



energie | wasser-praxis

kompakt

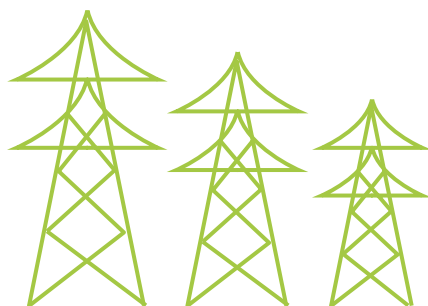
9/2016

SEKTORKOPPLUNG

Gas-, Strom- und Wärmeinfrastrukturen koppeln und so erneuerbare Energien über den Stromsektor hinaus verfügbar machen.



sektor- kopplung



4 **Sektorkopplung mit Gas: Vorteile, Chancen, Perspektiven**

7 **Power-to-Gas kann erneuerbare Energien bereits heute direkt in bestehende andere Sektoren transferieren**

Im Gespräch mit René Schoof, Head of Energy Storage Technology bei der Uniper Energy Storage GmbH und Leiter des DVGW-Forschungsclusters „Gaserzeugung und Energiesysteme“

10 **Die Stromversorgung darf nicht länger als isoliertes System betrachtet werden**

Ein Gastbeitrag von Andreas Kuhlmann, Vorsitzender der Geschäftsführung der Deutschen Energie-Agentur (dena)

12 **Infografik: Leistungsumfang von Power-to-Gas**

14 **Strom und Gas – Partner in unserem neuen Energiesystem**

Im Gespräch mit Professor Dr. Markus Zdrallek vom Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik an der Bergischen Universität Wuppertal

16 **Strom und Gas clever kombiniert – Technologien der Sektorkopplung**

20 **Kombinierte Erzeugungsmöglichkeiten von Wasserstoff für die sektorenübergreifende Nutzung**

22 **Das Thema Sektorkopplung auf der gat 2016**

impresum

Herausgeber:

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. –
Technisch-wissenschaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Straße 1-3
53123 Bonn
Tel.: 0228 9188-5
Fax: 0228 9188-990
E-Mail: info@dvgw.de
Internet: www.dvgw.de

Verlag und Vertrieb:

wvgw Wirtschafts- und Verlags-
gesellschaft Gas und Wasser mbH
Geschäftsführer: Stephan Maul, M.A.
Josef-Wirmer-Straße 3
53123 Bonn
Tel.: 0228 9191-40
Fax: 0228 9191-498
E-Mail: info@wvgw.de
Internet: www.wvgw.de

Schriftleiter:

Prof. Dr. Gerald Linke

Chefredaktion:

Heike Gruber (verantwort.)
Tel.: 0228 9191-419

Mitarbeiter dieser Ausgabe:

Eva Stetter, Martin Schramm,
Alexandra Thies

Gezeichnete Artikel stellen die Ansicht des Verfassers dar, nicht unbedingt die der Schriftleitung und der Redaktion. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, des auszugsweisen Nachdrucks, der fototechnischen Wiedergabe und der Übersetzung liegen beim Verlag.

Gestaltung und Satz:

Angela Gösele

Druck:

Siebel Druck & Grafik, Lindlar

inhalt



Sektorkopplung mit Gas – Vorteile, Chancen, Perspektiven

Bis 2050 sollen die deutschen Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 Prozent sinken. Vor diesem Hintergrund galten alle bisherigen Anstrengungen dem Ausbau der erneuerbaren Energien im Bereich der Stromerzeugung. Entsprechend lag ihr Anteil am Bruttostromverbrauch im Jahr 2015 bereits bei rund 32 Prozent. Doch längst ist klar: Das allein wird nicht genügen, um die angestrebten Klimaziele zu erreichen. Deshalb müssen auch im Wärmemarkt und im Verkehr weniger fossile Energieträger zum Einsatz kommen und Emissionen gesenkt werden. Gelingen kann dies mithilfe der sogenannten Sektorkopplung.

Was genau verbirgt sich hinter dem Begriff Sektorkopplung?

Die Idee der Sektorkopplung ist es, Strom-, Wärme- und Gasnetze sowie den Mobilitätssektor miteinander zu verknüpfen. Dadurch wird es möglich, dass erneuerbare Energien auch abseits des Stromsektors, z. B. in Haushalten, im Gewerbe, im Verkehrssektor oder auch in der Industrie, nach und nach zum Einsatz kommen und zur Dekarbonisierung beitragen.

Wie können die Sektoren miteinander gekoppelt werden?

Bei der Kopplung der Sektoren helfen verschiedene Sektorkopplungstechnologien (siehe auch S. 16 ff.) wie Power-to-X-Verfahren oder die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung aus Gas. Welche Technologie wann zum Einsatz kommen sollte, hängt von den einzelnen Verbrauchsgruppen ab. Denn Haushalte, Gewerbe, Industrie oder der Mobilitätssektor sind für jeweils unterschied-



Sektorkopplung eröffnet neue Wachstumsfelder

Dr. Tobias Brosze, Technischer Vorstand der Stadtwerke Mainz AG

Quelle: SW Mainz



Für Stadtwerke ergeben sich aus der sektorenübergreifenden Optimierung des regionalen Infrastruktursystems (Strom, Gas, Wärme, Verkehr, Haushalte, Gewerbe, Industrie) interessante neue Geschäftsmodelle. Beispiele sind die Produktion von Wasserstoff aus Überschussstrom, der Vertrieb von grünem Gas aus regionalen Power-to-Gas-Anlagen oder die wärme- und stromseitig optimierte

Vermarktung von KWK-Anlagen. Auch die Entwicklung vom ÖPNV-Betreiber zum regionalen Mobilitätsdienstleister bietet Chancen wie den Betrieb von Brennstoffzellenbussen mit einem lokalen, umweltfreundlichen Treibstoff. Voraussetzung für den Erfolg wird es sein, neben der technischen Verknüpfung der Sektoren die logische und häufig digitale Verknüpfung zu beherrschen und in Form von Dienstleistungen echten Mehrwert für die Kunden zu generieren.



“ Gasbasierte Sektorkopplung unterstützt die Dekarbonisierung von Industrie, Verkehr und Wärmemarkt

Dr. K. Peter Röttgen, Vizepräsident Uniper Innovation

Quelle: Uniper



Der signifikante Ausbau erneuerbarer Energie vor allem auf Basis von Wind und Sonne führt zu einem deutlich wachsenden Angebot von Strom in fluktuierender und dezentraler Verfügbarkeit. Energie wird aber in vielfältigen Formen verbraucht und die Nutzungen jenseits des Stroms gilt es auch zu erschließen, um die Ziele des Klimaschutzes zu erreichen. Eine Sektorkopplung würde dem Grünstrom

erlauben, über den technisch-ökonomisch besten Weg abzufließen und Zwangsabschaltungen in der Erzeugung zu reduzieren. Die schon vorhandene Gasinfrastruktur kann über die Power-to-Gas-Technologie eine wichtige Brücke zur Industrie, zur Mobilität wie auch zum oft unterschätzten Wärmemarkt darstellen und damit wesentlich zur Dekarbonisierung dieser Bereiche beitragen. ”

liche Technologien prädestiniert und bieten über die jeweiligen Kopplungselemente die Möglichkeit, systemdienlich und gesamt-ökologisch wirksam zwischen den Netzen zu agieren. Zwar könnte der erneuerbare Strom in einigen Verbrauchsgruppen direkt genutzt werden, etwa in der Elektromobilität. Doch das ist nicht immer möglich, z. B. wenn dieser Strom gerade nicht zur Verfügung steht, weil keine Sonne scheint und kein Wind weht. Darüber hinaus müssten enorme Anpassungen vorgenommen werden, um ausschließlich strombasierte Anwendungstechnologien und die dazugehörige Infrastruktur aufzubauen und zu betreiben. Um die Sektorkopplung sowohl kosten- und energieeffizient als auch flexibel umsetzen zu können, bedarf es deshalb eines technologieoffenen Wettbewerbs zwischen den einzelnen Sektorkopplungsoptionen. Durch die geschickte Kombination deren jeweiligen Stärken kann dann eine effektive Verknüpfung der Sektoren umgesetzt werden.

Welche Rolle spielt das Gasnetz bei der Sektorkopplung?

Die Verbindung des Gasnetzes mit dem Stromnetz ist eine der vielversprechendsten Kopplungsmöglichkeiten. Das deutsche Erdgassystem stellt mit seinem über 500.000 Kilometer langen Leitungsnetz ein riesiges und schon flächendeckend vorhandenes Speichermedium dar.

Derzeit transportiert dieses Netz jährlich fast 1.000 Milliarden Kilowattstunden Energie in Form von Erdgas und Bio-Erdgas und damit in etwa die doppelte Energiemenge des deutschen Stromnetzes (rund 540 Milliarden Kilowattstunden). Zusätzlich können in den unterirdischen Gasspeichern knapp 230 Milliarden Kilowattstunden einge-

“ Stabilität im Energiesystem mit Kraft-Wärme-Kopplung

Dr. Frank Vossloh, Geschäftsführer der Viessmann Deutschland GmbH

Quelle: Viessmann



Als Hocheffizienztechnologie sind BHKW und Mikro-KWK-Systeme unverzichtbar für das Gelingen der Energiewende. Denn die Fluktuationen der volatilen Energieträger Wind und Sonne müssen ausgeglichen werden. Dabei kann die KWK einen entscheidenden Beitrag leisten. Im Hinblick auf die politischen Rahmenbedingungen ist es wichtig, dass auf selbst erzeugten und verbrauchten Strom keine Abgaben erhoben werden. ”

speichert werden (also fast 25 Prozent des deutschen Gasabsatzes), bis 2020 soll diese Kapazität auf 300 Milliarden Kilowattstunden steigen.

