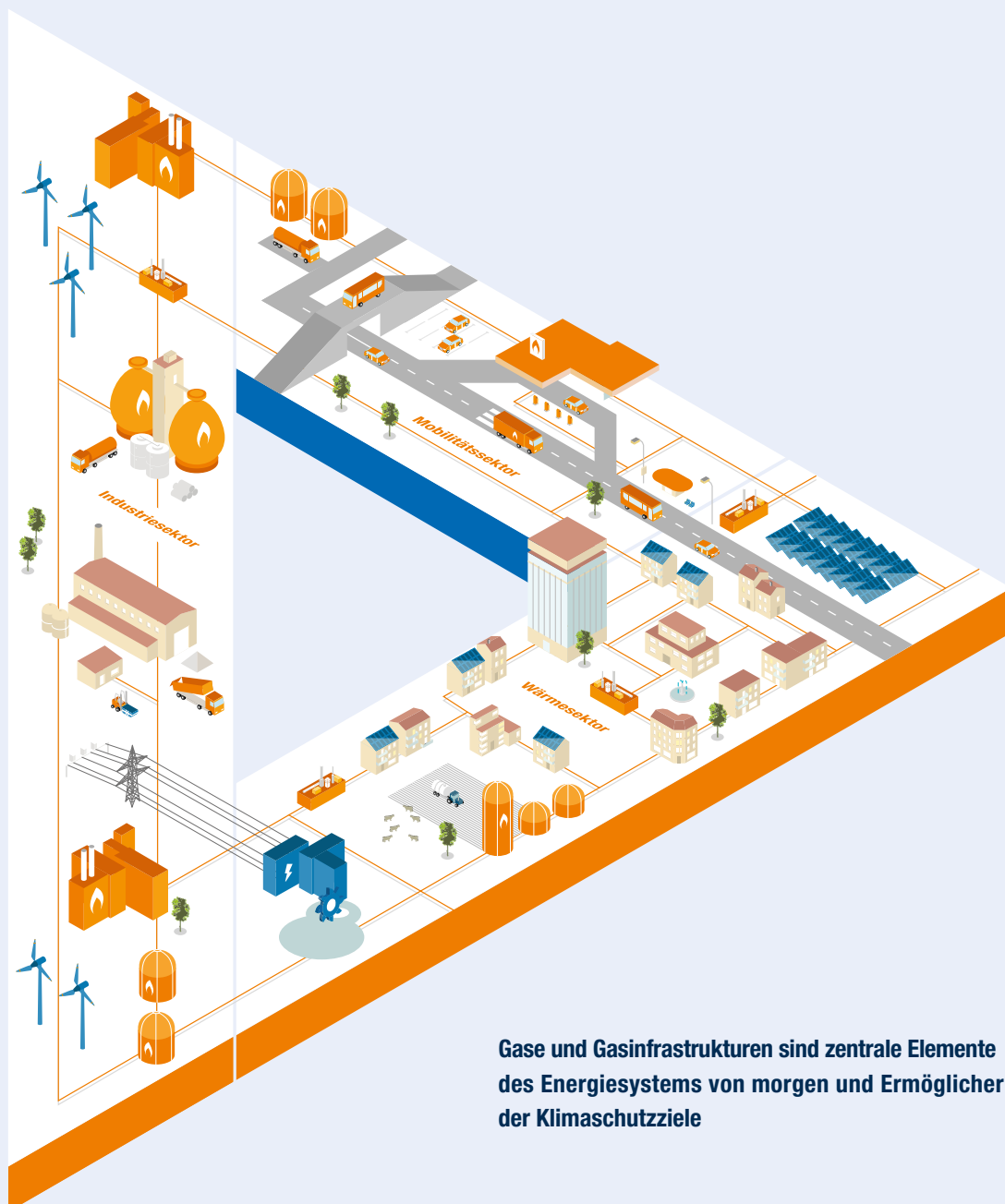


# Der Energie-Impuls – ein Debattenbeitrag für die nächste Phase der Energiewende



Gase und Gasinfrastrukturen sind zentrale Elemente  
des Energiesystems von morgen und Ermöglicher  
der Klimaschutzziele





# Inhaltsverzeichnis

<b>Big Picture</b>	<b>4</b>
<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
Der DVGW gibt der Debatte neue Impulse: Die nächste Phase der Energiewende erfordert eine Neujustierung der Energie- und Klimaschutzpolitik	
<b>Impuls-Kapitel 1 – Sektorenkopplung</b>	<b>12</b>
Sektorenkopplung – der Schlüssel zu einem integrierten Energiesystem	
<b>Impuls-Kapitel 2 – Gas kann grün</b>	<b>18</b>
Gas kann grün: mit grünen Gasen die Klimaschutzziele in allen Sektoren erreichen	
<b>Impuls-Kapitel 3 – Systemfunktionen</b>	<b>22</b>
Die Energiewende braucht die Speicherfunktion der Gasinfrastruktur	
<b>Impuls-Kapitel 4 – Gasnetze</b>	<b>28</b>
Das Gasnetz für die Energiewende und für effektiven Klimaschutz nutzen	
<b>Impuls-Kapitel 5 – Grüne Gase</b>	<b>32</b>
Grüne Gase aus Wind, Sonne und Biomasse – effektiver Klimaschutz mit Power-to-Gas, Biomethan und Biogas	
<b>Impuls-Kapitel 6 – Gaskraftwerke und Kohleausstieg</b>	<b>36</b>
Mit Gaskraftwerken die Klimaschutzziele frühzeitig erreichen – kostengünstig und bei voller Systemstabilität	
<b>Impuls-Kapitel 7 – Wärme</b>	<b>40</b>
Klimaschutz in der Wärmeversorgung erfordert eine Modernisierung des Wärmemarkts – alle effizienten Lösungswege führen über Gas	
<b>Impuls-Kapitel 8 – Mobilität</b>	<b>46</b>
Saubere Mobilität im Personen- und Schwerlastverkehr	
<b>Impuls-Kapitel 9 – Industrie</b>	<b>50</b>
Als Grundstoff oder als Brennstoff: Mit Gas können auch in der Industrie Treibhausgase eingespart werden	
<b>Impuls-Kapitel 10 – Zukunft: integrierte Energiewende</b>	<b>54</b>
Der Dreiklang aus Fuel-Switch, Content-Switch und Modal-Switch ist das Kernelement des Transformationsprozesses hin zu einem integrierten und klimaneutralen Energiesystem	
<b>Impressum</b>	<b>58</b>



### 1 Sektorkopplung

Umfassende Sektorkopplung ist der Leitgedanke eines Energiesystems, dessen Gas-, Strom-, Wärme- und Verkehrsinfrastrukturen technisch gekoppelt sind und dadurch physisch ineinandergreifen. Sektorkopplung ist die Grundvoraussetzung dafür, dass zunehmend klimafreundliche Energie wirklich effizient genutzt wird – weil sie jederzeit und sektorenübergreifend frei dorthin fließen kann, wo sie gerade gebraucht wird.



### 2 Gas kann grün

Erdgas ist deutlich emissionsärmer als Kohle und Erdöl. Biomethan baut diesen Vorteil noch zusätzlich aus und synthetische Gase können durch den Einsatz moderner Power-to-Gas-Technologien aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt und in allen Sektoren (Strom, Wärme und Mobilität) eingesetzt werden. Im Energiesystem der Zukunft können Gase zu 100 Prozent erneuerbar bzw. treibhausgasneutral sein.



### 3 Systemfunktionen

Gase und das Gasnetz bieten nach heutigem Stand der Technik umfangreiche Energiespeicherpotenziale für die Energiewende, sowohl für die mittel- als auch für die langfristige und saisonale Speicherung von Energie. Die Speicher- und Transportierbarkeit von Gasen macht sie außerdem zu einer wichtigen Option für Klimaschutz in den Bereichen Mobilität, Strom und Wärme.



### 4 Gasnetze

Das deutsche Gasnetz ist flächendeckend ausgebaut und für die nächste Stufe der Energiewende bereit: In Zukunft können neben Erdgas auch wachsende Mengen aus erneuerbaren Energien erzeugten Wasserstoffs, Methans oder Biomethans in die vorhandenen Gasnetze eingespeist werden. Wird dieses Potenzial voll ausgeschöpft, lassen sich mit Erdgas und grünem Gas in mehreren Sektoren Treibhausgasemissionen so umfangreich einsparen, dass die Klimaschutzziele für die Jahre 2030 und 2050 erreicht werden können.



### 5 Grüne Gase

Um die ambitionierten Klimaschutzziele für alle Sektoren wirklich zu erreichen, müssen sich vor allem nach 2030 klimafreundliche Innovationen in den Bereichen Strom- und Energiespeicherung, Flexibilisierung von Angebot und Nachfrage sowie Power-to-Gas-Technologien auf dem Markt etabliert haben und flächendeckend genutzt werden. Gerade Power-to-Gas-Technologien ermöglichen eine hochflexible Erzeugung und Bereitstellung von grünen Gasen. Mit Biomethan und Power-to-Gas „kann Gas also auch flexibel grün“.



### 6 Gaskraftwerke und Kohleausstieg

Durch einen Umstieg von Kohle zu Gasen in der Stromerzeugung können große Mengen Treibhausgase sofort und kostenneutral eingespart werden. Denn Gaskraftwerke emittieren im Vergleich zu Kohlekraftwerken deutlich weniger Treibhausgase und können durch ihre flexible Betriebsweise effizient und optimiert mit erneuerbaren Energien kombiniert werden. Auch nach dem vollständigen Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie Ende 2022 können gesicherte Leistung und die erforderlichen Strommengen durch die Nutzung der vorhandenen Gaskraftwerke erbracht werden – Braunkohleverstromung ist dann nicht mehr nötig.



### 7 Wärme

Die heute erfolgenden Klimaschutzfortschritte im Gebäudesektor verlaufen langsamer und sind schwieriger zu realisieren als erhofft. Und doch sind sie von großer Bedeutung für die Energiewende. Die Nutzung von Gasen spielt für die Erreichung der Klimaschutzziele im Wärmesektor eine unverzichtbare Rolle – und vollzieht sich in drei Schritten.



### 8 Mobilität

Die enormen energie- und klimapolitischen Herausforderungen im Mobilitätssektor lassen sich nur durch das Zusammenwirken verschiedener Technologien und Antriebsformen lösen. Welche Technologie dabei die beste ist, hängt sehr stark von den spezifischen Anwendungsfällen ab. Dabei gilt der Grundsatz: Überall dort, wo schwere Lasten über weite Strecken transportiert werden müssen, können gasförmige oder verflüssigte Treibstoffe aus Gasen ihr Klimaschutzpotenzial ausspielen.



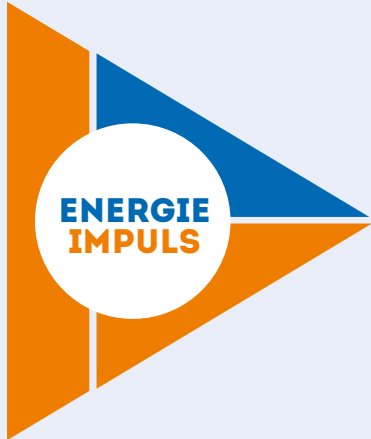
### 9 Industrie

Der Industriesektor weist unter allen Sektoren den größten Energieverbrauch auf. Gleichzeitig trägt er ganz wesentlich zur Wertschöpfung in Deutschland bei. Daher sind Lösungen zur Treibhausgasreduzierung gefragt, die weder die Produktionsbedingungen und die internationale Wettbewerbsfähigkeit einschränken noch die Gefahr bergen, die Klimaschutzziele zu verfehlen. Die umfangreiche Nutzung von Gasen spielt eine große Rolle, wenn es darum geht, beiden Herausforderungen gerecht zu werden.



### 10 Zukunft: integrierte Energiewende

Fuel-Switch, Content-Switch und Modal-Switch bilden als energiesystemischer Dreiklang für effektiven Klimaschutz das Kernelement des Transformationsprozesses hin zu einem neuen integrierten Energiesystem. Während Fuel-Switch die Ablösung emissionsintensiver Energieträger durch klimafreundliche Gase und der parallel stattfindende Content-Switch die kontinuierliche Erhöhung des Anteils CO<sub>2</sub>-freier Gase bedeutet, beschreibt der Modal-Switch die intersektorale Verknüpfung der bestehenden Infrastrukturen als Voraussetzung und Grundlage für eine funktionierende und effiziente Sektorkopplung. Dieser Dreiklang trägt somit zur Schaffung der Klimaneutralität in allen Sektoren des Energiesystems bei. Dort, wo die volle Elektrifizierung von Anwendungsgebieten und Sektoren kostenintensiv und technisch schwer realisierbar ist, können Gase und Gasinfrastrukturen genutzt werden, um kurzfristig signifikante Klimaschutzeffekte zu realisieren und mittel- sowie langfristig Treibhausgasneutralität zu erreichen. Denn in Zukunft werden Gase mehr und mehr grün.



# Der DVGW gibt der Debatte neue Impulse: Die nächste Phase der Energiewende erfordert eine Neujustierung der Energie- und Klimaschutzpolitik

## Das Erreichen der COP-21-Ziele muss zügig angegangen werden

Noch vor einigen Jahren wurde die deutsche Energiewende zuweilen von manchen inländischen und internationalen Beobachtern als „Sonderweg“ bezeichnet. Der umfassende Ausbau der erneuerbaren Energien und der Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie sei ein energie- und klimapolitischer Alleingang, so argumentierten diese Kritiker. Weltweit sei eine zunehmende Nutzung der Kernkraft zu verzeichnen, die als treibhausgasfreie Technologie mehr als alle anderen Alternativen effektiven Klimaschutz ermögliche. Zudem seien andere klimafreundliche Technologien wie Windkraft, Photovoltaik oder Gase gegenüber der Nutzung von Kohle und Erdöl in der Energie- und Wärmeversorgung kostenseitig nicht wettbewerbsfähig. Dem deutschen Beispiel werde international kaum jemand folgen, so die kritische Prognose.

Mittlerweile, im Jahr 2017, stellt sich die Situation auf internationaler Ebene anders dar: Ende 2015 ist es im Rahmen der UN-Klimaschutzkonferenz COP 21 in Paris gelungen, ein multilaterales Abkommen zu paraphieren, das die internationale Staatengemeinschaft dazu verpflichtet, die Emissionen von Treibhausgasen zu reduzieren und somit den Anstieg der Erderwärmung um maximal 2 Grad, möglichst aber um höchstens 1,5 Grad bis zum Jahr 2050 zu begrenzen. Innerhalb weniger Monate ist dieses Abkommen von einer großen Mehrheit der UN-Mitgliedsstaaten bzw. der Emittenten von Treibhausgasen ratifiziert worden und damit formal in Kraft getreten. Immer mehr Staaten haben die Notwendigkeit der Umsetzung ambitionierter und effektiver Klimaschutzmaßnahmen erkannt und unternommen entsprechende Anstrengungen.

Das Bundeskabinett hat im Herbst 2016 mit dem Klimaschutzplan 2050 den Rahmen für die Energie- und vor allem für die Klimaschutzpolitik der kommenden Legislaturperioden definiert.

Bis zum Jahr 2050 sollen die klimaschädlichen Treibhausgasemissionen in Deutschland in allen Sektoren (siehe Abbildung 2) um mindestens 80 Prozent, nach Möglichkeit um 95 Prozent sinken. Dieses Ziel ist ambitioniert, angesichts der ökologischen, ökonomischen und sozialen Folgen des Klimawandels ist es aber notwendig, seine Erreichung mit höchster Intensität und Konsequenz anzustreben – und damit unmittelbar zu beginnen.

## Energieverbrauch Deutschlands 2016

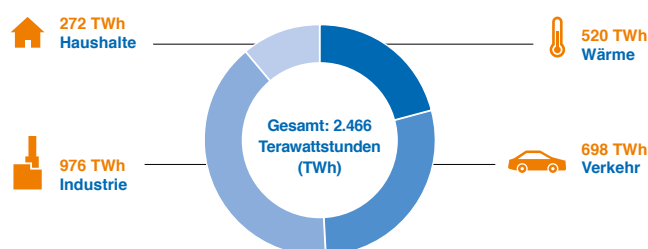


Abbildung 1  
Energieverbrauch der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland 2016<sup>1</sup>

## Bei einem Fortführen der bisherigen Klimaschutzpolitik werden die Klimaschutzziele für 2020, 2030 und 2050 verfehlt

Um die ambitionierten Treibhausgasreduktionsziele erreichen zu können, ist es notwendig, die Energie- und Klimaschutzpolitik der vergangenen Jahre teilweise signifikant neu zu justieren. Denn die einseitige Orientierung am Ausbau der erneuerbaren Energien allein im Stromsektor hat dazu geführt, dass Deutschland im Jahr 2017 kaum mehr als Vorbild und Vorreiter für erfolgreichen und wirksamen Klimaschutz auf internationaler Ebene gelten kann. Ganz im Gegenteil: Mitte April 2017 gab das Umweltbundesamt bekannt, dass die mehr als 1.900 im Emissions-

<sup>1</sup> Vgl. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen.

<sup>2</sup> Umweltbundesamt, 2017: Emissionshandel: Nur geringer Rückgang der Emissionen in Deutschland, Pressemitteilung 13/2017 vom 11.04.2017. Online abrufbar unter: [www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/emissionshandel-nur-geringer-rueckgang-der](http://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/emissionshandel-nur-geringer-rueckgang-der) [letzter Zugriff am 18.04.2017].

<sup>3</sup> BMWi, 2016: EEG in Zahlen: Vergütungen, Differenzkosten und EEG-Umlage 2000 bis 2017.

handelssystem ETS erfassten Kraftwerke und Industrieanlagen in Deutschland zum zehnten Mal in Folge ihre Treibhausgasemissionen in wesentlich geringerem Umfang reduziert haben als der europäische Durchschnitt.<sup>2</sup> Ein klares Indiz dafür, dass der europäische Emissionszertifikatehandel keine echte Lenkungswirkung in Richtung Klimaschutz entfaltet und dringend reformiert und durch nationale Instrumente ergänzt werden sollte.

Die Bundesrepublik hat sich das Ziel gesetzt, bis 2020 ihre Treibhausgasemissionen um 40 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Obwohl seit 2000 mehr als 230 Milliarden Euro in die Förderung der erneuerbaren Energien über EEG-Vergütungszahlungen investiert wurden<sup>3</sup> – die Kosten für den durch den Ausbau der erneuerbaren Energien verursachten Stromnetzausbau nicht eingerechnet –, ist es bis Ende 2016 erst gelungen, den entsprechenden Wert um 28 Prozent zu senken. Ein signifikanter Teil dieser Emissionsreduktionen sind zudem auf die Stilllegung alter und nicht wettbewerbsfähiger Industrie- und Kraftwerksanlagen in den neuen Bundesländern Anfang der 1990er Jahre zurückzuführen. Und trotz des Anstiegs des Anteils der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auf über 32 Prozent wird auch 2017 noch mehr als ein Drittel der Strommenge in Deutschland durch klimaschädliche Kohlekraftwerke erzeugt.<sup>4</sup> Auf diese Weise werden die volkswirtschaftlichen Investitionen in den Ausbau der Erneuerbaren faktisch klimapolitisch wirkungslos – während klimaschonende Gaskraftwerkskapazitäten unausgelastet bleiben. In der Konsequenz hat derzeit die Energiewirtschaft in Deutschland damit weiterhin den größten Anteil an den THG-Emissionen, wie Abbildung 2 verdeutlicht.

### Jährliche Treibhausgasemissionen in Deutschland

Emissionen (in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten)

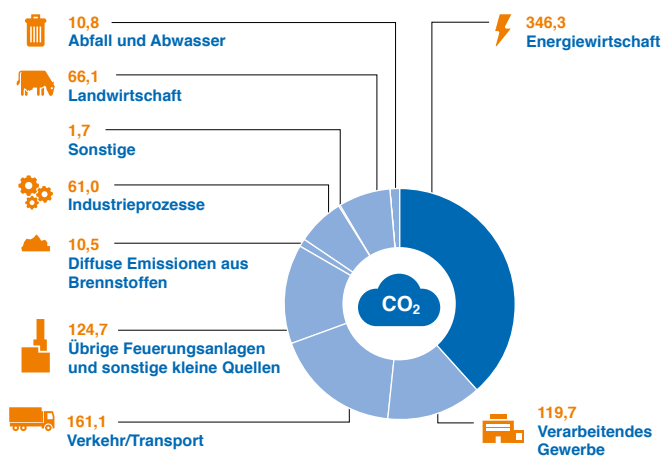


Abbildung 2  
Treibhausgasemissionen in Deutschland<sup>5</sup>

Deutschland wird also die selbst gesetzten Emissionssenkungsziele bis 2020 aller Voraussicht nach deutlich verfehlen. 2016 stiegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen sogar um vier Millionen Tonnen gegenüber dem Vorjahr – Hauptverursacher ist dafür der weiter steigende Treibhausgasausstoß des Verkehrssektors, der im Schwerlastverkehr zu 99 Prozent nach wie vor emissionsintensive Kraft- und Treibstoffe wie Diesel, Benzin und Schweröl nutzt und insgesamt gut 18 Prozent zum jährlichen Treibhausgasausstoß Deutschlands beiträgt (Vgl. Abbildung 2).<sup>6</sup> Bereits am 3. April 2017 war das für das laufende Jahr – gemessen an den nationalen Klimaschutzziele – errechnete Emissionsbudget aufgebraucht.

### Effektive Klimaschutzmaßnahmen sollten hohe Priorität genießen – spezifische CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von Technologien und die Nutzung bestehender Infrastrukturen sollten stärker berücksichtigt werden

Deutschlands Anteil an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen liegt bei nur 2,56 Prozent. Man könnte also argumentieren, dass es mit Blick auf den globalen Klimaschutzeffekt fast schon nebensächlich sei, wenn die nationalen Reduktionsziele um einige Prozentpunkte verfehlt würden. Eine solche Sichtweise ignoriert aber die internationale Vorbild- und Sogwirkung der Bundesrepublik, wenn es darum geht, Klimaschutzpolitik zu einem ökonomischen und gesellschaftlichen Erfolgsmodell zu machen.

Es wird also deutlich, dass die Energie- und Klimaschutzpolitik spätestens in der kommenden Legislaturperiode auf den Prüfstand gestellt werden sollte. Das Energiesystem sollte sektorenübergreifend, gleichsam aus der Vogelperspektive betrachtet und regulatorisch neu geordnet werden. Dabei sollte der tatsächlichen Effektivität der Maßnahmen und Instrumente in Bezug auf den deutlichen Rückgang der THG-Emissionen eine wesentlich höhere Priorität beigemessen werden als bislang. Gleiches gilt insbesondere für die Bewertung der volkswirtschaftlichen Kosten der Energiewende und des Transformationsprozesses hin zu einer weitestgehend treibhausgasneutralen Wirtschaft und Gesellschaft. Es ist dabei dringend geboten, die spezifischen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von Technologien und Investitionen in Infrastrukturen, Anlagen und öffentlichen Gütern stärker als bislang als Entscheidungsparameter dafür zu nutzen, wie der Transformationspfad effektiv, bezahlbar und unter Wahrung der Systemstabilität erfolgreich durchlaufen werden kann. ►

<sup>1</sup>BMWi, 2017: Dossier Erneuerbare Energien. Online abrufbar unter: [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html) [letzter Zugriff am 18.04.2017].

<sup>2</sup>Umweltbundesamt, 2017: Treibhausgas-Emissionen in Deutschland, 20.03.2017 [www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1](http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1) [letzter Zugriff am 20.04.2017].

<sup>3</sup>Umweltbundesamt, 2017: Klimabilanz 2016: Verkehr und kühle Witterung lassen Emissionen steigen, Pressemitteilung 09/2017 vom 20.03.2017. Online abrufbar unter: [www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/klimabilanz-2016-verkehr-kuhle-witterung-lassen](http://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/klimabilanz-2016-verkehr-kuhle-witterung-lassen) [letzter Zugriff am 18.04.2017].

## Die zentrale Aufgabe und Herausforderung: Von der Stromerzeugungswende hin zur echten Energiewende kommen – Steuer-, Abgaben- und Umlagensystematik müssen dafür reformiert werden

Die Energiewende und der Klimaschutz treten also in eine neue, entscheidende Phase ein. Es geht dabei darum, aus einer bloßen Stromerzeugungswende eine wirkliche Energiewende zu machen, die insbesondere den Wärme- und den Mobilitätssektor sowie die Industrieanwendungen einschließt, die zusammen mehr als zwei Drittel der Treibhausgasemissionen Deutschlands verursachen. Diese Sektoren standen bislang weitgehend außerhalb des Fokus der Klimaschutz-, Innovations- und modernen Industriepolitik.

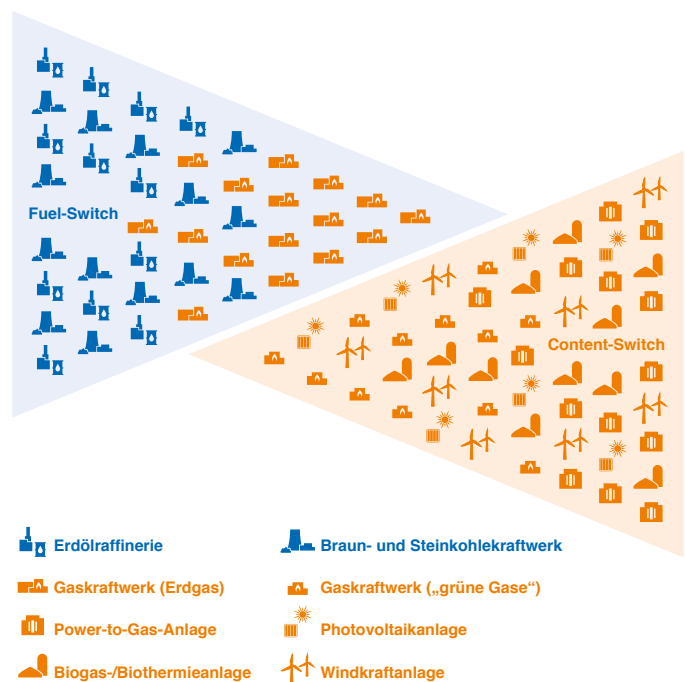
Dabei ist es die zentrale Aufgabe und Herausforderung für die nächste Phase der Energiewende, alle Sektoren intelligent miteinander zu verknüpfen und dadurch die kontinuierliche Treibhausgasreduktion im Strom-, Wärme- und Mobilitätssektor zeitgleich zu ermöglichen und voranzutreiben. Damit wird auch deutlich: Eine umfassende Energiewende ist ohne eine funktionierende und diskriminierungsfreie Sektorenkopplung nicht möglich. Energiewende und Sektorenkopplung müssen von den Infrastrukturen her gedacht, geplant, organisiert und ermöglicht werden. Möglichst klimafreundliche Energie soll jederzeit unter vorrangiger Nutzung bestehender Infrastrukturen multidirektional dorthin fließen können, wo sie gerade gebraucht wird. Dies ist allerdings nur möglich, wenn die über Jahrzehnte gewachsene strikt sektoral ausgerichtete Regulierungssystematik grundlegend reformiert wird. Insbesondere eine Neustrukturierung der Steuer-, Abgaben- und Umlagensystematik für Energie sollte zeitnah angegangen werden, damit freie sektorenübergreifende Energieflüsse nicht länger durch regulatorische „Stoppschilder“ sanktioniert werden, sondern diskriminierungsfrei möglich sind.

## Gase und Gasinfrastrukturen sind zentrale Elemente und Ermöglicher der Sektorenkopplung

Gasen und den Gasinfrastrukturen kommt in diesem Kontext eine überaus bedeutende Rolle zu. Gase können unter Nutzung der flächendeckend ausgebauten Gasinfrastrukturen ein zentrales Medium und der Energieträger der Sektorenkopplung schlechthin sein. Die verstärkte Nutzung von Gasen und der Gasinfrastrukturen ermöglicht kurzfristig erhebliche Reduktionen der Treibhausgasemissionen im Strom-, Wärme- und Mobilitätssektor, ohne dass dafür neue umfangreiche Investitionen in Infrastrukturen oder Anlagen getätigt werden müssten. Ein kurzfristiger **Fuel-Switch**, also die Ablösung der emissionsintensiven Energieträger Kohle und Erdöl durch die verstärkte

Nutzung von Erdgas, in diesen Sektoren würde die Erreichung der Klimaschutzziele für 2020 und 2030 im Zusammenspiel mit einem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien erreichbar machen, die Kosten des Transformationsprozesses begrenzen und damit auch die gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende stärken. Durch einen kompletten Fuel-Switch von Braunkohle zu Erdgas könnten in Deutschland innerhalb kürzester Zeit 108,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> bzw. 12 Prozent der Treibhausgasemissionen aller Sektoren in Höhe von 906 Millionen Tonnen eingespart werden. Durch die Kombination des weiteren Ausbaus von Sonnen- und Windenergie und den konsequenten, sofortigen Fuel-Switch können somit 20 Jahre Klimaschutz gewonnen werden. Das Tempo der Treibhausgasreduktion würde deutlich ansteigen und Deutschland würde seinen Rückstand auf dem Treibhausgasreduktionspfad wieder aufholen. Die Erreichung der Klimaschutz- und Treibhausgasreduktionsziele Deutschlands würde somit wieder in greifbare Nähe rücken. Durch einen parallel beginnenden **Content-Switch** (siehe Flächenüberschneidung in Abbildung 3), also die kontinuierliche Erhöhung des Anteils grüner Gase, die aus in der Landwirtschaft erzeugtem Biogas oder synthetisch auf Basis von aus erneuerbarem Strom gewonnenem Wasserstoff oder über innovative Technologien aus organischen Stoffen wie Algen erzeugt werden, werden die durch die Erdgasnetze strömenden Gasmengen langfristig zunehmend klimaneutral – und mit ihnen die Sektoren, in denen Gase genutzt werden.

Abbildung 3  
Zwei von drei Schritten zur klimaneutralen Wirtschaft und Gesellschaft im Jahr 2050: Fuel-Switch und Content-Switch<sup>7</sup>



<sup>7</sup>Quelle: eigene Darstellung.



Ein zeitnahe Fuel-Switch, also die Ablösung insbesondere von Braunkohlekraftwerken durch die intensivere Nutzung vorhandener Erdgaskraftwerkskapazitäten, ist auch mit Blick auf die Situation nach 2022 dringend geboten: Wenn bereits in fünf Jahren das letzte Kernkraftwerk in Deutschland vom Netz geht, werden ansonsten hauptsächlich Braunkohlekraftwerke die gesicherte Leistung und die Strommengen bereitstellen, die bislang von den Kernkraftwerken erzeugt wurden. Damit würden die Treibhausgasemissionen im Stromsektor trotz des weiter voranschreitenden Ausbaus der erneuerbaren Energien erneut ansteigen – die Klimaschutzziele für 2030 und 2050 wären kaum noch realisierbar.

Gase und Gasinfrastrukturen wie bspw. Poren- und Kavernenspeicher haben eine weitere Funktion, deren systemischer und ökonomischer Wert im Zuge des weiteren Ausbaus der fluktuierenden Stromerzeugung immer weiter steigen wird: Sie sind in der Lage, enorme Energiemengen, die zuvor aus Wind und Sonne gewonnen wurden, ohne zusätzliche Kosten saisonal und langfristig zu speichern und somit z. B. für „Dunkelflauten“ verfügbar zu machen. Auf diese Weise machen Gas und Gasinfrastrukturen ein auf Wind- und Sonnenenergie basierendes Energiesystem erst möglich, belastbar und bezahlbar. Sie tragen dazu bei, den Ausbaubedarf der Stromnetzinfrastrukturen für erneuerbare Energien zu begrenzen.

### **Content- und Modal-Switch sind entscheidende Elemente auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen modernen Gesellschaft**

Doch dies bedeutet in keiner Weise, dass auch 2050 noch Treibhausgase in signifikanten Mengen ausgestoßen werden. Durch den Content-Switch, also die kontinuierliche Erhöhung des Anteils treibhausgasfreier Gase, werden die durch die Gasnetze strömenden Gasmengen langfristig zunehmend klimaneutral und somit auch die Sektoren, in denen Gase genutzt werden. Damit in den kommenden Jahrzehnten immer mehr Erdgas durch grüne Gase (wie z. B. Biomethan) ersetzt werden kann – so wie es auch der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung vorsieht –, ist es dringend notwendig, Technologien wie Power-to-Gas, die den Content-Switch ermöglichen, zeitnah in den Energiemarkt und das Energiesystem zu integrieren, damit ihre Kosteneffizienzpotenziale gehoben und ihre Klimaschutzziele genutzt werden können.

