klassisches Rebranding. Er steht für den Übergang von der Entwicklungsphase hin zu industrieller Umsetzung. „Green hydrogen is not an ab-

stract topic – it's a direct matter“: Grüner Wasserstoff betrifft Energieversorgung, Industrie, Klimaschutz und wirtschaftliche Souveränität gleichermaßen. Mit wachsender Nachfrage nach den Lösungen von Direct Matter wächst auch der Bedarf an Produktionskapazitäten. Der Umzug in größere Räumlichkeiten in NRW ist daher der nächste logische Schritt, um weiteres Wachstum und Innovation zu ermöglichen.

Technologische Basis: Beschichtungen als Schlüssel der Elektrolyse

Im Zentrum der Aktivitäten von Direct Matter steht ihre Technologieplattform für Katalysatorbeschichtungen. Katalysatorbeschichtete Membranen (MEA) bzw. Elektroden sind eine der entscheidenden Kernkomponenten moderner Elektrolyseure. Sie bestimmen maßgeblich Effizienz, Lebensdauer und Kosten der Wasserstoffproduktion. Eine MEA, wie sie bei der PEM-Elektrolyse eingesetzt wird, hat folgenden Aufbau: eine kohlenstoffbasierte Gasdiffusionslage (GDL) auf der Seite der Kathode (Wasserstoff); eine Membran mit Katalysatorbeschichtungen (CCM), Kathode – Pt-basiert, Anode – Ir-basiert; eine Poröse Transportlage (PTL).

Direct Matter hat ein patentiertes Verfahren zur kontinuierlichen und optimierten Katalysatorbeschichtung entwickelt. Im Vergleich zu etablierten, häufig diskontinuierlichen Prozessen ermöglicht dieser Ansatz eine deutlich höhere Prozessgeschwindigkeit bei gleichzeitig höherer Beschichtungsqualität. Zentrale Vorteile von Direct Matters Technologie liegen dabei zum einen in der signifikanten Reduktion des Anteils von Platingruppenmetallen (PGM) wie Iridium oder Platin – Rohstoffe, die teuer, knapp und geopolitisch sensibel sind und zum anderen der hohen katalytischen Aktivität beschichteter Elektrolyseure.



Abbildung 1: Aufbau einer PEM-Elektrolyse MEA (GDL, CCM, PTL)

Durch die präzise Einstellung der Katalysatorschichten lassen sich so der Wirkungsgrad auf Elektrolyseanlagenebene steigern (geringere OpEx) und Materialkosten senken (geringere CapEx). Die Technologie ist sowohl für die PEM- als auch für die alkalische Elektrolysetechnologie anwendbar und damit breit einsetzbar entlang der aktuellen und zukünftigen Wasserstofflandschaft.

Von der Kohle zum Wasserstoff: Strukturwandel konkret

Der Beitrag von Direct Matter zum Strukturwandel in NRW ist unmittelbar greifbar. Während Wasserstoff heute noch häufig aus fossilen Quellen stammt – etwa durch Dampfreformierung von Erdgas, bei der CO₂ entsteht – ermöglicht die Elektrolyse mit erneuerbarem Strom die Herstellung von grünem Wasserstoff aus Wasser. Indem Direct Matter die Kernkomponenten (MEA bzw. Elektroden) für Elektrolyseure liefert, trägt das Unternehmen direkt dazu bei, diesen Wandel von CO₂-intensiven Verfahren hin zu saubereren, elektrifizierten Prozessen zu beschleunigen. Für energieintensive Industrien in NRW bedeutet dies die Chance, bestehende Produktionsstandorte zu erhalten und gleichzeitig klimaneutral auszurichten.

Die gesammelten Rückmeldungen aus Industriepartnerschaften zeigen, dass die entwickelten Katalysator-Beschichtungslösungen nicht nur technologisch überzeugen, sondern auch industriell skalierbar sind – eine Grundvoraussetzung für den Markthochlauf des Wasserstoffs.

Anwendungen entlang der industriellen Wertschöpfung

Die von Direct Matter entwickelten Katalysator-beschichteten Komponenten kommen überall dort zum Einsatz, wo Wasserstoff als Energieträger oder Rohstoff benötigt wird. In der Chemieindustrie kann grüner Wasserstoff fossile Ausgangsstoffe (z.B. Erdgas) ersetzen, etwa bei der Herstellung von Ammoniak oder Methanol. In der Stahlindustrie ermöglicht er die Direktreduktion von Eisenerz ohne CO₂-Emissionen. Auch im Energiesektor spielt Wasserstoff eine Schlüsselrolle als Langzeitspeicher für erneuerbaren Strom.

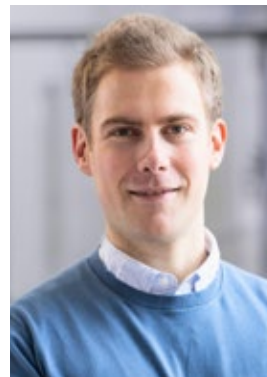
Ein anschauliches Beispiel: Statt Wasserstoff weiterhin überwiegend durch Dampfreformierung von Erdgas (Methan) zu erzeugen, können Elektrolyseure mit erneuerbarem Strom Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff spalten. Je effizienter und kostengünstiger diese Elek-

trolyse funktioniert, desto schneller kann sich grüner Wasserstoff als marktfähiges Produkt etablieren. Die Beschichtungstechnologie von Direct Matter adressiert genau diesen Engpass.

Ausblick: Kernkomponenten für eine saubere Energiewirtschaft

Die Vision von Direct Matter ist klar formuliert: Das Unternehmen will sich als führender Lieferant für Katalysatorbeschichtete MEA bzw. Elektroden, eine der Kernkomponenten der Elektrolyse-Stacks, etablieren. Langfristig soll die Technologie dazu beitragen, grünen Wasserstoff in großem Maßstab verfügbar zu machen und damit eine saubere, resiliente und möglichst autarke Energiewirtschaft zu unterstützen.

Für NRW bedeutet dies nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz, sondern auch den Aufbau neuer industrieller Wertschöpfung in einer Region, die den Wandel bereits mehrfach erfolgreich gemeistert hat. Grüner Wasserstoff wird dabei zur direkten Sache für Industrie, Gesellschaft und die Zukunft des Standorts. ■



Ansprechpartner:
Dr. Pit Y. Podleschny
Direct Matter

info@directmatter.com



Direct Matter

Technologische Basis

- Patentierte, kontinuierliche Katalysatorbeschichtung
- Beschichtungstechnologien für PEM- und alkalische Elektrolyse
- Membran-Elektroden-Anordnung (MEA)
- Elektrode

Innovation

- Beschleunigte, skalierbare Beschichtungsprozesse
- Reduzierter Einsatz von Platingruppenmetallen (PGM)

Primäre Anwendungsfelder

- Elektrolyseure für grüne Wasserstoffproduktion
- Industrie, Energie- und Wasserstoffwirtschaft

Vorteile

- Höhere Effizienz der Elektrolyse
- Geringere Investment- und Betriebskosten
- Skalierbarkeit für den industriellen Markthochlauf

directmatter.de

Stahlblech fit für die Wasserstoffzukunft

Damit grüner Wasserstoff bezahlbar wird, müssen Elektrolyseure günstiger werden. Das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS entwickelt am Dortmunder Oberflächen-Centrum (DOC) Beschichtungslösungen, um der Stahlindustrie neue Anwendungen zu erschließen.

Grüner Wasserstoff ist ein zentraler Baustein für Energie- und Strukturwandel in Nordrhein-Westfalen mit weltweiter Strahlkraft. Ob in der Stahl- und Chemieindustrie, als Speicher für erneuerbare Energien oder als Kraftstoff für Brennstoffzellen – fast immer beginnt es in einem Elektrolyseur. Als Schlüsselkomponenten gelten Separator- oder auch Bipolarplatten, die zum Beispiel Wasser, Strom sowie Wärme in der Zelle verteilen und für Stabilität sorgen. Viele Elektrolyseursysteme nutzen heute Titan, Nickel oder edelmetallhaltige Beschichtungen, die allesamt die Kosten und den Energieeinsatz deutlich erhöhen. Kern des Ansatzes des Fraunhofer IWS ist es, Beschichtungslösungen zu erarbeiten, die Bauteile aus kritischen Rohstoffen durch Stahlbauteile mit einer funktionsoptimierten Beschichtung ersetzen. Die Entwicklung zielt auf vergleichbare Materialbeständigkeiten bei deutlich geringeren Kosten und einer verbesserten CO₂-Bilanz ab. Damit rückt ein klassischer Werkstoff der nordrhein-westfälischen Industrie als Basis moderner Wasserstofftechnologien in den Fokus.

Unterschiedliche Projekte wie das NRW-geförderte Projekt »Coat4Hydrogen«, setzen an diesem Punkt an: Forschende des Max-Planck-Instituts für Nachhaltige Materialien in Düsseldorf (MPI SusMat) und der Projektgruppe des Fraunhofer IWS am Dortmunder Oberflächen-Centrum (DOC) entwickeln Beschichtungen, mit denen sie Titan durch kostengünstige Stahlfolien ersetzen wollen.

Eine derartige Lösung können neuartige komplexe Multi-Element-Legierungen, sogenannte MPEA, liefern.

Sie kombinieren mehrere Elemente in ähnlichen Anteilen und eröffnen neue Eigenschaftsprofile. Am MPI SusMat identifizieren Hochdurchsatzversuche Legierungen, die unter den aggressiven Bedingungen in Protonenaustauschmembran-Zellen (PEM-Zellen) auch in saurer Umgebung, unter Einfluss erhöhter Temperaturen und hoher Spannungen stabil bleiben. Der Fokus liegt auf niob- und titanreichen sowie niob-nickel-basierten Systemen mit hohem Korrosionsschutzpotenzial.

Parallel entwickelt das DOC Verfahren, um diese Legierungen als dünne, elektrisch leitfähige Schutzschichten auf Edelstahl aufzubringen. Dabei sollen Schichten entstehen, die den Stahl zuverlässig vor Korrosion schützen und zugleich den elektrischen Widerstand in der Zelle niedrig halten.

Bis Ende 2025 erzielte das Projekt zentrale Meilensteine: Die Forschenden identifizierten mehrere vielversprechende Legierungen mit niedrigen Korrosionsströmen und testeten sie aktuell als Beschichtungen auf Stahlfolien. Erste Ergebnisse belegen das Potenzial, Titan funktional zu ersetzen. In den nächsten Projektphasen wird das Team insbesondere das kritische Durchbruchpotenzial weiter optimieren.

Weitere Projekte schaffen zusätzlich die technologische Basis, um derartige Schichten im Hochrateverfahren auf Stahlband aufzubringen als auch die Anwendungsbreite auf alkalische Systeme zu erweitern. Die Forscher am DOC entwickeln dafür vakuumbasierte Verfahren mit thermischen und Lichtbogen-Verdampfern und ergänzen sie durch atmosphärische Technologien. Ein

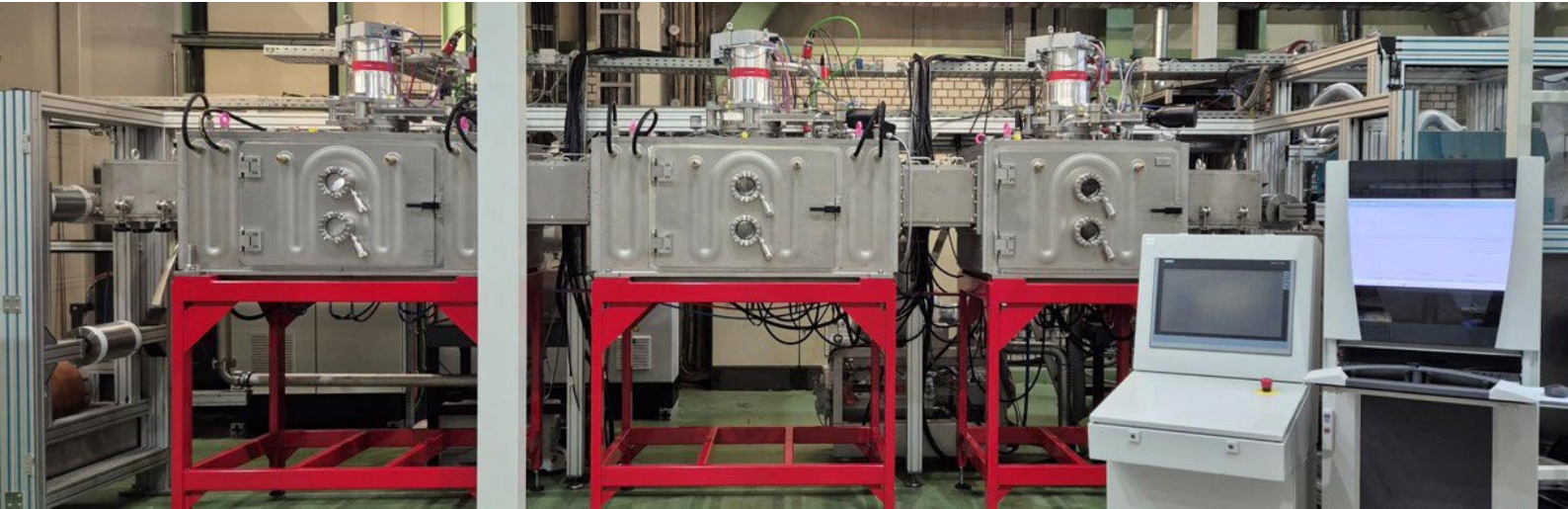


Abbildung unten: Rolle-zu-Rolle-System für kontinuierliche, zeit- und kostensparende Bandbeschichtungsprozesse von Metallband.

Abbildung oben: Hochrate- und Bandbeschichtungsanlage: Kontaktarmer Banddurchlauf bei bis zu 10 m/min. Drei Stufen im Prozess möglich: Kammer 1 – Plasmafeinreinigung, Kammer 2 – Metallbeschichtung, Kammer 3 – Kohlenstoffbeschichtung.



zentrales Element bildet die im November 2025 installierte Großanlage für die Rolle-zu-Rolle Beschichtung von Stahlband. Die Fraunhofer-Gesellschaft realisierte diese Anlage als strategische Investition sowie mit Mitteln des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) im »Projekt H2GO«. Sie ermöglicht in Zukunft deutlich effizientere und industriennahe Forschung unter realistischen Prozessbedingungen.

Für Nordrhein-Westfalen eröffnet dies neue Perspektiven: Stahlblech aus einer traditionellen Kernindustrie findet künftig Einsatz in Elektrolyseuren für Chemieparks, Wasserstoff-Hubs und industriellen Anwendungen. Das Projekt Coat4Hydrogen steht für eine materialbasierte Innovationslinie »made in NRW« – und dafür, dass Stahl auch im Wasserstoffzeitalter ein Schlüsselmaterial bleibt. ■



Ansprechpartner:
Dr. Teja Roch
Fraunhofer Institute
for Material and Beam
Technology IWS

Teja.Roch@
iws.fraunhofer.de



Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology IWS

Technologische Basis

- Mikro- und Nanotechnologie
- Vakuumbeschichtung
- Hochrate-Bandbeschichtung

Innovation

- Neue Materialien
- PVD-Prozesse und -Hardware
- Schichtdesign

Primäre Anwendungsfelder

- Wasserstofftechnik
- Korrosionsschutz Stahl

Vorteile

- Effizienzsteigerung
- Lebensdauererhöhung
- Kosteneffizienz

s.fhg.de/doc

Wann sind Materialien „Wasserstoff-tauglich“?

Wasserstoff soll eine wichtige Rolle in einer nachhaltigeren Energieversorgung und Wirtschaft spielen. Beteiligte entlang der Wertschöpfungskette müssen gemeinsam ein Optimum für Materialbeständigkeit, Herstellprozess und Komponentendesign schaffen.

Die Grundlage für die noch in der Zukunft liegende Wasserstoffwirtschaft legen Forschung und Entwicklung neuer und innovativer Methoden zur Gewinnung, Transport und Verarbeitung des Gases. In allen Prozessschritten kommt Wasserstoff mit anderen Materialien in Kontakt bzw. interagiert mit ihnen. So vielfältig die Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff sind, so unterschiedlich sind auch die zugrunde liegenden Prozesse und die dafür benötigten Materialien. Damit stellt sich schnell die Frage, wann Materialien als „wasserstofftauglich“ gelten. Dies betrifft besonders Polymere: Durch seine Materieexpertise verfügt 3M über einen tiefen Einblick in die Mechanismen potenzieller Degradation.

Die passenden polymeren Materialien für die Anwendung von Wasserstoff

Die Vereinbarkeit von Materialien mit Wasserstoff lässt sich nach drei Kriterien bewerten: Den wasserstoffspezifischen Eigenschaften, anwendungsspezifischen Eigenschaften und den Verarbeitungseigenschaften inklusive der Skalierbarkeit.

Wasserstoffspezifische Eigenschaften: Grundlage für die Verarbeitung von Materialien, die mit Wasserstoff in Berührung kommen, ist ihre Verträglichkeit mit den Eigenschaften des Gases. Wichtig ist zunächst eine möglichst geringe Permeation, also dass nur wenig Wasserstoff durch einen Festkörper diffundiert. Silikone weisen hierbei aufgrund ihrer Materialstruktur höhere Permeationsraten auf als beispielsweise Epoxide. Zudem gehört die Vermeidung von Blistering zu den zentralen wasserstoffspezifischen Anforderungen: Druckänderungen können zur Bildung von

Blasen im Material führen. Dadurch können Wasserstoff-induzierte Rissen entstehen, die das unpassende Material beschädigen können. Zuletzt ist noch zu beachten, dass Bestandteile der polymeren Werkstoffe nicht die Prozesse etwa durch Vergiftung der Katalysatoren negativ beeinflussen.

Anwendungsspezifische Eigenschaften: Durch die verschiedenen Nutzungszwecke von Wasserstoff sind die anwendungsspezifischen Kriterien von Materialien sehr individuell. Je nachdem ob Wasserstoff zum Beispiel in einer Druckgasflasche mit 700 bar oder einer Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle mit neutralem pH-Wert zum Einsatz kommt, müssen die benötigten Materialien sehr unterschiedliche Anforderungen erfüllen. Grundsätzlich sollten bei der Anwendung die folgenden drei Kriterien berücksichtigt werden: der pH-Wert der Lösung sowie der Druck und die Temperatur, mit der die Stoffe in der Anwendung in Kontakt kommen. Beispielsweise liegt der pH-Wert in der alkalischen Wassertelektrolyse mit einer konzentrierten Kaliumhydroxidlösung deutlich im basischen Bereich, während er im Betrieb einer Proton-Exchange-Elektrolysezelle stark sauren Bedingungen entspricht.

