

# INFRASTRUKTUREN VERBINDEN

## Die Bedeutung der Gasinfrastruktur und von Power-to-Gas für die Energiewende

Botschaften und Forderungen von BDEW und DVGW  
zur infrastrukturellen Kopplung des Strom- und Gasnetzes



## Inhalt

Forderungen BDEW und DVGW	3
Executive Summary	4
Einleitung	5
1. Gase und die Gasinfrastruktur	6
2. Technische Vorteile der Kopplung für das Energiesystem	8
3. Power-to-Gas-Technologie	10
4. Gasinfrastruktur: zukunftsfähig und volkswirtschaftlich günstiger als eine Vollelektrifizierung	12
Literaturhinweise	14
Impressum	15

## Forderungen BDEW und DVGW

1

**Gase und Gasinfrastrukturen** sind durch ihr hohes Dekarbonisierungspotenzial notwendige Bestandteile eines auf Erneuerbaren Energien basierenden Energiesystems der Zukunft. Daher bedarf es eines politischen Bekenntnisses zu Gas sowie eines Ordnungsrahmens, der den Betrieb der Gasinfrastruktur auch weiterhin langfristig ermöglicht.

2

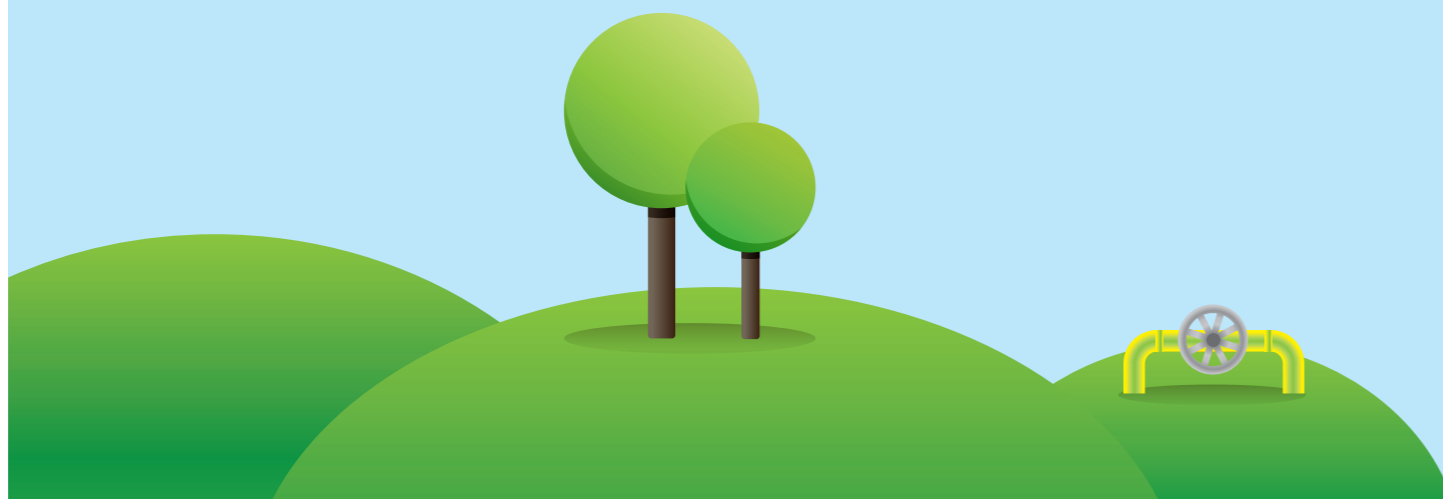
Für ein optimiertes Energiesystem sollten Strom- und Gasnetze abgestimmt aufeinander geplant werden. Bei der Bildung von Szenarien für eine solche Planung sollte die Power-to-Gas-Technologie als zentrale Technologie berücksichtigt werden.

3

**Power-to-Gas** ist eine zentrale Technologie für die notwendige Kopplung der Strom- und Gasnetze. Um ein Level Playing Field zu erreichen, muss eine schrittweise Marktintegration der Power-to-Gas-Anlagen durch den Abbau von Hemmnissen frühzeitig in Angriff genommen werden. Damit einhergehend sollte auch der Anteil Erneuerbarer Gase in den Infrastrukturen kontinuierlich erhöht werden.

4

Durch die Verbindung von Strom- und Gasnetzinfrastruktur werden die volkswirtschaftlichen Kosten der Energiewende gesenkt. Aus Kostengesichtspunkten sollte daher die Kopplung der Sektoren ermöglicht und umgesetzt werden.



## Executive Summary

Sektorkopplung ist die energietechnische Verknüpfung von Strom, Wärme, Mobilität und industriellen Prozessen sowie deren Infrastrukturen mit dem Ziel einer Dekarbonisierung bei gleichzeitiger Flexibilisierung der Energienutzung in Industrie, Haushalt, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) und Verkehr unter den Prämissen Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit. Sie ist bereits heute ein entscheidender Bestandteil jedes belastbaren Zukunftskonzepts für moderne Energieversorgungsunternehmen und für eine nachhaltige Energieversorgung.

Eine wichtige Rolle spielt dabei die Verknüpfung der Strominfrastruktur mit der Gasinfrastruktur als ein spezifischer Aspekt der Sektorkopplung. Dadurch entsteht nicht nur eine bessere Integration erneuerbarer Energieträger, sondern ein optimiertes Energieversorgungssystem, das den Prämissen von Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit gerecht wird. Zudem erhöht der parallele Betrieb der Strom- und Gasnetzinfrastruktur die Resilienz der Energieversorgung.

Power-to-Gas in Kombination mit der Gasinfrastruktur dient dabei als eine Technologie, die es im großen Maßstab ermöglicht, die Energie erneuerbarer Energieträger saisonal zu speichern und über das Gasnetz sektorübergreifend nutzbar zu machen. Die bestehenden Gasnetze in Deutschland sind für den Transport und die Speicherung dieses Gases gut geeignet, denn sie transportieren bereits heute annähernd die doppelte Energiemenge im Vergleich zu den Stromnetzen. Die an das Gasnetz angeschlossenen Gasspeicher verfügen zudem über eine Speicherkapazität, deren Energiegehalt rund einem Drittel des jährlichen Stromverbrauchs in Deutschland entspricht. Die Nutzung erneuerbarer Gase in Verbindung mit der bereits gut ausgebauten

Gasinfrastruktur (Gasnetze und Speicher) ermöglicht es technisch bereits heute, ein hohes Klimaschutzpotenzial sektorübergreifend zu heben.