Voraussetzung dafür ist die Schaffung eines diskriminierungsfreien „level playing fields“ der Flexibilisierungsoptionen im Energiesystem. Denn Energiewende erfolgreich zu organisieren heißt auch, Flexibilität sektorenübergreifend marktwirtschaftlich zu bewirtschaften – eine zentrale Anforderung an ein

reformiertes Energiemarktsystem. Dass heute Mengen erneuerbaren Stroms infolge der Abregelung von Windkraftanlagen nicht genutzt, aber vergütet werden, während neben den abgeregelten Windkraftanlagen Fahrzeuge mit Diesel fahren und Wohnungen mit Erdöl geheizt werden, ist ein Ausdruck dringenden Handlungsbedarfs und der Notwendigkeit eines neuen Denkens in der deutschen Energie- und Klimaschutzpolitik. Die bereits thematisierten erheblichen Investitionen in den Ausbau der erneuerbaren Energien können eine höhere volkswirtschaftliche Rendite erfahren, wenn die EEG-Förderung seit 2000 auch als Technologieförderung verstanden wird, deren Ziel es war und ist, die Erzeugungskosten von erneuerbarem Strom immer mehr zu senken. Nachdem der Ausbau des Stromnetzes auch längerfristig nicht mit dem Ausbau der EE-Erzeugungsanlagen Schritt halten wird,<sup>8</sup> ist es umso sinnvoller, Überschüsse erneuerbaren Stroms, der ohne Grenzkosten erzeugt wurde, durch die Umwandlung in Gase für andere Sektoren nutzbar zu machen.

Eine intelligente intersektorale Verknüpfung der bestehenden Infrastrukturen – der **Modal-Switch** – würde somit als drittes Element einer neuen Energiewende- und Klimaschutz-Trias Investitionen in zahlreichen neuen Geschäftsmodellen auslösen, die Technologieentwicklung, Sektorenkopplung und Klimaschutz ökonomisch erfolgreich und exportfähig zusammenführen. Ein Beispiel: Energy Brainpool hat im Auftrag von Greenpeace Energy im März 2017 errechnet, dass der Betrieb von Power-to-Gas-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 2.000 Megawatt 96 Prozent der abgeregelten Menge erneuerbaren Stroms in Deutschland aufnehmen und damit zur Dekarbonisierung von Wärme- und Mobilitätssektor in signifikantem Umfang beitragen könnte. Damit würden jährlich volkswirtschaftliche Kosten von mindestens 515 Millionen Euro eingespart.<sup>9</sup> Gleichzeitig würde dadurch die Exportfähigkeit der in Deutschland zur Marktreife entwickelten Power-to-Gas-Technologie erheblich gesteigert, damit Arbeitsplätze geschaffen und weitere marktgetriebene Investitionen ausgelöst – ein Musterbeispiel dafür, wie Klimaschutzinnovationen Wirtschaftswachstum und Exportpotenziale auslösen, wenn ein passender Rahmen für die ökonomischen Impulse geschaffen wird, die die Dekarbonisierung in den Sektoren vorantreiben.

Die Energiewende und das Erreichen einer weitestgehenden Treibhausgasneutralität der gesamten Energieversorgung sind das wohl bedeutendste und ambitionierteste Transformations- und Modernisierungsprojekt für Wirtschaft und Gesellschaft in der jüngeren Geschichte. Seine enorme Komplexität macht seinen Erfolg nicht weniger relevant: Das Erreichen der Klimaschutzziele von Paris ist angesichts des Fortschreitens des Klimawandels kein Wunschziel, sondern eine Notwendigkeit. Es ist nicht mehr lange möglich, die Atmosphäre als Deponie für ►

<sup>8</sup> Vgl. Sterner, Michael, et al. (2014): Stromspeicher in der Energiewende.

<sup>9</sup> Energy Brainpool, 2017: Impulspapier: Experimentierklausel Power-to-Gas.

immer mehr ausgestoßene Treibhausgase zu nutzen. Grund genug, die nächste Phase der Energiewende und die Konzeption, Implementierung und Regulierung von Klimaschutzinstrumenten ideologiefrei, technologieoffen und kosteneffizient auszugestalten. Die Orientierung an der tatsächlichen Erreichung der Klimaschutzziele 2020, 2030 und 2050 sollte dabei die wichtigste Handlungsorientierung sein.

Gase und Gasinfrastrukturen können in diesem Zusammenhang als wichtiger Bestandteil eines klimafreundlichen und zunehmend klimaneutralen Technologie- und Energieträgermixes eine Rolle spielen, die die Erreichung der Zielsetzungen für ein sicheres und bezahlbares Energiesystem und die Treibhausgasreduktion erst möglich macht. Der Dreiklang aus Fuel-Switch, Content-Switch und Modal-Switch und die damit verbundene vielfältige Nutzung von Gasen ermöglicht es dabei, Effizienz und Intelligenz in einem zunehmend dezentralen und auf erneuerbaren Energien basierenden System zusammenzubringen und sektorenübergreifend für erfolgreichen Klimaschutz nutzbar zu machen. Dabei gilt es auch zunehmend, die Potenziale der Digitalisierung umfassend und integral zu nutzen. Auf diese Weise kann die früher zuweilen als „Sonderweg“ stigmatisierte Energiewende zu einer Erfolgsgeschichte werden, die nicht nur dazu beiträgt, das hohe allgemeine Wohlstands- und soziale Sicherungsniveau dauerhaft zu gewährleisten, sondern auch, den Hochtechnologiestandort Deutschland als Innovationslabor grüner Zukunftstechnologien mit Exportpotenzial weiter zu etablieren.

Grundvoraussetzung hierfür ist eine Weiterentwicklung des regulatorischen Rahmens in allen Sektoren. Die traditionelle Trennung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität schlägt sich hier nach wie vor in sektorenspezifischen Regelungen, Instrumenten und Verantwortlichkeiten nieder. Dies zu überwinden, ist eine der zentralen energiepolitischen Herausforderungen der kommenden Jahre. Sektoren- und infrastrukturübergreifende Investitionen in Netze und Kopplungselemente werden andernfalls ausbleiben.

In diesem Zusammenhang sollte auch die bislang strikt sektoral konzipierte und ausgearbeitete Netzentwicklungsplanung für Strom und Gas grundlegend reformiert und modernisiert werden. Statt eines Netzentwicklungsplans (NEP) Strom und eines parallel fortgeschriebenen NEP Gas sollte künftig ganz im Sinne einer sektorenübergreifenden Energiewende mit einer bidirektionalen Anbindung ein gemeinsamer Netzentwicklungsplan („QUER-NEP“) für die zentralen Netzinfrastrukturen erarbeitet werden. Darüber hinaus müssen für ein sicheres, effizientes und zunehmend dezentrales und digitalisiertes Energiesystem auch die Verteilnetze von Strom und Gas dezentral von den Akteuren vor Ort gemeinsam geplant und somit strukturell gekoppelt sowie harmonisiert werden.

## **Der DVGW als kritisch-konstruktiver Begleiter der Energiewende und als beratender Experte für die Politik – der „Energie-Impuls“ als Anstoß und Diskussionsgrundlage**

Unter dem Titel „**Energie-Impuls**“ möchte der DVGW als technisch-wissenschaftlicher Verein im Folgenden im Rahmen von insgesamt zehn thematischen Kapiteln einen konstruktiven Diskurs über die Ausrichtung und Gestaltung der nächsten Phase der Energiewende in der kommenden Legislaturperiode und darüber hinaus anstoßen. Auf Basis von datenbasierten Informationen soll insbesondere ein intensiver Austausch mit der Fachöffentlichkeit, Experten in Politik, Verwaltung, zivilgesellschaftlichen Institutionen, Wissenschaft und Medien über den Beitrag geführt werden, den Gase und Gasinfrastrukturen zum Erreichen der Klimaschutzziele 2020, 2030 und 2050 sowie zum Erfolg und zu einer dauerhaft breiten gesellschaftlichen Akzeptanz der Energiewende leisten können. Dies drücken auch die DVGW-Satzungsziele Sicherheit, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit für das Gasfach aus.

Seit mehr als 150 Jahren setzt der DVGW die technischen Regeln für die Gas- und Wasserinfrastruktur in Deutschland – über § 49 des Energiewirtschaftsgesetzes ist er mit dieser Aufgabe quasi hoheitlich betraut. In einem transparenten, innovationsfördernden Prozess der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Regelsetzungen sind über 200 Fachgremien eingebunden. Dabei werden Fachkenntnis und Praxiserfahrung zahlreicher unabhängiger Experten genutzt, um ein Regelwerk zu erarbeiten, das beim Gesetzgeber und im Fach anerkannt ist und weltweit Maßstäbe setzt.

Die aufgrund jahrzehntelanger Erfahrungen aufgebauten Kompetenzen im Bereich Forschung und Entwicklung sowie die Expertise zur regulativen Absicherung einer verlässlichen und modernen Infrastruktur bringt der DVGW in die Debatte um die Weiterentwicklung der Gasinfrastruktur im Zuge der Energiewende ein und treibt Brancheninitiativen sowie transeuropäische Netzwerke zum Wissensaustausch voran.

Gemeinsam mit der Politik möchte der DVGW die Gasinfrastruktur im Sinne der Energiewende und des Klimaschutzes weiterentwickeln und bietet sich daher als Gesprächspartner für die Ausgestaltung des zukünftigen Energiesystems an.

## Glossar

**Dunkelflaute:** Eine Dunkelflaute wird in der Energiewirtschaft als Zustand bezeichnet, während dem Erneuerbare-Energien-Anlagen (vor allem Windkraft- und Photovoltaikanlagen) in einer Region wegen Flaute oder schwachen Windes und zugleich auftretender Dunkelheit bzw. sehr geringer Sonneneinstrahlung (beispielsweise aufgrund länger anhaltender starker Bewölkung) insgesamt keine oder nur geringe Mengen elektrischer Energie produzieren.

**Netzentwicklungsplan Gas (NEP Gas):** Das Energiewirtschaftsgesetz verpflichtet die Fernleitungsnetzbetreiber, jedes Jahr einen gemeinsamen, deutschlandweiten Netzentwicklungsplan (NEP) zu erstellen. Der Plan muss alle wirksamen Maßnahmen zur bedarfsgerechten Optimierung, Verstärkung und zum bedarfsgerechten Ausbau des Netzes sowie zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit enthalten, die in den nächsten zehn Jahren für einen sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb netztechnisch erforderlich sind. Der Entwurf des NEP Gas durchläuft eine öffentliche Konsultationsphase und muss nach einer eventuellen weiteren Überarbeitung durch die Bundesnetzagentur genehmigt werden.

**Pariser Abkommen:** Das Pariser Abkommen steht für die UN-Klimakonferenz in Paris 2015, welche als 21. UN-Klimakonferenz und gleichzeitig 11. Treffen zum Kyoto-Protokoll vom 30. November bis 12. Dezember 2015 in Paris stattgefunden hat. Dort wurden die Klimaschutzziele von Paris und der Nationale Klimaschutzplan 2050 beschlossen, welche den Rahmen für die Energie- und Klimapolitik bis zum Jahr 2050 und darüber hinaus definieren.

**Power-to-Gas (PtG):** Power-to-Gas bezeichnet die Umwandlung von erneuerbarem Strom per Elektrolyse in Wasserstoff bzw. Methan. Strom aus Windkraft- und Sonnenenergieanlagen kann so in großen Mengen gespeichert und transportiert werden.

**Verteilnetz:** Das Verteilnetz ist ein Pipeline- bzw. Rohrleitungssystem und stellt den zweiten großen Teil des Gasnetzes dar. Es umfasst insgesamt 500.000 km in Deutschland. Ist das Gas durch das Fernleitungsnetz in der Region seiner Bestimmung angekommen, wird es durch Verteilnetze weiter zum Verbraucher geleitet. Diese Systeme werden mit einem Druck von 0,1 bis 16 bar betrieben.

## Literaturverzeichnis

**BMWi (2016):** EEG in Zahlen: Vergütungen, Differenzkosten und EEG-Umlage 2000 bis 2017.

**BMWi (2017):** Dossier Erneuerbare Energien. Online abrufbar unter: [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html) [letzter Zugriff am 18.04.2017].

**Energy Brainpool (2017):** Impulspapier: Experimentierklausel Power-to-Gas.

**Sterner, Michael, et al. (2014):** Stromspeicher in der Energiewende.

**Umweltbundesamt (2017):** Klimabilanz 2016: Verkehr und kühle Witterung lassen Emissionen steigen, Pressemitteilung 09/2017 vom 20.03.2017. Online abrufbar unter: [www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/klimabilanz-2016-verkehr-kuehle-witterung-lassen](http://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/klimabilanz-2016-verkehr-kuehle-witterung-lassen) [letzter Zugriff am 18.04.2017].

**Umweltbundesamt (2017):** Treibhausgas-Emissionen in Deutschland, 20.03.2017. [www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1](http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1) [letzter Zugriff am 20.04.2017].

**Umweltbundesamt (2017):** Emissionshandel: Nur geringer Rückgang der Emissionen in Deutschland, Pressemitteilung 13/2017 vom 11.04.2017. Online abrufbar unter: [www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/emissions-handel-nur-geringer-rueckgang-der](http://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/emissions-handel-nur-geringer-rueckgang-der) [letzter Zugriff am 18.04.2017].



# Sektorenkopplung – der Schlüssel zu einem integrierten Energiesystem

Umfassende Sektorenkopplung ist der Leitgedanke eines Energiesystems, dessen Gas-, Strom-, Wärme- und Verkehrsinfrastrukturen technisch gekoppelt sind und dadurch physisch ineinandergreifen. Sektorenkopplung ist die Grundvoraussetzung dafür, dass zunehmend klimafreundliche Energie wirklich effizient genutzt wird – weil sie jederzeit und sektorenübergreifend frei dorthin fließen kann, wo sie gerade am meisten gebraucht wird. Sektorenkopplung ist einer von drei Schritten, der zum Gelingen einer erfolgreichen Energiewende vollzogen werden muss. Während Fuel-Switch die Ablösung von Kohle durch Gas bedeutet und der parallel stattfindende Content-Switch die kontinuierliche Erhöhung des Anteils CO<sub>2</sub>-freier Gase, beschreibt die Sektorenkopplung, also der Modal-Switch, die intersektorale Verknüpfung der bestehenden Infrastrukturen und trägt somit zur Schaffung der Klimaneutralität in allen Sektoren des Energiesystems bei. Gase und die Gasinfrastrukturen spielen in diesem Kontext eine bedeutende Rolle und können wertvolle Funktionen zur Verwirklichung der Sektorenkopplung beisteuern und damit einen entscheidenden Beitrag auf dem Weg von einer reinen Stromerzeugungswende hin zu einer echten Energiewende leisten.

## Sektorenkopplung: Das Ganze ist mehr als die Summe der einzelnen Teile

Ob Strom-, Wärme- oder Verkehrssektor: Die verschiedenen Bereiche des Energiemarktes werden traditionell separat betrachtet. Das liegt insbesondere daran, dass es in der Vergangenheit weniger technische Brücken zwischen den Sektoren gab und infolgedessen auch politische Zuständigkeiten und gesetzliche Regulierung weitgehend strikt getrennt nach Sektoren ausgestaltet wurden.

Hinter dem Begriff der Sektorenkopplung verbirgt sich ein umfassender Ansatz zur Bewältigung neuer Herausforderungen: die integrierte Betrachtung von Energieinfrastrukturen, Energieträgern, Anwendungsbereichen und Verbrauchssektoren (vgl.

Abbildung 1). Technische Möglichkeiten der Kopplung von Infrastrukturen und der Umwandlung von Energieträgern rücken in den Fokus des Interesses. Dies gilt insbesondere für Power-to-Gas-Anlagen sowie für die klimafreundliche Strom- und Wärmeerzeugung aus gasbefeuerten Kraftwerken, insbesondere in KWK-Anlagen.

Das ist im Detail nicht selten kompliziert, lässt sich aber auf eine einfache Formel bringen: Sektorenkopplung verspricht, dass die Verbindung und Integration bislang weitgehend getrennter Sektoren ein insgesamt leistungsfähigeres Gesamtsystem bildet – das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. Auf diese Weise können effektiver Klimaschutz und die Vollendung der Energiewende sicher, verlässlich und bezahlbar organisiert werden.

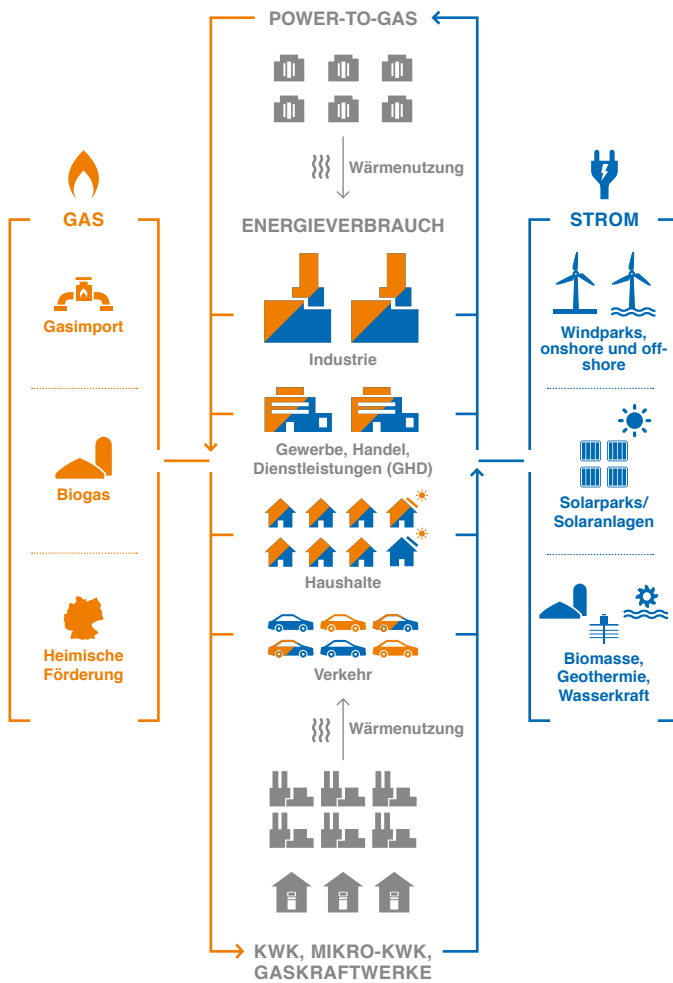


Abbildung 1  
Durch Kopplung der Sektoren zu einem leistungsfähigeren Energiesystem<sup>1</sup>

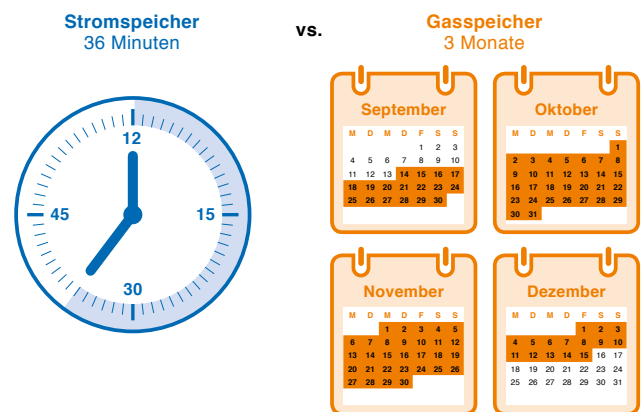
### Systemstabilität, Netzengpässe und systemweite Stromüberschüsse – die reine Stromerzeugungswende wirft umfassende Systemfragen auf

Die Diskussionen um die Energiewende blieben lange und bleiben bisweilen auch heute noch einem sektoralen Denken verhaftet, da sie sich hauptsächlich auf den Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung konzentrierten. Diese Fokussierung stößt in drei Punkten an Grenzen:

**1. Erhalt der Systemstabilität:** Erneuerbare Stromerzeugung aus Windkraft- und Solaranlagen wird bilanziell immer größere Anteile des Stromverbrauchs decken können. Doch auch bei einem sehr umfangreichen Ausbau erneuerbarer Energien wird es immer „Dunkelflauten“ geben, in denen ein großer Teil der

Last langfristig nicht von fluktuierendem EE-Strom direkt gedeckt werden kann (siehe Fläche A in Abbildung 4). Zudem wird ein weiterer ungesteuerter Ausbau fluktuierend einspeisender Erneuerbare-Energien-Anlagen bei einem hohen Anteil erneuerbarer Energie zunehmend ineffizienter und volkswirtschaftlich kostspieliger. Heute wird die Residuallast im Wesentlichen aus konventionellen Kraftwerken gedeckt, darunter auch Gaskraftwerke, die dabei zumeist die anfallende Wärme auskoppeln und so nutzbar machen. Hierbei handelt es sich um die bislang am meisten praktizierte Form der Sektorenkopplung. Alternativen sind beispielsweise Stromimporte, die Nutzung von Batterien oder anderen Stromspeichern und der Verzicht auf oder die Verschiebung von Stromverbrauch in Zeiten geringer erneuerbarer Energien (sog. Demand-Side-Management). Gasbasierte (Strom-)Speicher haben den Vorteil, dass sie alle Sektoren flexibel ansteuern können. Auch Batterien sind als Energiespeicher flexibel einsetzbar. Jedoch können sie nur in geringem Umfang den benötigten Energiebedarf decken. Inklusiv der deutschlandweit installierten Pumpspeicherkraftwerke können Batterien heute lediglich 36 Minuten Gesamtenergieverbrauch bei einer Maximallast von 84 Gigawatt in Deutschland überbrücken. Diese Versorgungseinschränkung haben das deutsche Gasnetz und die Gasinfrastrukturen aufgrund ihrer Speicherkapazität von insgesamt etwa 220 TWh mit einer Speicherzeit rund um die Uhr in keiner Weise. ▶

### Vergleich der zeitlichen Speicherkapazität von Strom- und Gasspeichern



Angenommen ist eine Maximallast von 84 GW.

Abbildung 2  
Zeitliche Speichervolumina von Strom- und von Gasspeichern im Vergleich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Quelle: eigene Darstellung.

<sup>2</sup>DVGW (2016): energie | wasser-praxis.

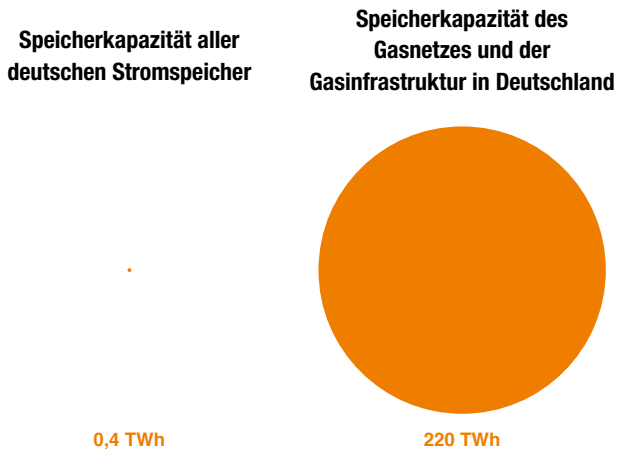


Abbildung 3  
Mengenmäßige Speichervolumina von Strom- und von Gasspeichern im Vergleich<sup>3</sup>

**2. Umgang mit systemweiten Stromüberschüssen:** Ambitionierter Ausbau erneuerbarer Energien impliziert, dass erneuerbarer Strom zukünftig immer häufiger in so großen Mengen erzeugt werden kann, dass er im klassischen Stromverbrauchssektor nicht genutzt werden kann. Dies wird mit Blick auf die Fläche B der Residuallastkurve deutlich. Die Residuallast beschreibt die Mindest-Stromnachfrage, die von den volatilen Energieträgern Wind und Sonne nicht bereitgestellt werden kann und daher durch flexible Kraftwerke mit gesicherter Leistung gedeckt werden muss. Im Verlauf der blauen Linie in Abbildung 4 wird die Residuallast im Fall eines hohen Ausbaus von EE-Anlagen dargestellt: Die Abbildung zeigt ein Zukunftsszenario für den Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung. Im Szenario hoher Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung erkennt man, dass, selbst wenn rechnerisch eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien gegeben ist (die erzeugte Energie deckt im Schnitt über das Jahr den gesamten Bedarf), durch die wetterbedingten Schwankungen etwa 5.000 Stunden im Jahr eine Überversorgung und die restlichen Stunden eine Unterversorgung der Last die Folge ist. Somit wäre die Stromversorgung für etwa 60 Prozent des Jahres direkt gedeckt, für die anderen etwa 40 Prozent werden Speicher benötigt. Insbesondere ist auch zu sehen, dass Erzeugungsspitzen von bis zu 80 GW über dem Lastbedarf auftreten können, eine enorme Größenordnung bei einem derzeitigen Spitzenlastbedarf des Stromsektors von etwa 84 GW. Diese große Menge an Überschussstrom würde bislang ungenutzt bleiben.

Mit Sektorenkopplungselementen wie Power-to-Gas, die den Strom in grüne Gase umwandeln, kann überschüssige Energie aus erneuerbaren Energien in anderen Sektoren eingesetzt werden und damit erheblich zum kostengünstigen Klimaschutz, etwa im Verkehrssektor, bei der Wärmeversorgung oder in der Industrie, beitragen.

<sup>3</sup> Vgl. ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (2014): Power to Gas. Erzeugung von regenerativem Erdgas.

<sup>4</sup> Quelle: eigene Darstellung.

<sup>5</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2017): Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen. Zweites und Drittes Quartal 2016.

<sup>6</sup> Vgl. Agora Energiewende (2017): Energiewende und Dezentralität. Zu den Grundlagen einer politisierten Debatte.

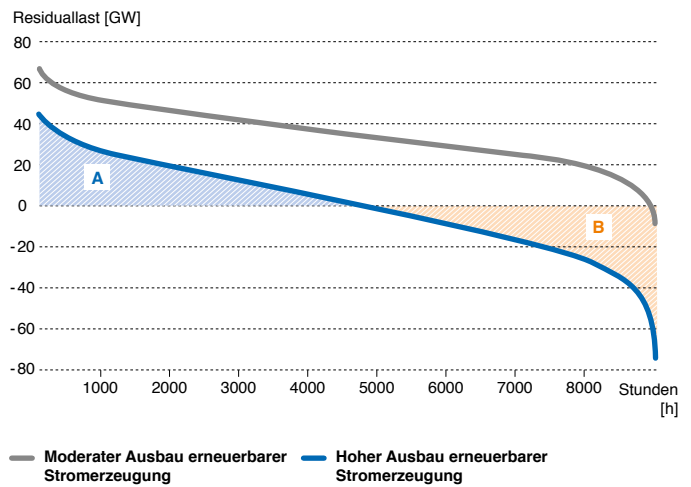


Abbildung 4  
Ein hochgradiger Ausbau von erneuerbarer Energie führt bei optimalen Verhältnissen gleichzeitig zu hohen Stromüberschüssen<sup>4</sup>

**3. Umgang mit Netzengpässen:** Der Erneuerbaren-Ausbau ist heute noch nicht so weit fortgeschritten, dass häufig systemweite Stromüberschüsse entstehen. Aufgrund von Netzengpässen können aber heute schon insbesondere Windenergieanlagen in Norddeutschland immer häufiger nicht voll genutzt, sondern müssen vermehrt abgeregelt werden.<sup>5</sup> Trotz des geplanten Netzausbaus werden die Stromnetze in ambitionierten Klimaschutzszenarien auch langfristig nicht immer den gesamten erneuerbar erzeugten Strom aufnehmen können. Experten sprechen in diesem Zusammenhang vom „Ende der Kupferplatte“.<sup>6</sup> Auch mittel- und langfristig wird der Ausbau der Stromnetze nicht in einer Geschwindigkeit voranschreiten, die es ermöglicht, die Erzeugung aus volatilen erneuerbaren Energiequellen zu jeder Zeit vollständig aufnehmen zu können. Eine vollständige Synchronisierung von fluktuierender Stromeinspeisung und Netzaufnahmekapazität würde zudem enorme volkswirtschaftliche Kosten verursachen.

### Sektorenkopplung mit Gas trägt zu Versorgungssicherheit, sektorenübergreifendem Klimaschutz und Systemstabilität bei

Demnach stellt sich die Frage, wie man den Herausforderungen der drei vorgenannten Punkte begegnet, ohne dabei außer Acht zu lassen, dass potenzielle Lösungen eine schnelle Nutzung von Treibhausgasminderungspotenzialen bieten und gleichzeitig volkswirtschaftlich kosteneffizient und sozialverträglich sein müssen.

**1. Klimaschonende Systemstabilität.** Der DVGW und der VDE kommen in einer Metastudie gemeinsam zu dem Schluss, dass eine saisonale Speicheroption durch PtG in einer auf EE-Strom basierenden Stromerzeugung zwingend notwendig und im Bereich der notwendigen Langzeitspeicherung auch nahe-

zu alternativlos ist.<sup>7</sup> Gegenwärtig sorgen jedoch vor allem konventionelle Kraftwerke dafür, dass die Lücke zwischen Verbrauch und erneuerbarer Erzeugung zu jedem Zeitpunkt geschlossen wird. Auch wenn die Entwicklung von Batteriespeichern in den letzten Jahren z.B. hinsichtlich der Steigerung ihrer Lebensdauer enorm vorangeschritten ist, sind Stromspeicherkapazitäten und ihre technischen Potenziale noch weit davon entfernt, Strommengen im Terawattstundenbereich vorzuhalten und bei Bedarf bereitzustellen. Nach dem vollständigen Kernenergie-Ausstieg Ende 2022 sind damit klimafreundliche und zugleich systemstabilisierende an das Gasnetz angeschlossene flexible Kraftwerke und KWK-Anlagen eine sinnvolle Option. Die Ablösung von Kohlekraftwerken durch Gaskraftwerke (Fuel-Switch) birgt schnell und kostengünstig gewaltige erschließbare Klimaschutzpotenziale. Bereits ein Ersatz von 10 Prozent der Braunkohleverstromung durch Gaskraftwerke hätte 2016 eine Treibhausgasersparnis von 10,9 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> erbracht, ein kompletter Fuel-Switch von Braunkohle zu Erdgas hätte entsprechend die klimaschädlichen Emissionen um 108,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> reduziert. Damit würden in Deutschland bei einem Ausstoß von sektorenübergreifend 906 Millionen Tonnen THG im Jahr 2016<sup>8</sup> bereits innerhalb kürzester Zeit etwa 12 Prozent Treibhausgase zusätzlich eingespart. Die Bundesregierung hat sich als Ziel gesetzt, 40 Prozent der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2020 einzusparen. Derzeit müsste der Ausstoß auf 751 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente reduziert werden. Allein durch einen vollständigen Fuel-Switch von der Kohleverstromung zum Einsatz von Gaskraftwerken würde dieses sektorenübergreifende Ziel schon nahezu erreicht. Die spezifischen Ziele für den Stromsektor würden sogar deutlich übertroffen.<sup>9</sup> Langfristig ist eine klimaneutrale Bereitstellung der entsprechenden Strommengen erforderlich. Nach heutigem Stand der Technik wird der Einsatz von synthetischen grünen Gasen wie Wasserstoff, Biomethan und synthetischem Methan bzw. ihre (Rück-)Verstromung hier dringend benötigt, da alternative Technologien wie etwa Batterien, Pumpspeicherkraftwerke oder Stromimporte für die dauerhafte Speicherung von ausreichenden Energiemengen zur Überbrückung einer mehrwöchigen Dunkelflaute nicht zur Verfügung stehen. Das gilt auch für die Systemstabilität in ferner Zukunft. Trotz einer möglichen technischen Steigerung des Speicherpotenzials von zukünftigen Batterietechnologien können diese, mit Blick auf den möglichen Entwicklungsstand der Technik, weder die Speichermenge noch den Speicherzeitraum der bestehenden Gasinfrastruktur erreichen.

**2. Nutzung von EE-Stromüberschüssen für Klimaschutz in Problembereichen.** Die Umwandlung von Strom in klimaneutrales Gas ist zwar nur eine von vielen Verwendungsweisen im Rahmen der Sektorenkopplung. Doch sie erlaubt die deutliche Reduktion von Treibhausgasemissionen in Bereichen, in denen eine unmittelbare Elektrifizierung nach aktuellem Stand der

Technik gar nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist: Sei es für den Schwerlast- oder den Schiffsverkehr oder für die Produktionsprozesse in der Industrie. Das trifft auch für die Heizwärmebereitstellung im Altbaubestand sowie in urbanen Räumen mit einer hohen Gebäudedichte zu. In diesen Ballungsräumen wie Berlin, München oder Nordrhein-Westfalen steht nur sehr wenig Raum für die Installation von Erneuerbare-Energien-Anlagen wie z. B. Windrädern zur Verfügung. Der Einsatz von klimaneutralen Gasen ist für solche urbanen Ballungsräume die einzige bezahlbare und technisch umsetzbare Lösung. Auf diese Weise können diese urbanen Räume ebenfalls dezentral erzeugte erneuerbare Energien sektorenübergreifend nutzen.

