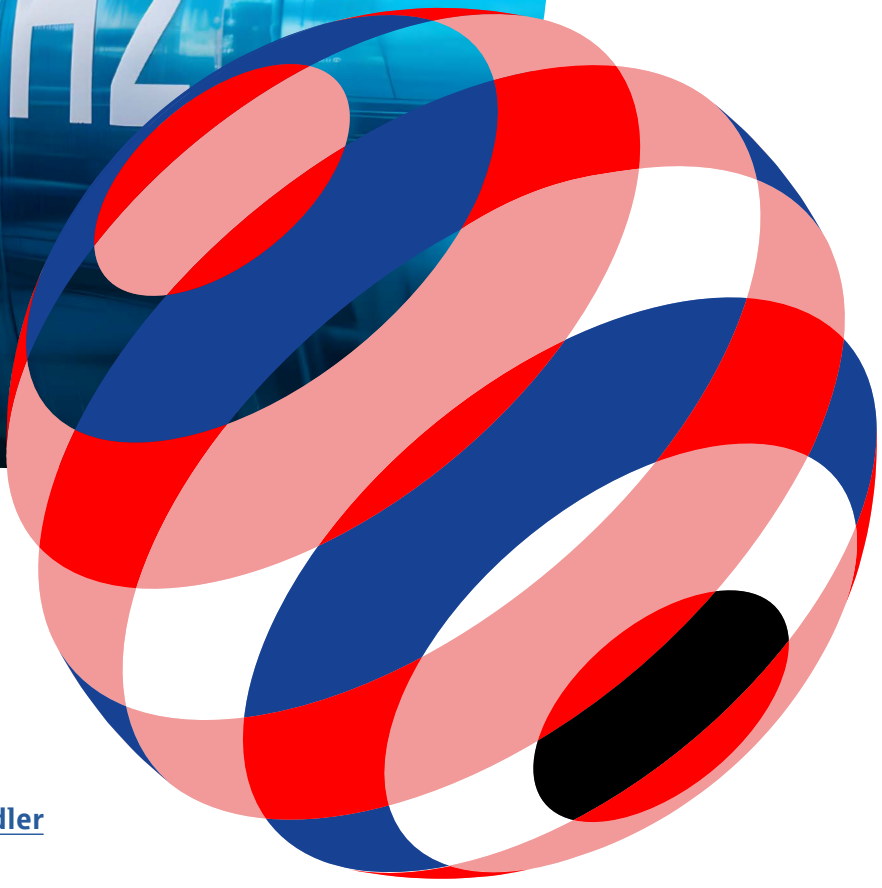
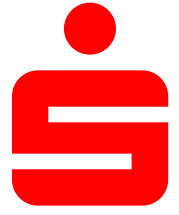


© AdobeStock/JohnGerneriert mit KI



[02 / H₂ im Überblick](#)

[03 / Bedarf der Industrie](#)

[05 / Testgelände für Mittelständler](#)

[07 / Vorreiter der Transformation](#)

Wasserstoff: Schlüssel zu einer klimaneutralen Wirtschaft

Grüner Wasserstoff eröffnet neue Perspektiven für die Wirtschaft. Experten und innovative Unternehmen zeigen Wege auf, wie sich die Transformation erfolgreich gestalten lässt.

IMPRESSUM

Whitepaper:
Wasserstoffwirtschaft

Veröffentlicht: Dezember 2024

Herausgeber:
Deutscher Sparkassen- und Giroverband e.V.
Charlottenstrasse 47
10117 Berlin Deutschland
V.i.S.d.P.: Christian Achilles,
Leiter Kommunikation

Redaktionelle Umsetzung:
Fazit Communication GmbH
Pariser Straße 1, 60486 Frankfurt am Main

Geschäftsführung:
Hannes Ludwig, Jonas Grashey

Redaktion:
Benjamin Kleemann-von Gersum,
Harald Czycholl, Dirk Mewis

Art Direction:
Viktoria Vieweg

Wie grüner Wasserstoff das Energiesystem grundlegend verändert

Grüner Wasserstoff (H_2) gilt als zentraler Baustein auf dem Weg zur Klimaneutralität in Deutschland. Er ermöglicht es, die CO_2 -Emissionen vor allem in Industrie und Verkehr dort deutlich zu verringern, wo Energieeffizienz und die direkte Nutzung von Strom, aus erneuerbaren Energien nicht ausreichen oder nicht möglich sind. Die Nutzung von Wasserstoff kann zudem die Energiesicherheit erhöhen, da H_2 als Speichermedium für erneuerbare Energien vielseitig einsetzbar ist und unabhängig von fossilen Brennstoffen produziert werden kann.

