



**DAS GASMAGAZIN**  
Ausgabe 1/2021

Alle riechen  
Die Energieversorger lassen seit Jahrzehnten Geruchsstoffe in das Gasnetz injizieren.

Alle überzeugen  
Hersteller von Ammoniak wollen für die Herstellung verstärkt klimaneutralen Wasserstoff einsetzen.

Alle mitnehmen  
Wer und was kann die Wärmewende vorantreiben? Max Viessmann hat klare Vorstellungen.



Die bestehende Gasinfrastruktur ist äußerst effizient und leistungsfähig. Gleichzeitig ist sie für die Aufnahme, den Transport und die Speicherung von Wasserstoff bestens vorbereitet.

**BEREIT!**

# KICKSTART MIT GAS DAMIT ZUKUNFT GRÜNER WIRD

Die Weltbevölkerung wächst – und mit ihr der Bedarf an bezahlbarer Energie.

Wir setzen dabei auf Erdgas. Gas ist nicht nur Brückentechnologie, sondern idealer Partner für die Energiewende. Gas ist der sauberste konventionelle Energieträger und steht in ausreichenden Mengen zur Verfügung. Gas ergänzt erneuerbare Energien und gleicht natürliche Produktionsschwankungen von Sonne und Wind aus.

Und: Gas kann in Zukunft noch klimafreundlicher werden. Dafür gehen wir neue Wege – etwa durch die Produktion von Wasserstoff aus Erdgas. Minds of engineers. Pioneers at heart.

wintershalldea.com



wintershall dea

## **g** IN DIESER AUSGABE 1/2021

**4 Auf den Punkt**  
CO<sub>2</sub>-Preis: ja oder nein?

**6 Mehr oder weniger**  
Das Potenzial von LNG.

**7 Endlich verständlich**  
Erdgas riecht unangenehm. Warum?

**8 Titel**  
Ich bin schon da: Warum die bestehende Gasinfrastruktur das Rückgrat der Energieversorgung und unverzichtbar ist.



**16 Interview**  
mit Max Viessmann. Der Geschäftsführer ist Pionier und Innovationstreiber bei der Wärmewende.

**20 Pioniergeist**  
Herausragende Ideen und Produkte von Start-ups, Projekten und Initiativen.

**22 Reportage**  
Bosch hat eine Technologie entwickelt, mit der dezentral Strom und Wärme produziert werden kann. Die Gasinfrastruktur spielt dabei eine wichtige Rolle.

**28 Essay**  
Warum Technologieoffenheit für Richtungsentscheidungen bis zu einem Punkt unentbehrlich ist.

**29 Nachgehakt**  
MdB Uwe Feiler (CDU) zur Rolle von Biogas im Energiemix.



**30 Zoom**  
auf das modernste Gasmotorenkraftwerk Europas.

**36 Streitkultur**  
Gehen wir den richtigen Weg bei der Reduktion von Emissionen im Verkehr?

**36 Kurz und knapp**  
Ohne Erdgas geht in der deutschen Industrie nichts.

**40 Reportage**  
Klimaneutraler Wasserstoff verändert die chemische Industrie. Beispiel: die Dekarbonisierung von Ammoniak.

**44 Zukunftsberuf**  
Biogas gehört in den Energiemix. Auch in Zukunft. Gute Aussichten für Anlagenfachkräfte.

**46 Forschergeist**  
Was Blasen loslassen lässt.



### Das Gasnetz: Hidden Champion der Energiewende

Das Leitungsnetz verläuft wie Adern durch die Bundesrepublik und versorgt die Nation

Wir befinden uns in wirtschaftlich turbulenten und unsicheren Zeiten – eine glaubwürdige und realistische Energiewende ist daher wichtiger denn je zuvor. Daher gilt es nun, nicht nur auf die Elektrifizierung zu setzen, sondern die Chancen von Gas anzuerkennen und zu nutzen. Größtes Asset sind dabei die Erfahrung der Gaswirtschaft und die Gasinfrastruktur. Über 500.000 Kilometer an Pipelines verlaufen wie Adern durch die Bundesrepublik und versorgen die Nation mit Energie.

Sie sind kein Teil einer alten Welt. Im Gegenteil: Wo heute Erdgas transportiert wird, ist es morgen Wasserstoff. Und in der Übergangsphase ist das Netz bereits fit für Beimischungen von Wasserstoff. Ohne großen technischen und finanziellen Aufwand ist das Gasnetz größtenteils aufrüstbar, um nicht nur Beimischungen an Wasserstoff, sondern in Zukunft auch reinen Wasserstoff zu transportieren.

Die Gaswirtschaft ist bereit, mithilfe der bereits vorhandenen Gasinfrastruktur eine verlässliche, kostengünstige und klimaschonende Energiewende aktiv mitzugestalten. Mehr über das Gasnetz und wie die Netzstruktur der Zukunft aussehen könnte lesen Sie in der Titelgeschichte der aktuellen Ausgabe. Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre des neuen **g** und bleiben Sie gesund.

*Timm Kehler*

Dr. Timm Kehler,  
Vorstand von Zukunft Gas

# „Klimapolitik ohne CO<sub>2</sub>-Preis ist teurer“

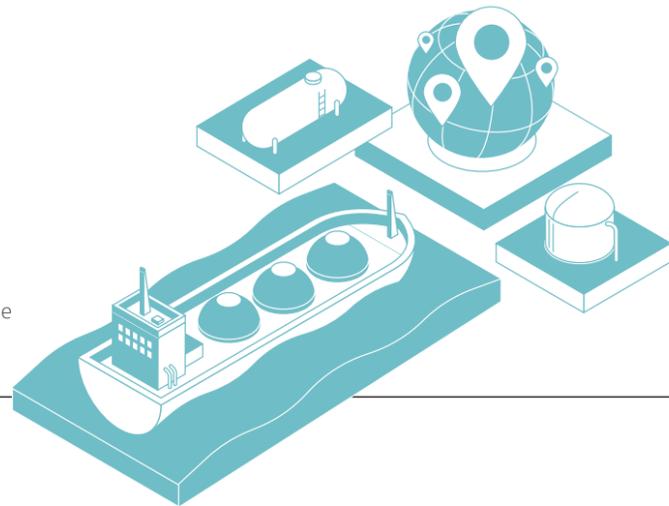
Prof. Christoph M. Schmidt,  
Präsident des Leibniz-Instituts  
für Wirtschaftsforschung und  
ehemaliger Vorsitzender der  
Wirtschaftswesen

Dabei hat Deutschland bereits die höchsten Strompreise weltweit. Die Subventionierung von erneuerbaren Energien über die EEG-Umlage beschert den Stromkunden große finanzielle Belastungen bei einem geringen Kosten-Nutzen-Verhältnis für den Klimaschutz. Wenn man also das Prozedere nicht ändert, gleichzeitig aber die verbindlichen Reduktionsziele der EU erreichen will, bleibt letztlich nur noch ein Weg: Verbot verschiedener Technologien.

Ein CO<sub>2</sub>-Preis hingegen stärkt die Anreize für Investitionen in emissionsärmere Geräte und Anlagen, fördert entsprechende Geschäftsmodelle und die Suche nach Innovationen. Deutschland hat durch die CO<sub>2</sub>-Bepreisung die Möglichkeit, Treibhausgasemissionen mit niedrigeren Kosten zu erreichen. So hat es der Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (Wirtschaftswesen) bereits 2019 in seinem Sondergutachten gesehen. Zwei Jahre später nun müssen Unternehmen, die Heizöl, Erdgas, Benzin und Diesel in den Markt bringen, für den Treibhausgasausstoß, den diese Brennstoffe verursachen, bezahlen. Diese Gebühr zahlt letztendlich der Kunde. Das geschieht über den neuen nationalen Emissionshandel.

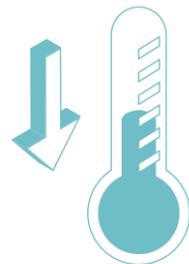


**viele Orte**  
kann ein LNG-Tanker ansteuern.  
Eine Pipeline bedient hingegen eine  
Strecke von A nach B.



**-162°C**

**Bei dieser Temperatur**  
verflüssigt sich Erdgas zu LNG. In diesem Aggregatzustand besitzt das Gas nur noch einen Bruchteil seines ursprünglichen Volumens und kann so effizienter und in größeren Mengen transportiert werden.



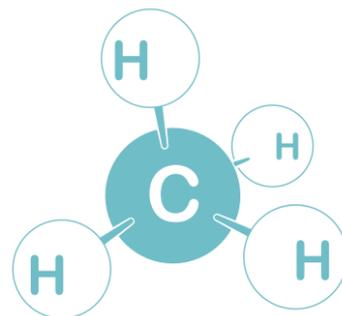
**-99 %**

**Feinstaub**  
stoßen LNG-Lastkraftwagen gegenüber Dieselfahrzeugen aus. Auch Stickoxide und Kohlendioxid werden weniger emittiert.



**LNG**

LNG, Liquefied Natural Gas, ist Erdgas im flüssigen Aggregatzustand. Der Clou dabei: Verflüssigt kann der Energieträger überall hin transportiert und als alternativer Kraftstoff klimaschonend im Schwerlast- und Schiffsverkehr eingesetzt werden.



**1.600**

**Kilometer beträgt**  
die Reichweite von LNG-Lkw. Elektro-Lkw kommen nur 400 Kilometer weit.

**60 %**

**des Erdgasbedarfs**  
werden 2040 nach Angaben der Internationalen Energieagentur als LNG verteilt.

**600**

**mal geringer**  
ist das Volumen von LNG gegenüber gasförmigem Erdgas.

**36**

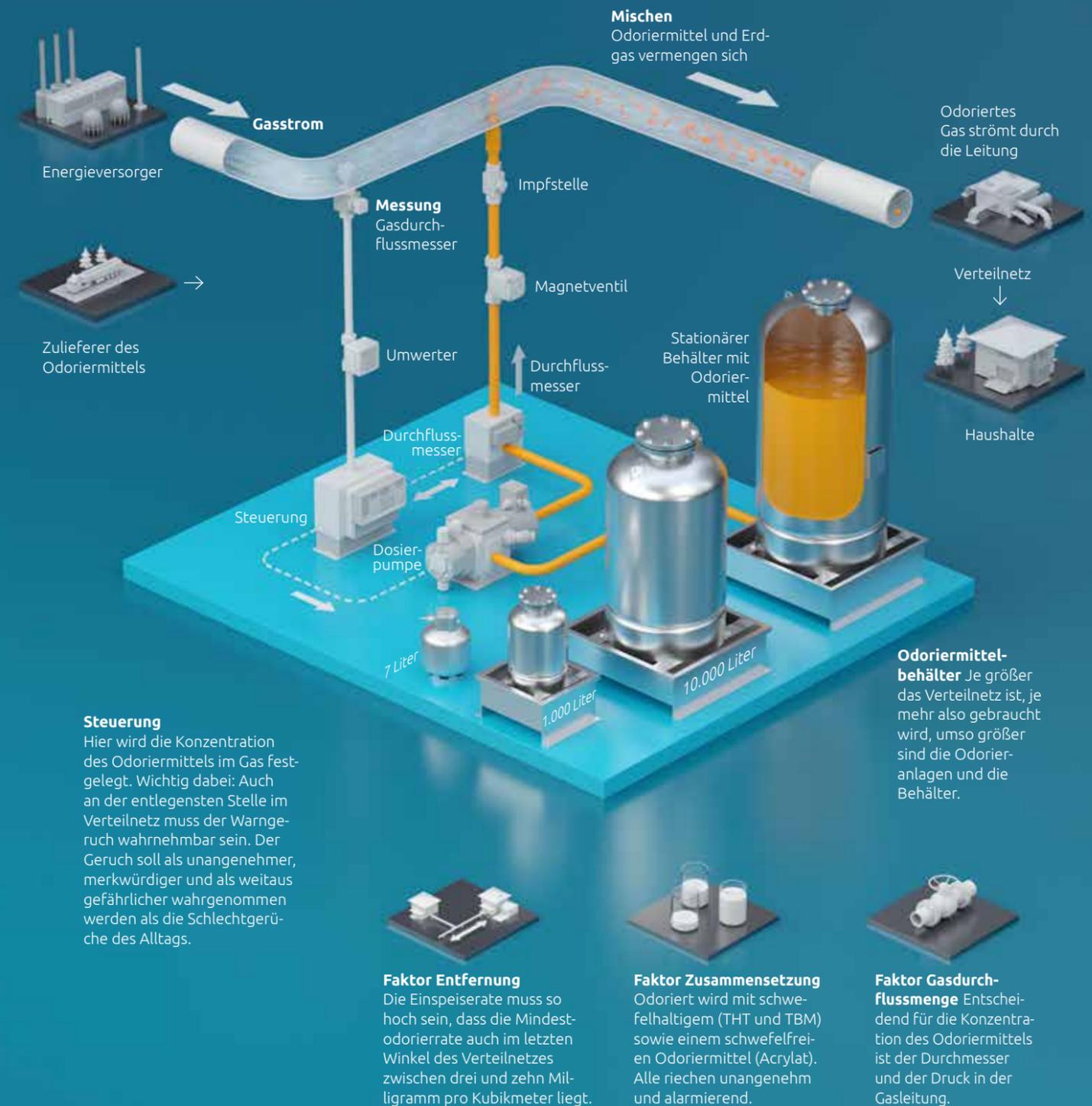
**LNG-Terminals**  
gibt es aktuell in der Europäischen Union. Der Bau weiterer Terminals ist geplant.