**3. Umgang mit Netzengpässen:** Netzengpässe führen dazu, dass die bereits diskutierten Herausforderungen im Umgang mit zu wenig und zu viel erneuerbarer Stromerzeugung lokaler und früher auftreten. Die genannten Lösungsansätze können deshalb heute schon lokal und regional eingesetzt werden, in Pilotprojekten geschieht dies auch bereits.<sup>10</sup> Darüber hinaus werfen Netzengpässe aber auch Systemsicherheitsfragen auf. Auch in diesem Kontext können Sektorenkopplungselemente effektiv zur Problemlösung beitragen: Power-to-Gas-Anlagen sind flexibel einsetzbar und können per Elektrolyse den überschüssigen Strom bedarfsgerecht aufnehmen und in Wasserstoff umwandeln. Bevor es zu einer Überlastung der Stromnetze kommt, können Power-to-Gas-Anlagen den Überschuss an Energie aufnehmen und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Netzstabilität. Sie fungieren damit gleichsam als ein Element intelligenten Demand-Side-Managements, das Energie aufnehmen und bereitstellen kann, ohne dass diese verloren geht.

**Für eine Kopplung des Strom-, Wärme- und Verkehrssektors braucht es einen einheitlichen regulatorischen Rahmen; die bereits existierende Sektorenkopplungs-Infrastruktur sollte bevorzugt genutzt werden.**

Eine intelligente technische Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr ist die Voraussetzung dafür, dass zunehmend klimafreundliche Energie für jeglichen Energiebedarf, ob im Strom-, Wärme- oder Mobilitätssektor, zur Verfügung steht und dafür frei über die verschiedenen Infrastrukturen hinweg fließen kann. Eine dringende Gestaltungsaufgabe der Energiepolitik im Zuge der Energiewende ist es deswegen, die infrastrukturelle Kopplung zu fördern und hierfür einen integrierten regulatorischen Rahmen zu schaffen. Das heißt konkret, dass Sektorenkopplung systemisch und infrastrukturübergreifend gedacht werden muss. Der Fokus für die Entwicklung von leistungsfähiger Energieinfrastruktur darf damit nicht allein auf dem Ausbau von Stromnetzen und EE-Anlagen liegen. Der Infrastrukturausbau muss systemisch ganzheitlich und technologieoffen unter der Prämisse einer ökonomisch und ►

<sup>7</sup> Vgl. DVGW und VDE (2016): Eckpunkte zur Begriffsdefinition der Sektorenkopplung [www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/energiewende/definition-sektorenkopplung.pdf](http://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/energiewende/definition-sektorenkopplung.pdf) [letzter Zugriff am 25.04.2017].

<sup>8</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2016): Treibhausgas-Emissionen.

<sup>9</sup> [www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1](http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1) [letzter Zugriff am 11.04.2017].

<sup>10</sup> Vgl. GP JOULE (2017): Machbarkeitsstudie „Akzeptanz durch Wertschöpfung“.

ökologisch sinnvollen Kopplung erfolgen, sodass wichtige komplementäre Aspekte der vorhandenen Infrastrukturen wie Gasnetze oder KWK-Anlagen ebenfalls in einer einheitlichen regulatorischen Agenda und Planung eingeschlossen sind. Der DVGW setzt sich deswegen dafür ein, alternative sektorenübergreifende Technologien als gleichwertig zu bewerten und diese gegeneinander abzuwägen. Dabei ist wichtig, dass gerade Technologien wie Power-to-Gas und andere Sektorenkopplungselemente nicht energierechtlich als Letztverbraucher eingestuft werden. Sie müssen entsprechend ihrer systemischen Funktion im Ordnungsrahmen als verbindendes und tragendes Element der Sektoren behandelt werden und damit auch von Umlagen, Abgaben oder Steuern, die im Zusammenhang mit Erzeugung, Transport oder Verbrauch von Energie stehen, weitgehend ausgenommen werden.

Um die Infrastruktur der Energiewende für morgen bezahlbar und damit sozialverträglich zu gestalten, muss zudem die bereits existierende Netzinfrastruktur prioritär genutzt und weiterentwickelt werden. Die Investitionskosten für Gasinfrastrukturen sind im Vergleich zu neuen Stromtrassen bzw. Höchstspannungsleitungen wesentlich geringer und dies würde infolge eines umfassenden Fuel-Switches, also der Ablösung der Kohleverstromung durch den Einsatz von Gaskraftwerken, eine entscheidende Reduzierung des Treibhausgasausstoßes mit ermöglichen. Gleichzeitig spricht sich der DVGW für eine schnelle Beseitigung von regulatorischen Hemmnissen bei der Investitionsentscheidung für Sektorenkopplungselemente aus. Wenn durch die Errichtung von Power-to-Gas-Anlagen höhere Kosten für den Ausbau oder Neubau von Stromnetzinfrastruktur vermieden werden können, sollten diese Investitionen für Gas- oder Stromnetzbetreiber als umlagefähig anerkannt werden. Gleichzeitig sollte bei der Novellierung der 37. und 38. BImSchV der Betrieb von Elektrolyseuren zur Gewinnung von grünem Wasserstoff für die Treibstoffproduktion ermöglicht werden.

Um eine nur punktuelle und langsame Entwicklung der Sektorenkopplung zu verhindern und um das mit der Sektorenkopplung verbundene Treibhausgasreduzierungspotenzial effizienter zu erschließen, sollte zukünftig deswegen ein homogener regulatorischer Rahmen für den Einsatz von Sektorenkopplungselementen erschaffen werden. Bislang werden technische Kopplungselemente der Sektoren durch unterschiedliche ordnungsrechtliche Definitionen und damit durch einseitig geltende und wirkende Anreizmechanismen verhindert oder ausgebremst. Nur wenn ein rechtlicher Ordnungsrahmen die Sektorenkopplung systemisch und infrastrukturübergreifend betrachtet, kann Klimaschutz und damit die Vollendung der Energiewende in Deutschland sicher, verlässlich und bezahlbar umgesetzt werden.

## Glossar

**Abregelung:** Strom aus Wind- oder Sonnenenergie kann aufgrund von Netzengpässen und damit einer entstehenden Netzüberlastung nicht immer vollständig ins Stromnetz eingespeist werden und muss demnach abgeregelt werden.

**Biomethan:** Bei der Biomassevergasung wird Biogas auf Erdgasqualität aufbereitet und sein Brennwert an den von Erdgas angepasst. Somit kann Biomethan unbegrenzt ins Gasnetz eingespeist werden.

**Demand-Side-Management:** Die aktive und beabsichtigte Steuerung des Stromverbrauchs und damit der Stromnachfrage wird als „Demand-Side-Management“ bezeichnet. Durch aktive und nachfrageseitige Laststeuerungsmaßnahmen entstehen Nutzeffekte wie Lastreduktion und Lastverschiebung.

**Netzengpässe:** Wenn ein resultierender Lastfluss die festgelegten Grenzwerte der Stromstärke oder des Transformators überschreitet, kann es zur thermischen Überlastung oder zu Verletzung des Spannungsbandes und damit zu einem sogenannten Netzengpass kommen. Netzengpässe gefährden die Stabilität des Netzes und müssen behoben werden. Die Ursachen von Netzengpässen liegen in der fluktuierenden Einspeisung von volatilen Energien, welche abhängig von Wind und Sonne und damit nicht flexibel steuerbar sind. Durch die Umwandlung von erneuerbarem Strom in grüne Gase kann ein Netzengpass vorzeitig aufgefangen werden.

**Power-to-Gas (PtG):** Der Umwandlungsvorgang von Strom zu Wasserstoff durch die Aufspaltung von Wasser in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff mittels Elektrolyseuren wird als Power-to-Gas bezeichnet.

**Residuallast:** Der Begriff Residuallast bezeichnet die in einem Elektrizitätsnetz nachgefragte Leistung abzüglich eines Anteils fluktuierender Einspeisung von nicht steuerbaren Kraftwerken wie zum Beispiel der Windkraftanlagen. Sie stellt also die Restnachfrage dar, welche von regelbaren Kraftwerken, auch für den Fall einer „Dunkelflaute“, gedeckt werden muss.



## Literaturverzeichnis

**Agora Energiewende (2017):** Energiewende und Dezentralität. Zu den Grundlagen einer politisierten Debatte.

**ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (2014):** Power to Gas. Erzeugung von regenerativem Erdgas.

**Bundesnetzagentur (2017):** Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen. Zweites und Drittes Quartal 2016.

**DVGW (2016):** energie | wasser-praxis.

**DVGW und VDE (2016):** Eckpunkte zur Begriffsdefinition der Sektorenkopplung  
[www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/energiewende/definition-sektorenkopplung.pdf](http://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/energiewende/definition-sektorenkopplung.pdf)  
[letzter Zugriff am 25.04.2017].

**GP JOULE (2017):** Machbarkeitsstudie zum Verbundvorhaben „Akzeptanz durch Wertschöpfung“.

**ewi Energy Research & Scenarios (2016):** Ökonomische Effekte eines deutschen Kohleausstiegs auf den Strommarkt in Deutschland und der EU.

**Umweltbundesamt (2016):** Treibhausgas-Emissionen  
[www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1](http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1)  
[letzter Zugriff am 11.04.2017].



# Gas kann grün: mit grünen Gasen die Klimaschutzziele in allen Sektoren erreichen

Für die Erreichung der Klimaschutz- und Treibhausgasreduktionsziele spielt der zunehmende Einsatz von erneuerbaren Energien und Erdgas eine entscheidende Rolle. Erdgas ist deutlich emissionsärmer als Kohle und Erdöl. Biomethan baut diesen Vorteil noch zusätzlich aus und synthetische Gase können durch den Einsatz moderner Power-to-Gas-Technologien aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt und in allen Sektoren (Strom, Wärme und Mobilität) eingesetzt werden. Im Energiesystem der Zukunft können Gase zu 100 Prozent erneuerbar bzw. treibhausgasneutral sein.

## Es droht die Verfehlung mittel- und langfristiger Klimaschutzziele

Die Fortsetzung der bisherigen Energie- und Klimaschutzpolitik wird mit hoher Wahrscheinlichkeit dazu führen, dass die Klimaschutz- und Treibhausgasreduktionsziele Deutschlands für die Jahre 2030 und 2050 verfehlt werden.<sup>1</sup> Die in den verschiedenen Sektoren eingesetzten klimaschädlichen Energieträger Kohle und Erdöl verursachten im Jahr 2016 circa 74 Prozent der energiebedingten Emissionen.<sup>2</sup> Dies führt zu dem auch international kritisch aufgenommenen und diskutierten „Energiewendeparadox“ in Deutschland: Obgleich der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch von 6 Prozent im Jahr 2000 auf über 31 Prozent im Jahr 2016 zugenommen hat,<sup>3</sup> verringerten sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen im gleichen Zeitraum um lediglich 11,4 Prozent. Im vergangenen Jahr steigerte Deutschland seine CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu 2015 sogar um ca. 4 Millionen Tonnen.<sup>4</sup> Zum Vergleich: Um das CO<sub>2</sub>-Reduktions-Ziel von 40 Prozent gegenüber 1990 für das Jahr 2020 zu erreichen, müsste Deutschland eigentlich jedes Jahr 31,8 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen.<sup>5</sup> Die Entwicklungen der vergangenen Jahre machen deutlich, dass es von entscheidender Bedeutung ist, die Energiewende deutlich fokussierter und konsequenter als bisher am Kriterium der Klimateffizienz und der kontinuierlichen Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auszurichten. Es liegt in der Konsequenz nahe, dass die Potenziale von Gasen und der vorhandenen Gasinfrastruktur wesentlich stärker als bisher berücksichtigt werden sollten.

## Effektive und effiziente Treibhausgasminderung durch die Nutzung von Gasen in zwei Schritten: Fuel-Switch und Content-Switch

Die Klimaschutzziele von Paris und der Nationale Klimaschutzplan 2050 definieren den Rahmen für die Energie- und Klimapolitik bis zum Jahr 2050 und darüber hinaus. In zwei großen Schritten können Gase in diesem Kontext unter Wahrung von Systemsicherheit, Planbarkeit und Bezahlbarkeit signifikante und entscheidende Treibhausgasminderungen ermöglichen:

In einem ersten Schritt können durch den **Fuel-Switch**, also den Ersatz von Kohle, Erdöl und fossilen Flüssigtreibstoffen durch Erdgas, in einem sehr kurzen Zeitraum umfassende THG-Emissions-Reduktionen realisiert werden. Im Wärmemarkt könnte die Ablösung von Kohle und Erdöl durch Gase signifikante Klimaschutzeffekte erzielen. Durch einen 100-prozentigen Switch der Stromerzeugung aus Braunkohlekraftwerken (155 TWh) in die bestehenden Gaskraftwerke würden mehr als 100 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> jährlich eingespart. Ein derartiger Umstieg von Braunkohle- zur Gasverstromung würde also alleine den Klimaschutzbeitrag erbringen, der in rund dreieinhalb Jahren von allen Sektoren zusammen geleistet werden muss – und derzeit deutlich verfehlt wird. In allen Sektoren ließen sich also durch einen konsequenten Fuel-Switch die im Klimaschutzplan 2050 und im Klimaschutzabkommen von Paris definierten Treibhausgasreduktionsziele für 2030 erreichen.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2017): Pressemitteilung 09/2017 vom 20.03.2017.

<sup>2</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2017): Emissionssituation, Stand März 2017.

<sup>3</sup> Vgl. BMWi (2017): Dossier Erneuerbare Energien.

<sup>4</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2017): Emissionssituation, Stand März 2017.

<sup>5</sup> Vgl. Institut für Zukunftsenergiesysteme, IZES (2016): Reichen die beschlossenen Maßnahmen der Bundesregierung aus, um die Klimaschutzlücke 2020 zu schließen?

<sup>6</sup> Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (2014): Potentiale von Erdgas als CO<sub>2</sub>-Vermeidungsoption.

Schon heute ist Erdgas nach Mineralöl der zweitwichtigste Primärenergieträger im deutschen Energiemix: Im Jahr 2016 betrug sein Anteil am Primärenergieverbrauch 22,3 Prozent. Erdgas ist jedoch wesentlich emissions- und immissionsärmer als andere fossile Energieträger. Von allen fossilen Energieträgern hat Erdgas den geringsten Gehalt an Kohlenstoff (C) und den höchsten Anteil an Wasserstoff (H<sub>2</sub>). Bezogen auf den gleichen Energiegehalt wird bei der Verbrennung von Erdgas (beispielsweise beim Heizen oder in Motoren) rund 25 Prozent weniger Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) freigesetzt als bei der Verbrennung von Heizöl – siehe Abbildung 1. Darüber hinaus entstehen bei der Verbrennung von Erdgas erheblich weniger Stickoxidemissionen und nahezu kein Feinstaub.<sup>7</sup>

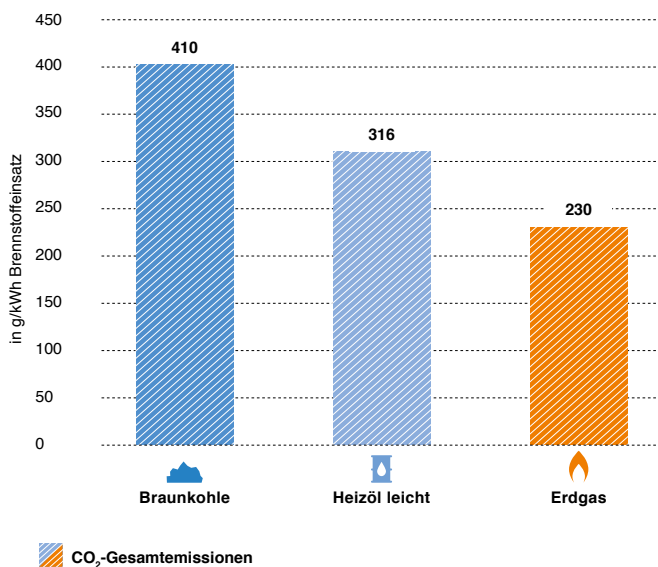


Abbildung 1  
Potenzial der Treibhausgasreduktion durch den Fuel-Switch<sup>8</sup>

In einem parallel zum **Fuel-Switch** einsetzenden, sukzessive an Intensität zunehmenden zweiten Schritt, dem **Content-Switch**, wird in einem gesteuerten Prozess der Anteil von grünem Gas (Biogas, Wasserstoff, Methan, Biomethan), das aus erneuerbaren Quellen – beispielsweise durch Power-to-Gas-Technologien oder aus der Verbrennung von Bioabfällen – gewonnen wird, im Gasnetz kontinuierlich und signifikant gesteigert.<sup>9</sup> Die Nutzung von Bioabfällen, also die Produktion von Biogas vor der stofflichen Nutzung der Gärreste, gewinnt immer mehr an Bedeutung, besonders in der Landwirtschaft, denn hier können einzelne Betriebe durch die Energieverwertung ihrer Bioabfälle schon einen großen Beitrag zum Klimaschutz leisten.<sup>10</sup> Das produzierte Biogas kann durch Veredelung in Biomethan aufbereitet werden und so wie fossiles Erdgas ohne Volumenbeschränkung in das Gasnetz eingespeist werden. Um diesen Prozess effektiver umzusetzen, ist es jedoch notwendig, An-

bindungsleitungen zum Gasnetz zu schaffen. Durch den Einsatz von grünem Gas lassen sich in allen Sektoren Treibhausgasemissionen in erheblichem Umfang zusätzlich reduzieren und damit das Klimaschutztempo weiter erhöhen: Wie Abbildung 2 zeigt, kann beispielsweise im Verkehrssektor das CO<sub>2</sub>-Reduktions-Potenzial über Power-to-Gas-Technologien erzeugter Gase und Treibstoffe gegenüber konventionellen Kraftstoffen wie Benzin, Diesel und Erdgas im Pkw-Bereich auf mindestens 95 Prozent beziffert werden.<sup>11</sup>

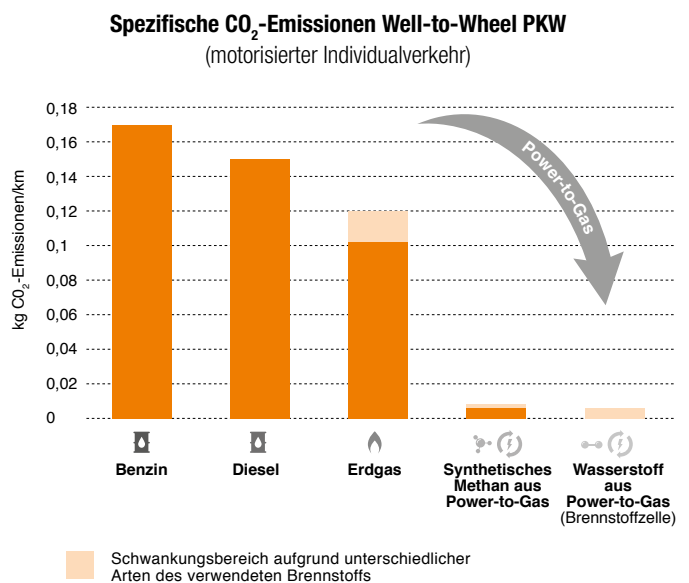


Abbildung 2  
Potenzial der CO<sub>2</sub>-Reduktion durch den Content-Switch im Verkehrssektor<sup>12</sup>

Insbesondere im Wärmesektor lassen sich durch den Fuel- und parallel stattfindenden Content-Switch kosteneffizient erhebliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen realisieren. In Deutschland entfallen rund 40 Prozent des Endenergieverbrauchs und etwa ein Drittel der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf den Wärmemarkt. Fuel- und Content-Switch bedeuten gerade bei der Raumwärme konkret: Einsparungen von bis zu 45 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> jährlich können erzielt werden, wenn 10 Millionen veraltete, mit Erdöl oder Kohle befeuerte Heizkessel bis 2020 durch moderne Erdgastechnik ersetzt und circa 10 Prozent grüne Gasmengen verwendet werden. Dies sind allein fast 38 Prozent der Gesamtemissionen im Gebäudesektor. Zum Vergleich: Diese Einsparung entspricht in etwa den CO<sub>2</sub>-Emissionen aller deutschen Lkw innerhalb eines Jahres. Alternativ müssten 1.000 zusätzliche Windkraftanlagen mit 3 MW Nennleistung errichtet werden, die 2.000 Volllaststunden/Jahr erreichen. Deren EEG-Vergütung würde bei 6 Cent/kWh insgesamt 7,2 Milliarden Euro über 20 Jahre kosten. Denselben Klimaschutzeffekt ▶

<sup>7</sup> Vgl. DVGW et al. (2016): Potenzialanalyse LNG – Einsatz von LNG in der Mobilität, Schwerpunkte und Handlungsempfehlungen für die technische Umsetzung, Essen u.a. O.

<sup>8</sup> Vgl. Initiative Zukunft Erdgas (2016): Vorkettenemissionen.

<sup>9</sup> Vgl. DVGW (2017): Abschlussbericht: Die Rolle von Power-to-Gas im Kontext der Energiewende.

<sup>10</sup> Vgl. Kern/Raussen (2015): Biogas-Atlas 2014/15.

<sup>11</sup> Vgl. Dena (2016): Potenzialatlas Power to Gas.

würde der zusätzliche Zubau von Photovoltaikanlagen mit insgesamt 7 Gigawatt Nennleistung und 1.000 Volllaststunden erbringen. Bei einer durchschnittlichen Vergütung von 8 Cent für Anlagen unterschiedlicher Leistungsklassen lägen die Gesamtkosten dafür bei rund 11,2 Milliarden Euro.

### Grünes Gas als Bestandteil einer klimaneutralen, modernen Gesellschaft

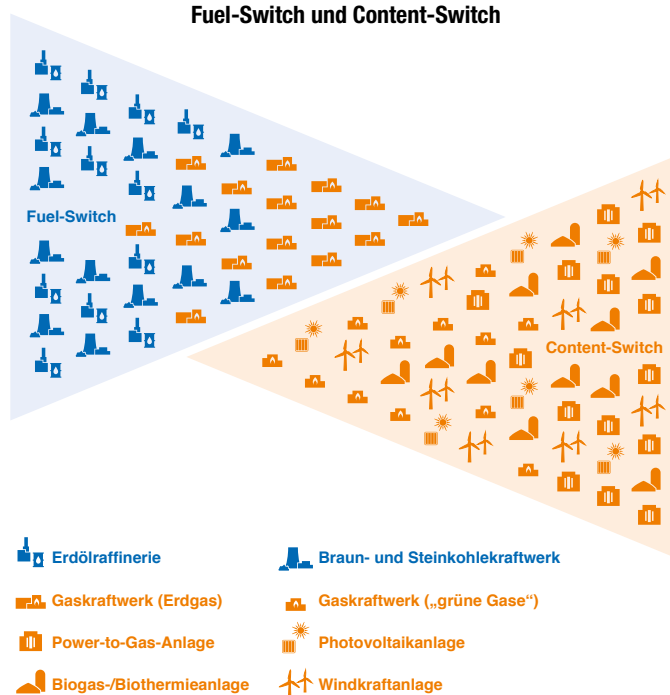
Für die kosteneffiziente Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und das Erreichen der Klimaschutzziele Deutschlands in allen Sektoren sollten Fuel- und Content-Switch parallel und systematisch vorangetrieben werden. Bei der Planung und Modellierung des Netzausbaubedarfs im Zuge der Energiewende muss, neben einer teilweisen bzw. nutzungspfadabhängigen Elektrifizierung der Sektoren, immer auch die Rolle der vorhandenen Gasinfrastruktur für das Gelingen der Energiewende berücksichtigt werden. Der Aufbau eines überregionalen Wasserstofftransportnetzes mit einer Länge von 12.000 Kilometern und eines Verteilnetzes mit einer Länge von 36.000 Kilometern würde rund 23 Milliarden Euro kosten.<sup>13</sup> Dies ist allerdings nicht notwendig, da das vorhandene Gasnetz auch erheblich steigende Mengen grüner Gase problemlos aufnehmen und transportieren kann. Auch mit Perspektive auf das Erreichen der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele gilt es, die existierende Gasinfrastruktur für die Energiewende weiterhin und verstärkt zu nutzen.

Dabei stellt der Beschluss über den Ausstieg aus der Kohleverstromung in der nächsten Legislaturperiode eine klimapolitische und volkswirtschaftliche Selbstverständlichkeit dar. Unmittelbar sollten zudem die emissionsintensivsten Braunkohlekraftwerke stillgelegt werden. Darüber hinaus liegt das Jahr 2050 mit Blick auf die langfristigen Zeiträume für Infrastrukturentscheidungen sowie Forschungs- und Entwicklungszyklen alles andere als in weiter Ferne. Daher ist die Entwicklung und Implementierung von stabilen und gleichzeitig über die notwendige Flexibilität verfügenden Roadmaps für die Umsetzung von Fuel-Switch und Content-Switch dringend und zeitnah erforderlich. Diese beiden Roadmaps sollten die gesetzgeberischen Entscheidungen zum Pfad des Ausstiegs aus der Kohleverstromung flankieren und ergänzen. Werden solche technologieoffenen Roadmaps mit breiter politischer Unterstützung verabschiedet, können sie die Planungssicherheit vermitteln, die erforderlich ist, damit grüne Gase im Jahre 2050 wichtiger Bestandteil einer nahezu klimaneutralen Wirtschaft und Gesellschaft in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität sind.

Die Energiewende ist kein „Sonderweg“, sondern findet weltweit statt: Die Technologien, die im Zuge des Fuel- und Content-Switch sowie der Roadmaps entwickelt werden, sichern nicht

nur Wertschöpfung und damit Arbeitsplätze am Standort Deutschland, sondern tragen dazu bei, dass Deutschland internationaler Technologieführer im Bereich moderner Energietechnik und grüner Zukunftstechnologien bleibt. So lassen sich beispielsweise Power-to-Gas-Anlagen nicht nur in Deutschland im Sinne der Energiewende zur Gewährleistung von Systemstabilität einsetzen, sondern stellen exportfähige Hochtechnologiesysteme dar, die auch im Ausland zum Klimaschutz beitragen können.

### In zwei zeitlich parallel stattfindenden Schritten zur klimaneutralen Wirtschaft und Gesellschaft im Jahr 2050: Fuel-Switch und Content-Switch



<sup>12</sup> Vgl. Dena (2016): Potenzialatlas Power to Gas.

<sup>13</sup> Vgl. Forschungszentrum Jülich (2012): Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit Wasserstoff.

## Glossar

**Power-to-Gas:** Power-to-Gas bezeichnet die Umwandlung von erneuerbarem Strom per Elektrolyse in Wasserstoff bzw. Methan. Strom aus Windkraft- und Sonnenenergieanlagen kann so in großen Mengen gespeichert und transportiert werden.

**Bruttostromverbrauch:** Der Bruttostromverbrauch entspricht der produzierten Gesamtstrommenge innerhalb einer bestimmten räumlichen Definition, die aus allen dort zu Verfügung stehenden Quellen erzeugt wurde (Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Erdöl usw.), zuzüglich Einfuhren, abzüglich Ausfuhren.

**Biomethan bzw. synthetisches Methan:** Als Biomethan bzw. synthetisches Methan wird Methan bezeichnet, das keinen fossilen Ursprung hat, sondern mithilfe technischer Verfahren gewonnen wird. Zu den besonders wegweisenden Verfahren der letzten Jahre zählt die Power-to-Gas-Technologie: Hierfür wird zuerst mit Strom aus erneuerbaren Energien per Elektrolyse Wasserstoff erzeugt. Anschließend wird der Wasserstoff zusammen mit CO<sub>2</sub> zu Methan weiterverarbeitet, das sich in seinen Eigenschaften kaum von fossilem Erdgas unterscheidet.

**Wärmemarkt:** Der Begriff steht für den Markt für Energieträger, die rein zur Wärmeerzeugung und -versorgung verwendet werden.

**Well-to-Wheel-Ansatz:** Gesamtsystemischer Bewertungsansatz von Antriebstechnologien „vom Bohrloch bis zum angetriebenen Rad“ als Analyse der Gewinnung und Bereitstellung eines Energieträgers bzw. eines Treibstoffs bis zur Umwandlung in Bewegungsenergie. Der Fokus liegt hierbei auf der Ermittlung aller direkten und indirekten Emissionen über den kompletten Weg der Bereitstellung eines Energieträgers („CO<sub>2</sub>-Fußabdruck“).

## Literaturverzeichnis

**BMWi (2017):** Dossier Erneuerbare Energien.

**Dena (2016):** Potenzialatlas Power to Gas.

**DVGW (2017):** Abschlussbericht: Die Rolle von Power-to-Gas im Kontext der Energiewende.

**DVGW et al. (2016):** Potenzialanalyse LNG – Einsatz von LNG in der Mobilität, Schwerpunkte und Handlungsempfehlungen für die technische Umsetzung, Essen u. a. O.

**Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (2014):** Potentiale von Erdgas als CO<sub>2</sub>-Vermeidungsoption.

**Forschungszentrum Jülich (2012):** Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit Wasserstoff [http://juser.fz-juelich.de/record/136392/files/Energie%26Umwelt\\_144.pdf](http://juser.fz-juelich.de/record/136392/files/Energie%26Umwelt_144.pdf) [letzter Zugriff 10.04.2017].

**Kern, Michael / Raussen, Thomas (2015):** Biogas-Atlas 2014/15. Witzenhausen-Institut, Witzenhausen.

**Umweltbundesamt (2017):** Pressemitteilung 09/2017 vom 20.03.2017.

**Umweltbundesamt (2017):** Emissionssituation, Stand März 2017.

**Initiative Zukunft Erdgas (2016):** Vorkettenemissionen: [www.zukunft-erdgas.info/politik/studien/vorkettenemission](http://www.zukunft-erdgas.info/politik/studien/vorkettenemission)



# Die Energiewende braucht die Speicherfunktion der Gasinfrastruktur

Gase und das Gasnetz bieten nach heutigem Stand der Technik umfangreiche Energiespeicherungspotenziale für die Energiewende, sowohl für die mittel- als auch für die langfristige und saisonale Speicherung von Energie. Die Speicher- und Transportierbarkeit von Gasen macht sie außerdem zu einer wichtigen Option für Klimaschutz in den Bereichen Mobilität, Strom und Wärme.

## Erneuerbare Stromerzeugung: zwischen Abregelung von Wind- und Sonnenstrom und Flankierung durch klimaschädliche Kohlekraftwerke

Ein Element ambitionierten Klimaschutzes ist der Ausbau volatiler erneuerbarer Stromerzeugung in Form von Windkraft- und Solaranlagen. Doch auch bei hohen Ausbauraten von erneuerbaren Energien kann wetterbedingt immer wieder zu wenig erneuerbarer Strom verfügbar sein, auch über längere

Zeiträume hinweg. Die dann erforderlichen Kapazitäten zur Deckung der sogenannten **Residuallast** (s. Abb. 1, Fläche A) können aus unterschiedlichen Quellen zur Verfügung gestellt werden, heute sind es überwiegend klimaschädliche Kohlekraftwerke. Hier muss im ersten Schritt ein Wechsel (**Fuel-Switch**) hin zu deutlich klimafreundlicheren Brennstoffen, insbesondere zu Erdgas, einsetzen, um die kurz- und mittelfristigen Klimaschutzziele für den Stromsektor und darüber hinaus auch für andere Sektoren noch erreichen zu können.

