



**DAS GASMAGAZIN**  
Ausgabe 2/2023

#### **Österreich**

Der weltweit erste unterirdische Porenspeicher für Wasserstoff

#### **Deutschland**

Welche Bedeutung Moleküle in der Stromwirtschaft von morgen haben

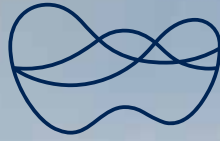
#### **Norwegen**

Wie sicher ist CCS? Wissenschaftler der Universität Bergen geben Antworten



# BITTE WENDEN!

Die deutschen Kommunen stehen bei der Wärmewende vor sehr großen – und ganz unterschiedlichen – Herausforderungen. In dieser Ausgabe stellen wir einige Lösungsansätze vor.



wintershall dea

# IN DIE ZUKUNFT INVESTIEREN

Wie können wir eine klimafreundliche Energieversorgung schaffen und Industrieemissionen in den Griff bekommen? Durch Investitionen in die Technologie zur Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> (CCS) und in kohlenstoffarmen Wasserstoff. Genau das macht Wintershall Dea!

Wintershall Dea ist auf dem Weg, sich zu einem führenden Gas- und Carbon Management-Unternehmen Europas zu entwickeln.

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

# g

IN DIESER AUSGABE  
2/2023

## 4 Auf den Punkt

Die Rolle von CO<sub>2</sub>-armem Wasserstoff im Wärmemarkt von morgen.

## 6 Endlich verständlich

Neue Gase für die Energiewende – ein Überblick.

## 8 Titel

Welche Herausforderungen auf die kommunale Wärmeplanung zukommen – und welche Rolle Wasserstoff hier in Zukunft spielen könnte.



## 16 Pioniergeist

Innovationen aus der Gaswirtschaft: vier zukunftsweisende Projekte.

## 18 Interview

Ohne Moleküle geht es nicht: Tim Meyerjürgens, COO von TenneT, über die Stromwirtschaft der Zukunft.



## 22 Reportage

Zu Besuch beim „Underground Sun Storage“, wo die saisonale unterirdische Speicherung von Wasserstoff erprobt wird.

## 28 Essay

Prof. Dr. Ursula Münch über den wichtigen Dialog zwischen Verbänden und Politik.

## 29 Nachgehakt

SPD-Energieexperte Bengt Bergt zum Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft.

## 30 Zoom

Zement, Glas, Kalk: Diese Industrien brauchen CCS, um ihre Klimaziele zu erreichen.

## 36 Streitkultur

Gehört Wasserstoff in den Wärmemarkt? Zwei Expertinnen – zwei Meinungen.

## 38 Kurz und knapp

Die Ukraine setzt auf Biogas. Deutschland könnte profitieren.

## 40 Reportage

Was passiert bei der CO<sub>2</sub>-Speicherung unter dem Meeresboden? Das veranschaulicht ein norwegisches Experiment.

## 44 Zukunftsberuf

Auf der Suche nach Lecks bei Öl- und Gasanlagen ist Cindy Verhoeven international im Einsatz.

## 46 Forschergeist

In Berlin wird eine leistungsstarke Zinkbatterie getestet, die auch Wasserstoff produziert.



## Wärmewende und erneuerbare Gase

### Kommunale Planung und Energieziele im Fokus

Was steht im Heizungskeller? Und was wird dort in Zukunft stehen? Über diese Fragen haben in diesem Jahr sicherlich viele Menschen nachgedacht. Der Grund waren die Diskussionen rund um das Gebäudeenergiegesetz: Im September wurde es im Bundestag verabschiedet, doch der Weg dorthin war lang.

Mit dem Ergebnis soll ein pragmatischer und wirkungsvoller Start der Wärmewende ermöglicht werden. Ob dies gelingt, wird auch vom nächsten wichtigen Schritt abhängen: der kommunalen Wärmeplanung. Sie wird als Entscheidungsgrundlage für viele Menschen dienen, welcher Energieträger ihr Zuhause in Zukunft wärmen wird.

In unserer Titelgeschichte stellen wir daher vier verschiedene Kommunen und ihre Konzepte für die Wärmeversorgung vor. Sie zeigen: Die Kommunen stehen vor sehr unterschiedlichen Herausforderungen und nutzen verschiedene Lösungsansätze. Daher ist die Verzahnung des neuen Heizungsgesetzes mit der kommunalen Wärmeplanung so wichtig.

Wollen wir die Klimaziele erreichen, müssen wir alle technologischen Möglichkeiten nutzen, um Emissionen zu reduzieren. Das gilt für Heizungen genau wie für die Industrie, die Stromerzeugung oder den Verkehr. Die Nutzung von neuen, also erneuerbaren und dekarbonisierten Gasen ist daher ein wesentlicher Bestandteil unserer Energieversorgung.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre des neuen g – und bleiben Sie gesund!

Dr. Timm Kehler  
Vorstand von Zukunft Gas

„Wir müssen zügig die Voraussetzungen dafür schaffen, klimaneutrale Gase in der Wärmeversorgung einsetzen zu können.“

**Ingbert Liebing**, Hauptgeschäftsführer  
Verband kommunaler Unternehmen (VKU)

Wie werden wir Wohnungen, Häuser, Siedlungen und Städte in Zukunft mit Wärme versorgen? Und welche Rolle wird CO<sub>2</sub>-armer Wasserstoff künftig im Wärmemarkt spielen? Das ist eine immer wieder intensiv diskutierte Frage.

Für Ingbert Liebing, Hauptgeschäftsführer VKU, ist die Sache ziemlich eindeutig, auch weil für den Transport von Wasserstoff die bestehenden Gasverteilnetze genutzt werden können: In einem „bunten Strauß unterschiedlicher Dekarbonisierungsmaßnahmen“ stellen Gasverteilnetze für ihn „eine sehr leistungs- und anpassungsfähige Infrastruktur dar, mit der sich Versorgungssicherheit und eine sozialverträgliche Wärmewende absichern lassen“. Das sagte Liebing anlässlich der Veröffentlichung einer Studie zum Thema Wasserstoff und Wärmemarkt.

Die von der Initiative H2vorOrt herausgegebene Studie kommt zu einer Erkenntnis, die wie Liebing viele Experten teilen: Den Wärmemarkt, der mehr als die Hälfte des deutschen Endenergieverbrauchs ausmacht, könne man mit dem Einsatz von erneuerbarem und emissionsarmem Wasserstoff schnell und kostengünstig dekarbonisieren. Wasserstoff hat ein enormes Klimaschutzpotenzial, und um dieses zu aktivieren, ist es umso wichtiger, dass die Politik zügig entsprechende Maßnahmen auf den Weg bringt. Mehr über dieses Thema erfahren Sie in unserer Titelgeschichte auf S. 8 sowie im Streitgespräch auf S. 36.



79,4%  
andere  
Energiequellen

Primärenergie-  
verbrauch in  
Deutschland im  
Jahr 2021 – nur  
rund ein Fünftel  
wurde durch Strom  
gedeckt.

20,6%  
Strom

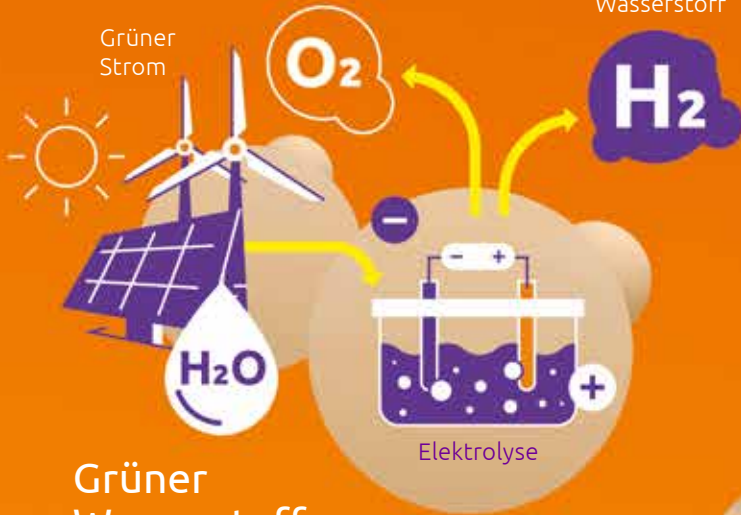
# Neue Gase für die Energiewende

Auch in Zukunft wird ein Teil des deutschen Energiebedarfs durch Moleküle gedeckt – die Nachfrage nach grünen Gasen könnte laut einer Studie 2030\* bis zu 196 TWh betragen. Allein mit grünem Wasserstoff können wir diesen Bedarf nicht decken. Ein Überblick über die Bandbreite erneuerbarer und dekarbonisierter Gase.

## Biogas



Wasserstoff

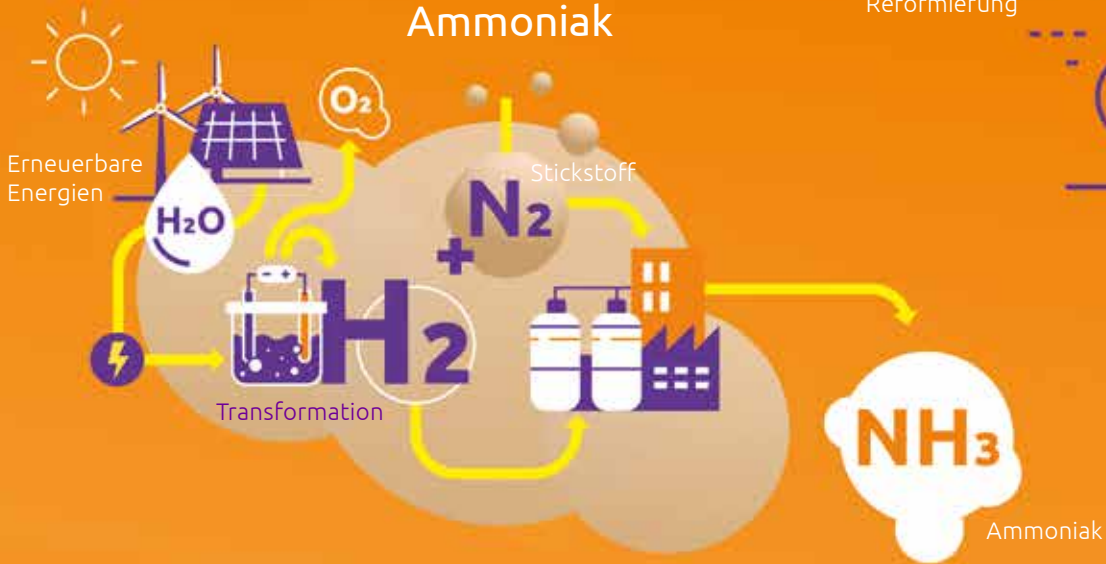


Grüner Wasserstoff

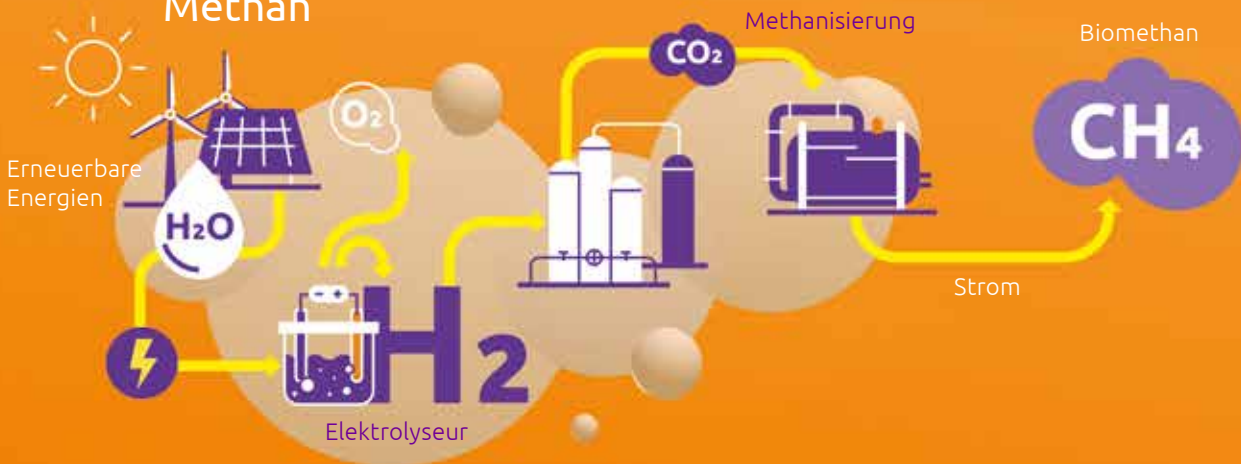
Blauer Wasserstoff



Grünes Ammoniak



Synthetisches Methan



# WÄRME IM WANDEL

Die kommunale Wärmeplanung soll die Wärmewende beim Heizen von Gebäuden steuern – und Hausbesitzern Sicherheit bei der Heizungsentscheidung geben. Klappt das denn?