Grafiken: C3 Visual Lab

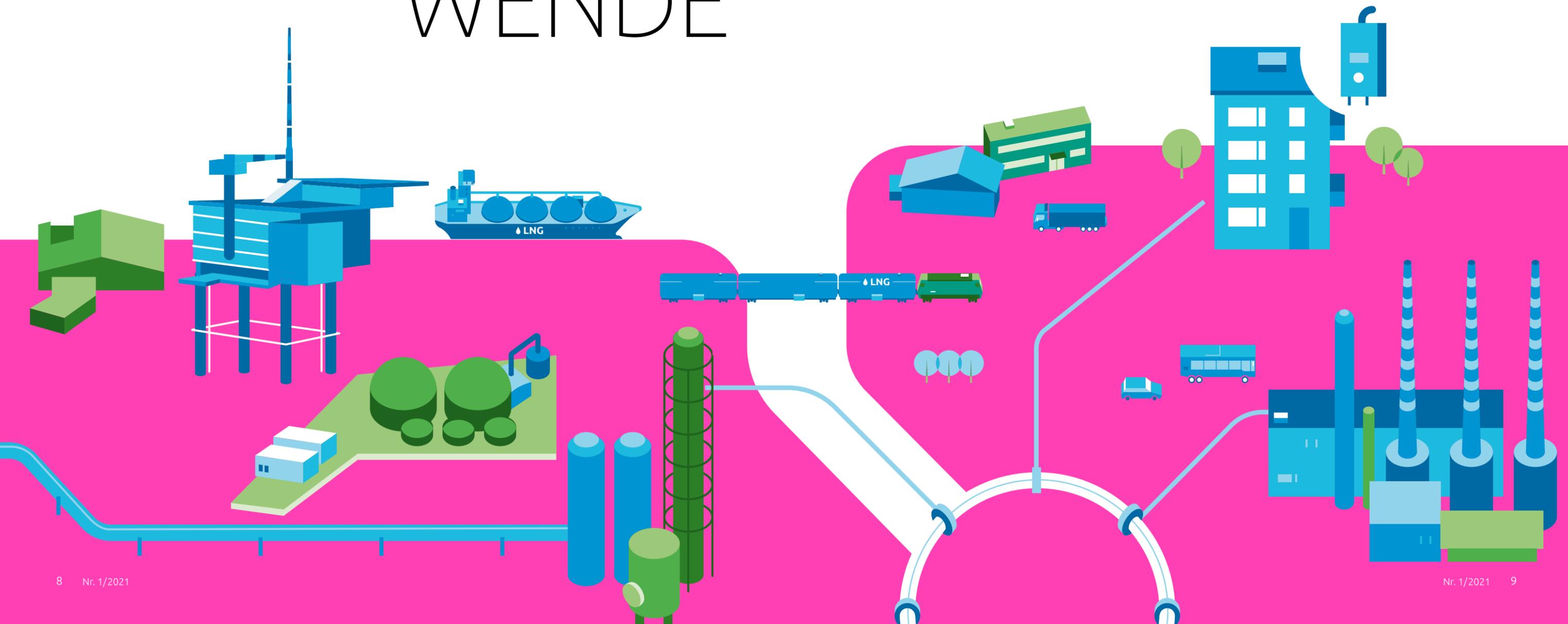
# Olfaktorische Impfung

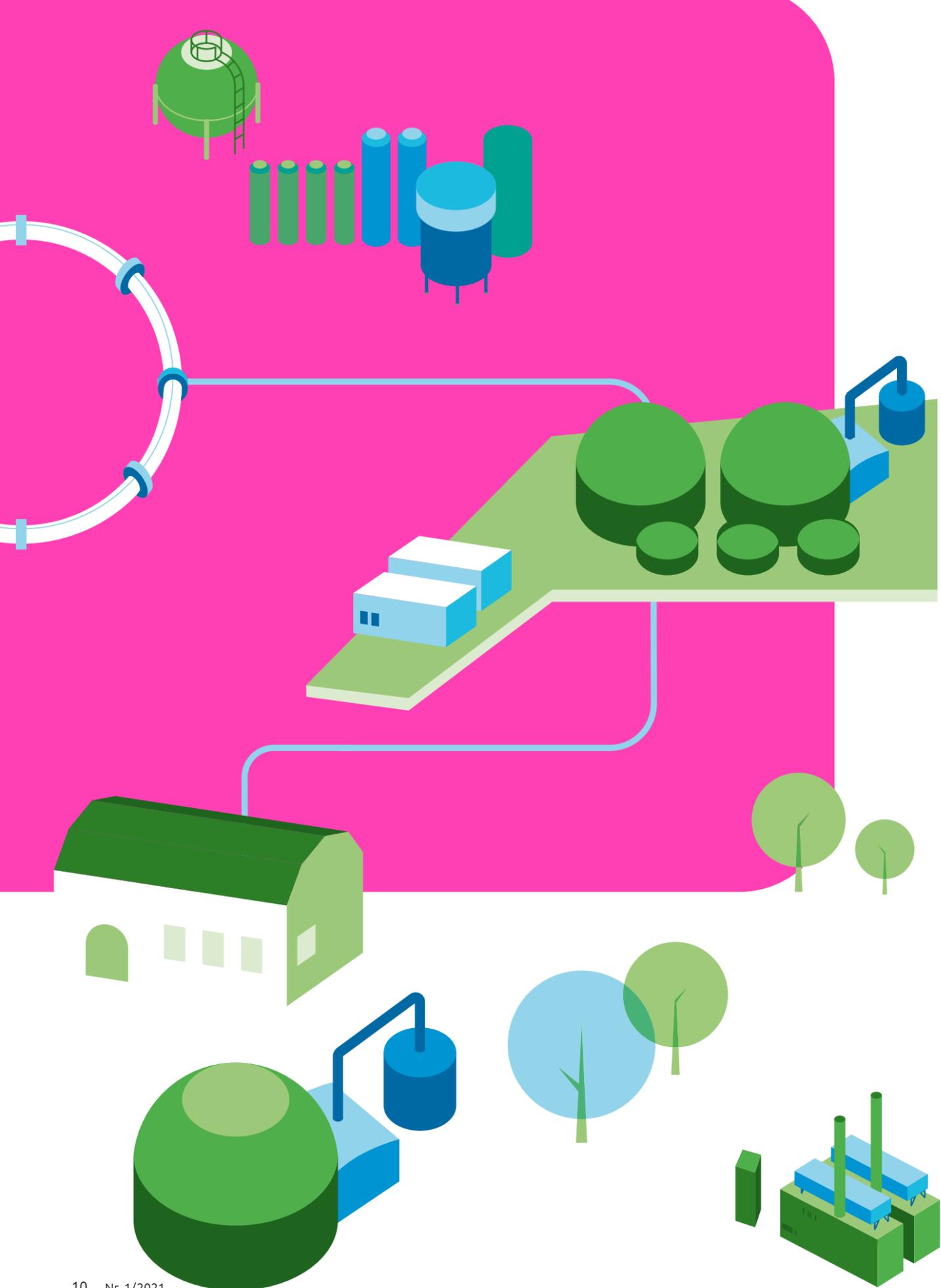
Erdgas ist geruchsneutral. Somit würde niemand merken, wenn es durch Leckagen austritt. Also wird ein Geruch zugeimpft, der auffällig und unangenehm ist. In Deutschland sind verschiedene schwefelhaltige und ein schwefelfreies Odoriermittel im Einsatz.



# RÜCKGRAT DER ENERGIE- WENDE

Gas ist und bleibt die zweite Säule der Energiewende und damit ein wesentlicher Bestandteil des zukünftigen deutschen und europäischen Energiesystems. Eine Schlüsselrolle dabei spielt die hochentwickelte Infrastruktur – als Transportsystem und Speicher für grüne Gase und Wasserstoff.





# D

er Druck steigt. Das Jahr 2030 ist nicht mehr weit. Bis dahin will Deutschland seine CO<sub>2</sub>-Emissionen um 55 Prozent gegenüber 1990 reduzieren. Dieses Ziel, so Experten, ist technisch und ökonomisch grundsätzlich erreichbar. Und Gas wird dabei eine bedeutende Rolle spielen, um den wachsenden Energiebedarf zu decken. Kohleausstieg, die Dekarbonisierung der Industrie, Effizienzmaßnahmen im Gebäudebereich, breitgefächerte Anwendungen in verschiedenen Sektoren: Um die Energieversorgung ohne Kohle- und Atomkraftwerke zu gewährleisten, wird schon jetzt nicht weniger, sondern mehr Gas benötigt. Im vergangenen Jahr kletterte der Anteil von Erdgas am Primärenergieverbrauch auf fast 27 Prozent.

Ein gigantisches Transport- und Speichersystem sichert bereits jetzt als leistungsfähiges Rückgrat die Versorgung. Und es ist bereit für weitere zukunftsreiche Anwendungen. Indem regenerativer Strom in Wasserstoff oder Biomethan umgewandelt und in das Gasnetz eingespeist wird, könnte es als riesiger Speicher für mehrere Milliarden Kilowattstunden Energie dienen.

Denn schon heute kann Wasserstoff ohne Probleme der in den vergangenen 170 Jahren gewachsenen Struktur beigemischt werden. In Berlin und vielen Städten Ostdeutschlands war bis Mitte des 20. Jahrhunderts dem sogenannten Stadtgas gut 50 Prozent Wasserstoff zugesetzt. Die deutschen Fernleitungsnetze sind grundsätzlich in der Lage, nicht nur Beimischungen, sondern auch reinen Wasserstoff zu transportieren. Die Fernleitungsnetzbetreiber haben bereits eine Vision für ein deutsches Wasserstoffnetz

erarbeitet. Es umfasst 5.900 Kilometer und nutzt zu 90 Prozent die vorhandene Infrastruktur. Da in Deutschland und den Niederlanden immer weniger niedrigkalorisches L-Gas gefördert wird und deshalb L-Gas-Regionen schrittweise auf hochkalorisches H-Gas umgestellt werden müssen, werden einige L-Gasleitungen nach und nach frei. Auch dadurch kann das zukünftige Wasserstoffnetz aus dem bestehenden Erdgasnetz heraus entwickelt werden. Regionen mit potenzieller Wasserstoffherzeugung sollen durch die Nutzung vorhandener Gasfernleitungen mit großen Wasserstoffverbrauchern verbunden werden.

### TRANSPORTIEREN UND SPEICHERN

Das deutsche Gasnetz mit seiner Transport- und Verteilinfrastruktur umfasst 510.000 Kilometer Rohrleitungen. Das reicht mehr als 13-mal um den Äquator. 16 Fernleitungsnetzbetreiber ermöglichen über ihr 40.000 Kilometer umfassendes Netz den überregionalen Transport zu industriellen Großabnehmern und Kraftwerken. Dabei können die Pipelines Gas nicht nur transportieren. Gemeinsam mit den 47 an das Netz angeschlossenen Speichern entsteht eine Speicherkapazität von 260 Terawattstunden – das entspricht fast 30 Prozent des jährlichen deutschen Erdgasverbrauchs.

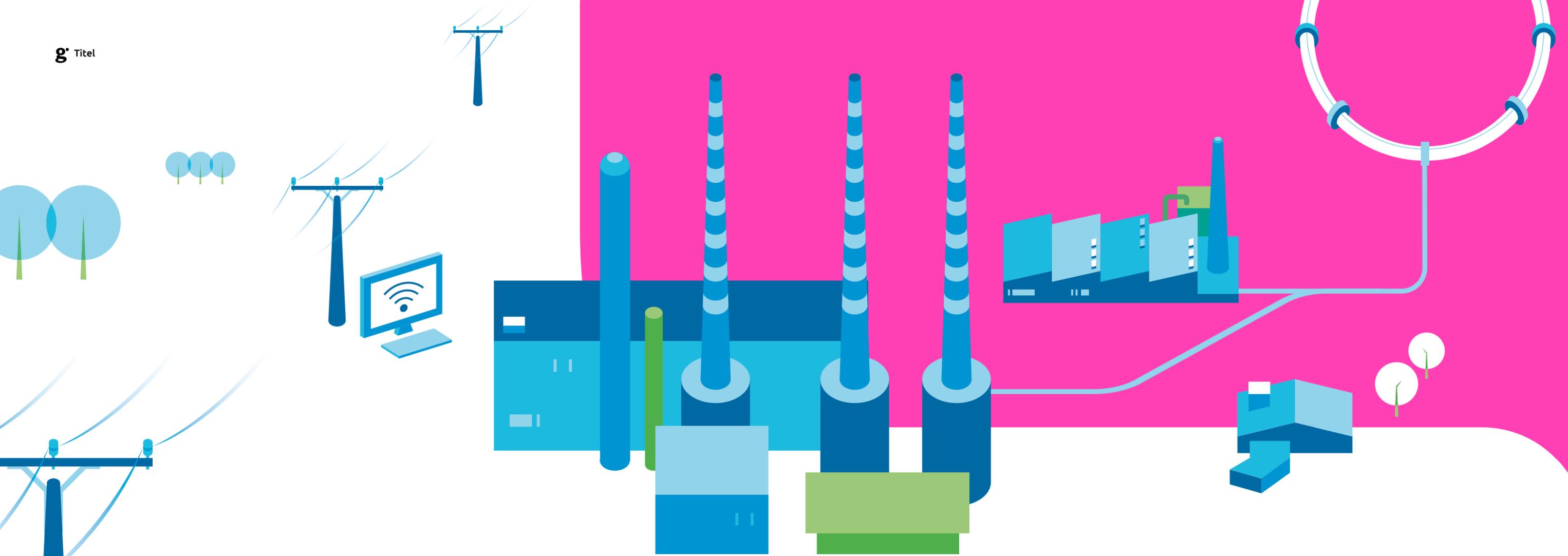
Während die Ferngasleitungsnetzbetreiber für den Transport des Gases über weite Strecken sorgen, wird es über das 470.000 Kilometer lange Verteilnetz an die Verbraucher geleitet. Etwa 700 regionale Betreiber versorgen so fast die Hälfte der deutschen Haushalte, aber auch viele Industriebetriebe und andere Großabnehmer.

### EINE SICHERE SACHE

Die deutsche Gasinfrastruktur gilt als eine der sichersten weltweit. Sie unterliegt dem umfangreichen DVGW-Regelwerk, das sich auf die Erzeugung und den leitungsgebundenen Transport bis hin zum Gasverbraucher bezieht und auch die regelmäßige Wartung durch die Netzbetreiber vorschreibt. „Vor Inbetriebnahme werden die Gashochdruckleitungen durch unsere Sachverständigen einer Bau- und Druckprüfung unterzogen“, erläutert Jan Sachse, der beim TÜV SÜD für den Bereich Fernleitungen verantwortlich ist. Für die turnusmäßigen Überprüfungs- und Instandhaltungsmaßnahmen sind dann die Betreiber zuständig. Dabei werden u. a. Streckenkontrollen mittels Begehung, Befahrung und Befliegung durchgeführt. „Bei Änderungen an bestehenden Gashochdruckleitungen werden die TÜV-Sachverständigen erneut zur Prüfung und Abnahme hinzugezogen, z. B. bei Umlegungen oder – derzeit sehr aktuell – bei Umstellungen auf Wasserstoffbetrieb“, betont Jan Sachse.

Anders als beispielsweise das Stromnetz kann das Gasnetz mit seinen Speichern auch als Langzeitspeicher dienen. Rein rechnerisch könnte die Republik drei Monate lang mit Erdgas versorgt werden. Pumpspeicherkraftwerke oder Batterien könnten – ebenso rein rechnerisch – die nationale Stromversorgung lediglich 30 Minuten aufrechterhalten. Damit schlummert in der Gasinfrastruktur ein riesiges Potenzial: Werden aufgrund von Schwankungen mehr Erneuerbare produziert, könnten diese, umgewandelt in grünen Wasserstoff, ins Netz eingespeist werden. Allein 2019 fiel ein ungenutzter Überschuss von mehr als 6.000 Gigawattstunden erneuerbarer Strom an. Mit dieser Menge könnte Berlin sechs Monate versorgt werden. Über die Gasinfrastruktur könnte der grüne Wasserstoff flexibel in verschiedenen Sektoren genutzt werden. →

Grafiken: Zukunft Gas / C3 Visual Lab | Fotos: Darius Ramazani, ravir film CbR



„In Deutschland würde damit auf der Basis des bestehenden Erdgasnetzes ein völlig neues Energienetz entstehen, das Industriezweigen wie Stahl oder Chemie die Möglichkeit verschafft, klimaneutral zu werden.“

**Inga Posch**  
Geschäftsführerin der  
Fernleitungsnetz-  
betreiber Gas

In der Gasinfrastruktur schlummert aber nicht nur hohes Speicher-, sondern auch hohes Transportpotenzial. Die Leitungsverluste sind beim Gastransport viel geringer als beim Stromtransport, schon heute kann das Netz deutlich mehr Energie von Nord nach Süd transportieren als Stromleitungen. Auch wegen der hohen Investitionen, die in das Netz fließen und fließen. Dadurch wurden seit den 1990er-Jahren großflächig die früher gebräuchlichen Gussrohre durch Stahl- und Kunststoffrohre ersetzt.