Zahlreiche Studien kommen darüber hinaus zu dem Schluss, dass ein Energiesystem mit Power-to-Gas zur Erreichung der Klimaschutzziele mittel- und langfristig entscheidende Vorteile unter den Gesichtspunkten Kosten und Versorgungssicherheit gegenüber einer Vollelektrifizierung mit sich bringt. Zudem kann durch den geringeren Anpassungsdruck bei den Energieanwendern mit einer höheren Akzeptanz gerechnet werden.

Zur Ausschöpfung der Potenziale der Gasinfrastruktur müssen die heute bestehenden Hemmnisse für einen wirtschaftlichen Betrieb von Power-to-Gas-Anlagen dringend abgebaut werden, um die Attraktivität entsprechender Investitionen zu steigern und damit die technologische Weiterentwicklung dieser zentralen Technologie zu stimulieren und Kostensenkungspotenziale zu heben. Mit dem Bekenntnis zum Pariser Klimaschutzabkommen und der daraus folgenden Notwendigkeit einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen um bis zu 95 % ist auch ein Bekenntnis zu Gas und zu Gasinfrastrukturen unumgänglich, ansonsten werden die Klimaschutzziele in den Jahren 2030 und 2050 aus technischer und volkswirtschaftlicher Sicht nur mit erheblich höheren Kosten erreichbar sein.

Aus Sicht des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) und des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW), die jeweils umfangreiche Vorarbeiten zum Thema geleistet haben<sup>1</sup> und gemeinsam den Appell „Gas kann grün“<sup>2</sup> unterzeichnet haben, sind hierfür die folgenden Punkte entscheidend und sollten im Rahmen der politischen Weichenstellung berücksichtigt werden.

<sup>1</sup> BDEW: Siehe z. B. Zukunftsstrategie Gas, Positionspapier Zehn Thesen zur Sektorkopplung, BDEW-Strategiepapier Zukunft Wärmenetzsysteme, DVGW: Der Energie-Impuls – ein Debattenbeitrag für die nächste Phase der Energiewende.

<sup>2</sup> Appell der Gaswirtschaft zum Klimaschutzplan 2050: Dekarbonisierung mit Gas: Gas kann grün!

## Einleitung

Gas- und Stromnetze sind zentral für die Energieversorgung in Deutschland. Industrie, Haushalte, GHD und Verkehr benötigen heute ca. 2.500 TWh Energie pro Jahr. Über das Gasnetz werden davon etwa 1.000 TWh, über das Stromnetz etwa 600 TWh<sup>3</sup> bis zum Energieverbraucher gebracht. Damit bilden diese beiden Netze wichtige Lebensadern unserer modernen Gesellschaft sowie das Rückgrat der Energiewirtschaft.

**Circa 34 % der Stromerzeugung, 13 % der Wärmeversorgung und 5 % des Energiebedarfs im Verkehrssektor basieren in Deutschland bereits auf Erneuerbaren Energien.**

Im Zuge der Energiewende erleben wir derzeit den Übergang von einem fossilen zu einem durch Erneuerbare Energien geprägten Energiesystem mit entsprechenden neuen Herausforderungen. Dieser Wandel betrifft nicht nur den Strom-, sondern auch den Wärme-, den Industrie- und den Mobilitätssektor. Eine wichtige Anforderung an die Energieversorgung ist, Energie möglichst wirtschaftlich, bedarfsgerecht und umweltschonend bereitzustellen. Der Betrieb der Energienetze muss auch bei immer größeren Anteilen volatiler Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen zuverlässig und stabil gehalten werden.

Bisher sind Strom-, Wärme- und Verkehrssektor sowie die sie verbindenden Infrastrukturen oft nicht ganzheitlich betrachtet worden. Um die Energiewende voranzubringen und die Klimaziele für Deutschland zu erreichen, müssen diese Einschränkungen aufgebrochen werden: Die verschiedenen Sektoren, Energieträger und Infrastrukturen sollten gemeinsam durchdacht und geplant werden. Dazu muss die infrastrukturelle Sektorkopplung als ein Grundsatz in der modernen Energiepolitik etabliert werden, z. B. in einem „Quer“-Netzentwicklungsplan Strom und Gas. Eine solche engere Abstimmung kann auch zur Optimierung von Standortentscheidungen beitragen.

### **Strom | Gas: Warum nicht beides zusammen?**

Strom kann in Gas umgewandelt werden und somit in der Gasinfrastruktur (Gasnetze und Speicher) über lange Zeiträume gespeichert oder direkt als Brennstoff bzw. Rohstoff in allen Sektoren und in bestehender Infrastruktur und Anwendungstechnik verwendet werden. Zusammen bilden Strom und Gas eine intelligente Kombination von Energieformen, welche die Energiewende zukunftssicher macht.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Erdgasverbrauch 2017: 994,2 TWh, Nettostromerzeugung für die allgemeine Versorgung: 568,6 TWh; Quelle: Energiemarkt Deutschland – Zahlen und Fakten zur Gas-, Strom- und Fernwärmeversorgung, BDEW 2018.

<sup>4</sup> Daneben gibt es viele weitere Elemente, die für das Gelingen der Energiewende notwendig sind, z. B. Energieeffizienz, Ausbau der Übertragungs- und Verteilnetze, bedarfsgerechte Erzeugung, flexibles Lastmanagement, die Einbindung von Wärmenetzen und Speichertechnologien. Vieles davon wird bereits in Publikationen der Verbände BDEW und DVGW beschrieben. Siehe z. B. BDEW-Zukunftsstrategie Gas, BDEW-Positionspapier Zehn Thesen zur Sektorkopplung, BDEW-Strategiepapier Zukunft Wärmenetzsysteme und DVGW – Der Energie-Impuls – ein Debattenbeitrag für die nächste Phase der Energiewende.

# 1. Gase und die Gasinfrastruktur

Unter Berücksichtigung von Deutschlands Klimazielen bietet sich die Verwendung der kohlenstoffarmen Option Gas an, insbesondere wenn Gas durch stetig steigende Anteile Erneuerbaren Gases ergänzt wird. Bereits heute ist Gas mehr als nur Erdgas, und da – ebenso wie im Stromnetz – der Anteil an Erneuerbaren Energien im Verlauf der Energiewende steigt, erfolgt ein kontinuierlicher Anstieg des Anteils CO<sub>2</sub>-neutraler Erneuerbarer Gase (z.B. erneuerbarer Wasserstoff, Biomethan, synthetisches Gas – Synthetic Natural Gas – SNG) in den Gasnetzen. Das Gasversorgungsnetz kann bereits heute Biomethan (2016: 9,4 TWh) und synthetisches Methan in unlimitierter Konzentration sowie Wasserstoff aus Power-to-Gas in Höhe von bis zu zehn Volumen-% aufnehmen.<sup>5</sup> Für Erdgasspeicher werden aktuell Pilotprojekte zur Umrüstung auf eine reine Wasserstoffspeicherung durchgeführt.

