

# Die Rolle von Gas bei der Energiewende

– Vorstellung des DVGW-Leitprojektes „Roadmap Gas 2050“

Die Bedeutung des Energieträgers Gas im klimaneutralen Energiesystem der Zukunft ist eines der zentralen Themen in der Gaswirtschaft – sowohl **aktuell als auch perspektivisch in den kommenden Jahren** und Jahrzehnten. Welche Rolle gasförmige Energieträger weiterhin spielen werden, entscheiden im Wesentlichen die ökologischen, ökonomischen, technologischen, politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen. Der DVGW und seine Mitgliedsunternehmen haben in den vergangenen Jahren bereits große Anstrengungen unternommen, um praxistaugliche Lösungen u. a. für **die Bereitstellung von klimaneutralen Gasen** und für die möglichen Anpassungen der Gasinfrastruktur und Gasanwendungen zu entwickeln. Basierend auf seiner technisch-wissenschaftlichen Expertise konnte der DVGW den systemischen Nutzen der Gasversorgung für eine sichere und bezahlbare Energieversorgung aufzeigen und in der öffentlichen Debatte platzieren. Die **Ergebnisse aus insgesamt zehn Jahren DVGW-Forschung** fließen nun in das DVGW-Forschungsvorhaben „Roadmap Gas 2050“ ein, welches den optimalen Weg der Branche hin zu einer klimaneutralen Gasversorgung bis zum Jahr 2050 beschreiben soll.

von: Dr. Frank Graf, Wolfgang Köppel, Katharina Bär (alle: DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut), Jens Hüttenrauch (DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH), Dr. Frank Burmeister (Gas- und Wärme-Institut Essen e. V.), Dr. Stefanie Schwarz & Janosch Rommelfanger (beide: DVGW e.V.)

Eine der gesellschaftlichen Mammutaufgaben dieses Jahrhunderts ist die Bekämpfung des Klimawandels und seiner Folgen. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Nutzung von Erdgas zu den klimaschädlichen Treibhausgasemissionen beiträgt, muss sich auch die Gasbranche dieser Herausforderung stellen. Während noch vor wenigen Jahren die Vollelektrifizierung als Allheilmittel der Energiewende propagiert wurde, setzt sich in politischen Kreisen zunehmend auch die Erkenntnis durch, dass gasförmige und flüssige Energieträger aus erneuerbaren Quellen weiterhin eine wichtige Rolle spielen werden und dass die Gasinfrastruktur ein wichtiges Element im zukünftigen Energiesystem darstellt. Nicht zuletzt der vom Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) im vergangenen Jahr geführte Dialogprozess „Gas 2030“ hat in diesem Zusammenhang gezeigt, dass das politische Interesse am Erhalt der Gasversorgung besteht. Auch die beiden Wasserstoffstrategien, die in den vergangenen Monaten von der Europäischen Kom-

mission und der Bundesregierung präsentiert wurden, spiegeln diese Entwicklung wider.

Der DVGW hat das Potenzial von klimafreundlichen Gasen als Alternative schon früh erkannt und in den vergangenen zehn Jahren im Rahmen der DVGW-Innovationsforschung Gas umfangreiche Erkenntnisse und Vorschläge zur möglichen Rolle von Gas bei der Energiewende erarbeitet. Diese Ergebnisse wiederum bildeten die wissenschaftliche Grundlage für den Energie-Impuls des DVGW, der den Pfad in eine Zwei-Energieträger-Welt – bestehend aus Elektronen und Molekülen – skizziert. Die Forschungsarbeiten beschäftigten sich dabei u. a. mit der Bereitstellung von erneuerbaren Gasen, der Konzeptionierung von intelligenten Gasnetzen – sogenannten „Smart Gas Grids“ – und dem Einsatz von effizienten Gasanwendungen in allen Sektoren. Während mit den bisherigen Ergebnissen der generelle Nutzen und die Umsetzbarkeit von einzelnen gasbasierten Konzepten nachge-

wiesen wurden, fehlt noch eine ganzheitliche systemische Bewertung.