#### ALLE AN EINEM STRANG

Die EU hat erkannt, was für ein Wert hier liegt und befasst sich intensiv mit einem gemeinsamen Wasserstoffnetz. Schließlich soll Europa bis zur Jahrhundertmitte klimaneutral sein. Die EU-Kommission spricht sich in ihrer Wasserstoffstrategie dafür aus, Teile der bestehenden Erdgasinfrastruktur zu nutzen und so den Über-

gang zu Wasserstoff bezahlbar zu machen. Unter dem Titel „European Hydrogen Backbone“ haben 23 Fernleitungsnetzbetreiber aus 21 EU-Staaten, darunter OGE aus Deutschland, ein Konzept für ein reines Wasserstofftransportnetz entworfen. Ab Mitte der 2020er-Jahre bis 2030 soll das Netz schrittweise zu einem zunächst 11.600 Kilometer langen Leitungssystem ausgebaut werden, das in 13 Ländern Orte miteinander verbindet, in denen Wasserstoffprojekte geplant sind. Bis 2040 könne es dann schon eine Länge von 39.700 Kilometern haben, wovon 69 Prozent aus umgestellten Erdgasleitungen bestehen, die durch neue Leitungsabschnitte verbunden werden.

#### WEG ZUM WASSERSTOFFNETZ

Und auch in der Nationalen Wasserstoffstrategie spielt das Netz eine entscheidende Rolle. Mit mehreren Milliarden will die Bundesregierung Projekte

und Vorhaben entlang der gesamten Wertschöpfungskette fördern, von der Erzeugung grünen Wasserstoffs über die Infrastruktur bis zur Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr.

Ein solches Projekt ist der Plan eines 1.200 Kilometer langen „H2-Startnetzes“. Es soll Bedarfsschwerpunkte in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen mit Grün gasprojekten zur Wasserstoffherzeugung in Norddeutschland verbinden. „Das H2-Startnetz ist der erste Schritt auf dem Weg von der Vision eines überregionalen Wasserstoffnetzes zu deren Umsetzung. In Deutschland würde damit auf der Basis des bestehenden Erdgasnetzes ein völlig neues Energienetz entstehen, das Industriezweigen wie Stahl oder Chemie die Möglichkeit verschafft, klimaneutral zu werden“, sagt Inga Posch, Geschäftsführerin der Fernleitungsnetzbetreiber Gas. Von den geplanten Kilometern können 1.100 Kilometer durch

Umstellung von Erdgasleitungen für den Transport von Wasserstoff genutzt werden. Nur 110 Kilometer müssten bis 2030 neu gebaut werden.

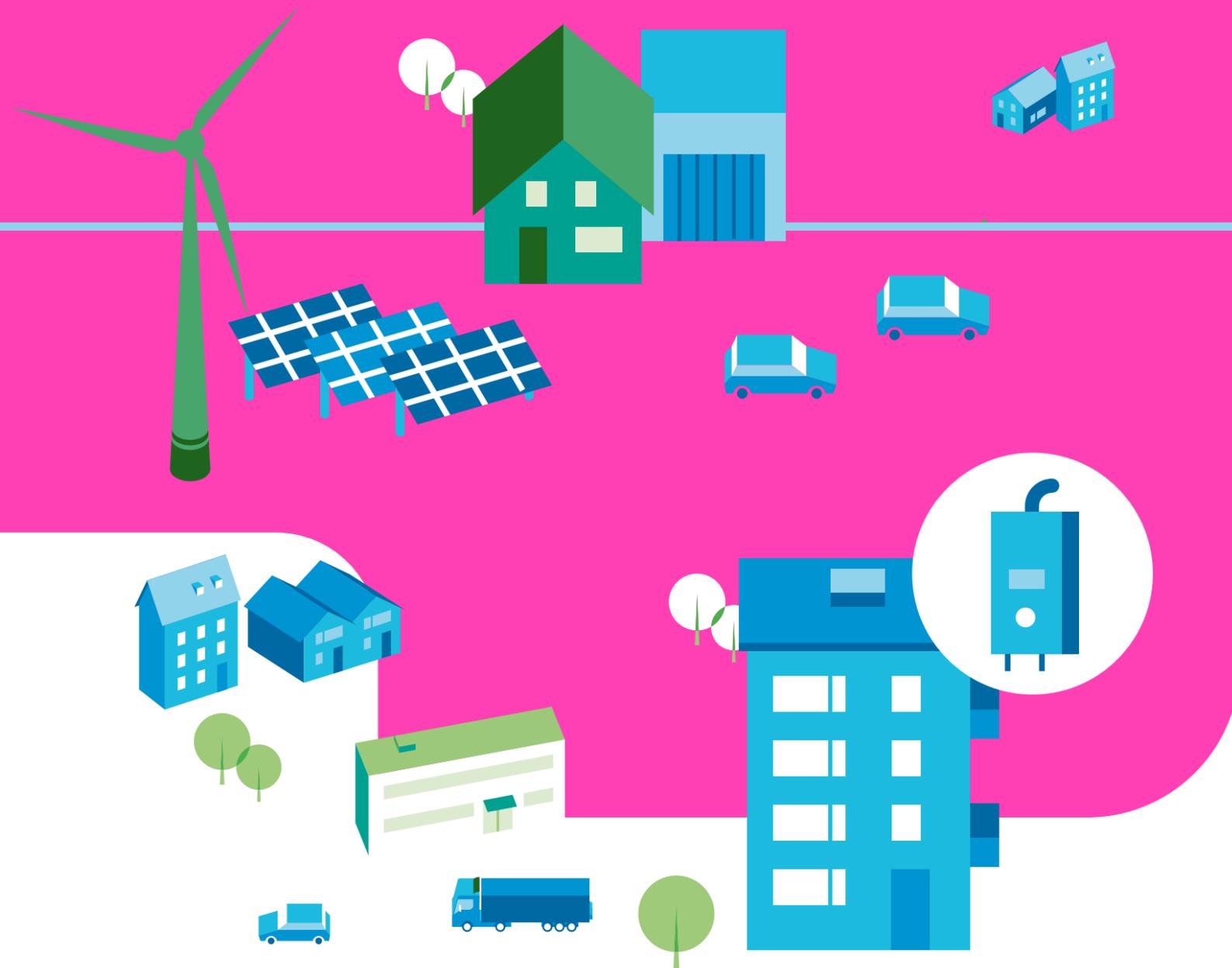
#### WASSERSTOFF IM PRAXISTEST

Mehrere Infrastrukturprojekte in Deutschland beschäftigen sich mit der Frage, wie sich Wasserstoff auf die Verteilnetze und die angeschlossenen Anlagen auswirkt. Denn durch den zugesetzten Wasserstoff verändert sich die Gasbeschaffenheit und damit die brennstofftechnischen Eigenschaften. Und diese sind für die Chemie-, Stahl-, Glas- und Zementindustrie relevant. Sensible Prozesse könnten durch schnelle Qualitätsschwankungen gestört werden. Das komplexe Thema Beimischungen gewinnt weitere Relevanz mit Blick auf die Speicherpotenziale der Gasinfrastruktur. „Will man künftig die Speicherfunktion nutzen, grünes Gas also jederzeit und am besten an jedem Ort einspeichern, hat man

es im Netz später vielleicht mit unterschiedlichen Beimischungsgraden zu tun“, sagt Ralph Bahke, Mitglied des Boards bei GIE, dem europäischen Dachverband der Gasinfrastrukturbetreiber.

Ein Bündnis von 33 Gasverteilnetzbetreibern und dem Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) zeigt in dem Papier „H2vorOrt“, wie bis spätestens 2050 schrittweise eine 100-prozentige Wasserstoffversorgung über die Verteilnetze möglich ist. Lokal erzeugter Wasserstoff könnte in einer ersten Phase in bestimmten Netzabschnitten zu 20 Prozent beigemischt werden, perspektivisch sollen die Verteilnetze auf 100 Prozent Wasserstoff umgestellt werden.

Wie die Zukunft aussehen kann, testet der Verteilnetzbetreiber Mitteldeutsche Netzgesellschaft Gas (Mitnetz Gas) im Chemiepark Bitterfeld-Wolfen im mit 1,8 Millionen Euro vom Bund geförderten Projekt „HYPOS: H2-Netz“.



12.000 Quadratmeter misst das „Wasserstoffdorf“, in dem 700 Meter hochdichte Kunststoffleitungen aus Polyethylen verlegt sind. Sie werden teilweise bereits standardmäßig zum Transport von Erdgas genutzt, teilweise für den Transport von Wasserstoff neu entwickelt. „Letztere sind mit mehr Schutzschichten ummantelt als herkömmliche Erdgaspipelines“, erläutert Projektkoordinator Patrick Becker. Oberirdisch wurden zudem Rohre aus einem Metall-Kunststoff-Verbund installiert. Sowohl durch die neuen als auch die alten Gasleitungen wird seit Mai 2019 reiner Wasserstoff geschickt. „Seit knapp zwei Jahren läuft das gesamte Netz stabil, alle

Leitungen halten dem Wasserstoff stand“, sagt Becker. Bei den anlagentechnischen Komponenten zur Regelung des Gasdrucks hat Mitnetz auf herkömmliche Typen zurückgegriffen und auf Funktionalität und Verträglichkeit bei einer Wasserstoffdurchleitung geprüft. „Auch hier lief bisher alles einwandfrei.“ Nur einzelne Komponenten im bestehenden Verteilnetz müssten für den Transport von reinem Wasserstoff umgerüstet werden: etwa Hausanschlüsse, Gaszähler oder Gasströmungswächter. „Manchmal müssen nur ein bis zwei Teile ausgetauscht werden, manchmal ganze Abschnitte.“ In weiten Teilen ist das Netz also schon heute H<sub>2</sub>-ready.

**VORHANDENES ANPASSEN**  
Die Nutzung vorhandener Erdgaspipelines steht auch im Mittelpunkt beim Projekt „GET H2 Nukleus“. Dabei wollen die Partner bp, Evonik, Nowega, OGE und RWE Generation von Lingen bis Gelsenkirchen ein rund 130 Kilometer langes reines Wasserstoffnetz aufbauen. „Diese Stahlleitungen sind dafür sehr gut geeignet. Das bestätigen auch erste Ergebnisse der laufenden Prüfungen durch unabhängige Sachverständige“, sagt Nowega-Geschäftsführer Frank Heunemann. Ausgetauscht werden müssten im Wesentlichen nur Armaturen und Messgeräte. „Unter Zeit- und Kostenaspekten sowie für die Akzeptanz in



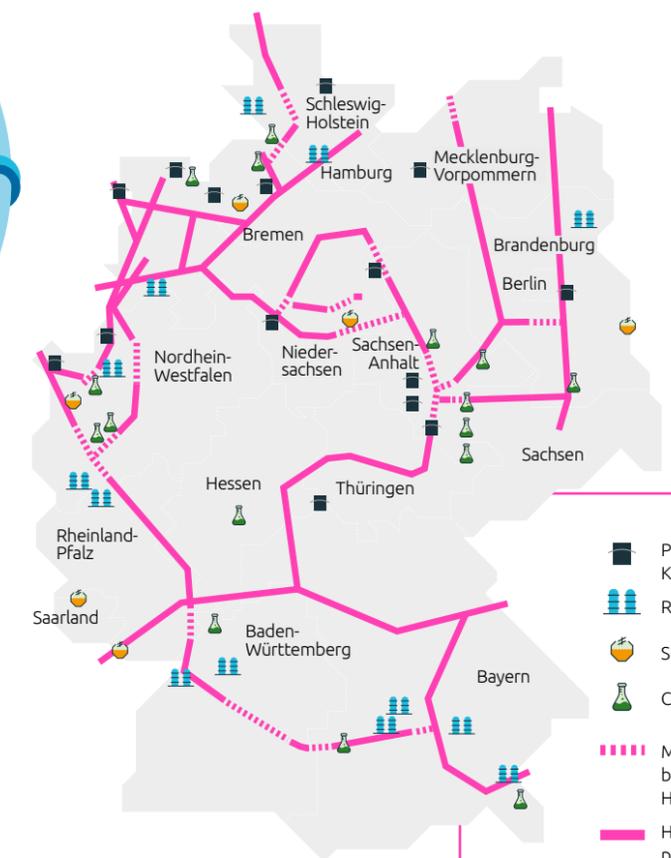
„Seit knapp zwei Jahren läuft das gesamte Netz stabil, alle Leitungen halten dem Wasserstoff stand.“

**Patrick Becker**  
„HYPOS: H2-Netz“-  
Projektkoordinator

der Bevölkerung ist es deutlich besser, die bestehende Infrastruktur zu nutzen, als ein neues Wasserstoffnetz zu bauen.“ Zugleich soll am Standort des RWE-Gaskraftwerks in Lingen bis spätestens 2024 die weltweit größte Elektrolyseanlage mit einer Leistung von mehr als 100 Megawatt entstehen und zwei Tonnen grünen Wasserstoff in der Stunde oder 8.000 Tonnen im Jahr produzieren. Über die umgestellten Leitungen

soll der Wasserstoff zur bp-Raffinerie in Gelsenkirchen und zum Evonik Chemiepark Marl transportiert und für deren Produktionsprozesse genutzt werden. Dadurch können laut den Projektpartnern jährlich 105.000 Tonnen Kohlendioxid eingespart werden. „Wir wollen hier keine Insellösung schaffen, sondern denken in Abstimmung mit den anderen Fernleitungsnetzbetreibern perspektivisch und im europäischen Maßstab“, betont Heunemann. Geplant sei der Ausbau des Wasserstoffnetzes bis ins östliche Niedersachsen, bis hoch nach Schleswig-Holstein, bis ins Ruhrgebiet nach Hamborn und westlich bis zu den Niederlanden, wo es mit dem dortigen Projekt „Green Octopus“ verbunden werden kann.

Landauf, landab werden immer mehr Wasserstoffprojekte gestartet. Vielfältige Technologien zeigen, dass das Gasnetz und der Energieträger Gas eine wichtige Scharnierfunktion bei der Energiewende haben. Auch in Zukunft wird die Gasinfrastruktur transportieren und speichern – dann jedoch grünes Gas, das flexibel in der Industrie, für die Wärmeversorgung oder im Verkehr genutzt werden kann.



- Potenzielle Kavernenspeicher
- Raffinerie
- Stahlindustrie
- Chemie
- Mögliche Neubaubereiche für H<sub>2</sub>-Leitungen
- H<sub>2</sub>-Leitungen nach potenzieller Umstellung bestehender Erdgasleitungen

**VISIONÄRES WASSERSTOFFNETZ AUS DEM NEP**

Die Karte eines visionären Wasserstoffnetzes zeigt eine mögliche Realisierung in der Zukunft auf. Die dargestellten Leitungen verbinden Regionen der Wasserstoffherzeugung und des Wasserstoffverbrauchs überwiegend unter Nutzung existierender Erdgasinfrastrukturen (zu über 90 Prozent). Es umfasst eine Gesamtlänge von rund 5.900 Kilometern. In der Reichweite des Wasserstoffnetzes befinden sich Kavernenspeicher, industrielle Verbraucher, große Ballungsräume, 80 Prozent des deutschen Fahrzeugbestandes und Regionen mit hohem Aufkommen erneuerbarer Energien zur Wasserstoffherzeugung sowie mögliche Importstandorte für Wasserstoff.