Die wichtigsten Vor- und Nachteile von Wasserstoff im Überblick

+

- **Klimafreundlichkeit:** Grüner Wasserstoff ist ein klimafreundlicher Energieträger, da bei seiner Herstellung kein CO_2 ausgestoßen wird.
- **Energiespeicherung:** H_2 kann als Speicher erneuerbare Energiequellen wie Wind- und Solarstrom puffern und bei Bedarf verfügbar machen.
- **Vielseitigkeit:** Grüner Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar, etwa als Brennstoff in Brennstoffzellenfahrzeugen oder als Rohstoff in der chemischen Industrie.
- **Unabhängigkeit:** Die Herstellung von grünem H_2 aus erneuerbaren Energiequellen kann zu einer höheren Energieunabhängigkeit beitragen.
- **Skalierbarkeit:** Der Ausbau von erneuerbaren Energien kann die Produktion von grünem Wasserstoff schnell skalieren, um eine steigende Nachfrage zu bedienen.

-

- **Kosten:** Die Kosten für die Herstellung von grünem H_2 sind im Vergleich zu anderen Energieträgern aktuell noch hoch.
- **Infrastruktur:** Für die Herstellung, den Transport und die Speicherung ist eine spezielle Infrastruktur notwendig, die noch auf- beziehungsweise ausgebaut werden muss.
- **Abhängigkeit:** Deutschland wird nach aktuellem Stand vorerst rund 70 Prozent seines Bedarfs importieren müssen, da der hier erzeugte Wasserstoff diesen nicht decken kann.
- **Umwandlungsverluste:** Bei der Herstellung von H_2 und der Rückumwandlung der chemischen in elektrische Energie kommt es zu Energieverlusten.

KLEINE FARBENLEHRE DES WASSERSTOFFS

● Grüner Wasserstoff

Grüner Wasserstoff wird ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt. Hergestellt wird er durch Wasserstoffelektrolyse. Dabei wird unter Einsatz von Strom Wasser (H_2O) in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O) gespalten.

● Pinker Wasserstoff

Wie der grüne Wasserstoff wird der pinke Wasserstoff elektrolytisch hergestellt. Der dafür notwendige Strom stammt jedoch aus Kernenergie.

● Blauer Wasserstoff

Blauer Wasserstoff wird wie grauer Wasserstoff in der Regel mit fossilen Energieträgern hergestellt. In diesem Fall wird das anfallende Kohlendioxid allerdings aufgefangen und unterirdisch gespeichert.

● Türkiser Wasserstoff

Dieser Wasserstoff basiert auf der thermischen Spaltung von Methan (Methanpyrolyse), vornehmlich von Erdgas. Dementsprechend ist dieser Wasserstoff nahezu ausschließlich fossilen Ursprunges.

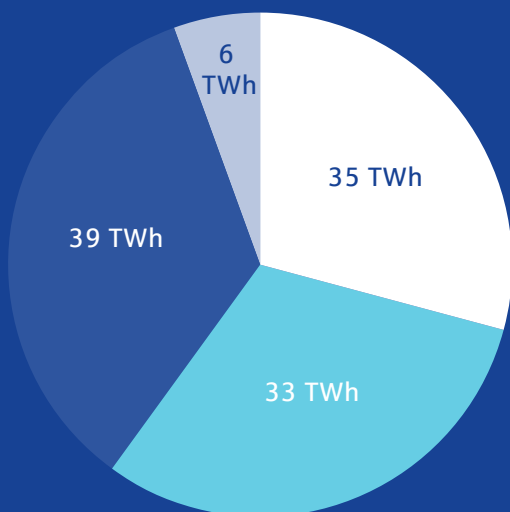
● Grauer Wasserstoff

Dieser Wasserstoff wird aus fossilen Energien hergestellt. Ein Verfahren ist das derzeit in der Industrie eingesetzte „Reforming“. Dabei werden fossile Kohlenwasserstoffe, in der Regel Erdgas, in Wasserstoff umgewandelt.