Mehr als die Hälfte der gesamten Endenergie in Deutschland wird aktuell zur Wärmebereitstellung eingesetzt.<sup>6</sup> Rund 50% der Haushalte in Deutschland sind direkt an die etwa 481.700 km Gasleitungen angeschlossen.

Hinzu kommen die Erdgasspeicher mit einer Speicherkapazität von insgesamt 234 TWh. Mit dieser Energiemenge ließe sich im heutigen Energiesystem die Stromversorgung in Deutschland über etwa zwei Monate sicherstellen.

## Dekarbonisierung des Wärmesektors mit Gas

Gasnetze bilden neben Wärmenetzsystemen entscheidende Infrastruktursysteme für die Wärmewende, also die Erreichung der Beiträge, die der Wärmemarkt zur Erfüllung des Klimaschutzziels leisten muss. Ein Großteil der Haushalte und Industrieunternehmen kann über die Gasinfrastruktur zukünftig mit Erneuerbaren Gasen versorgt werden. Das ist wichtig für die Klimaziele im Gebäudesektor. Bei Gebäuden, bei denen eine energetische Sanierung erschwert ist, bietet eine Versorgung mit Erneuerbarem Gas die Möglichkeit der Verbesserung des Primärenergiefaktors. Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den Maßnahmen Sanierung und Versorgung mit Erneuerbaren Gasen kann dazu führen, dass Mietsteigerungen begrenzt werden.

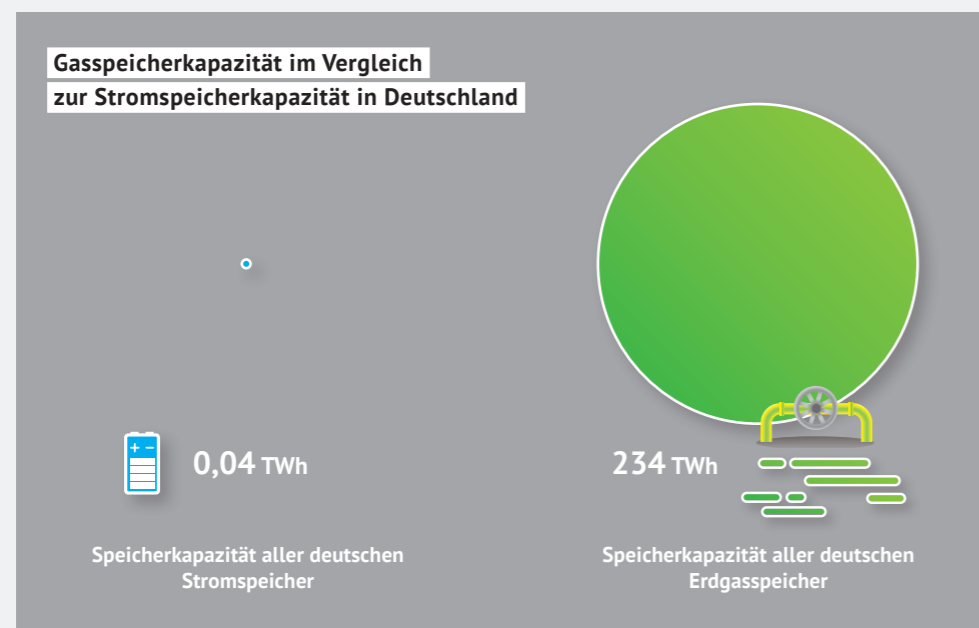


Abbildung 1: Vergleich der deutschen Strom- und Gasspeicherkapazität. Eigene Darstellung nach ENTSOG, 19.9.2018.<sup>7</sup> Quelle: BDEW.

Für den saisonalen Bedarf in der Wärmeversorgung – im Winter hoher Wärmebedarf, im Sommer eher niedriger Bedarf – hat sich die Gasinfrastruktur als essentiell und sehr leistungsfähig erwiesen. Dabei sollte nicht nur die verbrauchte Endenergiemenge, sondern auch der in einem kalten Winter benötigte Spitzenbedarf betrachtet werden. Die Gasinfrastruktur (Netze und Speicher) kann in erheblichem Umfang dazu beitragen, den zusätzlichen Ausbaubedarf an elektrischer Erzeugungs- und Transportkapazität für die im Wärmemarkt nur wenige Tage im Jahr benötigte Spitzenlast wirksam zu begrenzen. Gasspeicher bieten hier die Möglichkeit, große Mengen von synthetisch erzeugtem Gas aufzunehmen und in Spitzenlastzeiten dem Markt wieder zur Verfügung zu stellen.

## Gasnetze als „Drehscheibe“ für eine integrierte Energiewelt der Zukunft

Die saisonale Speicherung von Energie ist ein zentrales Thema für den Erfolg der Energiewende. Das Gasnetz wirkt hier als komplementärer Partner des Stromnetzes und gleicht durch seine langfristige Speicherkapazität die Nachteile eines rein elektrischen erneuerbaren Energiesystems aus, welches auf der Erzeugungsseite zunehmend von Witterungsbedingungen und Tageszeit beeinflusst wird. Ohne Langzeitspeicher ist eine wirtschaftliche und sichere Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien in allen Sektoren kaum möglich.

Das Gasnetz wird bereits heute als Energiespeicher genutzt, seine Funktion geht jedoch über die eines langfristigen, saisonalen Energiespeichers hinaus: Steigende Anteile Erneuerbarer Energien werden über das Gasnetz aufgenommen und können gasbasierte Wärme- und Mobilitätslösungen

antreiben. Gerade im Mobilitätssektor kann Gas insbesondere in der Langstreckenmobilität einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten. Somit ist das Gasnetz ein zentraler Bestandteil zur Kopplung der Sektoren Strom, Wärme, Industrie und Verkehr und dient als „Drehscheibe“ der integrierten Energiewelt der Zukunft.