**PIONIERGEIST**  
Max Viessmann ist sich sicher, dass Wasserstoff eine wichtige Rolle für den europäischen Wirtschaftsstandort spielen wird.



Fotos: Viessmann GmbH & Co. KG (2)

# Erdgas ist der Türöffner für Wasserstoff im Wärmemarkt

Die Energie- und Wärmewende muss für die Bürger bezahlbar sein. Nur wenn sie dazu wirtschaftlich in der Lage sind, können sie einen Beitrag für die Umwelt leisten. Davon ist Max Viessmann, Vorstandsmitglied der Viessmann Group, überzeugt.

**Magazin g:** Die Coronapandemie verdrängt seit mehr als einem Jahr viele andere Themen, die gleichwohl eine große Bedeutung für uns alle haben. Zum Beispiel die Erderwärmung und die Energiewende. Was sind die großen Trends im Wärmemarkt?

Max Viessmann: Die Wärmeversorgung ist im Gebäudesektor ein extrem großer Hebel zur Dekarbonisierung und damit zum Erreichen unserer Klimaziele. Die gute Nachricht ist, dass der Wärmesektor bereits heute über alle notwendigen Technologien

verfügt, um diese Ziele zu erreichen. Dabei ist ein wichtiger Punkt ganz klar: Die notwendigen Kohlendioxid-Reduktionen können nur unter Einsatz aller technologischen Optionen erreicht werden. Unter anderem deshalb, weil nur so die Energie- und Wärmewende für die Bürger bezahlbar ist. Denn sie können nur einen Beitrag für die Umwelt leisten, den sie auch wirtschaftlich erbringen können. Deshalb ist der richtige Mix an Klimalösungen auf Basis von Strom und grünen Gasen, einschließlich CO<sub>2</sub>-freiem Wasserstoff, der richtige Schritt. In unserer Branche sind Wärmepumpen ein Schlüssel für das Gelingen der Wärmewende. Auch durch den Einsatz von Wasserstoff im Wärmemarkt können wir sofort CO<sub>2</sub>-Reduktionen erzielen, um bis 2050 einen klimaneutralen Gebäudebestand zu ermöglichen. Wir sind davon überzeugt, dass wir damit einen wesentlichen Beitrag für die Lebensräume zukünftiger Generationen leisten. Nicht umsonst lautet unser Purpose: „We create living spaces for generations to come.“

**Wo sehen Sie die größten Herausforderungen für Wasserstoff im Wärmemarkt?**

Mit der Nationalen Wasserstoffstrategie und dem Nationalen Wasserstoffrat sind zwei wichtige Impulse durch die Politik gesetzt. Nun müssen richtungsweisende Entscheidungen schnell umgesetzt und sektorübergreifende Potenziale der Wasserstoffnutzung bekannter gemacht werden. Vielen ist noch nicht bewusst, wie schnell und einfach heute schon Wasserstoff im Wärmemarkt einen entscheidenden Beitrag zur Reduktion unserer CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten kann. Heizsysteme, die Wasserstoff schon heute nutzen können, sind bereits tausendfach installiert. Sie sind nicht teurer als herkömmliche Geräte und lassen sich auch genauso bedienen. Wird der Wasserstoff in die vorhandenen Erdgasnetze eingespeist, profitieren auch andere Sektoren davon. Das schafft Investitionssicherheit für

„Vielen ist noch nicht bewusst, wie schnell und einfach heute schon Wasserstoff im Wärmemarkt einen entscheidenden Beitrag zur Reduktion unserer CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten kann.“

die Wasserstoffwirtschaft der Zukunft. Ich bin mir sicher, dass Wasserstoff eine wichtige Rolle für den europäischen Wirtschaftsstandort spielen wird, und ich habe großes Vertrauen in unsere Innovationskraft.

**Warum eignet sich der Heizungskeller besonders gut für Wasserstoff?**

Wasserstoff zum Heizen ist der perfekte Partner der Elektrifizierung. Weil er Verbrauchern und Unternehmen wesentlich dabei hilft, die Investitionen in eine CO<sub>2</sub>-freie Gebäude-Wärmeversorgung zu stemmen. Wenn wir im Gebäudesektor auf Wasserstoff setzen, senken wir im großen Umfang die Kosten der Energiewende. Damit meine ich die Mittel, die aus Abgaben, Umlagen und Steuern von Verbrauchern oder Unternehmen dafür aufgebracht werden müssen. Die dena-Leitstudie aus dem Jahr 2018 führt uns deutlich vor Augen: Ein Mix aus Strom und Wasserstoff im Gebäudesektor senkt die Energiesystemkosten bis zum Jahr 2050 um ganze 260 Milliarden Euro. Denn der Ausbau von Stromnetzen und Reservekraftwerken fällt deutlich geringer aus, wenn wir die bestehende Gasinfrastruktur für Wasserstoff ertüchtigen. Gleichzeitig können wir hohe Kosten für flexible Reserven im Strommarkt sparen, die sonst wegen unterschiedlicher saisonaler Wärmenachfrage bereitgestellt werden müssten.

**Wie viel Wasserstoff verträgt eine Viessmann Gasheizung schon heute? Wie sieht es mit Beimischung in der Zukunft aus? Kann ein Kessel erst im Mischbetrieb laufen und dann nur mit Wasserstoff betrieben werden?**

Unsere Gas-Brennwertgeräte können schon jetzt eine Wasserstoffbeimischung von bis zu 30 Prozent vertragen. Das Gerät wird dadurch auch nicht teurer. Die nächste Generation unserer Brennstoffzellenheizung, die ab Herbst dieses Jahres verfügbar sein wird, kann flexibel und unkompliziert mit Beimischungen von bis zu 20 Prozent betrieben werden. Eine 100-prozentige →

Lösung wird voraussichtlich ab 2025 in den Markt eingeführt. Was uns dazu noch fehlt, sind lediglich verlässliche Rahmenbedingungen.

**Der Wärmemarkt ist aufgrund der langen Investitionszyklen von 20 bis 30 Jahren ein träger Energiesektor, wo Innovation nicht schnell Einzug findet. Wie kann die Wasserstofftechnologie schnell flächendeckend eingeführt werden?**

Wir sind alles andere als träge. Hier mal eine einfache Rechnung: In Deutschland sind heute über 13 Millionen Gaskessel im Bestand. Seit den vergangenen zehn Jahren werden konstant zwischen 500.000 und über 600.000 Kessel verkauft. Würden wir pro Jahr 550.000 Kessel, die 100 Prozent wasserstoff-ready sind, im Gesamtmarkt absetzen und dazu das Gasnetz bis 2050 auf Wasserstoff umstellen, dann wäre der gesamte Bestand an Gasgeräten schon deutlich vor 2050 CO<sub>2</sub>-neutral. Um diese Dynamik umzusetzen, müssen Politik und Wirtschaft jetzt gemeinsam zeigen, welches große Potenzial der Wärmemarkt zur schnellen Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen hat. Die nationale Wasserstoffstrategie ist auch eine gesamtheitliche Umweltstrategie und der Nationale Wasserstoffrat ist viel mehr als ein Expertengremium für eine Energiequelle. Wir sollten ihn als Erfinderwerkstatt und Kompetenzzentrum für die Energiewende stärker mit einbeziehen.



**FÜR MAX VIESSMANN IST KLAR:**

Verbraucher, die sich heute für eine neue effiziente Gasheizung entscheiden, wappnen sich für die Zukunft.

**Wo liegen aktuell die größten Hürden, um dem Wasserstoff im Wärmemarkt zum Markthochlauf zu verhelfen?**

Wir brauchen klare Rahmenbedingungen für den Einsatz von Wasserstoff. Angefangen bei den gesetzlichen Vorgaben für die Einspeisung des neuen Energieträgers in die Erdgasnetze bis hin zu normativen Standards für die Gerätetechnik. Wasserstoff kann einen immensen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten, doch sein Potenzial im Wärmemarkt wird schlichtweg unterschätzt. Wasserstoff darf nicht länger als knappe Ressource gelten. Vielmehr muss Wasserstoff zur Commodity werden.

**Wann werden Wasserstoffheizungen für den Otto Normalbürger erschwinglich sein? Und was bedeutet das für die Rolle von Erdgas im Wärmemarkt in den kommenden Jahren?**

Verbraucher, die sich heute für eine neue, effiziente Gasheizung entscheiden, wappnen sich für die Zukunft. Die Herausforderung liegt damit ganz klar aufseiten der Bereitstellung von Wasserstoff. Dabei wird es neben der heimischen Erzeugung vor allem auf den Import von Wasserstoff ankommen. Mit steigenden Erzeugungskapazitäten wird

„Die nächste Generation unserer Brennstoffzellenheizung, die ab Herbst dieses Jahres verfügbar sein wird, kann flexibel und unkompliziert mit Beimischungen von bis zu 20 Prozent betrieben werden. Eine 100-prozentige Lösung wird voraussichtlich ab 2025 in den Markt eingeführt.“

auch die Verfügbarkeit zunehmen und in Verbindung mit Biomethan das Erdgas sowohl für Prozess- als auch Raumwärme substituieren. Mit 19 Millionen gasversorgten Haushalten und 1,6 Millionen Industrie- und Gewerbekunden ist Erdgas der Türöffner für den Wasserstoff im Wärmemarkt und ermöglicht den Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft.

**Wo geht die Reise für das Unternehmen Viessmann hin?**

In Zukunft wird Viessmann seine Verantwortung über die reine Bereitstellung von Wärme hinaus deutlich erweitern. Wir denken Energie ganzheitlich – sowohl ihre Erzeugung als auch ihre Nutzung. Dabei setzen wir uns neben der richtigen Raumtemperatur auch mit der richtigen Luft- und Wasserqualität auseinander. Unser integriertes Lösungsangebot differenziert sich auf vielen Ebenen mit unterschiedlichen Energieträgern, verbunden mit dem einen Ziel, Lebensräume für zukünftige Generationen zu gestalten.

**Was sind Ihre Forderungen an die Politik im Superwahljahr 2021?**

Die Wende zur Klimaneutralität ist Herausforderung und Chance zugleich. In der Vergangenheit wurde die Energiewende im Wesentlichen als Stromwende verstanden. Jetzt müssen wir den Weg freimachen für Ideen und Lösungen, um die Opportunitäten von Wasserstoff für die Energiewende optimal zu nutzen – und zwar in allen Branchen. Stichwort Sektorenkopplung: Wasserstoff als Scharnier und Speicher zur Vernetzung von Strom, Wärme und Mobilität über alle Industrieabläufe hinweg, als perfekter Energieträger für eine wettbewerbsfähige und klimaneutrale Industrie, für Heizen und Warmwasser – Hand in Hand mit Wärmepumpen, die das Rückgrat der Wärmeversorgung der Zukunft sein werden. Die Politik kann wesentliche Impulse für die notwendigen Rahmenbedingungen liefern. Die wichtigste Weichenstellung ist dabei, technologieoffen zu bleiben. Dringend notwendige Innovationen können nur entstehen, wenn ein echter Wettbewerb um die besten Lösungen auch möglich bleibt. Eine Zusammenarbeit mit anderen Ländern kann uns ebenfalls entscheidend weiterbringen – schließlich ist Klimaneutralität kein nationales Projekt.

Wasserstoff

Wir transportieren die Zukunft.

Ob dekarbonisiert, oder per Power-to-Gas mit erneuerbaren Energien erzeugt: Wasserstoff ist ein Energieträger mit großer Zukunft. Und entscheidend für das Gelingen der Energiewende.

Als Deutschlands führender Fernleitungsnetzbetreiber für Erdgas können wir bereits heute Wasserstoff transportieren. Unsere vorhandene Infrastruktur wollen wir zielgerichtet weiterentwickeln, damit Wasserstoff zukünftig in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden kann.

Sie interessieren sich für unser Engagement in Sachen H<sub>2</sub>? Ihr direkter Weg zu weiteren Informationen: [www.oge.net/Wasserstoff](http://www.oge.net/Wasserstoff)



# Ein Kraftwerk in Mikrowellengröße

**One step forward:** Das Unternehmen Enapter setzt neue Maßstäbe bei der Produktion von grünem Wasserstoff. Das Besondere: Nicht mehr einzelne monolithische Systeme machen die Arbeit, sondern viele kleine Einheiten. Demnächst starten die Bauarbeiten für die erste Massenproduktionsanlage der nachhaltigen Wasserstoff-Elektrolyseure im Mikrowellenformat in Saerbeck im

Münsterland. Ab 2022 sollen dort jährlich 100.000 Elektrolyseur-Module hergestellt werden. Dann können die standardisierten, skalierbaren Elektrolyseure in unterschiedlichen Größenordnungen und Anwendungen aller Art wie Energiespeicherung, Power-to-X, Betankung oder industrielle Anwendungen integriert werden. Die Produktion selbst erfolgt dabei zu 100 Prozent aus erneuerbarer Energie.



## Methanpyrolyse versorgt Berliner Hotel mit Energie



**Herstellung** von Wasserstoff und Industriegasen aus Reststoffen: Das Projekt „MOA-H2eat“ der Berliner Graforce GmbH ermöglicht dem Mercure Hotel MOA Berlin eine Wärmeversorgung mit negativer CO<sub>2</sub>-Bilanz. Mit dem energieeffizienten Verfahren der Methan-Plasmalyse wird Biomethan in Wasserstoff und Kohlenstoff zerlegt. Aus dem Wasserstoff produziert das Hotel mit modifizierten Brennwertkesseln und BHKW emissionsfrei Energie. Der gewonnene Kohlenstoff ermöglicht darüber hinaus eine verfahrenstechnische CO<sub>2</sub>-Senke. Damit bietet Graforce eine Alternative zur Carbon-Capture-Storage-Technologie von CO<sub>2</sub>.

# INNOVATIONEN AUS DER GASWIRTSCHAFT

**Energiewende, Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Reduktion:** Für diese Mammutaufgaben, vor denen ganze Gesellschaften stehen, werden Umsetzungsideen und neue Technologien gebraucht. Die kommen von Start-ups, Traditionsunternehmen und Forschungseinrichtungen.



**Mit grünem Wasserstoff** nachhaltiger fliegen, bauen und heizen – das ist das Ziel des „Reallabors Westküste 100“. Dafür genutzt wird eine Ressource vor der Haustür: Windenergie aus Offshore-Anlagen. Der daraus produzierte Wasserstoff soll sowohl für die Produktion klimafreundlicher Treibstoffe für

Flugzeuge genutzt als auch in Gasnetze eingespeist werden. Die Voraussetzungen dafür sind an der Westküste Schleswig-Holsteins einzigartig: Hier treffen eine starke Windenergieregion sowie ausgezeichnete geologische Speicherbedingungen auf innovative Unternehmen.



## Neue Technologie kann Methanschleupf aus großer Entfernung erkennen

**Die Suche nach Leckagen** gehört zum reibungslosen Betrieb von Gasnetzen. Der Technologiekonzern ABB hat nun eine digitale Laserabsorptionstechnologie entwickelt, mittels derer Leckagen in bis zu 150 Metern Entfernung erkannt werden können. Diese Technologie in Kombination mit einem Anemometer, GPS-Sensor und einer Auswertungs-Software kann auf ein Fahrzeug installiert werden und mobil Leckagen aufspüren.