Diese Speicherkapazität steht auch den erneuerbaren Energien zur Verfügung! Mithilfe der Sektorkopplungstechnologie Power-to-Gas kann der Strom aus Wind und Sonne über die Elektrolyse in Gas umgewandelt und so langfristig und in großen Mengen in der Gasinfrastruktur gespeichert werden. Das regenerativ gewonnene Gas kann dann zeitunabhängig für die Mobilität, den Wärmemarkt und die chemische Industrie zur Verfügung gestellt oder wieder verstromt werden – je nachdem, was gerade gebraucht wird. Damit eröffnen sich immense Flexibilitätspotenziale, die in dieser Form keine andere Sektorkopplungstechnologie bieten kann und die eine besondere Würdigung dieser Technologie bei der Ausgestaltung unseres Gesamtenergiesystems rechtfertigt.

Wann kann es mit der gasbasierten Sektorkopplung losgehen?

Am besten sofort! Die für die gasbasierte Sektorkopplung benötigten Technologien stehen bereits zur Verfügung oder können kurzfristig

eingesetzt werden. Das zentrale Kopplungselement, die Elektrolyse für das Power-to-Gas-Verfahren, ist ausgereift und hat ihre Funktionstüchtigkeit bereits in zahlreichen Forschungs- und Demonstrationsprojekten bewiesen. Auch die Integration des erneuerbaren Gases in den Kraftstoff- und den Wärmemarkt ist kurzfristig problemlos möglich, da entsprechende Infrastrukturen und bewährte Technologien bereits vorhanden und schon in der Einführungsphase bezahlbar sind.

Was muss die Politik noch tun?

Was noch fehlt, ist die regulatorische Anerkennung von Sektorkopplungstechnologien als Flexibilitäts- bzw. alternative Netzausbaumaßnahme. Energiespeicher müssen endlich als eigenständiges Element im Energiesystem anerkannt und somit von Abgaben und Umlagen befreit werden, um ihre wirtschaftliche Entwicklung zu ermöglichen. Denn nur dann können sie in vollem Umfang das leisten, was das Ziel aller Energiewendegedanken ist: den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien ermöglichen und so unsere Klimaziele auf möglichst kostengünstigem Weg und bei Erhalt der Versorgungssicherheit erreichen. ■

“ Belastungen durch die EEG-Umlage für Power-to-Gas müssen sinken

Dr. Hermann Pengg, Leiter Projektmanagement Erneuerbare Kraftstoffe, AUDI AG

Quelle: Audi AG



Um die Energieversorgung in Deutschland und Europa nachhaltig CO₂-arm zu gestalten, bedarf es der Emissionssenkung in allen drei Sektoren: Strom, Wärme und Verkehr. Stand heute haben wir im Stromsektor die ausgereiftesten Technologien zur CO₂-neutralen Energieerzeugung im industriellen Maßstab. Damit wir diese Technologien auch in den anderen Sektoren – auch und gerade im Verkehr – sinnvoll im Sinne

der Erreichung der Klimaschutzziele einsetzen können, muss die Politik rasch Anreize schaffen. So müssen mit Blick auf die vielversprechende Power-to-Gas-Technologie die Belastungen durch die EEG-Umlage gesenkt werden. Dies wäre ein wichtiges Signal an Betreiber entsprechender Anlagen, aber auch an potenzielle Investoren, die in diese Zukunftstechnologie einsteigen wollen. ”

Power-to-Gas kann erneuerbare Energien bereits heute direkt in bestehende andere Sektoren transferieren

René Schoof, Head of Energy Storage Technology bei der Uniper Energy Storage GmbH und Leiter des DVGW-Forschungsclusters „Gaserzeugung und Energiesysteme“, erläutert im Gespräch mit der „DVGW energie | wasser-praxis“ die Einsatzmöglichkeiten der Power-to-Gas-Technologie.



Quelle: Uniper

Die Sektorkopplung ist zurzeit in aller Munde. Was genau ist darunter zu verstehen und warum brauchen wir die Sektorkopplung?

Im Zuge der Energiewende in Deutschland sollen die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Dies soll nicht nur auf den Stromsektor beschränkt bleiben, sondern alle Energiesektoren wie Verkehr, Wärme und Industrie sollen ihre Treibhausgasemissionen gleichermaßen reduzieren. Wesentlicher Bestandteil der neu zu schaffenden Energiewelt werden Stromerzeugungsformen aus erneuerbaren Eingangsquellen wie Wind, Sonne, Wasserkraft und Biomasse sein. Um den so gewonnenen erneuerbaren Strom auch über das Stromsystem hinaus nutzbar zu machen, ist eine enge Vernetzung der verschiedenen Energiesektoren grundlegende Voraussetzung – die Sektorkopplung. Neben der Integration von erneuerbarem Strom in Sektoren außerhalb des Stromsektors führt die Sektorkopplung zuallererst zu mehr Flexibilität im Stromsektor, da regionale oder zeitliche Überschüsse bei der Er-

zeugung von erneuerbarem Strom aus Wind und Sonne sinnvoll genutzt werden können und die Stabilität der Stromnetze unterstützt wird. Darüber hinaus können Treibhausgase auch über den Stromsektor hinaus zum Beispiel im Gassektor erzielt werden.

Power-to-Gas gilt als eine vielversprechende Sektorkopplungstechnologie. Was kann mit Power-to-Gas erreicht werden, was mit anderen Sektorkopplungstechnologien nicht möglich ist?

Die Power-to-Gas-Technologie bietet eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten. So kann Power-to-Gas nicht nur mehr Flexibilität im Stromsektor ermöglichen, sondern gleichzeitig auch zur Dekarbonisierung im Gas- und Wärmemarkt beitragen. Daneben ist Power-to-Gas eine der wenigen Technologien, die erneuerbare Energien bereits heute direkt in bestehende andere Sektoren transferieren kann. Und dies sowohl regional begrenzt als auch räumlich und zeitlich zwischen Erzeugung und Verbrauch getrennt. Beispielhaft seien hier die Bereitstellung von erneuerbarem Gas für

“ **Power-to-Gas ist in den meisten Fällen eben kein Letztverbraucher von Strom, sondern dient gerade der Integration von erneuerbarem Strom in andere Sektoren.** ”

die Erzeugung nachhaltigerer Kraftstoffe, die Gebäudebeheizung mittels existierender Gasbrennwerttechnik oder für den Einsatz in CNG-Fahrzeugen genannt. Nicht zuletzt ist die Power-to-Gas-Technologie der aktuell einzige bekannte Langzeitspeicher für erneuerbare Energie im Gigawattstunden- und Terrawattstunden-Bereich.

Uniper betreibt selbst zwei Power-to-Gas-Anlagen, eine im brandenburgischen Falkenhagen und eine in Hamburg-Reitbrook. Welche technischen und wirtschaftlichen Modelle werden hier demonstriert bzw. getestet?

Mit dem Betrieb dieser beiden Power-to-Gas-Anlagen demonstriert Uniper bereits heute die technische Machbarkeit dieser Technologie im MW-Maßstab. Neben der Untersuchung der Flexibilität und der Effizienz der hier eingesetzten Alkali- und PEM-Elektrolyse werden auch vorhandene Materialien und Technologien aus dem Erdgasbereich auf ihre Eignung für Wasserstoff getestet. So haben die Untersuchungen gezeigt, dass beide Technologien für die Erbringung von Primär-, Sekundär- und Minutenregelleistung

geeignet sind. Im Ergebnis dessen erbringt die Anlage in Falkenhagen bereits seit geraumer Zeit negative Regelleistung am Markt für Sekundär- und Minutenregelleistung. Neben diesem Flexibilitätsprodukt für den Stromsektor testet Uniper

die Integration von WindGas in die Sektoren Wärme und Verkehr mittels verschiedener innovativer Produkte.

Ein häufiger Kritikpunkt an Power-to-Gas ist der Wirkungsgrad. Warum sollte man diesen Pfad trotzdem berücksichtigen?

Der brennwertbezogene Wirkungsgrad von Power-to-Gas-Anlagen der neuesten Generation liegt bereits bei über 70 Prozent für die reine Umwandlung von Strom zu Wasserstoff. Eine Nutzung der Abwärme und des Sauerstoffes ist dabei noch nicht berücksichtigt, sodass der Gesamtnutzungsgrad bei entsprechender Verwendung noch weit höher liegt. Auch wenn die Wiederverstromung des regenerativ gewonnenen Gases heute wirtschaftlich noch nicht sinnvoll ist, kann Power-to-Gas langfristig als großtechnische Backup-Option unter Nutzung der bestehenden Erdgasinfrastruktur eingesetzt werden, um die Erzeugung von fluktuierendem regenerativem Strom und dem Verbrauch räumlich und vor allem zeitlich zu entkoppeln. Die Power-to-Gas-Technologie inkl. Rückverstromung kann dann einen wichtigen Baustein für die Versorgungssicherheit darstellen.