Aus diesem Grund wurde das DVGW-Leitprojekt „Roadmap Gas 2050“ ins Leben gerufen. Seit Juli 2019 arbeiten die DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut (DVGW-EBI), das DBI Gastechnologische Institut (DBI GTI), das Gas- und Wärme-Institut in Essen e. V. (GWI) und das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI gemeinsam an den diversen Aspekten einer klimaneutralen Gasversorgung bis zum Jahr 2050. Dieser Beitrag gibt einen Einblick in das Vorhaben und die Inhalte der Teilprojekte, informiert über den aktuellen Stand der Arbeiten und stellt erste Ergebnisse vor.

## Schwerpunkte der Roadmap für die Gasbranche

Das übergeordnete Ziel der Roadmap Gas 2050 ist es, bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Der Weg

dorthin läuft über die „Defossilisierung“ der Gasversorgung – sprich, über den zunehmenden Austausch von Erdgas durch erneuerbare und klimafreundliche Gase. Für das Forschungsvorhaben ergeben sich daraus mehrere Schwerpunkte (Abb. 1): Im ersten Teil soll geklärt werden, welche Quellen für klimafreundliche Gase zur Verfügung stehen; darauf basierend wird eine Strategie für ihre Bereitstellung definiert. Der zweite Teil untersucht, an welchen Stellen und wie die Gasinfrastruktur angepasst werden muss, um die „grünen“ Gase wie Wasserstoff, Biogas und synthetisch erzeugtes Methan zu speichern, zu transportieren und zu verteilen. Wie die Gasverwendungstechnologien in den einzelnen Verbrauchssektoren optimal für den Betrieb mit einer geänderten Gasbeschaffenheit gerüstet werden können, ist Bestandteil des dritten Teilprojektes. Die Ergebnisse aus diesen drei Bereichen fließen dann in den vierten Teil ein, in welchem die sozio-ökonomischen und ökologischen Auswirkungen auf die gesamte Energieversorgung in Deutschland in den Transformationsstufen und dem klimaneutralen Zielsystem 2050 ermittelt und optimiert werden. Anhand einer Energiesystemmodellierung wird die zukünftige Rolle von Gas bei der Energiewende bewertet.

## Projektstruktur und Steuerung

Das Projekt hat ein Gesamtbudget von rund 2,7 Mio. Euro und eine Laufzeit von drei Jahren, die in zwei Phasen mit jeweils 18 Monaten unterteilt ist. Die erste Phase ist im Juli 2019 gestartet und wird Ende des Jahres 2020 abgeschlossen sein. Die zweite Phase soll nach Evaluierung der Phase I durch die zuständigen DVGW-Gremien im Januar 2021 fortgeführt werden. Das Vorhaben ist in vier thematische Teilprojekte untergliedert, die jeweils von dem Institut mit den entsprechenden Kernkompetenzen federführend geleitet werden.

Aufgrund seiner Größe, Dauer und Komplexität wird das Vorhaben umfas-



Abb. 1: Projektstruktur: thematische Schwerpunkte und federführende Institute der Teilprojekte (\*mit Beteiligung des Fraunhofer ISI)

send gesteuert und die Zwischenergebnisse konstant geprüft. Neben einem projektinternen Koordinierungskreis gibt es hierzu zwei externe Steuerungsgremien: den Lenkungskreis (LK) und den operativen Steuerungskreis (SK). Der LK ist das Entscheidungsgremium, das insbesondere für die strategische Steuerung und für die Freigabe und Kommunikation von Ergebnissen zuständig ist. Hierzu gehört auch der Abgleich mit den strategisch und politisch motivierten Themen des DVGW und eine mögliche inhaltliche Nachjustierung des Projektes. In diesem Gremium sind neben der Projektleitung sowohl ehrenamtliche Vertreter aus den relevanten DVGW-Gremien als auch hauptamtliche Mitarbeiter des DVGW e. V. vertreten.

Der SK wiederum bildet die Schnittstelle zwischen LK und der projektinternen Koordination. Er kontrolliert den Projektfortschritt und begutachtet die Teilergebnisberichte vor Weiterleitung an den Lenkungskreis. Mitglieder sind die Projekt- und Institutsleiter und die relevanten Bereichsleiter des DVGW. Die Abstimmung und Diskussion der Arbeitsinhalte und -ergebnisse geschieht wiederum im Koordinierungskreis.

Dieser setzt sich aus der Projektleitung und -steuerung sowie den Teilprojektleitern zusammen.