## Kommune der Selbst-erzeuger

**Brennstoffzellen-Pilotprojekt** „H2-Community im Neubaugebiet“ in Aschaffenburg: Im größten Neubaugebiet der bayerischen Stadt mit 750 Wohneinheiten sollen kleine Brennstoffzelleneinheiten und eine Hard- und Software-Lösung zur Optimierung des Eigenverbrauchs in den Immobilien installiert werden. Die IT-Lösung managt Erzeugung, Verbrauch und Zwischenspeicherung der erzeugten Energie. Das Ziel des Projektes ist ein stromautarkes Areal, in dem die Stadtwerke Aschaffenburg (AVG) als Energieversorger mit den Kunden keine klassische Stromlieferbeziehung mehr vereinbaren. Sondern die Kunden der Stadtwerke können den selbst erzeugten Strom sowohl im eigenen Haus als auch an allen öffentlichen Stromtankstellen der AVG kostenfrei entnehmen. Das Projekt gilt als Modell für eine dezentrale Energiewende.

# EIN GROSSER SCHRITT VORAN

Bosch entwickelt intelligente Festoxid-Brennstoffzellensysteme zur dezentralen Energieversorgung und will 2024 mit der Serienproduktion starten.

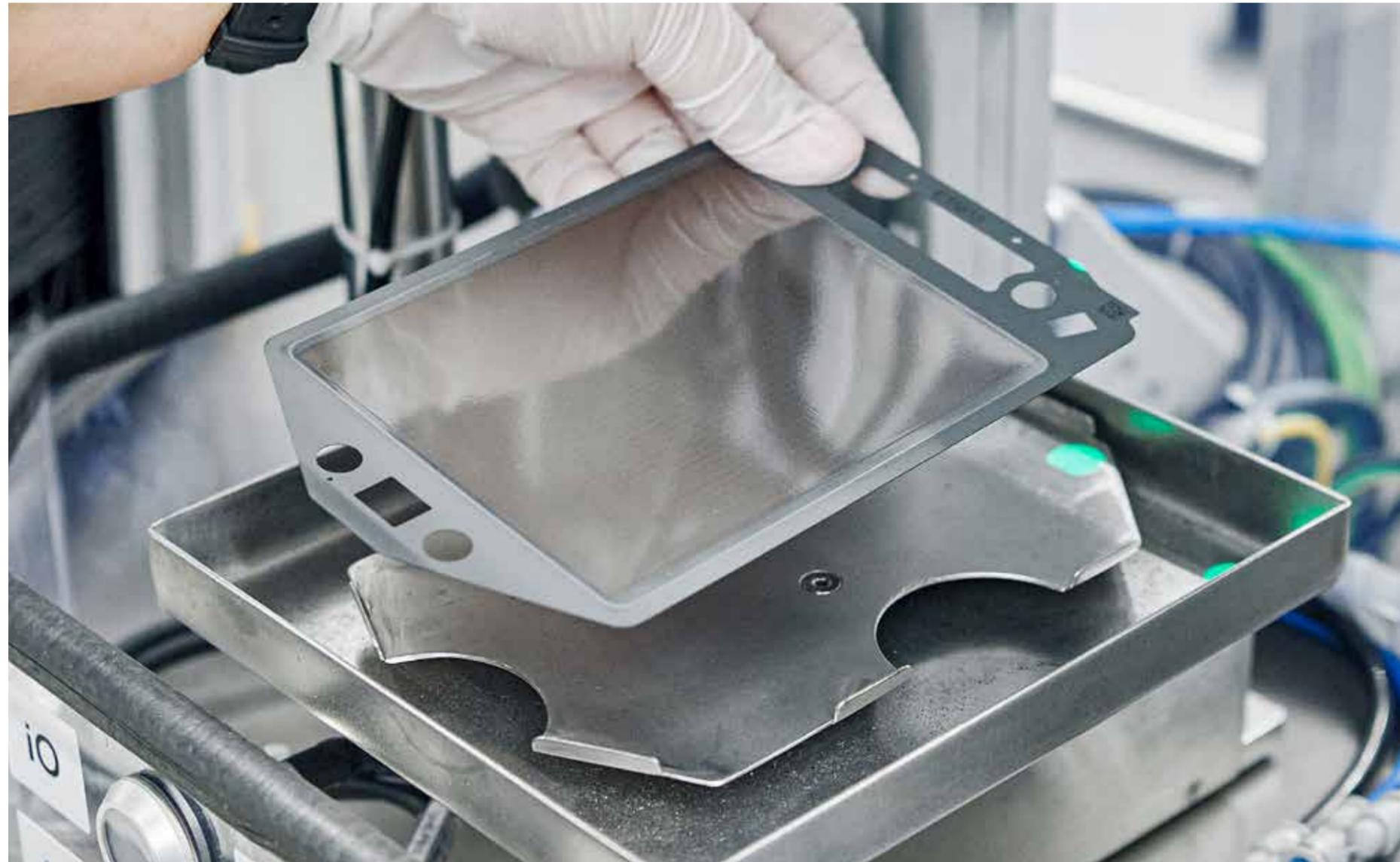
Fotos: Robert Bosch GmbH (6), Frank Hermann, Fotohaus Kerstin Sänger

**PRÄZISION:**  
Mitarbeiter  
beim Prüfen des  
Beschichtungs-  
prozesses

# N

ahezu lautlos surrt der unscheinbare schwarze Kasten vor sich hin. Nichts an diesem Gerät, das auf den ersten Blick einem großen Kühlschrank gleicht, deutet auf seine Geheimnisse hin. Wer die Zahlen und Grafiken auf einem Display nicht gleich entschlüsseln kann, käme kaum auf die Idee, einem Kleinkraftwerk bei der Erzeugung von Strom und Wärme zuzusehen. Und noch weniger würde man erahnen, dass in dem Gerät eine Brennstoffzellentechnologie schlummert, die das Zeug hat, die Energiewende einen großen Schritt voranzubringen.

Brennstoffzellen wandeln Erdgas in Wasserstoff um und nutzen ihn zur gleichzeitigen Gewinnung von thermischer und elektrischer Energie. Erdgas (CH<sub>4</sub>) enthält sehr viel Wasserstoff. Der Wasserstoff wird durch einen Reformer gewonnen und reagiert mit zugeführtem Sauerstoff aus der Luft in einer umgekehrten Elektrolyse zu Wasser. Es kommt zu einer elektrochemischen Reaktion, in der Wärme und Strom entstehen. Die von Bosch entwickelte Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC = Solid Oxide Fuel Cell) ist – um es salopp zu formulieren – ein wahrer Allesfresser. Anders als die gängigen PEM-Brennstoffzellen (Proton Exchange Membrane), die nur mit Erdgas oder hochreinem Wasserstoff funktionieren, kann die SOFC mit Erdgas, Biomethan und Wasserstoff sowie verschiedensten Beimischungsverhältnissen betrieben werden. Dabei werden keinerlei Stickoxide und Partikel freigesetzt. Selbst bei der Nutzung von Erdgas gelingt es, die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40 Prozent im Vergleich zum herkömmlichen Strommix zu reduzieren. Und beim Betrieb mit Wasserstoff entsteht überhaupt kein Kohlendioxid. „Um den Weg in die Wasserstoffzukunft aktiv zu gestalten, bieten wir bereits heute eine Zukunftstechnologie an,



**KLEINTEILIG**  
Einzelne Festoxid-Brennstoffzelle zur Vorbereitung des keramischen Prozesses



**KONTROLLE**  
Eine Mitarbeiterin prüft eine Festoxid-Brennstoffzelle.

die perfekt mit natürlichen, regenerativen Ressourcen harmoniert und unabhängig von Infrastrukturen ist“, sagt Marcus Spickermann, der bei Bosch das stationäre Festoxid-Brennstoffzellen-Programm (SOFC) mit dem Schwerpunkt „Sales and Market Development“ leitet. Denn mit den Brennstoffzellengeräten kann die bestehende Gasinfrastruktur weiter genutzt werden, ganz gleich welcher Energieträger verwendet wird. Als Brückentechnologie, so erläutert Spickermann weiter, sind die SOFC-Brennstoffzellen beim Betrieb mit Erdgas bereits heute in der Lage, die CO<sub>2</sub>-Emissionen signifikant zu senken. Wichtig aber sei, dass „auf der anderen

Seite der Brücke eine gut ausgebaute Straße“ warte, also eine langfristige Perspektive: Damit meint er die Nutzung von Wasserstoff ohne jeden Schadstoffausstoß. Aber: Wie baut man eine Wasserstoffwirtschaft auf, wenn es noch keinen Wasserstoff und keine Anwendungen dafür gibt? Mit der SOFC löst Bosch dieses Henne-Ei-Dilemma. Die SOFC-Technologie kann heute bereits mit Wasserstoff betrieben werden. Solange es den noch nicht gibt, reduziert sie schon mal Kohlendioxid mit dem Betrieb von Erdgas. Mit der SOFC steht ein direkter Absatzmarkt für Wasserstoff zur Verfügung, sodass Produktion und Anwendung rentabel sind.



„Um den Weg in die Wasserstoffzukunft zu gestalten, bieten wir eine Zukunftstechnologie, die perfekt mit regenerativen Ressourcen harmoniert und unabhängig von Infrastrukturen ist.“

**Marcus Spickermann**  
Leiter des stationären Festoxid-Brennstoffzellen-Programms (SOFC) mit dem Schwerpunkt „Sales and Market Development“

#### SEHR HOHE ENERGIEEFFIZIENZ

Das Thema Brennstoffzelle könnte so insgesamt einen neuen Schub erhalten, denkt auch Andres Lücke, Hauptgeschäftsführer vom Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie (BDH) und Sprecher der Initiative Brennstoffzelle: „Die deutsche Heizungsindustrie produziert hocheffiziente Brennstoffzellenheizungen für Einfamilienhäuser und Kleingewerbe. Der SOFC-Ansatz bietet darüber hinaus neue Anwendungsbereiche.“ Die meisten Brennstoffzellenheizungen der gängigen Hersteller wie Remeha, Senertec und Viessmann legen mit etwa 50 Prozent thermischer Wirkung und 30 bis 40 Prozent elektrischer Wirkung den Fokus auf die Wärmeerzeugung. Mit der SOFC baut Bosch aber bewusst keine Heizung, sondern einen Energieerzeuger: „Eingebaut in unseren Geräten erreichen wir heute schon einen elektrischen Wirkungsgrad von über 60 Prozent, inklusive der Wärmeauskopplung sogar von 85 bis 90 Prozent“, sagt Wayne-Daniel Kern, kaufmännischer Leiter im Projekt SOFC. Die zusätzlich entstehende Wärme von 240 bis 250 Grad Celsius wird zum Heizen und zur Warmwasseraufbereitung genutzt. Dadurch erhält das Thema Kraft-Wärme-Kopplung neuen Schwung, befand die Jury →

des „Innovationspreises der Deutschen Gaswirtschaft 2020“, die das „brennstoffflexible stationäre Brennstoffzellen-System“ von Bosch mit dem ersten Preis auszeichnete und ihm bescheinigte, einen „wichtigen Beitrag für das Energiesystem der Zukunft“ zu leisten.

Die SOFC-Anlage kann den Weg ebnen zu einer dezentralen Stromversorgung, die irgendwann einmal die bisherigen Großkraftwerke ablösen könnte. „Je nach Energiebedarf lassen sich zukünftig beliebig viele Anlagen mit gleicher Leistung zusammenschalten“, erläutert Wayne-Daniel Kern. Die SOFC-Anlagen sind zudem über eine Cloud vernetzt: Stromproduktion und Betriebsstatus sind so für den Betreiber über ein Dashboard jederzeit einsehbar. Zukünftig können über die Cloud-Lösung verschiedene stationäre Brennstoffzellen miteinander zu virtuellen Kraftwerken vernetzt werden, gesteuert durch intelligente und selbstlernende Software. So wird die Energie dezentral und bedarfsgerecht produziert. „Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig, in einem Rechenzentrum, einem Krankenhaus oder Wohngebiet“, so Kern.

Im vergangenen Sommer hat Bosch in seinem Trainingszentrum in Wernau eine Brennstoffzellen-Pilotanlage auf SOFC-Basis in Betrieb genommen. Die Anlage besteht aus drei Brennstoffzellengeräten für stationäre Anwendungen,



#### SOFC-EINHEIT

Die etwa zwei Meter hohen Einheiten können skalierbar als kleine, dezentrale Kraftwerke eingesetzt werden. (oben)

Aushärten der Brennstoffzelle im Ofen (rechts)



die die bestehende Stromversorgung des Werks CO<sub>2</sub>-sparend ergänzt. Eine SOFC-Einheit mit einer Leistung von zehn Kilowatt kann die Jahresstrommenge von mehr als 20 Vier-Personen-Haushalten produzieren. Im Werk Wernau bedeutet dies, dass der Energiebedarf eines Gebäudes auf dem Gelände fast komplett durch die drei Brennstoffzellengeräte abgedeckt wird. Weitere SOFC-Pilotanlagen zur Erprobung und Validierung

befinden sich an den Bosch-Standorten Bamberg, Feuerbach, Homburg, Renningen, Salzgitter und Schwieberdingen. Eine Pilotanlage am ZOB in Bamberg stellt bereits Strom für eine Bäckerei und die umliegenden Gebäude sowie Warmwasser für die Heizung bereit.

Der Bedarf nach sauberer, grüner Energie wird in den kommenden Jahren stetig wachsen. Der Markt für die dezentrale Energieproduktion wird nach

Schätzungen des Unternehmens bis 2030 ein Volumen von 20 Milliarden Euro erreichen. Bosch will bis 2024 mit der Serienfertigung dezentraler Kraftwerke auf Basis der Festoxidbrennstoffzellen-Technologie beginnen. Das Unternehmen strebt dann eine jährliche Fertigungskapazität mit SOFC-Anlagen von rund 200 Megawatt an. Damit könnten jedes Jahr bereits 1,6 Millionen Menschen mehr in Deutschland mit grüner Energie versorgt werden.



„Der SOFC-Ansatz bietet neue Anwendungsbereiche.“

**Andreas Lücke**  
Hauptgeschäftsführer des BDH  
und Sprecher der Initiative  
Brennstoffzelle

## Wofür ist was?

### Typen von Brennstoffzellen

Bei Brennstoffzellentypen wird grundsätzlich unterschieden zwischen Niedrigtemperatur- und Hochtemperatur-Brennstoffzellen. Die Betriebstemperatur der ersten Gruppe liegt zwischen 10 und 200 Grad Celsius, in der zweiten Gruppe zwischen 500 und 1.000 Grad Celsius. Aus der ersten Gruppe werden sogenannte PEM-Brennstoffzellen (PEM = Proton Exchange Membrane) vorrangig für mobile Anwendungen in Kraftfahrzeugen genutzt. Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC = Solid Oxide Fuel Cell) zählen zur zweiten Gruppe und sind für stationäre Anwendungen in urbanen und industriellen Kontexten konzipiert.