Verarbeitungseigenschaften und Skalierbarkeit: Schlussendlich ist es auch wichtig, dass sich die Materialien für die Verarbeitung in Serienfertigung eignen. Sie müssen also in ihrer Beschaffenheit in einer hohen Frequenz verarbeitet werden können. Da Wasserstoff in Zukunft sowohl in der Energieversorgung als auch in der Produktion zum Einsatz kommen soll, ist die Skalierung in der Produktion von Elektrolyseuren und weiteren Produktionsanlagen besonders relevant.



Die Lagerung von Wasserstoff erfolgt für gewöhnlich in doppelwandigen Tanks, mit einem mit Isoliermaterial gefüllten ringförmigen Zwischenraum. Foto: Shutterstock / 3M

Ein starker Partner für die Anwendung von Wasserstoff

Wasserstoff zeigt großes Potenzial für die Wirtschaft und Infrastruktur der Zukunft, denn das Gas kann sowohl als Reaktant als auch als Energieträger fungieren. Wichtig ist nun, weitere skalierbare Anwendungen zu finden und eine Serienfertigung zu erreichen. Gleichzeitig können die Verarbeitung und Anwendung von Wasserstoff einige Herausforderungen bergen, die individuell adressiert werden müssen. Hier kann ein Partner wichtige Impulse geben und Unterstützung leisten. 3M als erfahrener Experte in der Materialwissenschaft bringt in diesem Bereich sein Wissen und seine Lösungen ein.

Zum Beispiel bei der Lagerung von Wasserstoff: Wasserstoff wird in der Regel unterhalb seines Siedepunkts (also bei -253 °C für flüssigen Wasserstoff) in doppelwandigen Tanks gelagert, deren ringförmiger Zwischenraum mit Isoliermaterial gefüllt ist. In diesem Zwischenraum werden Glashohlkugeln von 3M eingesetzt. Sie verbessern die thermische Isolation der Tanks, indem sie Wärmestrahlung blockieren, und verringern dadurch das Verdampfen des Wasserstoffs. Eine einzelne Kugel ist dabei deutlich kleiner als der Kopf eines Streichholzes. Die Kugeln weisen eine konstruierte sphärische Glasform auf und verfügen über eine geringe Wärmeleitfähigkeit und ein hohes Verhältnis von Festigkeit zu Dichte. So reduzieren sie Verdampfungsemissionen aus Flüssigwasserstoff-Lagertanks.

Der übergreifende Bereich Klimatechnologie und Wasserstoff im Speziellen sind wichtige Fokusthemen für das Multitechnologieunternehmen. Mit dem Ziel individuelle Lösungen im Bereich Wasserstoff zu finden, betrachtet das Unternehmen das benötigte Design und Einsatzbedingungen und wählt auf der Basis des Verarbeitungsprozesses die dazu passenden Werkstoffe aus. So unterstützt 3M den Weg hin zu einer Wasserstoffwirtschaft und einer nachhaltigen Zukunft, ■



Glashohlkugeln von 3M sind einzeln betrachtet deutlich kleiner als die Spitze eines Streichholzes. Sie zeichnen sich durch eine geringe Wärmeleitfähigkeit und ein hohes Verhältnis von Festigkeit zu Dichte aus. Foto: 3M



Ansprechpartner:
Dr. Jens Eichler
3M Hydrogen
Technology &
Business Architect

jeichler@mmm.com



3M Hydrogen Technology & Business Architect

Technologische Basis

- 49 Technologieplattformen
- Material- und Prozessexpertise
- Anwendung auf die Wasserstoffwirtschaft

Innovation

- Neue Materialien
- Anwendungstechnik & Applikation

Primäre Anwendungsfelder

- Entlang der gesamten Wasserstoffwertschöpfungskette
- Focus: Elektrolyse und Speicherung

Vorteile

- Kundenorientierte Problemlösungen
- Tiefes Materialverständnis
- Langjährige Erfahrung mit Lösungen in der Wasserstoffwirtschaft

www.3m.com

Frostschäden verstehen: Brennstoffzellen auch bei Minusgraden sicher einsetzen

Brennstoffzellen sollen auch unter sehr kalten Bedingungen eine zuverlässige Antriebsalternative für Transport und Mobilität sein. Doch wie wirken sich tiefe Temperaturen auf PEM-Brennstoffzellen aus? Und welche Betriebsstrategien können frostbedingten Schäden vorbeugen? Das FROZEN-Konsortium geht diesen Fragen auf den Grund.

Der zuverlässige Betrieb von Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen (PEM-BZ) unter winterlichen Bedingungen ist eine zentrale Voraussetzung für ihren breiten Einsatz in mobilen Anwendungen. Doch können Brennstoffzellen unter anderem durch das Einfrieren von Wasseransammlungen in den Zellen Schaden nehmen. Besonders im Verkehrssektor müssen Brennstoffzellensysteme aber nicht nur effizient, sondern auch bei sehr niedrigen Umgebungstemperaturen robust und langlebig funktionieren, um eine praktikable Alternative für den Antrieb im Schwerlastverkehr zu sein.

Damit Brennstoffzellen auch in kalten Regionen zuverlässig und dauerhaft für mobile Anwendungen genutzt werden können, müssen wir frostinduzierte Degradationsmechanismen noch besser verstehen und Strategien entwickeln, um Frostschäden zu vermeiden. Genau hier setzt das Verbundprojekt FROZEN an (Langtitel: Frostschäden bei PEM-Brennstoffzellen für mobile Anwendungen und Strategien zum sicheren Einsatz bei tiefen Temperaturen)

Gemeinsam untersuchen das ZBT - Zentrum für Brennstoffzellentechnik aus Duisburg, der Lehrstuhl für Thermodynamik mobiler Energiewandlungssysteme (TME) an der RWTH Aachen University und das Unternehmen EKPO Fuel Cell Technologies aus Dettingen bei Reutlingen systematisch frostinduzierte Schädigungsmechanismen in PEM-Brennstoffzellen und leiten Strategien für einen sicheren Betrieb bei tiefen Temperaturen bis zu -30 °C ab. Ziel ist es, die Einflüsse von Frost- und Tauzyklen sowie Froststarts auf die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer umfassend zu verstehen.

So viel ist bereits klar: Unterhalb des Gefrierpunkts laufen in der Membran-Elektroden-Einheit (MEA) – dem zentralen Bauteil von Brennstoffzellen, wo die

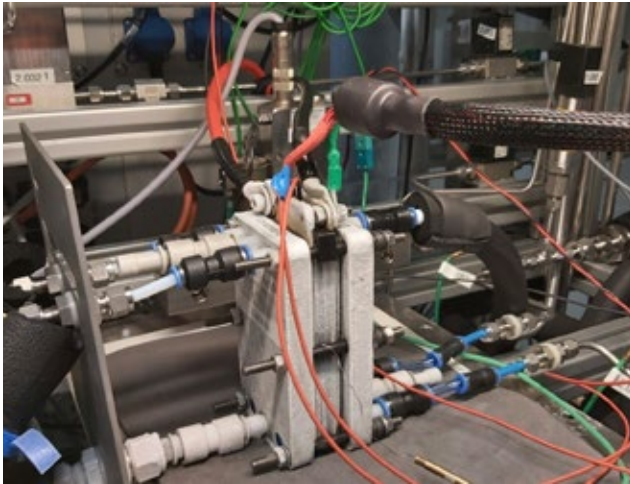
entscheidenden Reaktionen ablaufen – komplexe Wassertransport- und Eisbildungsprozesse ab. Die volumetrische Ausdehnung von Eis sowie das Quellen und Schwinden der Materialien können mechanische Spannungen erzeugen, die zu irreversiblen Schäden führen – etwa zu Rissbildungen in Katalysatorschichten. Das kann die Leistungsfähigkeit der Zellen deutlich verringern und die Lebensdauer verkürzen.

In FROZEN betrachten die Projektpartner die Vorgänge experimentell und simulativ. Die Forschenden am ZBT führen Versuche an Testzellen und Short-Stacks (Brennstoffzellenstapel mit wenigen Zellen) unter kontrollierten Bedingungen in speziell entwickelten Testständen durch. Der ZBT-Teststand für Short-Stack-Tests deckt dabei bis zu 30 kW Brennstoffzellenleistung ab, arbeitet in einem Temperaturfenster von -30 °C bis 95 °C und ermöglicht eine fein aufgelöste Zellspannungsmessung über 250 Kanäle. Um die Auswirkungen sichtbar zu machen, nutzt das ZBT hochauflösende Analytik auf der Nanoskala mittels Rasterelektronenmikroskopie sowie Röntgenmikroskopie (μCT), die detaillierte Einblicke in die strukturelle Veränderung der MEA ermöglichen.

Parallel untersucht EKPO Fuel Cell Technologies Full-Size-Stacks industriellen Maßstabs. Und am Lehrstuhl Thermodynamik mobiler Energiewandlungssysteme werden ergänzend Prozesse im Zellinneren modelliert, die experimentell nur eingeschränkt zugänglich sind. Durch die Kombination aus praxisnahen Stack-Tests, hochauflösender Materialanalyse und Simulation entstehen belastbare Grundlagen, um Brennstoffzellensysteme für mobile Anwendungen langlebiger und robuster zu machen.

Abbildung rechts: Hauptlabor des ZBT, in dem auch die Untersuchungen im Rahmen des FROZEN-Projekts durchgeführt werden (©ZBT/Eventfotograf.in)

Abbildung unten: Einzelzellen und Short-Stacks (im Bild) werden in einem selbst entwickelten Teststand Frost-Tau-Zyklen mit Temperaturen zwischen -30 und 95 °C ausgesetzt, um Materialveränderungen zu provozieren und deren Einfluss auf die Leistung zu untersuchen. (©ZBT)



Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Analyse unterschiedlicher Frostbelastungsszenarien. Dafür werden Parameter wie Minimaltemperatur, Restfeuchte und Spülstrategie* variiert, um Einflüsse auf Leistungsabfall, Materialschädigung und Alterung gezielt zu erfassen. Die experimentellen Daten dienen zugleich der Validierung der Modelle, mit denen Schädigungs- und Versagensmechanismen prognostiziert werden.

Ein konkreter Hebel für den Transfer in Anwendungen sind optimierte Betriebsstrategien: Spül- und Konditionierungsprozesse vor dem Abschalten werden untersucht, um die Restwassermenge zu kontrollieren und frostbedingte Schäden effektiv zu minimieren – praktikabel und energieeffizient, ohne unnötige Systemkomplexität.

Ein besonderer Mehrwert von FROZEN ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse in die Praxis: Durch die parallele Betrachtung von Testzellen, Short-Stacks und Full-Size-Stacks lassen sich Erkenntnisse aus dem Labormaßstab auf industrielle Systeme hochskalieren. Damit schließt das Projekt an dieser Stelle die Lücke zwischen Grundlagenforschung und Anwendung und liefert belastbare Daten für zukünftige Zell- und Systementwicklungen – ein wichtiger Beitrag zur Marktdurchdringung der Brennstoffzellentechnologie für klimaneutrale Mobilität. ■

Das Projekt wird im Rahmen des Ideenwettbewerbs „Wasserstoffrepublik Deutschland“ des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) im 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung gefördert (Förderkennzeichen: 03SF0646A). Die Laufzeit erstreckt sich vom 1. August 2022 bis zum 31. Juli 2026.

*Brennstoffzellen werden mit Gas „gespült“, um Wasseransammlungen zu verdrängen. Die Spülstrategie bestimmt, wann und wie oft das geschieht.



Ansprechpartner:
Verena Lukassek
ZBT - Zentrum für
Brennstoffzellen-
Technik

v.lukassek@zbt.de



ZBT - Zentrum für BrennstoffzellenTechnik

Technologische Basis

- Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen (PEMFC)
- Teststände zur Prüfung von Zellen, Short-Stacks und Full-Size-Stacks unter Frostbedingungen
- Hochauflösende Analytik: Rasterelektronenmikroskopie (REM), Röntgenmikroskopie (μ CT)
- Numerische Simulationen der Wasser- und Eisbildung in der Zelle

Innovation

- Systematische Analyse frostbedingter Schäden in Zellen und Stacks
- Kombination von Experimenten und Simulation für Vorhersage von Degradation
- Entwicklung optimierter Spül- und Konditionierungsstrategien
- Praxisnahe Übertragbarkeit von Laborergebnissen auf industrielle Systeme

Primäre Anwendungsfelder

- Brennstoffzellensysteme für Transport- und Mobilitätsanwendungen
- Stationäre Anwendungen

Vorteile

- Erhöhte Zuverlässigkeit und Lebensdauer bei niedrigen Temperaturen
- Minimierung frostbedingter Schäden
- Ganzheitliches Verständnis von Material- und Stackverhalten

www.zbt.de

Skalierung der Produktion von warmumgeformten metallischen Bipolarplatten

Metallische Bipolarplatten für Brennstoffzellen und Elektrolyseure werden mithilfe der Warmumformung bislang nur im Technikumsmaßstab hergestellt. Für konkurrenzfähige Produkte sind jedoch die Skalierung zur Serienproduktion und die Integration eines Digitalen Zwillings unerlässlich. Die NMWP Management GmbH entwickelt dafür als Partner in zwei Forschungsprojekten Konzepte.

Als Stand der Technik werden zur Produktion von metallischen Bipolarplatten (BPP) bislang Titanbleche kaltumgeformt und diese mit Edelmetallen beschichtet. Titan wird aufgrund seiner hohen chemischen Beständigkeit gewählt, ist jedoch ein kostspieliger Rohstoff. Das gleiche gilt für die meist platinhaltige Beschichtung, welche die elektrische Leitfähigkeit der Platten erhöht und den Korrosionsschutz verbessert. Der Umformprozess benötigt meist mehrere Schritte, wobei die Umsetzung komplexer Geometrien nur eingeschränkt möglich ist. Die genannten Herausforderungen bei den etablierten Materialien und Prozessen werden in zwei Forschungsprojekten adressiert, an denen die NMWP Management GmbH als Partner beteiligt ist.

Im Interreg-Deutschland-Niederland-Projekt „H₂-Enabler: Simulation und Prototyping für die kosteneffiziente Produktion von metallischen Bipolarplatten in Brennstoffzellen“ wurde bereits eine Produktionsanlage zur Warmumformung von BPP von der HoDforming GmbH aufgebaut (siehe Abbildung 1) und erste Demonstratoren hergestellt. Dabei werden anstatt Titan kostengünstigere Edelstähle eingesetzt. Die Warmumformung kann in einem einzelnen Schritt durchgeführt werden und das bei deutlich niedrigeren Umformkräften als bei Methoden der Kaltumformung. Mithilfe einer simulativen Begleitung durch die niederländischen Partner Reden B. V. und Universität Twente konnten die Einflüsse relevanter Parameter wie Temperatur oder Blechdicke auf die Qualität der hergestellten BPP evaluiert und damit der Umformprozess tiefgreifend verstanden werden. Das ursprünglich bis Ende Februar 2026 laufende

Projekt wurde aufgrund der bereits vielversprechenden Ergebnisse kürzlich um weitere zwölf Monate verlängert.

Im EFRE/JTF-Projekt „PEMStar – Entwicklung und Aufbau einer kontinuierlichen Präge- und Bandbeschichtungsanlage zur Fertigung von BPP für die PEM-Elektrolyse in der Großserie“ werden die BPP ebenfalls von der HoDforming GmbH mittels der Warmumformung hergestellt. Die Komplexität der Geometrie wird dabei weiter erhöht und der Umformprozess entsprechend optimiert. Außerdem wird hier die Beschichtung der hergestellten Platten durch die KCS Europe GmbH umgesetzt. Es werden verschiedene edelmetallfreie Schichten erprobt, welche eine gute Korrosionsbeständigkeit versprechen. Das Ziel ist dabei, eine gleichhohe Leistungsfähigkeit wie beim Stand der Technik zu erreichen. Das Design der BPP wird vom Zentrum für Brennstoffzellentechnik GmbH geliefert, welches die hergestellten und beschichteten Platten in einem dafür konstruierten Elektrolyse-Stack testen wird. PEMStar läuft bis Ende Februar 2028.

Scale-Up-Konzept

Das Ziel bei der Skalierung ist es, die Stückkosten der BPP soweit wie möglich zu verringern. Dazu muss zum einen die Taktzeit und zum anderen der Arbeitsaufwand minimiert werden. Im Technikumsmaßstab muss jeder Arbeitsschritt händig ausgeführt werden – Blech zuschneiden, Presse Öffnen, Blech einlegen, Presse schließen, Umformung starten, Presse Öffnen, BPP entnehmen. Dies kostet enorm viel Zeit und führt zu hohen Kosten je BPP. Der Schlüssel ist daher die Automatisierung

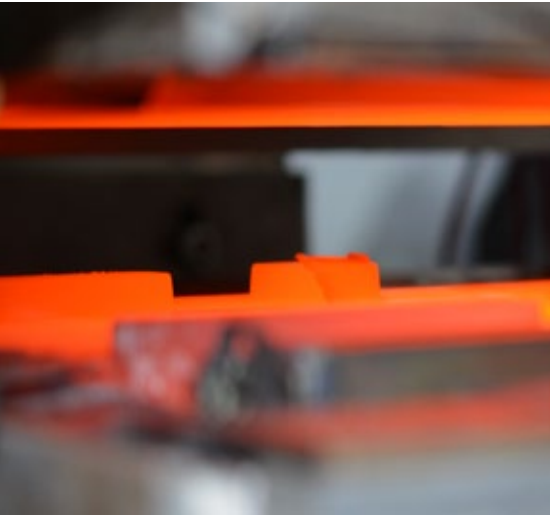


Abbildung 1: Detail der Produktionsanlage zur Warmumformung von BPP.
© HoDforming GmbH

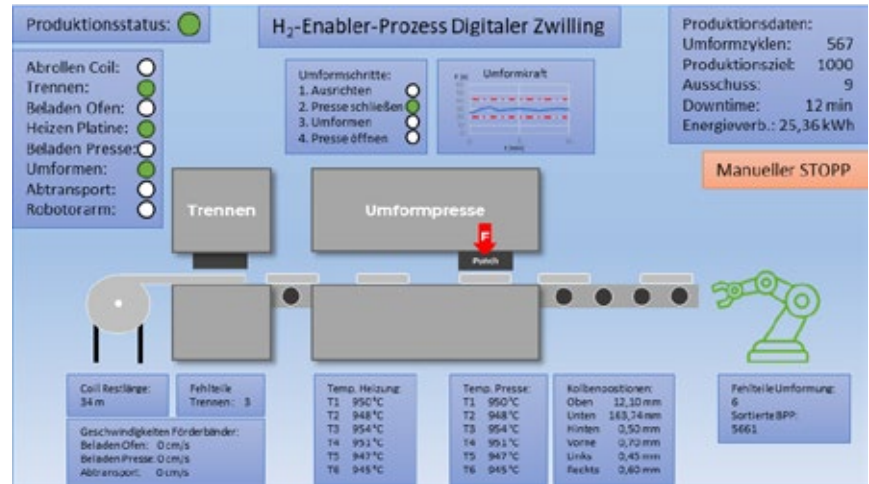


Abbildung 2: Schematische Darstellung einer Benutzeroberfläche des konzeptionierten Digitalen Zwillings in H₂-Enabler. © NMWP Management GmbH

des Umformprozesses, von der Rolle bis zur fertigen Bipolarplatte: Das Blech wird maschinell geschnitten, per Förderband in die automatisch laufende Presse hinein- und nach der Umformung hinausgefahren, die fertigen BPP werden von einem Roboter sortiert.