## Herkunft der erneuerbaren Gase

Entscheidend für den Erhalt von Gas als Bestandteil des Energiesystems ist die gesicherte Versorgung mit klimafreundlichen Energieträgern. Schwerpunkt des ersten Projektteils sind deshalb technologische, ökonomische und ökologische Fragestellungen zur Bereitstellung von erneuerbaren Gasen aus in- und ausländischen Quellen. Im Rahmen einer Analyse für Europa wurden bereits die Produktions- und Importpotenziale regenerativer Gase länderspezifisch zusammengestellt, wobei die Daten sowohl fermentativ erzeugte und synthetische Biogase als auch Wasserstoff und synthetisches Methan (SNG) aus Power-to-Gas-Prozessen berücksichtigen. Auch Gebiete außerhalb von Europa, wie z. B. die MENA-Region (Nahost und Nordafrika), werden noch analysiert. Anhand der Ergebnisse sollen Verfahrens- und Logistikketten für die nationale und internationale Produktion aufgestellt werden, die in die Energiesystemmodellierungen im vierten Teilprojekt einfließen.

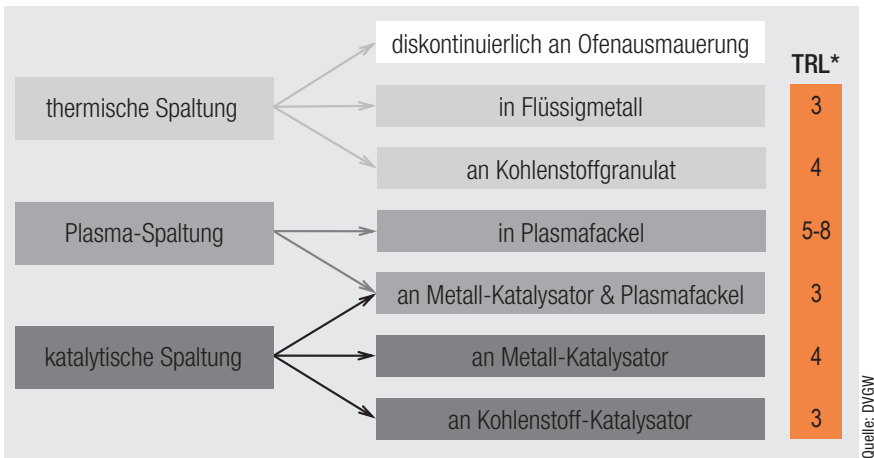


Abb. 2: Kategorisierung von Methan-Pyrolyseverfahren (\*TRL = Technologiereifegrad auf einer Skala von 1 = Grundlagenforschung bis 9 = Marktreife)

Ein neuartiges Konzept ist z. B. die Pyrolyse von Erdgas. In den vergangenen Jahrzehnten wurden verschiedene Verfahren entwickelt und im Labormaßstab und teilweise bis hin zu Pilot- und Demoplanen getestet. Der Pyrolyseschritt läuft entweder rein thermisch oder mit Unterstützung von Plasma oder Katalysatoren ab (Abb. 2). Aktuell ist jedoch keines dieser Verfahren großtechnisch verfügbar. Weitere neue Konzepte, die ebenfalls im Rahmen von „Roadmap Gas 2050“ betrachtet werden, sind die Dampfreformierung in Kombination mit der CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Speicherung sowie die thermochemische Vergasung von Biomasse.

Im Rahmen eines Technologiescreenings werden Verfahren zur Erzeugung von Wasserstoff analysiert. Sowohl konventionelle Verfahren (wie die Dampfreformierung von Erdgas oder die Wasserelektrolyse) als auch neuartige Verfahrenskonzepte spielen hierbei eine Rolle. Bei der Analyse werden wichtige Parameter wie der

Technologiereifegrad, die Wirkungsgrade, die Anlagengrößen und die Gestehungskosten von Wasserstoff erfasst und die Potenziale für die zukünftige Anwendung bewertet. Für vielversprechende Verfahren werden Prozessketten entworfen und detaillierte techno-ökonomische Bewertungen vorgenommen.