Warum benötigt die deutsche Wirtschaft in großen Mengen Wasserstoff?

Teile der deutschen Wirtschaft, wie die Chemie- und Stahlindustrie sowie der Schwerlastverkehr, sind auf Wasserstoff als Energieträger angewiesen, um ihre CO₂-Emissionen drastisch zu senken. Denn diese drei Sektoren gelten einerseits als tragende Säulen des ökonomischen Erfolgs. Andererseits sind sie auch für fast ein Drittel der Industrieemissionen verantwortlich.

NACHFRAGE NACH CO₂-FREIEM WASSERSTOFF AUS DER INDUSTRIE 2045



Grundstoffchemie

Roheisen, Stahl

Straßengüterverkehr

Sonstige

Chemieindustrie

Die chemische Industrie ist gegenwärtig der mit Abstand größte H₂-Verbraucher in Deutschland. 1,1 Megatonnen (Mt) wurden laut „Wasserstoff-Kompass“ im Jahr 2021 in deutschen Chemieanlagen genutzt. Das entspricht einem Energiegehalt von 37 Terawattstunden (TWh) und rund zwei Dritteln des aktuell hierzulande eingesetzten Wasserstoffs. Bis zur angestrebten Klimaneutralität 2045 könnte dieser Bedarf auf mehr als das Sechsfache ansteigen. Denn Wasserstoff ist ein zentraler Rohstoff für chemische Prozesse wie die Ammoniak- und Methanolherstellung. Ohne grünen Wasserstoff können diese nicht klimaneutral gestaltet werden.

Schwerlastverkehr

Wasserstoff bietet im Schwerlastverkehr im Vergleich zur Elektrifizierung mehrere Vorteile. Brennstoffzellen ermöglichen eine höhere Reichweite, sodass lange Strecken ohne häufiges Nachladen zurückgelegt werden können. Zudem dauert das Betanken von Wasserstoff nur wenige Minuten, während das Laden großer Batterien erheblich mehr Zeit in Anspruch nimmt. Ein weiterer Vorteil ist das geringere Gewicht von Brennstoffzellen und Wasserstofftanks im Vergleich zu großen Batterien, was eine höhere Nutzlast erlaubt. Diese Eigenschaften machen Wasserstoff besonders geeignet für den Einsatz im Schwerlastverkehr über weite Strecken.

Stahlindustrie

In der Stahlindustrie wird heute noch kein Wasserstoff eingesetzt. Grüner Wasserstoff ist für die Stahlindustrie allerdings unverzichtbar zur Erreichung der Klimaneutralität. Er wird insbesondere benötigt, um Kohle als Reduktionsmittel abzulösen und Erdgas als Energieträger in den Hochtemperaturprozessen in der Weiterverarbeitung und der Sekundärstahlerzeugung zu ersetzen. Für eine klimaneutrale Stahlproduktion braucht es dabei gewaltige Mengen. Bis 2045 sind es laut einer Studie des Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verbandes etwa 2,2 Millionen Tonnen (73 TWh), damit am Stahlstandort Deutschland 40 Millionen Tonnen Stahl klimaneutral produziert werden können.

Wie kann Deutschland seinen Bedarf an grünem Wasserstoff decken?

Allein mit der heimischen Produktion lässt sich der Wasserstoffbedarf hierzulande nicht decken. Die Bundesregierung setzt daher auf internationale Wasserstoffpartnerschaften.

Strom aus Wind- und Solarenergie benötigt

Um Wasserstoff zu erzeugen, wird Wasser in Elektrolyseuren mithilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten. Wichtig dabei ist natürlich, dass dafür Strom aus regenerativen Quellen genutzt wird – denn sonst wäre der Wasserstoff nicht klimaneutral. In Deutschland kommt für die Wasserstoffherstellung vor allem Strom aus Wind- und Solarenergie infrage. Hier kann die Wasserstoffproduktion sogar noch einen Beitrag zur Stabilität der Stromnetze leisten.