Über das in H₂-Enabler entwickelte Konzept hinaus wird in PEMStar zusätzlich die Beschichtung der hergestellten BPP integriert. Dazu muss nach der Umformung zunächst ein sensorgestütztes Qualitätsmanagement der Platten durchgeführt werden, um möglichen Ausschuss bereits hier zu identifizieren. Die Beschichtungsanlage muss dann ebenfalls per Förderband be- und entladen werden.

Digitaler Zwilling

Eine Automatisierung der Produktion von metallischen Bipolarplatten ist nur mit einem geeigneten Digitalen Zwilling umzusetzen. Dieser muss die einzelnen Anlagen der Fertigungslinie steuern und aufeinander abstimmen. Ein solcher Digitaler Zwilling besteht dabei aus vier Ebenen:

Die physische Ebene besteht aus den Anlagen (Umformpresse, Heizanlage, Roboter etc.) und umfasst auch die Sensorik. Letztere ist enorm wichtig, um die Daten zu den relevanten Parametern der Anlagen und der Werkstücke zu erfassen. Diese werden in der Datenebene gesammelt und für die virtuelle Ebene aufbereitet. Dort existiert ein virtuelles Modell der Anlagen und der Werkstücke. Es werden deren Soll-Zustände definiert und fortwährend mit den Ist-Zuständen verglichen, welche mithilfe der gesammelten Sensordaten ermittelt werden. Dadurch wird eine Vernetzung der einzelnen Komponenten erreicht und eine Automatisierung der Fertigungslinie ermöglicht. Zu guter Letzt werden die wichtigsten Daten und die Zustände in der Benutzerebene visualisiert. Dies lässt eine Überwachung des Prozesses durch einen menschlichen Benutzer zu und ermöglicht im Extremfall eine manuelle Abschaltung der Anlagen.

In Abbildung 2 ist die schematische Darstellung einer möglichen Benutzeroberfläche für den Digitalen Zwilling einer hochskalierten Produktionslinie aus H₂-Enabler

gezeigt. Diese enthält auch das virtuelle Abbild der hochskalierten Fertigungslinie. In PEMStar wird ein Digitaler Schatten als Vorstufe des Zwillings konkret für die Anlage im Technikums-Maßstab umgesetzt. Dazu werden die durch Sensoren zu ermittelnden Daten definiert, noch nicht vorhandene Sensorik eingebaut und die erhobenen Daten ausgewertet. ■



Ansprechpartner:

Lukas Siefert
 NMWP Management
 GmbH

lukas.siefert@nmwp.de



H₂-Enabler / PEMStar

Technologische Basis

- Metallumformung
- PVD-Beschichtung

Innovation

- Warmumgeformte Edelstahl-Bipolarplatten
- Edelmetallfreie Beschichtungen
- Konzepte zum Scale-Up und zum Digitalen Zwilling

Primäre Anwendungsfelder

- Brennstoffzellen
- PEM-Elektrolyseure

Vorteile

- Kostenreduktion durch Wahl der Materialien und Scale-Up
- Gleichbleibende Leistungsfähigkeit der BPP

nmwp.eu

Effiziente Leistungselektronik aus NRW für grünen Wasserstoff

Die Effizienz grüner Wasserstoffherstellung entscheidet sich in der Leistungselektronik. Wide-Bandgap-Halbleiter erhöhen Wirkungsgrad und Leistungsdichte – und bilden die technologische Grundlage skalierbarer Elektrolysesysteme.

Nordrhein-Westfalen steht im Zentrum des industriellen Strukturwandels. Energieintensive Branchen wie Chemie, Stahl oder Grundstoffindustrie suchen Lösungen, um ihre Prozesse klimaneutral auszurichten, ohne internationale Wettbewerbsfähigkeit einzubüßen. Grüner Wasserstoff kann dabei eine Schlüsselrolle übernehmen – nicht nur als Energieträger, sondern als Bindeglied zwischen erneuerbarer Stromerzeugung und industrieller Nutzung.

Die Internationale Energieagentur dokumentiert eine stark wachsende globale Elektrolysekapazität (IEA, Global Hydrogen Review 2023). Auch die Europäische Kommission definiert Wasserstoff als strategisches Instrument zur Dekarbonisierung energieintensiver Industrien (EU Hydrogen Strategy, 2020).

Der Prozess der Wasserstoffherzeugung basiert auf der elektrochemischen Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff durch elektrische Energie. Entscheidend für Effizienz und Wirtschaftlichkeit ist jedoch die elektrische Infrastruktur dahinter. Elektrolyseure benötigen hochpräzise geregelten Gleichstrom, während Energieerzeugung und Netze überwiegend auf Wechselstrom basieren. An genau dieser Schnittstelle übernimmt die Leistungselektronik eine Schlüsselrolle: Sie koppelt erneuerbare Energiequellen und Netzinfrastruktur mit dem elektrochemischen Prozess und bestimmt maßgeblich Wirkungsgrad, Dynamik, Lebensdauer und Skalierbarkeit von Elektrolyseuren – insbesondere im Megawatt- und Gigawattmaßstab.

Wide-Bandgap-Halbleiter: Schlüsseltechnologie der DC-Energieumwandlung

Wide-Bandgap-Leistungshalbleiter (WBG), insbesondere Siliziumkarbid (SiC), verändern die Architektur industrieller Energieumwandlungssysteme grundlegend. Im Vergleich zu konventionellen Silizium-IGBTs ermöglichen sie bei höheren Sperrspannungen deutlich geringere

Schaltverluste sowie den Betrieb bei höheren Temperaturen, was den Wirkungsgrad des gesamten Systems erhöht. Dadurch entstehen kompaktere leistungselektronische Systeme mit reduzierten Kühlanforderungen, höherer Leistungsdichte sowie einer längeren, ressourcenschonenden und nachhaltigeren Lebensdauer – zentrale Leistungsparameter für effiziente und nachhaltige Anwendungen im Megawattmaßstab.

VEROTERA positioniert sich in diesem Umfeld als Technologie- und Systempartner für WBG-basierte Leistungshalbleiterlösungen. Der Fokus liegt auf der Entwicklung und systemischen Integration von SiC- und GaN-Modulen in skalierbare Gleichrichter- und DC/DC-Topologien für industrielle Großanwendungen. Ziel ist die ganzheitliche Optimierung von Wirkungsgrad, thermischer Stabilität und nachhaltiger Lebensdauer – entscheidende Faktoren zur Senkung von Investitions- und Betriebskosten von Elektrolyseanlagen.

All-DC-Netze als neue Systemarchitektur

Zusätzlich eröffnen SiC- und GaN-Bauelemente neue Systemarchitekturen, insbesondere DC-gekoppelte Konzepte. In sogenannten All-DC-Netzen werden erneuerbare Erzeuger über Hochspannungs-Gleichstrom-Sammelschienen direkt mit Elektrolyseuren verbunden. Jede vermiedene Wandlungsstufe reduziert elektrische Verluste, erhöht den Gesamtwirkungsgrad und verringert die Systemkomplexität.

Gleichstromsysteme stellen jedoch hohe Anforderungen an Schalt- und Schutzkonzepte, da Gleichstrom keinen natürlichen Nulldurchgang besitzt. Die hohen Schaltgeschwindigkeiten, geringe Verluste und die thermische Robustheit von Wide-Bandgap-Halbleitern bieten hier entscheidende technologische Vorteile gegenüber konventionellen siliziumbasierten Leistungshalbleitern.

Elektrolyseanlagen arbeiten heute im Megawattmaßstab.



Einzelne Zellstacks benötigen vergleichsweise niedrige Spannungen, jedoch sehr hohe Ströme. Die vorgelagerte Leistungselektronik übernimmt daher zentrale Funktionen: die Umwandlung von Wechsel- in Gleichstrom, eine hochpräzise Stromregelung, die Begrenzung von Netzzrückwirkungen sowie das thermische Management der Gesamtanlage.

Gerade unter diesen Randbedingungen entfalten WBG-Halbleiter ihre Stärken. Geringere Leit- und Schaltverluste reduzieren die Verlustwärme und steigern den Systemwirkungsgrad. Höhere Schaltfrequenzen ermöglichen kompaktere Transformatoren und Filter, während die erhöhte Temperaturfestigkeit die Zuverlässigkeit im Dauerbetrieb verbessert. In Großanlagen summieren sich Effizienzgewinne von wenigen Prozentpunkten über die Lebensdauer zu signifikanten wirtschaftlichen und nachhaltigen Effekten.

Grüner Wasserstoff übernimmt dabei mehrere Funktionen im Energiesystem: Er dient als chemischer Langzeitspeicher für überschüssige erneuerbare Energie, unterstützt die Stabilisierung von Mikronetzen und bildet die Grundlage für Power-to-Hydrogen-, Power-to-Gas- und weiterführende Power-to-X-Prozesse. In der Industrie ersetzt er grauen Wasserstoff oder Erdgas, wird in der Ammoniak- und Methanolproduktion eingesetzt, ermöglicht CO₂-reduzierte Stahlprozesse und liefert Prozesswärme für Glas-, Keramik- oder Baustoffindustrien. Auch dezentrale Wasserstoffversorgungskonzepte für Flotten oder energieautarke Standorte gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Die industrielle Dekarbonisierung wird maßgeblich durch die Leistungsfähigkeit moderner Halbleitertechnologien bestimmt – und damit durch die Effizienz der elektrischen Energieumwandlung. Die elektrische Infrastruktur ist somit kein nachgelagerter Aspekt, sondern ein zentraler Baustein der Wasserstoffwirtschaft und der industriellen Energiewende insgesamt.

VEROTERA adressiert genau diese Schnittstelle zwischen Halbleiterphysik und industrieller Anwendung. Durch die Entwicklung und systemische Integration von Wide-Bandgap-basierten Leistungshalbleiterlösungen trägt das Unternehmen dazu bei, Wasserstoff-Elektrolyseanlagen effizienter, kompakter und zugleich hochskalierbar zu gestalten. ■

„Power-To-X“
(Quelle: Eigene
Darstellung, KI-
gestützt erstellt.)



Ansprechpartner:
Aly Mashaly
VEROTERA GmbH

[aly.mashaly@
verotera.com](mailto:aly.mashaly@verotera.com)



VEROTERA GmbH

Technologische Basis

- Wide-Bandgap-Leistungshalbleiter (SiC, GaN) für Hochleistungsanwendungen
- DC-gekoppelte Systemarchitekturen und All-DC-Netzkonzepte
- Systemintegration von Leistungshalbleitern, Modulen und Thermomanagement

Innovation

- Signifikante Wirkungsgradsteigerung durch reduzierte Leit- und Schaltverluste
- Kompakte, hochintegrierte Leistungsmodulare mit hoher Leistungsdichte
- Technologische Enabler für All-DC-Architekturen in Wasserstoffsystemen

Primäre Anwendungsfelder

- Elektrolyseanlagen zur industriellen Erzeugung von grünem Wasserstoff
- DC-Infrastruktur für energieintensive Industrieprozesse
- Hochleistungs-DC-Systeme für KI- und Hyperscale-Rechenzentren (800 V DC)
- DC-Microgrids, Energiesystemintegration und Power-to-X-Anwendungen
- Elektrifizierung von Nutzfahrzeugen und industriellen Antrieben

Vorteile

- Höherer Systemwirkungsgrad und reduzierte Gesamtverluste
- Geringere Investitions- und Betriebskosten (CAPEX & OPEX)
- Höhere Leistungsdichte bei reduziertem Platz- und Kühlbedarf
- Erhöhte Zuverlässigkeit und nachhaltige Lebensdauer im Dauerbetrieb
- Skalierbarkeit von MW- bis GW-Anwendungen

[verotera.com](https://www.verotera.com)

Systemische Wasserstoffinfrastruktur im urban-industriellen Raum

Der Green Hydrogen Hub Stuttgart etabliert eine skalierbare, integrative Infrastruktur zur Erzeugung, Speicherung, Verteilung und sektorübergreifenden Nutzung von grünem Wasserstoff im industriellen Kern Baden-Württembergs.

Ziel des Projekts ist die schrittweise Substitution fossiler Energieträger durch CO₂-freien Wasserstoff als chemischen Energiespeicher und Prozessgas. Das Projekt adressiert gleichermaßen die Dekarbonisierung industrieller Wertschöpfungsketten wie auch den Aufbau resilienter Energiesysteme im urbanen Raum. Mit der umfassenden Aufstellung und der potenziellen Nutzung von Netzdienlichkeit und insbesondere der absehbaren THG-Quoten wird ein wirtschaftlicher Betrieb von vergleichbaren Projekten von Beginn an möglich.

Konzept und technischer Projektansatz

Die Wasserstoffherzeugung basiert auf PEM-Elektrolyseuren mit einer Nennleistung von bis zu 12 MW. Das modulare Design erlaubt die schrittweise Skalierung aus vier gekoppelten Einzelsystemen mit 3 MW. Dies unterstützt Lastmanagement, Redundanzbetrieb und netzdienliche Flexibilität. Durch modulare Fahrstrategien kann die Anlage auf Strompreissignale reagieren und im Redispatch- oder Regelenergiemarkt als flexibler Verbraucher agieren. In Kombination mit einem Batteriespeicher wird eine weitere Flexibilisierung und Optimierung der strompreisgeführten Fahrweise erreicht. Dies führt außerdem zu einer erhöhten Resilienz gegenüber Schwankungen beim H₂-Offtake.

Die Studie „Ohne Takt kein Hochlauf“ (Bridge the Momentum, 2025) beschreibt, dass nicht Geschwindigkeit, sondern Synchronität im H₂-Hochlauf den Erfolg bestimmt. Das Projekt in Stuttgart erfüllt viele Forderungen der Studie für erfolgreiche Wasserstoffprojekte, indem der Hub Planungs-, Energie- und Betriebssicherheit vereint. Die lokale Netzanbindung (Strom- und Gasnetz Neckartal) wird zum Wettbewerbsfaktor – Strompreis, Netzentgelte und CO₂-Bepreisung bestimmen langfristig die Wirtschaftlichkeit stärker als Fördermittel. Kommunale Abnehmer als Teil der Stadtwerke Stuttgart und regionale Industriepartner können als entscheidender Erfolgsfaktor wirken. Dabei lassen sich über eine quotale Umstellung auf grünen H₂-Kosten- und Risikoeffekte gut steuern.

Generelle Wirtschaftlichkeit und Gestehungskosten

Die Levelized Cost of Hydrogen (LCOH) werden primär durch Strompreis, Auslastung und Kapitalstruktur bestimmt. Für die Modellierung von vergleichbaren Projekten wurde von einem spezifischen Stromverbrauch von 56 kWh/kg H₂ ausgegangen. Das folgende Diagramm (Abbildung 1: Wasserstoffpreis pro kg in Abhängigkeit von Strompreis und Auslastung, Studie von Projekten im Zeitraum von 2022-2025) zeigt dazu die Abhängigkeit des H₂-Preises von Strompreis und Anlagenauslastung.

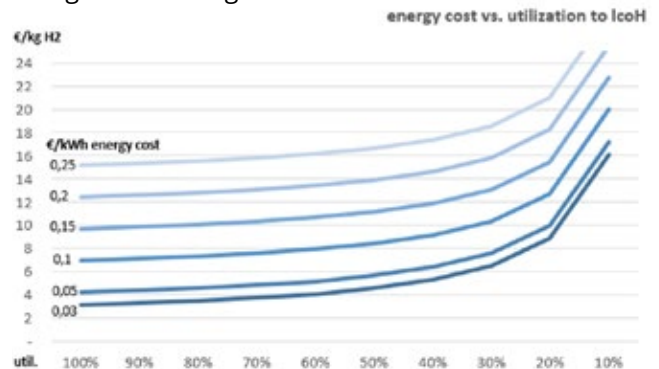
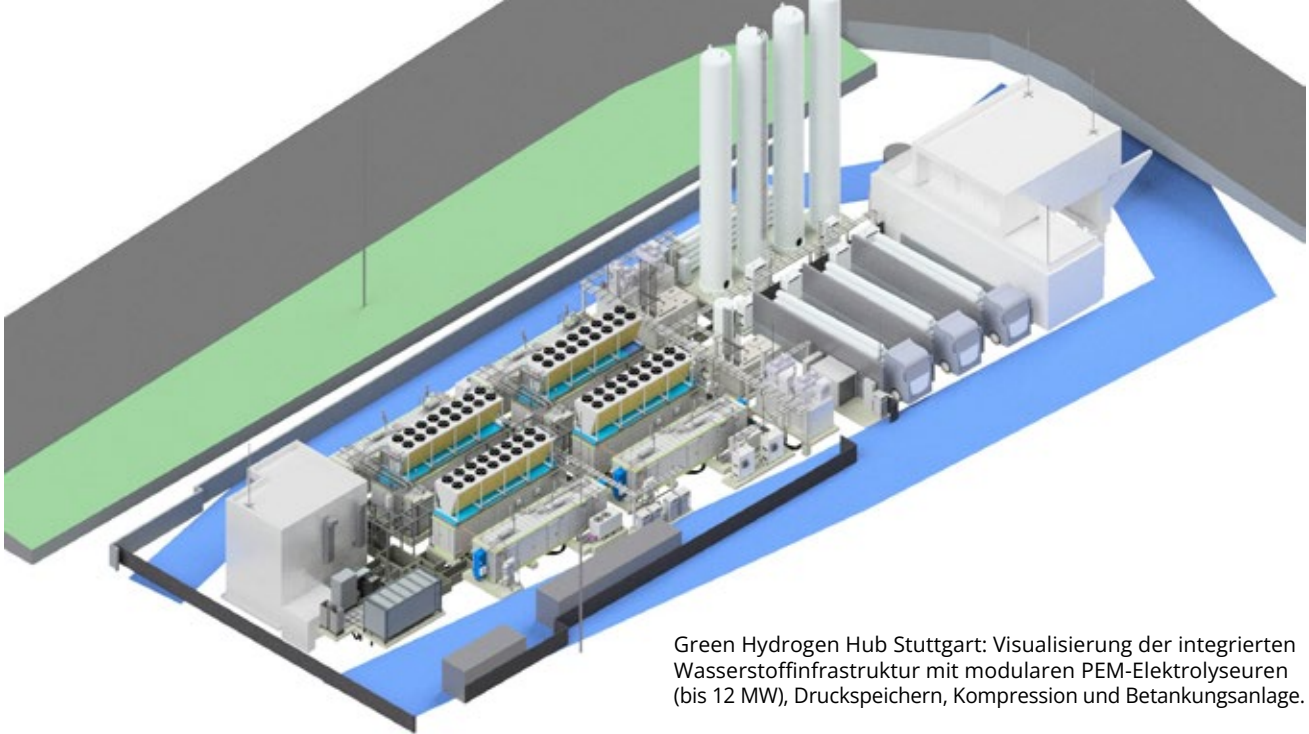


Abbildung 1: Abhängigkeit der H₂-Gestehungskosten (LCOH) von Strompreis und Anlagenauslastung – Modellrechnung bei einem spezifischen Stromverbrauch von 56 kWh/kg H₂. Eigene Darstellung. Zur Einordnung der Gestehungskosten vgl. Bridge the Momentum (2025): Ohne Nachfrage kein Hochlauf.