Neben den geografischen und technischen Potenzialen für erneuerbare Gase wird in diesem Teilprojekt auch die Möglichkeit der lokalen Methanisierung von Wasserstoff beleuchtet. Insbesondere an H<sub>2</sub>-sensiblen Elementen der Gasinfrastruktur und Gasanwendungen – wie Erdgasoprenspei-

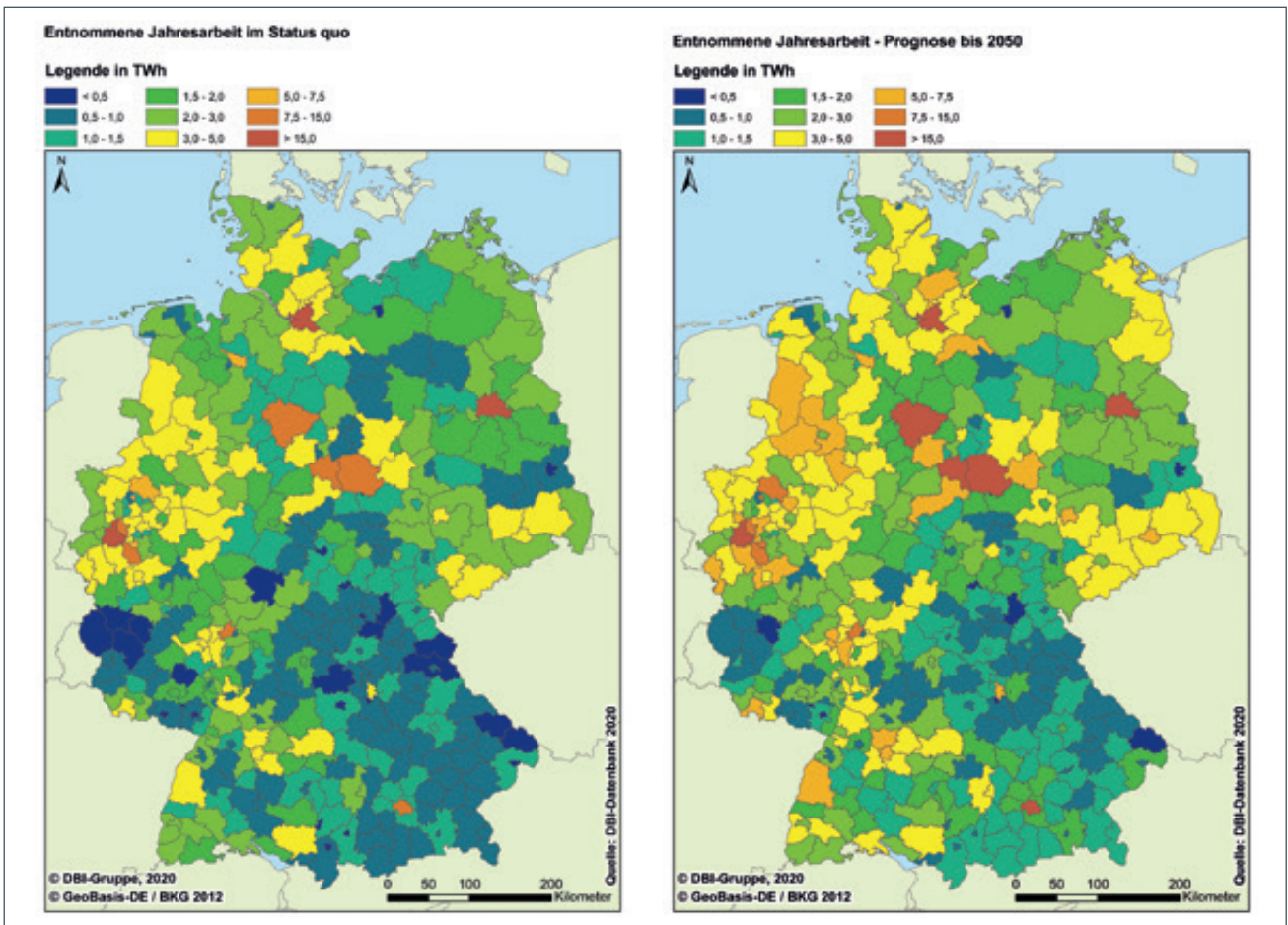


Abb. 3: Entwicklung der Gasnachfrage in Terawattstunden (TWh) bis zum Jahr 2050 unter Berücksichtigung der regionalen Erzeugung von erneuerbaren Gasen

chern, CNG-Tankstellen oder ausgewählten Industrieprozessen – könnte dies eine sinnvolle Option sein. Für diese Anwendungsfälle wird die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der Methanisierung geprüft und das Prozessdesign an die üblicherweise im Erdgas auftretenden Spuren- und Begleitkomponenten angepasst.