### Einsatzmöglichkeiten von SOFC-Brennstoffzellen

Je nach Energiebedarf lassen sich beliebig viele stationäre Festoxidbrennstoffzellen-Geräte mit gleicher Leistung zusammenschalten. Insofern können sie insbesondere in Städten und Ballungszentren mit hohem Energieverbrauch eine dezentrale Versorgung sicherstellen. Viele verschiedene Einsatzorte sind denkbar, etwa in Städten, Fabriken, Gewerbe und Handel, großen Rechenzentren oder in Ladeparks für Elektroautos. Durch die variable Skalierbarkeit eignen sich SOFC-Brennstoffzellensysteme aber auch für Wohnhäuser oder industrielle Anlagen. Auch eine vorübergehende Nutzung der Brennstoffzellengeräte bei temporär hohem Energiebedarf ist möglich.



„Eingebaut in unseren Geräten erreichen wir heute schon einen elektrischen Wirkungsgrad von über 60 Prozent, inklusive der Wärmeauskopplung sogar von 85 bis 90 Prozent.“

**Wayne-Daniel Kern**  
Kaufmännischer Leiter im Projekt SOFC

# Gute Aussichten für unser Klima

Mehr Strom aus Gaskraftwerken sorgt für weniger CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

Der Umstieg auf Gaskraftwerke senkt heute den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Stromproduktion um bis zu 70 Prozent – auch wenn kein Wind weht und keine Sonne scheint. Mit Wasserstoff betrieben, werden Gaskraftwerke zur Säule unserer Energiezukunft: Heute Erdgas, morgen Wasserstoff. Mehr Infos auf [www.gas.info/strom](http://www.gas.info/strom)





# Irgendwann muss man sich entscheiden

Technologieoffenheit ist die Voraussetzung dafür, den geeignetsten Weg zu den angepeilten Zielen in der Energie- und Klimapolitik zu finden? Aber alles offenhalten geht nicht.

**T**ransformationen großer Infrastrukturen wie der Energieversorgung oder des Verkehrssystems sind immer Riesenherausforderungen; wirtschaftlich und technisch, aber auch politisch und gesellschaftlich. Die Energiewende mit ihren Konflikten, Problemen und Unsicherheiten ist ein gutes Beispiel.

Technik ist ein Schlüsselement dieser Transformationen. Effizienz und optimale Ressourcennutzung, aber auch Verlässlichkeit, Steuerbarkeit und Nutzerorientierung müssen gewährleistet werden. Technik ist dabei jedoch nicht alles. Es geht um mehr als die Ersetzung alter Technik durch innovative Technologien. Neue Wertschöpfungsketten und

Geschäftsmodelle müssen etabliert werden, neue Berufsfelder entstehen, politische Anreizsysteme müssen sich ändern. Auch die Endnutzer sind betroffen, etwa durch Windparks vor ihrer Haustür oder wenn sie Autonomie im Rahmen eines Demand Side Management abgeben sollen.

Die Technikfolgenabschätzung (TA) betrachtet daher Technik, Wirtschaft und Gesellschaft gemeinsam. Die rein technische Optimierung kann, genauso wie die techno-ökonomische Optimierung zu unpassenden Ergebnissen führen, wenn nicht die Menschen konkret sowie der politische Rahmen mit betrachtet werden. Technologieoffenheit ist in der TA üblicherweise Prinzip: Es werden unterschiedliche Wege der Transformation

mit unterschiedlichen Technologien analysiert, z. B. im Rahmen einer Wasserstoffwirtschaft oder einer auf Elektrizität setzenden zukünftigen Mobilität. Technologieoffenheit ist natürlich zu wünschen.

Freilich stößt sie an Grenzen. Zwei oder mehr neue Infrastrukturen der Energieversorgung im Verkehrssystem quasi auf Probe flächendeckend über das Land auszurollen, ist sehr aufwendig, nicht nur technisch und ökonomisch, sondern auch politisch, sozial und gesellschaftlich. Also muss in Transformationen irgendwann entschieden werden, das weitere Offenhalten einiger Technologien zu beenden und damit einige Optionen zu schließen. Dann kommt es zu einer sogenannten Pfadabhängigkeit. Diese sollte aufgrund der im Sinne von Wettbewerb und Vielfalt gewünschten Technologieoffenheit keine Beschränkung auf einen Pfad bedeuten, sondern eine gewisse Diversität offenhalten. Ein späteres Neueröffnen noch weiterer Pfade wird allerdings umso aufwendiger und auch sozial schwieriger, je enger diese Infrastruktur bereits mit Wirtschaft, Politik und den Nutzern zu einem neuen soziotechnischen System zusammengewachsen ist.

Pfadabhängigkeiten sind nicht vermeidbar, obwohl sie immer nur unter Unsicherheit eingegangen werden können. Jede Entscheidung ist eine Entscheidung für bestimmte Optionen und damit immer auch eine Entscheidung gegen andere. Alles offenhalten geht nicht. Die TA leistet ihren Beitrag, damit auf einer möglichst guten und robusten Basis unter weitestgehender Wahrung des Wunsches nach Technologieoffenheit entschieden werden kann. Entscheiden müssen jedoch andere in der Gemengelage nicht nur unterschiedlicher Expertenmeinungen, sondern auch handfester Interessen.

**ARMIN GRUNWALD** ist Professor am Karlsruher Institut für Technikfolgenabschätzung und Mitglied des Ethikrats.

Illustration: C3 Visual Lab | Foto: Max Lautenschläger

Bioenergie ist immer verfügbar. Sie könnte volatile Erneuerbare hervorragend flankieren.

## Was es dazu braucht, sagt Uwe Feiler.

**1** Wie stehen Sie zu Biogas und seiner Rolle in der Energiewende?

Die Bundesregierung hat sich im Klimaschutzprogramm 2030 auf einen Zielkorridor für erneuerbare Energien verständigt, um deren Anteil von 65 Prozent am Stromverbrauch im Jahr 2030 zu erreichen. Der Ausbau der Erneuerbaren kann jedoch mittel- und langfristig nur erfolgreich sein, wenn das energiepolitische Zieldreieck – Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Versorgungssicherheit – weiterhin eingehalten wird. Die Bioenergie wird in der Energiewende eine wichtige Rolle spielen, denn sie ist nachhaltig, dezentral und krisensicher. Das gut speicherbare Biogas eignet sich hervorragend, um schwankende Stromerzeugung aus Wind und Sonne auszugleichen. Daher sorgt die Biogasverstromung durch die permanente Verfügbarkeit für mehr Netzstabilität. Außerdem bietet sie den Landwirten ein wichtiges Zusatzeinkommen.

**2** Biogas hat im Gegensatz zu Wasserstoff nie einen Hype erfahren. Warum wird es seinen Status als Underdog der Energiewende nicht los?

Wasserstoff ist ein weiterer wichtiger Erfolgsfaktor für die Energiewende und einen erfolgreichen Klimaschutz, da es sich als Energieträger, Speichermedium und Verbindung der Sektoren Wärme, Mobilität, Strom und Industrie eignet. Mit der Nationalen Wasserstoffstrategie wurde daher eine zentrale Maßnahme des vom Koalitionsausschuss beschlossenen Zukunftspaketes umgesetzt. Beim Thema Energieinnovation steht die Union aber für Technologieoffenheit und Stärkung von Wettbewerb der Technologien. Die Politik muss die richtigen Rahmenbedingungen dafür liefern. Schon seit dem Jahr 2000 werden Biogasanlagen staatlich gefördert. Das Ziel ist nun vor allem die Modernisierung und Flexibilisierung von Biogasanlagen. Der Technologiemix ist für eine erfolgreiche und effiziente Energiewende von zentraler Bedeutung.

**3** Grünes Gas hat Zukunft. Wie kann und sollte die Politik das Potenzial des Energieträgers stärker unterstützen?

Die Energiewende ist eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung. Um diese meistern zu können, ist eine gute Zusammenarbeit und Kooperation von Politik, Wissenschaft und Wirtschaft notwendig. So ist auch ein enger Austausch von Bioenergie-Brancheakteuren mit der Politik wünschenswert, sodass die Politik über die neuesten Technologieentwicklungen informiert wird und Anregungen aufgenommen werden können. Bereits im Klimaschutzprogramm 2030 schlägt die Bundesregierung zur Erreichung der Klimaschutzziele vielfältige Maßnahmen zur Förderung von Bioenergie vor. Unter anderem wird zur Dekarbonisierung des öffentlichen Personenverkehrs eine klimaschonende Umrüstung von Busflotten auf Biogasbetrieb vorgeschlagen. Ein weiteres Ziel ist die Unterstützung fortschrittlicher Biokraftstoffe, wobei die Erzeugung von Bioenergie künftig stärker auf Abfall- und Reststoffen basieren sollte.



**UWE FEILER (CDU)** MdB und Parlamentarischer Staatssekretär bei der Bundesministerin für Ernährung und Landwirtschaft

## Das Küstenkraftwerk K.I.E.L. >>>

Gas ist zusammen mit den erneuerbaren Energien ein zentraler Baustein, um die Versorgung der Zukunft nachhaltig zu sichern und die CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich zu reduzieren. Gas ist ein Alleskönner und eine verlässliche Ressource. Modernste Gaskraftwerke, hocheffiziente Biogaskraftwerke und bald auch industriefähige Power-to-Gas-Anlagen sowie die bestehende 510.000 Kilometer umfassende Leitungsinfrastruktur stehen bereit, um die ehrgeizigen Klimaziele Deutschlands zu erreichen.

Fotos: Luftbildservice Bernot, Stadwerke Kiel (2)

... ist in Europa  
das modernste  
seiner Art >>>

In Kiel ging Mitte 2020 ein neues, hochmodernes Gasmotorenkraftwerk in Betrieb. Es hat ein Kohlekraftwerk abgelöst, wodurch 70 Prozent der dort entstandenen CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden können. Das komplexe Erzeugungskonzept der neuen Anlage – eine Kombination aus Gasmotoren, Wärmespeicher und Elektrodenkessel – ist europaweit einzigartig. Im 60 Meter hohen Wärmespeicher können mehr als 1.500 Megawattstunden Wärme in 30.000 Kubikmetern Wasser gespeichert werden. Und ein 35-Megawatt-Elektroden-Kessel erzeugt aus Strom heißes Wasser für die Wärmeversorgung. 73.000 Kieler Haushalte und Einrichtungen werden so mit Fernwärme beliefert.

... und sichert die nachhaltige Energieversorgung.

20 Gasmotoren bilden das Herz der Anlage. Sie haben eine elektrische Leistung von 190 Megawatt und eine Wärmeleistung von 192 Megawatt. Jeder Motor kann separat hochgefahren werden. In weniger als fünf Minuten sind sie auf 100 Prozent Leistung. Das Kohlekraftwerk benötigt dafür vier Stunden. Durch die modulare Bauweise ist das Küstenkraftwerk äußerst flexibel. So wird die Leistungsabgabe der einzelnen Motoren nach dem aktuellen Energiebedarf ausgerichtet. Mit Gasmotorenwerken wie dem in Kiel wird nicht nur zuverlässig und wirtschaftlich Wärme und Strom produziert, sondern beides so umweltschonend wie möglich.

# BATTERIEGETRIEBEN ODER GEHEN WIR DEN RICHTIGEN

„Der massive Ausbau der Elektroauto-  
produktion ist auch  
deshalb sinnvoll, weil  
gerade die großen  
Wachstumsmärkte  
wie China auf Elektro-  
mobilität setzen.“

## PRO

Sicher ist: Wir müssen auch beim Verkehr mit den Emissionen runter. In diesem Sektor ist bisher zu wenig passiert. Daran haben nicht zuletzt die großen Autokonzerne ihren Anteil, die lieber betrogen haben, als sich weiterzuentwickeln. Dadurch ist ihnen nicht nur ein großer Imageschaden entstanden, sondern sie haben auch Jahre in der Entwicklung verschlafen. Nun stellen die Flottengrenzwerte die Weichen in Richtung Elektromobilität, denn ohne einen massiven Ausbau der Elektroauto-  
produktion lassen sie sich kaum einhalten. Das ist auch deshalb sinnvoll, weil gerade die großen Wachstumsmärkte wie China auf Elektromobilität setzen. Es spricht also aus Klimaschutz- wie aus Exportgründen viel dafür. Ich freue mich, dass mittlerweile alle deutschen Autobauer Elektrofahrzeuge anbieten.

Doch alleine mit Batterien wird es nicht so schnell gehen. Zwar ist der Elektroantrieb mit Batterie mit Abstand der effizienteste Antrieb im Straßenverkehr. Aber er hat auch (noch) Nachteile, etwa das verhältnismäßig hohe Gewicht, die Reichweite, den hohen Rohstoffverbrauch bei der Batterieproduktion und das Recycling der Batterien. Gerade im Schwerlastverkehr ist das problematisch. Welche Bedeutung Wasserstoff im Verkehr bekommen wird, ist offen.

Hier kommen Erdgas-Lkw ins Spiel. Sie stoßen weniger CO<sub>2</sub> pro Kilometer aus als Diesel-  
fahrzeuge und sind heute schon massentauglich. Wenn es darum geht, sofort eine CO<sub>2</sub>-Reduktion zu erreichen, hat Gas den Vorteil, dass die Technologie bereits ausgereift und zu wettbewerbsfähigen Preisen verfügbar ist. Die Verwendung von Biogas aus Abfall, Gülle oder Stroh würde den CO<sub>2</sub>-Ausstoß noch weiter senken. Ich halte es deshalb für richtig, besonders im Schwerverkehr auf Gas als Brückentechnologie zu setzen.

### KLAUS ERNST

ist Gründungsmitglied von DIE LINKE und seit 2018 Vorsitzender des Ausschusses für Wirtschaft und Energie des Deutschen Bundestages.

# TECHNOLOGIEOFFEN: WEG IN DER MOBILITÄT?

Der Blick auf die Wachstumsmärkte gibt die Richtung vor. Sagt der eine. Das ist Wettbewerbsverzerrung. Sagt der andere. Zankapfel ist die CO<sub>2</sub>-Flottenregelung (RED II).

## CONTRA

Die Bundesregierung zementiert mit der Umsetzung der RED II die einseitige politische Festlegung auf die elektrische Mobilität. Damit verstößt sie nicht nur gegen das Gebot der Technologieneutralität, sondern legt zusätzlich den Grundstein für einen drohenden Strukturbruch im Verkehrssektor. Damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr nachhaltig sichergestellt werden können, muss der Verkehrssektor in den Europäischen Emissionshandel überführt werden. Nur so können die Klimaziele erreicht und gleichzeitig marktwirtschaftliche Anreize für Investitionen in klimafreundliche Technologien geschaffen werden.

Eine ambitionierte Treibhausgasquote ergänzt liberale Klimapolitik, indem sie eine Überforderung der Industrie verhindert und die Entwicklung klimaneutraler Technologien verstärkt. Ein weiterer Vorteil: Die geplante Verschärfung der CO<sub>2</sub>-Flottengrenzwerte, die wir ohnehin ablehnen, wäre damit hinfällig. In ihrer jetzigen Ausgestaltung ist die Treibhausgasquote aufgrund der geplanten Mehrfachanrechnungen allerdings falsch konzipiert, im Ergebnis kontraproduktiv und damit abzulehnen. Erneut wird der Elektromobilität gegen alle Prinzipien der sozialen Marktwirtschaft ein zusätzlicher Wettbewerbsvorteil verschafft, der die formelle Erfüllung der Klimaziele vereinfacht, in der Realität allerdings kein Gramm Kohlendioxid einspart.