## PERSPEKTIVE

In Zukunft wird das Gasnetz für höhere Anteile von Wasserstoff zu ertüchtigen sein. Bereits heute könnte in vielen Gebieten mit geringen Anpassungen die Beimischung von zehn Volumen-% Wasserstoff realisiert werden.<sup>8</sup> Dadurch könnten erste Power-to-Gas-Anlagen im MW-Bereich energetisch günstig Wasserstoff ins Gasnetz einspeisen. Überdies ergibt sich die Möglichkeit einer Teilnetzumstellung oder Umwidmung auf Wasserstoffversorgungsnetze, z.B. für Netzabschnitte, in denen ein starker regionaler Bedarf an Wasserstoff durch Industrieanlagen besteht.

## FORDERUNG

Gase und Gasinfrastrukturen sind durch ihr hohes Dekarbonisierungspotenzial notwendige Bestandteile eines auf Erneuerbaren Energien basierenden Energiesystems der Zukunft. Daher bedarf es eines politischen Bekenntnisses zu Gas sowie eines Ordnungsrahmens, der den Betrieb der Gasinfrastruktur auch weiterhin langfristig ermöglicht.

<sup>5</sup> DVGW G 262, 2011; Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz, DVGW-Forschung 2013.

<sup>6</sup> Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser: 830 TWh; Prozesswärme: 544 TWh. Damit wurden 2016 von 2.542 TWh insgesamt 1.373 TWh für Wärme aufgewendet, entsprechend 54%. Quelle: Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2016. AG Energiebilanzen 2017.

<sup>7</sup> Meeting Slides ENTSOG Workshop on the Network Code Implementation and the Future Development of Gas Legislation, 19.9.2018.

<sup>8</sup> DVGW G 262, 2011; Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz, DVGW-Forschung 2013.

## 2. Technische Vorteile der Kopplung für das Energiesystem

Miteinander verbundene Energieinfrastrukturen ermöglichen eine Sektorkopplung. Um den Energietransfer zwischen den verschiedenen Sektoren bis zum Ort des Endenergieverbrauchs herzustellen, bedarf es diversifizierter Energieträger sowie der Vielfalt und breiten Verästelung der Energienetze.

Viele Energieanwendungen werden bei einer vollständigen Elektrifizierung des Energiesystems und der Endanwendungen an ihre technischen Grenzen stoßen. Aktuelle Studien bestätigen, dass ein Energieversorgungssystem, das auf Strom- und Gasnetzinfrastrukturen basiert, widerstandsfähiger und robuster gegenüber Störungen ist als ein Energiesystem, das durch die Elektrifizierung aller Bereiche nur auf Strominfrastruktur baut.<sup>9</sup>

Zusammen mit flexibel einsetzbaren Gaskraftwerken und KWK-Anlagen gewährleistet die Gasinfrastruktur somit Versorgungssicherheit und die notwendige Resilienz für die Stromversorgung bei Höchstbelastung. Für die optimale Resilienz eines Versorgungssystems sollte man sich somit nicht nur auf eine Infrastruktur verlassen.

### Versorgungssicherheit, auch im Fall der kalten Dunkelflaute

Bei einem überwiegend auf Erneuerbaren Energien basierendem Energiesystem können Dargebotsengpässe im europäischen Strommarkt durch eine sogenannte Dunkelflaute auftreten. Im Fall einer Dunkelflaute ist nahezu keine Erzeugung aus Photovoltaik und Windenergie möglich. Erneuerbares Gas ist absehbar eine wichtige Möglichkeit, um genügend Energie zu speichern und in solchen Situationen Versorgungssicherheit gewährleisten zu können.<sup>10</sup>

Es gibt viele Technologien, um die verschiedenen Energieinfrastrukturen zu verbinden. Neben Power-to-Gas zählen beispielsweise auch Brennstoffzellen, Gaswärmepumpen, Hybridsysteme und Power-to-Heat-Lösungen dazu (siehe Abbildung 2). Ein technologieoffener Ansatz bietet die Möglichkeit, technische Prozesse und bestehende Umwandlungstechnologien weiterzuführen und zu optimieren. So können bewährte Anwendungstechniken im häuslichen und im industriellen Bereich weiter genutzt werden, um die Erneuerbaren Energien überall nutzbar zu machen. Das ist volkswirtschaftlich sinnvoll, praktisch umsetzbar und damit auch akzeptanzsteigernd.

<sup>9</sup> Der Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland, frontier economics 2017; Klimaschutz durch Sektorkopplung: Optionen, Szenarien, Kosten, Enervis 2017; Kalte Dunkelflaute: Robustheit des Stromsystems bei Extremwetter, Energy Brainpool 2017; Warum Windgas die Energiewende sicher macht und Kosten senkt, Energy Brainpool, 2015.

<sup>10</sup> Kalte Dunkelflaute: Robustheit des Stromsystems bei Extremwetter, Energy Brainpool 2017.

### PERSPEKTIVE

Zukünftig wird es eine Energieinfrastruktur geben, die auf einer Kopplung der Gas-, Strom- und Wärmenetze basiert. Eine integrierte Betrachtung der Infrastrukturen der bisher getrennten Sektoren kann neue Marktperspektiven eröffnen und beispielsweise integrierte Quartierslösungen unterstützen.

Diese integrierte Perspektive sollte bereits bei der Planung der Infrastrukturen verfolgt werden. Eine abgestimmte Planung von Strom- und Gasnetzen ermöglicht es, dass Power-to-Gas-Anlagen dort gebaut werden, wo sie zur Stabilität des Stromnetzes beitragen und darüber hinaus die ansonsten abzuregelnden Mengen Erneuerbarer

Energien deutlich senken. Durch einen Quer-NEP kann auch sichergestellt werden, dass die für die Erreichung der Dekarbonisierungsziele erforderlichen PtG-Leistungen transparent und gesichert zugebaut werden. An vielen Tagen übersteigt die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien zunehmend den regionalen Bedarf, diese Energie kann über das Gasnetz weiterverteilt werden.

### FORDERUNG

Für ein optimiertes Energiesystem sollten Strom- und Gasnetze abgestimmt aufeinander geplant werden. Bei der Bildung von Szenarien für die gemeinsame Planung sollte die Power-to-Gas-Technologie als zentrale Technologie berücksichtigt werden.