### Anpassungen der Gasinfrastruktur

Im Mittelpunkt des zweiten Teilprojekts stehen die Herausforderungen und Lösungsansätze für die Gestaltung und den Betrieb der Gasinfrastrukturen im zukünftigen Energiesystem. Bisher wurde bereits die regionalisierte Gasnachfrage in Deutschland für verschiedene Verbrauchssektoren sowie deren vorläufige Entwicklung bis zum Jahr 2050 analysiert und mit den regional verfügbaren Potenzialen für erneuerbare Gase abgeglichen. In einigen Regionen kann die Gasnachfrage vollständig oder zu großen Teilen des Jahres aus regional verfügbaren, erneuerbaren Gasen gedeckt werden. In den übrigen Regionen müsste das Gas weiterhin über die Gastransportnetze der Fernleitungsnetzbetreiber bereitgestellt werden. Die Ergebnisse zeigen allerdings große geografische Unterschiede in der Entwicklung der Gasnachfrage, bedingt durch unterschiedliche Verbrauchsstrukturen. So wie bereits heute ist in Zukunft in den nördlichen Bundesländern eine höhere Nachfrage zu erwarten als im Süden (Abb. 3).

Derzeit werden zwei verschiedene Modelle weiterentwickelt und angewendet: zum einen ein Gastransportnetzmodell, in das die vorliegenden Daten zur Gasnachfrage einfließen, und zum anderen ein Modell zur Ermittlung eines kostenoptimalen Transformationspfades für die Gasinfrastruktur. Hierbei werden Restriktionen auf der Erzeugungs- und Verbrauchsseite sowie Grenzen von Kapazitäten berücksichtigt, z. B. bei Import, Transport und Verteilung von Wasserstoff. Das Transformationspfade-Modell basiert auf einem schon abgeschlossenen DVGW-Forschungsvorhaben („Transformationspfade zur Treib-

**Tabelle 1: Übersicht über die für die Versuche verwendete Test- und Prüfgase bzw. Mischungen**

<b>Referenzgase</b>	G 20 G 21 G 231 G 23 G 20+N <sub>2</sub>
<b>Testgase</b>	G 23 + H <sub>2</sub> G 231 + H <sub>2</sub> G 20 + N <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> G 20 + H <sub>2</sub> G 21 + H <sub>2</sub> (bis H-Gas-Grenze) mit bis zu 40 Vol.-% H <sub>2</sub>
<b>Gas zur Überprüfung der Dichtegrenze</b>	Zur Beurteilung der Notwendigkeit der unteren Grenze für die relative Dichte von 0,55 wurden Gase ermittelt, die eine isolierte Betrachtung der Effekte durch den Wasserstoffanteil, den Wobbe-Index und die relative Dichte ermöglichen.

Quelle: GWI

hausgasneutralität der Gasnetze und Gasspeicher nach COP21“, Förder-Nr.: G 201624), bei dem bereits der Anpassungsbedarf von Gasnetzen und -speichern und die daraus resultierenden Kosten betrachtet wurden. Im Rahmen von „Roadmap Gas 2050“ werden diese Berechnungen um die Erzeugungspotenziale von erneuerbaren Gasen erweitert sowie die Anpassungskosten von Gasanwendungen ergänzt. Regionalisierte gasnetzzeitige Aspekte fließen ebenfalls in die Betrachtungen ein.