Elektrolyse-Kapazität im Aufbau

Bis 2030 will Deutschland zehn Gigawatt Elektrolyse-Kapazität aufbauen, um überschüssigen Wind- und Solarstrom sinnvoll zu nutzen. Der damit erzeugbare Wasserstoff reicht aus, um 30 bis 50 Prozent des deutschen Wasserstoffbedarfs 2030 zu decken. Den Rest muss die Bundesrepublik importieren. „Nachhaltig erzeugter Wasserstoff und seine Derivate werden in bestimmten Teilen des Energiesystems unverzichtbar sein“, sagt Professor Hans-Martin Henning, Institutsleiter am Fraunhofer ISE.

9.700 km

lang soll das deutsche Wasserstoff-Kernnetz bis 2032 werden.

Quelle: tagesschau.de

Importe sind notwendige und sinnvolle Ergänzung

„Nach unseren Berechnungen sind Importe eine notwendige und wirtschaftlich sinnvolle Ergänzung zur lokalen Wasserstoffherzeugung.“ Schon jetzt setzt die Bundesregierung dafür auf internationale Wasserstoffpartnerschaften, beispielsweise mit Australien, Kanada, Norwegen und mehreren afrikanischen Ländern. Diese sollen im Rahmen einer Wasserstoffimportstrategie weiter ausgebaut werden.

Verfügbarkeit über Speicher und ein H₂-Netz

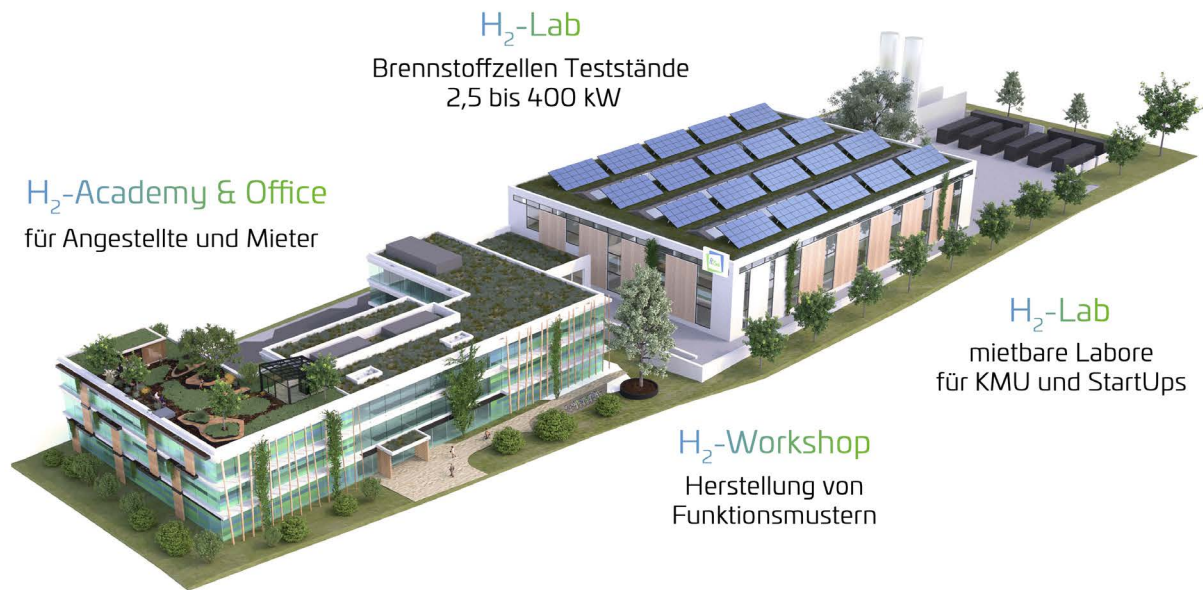
Die Grundidee ist einfach: Überschüssiger Ökostrom wird direkt in Wasserstoff umgewandelt – dieser dient damit als eine Art Energiespeicher. Der Wasserstoff wird dann in ein H₂-Netz eingespeist, das sich gerade im Aufbau befindet, und so für Großverbraucher an anderer Stelle verfügbar gemacht. Der grüne Wasserstoff kann in anderen Sektoren genutzt werden und leistet somit einen Beitrag zur Dekarbonisierung und damit zur Energiewende.