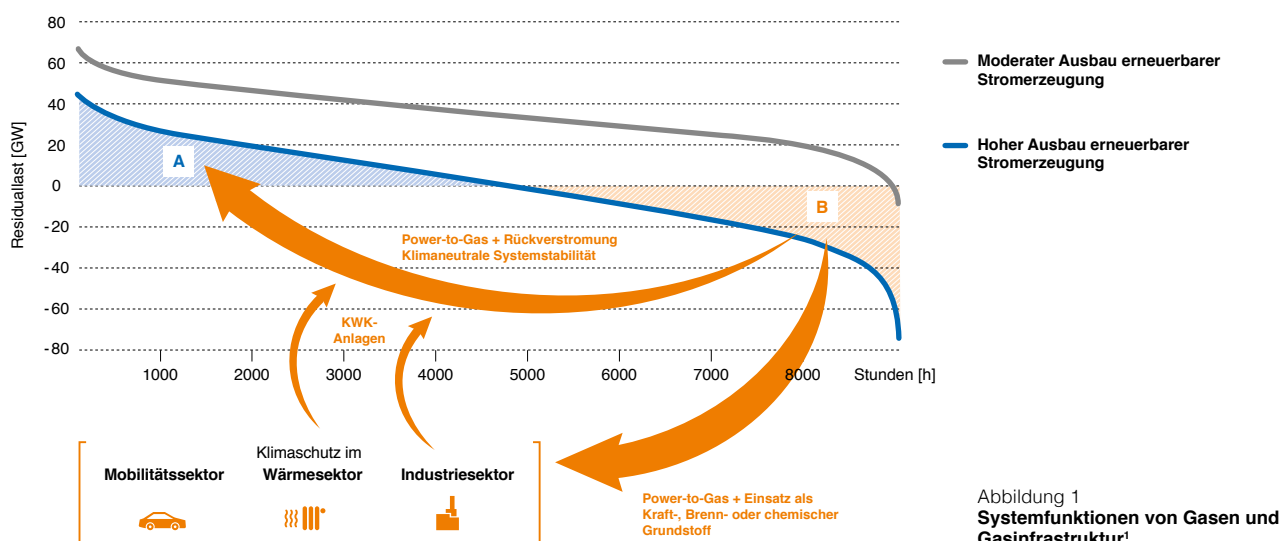


Abbildung 1  
Systemfunktionen von Gasen und Gasinfrastruktur<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Quelle: eigene Darstellung.

Strom aus Wind- oder Sonnenenergie kann nicht immer vollständig im klassischen Stromsektor verbraucht werden (s. Abb. 1, Fläche B) – aktuell vor allem aufgrund von bestehenden Netzengpässen, systemisch dauerhaft aufgrund des bereits heute kaum noch aufholbaren Rückstandes des Stromnetzausbaus gegenüber dem Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung. Dies verdeutlicht die Gegenüberstellung des geplanten Stromnetzausbaus und des bisher tatsächlich umgesetzten Ausbaus des Stromnetzes in Abbildung 2.

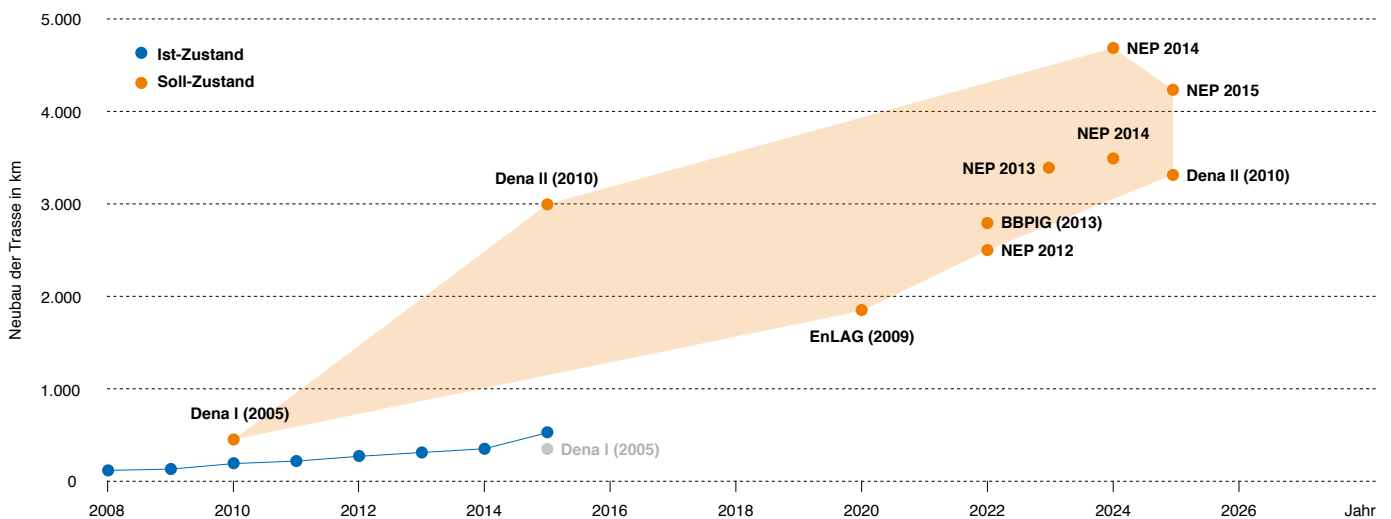
Die heute praktizierte Abregelung erneuerbaren Stroms, der nicht durch das Stromnetz aufgenommen werden kann, ist volkswirtschaftlich und ökologisch unbefriedigend – schließlich werden zu anderen Zeiten und an anderen Stellen des Energiesystems bzw. in anderen Sektoren gleichzeitig noch stark klimaschädliche Brenn- und Treibstoffe wie Kohle, Erdöl, Benzin und Diesel eingesetzt.

Hätte man allein die im Januar und Februar 2017 abgeregelte Strommenge aus Windenergieanlagen (Redispatch) von circa 10 TWh in Wasserstoff umgewandelt (= 7 TWh)<sup>3</sup> und ins Gasnetz eingespeist (vgl. unterer Pfeil in Abbildung 1), könnte schon jetzt beispielsweise der Block R des Braunkohlekraftwerks Lippendorf mit einer Jahresstromerzeugung von 5,6 TWh vollständig abgeschaltet werden. Hierdurch hätten sofort 11,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>, 14.000 Tonnen Schwefeldioxide sowie 8.000 Tonnen Stickoxide und 100 Tonnen Feinstaub eingespart werden können.

### Die Energiewende stellt hohe Anforderungen an „Flexibilitätsoptionen“

Um in Zeiten geringer erneuerbarer Stromerzeugung Systemstabilität klimafreundlich gewährleisten zu können, stehen mehrere „Flexibilitätsoptionen“ zur Verfügung.<sup>4</sup> Neben der dringend notwendigen klimapolitischen Selbstverständlichkeit eines Fuel-Switch, also von Kohle und Erdöl zu Gas, können Importe und Nachfrageverlagerungen (Demand-Side-Management) für Entlastung sorgen.<sup>5</sup> Sie helfen allerdings nur kurzfristig und stellen keine systemdienlichen Alternativen dar, denn eine längere „Dunkelflaute“ kann so nicht sicher und kontinuierlich überbrückt werden: 2016 lag die Bruttostromerzeugung in Deutschland bei 648 Terawattstunden, der Bruttostromverbrauch bei 595 TWh.<sup>6</sup> Damit lag der durchschnittliche Wochenverbrauch bei 11,44 TWh. Zur Überbrückung einer „Dunkelflaute“ von drei Wochen, in der nahezu kein erneuerbarer Strom ins Netz eingespeist wird, müssten also mindestens rund 35 TWh bereitgestellt bzw. weniger verbraucht werden können. Demand-Side-Management (DSM) kann diese hohe und umfangreiche Flexibilität nicht dauerhaft zur Verfügung stellen. Zudem würde ein Ausweiten des real aktivierbaren DSM-Potenzials erhebliche Investitionskosten verursachen, die schwer in einem marktwirtschaftlichen System zu refinanzieren wären. Für die tatsächliche Nutzung rein theoretisch aktivierbarer DSM-Kapazitäten müsste zudem die Existenz von gut ausgebauten Kommunikations- und Steuerungsinfrastrukturen wie Smart Grids, Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung mit höchsten Sicherheitsstandards etc. mit dem Vorhandensein attraktiver wirtschaftlicher Anreize für das Bereitstellen ausgeglichener Flexibilität in der Industrie einhergehen. Dies ist zumindest kurz- und mittelfristig nicht zu erwarten. ▶

Abbildung 2  
Gegenüberstellung des geplanten und des bisher real umgesetzten Stromnetzausbaus<sup>2</sup>



<sup>2</sup> Vgl. Sterner, Michael, et al. (2014): Stromspeicher in der Energiewende.

<sup>3</sup> Der durchschnittliche Wirkungsgrad von Power-to-Gas-Anlagen beträgt rund 70 Prozent. Berücksichtigt man die Wärmeauskopplung, dann ist der Wirkungsgrad noch größer. Vgl. Dena (2013): Power to Gas. Eine innovative Systemlösung auf dem Weg zur Marktreife.

Die vorhandene Gasinfrastruktur hingegen kann diese großen Energiemengen durch ihre Speicherfähigkeiten und -volumina auch ad hoc zur Verfügung stellen (vgl. Abbildung 3).

Die Speicherung von Strom, also die zeitverschobene Nutzung der nicht verbrauchten erneuerbaren Strommengen (Fläche B) für Knappheitssituationen (Fläche A) stellt hierfür eine Lösung bereit. Eine Option zu diesem Zweck sind Pumpspeicher und Batteriespeicher. Doch diese Speicheroptionen stellen heute und auf absehbare Zeit keine ausreichende Lösung für eine Langzeitspeicherung bzw. für die saisonale Speicherung in größerem Umfang dar: Ihre Speichervolumina sind dafür zu gering. Gase und Gasspeicher sind hingegen für die langfristige und dauerhafte Speicherung großer Energiemengen geeignet: Gerade für Energiesysteme, in denen Energiemengen dezentral bereitgestellt werden, stellt die vorhandene Gasinfrastruktur eine effiziente und effektive dezentrale Speichermöglichkeit dar, die energiesystemweit für einen Ausgleich der Energiemengen sorgen kann. Die Flexibilitätsoption von Gasnetzen und Gasinfrastruktur ermöglicht es auch über größere Zeiträume, die Zeitpunkte volatiler Energieerzeugung und volatilen Energieverbrauchs zu entkoppeln und zugleich die Stromnetze zu stabilisieren.

Für die Verwendung im klassischen Stromsektor nicht verbrauchter Strommengen gibt es verschiedene Optionen, um Abregelungen erneuerbarer Energiemengen zu vermeiden: Exporte, temporäre Verbrauchssteigerungen oder der Einsatz von Strom im Wärme- und Mobilitätssektor. Eine weitere sinnvolle Alternative ist die Nutzung von Elektrolyseuren und weiterer Power-to-Gas-Technologien zur Herstellung erneuerbarer Gase aus überschüssigen Strommengen.

### **Gase und Gasinfrastruktur können Systemstabilität unter Nutzung heimischer Produktion aus erneuerbaren Energien bereitstellen und für effektiven und signifikanten Klimaschutz in allen Sektoren sorgen**

Der Weg der Sektorenkopplung bzw. des **Modal-Switch**, also der sektorenübergreifenden Nutzung der Infrastrukturen, hat erhebliche systemische Vorteile: Die Umwandlung von in großen Mengen verfügbarem erneuerbaren Strom in erneuerbare Gase ermöglicht die klimaneutrale Gewährleistung von Systemstabilität in einem System mit hohem Erneuerbaren-Anteil in der Stromerzeugung (vgl. den oberen Pfeil in Abbildung 1).

Die erforderlichen Mengen können allerdings auch importiert werden oder aus der Produktion von Biogasen stammen. In jedem Fall macht der Vergleich der Speichervolumina in Abbildung 3 deutlich, dass substantielle und langfristig verfügbare Speichermengen heute bereits durch Gase und die Gasinfrastruktur erbracht werden können. Aus Pumpspeicherkraftwerken und Batterien lassen sich heute lediglich 36 Minuten Gesamtenergieverbrauch (bei einer Maximallast von ca. 84 GW) in Deutschland überbrücken (vgl. Abbildung 3). Das ändert sich auch dann nicht wesentlich, wenn die potenzielle Speicherkapazität von Elektroautos mit einbezogen wird: Heutige Elektroautos im Kompaktwagensegment können etwa 20 kWh speichern, wenn ein Puffer von mindestens 20 Prozent der Ladekapazität, der in der Batterie verbleiben sollte, mit einberechnet wird. Bei einer Anzahl von einer Million Elektroautos stünden damit rein rechnerisch etwa 20 GWh Speicherkapazität zur Verfügung.<sup>7</sup> Würden eine Million Elektroautos gleichzeitig ans Stromnetz angeschlossen sein und ihre Speicherkapazität zur Verfügung stellen, könnten somit etwa 17:31 Minuten des durchschnittlichen Stromverbrauchs in Deutschland überbrückt werden.

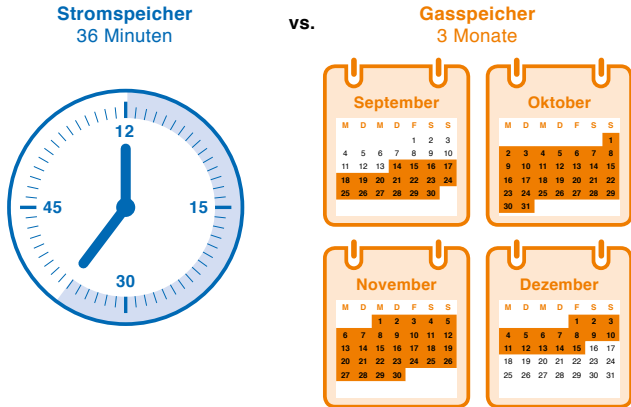
<sup>4</sup> BMWi (2016): Impulspapier Strom 2030. Langfristige Trends – Aufgaben für die kommenden Jahre.

<sup>5</sup> Allerdings setzt Demand-Side-Management umfassend ausgebaute Kommunikations- und Steuerungsinfrastrukturen wie beispielsweise Smart Grids und Datensicherheit voraus. Diese Vorbedingungen sind jedoch vielfach noch nicht gegeben.

<sup>6</sup> BMWi (2017): Dossier: Strommarkt der Zukunft.



**Vergleich der zeitlichen Speicherkapazität von Strom- und Gasspeichern**



Angenommen ist eine Maximallast von 84 GW.

Abbildung 3  
Zeitliche Speichervolumina von Strom- und von Gasspeichern im Vergleich<sup>8</sup>

Sektorenkopplung und erneuerbare Gase ermöglichen darüber hinaus auch einen Ansatz, um Energie in die Bereiche und Sektoren des Energiesystems zu bringen, in denen Klimaschutz mit rein elektrischen Lösungen schwer zu realisieren ist, und dort auch zu nutzen. Dazu zählen etwa der Schwerlastverkehr, der industrielle Verbrauch von Gasen als Grundstoff und für Prozesswärme sowie die Wärmeversorgung von Ballungsräumen mit hohem Altbaubestand. Dies zeigt der untere Pfeil in Abbildung 1.

**Vor diesem Hintergrund schreibt das Umweltbundesamt Power-to-Gas und anderen strombasierten Sektorenkopplungstechnologien eine elementare Rolle in der Energiewende zu.** Sie seien in vorher nie dagewesener Weise dazu in der Lage, Sektoren miteinander zu verknüpfen und somit als neue zusätzliche Stromverbraucher über das Medium Gas eine regenerative Energieversorgung aller Anwendungsbereiche zu ermöglichen.<sup>10</sup>

**Funktionen des Gasnetzes und der Gasinfrastrukturen für die Energiewende nutzbar machen**

Das Gasnetz und die Gasinfrastrukturen ermöglichen den Transport und die langfristige Speicherung klimaneutraler Gase, die in allen Sektoren des Energiesystems eingesetzt werden und damit zum Erreichen von Systemstabilität und Klimaschutzziele erheblich beitragen können. Die Energiepolitik sollte sich an dem systemweit gedachten Leitbild eines weitgehend klimaneutralen Energiesystems ausrichten und heute die Weichen dafür stellen, dass Gasnetz und Gasinfrastruktur hierzu ihren Beitrag leisten können. ▶

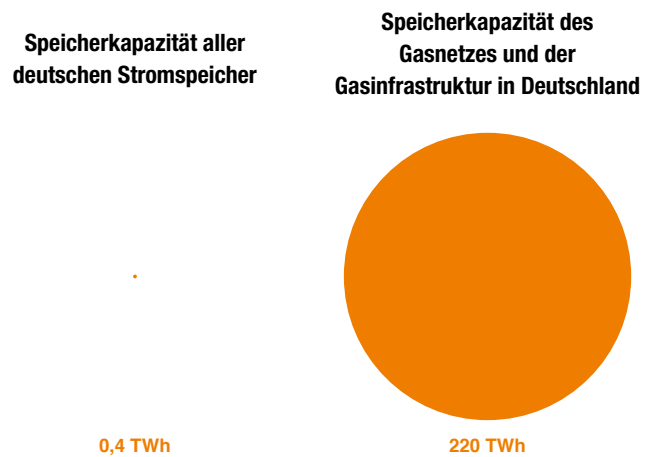


Abbildung 4  
Mengenmäßige Speichervolumina von Strom- und von Gasspeichern im Vergleich<sup>9</sup>

<sup>7</sup>Zum Vergleich: Die Kapazität der Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland liegt bei ca. 40 GWh. Darüber hinaus dürfte das reale Volumen der Speicher der Elektromobile sehr viel geringer sein. Es muss berücksichtigt werden, dass zu jedem Zeitpunkt ein Teil der Autos immer unterwegs ist und damit als Speicher ausfällt, viele Autos nicht mit einem intelligenten Lademanagementsystem verbunden sind und einige Autos an Standorten bzw. in Verteilnetzbereichen stehen, in denen sie das Energiesystem zu Zeitpunkten von besonders hoher oder besonders geringer Stromnachfrage nicht unterstützen können.

<sup>8</sup>Daten: Berechnung aus DVGW (2016): energie | wasser-praxis.

<sup>9</sup>Vgl. ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (2014): Power to Gas. Erzeugung von regenerativem Erdgas.

Um die Potenziale sektorenkoppelter Infrastrukturen, Anlagen und Technologien zur Erreichung der Treibhausgasreduktionsziele im Sinne einer bezahlbaren, effektiven und effizienten Energiewende zu nutzen, müssen die regulativen Rahmenbedingungen sektorenübergreifend vereinheitlicht werden. Es gilt, marktliche Anreize für Investitionen in CO<sub>2</sub> einsparende, systemdienliche und Flexibilität ermöglichende Technologien und Infrastrukturen zu schaffen. Hierbei sollte der Nutzung der existierenden Infrastrukturen ein Vorrang eingeräumt werden, sodass die Energiewende kosteneffizient und sozialverträglich vorangetrieben werden kann.

Damit bisher vergütete Strommengen, die nicht ins Stromnetz aufgenommen werden können und damit auch nicht nutzbar sind, zur Treibhausgasreduktion im Energiesystem beitragen können, muss der Umwandlung dieser Strommengen in Gase Vorrang eingeräumt werden. Hierbei gilt es, alle regulatorischen Hemmnisse, wie beispielsweise die energierechtliche Einstufung von Umwandlungstechnologien als Strom-Letztverbraucher, zu beseitigen. Nur so kann eine echte Energiewende mit einer umfassenden Sektorenkopplung ermöglicht werden.

Darüber hinaus sollten Power-to-Gas-Anlagen bis 2025 bzw. bis eine installierte Gesamtleistung von 1.000 MW aufgebaut ist, im Rahmen einer Technologieförderung international marktfähig gemacht werden. Somit kann diese Technologie systemdienlich eingesetzt und exportfähig weiterentwickelt werden. Dies senkt die Förderkosten der erneuerbaren Energien und macht zugleich den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und den dadurch induzierten Netzausbau effizient sowie volkswirtschaftlich kostengünstig und sozialverträglich.

## Glossar

**Dunkelflaute:** Eine Dunkelflaute wird in der Energiewirtschaft als Zustand bezeichnet, während dem Erneuerbare-Energien-Anlagen (vor allem Windkraft- und Photovoltaikanlagen) in einer Region wegen Flaute oder schwachen Windes und zugleich auftretender Dunkelheit bzw. sehr geringer Sonneneinstrahlung (beispielsweise aufgrund länger anhaltender starker Bewölkung) insgesamt keine oder nur geringe Mengen elektrischer Energie produzieren.

**Redispatch:** Unter Redispatch versteht man Eingriffe in die Erzeugungsleistung von Kraftwerken mit dem Ziel, Leitungsabschnitte vor einer Überlastung zu schützen. Droht an einer bestimmten Stelle im Netz ein Engpass bzw. kann dieser Netzabschnitt keine weiteren Energiemengen mehr aufnehmen, dann werden verschiedene Kraftwerke angewiesen, ihre Einspeisung zu drosseln. Zugleich müssen Anlagen jenseits des Engpasses ihre Einspeiseleistung erhöhen, um diese Schwankungen auszugleichen. Auf diese Weise wird ein Lastfluss erzeugt, der dem Engpass entgegenwirkt. In der Konsequenz wird seit geraumer Zeit regelmäßig die Leistung von Windkraftanlagen in Norddeutschland bei starkem Wind reduziert bzw. werden Anlagen abgeregelt, während im Süden Deutschlands konventionelle Kraftwerke ihre Leistung erhöhen müssen, um den dortigen Strombedarf zu decken.

**Residuallast:** Der Begriff Residuallast bezeichnet die in einem Elektrizitätsnetz nachgefragte Leistung abzüglich eines Anteils fluktuierender Einspeisung von nicht steuerbaren Kraftwerken wie zum Beispiel der Windkraftanlagen. Sie stellt also die Restnachfrage dar, welche von regelbaren Kraftwerken, auch für den Fall einer „Dunkelflaute“, gedeckt werden muss.

## **Literaturverzeichnis**

**ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (2014):** Power to Gas. Erzeugung von regenerativem Erdgas.

**BMWi (2017):** Dossier: Strommarkt der Zukunft.

**BMWi (2016):** Impulspapier Strom 2030. Langfristige Trends – Aufgaben für die kommenden Jahre.

**Dena (2013):** Power to Gas. Eine innovative Systemlösung auf dem Weg zur Marktreife.

**DVGW (2016):** energie | wasser-praxis.

**Sterner, Michael, et al. (2014):** Stromspeicher in der Energiewende.

**Umweltbundesamt (2016):** Integration von Power to Gas/ Power to Liquid in den laufenden Transformationsprozess.



# Das Gasnetz für die Energiewende und für effektiven Klimaschutz nutzen

Das deutsche Gasnetz ist flächendeckend ausgebaut und für die nächste Stufe der Energiewende bereit: In Zukunft können neben Erdgas auch wachsende Mengen aus erneuerbaren Energien erzeugten Wasserstoffs, Methans oder Biomethans in die vorhandenen Gasnetze eingespeist werden. Wird dieses Potenzial voll ausgeschöpft, lassen sich mit Erdgas und grünem Gas in mehreren Sektoren Treibhausgasemissionen so umfangreich einsparen, dass die Klimaschutzziele für die Jahre 2030 und 2050 erreicht werden können.

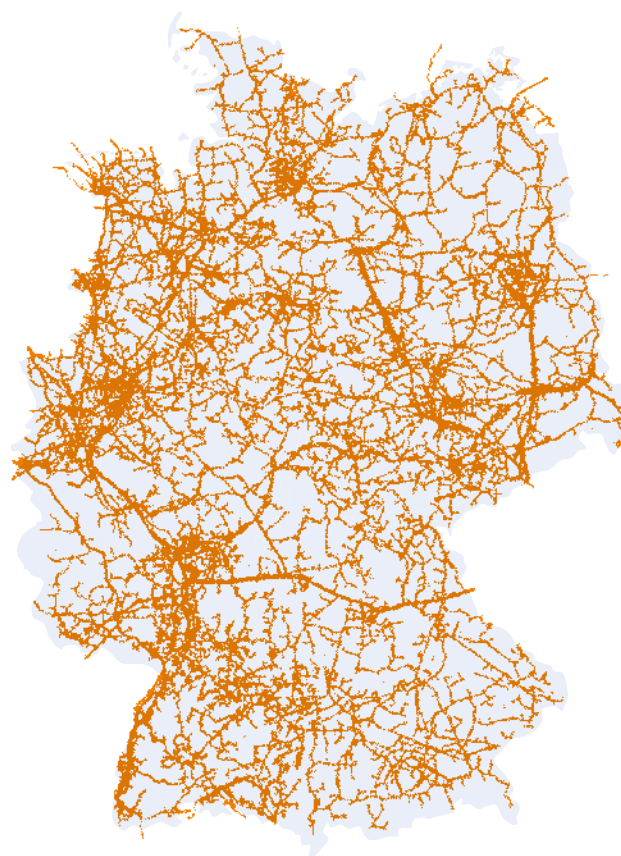
## Status quo: Das Gasnetz ist sehr gut ausgebaut und bereits Teil der Energiewende

Deutschland verfügt über eine sehr gut ausgebaute Gasinfrastruktur, die aus 50.000 km Hochdruckleitungsnetzen und 500.000 km Verteilnetzen besteht (siehe Abbildung). Die Rohrleitungssysteme ermöglichen jederzeit die Verteilung, den Transport und die sichere Lieferung der benötigten Gasmengen über weite Entfernungen für Gebäude und Haushalte, Industrie und Gewerbe sowie den Mobilitätssektor in ganz Deutschland. Darüber hinaus werden große Mengen an Gasen über deutsches Territorium in andere EU-Staaten geleitet. Damit trägt die Gasinfrastruktur erheblich zur transeuropäischen Vernetzung und zur Gewährleistung EU-weiter Systemstabilität bei.<sup>1</sup>

In den Ausbau, die Modernisierung und die Instandhaltung der Gasinfrastrukturen investierten die Gasnetzbetreiber in Deutschland allein im Jahr 2016 mehr als zwei Milliarden Euro.<sup>2</sup>

Das deutsche Gasnetz und die Gasinfrastrukturen ermöglichen nicht nur den Transport und die bedarfsgerechte Verteilung von Erdgas als Energieträger für die Versorgung der Sektoren, sondern darüber hinaus die Aufnahme immer größerer volatiler Strommengen aus erneuerbaren Energiequellen. Hierdurch entlastet das Gasnetz das Stromnetz und trägt so erheblich zur Systemstabilität der Netze im Zuge der Energiewende bei. Die deutschen Gasinfrastrukturen wie etwa Kavernen- und Porenspeicher speichern etwa 220 TWh Energie pro Jahr. Sie können damit mehr Energie einspeichern, als aus erneuerbaren Quellen in Deutschland im gesamten Jahr 2016 erzeugt wurde (192 TWh). Die deutsche Gasinfrastruktur transportiert jedes

## Das deutsche Gasnetz<sup>4</sup>



— Deutsches Gasnetz  
(dargestellt in der  
Druckstufe > 4 bar)

<sup>1</sup>BMWi, Dossier (2016): Konventionelle Energieträger: Erdgas. Heizen, speichern, Strom erzeugen: Eine vielseitige Energiequelle [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/konventionelle-energietraeger.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/konventionelle-energietraeger.html) [letzter Zugriff am 26.04.2017].

<sup>2</sup>Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2016): Monitoringbericht 2016.

<sup>3</sup>DVGW-Arbeitsblatt G 262.

<sup>4</sup>Quelle: eigene Darstellung.

Jahr circa 900 TWh Energie. Diese Transportleistung des Gasnetzes ist im Vergleich zum Transport der Energiemengen über das Stromnetz volkswirtschaftlich jedoch deutlich günstiger.

Das bestehende Gasversorgungsnetz in Deutschland kann derzeit nicht nur Erdgas aufnehmen, sondern ist bereits Teil der Energiewende, indem es Biomethan, vornehmlich aus der Landwirtschaft (2015: 8,3 Mio. kWh), mittels Power-to-Gas-Technologie aus erneuerbaren Quellen erzeugten Wasserstoff von bis zu zehn Volumen-Prozent<sup>5</sup> sowie aus grünem Wasserstoff erzeugtes Methan in unlimitierter Konzentration aufnehmen kann. Dieser Content-Switch – also das längerfristige Ansteigen des Anteils von grünen Gasen im Gasnetz – ist in Deutschland bereits im Gange und trägt parallel zum unmittelbar erforderlichen Fuel-Switch – also der Ablösung von Kohle und Erdöl durch Erdgas in der Energieversorgung – zusätzlich zur Treibhausgasreduktion in verschiedenen Sektoren bei. Rund 50 Prozent der Haushalte in Deutschland sind direkt an das Gasnetz angeschlossen. Dies stellt eine gute Grundlage für eine Weiterführung und Weiterentwicklung einer dezentralen Energieversorgung von morgen dar. Somit kann ein Großteil der Haushalte über die Gasinfrastrukturen perspektivisch – ohne zusätzliche Kosten für Heiztechnik und Infrastruktur – mit grünen Gasen versorgt werden.

### **Klimaschutz durch mehr grüne Gase im Gasnetz**

In Zukunft kann das Gasnetz durch den oben beschriebenen Content-Switch – also die kontinuierliche und signifikante Steigerung des Anteils aus erneuerbaren Quellen gewonnener grüner Gase am Gasgemisch im Gasnetz – zusätzlich erheblich dazu beitragen, die Klimaschutz- und Treibhausgasreduktionsziele in allen relevanten Sektoren für die Jahre 2030 und insbesondere auch 2050 zu erreichen.

Die Durchleitung von Biomethan durch das Gasnetz ist dabei heute gängige Praxis und technisch unproblematisch. Das Gleiche gilt für synthetisches Erdgas, also Methan, das durch die Weiterverarbeitung von aus erneuerbaren Energien erzeugtem grünem Wasserstoff hergestellt werden kann. Synthetisches Erdgas lässt sich ohne Anpassungen der Infrastrukturen in das vorhandene Gasnetz einspeisen – die Methanisierung des Wasserstoffes bindet darüber hinaus recyceltes CO<sub>2</sub> aus anderen industriellen Prozessen und trägt somit zusätzlich zum Klimaschutz bei. Eine Alternative ist die direkte Einspeisung und Durchleitung von aus erneuerbaren Energiequellen erzeugtem Wasserstoff durch das Gasnetz. Für Transport, Verteilung und Speicherung von größeren Anteilen von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen wird keine neu aufzubauende Wasserstoff-Infrastruktur benötigt, sondern hierfür kann das bestehende Gasnetz genutzt bzw. ohne größeren Aufwand umgerüstet werden.

Umfassende Felduntersuchungen in Schleswig-Holstein haben im Jahr 2015 gezeigt, dass das vorhandene Gasnetz auch für eine Beimischung von bis zu zehn Volumen-Prozent Wasserstoff grundsätzlich geeignet ist. Doch auch damit ist noch keine faktische Obergrenze für die Beimischung von Wasserstoff ins Gasnetz erreicht: Perspektivisch können längerfristig noch wesentlich höhere Wasserstoffanteile durch die vorhandene Gasinfrastruktur geleitet werden.<sup>5</sup>

Wären von der gesamten Windstromerzeugung in Deutschland 2016 im Umfang von 80 TWh nur 5 Prozent (also 16 TWh), bei einem durchschnittlichen Wirkungsgrad der Power-to-Gas-Anlagen von rund 70 Prozent, in Wasserstoff umgewandelt und ins Gasnetz eingespeist worden (= 11 TWh), dann hätte diese Energiemenge ausgereicht, um ein großes Braunkohlekraftwerk wie „Schwarze Pumpe“ mit einer Stromerzeugung von 11 TWh/Jahr abzuschalten. Hierdurch hätten sich 12,4 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>, 8.200 Tonnen Schwefeldioxide sowie 4.900 Tonnen Stickoxide und 169 Tonnen Feinstaub klimaschonend einsparen lassen.

Die Power-to-Gas-Technologie, welche die Umwandlung von erneuerbarem Strom in Wasserstoff ermöglicht, dürfte im Zuge der Energiewende in Deutschland und weltweit einen erheblichen Aufschwung erleben.<sup>6</sup> Im windreichen Norddeutschland demonstrieren bereits erste Projekte die Leistungsfähigkeit und Verlässlichkeit der Power-to-Gas-Technologie. Sie wandeln überschüssigen Windenergiestrom, der ansonsten abgeregelt werden müsste, in Wasserstoff und teilweise anschließend in Methan um. Das Methan wird direkt ins Gasnetz eingespeist und kann so zur Wärmeversorgung von Haushalten, zur Stromerzeugung in Kraftwerken oder für Industrieprozesse genutzt werden.

### **Ohne Nutzung moderner Gasinfrastruktur keine Energiewende in allen Sektoren**

Um im Sinne der Energiewende einen umfassenden Fuel-Switch und Content-Switch in allen Sektoren der Energiewende (Strom, Wärme, Verkehr) voranzutreiben und kosteneffizient sowie in hohem Umfang Treibhausgasemissionen zu reduzieren, wird eine leistungsfähige Gasinfrastruktur (und deren umfangreiche Nutzung) unbedingt benötigt. Sie ist das beste Medium zur effizienten Verbindung der Sektoren sowie zum Transport großer Energiemengen auch über die Sektorengrenzen hinweg. Gerade deshalb sollte weiter in das Gasnetz investiert werden, damit sein Potenzial als „Ermöglicher“ für eine sichere, klimaschonende und bezahlbare Energieversorgung von heute und morgen umfassend genutzt werden kann. Das Gasnetz bietet für die Sektorenkopplung und die dafür notwendigen diskriminierungsfreien, direkten Energieflüsse die beste Plattform: Es kann als „Drehscheibe“ für eine integrierte Energiewelt der Zukunft dienen. Damit stellt die Gasinfrastruktur ein überaus wertvolles volkswirtschaftliches „Asset“ dar, ►

<sup>5</sup>DVGW-Forschungsprojekt (2015): „Ermittlung der Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur und assoziierten Anlagen“.