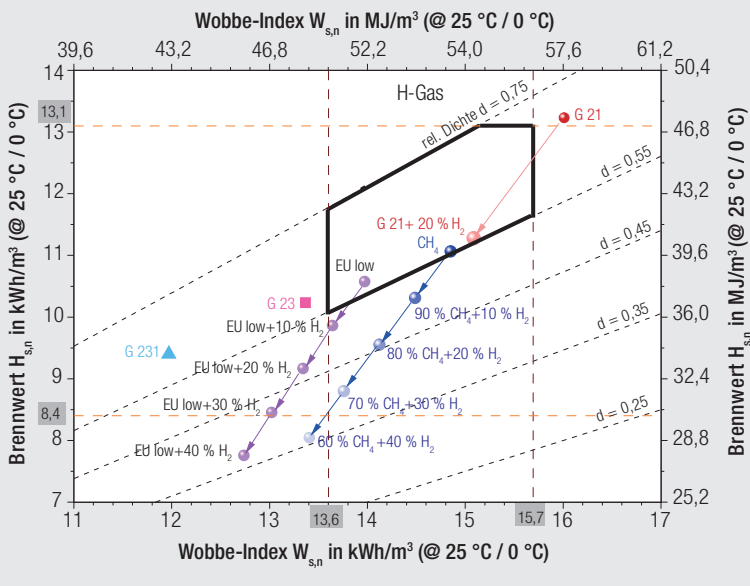
Weiterhin werden im Rahmen des zweiten Teilprojekts Regionen und Netzgebiete in Deutschland ermittelt, die bevorzugt für die Umstellung auf 100 Prozent Wasserstoff oder den Aufbau von neuen Netzen für erneuerbare Gase infrage kommen. Kriterien wie Erzeugungspotenziale, Nachfrage sowie vorhandene umstell- oder erweiterbare Strukturen fließen in die Betrachtung ein. Hinsichtlich der zunehmenden Verteilung von erneuerbaren Gasen werden abschließend der Anpassungsbedarf für die Gasverteilung und Gastransportnetze ermittelt sowie Lösungsansätze und Optimierungspotenziale erarbeitet. Aspekte wie die Entwicklung der Gasbeschafflichkeiten, der Anpassungs- und Optimierungsbedarf der Netze und technologische Möglichkeiten der Wasserstoffabtrennung aus Gasgemischen sind hierbei von Bedeutung.

### Wasserstofftoleranz der Gasanwendungen

Neben Herkunft sowie Transport und Verteilung der erneuerbaren Gase thematisiert das Vorhaben in seinem dritten Teilprojekt auch die technische „H<sub>2</sub>-Readiness“ von Gasanwendungen in den Sektoren Haushalt, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie. Hierzu wird untersucht, wie sich Gasgemische mit Wasserstoffgehalten zwischen zehn und 40 Volumenprozent (Vol.-%) auf die Brenngaskennwerte heutiger Gasgeräte auswirken. Daraus ergeben sich dann die notwendigen Anforderungen an Geräteanpassungen bzw. Kompensationsstrategien.

Mit Vertretern von Geräte- und Komponentenherstellern, Energieversorgern und Anwendern aus der Industrie wurden Kriterien für eine Vorauswahl der zu untersuchenden Gasgeräte bestimmt und die im Versuchsprogramm zu berücksichtigenden Punkte festgelegt. In Abstimmung mit den Herstellern und Experten ist ein umfangreiches Versuchsprogramm entstanden, mit dem aktuell die Grenzwerte der H<sub>2</sub>-Readiness für bis zu 20 unterschiedliche Geräte ermittelt werden.

Die Untersuchungen starten dabei mit G 20/Erdgas als Referenzgas. Anschließend wird der Wasserstoffgehalt um je-



Quelle: GWI

Abb. 4: Darstellung der Gase für die Versuche in Relation zu in der EU verteilten Gasen

weils 10 Volumenprozent erhöht (Tab. 1). Die Testgase wurden insgesamt so ausgewählt, dass der gesamte Bereich des Wobbe-Indexes (Abb. 4) der in Europa verteilten Gase abgedeckt wird (mit zusätzlichen Testgasen, ausgehend von den Prüfgasen G 21, G 23 und G 231).

Die Geräte werden zunächst in der Werkseinstellung getestet. Es wird mit der kürzesten Abgasanlage von einem Meter begonnen und im weiteren Verlauf auch die mit acht Metern getestet. Bei ausgewählten Geräten wird auch die maximale Länge geprüft und durch Windprüfungen ergänzt. Weiterhin werden Kalt- und Warmstarts sowie Modulationsläufe durchgeführt und Sicherheitszeiten, Windlasten und verzögerte Zündung berücksichtigt.