Damit der Markthochlauf alternativer Kraftstoffe gelingen kann, sind daher eine Ausweitung des Europäischen Emissionshandels sowie eine ambitionierte Treibhausgasquote notwendig, die nicht von einer ideologisch motivierten Klimabilanzfälschung durch die Mehrfachanrechnung torpediert werden.

### OLIVER LUKSIC

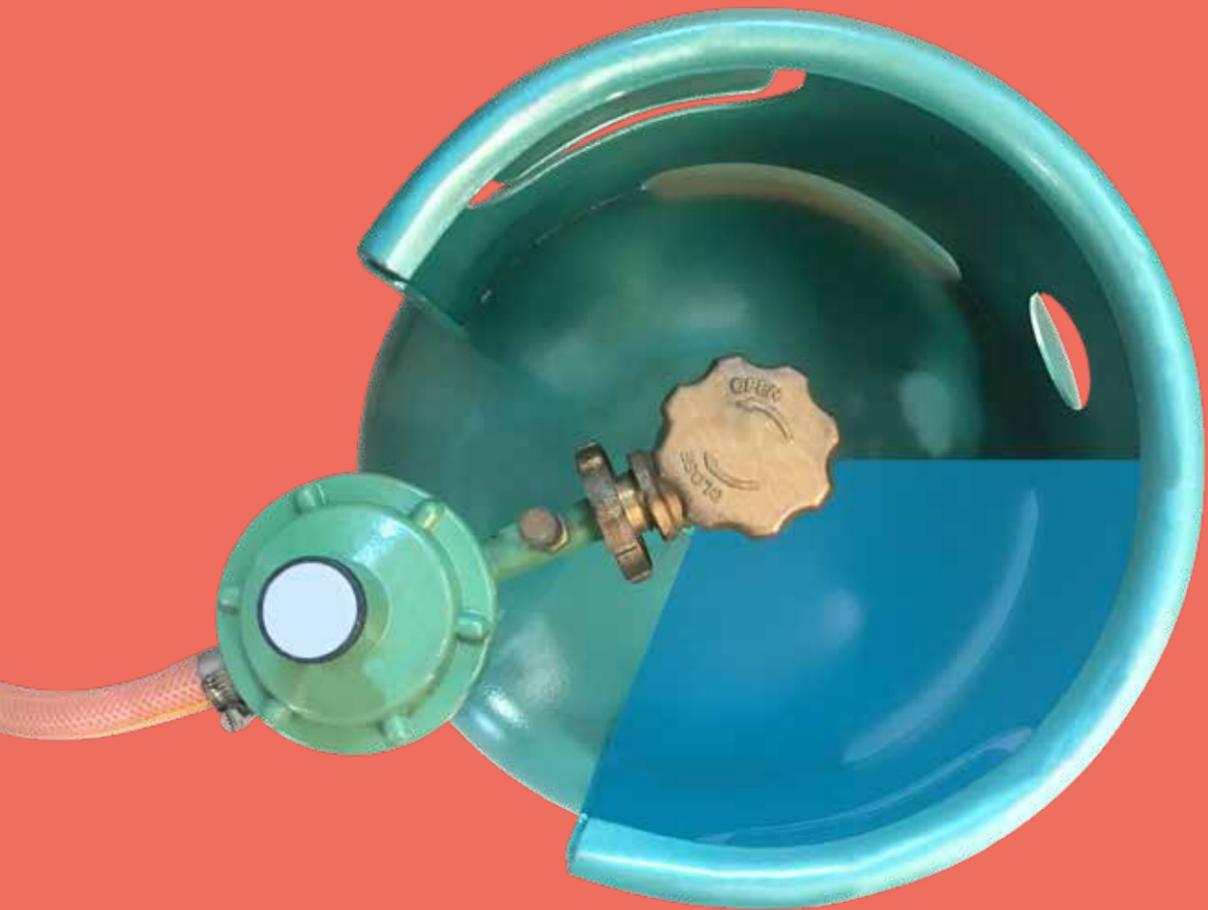
ist Mitglied des Deutschen Bundestages und Sprecher für Verkehr und digitale Infrastruktur der Fraktion der Freien Demokraten.

„Erneut wird der Elektromobilität gegen alle Prinzipien der sozialen Marktwirtschaft ein zusätzlicher Wettbewerbsvorteil verschafft.“



# FUNDAMENTALES STANDBEIN

Als Energieträger dient Erdgas der Wärme- und Stromerzeugung. Vor allem für den Industriestrom wird Erdgas immer wichtiger. Denn: Dessen Resilienz und Stabilität garantieren Produktionssicherheit.

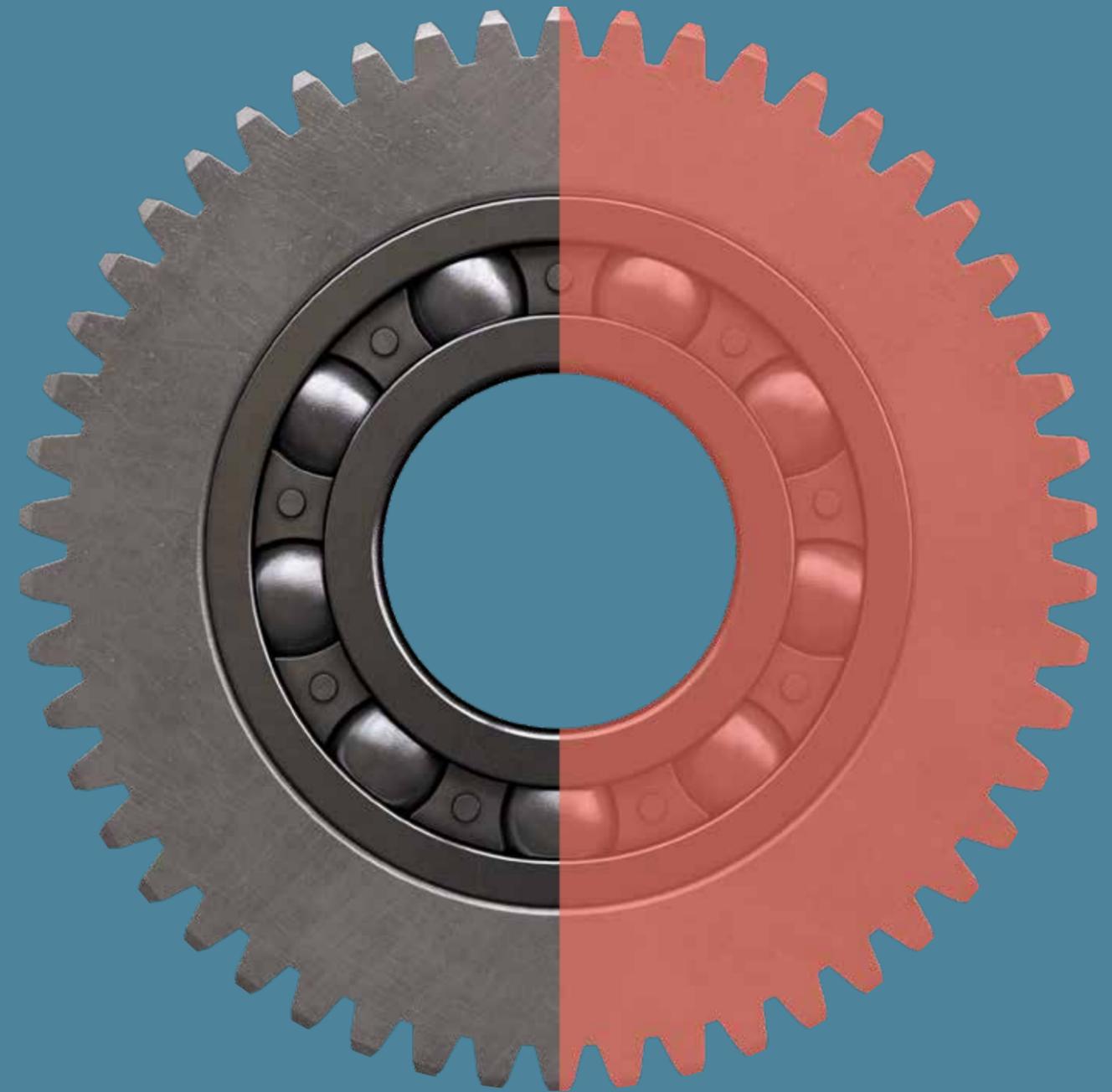


**35 %**  
des verbrauchten  
Erdgases

pro Jahr in Deutschland geht auf das Konto der Industrie. Das sind 338 Milliarden Kilowattstunden. Auf Rang 2 folgen die Haushalte mit 290 Milliarden Kilowattstunden. Das sind 30 Prozent des bundesweiten Jahresverbrauches.

**50 %**  
des Industriestroms

in Deutschland wird inzwischen mit Erdgas erzeugt. Dessen Anteil ist von 2009 bis 2019 um 42 Prozent angestiegen. Im selben Zeitraum ist der Anteil des Stroms aus Stein- und Braunkohle von 23 Prozent auf 12 Prozent zurückgegangen.



Fotos: iStock, Shutterstock

**AMMONIAK ALS HILFSPOLIZIST**

Bei der Kjeldahlschen Stickstoffbestimmung wird dessen Gehalt in Proben untersucht. Dazu wird z. B. Protein durch Reagenzien in Ammoniak umgewandelt. Da dieser gasförmig ist, wird er mit Borsäurelösung in das wasserlösliche Ammonium umgewandelt. Die Lösung wird grün. Hier kann Ammoniak schon mal grün ...

# KANN AMMONIAK GRÜN?

Alle reden über das Potenzial von Wasserstoff. Die Bühne dafür bereitet die Nationale Wasserstoffstrategie und der Green Deal der EU. Dem Bekenntnis müssen Taten folgen. Für Ammoniak-Hersteller sind das wichtige Voraussetzungen, um ihr Produkt zu dekarbonisieren.

**VISIONEN**

Der Rostocker Hafen will Energiehafen werden. Wasserstoff für die Ammoniakproduktion nebenan könnte von hier kommen.

Im Rostocker Hafen werden täglich Tausende Kubikmeter Öl und Tonnen Kohle umgeschlagen. Noch. Denn der Kohleausstieg wird diesen Teil des Transportgeschäftes langfristig verschwinden lassen. An anderer Stelle warten immer mehr zerlegte Windkraftanlagen und Rohrsegmente auf ihre Verschiffung zu Offshore-Anlagen. Das Geschäft verschiebt sich und die Hafengesellschaft visioniert, wohin die Reise gehen kann – zum Energiehafen, konkret zum Wasserstoffhafen. Warum also nicht Reallabor der Energiewende werden und zur dekarbonisierten Energieversorgung beitragen? Eine Versuchsanlage für die Wasserstoffherzeugung und -veredelung ist bereits im Gespräch. Und die Bedingungen sind gut, denn hier treffen die Transportleitungen der Baltic-Offshore-Parks auf die Küste. Ökostrom und Wasser für eine elektrolytische Erzeugung von Wasserstoff wären somit ausreichend vorhanden und einen

Großabnehmer des grünen Gases gäbe es in unmittelbarer Nähe: den norwegischen Düngemittelhersteller Yara.

Noch ist alles Zukunftsmusik, denn es braucht ausreichend Elektrolyseanlagen, eine leistungsfähige Infrastruktur und einen angepassten Regulierungsrahmen. Derzeit produziert Yara in Poppendorf unweit von Rostock seine Düngemittel auf Basis von Ammoniak, der aus Stickstoff und grauem Wasserstoff erzeugt wird. Dazu ist Erdgas notwendig. Zukünftig aber soll die Produktion auf grünen Wasserstoff umgestellt werden. So ließen sich die Kohlendioxid-Emissionen um 50 Prozent reduzieren.

**DEKARBONISIERUNG AUF DER AGENDA**

Die chemische Industrie ist mit Abstand größter Verbraucher von Wasserstoff. Dieser ist notwendig, um wichtige Basischemikalien wie zum Beispiel Ammoniak herzustellen. Jährlich werden allein in Deutschland über drei Millionen Tonnen

davon produziert, wofür rund 460.000 Tonnen Wasserstoff notwendig sind. Ammoniak wiederum ist Grundlage für die Produktion von Düngemitteln sowie speziellen Kunststofffasern und Basis für alle stickstoffhaltigen Chemikalien.

Derzeit wird Ammoniak größtenteils per Erdgasreformierung erzeugt. Dabei wird das Gas und Wasserdampf bei hohen Temperaturen und Drücken mithilfe eines Katalysators zur Reaktion gebracht. Es entsteht ein Synthesegas, das Wasserstoff enthält. Dessen Anteil lässt sich anschließend in einem zweiten Prozessschritt noch erhöhen.

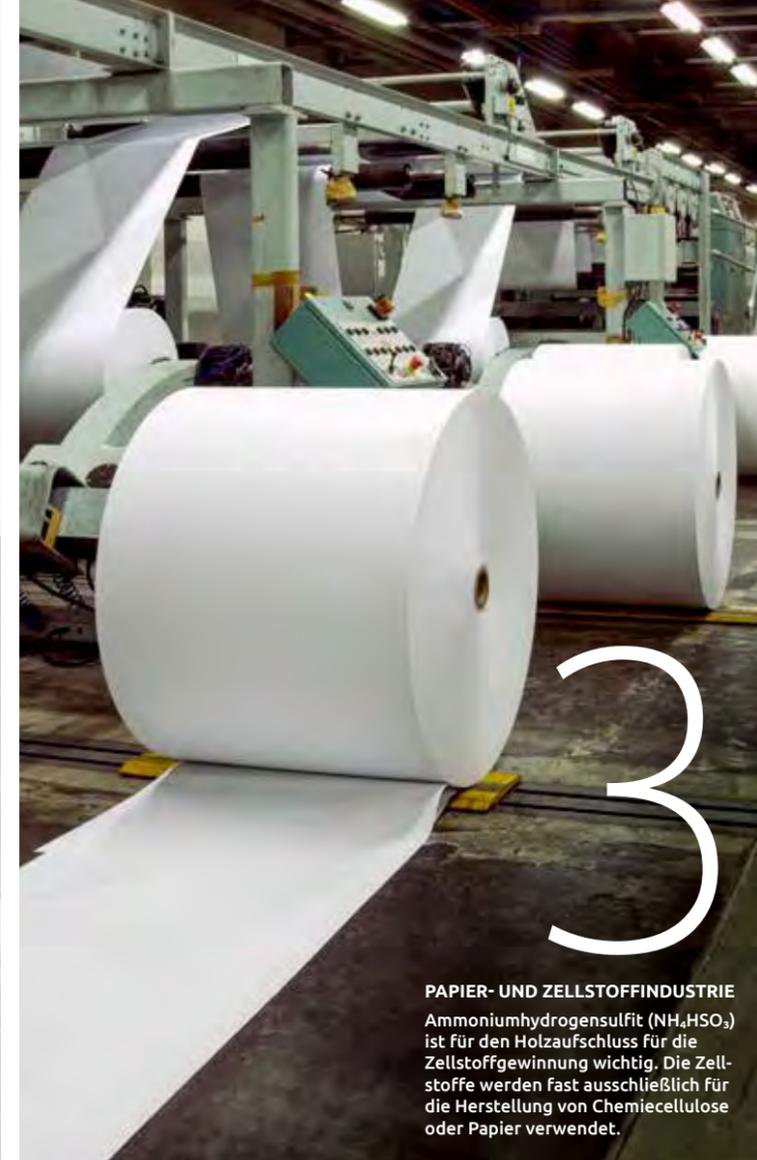
Damit die Ammoniaksynthese aus regenerativen Energiequellen wirtschaftlich und zukunftsfähig wird, braucht →



**1**  
**LANDWIRTSCHAFT**  
Das Hauptprodukt der Weiterverarbeitung von Ammoniak ist Harnstoff. Dieser wird weltweit als bevorzugtes Stickstoffdüngemittel eingesetzt.