Illustrationen: Toni Oßwald







H

elles Sirren liegt am Mittag des 8. Juli über Wenigenjena. Es mischt sich unter die Alltagsgeräusche des Jenaer Stadtteils, der sich in einer Biegung an die träge dahinfließende Saale schmiegt, und ist so leise und monoton, dass es die meisten Bewohner wohl gar nicht bemerken. Das Sirren stammt von einer Drohne, die über den Straßen und Häusern des Viertels ihre Kreise zieht. Ihr Auftrag: Sie soll unter anderem thermische Bilder liefern, die Aufschluss über sommerlich erheizte Bereiche in dem Quartier geben. Die Ergebnisse sollen helfen, ein Integriertes Energetisches Quartierskonzept (IEQK) für Wenigenjena zu erstellen.

Der Drohnenflug im vergangenen Juli gehört zu einem Modellprojekt, das – wenngleich selbst erheblich detaillierter – aufzeigen soll, wie die kommunale Wärmeplanung in der thüringischen Stadt aussehen kann. Geplant war es, lange bevor die Bundesregierung das Thema nun in ein Gesetz gefasst hat. Die Wahl fiel auf das Quartier in Wenigenjena, weil es eine hoch differenzierte Baustruktur aufweist. Das IEQK soll in dem Viertel die Wende hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung einleiten sowie die technischen und wirtschaftlichen Energieeinsparpotenziale in dem Quartier aufzeigen.

„Die Wärmewende ist der wichtigste Hebel der Energiewende und essenziell zur Erreichung der Klimaneutralität“, sagt der Bürgermeister und Dezernent für Stadtentwicklung und Umwelt Christian Gerlitz. „Die kommunale Wärmeplanung gibt uns den notwendigen Plan an die Hand, mit dem wir den Herausforderungen begegnen können.“ Jena will Ende 2024 einen Wärmeplan für eine kosteneff-

fiziente und klimaneutrale Wärmeversorgung der 112.000 Einwohner vorlegen.

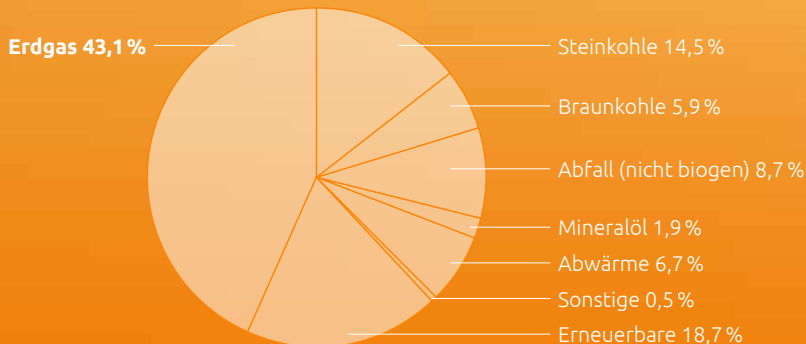
Das Heizen von Gebäuden – die sogenannte Gebäudewärme im Gegensatz zur Prozesswärme – verursacht etwa ein Fünftel der in Deutschland entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Wärmewende macht daher auf allen Seiten – bei der Erzeugung, der Verteilung und beim Verbrauch – enorme Anstrengungen notwendig: Für Energieerzeuger und Netzbetreiber gilt es, die Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen.

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt Eigentümer und Handwerk gleichermaßen vor große Aufgaben. Und die Verwaltungen müssen vor Ort die planerischen Grundlagen dafür schaffen, dass die Wärmewende umgesetzt werden kann. Und am besten wäre es, wenn die Beteiligten bei all dem Hand in Hand arbeiteten und eine Maßnahme abgestimmt in die andere griffe.

## Erdgas ist Hauptlieferant für Wärme

### ENERGIETRÄGER

Der Anteil von Erdgas an der Wärmeerzeugung liegt derzeit bei rund 43 Prozent. Erneuerbare Energieformen wie Biomasse holen langsam auf. Ob mit ihnen allein die Dekarbonisierung des Wärmesektors gelingt, ist jedoch strittig. Eine zusätzliche Option ist zukünftig der Einsatz von Wasserstoff als Substitut von Erdgas.



Doch genau das scheitert oft an der Realität: So liegt die Sanierungsquote bei Bestandsgebäuden bei nicht einmal einem Prozent pro Jahr. Ursache unter anderem: der eklatante Arbeitskräftemangel im Handwerk.

Die kommunale Wärmeplanung ist neben der Neufassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) ein Baustein, um die Wärmewende zu beschleunigen. Das vom Bundeskabinett im August dazu verabschiedete Gesetz verpflichtet Kommunen, einen verbindlichen Wärmeplan aufzustellen. Er soll die Wärmeversorgung für eine Gemeinde oder einzelne Quartiere festlegen und eine Strategie bestimmen, wie dieser Plan für eine „kosteneffiziente, nachhaltige, sparsame, bezahlbare, resiliente sowie klimaneutrale Wärmeversorgung“ umgesetzt wird.

Vor allem aber soll die kommunale Wärmeplanung Eigentümern Planungssicherheit geben, welche Heizung sie künftig einbauen können. Großstädte müssen bis 30. Juni 2026 einen Wärmeplan vorlegen, Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohnern haben zwei Jahre mehr Zeit dafür. Für Gemeinden mit weniger als →

10.000 Einwohnern wird ein vereinfachtes Verfahren eingeführt.

In Hamburg sind sie schon sehr weit, was die Wärmeplanung betrifft: Spätestens Ende 2024 soll sie abschließend vorliegen. Bereits in diesem Jahr will der städtische Energieversorger Hamburger Energiewerke seinen Transformationsplan fertigstellen. Ziel ist der Kohleausstieg bis spätestens 2030 und eine komplette Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Hamburg bis 2045. Die Hamburger Energiewerke betreiben ein zentrales Fernwärmenetz für die Hansestadt, an das rund 500.000 Wohneinheiten über ein 860 Kilometer langes Rohrleitungssystem angeschlossen sind. Bis 2030 sollen 100.000 Einheiten dazukommen.

## „IN EINEM BALLUNGS- GEBIET WIE HAMBURG BIETET STADTWÄRME EIN RIESIGES POTENZIAL FÜR DEN KLIMASCHUTZ.“

**Michael Prinz**  
Geschäftsführer Hamburger  
Energiewerke

Wärmenetze sind eine Option für die Transformation der Wärmeversorgung. Viele nutzen derzeit allerdings noch fossile Energieträger und müssen auf erneuerbare Energien umgerüstet werden. In Hamburg soll spätestens 2030 das letzte dann verbliebene Kohlekraftwerk in Tiefstack vom Netz gehen. Schon 2025 wird das von den Hamburger Energiewerken betriebene Heizkraftwerk in Wedel durch den Energiepark Hafen abgelöst, in dem externe Wärmequellen vernetzt werden. Ihren Schwerpunkt legen die Hamburger Energiewerke künftig auf die Energieerzeugung durch Abwärme aus energieintensiven Industriebetrieben, Müllverwertungsanlagen und Klärwerksprozessen sowie durch Power-to-Heat, die



Umwandlung von Windenergie in Wärme. Hinzu kommen zwei Flusswasser-Wärmepumpen, die Wärme aus der Nordsee und der Bille gewinnen.

Rund 1,9 Milliarden Euro wollen die Hamburger Energiewerke bis 2027 investieren. „In einem Ballungsgebiet wie Hamburg bietet Stadtwärme (d. h. lokale Fernwärme, die Red.) ein riesiges Potenzial für den Klimaschutz“, sagt Geschäftsführer Michael Prinz. „Mit ihrer Hilfe lassen sich zehntausende, teilweise veraltete Einzelfeuerungsanlagen in den Gebäuden ersetzen und neue sowie bestehende Quartiere effizient versorgen.“ Doch wie sieht es außerhalb der Ballungsgebiete aus? In den Kleinstädten und ländlichen Gebieten?

**TRANSFORMATION DES GASNETZES**  
Ortswechsel: In Oberschwaben und Nordbaden betreibt das Unternehmen Netze Südwest zwei Gasverteilnetze mit etwa 5.000 Kilometer Länge, über die Verbraucher in mehr als hundert Gemeinden mit Wärme versorgt werden – private Haushalte, mittelständische ebenso wie Großunternehmen. Anders als in Hamburg spielt Fernwärme hier bisher eine untergeordnete Rolle. Kaum zehn Prozent beträgt ihr Anteil in ganz Baden-Württemberg. In vielen Gemeinden müssten zentrale Wärmenetze erst neu errichtet werden. „Wärmenetze lassen sich für Kommunen aber in nahezu 80 Prozent der Fälle nicht wirtschaftlich betreiben“, sagt der Geschäftsführer von Netze Südwest,

Andreas Schick. „Zum Beispiel immer dann, wenn sie nicht auf günstige Abwärme aus vorhandenen Industrieunternehmen oder wirtschaftlich erschließbare erneuerbare Potenziale ohne Betriebsstoffe zurückgreifen können und die Energie daher in einem Blockheizkraftwerk erst noch erzeugen müssen.“

Netze Südwest treibt daher schon seit einigen Jahren die klimaneutrale Transformation seines Gasnetzes voran. „Studien zeigen, dass unsere Netze technisch und vom Material her für den Transport von Wasserstoff geeignet sind“, sagt Schick. „Das haben wir bis zur letzten Schraube geprüft.“ In die Transformation wird das Unternehmen 70 Millionen Euro investieren. Hierzu hat Netze Südwest →



## So funktioniert die kommunale Wärmeplanung

### 1. Bestandsanalyse

Im ersten Schritt geht es darum, für die Gebäude einer Gemeinde möglichst exakt den Wärmebedarf und das Einsparpotenzial zu ermitteln. Aktuelle Daten liefern zum Beispiel Katasterämter, Open-Source-Quellen, Geoinformationssysteme – und die Bürgerinnen und Bürger.

### 2. Potenzialanalyse

Im zweiten Schritt werden die Potenziale zur Energieerzeugung und mögliche Handlungsfelder in der Kommune analysiert: Gibt es Flächen für Windenergie? Industrieanlagen, deren Abwärme nutzbar ist?

### 3. Zielszenario

Im dritten Schritt werden die Möglichkeiten für eine künftige, regenerative Wärmeversorgung aufgezeigt und Empfehlungen für die verschiedenen Fokusgebiete bezüglich der Heizstrukturen und der wirtschaftlichen und zeitlichen Auswirkungen gegeben.

### 4. Wärmewendestrategie

Im vierten Schritt entwickelt die Kommune eine Wärmewendestrategie, in der geeignete Umsetzungsmaßnahmen bereits festgelegt sind.

bereits seinen Gasnetzgebietstransformationsplan für den Wechsel auf Wasserstoff erstellt und veröffentlicht.

### WASSERSTOFF ERSETZT ERDGAS

„Wir halten Wasserstoff bei der Wärmewende und der klimaneutralen Energieversorgung von produzierenden Unternehmen für unverzichtbar“, sagt Schick. „Wir schaffen es nicht allein mit Strom aus Erneuerbaren und mit Wärmenetzen – zumindest nicht deutschlandweit.“

Erstens brauche es Wasserstoff, um die Grundlast und die flexibel verfügbare Leistung in den Stromnetzen zu gewährleisten. Denn Wasserstoff lässt sich anders als Strom in großen Mengen speichern. Zweitens sollten alle vorhandenen Optionen im Sinne der Sektorenkopplung und Technologieoffenheit zunächst so intelligent wie möglich eingesetzt werden, um eine sozioökologisch tragbare Wärmewende im Sinne der Endverbraucher zu ermöglichen. Drittens könnten die Preise für Wasserstoff bei einem wachsenden

Angebot und durch technische Fortschritte bei der Erzeugung mittelfristig sinken – auf sechs bis neun Cent pro Kilowattstunde. „Das sind mehr als konkurrenzfähige Preise, die vom aktuellen Wasserstoffkompass der Acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) belegt werden“, sagt Schick. „Sie sind auch für gasverbrauchende Unternehmen interessant, die damit wirtschaftlich auf klimaneutrale grüne Gase umgestellt werden können.“

Viertens hätten mehr als 80 Prozent aller Bestandsimmobilien weder einen KfW-70-Standard noch eine dekarbonisierte Heizungsanlage. Zwei Drittel aller Gebäude in Deutschland wurden bis 1978 errichtet. Somit hätten vier von fünf Haushalten bei elektrischen Wärmepumpen einen sehr hohen Investitionsbedarf bei fraglicher Wirtschaftlichkeit.

„Bei der aktuellen Sanierungsquote von 0,85 Prozent dürfte es noch Jahrzehnte dauern, bis der Gebäudesektor auf ausreichendem Stand ist“, vermutet Schick. Aber selbst bei zwei Prozent würden 2050 laut Studien von Ina Deutschland und des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung nur 60 Prozent der Gebäude saniert sein. „Wir plädieren für einen Mix aus bewährten Technologien und für Wahlmöglichkeiten“, sagt Schick. Die Wärmewende müsse sich an den Gegebenheiten vor Ort orientieren, die Wärmeplanung sei dafür ein gutes Instrument.