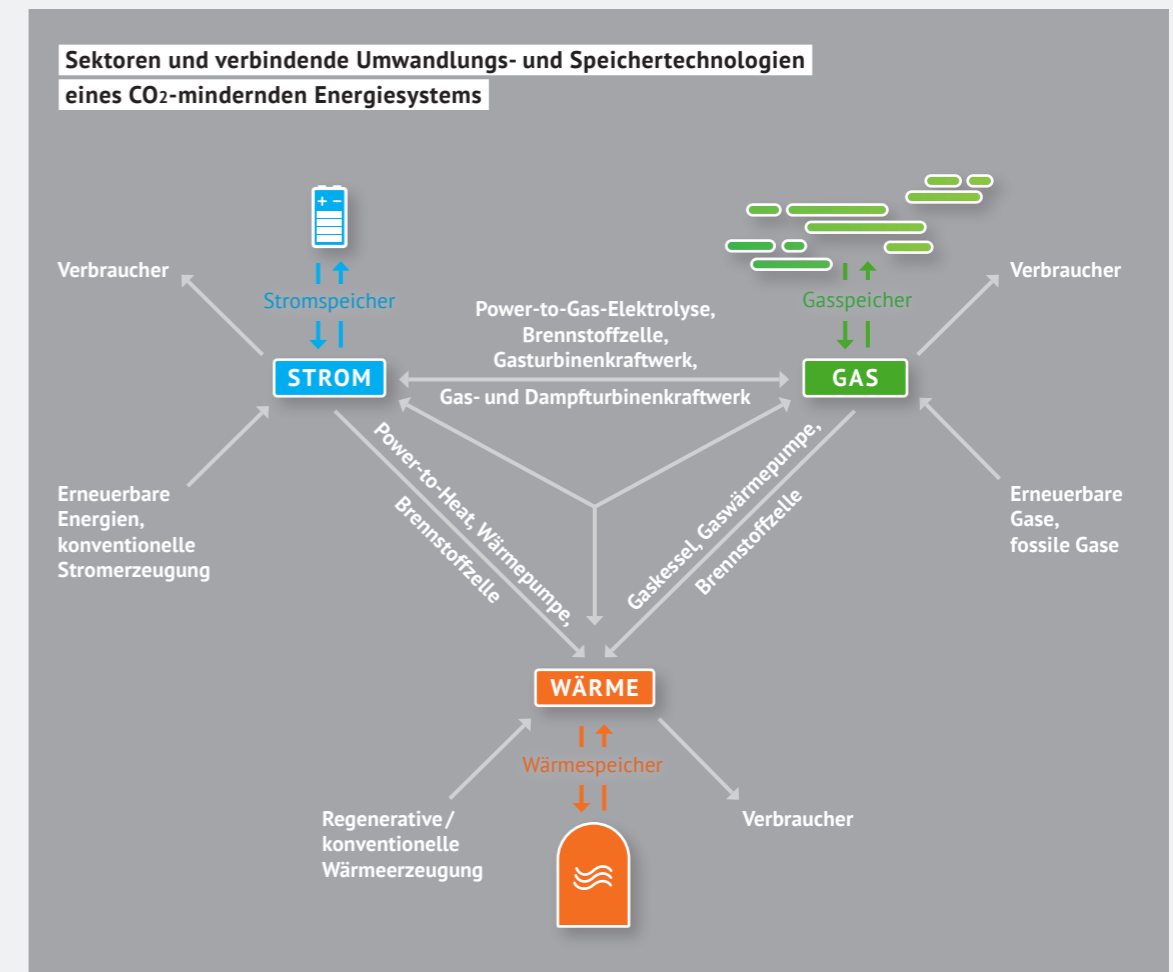


Abbildung 2: Sektorkopplung eines CO<sub>2</sub>-mindernden Energiesystems und beteiligte Technologien sowie Infrastrukturen. Eigene Darstellung. Quelle: Forum Sektorkopplung 1.6.2017, Präsentation Schmitz.



### 3. Power-to-Gas-Technologie

Die Power-to-Gas Technologie nutzt Strom, um Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zu spalten. Dieser Wasserstoff kann direkt genutzt oder mithilfe von CO<sub>2</sub> (z. B. aus Biogasanlagen) zu SNG methanisiert werden. Damit kann Erneuerbare Energie in eine Energieform gebracht werden, die als Erneuerbares Gas langfristig gespeichert und über das bestehende Gasnetz verteilt werden kann.

#### Vielseitigkeit von Power-to-Gas

Neben der Umwandlung in Erneuerbare Gase kann erneuerbarer Strom auch in flüssige Kraftstoffe oder Energieträger umgewandelt werden (Power-to-X; z. B. Power-to-Liquid, Power-to-Chemicals), die ihrerseits einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Dennoch bilden Power-to-Gas und die Herstellung Erneuerbarer Gase nicht die

einzigsten Möglichkeiten, Flexibilität – im Sinne der Sektorkopplung – im System zur Verfügung zu stellen. Wärmespeicher, Pumpspeicher, Batteriespeicher und andere Arten der Speicherung sind ebenfalls unverzichtbar für die Energiewende. Auch die Verschiebung von Lastspitzen durch gezielte Steuerung der Verbraucher (Demand Side Management, DSM) ist eine wichtige Maßnahme. Gasförmige Energieträger sind jedoch mit einer auf die Masse bezogenen hohen spezifischen Energiedichte speicherbar. Die sehr viel höhere Energiedichte und hohe Skalierbarkeit ist ein wichtiger Vorteil der Gasspeicher gegenüber derzeit üblichen Batterien.

Viele wissenschaftliche Studien sehen einen erheblichen Bedarf an Power-to-Gas in der Zukunft. Die strittige Frage ist demnach nicht ob, sondern **wie viel** Power-to-Gas zugebaut werden sollte.<sup>11</sup>