800.000

Arbeitsplätze können durch Wasserstoff allein in Deutschland entstehen.

Quelle: Sparkasse.de

Nationales Wasserstoffzentrum flankiert industrielle Wertschöpfung



Ein nationales Zentrum auf Weltniveau, das innovative Lösungen für die nachhaltige Mobilität von Morgen entwickelt: Im sächsischen Chemnitz soll unter der Koordination des Wasserstofftechnologieclusters HZwo e.V. eine Hightech-Einrichtung entstehen, die europaweit ihresgleichen sucht. Mithilfe des Hydrogen Innovation Centers (HIC) soll eine einzigartige Entwicklungs- und Testumgebung für Wasserstofftechnologien entstehen.

Testgelände für den Mittelstand

Als nationales Wasserstoffzentrum soll das HIC die verschiedenen Bereiche der industriellen Wertschöpfung bündeln. Vor allem Mittelständler und die Zulieferindustrie sollen davon profitieren, indem sie Zugang zu Entwicklungs- und Prüfmöglichkeiten erhalten, die so bisher kaum verfügbar sind. Darüber hinaus sollen Ausbildungslabore und -Werkstätten, ein Startup-Zentrum sowie Labore für Industriekunden, die auf Wasserstoff setzen, künftig dafür sorgen, dass Unternehmen die Möglichkeit erhalten, ihre Innovationen zu zertifizieren, Mitarbeiter zu qualifizieren und neue Standards für den Weltmarkt zu entwickeln. Zudem soll die Einrichtung Start-ups attraktive Ansiedlungsbedingungen bieten.

Wettbewerb um die internationale Führungsrolle

„Es ist eine dringend benötigte Infrastruktur für die Forschung und Entwicklung im Bereich Wasserstofftechno-

Konzeptbild des geplanten HIC Hydrogen Innovation Center
Foto: Tom Hentschel, HZwo e.V.

logien, die auch für die Region Chemnitz einen wichtigen Meilenstein darstellen wird“, erklärt HIC-Geschäftsführer Karl Lötsch. „Wasserstoff ist eine Säule des Energiesystems der Zukunft, und der Wettbewerb um die internationale Führungsrolle bei den benötigten Technologien hat längst begonnen.“ So entwickeln sich weltweit neue Märkte – vor allem wasserstoffbasierte Antriebssysteme erhalten im Zuge der Transformation des Verkehrssektors eine strategische Bedeutung.

Bund und Land finanzieren den Aufbau

Entwickelt wurde das HIC, das in unmittelbarer Nähe zum Campus der Technischen Universität Chemnitz entstehen soll, vom nationalen Wasserstofftechnologiecluster HZwo e.V., welcher die Kompetenzen von europaweit 150 Unternehmen und Forschungseinrichtungen vereint. Neben Betrieben aus dem Bereich Wasserstofftechnologien sollen auch Forschende und Studierende von der neuen Infrastruktur profitieren. Der Bund unterstützt das Vorhaben mit 72,5 Mio. Euro. Der Freistaat Sachsen kofinanziert die Aufbauphase des HIC bis 2029 mit rund 15 Mio. Euro. Die Inbetriebnahme des ersten Bauabschnitts ist bereits für 2026 vorgesehen.

Wie lässt sich der Aufbau der Wasserstoffwirtschaft finanziell stemmen?

Ausgewählte Förderprogramme, die für die Umstellung auf Wasserstoff genutzt werden können:



Klimaschutzverträge

Als innovatives Förderinstrument gelten die im Oktober 2024 erstmals geschlossenen Klimaschutzverträge. Sie richten sich vornehmlich an größere Unternehmen aus Grundstoffindustrien wie Chemie, Glas, Metalle oder Papier. Der Bund übernimmt dabei die Mehrkosten für die CO₂-Reduktion.



KfW-Umweltprogramm

Die KfW fördert Investitionen von Unternehmen im In- und Ausland, die dazu beitragen, die Umweltsituation und den Klimaschutz wesentlich zu verbessern. Dafür vergibt sie Darlehen in Höhe von bis zu 25 Mio. Euro pro Vorhaben.



Industrie- und Klimaschutz

Die „Bundesförderung Industrie- und Klimaschutz“ richtet sich an mittelständische Unternehmen. Durch das Programm werden u. a. Investitionen in neue Maschinen und Anlagen gefördert, mit denen ein Unternehmen seinen CO₂-Ausstoß insgesamt um mindestens 40 Prozent senken kann.



Nachhaltige Mobilität

Der „Investitionskredit Nachhaltige Mobilität“ der KfW unterstützt Unternehmen bei der Finanzierung von Projekten zur klimafreundlichen Mobilität in Deutschland, also in Fahrzeuge ohne direkte CO₂-Abgasemissionen und in emissionsarme Fahrzeuge.

3 FRAGEN AN HOLGER ZERVAS, GESCHÄFTSFÜHRER DER MITTELSTÄNDISCHEN BETEILIGUNGSGESELLSCHAFT SCHLESWIG-HOLSTEIN:



Der Kapitalbedarf für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft ist immens. Wie können Mittelständische Beteiligungsgesellschaften (MBGs) Start-ups und etablierte Unternehmen dabei unterstützen, die Finanzierung zu sicherzustellen?

MBGs beteiligen sich mit Risikokapital an innovativen Unternehmen und Start-ups – auch aus dem Bereich der Wasserstoffwirtschaft – und bieten Finanzierungen in Form von typisch stillen und offenen Beteiligungen an, die wiederum von Bürgschaftsbanken mit sogenannten Garantien verbürgt werden. Beide Beteiligungsformen stellen Risikokapital dar, das die Eigenmittelbasis der Unternehmen verbreitert und die Einwerbung weiterer Finanzierungsmittel erleichtert. Mit diesen Eigenkapitalprodukten sind MBGs ein wichtiger Baustein der Finanzierung solcher Vorhaben, die bei entsprechender Größe von mehreren Partnern gemeinsam dargestellt werden sollten. Dieselbe Wirkung haben MBG-Beteiligungen auch in etablierten Unternehmen, die Transformationsprozesse durchlaufen oder Wasserstoffprojekte durchführen. Wir in Schleswig-Holstein, dem führenden Standort von erneuerbaren Energien, sehen es als eine unserer Kernaufgaben an, Unternehmen bei ihren Transformationsvorhaben zu unterstützen.

Mit welchen Kosten für eine solche Beteiligung müssen die Firmen kalkulieren?

Die Festvergütung stiller MBG-Beteiligungen bewegt sich bei derartigen Projekten regelmäßig im höheren einstelligen Bereich. Offene Beteiligungen erfolgen zu der Unternehmensbewertung, auf die sich die MBG und das Unternehmen einigen.

Wie aufwendig ist die Antragstellung für die Unternehmen?

Für die Antragstellung benötigen wir einen umfassenden Businessplan mit den üblichen Inhalten. Je nach Komplexität und Reifegrad des Geschäftsmodells ist mit Bearbeitungszeiten von wenigen Wochen bis hin zu zwei oder drei Monaten zu rechnen, sollten mehrere Finanzierungspartner involviert sein.

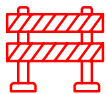
Pioniere der Wasserstoffwirtschaft

Der Aufbau der Wasserstoffwirtschaft in Deutschland ist in vollem Gange. Unsere Beispiele zeigen, wie vielfältig die Chancen für Unternehmen sind, sich als Vorreiter zu positionieren.



Grüne Stahlproduktion

Eine Elektrolyse-Anlage mit einer Kapazität von 50 Megawatt, mit deren Hilfe überschüssiger Strom aus Offshore-Windparks in Wasserstoff umgewandelt wird, der dann wiederum das örtliche Stahlwerk mit Energie versorgt: Dieses Projekt verfolgen der Energieversorger EWE und die Stadtwerke Bremen aktuell, um es dem ArcelorMittal-Stahlwerk, einem wichtigen Arbeitgeber in der Stadt, zu ermöglichen, grünen Stahl zu produzieren. Die großtechnische Wasserstofferzeugung ist dabei Teil des EWE-Programms „Clean Hydrogen Coastline“ (CHC). Dazu gehört auch die Umrüstung des Gasspeichers im niedersächsischen Huntorf zum Wasserstoffspeicher.



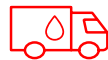
Nachhaltiger Straßenbau

Eine Straße zu bauen, ist eine energieintensive Angelegenheit. Vor allem für die Asphaltherstellung wird viel Wärme benötigt – wer den Straßenbau nachhaltiger gestalten will, muss also hier ansetzen. Niedrigtemperaturasphalt, Asphalt-Recycling und nicht zuletzt Wasserstoff als umweltfreundliche Energiequelle können dazu beitragen, die Emissionen zu reduzieren. So hat der Asphaltmischanlagen spezialist Benninghoven jüngst den weltweit ersten Brenner vorgestellt, der zu 100 Prozent mit grünem Wasserstoff betrieben werden kann. Der erste Kunde konnte damit bereits mehrere Tausend Tonnen Asphalt nahezu emissionsfrei herstellen.



Innovative Technik aus Dresden

Elektrolyseure sind die Schlüsseltechnologie, um Wasserstoff in großem Maßstab zu produzieren – und hier führt an einem Unternehmen aus Dresden kein Weg vorbei: Die Sunfire GmbH ist global führend in diesem Bereich und hat mittlerweile für Elektrolyse-Kapazitäten von mehr als 800 Megawatt bereitgestellt – die Gigawattgrenze ist in Reichweite. Mehr als 650 Menschen arbeiten mittlerweile für den Wasserstoffpionier aus der sächsischen Landeshauptstadt, der sich im Frühjahr in einer Finanzierungsrunde mehr als 500 Millionen Euro an Wachstumskapital sichern konnte.



Lkw auf Wasserstoff umstellen

Wasserstoff in Verbrennungsmotoren verbrennen: Das Münchner Unternehmen Keyou rüstet Lkw entsprechend um. Die Vorteile des Wasserstoffmotors sind dabei durchaus überzeugend: ein hoher Wirkungsgrad, kurze Betankungszeiten und attraktive Reichweiten. Und nicht zuletzt sind die umgerüsteten Lastwagen von der Lkw-Maut befreit. Auch die Vermarktungsstrategie von Keyou ist innovativ: „H2 Mobility as a Service“ heißt das Modell, bei dem die Kunden den Lkw nicht kaufen, sondern sie zahlen eine Kilometerpauschale – darin enthalten sind neben der Fahrzeugmiete auch Wartung & Service, die Versicherung und der Wasserstoff.



Tankbarer Wasserstoff aus Wind

Mit Windkraft tankbaren grünen Wasserstoff produzieren: Das wird beim von GP JOULE initiierten Verbundprojekt eFarm in Schleswig-Holstein Realität. Ziel ist es, eine Wasserstoffinfrastruktur zu schaffen, um grünen Wasserstoff produzieren, transportieren, verarbeiten und vermarkten zu können. Ziel dabei ist es, ein gemeinschaftliches, nachhaltiges Wirtschaften in die Gesellschaft zu bringen – und Versorgungssicherheit für 100 Prozent grünen, regional erzeugten Wasserstoff aus Windenergie zu schaffen, um Bürgern und Unternehmen, die sich ein Wasserstofffahrzeug anschaffen wollen, den Weg zu ebnen.



Grünes Kerosin am Frankfurter Flughafen

Flugzeug-Treibstoff aus CO₂ und Wasserstoff: Im Chemie-Industriepark Frankfurt-Höchst entsteht eine Pionieranlage für E-Fuels, in der aus CO₂ und nachhaltig gewonnenem Wasserstoff grünes Kerosin hergestellt wird. Mit der bundesweit größten Pilotanlage für synthetisches Kerosin wird Hessen damit zum Vorreiter beim Klimaschutz im Luftverkehr. Bis zu 2.500 Tonnen E-Fuels soll die Pionieranlage im Jahr erzeugen – und so einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung des Luftverkehrs leisten.

Der rasante Wandel in Wirtschaft und Gesellschaft stellt den deutschen Mittelstand vor neue Herausforderungen. In einer gemeinsamen Initiative erörtern Sparkasse und Frankfurter Allgemeine Konferenzen neue Perspektiven auf den geopolitischen Wandel und zeigen Handlungsoptionen für die deutsche Wirtschaft auf. Für weitere Informationen besuchen Sie sparkasse.de/nachhaltiges-management oder faz.net/asv-perspektiven.

Veröffentlicht: Dezember 2024