Diese Einschätzung teilt auch Sylke Schlenker-Wambach, Kommunalkundenmanagerin bei Energie Schwaben. Der Energiedienstleister ist Gasgrundversorger im Bezirk Bayerisch-Schwaben und angrenzenden Teilen von Oberbayern für rund 220 Gemeinden. Außerdem betreibt er Wärmenetze, die mit Biomasse beheizt werden. „Gerade haben wir den Zuschlag für die Errichtung eines Nahwärmenetzes erhalten, in dessen Heizzentrale mehrere Energieträger miteinander verknüpft sind: Erdgas und Biogas, Wärmepumpen, die mit erneuerbarem Strom betrieben werden, und Hackschnitzel“, so Schlenker-Wambach. Das Erdgas soll nach und nach durch Wasserstoff ersetzt werden.

„Wir halten dieses breit angelegte Konzept für sehr zukunftsfähig“, sagt die Wärmeexpertin von Energie Schwaben. Die Kunden benötigten zu Hause nur noch

einen Wärmetauscher und einen Pufferspeicher. Durch den Energiemix kann der Preis relativ gering gehalten werden.

„Mit unseren vielfältigen Erfahrungen sind wir für die kommunale Wärmeplanung gut gerüstet und bieten unsere Unterstützung dafür als Dienstleistung schon länger unseren Gemeinden an“, sagt Sylke Schlenker-Wambach. Der konkreten Planung gehen eine Bestands- und eine Potenzialanalyse voraus. Schlenker-Wambach: „Welcher Wärmebedarf besteht jetzt, welcher in Zukunft, wenn Gebäude schon saniert sind? Wie wird der Bedarf heute gedeckt, welche Möglichkeiten gibt es künftig? Diese Fragen beantworten wir möglichst detailliert.“

Daraus ergebe sich schließlich ein Dekarbonisierungspfad, auf dem die Kommune die Wärmeversorgung Schritt für Schritt auf klimaneutrale Energie umstelle. „Das kann die Transformation des Gasnetzes sein“, sagt die Kommunalkundenmanagerin, „oder in dünn erschlossenen Gebieten der Bau eines Wärmenetzes oder der Einbau von Wärmepumpen.“

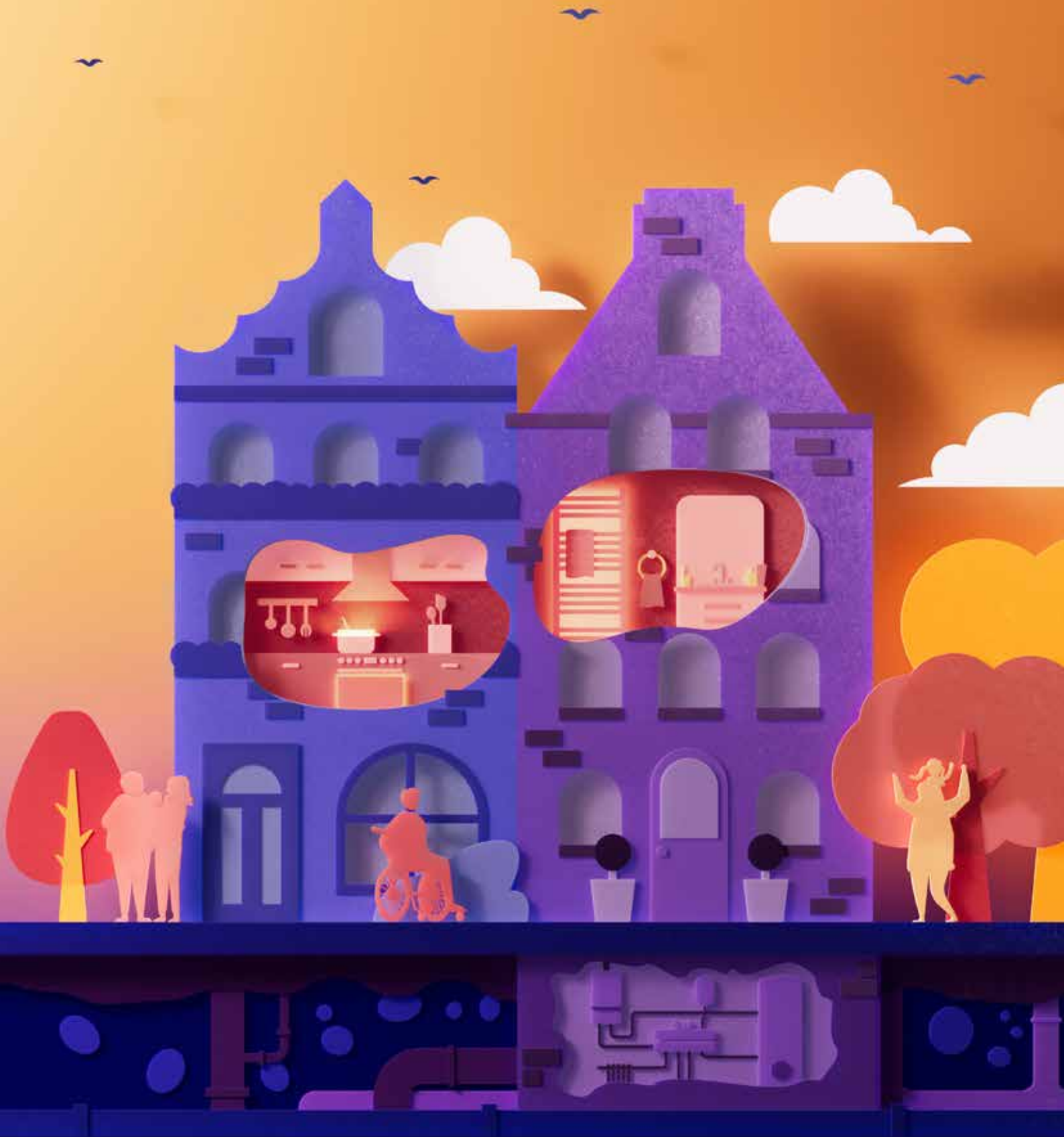
### SOFTWARE FÜR DIE WÄRMEPLANUNG

Das Unternehmen Netze Südwest setzt für die kommunale Wärmeplanung Software-Tools ein, die es gemeinsam mit zwei Start-ups entwickelt hat. Sie ermitteln nicht nur den Wärmebedarf in einer Gemeinde „gebäudescharf“, wie Geschäftsführer Andreas Schick sagt, und analysieren die Energiepotenziale, sondern berechnen zugleich die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Wärmewende. „Die Kommunen sind verunsichert. Sie fürchten, Entscheidungen zu treffen, die sich langfristig negativ auf die Stadt und ihre Bewohner auswirken können“, sagt Schick. „Wir helfen ihnen mit transparenten und nachvollziehbaren Lösungen.“

Zurück nach Hamburg: Durch den geplanten Ausbau und die Dekarbonisierung des Stadtwärmenetzes bis 2030 können die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die beim Heizen entstehen, gegenüber heute um 70 bis 80 Prozent gesenkt – und zugleich ein wachsender Teil der Bevölkerung zuverlässig mit Wärme versorgt werden. Das Beispiel zeigt: Die Wärmewende, sie kann gelingen, wenn alles nach einem guten (Wärme-)Plan läuft.

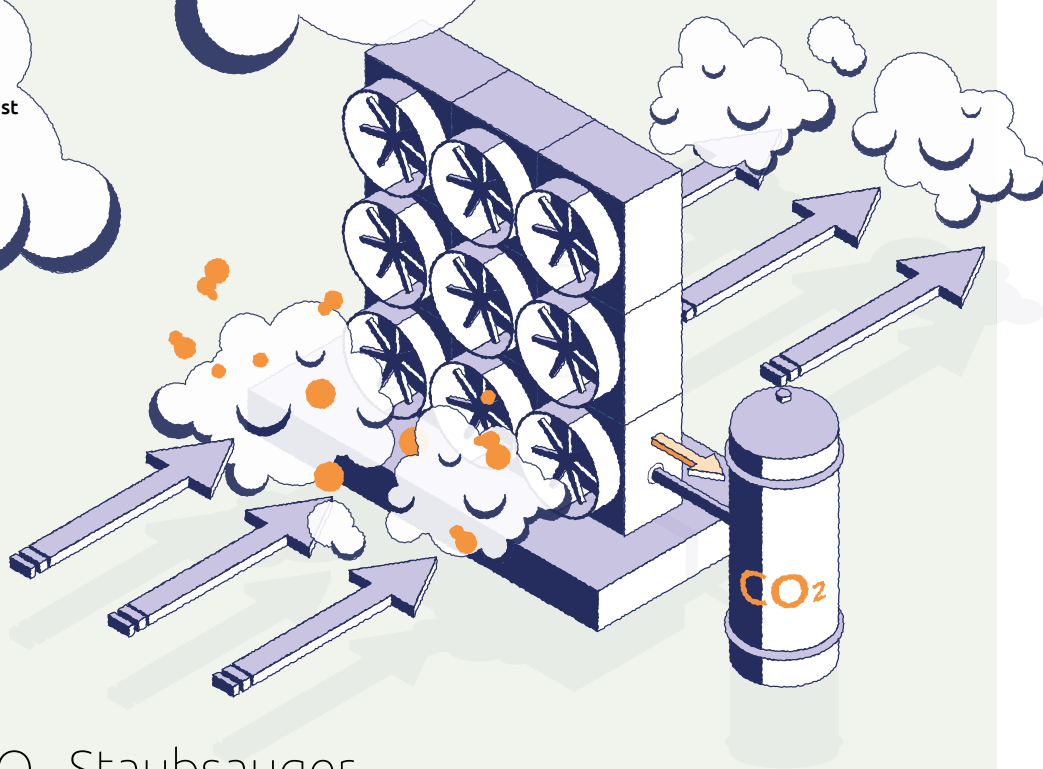
„MIT UNSEREN  
VIELFÄLTIGEN  
ERFAHRUNGEN  
SIND WIR FÜR  
DIE KOMMUNALE  
WÄRMEPLANUNG  
GUT GERÜSTET.“

**Sylke Schlenker-Wambach**  
Kommunalkundenmanagerin  
Energie Schwaben



## HAUSHALTSWÄRME

Mit einer kommunalen Wärmeplanung erhalten Verbraucher Sicherheit darüber, welche Heizungsform sie nutzen und welche Heizung sie einbauen können.



## Der CO<sub>2</sub>-Staubsauger

**Mitten im Zentrum** der deutschen Industrie – in Essen – hat ein Start-up seinen Sitz, das einen wichtigen Beitrag zum Kampf gegen den Klimawandel leisten will: Greenlyte Carbon Technologies (GCT), 2022 gegründet, hat eine Technologie entwickelt, die – quasi wie ein Staubsauger – der Luft Kohlendioxid entzieht. Direct Air Capture (DAC) heißen Verfahren wie dieses, bei denen das CO<sub>2</sub> direkt aus der Atmosphäre entnommen und später zur Produktion von zum Beispiel Kunststoffen oder zur Speicherung unter der Erde genutzt wird. Das DAC-Verfahren des Essener Start-ups geht noch einen Schritt weiter. Laut einem der Gründer, Florian Hildebrand, brauchen Anlagen mit der GCT-Technologie weniger

Energie als alternative DAC-Verfahren, seien kostengünstiger in der Produktion und produzieren als Co-Produkt Wasserstoff. Bislang haben die Gründer – neben Hildebrand sind das Dr. Peter Behr und Dr. Niklas Friederichsen – ihr Verfahren im Labor erfolgreich getestet, ab 2024 soll eine Pilotanlage jährlich rund 100 Tonnen CO<sub>2</sub> absaugen und dabei etwa zwei Tonnen Wasserstoff produzieren. Die weiteren Ziele sind ehrgeizig: Eine voll funktionsfähige Anlage im Kilotonnenbereich soll bis spätestens 2027 entstehen, bis 2050 will man in der Lage sein, eine Gigatonne CO<sub>2</sub> im Jahr abzuscheiden. Den aktuellen Preis pro Tonne schätzt Hildebrand auf 500 Euro, perspektivisch solle er auf 100 Euro sinken.

**Vier für die Transformation:** Ein Einfamilienhaus als kleines Kraftwerk, ein leistungsfähiger CO<sub>2</sub>-Staubsauger, der nebenbei Wasserstoff produziert, ein neues Quartier, das 100 Prozent klimaneutral sein will, eine Softwareberatung für Energieversorger vor großen Herausforderungen.

## Mini-Kraftwerk von morgen

**Das erste deutsche** netzdienliche Einfamilienhaus mit elektrischer Vollversorgung steht in Schöneiche bei Berlin, die Einweihung war im Juli 2023. Das sogenannte FlexE-home ist das Gemeinschaftsprojekt mehrerer Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Das Haus soll seinen Bedarf an Strom, Heizung und Warmwasser lückenlos aus erneuerbaren Energien decken und unregelmäßige Überschüsse nicht ins Stromnetz „entsorgen“. Um das zu erreichen, wird überschüssiger Solarstrom im Sommer in einem Wasserstoffspeicher eingelagert und versorgt das Haus im Winter mit Wärme und Strom. Das Projektteam nennt das FlexEhome auch „ein sozial agierendes Kraftwerk der Zukunft“.