### Das Energiesystem als Ganzes

Das vierte Teilprojekt bündelt die Ergebnisse aus den vorhergehenden Arbeitspaketen und wird den Weg in die klimaneutrale Gaswelt

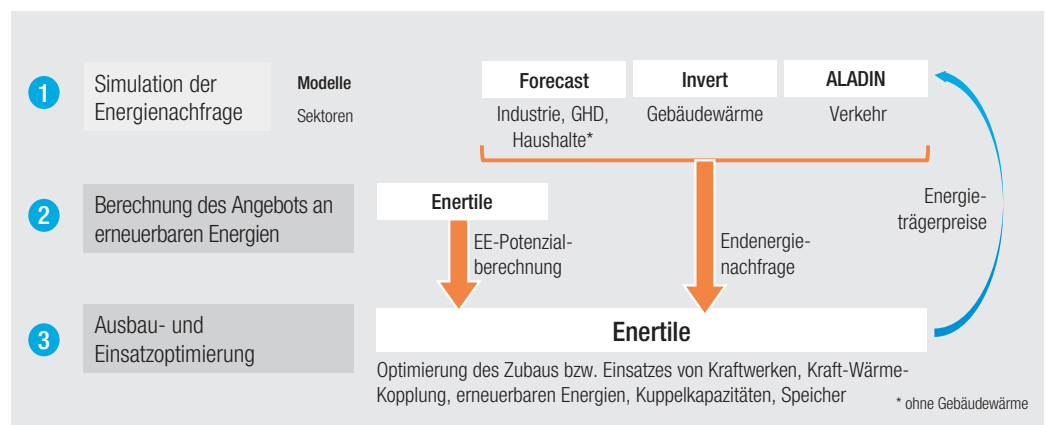
beschreiben. Umfangreiche Energiesystemmodellierungen sollen – auf Basis von technologieoffenen Szenarien – die energetischen und ökonomischen Effekte im Zeitraum von heute bis 2050 aufzeigen. Daraus ergeben sich mögliche Transformationspfade sowie Strategien zur Einführung von klimafreundlichen Gasen und ihre mögliche Rolle in der Energiewende.

Die Berechnung von Energienachfrage und -angebot baut auf bestehenden Modellen der beteiligten Forschungsinstitute auf. Mit diesen lässt sich einerseits die Erzeugung erneuerbarer Gase detailliert sowie orts- und zeitaufgelöst bestimmen und andererseits die Energienachfrage hoch aufgelöst in den Sektoren Wärme, Industrie und Mobilität berechnen (Abb. 5). Ein zentrales Element ist dabei das am Fraunhofer ISI entwickelte und seit vielen Jahren verfeinerte modular aufgebaute Modell Enertile, das mit makroökonomischen Modellen und Geoinformationssystemen (GIS) gekoppelt ist. Darin fließen die Daten aus Bottom-up-Modellen des Fraunhofer ISI zur Energienachfrage (wie Forecast, Invert und ALADIN) ein. Die Modelle werden an die zuvor definierten Szenarien angepasst, zeigen mit einem hohen technischen Detaillierungsgrad die Wirkung von Szenarioannahmen in den betrachteten Sektoren und können auch politische Maßnahmen bewerten. Nachfolgend kann daraus die zukünftig benötigte Gasinfrastruktur abgeleitet werden.

In Projektphase I wurden die Modelle modifiziert und die Datenbasis für die Modellierung festgelegt. Eine erste Abschätzung zur Entwicklung des Energiesystems erfolgt derzeit auf Basis von zwei Leitplankenszenarien:

- Strom: Ersatz fossiler Brennstoffe durch eine umfassende Elektrifizierung

Abb. 5: Zusammenspiel der Modelle



Quelle: Fraunhofer/ISI

- EE-Gas + H<sub>2</sub>: Nutzung von regenerativen Gasen und einer Wasserstoff-Beimischung bis zu 20 Vol-% in allen Sektoren

Anhand der Modellierungsergebnisse können Abhängigkeiten und Stellhebel abgeleitet und in Phase II des Forschungsvorhabens u. a. an neue politische Randbedingungen und weitere Ergebnisse aus den ersten drei Teilprojekten angepasst werden. In Phase II wird sich das Augenmerk bei der Modellierung insbesondere auf die Gasinfrastruktur und auf die Optionen der Sektorenkopplung richten, die sich im Zusammenspiel mit Gastechnologien ergeben. Über eine detaillierte Auswertung von DVGW-Studien und anderen gaspezifischen Projekten der letzten Jahre werden technologische und monetäre Daten zu Power-to-Gas, zu Sektorenkopplungsoptionen und zu effizienten Gastechnologien sowie zur Gasmobilität gesammelt und in die Simulationsmodelle eingepflegt. Diese sollen alternative Lösungsansätze zur Umsetzung eines klimaneutralen Energiesystems aufzeigen.