Und was kann Power-to-Gas kurz- und mittelfristig leisten?

Kurz- und mittelfristig bietet die Integration von grünem Wasserstoff in bereits bestehende Wasserstoffinfrastrukturen bei industriellen Nutzern das größte Potenzial für Power-to-Gas, da hier bereits heute signifikante Potenziale zur Senkung der Treibhausgasemissionen gehoben werden können. Die Bereitstellung von Flexibilität für den Stromsektor und die Dekarbonisierung im Gas- und Wärmesektor sind aktuell die zentralen Treiber für den Einsatz der Power-to-Gas Technologie.

“ **Die Power-to-Gas-Technologie ist der aktuell einzige bekannte Langzeitspeicher für erneuerbare Energie im Gigawattstunden- und Terrawattstunden-Bereich.** ”



Welche Faktoren sind für die Wirtschaftlichkeit der Technologie ausschlaggebend und müssten sich ändern?

Entscheidend ist, dass der Rechtsrahmen für diese und andere innovative Technologien angepasst wird. Zum einen wird trotz der genannten ökologischen Vorteile der Einsatz von Power-to-Gas bislang weder im deutschen noch im europäischen Rechtsrahmen angemessen als wirkungsvoller Beitrag zu Umwelt- und Klimaschutz anerkannt. Power-to-Gas könnte schon heute insbesondere im Mobilitätsbereich großskalig zur Erzeugung nachhaltiger Kraftstoffe genutzt werden, indem der heute genutzte und aus fossilen Quellen hergestellte Wasserstoff durch grünen Wasserstoff aus Power-to-Gas ersetzt wird. Doch dafür ist neben einer Anerkennung der erzielbaren Treibhausgasreduzierung auch eine Berücksichtigung bei der Biokraftstoffquote erforderlich. Die Anerkennung betrifft zunächst die „Fuel Quality Directive“ kurz FQD, die Emissionsminderungsanforderungen für die Treibstoffproduzenten festsetzt. Daneben bedarf es einer Gleichsetzung mit anderen „advanced biofuels“ im Sinne der „European Renewable Energy Directive“ kurz RED. Die damit zu gewährende Doppelanrechnung auf die Biokraftstoffquote wäre ein weiterer Schritt zur Wirtschaftlichkeit.

Für die Umsetzung in deutsches Recht muss dann in einem zweiten Schritt das Bundesimmissions-

schutzgesetz (BimSchG) entsprechend angepasst werden. Durch die Nutzung von Power-to-Gas wird zwar der Anteil von Biokraftstoff im Endprodukt nicht erhöht, aber in der Gesamtbilanz aus Benzinproduktion und -einsatz steigt der Anteil von Bioenergie. Auch für die direkte Nutzung von Power-to-Gas in anderen industriellen Bereichen ist die Anerkennung der ökologischen Vorteile entscheidend. Mit einer entsprechenden Anerkennung kommt auch die Wirtschaftlichkeit und in der Folge kann sich eine grüne Wasserstoffindustrie entwickeln, die dann auch weitere Anwendungsfelder eröffnet.

Und wie sieht es mit der Anerkennung der Flexibilitätsoption aus?

Für den kurz- bis mittelfristigen Einsatz der Power-to-Gas-Technologie als Flexibilitätsoption im Stromsektor und zur Dekarbonisierung im Gas- und Wärmesektor bedarf es der Anpassung weiterer regulatorischer Rahmenbedingungen auf der Strombezugsseite. Power-to-Gas ist in den meisten Fällen eben kein Letztverbraucher von Strom, sondern dient gerade der Integration von erneuerbarem Strom in andere Sektoren bzw. nutzt den erneuerbaren Strom zu Zeiten eines regionalen oder zeitlichen Überangebotes und stellt ihn gewandelt als grüne gasförmige Energie dem Nachnutzer oder Letztverbraucher zur Verfügung. Daher ist eine Belastung mit Netzentgelten und EEG-Umlage zumeist nicht sachgerecht und es bedarf einer differenzierten Betrachtung.

“ *Trotz der genannten ökologischen Vorteile wird der Einsatz von Power-to-Gas bislang weder im deutschen noch im europäischen Rechtsrahmen angemessen als wirkungsvoller Beitrag zu Umwelt- und Klimaschutz anerkannt.* ”

In welchen Marktsegmenten sehen Sie die größten Chancen für Power-to-Gas?

Aus heutiger Sicht ist sicherlich der Verkehrssektor im Allgemeinen und die Mineralölindustrie im Speziellen als kurzfristig vielversprechendstes Marktsegment zu nennen. Power-to-Gas kann hier bei den ausgeführten Anpassungen des regulatorischen Rahmens sehr schnell zu ersten signifikanten Emissionseinsparungen beitragen. Außerdem würde sich dadurch die Chance eröffnen, großskalige Anlagen zu realisieren, was wiederum direkt zu sinkenden Kosten für die Produktion und Errichtung von Power-to-Gas-Anlagen führt. Dieser positive Kostensenkungseffekt führt meines Erachtens mittelfristig zum Einsatz in der Chemie- und Stahlindustrie sowie in die direkte Nutzung des grünen Wasserstoffs in der Mobilität. Langfristig profitieren dann alle Sektoren von einer kostengünstigeren und noch effizienteren Power-to-Gas-Technologie, sodass auch eine Rückverstromung von im Erdgassystem zwischengespeichertem erneuerbarem Gas bei hohen Anteilen fluktuierender erneuerbarer Stromerzeugung wirtschaftlich darstellbar sein wird. ■

Die Stromversorgung darf nicht länger als isoliertes System betrachtet werden

Ein Beitrag von **Andreas Kuhlmann**, Vorsitzender der Geschäftsführung der Deutschen Energie-Agentur (dena)



Quelle: dena

Bis 2050 soll der Energieverbrauch in Deutschland größtenteils durch erneuerbare Energien gedeckt werden – ein ambitioniertes Ziel, das grundsätzlich erreichbar ist. Aktuell konzentriert sich jedoch der Ausbau der erneuerbaren Energien vor allem auf den Stromsektor. Dort geht es schneller voran als erwartet, während der Netzausbau nur langsam vorankommt. Das führt nicht nur dazu, dass Windräder oder Fotovoltaikanlagen vermehrt abgeschaltet werden müssen, um das Stromnetz nicht zu überlasten, sondern auch zu dramatisch steigenden Netzengpasskosten.

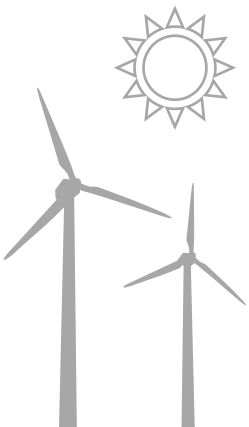
Vor diesem Hintergrund ist es dringend nötig, dass wir uns um die Sektorkopplung kümmern. Gemeint ist damit, dass die Stromversorgung nicht länger als isoliertes System betrachtet werden darf. Vielmehr müssen wir sie mit anderen Sektoren wie Wärme, Verkehr und Industrie verknüpfen. Man kann es Sektorkopplung nennen, oder auch Integrated Energy. Fest steht: Überall dort, wo sektorübergreifend gedacht wird, entstehen Möglichkeiten für Synergien im Sinne der Energiewende und für neue Geschäftsmodelle.

Während es in den vergangenen Jahren vor allem darum ging, die erneuerbaren Energien aus dem Nischendasein zu holen und sie zur tragenden Säule der Stromversorgung zu machen, geht es jetzt also darum, das Energiesystem als Ganzes stärker in den Blick zu nehmen. Damit wird sozusagen eine neue Phase der Energiewende eingeleitet.

Doch wie lassen sich die bislang voneinander getrennten Sektoren sinnvoll miteinander verbinden? Zunächst einmal müssen andere Märkte und Infrastrukturen als bisher berücksichtigt werden. Erdgas wird hier eine wichtige Rolle spielen. Darüber hinaus gilt es, Infrastrukturen tech-

nisch optimal zu verknüpfen und alle relevanten Komponenten und Wertschöpfungsprozesse des Energiesystems zu digitalisieren. Dadurch werden Energieverbräuche transparent und Potenziale für Flexibilität und Energieeffizienz geschaffen. Immer häufiger werden Unternehmen und Haushalte auch zu Anbietern im Energiesystem, z. B. von Strom aus kleinen Solar- oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, oder von Flexibilität, weil sich der Energieverbrauch ihrer Anlagen und Geräte steuern lässt. Deshalb gewinnt das Aggregieren der Daten von dezentralen Einheiten immer mehr an Bedeutung.