<sup>6</sup>Dena (2016): Potenzialatlas Power-to-Gas.

das im Sinne einer effizienten und effektiven Realisierung der Energiewende intensiv genutzt und weiterentwickelt werden sollte. Die Gasnetzbetreiber haben die Herausforderungen zur Weiterentwicklung des Gasnetzes für die mittel- und längerfristige Aufnahme größerer Anteile von grünen Gasen erkannt und investieren schon heute in großem Umfang, um die Potenziale der Infrastruktur und der Technologie für die nächsten Schritte der Energiewende zu erschließen: Bis 2026 werden die Netzbetreiber mehr als 4,5 Milliarden Euro in den Ausbau, die Modernisierung und die Instandhaltung der Gasinfrastruktur in Deutschland investieren.<sup>7</sup>

Um eine moderne Gasinfrastruktur zu erhalten und sie verstärkt für die Energiewende zu nutzen, steuern und koordinieren die Gasnetzbetreiber zusammen mit der Bundesnetzagentur den Ausbau der Gasinfrastrukturen und lenken die Investitionen in Richtung einer effizienten und effektiven Sektorenkopplung. Hierfür passen sie regelmäßig den Netzentwicklungsplan Gas (NEP Gas), der wirksame Maßnahmen und Szenarien zur bedarfsgerechten Optimierung und Verstärkung bzw. zum bedarfsgerechten Ausbau des Gasnetzes sowie zur Gewährleistung der Systemstabilität in den nächsten zehn Jahren enthält, an sich verändernde Rahmenbedingungen an. Darüber hinaus umfasst der NEP Gas alle Netzausbaumaßnahmen, die in den jeweils folgenden drei Jahren durchgeführt werden müssen, um die Weichen für einen erfolgreichen Fuel-Switch und Content-Switch zu stellen.<sup>8</sup>

### **Eine sektorenübergreifende Energiewende braucht den passenden Rahmen**

Die bestehenden Gasnetze sind bereits heute ein unverzichtbarer Teil der Energiewende-Infrastrukturen. Sie sind systemisch komplementär zu einem von erneuerbaren Energien geprägten Stromsektor und stellen somit die physikalisch-technische Plattform für umfassende Treibhausgasreduktionen bereit. Gleichzeitig bieten sie Flexibilisierungsoptionen und tragen zur Optimierung des Infrastrukturausbaus bei.

Intensive Forschung, technische Weiterentwicklungen und umfassende Investitionen in die Gasinfrastruktur haben gezeigt, dass Gase und Gasnetze zur Reduktion von Treibhausgasen in allen Sektoren und damit zur Erreichung der Klimaschutzziele für die Jahre 2030 und 2050 einen erheblichen Beitrag leisten können. Bislang wird das Potenzial der Gasinfrastrukturen für die sektorenübergreifende Senkung der Treibhausgasemissionen allerdings nicht einmal ansatzweise ausgeschöpft.

Der regulatorische Rahmen der Energiewirtschaft muss daher dringend weiterentwickelt werden, da sich die traditionelle Trennung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität hier nach wie vor in sektorenspezifischen Regelungen, Instrumenten und Verantwortlichkeiten niederschlägt. Dies zu überwinden, ist eine der zentralen energiepolitischen Herausforderungen der kommenden Jahre. Sektor- und infrastrukturübergreifende Investitionen in Netze und Kopplungselemente werden andernfalls ausbleiben.

In diesem Zusammenhang sollte auch die bislang strikt sektoral konzipierte und ausgearbeitete Netzentwicklungsplanung für Strom und Gas grundlegend reformiert und modernisiert werden. Statt eines NEP Strom und eines parallel fortgeschriebenen NEP Gas sollte künftig ganz im Sinne einer sektorenübergreifenden Energiewende ein gemeinsamer Netzentwicklungsplan für die zentralen Netzinfrastrukturen erarbeitet werden. Hierbei muss auch wesentlich umfangreicher als bisher die Zunahme von regenerativ erzeugten Energiemengen berücksichtigt werden, die als grüne Gase durch die Gasnetze transportiert und verteilt oder längerfristig gespeichert werden.

<sup>7</sup> Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2016): *Monitoringbericht 2016*, S. 274.

<sup>8</sup> Bundesnetzagentur (2017): *Netzentwicklungsplan Gas 2016–2026*.

## Glossar

**Hochdruckleitungsnetze:** Hochdruckleitungsnetze oder auch Fernleitungsnetze sind Pipelines bzw. Rohrleitungssysteme mit einer Gesamtlänge von 50.000 km in Deutschland und einem Durchmesser von bis zu 140 cm, durch die große Gasmengen transportiert werden. Mit einem hohen Druck von bis zu 100 bar wird darin Gas über weite Entfernungen transportiert. Im Abstand von 100 bis 200 Kilometern sorgen Verdichterstationen dafür, dass der hohe Druck auch über sehr weite Distanzen stabil bleibt, sodass das Gas in den Rohrsystemen mit einer Geschwindigkeit von ca. 10 m/s strömt. Das entspricht 36 km/h. Die Definition für Hochdruck liegt hier bei über 4 bar Druck.

**Netzentwicklungsplan Gas (NEP Gas):** Das Energiewirtschaftsgesetz verpflichtet die Fernleitungsnetzbetreiber, jedes Jahr einen gemeinsamen, deutschlandweiten Netzentwicklungsplan (NEP) zu erstellen. Der Plan muss alle wirksamen Maßnahmen zur bedarfsgerechten Optimierung, Verstärkung und zum bedarfsgerechten Ausbau des Netzes sowie zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit enthalten, die in den nächsten zehn Jahren für einen sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb netztechnisch erforderlich sind. Der Entwurf des NEP Gas durchläuft eine öffentliche Konsultationsphase und muss nach einer eventuellen weiteren Überarbeitung durch die Bundesnetzagentur genehmigt werden.

**Verteilnetz:** Das Verteilnetz ist ebenfalls ein Pipeline- bzw. Rohrleitungssystem und stellt den zweiten Teil des Gasnetzes dar. Es umfasst insgesamt 500.000 km in Deutschland. Ist das Gas durch das Fernleitungsnetz in der Region seiner Bestimmung angekommen, wird es durch Verteilnetze weiter zum Verbraucher geleitet. Diese Systeme werden mit einem Druck von 0,1 bis 16 bar betrieben.

## Literaturverzeichnis

**BMBF-Förderprogramm** „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“

**BMWi, Dossier (2016):** Konventionelle Energieträger: Erdgas. Heizen, speichern, Strom erzeugen: Eine vielseitige Energiequelle [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/konventionelle-energetraeger.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/konventionelle-energetraeger.html)  
[letzter Aufruf: 26.04.2017]

**Bundesnetzagentur/Bundeskartellamt (2016):** Monitoringbericht 2016.

**Bundesnetzagentur (2017):** Netzentwicklungsplan Gas 2016–2026.

**Dena (2016):** Potenzialatlas Power-to-Gas.

**DVGW-Arbeitsblatt G 262.**

**DVGW-Forschungsprojekt (2015):** „Ermittlung der Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur und assoziierten Anlagen“.



# Grüne Gase aus Wind, Sonne und Biomasse – effektiver Klimaschutz mit Power-to-Gas, Biomethan und Biogas

Um die ambitionierten Klimaschutzziele für alle Sektoren wirklich zu erreichen, müssen sich vor allem nach 2030 klimafreundliche Innovationen in den Bereichen Strom- und Energiespeicherung, Flexibilisierung von Angebot und Nachfrage sowie Power-to-Gas-Technologien auf dem Markt etabliert haben und flächendeckend genutzt werden. Gerade Power-to-Gas-Technologien ermöglichen eine hochflexible Erzeugung und Bereitstellung von grünen Gasen. Mit Power-to-Gas „kann Gas also auch flexibel grün“. Dies gilt bereits heute schon für die Biomethaneinspeisung.

## Grüne Gase sind zur Vollendung der Energiewende dringend erforderlich und wirken als Medium der Sektorenkopplung

Erdgas war mit einem Anteil von 22,3 Prozent im Jahr 2016 nach Mineralöl der zweitwichtigste Primärenergieträger im gesamten deutschen Energiemix.<sup>1</sup> Erdgas ist darüber hinaus weit vor allen anderen gasförmigen Energieträgern das meistverbrauchte Gas in Deutschland.

Da bei der Verbrennung von Erdgas nur moderate Mengen Treibhausgas ausgestoßen werden (im Vergleich z. B. zu Heizöl sind es rund 25 Prozent weniger Treibhausgasemissionen), kann und sollte bereits heute ein bedeutender Klimaschutzeffekt erzielt werden, wenn Erdgas die deutlich klimaschädlicheren Brennstoffe Kohle, Heizöl, Benzin und Diesel im Strom-, Wärme- und Mobilitätssektor sowie bei Industrieanwendungen ersetzt. Daher ist ein derartiger **Fuel-Switch** der erste, unmittelbar notwendige große Schritt, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Langfristig bedeuten die Pariser Klimaschutzbeschlüsse von Ende 2015 jedoch, dass Erdgas weitgehend durch treibhausgasneutrale Gase ersetzt werden muss. Auch der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung postuliert den vermehrten Einsatz von grünen Gasen. Doch welche grünen Gase stehen für diesen **Content-Switch** zur Verfügung?

## Biomethan, grüner Wasserstoff und synthetisches Methan: Gase mit ausreichendem Potenzial für die Vollendung der Energiewende

Grundsätzlich können nach dem derzeitigen Stand der Technik vier erneuerbare Gasarten erzeugt werden:

- **Biogas**, das durch die Vergärung von Biomasse gewonnen wird.
- **Biomethan**, das aus Biomasse hergestellt wird. Dabei wird Biogas auf „Erdgasqualität“ aufbereitet und sein Brennwert an den von Erdgas angepasst, damit es unbegrenzt ins Gasnetz eingespeist werden kann.
- **grüner Wasserstoff**, der durch Einsatz von erneuerbarem Strom in Power-to-Gas-Anlagen erzeugt wird. Elektrolyseure spalten dabei Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff. Der Wasserstoff kann derzeit in Volumenkonzentrationen im einstelligen Prozentbereich in das bestehende Gasnetz eingespeist werden, da die Vermischung mit anderen Gasen gerade für viele industrielle Anwendungen in Tests als unkritisch eingestuft werden konnte.<sup>2</sup>
- **synthetisches Methan**, das durch die Veredelung von grünem Wasserstoff gewonnen wird. Für die Aufbereitung zu Methan muss Wasserstoff mit Kohlenstoff gebunden werden.<sup>3</sup> Dabei kann das dafür benötigte CO<sub>2</sub> aus Emissionsquellen wie Kraftwerken oder aus der Industrie genutzt und damit recycelt werden, sodass eine geschlossene CO<sub>2</sub>-Kreislaufwirtschaft aufgebaut werden kann und THG-Emissionen vermieden werden.

<sup>1</sup> Vgl. AGEBA (2016): *Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2016*.

<sup>2</sup> Vgl. die zunehmende Ausnutzung der Gasbeschaffensvorgaben der G 260 in DVGW (2014): *Untersuchung der Auswirkungen von Gasbeschaffensänderungen auf industrielle Anwendungen*.

<sup>3</sup> Zusätzlich sind weitere chemische Veredelungen und Anwendungen des durch die Power-to-Gas-Technologie aus Strom erzeugten Wasserstoffs möglich. Beispielsweise können im Bereich Luftverkehr durch den Einsatz von Wasserstoff oder von aus Wasserstoff über das „Fischer-Tropsch-Verfahren“ erzeugtem Kerosin die Treibhausgasemissionen langfristig stark reduziert werden.



**Biogas oder Biomethan:** Derzeit liefern die ca. 9.000 in der Regel EEG-geförderten Biogasanlagen in Deutschland eine Leistung von etwa 4.166 Megawatt elektrisch.<sup>4</sup> Das in ihnen erzeugte Biogas wird hauptsächlich direkt vor Ort und somit vollkommen dezentral in KWK-Anlagen eingesetzt. Ein kleinerer Teil der 2015 erzeugten Biogasmenge in Höhe von rund 774 Millionen Nm<sup>3</sup> wird weiterverarbeitet und als Biomethan in die vorhandene Gasinfrastruktur eingespeist.<sup>5</sup>

Biogas ist damit das mengenmäßig heute absolut dominierende grüne Gas. Es wird dauerhaft einen Beitrag zur Dekarbonisierung liefern können, auch nach dem Ende des EEG-Förderzeitraums für die entsprechenden Anlagen. Voraussetzung sind für Letzteres allerdings intelligente und systemdienliche Nutzungskonzepte sowie regulatorisch unterstützende Rahmenbedingungen.

Die im Inland erzeugbare Menge von Biogas ist aufgrund der begrenzten Flächen für die Erzeugung von Substratpflanzen beschränkt. Jedoch können durch Repoweringmaßnahmen die Anlagen so optimiert werden, dass die energetische Leistung steigt, ohne mehr Substrate einsetzen zu müssen. Ebenso kann Biogas aus ungenutzten industriellen und kommunalen Abfällen gewonnen werden, allerdings ist der Umfang mit 421 Millionen Kubikmeter/Jahr Methan aus ungenutzten Abfällen im Vergleich zu ca. 10 Milliarden Kubikmeter/Jahr Methan aus nachwachsenden Substratpflanzen sehr gering.<sup>6</sup> Mit einem regulatorischen Rahmen, der eine systemstabilisierende Nutzung der auslaufenden Biogasanlagen anreizt, könnte das bestehende Potenzial der Nutzung von Abfällen gehoben werden. Durch sog. Pooling können die dezentralen 9.000 Anlagen intelligent zusammengeschlossen werden und als virtuelles Kraftwerk sowohl den Kurzfristhandel unterstützen als auch Regelleistung bereitstellen. Damit können Biogasanlagen einen erheblichen Beitrag dazu leisten, das Stromsystem bei flexibler Nachfrage und dezentraler Erzeugung zu stabilisieren.

Ebenso ist der Import von Biogasen denkbar, um dieses grüne Gas umfangreicher nutzen zu können. Allerdings könnte Biogas im Kontext einer globalen Energiewende vielerorts ein knappes Gut werden, sodass Importmengen längerfristig gering und Importpreise hoch sein könnten. Darüber hinaus steht der Anbau von Biomasse auch in anderen Ländern in Nutzungskonkurrenz insbesondere zur Nahrungsmittelproduktion, was ebenfalls die importierbaren Mengen begrenzt.

**Grüner Wasserstoff:** Erneuerbare Stromerzeugung wird generell immer kostengünstiger. Die netzbedingten Abregelungen heute sowie perspektivisch und regional auch die phasenweise wetterbedingte Erzeugung großer Mengen erneuerbaren Stroms in höherem Umfang als dem der Stromnachfrage sprechen eindeutig für die umfassendere Nutzung von Power-to-Gas-Technologien.

Erneuerbarer Strom kann unter diesen Bedingungen in absehbarer Zeit preiswert oder bei Stromüberschuss sogar kostenlos zur Erzeugung von grünem Wasserstoff eingesetzt werden. Die Erzeugungskosten von grünem Wasserstoff sinken dabei durch die Weiterentwicklung der Elektrolýsetechnologie und die Steigerung der Auslastung der Power-to-Gas-Anlagen immer weiter. Mit Blick auf die Kosten der Energiewende und die gesamtsystemischen CO<sub>2</sub>-Vermeidungs-Kosten ist aber eine Betrachtung der volkswirtschaftlichen Gesamtkosten entscheidender: Die Kosten der Gesteuerung und Nutzung von Wasserstoff als Energieträger sind in diesem Kontext schon heute häufig niedriger als die aggregierten Kosten für den Stromnetzausbau und die Speicherung von Strom. Dadurch, dass die Gasverteilnetz-Infrastruktur für die Aufnahme von grünem Wasserstoff bereits vorhanden ist, können durch die Umwandlung von ansonsten abzuregelndem EE-Strom zusätzlicher Stromnetzausbau und die damit verbundenen Kosten eingespart werden. Dies ist gerade auch deshalb von Bedeutung, weil in den Regionen, in denen schon heute regelmäßig EE-Anlagen abgeregelt werden müssen, der Stromnetzausbau sukzessive ineffizienter wird, d. h. das Stromnetz zu hohen Kosten für den Fall der vollen Einspeiseleistung der angeschlossenen EE-Anlagen dimensioniert wird, der nur selten eintritt. Damit steigen die Kosten je im Stromnetz transportierter Kilowattstunde immer stärker an. Im Fall der Einspeisung von grünem Wasserstoff kann hingegen das bereits vorhandene Gasverteilnetz genutzt werden und damit zum Content-Switch, also der kontinuierlichen Erhöhung des Anteils grüner Gase im Gasnetz, beitragen. ►

**Lernkurve: Gesteuerungskosten von Wasserstoff durch Power-to-Gas**

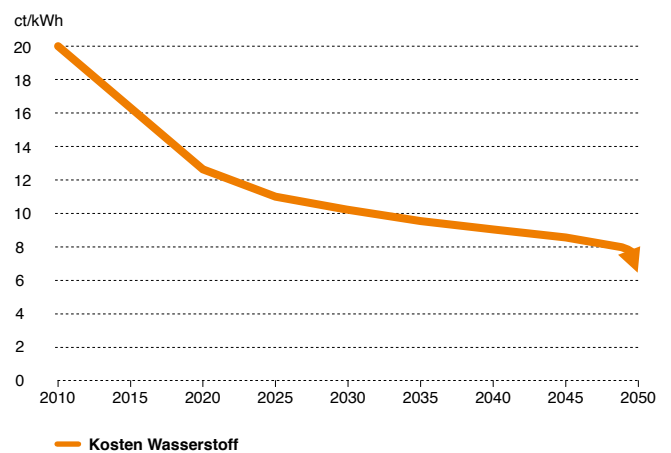


Abbildung 1  
Perspektivisch sinkende  
Wasserstoffgestehungskosten<sup>7</sup>

<sup>4</sup> Vgl. Fachverband Biogas (2016): Prognose der Branchenentwicklung 2016.

<sup>5</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (2016): Monitoringbericht 2016.

<sup>6</sup> Vgl. DVGW (2014): Einsatz von industriellen und kommunalen Abfallstoffen für die Biogaseinspeisung.

<sup>7</sup> DVGW (2016): Untersuchung der Potenziale von Wasserstoff für die Integration von Verkehrs- und Energiewirtschaft.

Es zeigt sich zudem, dass Power-to-Gas-Technologien vor erheblichen Kostendegressionen stehen. Darüber hinaus wird deutlich, dass grüner Wasserstoff in absehbarer Zeit wettbewerbsfähig werden kann. Berechnungen zur Kostendegression der Erzeugung von Wasserstoff durch Power-to-Gas führen auch bei unterschiedlichen Systemkonzepten und Nennleistungsgrößen der Elektrolyseanlagen zu ähnlichen Ergebnissen hinsichtlich der spezifischen Investitionskosten. Die Gesteigungskosten bewegen sich zwischen 3,70 und 5,12 Euro/kg H<sub>2</sub> bei Strombezugskosten in Höhe von 40 Euro je MWh. Die Stromkosten für den Betrieb der Elektrolyse sind dabei ein ausschlaggebender Faktor für die Gesteigungskosten. Eine Erhöhung der Volllaststunden und fallende Strombezugskosten weisen damit die höchsten Gesteigungskostenreduzierungspotenziale auf, sodass für grünen Wasserstoff bei Stromkosten von 20 Euro je MWh bei 4.000 Volllaststunden der Elektrolyse-Anlage Wasserstoff-Gesteigungskosten von 8–11 ct/kWh resultieren (siehe Abbildung 1). Ebenso erlaubt ein Fortschreiten der Technologieentwicklung auf Zellebene zukünftig eine erhebliche Senkung der Herstellungskosten und damit auch der Nutzungskosten.<sup>8</sup>

Insbesondere in Norddeutschland dürften mit einem Anteil an der Windstromerzeugung an der Bruttostromerzeugung von 40,6 Prozent<sup>9</sup> perspektivisch immer wieder Situationen eintreten, in denen Elektrolyseure nicht transportierbaren oder anderweitig zu verbrauchenden Strom aufnehmen könnten. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass entsprechende Kapazitäten im weiteren Verlauf der Energiewende insbesondere entlang der Küsten aufgebaut werden. Darüber hinaus ist denkbar, dass grüner Wasserstoff zu einem global handelbaren Gut wird, das insbesondere in Ländern mit ausgezeichneten Erneuerbaren-Potenzialen erzeugt wird. Die lokale Verfügbarkeit von Wasser und die infrastrukturelle Anbindung an die Gasinfrastruktur für die Herstellung und Nutzung von grünem Wasserstoff mit Power-to-Gas-Anlagen stellen dabei die größten Herausforderungen und Restriktionen dar. Neben den EU-Staaten und an die EU angrenzenden Ländern weisen vor allem Tunesien, Schweden, Spanien und Großbritannien besonders geeignete Bedingungen wie ausreichende Wasserverfügbarkeit, unmittelbare Gasinfrastrukturanbindung und hohes Erneuerbaren-Potenzial auf. Die potenziellen EE-Strommengen in diesen Ländern reichen fast überwiegend aus, um die Transportkapazitäten des Wasserstoff-Imports über den Pipeline-Exportweg auszulasten. In verflüssigter Form könnte Wasserstoff zukünftig auch per Tank Schiffen aus sonnenreichen Regionen der arabischen Welt nach Europa transportiert werden.<sup>10</sup>

**Synthetisches Methan:** Der Vorteil synthetischen Methans besteht darin, dass es sich chemisch nicht von Erdgas unterscheidet und die vorhandene Infrastruktur einfach weiter- und

gleichzeitig im Sinne der Sektorenkopplung benutzt werden kann. So könnten Importe auch über das vorhandene Pipelinetz realisiert und damit die vorhandene Infrastruktur für die immer weitere Reduktion der THG-Emissionen voll genutzt werden. Auf diese Weise wird die Gesamtnutzung der Strom- und Gasnetze verbessert und damit ein wichtiges Element des Modal-Switch, also der sektorenübergreifenden Verbindung der Infrastrukturen, umgesetzt. Zudem bindet der sog. Methanisierungsprozess von Wasserstoff CO<sub>2</sub>, etwa aus Kraftwerken oder aus Industrieprozessen, das somit in Biogasmethananlagen recycelt werden kann und nicht emittiert wird.

### Grüne Gase als Ermöglicher für die Vollendung der Energiewende und der treibhausgasneutralen Innovationen

Für die Vollendung der Energiewende wird zunehmend die Erzeugung und Nutzung grüner Gase in Form biologischer und synthetischer Gase notwendig sein. Bereits heute besteht das Potenzial, je 10 Prozent der heute in Deutschland genutzten Gasmenge aus Biomethan, grünem Wasserstoff und durch die Nutzung alternativer und innovativer Technologien wie etwa der Methanherzeugung aus Algen mit Hilfe von Sonnenlicht im Inland zu erzeugen – die Tendenz ist stetig steigend, sodass sehr viel höhere Anteile in Zukunft möglich sein werden. Damit könnte ein erheblicher Beitrag zur Treibhausgasreduktion in Folge des Content-Switch erbracht werden. Weitere Mengen grüner Gase können unter Nutzung der vorhandenen Gasinfrastrukturen importiert werden. Wenn man die beim Fuel-Switch, also der Ablösung von Kohle und Erdöl in der Energieversorgung, entstehenden THG-Reduktionen sowie die durch das Recycling bei der Methanisierung von Wasserstoff vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen zusätzlich berücksichtigt, rückt eine treibhausgasneutrale Gasversorgung perspektivisch in greifbare Nähe. Die Bundesregierung sollte in der kommenden Legislaturperiode frühzeitig ein klares Signal für die hohe Relevanz der Steigerung des Anteils von grünen Gasen im Energiemix setzen und dafür den ordnungspolitischen Rahmen und die regulatorischen Rahmenbedingungen zügig entsprechend verändern. Konkret sollte etwa die Anreizregulierungsverordnung dahingehend modernisiert werden, dass die Errichtung von Power-to-Gas-Anlagen über die ARegV kostenseitig in Ansatz gebracht werden kann, sofern nachgewiesen werden kann, dass der Einsatz von Power-to-Gas-Anlagen volkswirtschaftlich günstiger ist als die Alternative, das jeweilige Stromnetz auszubauen. Außerdem würde die Einführung einer Mindestbeimischquote für treibhausgasfreie und strombasierte Kraftstoffe dazu führen, dass grüne Gase vermehrt bei der Erzeugung herkömmlicher Kraftstoffe eingesetzt und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen im Mobilitätssektor erheblich reduziert

<sup>8</sup> DVGW (2016): *Untersuchung der Potenziale von Wasserstoff für die Integration von Verkehrs- und Energiewirtschaft.*

<sup>9</sup> Vgl. Agentur für Erneuerbare Energien (2015): *Anteil der Windstromerzeugung an der Bruttostromerzeugung (2015, in %).*

<sup>10</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2016): *Klimaschutz und regenerativ erzeugte chemische Energieträger-Infrastruktur und Systemanpassung zur Versorgung mit regenerativen chemischen Energieträgern aus in- und ausländischen regenerativen Energien.*

werden könnten. Gerade mit Blick auf den Transport von schweren Lasten bei grenzübergreifenden Strecken sollten auch entsprechende regulatorische Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene entstehen, um den Einsatz von strombasierten Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien zu fördern. Grundsätzlich sollten die effiziente Kopplung der vorhandenen Infrastrukturen (also der Modal-Switch) und deren intelligente Nutzung Leitprinzip der Netzentwicklungsplanung werden. Zudem sollten bei der Ertüchtigung der Energie-Infrastrukturen echte Sektorenkopplungs-Infrastrukturen, die u. a. grüne Gase erzeugen, speichern oder transportieren können, bei gleichen Kosten den Vorrang gegenüber rein sektorialem Infrastrukturausbau haben. Auf diese Weise ließe sich sehr kosteneffizient und damit auch sozialverträglich die Weiterentwicklung der für die Vollendung der Energiewende und die Erreichung der Klimaschutzziele erforderlichen Infrastrukturen realisieren.

Die technologischen Lernkurven und damit zukünftige Kostenreduktionen sind hinsichtlich der Technologien, die grüne Gase erzeugen, noch lange nicht ausgeschöpft. Daher macht es Sinn, die Kostenreduktion und weitere Wirkungsgradsteigerung dieser Technologien durch zielgerichtete Förderprogramme zu unterstützen und zu beschleunigen. Stabile, wirklich technologieoffene Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten können wesentlich dazu beitragen, Deutschland darüber hinaus als Technologieführer einer exportfähigen Zukunftstechnologie im internationalen Wettbewerb zu etablieren.

## Glossar

**Bruttostromverbrauch:** Der Bruttostromverbrauch entspricht der produzierten Gesamtstrommenge innerhalb einer bestimmten räumlichen Definition, die aus allen dort zu Verfügung stehenden Quellen erzeugt wurde (Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Erdöl etc.), zuzüglich Einfuhren, abzüglich Ausfuhren.

**EEG:** Erneuerbare-Energien-Gesetz

**Synthetisches Methan:** Wasserstoff lässt sich mit chemischen Reaktionen in das brennbare Gas Methan ( $\text{CH}_4$ ) umwandeln, welches dann z. B. als synthetisches Erdgas in das Erdgasnetz eingespeist werden kann. Dieser chemische Prozess wird als Methanisierung bezeichnet.

**Wirkungsgrad:** Der Wirkungsgrad ist ein Maßstab für das Verhältnis des erreichten Nutzens einer technischen Anlage gegenüber dem eingesetzten Aufwand wie der Zufuhr von Energie. Ebenfalls wird das Verhältnis aus nutzbarer Energie bei gleich-

zeitiger Abgabe von Wärme zu eingesetzter Energie mit dem Wirkungsgrad beschrieben. Damit ist der Wirkungsgrad das Kriterium für die Effektivität des Prozesses einer technischen Anlage: Je höher er liegt, desto effektiver und umweltschonender arbeitet eine Anlage.

## Literaturverzeichnis

**AGEB (2016):** Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2016.

**Agentur für Erneuerbare Energien (2015):** Anteil der Windstromerzeugung an der Bruttostromerzeugung (2015, in %).

**Bundesnetzagentur (2016):** Monitoringbericht 2016.

**BMUB (2016):** Klimaschutzplan 2050.

**Dena Strategieplattform Power-to-Gas (2015):** Systemlösung Power to Gas. Chancen, Herausforderungen und Stellschrauben auf dem Weg zur Marktreife.

**DVGW (2014):** Einsatz von industriellen und kommunalen Abfallstoffen für die Biogaseinspeisung.

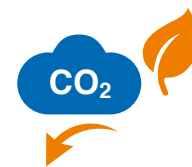
**DVGW (2016):** Untersuchung der Potenziale von Wasserstoff für die Integration von Verkehrs- und Energiewirtschaft.

**Fachverband Biogas (2016):** Prognose der Branchenentwicklung 2016.

**GP JOULE (2017):** Machbarkeitsstudie „Akzeptanz durch Wasserstoff“.

**IWES (2014):** Potenziale von Power-to-Gas Energiespeichern.

**Umweltbundesamt (2016):** Klimaschutz und regenerativ erzeugte chemische Energieträger-Infrastruktur und Systemanpassung zur Versorgung mit regenerativen chemischen Energieträgern aus in- und ausländischen regenerativen Energien.



# Mit Gaskraftwerken die Klimaschutzziele frühzeitig erreichen – kostengünstig und bei voller Systemstabilität

Durch einen Umstieg von Kohle auf Gas in der Stromerzeugung können große Mengen Treibhausgase sofort und kostenneutral eingespart werden. Denn Gaskraftwerke emittieren im Vergleich zu Kohlekraftwerken deutlich weniger Treibhausgase und können durch ihre flexible Betriebsweise effizient und optimiert mit erneuerbaren Energien kombiniert werden. Auch nach dem vollständigen Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie Ende 2022 können gesicherte Leistung und die erforderlichen Strommengen durch die Nutzung der vorhandenen Gaskraftwerke bereitgestellt werden – Braunkohleverstromung ist dann nicht mehr nötig.

## Der Status quo: der Stromsektor heute

Der Stromsektor ist mit rund 38 Prozent der größte Einzelversorger von Treibhausgas-(THG-)Emissionen in Deutschland. Obwohl der erneuerbare Anteil an der Stromerzeugung von Jahr zu Jahr steigt, nimmt seit 2010 auch der THG-Ausstoß im Stromsektor wieder zu. Dafür sind vor allem die Braunkohlekraftwerke verantwortlich. 2016 erzeugten sie knapp ein Viertel des Stroms in Deutschland.<sup>1</sup> Um diese Entwicklung zu korrigieren, braucht Deutschland dringend und zeitnah einen **Fuel-Switch** von der umfangreichen Kohleverstromung hin zur verstärkten Nutzung von Gaskraftwerken. Im Vergleich zu Kohlekraftwerken emittieren Gaskraftwerke deutlich weniger THG. Bei der Erzeugung einer Kilowattstunde Strom aus Gaskraftwerken wird durchschnittlich nur ein Drittel der Kohlendioxidmenge (CO<sub>2</sub>) emittiert, die ein Braunkohlekraftwerk ausstößt (vgl. Abbildung 1). Aufgrund ihrer flexiblen Betriebsweise und ihres hohen THG-Reduktionspotenzials sind Gaskraftwerke eine effiziente und optimale Ergänzung zu erneuerbaren Energien und damit ein wertvoller Bestandteil der Energiewende.

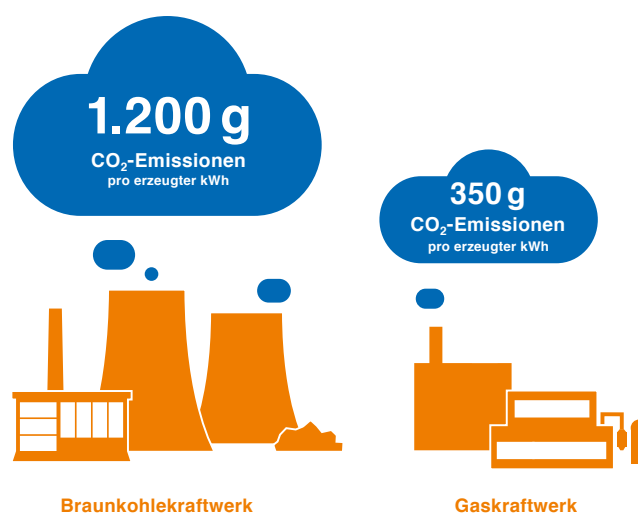


Abbildung 1  
Vergleich CO<sub>2</sub>-Emissionen von Braunkohle- und Gaskraftwerken<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vgl. AG Energiebilanzen (2016): Struktur der Stromerzeugung in Deutschland 2016. [www.ag-energiebilanzen.de/21-0-Infografik.html](http://www.ag-energiebilanzen.de/21-0-Infografik.html) [letzter Zugriff am 20.03.2017].

<sup>2</sup> Vgl. Markus Mohr, Andreas Ziolk, Dirk Gernhardt, Martin Skiba, Hermann Unger, Arko Ziegelmann (2013): Zukunftsfähige Energietechnologien für die Industrie: Technische Grundlagen, Ökonomie und Perspektiven.

Der Braunkohlekraftwerkspark entstand überwiegend in den 60er und 70er Jahren und besteht größtenteils aus Großkraftwerken, die an wenigen Standorten zentral betrieben werden. Im Gegensatz dazu fand der Zubau von Gaskraftwerken überwiegend in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren statt, wodurch ein moderner Gaskraftwerkspark mit Anlagen von hohen Wirkungsgraden entstanden ist. Diese Anlagen wurden zum großen Teil dezentral im urbanen Umfeld errichtet und verfügen über eine kombinierte Wärmeauskopplung. In Deutschland sind derzeit 27 Gigawatt Stromerzeugungskapazität in Gaskraftwerken installiert, in Braunkohlekraftwerken hingegen nur 22 Gigawatt.

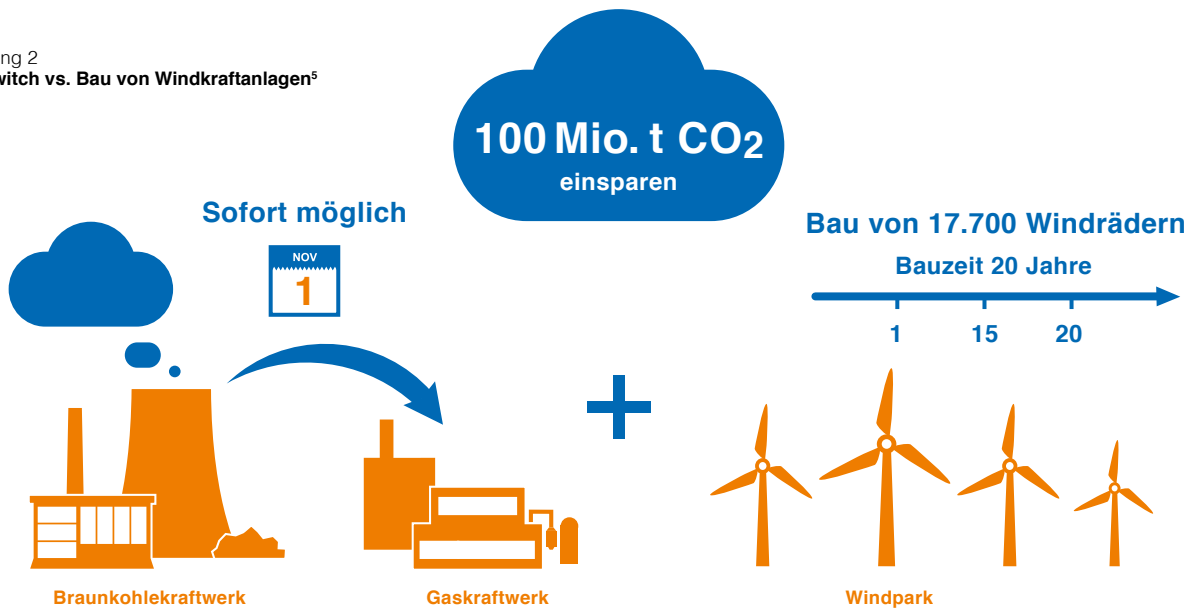
Durch einen Fuel-Switch von einer überwiegenden Braunkohleverstromung hin zu einer verstärkten Verstromung von Erdgas könnten die THG-Emissionen innerhalb sehr kurzer Zeit erheblich gesenkt werden. Damit würde das Erreichen der in Paris international und im Klimaschutzplan 2050 national vereinbarten Klimaschutzziele für den Stromsektor in greifbare Nähe rücken. Da moderne Gaskraftwerke mit ca. 350 Gramm je Kilowattstunde Stromerzeugung nur etwa ein Drittel der THG-Emissionen von älteren Braunkohlekraftwerken (1.200 g je Kilowattstunde) aufweisen (vgl. Abbildung 1), können durch einen solchen Fuel-Switch 12 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr reduziert werden. Durch einen 100-prozentigen Switch der Stromerzeugung aus Braunkohle (155 TWh) in die bestehenden Gaskraftwerke würden mehr als 100 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> jährlich eingespart.<sup>3</sup>

**Zum Vergleich: Ein Windrad mit einer Nennleistung von 3 Megawatt und einer Jahresstromerzeugung von 7,5 Millionen Kilowattstunden bei 2.500 Volllaststunden spart damit 5.650 Tonnen CO<sub>2</sub> jährlich ein. Das bedeutet: Würden 17.700 Windräder dieser Leistungsklasse mit einer Gesamtleistung von 53 Gigawatt gebaut, würden sie dieselbe Menge CO<sub>2</sub> einmalig einsparen.<sup>4</sup> Derzeit liegt der jährliche Zubau der Windenergie an Land bei etwa 4 Gigawatt und wird ab 2019 auf netto 2,5 Gigawatt pro Jahr sinken. Damit würde es 20 Jahre dauern, bis die Windkraftanlagen den gleichen Treibhausgas-minderungsbeitrag leisten, den Gaskraftwerke durch einen konsequenten Fuel-Switch schon heute erbringen können.**

**Gas und erneuerbare Energien sind in der Energiewende und beim Klimaschutz perfekte Partner. Durch den weiteren Ausbau von Sonnen- und Windenergie und den Fuel-Switch von Kohle zu Gas kann sofort eine signifikante Reduktion von Treibhausgasemissionen geleistet werden, die zudem eine langfristige Perspektive hat. Eine kontinuierlichere Auslastung der Gaskraftwerke von 27 GW kann erheblich zur Systemstabilität beitragen, denn sie stellen gesicherte Leistung zur Verfügung. Außerdem können Gaskraftwerke aufgrund ihrer flexiblen Betriebsweise die volatile Einspeisung durch erneuerbare Energien (z. B. aus Windkraftanlagen) kurzfristig und sicher ausgleichen.**

**Im Ergebnis bedeutet das: Durch die Kombination des weiteren Ausbaus von Sonnen- und Windenergie und den konsequenten, sofortigen Fuel-Switch können 20 Jahre** ▶

Abbildung 2  
Fuel-Switch vs. Bau von Windkraftanlagen<sup>5</sup>



<sup>3</sup> Insbesondere in den Verbrauchszentren in Nordrhein-Westfalen und in Süddeutschland sind nicht voll ausgelastete Gaskraftwerkskapazitäten in bedeutendem Umfang vorhanden, die für diesen Fuel-Switch genutzt werden könnten. Die Berechnung fokussiert sich auf die CO<sub>2</sub>-Einsparung, konkrete Standortfragen wurden nicht explizit betrachtet.

<sup>4</sup> Vgl. Wind-Energie (2017): Klimaschutz. [www.wind-energie.de/themen/natur-und-umweltschutz/klimaschutz](http://www.wind-energie.de/themen/natur-und-umweltschutz/klimaschutz) [letzter Zugriff am 31.03.2017].

**Klimaschutz gewonnen werden. Das Tempo der Treibhausgasreduktion steigt deutlich an und Deutschland holt seinen Rückstand auf dem THG-Reduktions-Pfad wieder auf. Die Klimaschutz- und Treibhausgasreduktionsziele Deutschlands rücken somit wieder in greifbare Nähe.**

### **Ein ineffektiver CO<sub>2</sub>-Emissions-Handel begünstigt die Kohleverstromung – ein Fuel-Switch von Kohle zu Gas verursacht keine zusätzlichen Kosten**

Kohle war in Deutschland bis in die 50er Jahre mit einem Anteil von etwa 90 Prozent der absolut dominierende Primärenergieträger in der Energieversorgung.<sup>6</sup> Bis heute hat sie ihre zentrale Rolle in der Stromversorgung erhalten. Die Emissionen im Stromsektor sind trotz erheblicher finanzieller Förderungen der erneuerbaren Energien (derzeit rund 29 Milliarden Euro pro Jahr) seit der Jahrtausendwende kaum gesunken, weil die Nutzung von Kohlekraftwerken weiterhin einen erheblichen Anteil an der Stromerzeugung einnimmt. Ein Grund dafür ist die Systematik der Zuteilung der Emissionszertifikate. Durch das europaweite Emissionszertifikate-Handelssystem (EU ETS) erhalten Kohlekraftwerke doppelt so viele THG-Zertifikate wie vergleichbare Gaskraftwerke. Zudem werden nur knapp 9 Prozent der Zertifikate verkauft, die restlichen Zertifikate werden kostenlos zugeteilt.<sup>7</sup> Eine Lenkungswirkung des Emissionshandels ist durch dieses Vorgehen nicht gegeben. Ein rascher Fuel-Switch von der Kohleverstromung zum verstärkten Einsatz von Gaskraftwerken würde dieses Dilemma ohne zusätzliche Kosten auflösen – ein gesamteuropäischer Konsens für eine effektive ETS-Reform wäre dafür nicht notwendig.

Gleichwohl muss die Systematik des Emissionshandels reformiert werden, denn bisher bietet sie mit Kosten von etwa 5 Euro für ein Zertifikat über den Ausstoß einer Tonne THG nahezu keinen Anreiz zur Emissionsreduktion. Um dem entgegenzuwirken, bieten sich verschiedene Maßnahmen an. Eine Möglichkeit wäre beispielsweise, die Anzahl der Zertifikate auf dem Markt in Abhängigkeit von der Zunahme der Ökostromproduktion stärker zu reduzieren als bisher geplant. Eine weitere Alternative besteht in der Einführung von THG-Mindestpreisen („Floor-Price“). Einige europäische Länder wie die Niederlande oder Großbritannien nutzen dieses Instrument bereits im Stromsektor. In Großbritannien wurde eine Energiesteuer eingeführt, die auf Primärenergieträger und Strom erhoben wird und das volatile Preissignal des EU ETS auf nationaler Ebene unterstützen soll. Ziel ist die Schaffung von Anreizen für Investitionen in kohlenstoffarme Kraftwerke. 2015 betrug der Preis für eine Tonne CO<sub>2</sub> 18,08 Britische Pfund (etwa 21,00 Euro).<sup>8</sup> Für Deutschland wäre ein hybrides System aus einer Mengen- und Preissteuerung denkbar. Der Wissenschaftliche Beirat der

Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) geht davon aus, dass der Mindestpreis für CO<sub>2</sub> in den OECD-Staaten 40–50 US-Dollar (etwa 37–47 Euro) pro Tonne CO<sub>2</sub> betragen müsste, um eine deutliche Lenkungswirkung zu entfalten. Darüber hinaus läge ein zusätzlicher Vorteil eines nationalen Mindestpreises darin, eine schnelle Planungssicherheit für Niedrigemissionstechnologien zu schaffen und so langfristige Lock-in-Effekte zu vermeiden.<sup>9</sup>

Ein zeitnaher Fuel-Switch, also die Ablösung insbesondere von Braunkohlekraftwerken durch die intensivere Nutzung vorhandener Gaskraftwerkskapazitäten, ist auch mit Blick auf die Situation nach 2022 dringend geboten.

**Wenn bereits in fünf Jahren das letzte Kernkraftwerk vom Netz geht, werden ansonsten hauptsächlich Braunkohlekraftwerke die gesicherte Leistung und die Strommengen bereitstellen, die bislang von den Kernkraftwerken erzeugt wurden. Damit würden die Treibhausgasemissionen im Stromsektor trotz des weiter voranschreitenden Ausbaus der erneuerbaren Energien wieder ansteigen.**

Gleichzeitig können nicht alle Kapazitäten ausschließlich durch Windkraftanlagen oder Solarparks ersetzt werden, da u. a. Flächennutzungsrestriktionen, Naturschutz und Abstandsregelungen die für entsprechende Anlagen zur Verfügung stehenden Flächen begrenzen und für einen ungesteuerten Zubau neuer Anlagen kaum gesellschaftliche Akzeptanz zu finden ist.

Der zunehmende Einsatz von Gas zur Stromerzeugung und die damit einhergehende Reduktion der Kohleverstromung ist daher ein wichtiger und einfach zu vollziehender Schritt, um die Ziele des Klimaschutzplans 2050 zu erreichen. Da die benötigten Gaskraftwerke bereits vorhanden sind und freie Kapazitäten aufweisen, entstünden durch den Fuel-Switch keine weiteren Kosten. Gleichzeitig könnten die Gaskraftwerke als kontinuierliche CO<sub>2</sub>-Reduktionstechnologie in der Energiewende dienen, indem der Anteil von durch sie genutztem grünem Gas sukzessiv erhöht und die THG-Emissionen fortschreitend reduziert werden könnten (Content-Switch). Anders als Kern- oder Kohlekraftwerke können Gaskraftwerke das schwankende Angebot erneuerbarer Energien aus Wind und Sonne sehr gut kompensieren, da sie sich rasch hoch- oder herunterfahren lassen.

Die Ablösung von Kohlekraftwerken durch Gaskraftwerke (Fuel-Switch) birgt schnell und kostengünstig gewaltige leicht erschließbare Klimaschutzpotenziale. Bereits ein Ersatz von 10 Prozent der Braunkohleverstromung durch Gaskraftwerke hätte 2016 eine Treibhausgaseinsparung von 10,9 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> erbracht, ein kompletter Fuel-Switch von Braunkohle zu Erdgas hätte entsprechend die klimaschädlichen Emis-

<sup>5</sup> Quelle: eigene Darstellung.

<sup>6</sup> Vgl. Agora Energiewende (2016): Was bedeuten Deutschlands Klimaszutzziele für die Braunkohleregionen?

<sup>7</sup> Vgl. Eurosolar (2008): Eine Kritik am Emissionshandel.

sionen um 108,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> reduziert. Damit würden in Deutschland bei einem Ausstoß von sektorenübergreifend 906 Millionen Tonnen THG im Jahr 2016<sup>10</sup> bereits innerhalb kürzester Zeit etwa 12 Prozent Treibhausgase zusätzlich eingespart. Die Bundesregierung hat sich als Ziel gesetzt, 40 Prozent der Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2020 einzusparen. Derzeit müsste der Ausstoß auf 751 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente reduziert werden. Allein durch einen vollständigen Fuel-Switch von der Kohleverstromung zum Einsatz von Gaskraftwerken würde dieses sektorenübergreifende Ziel schon nahezu erreicht. Die sektoralen Ziele würden sogar deutlich übertroffen.

Dieses Szenario zeigt einen elementaren und überaus wirkungsvollen Schritt in Richtung mehr Klimaschutz auf. Um den Fuel-Switch von Kohle und Erdöl zu Erdgas dauerhaft und effektiv erfolgreich zu vollziehen, muss jedoch auch ein weiterentwickeltes Emissionshandelssystem etabliert werden.

## Glossar

**Europaweites Emissionszertifikate-Handelssystem** (EU ETS): Das europaweite Emissionszertifikate-Handelssystem ist ein Instrument der europäischen Klimaschutzpolitik und basiert auf dem Prinzip „Obergrenzen und Handel“. Unternehmen müssen für jede Tonne emittiertes CO<sub>2</sub> ein Zertifikat erwerben, das sie nach Bedarf auf dem Emissionshandelsmarkt wieder verkaufen können. Die Menge der ausgegebenen Zertifikate ist beschränkt (Obergrenze) und wird stufenweise reduziert. Die Treibhausgasemissionen werden EU-weit mit einem einheitlichen Preis versehen, der derzeit bei rund 5 Euro je Tonne CO<sub>2</sub> liegt. Grund für diesen niedrigen Preis ist der massive Überschuss an ausgegebenen Zertifikaten. Dadurch besteht für Unternehmen kaum Anreiz dazu, in klimafreundliche Technik zu investieren.

**Floor-Price:** Ein Floor-Price ist ein staatlich festgelegter Mindestpreis für bestimmte Produkte. Im Zusammenhang mit dem Emissionshandel wäre dies beispielsweise die Einführung von Treibhausgasmindestpreisen bzw. ein Mindestpreis für Zertifikate über den Ausstoß von Treibhausgasen.

**Lock-in-Effekte:** Lock-in-Effekte beschreiben Pfadabhängigkeiten, die durch die dominante Stellung eines Produktes oder einer Technologie in einem Markt oder System auftreten. Sie determinieren damit zukünftige Entwicklungen stark und verhindern, dass bei Veränderungen andere als die bisherigen Produkte oder Technologien genutzt werden können – deren Markteintritt wird damit erschwert.

## Literaturverzeichnis

**AG Energiebilanzen (2016):** Struktur der Stromerzeugung in Deutschland 2016.

[www.ag-energiebilanzen.de/21-0-Infografik.html](http://www.ag-energiebilanzen.de/21-0-Infografik.html)  
[letzter Zugriff am 20.03.2017].

**Agora Energiewende (2016):** Was bedeuten Deutschlands Klimaschutzziele für die Braunkohleregionen?

**Eurosolar (2008):** Eine Kritik am Emissionshandel.

**FOES (2014):** Umsetzung eines CO<sub>2</sub>-Mindestpreises in Deutschland.

**Markus Mohr, Andreas Ziolk, Dirk Gernhardt, Martin Skiba, Hermann Unger, Arko Ziegelmann (2013):** Zukunftsfähige Energietechnologien für die Industrie: Technische Grundlagen, Ökonomie und Perspektiven.

**Umweltbundesamt (2016):** Treibhausgas-Emissionen  
[www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1](http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1)  
[letzter Zugriff am 11.04.2017].

**Wind-Energie (2017):** Klimaschutz. [www.wind-energie.de/themen/natur-und-umweltschutz/klimaschutz](http://www.wind-energie.de/themen/natur-und-umweltschutz/klimaschutz)  
[letzter Zugriff am 31.03.2017].

<sup>8</sup> Vgl. FOES (2014): Umsetzung eines CO<sub>2</sub>-Mindestpreises in Deutschland.

<sup>9</sup> Vgl. FOES (2014): Umsetzung eines CO<sub>2</sub>-Mindestpreises in Deutschland.

<sup>10</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2016): Treibhausgas-Emissionen

[www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1](http://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#textpart-1) [letzter Zugriff am 11.04.2017].



# Klimaschutz in der Wärmeversorgung erfordert eine Modernisierung des Wärmemarkts – alle effizienten Lösungswege führen über Gas

Die heute erfolgenden Klimaschutzfortschritte im Gebäudesektor verlaufen langsamer und sind schwieriger zu realisieren als erhofft. Und doch sind sie von großer Bedeutung für die Energiewende. Die Nutzung von Gasen spielt für die Erreichung der Klimaschutzziele im Wärmesektor eine unverzichtbare Rolle – und vollzieht sich in drei Schritten.

## Status quo: die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor

Ungefähr ein Drittel des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland, von beispielsweise insgesamt 2.466 Terawattstunden im Jahr 2015, entfällt auf das Heizen und Klimatisieren von Gebäuden sowie auf die Warmwasserbereitung.<sup>1</sup> Den weitaus

größten Anteil hat daran der Haushaltssektor mit seinen insgesamt 18 Millionen Wohngebäuden<sup>2</sup>, gefolgt von gewerblich genutzten Immobilien und Industriegebäuden (siehe Abbildung 1).

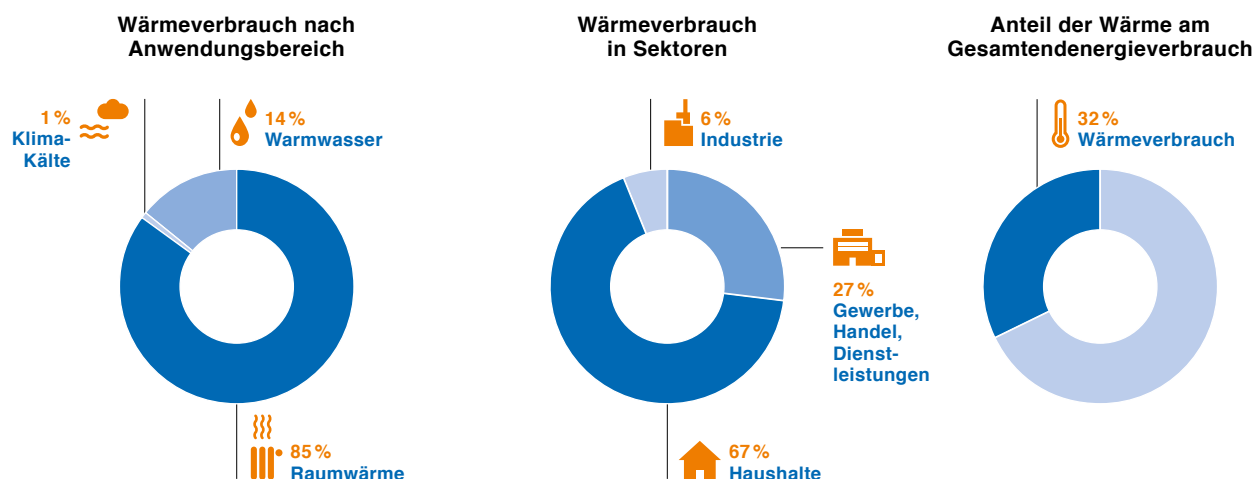


Abbildung 1  
Überblick über den Wärmeverbrauch in Gebäuden

<sup>1</sup> Vgl. AGE (2016): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2015. Im Jahr 2015 wurden für Raumwärme, Warmwasser und Klimakälte 2.855,1 PJ Endenergie verbraucht. Das entspricht 32 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs in Höhe von 8.876,6 PJ im gleichen Jahr.

<sup>2</sup> Darin enthalten sind 40,2 Millionen Wohnungen. Vgl. Dena, Sanierungsstudie, Teil 2.



Der Gebäudesektor verbraucht aber nicht nur viel Energie: Sein Energiemix weist darüber hinaus auch noch erhebliche Anteile treibhausgasintensiver Brennstoffe auf. So stehen Erdöl und Kohle zusammengenommen immer noch für über ein Viertel des Endenergieverbrauchs (vgl. Abbildung 2). Auch die dort eingesetzten Techniken sind nicht immer auf dem effizientesten Stand. Von den insgesamt 20 Millionen installierten Heizanlagen basieren nur 6,3 Millionen Heizkessel auf moderner Technologie, darunter 4,2 Millionen Gaskessel. Da die meisten Gebäude bereits einen Gasanschluss haben bzw. in unmittelbarer Nähe zum Gasnetz liegen, könnten alte Heizungsanlagen zukünftig auf deutlich klimafreundlichere hocheffiziente Gasbrennwerttechnik umgestellt werden bzw. auf stromerzeugende Heizungen, wie beispielsweise die Brennstoffzelle. Erdgas stellt bereits heute knapp die Hälfte der Energie zur Wärmeerzeugung bereit. Hinzu kommt der Gaseinsatz im Fernwärmebereich. Ebenso spielen erneuerbare Energien, darunter auch Biogas, mit aktuellen 15 % im Wärmesektor eine noch untergeordnete Rolle. Perspektivisch wird ihr Anteil jedoch wachsen müssen, um die Klimaschutzziele auch im Gebäudesektor zu erreichen. Der steigende Einsatz grüner Gase kann speziell ab 2030 dazu einen entscheidenden Beitrag leisten.

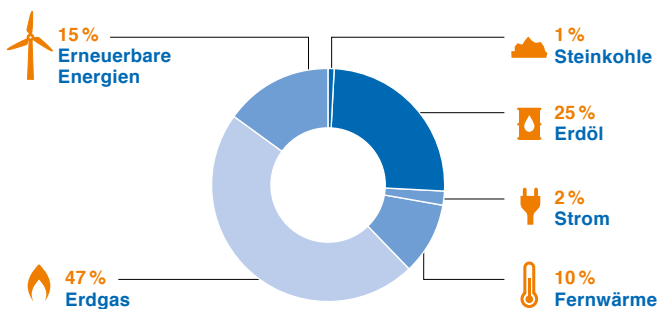


Abbildung 2  
Im Gebäudeenergiesektor dominieren Gase, Erdöl spielt noch immer eine signifikante Rolle, erneuerbare Energien eine relativ geringe.

Ein vermehrter Einsatz von gasbasierten Heizungssystemen, insbesondere Klein- und Mikro-KWK-Anlagen, in privaten Haushalten unter einer steigenden Zumischung von treibhausgasarmen Gasen wie Biogas, Biomethan und Wasserstoff bietet neben der damit verbundenen Treibhausgasreduktion weitere Vorteile. Im Vergleich zu anderen Effizienzmaßnahmen (bspw. singulärer Dämmung) entsteht hier ein deutlicher Kostenvorteil, bei identischer Reduktion der Emissionen. Beide Ansätze verfolgen analog zum Klimaschutzplan das Ziel, im Jahr 2050 nahezu einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Bis 2050 soll der Primärenergiebedarf im Gebäudebereich um

mindestens 80 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 sinken.<sup>3</sup> Der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung sieht deswegen vor, dass bis zum ersten Meilenstein im Jahr 2030 bereits nur noch ca. 70 Millionen Tonnen Treibhausgas im Gebäudebereich ausgestoßen werden – im Vergleich zu 119 Millionen Tonnen im Jahr 2014.

### Viele Instrumente stehen zur Verfügung – auf den idealen Mix kommt es an

Grundsätzlich stehen zur Erreichung dieses ambitionierten Ziels zwei Ansätze zur Verfügung: Die deutliche Absenkung der Treibhausgasintensität der Wärmeerzeugung (inkl. Fernwärme) durch die Ablösung von Kohle und Erdöl durch Gase sowie die Reduktion des Endenergieverbrauchs durch Sanierungs- und Dämmmaßnahmen. Während bei Bestandsgebäuden der Wärmeverbrauch durch nachträgliche Dämm- und Sanierungsmaßnahmen reduziert werden kann, sorgen im Neubau hohe energetische Anforderungen bei der Errichtung von Gebäuden für den reduzierten Ausstoß von Treibhausgasen.

Auch wenn beide Lösungsszenarien bei ihrer Berechnung die gleiche kumulierte Einsparung von Treibhausgasemissionen von mehr als 80 % in 2050 erzielen können, unterscheiden sie sich hinsichtlich ihrer volkswirtschaftlichen Kosten erheblich. Bei den Berechnungen wurden die Auswirkungen der Vorketten der Energieversorgung bis zum Hausanschluss der Gebäude einbezogen – also sowohl deren THG-Emissionen als auch die dafür anfallenden Kosten.

Zur Absenkung des Wärmeverbrauchs wären im Gebäudebestand Maßnahmen zu ergreifen, welche – überwiegend auf Dämmung fokussiert – insgesamt Investitionsmehrkosten von 124 Euro je eingesparter Tonne Treibhausgas hervorrufen – also insgesamt fast 80 Milliarden Euro (für eine Reduktion von 643 Millionen Tonnen THG im Zeitraum von 2010 bis 2050).<sup>4</sup>

Diese Kosten müssten im Wesentlichen über Immobilienpreise und Mieten refinanziert werden, was die Sozialverträglichkeit deutlich in Frage stellen würde. Laut BMWi liegt die reguläre Sanierungsrate im Bestand bei jährlich lediglich 1 Prozent<sup>5</sup> und auch der rollierende Austausch des Gebäudebestands durch die Errichtung von Neubauten schreitet relativ langsam voran.<sup>6</sup>

Dagegen betragen die Investitionsmehrkosten für den zweiten Pfad nur 6 Euro je eingesparter Tonne Treibhausgas.<sup>7</sup> Dieser zweite Pfad fokussiert sich auf die Integration erneuerbarer Gase in die Erdgasinfrastruktur, die verstärkte Nutzung von KWK-Systemen im Wohngebäudebereich und eine moderate ▶

<sup>3</sup>Vgl. DVGW (2011): Bewertung der Energieversorgung mit leitungsgebundenen gasförmigen Brennstoffen im Vergleich zu anderen Energieträgern.

<sup>4</sup>Die kumulierte Emissionseinsparung beträgt 632 Millionen Tonnen im Zeitraum 2010 bis 2050. Vgl. DVGW (2011): Bewertung der Energieversorgung mit leitungsgebundenen gasförmigen Brennstoffen im Vergleich zu anderen Energieträgern.

<sup>5</sup>BMWi (2014), Sanierungsbedarf im Gebäudebestand. In den verschiedenen Zielszenarien des BMWi liegt die Sanierungsrate hingegen bei 1,3–1,5 Prozent resp. bei ca. 2 Prozent.

<sup>6</sup>Im Jahr 2015 lag die Anzahl von neu errichteten Gebäuden bei ca. 130.000, darunter ca. 220.000 Wohnungen. Vgl. Statistisches Bundesamt, Bautätigkeit 2015.

<sup>7</sup>Die kumulierte Emissionseinsparung beträgt 555 Millionen Tonnen im Zeitraum 2010 bis 2050. Vgl. DVGW (2011): Bewertung der Energieversorgung mit leitungsgebundenen gasförmigen Brennstoffen im Vergleich zu anderen Energieträgern.

energetische Sanierung im normalen Renovierungszyklus. Für 6 Euro kann jedoch nicht ganz die gleiche Menge an Emissions-einsparung erzielt werden (nur gut 80 %). Bei voller Zielerreichung bis 2050 müsste auf diesem zweiten Pfad mit Investitionsmehrkosten von rund 12 Euro je eingesparter Tonne Treibhausgas gerechnet werden. Dabei steht die Ablösung der emissionsintensiveren Energieträger Kohle und Erdöl durch den Einsatz von klimafreundlicheren Gasen und Mikro-KWK-Anlagen sowie die Modernisierung bestehender alter Brennwerttechnik im Mittelpunkt. Diese Maßnahmen gehen einher mit einer moderaten Dämmung und einer etwas vorgezogenen Erhöhung der energetischen Sanierungsrate um 0,5 Prozent. Es sind hier auch bereits die Kosten für den Strombedarf durch den vermehrten Einsatz von Mikro-KWK-Anlagen enthalten.<sup>8</sup> Dieser macht in diesem Szenario im Jahr 2050 einen geringen Energieverbrauch von etwa 25 Terawattstunden aus. Das entspricht in etwa einem Drittel der Erzeugung aller Windkraftanlagen in Deutschland im Jahr 2016.<sup>9</sup>

Damit wird deutlich, dass der ideale Mix aus beiden Ansätzen (Dämmung und effiziente Heizungstechnik) zum bestmöglichen Ergebnis für die angestrebten Treibhausgas-minderungen im Gebäudesektor führen kann. Die anteilig relativ geringe Dämmungs- und Sanierungsrate kommt mit Blick auf die erhebliche Kosteneinsparung vor allem privaten Immobilieneigentümern und Mietern zugute. Die wesentlich geringeren Kosten bei gleicher Klimaschutzwirkung können damit erheblich zur Stärkung der Akzeptanz der Klimaschutzziele im Wärmesektor beitragen und sichern die Sozialverträglichkeit des damit verbundenen Prozesses. Zudem hat ein geringer Anteil an Dämmungs- und Sanierungsmaßnahmen den Vorteil, dass gerade technische und teilweise denkmalrechtliche Hürden bei Altbauten nur im geringen Ausmaß eine relevante Rolle einnehmen.<sup>10</sup>

### In drei Schritten zum klimafreundlichen Gebäudesektor

Um klimafreundliches Wohnen zeitnah und kosteneffizient zu ermöglichen, sollte der ideale Mix aus einem Fuel-Switch, also der Ablösung von Kohle und Erdöl durch Gase als Energieträger der Wärmebereitstellung, und der Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen zunächst im Vordergrund stehen. Dieser Schritt ermöglicht ein schnell zu realisierendes erhebliches Plus an Klimaschutz zu minimalen volkswirtschaftlichen Kosten.

Gleichzeitig ist die Erhöhung der Umwandlungseffizienz durch die flächendeckende Nutzung moderner Heiztechnologie vonnöten. Als weiterer Schritt ist langfristig die signifikante Erhöhung des Anteils grüner Gase im Gasmix, also der Content-

Switch zur überwiegenden Nutzung grüner Gase, unverzichtbar. In einem dritten Schritt sollten der Gebäude- und der Wärmesektor insgesamt als aktiver Bestandteil eines zukunftsfähigen Energiesystems begriffen und entwickelt werden – Modal Switch. So kann eine stromoptimierte Fahrweise von KWK im Gebäudesektor signifikante Mengen an Residuallast bereitstellen.

#### 1. Schritt: Ablösung von Erdöl und Kohle durch Gase und Verbreitung moderner Heizungstechnik

Kurzfristig und sozialverträglich lassen sich signifikante Klimaschutzeffekte durch den Fuel-Switch von Erdöl und Kohle hin zur Nutzung der klimafreundlicheren Gase erzielen. Mit einem kompletten Fuel-Switch von Braunkohle zu Erdgas würden die klimaschädlichen Emissionen um 108,75 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente jährlich reduziert.

Moderne Heizsysteme senken den Brennstoffverbrauch und damit die Treibhausgasemissionen deutlich. Heute wird nur bei knapp einem Viertel der rund 20 Millionen Heizungsanlagen in Deutschland solche moderne Brennwerttechnik genutzt. Der Einsatz moderner gasgefeuerter Heizanlagen kann außerdem mit Solarthermie, Strom-Wärmepumpen und der Nutzung erneuerbarer Gase (zum Beispiel von Biogas) kombiniert werden. Die Relevanz eines Umstiegs auf moderne Gasbrennwerttechnik wird durch Abbildung 3 deutlich.

Ein umfangreicher Ersatz von Ölheizungen direkt durch Wärmepumpentechnik würde nur sehr langfristig die THG-Emissionen im Wärmemarkt auf null senken. Da die steigende Zahl von Wärmepumpen bis auf Weiteres weiterhin einen Strommix beziehen würde, der einen signifikanten Anteil von Strom aus Kohlekraftwerken enthielte, würden die THG-Emissionen, wie in Fläche A erkennbar, kurz- und mittelfristig deutlich ansteigen. Ein Fuel-Switch von Erdöl zu Erdgas und zu grünen Gasen als Energieträgern in der Wärmeversorgung würde hingegen bereits kurzfristig zu erheblichen THG-Emissions-Reduktionen führen und eine kontinuierliche Absenkung des Ausstoßes von THG einleiten. In Kombination mit einer moderaten Sanierungsrate könnte bei einem Umstieg auf moderne Gasbrenntechniken eine Einsparungsquote direkter Treibhausgasemissionen von 642 Millionen Tonnen im Zeitraum 2010 bis 2050 erzielt werden.

#### 2. Schritt: Erhöhung des Anteils grüner Gase im Gasmix

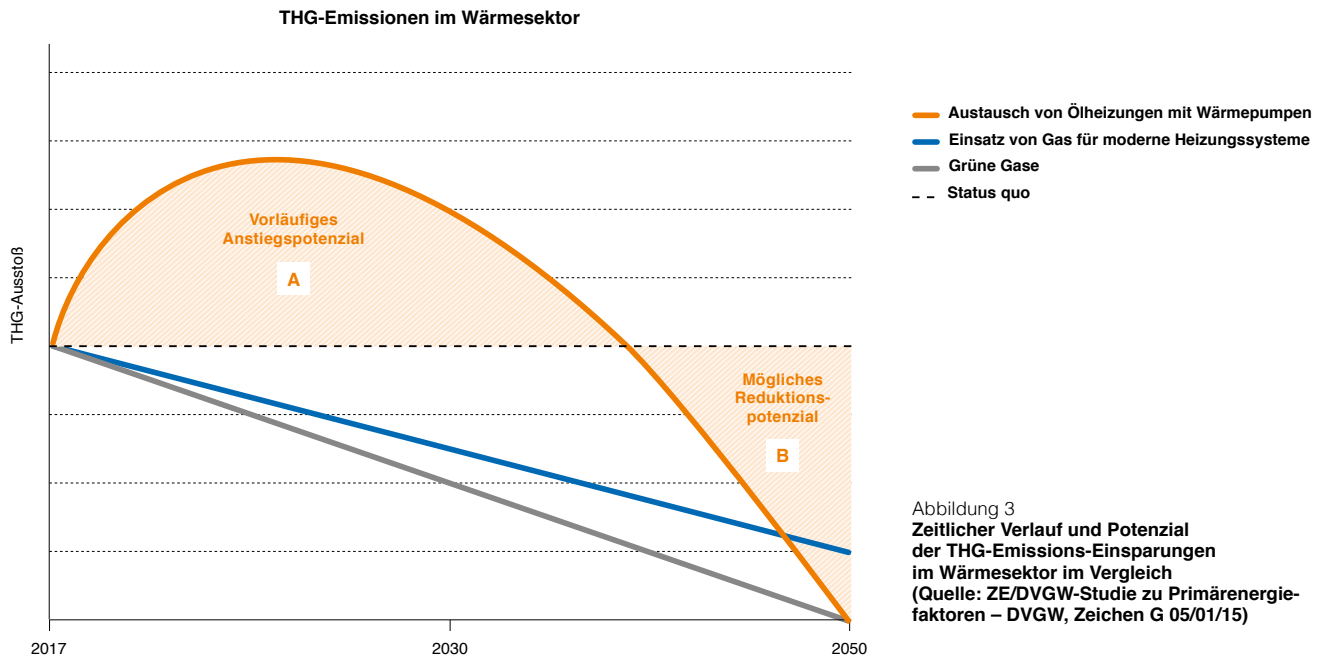
Mit Blick auf die in Paris vereinbarten Klimaschutzziele wird der Gebäudesektor im Jahr 2050 weitestgehend klimaneutral sein müssen. Dies erfordert insbesondere für hochverdichtete Räume mit hohem Altbaubestand und den hier typischerweise begrenzten Potenzialen für die Absenkung des Wärmebedarfs

<sup>8</sup> Vgl. DVGW (2011): *Bewertung der Energieversorgung mit leitungsgebundenen gasförmigen Brennstoffen im Vergleich zu anderen Energieträgern*.

<sup>9</sup> Vgl. ISE (2016): *Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2016*.

<sup>10</sup> Vgl. BMWi: *Energieeffizienzstrategie Gebäude*.

<sup>11</sup> Krause, Hartmut u.a.: *Untersuchung des Beitrags der dezentralen Kraftwärmekopplung zur Deckung der Residuallast aus erneuerbaren Stromerzeugern und Stromverbrauch*. In *Erstellung*, Hrsg. DVGW e.V.



und die direkte Einkopplung erneuerbarer Energien weiterreichende Lösungen. Hier bieten grüne Gase aus Power-to-Gas- oder Biogasanlagen in Verbindung mit moderner Mikro-KWK-Technik die Möglichkeit der vollständigen Erreichbarkeit der Klimaneutralität. Damit werden gerade auch für großstädtische Regionen und Strukturen die Chance und das Potenzial eröffnet, durch die Schaffung und Nutzung dezentraler smarter Strukturen, wie der Nutzung grüner Gase in Mikro-KWK-Anlagen, aktiv zum Erfolg der Energiewende beizutragen.

### 3. Schritt: Gebäude als aktiver Teil im Energiesystem

Gebäude sollten nicht länger als passive Konsumenten im Energiesystem betrachtet werden, sondern zu aktiven Elementen entwickelt werden. Wohnungen und Eigenheime können mit einer smarten Mikro-KWK-Anlage ausgestattet und mit anderen derartigen Anlagen zu einem sogenannten Schwarm bzw. einem virtuellen Kraftwerk vernetzt werden, sodass auch Gebäude zu einem aktiven Element des Energiesystems werden können. Mit dem Einsatz von Brennstoffzellen für Neubauten wie Plusenergiehäusern kann beispielsweise die Grundlast des Strombedarfs über die Bereitstellung thermischer Leistung vollständig gedeckt werden. In Kombination mit Brennstoffzellen eröffnen Erdgas und grüne Gase auch im Neubestand die Chance, auf smarte Weise für den Strom- sowie Wärmebedarf eingesetzt zu werden, sodass hohe Emissions- und zugleich Energieeinsparungen erreicht werden können.

Die anfallende Strommenge bei der Verbrennung von Gas zur gleichzeitigen Wärmeproduktion kann direkt ins Netz eingespeist werden oder beispielsweise vor Ort zum Aufladen von Elektroautos dienen. Auf diese Weise entsteht eine effiziente Vernetzung zahlreicher Anlagen sowie die Kopplung der Sektoren zu einem dezentralen System der Energieversorgung mit Hilfe digitaler Technologien. Damit vollzieht sich auch der Modal Switch, also die sektorenübergreifende Verbindung und multiple Nutzung der Infrastrukturen, insbesondere des Gasnetzes, mit dem Ergebnis, dass die THG-Emissionen deutlich und kostengünstig reduziert werden können. Je eher dabei auch grüne Gase eingesetzt werden, desto schneller lassen sich die THG-Emissionen des Gebäudesektors absenken (Abbildung 3). Die Gebäude bzw. die KWK-Anlagen werden so zu einem weiteren Sektorenkoppler. Die KWK in stromoptimierter Fahrweise kann einen wesentlichen Beitrag zur Füllung der Deckungslücken der fluktuierenden EE-Einspeisung leisten. Durch Klein-KWK-Systeme im Wohngebäudesektor kann im Jahr 2050 allein der Anteil an der zu sichernden Residualstromerzeugung (Arbeit) zu 43 % gedeckt werden. Weitere 36 % können durch Groß-KWK-Systeme gedeckt werden. Besonders vorteilhaft ist KWK zur Bereitstellung von Residualstromerzeugung in Ballungsräumen oder Regionen mit geringer volatiler EE-Stromerzeugung. Mit hohem KWK-Anteil und einer geeigneten regionalen Verteilung können neue Kraftwerke vermieden sowie der Stromnetzausbau reduziert werden.<sup>11</sup> ►

## Die Zukunftstransformation des Wärmesektors

Die Klimaschutzziele machen eine grundlegende energetische Transformation des Gebäudesektors erforderlich. Diese führt in drei Schritten zum effektiven und sozialverträglichen Erreichen der Klimaschutzziele für den Wärmesektor und damit zu einer erfolgreichen Wärmewende: Zunächst und unmittelbar anzugehen ist die Ablösung von Erdöl und Kohle zur Wärmeerzeugung durch klimafreundlicheres Erdgas. Parallel dazu muss moderne Heiztechnik flächendeckend genutzt werden und schließlich muss die kontinuierliche Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien und insbesondere grüner Gase zur Wärmeerzeugung und -bereitstellung im Gebäudesektor erfolgen.

Dazu ist es erforderlich, dass ein ordnungsrechtlicher Rahmen geschaffen wird, der die Neuinstallationen von Ölheizungen zeitnah beendet und damit einen klaren Rahmen für den einzuleitenden Fuel-Switch vorgibt. Gleichzeitig müssen für Bestandsgebäude durch Förderprogramme effektive Anreizmechanismen geschaffen werden, um einen Umstieg auf moderne und klimafreundliche Heizungstechnik und Hybridtechnologien voranzubringen.

Parallel müssen Gebäude mehr und mehr als aktiver Bestandteil des gesamten Energiesystems verstanden und integriert werden. Auf diese Weise können erhebliche Klimaschutzeffekte durch den Einsatz intelligenter und vernetzter Technologien und Infrastrukturen erzielt werden.

Gerade der Einsatz von hocheffizienten Lösungen wie Mikro-KWK-Anlagen, aber auch von hybriden Systemen (Wärmepumpe + Gasbrennwert), die ein hohes Treibhausgaseinsparpotenzial zu kostengünstigen Bedingungen aufweisen und zudem untereinander zu einem sogenannten Schwarm vernetzt werden können, muss durch die Schaffung steuerlicher und ordnungsrechtlicher Anreize und Steuerungsmechanismen für Eigentümer und Mieter an Attraktivität gewinnen. Ebenso ist es für die Schaffung langfristiger Planungssicherheit von zentraler Bedeutung, eine klare politische Agenda dazu zu entwickeln, wie grüne Gase und damit neue Technologien im Wärmesektor eingesetzt und forciert werden sollen – damit effektive Investitionen in die Wärmewende zielgenau erfolgen können.

## Glossar

**Mikro-KWK-Anlagen:** Die Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung (Mikro-KWK) ist vor allem für den Einsatz in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie im Kleingewerbe geeignet, da sie mit einer Leistung bis zu 50 kWel, das unterste Leistungssegment von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen abdeckt.

**Solarthermie:** Solarthermie zählt zu den erneuerbaren Energien und bezeichnet die Umwandlung der Sonnenenergie in nutzbare thermische Energie, etwa zur Warmwasserbereitung.

**Strom-Wärmepumpen:** Mit einer Strom-Wärmepumpe lässt sich nutzbare Wärme bereitstellen, indem vorhandene Wärme durch Wärmequellen wie kostenlose Umweltwärme von einem niedrigeren auf ein höheres Temperaturniveau gehoben wird.

## **Literaturverzeichnis**

**AG Energiebilanzen (2016):** Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2015.

**BMUB (2016):** Klimaschutzplan 2050: Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung.

**BMWi (2014):** Sanierungsbedarf im Gebäudebestand.

**BMWi (2015):** Energieeffizienzstrategie Gebäude.

**Dena (2011):** Sanierungsstudie, Teil 2.

**DVGW (2011):** Bewertung der Energieversorgung mit leitungsgebundenen gasförmigen Brennstoffen im Vergleich zu anderen Energieträgern.

**ISE (2016):** Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2016.

**Prognos, ifeu, IWU (2015):** Hintergrundpapier zur Energieeffizienzstrategie Gebäude.

**Statistisches Bundesamt (2015):** Bautätigkeit 2015.



# Saubere Mobilität im Personen- und Schwerlastverkehr

Durch den konsequenten Einsatz von Gas im Verkehrssektor können Treibhausgasemissionen rasch und kosteneffizient gesenkt werden. Damit entsteht eine saubere Mobilität im Personen- und im Schwerlastverkehr. Die enormen energie- und klimapolitischen Herausforderungen im Mobilitätssektor lassen sich nur durch das Zusammenwirken verschiedener Technologien und Antriebsformen lösen. Welche Technologie dabei die beste ist, hängt sehr stark von den spezifischen Anwendungsfällen ab. Dabei gilt der Grundsatz: Überall dort, wo schwere Lasten über weite Strecken transportiert werden müssen, können gasförmige oder verflüssigte Treibstoffe aus Gasen ihr Klimaschutzpotenzial ausspielen.

## Der Status quo: Die Klimaschutzziele drohen aufgrund der steigenden Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor verfehlt zu werden

Mit rund 160 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> verursachte der Mobilitätssektor 2016 ungefähr ein Viertel der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland.<sup>1</sup> Während die CO<sub>2</sub>-Emissionen in allen anderen Sektoren seit 1990 rückläufig sind, stiegen sie im Verkehrsbereich im gleichen Zeitraum weiter an. Setzt sich dieser Trend fort, droht der Verkehrssektor die Klimaschutzziele für 2030 und 2050 deutlich zu verfehlen.<sup>2</sup> Damit steigt zugleich das Risiko, auch die sektorenübergreifenden Gesamtziele nicht zu erreichen.

Neben der klimapolitischen Dimension stellen auch die gesundheitspolitischen Folgen steigender Treibhausgasemissionen in der Mobilität eine erhebliche Herausforderung dar: In städtischen Ballungsräumen werden die Grenzwerte für Luftschadstoffe wie Stickoxid und Feinstaub sowie Lärm immer häufiger überschritten. Ballungszentren wie Stuttgart reagierten bereits mit drastischen Maßnahmen und planen, temporäre Fahrverbote für Fahrzeuge mit älteren Dieselmotoren zu verhängen; andere Städte werden voraussichtlich folgen. Der Energiemix im Verkehrssektor weist sehr hohe Anteile treibhausgasintensiver Brennstoffe auf: Über 99 Prozent des Energieverbrauchs von Lkw und Bussen entfällt auf Dieselmotoren.

**Allein auf den Schwerlastverkehr mit seinen über 2,9 Millionen Lkw und über 79.000 Bussen entfallen etwa 30 Prozent des gesamten Energieverbrauchs (von derzeit 2.629 PJ) im Verkehrssektor.<sup>3</sup>**

Elektromobilität und Gastechnologien spielen trotz ihrer großen Potenziale zur Treibhausgasreduktion für den Verkehrssektor auch in den Bereichen der Logistik und des Gütertransports bislang nur eine untergeordnete Rolle. 95 Prozent aller deutschen Nutzfahrzeuge fahren mit Dieselantriebstechnologien, bislang nur rund 1 Prozent der Lkw in Deutschland (ca. 28.000) mit Gasantrieb, 0,004 Prozent nutzen Hybridlösungen und 0,16 Prozent (ca. 4.300) sind reine Elektro-Nutzfahrzeuge.<sup>4</sup>

## Energieeffizienz und Fuel-Switch – effektiver und effizienter Klimaschutz im Verkehrssektor in zwei Schritten: Energieverbrauch senken und CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Einsatz von LNG-Technologie deutlich reduzieren

Damit der Verkehrssektor die Klimaschutz- und Treibhausgasreduktionsziele für 2030 und 2050 noch erreichen kann, muss zum einen der Endenergieverbrauch gesenkt werden. Hierzu können technische Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung von Fahrzeugen und Antriebstechnologien ebenso ausgeschöpft werden wie Chancen zur Stärkung des öffentlichen Personennahverkehrs, der Verkehrsverlagerung auf die Schienenwege und der Verkehrsorganisation.

<sup>1</sup> Umweltbundesamt (2017): Nationales Treibhausgasinventar.

<sup>2</sup> Deutsche Bundesregierung (2016): Klimaschutzbericht der Deutschen Bundesregierung 2016.

<sup>3</sup> BMVI (2017): Fahrzeugbestand in Deutschland im Februar 2017.

<sup>4</sup> Kraftfahrt-Bundesamt (2017): Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2017.

Allerdings sind die Potenziale, den Energieverbrauch weiter abzusenken, begrenzt. Die damit verbundenen volkswirtschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Kosten steigen mit jeder weiteren angestrebten Effizienzsteigerung bei der Nutzung herkömmlicher Diesel- oder Benzinaggregate weiter an.

Dies macht die kurzfristige, systematische und signifikante Reduktion der Treibhausgasemissionen der verschiedenen Verkehrsträger umso wichtiger. Im Stadtverkehr auf kurzen Strecken kann Elektromobilität grundsätzlich für den Individual- und leichten Lkw-Verkehr dazu einen wertvollen Beitrag leisten. De facto tut sie dies jedoch noch nicht, wie der Kohlendioxidemissionsfaktor für den deutschen Strommix von 535 g CO<sub>2</sub>/kWh (2015) zeigt.<sup>5</sup> Fahrzeuge mit reinem Elektroantrieb tragen somit nicht zum Klimaschutz bei, sondern bilden faktisch die Emissionen des Stromerzeugungssektors ab. Der hohe Anteil der Kohleverstromung im deutschen Strommix ist damit hauptsächlich dafür, dass auf absehbare Zeit Elektroautos und -Lkw keinen spürbaren Beitrag zum Klimaschutz im Verkehrssektor leisten können.

Im Schwerlast- und Langstreckenverkehr hingegen ermöglicht der Einsatz von innovativen Gastechnologien eine deutliche und kosteneffiziente Reduktion von Treibhausgasen – und senkt die Immissionen von Feinstaub und Stickoxiden in signifikanter Weise. Der Einsatz von Flüssigerdgas (Liquefied Natural Gas = LNG) stellt insbesondere dort, wo schwere Lasten über weite Strecken transportiert werden müssen – beispielsweise im Bereich des bundesweiten oder transeuropäischen Lkw-Verkehrs –, eine kosteneffiziente Lösung und zugleich eine ausgereifte Technologie zur effizienten Treibhausgasreduktion dar. Ähnliches gilt auch für den öffentlichen Personennahverkehr mit Bussen im ländlichen Raum, dessen Emissionen durch den Einsatz von LNG deutlich verringert werden können.

Durch diesen **Fuel-Switch**, also den Ersatz von Diesel durch LNG, lassen sich erhebliche Klimaschutzeffekte in kurzer Zeit realisieren. Im von der EU-Kommission geförderten „LNG Blue Corridor“-Projekt konnte im Bereich des Schwerlast-Lkw-Verkehrs gezeigt werden, dass sich hier durch den Einsatz von LNG rund 15 Prozent CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu herkömmlichen Diesel-Lastkraftwagen einsparen lassen. Mit Erdgas bzw. LNG betriebene Lkw stoßen etwa 70 Prozent weniger Stickoxide als Diesel-Lkw sowie nahezu keinen Feinstaub aus. Dieses Treibhausgasreduktionspotenzial verdeutlicht die sogenannte Well-to-Wheel-Betrachtung in Abbildung 1. LNG-Motoren erfüllen demnach die Vorgaben der geltenden Euro-VI-Abgasnorm. Auch die Lärmbelastung wird durch den Einsatz von Gastechnologie bei Lkw im Vergleich zum Diesel-Lkw halbiert, sodass sie insbesondere auch nachts Güter und Waren in die städtischen Zentren liefern können.

### Emissionen von LNG-Lkw und Diesel-Lkw im Vergleich – Well-to-Wheel-Betrachtung

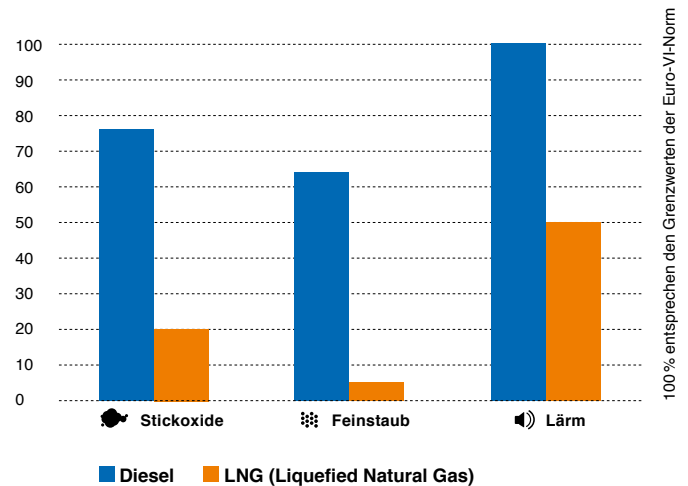


Abbildung 1 Emissions- und Immissionsreduktionspotenzial bei der Nutzung von Diesel- und LNG-Motortechnologien<sup>6</sup>

Im Personenverkehr wird verdichtetes Erdgas (Compressed Natural Gas = CNG) schon heute zur effizienten Treibhausgasreduktion eingesetzt. In Deutschland sind über 90.000 Fahrzeuge mit CNG-Antriebstechnologie zugelassen. Viele europäische Länder verfügen über eine gut ausgebaute Tankstelleninfrastruktur für Pkw mit CNG-Antrieb. In Deutschland können über 900 Erdgastankstellen, in Italien sogar mehr als 1.000 Tankstellen angefahren werden.

Ein LNG-Tankstellen-Netz für Lkw wird derzeit in ganz Europa erfolgreich ausgebaut.<sup>7</sup> Nach den Planungen der Bundesregierung soll bis 2025 ein sogenanntes Basisnetz von LNG-Tankstellen für den schweren Straßengüterverkehr aufgebaut werden.<sup>8</sup> Für ein erstes LNG-Tankstellen-Netz in Deutschland, mit dem der Schwerlastverkehr und insbesondere die im europäischen Transitverkehr fahrenden Lkw versorgt werden können, sind aufgrund der hohen Reichweite der LNG-Lkw über Deutschland verteilt lediglich zehn Stationen erforderlich. Um ein flächendeckenderes LNG-Tankstellen-Netz mit einem Tankstellenabstand von 100 km zu erhalten, müssten mindestens 40 LNG-Tankstellen errichtet werden. Bei einem Investitionsvolumen von ca. 1,5 Millionen Euro je LNG-Tankstelle könnte damit für etwa 70 Millionen Euro ein nationales LNG-Tankstellen-Netz errichtet werden, das neben einer grenzüberschreitenden LNG-Mobilität auch einen innerdeutschen Logistiktransport ermöglichen würde.<sup>9</sup> Im vergangenen Jahr wurde in Deutschland die erste LNG-Tankstelle für Lkw in Ulm eröffnet, 2017 werden weitere im Rhein-Ruhr-Gebiet folgen. ▶

<sup>5</sup>Umweltbundesamt (2016): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2015.

<sup>6</sup>DVGW et al. (2016): Potenzialanalyse LNG – Einsatz von LNG in der Mobilität, Schwerpunkte und Handlungsempfehlungen für die technische Umsetzung, Essen u.a.O.

<sup>7</sup>Vgl. Europäische Kommission (2015): LNG motion, 2015-EU-TM-0422-S.

<sup>8</sup>BMWi (2016): Nationaler Strategierahmen für den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe.

<sup>9</sup>DVGW et al. (2016): Potenzialanalyse LNG – Einsatz von LNG in der Mobilität, Schwerpunkte und Handlungsempfehlungen für die technische Umsetzung, Essen u.a.O.

## Nutzung der Potenziale von klimafreundlicher Mobilität durch LNG-Technologie

Der Einsatz von technisch erprobten gasbasierten Antriebstechnologien bzw. Kraftstoffen wie LNG ermöglicht insbesondere im motorisierten Schwerlast- und Langstreckenverkehr eine klimafreundliche Mobilität sowie eine kostengünstige und effektive Treibhausgasreduktion bis 2030 und 2050. Um die Potenziale von gasbasierten Technologien voll auszuschöpfen, bedarf es neben weiterer legislativer und ordnungspolitischer Anreize zum Umstieg von konventionellen Antrieben auf Gasstechnologien auch der Unterstützung der Wirtschaft zum weiteren und beschleunigten Ausbau der LNG-Infrastruktur. Zur Unterstützung der Markteinführung sollten darüber hinaus Pilotflotten von LNG-Lkw von den Mautabgaben auf Bundesautobahnen und mautpflichtigen Bundesstraßen befreit werden. Hersteller von Gasantriebstechnologien und Betreiber von Lkw- und Busflotten sowie Tankstellen sollten klare Signale zur langfristigen Planungs- und Investitionssicherheit erhalten. Anreize, emissionsarme Fahrzeuge zu entwickeln und in die Flotten der Automobilindustrie aufzunehmen, sollten auch durch die Möglichkeit einer Mehrfachrechnung von LNG-Lkw auf den Gesamtflottenverbrauch geschaffen werden.

## Glossar

**CNG (Compressed Natural Gas) heißt auf Deutsch „komprimiertes Erdgas“:** CNG ist ein verdichtetes Erdgas, das hauptsächlich aus Methan besteht und in gasförmigem Zustand bei rund 200 bar gespeichert wird. Durch die Verdichtung wird eine Volumenverringerung im Verhältnis von ca. 1:200 erreicht. So lassen sich größere Erdgasmengen im Fahrzeugtank speichern. Der Energieinhalt von 1 kg CNG entspricht rund 1,3 Litern Diesel bzw. 1,5 Litern Benzin.

**Euro-VI-Abgasnorm:** Die Schadstoffemissionen von schweren Nutzfahrzeugen, wie Lkw und Bussen, werden durch die europaweite Abgasnorm Euro VI reguliert. Die europäischen Abgasnormen enthalten Grenzwerte für Kohlenstoffmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NOX), Kohlenwasserstoffe (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>), die Partikelmasse (PM) und die Partikelanzahl (PN), die in regelmäßigen Abständen verschärft werden. Bei Euro VI wurde z. B. der NOX-Grenzwert auf 400 mg/460 kWh herabgesetzt.

**Immissionen:** Während der Begriff Emission den Ausstoß von umweltschädlichen gasförmigen oder festen Stoffen beschreibt, bezieht sich Immission auf die Auswirkung dieser auf Mensch und Umwelt. Neben giftigen Gasen wie Stickstoffoxiden werden auch nichtstoffliche Belastungen wie Lärm als Immission beschrieben. Für Immissionen gelten ortsspezifische Höchstwerte, z. B. darf in Köln die Ozon-Immission 240 Mikrogramm je m<sup>3</sup> Luft nicht überschritten werden, bei Überschreiten des Grenzwertes werden Fahrverbote für Kraftfahrzeuge verhängt.

**LNG (Liquefied Natural Gas) heißt auf Deutsch „Erdgas, tiefkalt verflüssigt“ oder „Flüssigerdgas“:** LNG ist ein klarer, farbloser, nichttoxischer flüssiger Kraftstoff, der durch Druck und die Kühlung von Erdgas auf minus 161–167 °C hergestellt wird. Dieser Kühlprozess verringert das Volumen um das circa 600-Fache, was den Transport deutlich vereinfacht. LNG hat einen durchschnittlichen Brennwert von 11,6 kWh/m<sup>3</sup> und besteht als Gemisch überwiegend (98 %) aus Methan.

**Stickoxid:** Stickstoffoxid ist eine Sammelbezeichnung für verschiedene gasförmige Verbindungen aus Stickstoff- und Sauerstoffatomen, die mit NOX abgekürzt werden. Sie entstehen als unerwünschte Nebenreaktionen bei Verbrennungsprozessen und sind für eine Vielzahl von negativen Umwelteinflüssen verantwortlich. Dazu zählen u. a. Klimaerwärmung, Ozonbildung und Feinstaubbelastung.

**Well-to-Wheel-Ansatz:** Gesamtsystemischer Bewertungsansatz von Antriebstechnologien „vom Bohrloch bis zum angetriebenen Rad“ als Analyse der Gewinnung und Bereitstellung eines Energieträgers bzw. eines Treibstoffs bis zur Umwandlung in Bewegungsenergie. Der Fokus liegt hierbei auf der Ermittlung aller direkten und indirekten Emissionen über den kompletten Weg der Bereitstellung eines Energieträgers („CO<sub>2</sub>-Fußabdruck“).



## **Literaturverzeichnis**

**BMVI (2017):** Fahrzeugbestand in Deutschland im Februar 2017.

**BMWi (2016):** Nationaler Strategierahmen für den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe.

**Deutsche Bundesregierung (2016):** Klimaschutzbericht der Deutschen Bundesregierung 2016.

**DVGW et al. (2016):** Potenzialanalyse LNG – Einsatz von LNG in der Mobilität, Schwerpunkte und Handlungsempfehlungen für die technische Umsetzung, Essen u.a.O.

**Europäische Kommission (2015):** LNG motion, 2015-EU-TM-0422-S.

**Kraftfahrt-Bundesamt (2017):** Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2017.

**Umweltbundesamt (2016):** Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2015.

**Umweltbundesamt (2017):** Nationales Treibhausgasinventar.



# Als Grundstoff oder als Brennstoff: Mit Gas können auch in der Industrie Treibhausgase eingespart werden

Der Industriesektor weist unter allen Sektoren den größten Energieverbrauch auf. Gleichzeitig trägt er ganz wesentlich zur Wertschöpfung in Deutschland bei. Daher sind Lösungen zur Treibhausgasminimierung gefragt, die weder die Produktionsbedingungen und die internationale Wettbewerbsfähigkeit einschränken noch die Gefahr bergen, die Klimaschutzziele zu verfehlen. Die umfangreiche Nutzung von Gasen spielt eine große Rolle, wenn es darum geht, beiden Herausforderungen gerecht zu werden.

## Status quo: Der Strom- und Wärmeverbrauch hat den größten Anteil

Im Jahr 2015 betrug der gesamte Energieverbrauch der deutschen Industrie 1.116 Terawattstunden (siehe Abbildung 1).<sup>1</sup> Zum Vergleich: Der Gesamtverbrauch Deutschlands lag bei 2.466 Terawattstunden.<sup>2</sup>

## Verwendung von Energieträgern in der Industrie nach Herkunft (einschließlich nichtenergetischen Verbrauchs)

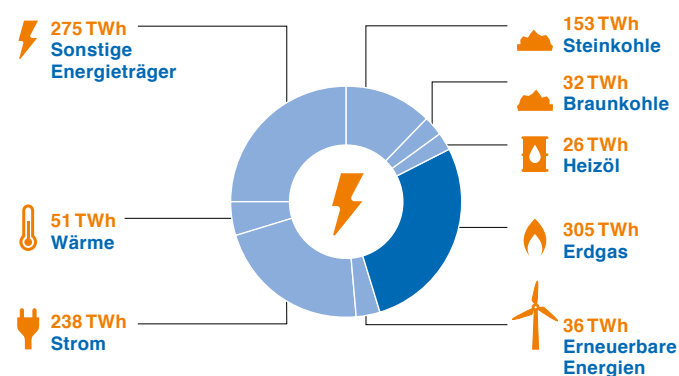


Abbildung 1  
Der Energieverbrauch der deutschen Industrie nach Energieträgern im Jahr 2015<sup>3</sup>

Dass damit fast die Hälfte des gesamten Energieverbrauchs im Industriesektor stattfindet, verdeutlicht die wirtschaftliche Bedeutung des industriellen Sektors für die deutsche Volkswirtschaft.

Für energetische Prozesse, also die Erzeugung von Strom und Wärme, belief sich der Verbrauch im Industriesektor auf 933 Terawattstunden.<sup>4</sup> Abbildung 2 zeigt die Anteile verschiedener Branchen am industriellen Energieverbrauch. Gerade die Aluminium-, Zement-, Stahl- oder Papierherstellungen benötigen für ihre sensiblen Verfahren und Produktionsprozesse optimale und kontinuierlich sehr hohe Temperaturen. Beispielsweise werden Kalkgestein und Mergel – die Rohmaterialien von Zement – erst bei Temperaturen von rund 1.450 °C durch einen chemischen Prozess zum sogenannten Zementklinker.<sup>5</sup>

Energieträger dienen zugleich auch als Ausgangsstoff für Produktionsprozesse. Aus Erdgas wird etwa Methanol erzeugt, das wiederum als Rohstoff für die Herstellung von komplizierteren chemischen Stoffen wie Formaldehyden, Isolierungsstoffen oder Lacken verwendet wird. Energieträger machen als Ausgangsstoff zwar nur einen geringen Anteil am Energieverbrauch der Industrie aus, doch der Rohstoffmix der Chemiebranche in Deutschland besteht zu 74 Prozent aus emissionsintensiven Erdölprodukten und nur zu 11 Prozent aus klimafreundlichem Erdgas.<sup>6</sup>

Um den Rohstoffmix auf treibhausgasarme Alternativen umzustellen und Erdöl langfristig zu ersetzen, bieten sich gerade in der organischen Chemie der Einsatz von klimafreundlicherem Erdgas sowie aus Biomasse gewonnenen nachwachsenden Rohstoffen an.

Als Kohlenstoffquelle dient mit langfristigem Blick auf den Sektorenkopplungspfad auch die Nutzung von Kohlenstoffdioxid, welches insbesondere durch die Aufspaltung von Wasser bei der Herstellung von Wasserstoff als Nebenprodukt anfällt. Gleich-

<sup>1</sup> Inklusive des GHD-Sektors, vgl. Statistisches Bundesamt (2015): Energieverbrauch in der Industrie im Jahr 2015.

<sup>2</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2015): Endenergieverbrauch 2015 nach Sektoren und Energieträgern.

<sup>3</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2015): Energieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes nach ausgewählten Wirtschaftszweigen.

zeitig kann der Treibhausgasausstoß durch den Einsatz erneuerbarer Gase bei der Gewinnung bzw. Raffinierung von Mineralölprodukten („fuel production emissions“) deutlich reduziert werden.

### Top-Ten-Industriebranchen mit dem höchsten Energieverbrauch (einschließlich nichtenergetischen Verbrauchs)

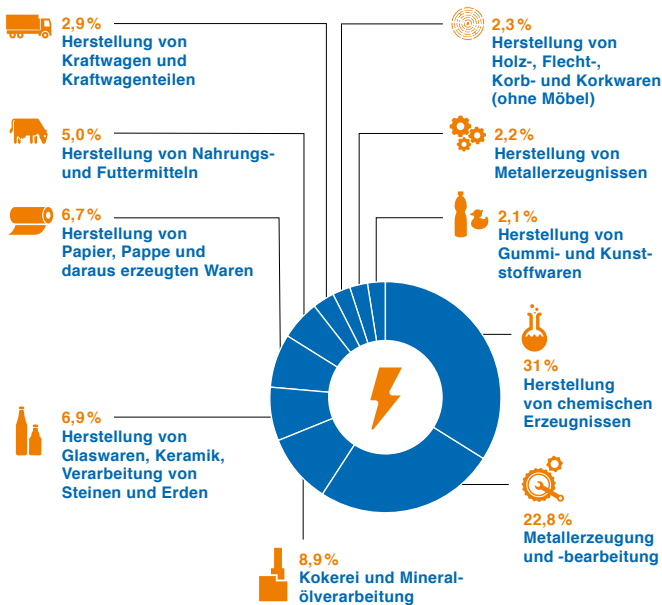


Abbildung 2  
Anteile der zehn Industriebranchen mit dem höchsten Energieverbrauch 2015<sup>7</sup>

Der deutsche Industriesektor hat eine überdurchschnittliche Produktivität und trägt wesentlich zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung in Deutschland bei. Im Jahr 2011 war das verarbeitende Gewerbe für 22,6 Prozent der Bruttowertschöpfung in Deutschland direkt verantwortlich. Diese wurde mit nur 18 Prozent des gesamtwirtschaftlichen Arbeitsvolumens erwirtschaftet.<sup>8</sup> Dies geht mit der Sicherung einer hohen Anzahl von Arbeitsplätzen einher, sodass der Industriesektor auch gesellschaftlich und sozial einen enormen Stellenwert besitzt.

Vor diesem Hintergrund müssen dringend Lösungen für klimafreundlichere Produktions- und Verarbeitungsprozesse in der Industrie gefunden werden,<sup>9</sup> um die Klimaschutzziele der Bundesregierung für den Industriesektor erreichen zu können. Diese sehen eine Reduktion der Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um fast 50 Prozent vor – ohne hierbei die Wertschöpfungspotenziale und die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie einzuschränken. Und auch jenseits volkswirtschaftlicher Überlegungen ist eine Ab-

wanderung industrieller Fertigung und Wertschöpfung aus Deutschland kein Beitrag zum Schutz des Weltklimas, sondern birgt vielmehr das Risiko, Emissionen in Regionen zu verlagern, die keine effektiven Klimaschutzregimes haben.

### Die Industrie kann nicht auf Gase verzichten, aber durch den zunehmenden Einsatz erneuerbarer Gase lassen sich die Klimaschutzziele nachhaltig erreichen

Da sie den größten Teil des Energieverbrauchs ausmachen, muss der Fokus für Maßnahmen zur Treibhausgasminimierung auf den energetischen Prozessen der Industrie liegen, ohne diese zu erschweren oder deutliche Kostensteigerungen auszulösen. Eine Festlegung von Emissionspfaden mit Sicherung von THG-Emissionen-Budgets für die Industrie würde die erforderliche Transformation für die Industrie erleichtern.

Nach heutigem Stand von Technik und Wissenschaft lassen sich die dringend umzusetzenden Maßnahmen und Instrumente in zwei Punkten zusammenfassen:

Erster Schritt: Die Substitution von Kohle und Erdöl durch Erdgas ermöglicht eine zügige und signifikante Reduktion des Ausstoßes von klimaschädlichen Gasen im Industriesektor. Dieser Prozess sollte umgehend eingeleitet werden. Er ist zugleich die Basis und Voraussetzung für den nächsten Schritt.

Zweiter Schritt: Die schrittweise Steigerung des Anteils grüner Gase im Kontext des Energieverbrauchs der Industrie, insbesondere als Prozessenergie, würde zur sukzessiven Absenkung des Energieverbrauchs führen.

Darüber hinaus bieten optimierte Produktionsprozesse und -methoden sowie eine effizientere Nutzung von Prozesswärme in der Industrie nach wie vor ein substantielles Einsparpotenzial. Vor allem schlecht isolierte Industrieöfen, veraltete und nicht an den Bedarf angepasste Anlagen sowie eine fehlende energetische Abwärmenutzung eröffnen ein großes Effizienzsteigerungspotenzial. Energetische Optimierungs- und Modernisierungsmaßnahmen können in diesen Bereichen rund 15 Prozent des Energieverbrauchs einsparen.<sup>10</sup>

Auch im Bereich der Grundstoffe ist die weitestgehende Vermeidung des Ausstoßes von Treibhausgasen durch die verstärkte Nutzung von alternativen Verfahren für die Herstellung von Produkten längerfristig möglich. Doch all dies wird bei weitem nicht ausreichen. ►

<sup>4</sup> Inklusive GHD, vgl. Statistisches Bundesamt (2015).

<sup>5</sup> Vgl. VDZ (2017): Zementherstellung.

<sup>6</sup> Vgl. VCI (2013): Daten und Fakten. Rohstoffbasis der chemischen Industrie.

<sup>7</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2015): Energieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes nach ausgewählten Wirtschaftszweigen.

<sup>8</sup> Vgl. BDI (2013): Industrielle Wertschöpfungsketten. Wie wichtig ist die Industrie?

<sup>9</sup> Die Emissionen von gegenwärtig ca. 180 Millionen Tonnen müssen also bis 2030 noch einmal um ungefähr 40 Millionen Tonnen reduziert werden. Vgl. BMUB (2016), Klimaschutzplan 2050.

<sup>10</sup> Vgl. Dena (2017): Initiative Industrie-Energieeffizienz.

Um entscheidende signifikante Minderungen der Treibhausgasemissionen im Industriesektor zu erreichen, müssen bis zum Jahr 2030 Lösungskonzepte forciert werden, die vor allem eine rasche und vollständige Substituierung der emissionsintensiven Energieträger durch treibhausgasarme Energieträger bewirken. Das gilt zum größten Teil für die Nutzung von Kohle und Erdöl zur Erzeugung von Strom und Wärme. Doch auch der Ersatz von Erdölprodukten für den großen Bedarf an kohlebasierten Ausgangsstoffen im Chemiesektor ist relevant. Schon heute werden in diesem Bereich emissionsarme Technologien und Verfahren dort eingesetzt, wo dies technische und wirtschaftliche Vorteile bringt. Um neue Anwendungsfelder zu erschließen und die Kosten der entsprechenden Technologien und Prozesse weiter zu reduzieren, ist es jedoch nötig, Forschung und Entwicklung zu intensivieren.

Gleichzeitig müssen in einem weiteren Schritt weitergehende Maßnahmen ergriffen werden, damit die überdurchschnittliche Wertschöpfung der deutschen Industrie auch im Rahmen des ambitionierten Klimaschutzpfads bis 2050 gesteigert werden und wettbewerbsfähig bleiben kann. Demnach müssen langfristig fossile Gase durch erneuerbare Ressourcen wie etwa Biomethan und erneuerbar erzeugten Wasserstoff ersetzt werden. Auch hier liegt der Fokus auf der Nutzung dieser grünen Gase zur Erzeugung von Strom und Wärme.

Die Relevanz brennbarer Gase aus regenerativen Quellen zur Ermöglichung des Erreichens der sektoralen Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050 steigt. Dies hat zur Folge, dass neue Technologien und Investitionen, die es ermöglichen, Biogas, Biomethan oder grünen Wasserstoff in den erforderlichen Mengen zu erzeugen und bereitzustellen, weiter vorangetrieben werden müssen.

Darüber hinaus müssen im Rahmen von Forschungs-, Demo- und Pilotprojekten weitere Erfahrungen und Know-how gesammelt werden, um eine weitestgehend treibhausgasneutrale Energieversorgung für die Industrie kostengünstig und verlässlich zu ermöglichen.

### **Deutschland als klimafreundlicher und erfolgreicher Industriestandort**

Eine spezielle Herausforderung der Energiewende in Deutschland besteht darin, dass mäßig günstige Bedingungen für erneuerbare Energieerzeugung auf einen hohen industriellen Energieverbrauch treffen. Aufgrund der großen Bedeutung des Industriesektors für Wirtschaft und Gesellschaft ist der Lösungsdruck für das Erreichen der Klimaschutzziele hier besonders

groß. Es gibt diesbezüglich eine Vielzahl von Ansätzen, ohne grüne Gase aber wird die Industrie 2050 nicht auskommen. Auf dem Weg dorthin sollte die Nutzung von Erdgas an Stelle von Kohle und Erdöl als Energieträger eine wachsende und entscheidende Rolle einnehmen. Auf diese Weise kann der Content-Switch, also die sukzessive Erhöhung des Anteils grüner Gase in den Gasinfrastrukturen, kostengünstig, planbar und versorgungssicher organisiert werden.

Um Anreize für die Industrie dafür zu schaffen, kurzfristig schnell von einer Befeuerung mit Kohle und Erdöl auf Erdgas umzusteigen und im nächsten Schritt die Nutzung von grünen Gasen erheblich zu steigern, sollten bei der Nutzung von klimafreundlichen Gasen die anfallenden Treibhausgaseinsparungen positiv auf das eigene Emissionskonto angerechnet werden. Ebenso würde hier im Umkehrschluss eine Treibhausgassteuer als Pendant dazu diesen Prozess sinnvoll flankieren und eine deutliche Lenkungswirkung entfalten können. Darüber hinaus sollte ein „Phasing-out“ des Betriebskohle- und ölbefeuerten Anlagen der industriellen Eigenversorgung politisch implementiert werden.

Deutschland hat das Potenzial, sich gleichzeitig als wirtschaftlich starker und klimafreundlicher Industriestandort zu positionieren – und diejenigen Zukunftstechnologien zu entwickeln sowie in die Anwendung zu bringen, die deutsche Unternehmen anschließend erfolgreich exportieren können. Damit dies gelingt, sind zunehmend auch Investitionen in Anlagen, Prozesse und Methoden erforderlich, die grüne Gase nutzen und integrieren. Dafür sind insbesondere Marktentwicklungsprogramme für technologieoffene Pilot- und Demonstrationsprojekte nötig, um wegweisend die Nutzung und den Einsatz von Biogas, Biomethan sowie grünem Wasserstoff in industriellen Anwendungen auf den Prüfstand zu stellen. So kann weiteres Know-how generiert und die internationale Marktfähigkeit hergestellt werden. Bezüglich solcher Investitionen ist die Industrie auf eine frühzeitige und langfristig verbindliche Planungssicherheit angewiesen.

In der kommenden Legislaturperiode sollte daher die Ausarbeitung und Festlegung eines Pfades hin zur weitgehend klimaneutralen Industrie in Deutschland hoch oben auf der energie- und industriepolitischen Agenda stehen. Hierfür sollten alle relevanten Stakeholder aus der Industrie und der Gaswirtschaft einbezogen werden, die dazu einen Lösungsbeitrag leisten können. Der DVGW bietet an, seine speziellen Kompetenzen in den Bereichen Sicherheit, Anwendung und Normierung der Gasinfrastruktur sowie Weiterentwicklung von Gastechnologien und dazugehöriger Infrastruktur in einen solchen Prozess aktiv einzubringen.

## Glossar

**THG-Emissionen-Budget:** THG-Emissionen-Budget steht für eine politisch festgelegte Menge von Treibhausgasemissionen, die noch zu Verfügung steht, sprich freigesetzt werden kann. Nachdem sich die Staaten beim Pariser Abkommen verpflichtet haben, den Temperaturanstieg durch den Klimawandel auf deutlich unter zwei Grad Celsius zu halten, beträgt das globale THG-Emissionen-Budget rund 890 Milliarden Tonnen. Demzufolge steht Deutschland ab 2015 ein THG-Emissionen-Budget von maximal zehn Milliarden Tonnen zur Verfügung.

**Pariser Abkommen:** Das Pariser Abkommen steht für die UN-Klimakonferenz in Paris 2015, welche als 21. UN-Klimakonferenz und gleichzeitig 11. Treffen zum Kyoto-Protokoll vom 30. November bis 12. Dezember 2015 in Paris stattgefunden hat. Dort wurden die Klimaschutzziele von Paris und der Nationale Klimaschutzplan 2050 beschlossen, welche den Rahmen für die Energie- und Klimapolitik bis zum Jahr 2050 und darüber hinaus definieren.

**Phasing-out:** In der Energiewirtschaft steht der Begriff „Phasing-out“ für die Übergangsphase zur Energiewende und damit den schrittweisen Ausstieg entweder aus der Nutzung von fossiler Energie (Kohleausstieg) oder aus der von atomarer Energie (Atomausstieg).

## Literaturverzeichnis

**BDI (2013):** Industrielle Wertschöpfungsketten. Wie wichtig ist die Industrie?

**BMUB (2016):** Klimaschutzplan 2050: Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung.

**Dena (2017):** Initiative Industrie-Energieeffizienz. Wärmeversorgung: Optimierte Prozesse – weniger Energie.

**DVGW (2014):** Untersuchungen der Auswirkungen von Gasbeschafftheitsänderungen auf industrielle und gewerbliche Anwendungen.

**Statistisches Bundesamt (2015):** Energieverbrauch in der Industrie im Jahr 2015.

**Statistisches Bundesamt (2015):** Energieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes nach ausgewählten Wirtschaftszweigen.

**Umweltbundesamt (2015):** Endenergieverbrauch 2015 nach Sektoren und Energieträgern.

**VCI (2013):** Daten und Fakten. Rohstoffbasis der chemischen Industrie.

**VDZ (2017):** Zementherstellung.



# Der Dreiklang aus Fuel-Switch, Content-Switch und Modal-Switch ist das Kernelement des Transformationsprozesses hin zu einem integrierten und klimaneutralen Energiesystem

Fuel-Switch, Content-Switch und Modal-Switch bilden als energiesystemischer Dreiklang für effektiven Klimaschutz das Kernelement des Transformationsprozesses hin zu einem neuen integrierten Energiesystem. Während Fuel-Switch die Ablösung emissionsintensiver Energieträger durch klimafreundliche Gase und der parallel stattfindende Content-Switch die kontinuierliche Erhöhung des Anteils CO<sub>2</sub>-freier Gase bedeutet, beschreibt der Modal-Switch die intersektorale Verknüpfung der bestehenden Infrastrukturen als Voraussetzung und Grundlage für eine funktionierende und effiziente Sektorenkopplung. Dieser Dreiklang trägt somit zur Schaffung der Klimaneutralität in allen Sektoren des Energiesystems bei. Dort, wo die volle Elektrifizierung von Anwendungsgebieten und Sektoren kostenintensiv und technisch schwer realisierbar ist, können Gase und Gasinfrastrukturen genutzt werden, um kurzfristig signifikante Klimaschutzeffekte zu realisieren und mittel- sowie langfristig Treibhausgasneutralität zu erreichen. Denn in Zukunft werden Gase mehr und mehr grün.

Die Gasinfrastrukturen sind als Drehscheiben für die Verbindung der Sektoren bereits vorhanden und gut ausgebaut. Ihre intensivere Nutzung ermöglicht es, den weiteren Ausbau von Energieinfrastrukturen zu begrenzen und somit die Energiewende kosteneffizient zu realisieren. Für einen versorgungs- und systemsicheren Transformationsprozess hin zu einer echten Energiewende über die drei Prozesse Fuel-, Content- und Modal-Switch benötigt Deutschland marktwirtschaftliche Rahmenbedingungen, die einen fairen und technologieoffenen Wettbewerb zwischen verschiedenen Energie- und Klimaschutzlösungen ermöglichen. Es kommt vor allem darauf an, je nach Anwendungsfall die kostengünstigste Technologie und Lösung zur möglichst umfangreichen Reduktion von Treibhausgasen einsetzen zu können.

## Fuel-Switch – Kostenneutral und kurzfristig erhebliche Klimaschutzeffekte realisieren

### Den Kohleausstieg einleiten und durch die Modernisierung von Heizungstechnik die Wärmewende zur Erfolgsgeschichte machen

Neben einem zeitnahen Ausstieg aus der Kohleverstromung und dem sofortigen Abschalten der klimaschädlichsten Braunkohlekraftwerke muss auch die Systematik des ETS-Emissionshandels reformiert werden. Denn bisher bietet sie mit Kosten von etwa 5 Euro für ein Zertifikat über den Ausstoß einer Tonne THG nahezu keinen Anreiz zur Emissionsreduktion und entfaltet kaum Lenkungswirkung für Investitionen in klimaschonende Technologien.

In der Phase des Fuel-Switch, also der Ablösung der emissionsintensiven Energieträger Kohle und Erdöl durch den Einsatz von klimafreundlicheren Gasen, sollte im Gebäudesektor die Modernisierung bestehender (alter) Heizungstechnik gezielt vorangetrieben und die Nutzung von KWK- und Mikro-KWK-Anlagen erheblich ausgeweitet werden. Dazu ist es erforderlich, dass ein ordnungsrechtlicher Rahmen geschaffen wird, der die Neuinstallationen von Ölheizungen zeitnah beendet und damit einen klaren Rahmen für den einzuleitenden Fuel-Switch vorgibt. Von besonderer Bedeutung für Bestandsgebäude ist es, dass durch gezielte Förderprogramme effektive Anreizmechanismen geschaffen werden, um einen Umstieg auf moderne und klimafreundliche Heizungstechnik und Hybridtechnologien voranzubringen. Parallel müssen Gebäude zunehmend als aktiver Bestandteil des gesamten Energiesystems verstanden und integriert werden. Auf diese Weise können erhebliche Klimaschutzeffekte durch den Einsatz intelligenter und vernetzter Technologien und Infrastrukturen erzielt werden.

### Gas in der Mobilität und in der Industrie verstärkt für den Klimaschutz nutzen

Um die Potenziale von gasbasierten Technologien in der Mobilität (CNG, LNG und Wasserstoff) voll auszuschöpfen, bedarf es neben weiterer legislativer und ordnungspolitischer Anreize zum Umstieg von konventionellen Antrieben auf Gastechnologien auch der Unterstützung und einer Selbstverpflichtung der Wirtschaft zur weiteren und beschleunigten Nutzung von Erdgas im Pkw- und Lkw-Verkehr.

Um Anreize für die Industrie dafür zu schaffen, verstärkt Erdgas für deren Prozesse zu nutzen und im nächsten Schritt die Nutzung von grünen Gasen erheblich zu steigern, sollten bei der Nutzung von klimafreundlichen Gasen die anfallenden

Treibhausgaseinsparungen positiv auf das eigene Emissionskonto des jeweiligen Unternehmens bzw. Emittenten angerechnet werden können.

Ebenso würde hier im Umkehrschluss eine Treibhausgassteuer eine Lenkungswirkung hin zu mehr Investitionen in klimafreundliche Prozesse und Anlagen entfalten können. Darüber hinaus sollte ein „Phasing-out“ des Betriebs kohle- und erdölbefueter Anlagen der industriellen Eigenversorgung sowie der Kraftwerke der allgemeinen Versorgung politisch implementiert werden.

## Content-Switch – ein wichtiger Schritt hin zu einem treibhausgasneutralen Energiesystem der Zukunft

### Die Potenziale grüner Gase gezielt für die Energiewende und den Klimaschutz nutzen

Für die kosteneffiziente Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und das Erreichen der nationalen Klimaschutzziele in allen Sektoren sollten Fuel- und Content-Switch parallel und systematisch vorangetrieben werden – der Content-Switch, also die kontinuierliche Steigerung des Anteils grüner Gase in der Energiewirtschaft, sollte unverzüglich initiiert und politisch flankiert werden. Damit kann er gerade ab 2030 erheblich dazu beitragen, dass die Klimaschutzziele für 2050 bzw. die weitestgehende Klimaneutralität sektorenübergreifend erreicht werden.

Das Potenzial der Erzeugung grüner Gase in Deutschland ist groß: Das in Biogasanlagen erzeugte grüne Gas kann schon heute in Form von Methan ins Erdgasnetz eingespeist werden. Der insbesondere in Norddeutschland bisher abgeregelte erneuerbare Strom sollte genutzt werden, um über Power-to-Gas-Technologie Wasserstoff und daraus teilweise ebenfalls synthetisches Methan herzustellen. Darüber hinaus sollte das weitere Potenzial grüner Gase gezielt gehoben und sollten für die ca. 9.000 Biogasanlagen, die zeitnah aus der EEG-Förderung herausfallen, intelligente Nutzungskonzepte (wie beispielsweise die Umrüstung auf Einspeisung, die Kopplung mit Power-to-Gas-Anlagen und die Flexibilisierung) ermöglicht und politisch flankiert werden. Dasselbe gilt auch für Biomethananlagen. Die dezentralen Anlagen können zu einem virtuellen Kraftwerk intelligent zusammengeschlossen werden und sowohl Kurzfristhandel als auch Regelenergie systemdienlich unterstützen.

Mit dem Einsatz von grünen Gasen wird es damit möglich, mittel- und langfristig im Sinne des Content-Switch die Treibhausgasemissionen in allen Sektoren, in denen Gase bisher und zukünftig eingesetzt werden, weiter erheblich bis hin zur weitestgehenden Klimaneutralität zu reduzieren. ►

### **Technologieoffene Roadmaps für Fuel- und Content-Switch entwickeln – Sicherheit für Infrastrukturbetreiber geben**

Hierfür ist die Entwicklung und Implementierung von stabilen und gleichzeitig über die notwendige Flexibilität verfügenden Roadmaps für die Umsetzung von Fuel-Switch und Content-Switch dringend und zeitnah erforderlich. Diese Roadmaps sollten die gesetzgeberischen Entscheidungen zum Ausstiegspfad aus der Kohleverstromung flankieren und ergänzen. Werden solche technologieoffenen Agenden mit breiter politischer Unterstützung verabschiedet, können sie die Planungs- und Investitionssicherheit schaffen und vermitteln. Diese ist erforderlich, damit grüne Gase im Jahre 2050 wichtiger Bestandteil einer nahezu klimaneutralen Wirtschaft und Gesellschaft in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität sind.

### **Systemdienliche Power-to-Gas-Anlagen gezielt temporär fördern und als Energiewendetechnologie exportfähig weiterentwickeln**

Darüber hinaus sollten Power-to-Gas-Anlagen bis 2025 bzw. bis eine installierte Gesamtleistung von 1000 MW aufgebaut ist, im Rahmen einer gezielten Technologieförderung international marktfähig gemacht werden. Somit kann diese Technologie systemdienlich eingesetzt und exportfähig weiterentwickelt werden. Dies senkt die Förderkosten der erneuerbaren Energien und macht zugleich den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und den dadurch induzierten Netzausbau effizient sowie volkswirtschaftlich kostengünstig und sozialverträglich.

### **Modal-Switch – Sektoren koppeln und ein treibhausgasneutrales Energiesystem ermöglichen**

#### **Die Sektoren effizient über Gas koppeln und somit umfassenden Klimaschutz ermöglichen**

Sektorenkopplung und erneuerbare Gase ermöglichen es, klimafreundliche Energieträger bedarfsgerecht in die Bereiche und Sektoren des Energiesystems zu bringen und dort zu nutzen, wo Klimaschutz mit rein elektrischen Lösungen nicht kosteneffizient oder technisch schwer zu realisieren ist. Dazu zählen etwa der Schwerlastverkehr, der industrielle Verbrauch von Gasen als Grundstoff und für Prozesswärme sowie die Wärmeversorgung von Ballungsräumen mit hohem Altbaubestand.

### **Die vorhandenen Gasinfrastrukturen für die Sektorenkopplung nutzen, erhalten und ausbauen**

Die Energiewende braucht das Gasnetz. Das Gasnetz bietet für die Sektorenkopplung und die dafür notwendigen diskriminierungsfreien, direkten Energieflüsse eine hervorragende Plattform: Es kann als „Drehscheibe“ für eine integrierte Energiewelt der Zukunft dienen. Damit stellt die Gasinfrastruktur ein überaus wertvolles volkswirtschaftliches „Asset“ dar, das im Sinne einer kosteneffizienten und effektiven Realisierung der Energiewende intensiv genutzt und weiterentwickelt werden sollte. Die umfangreichen Investitionen in die Gasinfrastrukturen sollten demgegenüber nicht durch einseitige Festlegungen auf Stromnetzinfrastrukturen und vollelektrische Anwendungen gefährdet werden.

### **Den regulatorischen Rahmen weiterentwickeln und Investitionen in Netze und Kopplungselemente anreizen**

Der regulatorische Rahmen der Energiewirtschaft muss daher dringend weiterentwickelt werden, da sich die traditionelle Trennung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität hier nach wie vor in sektorenspezifischen Regelungen, Instrumenten und Verantwortlichkeiten niederschlägt. Dies zu überwinden ist eine der zentralen energiepolitischen Herausforderungen der kommenden Jahre. Sektoren- und infrastrukturübergreifende Investitionen in Netze und Kopplungselemente werden andernfalls ausbleiben.

### **Den Ordnungsrahmen im Energiesystem sektorenübergreifend vereinheitlichen**

Die Energiepolitik sollte sich an dem systemweit gedachten Leitbild eines weitgehend klimaneutralen Energiesystems ausrichten und zügig die Weichen dafür stellen, dass Gasnetz und Gasinfrastruktur hierzu ihren Beitrag leisten können. Um die Potenziale sektorenkoppelnder Infrastrukturen, Anlagen und Technologien zur Erreichung der Treibhausgasreduktionsziele im Sinne einer bezahlbaren, effektiven und effizienten Energiewende zu nutzen, müssen die regulativen Rahmenbedingungen sektorenübergreifend vereinheitlicht werden. Es gilt, im Sinne eines „level playing field“ der Technologien und Lösungen marktliche Anreize für Investitionen in CO<sub>2</sub> einsparende, systemdienliche und Flexibilität ermöglichende Technologien und Infrastrukturen zu schaffen. Hierbei sollte der Nutzung der existierenden Infrastrukturen ein Vorrang eingeräumt werden, sodass die Energiewende kosteneffizient und sozialverträglich



vorangetrieben werden kann. Zudem sollten bei der Ertüchtigung der Energie-Infrastrukturen Investitionen in echte Sektorenkopplungs-Infrastrukturen, die u. a. grüne Gase erzeugen, speichern oder transportieren können, bei gleichem volkswirtschaftlichem Kostenaufwand Vorrang gegenüber rein sektoralem Infrastrukturausbau haben.

### **Der Umwandlung nicht integrierbarer Strommengen in Gase Vorrang einräumen und regulatorische Hemmnisse dafür beseitigen**

Damit bisher vergütete erneuerbare Strommengen, die nicht bzw. nur unter hohen volkswirtschaftlichen Kosten ins Stromnetz integriert werden können und damit auch nicht nutzbar sind, zur Treibhausgasreduktion im Energiesystem beitragen können, sollte der Umwandlung dieser Strommengen in Gase Priorität gegeben werden. Hierbei gilt es, alle regulatorischen Hemmnisse, wie beispielsweise die energierechtliche Einstufung von Umwandlungstechnologien als Strom-Letzterverbraucher, zügig zu beseitigen. Nur so kann aus einer Stromerzeugungswende über eine umfassende Sektorenkopplung eine echte Energiewende werden.

### **Sektorale Netzplanung aufgeben und einen gemeinsamen Netzentwicklungsplan erarbeiten**

In diesem Zusammenhang sollte auch die bislang strikt sektoral konzipierte und ausgearbeitete Netzentwicklungsplanung für Strom und Gas grundlegend reformiert und modernisiert werden. Statt eines Netzentwicklungsplans (NEP) Strom und eines parallel fortgeschriebenen NEP Gas sollte künftig ganz im Sinne einer sektorenübergreifenden Energiewende mit einer multidirektionalen Anbindung der Energieflüsse ein gemeinsamer Netzentwicklungsplan („QUER-NEP“) für die zentralen Netzinfrastrukturen erarbeitet werden. Darüber hinaus sollten für ein sicheres, effizientes und zunehmend dezentrales und digitalisiertes Energiesystem auch die Verteilnetze von Strom und Gas dezentral von den Akteuren vor Ort gemeinsam geplant und somit strukturell gekoppelt sowie harmonisiert werden.

Dies alles ist allerdings nur möglich, wenn der über Jahrzehnte gewachsene strikt sektoral ausgerichtete Ordnungsrahmen für das Energiesystem grundlegend reformiert wird. Insbesondere eine Neustrukturierung der Systematik der Steuern, Abgaben und Umlagen auf Energie sollte zeitnah angegangen werden, damit freie sektorenübergreifende Energieflüsse nicht länger durch regulatorische „Stoppschilder“ sanktioniert werden, sondern diskriminierungsfrei möglich sind.

# Impressum

## **Herausgeber**

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. – Technisch-wissenschaftlicher Verein  
Josef-Wirmer-Str. 1–3  
53123 Bonn  
[www.dvgw.de](http://www.dvgw.de)

## **Projektsteuerung und Ansprechpartner**

Dr. Volker Bartsch, [bartsch@dvgw.de](mailto:bartsch@dvgw.de)

## **Stand**

Mai 2017

## **Konzept & Gestaltung**

Johanssen + Kretschmer Strategische Kommunikation GmbH (Konzeption)  
V-FORMATION – Agentur für visuelle Kommunikation GmbH (Gestaltung)

## **Herstellung**

wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH

[www.dvgw-energie-impuls.de](http://www.dvgw-energie-impuls.de)