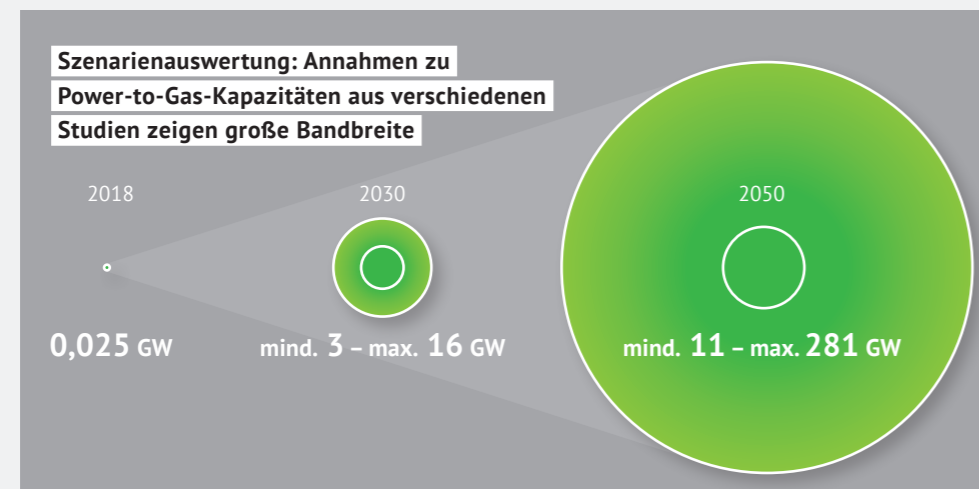


Abbildung 3: Annahmen über den Bedarf an installierten Power-to-Gas-Kapazitäten in Deutschland heute und die benötigten Mengen in 2030 und 2050 nach relevanten Studien. Eigene Darstellung.<sup>12</sup>

11 Potenzialatlas Power-to-Gas, dena 2016; Roadmap Power-to-Gas, dena 2017; Leitstudie Integrierte Energiewende, dena 2018; Der Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland, frontier economics 2017; Kalte Dunkelflaute: Robustheit des Stromsystems bei Extremwetter, Energy Brainpool 2017; Delphi-Kurzstudie: Praxis und Potenzial von Power-to-Gas, nymoen Strategieberatung 2017.

12 Für das Jahr 2050 wurden eine Ecofys-Metaanalyse („Metaanalyse aktueller Studien zum Thema Sektorenkopplung: Welchen Beitrag kann Power-to-Gas für die Erreichung der Klimaziele leisten?“ Ecofys für DVGW und Zukunft ERDGAS) und eine dena-Studiensynopse („Bedarfe für synthetische Brenn- und Kraftstoffe“, dena, unveröffentlicht) ausgewertet. Da nur wenige Studien das Jahr 2030 explizit berechnen, wird für das Jahr 2030 die dena-Leitstudie EL80 als Maximum und das Szenario C im aktuellen Netzentwicklungsplan 2030 (Version 2019; Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber, Übertragungsnetzbetreiber Strom, Stand Januar 2018) als Basis genommen; dena-Leitstudie Integrierte Energiewende, dena, 2018; Quelle für die installierte Leistung 2018: dena-Strategieplattform Power-to-Gas.

#### Netz- und marktdienlicher Einsatz

Power-to-Gas-Anlagen lassen sich auch netz- und marktdienlich einsetzen. Je nach Angebot der Erneuerbaren Energien können die Anlagen im Teillast- oder im Volllastbereich gefahren werden, sodass sich insbesondere für das Stromnetz eine zusätzliche Möglichkeit ergibt, flexibel auf die schwankende Erzeugung zu reagieren. Zusätzlich erhalten die Marktteilnehmer die Möglichkeit, zu Zeiten hoher Erneuerbare-Energien-Erzeugung den geringeren Strompreis zur Umwandlung in Wasserstoff zu nutzen.

#### PERSPEKTIVE

Der Netzentwicklungsplan Strom geht in seinem optimistischen Szenario von 3 GW PtG-Leistung aus, die bis zum Jahr 2030 installiert sein müssen.<sup>13</sup> Dabei wird dessen Einsatz für das Stromnetz berücksichtigt. Bereits um diese Werte zu erreichen, müsste ein jährlicher Zubau von rund 300 MW realisiert werden. Andere Quellen setzen darüber hinaus eine deutlich höhere installierte Leistung (z.B. um Faktor 5) voraus, um die Klimaziele nicht nur im Strom-, sondern auch in anderen Sektoren wie Wärme und Mobilität zu erreichen.<sup>14</sup>

Da heute lediglich kleine Pilot- und Demonstrationsanlagen vorhanden sind, sollten weitere Anstrengungen unternommen werden, um in Zukunft (bis zum Jahr 2030) eine Skalierbarkeit der Anlagen zu ermöglichen und mittelfristig einen Markthochlauf zu erreichen.

Es wird erwartet, dass die Wirkungsgrade bei der Umwandlung weiter steigen und die Kosten deutlich sinken.<sup>15</sup> Diese Entwicklungen sollten flankiert werden von Rahmenbedingungen, die zu einem wirtschaftlichen Betrieb der Power-to-Gas-Anlagen und einer angemessenen Verteilung der Kosten beitragen können.<sup>16</sup> Dabei sind Anpassungen im Ordnungsrahmen notwendig, um Power-to-Gas-Anlagen in das Energiesystem integrieren zu können. Zentral ist ein Level Playing Field, um sektorenübergreifend effiziente Lösungen zu finden. Damit wird ein Wettbewerb für die jeweils günstigsten Anwendungen zur Emissionsvermeidung ermöglicht.

#### FORDERUNG

Power-to-Gas ist eine zentrale Technologie für die notwendige Kopplung der Strom- und Gasnetze. Um ein Level Playing Field zu erreichen, muss daher eine schrittweise Marktintegration der Power-to-Gas-Anlagen durch den Abbau von Hemmnissen frühzeitig in Angriff genommen werden. Damit einhergehend auch der Anteil Erneuerbarer Gase in den Infrastrukturen kontinuierlich erhöht werden.

13 Netzentwicklungsplan Strom 2030, Version 2018.

14 Der Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland, frontier economics 2017; Leitstudie Integrierte Energiewende, dena 2018.

15 Aktuelle Forschungsergebnisse gehen davon aus, dass insbesondere mithilfe der Hochtemperaturelektrolyse ein Elektrolysewirkungsgrad von bis zu 95 % sowie ein Methanisierungswirkungsgrad von bis zu 90 % erreicht werden könnten, jeweils bezogen auf den unteren Heizwert. Die zukünftigen Investitionskosten werden auf 250–800 €/kW (technologieabhängig) für die Elektrolyse und 130–400 €/kW (technologieabhängig) für die Methanisierung geschätzt, bezogen auf die Nennleistung. Heutige Anlagen haben in der Spitze bereits einen Wirkungsgrad von über 80 % jeweils für Elektrolyse und Methanisierung. Quelle: Roadmap Power to Gas, dena 2017.

16 Die Möglichkeiten der Ausgestaltung eines solchen Rahmens werden im BDEW wertschöpfungsstufenübergreifend unter dem Thema Marktregeln für eine erfolgreiche Sektorkopplung erarbeitet.

## 4. Gasinfrastruktur: zukunftsfähig und volkswirtschaftlich günstiger als eine Vollelektrifizierung

Durch die Nutzung der bestehenden Gasinfrastruktur (Netze und Speicher) mit Erneuerbarem Gas lassen sich die Kosten der Dekarbonisierung aus volkswirtschaftlicher Sicht in Zukunft deutlich reduzieren. Die Gasinfrastruktur bietet zudem den hohen volkswirtschaftlichen Wert der Versorgungssicherheit. Hierdurch können hohe Kosten vermieden werden, welche für den Industriestandort Deutschland entstünden, wenn die Energieversorgung ausfallen würde.

Ein weiteres Beispiel ist der Verkehrssektor, in dem verschiedene Energieträger in Zukunft für unterschiedliche Fahrzeugkonzepte geeignet sind. Speziell Verkehrsmittel für lange Reichweiten und schwere Lasten benötigen Energieträger mit hoher Energiedichte. Klimaneutral gewonnener Wasserstoff, langfristig insbesondere aus Power-to-Gas-Anlagen, könnte dieser Energieträger in Zukunft sein.

### PERSPEKTIVE

Die nachfolgende Abbildung stellt eine Übersicht des volkswirtschaftlichen Nutzens von Power-to-Gas bis zum Jahr 2050 aus mehreren aktuellen Studien dar. Die Studien haben einen Vergleich gegenüber einer Welt ohne Power-to-Gas und ohne die Nutzung der Gasnetze durchgeführt.

In der dena-Leitstudie „Integrierte Energiewende“ wurden Szenarien modelliert, die den Zielkorridor von 80 bis 95 % weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 erreichen. Das Technologiemiixszenario mit 80-%-Klimaziel (TM80) ist das günstigste Szenario mit einem Kostenvorteil von ca. 600 Mrd. € gegenüber dem Elektrifizierungsszenario mit 80-%-Klimaziel (EL80).<sup>17</sup>

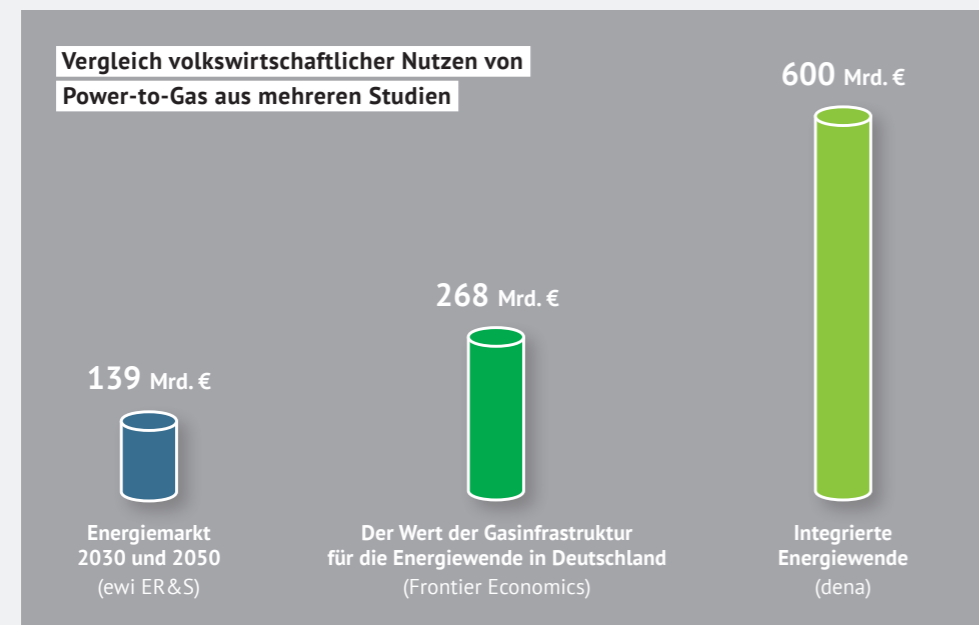


Abbildung 4: Übersicht volkswirtschaftlicher Nutzen von Power-to-Gas aus mehreren Studien.<sup>18</sup> Eigene Darstellung.

<sup>17</sup> dena-Leitstudie „Integrierte Energiewende“ – EWI-Gutachterbericht 2018, S. 244.

<sup>18</sup> Übersicht des volkswirtschaftlichen Nutzens von Power-to-X aus verschiedenen Studien bis zum Jahr 2050. In den beiden Studien „Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland“ und „Klimaschutz durch Sektorkopplung: Optionen, Szenarien, Kosten“ wird explizit die Sektorkopplung durch Power-to-Gas betrachtet.

Die Studie „Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland“ geht von einem volkswirtschaftlichen Kostenvorteil durch die Verwendung der bestehenden Gasinfrastruktur mithilfe der Power-to-Gas-Technologie von rund 268 Mrd. € (12 Mrd. € pro Jahr) um das Jahr 2050 gegenüber einer Welt ohne die Nutzung der Gasnetze (Szenario „Strom und Gasspeicher“) aus. Diese Einsparungen lassen sich vor allem im Wärmesektor und durch einen geringeren Stromnetzausbaubedarf generieren. Die resultierenden Kosten der Ertüchtigung des Gasnetzes für die Sektorkopplung, unter Berücksichtigung von Einsparungen, werden auf 0,1 Mrd. € im Jahr geschätzt. Die Autoren der Studie gehen von einer Erreichung einer Treibhausgasminde rung von 95 % gegenüber 1990 bis 2050 aus.<sup>19</sup>

Die Studie „Energiemarkt 2030 und 2050 – Der Beitrag von Gas- und Wärmeinfrastruktur zu einer effizienten CO<sub>2</sub>-Minderung“ führt einen Vergleich zwischen dem Szenario „Revolution“ der weitgehenden Elektrifizierung der Endenergieverbrauchssektoren und dem Szenario „Evolution“ einer technologieoffenen und integrierten Treibhausgasminde rung von Strom und Wärme durch. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Treibhausgasminde rungsziele in beiden Szenarien erreicht werden können (55 % in 2030 und 95 % in 2050 gegenüber 1990). In dem Szenario des technologieoffenen Ansatzes entsteht ein kumulierter volkswirtschaftlicher Kostenvorteil von mindestens 139 Mrd. € bis zum Jahr 2050. Die berechneten Einsparungen resultieren zum größten Teil aus den geringeren Kapitalkosten im Gebäudesektor und der Energiewirtschaft sowie aus vermiedenen Netzkosten.<sup>20</sup>

Die Kostenvorteile in den unterschiedlichen Studien sind abhängig von den zugrunde gelegten Parametern der betrachteten Szenarien. Speziell kommt es darauf an, welcher Anteil an Erneuerbaren Energien an der deutschen Stromerzeugung in der Zukunft angenommen wird. Langfristig zeigen jedoch alle Studien, dass eine Kopplung der Infrastrukturen volkswirtschaftlich sinnvoll ist. Ein Grund dafür ist, dass für die nach dem Klimaschutzabkommen von Paris erforderliche Dekarbonisierung auf Basis des aktuellen Standes der Technik ohne die Gasinfrastruktur die Möglichkeit der Langzeitspeicherung fehlt.

### FORDERUNG

Durch die Verbindung von Strom- und Gasnetzinfrastruktur werden die volkswirtschaftlichen Kosten der Energiewende gesenkt. Aus Kostensichtspunkten sollte daher die Kopplung der Sektoren ermöglicht und umgesetzt werden.

<sup>19</sup> Der Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland, frontier economics 2017.

<sup>20</sup> Energiemarkt 2030 und 2050 – Der Beitrag von Gas- und Wärmeinfrastruktur zu einer effizienten CO<sub>2</sub>-Minderung, ewi 2017.

## Literaturhinweise



**Mit Gas in die Zukunft**  
Die Energiewende  
effizient und bezahlbar  
gestalten



**Gas kann grün**  
25 Praxisbeispiele –  
ein Beitrag zum  
Klimaschutz



**Energie-Impuls konkret**  
Best-Practice-Beispiele  
für die erfolgreiche  
Rolle von Gas in der  
Energiewende



**Der Energie-Impuls –**  
ein Debattenbeitrag  
für die nächste Phase  
der Energiewende

### Herausgeber

BDEW Bundesverband der  
Energie- und Wasserwirtschaft e.V.  
Reinhardtstraße 32  
10117 Berlin

+49 30 300199-0  
info@bdew.de  
www.bdew.de

DVGW Deutscher Verein des  
Gas- und Wasserfaches e.V.  
Technisch-wissenschaftlicher Verein  
Josef-Wirmer-Straße 1–3  
53123 Bonn

+49 228 9188-5  
info@dvgw.de  
www.dvgw.de

### Ansprechpartner

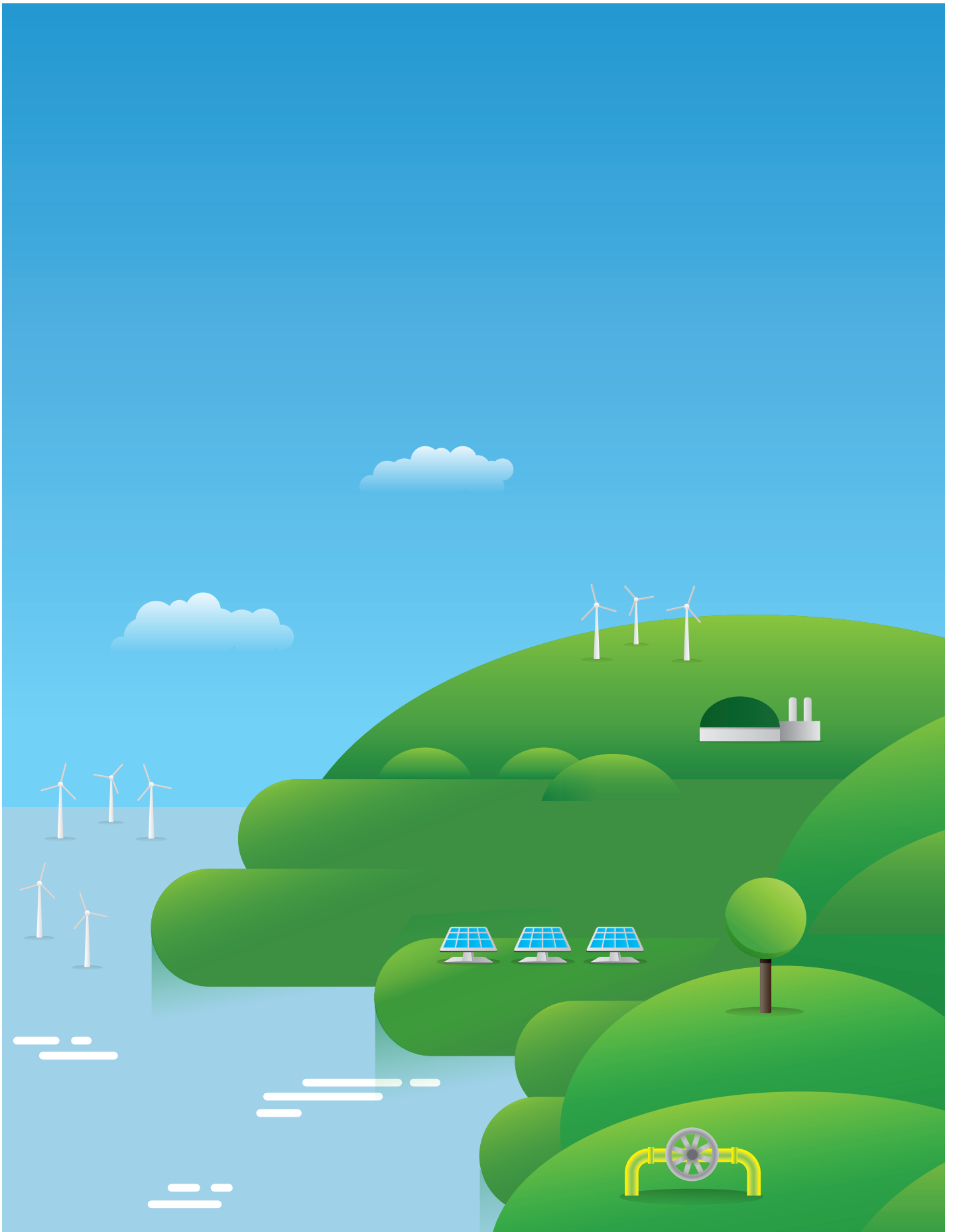
Lena Burchartz  
BDEW Bundesverband der  
Energie- und Wasserwirtschaft e.V.  
lena.burchartz@bdew.de

Dr. Volker Bartsch  
DVGW Deutscher Verein des  
Gas- und Wasserfaches e.V.  
bartsch@dvgw.de

Stand: November 2018







erdgas 