Im Ergebnis sinkt der H₂-Preis bei einer Auslastung von größer 85%, ab einem Strompreis von unter 0,04 €/kWh – 0,06 €/kWh unter die Schwelle fossiler Vergleichssysteme (Die Studie „Ohne Takt kein Hochlauf“ nennt einen Korridor von 6–8 €/kg H₂ als Schwelle für betriebswirtschaftlicher Parität). Die Integration günstiger PPA-Verträge (PV + Wind) ist damit wirtschaftlich vorzuziehen, solange keine Förderung oder THG-Quoten akquiriert werden können. Simulationen mit Strompreisen auf Spot Market Basis ergeben, dass auch eine geringere Auslastung nicht zwingend in höheren H₂-Preisen münden muss. Begünstigend wirken sich Beiträge aus der Einbindung von Batteriespeichern aus, die hier nicht berücksichtigt werden.



Green Hydrogen Hub Stuttgart: Visualisierung der integrierten Wasserstoffinfrastruktur mit modularen PEM-Elektrolyseuren (bis 12 MW), Druckspeichern, Kompression und Betankungsanlage.

Weiterhin zeigt sich in der Sensitivitätsanalyse, dass der Einfluss von CAPEX (+/-20%) im Vergleich zum Strompreis bei höheren Auslastungen (>75%) gering ist. Erheblichen positiven Einfluss haben eine konsequente Ausrichtung auf die Netzdienlichkeit und Vermarktung von THG-Quoten. Vergütungen aus Teilnahme am Regelenergiemarkt und Lastmanagementdiensten können Auslastungsdefizite am Anfang des Projektes kompensieren. Bei Nutzung des erzeugten H₂ im Mobilitätssektor können absehbar in 2026 über die Vermarktung der THG-Quoten erhebliche Ertragsäquivalente in Größenordnungen von mehr als 10 € pro kg Wasserstoff erzielt werden. Damit verändert sich die Wirtschaftlichkeit massiv zu Gunsten von H₂.

Systemvorteile bei integrierten Lieferumfängen

Mit dem Ziel einer schnellen Implementierung und möglichst geringen Prozessrisiken wurde mit der FEST-Group ein Lieferant ausgewählt, der über eine vertikal integrierte Kompetenzkette von der Elektrolyseentwicklung, Systemintegration, Automatisierung und Sicherheitsauslegung bis hin zu Betankungs- und Abfülltechnik verfügt. Es konnten sämtliche Systemkomponenten der gasführenden Anlagentechnik aus einer Hand geliefert werden – von der Elektrolyse über Kompression und Speicherung bis zur Betankung. Dies reduziert Schnittstellenrisiken, Engineering-Aufwand und Genehmigungscomplexität erheblich.

Die Erfahrung zeigt, dass Projekte wie der Green Hydrogen Hub Stuttgart stark von umfassendem herstellereinspezifischem Engineering und einer kompetenten Ausführung „aus einer Hand“ profitieren, um einen möglichst reibungslosen Ablauf mit wenig Schnittstellen zu gewährleisten.

Fazit

Der Green Hydrogen Hub Stuttgart demonstriert die technische und wirtschaftliche Machbarkeit dezentraler Wasserstoffsysteme im Multi-MW Bereich. Durch die Integration digitaler Planung, Systemstandardisierung und End-to-End-Systemlieferung reduziert sich das Risiko der Umsetzung und die Ausführung nach-

haltiger H₂-Infrastrukturen wird beschleunigt. Die aktuelle Entwicklung bei den THG-Quoten wird solche Projekte auch wirtschaftlich deutlich beleben. ■



Ansprechpartner:

Mortimer Glinz
Schmidt, Kranz
& Co. GmbH

mg@sk-group.com



Schmidt, Kranz & Co. GmbH

Technologische Basis

- Hochdrucktechnik
- Automatisierung
- Rohstoffaufbereitung
- Bergbau

Innovation

- Wasserstoff
- Energy Hubs
- Cloudanbindungen
- Wartungsfreiheit

Primäre Anwendungsfelder

- Kommunale Betriebe
- Mobilität
- Energie

Vorteile

- Voll integrierte Anlagen mit hoher Wertschöpfungstiefe
- Modulares Angebot
- Geringe OPEX

www.sk-group.com

Entwicklung innovativer Produkte für den wirtschaftlichen Betrieb von Brennstoffzellen

Mit Brennstoffzellen lässt sich chemisch gebundene Energie sehr effizient in elektrische Energie umwandeln. Mit Wasserstoff als Energieträger entstehen dabei keinerlei Schadstoffe oder CO₂-Emissionen. Damit spielt diese Technologie eine zentrale Rolle in der Transformation zur wasserstoffbasierten Energiewirtschaft.

Brennstoffzellensysteme sind für die Energiewandlung in stationären und mobilen Anwendungen gleichermaßen geeignet, meist in Verbindung mit Wasserstoff als Energieträger. Im stationären Einsatz dienen Brennstoffzellen beispielsweise zur emissionsfreien Erzeugung von Energie für Gebäude oder ganze Quartiere. Und im Kontext der emissionsfreien Mobilität stellt der Brennstoffzellenantrieb eine wichtige Alternative zu batterieelektrischen Fahrzeugen dar, mit dem Nutzfahrzeugsektor als Vorreiter, da für den Güterverkehr vor dem Hintergrund der strengen CO₂-Grenzwerte ein großer Anteil an Brennstoffzellenantrieben in der Flotte notwendig sein wird. Aber auch Bus-, Schiff- und Schienenverkehr stellen ideale Anwendungen für Brennstoffzellen dar.

Brennstoffzellen spielen also eine zentrale Rolle in der Energiewende. Ihre Entwicklung hat in den letzten Jahrzehnten erhebliche Fortschritte gemacht, die heute am Markt verfügbaren Systeme weisen aber noch immer großes Verbesserungspotenzial auf. Dies gilt insbesondere für das Zusammenspiel des Brennstoffzellenstapels mit den für die Funktion des Systems notwendigen Nebenaggregaten – also denjenigen Komponenten, die den Stapel mit Wasserstoff und Luft versorgen und ihn auf der richtigen Temperatur halten.

Getrieben von nach wie vor zu hohen Kosten, zeichnet sich bei den Nebenaggregaten der Trend zu multifunktionalen Modulen ab, eine ähnliche Entwicklung

wie schon beim Verbrennungsmotor, um das ganze System durch einen vereinfachten Aufbau günstiger und auch robuster zu gestalten.

Das bietet Chancen für Automobilzulieferer wie Pierburg. Das Unternehmen entwickelt und vertreibt bereits seit mehr als 20 Jahren Produkte für Brennstoffzellen und gehört damit zu den wenigen Unternehmen, die dieser Technologie seitdem kontinuierlich verbunden sind. „Der Wasserstoffmarkt hatte in den letzten Jahrzehnten seine Höhen und Tiefen“, sagt Dr. Michael Becker, VicePresident Advanced Engineering bei Pierburg. Und er ergänzt: „Aber wir haben immer an die Zukunft der Brennstoffzelle geglaubt und das zahlt sich jetzt aus. Denn Pierburg kann auf diese Erfahrung aufbauen und so die nächste Generation von Brennstoffzellensystemen entscheidend mitgestalten.“

Ermöglicht wird dies vor allem auch durch das Förderprojekt H2.MODUS, das Pierburg von der Landesregierung NRW im Rahmen des Förderprogramms „Revier Gestalten“ gewährt wurde. In diesem Vorhaben sollen innovative und wettbewerbsfähige Produkte für Brennstoffzellen entwickelt werden, die im Anschluss an das Vorhaben industrialisiert und in den Markt gebracht werden können. Mit intelligenten Lösungen für Module und Sub-Systeme für Nebenaggregate möchte Pierburg seine starke Stellung im globalen Wettbewerb halten und sogar ausbauen. Um den Markteintritt unmittelbar vorzubereiten, sollen in H2.MODUS sogar Prototypen aufgebaut und ihre



Abbildung 1: Das neue Labor zum Betrieb von Brennstoffzellen mit Wasserstoff

Funktion und Sicherheit im Labor verifiziert werden. Darüber hinaus sollen Produktionskonzepte erarbeitet werden, die eine spätere Produktion in höheren Stückzahlen möglich machen.

Der erste große Meilenstein im Projekt H2.MODUS ist bereits erreicht: der Aufbau eines modernen Labors zum emissionsfreien Betrieb von Brennstoffzellen mit Wasserstoff. Es ermöglicht, die Prototypen der neuen Produkte direkt im System unter realistischen Bedingungen zu testen. „Das ist ganz entscheidend, um die Produkte später im Markt platzieren zu können“, erläutert Dr. Maximilian Wick, Senior Manager für die Entwicklung von Brennstoffzellensystemen bei Pierburg. „Wir können unsere Kunden nur von unseren Produkten überzeugen, wenn wir sie erfolgreich getestet und ihre Sicherheit im Betrieb mit Wasserstoff überprüft haben.“

Demnächst sollen die ersten Prototypen gefertigt und im Labor getestet werden. „Wir sind sehr optimistisch, dass alles nach Plan läuft“, sagt Dr. Wick, „denn wir haben die Prototypen mithilfe umfangreicher Simulationen ausgelegt und abgesichert.“

Das Interesse vom Markt ist jedenfalls groß. So besteht bereits ein technischer Austausch mit zwei führenden Herstellern von Brennstoffzellensystemen, um die Neuentwicklungen optimal an den kommenden Marktanforderungen auszurichten. „Eine frühe Kooperation mit potenziellen Kunden bei der Entwicklung ist sehr wichtig für uns“, sagt Dr. Becker, „entscheidend für uns ist dabei, dass wir die Rechte an der Entwicklung halten und unsere Innovationen auch anderen Kunden anbieten können.“ Denn die neuen Module und Sub-Systeme sollen eines Tages in großen Stückzahlen gefertigt werden, um vom Skaleneffekt zu profitieren und sie so günstiger herstellen zu können. Das wird die Wettbewerbsfähigkeit zukünftiger Brennstoffzellensysteme entscheidend verbessern, womit Pierburg einen wichtigen Beitrag



Abbildung 2: Anodenrezirkulationsmodul für Brennstoffzellensysteme. Dieses Modul kombiniert die aktive und passive Rezirkulation von Wasserstoff auf der Anodenseite eines Brennstoffzellensystems und soll so dessen Leistungsfähigkeit verbessern.

für die rasche Umsetzung der Wende zur wasserstoffbasierten Energiewirtschaft leistet. ■



Ansprechpartner:
Dr. Michael Becker
Pierburg GmbH

michael.becker@de.rheinmetall.com



Pierburg GmbH

Technologische Basis

- Brennstoffzellensysteme zur Energiewandlung
- Wasserstoff als Energieträger

Innovation

- Multifunktionale Module für Brennstoffzellensysteme

Primäre Anwendungsfelder

- Nutzfahrzeuge sowie Schiffs- und Schienenverkehr
- Dezentrale Stromerzeugung

Vorteile

- CO₂ und emissionsfreie Erzeugung von elektrischer Energie aus Wasserstoff
- Transformation zur wasserstoffbasierten Energiewirtschaft

www.rheinmetall.com

Wasserstoffhochlauf aus Herstellersicht

Der Wasserstoffhochlauf entspricht nicht den Erwartungen. Was sind die Hintergründe, was sind die größten Hemmnisse und welche Maßnahmen können aus der Perspektive eines Herstellers ergriffen werden?

Der Wasserstoffhochlauf stockt. Das ist keine neue Erkenntnis. Von den im Jahr 2030 angestrebten 10 GW Erzeugungskapazitäten in Deutschland, ist nicht einmal 1 GW in Betrieb, der aktuelle Stand zeigt, dass das angestrebte Ziel für 2030 nicht mehr erreicht werden kann. Die anfängliche Euphorie scheint verflogen zu sein, die Betreiber, aber auch die Hersteller haben dazugelernt. Ohne Abnahmevertrag für den erzeugten Wasserstoff gibt es kaum noch Investitionsentscheidungen für den Bau einer H₂-Erzeugungsanlage. Zu groß ist das Risiko, auf dem erzeugten Wasserstoff sitzen zu bleiben, erschwerend kommt hinzu, dass sich kaum ein Abnehmer auf langfristige Verträge einlassen will. Vielleicht sind in 5 Jahren die Konditionen viel interessanter, Import-H₂ könnte dann günstiger als der inländisch erzeugte Wasserstoff sein, es fehlt die „willingness to pay“.

Diese Ansätze sind jedoch nicht unbegründet, die Wasserstoffherstellungskosten sind maßgeblich durch den Strompreis definiert. Hierbei ist nicht allein der Strompreis an der Börse entscheidend, sondern auch die regulatorischen Rahmenbedingungen. In Deutschland hat das Stromnetz eine verhältnismäßig hohe Treibhausgasintensität. Diese führt dazu, dass gegenüber Ländern mit einem höheren Anteil an regenerativer bzw. CO₂-ärmeren Erzeugung, der Artikel 5 zur Zusätzlichkeit des delegierten Rechtsaktes eingehalten werden muss. Dies wiederum verursacht einen erheblichen Wettbewerbsnachteil und führt letztendlich zu höheren Erzeugungskosten. In Ländern mit einem Anteil von 90% erneuerbarem Netzstrom sind keine PPA's erforderlich. Hierdurch können die Strompreise in etwa halbiert werden. In der Praxis führt dies dazu, dass Anlagen 8760h p.a. mit Netzstrom betrieben werden können, ohne dass der gesamte erzeugte Wasserstoff „grau“ wird (Siehe Abb. 1). Staatliche Förderungen können dieses Delta nur bedingt ausgleichen. Es gibt Beispiele am Markt, bei denen trotz einer IPCEI- Förderung mit hohem Capex-Anteil, die Wettbewerbsfähigkeit nicht realisiert werden konnte.

Für den Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft sind solche Rahmenbedingungen Gift. Der Gedanke, dass die Elektrolyseure mit erneuerbarem Strom betrieben werden, ist sicherlich richtig. Allerdings wäre ein

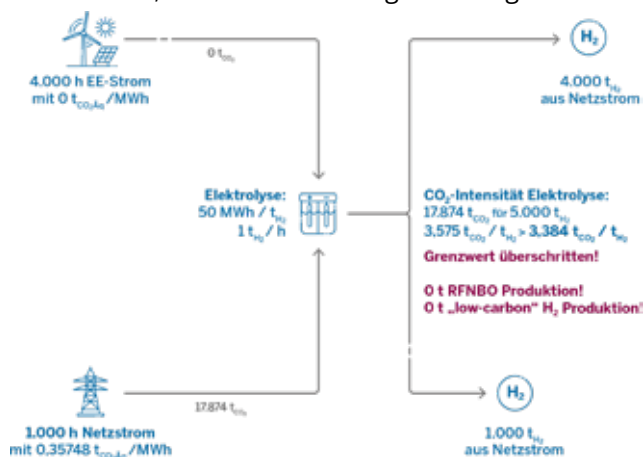


Abbildung 1: Berechnung der Treibhausgasintensität
(© In4Climate.NRW)

Stufenmodell, bei denen die „first mover“ entlastet werden sinnvoller, um das Henne-Ei Problem zu lösen. Nach der ersten Hochlaufphase können die Grenzwerte sukzessiv angehoben werden. Die komplizierten Rahmenbedingungen erhöhen auch das Risiko für Investoren, Unsicherheit führt nicht zu schnellen Entscheidungen. Auch die Hersteller der Wasserstoffanlagen müssen größtmögliche Klarheit über den Markthochlauf erhalten, um Investitionen in die Produktionsanlagen und die erforderlichen Technologien tätigen zu können.

Die Industrie unternimmt erhebliche Anstrengungen, um die benötigten Technologien zu entwickeln. Ein Beispiel hierfür sind wasserstofffähige Gasturbinen. Gegenüber einer mit Erdgas befeuerten Turbine verhält sich der Brennstoff H₂ deutlich anders. Mit steigendem Wasserstoffanteil wird die Flamme heißer, kürzer und schneller (siehe Abbildung 2).

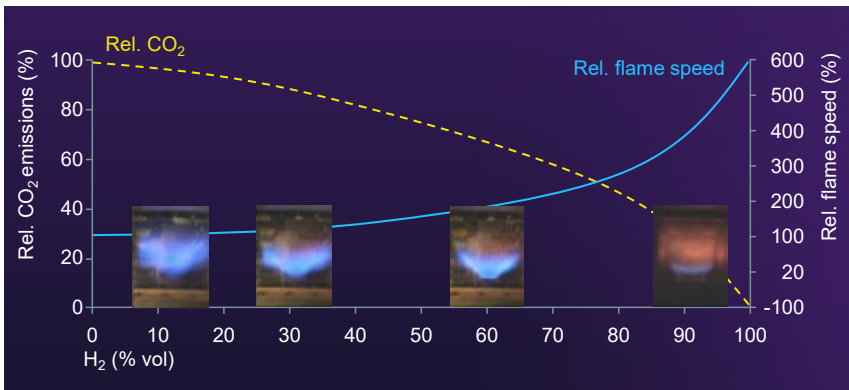


Abbildung 2: Emissionen, Flammgröße und Geschwindigkeit für verschiedene Gasgemische © Siemens-Energy



Abbildung 3: H₂-Turboverdichter für Anwendungsbereiche wie H₂-Pipelines, H₂-Transport generell, SynGas Applikationen, Elektrolyse mit hohem Durchfluss und niedrigeren Druckverhältnissen © Siemens-Energy


Die Flammeigenschaften führen zu erhöhten Anforderungen an die Materialauswahl, Modifikationen des Brennerdesigns und erfordern Anpassungen, um Flashbacks, also das Zurückschlagen der Flamme zu vermeiden. Das größere Volumen von Wasserstoff gegenüber Erdgas, bei gleichem Energiegehalt, führt zu größeren Rohrdurchmessern am Brennstoffsystem.