**2**  
**CHEMISCHE INDUSTRIE**  
Ammoniak ist wichtig für die Herstellung von Chemikalien, Fasern, Plastik und Arzneimitteln.



**3**  
**PAPIER- UND ZELLSTOFFINDUSTRIE**  
Ammoniumhydrogensulfid ( $\text{NH}_4\text{HSO}_3$ ) ist für den Holzaufschluss für die Zellstoffgewinnung wichtig. Die Zellstoffe werden fast ausschließlich für die Herstellung von Chemiecellulose oder Papier verwendet.

Grafiken: C3 Visual Lab | Fotos: Rostock Port GmbH, Shutterstock (2), iStock (2)

es neben passenden industriepolitischen Rahmenbedingungen neue Technologien. So forschen Chemieunternehmen wie BASF seit einiger Zeit an neuen  $\text{CO}_2$ -armen Prozesstechnologien wie die Methanpyrolyse. Hier wird Erdgas oder Biometan direkt in Wasserstoff und festen Kohlenstoff gespalten. Wird dabei Strom aus erneuerbaren Quellen verwendet, ist das Verfahren emissionsfrei. Könnte es im Industriemaßstab angewandt werden, wäre langfristig zum Beispiel auch eine treibhausgasneutrale Ammoniakproduktion möglich. „Die Umstellung ist jedoch abhängig von der Einsatzreife neu einzuführender Verfahren“, sagt Dr. Alexander Kronimus vom Verband der Chemischen Industrie (VCI). Und je mehr erneuerbare Energien verfügbar sind, je größer der Anteil am Strommix, desto eher

könnte der Umstieg auf neue Technologien erfolgen. Alexander Kronimus verweist aber auch auf betriebswirtschaftliche Aspekte. Ein ökonomisch sinnvoller Zeitpunkt für einen Technologiewechsel ist, so erklärt er, wenn die nicht abgeschriebenen Produktionskosten der neuen Technologie die abgeschriebenen Produktionskosten der Bestandstechnologie erreichen – was nach heutigen Überlegungen aber erst spät eintritt. „Eine vorzeitige Einführung neuer Produktionstechnologien würde somit zusätzliche Kosten verursachen, aber auch schneller zu einer Emissionsreduzierung führen.“

Der VCI zeigt in seiner Roadmap auf, dass eine treibhausgasneutrale Chemie bis 2050 grundsätzlich möglich ist. Dabei spielt Wasserstoff eine Schlüsselrolle. Neben der Wasserelektrolyse

verweist die Roadmap auch auf alternative treibhausgasarme Wasserstoff-Herstellungsverfahren wie die Methanpyrolyse. Mit solch einem Fahrplan ließe sich die heute emissionsintensive Ammoniak-synthese bis 2050 vollständig ersetzen.

**FORTSCHRITT IN DER FORSCHUNG**

Also wird auch intensiv an der Erzeugung von grünem Wasserstoff und grünem Ammoniak geforscht. Das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik und das Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme haben in Marokko bereits Fortschritte erzielt: Gemeinsam mit inländischen Partnern wurden innerhalb des Projektes „Green Ammonia“ Technologien gefunden, um grünen Wasserstoff und  $\text{CO}_2$ -freies Ammoniak effizient herzustellen und für

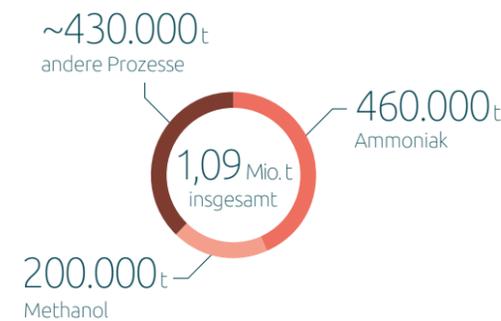
die Düngemittelindustrie zu nutzen. Nun arbeitet man am Bau einer Demonstrationsanlage, in der zwei Elektrolyseurtechnologien und die Ammoniak-synthese technisch-wirtschaftlich erprobt werden – unter realistischen Produktionsbedingungen und in industrierelevantem Maßstab.

In einem weiteren länderübergreifenden Projekt haben EnergyVille/Vito (Belgien), Dechema (Deutschland), DVGW (Deutschland) und TNO (Niederlande) technologische Optionen für die Dekarbonisierung der Ammoniak-synthese in der Antwerpen-Rotterdam-Rhein-Ruhr-Region und deren Auswirkungen auf die Infrastrukturanforderungen untersucht. Eines der Ergebnisse: Die Dekarbonisierung industrieller Prozesse wird standortspezifische Lösungen erfordern.

**AUFBRUCHSTIMMUNG**

Noch ist der großformatige Einsatz von emissionsfreiem Wasserstoff und damit auch von grünem Ammoniak reine Theorie. „Was sich am Ende in der Produktion durchsetzen wird, hängt von der Wirtschaftlichkeit der Verfahren ab“, sagt VCI-Mann Kronimus. Doch es herrscht deutschlandweit Aufbruchstimmung, die sich in vielen Projektvorhaben widerspiegelt. So soll in Hamburg-Moorburg anstelle des Kohlekraftwerks ab 2025 eine der größten Erzeugungsanlagen für grünen Wasserstoff in Betrieb gehen.

Um der Wasserstoffproduktion und damit am Ende dem dekarbonisierten Ammoniak zum Hochlauf zu verhelfen, braucht es außer der unternehmerischen Absicht, dem politischen Bekenntnis und Förderprogrammen die Zementierung der Nationalen Wasserstoffstrategie in Recht und Gesetz. Mit dieser Planungssicherheit kann und wird investiert werden. Der Rostocker Hafen könnte die vorhandenen Infrastrukturen mit neuen intelligenten Verknüpfungen und weitere Produktions- und Distributionsbündnisse schmieden. In der Vision des grünen Energiehafens wäre dann nicht nur Ammoniak-Hersteller Yara mit grünem Wasserstoff versorgt, sondern der Großraum Rostock.



**AMMONIAK BRAUCHT DEN LÖWENANTEIL**

Die chemische Industrie in Deutschland braucht jährlich etwa eine Million Tonnen Wasserstoff. Das meiste wird für die Ammoniak-Produktion benötigt.



**DAS HABER-BOSCH-VERFAHREN**

Die Chemiker Fritz Haber und Carl Bosch haben die Ammoniak-synthese entwickelt. Dabei reagieren Stickstoff und der aus fossilen Brennstoffen (Erdgas) gewonnene Wasserstoff bei etwa 200 Bar und 450 Grad Celsius an einem Eisenkatalysator. Dieses großtechnische Verfahren eröffnete den Weg zur Massenproduktion von Kunstdüngern. Für die bahnbrechende Entwicklung erhielten Fritz Haber und Carl Bosch 1918 den Chemie-Nobelpreis.

# Wenn es blubbert, bin ich zufrieden

Biogas ist der grünste Energieträger überhaupt. Es wird aus Resten gewonnen und ist damit ein Paradebeispiel für nachhaltiges Wirtschaften. Jacqueline Herrmann gestaltet als Anlagenfahrerin in einer sächsischen Biogasanlage die Energiewende mit.

Biogas hat das Zeug zum Hidden Champion. Neue Studien machen deutlich, dass der grüne Energieträger in 30 Jahren mit 300 Terawattstunden einen Großteil des inländischen Strombedarfs decken könnte. Knapp die Hälfte der privaten Haushalte in Deutschland wäre damit pro Jahr versorgt.

Bislang wird erst ein kleiner Teil des Biogases zu Biomethan aufbereitet und ins Erdgasnetz eingespeist. Dabei gibt es bundesweit 9400 Biogasanlagen. Eine davon steht im sächsischen Grimma und wird von der Balance Erneuerbare Energien GmbH betrieben. Hier arbeitet Jacqueline Herrmann als Anlagenfahrerin. Die 25-Jährige ist gelernte Tierwirtin und kennt sich aus mit der Kreislaufwirtschaft. „In meiner Ausbildung war das Thema Biogas mit dabei“, sagt sie. Aus tierischen Hinterlassenschaften und pflanzlichen Stoffen wird Energie erzeugt, die zur Strom- und Wärmeversorgung dient. Selbst die Rückstände aus diesem Umwandlungsprozess sind noch nützlich. Sie kommen als Dünger auf die Ackerflächen. „Der für die Pflanzen so wichtige Stickstoff wird aus diesen Resten sogar noch schneller abgegeben“, so Herrmann.

Um Biogas produzieren zu können, wird in Grimma Mais- und Grassilage sowie Hühnertrockenkot verwendet. Diese Ausgangsstoffe kommen zunächst für einige Tage in einen beheizten Gärbehälter, den Fermenter. Hier herrschen Temperaturen zwischen 35 und 55 Grad Celsius. Diese Wärme brauchen die anaeroben Bakterien, um arbeiten zu können. Unter Ausschluss von Sauerstoff zersetzen sie Mais, Gras und Kot. Währenddessen wird alles ständig vermengt. „Da es sich um einen natürlichen Prozess handelt, schwankt die Gasmenge“, erklärt Jacqueline Herrmann. Alles hängt von der Beschaffenheit der Ausgangsstoffe ab. „Ich schaue jeden Morgen und Mittag in die Behälter. Wenn es blubbert, bin ich zufrieden.“ Natürlich reicht Sichtkontrolle nicht. Gassonden kontrollieren die Qualität. Ein Computerprogramm überwacht den Gasbildungsprozess und die Gasmenge.

Da es für den Beruf keine explizite Ausbildung gibt, muss man eine abgeschlossene Lehre im technischen oder landwirtschaftlichen Bereich vorweisen. Und man muss die Ärmel hochkrempeln können. „Es kann jederzeit passieren, dass mal etwas kaputtgeht“, so Herrmann. Darum gehört zu ihren Aufgaben auch ein regelmäßiger Bereitschaftsdienst. Wenn ein Motor ausfällt oder die Förderschnecke zur Einspeisung der Substrate in den Fermenter stockt, erhält sie diese Informationen auf ihr Telefon. „Dann fahre ich zur Anlage, repariere, was geht, oder schalte wieder ein.“

Während des Gärprozesses steigt das Gas in den Behältern nach oben. Es wird über Gasleitungen in die Gasstation geleitet, dort aufbereitet und in ein angrenzendes Blockheizkraftwerk eingespeist, das die Energie in Strom und Wärme umwandelt. Ein Teil der so erzeugten Wärme wird für die Temperatur im Fermenter genutzt, der Rest geht an Betriebe in der Umgebung. Dafür wurden extra Leitungen gelegt und Wärmestationen aufgebaut. „Hier lesen wir einmal im Monat den Zähler ab und ermitteln die gelieferte Menge“, berichtet Herrmann.

## EIN JOB MIT ABWECHSLUNG

Ein Aspekt der Energiewende ist die dezentrale Strom- und Wärmeversorgung von Wirtschaft und Privathaushalten. Biogas und Biomethan werden dabei eine immer größere Rolle spielen. Auch im Sinne der Nachhaltigkeit. Biologische Reste liefern auf Basis natürlicher Prozesse grüne Energie. Und Reste wird es immer geben. „Wir wandeln hier in Grimma derzeit kein Biogas zu Biomethan, das ins Gasnetz eingespeist wird, aber vielleicht kommt das ja noch“, berichtet Jacqueline Herrmann. Sie sagt ganz offen, was das Gute an ihrem Job ist: Jeder kann ihn ausüben, der Interesse an Landwirtschaft hat und die Energiewende mitgestalten möchte.



**VERBESSERTER ELEKTRODEN** beeinflussen die Wirkungsgrade von Elektrolyseuren. Dadurch lässt sich die gespeicherte Menge erneuerbarer Energie erhöhen.

## Weg mit den Blasen

Wenn bei der Elektrolyse der pH-Wert und die Temperatur verändert wird, hat das Einfluss auf das Strömungsverhalten und die mit Wasserstoff gefüllten Gasbläschen lösen sich früher von den Elektroden. Das haben Forscher vom Institut für Fluidodynamik am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und des Instituts für Verfahrens- und Umwelttechnik an der TU Dresden im Projekt MAD-AGAS herausgefunden. Effekt: Eine zeitige Lösung der Bläschen kann die Wirkungsgrade von Elektrolyseuren verbessern, membranfreie Elektrolyseure ermöglichen und so die Speicherung von Wind- und Sonnenenergie optimieren. Für ihre Erkenntnisse haben die Wissenschaftler den Innovationspreis der Deutschen Gaswirtschaft 2020 in der Kategorie „Forschung & Entwicklung“ erhalten.

Foto: Alamy

# FORSCHERGEIST



**Impressum**  
**Herausgeber:** Zukunft Gas, Neustädtische Kirchstraße 8, 10117 Berlin; Objektleitung: Charlie Grüneberg (V.i.S.d.P.); Telefon: +49 30 4606015-63; E-Mail: Charlie.Grueneberg@gas.info  
 Ann-Kristin Müller; Telefon: +49 30 4606015-68; E-Mail: Ann-Kristin.Mueller@gas.info  
**Unterstützt durch:** Wintershall Dea GmbH (Ulrike Michaelis), VNG AG (Melanie Hensel) und Open Grid Europe GmbH (Julia Ray)  
**Verlag:** C3 Creative Code and Content GmbH, Heiligegeistkirchplatz 1, 10178 Berlin

**Projektmanagement:** Annika Tietke-Ettelt  
**Chefredaktion:** Michaela Harnisch; **Redaktion:** Kristina Simons, Klaus Grimberg, Katja Richter, Sven von Thuelen  
**Art Director:** Virginia Gutiérrez, Markus Haupt; **Infografik:** Diana Brkovic; **Bildredaktion:** Luis Pantaleon; **Litho:** Peter Becker GmbH Medienproduktionen, Würzburg;  
**Druck:** Umweltdruck Berlin GmbH



**WASSERSTOFF**  
 Fokus auf die erneuerbare Energiewelt der Zukunft mit der Strategie „VNG 2030“

## ENERGIEWENDE GESTALTEN.



**BIOGAS**  
 Zunehmende Ausrichtung auf erneuerbare Energien seit 2010



**ERDGAS**  
 Ablösung von Stadtgas in den 90ern und flächendeckende „Erdgasifizierung“



**STADTGAS**  
 Aufbau des ostdeutschen Gasverbundnetzes seit Unternehmensgründung 1958

Unsere Kompetenzen und Erfahrungen aus über 60 Jahren Unternehmensgeschichte sowie der stets erfolgreiche Umgang mit Veränderungen sind unsere Leitplanken für die Gestaltung von Gegenwart und Zukunft: Grün. Digital. Mit Gas. [www.vng.de](http://www.vng.de)



„Wenn wir neue Gasprojekte nicht mehr zulassen, haben wir zukünftig keine Infrastruktur mehr für CO<sub>2</sub>-neutrale Alternativen.“

Dr. Markus Pieper  
Abgeordneter der CDU im Europaparlament