Eine gute und bereits verfügbare großtechnische Lösung zur Kopplung der Sektoren ist die Power-to-Gas-Technologie. Wichtig für die Entwicklung von Standorten sind insbesondere Perspektiven für die Nutzung von Wasserstoff und Methan in der Mobilität. Auch die Anbindung an die Chemieindustrie wirkt sich positiv aus, wenn dort Wasserstoff gebraucht wird. Leider sind die Marktbedingungen für Power-to-Gas derzeit noch ungünstig, da die rechtlichen Rahmenbedingungen immer noch zu stark auf die einzelnen Sektoren zugeschnitten sind. Hier ist die Politik gefordert, zunächst ein weiter gehen-



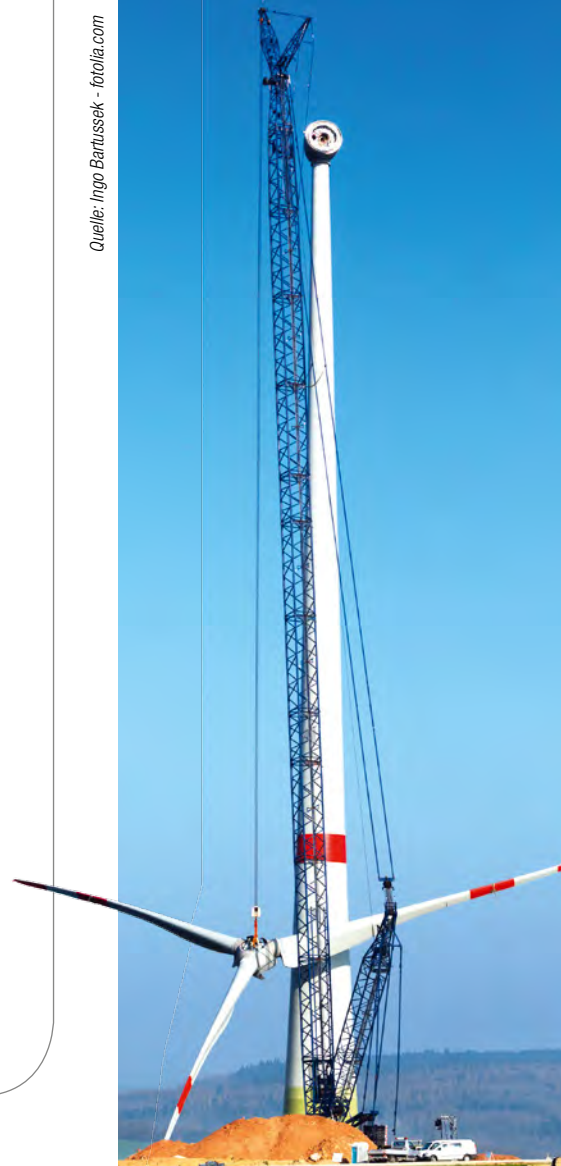
des Verständnis für die Veränderungen in der Energiewelt zu entwickeln und schließlich einen sektorübergreifenden Blick einzunehmen. Noch viel wichtiger: Sie muss wieder mutig sein und Freiraum für Innovationen schaffen. Mit dem jüngst veröffentlichten Potenzialatlas Power-to-Gas zeigt die dena, welche vielfältigen Chancen in dieser Technologie stecken und mit welchen Maßnahmen diese erschlossen werden können (siehe Infokasten).

Die Energiewende ist ein dynamischer, von Umbrüchen, Fehlern und Innovationssprüngen, von endogenen und externen Effekten geprägter Prozess. Damit wird die Potenziale der Energiewende erkennen und nutzen und eine Innovationskultur für die Entwicklung neuer Lösungen und Geschäftsmodelle schaffen können, braucht es einen Perspektivenwechsel. Hierfür müssen wir

Kräfte bündeln und an der einen oder anderen Stelle auch einmal ungewöhnliche Kooperationen eingehen.

Der Blick auf das Ganze, weg von bisherigen Denkmustern und eingeschränkten Perspektiven zeigt zweierlei: Erstens gibt es viel Potenzial für neue Begeisterung und neue Geschäftsmodelle. Und zweitens sind die heutigen politischen Rahmenbedingungen für die jetzt anstehenden Schritte der Energiewende nicht mehr geeignet. Es bleibt also noch eine Menge zu tun. Schließlich müssen wir uns immer wieder vor Augen halten, warum Deutschland das industriepolitische und gesellschaftliche Großprojekt Energiewende umsetzt: zur Erreichung der Klimaziele durch die Reduktion der Treibhausgasemissionen. Hier sind wir im Stromsektor zwar auf einem guten Weg, aber in den anderen Sektoren bei Weitem noch nicht auf dem Zielpfad. ■

Quelle: Ingo Bartsussek - fotolia.com



INFOKASTEN

Handlungsempfehlungen zu rechtlichen Rahmenbedingungen aus dem Potenzialatlas Power-to-Gas

- Power-to-Gas-Produkte als Energiespeicher anerkennen und von Letztverbraucherabgaben befreien.
- Nicht-integrierbaren Strom nutzen: technologieoffenes Instrument schaffen, Option „Zuschaltbare Lasten-Verordnung“ technologieoffen gestalten.
- Einsatz von Power-to-Gas zur Netzentlastung ermöglichen: Bundesnetzagentur sollte Kosten für einen netzdienlichen Einsatz von Power-to-Gas-Anlagen als umlagefähig anerkennen.
- Power-to-Gas-Produkte als Biokraftstoff anerkennen: zeitnahe Überführung der EU-Richtlinie Fuel Quality Directive (FQD) in deutsches Recht.
- Power-to-Gas-Produkte im Wärmemarkt nutzbar machen: im Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz anrechnen lassen.
- Emissionsreduktionspotenzial von Power-to-Gas-Produkten im Rahmen des Europäischen Emissionshandelsystems anerkennen: Produkte aus Power-to-Gas im Emissionshandel wie gasförmige Biomasse behandeln.

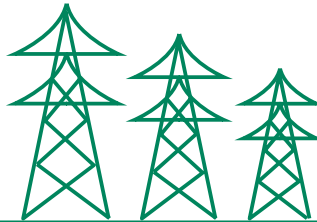
SEKTORKOPPLER

Eingebunden zwischen Gas- und Stromnetz entfaltet

Power-to-Gas-Anlagen können kurzfristig an- und ausgeschaltet werden und so die schwankenden Stromeinspeisekurven von erneuerbaren Energien flexibel ausgleichen.

Mit **Power-to-Gas** kann der Stromnetzausbau signifikant reduziert werden, weil große Mengen des erneuerbaren Stroms über das mehr als 500.000 Kilometer lange Gasnetz in alle Himmelsrichtungen in Deutschland transportiert werden können. Weiterer Plus-Punkt: Die Anzahl der Elektrolyseure kann mit dem wachsenden Anteil an erneuerbaren Energien bedarfsgerecht steigen.

Power-to-Gas ist die einzige verfügbare Möglichkeit, Strom aus erneuerbaren Energien nicht nur kurz-, sondern vor allem auch langfristig – über Wochen und Monate, also saisonal – zu speichern. Die rechnerische Speicherreichweite liegt im Stromsystem bei 0,6 Stunden und im Gassystem bei 2.000 Stunden, also bei rund drei Monaten. Dabei kann sogar der Ort der Einspeicherung getrennt vom Ort der Auspeisung sein.



flexibler Lastausgleich

Um das Demand Side Management (DSM), also die flexible Zu- und Abschaltung von Endverbrauchern, in der Praxis wirtschaftlich umsetzen zu können, ist nicht nur der Aufbau einer geeigneten IKT-Infrastruktur nötig, sondern es müssen auch noch die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Eine verfügbare Technologie im Rahmen des DSM ist Power-to-Heat, das jedoch nur in Einzelfällen dafür geeignet ist, Energieangebot und -bedarf zeitlich zu entkoppeln.

Demand Side Management

Strom Energietransport

In der Öffentlichkeit ist meist vom Ausbaubedarf auf der Transportnetzebene die Rede. Doch ein noch größerer Ausbaubedarf mit entsprechendem Kostenaufwand besteht auf der Verteilnetzebene, da hier ein Großteil der erneuerbaren Energien eingespeist werden. Der Stromnetzausbau hat zudem lange Vorlaufzeiten, kann nicht mit einem kurzfristig zunehmenden Angebot an erneuerbarer Energie mitwachsen und ist vor allem bei den Bürgern unbeliebt. Überdies sind für den Ausbau der Stromnetze z. T. tiefgreifende Eingriffe in die Natur notwendig.

Stromnetzausbau

Speicherung

Ob Druckluftspeicher, Pumpspeicher oder Batterien – die mögliche Speicherdauer beträgt maximal wenige Tage. Was aber, wenn beispielsweise im Winter bei hohem Energiebedarf über einen längeren Zeitraum keine oder nicht genug erneuerbare Energie zur Verfügung steht?

keine Alternative

ALTERNATIVE IN

POWER-TO-GAS

Power-to-Gas Vorteile für alle Aufgaben der Energiewende.

Mit **Power-to-Gas** können die klimaschädlichen CO₂-Emissionen und andere Schadstoffe im Verkehr erheblich reduziert werden. Mit der Nutzung von Wasserstoff oder synthetischem Methan (CNG) als Kraftstoff wird zudem eine nachhaltige und wirtschaftliche Kurz- und Langstreckenmobilität möglich. Die Technologien und die Infrastruktur für CNG stehen bereits zur Verfügung. So bieten alle großen Autohersteller bereits heute serienmäßig Erdgasfahrzeuge für alle Bedürfnisse an.