Obwohl momentan Wasserstoff noch nicht in ausreichender Menge zur Verfügung steht, werden Turbinen entwickelt, die 100% Wasserstoff verbrennen können. Die Investitionen sind erheblich, allerdings besteht bereits heute eine Nachfrage. Gasturbinen haben eine Betriebslaufzeit von mehr als 25 Jahren, die Kunden wollen zukunftssichere Technologien und die Vermeidung von „stranded assets“. Die bevorstehenden Auktionen zur Kraftwerksstrategie und die darin vorgegebenen Anforderungen zur Wasserstofffähigkeit zeigen, dass diese Entwicklungsaufwendungen gerechtfertigt sind.

Für eine funktionierende Wasserstoff-Infrastruktur ist die Realisierung des Kernnetzes unabdingbar. Nur so können die erforderlichen Mengen von den Erzeugungsanlagen zu den Verbrauchern transportiert werden. Hier sind die ersten Schritte erfolgt, auch die Hersteller entwickeln u.a. spezielle Transportverdichter, die den Wasserstoff möglichst effizient komprimieren können (siehe Abbildung 3).


Um die globalen CO₂-Reduktionen zu erreichen, ist der Einsatz von Wasserstoff aus heutiger Sicht unumgänglich. Vereinfachte Rahmenbedingungen können national den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft beschleunigen.

Langfristig muss die Technologie wettbewerbsfähig sein, Förderprogramme sind für die Hochlaufphase unabdingbar. ■



Ansprechpartner:
Uwe Neiß
Siemens-Energy

uwe.neiss@siemens-energy.com



Siemens Energy Global GmbH & Co. KG

Technologische Basis

- Elektrolyse-Fertigung
- Wasserstoff-Gasturbinen
- H₂-Verdichter

Innovation

- 100%-H₂-GT im DLE-Betrieb (Projekt HyFlexPower)
- H₂-Turboverdichter
- PEM-Elektrolyseure mit höchster Effizienz

Primäre Anwendungsfelder

- Wasserstoffherzeugung und Rückverstromung
- turn-key Anlagenbau

Vorteile

- höchste Effizienz durch eigene Entwicklung
- Netzanschluss und Verteilung aus einer Hand
- jahrzehntelange Erfahrung

www.siemens-energy.com

Wasserstoff-Verbrenner – die Technik steht. Infrastruktur willkommen!

Technologie-Offenheit

Klimaschutz und CO₂-Reduktion sind zentrale Themen in Mobilität und Energieerzeugung und spielen ebenso eine wesentliche Rolle bei mobilen Arbeitsmaschinen. DEUTZ kann dort als innovativer, zukunftsorientierter Antriebssystemhersteller einen wichtigen Beitrag leisten.

Um eine Reduzierung der CO₂-Emissionen zu bewirken, entwickelt DEUTZ neue Antriebssysteme. Dies sind unter anderem Verbrennungsmotoren, die mit alternativen Kraftstoffen betrieben werden, welche aus erneuerbarer Energie oder Biomasse hergestellt werden. Energielieferant ist Wasserstoff, der mittels Elektrolyse aus Solar- oder Windstrom erzeugt wurde und direkt im Motor verbrannt wird oder der mittels chemischer Syntheseprozesse zu einem hochwertigen Kraftstoff weiterverarbeitet wurde. Ebenfalls entwickelt DEUTZ elektrische Antriebe, welche als batterieelektrische oder hybride Antriebssysteme angeboten werden.

In Zukunft wird es nicht nur einen Kraftstoff (Diesel) für die Betankung von Mobilien Arbeitsmaschinen geben, sondern eine Vielzahl von Kraftstoffen, deren Einsatz stark von der Wirtschaftlichkeit (Kosten), der Verfügbarkeit (Produktion, Infrastruktur) und der Eignung für die jeweilige Applikation (Leistungsanforderung, Bauraum) abhängen wird. Strategisch stellt sich die DEUTZ AG technologie-offen auf und bietet alle markt-relevanten Antriebsformen an.

Wasserstoff wird in Deutschland und in der EU als ein wichtiger zukünftiger Energielieferant gesehen. Aktuell laufen mehrere nationale und internationale Aktivitäten, um die Produktion und die Infrastruktur auszubauen. Es sind konkrete Pläne für die nächsten Jahre gesetzt. Somit sieht DEUTZ Wasserstoff als einen wichtigen Bestandteil im Mix der Energielieferanten für Antriebssysteme. Gerade im Bereich der Mobilien Arbeitsmaschinen sind die Einsatzbedingungen ideal geeignet für Verbrennungsmotoren. DEUTZ hat einen Wasserstoff-Verbrennungsmotor in einem qualifizierten Entwicklungsprozess innerhalb von drei Jahren serienreif entwickelt und bietet diesen für Stromgeneratoren und Bahnanwendungen an. Grundsätzlich eignet sich dieser Motor ebenfalls als Industrie-Motor – z. B. für Baumaschinen mit einer Leistung von bis zu 220 kW.

Ob Wasserstoff der geeignete Kraftstoff ist, oder stattdessen ein flüssiger, alternativer Kraftstoff, hängt von vielen Faktoren ab. Entscheidend ist die Wirtschaft-

lichkeit für den Anwender. Bei der Wahl des „richtigen“ Kraftstoffes sind allerdings weitere Einflussgrößen zu beachten. Es spielt der Einsatzort eine wesentliche Rolle, also ob im Falle eines elektrischen Antriebssystems die Anbindung an die Ladeinfrastruktur gegeben ist, oder ob der Energielieferant vor Ort bereitgestellt werden muss. Ebenfalls spielen Umgebungsbedingungen, wie z.B. Temperatur und der Betrieb auf sehr großer Höhe eine Rolle.

Der Wasserstoff-Verbrennungsmotor

Der Serien-Wasserstoff Verbrennungsmotor mit der Bezeichnung DEUTZ TCG 7.8 H₂ erreicht mit einem Hubraum von 7.8L als Industrievariante eine Leistung von bis zu 220 kW bei der Drehzahl von 2.200 1/min. Als Serienmotor wird der Motor mit einer konstanten Drehzahl von 1.500 bzw. 1.800 1/min angeboten und ermöglicht damit den Antrieb von Stromaggregaten mit einer Dauerleistung (CoP) von bis zu 130 (50 Hz) bzw. 150 kVA (60 Hz).

Der DEUTZ TCG 7.8 H₂ wurde aus dem hubraumgleichen Dieselmotor entwickelt. Hierbei konnten 75% der bestehenden Teile beibehalten werden. Neu entwickelte Komponenten sind erforderlich, um den Motor für Wasserstoff zu befähigen und einen sicheren, leistungsstarken Antrieb zu realisieren. Der Motor wurde mit einem neuen Aufladungssystem, einem neuen Versorgungssystem zur Eindosierung des Wasserstoffs, einer neu entwickelten Motorregelung mit vielen Wasserstoff-spezifischen Funktionen und einem geeigneten Abgasnachbehandlungssystem entwickelt, so dass der Motor die Abgasemissionsgesetzgebung EU Stufe V erfüllt. All das wurde mit gewohnter sehr hoher DEUTZ Qualität umgesetzt.

Wasserstoff ist ein sehr leichtes Gas, dass sich bei Zuführung einer sehr geringen Zündenergie und mit großer Luftbeimischung entzünden kann. Mit diesem Wissen wurde von DEUTZ ein ausgeklügeltes Sicherheitskonzept für den Motor, sowie für den Einbau und dem Betrieb in einem Fahrzeug entwickelt, umfangreich getestet und erprobt. So können dessen vorteilhaften Eigenschaften bei einem sicheren Fahrzeugbetrieb genutzt werden.

Allerdings gibt es Herausforderungen bei dem Einsatz von Wasserstoff: die volumetrische Energiedichte. Trotz hoher Speicherdrücke von bis zu 700 bar und modernster Speichertechnik wird ein größeres Einbauvolumen

Abbildung 1: Anwendungen mit dem Wasserstoffmotor TCG 7.8 H₂ [1]

benötigt als bei flüssigen Kraftstoffen. Somit ist es erforderlich, jeweils die Kundenanforderungen in Hinblick auf realisierbare Speicherkapazität als auch erforderliche Reichweite je nach Anwendung und Fahrzeug zu bewerten.

Aktuell wird der Großteil der mobilen Arbeitsmaschinen mit Dieselmotoren betrieben. Der Wechsel auf Wasserstoff oder andere alternative Kraftstoffe erfordert eine Prüfung der Einsatz- Bedingungen. Die Verwendung eines Wasserstoffmotors ermöglicht ebenfalls die Nutzung bestehender, auf Verbrennungsmotoren abgestimmte Servicenetze.


Randbedingungen eines wirtschaftlichen Einsatzes

Arbeitsmaschinen müssen jederzeit einsatzbereit sein und wirtschaftlich betrieben werden. Die Einsatzbereitschaft betrifft ebenfalls die bedarfsgerechte Versorgung mit Energie (Strom, Kraftstoff), welche eine ausreichende Infrastruktur voraussetzt.

Die Eignung des Verbrennungsmotors und Erfahrungen im täglichen Einsatz konnte DEUTZ durch den Aufbau und Betrieb mehrerer Anwendungen aufzeigen (Abbildung 1). Aktuell hat DEUTZ Applikationen bei Bahnfahrzeugen, bei Stromerzeugeraggregaten, sowie exemplarisch bei einem Verteiler Lkw und einem Hydraulikbagger mit Partnern realisiert. Ergänzend hat DEUTZ die H₂-Betankung von Baumaschinen bewertet, welche eine Herausforderung darstellt. Konzepte gibt es bereits, für einen wirtschaftliche Umsetzung fehlt aktuell noch die Kundennachfrage, die vor allem aufgrund der fehlenden Wasserstoffinfrastruktur gering ist.


Mit der erwarteten steigenden Produktion von „grünem“ Wasserstoff, dem Ausbau der Versorgungsinfrastruktur und damit der Verringerung erforderlicher, teurer Transportwege wird sich in den nächsten Jahren einiges tun. Gerade für den Einsatz bei mobilen Arbeitsmaschinen bietet DEUTZ mit dem Wasserstoffverbrennungsmotor einen bestens geeigneten „Verbraucher“ als Antriebssystem an, welcher einen wichtigen Bestandteil zur Wirtschaftlichkeit der H₂-Infrastruktur beitragen kann und damit ebenfalls einen wichtigen Beitrag für unser Klima ermöglicht. ■

[1] G. Töpfer, J. Müller, Off-Highway Machinery Meets Hydrogen: A New Era of Power, 6th Design & Development of Zero-Emission Off-Highway Machinery Europe: Berlin | 22nd May 2025



Ansprechpartner:
Dr. Georg Töpfer
DEUTZ AG

georg.toepfer@deutz.com



Autoren: Bert van Hasselt, Dr. Timo Ortjohann, Dr. Heiner Bülte, Alexander Haas, Dr. Georg Töpfer, alle DEUTZ AG, Köln

DEUTZ AG

Technologische Basis

- Systemanbieter für innovative, nachhaltige Mobilitäts- und Energielösungen
- Antriebsportfolio für Off-Highway-Anwendungen (dieselbetriebenen bis hin zu vollelektrischen Lösungen)

Innovation

- Wasserstoffverbrennungsmotor
- Elektrische Antriebssysteme

Primäre Anwendungsfelder

- Mobile Arbeitsmaschinen
- Energieerzeugung
- Defense Bereich

Vorteile

- Lösungsanbieter für eine Vielzahl von Antriebs- und Generatorentechnologien über den gesamten Produktlebenszyklus

www.deutz.com

H2Lorica – Weniger Gewicht, mehr Wasserstoff

Im Projekt H2Lorica entwickeln Ingenieure aus NRW einen neuartigen Wasserstoffdrucktankkonzept, der sicherer, langlebiger und zugleich deutlich kosten-günstiger herstellbar sein soll – ein Schlüsselbaustein für Busse, Lkw und Schiffe von morgen.

Wasserstoff gilt als Hoffnungsträger der Energiewende – doch ohne geeignete Speichertechnik bleibt das Gas für mobile Anwendungen schwer nutzbar. Während Brennstoffzellen und Antriebe viel Aufmerksamkeit erhalten, kommt Wasserstoffdrucktanks eine untergeordnete Bedeutung zu, obwohl sie als mechanisch hochbelastete Baugruppe im Antriebsstrang über Sicherheit, Reichweite und Wirtschaftlichkeit mitentscheiden. Genau hier setzt das Projekt H2Lorica an, das von Akteuren in Nordrhein-Westfalen getragen wird. Ziel ist die Entwicklung eines innovativen Leichtbau-druckbehälters für Wasserstofftanksysteme, der das technische Potenzial moderner Faserverbundstrukturen ausnutzt und gleichzeitig serientauglich wird.

Im Mittelpunkt steht die ganzheitliche Betrachtung eines Typ-IV-Tanksystems: Also einem Behälter mit einer faserverbundverstärkten (FVK) Kunststoffblase. Ein besonderer Fokus liegt auf der Schnittstelle zwischen Behälter und Ventil, dem sogenannten Boss, der maßgeblich für die Dichtheit und damit die Sicherheit des Systems verantwortlich ist. Der Boss soll so kompakt wie möglich ausfallen, um das Speichervolumen zu maximieren sowie Gewicht und Kosten zu reduzieren, und dennoch robust genug sein, um Druckwechsel von über 700 bar in der gesamten Lebensdauer zuverlässig zu verkraften.

Technologisch geht H2Lorica dabei neue Wege in der Herstellung der Druckbehälter. Statt des klassischen Nasswickelns erproben die Ingenieure ein multifilament Wickelverfahren mit sogenannten TowPregs, also faserverstärkten Bändern, die bereits mit einer exakt dosierten Harzmenge imprägniert sind. Erste Abschätzungen zeigen, dass sich im Vergleich zum Nasswickeln mindestens rund zehn Prozent Kohlefaser einsparen lassen: Ein wichtiger Hebel, da Fasern zu den teuersten Komponenten eines Druckbehälters gehören. Gleichzeitig sinkt der Reinigungsaufwand in der

Produktion, es entsteht weniger Abfall, und die Fertigung arbeitet nahezu ohne lösemittelhaltige Dämpfe.

Auch die Qualitätsschwankungen im Materialverbund lassen sich mit dem neuen Ansatz reduzieren. Der Harzgehalt kann im TowPreg-Prozess deutlich enger geführt werden, was die Streuung der mechanischen Eigenschaften des Verbundwerkstoffs verringert. Zudem erlaubt die multifilament Wickeltechnologie eine sehr gezielte Ablage der Fasern: Die individuellen Lagen können so kombiniert werden, dass die Struktur genau dort verstärkt wird, wo im Betrieb die höchsten Spannungen auftreten. Das Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen (ITA) und die Rheinmetall Invent GmbH arbeiten zusammen im Projekt daran, diesen Prozess aus dem Labormaßstab in Richtung industriell relevanter Durchmesser, Wickelgeschwindigkeiten und TowPreg-Anzahlen zu skalieren.

Parallel dazu nimmt die Ventiltechnik eine zentrale Rolle ein. Bislang wird üblicherweise jeder Tank mit einem eigenen Ventil versehen und separat angesteuert. Im Projekt werden Konzepte diskutiert, wie sich Ventulfunktionen stärker bündeln und in den Boss integrieren lassen, um Dichtstellen zu reduzieren und die Komplexität des Systems zu senken. Darüber hinaus eröffnet die Integration von Sensorik und Druckmesstechnik direkt im Ventil neue Möglichkeiten für Zustandserfassung, Crashesicherheit und digitale Dienste rund um Wartung und Service. Denkbar ist etwa, dass ein Flottenbetreiber den „Gesundheitszustand“ seines Tanksystems jederzeit im Blick behält und Wartungsintervalle zustandsabhängig planen kann.

Neben der technischen Entwicklung spielt die wirtschaftliche Skalierbarkeit eine ebenso wichtige Rolle. H2Lorica verfolgt konsequent den Ansatz „Design to Cost“ und entwickelt parallel zur Technologie Konzepte für eine großserientaugliche Fertigung. Dazu zählen auto-



Abbildung 1: Multifilament-gewickelte Leichtbau Wasserstoffdrucktank: Vorimprägnierte Faser-Bänder werden präzise Lage für Lage auf einer Kunststoffblase abgelegt und bilden eine hochfeste, faserverstärkte Struktur für sichere und effiziente H₂-Speicherung von über 700 bar. (© ITA)



Abbildung 2: Multiple-Element Gas Container (MEGC) werden aus einer Vielzahl von Druckbehältern zu einem kompakten Modul gebündelt und ermöglichen so hohe Speicherkapazitäten bei geringem Gewicht – ideal für den Transport großer Mengen Wasserstoff. (© Pierburg GmbH)

matisierte Wickelprozesse, modulare Ventilbaugruppen und effiziente Prüfkonzepte, die auch bei hohen Stückzahlen verlässliche Qualitätsaussagen ermöglichen.

Die möglichen Anwendungsfelder des entstehenden Tanksystems reichen weit über den PKW-Bereich hinaus. Besonders im Fokus stehen Busse und Lastkraftwagen, bei denen Wasserstoff durch hohe Reichweiten und kurze Betankungszeiten punkten kann. Auch Betreiber von Binnenschiffen, Kreuzfahrtschiffen und Luxusyachten zählen zu den Zielgruppen. Hinzu kommen portable Systeme etwa für Gastransport, bei denen robuste, leichte und zugleich sichere Tanks gefragt sind.

Für NRW als Industriestandort bietet H2Lorica im Rahmen der Forschungsinitiative progress.nrw damit gleich mehrere Chancen. Zum einen entsteht entlang der Wertschöpfungskette, von der Faser über die Wickeltechnik bis hin zu Ventil, Brandschutz und Systemintegration, ein Ökosystem, das Know-how und Arbeitsplätze in der Region sichert. Zum anderen zeigt das Projekt exemplarisch, wie klassische Stärken des Landes im Maschinenbau, in der Textiltechnik und in der Fahrzeugindustrie in die Wasserstoffwirtschaft überführt werden können. Zukünftige Forschungsschwerpunkte am ITA liegen in der multiskalen Schadenssimulation und der inline Prozessdatenerfassung. Beide Themenkomplexe tragen dazu bei, die Schwankungen in der Fertigung zu erkennen und mögliche Folgen für die Belastbarkeit der Drucktanks abzuschätzen und somit die Sicherheit des Systems stets garantieren zu können.