### „Roadmap Gas 2050“ am Puls der Zeit

Das Thema Klimaschutz steht trotz der Auswirkungen der Corona-Pandemie weiter im Fokus des öffentlichen Interesses und der Handlungsdruck der Politik ist somit hoch. Lösungsansätze und Wegweiser in eine klimaneutrale Zukunft sind daher hochaktuell und begehrt. Die Forschungsschwerpunkte von „Roadmap Gas 2050“ treffen somit den Puls der Zeit, denn sie suchen Antworten auf noch offene Fragen zur zukünftigen Ausgestaltung des Energiesystems. Eine gezielte Kommunikation der Forschungsergebnisse ist deshalb entscheidend.

Bereits in der ersten Projektphase ist der aktive Dialog mit relevanten Stakeholdern aus der Branche gelebte Praxis. In diesem Rahmen haben die beteiligten Forschungsinstitute bereits mehrere Workshops organisiert, um die Er-

gebnisse mit projektexternen Experten zu diskutieren und ggf. Anpassungen in der weiteren Erarbeitung vorzunehmen. So wurden z. B. die Parameter für die Modellierung der Leitplanken-Szenarien mit Vertretern der Gasbranche und aus DVGW-Mitgliedsunternehmen diskutiert und die Forschungsarbeiten mit Erfahrungswerten aus der Praxis angereichert. Auch das implementierte Peer-Review-Verfahren, bei dem Unternehmensvertreter Zwischenberichte begutachten, ist eine geeignete Methode, um den Austausch zu fördern.

In der zweiten Projektphase sollen vor diesem Hintergrund Zwischenergebnisse und deren Kernaussagen zielgruppenorientiert aufbereitet und unter den relevanten Akteuren verbreitet werden. Die Kommunikation wird sich im Wesentlichen entlang der thematisch gegliederten Teilprojekte bewegen. Die insgesamt 16 Meilensteine und Deliverables lassen sich entsprechend in vier thematische Blöcke mit folgenden Schwerpunkten gliedern:

- Herkunft der klimafreundlichen Gase – geografische und technologische Potenziale
- Anpassung der Gasinfrastruktur an die erneuerbaren Gase
- Wasserstofftoleranz und Anpassung von Gasanwendungen
- „Roadmap Gas 2050“ – Der Weg der Gasbranche in eine klimaneutrale Zukunft

Geplant sind verschiedene, auf die jeweiligen Zielgruppen ausgerichtete Formate. Hierfür steht ein breites Spektrum kommunikativer Maßnahmen zur Verfügung, von digitalen Medien über die klassische Pressearbeit bis hin zur Organisation und Teilnahme an Veranstaltungen. Einerseits sollen die Gasbranche und die Gasanwender von den Erkenntnissen aus der Forschung profitieren und sich bestens auf die neuen klimafreundlichen Gase vorbereiten können. Andererseits sollen politische Entscheidungsträger anhand der Befunde aus der „Roadmap Gas 2050“

mit genau den Informationen versorgt werden, die es ihnen ermöglicht, die Weichen des gesamten Energiesystems – einschließlich gasförmiger Energieträger – in Richtung Klimaneutralität zu stellen. ■

### Die Autoren

**Dr. Frank Graf** leitet den Bereich „Gastechnologie“ an der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

**Katharina Bär** ist Projektingenieurin an der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

**Wolfgang Köppel** ist Leiter der Gruppe „Systeme und Netze“ an der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

**Jens Hüttenrauch** ist Teamleiter für Netzprojekte bei der DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH.

**Dr. Frank Burmeister** ist Abteilungsleiter Brennstoff- und Gerätetechnik am Gas- und Wärme-Institut Essen e. V.

**Dr. Stefanie Schwarz** ist Referentin für Wissenschaftskommunikation beim DVGW e. V.

**Janosch Rommelfanger** ist Referent für Energieforschung beim DVGW e. V.

Kontakt:

Dr. Stefanie Schwarz  
DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.  
Technisch-wissenschaftlicher Verein  
Robert-Koch-Platz 4  
10115 Berlin  
Tel.: 030 79473-622  
E-Mail: stefanie.schwarz@dvgw.de  
Internet: www.dvgw.de