Power-to-Gas liefert erneuerbares Gas für die Industrie. Derzeit werden 42 Prozent des deutschen Erdgasabsatzes in der Industrie verbraucht. Allein 12 Prozent des in Deutschland verbrauchten Erdgases entfallen auf die energetische und stoffliche Nutzung in der Chemie. Wasserstoff und synthetisches Methan aus erneuerbaren Energien können hier, aber auch in anderen industriellen Bereichen, wie z. B. in Raffinerien, die fossilen Einsatzstoffe substituieren.

Power-to-Gas liefert erneuerbares Gas als Brennstoff für die Wärmeversorgung. Bereits heute werden 18 Millionen Wohnungen mit Gas beheizt, das entspricht 50 Prozent des Gebäudebestandes. Wasserstoff und Methan aus dem Power-to-Gas-Verfahren gelangen über das vorhandene Gasnetz zu privaten und gewerblich genutzten Heizungsanlagen und ersetzen hier fossiles Erdgas. Besonders effizient ist dabei die Verwendung des erneuerbaren Gases in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen.



Mobilität

Der Ausbau der Elektromobilität stockt erheblich und auch technologisch stecken Elektrofahrzeuge noch in den Kinderschuhen. Weiterer Nachteil: die beschränkte Reichweite. Zumindest für die Langstrecke ist Elektromobilität bis auf Weiteres keine Option. Auch Biodiesel und Bioethanol stellen keine umfassende Lösung dar. Hier bleiben die Probleme von Dieselmotoren, z. B. hinsichtlich Feinstaubemissionen, ungelöst und die Frage nach ausreichenden Ressourcen zur Herstellung von Bioethanol offen.

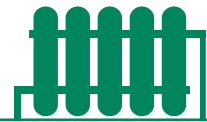
Elektromobilität, Biodiesel, Bioethanol



Industrie

In der Industrie sind die technischen Effizienzstandards bereits sehr hoch, jede weitere Effizienzmaßnahme ist mit exponentiell steigenden Kosten verbunden. Zudem benötigen die jeweiligen Prozesse häufig Gas als stoffliche Rohstoffbasis, Strom ist in diesen Fällen kein geeigneter Ersatz. Auch Biostoffe sind keine echte Alternative, da die dafür benötigten Ressourcen begrenzt sind.

Effizienzmaßnahmen, Biostoffe



Wärmemarkt

Eine umfangreiche Dämmung ist ausgesprochen teuer. Wirtschaftlich sinnvoll ist sie in Kombination mit modernen Gas-technologien, wie z. B. KWK-Anlagen. Nachteile einer Dämmung können außerdem ein schlechteres Raumklima, das höhere Schimmelrisiko und Aspekte des Denkmalschutzes sein. Bei Power-to-Heat wird wertvoller Strom aus erneuerbaren Energien dafür genutzt, um Wärme zu erzeugen, die jedoch nur kurzfristig speicherbar ist. Wird die Wärme in diesem Zeitraum nicht genutzt, ist die Energie unwiderbringlich verloren – effizient ist das nicht.

Dämmen, Power-to-Heat

EINZELFÄLLEN



Quelle: privat

Prof. Dr. Markus Zdrallek

Die Stromnetze werden durch den Zubau an erneuerbaren Energien vor große Herausforderungen gestellt. Vorschläge zu ihrer Entlastung durch die Sektorkopplung gibt es viele, meistens kreisen diese um rein strombasierte Technologien. Wir haben mit Professor Dr. Markus Zdrallek vom Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik an der Bergischen Universität Wuppertal über die Chancen und Potenziale gesprochen, die sich durch die Kopplung der Stromnetze mit dem Gasnetz eröffnen.

Strom und Gas – Partner in unserem neuen Energiesystem

Herr Professor Zdrallek, welche Bedeutung messen Sie der gasbasierten Sektorkopplung bei?

Die gasbasierte Sektorkopplung ist ein wichtiger Bestandteil der Energiewende. In der Vergangenheit haben wir uns immer nur damit beschäftigt, die einzelnen Systeme zu optimieren. Doch jetzt dürfen wir Strom, Gas, Wärme und Mobilität nicht mehr isoliert voneinander betrachten, sondern müssen übergreifend das Gesamtsystem betrachten. Ein wichtiger Beitrag ist dabei die Kopplung des Stromsystems mit dem Gassystem. Dadurch ergeben sich auf einmal ganz neue Potenziale, die in die anderen Sektoren hineinwirken.

Können Sie konkrete Beispiele nennen?

Eine Möglichkeit besteht z. B. im Wärmemarkt. In Zukunft könnten wir Wärme dann mit Gas erzeugen, wenn Gas besonders günstig ist, und dann mit Strom, wenn Strom besonders günstig ist. Letzteres ist in der Regel dann der Fall, wenn der Wind weht und die Sonne scheint. Schon heute gibt es erste Heizgeräte für den Privathaushalt, die sowohl mit Gas als auch mit Strom betrieben werden können. Einen zweiten ganz konkreten Anwendungspunkt an der Schnittstelle zwischen Strom und Gas sehe ich im Bereich der Mobilität. Ich bin mir ziemlich sicher, dass wir in 30 Jahren nicht mehr mit Benzin Auto fahren werden. Doch es ist noch längst nicht entschieden, ob wir mit Strom oder mit Gas bzw. mit Wasserstoff fahren werden. Beides

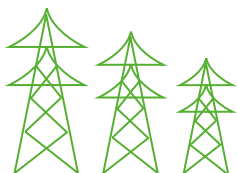
ist vorstellbar, vielleicht gibt es am Ende auch ein Konzept, das aus beidem besteht. Durch den neuen Blickwinkel über einzelne Sektoren hinaus ergeben sich jedenfalls völlig neue interessante Möglichkeiten.

Die politischen Pläne sehen die Zukunft der Mobilität jedoch eher in der Elektromobilität, denn in der Gasmobilität ...

In Deutschland ist die Elektromobilität noch keine Erfolgsgeschichte. Zwar gibt es inzwischen ganz ordentliche politische Impulse, doch diese haben noch keine ernsthafte Wirkung erzielt. Außerdem bleibt im Strombereich immer das Thema der Reichweite, das schwierig zu lösen ist. Deshalb sehe ich durchaus eine Zukunft für gasbasierte Fahrzeuge. Vielleicht werden wir die Kurzstrecke elektrisch und die Langstrecke mit Wasserstoff fahren. Und wenn dieser Wasserstoff durch die Power-to-Gas-Technologie aus Sonnen- oder Windstrom erzeugt wird, fahren wir auch damit rein regenerativ.

In einer gemeinsamen Studie der Gas- und Stromnetze haben Sie sich mit der Sektorkopplung auf Verteilnetzebene befasst. Warum gerade hier?

In der Politik wird heute viel über die Nord-Süd-Transite und den Ausbau der Transportnetzebene diskutiert. Denn der Strom aus den großen Offshore-Windparks vor der Nord- und Ostseeküste, aber auch aus den norddeut-



schen küstennahen Bereichen, muss irgendwie in den Süden transportiert werden. Doch der meiste regenerative Strom wird auf der Nieder- und Mittelspannungsebene eingespeist. Von der niedrigsten Spannungsebene wird er dann auf die höheren Ebenen immer weitergeschoben. Um den Strom in ganz Deutschland zu verteilen, müssten alle diese Ebenen ausgebaut werden. Deshalb haben wir einen neuen Ansatz gewählt: Wir koppeln das Stromnetz gleich auf der untersten Ebene mit dem Gasnetz. Dadurch wird das Problem sozusagen an der Wurzel gepackt, der „überschüssige“ Strom gleich ins Gasnetz geschoben und so zumindest ein Teil des Problems auf der Stromseite gelöst.

Welche kurz- und langfristigen Potenziale hat die Sektorkopplung von Strom und Gas?

Kurzfristig kann die Kopplung helfen, die Stromnetze zu entlasten und den Netzausbaubedarf zu mindern. Langfristig sehe ich die grundsätzliche Notwendigkeit einer Kopplung von Strom- und Gasnetzen, um den zunehmenden Speicherbedarf zu decken. Wenn wir eines Tages 80, 90 oder sogar 100 Prozent regenerative Energien haben, werden wir definitiv sowohl Strom als auch Gas brauchen. Vor diesem Hintergrund wäre es doch sinnvoll, die Kopplung direkt so auszuführen, dass sie auch dem Stromnetz hilft, indem die Probleme zum Teil bereits auf der unteren Spannungsebene gelöst werden.

Ist die Sektorkopplung von Strom und Gas auch bezahlbar?

Die Wirtschaftlichkeit ist heute tatsächlich noch die Achillesferse der Power-to-Gas-Technologie. Power-to-Gas-Anlagen werden ab etwa 1.000 Euro pro installiertem Kilowatt wirtschaftlich. Derzeit liegen die Anlagen noch bei ungefähr 2.000 bis 3.000 Euro pro Kilowatt. Es ist aber davon auszugehen, dass ein Zielkorridor von 500 bis 1.000 Euro pro installiertem Kilowatt in Zukunft grundsätzlich möglich ist.

Welche Maßnahmen sind nötig, um diese Kostendegression zu erreichen?

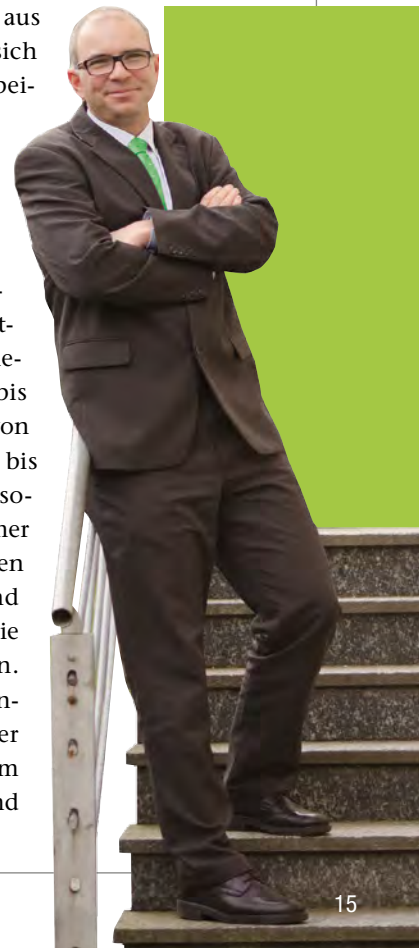
Bei anderen Technologien, wie der Fotovoltaik oder auch der Windkraft, haben wir in den letzten 20 Jahren durchaus gelernt, dass solche Kos-

tendegressionen nicht illusorisch sind. Vor allem wenn das Ganze ins Rollen kommt und wir tatsächlich irgendwann einmal 40.000 oder 50.000 Ortsnetze auf Strom- und Gasseite koppeln – so hoch ist das theoretische Potenzial in den ländlichen Gebieten. Dann gäbe es Skaleneffekte und damit auch mehr Wirtschaftlichkeit. Außerdem benötigen wir sehr viel kleinere, kompaktere Einheiten, in der Größenordnung von ca. 200 Kilowatt. Bisher entwickeln die Unternehmen hauptsächlich Elektrolyseure in einer Leistungsklasse von 3 bis 5 Megawatt. Diese sind aber für die Kopplung im Ortsnetz zu groß dimensioniert. Durch unsere Forschungsarbeiten zur Kopplung des Strom- und Gasnetzes auf der niedrigen Spannungsebene bekommen die Unternehmen allmählich das Bewusstsein, dass ihre Entwicklungsarbeiten auch in Richtung dieser kleineren Einheiten ausgerichtet werden müssen.

Gas und Strom aus erneuerbaren Energien: Konkurrenten oder Partner in unserem zukünftigen Energiesystem?

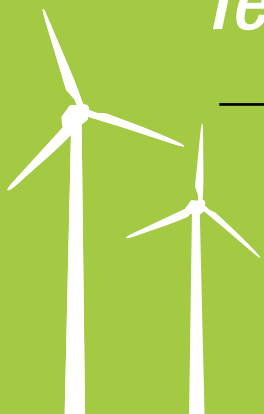
Das Energiesystem der Zukunft wird aus Strom und Gas bestehen, da sind sich Experten und Wissenschaftler aus beiden Branchen weitgehend einig. Eigentlich ist das auch logisch, denn Strom ist die einzige Energieform, die wir im großen Stil regenerativ erzeugen können. Und Gas ist die einzige Möglichkeit, Energie ernsthaft zwischenspeichern. Mit ernsthaft meine ich keine Kurzzeitspeicherung über einen halben oder ein bis zwei ganze Tage. Ich spreche hier von einer Langzeitspeicherung über eine bis mehrere Wochen, ein Quartal oder sogar ein halbes Jahr. Es geht doch immer wieder um das Problem dieser nebligen Novemberwoche, in der kein Wind weht und keine Sonne scheint, und die wir irgendwie überbrücken müssen. Dafür gibt es meines Erachtens auf lange Sicht nur die Speicherung in der Gasinfrastruktur. Deswegen sind Strom und Gas zu 100 Prozent Partner und keine Konkurrenten. ■

Quelle: wgw



Der Ausbau der erneuerbaren Energien steht in Deutschland im Zentrum der Anstrengungen, um die eigenen Klimaschutzziele zu erreichen. Im Fokus ist hierbei bislang stets der Strommarkt – gute 33 % des Stroms in Deutschland wurden 2015 bereits aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind und Sonne gewonnen, bis 2025 soll dieser Anteil bis zu 45% betragen. Die Aufnahme- und der Ausbau geht nur langsam voran, um die heutigen Erzeugungspotenziale effizient nutzen zu können und Energie langfristig speicherbar zu machen, müssen insbesondere Strom- und Gassektor stärker miteinander verknüpft werden. Bereits jetzt bestehen verschiedene gasbasierte Technologien, um diese beiden Sektoren sinnvoll zu koppeln und damit erneuerbare Energien auch in den Verbrauchssektoren Wärme, Verkehr und Industrie besser nutzbar zu machen.

Strom und Gas clever kombiniert – Technologien der Sektorkopplung





Im Energiepark Mainz wird mittels POWER-TO-GAS-TECHNOLOGIE Wasserstoff produziert, vor Ort zwischengespeichert und dann verschiedenen Anwendungen – Industrie, Mobilität, Rückverstromung – zugeführt. Die Anlage kann bis zu 6 MW Strom aufnehmen.



Quelle: Energiepark Mainz

Power-to-Gas – Allrounder der Sektorkopplung

Die Power-to-Gas-Technologie ist der Sektorkoppler schlechthin: Erneuerbarer Strom wird in erneuerbares Gas umgewandelt und so nicht nur in verschiedenen Energieverbrauchssektoren nutzbar, sondern vor allem auch im Gasnetz speicherbar gemacht.

Das Gasnetz in Deutschland ist ein idealer und bereits heute bestehender Speicherort: Mit einer Länge von über 500.000 Kilometern – ca. 12,5 Erdumrundungen – und unterirdischen Speichern für fast 24 Milliarden Kubikmeter Gas – eine halbe Bodensee-Füllung – kann es ein Vielfaches der Energiemenge des Stromnetzes aufnehmen. Power-to-Gas bietet so die derzeit einzige Möglichkeit, erneuerbare Energie langfristig zu speichern. Da mit der Nutzung der bestehenden Erdgasinfrastruktur als Speicher die gesamten Verteilnetze entlastet werden, trägt der Einsatz von Power-to-Gas-Anlagen auch noch signifikant dazu bei, den erforderlichen Stromnetzausbau zu vermindern oder zumindest zu verzögern.

Die Technologie nutzt den grünen Strom, um Wasser mittels Elektrolyse in Wasserstoff und bei Bedarf in einem weiteren Schritt in Methan umzuwandeln. Wasserstoff kann heute bereits im einstelligen Volumenprozentbereich in das bestehende Erdgasnetz eingespeist werden, Methan ist sogar ohne Mengenbegrenzung in die Erdgasinfrastruktur integrierbar.

Sofortige Anwendungsbereiche ergeben sich in unseren Energieverbrauchssektoren: Das erneuerbare Gas kann als Kraftstoff im Mobilitätssektor eingesetzt werden, in der chemischen Industrie Anwendung finden oder zur Wärme- bzw. Stromerzeugung, z. B. in Gas- und Dampf-Kraftwerken, Blockheizkraftwerken oder Brennstoffzellen genutzt werden. Damit ist Power-to-Gas ein besonders vielseitiger Sektorkoppler, der dabei hilft, fossile Energieträger im Wärme- und Mobilitätssektor mithilfe von erneuerbaren Energien zu ersetzen. ■

Doppelt effizient: Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

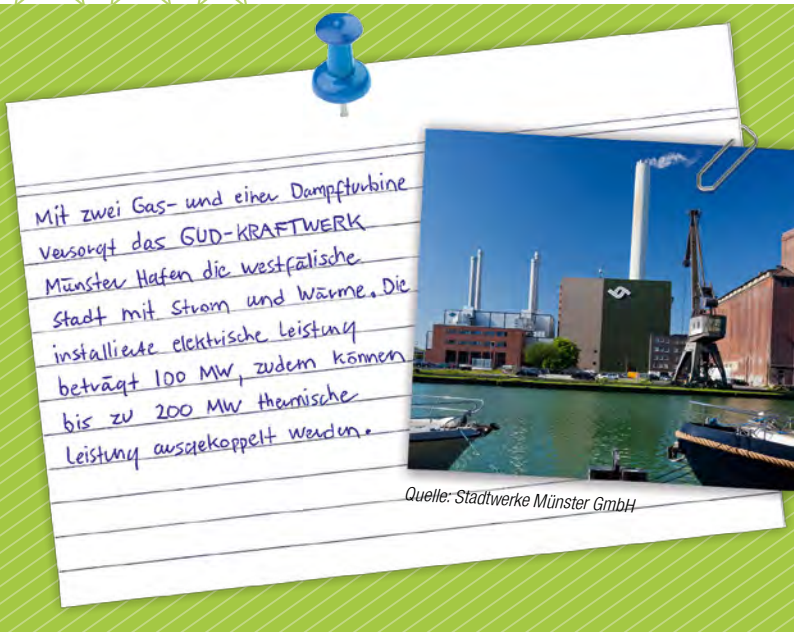
Nur einmal Energie aufwenden, aber zweifach profitieren: Das ist das Grundprinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Die Technologie ermöglicht es, die eingesetzten Energieträger optimal zu nutzen und dabei sowohl Wärme als auch Strom zur Verfügung zu stellen.

Umgesetzt wird dieses Prinzip beispielsweise in Gas-und-Dampf-Kraftwerken (GuD-Kraftwerken): Hier wird mithilfe des Energieträgers Gas eine Turbine angetrieben, die über einen angeschlossenen Generator Strom erzeugt. Die heißen

Abgase der Turbine wiederum werden in einem Dampfkessel zur Erzeugung von Wasserdampf genutzt. Über eine nachgeschaltete Dampfturbine mit Generator sowie einen Kondensator können sowohl Strom als auch Wärme ausgekoppelt werden – das sorgt dafür, dass GuD-Kraftwerke einen sehr hohen Wirkungsgrad haben. Kommt dabei noch „grünes Gas“, z. B. Methan aus Power-to-Gas-Anlagen, zum Einsatz, sind die Kraftwerke darüber hinaus sehr umweltschonend.

Was im Großen funktioniert, lässt sich auch im Kleinen umsetzen: Sogenannte Mikro-Blockheizkraftwerke (BHKW) versorgen mithilfe des Energieträgers Gas Einfamilienhäuser zuverlässig mit Strom und Wärme. Das Prinzip bleibt dabei gleich: Über eine Gasturbine und einen Generator wird Strom erzeugt, mit der entstehenden Abwärme kann Warmwasser bereitgestellt und z. B. in das Heizungssystem eingespeist werden. Auch hier bietet sich der Einsatz von in Power-to-Gas-Anlagen erzeugtem Methan an.

Sowohl GuD-Kraftwerke als auch Mikro-BHKW eignen sich gut, um Schwankungen in der Produktion von erneuerbaren Energien auszugleichen: Durch die Nutzung des in Power-to-Gas-Anlagen erzeugten und im Netz gespeicherten Gases können Sie auch dann Elektrizität bereitstellen, wenn gerade keine Energie aus Sonne und Windkraft zur Verfügung steht. ■



Quelle: Städtwerke Münster GmbH

Rückverstromung ohne Emissionen: Brennstoffzellenkraftwerk

Saubere Strom- und Wärmeerzeugung ohne Lärm, mit wenig Verschleiß und geringen bis keinen CO₂-Emissionen: Brennstoffzellen bieten zahlreiche Vorteile. Schaltet man mehrere Brennstoffzellen-Stapel hintereinander, so können größere Spannungen realisiert werden. Brennstoffzellen können damit sowohl als Kleinkraftwerke für den Haushalt als auch als große Kraftwerke mit Leistungen von mittlerweile über einem Megawatt ausgeführt werden. Auch als Antrieb für

Fahrzeuge, wie z. B. Autos, Lokomotiven oder U-Boote, findet die Technologie Anwendung.

Brennstoffzellen gibt es in verschiedenen Typen, das Grundprinzip ist jedoch bei allen Varianten gleich: Sie wandeln chemische Energie durch Oxidation in elektrischen Strom und Wärme um. Als Brennstoff kann beispielsweise Erd- oder erneuerbares Gas verwendet werden: Ein vorgeschalteter „Reformer“ wandelt dabei das Gas zu-

nächst in Wasserstoff um. Dieser wird in die Brennstoffzelle eingeleitet, reagiert dort unter Abgabe von Energie und Wärme mit Sauerstoff und wird zu Wasserdampf. Der Vorteil dabei: Durch die direkte Umwandlung von chemischer in elektrische Energie haben Brennstoffzellen einen sehr hohen Wirkungsgrad. Sie sind damit bestens geeignet, um das durch Power-to-Gas-Anlagen erzeugte Methan rückzuverstromen – gerade in Zeiten, in denen Fotovoltaik- und Windkraftanlagen keine Energie zur Verfügung stellen können. Zudem arbeiten Brennstoffzellen, je nach verwendetem Treibstoff, ohne oder mit geringen CO₂-Emissionen. Sie sind damit besonders umweltschonend. ■

In Mannheim entsteht derzeit das erste europäische Industrielle BRENNSTOFFZELLEN-KRAFTWERK der Megawatt-Klasse: Mit einer elektrischen Leistung von 1,4 MW wird es in Zukunft das Werk der FriaTec AG mit Strom und Wärme versorgen.



Quelle: FRIATEC AG

Flexibilität durch Biomethan-Aufbereitung

Biogas ist ein viel genutzter Energieträger: Über ein Fünftel des erneuerbaren Stroms wird aktuell durch mit Biogas befeuerte Blockheizkraftwerke (BHKW) erzeugt. Das Gas selbst entsteht durch die Vergärung von Biomasse unter Sauerstoffabschluss: Als Ausgangsstoff dienen dabei biogene Materialien wie z. B. Pflanzenreste, Gülle, aber auch speziell angebaute Energiepflanzen wie Mais.

voltaikanlagen auszugleichen: So kann es beispielsweise in GuD-Kraftwerken zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt werden. Vorteilhaft ist hierbei die gute CO₂-Bilanz: Bei der Verbrennung von Biomethan wird nur so viel Kohlenstoffdioxid frei, wie die Biomasse zuvor aus der Atmosphäre aufgenommen hat. ■

Anstatt es zur Produktion von Strom und Wärme zu nutzen, kann Biogas jedoch auch zu Biomethan aufbereitet und in das Gasnetz eingespeist werden. Bei dieser Aufbereitung wird der Methananteil im Biogas von ca. 50 auf bis zu 95 bis 99 Prozent erhöht, gleichzeitig werden unerwünschte Bestandteile wie z. B. Kohlenstoffdioxid oder Schwefel entfernt. Hierfür stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Das entstehende Biomethan kann unbegrenzt in das Gasnetz eingespeist werden. Das bei der Aufbereitung entstehende CO₂ wiederum lässt sich z. B. für die Methanisierung in Power-to-Gas-Anlagen nutzen.

Als grundlastfähiger, da witterungs- und tageszeitunabhängiger Energieträger ist Biomethan geeignet, um die schwankende Stromproduktion von Windkraft- und Foto-



Quelle: Viessmann Werke

In der BIOMETHAN-ANLAGE Oschatz kommen jährlich rund 50.000 + nachwachsende Rohstoffe zum Einsatz. Das erzeugte Biogas mit einem Energiegehalt von etwa 55 Mio. kWh wird zu Biomethan aufbereitet und in das bestehende Erdgasnetz eingespeist.

H₂

Die Bedeutung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien nimmt stetig zu, nicht nur als Kraftstoff in der Automobilindustrie, sondern auch als Energieträger in der Gas- und Stromwirtschaft und als Basisstoff in der chemischen Industrie. Bislang betrachtet jede Branche aber lediglich den von ihr jeweils bevorzugten Nutzungspfad. Doch gibt es für die Branchen möglicherweise gemeinschaftliche Verwertungsperspektiven des grünen Energieträgers? Dieser Frage gingen Wissenschaftler im Auftrag des DVGW und der NOW GmbH in einer Studie nach.

Kombinierte Erzeugungsmöglichkeiten von Wasserstoff für die sektorenübergreifende Nutzung

Wasserstoff gilt als Antrieb der Zukunft. Erst kürzlich nahmen der Autobauer Daimler, der Gashersteller Linde und das Mineralölunternehmen Total in Ulm eine Wasserstoff-Zapfsäule offiziell in Betrieb. Die Brennstoffzellenfahrzeuge, die hier mit regenerativ gewonnenem Wasserstoff betankt werden sollen, gelten als ausgereift und die Vorteile der Technologie liegen auf der Hand: hohe Reichweite bei kurzen Betankungszeiten und zugleich breiten Einsatzmöglichkeiten vom Pkw bis zum Stadtbus.

Doch nicht nur die Automobilindustrie hat den alternativen Energieträger für sich entdeckt. Auch

in der Gas- und Stromwirtschaft und in der chemischen Industrie spielt Wasserstoff eine immer größere Rolle. Als Zuzugsgas zum Erdgas ist Wasserstoff beispielsweise eine vielversprechende Möglichkeit, erneuerbare Energie langfristig und in großen Mengen zu speichern.

Zwar verfolgen die Branchen unterschiedliche technologische und wirtschaftliche Strategien, doch die zugrundegelegte Technologie, die Elektrolyse, ist die gleiche und auch bei den System- und Betriebsführungsvarianten gibt es Parallelen. Grund genug für den DVGW und die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellen-

INFOKASTEN

Metastudie zur Untersuchung der Potenziale von Wasserstoff für die Integration von Verkehrs- und Energiewirtschaft,

basierend auf dem Vergleich der folgenden Einzelstudien:

- Stolzenburg, K., Acht, A., Crotogino, F., Donadei, S., Genoese, F., Hamelmann, R., Horvath, P. L., Krause, S., Lehmann, J., Michaelis, J., Miede, A., Sponholz, C. & M. Wietschel, in Abstimmung mit der NOW GmbH: „Integration von Wind-Wasserstoff-Systemen in das Energiesystem: Abschlussbericht“, 2014.
- Müller-Syring, G., Henel, M., Köppel, W., Mlaker, H., Sterner, M. & T. Höcher: „Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz“, 2013.

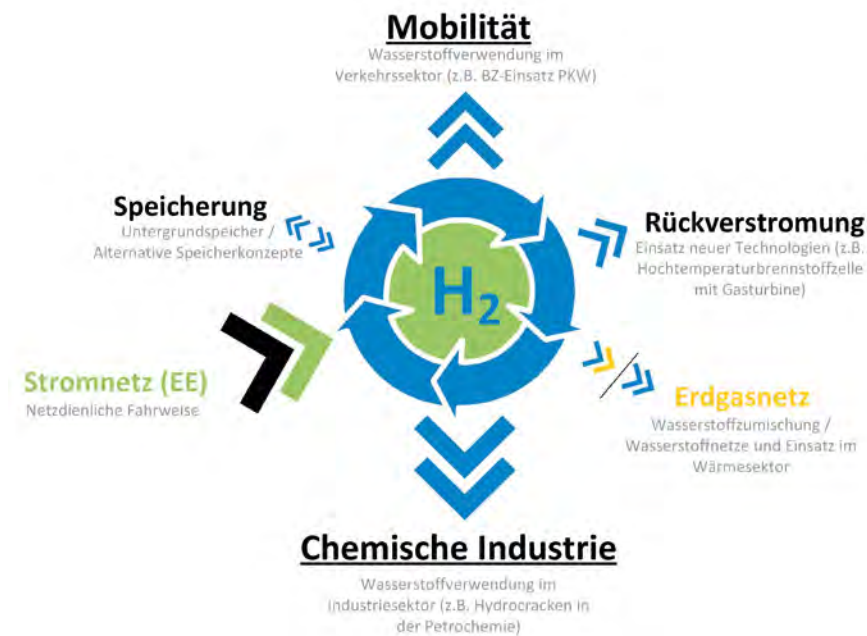
Ansprechpartner:

Gert Müller-Syring, Marco Henel, Anja Wehling, DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, www.dbi-gut.de
Martin Weiße, MW-quadrat, www.mw-quadrat.de
Oliver Ehret, NOW GmbH, www.now-gmbh.de

technologie (NOW) eine gemeinsame Studie in Auftrag zu geben, in der die Synergiepotenziale und die daraus möglicherweise resultierenden wirtschaftlichen Vorteile bei der kombinierten Erzeugung und Nutzung von regenerativ hergestelltem Wasserstoff aufgezeigt werden.

„Im Kern stand dabei die vergleichende Analyse zweier für DVGW und NOW zentraler Studien zu Power-to-Gas und zu Wind-Wasserstoff“, erklärt Gert Müller-Syring vom DVGW-Forschungsinstitut DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, das die Untersuchung federführend durchführte. „Sowohl die Nutzungs- als auch die Anlagenkonzepte der Studien unterscheiden sich und sind komplementär ausgestaltet. Doch trotz dieser Verschiedenheiten und unterschiedlicher Größen der Elektrolyseanlagen bewegen sich die spezifischen Investitionskosten in ähnlichen Größenordnungen“, so Müller-Syring weiter.

Die Wissenschaftler untersuchen einzelne, aber auch verschiedene Kombinationen von Nutzungspfaden und deren technische und wirtschaftliche Vorteile. „Kombinationsmodelle vereinen mehrere Wertschöpfungsketten, also Technologielinien, die aus verschiedenen Elementen, beispielsweise einem Netzanschluss an erneuerbare Energien und einem Elektrolyseur, bestehen. In unserem Fall bilden diese Elemente eine Kette vom Stromnetzanschluss über die Wasserstoffherstellung bis hin zur Verwendung, z. B. in der chemischen Industrie. Die Investitionskosten für den Elektrolyseur wie auch für die Erlöstechnologien, z. B. eine Brennstoffzelle, die bei singulären Nutzungspfaden einen erheblichen Kostenanteil aus-



Beispiel eines in der Metastudie untersuchten Kombinationsmodells: Haupterlöspfade chemische Industrie + Mobilität mit Nebenerlöspfadern

machen, können so auf mehrere Nutzungspfade verteilt werden, was sich positiv auf die Wasserstoff-Gestehungskosten auswirkt“, erläutert Müller-Syring. Weiterhin zeigte sich, dass mit der Kombination von Nutzungspfaden auch die elektrische Leistung der Elektrolyse deutlich erhöht werden kann, wodurch weitere Synergieeffekte genutzt und so die spezifischen Investitions- und Betriebskosten reduziert werden können. „Nach der Ermittlung und dem Vergleich der Kosten zwischen Einzel- und Kombinationsmodellen wissen wir, dass die Kosten für Wasserstoff in Kombinationsmodellen deutlich unter denen der Einzelmodelle liegen“, sagt Gert Müller-Syring vom DBI. „Teilweise können durch die Nutzung der Synergien bei kombinierten Nutzungspfaden Kostenreduzierungen von über 30 Prozent erreicht werden.“

Ebenfalls großen Einfluss auf die Herstellungskosten von Wasserstoff haben laut Studienergebnis der Strompreis und die Anzahl der Volllaststunden. Die Investitionskosten

für Zusatz- und Erlöstechnologien, wie z. B. Untergrundspeicher, Blockheizkraftwerke oder Brennstoffzellen, wirken sich hingegen deutlich geringer aus.

In jedem Fall kann das Gelingen der Energiewende durch die sektorübergreifende Wasserstoffherstellung un-

„ Teilweise können durch die Nutzung der Synergien bei kombinierten Nutzungspfaden Kostenreduzierungen von über 30 Prozent erreicht werden. „

terstützt werden, da sind sich die Wissenschaftler sicher. Mit der Metastudie ist der Grundstein gelegt, um weitere Forschung & Entwicklung auf die Kombination von Wertschöpfungsketten und auf die Kostenreduzierung von Einzelkomponenten auszurichten. „Die Erkenntnisse sollten jetzt im Rahmen von Demonstrationsvorhaben verifiziert werden“, empfiehlt Müller-Syring. ■

Das Thema Sektorkopplung auf der gat 2016



Mittwoch, 9. November 2016 | 14:00 Uhr bis 15:30 Uhr

Power-to-Gas – Quo vadis

Moderation: Prof. Dr. Michael Sterner
(Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg)

Nach ersten, erfolgreichen Jahren der Forschung & Entwicklung muss Power-to-Gas nun beweisen, dass es in der Lage ist, kostengünstig Strom zu speichern und dessen Nutzung zeitlich zu verschieben. Zunehmend tritt der räumliche Ausgleich via Power-to-Gas in den Fokus, da notwendige Netze nicht oder erst später gebaut werden und wertvoller erneuerbarer Strom verloren geht.

Power-to-Gas bildet zudem die Brücke zwischen den Energiesektoren Strom, Wärme, Verkehr und dem nichtenergetischen Verbrauch fossiler Rohstoffe und kann für jeden Sektor den passenden erneuerbaren Energieträger bereitstellen. Die Sektorkopplung über Power-to-Gas ermöglicht erst ein erneuerbares Energiesystem und macht erneuerbaren Strom zur „Primärenergie“. ■

Donnerstag, 10. November 2016 | 9:00 Uhr bis 10:30 Uhr

Sektorkopplung – Zielsetzung und Beispiele

Moderation: Heinrich Busch (Stadtwerke Essen AG)

Ein neuer Begriff wird derzeit in der Energiewirtschaft kontrovers diskutiert: „Sektorkopplung“. Doch was ist damit gemeint? Die Vorstellungen, Erwartungen und Meinungen darüber gehen noch weit auseinander: Bloße Elektrifizierung aller Verbrauchssektoren oder intelligente Vernetzung der Sektoren

über smarte Energieinfrastrukturen? Eines ist klar: Sektorkopplung kann mehr sein, als nur ein Modewort. Die Gaswirtschaft ist gefordert, sich mit ihren Ideen und bereits realisierten Projekten aktiv in die Deutung und Ausgestaltung dieses neuen Begriffs einzubringen. ■



Donnerstag, 10. November 2016 | 11:00 Uhr bis 12:30 Uhr

Innovation Panel: Kopplung der Sektoren oder neues Systemdesign?

Moderation: Franz Lamprecht (etv Energieverlag GmbH, Essen)

Podiumsdiskussion mit: Dr. Peter Missal (e-rp GmbH, Alzey),
Prof. Dr. Dimosthenis Trimis (DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT),
Prof. Dr. Rainer M. Speh (Siemens Limited, Riyadh, Saudi Arabien),
Prof. Dr. Dirk Müller (EBC E.ON Energy Research Center – RWTH Aachen),
Gerd Krieger (VDMA Power Systems, Frankfurt)



www.gat-kongress.de

gat 2016
essen



Klima- und
Energiepolitik

Erdgas +
Erneuerbare:
The Future Energy
Couple

Praxisforum
L-/H-Gas-
umstellung

SoS
Mobilität
LNG

über 7.000
Fachbesucher

gat 2016

Leitkongress Erdgas mit größter Branchenfachmesse Europas

8. bis 10. November 2016 in Essen

ERDGAS 

Jetzt online anmelden unter:

www.gat-kongress.de/anmeldung/

DVGW

bdew
Energie. Wasser. Leben.

Hauptsponsor

WINGAS