Nicht zuletzt liefert H2Lorica ein anschauliches Beispiel dafür, dass Wasserstofftechnologie mehr ist als Brennstoffzelle und Tankstelle. Der Druckbehälter als „unsichtbare“ Komponente entscheidet maßgeblich mit darüber, ob Wasserstoffanwendungen im Alltag zuverlässig, sicher und bezahlbar funktionieren. Wer künftig in NRW mit einem Wasserstoffbus zur Arbeit fährt oder auf einem Binnenfrachtschiff Waren transportieren lässt, könnte damit indirekt von den heute entwickelten Leichtbaudruckbehältern profitieren. So wird

aus einem Forschungsprojekt ein konkreter Baustein auf dem Weg zu einer klimafreundlicheren Mobilität. ■



Ansprechpartner:

Vinzent Grün
Institut für Textil-
technik der RWTH
Aachen University

[vinzent.gruen@
ita.rwth-aachen.de](mailto:vinzent.gruen@ita.rwth-aachen.de)



**Institut für Textiltechnik der
RWTH Aachen University**

Technologische Basis

- TowPreg-Verarbeitung
- Multifilament Wickeln

Innovation

- Neue Maschinenteknologie
- Neues Boss-Konzept
- Prozessüberwachung

Primäre Anwendungsfelder

- Typ IV Wasserstoffdrucktanks
- Elektromotor-Bandagen
- FVK-Schwungräder

Vorteile

- Steigerung der Prozessgeschwindigkeit
- Erhöhung der Produktqualität

www.ita.rwth-aachen.de



Starke Partnerschaften für die Wasserstoffwirtschaft in NRW

Swagelok Düsseldorf begleitet Unternehmen in Nordrhein-Westfalen bei der Entwicklung und dem Aufbau sicherer Wasserstoffsysteme – mit technischem Know-how, individuellen Anlagenlösungen und einem starken Netzwerk aus Industrie und Forschung.

Wasserstoff gilt als eine Schlüsseltechnologie für die Energiewende und den industriellen Strukturwandel in Nordrhein-Westfalen. Als klimafreundlicher Energieträger eröffnet er Perspektiven für neue Wertschöpfungspotentiale, Innovation und Beschäftigungseffekte – von der Produktion über die Speicherung bis hin zur Anwendung in Industrie und Mobilität. Gleichzeitig stellt Wasserstoff hohe Anforderungen an Technik, Materialien und Sicherheit. Um diese Herausforderungen zu meistern, braucht es nicht nur leistungsfähige Komponenten, sondern auch partnerschaftliche Zusammenarbeit und den Austausch von Expertise.

Swagelok Düsseldorf unterstützt Unternehmen, Start-ups und Forschungseinrichtungen in NRW als regionaler Partner für Fluidsystemtechnik. Das Unternehmen verbindet jahrzehntelange Erfahrung im Umgang mit anspruchsvollen Medien mit Engineering-Kompetenz und praxisnaher Beratung. Ziel ist es, Wasserstoffprojekte von Beginn an zuverlässig zu begleiten – von der Konzeptphase bis zur Umsetzung betriebsbereiter Systeme.

Gleichzeitig profitiert der Standort von der Einbindung in das weltweite Swagelok-Netzwerk. Als Teil der globalen Swagelok-Organisation greift das Team auf die Erfahrung

und das Fachwissen einer internationalen Community zurück. Der Austausch zu Best Practices und technischen Entwicklungen stärkt insbesondere Projekte im Bereich Clean Energy und Wasserstoff.

Ein wichtiger Baustein dafür ist die klare interne Ausrichtung auf Zukunftstechnologien: Swagelok Düsseldorf hat ein eigenes Clean-Energy-Team aufgebaut, das sich ausschließlich auf Anwendungen rund um Carbon Capture and Storage konzentriert. Dieses spezialisierte Team bündelt technisches Know-how, Projekterfahrung und Branchenverständnis und steht Partnern als fester Ansprechpartner zur Seite.

Der Schwerpunkt liegt auf dem individuellen Anlagen- und Systembau. Dabei werden hochwertige Produkte zu maßgeschneiderten Lösungen veredelt – etwa für Elektrolyseure, Prüfstände, Verteil- oder Speichersysteme. Gerade in Wasserstoffanwendungen sind Aspekte wie Dichtigkeit, Materialbeständigkeit und Prozesssicherheit entscheidend, um einen langfristig zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.

Hier zeigt sich die besondere technologische Relevanz der eingesetzten Verbindungstechnik: Swagelok-Rohr-



verschraubungen sind bestens für die Anforderungen der Wasserstoffwirtschaft geeignet. Der spezielle Edelstahl 316 bietet eine hohe Beständigkeit gegen Korrosion und Wasserstoffversprödung.

Auch die Konstruktion der Verschraubungen selbst trägt zur Sicherheit bei. Die Rohrverschraubungen verfügen über einen Klemmringaufbau mit zwei Kontaktzonen am Rohr für eine zuverlässige Dichtheit. Diese doppelte Halte- und Dichtungskraft stellt sicher, dass Wasserstoff selbst unter hohem Druck, bei Temperaturschwankungen oder Vibrationen zuverlässig eingeschlossen bleibt. Die FK-Serie ist speziell auf Wasserstoffanwendungen zugeschnitten und für Druckstufen von bis zu 1.050 bar ausgelegt – für Einsatzbereiche wie Betankungsinfrastruktur oder Hochdruckspeicher. Gleichzeitig ermöglicht das Design eine effiziente Montage mit geringerem Zeitaufwand – ein Plus gerade bei komplexen Anlagenprojekten.

Darüber hinaus versteht sich Swagelok Düsseldorf als aktiver Teil der Wasserstoff-Community in NRW. Durch Austauschformate, Schulungen und Kooperationen wird Wissen geteilt und ein Netzwerk aufgebaut, das Unternehmen bei der Transformation unterstützt. Anwendungsbeispiele und praxisnahe Lösungen stehen dabei im Mittelpunkt – denn Wasserstofftechnologie entfaltet ihren Nutzen vor allem dort, wo sie konkret in industriellen Prozessen eingesetzt werden kann.



Ansprechpartner:
Dennis Heimbürger
Swagelok Düsseldorf

dennis.heimbuerger@swagelok-duesseldorf.de



So entstehen Verbindungen, die mehr leisten als reine Funktion: Sie schaffen Sicherheit, Effizienz und Vertrauen – und leisten damit einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Wasserstoffwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. ■

Swagelok Düsseldorf

Technologische Basis

- Individuelle Anlagen- und Systemlösungen für Clean Energy
- Fluidsystemtechnik für anspruchsvolle Wasserstoffanwendungen
- Engineering, Beratung und Service aus Neuss für NRW

Innovation

- Eigenes Clean-Energy-Team als Kompetenzzentrum
- Zugriff auf weltweites Swagelok-Wissensnetzwerk
- Wissenstransfer durch Schulungen
- Unterstützung beim Aufbau sicherer H₂-Infrastrukturen

Primäre Anwendungsfelder

- Wasserstoffproduktion (Elektrolyse)
- Speicherung, Verteilung und Prüfstände
- Industrielle Anwendungen und individuelle Anlagenkonzepte

Vorteile

- Sicherheit im Betrieb und hohe Dichtigkeit
- Maßgeschneiderte Lösungen statt Standardansätze
- Partnerschaftliche Begleitung entlang des gesamten Projekts

www.swagelok-duesseldorf.de

Neuss/Düsseldorf: H₂-Anbindung wird konkreter

Gemeinsam Wasserstoff in die Region bringen: Thyssengas treibt mit der Netzgesellschaft Düsseldorf, den Stadtwerken Neuss und Speira die Anbindung von Neuss/Düsseldorf an das H₂-Kernnetz voran. Eine Trassierungsstudie zeigt erste mögliche Korridore.

Damit Wasserstoff (H₂) in der Region ankommt, braucht es mehr als die großen „Autobahnen“ des Wasserstoff-Kernnetzes. Entscheidend sind die regionalen Anbindungen – die „Ab- und Ausfahrten“, über die Industrie, Mittelstand und Energieversorger vor Ort tatsächlich Zugang zu Wasserstoff erhalten.

Genau daran arbeitet Thyssengas im Raum Neuss/Düsseldorf: Der Dortmunder Fernleitungsnetzbetreiber prüft gemeinsam mit der Netzgesellschaft Düsseldorf, den Stadtwerken Neuss und dem Industrieunternehmen Speira eine Netzerweiterung mit Anbindung an das H₂-Kernnetz. Ziel ist es, eine verlässliche Versorgungsperspektive für künftige Wasserstoffabnehmer zu schaffen – und damit die Voraussetzungen für Dekarbonisierung vor Ort zu gestalten.

Das Besondere an dem Vorhaben ist der Clusteransatz: Mehrere Akteure, koordiniert von Thyssengas, haben sich frühzeitig zusammengeschlossen, um die Wasserstoffversorgung der Region gemeinsam vorzubereiten. Auch wenn die regulatorischen und finanziellen Rahmenbedingungen für solche Netzerweiterungen des H₂-Kernnetzes noch nicht abschließend geklärt sind, treiben die Partner die Grundlagen für die Anbindung voran.

Vom Kernnetz in die Fläche: So entsteht die Anbindung

Die technische Umsetzung folgt einem pragmatischen Prinzip: Bestehende Transportinfrastruktur wird genutzt und nur dort ergänzt, wo es für eine durchgängige Wasserstoffversorgung erforderlich ist.

Ausgangspunkt ist eine Thyssengas-Leitung (Leitung I), die Teil des bundesweiten H₂-Kernnetzes ist und bis Ende 2030 auf den Transport von Wasserstoff umgestellt wird. Daran soll ein Teilstück einer weiteren bestehenden Leitung (Leitung II) als regionaler Zubringer anschließen. Der zentrale Baustein ist der Lückenschluss:

Ein Neubauabschnitt (Leitung III) in D300 und einer Länge von etwa 12 km soll Leitung II mit einem weiteren bestehenden Leitungsabschnitt (Leitung IV) verbinden, der perspektivisch ebenfalls für den Transport von Wasserstoff vorgesehen ist. Erst durch diese Verbindung entsteht ein durchgängiger Transportweg vom Kernnetz in die Region.

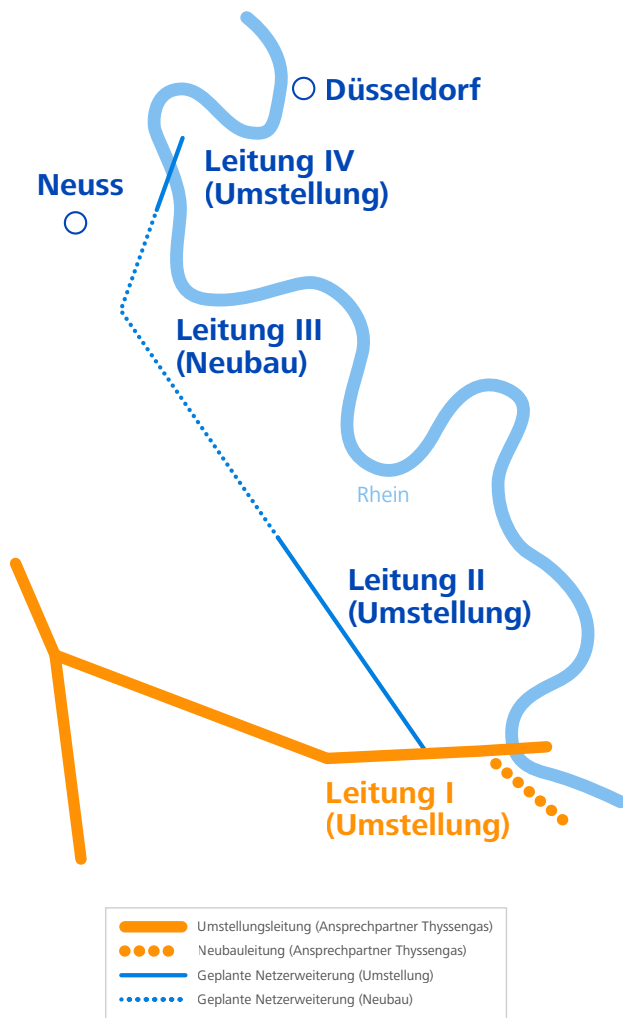
So wächst aus einzelnen Leitungsabschnitten ein zusammenhängender Leitungsverbund. Schritt für Schritt rücken Neuss und Düsseldorf näher an die Wasserstoffversorgung heran – effizient geplant, vorausschauend entwickelt und offen für die nächsten Ausbaustufen.

Trassierungsstudie: Leitungsverlauf ist grundsätzlich möglich

Damit die Anbindung des Raums Neuss/Düsseldorf Realität werden kann, hat Thyssengas die Grundlagen frühzeitig angestoßen: In einer neunmonatigen Trassierungsstudie ließ das Unternehmen prüfen, ob und wo der Neubauabschnitt zwischen den potenziellen Umstellungsleitungen II und IV grundsätzlich realisierbar ist.

Grundlage der Analyse waren mehr als 30 Datengruppen – vom Landesentwicklungsplan NRW über Schutzgebiete (z. B. Flora-Fauna-Habitat- und Trinkwasserschutzgebiete) bis hin zu bestehender und geplanter Infrastruktur. Betrachtet wurde ein Gebiet von über 35 km², das entspricht rund 4.900 Fußballfeldern.

Auf dieser Basis hat ein Dienstleister in enger Abstimmung mit den Genehmigungsstellen von Thyssengas und mit Unterstützung der Stadtwerke Neuss potenzielle Trassenkorridore identifiziert und bewertet. Das Ergebnis schafft Orientierung: Zwei Hauptvarianten zeichnen sich ab – ein westlicher und ein östlicher Korridor. Dazwischen liegen mehrere Verbindungskorridore, die den Lückenschluss zwischen Leitung II



und Leitung IV ermöglichen. Trotz unterschiedlicher Raumwiderstände zeigt die Untersuchung, dass eine Leitungsverlegung grundsätzlich möglich ist.

Damit aus Machbarkeit Umsetzung wird

Mit der abgeschlossenen Trassierungsstudie ist ein Meilenstein erreicht. Doch damit aus „möglich“ auch „umsetzbar“ wird, braucht es Planungssicherheit. Die geplante Netzerweiterung ist nicht Teil des Wasserstoff-Kernnetzes und unterliegt damit einer anderen Regulierung. Während das Kernnetz über das sogenannte Amortisationskonto verfügt, fehlt ein vergleichbarer Mechanismus für Leitungen, die Wasserstoff über das Kernnetz hinaus in die Fläche bringen.

Das Amortisationskonto dient im Kernnetz als Zwischenfinanzierungs- Absicherungsinstrument für die Hochlaufphase: Investitions- und Betriebskosten können teilweise in die Zukunft verlagert werden. Gleichzeitig tragen die ersten Nutzer zu Beginn nicht die vollen Kosten, diese können zu einem späteren Zeitpunkt auf eine größere Anzahl von Nutzern verteilt werden (Intertemporaler Kostenallokationsmechanismus).

Thyssengas setzt sich daher gemeinsam mit den anderen Fernleitungsnetzbetreibern dafür ein, dass auch für regionale Anbindungen ein vergleichbarer regulatorischer Rahmen geschaffen wird. Denn diese Unsicherheit gilt derzeit als eine der zentralen Hürden – nicht

nur im Raum Neuss/Düsseldorf, sondern in vielen Wasserstoff-Clustern deutschlandweit. Eine verlässliche Starthilfe in der Hochlaufphase würde insbesondere Verteilnetzbetreibern und Stadtwerken ermöglichen, H₂-Leitungen zu realisieren und damit auch die Dekarbonisierung kleiner und mittelständischer Unternehmen voranzubringen.

Wie geht es weiter?

Im Mittelpunkt der nächsten Phase stehen drei Schlüsselfragen: Wer trägt die Investitionskosten? Ist eine Finanzierung über Netzentgelte – analog zum Kernnetzentgelt – möglich? Und welche verbindlichen Zusagen müssen interessierte Anschlusskunden wann leisten, damit eine Netzerweiterung als belastbarer Ausbauvorschlag von der Bundesnetzagentur genehmigt werden kann?

Sobald regulatorische Klarheit und belastbare Nachfrage vorliegen, folgt die Auswahl eines Vorzugskorridors und seine Konkretisierung. Daran schließen sich die formalen Genehmigungsverfahren an – von der Raumverträglichkeitsprüfung bis zur Planfeststellung.

Parallel wirbt Thyssengas dafür, alle bestehenden Handlungsspielräume zu nutzen und den Hochlauf gemeinsam mit Unternehmen und Politik in Ländern und Regionen aktiv vorzubereiten. Dabei versteht sich das Unternehmen als verbindender Partner, der Akteure zusammenbringt und Lösungsansätze vorantreibt. Gerade in Clusterregionen wie Nordrhein-Westfalen mit seiner hohen Industriedichte bieten sich dafür gute Voraussetzungen. Entlang der gesamten Wertschöpfungskette lassen sich wirtschaftlich tragfähige Projekte entwickeln, die den Regionen einen spürbaren Mehrwert bieten – auch unter Nutzung der unterschiedlichen Förderinstrumente des Landes NRW. Landesweite Clusterstrukturen wie NMWP.NRW können dabei als verbindende Plattform dienen und den Austausch mit der Landesregierung unterstützen.

So wird aus einem möglichen Korridor ein genehmigungsfähiger Plan und aus einer gemeinsamen Initiative eine konkrete H₂-Versorgungsperspektive der Region Neuss/Düsseldorf. ■



Ansprechpartner:
Mikhail Rozycka
Thyssengas GmbH

mikhail.rozycka@thyssengas.com



Schifffahrt treibt NRW-Wasserstoffstrategie voran

Die Energiewende benötigt nicht nur neue Energieträger. Innovative Schiffe können Häfen, Industrie und Wasserstoffmärkte verbinden und geben der Wasserstraße eine Schlüsselrolle für die klimaneutrale Zukunft Nordrhein-Westfalens.

Die Transformation hin zu einer klimaneutralen Industrie stellt Nordrhein-Westfalen vor tiefgreifende strukturelle Veränderungen. Als energieintensiver Industriestandort mit hoher Wertschöpfungstiefe ist das Land darauf angewiesen, neue Energieträger nicht nur zu erzeugen oder zu importieren, sondern sie sicher, effizient und skalierbar in bestehende industrielle Infrastrukturen zu integrieren. Wasserstoff und seine Derivate – insbesondere Ammoniak – sind dabei zentrale Bausteine. Eine oft unterschätzte Voraussetzung für ihren erfolgreichen Einsatz ist jedoch eine leistungsfähige, technologisch angepasste Logistik.