INNOVATIONEN  
AUS DER GASWIRTSCHAFT



# Grüner wird's nicht

„Weltweit einzigartig“ nennt Felix Mayer, was in Esslingen passiert. Mayer ist der Geschäftsführer der Green Hydrogen Esslingen GmbH und selbst wenn man eine gewisse jobinhärente Übertreibungsneigung abzieht, bleibt zu sagen: Es ist beeindruckend, was das Unternehmen mit vielen interdisziplinären Partnern hier aufbaut.

Die Neue Weststadt Esslingen entsteht auf dem Gelände eines früheren Güterbahnhofs. 120.000 Quadratmeter, 100 Prozent klimaneutral. Auf allen Gebäuden werden Fotovoltaikanlagen errichtet. Und wenn der so erzeugte Strom gerade nicht von den Mietern gebraucht wird, erzeugt ein Elektrolyseur grünen Wasserstoff, der in ein lokales Gasnetz eingespeichert werden kann – inklusive der Option zur Rückverstromung im

eigenen Blockheizkraftwerk. „Zusätzlich nutzen wir die Abwärme aus dem Elektrolyseur für die Warmwasserbereitung und Heizung und erhöhen dadurch den Gesamtwirkungsgrad deutlich“, so Mayer.

Über die vielen Auszeichnungen, die das Projekt bislang erhalten hat, dürfte Felix Mayer sich freuen. Aber nicht wundern.



Fotos: PR (2) | Grafiken: C3 Visual Lab, Getty Images

# 85t

im Jahr: geplante  
Produktion von grünem  
Wasserstoff im Quartier

## Netzführung optimieren



Seit der Einführung von Redispatch 2.0 müssen sich Netzbetreiber und andere Marktteilnehmer komplexen Herausforderungen stellen. Die Regeln für das Management von Netzengpässen betreffen inzwischen auch erneuerbare Energien- und Kraft-Wärme-Anlagen. Es besteht unter anderem die Notwendigkeit, Daten für Redispatch-Potenziale und Lastflussprognosen zu erstellen und zu teilen. Um die Vorgaben zu erfüllen, braucht es innovative Lösungen. Diese bietet FairConsult 2417 an, eine Softwareberatung mit dem Schwerpunkt Digitalisierung und Transformation der Energie- und Versorgungswirtschaft. Um die Netzführung zu optimieren und die Kosten für die Behebung von Netzengpässen zu senken, bietet FairConsult Lösungen für unter anderem XML-Schnittstellen zum SAP, die Stammdatenarchitektur oder die Nachrichtenverarbeitung.

# „Ohne Moleküle geht es nicht“

Der Umstieg auf erneuerbare Energien stellt die Stromwirtschaft vor Herausforderungen. Tim Meyerjürgens, COO bei TenneT, erklärt, warum die Energiewende allein mit dem Stromnetzausbau nicht zu schaffen ist – und welche Schlüsselrolle Moleküle in der Energiewelt von morgen spielen.



**TIM MEYERJÜRGENS**

ist seit 2019 Chief Operating Officer des Übertragungsnetzbetreibers TenneT Holding BV. Zugleich führt der 47-Jährige die Geschäfte der deutschen und niederländischen TenneT und verantwortet Bau und Instandhaltung des Netzes sowie On- und Offshore-Projekte. Meyerjürgens bringt mehr als 25 Jahre Erfahrung im Energiesektor mit. Vor seiner Zeit bei TenneT war der Diplomingenieur für Elektrotechnik in verschiedenen Positionen für E.ON Netz tätig.

**Bis zum Jahr 2030 soll der Bruttostromverbrauch nach dem Willen der Bundesregierung zu 80 Prozent aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Vor welchen Herausforderungen steht TenneT angesichts der Energiewende?**

Es ist eine große Aufgabe, die volatilen erneuerbaren Energien wie Wind- und Solarstrom in unser Energiesystem einzubinden. Damit das gelingt, müssen wir ein leistungsfähiges Stromnetz aufbauen, um den grünen Strom dorthin transportieren zu können, wo wir ihn benötigen. Und zwar sehr schnell. 2030 ist für uns schon morgen. Die größte Herausforderung ist der Faktor Zeit.

**... zumal sich der prognostizierte Stromverbrauch bis 2030 verdoppeln wird.**

Das kommt noch dazu. Der steigende Strombedarf macht die Aufgabe noch größer. Alle Sektoren stellen auf Klimaneutralität um und dies geschieht meist durch Elektrifizierung. Denken Sie an die Elektromobilität oder elektrisch betriebene Wärmepumpen zum Heizen von Gebäuden. Aktuell decken wir rund die Hälfte unseres Stromverbrauchs mit Erneuerbaren. Im Grunde müssen wir in kürzester Zeit nicht auf 80 Prozent kommen, sondern wegen des deutlich höheren Stromverbrauchs weit darüber hinaus. Dafür muss auch die Netzinfrastruktur ausgelegt sein.

**Geht es bei diesem Wettlauf mit der Zeit nur um den Ausbau der Stromtrassen?**

Wir haben es mit einem kompletten Systemumbau zu tun, nicht nur mit neuen Leitungen. Denn die konventionellen Kraftwerke der Vergangenheit haben uns

„Die größte Herausforderung ist der Faktor Zeit. Zumal sich der prognostizierte Stromverbrauch bis 2030 verdoppeln wird.“

nicht nur elektrische Leistung geliefert, sondern auch Systemdienstleistungen übernommen, die wir benötigen, um ein Netz überhaupt betreiben zu können. Dazu zählen Dinge wie die Frequenz- und Spannungshaltung. Diese Systemdienstleistungen müssen wir nun anders bereitstellen, indem wir viele neue Komponenten in die Umspannwerke und Netze einbauen. Da geht es um völlig neue Betriebsmittel.

**Werden wir in Zukunft genügend elektrische Energie aus Erneuerbaren erzeugen können, um unseren Strombedarf als Industrienation jederzeit sichern zu können?**

Bilanziell sind wir künftig in der Lage, unseren Strombedarf aus erneuerbaren Energien zu decken. Wir erwarten also keine längeren Stromlücken. Die Frage ist aber, ob der durch Sonne oder Wind erzeugte Strom zu jeder Zeit ausreichen wird. In Szenarien für 2040 wird beispielsweise Bayern, einer der größten Stromverbraucher in Deutschland, bilanziell so viel grünen Strom produzieren, wie dort benötigt wird. Es wird sogar etwa 1.000 Stunden pro Jahr geben, in denen Bayern insgesamt bis zu 30 Gigawatt abgibt. →

**Das ist doch eine gute Nachricht ...**

Richtig. Doch in 7.000 Stunden sieht es genau umgekehrt aus: Da muss Bayern Strom importieren, in Summe ebenfalls 30 Gigawatt. Unsere Aufgabe als Übertragungsnetzbetreiber ist es, unsere Infrastruktur so zu gestalten, dass wir die sehr volatile Stromproduktion aus Erneuerbaren ausbalancieren können. Dafür benötigen wir Flexibilitäten, zum Beispiel durch Interkonnektoren wie NordLink, große Batteriespeicher, aber auch sehr kleine Einheiten wie Solarspeicher in den Haushalten. Die Digitalisierung hilft uns dabei, die Potenziale zu nutzen, die schon im System vorhanden sind.

**Können auch Moleküle dabei helfen, die Stromversorgung sicherzustellen, wenn vorübergehend weniger Energie aus Erneuerbaren kommt, als aktuell benötigt wird?**

Moleküle sind ein unverzichtbarer Baustein für die Energiewende. Ohne Moleküle geht es nicht. In einem System, das auf volatilen Energieträgern wie Sonne und Wind basiert, brauchen wir zwingend zusätzlich gesicherte Stromleistung, also ein verlässliches Back-up. Die zentrale Rolle werden dabei wasserstofffähige Gaskraftwerke übernehmen. So sieht es auch die Kraftwerksstrategie der Bundesregierung vor. Die Gaskraftwerke müssen flexibel einspringen können, wenn die Erneuerbaren vorübergehend nicht genügend Strom liefern. Darum ist Wasserstoff von herausragender Bedeutung für unsere künftige Energieversorgung und die Systemsicherheit.

**Das Bundeswirtschaftsministerium empfiehlt, die Erzeugungskapazitäten von Gaskraftwerken bis 2031 in einer Größenordnung von 17 bis 21 Gigawatt zu steigern. Reicht das aus?**

Für ein versorgungssicheres System benötigen wir 2030 einen steuerbaren Kraftwerkpark von etwa 78 Gigawatt. Um das zu erreichen, gehen auch wir von einem zusätzlichen Bedarf von 21 Gigawatt gesicherter Kraftwerksleistung bis 2031 aus, davon sollten etwa zwei Drittel in Süddeutschland und ein Drittel im Norden aufgebaut werden. Der Zubau sollte vorrangig aus wasserstofffähigen Gaskraftwerken



„Moleküle sind ein unverzichtbarer Baustein für die Energiewende. Wir brauchen zwingend zusätzlich gesicherte Stromleistung, also ein verlässliches Back-up.“

bestehen, die anfangs noch mit Erdgas, mittelfristig aber mit Wasserstoff betrieben werden.

**Wie muss die Wasserstoffinfrastruktur der Zukunft aussehen, um das leisten zu können?**

Sie wird im Kern aus drei Komponenten bestehen: Wir brauchen Elektrolyseure, in denen grüner Strom in grünen Wasserstoff umgewandelt wird. Wir brauchen wasserstofffähige Gaskraftwerke, die wir flexibel einsetzen können, um im Bedarfsfall, in der Regel nur einige Stunden im Jahr, Strom erzeugen und das Netz stabil halten zu können. Und wir brauchen Pipelines, über die der Wasserstoff von den Elektrolyseuren zu den Kraftwerken gelangt.

**Wie rechnen sich Bau und Betrieb wasserstofffähiger Gaskraftwerke, wenn sie immer nur für kurze Zeit laufen, um zum Beispiel eine „Dunkelflaute“ zu überbrücken?**

Tatsächlich brauchen wir keine klassischen Kraftwerke, die permanent Strom erzeugen. Doch für die gesicherte Leistung sind wasserstofffähige Gaskraftwerke immens wichtig. Die Politik ist gefordert, Anreize zu schaffen und ein tragfähiges Marktmodell zu entwickeln, das sich für Investoren rechnet. Nur dann werden die für die Energiewende notwendigen Gaskraftwerke auch gebaut.

**Eignen sich Moleküle dazu, zeitweise überschüssigen Wind- oder Solarstrom zu speichern?**

Da müssen wir unterscheiden: Überall dort, wo wir Energie in Form von Strom benötigen, ist es effizienter, nicht den Umweg über den Wasserstoff zu gehen, sondern den Strom vom Ort der Erzeugung über Leitungen zu den Verbrauchern zu transportieren. Denn bei der zweifachen Umwandlung von Strom zu Wasserstoff und zurück geht viel Energie verloren. Doch in vielen Bereichen brauchen wir grünen Wasserstoff, zum Beispiel für die Gaskraftwerke. Zusätzlich müssen energieintensive Sektoren, wie die Chemie- oder Stahlindustrie, auf Wasserstoffwirtschaft umstellen. Langfristig

**NEU DENKEN**

Tim Meyerjürgens betont im Gespräch mit „g“, dass wir unser gesamtes Energiesystem umstellen müssen.

werden Moleküle zusammen mit Strom die Energiebasis für unsere Industrie.

**Für die Energiewende reicht es also nicht aus, nur das Stromnetz leistungsfähiger zu machen?**

Ganz sicher nicht. Für die Einbindung der Erneuerbaren müssen wir unser gesamtes Energiesystem umstellen. Das ist die Grundvoraussetzung für das Gelingen der Energiewende. Es geht darum, das System völlig neu zu denken, nicht das Strom- und Wasserstoffnetz getrennt voneinander. Beide Energiesektoren müssen parallel ausgebaut und über Elektrolyseure miteinander verknüpft werden, damit sie sich ergänzen können. Eine solche Strategie wird die Stromnetze erheblich entlasten. Ihr weite-

rer Ausbau könnte schlanker dimensioniert werden und wäre kosteneffizienter.

**Wo müssen wir jetzt ansetzen, um schnell die notwendige Infrastruktur für Moleküle aufzubauen?**

Wir brauchen eine integrierte Planung des Strom- und Wasserstoffnetzes, eine Verknüpfung beider Netze und eine strategische Standortentscheidung, wo Elektrolyseure und wo wasserstofffähige Gaskraftwerke entstehen sollen. Die Beantwortung der Standortfrage ist sehr wichtig, weil davon auch die künftige Architektur des Stromnetzes abhängt. Auch hier ist die Politik gefragt.

**Welche Standorte eignen sich am besten für Elektrolyseure und neue Kraftwerke?**

Unseren Studien zufolge sollten Elektrolyseure vor allem in Regionen gebaut werden, in denen viel Strom aus Erneuerbaren zur Verfügung steht, also beispielsweise an der

Nordseeküste, wo wir Offshore-Energie in großen Mengen anlanden. Wasserstoffkraftwerke sollten dagegen tendenziell eher im Süden und Westen angesiedelt werden, also in den großen Industrieregionen, beispielsweise an alten Kraftwerksstandorten, sofern dort die nötige Gasinfrastruktur vorhanden ist.

**Brauchen wir für diese nationale Aufgabe eine „Deutschlandgeschwindigkeit“ wie beim Bau der LNG-Terminals?**

Definitiv. Wir müssen schneller werden, damit die Energiewende gelingt. Beim Bau der LNG-Terminals haben wir gezeigt, dass wir schnell sein können, wenn es schnell gehen muss. Doch der Umbau unseres gesamten Energiesystems ist eine sehr viel größere Aufgabe. Um Fahrt aufzunehmen, müssen die Planungs- und Genehmigungsverfahren deutlich kürzer werden. Im Moment dauert es zehn bis zwölf Jahre, bis wir mit dem Bau beginnen können. Wir verschenken noch zu viel Zeit.

---

ANZEIGE

# Energien sicher transformieren.

Bis 2045 will Deutschland vollständig klimaneutral sein. Als erste Industrienation der Welt. Deshalb stellen wir die Gasversorgung jetzt um, auf neue Gase wie Biogas, Wasserstoff und synthetisches Methan. Darüber hinaus bauen wir neue Terminals an der See und das bestehende Gas-Netz aus. Und wir schaffen Lösungen für CO<sub>2</sub>, das sich nicht vermeiden lässt.

[www.gas.info](http://www.gas.info)

**ZUKUNFT  
GAS**  
Die Stimme der Gas- und  
Wasserstoffwirtschaft.

# FELD-VERSUCH

In Gampern wird im Demoprojekt „Underground Sun Storage 2030“ die Speicherung von reinem Wasserstoff, erzeugt aus erneuerbaren Energien, umgesetzt. Vor allem aufgrund einer Besonderheit schaut die Welt auf die kleine österreichische Gemeinde.



Foto: Mirja Kofler

D

as österreichische Salzkammergut ist ein beliebtes Reiseziel für Wanderlustige. Sie schätzen die grünen Wiesen und Almen mit dem Kuhglockengeläut, die Erhebungen und das Panorama, das sich ihnen mit den imposanten Gipfeln bietet. Doch nicht nur für Touristen, auch für Unternehmen, die an der Zukunft der Energieversorgung forschen, ist die Gegend interessant.

In der Gemeinde Gampern etwa forscht man in rund 1.000 Metern Tiefe an genau dieser Zukunft. Unter der Leitung der RAG Austria AG, Österreichs größtem Erdgasspeicherunternehmen, wird in einer Demonstrationsanlage erneuerbare Sonnenenergie mittels Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt und in einer ausgeförderten Erdgaslagerstätte gespeichert, dem „Underground Sun Storage“. Es

ist weltweit der erste Wasserstoffspeicher in einer unterirdischen Porenlagerstätte.

„Man muss den Sonnen- und Windstrom – vor allem aus den Sommermonaten – auch speicherbar machen“, sagt Markus Mitteregger, CEO der RAG Austria. Das sei insbesondere für den Winter von entscheidender Bedeutung, wenn der Bedarf an Strom und Wärme steigt. Denn kleinere Schwankungen zwischen Tag und Nacht lassen sich mit Pumpspeichern oder Batterien ausgleichen. Einen saisonalen Energietransfer ermöglichen jedoch nur gasförmige Energieträger.

Für die großzügige Speicherung von Wasserstoff bietet sich die bereits vorhandene Erdgasinfrastruktur an. „Wir sind überzeugt, dass die Nutzung vieler bisheriger sowie von bisher ungenutzten unterirdischen Lagerstätten für die sichere Versorgung notwendig sein wird“, so →



#### ABWÄRTS

Von hier aus wird grüner Wasserstoff in eine etwa 1.000 Meter tiefe ehemalige Erdgaslagerstätte geleitet, um in Zukunft eine großvolumige, saisonale Speicherung zu ermöglichen.

**FEDERFÜHREND**

Stephan Bauer ist Leiter der Abteilung Green Gas Technology bei der RAG Austria und begleitet das Projekt „Underground Sun Storage“ von Beginn an.



Mitteregger. „Die großen Volumina und Leistungen für die Versorgungssicherheit werden nur mittels gasförmiger Energieformen bereitzustellen sein, heute mit Erdgas und in Zukunft mit Wasserstoff.“

**SPANNEND WIRD ES UNTER DER ERDE**

Zwischen Alpenpanorama und Gehöften fällt die zunächst einmal unspektakuläre Demonstrationsanlage in Gampern kaum auf. „Der spannende Teil der Anlage befindet sich unter der Erde“, sagt Stephan Bauer bei der Begrüßung. Er ist Leiter der Abteilung Green Gas Technology der RAG Austria und zugleich des Forschungsprojekts. „Nach dem Power-to-Gas-Prinzip wandeln wir hier oben Strom aus 100 Prozent erneuerbaren Energien in Wasserstoff um, verdichten ihn und bringen ihn dann in die unterirdische, ausgeförderte Erdgaslagerstätte ein.“



**GESTEINSPROBE**

Dieser natürliche, über Sedimentationsprozesse entstandene Sandstein ist in der Lage, Wasserstoff aufzunehmen und auf lange Zeit zu speichern.

Dass die Speicherung von Wasserstoff als Beimischung zum Erdgas funktioniert, konnte die RAG Austria bereits vor zehn Jahren in einer anderen Pilotanlage unter Beweis stellen. „Damals ging es in der Branche noch um den Aspekt, ob und wie viel Wasserstoff die Erdgasinfrastruktur überhaupt verträgt. Die Integrität der Speicher für reinen Wasserstoff haben wir seinerzeit allerdings nur im Labor getestet.“ Die Anlage in Gampern soll nun die Machbarkeit dieser Speicherung sowie der späteren Ausspeisung auch praktisch belegen.

Anders als ein Kavernenspeicher, bei dem über das sogenannte Aussolverfahren in einem Salzstock ein künstlicher Hohl-





Fotos: Mirja Kofler (2); RAG/TV1

### LAGE, LAGE, LAGE

Vor einer traumhaften Voralpenkulisse unweit des Attersees und eingebettet in die Landschaft befindet sich die Demonstrationsanlage des „Underground Sun Storage“.

raum geschaffen wird, handelt es sich bei der Lagerstätte in Gampern um einen natürlichen Porenspeicher, wie er in dieser Region ausschließlich vorkommt: feinste poröse Sandsteinschichten, in deren winzige Poren der gasförmige Wasserstoff mit hohem Druck gepresst und eingelagert wird. Mächtige Lagen aus Ton dichten die Speicherstätte ab, der Speicherdruck bleibt immer unterhalb des ursprünglichen Erdgasdruckes in der Lagerstätte.

„Das Volumen des Underground Sun Storage ist vergleichsweise klein“, so Bauer. „Das ermöglicht uns aber, ihn in einer überschaubaren Zeit komplett mit Wasserstoff zu füllen, um zügig praktische Ergebnisse zu erzielen.“ Umgerechnet könne, so die RAG Austria, in der Lagerstätte der umgewandelte Sommerüberschuss der Solaranlagen von rund 1.000 Einfamilienhäusern gespeichert werden.

Als routiniertes Erdgasspeicherunternehmen wird es für die RAG Austria erst richtig spannend, wenn die Einspeisung erfolgt ist. „Alles, was davor stattfindet, ist mehr oder weniger Standard“, sagt Stephan Bauer. „Die Komponenten und Module zur Produktion, Verdichtung, Qualitäts-

messung sowie der Trocknung des Gases nach der Ausspeicherung sind auf dem Markt verfügbar, die Technik und die einzelnen Prozesse sind ebenfalls bekannt. Von Ingenieursseite ist das erst mal nichts Neues.“

Was man noch nicht weiß und hier untersucht, ist, wie sich der Wasserstoff in der Lagerstätte verhält. Dafür werden Kriterien wie Druckanstieg und Fließdrücke untersucht. „Wir erwarten, dass der Wasserstoff da unten stabil bleibt und weder verschwindet noch mit irgendetwas reagiert“, so Bauer. Bei der Ausspeicherung lässt sich feststellen, wie sauber der Wasserstoff aus der Lagerstätte kommt. „Das ist essenziell, weil in jedem →

## INTERDISZIPLINÄR

Im Rahmen des Projekts werden neben der Speicherung auch die Entwicklung geeigneter Aufbereitungstechnologien sowie die Modellierung künftiger Energieszenarien untersucht.

ausgeförderten Erdgasspeicher noch Reste von Erdgas vorhanden sind. Die Menge ist zu gering, um sie noch zu nutzen, aber sie vermischt sich mit dem eingespeisten Wasserstoff.“

Je mehr Erdgas sich mit dem Wasserstoff vermischt hat, desto wichtiger wird die Aufbereitung. Auch hier hat RAG mit einem langjährigen Technologiepartner neue Wege der Gasetrennung beschritten und setzt auf ein innovatives und effizientes Verfahren. Geht man in Zukunft von einem europaweiten Pipelinesystem für reinen Wasserstoff aus, ist dies entscheidend für die Skalierung. „Und dafür machen wir ja das Projekt“, so Bauer. „Wir wollen Wasserstoff in großem Stil speichern.“

Dabei will die RAG Austria Vorreiter sein. „Der Underground Sun Storage wird unseren Kunden die Bestätigung liefern, dass wir ihre Energie in Form von Wasserstoff sicher verwahren und wieder physisch verfügbar haben, wenn sie es brauchen“, sagt Markus Mitteregger. „Deshalb entwickeln wir mit Partnern gemeinsam entsprechend große Wasserstoffproduktionsanlagen.“ Denn um Wasserstoff speichern zu können, müsse er erst einmal erzeugt werden. „Dafür braucht es mehr Elektrolyseure. Bereits in diesem Sommer hatten wir immer wieder Überschussstrom und in Zukunft wird es das vermehrt geben.“

Diesen Überschussstrom verpuffen zu lassen, kann man sich künftig nicht mehr leisten – sowohl finanziell als auch klimabedingt. „Doch trotz steigender erneuerbarer Stromproduktion werden wir auch in Zukunft stark auf Energieimporte angewiesen sein“, so Bauer. „Die günstigste und effizienteste Option, erneuerbare Energien zu importieren, ist in Form von Wasserstoff.“ Und zwar analog zum beziehungsweise unter Einbeziehung des bestehenden Erdgassystems: Energie wird in gasförmigem Zustand über Pipelines verteilt. Dafür sind mehr Zwischenspeicher nötig, um die Energie vor Ort nach Bedarf zu strukturieren. Spitzenzeiten und Flau-



„Wir wollen Wasserstoff in großem Stil speichern, dafür machen wir dieses Projekt.“

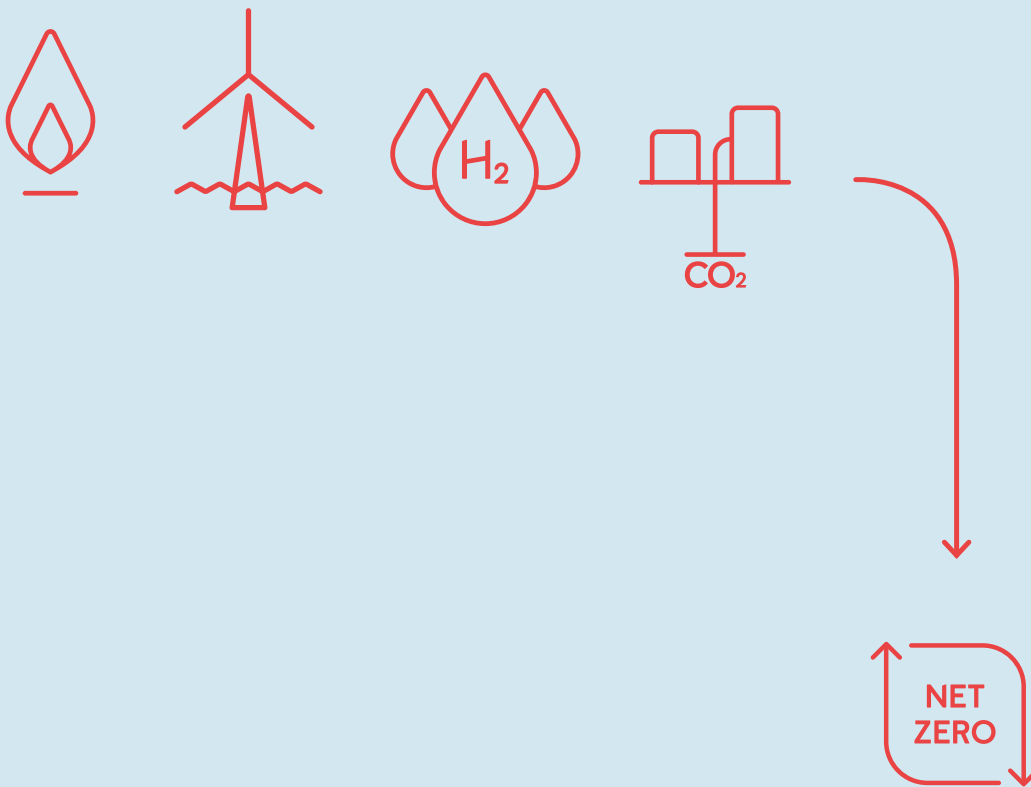
**Stephan Bauer**

Leiter Green Gas Technology, RAG Austria

ten müssen ebenso berücksichtigt werden wie Versorgungengpässe aufgrund von Wartungen oder politischen Krisen.

Um den Transformationsprozess voranzutreiben, muss erst einmal eine Art Wasserstoff-Start-Infrastruktur zur Verbindung von Produktion und Verbrauch geschaffen werden. Ähnlich den Chiemdriedecken im Südosten Bayerns und in Mitteldeutschland, wo es bereits Wasserstoffknoten gibt. „In Oberösterreich und dem angrenzenden bayerischen Raum haben wir den Wasserstoffbedarf zwischen Linz und Burghausen“, so Bauer, „mitten drin gäbe es Speicher für den Überschuss, der sich dann verwerten lässt.“ Im nächsten Schritt würden diese Knotenpunkte miteinander verbunden – das Voralpenland, es kann in Zukunft wichtiger Teil eines europäischen Wasserstoffnetzes werden. Die Weichen dafür werden in Gampern gestellt.

# Verlässlich — visionär.



## Hånd i Hånd in die Zukunft der Energie.

Seit über 45 Jahren arbeiten Deutschland und Norwegen zusammen an zukunftsfähigen Energielösungen. Neben zuverlässiger Erdgasversorgung liegt der Fokus heute zunehmend auf Offshore-Wind, der sicheren Speicherung von CO<sub>2</sub> und dem Aufbau der Wasserstoffherzeugung. Für sichere Versorgung und eine klimaneutrale Zukunft.

Erfahren Sie mehr auf  
[equinor.de](https://www.equinor.de)

# „Keine Interessen ausschließen“

Verbände oder Interessensvertretungen nehmen wichtige Aufgaben wie die Bereitstellung von Fachexpertise wahr, schreibt Politikwissenschaftlerin Prof. Dr. Ursula Münch. Sie fordert aber auch mehr Transparenz.

**O**hne den Begriff Interesse könnte man nicht beschreiben, was eine freiheitliche und pluralistische Demokratie ausmacht. Sowohl in der politischen Philosophie als auch im Umfeld klimapolitisch motivierter Proteste wird regelmäßig darüber gestritten, ob und gegebenenfalls wie eine Rangfolge von Interessen begründet werden kann und sogenannten verallgemeinerungsfähigen – sprich öffentlichen – Interessen ein Vorrang vor Partikularinteressen beziehungsweise privaten Interessen zukomme.

## EINE FRAGE DER NÄHE?

Von dieser Grundsatzdebatte führt für viele der direkte Weg zu einem Urteil über die Legitimität einzelner Verbände: So vermögen selbst die „Zeitenwende“ und das wiedererwachte Interesse an der Staatsaufgabe äußerer Sicherheit nichts daran zu ändern, dass Verbände im Bereich der Verteidigungspolitik schon aufgrund ihrer Nähe zur Rüstungsindustrie zufrieden sein müssen, wenn sie nur als „Rüstungslobby“ und nicht als „Kriegstreiber“ bezeichnet werden. Und im Bereich der Umwelt- oder Energiepolitik gelingt es einzelnen



**PROF. DR. URSULA MÜNCH** ist die Direktorin der Akademie für Politische Bildung in Tutzing. Die Politikwissenschaftlerin ist nicht nur in akademischen Kreisen bekannt. In Talkshows wie „Anne Will“ oder „Markus Lanz“ ist sie ein gefragter Gast, wenn es um Themen wie Wahlen und politische Prozesse geht.

Organisationen, das Selbstbild „unabhängiges Denk- und Politiklabor“ zu sein, selbst dann aufrechtzuerhalten, wenn im Zuge einer Trauzeugenaffäre öffentliche Kritik an einer zu großen und dominanten Nähe staatlicher Institutionen zu diesen Thinktanks laut wird.

Angesichts der sich abzeichnenden globalen Klimakatastrophe ist es

nicht nur berechtigt, sondern sogar erforderlich, der kollektiven Verantwortungslosigkeit entgegenzuwirken und dem Allgemeininteresse an einer raschen weltweiten Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen gerecht zu werden.

Diese Zielsetzung ändert jedoch nichts an den Rahmenbedingungen der dafür notwendigen politischen Prozesse in einer freiheitlichen und pluralistischen Demokratie. Zu deren Fundamenten gehört, dass die Verankerung und Geltungskraft gewaltenteilender und damit machthemmender Elemente sichergestellt sein muss.

Eine eher verkannte, gleichwohl aber bedeutsame Ebene der Gewaltenthemmung ist die „dezisive“, also die Entscheidungsebene. In unserer „offenen Gesellschaft“ (Karl Popper) findet politische Willensbildung und Entscheidungsfindung nämlich nicht nur in staatlichen Institutionen statt, sondern in den politischen Parteien und eben auch in den sogenannten Interessenverbänden.

Die Verbände beziehungsweise Lobbygruppen spiegeln dabei aber nicht nur die Vielfalt von Gesellschaft und Wirtschaft wider. Ihnen kommen auch wichtige Aufgaben zu: Sie dürfen und sollen zum einen ihre Fachexpertise in den politischen Entscheidungsprozess einfließen lassen. Nach erfolgter Entscheidung sollen sie zum anderen eine Vermittlungsaufgabe übernehmen und ihre Mitglieder für die erfolgten Beschlüsse interessieren.

Es gibt berechtigte Zweifel, ob dieses System tatsächlich funktioniert: Offensichtlich finden Verbände zum Beispiel mit einer starken wirtschaftlichen Stellung eher politisches Gehör und sind deutlich durchsetzungsfähiger.

Es ist also erforderlich, dass Transparenzvorkehrungen diesen Verzerrungen entgegenwirken. Schließlich wäre es ein enormer Verlust nicht nur für den demokratischen Willensbildungsprozess, sondern gerade auch für die Lösung der großen Probleme unserer Zeit, wenn bestimmte Interessen ausgeschlossen würden. Dann fehlte etwas Wichtiges: Fachexpertise.

Er ist in seiner Fraktion Berichterstatter für das Thema Windenergie, aber auch ein Fachmann, wenn es um den Wasserstoffhochlauf geht.

## Wie es vorangeht, sagt SPD-Energieexperte Bengt Bergt

1

### Wie passen die Themen Windenergie und Gasinfrastruktur zusammen?

Sehr gut sogar! Elektrolyseure werden künftig überschüssige Windenergie in „grünen Wasserstoff“ umwandeln, dieser wiederum strömt dann durch unser Gasnetz – zu Betrieben, Gaskraftwerken, in Speicher. Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck bestehender gasbetriebener Erzeugungsinfrastrukturen lässt sich um bis zu 20 Prozent senken. Die Wasserstoffherzeugung und -speicherung eröffnet auch Flexibilisierungsoptionen. Ich bin sicher: Unser Stromnetz werden wir künftig bei wenig Wind und Sonne stabilisieren können – und zwar auf erneuerbare Weise: Indem wir den mittels „Power-to-X“ erzeugten Wasserstoff wieder verstromen.

2

### Welche Rolle spielen Kommunen beim Aufbau der Wasserstoffwirtschaft?

Einen großen Teil des benötigten Wasserstoffs werden wir aufgrund begrenzter inländischer Kapazitäten importieren müssen. Dennoch: Für eine heimische Wasserstoffwirtschaft gibt es Bedarf und Potenzial. Um kleine und mittlere Unternehmen in ihren Klimazielen zu unterstützen, fördert der Bund den Markthochlauf. Auch Kommunen sollten wir in die deutsche Wasserstoffwirtschaft integrieren. Das wäre ein wichtiger Beitrag für die (klimaneutrale) Wärmeversorgung und nachhaltige Mobilität. Ich denke hier an wasserstofffähige Blockheizkraftwerke, Wasserstoffbusse oder kommunale Fahrzeugflotten.

3

### Was unternimmt die Regierung, um einen schnellen Markthochlauf für Wasserstoff zu ermöglichen?

Nachfrage benötigt ein verlässliches Angebot. Das senkt den Preis und steigert die Wettbewerbsfähigkeit. Allein die heimische Stahlindustrie benötigt bis 2050 etwa 80 Terawattstunden nachhaltigen Wasserstoff. Offshore-Windkraft und -Elektrolyse sind ein starker Motor – auch im Sinne deutscher Wertschöpfung. Flächenpotenziale müssen wir nutzen, Erneuerbare insgesamt weiter forcieren. Es braucht eine Förderkulisse sowohl für den Wasserstoffhochlauf als auch für Forschung und Entwicklung. Unerlässlich für einen europäischen Markt ist ein EU-weites Zertifizierungssystem mit Herkunftsnachweisen und Angaben zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.



**BENGT BERGT**  
ist stellvertretender energiepolitischer Sprecher der SPD-Bundestagsfraktion.

# Schlüssel zur Dekarbonisierung

Zu den Industrien, bei denen CO<sub>2</sub>-Restemissionen unvermeidbar sind, gehören die Zement-, Glas- und Kalkproduktion. Deshalb setzt man hier auf die Abscheidung, unterirdische Speicherung und Nutzung von CO<sub>2</sub>. Carbon Capture and Storage (CCS) und Carbon Capture and Utilisation (CCU) sind entscheidende Bausteine, damit Deutschland seine ehrgeizigen Klimaziele erreichen kann.

## Kalk kann Klimawende

Kalk und Kalkstein sind für viele Industrien unverzichtbar. Dazu zählen unter vielen anderen die Glas- (Seite 32) und die Zementproduktion (Seite 34). Eine der größten Herausforderungen für die Kalkindustrie – hier ein Foto des Lhoist-Steinbruchs in Hönnetal – sind unvermeidbare Prozessemissionen, also die Freisetzung von Kohlendioxid bei der Produktion. Sie machen etwa zwei Drittel der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Spätestens 2050 will die deutsche Kalkindustrie klimaneutral produzieren. Und um dieses Ziel zu erreichen, setzt sie neben der CO<sub>2</sub>-Vermeidung zum Beispiel durch den Einsatz von Wasserstoff auch auf die Abtrennung und anschließende Verwertung oder Speicherung von Kohlendioxid.









Foto: Getty Images

## Zukunft Glas

Die Glasherstellung gehört zu den energieintensivsten Industrien in Deutschland, circa 3,9 Millionen Tonnen Kohlendioxid wurden hier im Jahr 2020 emittiert. Den größten Energiehunger bei der Glasherstellung haben die Schmelzprozesse. CCS soll aber nicht nur dort, sondern auch bei den prozessbedingten Emissionen zum Einsatz kommen, um die Erreichung des Ziels Klimaneutralität zu unterstützen. Diese machen bis zu 20 Prozent des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes aus und sind unvermeidbar, weil bei der Produktion Kalkstein und Soda zum Einsatz kommen.



## Wie wird Zement grün?

Zement wird aus Kalkstein hergestellt – das ist alternativlos. So wie es unvermeidbar ist, dass bei der Produktion CO<sub>2</sub> anfällt. Um die eigene Klimabilanz zu verbessern, setzt man auch in der Zementindustrie – weltweit für circa acht Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich – auf CCS. Ein Vorreiter ist dabei Norcem, ein Tochterunternehmen von Heidelberg Materials, deren CCS-Anlage im norwegischen Brevik 2024 den Betrieb aufnehmen und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Zementwerks um die Hälfte reduzieren soll. Rund 400.000 Tonnen Kohlendioxid pro Jahr könnten durch die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung eingespart werden – ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu grünem Zement.

Foto: imageBROKER.com GmbH & Co. KG / Alamy Stock Photo



# GEHÖRT WASSERSTOFF IN DEN WÄRMEMARKT?

„Ohne Wasserstoff  
im Wärmemarkt  
sind die Klima-  
schutzziele nicht  
zu erreichen.“



## PRO

Unbedingt! Erstens bestehen für das Erreichen von Klimaneutralität im Wärmemarkt mehrere technisch mögliche Optionen, von Wärmepumpen über den Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen bis hin zur Umstellung von Gasnetzen auf Wasserstoff. Klar ist schon heute – und das hat die richtungsweisende Bottom-up-Studie Wärmesektor des Wasserstoffrates eindeutig unterlegt: Wir werden alle Optionen brauchen. Unklar ist, welcher Optionenmix die jeweils beste Lösung vor Ort darstellt. Gebäudestrukturen, Einwohnerdichte, Potenziale für Umweltwärme und die Bedarfe der lokalen Wirtschaft spielen hierbei eine Rolle. Eine unnötige Verengung von Lösungsoptionen verkennt die Lebenswirklichkeit in Haushalten, öffentlichen Gebäuden und Unternehmen.

Zweitens werden allein 1,8 Millionen Unternehmen heute über das Gasverteilnetz sicher versorgt. Gerade aus deren in Teilen spezifischen und nicht zu elektrifizierenden Bedarfen kann sich eine Art Ankerkundensystem mit Wasserstoff entwickeln, von dem dann auch weitere Wärmekunden profitieren.

Drittens wird die Energie für Wärmenetze in urbanen Zentren nicht allein über Biomasse, Geo- und Solarthermie oder Abwärme zu decken sein. Die Nutzung von Wasserstoff für KWK-Anlagen ist deshalb wichtiger Teil der Lösung.

Und nicht zuletzt werden wir auch in der Fläche dispo­nible Kraftwerksleistung auf Wasserstoffbasis brauchen, um sichere Versorgung in den sogenannten Dunkelflauten zu gewährleisten. Voraussetzung ist das Schaffen notwendiger Wasserstoffinfrastrukturen, eine erfolversprechende H<sub>2</sub>-Importstrategie und so rasch wie möglich eine belastbare kommunale Wärmeplanung, basierend auf den Erkenntnissen der Bottom-up-Studie. Ohne Wasserstoff im Wärmemarkt sind die Klimaschutzziele nicht zu erreichen!

### GUNDA RÖSTEL

ist kaufmännische Geschäftsführerin der Stadtentwässerung Dresden GmbH und stellvertretende Vorsitzende des Rates für Nachhaltige Entwicklung. Sie gehört dem Nationalen Wasserstoffrat an.

Die Wärmewende, also die klimaneutrale Transformation der Erzeugung von Heizenergie, stellt Deutschland vor eine große Herausforderung. Welche Rolle Wasserstoff spielen kann und soll, ist dabei eine entscheidende Frage.

## KONTRA

Wasserstoff ist für den Wärmemarkt keine Lösung. Das ist wissenschaftlicher Konsens.

Die Debatte über seinen Einsatz lähmt, statt die nötige Dynamik für die Wärmewende auszulösen. Der Gebäudesektor braucht stattdessen vor allem eins: eine schnelle und effiziente Reduktion der Treibhausgasemissionen. Technologien, die dafür eine Rolle spielen können, sind Wärmepumpen, insbesondere in Zusammenspiel mit Solarenergie, und aus Erneuerbaren gespeiste Fernwärme.

Gegen die Nutzung von Wasserstoff im Wärmebereich sprechen fünf zentrale Argumente.

Erstens steht die geringe Verfügbarkeit von Wasserstoff und anderen grünen Gasen in Konkurrenz zu Anwendungen ohne bessere Alternative wie zum Beispiel eine direkte Elektrifizierung. Zweitens ist die Effizienz von Wasserstoff in Heizungen deutlich geringer als bei anderen klimafreundlichen Heizsystemen (etwa Wärmepumpen).

Drittens machen geringes Angebot, hohe Nachfrage und geringe Effizienz die Nutzung von Wasserstoff kostspielig. Das verhindert die sozialgerechte Transformation des Sektors. Viertens verringert eine Beimischung von Wasserstoff zum Erdgasnetz die Emissionen allenfalls geringfügig und blockiert die Transformation etwa in der Industrie, wo reiner Wasserstoff benötigt wird.

Und fünftens geht mit der Wasserstoffnutzung im Wärmebereich die Gefahr fossiler Lock-Ins einher: Der Mythos, dass „grüne“ Gase in ausreichenden Mengen für die Wärmewende zur Verfügung stünden, führt dazu, dass fossile Strukturen erhalten werden. Das behindert die absolut notwendige und schnelle Umsetzung der Wärmewende und ist nicht mit den Klimazielen vereinbar. Würde es heute schon genügend grünen Wasserstoff geben, wäre dieser auch noch kostengünstig verfügbar und gäbe es schon heute die entsprechende Infrastruktur, wäre die Diskussion eine andere. Wer diese Tatsachen ausklammert, argumentiert realitätsfern.

### VIVIANE RADDATZ

leitet seit 2021 den Fachbereich Klimaschutz und Energiepolitik bei der Umweltorganisation WWF Deutschland. Sie ist außerdem Mitglied im Sprecher\*innenrat der Klima-Allianz Deutschland.

„Die Effizienz von Wasserstoff in Heizungen ist deutlich geringer als bei anderen klimafreundlichen Heizsystemen.“



Fotos: Silas Bahr, Patrick Junker

# PLATZ DA!

Deutschland braucht mehr Biomethan, als die Agrarflächen hergeben. Deshalb könnte Biomethan aus landwirtschaftlichen Agrarreststoffen künftig verstärkt aus der Ukraine kommen. Das Land hat Ambitionen, sich zu einem der führenden Hersteller in Europa zu entwickeln.

Aktuell spielt der Import von Biomethan noch keine große Rolle in Deutschland. Doch das könnte sich ändern, wobei der Blick vor allem nach Osten geht: Die Ukraine etwa, wo mehr als die Hälfte der Fläche landwirtschaftlich genutzt wird, bietet ein riesiges Potenzial für die Produktion von Biogas. Zum Vergleich: Im wesentlich kleineren Deutschland gibt es nur 33 Prozent Agrarflächen, was die Möglichkeiten zum Zubau weiterer Anlagen begrenzt.

**56 %**  
der Ukraine sind  
Agrarfläche.



# 46,1 %

der Substrate für die Biogasnutzung in der Ukraine sind Ernterückstände.

Importe von Biomethan aus der Ukraine könnten in Europa die Dekarbonisierung des Gasmarkts vorantreiben. Die Sorge, dass die Erzeugung zulasten der Nahrungsmittelversorgung geht, ist unbegründet. Denn neben Ernterückständen werden Maissilage (31,7 %), Abfälle aus Vieh- und Geflügelhaltung (8,8 %) sowie der Lebensmittelindustrie (7 %), organische Bestandteile von Siedlungsabfällen und Klärschlamm (6,3 %) als Substrate verwendet.



# FILMREIFES ERLEBNIS



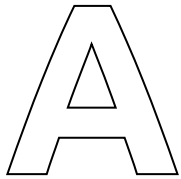
#### VÄTER DES ERFOLGS

Der XXL-FluidFlower und seine „Väter“ bei einer Präsentation des Fluid-Flower an der Universität Bergen: Martin Fernø, Atle Røbevatn und Jan Martin Nordbotten (v. l.)



Sichtbar machen, was dem menschlichen Auge eigentlich verborgen bleibt: Ein norwegisches Forscherteam zeigt, was bei einer CO<sub>2</sub>-Injektion 2.000 Meter unter dem Meeresboden passiert. Das ist wichtig für die Wissenschaft – und für die gesellschaftliche Akzeptanz von CCS.





Alle Kinder lieben Zaubertricks. Und Erwachsene? Lieben Experimente. Zumindest hier und heute, an diesem spätsommerlichen Septembertag

in der Freien Universität Berlin, wo sich Geowissenschaftler bei der „GeoBerlin“ treffen, um über die Herausforderungen einer Welt im (Klima-)Wandel zu sprechen. Etliche von ihnen haben sich jetzt, zur Mittagszeit, um den FluidFlower versammelt, einen auf den ersten Blick unscheinbaren Kasten aus Stahl und Plexiglas, gefüllt mit Sand und Wasser, mit den Maßen eines Flachbildfernsehers.

Was sie gleich erleben werden, mag einige von ihnen verblüffen, ist aber alles andere als ein Trick. Sondern Wissenschaft. Mit einem Unterschied: „Die meisten wissenschaftlichen Experimente sind nicht besonders attraktiv“, sagt Jan Martin Nordbotten. „Sie sind nur Experimente. Aber der FluidFlower ist auch ein Erlebnis. Und sogar Kinder können sofort begreifen, was mit CO<sub>2</sub> passiert, wenn es unter der Meeresoberfläche etwa in ausgeförderte Gas- und Ölreservoirs injiziert wird.“

Nordbotten ist aus Norwegen nach Berlin gekommen. Dort arbeitet er als Professor für Mathematik an der Universität Bergen. In den vergangenen Jahren hat er zusammen mit seinem Team und seinem Kollegen Martin Fernø aus dem Department of Physics and Technology viel Zeit und Enthusiasmus in die Entwicklung des FluidFlower investiert. Zeit, die sich gelohnt hat. Überall, wo er im Einsatz ist – in Berlin bereits zum zweiten Mal – zieht das Experiment die Zuschauer in seinen Bann.

Nordbotten versucht, die Faszination FluidFlower in wenigen Worten zusammenzufassen: „Es ist eine wunderschöne Weise zu zeigen, was bei einer CO<sub>2</sub>-Injektion zwei Kilometer unter dem Meeresboden passiert. Das ist nicht nur optisch eindrucksvoll, sondern auch präzise genug, um die Basis für wissenschaftliche Studien



„CCS ist nicht das Allheilmittel. Aber es ist ein wichtiger Teil des Puzzles, das uns einer klimaneutralen Zukunft näherbringt.“

**Jan Martin Nordbotten**

Mathematikprofessor und CCS-Experte,  
Universität Bergen

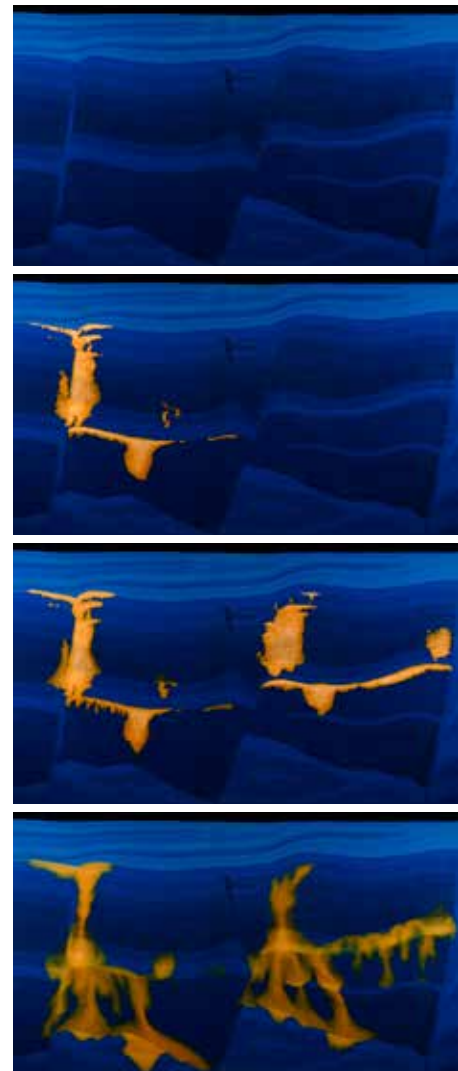
zu bilden.“ Anders gesagt: Der FluidFlower zeigt, was kein Mensch jemals sehen wird, Vorgänge, die sich in unerreichbaren Tiefen abspielen. Und die in der Realität Dekaden dauern – im FluidFlower aber nur Minuten bis Tage. Wissenschaft im Zeitraffer sozusagen. Und dabei so herrlich bunt: Ins blaue Wasser wird sich das CO<sub>2</sub> mischen und für orangene Farbtupfer sorgen.

### SO IMMERSIV WIE EIN KINOBESUCH

Das XXL-Original des FluidFlower, das an der Universität von Bergen steht, wiegt befüllt rund eine Tonne, ist fast zwei Meter hoch und etwas mehr als drei Meter breit. Nordbotten sagt, damit die Folgen von CO<sub>2</sub>-Speicherung zu zeigen, sei so immersiv wie ein Kinobesuch.

Inzwischen gibt es auch Mini-Modelle im DIN-A4-Format, die zum Beispiel in Schulen zum Einsatz kommen: „Es macht viel Spaß, die MiniFlower in Schulen mitzubringen“, sagt Nordbottens Kollege Fernø. „Die Kids können damit rumspielen und manche entwickeln gleich eine große Begeisterung für die Wissenschaft.“

In Berlin ist der FluidFlower im Flachbildschirmformat im Einsatz. Um



### LICHT IM DUNKELN

Der FluidFlower vor den CO<sub>2</sub>-Injektionen (Bild 1); das zunächst farblose CO<sub>2</sub> mischt sich mit dem Wasser, färbt es orange und steigt zunächst auf (Bild 2 und 3); schließlich sinkt das CO<sub>2</sub> auf den Boden, wo es – in der Realität – eine sichere und dauerhafte Lagerstätte findet.

Punkt 13 Uhr startet Nordbottens Mitarbeiter Kristoffer Eikehaug das heutige Experiment mit einem Klick auf seinem Computer. Die Verhältnisse weit unter dem Meeresboden – ausgeförderte Öl- und Gasreservoirs sind, anders als viele glauben, keine leeren Höhlen, sondern bestehen aus porösem Gestein – werden im mit Wasser gefüllten FluidFlow mit verschieden gekörntem Sand simuliert, der übereinandergeschichtet wird. „Das ist eine Aufgabe, die viel Koordination verlangt. Aber inzwischen habe ich schon einige Routine darin“, sagt Eikehaug, der am Design und Bau des FluidFlow von Anfang an maßgeblich beteiligt war.

Wenige Minuten nach der Injektion ist zu sehen, wie sich das CO<sub>2</sub> mit dem blauen Wasser im FluidFlow vermischt und es orange färbt und dann zunächst aufsteigt, um sich schließlich am Boden zu sammeln. Ein physikalischer Vorgang: Denn das mit CO<sub>2</sub> angereicherte Wasser ist nun schwerer als vorher. In den unterirdischen Speichern steigt CO<sub>2</sub> bis zu einer

undurchlässigen Deckschicht auf – davon gibt es mehrere – und fällt dann ab. „Wir haben natürlich noch keine Daten, was Hunderte von Jahren nach einer CO<sub>2</sub>-Injektion unter dem Meeresboden passiert“, erklärt Nordbotten. „Das am weitesten fortgeschrittene CCS-Projekt, das ich kenne, ist Sleipner in Norwegen. Es läuft seit 1996 und sie sind immer noch in der Injektionsphase. Auch deshalb ist der FluidFlow so hilfreich.“

Weil er gewissermaßen auch die Zukunft zeigt und das wichtig ist für Carbon Capture and Storage (CCS). Denn viele Unternehmen setzen auf die Technologie, um die Dekarbonisierung voranzutreiben, manche Industrien könnten nur mithilfe von CCS klimaneutral produzieren.

Der FluidFlow zeigt, was bei der Einlagerung von CO<sub>2</sub> passiert und dem menschlichen Auge sonst verborgen bleibt, das macht ihn weltweit begehrt. Es gebe, so Nordbotten, fast wöchentlich Anfragen von Firmen und Forschungseinrichtungen.

Viele Menschen, vor allem in Deutschland, sind immer noch skeptisch, was die unterirdische CO<sub>2</sub>-Speicherung betrifft. Der FluidFlow könnte eine Methode sein, ihnen die Angst vor dem Unbekannten zu nehmen: „Unsere Aufgabe ist es, zu informieren und zum Beispiel Politikern die Fakten zu liefern, die sie brauchen, um sinnvolle Entscheidungen zu fällen“, sagt Martin Fernø.

Wie sicher ist CCS denn jetzt? „Wenn man weiß, was man tut, und versteht, was unter dem Meeresboden passiert, ist es sicher“, sagt Fernø. „Mit dem FluidFlow zeigen wir, warum das so ist.“ Nordbotten ergänzt: „In Norwegen ist die Akzeptanz von CCS hoch, aber dort wissen die Menschen mehr darüber. Der FluidFlow kann diese Akzeptanz auch in anderen Ländern erhöhen. Wir haben nicht mehr viel Zeit, um den Klimawandel zu bekämpfen. CCS ist ein Werkzeug, das zu tun.“

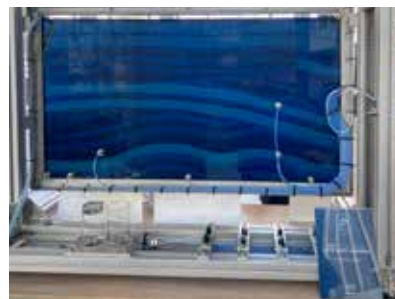
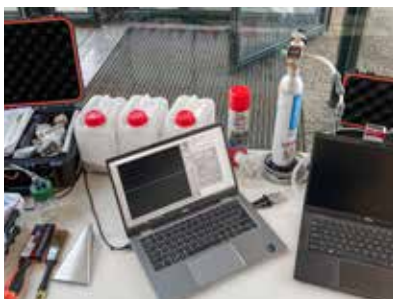


#### FLUIDFLOW: DER FILM

Einfach mit der Handycamera den QR-Code scannen und auf den Link klicken.

#### SHOWTIME

Nordbotten (l.) auf der „GeoBerlin“ im September: Hightech trifft auf Improvisationstalent. Das CO<sub>2</sub> für das Experiment kommt aus der Sodastreamflasche (Bild l. u.), der Sand aus den Kanistern. Alles andere macht der Computer.



Fotos: Silje Katrine Robinson; Marcus Muntefering (3)



# Die Schnüfflerin

Von Norddeutschland bis Ägypten – Cindy Verhoeven ist im Auftrag von Wintershall Dea ständig auf Achse. Ihre Mission: dafür zu sorgen, dass Gas und Öl so sauber wie möglich gefördert werden. Sie versorgt die Teams vor Ort mit dem nötigen Know-how, um potenzielle Methanlecks in den Anlagen des Unternehmens zu entdecken und in Zukunft zu vermeiden.

Die Landstation Dieksand in Friedrichskoog, wo Wintershall Dea das Erdöl von Deutschlands einziger Bohr- und Förderinsel Mittelplate aufbereitet: In der Luft schwirrt eine Drohne um die Anlage, am Boden sind Menschen mit Messgeräten unterwegs. Im Mittelpunkt dieser Aktivitäten steht eine Frau: Cindy Verhoeven. Die 47-Jährige ist bei Wintershall Dea für den Aufbau und die Weiterentwicklung von LDAR-Kampagnen (Leak Detection and Repair) zuständig. Ihr Job: undichte Stellen zu finden, in Anlagen, die mit der Gas- und Ölförderung zu tun haben – beziehungsweise die Teams vor Ort dazu befähigen, das zu tun. So wie heute im eher kühlen Norddeutschland oder erst vor Kurzem in der Hitze Ägyptens. Dort, wo andere Menschen Urlaub machen, hat die Niederländerin zwei Wochen lang in Disouq eng mit Mess- und Reparaturcrews zusammengearbeitet. Das Gegenteil von Stranderholung, aber für Verhoeven kein Problem: „Ich liebe es, vor Ort im Einsatz zu sein. Es macht etwa 50 Prozent meiner Zeit aus.“

Verhoeven ist ihre eigene Chefin in ihrem eigenen Ein-Frau-Unternehmen Evion Consultancy. Ihr Auftraggeber: Wintershall Dea, Deutschlands größter Öl- und Gasförderer, der, wie derzeit viele Unternehmen der Energiebranche, im Umbruch ist. Und Verhoeven ist seit Juni ein Teil dieser Transformation Wintershall Deas zu einem in Europa führenden, unabhängigen Gas- und Carbon-Management-Unternehmen. „Ich sehe es als meine Aufgabe an, dazu beizutragen, dass Gas und Öl, solange wir sie noch brauchen, auf die denkbar sauberste und sicherste Weise produziert werden“, sagt Verhoeven.

Die Maschinenbauingenieurin kennt die Branche aus dem Effeß, ist hier seit fast 30 Jahren tätig. Angefangen hat sie im Pipeline-Bau, bevor sie einen Schreibtischjob im Sales Team der belgischen Firma Intero – The Sniffers angenommen hat. Einer ihrer Kunden war Wintershall Dea, und Verhoeven hat immer schon mehr getan, als nur zu verkaufen, war für ihre Kunden auch technische Beraterin. Deshalb fragte sie ihr Kontakt dort irgendwann, ob sie seine Nachfolgerin werden wolle – ein Angebot, das sie nicht ablehnen konnte. „Ich bin schon mein ganzes Ar-

beitsleben lang in der Gas- und Ölbranche – seitdem ich 18 war. Manchmal fühle ich mich schon selbst wie ein Fossil“, sagt sie und lacht. Was sie nicht so richtig verstehen will, ist, dass viel junge Menschen nicht mehr in dieser Branche arbeiten wollen: „Sie finden Gas und Öl nicht sexy und zukunftssträchtig. Dabei ist diese Zeit jetzt doch besonders aufregend, gerade weil es so viele Veränderungen gibt.“

## FOKUS AUF METHANLECKS

Als sie in der Branche angefangen hat, erzählt sie, ging es nur darum, so viel Gas und Öl zu fördern wie möglich. Doch jetzt wüssten alle, dass sie sich wandeln müssen, sauberer produzieren, um für die Zukunft gewappnet zu sein. „Mit dem Pariser Klimaabkommen von 2015 hat sich die Welt verändert“, sagt Verhoeven. „Seitdem liegt die Aufmerksamkeit verstärkt auf Treibhausgasen, nicht nur auf CO<sub>2</sub>, sondern vor allem auf Methan. Und wenn Menschen in meinem Beruf früher nach allen möglichen Kohlenwasserstofflecks gesucht haben, liegt der Fokus heute auf Methanlecks.“ Wichtig sei es vor allem, die richtigen Technologien für die nötigen Messungen zu finden. Denn noch etwas habe sich verändert: Die Arbeit bestehe nicht mehr nur darin, Lecks zu finden und zu schließen, sondern auch darin, die Emissionen zu quantifizieren: „Es geht darum, in die Zukunft zu blicken und unsere Emissionsreduktionsziele im Auge zu behalten.“ Wintershall Dea ist unter anderem Teil der Initiative Oil & Gas Methane Partnership 2.0 (OGMP 2.0) des Umweltprogramms der Vereinten Nationen. Ziel: bis 2030 die Methanemissionen der Branche massiv zu senken. Verhoeven ist überzeugt, dass moderne Normen und Vorschriften zwar eine Herausforderung darstellen, dass aber auf dem Weg zur Energiewende politisches Engagement und rechtliche Rahmenbedingungen erforderlich sind.

Es komme in ihrem Beruf, so Verhoeven, aber nicht nur auf Vorgaben und Technologien an, sondern auch auf den menschlichen Faktor. „Ein wichtiger Teil meines Jobs ist es, den Mitarbeitern zu zeigen, dass das, was sie tun sollen, wirklich sinnvoll ist, weil sie ihren Teil dazu beitragen, Emissionen zu senken und so ihr Unternehmen fit für die Zukunft zu machen.“

### **Vielseitig talentiert**

Die Batterien von morgen sollen nicht nur viel leisten, sondern auch wenig kosten. Wenn sie auch noch Wasserstoff produzieren – umso besser.



## Pausenfüller

**Effizient und kostengünstig: Eine neuartige Speichertechnologie für die Energiewende wird in Berlin getestet.**

Ohne effiziente Speichertechnologien, die in jahreszeitbedingten Dunkelflauten Energie liefern, wird es die Energiewende schwer haben. Deshalb erforscht ein vom Fraunhofer IZM geleitetes Konsortium unter dem Projektnamen Zn-H<sub>2</sub> aktuell eine neuartige Zinkbatterie, die nicht nur Energie langfristig speichern, sondern auch Wasserstoff produzieren kann.

Die Batterie koste etwa zehnmal weniger als ein Lithium-Ionen-Akku und weise einen Wirkungsgrad von 50 Prozent auf, sagt Projektkoordinator Dr. Robert Hahn, „womit wir die alternative und zurzeit favorisierte Power- to-Gas-Technologie doppelt übertreffen“.

Erste Erfolge konnte das Forscherteam bereits vermelden, in einem nächsten Schritt wird die Zuverlässigkeit des Systems auf den Prüfstand gestellt. Das Projekt soll im September 2025 abgeschlossen sein.

Foto: Mi djourney (prompts: zinc battery that can store hydrogen, futuristic)

# 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  
Selina Stolzenbach; Telefon: +49 30 4606015-86; E-Mail: Selina.Stolzenbach@gas.info  
**Unterstützt durch:** Wintershall Dea GmbH (Ulrike Michaelis), VNG AG (Melanie Hensel) und Equinor Deutschland GmbH (Nina Scholz)  
**Verlag:** C3 Creative Code and Content GmbH, Helliggeistkirchplatz 1, 10178 Berlin

#### **Projektmanagement:** Catrin Ehlert

**Chefredaktion:** Marcus Müntefering **Redaktion:** Judy Born (FR), Jens Lehmann (FR); Ralf Mielke  
**Art Director:** Hanka Lux; Daniel Rosenfeld **Infografik:** Toni Oßwald, Diana Brkovic **Bildredaktion:** Carsten Kalaschnikow  
**Litho:** Peter Becker GmbH Medienproduktionen, Würzburg  
**Druck:** Umweltdruck Berlin GmbH



# TRANSFORMATION GESTALTEN, DIE VERSORGUNG SICHERT.

seit 65 Jahren

Als Gasimporteure und Großhändler sowie als Betreiber von kritischer Gasinfrastruktur haben wir in unserer Geschichte Wandlungsfähigkeit bewiesen und positive Erfahrungen mit Transformationsprozessen gesammelt. Dieses Know-how setzen wir heute ein, um den Weg in ein nachhaltiges, versorgungssicheres und perspektivisch klimaneutrales Energiesystem der Zukunft zu bereiten. Das verbinden wir mit dem Ziel, als regional verankertes Unternehmen einen wesentlichen Beitrag für den Strukturwandel zu leisten. **Mehr Infos: [vng.de](https://www.vng.de)**

„Technologieoffenheit  
muss das Prinzip  
unserer Politik sein  
und deswegen ist es  
wichtig, dass wir es  
gesetzlich verankern.“

Bettina Stark-Watzinger  
Bundesministerin für Bildung und Forschung