Vor diesem Hintergrund gewinnen die Wasserstraßen, allen voran der Rhein, strategisch an Bedeutung. Sie verbinden Seehäfen mit den industriellen Zentren des Landes und bieten großes Potenzial, künftige Energie- und Stoffströme zu bündeln. Genau hier setzen die von HGK Shipping entwickelten Schiffskonzepte „Pioneer“ und „Vanguard“ an, die bereits im Jahr 2024 vorgestellt wurden. Sie sind nicht allein als Transportmittel konzipiert, sondern dienen als spezialisierte Systemkomponenten in einer wasserstoffbasierten Energie- und Industriearchitektur.

Mit dem Projekt „Pioneer“ wurde erstmals ein Binnengastankschiff entwickelt, das sowohl druckverflüssigte als auch tiefkalt verflüssigte Gase transportieren kann. Technologischer Kern ist ein für den Verkehrsträger Binnenschifffahrt neuartiges Tank- und Ladesystem, das nicht nur den Transport von Gasen wie Propylen oder Butan ermöglicht, sondern die Option für die Beförderung von kalt verflüssigtem Ammoniak bei Temperaturen von bis zu minus 33 Grad Celsius gewährt. Bislang war Ammoniak in der Binnenschifffahrt überwiegend nur unter Druck transportierbar, was zusätzliche Umschlags- und Erwärmungsprozesse in den Häfen und den Produktionsstätten der Industrie, die das Gas verarbeitet, er-

forderte. Diese energieintensiven und emissionsreichen Zwischenschritte entfallen durch das alternative und neue Binnenschiffstransportkonzept vollständig. Somit werden umweltbelastende Prozesse in Häfen sowie an Industriestandorten weiter reduziert.

Die Abmessungen des Schiffdesigns erlauben die Aufnahme deutlich größerer Volumina als bei bisherigen Gastankern. Ausgelegt für Verkehre zwischen den (Z)ARA-Häfen und dem rheinischen Hinterland, adressiert das Schiff gezielt die logistischen Anforderungen der entlang des Rheins konzentrierten Industrie. Für NRW bedeutet dies: Grüner Ammoniak, der als Wasserstoffderivat importiert wird, kann direkt und in großen Mengen zu Crackern, Chemieparcs und Raffinerien transportiert werden – ohne Engpässe durch fehlende oder noch nicht realisierte Pipeline-Infrastrukturen.

Gleichzeitig ist das Schiff auch Teil der Lösung für ein weiteres zentrales Thema der Dekarbonisierung: den Umgang mit unvermeidbarem Kohlenstoffdioxid. Das Schiff ist ebenfalls für den Transport von verflüssigtem CO₂ (LCO₂) ausgelegt, das im Rahmen von Carbon-Capture-Verfahren in Industrieanlagen abgeschieden wird. Damit unterstützt es Carbon Capture and Storage (CCS)- und Carbon Capture and Utilization (CCU)-Konzepte, bei denen CO₂ entweder dauerhaft gespeichert oder als Rohstoff weiterverwendet wird. Die Wasserstraße übernimmt damit nicht nur eine Versorgungs-, sondern auch eine Entsorgungsfunktion innerhalb einer dekarbonisierteren Industrie.

Ergänzt wird dieses Konzept durch das Projekt „Vanguard“, das den Radius der Wasserstofflogistik noch einmal deutlich erweitert. Als fluss-seegängiges Gastankschiff verbindet das Schiff Binnenwasserstraßen direkt mit europäischen Küstengewässern. Ebenfalls für den Transport von kalt verflüssigtem Ammoniak und LCO₂ optimiert, vorübergehend aber auch für



„Vanguard“: Die Animation zeigt das von HGK Shipping entwickelte fluss-seegängige Gastankschiff „Vanguard“.
© HGK Shipping



„Pioneer“: HGK Shipping treibt die Entwicklung von Europas erstem Gastankschiff für den Transport von kalt verflüssigtem Ammoniak und verflüssigtem Kohlenstoffdioxid in einem wegweisenden Pionierprojekt voran. © HGK Shipping

den Transport der sogenannten LPGs geeignet, kann die „Vanguard“ zusätzlich sowohl auf dem Rhein als auch auf See operieren. Der große Vorteil: Der Umschlag zwischen See- und Binnenschiff sowie eine zeitweilige Lagerung von CO₂ in inländischen Zwischenspeicherterminals oder in denen im Umfeld der ZARA-Häfen entfällt vollständig. So werden sowohl Komplexität und Risiken als auch Zeit- sowie Kostenaufwand erheblich reduziert. Importströme von alternativen Energieträgern aus Regionen wie der Iberischen Halbinsel oder Skandinavien können ohne Unterbrechung bis ins industrielle Herz NRW geführt werden.

Auch technisch setzt die „Vanguard“ Maßstäbe. Ein dieselelektrischer, „Future-Fuel-Ready“-Antrieb, kombiniert mit einem Wind Assisted Propulsion System, eine Art Segel, reduziert den Energieverbrauch und die Emissionen weiter. Erfahrungen aus der Niedrigwasseroptimierung früherer HGK-Shipping-Designs fließen bei beiden Schiffskonzepten ein und erhöhen die Resilienz der Transporte, die ein wichtiger Faktor angesichts zunehmender klimabedingter Extremwetterlagen bleibt.

In der Gesamtschau werden „Pioneer“ und „Vanguard“ zu integralen Bausteinen einer zukünftigen Wasserstoffstrategie für Nordrhein-Westfalen und sind durch ihre Multi-Purpose-Konzeption bereits bis zur Etablierung der notwendigen Rahmenparameter für die neu zu schaffenden Supply Chains einsetzbar. Sie sind strategische Werkzeuge, um das System Wasserstraße als leistungsfähige, klimafreundliche und flexible Alternative zu Straße, Schiene und Pipeline zu positionieren. Für Nordrhein-Westfalen eröffnen sie die Möglichkeit, frühzeitig tragfähige Logistikstrukturen für Wasserstoff, Ammoniak und CO₂ aufzubauen und damit Investitionssicherheit für Industrie und Energieprojekte zu schaffen.

Die partnerschaftliche Umsetzung solcher Konzepte – gemeinsam von Industrie und Handel, Häfen, Politik sowie internationalen Akteuren – kann entscheidend dazu beitragen, die Klimaziele des Landes zu erreichen. Gleichzeitig stärkt sie die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts NRW, sichert industrielle Wertschöpfung und

macht die Region zu einem Vorreiter einer integrierten, wasserstoffbasierten Wirtschaft. Innovative Schiffe werden so zu eher stillen, aber unverzichtbaren Treibern der Energiewende. ■



Ansprechpartner:

Tim Gödde
HGK Shipping

tim.guedde@
hgkgroup.de



HGK Shipping GmbH

Technologische Basis

- Hybride und alternative Antriebstechnologien
- Niedrigwasseroptimierung

Innovation

- Entwicklung emissionsarmer Schiffsneubauten
- Treiber für teil-autonome Binnenschifffahrt
- Aufbau unternehmenseigener KI-Anwendungen

Primäre Anwendungsfelder

- Schub- und Trockengüterschifffahrt
- Gas- und Chemietankschifffahrt

Vorteile

- Nachhaltige Wasserstraßenlogistik
- Große, flexible Flotte für diverse Güterarten
- Effiziente Prozessabläufe
- Höchste Sicherheits- & Qualitätsstandards im Transport

hgkshipping.de

Der letzte Meter zur Netto-Null

Die Grundstoffindustrie ist herausgefordert, sich zu dekarbonisieren und ihre Zukunftsfähigkeit in Deutschland und Europa sicherzustellen. Der größte Hebel der Aluminiumindustrie zur grünen Transformation ist das Recycling. Der letzte Meter zur Netto-Null geht jedoch nur mit Bio- oder synthetischem Methan – oder eben mit Wasserstoff.

Speira investiert seit Jahrzehnten in das Recycling von Aluminium – dem Werkstoff der Energiewende, dem Leichtmetall für moderne Mobilität, dem Allrounder für Verpackungen, Architektur und Maschinenbau, dem Wertstoff, der ohne Qualitätsverluste und mit wesentlich weniger Energieaufwand als in der Primärherstellung wieder- und wiederverwertet werden kann. Die Energiebilanz des Recyclings begründet nicht nur eine ökologische, sondern auch eine ökonomische Logik. Rund auf ein Zwanzigstel schrumpft der Energieaufwand, wenn Aluminium nicht in der Primärroute aus Bauxit, sondern im Kreislauf (zurück-)gewonnen wird.

Wie kommt das: Chinesisches Primäraluminium weist weltweit mit die höchsten Emissionen auf, da die Produktion stark von Kohlestrom abhängt. Typisch sind rund 20 Tonnen CO₂ pro Tonne Aluminium.

Mit rund 60 Prozent Weltmarktanteil fließt diese chinesische Produktion stark in den globalen Durchschnitt ein. Der liegt bei etwa 16 t CO₂ pro Tonne. Europa zählt zu den effizientesten Produktionsregionen, vor allem aufgrund des hohen Anteils erneuerbarer Energien. Der CO₂-Fußabdruck liegt bei 6,7 t CO₂ pro Tonne. Jedoch ist der Bedarf in Europa größer als die Produktion – Import aus anderen Regionen erhöht die durchschnittliche CO₂-Last des in Europa verarbeiteten Aluminiums auf 8,6 t. Wird ausschließlich mit Wasserkraft, Wind- oder Solarstrom produziert, verkleinert das den ökologischen Fußabdruck von Primäraluminium auf rund 4 t CO₂.

In dieser Größenordnung liegt auch die durchschnittliche CO₂-Last der Produkte von Speira. Für die rund 1 Million Tonnen Walzprodukte, die an elf Produktionsstätten

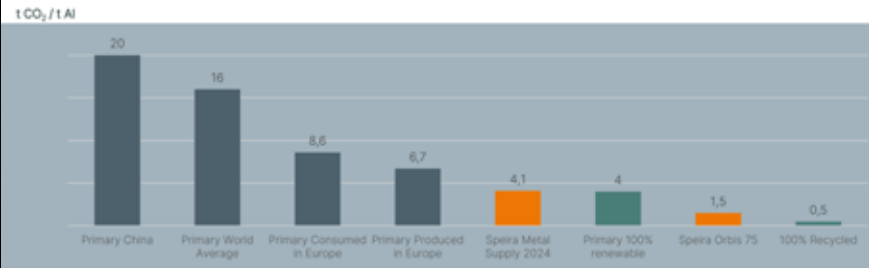
in Deutschland und in Norwegen hergestellt werden, muss das Unternehmen auch auf Primäraluminium zurückgreifen. Dieses stammt nicht mehr aus eigener Herstellung – die Hütte im Rheinwerk in Neuss wurde Ende 2023 heruntergefahren –, sondern wird extern zugekauft und kommt dann eben mit dem Fußabdruck, der sich aus dem Energiemix des Herkunftslands ergibt. Umso mehr strebt Speira danach, für jedes Produkt und für jede Anwendung den höchstmöglichen Recyclinganteil zu realisieren. Denn eine zu 100 Prozent auf Recycling basierende Tonne Aluminium trägt nur noch 0,5 t CO₂.

Das bringt drei Herausforderungen mit sich:

1. Die notwendigen Mengen Aluminiumschrott müssen beschafft werden. Schrott ist inzwischen alles andere als „altes Eisen“, sondern hochbegehrtes Eingangsmaterial, je reiner sortiert, desto besser, um es effizient und ohne Verluste in Kreisläufen zu führen. Hier steht Speira im internationalen Wettbewerb mit anderen Recyclern und setzt sich auf nationaler und europäischer Ebene für den wirksamen Schutz gegen den Abfluss in andere Weltregionen, das sogenannte „scrap leakage“, ein.
2. Es braucht die Recyclingkapazitäten. Speira investiert hier seit Jahrzehnten und kann bereits rund 650.000 Tonnen Aluminium pro Jahr wiederverwerten. Dabei verfügt der Konzern sowohl über Anlagen für reine Schrotte, zum Beispiel die spezialisierte Linie für das Recycling von Getränkedosen im Rheinwerk, als auch über Schmelzöfen für niedrigere Güten, also Schrotte denen Verunreinigungen anhaften oder bei denen das Aluminium in Verbundverpackungen wie einer Kaffeekapsel gebunden ist.



Die CO₂-Last in der Metallversorgung für Speira



3. Im eigenen Forschungs- und Entwicklungszentrum arbeitet Speira daran, Standardlegierungen in Richtung eines maximalen Recyclinganteils zu optimieren. In Partnerschaft mit Kunden und in Forschungsnetzwerken werden die neuen Recyclinglegierungen auf alle denkbaren physikalischen Eigenschaften sowie auf ihre Handhabbarkeit in der Verarbeitung geprüft. Die nach dem neuesten Stand der Technik optimierten Zusammensetzungen bringen oftmals nicht nur den kleineren ökologischen Fußabdruck, sondern nochmal verbesserte Eigenschaften wie Festigkeit oder Flexibilität und damit eine Material- und Gewichtsersparnis für den Verarbeiter und den Nutzer mit sich.

Mit dem Produkt ORBIS 75, einer Legierung mit einem extern zertifizierten Recyclinganteil von mindestens 75 Prozent, erreicht Speira bereits einen CO₂-Fußabdruck von 1,5 t pro Tonne Aluminium. Die 0,5 t CO₂ bei 100-prozentigem Recyclinganteil bleiben das angestrebte Ziel.

Der Recyclingprozess bleibt aber auf Öfen festgelegt, die nach state of the art mit einem Erdgas-Sauerstoff-Gemisch betrieben werden. Neben Carbon Capture and Use bzw. Storage ist der eingesetzte Brennstoff der sprichwörtliche letzte Meter zur vollständigen Dekarbonisierung. Jedes neue Aggregat an einem Speira-Standort wird folglich „H₂-ready“ installiert. Sobald eine Wasserstoffinfrastruktur im industriellen Maßstab ausgerollt und insbesondere für Speiras größten Standort im Rhein-Kreis Neuss verfügbar sein wird, ist der Aluminiumrecycler technisch in der Lage, Wasserstoff zu nutzen. Und so wie industrielle Kunden begrenzten Einfluss auf den Strommix im deutschen Netz haben, so wird Speira sich auch nicht in einer dogmatischen Diskussion über die Wasserstoff-Farbenlehre beteiligen, sondern nehmen, was kommt.

Stattdessen konzentrieren sich die Forscher und Ingenieure auf die Weichen, die bereits jetzt gestellt werden können. Im Rahmen des 2023 gestarteten und mit 24 Millionen Euro geförderten EU- Projekts HyInHeat wurde ein Schmelzofen erfolgreich im Wasserstoffbetrieb getestet. HyInHeat zielt darauf ab, effiziente Wasserstoffverbrennungssysteme zu entwickeln, die nahezu die gesamte Prozesskette der energieintensiven Industrien abdecken.

Bei ersten Tests des umgerüsteten 1,5-Tonnen-Ofens mit verschiedenen Aluminiumschrotten zeigte sich, dass die Qualität des geschmolzenen Metalls unverändert bleibt. Um die Effizienz weiter zu steigern, wird der Wasserstoff nun mit reinem Sauerstoff statt Umgebungsluft verbrannt – ein Verfahren, das als „Oxyfuel“ bezeichnet wird. Denn der Sauerstoff fällt bei der Herstellung von Wasserstoff im Elektrolyseur ohnehin an. Wenn der dann für die Verbrennung genutzt wird, kann nach Berechnungen der Forscher noch einmal Brennstoff eingespart werden. Das macht den Prozess nicht nur umweltfreundlicher, sondern auch wirtschaftlicher. ■



Ansprechpartner:

Volker Backs
Speira GmbH



Speira GmbH

Technologische Basis

- Aluminiumrecycling

Innovation

- Wasserstoffeinsatz als Brennstoff

Primäre Anwendungsfelder

- Schmelzöfen
- im Weiteren auch Glühöfen und Vorwärmstationen

Vorteile

- Ersatz fossilen (Erd-)Gases
- Vollständige Dekarbonisierung des Recyclingprozesses
- Effizienzsteigerung durch „Oxyfuel“-Verfahren

<https://www.speira.com/>

Auf dem Weg zur CO₂-freien Papierproduktion



Essity strebt bis 2050 Klimaneutralität an. Energieeinsparung, Elektrifizierung und der Ausstieg aus fossilen Energien bilden die Basis dieser Roadmap mit Wasserstoff als einem möglichen Baustein. Die Ziele orientieren sich an anerkannten Klimastandards.

Der Name Essity leitet sich von den englischen Begriffen „Essentials“ und „Necessities“ ab und steht für Produkte, die für Hygiene und Gesundheit und damit für das tägliche Wohlbefinden der Menschen unverzichtbar sind. Als weltweit führendes Hygiene- und Gesundheitsunternehmen entwickelt Essity Lösungen, die im Alltag eine zentrale Rolle spielen.

Das Werk in Neuss verbindet diese Unternehmensidee seit 1960 mit industrieller Leistungsfähigkeit und Zukunftsorientierung. Hier werden Taschentücher, Tuchboxen, Toilettenpapier und Haushaltstücher produziert; Erzeugnisse, die aus dem täglichen Leben kaum wegzudenken sind. Zwei Papiermaschinen und zwölf Verarbeitungslinien fertigen jährlich rund 112.000 Tonnen Hygienepapier. Rund 500 Beschäftigte sorgen für einen reibungslosen Produktions- und Logistikablauf.

Gleichzeitig zeigt der Standort, dass industrielle Größe und verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen kein Widerspruch sind. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Reduzierung von CO₂-Emissionen sowie ein nachhaltiges Wasser- und Fasermanagement sind fest in den Prozessen verankert. Interne Recyclingsysteme, eine werkseigene Kläranlage, Wärmerückgewinnung und ein Fernwärmenetz tragen dazu bei, den

Einsatz fossiler Energien deutlich zu reduzieren. Der eingesetzte Zellstoff stammt ausschließlich aus nachhaltigen Quellen.

Ein wesentlicher Treiber der Weiterentwicklung ist das Essity Technologieteam, das sich gezielt mit innovativen Technologien befasst. Neue Lösungen werden systematisch bewertet und ihre Integration in bestehende Prozesse gründlich geprüft, stets mit Blick auf technische Machbarkeit, Effizienz und Nachhaltigkeit.

Eine leistungsfähige Logistik über Bahn, Schiff und Lkw sowie zahlreiche Zertifizierungen sichern Qualität, Sicherheit und Transparenz. Auch mehr als 60 Jahre nach seiner Gründung steht das Werk Neuss damit für die kontinuierliche Weiterentwicklung industrieller Produktion.

Am Standort Neuss wird das aus dem Netz bezogene Erdgas vollständig für die Trocknung des Papiers eingesetzt. Sowohl in gasbefeuerten Heißluftbrennern als auch in Dampfkesseln. Doch wie genau wird an einer Papiermaschine eigentlich das Papier getrocknet?

Im Zentrum dieses Prozesses steht der sogenannte Yankee Zylinder, ein mehrere Meter großer, innen

dampfbeheizter Zylinder, auf dessen Oberfläche die Papierbahn aufgeführt wird. Der im Inneren des Zylinders geführte Dampf erhitzt die Zylinderoberfläche und überträgt die Wärme indirekt auf das Papier, wodurch das enthaltene Wasser verdampft. Direkt über dem Yankee Zylinder befinden sich Hochtemperaturhauben, die heiße Luft mit Temperaturen von bis zu 480°C und hoher Geschwindigkeit auf die Oberfläche der Papierbahn blasen. Die Kombination aus Kontaktwärme über den beheizten Zylinder und Heißlufttrocknung ermöglicht eine besonders schnelle und zugleich schonende Trocknung. Zum Abschluss wird das Papier mit einer scharfen Kreppl Klinge vom Zylinder abgezogen. Dabei entstehen feine Falten, die Tissueprodukte weich, dehnbar und saugfähig machen. So entsteht innerhalb weniger Sekunden das leichte, charakteristische Papier, das anschließend zu Taschentüchern, Toilettenpapier oder Haushaltstüchern weiterverarbeitet wird.

Dass der Energiebedarf einer Papiermaschine vollständig mit grüner Energie gedeckt werden kann und der Einsatz von Wasserstoff technisch machbar ist, zeigte 2023 ein Pilotprojekt im Essity Schwesterwerk Mainz Kostheim. Dort wurde erstmals in der Papierindustrie eine komplette Papierrolle CO₂-frei hergestellt. Möglich wurde dies durch die Umrüstung der größten Papiermaschine, deren Brenner mit bis zu 100 % grünem Wasserstoff betrieben werden konnten. Das Projekt wurde vom Land Hessen, der Europäischen Union und regionalen Partnern unterstützt.

Das daraus gewonnene Know-how könnte auch am Standort Neuss genutzt werden, um einen wichtigen Beitrag zur CO₂-Roadmap von Nordrhein-Westfalen und zum Wasserstoffhochlauf im Land zu leisten. In diesem Zusammenhang wurde der Wasserstoffbedarf des Werks ermittelt und bei verschiedenen Institutionen des Landes eingereicht. Parallel dazu wurden Prozesse, darunter beispielsweise die Dampfproduktion, identifiziert, bei denen redundante Anlagen eine gewisse Flexibilität bieten. Diese könnten den teilweisen bis vollständigen Einsatz von Wasserstoff ermöglichen, ohne Produktion und Tagesgeschäft des Standorts zu gefährden.

Eine Pipelineversorgung mit Wasserstoff wäre langfristig die ideale Lösung, stellt derzeit jedoch noch eine Zukunftsperspektive dar. Als Übergangslösung bietet sich eine dezentrale Speicherung an. Dabei ist der Einsatz von flüssigem Wasserstoff sowohl aus logistischer als auch aus technischer Sicht vorteilhaft.

Am Standort Neuss ist bereits eine bestehende LNG Infrastruktur vorhanden, die grundsätzlich für eine Nutzung mit Flüssigwasserstoff geprüft und gegebenenfalls umgerüstet werden könnte. Die Anlieferung könnte flexibel per Trailer oder Schiene erfolgen. Aus logistischen und technischen Gründen wäre eine direkte Verstromung des Wasserstoffs jedoch einfacher umzusetzen.

Um Nordrhein-Westfalen als wettbewerbsfähigen und zukunftsorientierten Industriestandort zu erhalten und

im Wasserstoffhochlauf nicht gegenüber anderen Bundesländern ins Hintertreffen zu geraten, gilt es, die Herausforderungen der industriellen Wasserstoffanwendung konsequent anzugehen. Dies erfordert zwar erhebliche Investitionen sowie eine realistische Betrachtung der aktuell noch hohen Kosten für Wasserstoff, Infrastruktur und Anlagenumrüstungen, der Schritt ist jedoch notwendig, um den Hochlauf nachhaltig zu unterstützen und zu beschleunigen.

Als energieintensive Unternehmen sind wir nachweislich überzeugt, dass eine CO₂-freie Papierproduktion technisch möglich ist. Wasserstoff könnte dabei ein zentraler Baustein sein, sofern er grün und zu wettbewerbsfähigen Preisen vorhanden ist.

Um dieses Ziel wirtschaftlich tragfähig umzusetzen, braucht es planbare Rahmenbedingungen, Förderinstrumente und eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure. Nur so können Anlagen effizient umgerüstet, der Wasserstoffbedarf langfristig gedeckt und der Betrieb auch unter Kostenaspekten nachhaltig gestaltet werden. ■



Ansprechpartner:

Cooper Nziemi
Essity Operations
Neuss GmbH

cooper-carnegie.nziemi@essity.com



Essity Operations Neuss GmbH

Technologische Basis

- Wasserstoff als Brennstoff für Prozesswärme
- H₂-fähige Gasbrenner und Hybridfeuerungen
- Wasserstoffspeicherung und -bereitstellung

Innovation

- H₂-basierte Trockenprozesse
- CO₂-freie Hochtemperaturtechnologien

Primäre Anwendungsfelder

- Dampferzeugung und Trocknung
- Interne Energieversorgung / Kraft-Wärme-Kopplung

Vorteile

- Reduktion von CO₂-Emissionen
- Hohe Energieeffizienz & saubere Verbrennung
- Zukunftssichere Energieinfrastruktur

www.essity.com

Qualifizierung ist der Schlüssel zum Wasserstoffhochlauf

„Die zerlegten Elemente des Wassers, nämlich Wasserstoff und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit die Energieversorgung der Erde sichern.“ *Jules Verne, Die geheimnisvolle Insel, 1875*

Schon Jules Verne erkannte vor über 150 Jahren das enorme Potenzial des Wasserstoffs. Heute, in Zeiten von Klimawandel, Ressourcenknappheit und dem Umbau unserer Energiesysteme, ist diese Vision aktueller denn je.

Doch was macht Wasserstoff, das erste chemische Element im frühen Universum und zugleich bis heute der häufigste Stoff im Kosmos, zu einem der vielversprechendsten Energieträger der Zukunft? Ein entscheidender Vorteil liegt in seiner nahezu emissionsfreien Nutzung: Bei der Verbrennung von Wasserstoff entsteht als Nebenprodukt lediglich Wasserdampf. Damit bietet er die Chance, Energie klimafreundlich zu speichern, zu transportieren und einzusetzen – vorausgesetzt, er wird nachhaltig erzeugt.

Von der Idee zur Umsetzung

Die Forschung rund um Wasserstoff ist weit fortgeschritten. Transferstellen an Hochschulen spielen dabei eine zentrale Rolle. Es gibt bereits funktionierende Netzwerke sowie Forscherinnen, Forscher und Unternehmer, die sich intensiv mit dem Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft beschäftigen.

Gerade in Nordrhein-Westfalen zeigt sich dieses Potenzial deutlich: Der 2020 auf Gut Gnadental gegründete Wasserstoff Hub Rhein-Kreis Neuss/Rheinland e.V. ist kompetenter Ansprechpartner für Unternehmen, Wissenschaft und Forschung, Politik und Verwaltung sowie Bürger in Bezug auf Wasserstofftechnologien und Wasserstoffinfrastruktur sowie die Anwendung und Herstellung von Wasserstoff. Der mittlerweile über 150 Mitglieder zählende Verein gestaltet den Strukturwandel und den Erhalt von Beschäftigung sowie der Wertschöpfung der Region im Hinblick auf Umwelt- und Klimaschutz. Mit der Zuteilung von Fördermitteln zeigt sich, wie wichtig NRW die Transfor-

mation nimmt. Wir können uns zu Recht als Vorreiter positionieren. (weitere Infos: <https://www.h2-hub-rheinland.de/>)

Welche Kompetenzen brauchen wir?

Hochschulen, Forschungen und erfolgreiche Ausgründungen sind das eine. Doch was hilft ein Auto, wenn es keiner fahren kann? Anders gefragt: Wer baut die Leitungen, die Wasserstoff transportieren? Wer installiert Elektrolyseure, schließt sie an und sorgt für einen sicheren Betrieb? Wer wartet Anlagen, prüft Systeme und garantiert eine langlebige Nutzung? Dafür braucht es Fachleute – aber keine völlig neuen Berufe. Vielmehr müssen Fachkräfte sich fortbilden und Ausbildungsberufe gezielt erweitert werden.

Das heißt: Anlagenmechaniker, Mechatroniker, Elektroniker, Sicherheitstechniker und weitere Fachberufe benötigen zusätzliche Fortbildungs- oder Spezialisierungsmodule, um Kompetenzen rund um das Thema Wasserstoff, zu erwerben. Wir Unternehmer und unsere Fachkräfte vor Ort wissen am besten, welche Fähigkeiten konkret zukünftig in diesen Bereichen gebraucht werden. Es geht u.a. um Fragen wie: Wie erfolgt die Stromanbindung/Spannung/ Frequenz? Wie hat die Inbetriebnahme zu erfolgen? Welche Kontroll- und Wartungsarbeiten sind auszuführen? Essentiell ist auch das Thema Personen- und Arbeitsschutz, das heißt, notwendig sind u.a. Schulungen zum Umgang mit und zur Lagerung von Gasen.

Schnelligkeit, Praxisnähe und Technologieoffenheit

Die zahlreichen notwendigen Qualifizierungsmaßnahmen sollten – meiner Meinung nach - innerhalb weniger Monate umsetzbar sein. Sie sollten zudem schnell, effizient und praxisnah organisiert werden – ohne Qualitätsverlust, aber auch ohne lähmende Bürokratie.



Jutta Zülow: „Berufsausbildung kann ungeheuer spannend sein, wenn man bereit ist, die Ausbildung mit neuem Wissen zu stärken und mit Schwung das Neue zu gestalten.“ Fotografin: Anne Großmann; Rechte: Zülow AG

Dafür müssen sich Handwerker, Unternehmer, Fachkräfte aus der Praxis und Bildungsakteure gemeinsam an einen Tisch setzen. Unsere Devise: Nicht lange reden, sondern ins Handeln kommen! Wir Unternehmer sollten aktiv überlegen, mit welchen Partnern wir die Weiterbildungsangebote auf die Beine stellen können.

Die Rolle der dualen Ausbildung

Das notwendige Wissen muss systematisch auch in die Ausbildungsinhalte einfließen. Dafür ist eine enge Vernetzung von Unternehmertum, Berufsausbildungsinstituten und Berufsschulen unerlässlich.

Hier liegt eine große Chance: Die duale Ausbildung rückt erneut in den Fokus als tragende Säule unserer Wertschöpfungsketten. Sie zeigt jungen Menschen, wie spannend und zukunftsrelevant Fachberufe sein können – Handwerk hat goldenen Boden und bietet den jungen Leuten Zukunftsperspektiven und berufliche Sicherheit.

Doch für den Strukturwandel braucht es nicht nur motivierte Auszubildende, sondern auch qualifizierte Fachlehrerinnen und Fachlehrer. Deren Kompetenzerweiterung ist zwingend notwendig. Denn was nützt es, wenn die Grundlagenforschung ein fertiges Produkt hervorbringt, aber das Wissen darüber nicht in der Breite vermittelt wird? Erst wenn auch diese offenen Punkte gelöst worden sind, ist Wasserstoff für die Energiewende praktisch nutzbar.

Fazit: Anpacken - Loslegen

Wenn wir unseren Wirtschafts- und Wissensstandort weiterentwickeln wollen, müssen wir auf das Können der Menschen setzen, auf Fachkräfte, die mit ihren Händen und ihrem Wissen umsetzen, was Forschung und Innovation hervorbringen. NRW, unsere Heimat, kann in diesem Bereich Vorreiter sein – nicht nur durch neue Berufsbilder, sondern durch die konsequente Erweiterung bestehender Berufe und die gezielte Kompetenzerweiterung aller Beteiligten.

Der Aufbruch ist möglich. Wir sind Handwerker – also packen wir's an.

Die Zülow AG ist ein Dienstleistungsunternehmen der Elektrobranche und seit seiner Gründung 1971 ein eigenemergeführtes Familienunternehmen am Standort Neuss. Heute sind rund 350 Mitarbeiter im Unternehmen beschäftigt. Weitere Infos unter: www.zuelow.de

Autorin: Jutta Zülow



Ansprechpartner:

Jutta Zülow
Zülow AG

jutta.zuelow@zuelow.de



ZÜLOW AG

Technologische Basis

- Elektrotechnik
- Daten- und Kommunikationstechnik
- Sicherheitstechnik

Primäre Anwendungsfelder

- Installation elektrischer Anschlüsse
- Installation von externen Sensoren

Vorteile

- Standortsicherheit durch Fachkräfte

www.zuelow.de

Wasserstoff ist nicht mehr nur der Energieträger der Zukunft – er ist bereits Realität.

Hydrogen Technology World Expo Hamburg

Vom 20. bis 22. Oktober 2026 wird die Hamburg Messe zum internationalen Hotspot der Wasserstoffwirtschaft: Auf der Hydrogen Technology World Expo treffen sich Anbieter, Anwender und Forschung, um Lösungen für Produktion, Speicherung, Infrastruktur und Anwendung zu diskutieren – praxisnah, innovationsgetrieben und stark vernetzt. Die Messe bietet zudem kostenfreien Zugang zur Expo-Halle.

Wenn sich der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft beschleunigt, braucht es Orte, an denen Technologie, Industriebedarf und konkrete Projekte zusammenfinden. Genau dafür steht die Hydrogen Technology World Expo: Vom 20. bis 22. Oktober 2026 lädt die Veranstaltung in die Hamburg Messe ein und bringt Akteure aus der gesamten Wertschöpfungskette an einen Tisch – von der Erzeugung über Speicherung und Transport bis hin zu Anwendungen in Industrie, Mobilität und Energieversorgung.

Im Mittelpunkt steht eine lösungsorientierte Ausstellung mit Komponenten, Anlagen, Materialien und Engineering-Angeboten für eine kohlenstoffarme Wasserstoffzukunft. Auch 2026 werden wieder über 1.000 Zulieferer und Lösungsanbieter erwartet – eine seltene Dichte an Know-how, um neue Partner zu finden, Lieferketten aufzubauen und Projekte schneller zur Umsetzung zu bringen. Der Zugang zur Expo-Halle ist kostenfrei möglich, sodass sich auch Teams aus Technik, Einkauf und Business Development unkompliziert einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik verschaffen können.

Parallel zur Messe läuft die Hydrogen Technology World Conference als inhaltlicher Motor des Events: Über drei Tage hinweg werden in mehreren parallelen Tracks zentrale Themen diskutiert – von sauberer Wasserstoffproduktion und Elektrolyse-Innovationen über Speicher- und Verteilkonzepte bis hin zu Infrastruktur, System-

integration und Brennstoffzellen-Design. Für 2026 stellt die Veranstaltung ein Programm mit sieben Parallelsessions in Aussicht; dazu kommen Keynotes, Fallstudien und technische Deep Dives. Das Ziel ist klar: weniger Theorie, mehr Anwendungsbezug – und ein Austausch, der die Brücke zwischen Forschung, Regulierung und Skalierung schlägt.

Ein besonderes Plus ist die Co-Location mit der Carbon Capture Technology World Expo. Damit lassen sich Wasserstoff- und CCUS-Innovationen an einem Ort vergleichen – relevant vor allem für Unternehmen, die sich mit CO₂-armen Prozessketten, der Nutzung von Abscheidungstechnologien oder der Rolle von CCUS bei der Bereitstellung von Low-Carbon-Hydrogen befassen. Besucherinnen und Besucher profitieren von der inhaltlichen Verzahnung und können ihre Agenda entsprechend breiter aufstellen.

Auch das Networking ist fest im Konzept verankert: Die Kombination aus belebter Expo-Fläche und dichtem Konferenzprogramm schafft zahlreiche Anknüpfungspunkte – ob in geplanten 1:1-Meetings, bei thematischen Sessions oder im direkten Austausch am Stand. Wer Investitionsvorhaben anbahnen, Pilotkunden gewinnen oder Konsortien für Förderprojekte formen möchte, findet hier ein internationales Umfeld mit kurzen Wegen.

Die Hydrogen Technology World Expo öffnet am



20. Oktober 2026 ihre Tore (Konferenz 09:00–17:30 Uhr, Expo 10:00–18:00 Uhr). Damit lohnt sich eine frühzeitige Planung – insbesondere für Unternehmen, die mit eigenen Produktneuheiten, Systemlösungen oder Referenzprojekten sichtbar sein wollen. Ob als Aussteller, Konferenzteilnehmer oder mit kostenfreiem Expo-Pass: Hamburg wird im Oktober 2026 zum Treffpunkt für alle, die Wasserstofftechnologien vom Labor in den Markt bringen wollen.

Welche Branchen profitieren besonders? Die Themen reichen von stationären Anwendungen in Chemie, Stahl, Glas und Energie über Schwerlastverkehr bis zu maritimen Lösungen – und auch Luft- und Raumfahrtanwendungen werden als Perspektive für Brennstoffzellen und Wasserstoffsysteme diskutiert. Für Entscheidende aus OEMs, Mittelstand und Start-ups ist die Messe damit nicht nur Schaufenster, sondern ein praxisnaher Marktplatz: Anforderungen an Materialien, Test- und Evaluationswerkzeuge sowie Serienfertigung lassen sich direkt mit potenziellen Partnern spiegeln. Über 300 Speaker und mehr als 1.500 Teilnehmende aus verschiedenen Industrien sollen den Dialog zusätzlich befeuern.

Die Registrierung ist online möglich – je nach Bedarf mit Konferenzticket oder kostenfreiem Expo-Zugang. Tipp für Teams: vorab Aussteller shortlisten und Gespräche terminieren – für effiziente Messetage.

Alle Informationen zu den Schwerpunkten und zu den Programm-Highlights sind abrufbar über die Website www.hydrogen-worldexpo.com



Cluster

NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW

Merowingerplatz 1
40225 Düsseldorf
www.nmwp.nrw

Verein

NanoMikroWerkstoffePhotonik e.V.

Merowingerplatz 1
40225 Düsseldorf
verein.nmwp.nrw

**Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen**

Berger Allee 25
40213 Düsseldorf
wirtschaft.nrw.de

Beauftragt durch:

Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Durchgeführt von:

NMWP.
The Innovation Engineers.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung