



# Deutsche Energiewende treibt Power-to-Gas

## Von einer Idee zur Markteinführung

29. Januar 2014

**Autor**

Josef Auer  
+49 69 910-31878  
josef.auer@db.com

**Editor**

Lars Slomka

Deutsche Bank AG  
Deutsche Bank Research  
Frankfurt am Main  
Deutschland  
E-Mail: [marketing.dbr@db.com](mailto:marketing.dbr@db.com)  
Fax: +49 69 910-31877

[www.dbresearch.de](http://www.dbresearch.de)

DB Research Management  
Ralf Hoffmann

Der massive Ausbau der Erneuerbaren Energien in den vergangenen Jahren führt zu einer Zunahme der Volatilität des Stromangebots. Da für die neue Bundesregierung die Umsetzung der Energiewende ein Hauptthema ist, erfordert dies unseres Erachtens aber künftig auch innovative Lösungen jenseits traditioneller technischer Speicher. Perspektivisch kann diese Wende mit Power-to-Gas gelingen, da Power-to-Gas als Speichermedium die weiter massiv zunehmenden Volatilitäten im Stromangebot ausgleichen könnte.

Tatsächlich schreitet die Energiewende nicht zuletzt aufgrund der politischen Protektion weiter voran. Seit 2011 verfolgen alle zahlenmäßig großen Parteien ähnliche Energieziele. Damit ist die weitere Expansion der Erneuerbaren im Primärenergiemix und vor allem auch in der Stromerzeugung programmiert.

Trotz der nunmehr schon jahrelangen Energiewende und vielfältiger staatlicher Einflussnahme sind für Deutschland immer noch eine hohe Energieimportabhängigkeit und zuletzt sogar eine neue Rekordenergierechnung typisch. Die künftig stärkere Nutzung heimischer Erneuerbarer mindert diese Probleme.

Aber infolge des massiven Zubaus der Grünstromquellen steigen mittel- und längerfristig die fluktuierenden Strommengen. Power-to-Gas bietet eine intelligente Lösung für diese Problematik. Erstens kann Deutschland dank fortschrittlicher Gasinfrastruktur (Netze, Speicher) auf den Zubau traditioneller Stromspeicher verzichten. Zweitens bringt das Konzept der traditionellen Gaswirtschaft, die derzeit infolge der aktuellen deutschen Energiepolitik unter Druck ist, neue Chancen.

Der in Deutschland verfolgte Umbau der Elektrizitätswirtschaft in Richtung grüner Ausgangsenergien erfordert innovative Lösungen jenseits traditioneller technischer Elektrospeicher. Chemische Stromspeicher wie Wasserstoff und vor allem Methan liefern neue Lösungen für die Transformation der Stromwirtschaft und verbinden bis dato Unverbundenes. Insbesondere dank der Methanisierung öffnen sich dem Grünstrom alle Energienutzungspfade – bis hin zum Wärme- markt, der Mobilität und der Weiterverarbeitung in der Chemischen Industrie. Damit werden chemische Elektrizitätsspeicher Wegbereiter, Basis- und Schlüsseltechnologie unseres neuen Energiesystems bzw. der Energiewende.

Die Perspektiven für Power-to-Gas sind günstig. Die Fachwelt fordert bis 2022 die Installation von Power-to-Gas-Systemen mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 1.000 MW, um einen Anfangsmarkt zu etablieren. Steigt in der Zeit danach – wie von uns erwartet – der Stromspeicherbedarf infolge der steigenden Grünstrommengen und -fluktuationen weiter, ist Power-to-Gas eine geeignete Antwort auf die derzeit noch offene Frage nach einer tragfähigen technischen Lösung.



## Energiefragen für Deutschland nach wie vor wichtig

Für Deutschland sind energiewirtschaftliche Fragen spätestens seit Beginn der Industrialisierung und dem Aufkommen moderner Fortbewegungsmittel von großer Bedeutung. Lange Zeit dominierten im Zieldreieck der Energiepolitik die Themen Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit. Dagegen erlangen Umweltaspekte erst seit etwa zwei Dekaden den Stellenwert, den sie verdienen.

Seit der Neujustierung der Regierungspolitik von Schwarz/Gelb nach dem Fukushima-Unglück 2011 verfolgen alle zahlenmäßig großen politischen Parteien im Grundsatz gleichgerichtete energiepolitische Ziele, die in der „Energiewende“ – in Anklang an die einstige Wende im Ostteil Deutschlands – ein Bild mit hohem Symbolgehalt erhielt. Einen solchen Gleichklang auf energiepolitischer Ebene gab es in Deutschland zuvor über sehr viele Jahre hinweg nicht.

Ein Gleichklang kann aber immer auch Gefahren bergen, da nur wenige sie in Frage stellen. Kein Wunder also, dass seit einiger Zeit relativ seriöse deutsche Nachrichtenblätter in Beiträgen bzw. Sonderthemen der Energiewende in Deutschland und deren Neujustierung rund um die Formierung und Festigung der Großen Koalition vergleichsweise viel Platz einräumen und durchaus wichtige, kritische Fragen rund um die anstehenden Herausforderungen sowie die damit verbundenen Kosten stellen.<sup>1</sup> Gleichwohl ist eine abermalige, grundsätzliche Neuausrichtung der Energiepolitik mangels einer derzeit zahlenmäßig großen energiepolitischen Opposition jenseits von Schwarz/Rot auf längere Zeit wohl wenig wahrscheinlich.

Kernaussagen im Eckpunktpapier zur EEG-Reform

1

**Ausbaukorridor:** Durch die Novelle des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) soll der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis 2025 auf 40 bis 45 Prozent und bis 2035 auf 55 bis 60 Prozent steigen. Wichtig ist, dass zugleich Bezahlbarkeit und Versorgungssicherheit für die Bürger und die Wirtschaft sichergestellt werden.

Die Reform des EEG wird **europarechtskonform** gestaltet und das EEG wird deutlich vereinfacht.

**Direktvermarktung:** Neue Erneuerbare-Energien-Anlagen müssen künftig ihren Strom direkt vermarkten.

**Förderung:** Überförderungen werden abgebaut, Vergütungen abgesenkt und Boni gestrichen. Das erhöht deutlich die Kosteneffizienz der Förderung. Der Umstieg der Förderung auf Ausschreibungen wird vorbereitet.

**Ausnahmen:** Ganze oder teilweise Befreiungen von der EEG-Umlage will die Bundesregierung auf energieintensive Unternehmen im internationalen Wettbewerb beschränken.

Quelle: Bundesregierung, 22.01.2014

Folglich können die sich abzeichnenden Herausforderungen rund um die Energiewende<sup>2</sup> keineswegs – mit Blick auf die Zeitachse und mangels einer wahrscheinlichen, fundamentalen Neujustierung nach einem Wechsel der politischen Mehrheiten – so relativ gelassen und entspannt betrachtet werden wie einst der „erste Kernenergieausstieg“ unter Rot/Grün. Und dies ganz abgesehen davon, dass der damalige „Garant“ für ein Umsteuern, also Schwarz/Gelb, über ein Jahr – also der Startphase der damaligen Regierung – den Erwartungen durchaus entsprach.

## Immer noch hohe Importabhängigkeit und Rekordenergierechnung

Bekanntlich erfahren die Umwelt- und insbesondere Klimaprobleme in Deutschland seit Jahren mehr Beachtung als in vielen anderen bedeutenden Ländern der Welt. Und dies gilt immer noch, trotz all der Kontroversen rund um die Neujustierungen nach der Bundestagswahl 2013, die auf Basis des von Energieminister Sigmar Gabriel vorgestellten EEG-Eckpunktpapiers bis Ostern 2014 weiter spezifiziert und bis spätestens zur parlamentarischen Sommerpause in einem Gesetz verabschiedet werden soll.

Bis dato sind dabei selbst die eher „klassischen Herausforderungen“ der deutschen Energiepolitik noch keineswegs bewältigt. 2012 musste Deutschland immerhin noch 68% seines Energiebedarfs im Ausland eindecken. Selbst wenn die Kernenergie, deren Basisrohstoff Uran eigentlich zu 100% vom Ausland stammt, dank der guten Bevorratungssituation als heimische Energiequelle gewertet wird, ist die Importquote mit 60% weiter bemerkenswert hoch. Hinzu kommt, dass die Energie-Importrechnung 2012 mit EUR 94,4 Mrd. eine neue, absolute Spitze markierte (2011: EUR 88 Mrd.), die 2013 nach ersten Schät-

<sup>1</sup> Zu einem Beleg aus der Zeit bereits vor der Bundestagswahl 2013 siehe z.B. Irrsinn Energiewende. Handelsblatt. 16. August 2013. S. 42-51.

<sup>2</sup> Zu einer generellen Einordnung vgl. Auer, Josef/Alexander Karnick/Lars Slomka (2013). Energiewende 2.0. Wettbewerbsfähigkeit nicht riskieren. Deutsche Bank Research. Standpunkt Deutschland. Frankfurt am Main.

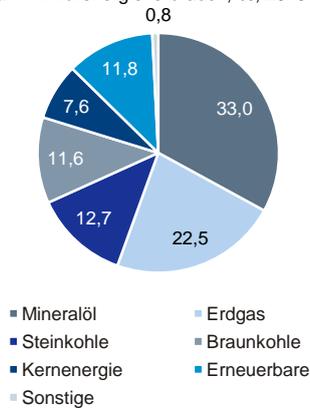


## Deutsche Energiewende treibt Power-to-Gas

Energieverbrauch in DE noch zu 80% aus fossilen Quellen

2

Anteil am Primärenergieverbrauch, %, 2013

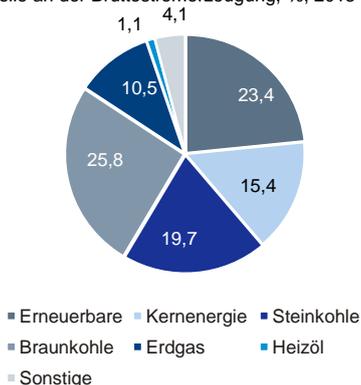


Quelle: AG Energiebilanzen

23% der Stromproduktion in DE aus erneuerbaren Quellen

3

Anteile an der Bruttostromerzeugung, %, 2013

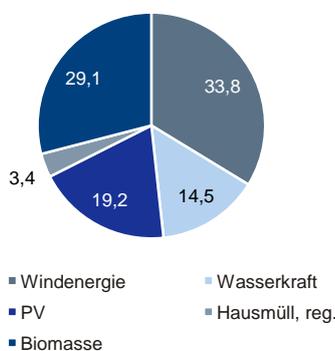


Quelle: AG Energiebilanzen

Wind und PV tragen in DE mehr als 50% zur grünen Stromerzeugung bei

4

Anteil an erneuerb. erzeugtem Strom, %, 2013



Quelle: AG Energiebilanzen

zungen wohl in etwa bestätigt worden ist<sup>3</sup>. Der Löwenanteil mit zusammen EUR 95,8 Mrd. entfiel 2012 – wie in den Vorjahren – auf die fossilen Energieträger Rohöl (inklusive der Ölprodukte), Erdgas und Steinkohle. Dem stand 2012 ein Netto-Elektrizitätsexport in Höhe von EUR 1,4 Mrd. gegenüber.<sup>4</sup> Die absolute Verteuerung der Energierechnung um EUR 6,4 Mrd. gegen 2011 überdeckt die Tatsache, dass die Preis- und Mengenkomponenten der einzelnen fossilen Energien 2012 keineswegs gleichgerichtet wirkten; so erhöhten im Importfall Erdöl die Preis- und die Mengenkomponente die Öl-Einfuhrrechnung. Dagegen sank die Importrechnung für Steinkohle, da die leichte Zunahme der mengenmäßigen Steinkohleeinfuhr durch den Preisverfall für Drittlandkohle (also Nicht-EU-Steinkohle) überkompensiert wurde.

Volkswirtschaftlich von Bedeutung ist nicht zuletzt, dass Deutschland 2012 – trotz nunmehr bereits mehrjähriger Anstrengungen rund um die Energiewende, die freilich in den Jahren davor noch nicht diesen Namen trug – eine in etwa doppelt so hohe Energierechnung bezahlte wie im Jahresdurchschnitt 2000 bis 2010. Und lag die Energierechnung in der letzten Dekade in Relation zum BIP stets unter 3%, wurden 2012 beachtliche 3,6% erreicht.<sup>5</sup> Freilich spielten bei all dem insbesondere auch der historische Preisanstieg bei Erdöl sowie, damit verbundene, weitere Effekte – wie die in Deutschland lange Jahre vielerorts typische Preisbildung für Importgas – wichtige Rollen. Dennoch macht die Entwicklung der Energierechnung – die trotz all der energiepolitischen Anstrengungen und trotz der Tatsache zu beobachten ist, dass der Primärenergieverbrauch heute um ein Zehntel unter dem Niveau im Jahr nach der Wiedervereinigung 1990 liegt – deutlich, dass die deutsche Energiepolitik und deren aktuelles Konzept, die Energiewende, noch weitab selbst traditioneller Energieziele ist.

### Energiewende beflügelt P2G-Idee

Die Energiewende ist ein wichtiger Treiber der Idee und des Konzeptes Power-to-Gas (auch „P2G“ bzw. „PtG“ genannt), denn P2G ermöglicht das Speichern der durch die Wende zunehmenden überschüssigen Stromerzeugung und deren Aktivierung im Strombedarfsfall. Das mittlerweile klare Bekenntnis aller großen politischen Parteien zur neuen deutschen Energiepolitik sowie die damit verfolgte, weitere Expansion der erneuerbaren Energien im heimischen Primär- und Sekundärenergiemix führt zu vielen neuen Herausforderungen. Insbesondere infolge des bereits erfolgten, raschen Aufbaus erneuerbarer Stromquellen sowie dessen angestrebter Fortsetzung in den kommenden Dekaden wird stellenweise energiewirtschaftliches Neuland betreten. Das Problemspektrum beinhaltet so unterschiedliche Energiethemen wie die Neujustierung des Kraftwerk-parks, den Um- und Ausbau der Netzinfrastrukturen sowie Speicherfragen.<sup>6</sup>

Die Fortschritte in den einzelnen Themengebieten sind weder gleichverteilt, noch finden sie gleichzeitig statt:

— Per Saldo schreitet der Ausbau der Ökostromerzeugungsanlagen in den letzten Jahren so schnell voran, dass womöglich das ohnehin ehrgeizige Energieziel eines Grünstromanteils bis 2020 von 35% sogar noch übertroffen wird. Der im Koalitionsvertrag<sup>7</sup> verabredete Ausbaukorridor für den An-

<sup>3</sup> Erwartet wird zwar für 2013 ein leicht höherer Energieverbrauch, aber Importe von Öl und Kohle zu niedrigeren Weltmarktpreisen. Vgl. AG Energiebilanzen (2013). Energieverbrauch steigt moderat. Pressedienst. Nr. 8. S. 1-5.

<sup>4</sup> Zu Details vgl. Schiffer, Hans-Wilhelm (2013). Deutscher Energiemarkt 2012. Energiewirtschaftliche Tagesfragen. 63. Jahrgang. Heft 3. S. 83/84.

<sup>5</sup> Vgl. auch Häuser, Wolfgang (2013). Deutsche Energierechnung 2012. WiSt. Heft 7. S. 408-411.

<sup>6</sup> Zu einer prinzipiellen Einordnung vgl. Auer, Josef/Jan Keil (2012). Moderne Stromspeicher. Unverzichtbare Bausteine der Energiewende. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen. Frankfurt am Main.

<sup>7</sup> Vgl. Deutschlands Zukunft gestalten (2013). Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 18. Legislaturperiode. S. 51.



## Deutsche Energiewende treibt Power-to-Gas

Handlungsfelder Roadmap Power-to-Gas bis 2020/25

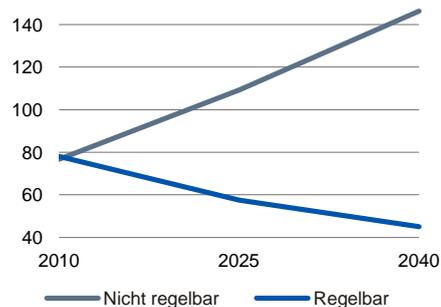
Handlungsfeld	Zeithorizont
1 Energiewirtschaftliche Grundlagen zur Nutzung nicht-integrierbarer Stromerzeugung aus EE	2012-2014
2 Begleitende P2G-Technologieforschung	2012-2015
3 Anwendungsforschung: Technologieerprobung und Weiterentwicklung von P2G	2012-2020
4 Schaffung der systemtechnischen Voraussetzungen zur großtechnischen P2G-Nutzung	2012-2020
5 Schaffung von Grundlagen und Rahmenbedingungen für die (Langfrist-) Energiespeicherung im (europäischen) Strommarkt	2012-2020
6 Schaffung von Investitionsbereitschaft zur großtechnischen P2G-Nutzung	2020/fortlaufend

Quelle: dena (2012). Eckpunkte einer Roadmap Power-to-Gas. Berlin. Zu Details siehe insb. S. 3-13.

- teil der Erneuerbaren von 40 bis 50% im Jahr 2025 sowie 55 bis 60% in 2035 bremst allenfalls die Dynamik, kehrt den Ausbautrend aber keineswegs um.
- Und in Reaktion auf die ungleiche regionale Verteilung der Entstehung des „Grünstroms“, die zudem spürbar volatil erfolgt als bisher, und dessen Verbrauch stellt die Politik mittlerweile die Weichen für den Aufbau neuer, leistungsfähiger Leitungsnetze. Dies erfolgt - z.B. mittels einer Kompetenzverlagerung der Zuständigkeiten – insbesondere für den Ferntransport von Offshore-Strom aus dem Norden in die Verbrauchszentren des Südens. Dass mancherorts noch die „Steckdose auf See“ – also der Netzanschluss für den Elektrizitätstransport an Land – fehlt bzw. nicht rechtzeitig bereitgestellt wird, ist keine Petitesse.
- Die zu den Netzen alternierende bzw. ergänzende Lösung der Energiespeicher findet zuletzt ebenfalls mehr Aufmerksamkeit. Es ist zwar durchaus erfreulich, dass für das flexible Kurzzeitspeichern kleinerer Elektrizitätsmengen und deren bedarfsgerechtes Abrufen im regionalen Kontext bereits vielfältige Erfahrungen und damit erprobte, ausgereifte Lösungen vorliegen. Die Palette beinhaltet so unterschiedliche Technologien wie Batteriesysteme und Pumpspeicherwerke (PSW). Gleichwohl fehlt für die infolge der Energiewende absehbar weiter massiv steigenden, aber eben auch mittel- und längerfristig fluktuierenden Strommengen, bis dato noch „die Lösung“.
- In globalen Modellen perfekter Stromwelten mag ein permanenter räumlicher und zeitlicher Marktausgleich zwischen Stromeinspeisung und Strombedarf unter vielfältigen Prämissen auch über viele Ländergrenzen hinweg dauerhaft gelingen. Die tatsächliche Energiewelt in Europa und seiner geographischen Mitte, Deutschland, gekennzeichnet durch komplexe Industriestrukturen und Lebensformen, erfordert jedoch Ausgleichsoptionen, die auch jenseits idealer Modellannahmen dauerhafte und nachhaltige Stromsicherheiten ermöglichen. Zwar können auch PSW das Problem der zeitlichen Entkoppelung von Stromeinspeisung und Elektrizitätsnachfrage grundsätzlich bewältigen. Aber für die infolge der Energiewende absehbar weiter stark wachsenden, großen Volumina reicht ein fortgesetzter PSW-Zubau selbst unter idealen Bedingungen kaum aus. Zur Bewältigung der sich perspektivisch auftuenden Speicherlücke infolge der Energiewende wurde deshalb fieberhaft eine technisch leistungsstarke Lösung gesucht, die ein Speichermanagement selbst großer Volumina über lange Zeiträume hinweg ermöglicht.

Stromerzeugung künftig immer schwerer zu steuern

Entwicklung der Nettokraftwerkskapazitäten, 2010, 2025 und 2040 in GW



Quelle: Deutsche Bank Research

## P2G verknüpft Strom/netz und Gas/netz sowie Energieinfrastruktur

Erst seit wenigen Jahren findet das Thema P2G immer mehr Aufmerksamkeit. Es ist ein gutes Zeichen, dass auch der Koalitionsvertrag infolge des Ausbaus der Erneuerbaren Energien die Erfordernis von Langzeitspeichern sieht, „die saisonale Schwankungen ausgleichen können, wie z.B. Power-to-Gas“<sup>8</sup>.

Hauptgrund ist wohl, dass P2G eine bereits auf den ersten Blick bestechend einfache Lösung für ein absehbares Megaproblem bietet. Überdies scheint es so, dass damit zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen werden können: Erstens ist der Aufbau weiterer, großer traditioneller Elektrizitätsspeicher weniger dringlich, da Deutschland bereits heute über eine fortschrittliche Gasinfrastruktur mit großen Gasnetz- und Gasspeicherkapazitäten verfügt. Dies mindert die örtlichen Empfindlichkeiten und damit auch Widerstände. Zweitens birgt das Konzept auch für die etablierte, traditionelle Gaswirtschaft neue Zukunftschancen.

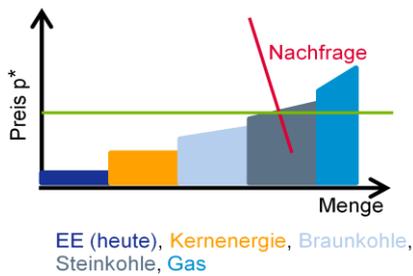
<sup>8</sup> Deutschlands Zukunft gestalten (2013). S. 57. Die Koalition setzt auf Demonstrationsprojekte, die die Technologie schrittweise entwickeln, optimieren und letztlich marktreif machen sollen.



## Deutsche Energiewende treibt Power-to-Gas

Strommarkt letzte Dekade

7



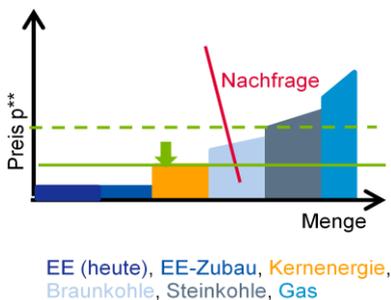
$p^*$  = Großhandelspreis heute

Quelle: Eigene Darstellung

Dies ist zumindest aus zweierlei Gründen keineswegs zu unterschätzen: Immerhin sind im aktuellen Umfeld der Energiewende selbst moderne und relativ energieeffiziente Gaskraftwerke am Standort Deutschland aufgrund ihrer Position im rechten Bereich der sog. Merit-Order-Kurve<sup>9</sup> („unter Druck“, was die Gasabsatzperspektiven in der Verstromung schmälert. Überdies bereitet die Nachfrage auf dem Wärmemarkt aktuell und perspektivisch Sorgen. Angesichts aktueller Trends im Wohnungsneubau sowie der politisch geförderter Wärmesaniierung im Wohnungsbestand sind die Aussichten für Erdgas keineswegs mehr so günstig wie nach der ersten Ölkrise als Erdgas als Heizalternative (gegenüber Öl und teilweise noch Kohle) für private Haushalte einen beispiellosen Siegeszug antrat.

Strommarkt künftig  
Merit-Order-Effekt durch EE-Zubau

8



$p^{**}$  = Großhandelspreis morgen

Quelle: Eigene Darstellung

### Lösungen jenseits technischer Elektrospeicher notwendig

Der in Deutschland verfolgte Umbau der Elektrizitätswirtschaft in Richtung grüner Ausgangsenergien erfordert Innovationen jenseits typischer technischer Speicherlösungen, also von den heutigen Pumpspeicherkraftwerken bis hin zu künftigen Druckluftspeichern. Selbst für Experten zeichnen sich derzeit keine allein elektrischen Lösungen für den sehr hohen Speicherbedarf ab.<sup>10</sup> Im Gegensatz dazu wird den chemischen Speichern eher zugetraut, die regenerativ erzeugten Überschussmengen an Strom auch über einen längeren Zeitraum (Monate) zu speichern. Ideal ist ein chemischer Speicher freilich dann, wenn er mit großer Leistung relativ schnell geladen und mit merklich kleinerer Leistung über einen längeren Zeitraum wieder entladen werden kann. Damit wären diese Speicher eine gute Alternative bzw. Ergänzung zu den traditionellen elektrischen bzw. mechanischen Speichern<sup>11</sup>.

### Chemische Speicher öffnen Überschussstrom neue Märkte

Ausgangspunkt der neuartigen Fertigungskette ist die zunehmende Elektrizitätserzeugung aufgrund der Expansion grüner Stromquellen, insbesondere der Wind- und Solarenergie. Im Falle überschaubarer Mengen „grünen Stroms“ – heute die Regel – stellt die Einspeisung kein technisches Problem dar, da die Ökostrommengen auch Absatz finden. Im Falle überschüssiger Mengen an „Grünstrom“ – wie künftig von Jahr zu Jahr zunehmend – kommt es allerdings immer öfter zu ernsthaften Problemen. Die Zielkoordinaten der deutschen Energiepolitik mit dem klaren Bekenntnis zum Ausbau Erneuerbarer Energien deuten unzweifelhaft auf ein in Zukunft zunehmendes Dilemma hin. Zwar ist der Export von Grünstrom ins Ausland eine prinzipielle Alternative. Allerdings sind die steigenden Stromexportmengen auch für die Nachbarn eine immer größere Herausforderung.

Deshalb macht es Sinn, eine eigene Lösung zu suchen bzw. zu entwickeln. Der chemische Ansatz zur Problembewältigung liefert eine solche Lösung auf zweierlei Wegen: Erstens kann mittels einer Elektrolyse der Überschussstrom genutzt werden, um Wasser in Sauerstoff ( $O_2$ ) und Wasserstoff ( $H_2$ ) zu zerlegen. Der gewonnene Wasserstoff ist im Prinzip ohne Zeitrestriktion speicherbar. Überdies ist eine Rückverstromung mittels Gasturbinen, Automotoren oder Brennstoffzellen möglich. Da Wasserstoff (in geringem Umfang) Erdgas beige-

<sup>9</sup> Die Merit-Order-Kurve bildet die Reihenfolge des Kraftwerkeinsatzes nach deren kurzfristigen Grenzkosten ab. Erneuerbare Energien wirken preisdämpfend, da sie kaum variable Kosten haben und deshalb mit steigendem Angebot traditionelle Kraftwerke mit höheren variablen Kosten entsprechend der Merit-Order-Kurve verdrängen. Die Folge sind niedrigere Strompreise auf der Großhandelsebene. Zu einer Übersicht von Quantifizierungsversuchen des Merit-Order-Effekts in Deutschland vgl. BMWi (2012). Erster Monitoring-Bericht. Energie der Zukunft. Berlin. S. 40.

<sup>10</sup> Vgl. z.B. Herold, Gerhard (2013). Die Stromversorgung aus regenerativen Quellen und ihre Zwänge. BWK. Das Energie-Fachmagazin. Bd. 65, Nr. 7/8. S. 9-11.

<sup>11</sup> Zu einer Thematisierung mechanischer Speicher vgl. Auer, Josef/Keil, Jan (2012). S. 7-10.



## Deutsche Energiewende treibt Power-to-Gas

Erzeugungs- und Nutzungspfade von P2G **9**

### Erzeugungspfade

- Wasserstoffherzeugung
- Methanisierung

### Nutzungspfade

- Mobilität
- Industrie
- Wärmeversorgung
- Rückverstromung

Quelle: dena

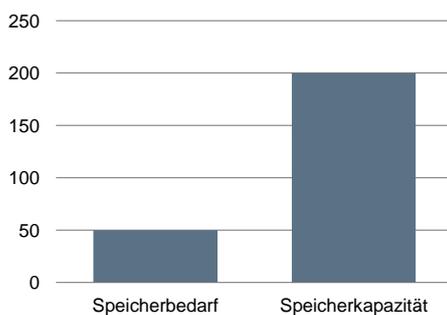
mischst werden kann, wird er damit auch in gewissem Sinne „mobil“. Gegenüber „Weg zwei“, der Methanisierung (s.u.), scheint der Wasserstoffweg aus mehreren Gründen vorteilhaft zu sein: So bleibt der Wirkungsgrad mangels zusätzlicher Wasserstoffumwandlung (in Methan) relativ hoch und die nicht erforderliche Methanisierungsanlage erspart Investitions- und Produktionskosten. Dies alles kann aber nicht über die Herausforderung hinwegtäuschen, dass „technische Limits“ die möglichen Volumina stark bremsen, denn Wasserstoff kann nur in – im Vergleich zu „Weg zwei“ (s.u.) – geringerem Umfang Erdgas beigemischt werden. Es ist nämlich auch ein Faktum, dass das Gasgemisch letztlich in den unterschiedlichsten Netz- und Verbrauchsanlagen sowie Speichern landet bzw. verbrannt wird, die wiederum keineswegs alle Mischungsverhältnisse vertragen. Und – last but not least – erscheint die „gesellschaftliche Akzeptanz“ für die direkte Nutzung von Wasserstoff (aufgrund seiner relativ leichten Entzündbarkeit) über das Erdgasnetz noch keineswegs voll ausgereift zu sein.

Vor diesem Hintergrund wird der zweite Weg interessant. In einem zusätzlichen Schritt in der Prozesskette wird dann nämlich der (wie beschrieben „grün“ gewonnene) Wasserstoff in synthetisches Methan transformiert; dieses wiederum entspricht chemisch normalem Erdgas. Dank der Methanisierung und der damit größeren Sicherheiten kann das Erdgasnetz mit sehr viel größeren Volumina befrachtet und damit auch genutzt werden als auf dem ursprünglichen Wasserstoffweg. Über die Methanschiene öffnen sich dem „grün“ gewonnenen Strom – jenseits tageszeitlicher Restriktionen – im Prinzip alle Energienutzungspfade, also von der Stromerzeugung, über den Hausheizungs- bzw. Wärmemarkt bis hin zur Mobilität oder auch Weiterverarbeitung in der Chemischen Industrie.

### Chemische Speicher liefern neue Lösungen und verbinden Unverbundenes

Stromspeicherkapazität des Gasverteilnetzes 2050 übertrifft Bedarf **10**

Stromspeicherbedarf und -kapazität des Gasverteilnetzes 2050, TWh



Prognose Thüga, vorgestellt auf dena-Jahreskonferenz 2013

Quellen: BDEW, Thüga

Es ist offensichtlich, dass die chemischen Energiespeicher das Potential besitzen, eine tragfähige und auch machbare Lösung für eine der Hauptherausforderungen der Energiewende zu werden. Diese ist nämlich die Etablierung eines „Mediums“, das es erlaubt, die künftig steigenden zeitlichen Disproportionalitäten zwischen Strom- bzw. Energieerzeugung auf der einen Seite und dessen Verbrauch auf der anderen Seite auszubalancieren. Insofern könnten sich die Chemiespeicher letztlich als Wegbereiter, Basis- und Schlüsseltechnologien der Transformation unseres Energiesystems bzw. der Energiewende erweisen.

Überdies verbindet der P2G-Ansatz Energiewelten, die bis dato relativ unverknüpft erschienen und damit eine Art Eigenleben führ(t)en, was wiederum nicht zuletzt auch die viel- bzw. unzähligen diesbezüglichen Marktanalysen belegen. P2G verknüpft nämlich Stromerzeugung und Elektrizitätsnetz mit Gasbereitstellung und Gasnetzinfrastruktur. Die engere Verzahnung bzw. „Verdrahtung“ von Primär- und Sekundärenergien sowie ansonsten eher getrennten Netzinfrastrukturen ermöglicht neue Spielräume, mehr Flexibilität und modernisiert bzw. revolutioniert damit unsere herkömmliche, traditionelle Energiewelt grundlegend.

### Steigende P2G-Marktreife erfordert zuverlässigen Rechtsrahmen

Die vielen Forschungs- und Anwendungsversuche rund um P2G machen die Technologien zunehmend marktreif. Indem die neuen Technologien aber dem Labormaßstab entwachsen und erste P2G-Pilotanlagen so viel Wasserstoff oder synthetisches Methan erzeugen, dass eine Einspeisung ins etablierte Erdgasnetz naheliegt, stellen sich neue Fragen bzw. Herausforderungen.

Zur Beschleunigung und Vereinfachung der Marktpenetration beschreitet die Politik einen im Prinzip richtigen Weg. Da nicht zuletzt Rechtsunsicherheiten mögliche Investitionen hemmen können, versucht sie klare(re) Regeln festzule-



## Deutsche Energiewende treibt Power-to-Gas

Partner der Strategieplattform P2G unter dem Dach der dena

11

1	Bayerngas GmbH
2	Biogasrat+ e.V.
3	Robert Bosch GmbH
4	BTU Brandenburgische Technische Universität Cottbus
5	DBI-Gastechnologisches Institut GmbH
6	DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
7	EnBW Energie Baden-Württemberg AG
8	ENERTAG AG
9	E.ON
10	ETOGAS GmbH
11	Evonik Industries AG
12	EWE AG
13	Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES
14	Gasunie Deutschland
15	GDF SUEZ Energie Deutschland
16	GP JOULE
17	Hydrogenics
18	Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft IAEW
19	ITM Power
20	IVG Caverns GmbH
21	Open Grid Europe
22	Performing Energy
23	RWE Deutschland AG
24	Thüga AG
25	Trianel GmbH
26	Untergrundspeicher- und Geotechnologie-Systeme GmbH
27	Verband kommunaler Unternehmen VKU
28	VNG Gasspeicher GmbH
29	Viessmann Werke GmbH & Co. KG
30	Volkswagen AG
31	WINGAS GmbH
32	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg ZSW

Quelle: dena

gen. Unter der Voraussetzung, dass der Wasserstoff bzw. das synthetische Methan mittels Wasserelektrolyse und Methanisierung aus Elektrizität und Kohlenstoffoxiden auf der Basis regenerativer Energien erzeugt wurde, werden beide Materialien in die Definition des Biogasbegriffs (nach §3 Nr. 10c) des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) aufgenommen. Als Folge genießen sie die Privilegierungen von Teil 6 der Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV) einschließlich diverser Regelungen der Gasnetzentgeltverordnung (GasNEV). Im Kern kommen erneuerbarer Wasserstoff und synthetisches Methan damit zu einem privilegierten Gasnetzanschluss, privilegierter Einspeisung, gelten die Regeln der Biogasbilanzierung, fallen Einspeiseentgelte weg, gibt es ein pauschales Entgelt für vermiedene Netzkosten und die Umlage der Kosten des Netzbetreibers ist geregelt. Da es jedoch durchaus Unterschiede in der P2G-Anlagentechnik im Vergleich zur klassischen Biogaserzeugung und -aufbereitung sowie der Gasbeschaffenheit gibt, die bis dato im Bereich der Biogaseinspeisung noch nicht vorkamen und damit auch nicht geklärt sind, nimmt sich seit Ende 2013 die Bundesnetzagentur den grundlegenden Fragestellungen an und sucht – im Dialog – mit den Betroffenen nach den richtigen Antworten bzw. Lösungen.<sup>12</sup>

### Wirtschaftliche Zumutbarkeit und Herausforderung von Wasserstoff klären

Im Kontext der Einspeisung ist – neben den grundsätzlichen Fragen rund um Anschlussverfügbarkeit und Mindesteinspeisekapazität – die Klärung der wirtschaftlichen Zumutbarkeit für die Netzbetreiber ein wichtiges Kernthema. Hier vertritt die Netzagentur die Auffassung, dass der Netzbetreiber einen Netzanschluss durchaus verweigern darf, falls dies wirtschaftlich unzumutbar oder technisch unmöglich ist. Allerdings könne eine wirtschaftliche Unzumutbarkeit nicht einfach und allein aus der intermittierenden Einspeisung von P2G abgeleitet werden, da ja gerade die P2G-Einspeisung auf der Basis fluktuierender grüner Stromquellen wie Wind- oder Sonnenenergie beruhe.

Breiten Raum im Einspeisezusammenhang nimmt freilich auch das Thema Wasserstoff ein, da dieser sich vom Grundgas hinsichtlich Zusammensetzung und brenntechnischer Spezifika unterscheidet, also nicht lediglich als Zusatzgas (gleicher Eigenschaften) behandelt werden kann. Insofern ist der Beimischungsgrad von Wasserstoff klar zu spezifizieren<sup>13</sup>, der wiederum einer Vielzahl von Aspekten Rechnung tragen muss. So resultieren Beimischungsrestriktionen infolge der Anforderungen der allgemeinen Gasversorgung und damit auch der Interoperabilität der unterschiedlichen Gasnetze, Gasspeicher und Gasnutzungsformen (derzeit v.a. Wärme und Strom). Unter dem Strich muss das neue Gasgemisch auch den höheren Qualitätsanforderungen z.B. von BHKW-Motoren, Porenspeicher und Gasturbinen genügen. Überdies hat die H<sub>2</sub>-Beimischung die Anforderungen der bestehenden (rd. 900) Erdgastankstellen und (ca. 96.000) Erdgasfahrzeuge an die Gasqualität zu berücksichtigen<sup>14</sup>; dies umso mehr, weil Erdgas künftig für die individuelle Mobilität noch wichtiger werden könnte.<sup>15</sup>

<sup>12</sup> Mitte Dezember 2013 verschickte die Bundesnetzagentur ein P2G-Positionspapier, das bis Ende Januar 2014 kommentiert werden kann und nachfolgend präzisiert wird. Vgl. Bundesnetzagentur (2013). Positionspapier zur Anwendung der Vorschriften der Einspeisung von Biogas auf die Einspeisung von Wasserstoff und synthetischem Methan in Gasversorgungsnetze. Bonn.

<sup>13</sup> Heute darf der Wasserstoffanteil an der gesamten Gasmenge innerhalb eines Gasnetzes in vielen Gebieten aufgrund technischer Vorgaben lediglich bei 2% liegen. Vgl. Bundesnetzagentur (2013). Pressemitteilung Positionspapier Power-to-Gas. 10. Dezember.

<sup>14</sup> Zu Details vgl. auch Hoppe, Manfred (2012). Aspekte der Wasserstoffbeimischung zum Erdgas bei CNG-Fahrzeugen. DBI Fachforum Hybridspeicher – Hybridnetze. Berlin. 11./12. Dezember.

<sup>15</sup> Zu einer detailgenauen Forschungsanalyse der komplexen Beimischungsfragen und einer prinzipiellen Einordnung vgl. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW, 2013). Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz. Abschlussbericht. Bonn. Insb. S. 24-198.

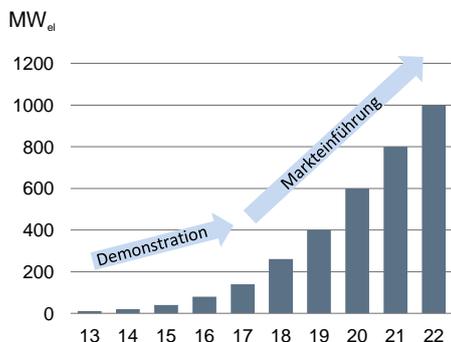


## Deutsche Energiewende treibt Power-to-Gas

### Interessante Perspektiven für P2G

Angestrebte Installation von P2G-Systemen in DE bis 2022

12



Quelle: dena

Um die neuen Technologien rund um P2G voranzubringen, hat sich in Deutschland um die Deutsche Energieagentur (dena) und rund 30 Partnern aus Wirtschaft, Forschung und Verbänden die „Strategieplattform Power-to-Gas“ gebildet. Ihre Aufgabe ist es, die Weiterentwicklung der P2G-Systemlösung zu unterstützen. Im Prinzip ist P2G heute technologisch bereits einsatzfähig, wobei derzeit Verfahren und Komponenten zur Erleichterung der Markteinführung weiterentwickelt und optimiert werden. Um einen wirtschaftlichen P2G-Anlagenbetrieb während der Demonstrations- und Markteinführungsphase zu ermöglichen, sollte die Politik dies mittels zeitlich und quantitativ begrenzter Markteinführungsinstrumente fördern. Die Plattformexperten votieren dafür, zum Zwecke einer kommerziellen Markteinführung bis 2022 die Installation von P2G-Systemen mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 1.000 MW anzustreben, um so einen „relevanten Markt“ zu etablieren. Längerfristig sollte die P2G-Marktintegration freilich bedarfsorientiert erfolgen.

Der von der Strategieplattform angepeilte Entwicklungspfad erscheint zweckmäßig, denn bis Mitte der 2020er Jahre können mechanische Speicher noch den erforderlichen Marktausgleich bewerkstelligen. Für die sich bis 2040 verstärkenden Stark- und Schwachwindperioden im Wochenbereich bzw. saisonale Schwankungen wären dann jedoch bis dahin zu entwickelnde und deutlich leistungsfähigere P2G-Stromspeicher eine merklich tragfähigere Problemlösung.<sup>16</sup>

### Fazit: P2G-Entwicklung startet zur rechten Zeit

Aufbau P2G-Projekte in DE startet

13

- Ca. 10 Anlagen in der Planung
- 3 Anlagen im Bau
- 9 Anlagen im Betrieb
- Anlagenleistungen von unter 100 kW bis 6 MW
- Forschungs- und Demonstrationsprojekte
- Herausforderung: Überführung in eine großtechnisch verfügbare und wirtschaftlich nutzbare Technologie
- Ziel Lern- und Skaleneffekte durch Markteinführung und Großserientechnik

Quelle: dena, Juni 2013

Die Energiewende wandelt die heimische Energiewelt und bringt neue Herausforderungen. Die politisch gewollte Expansion der Erneuerbaren und insbesondere deren stärkere Nutzung zur Stromproduktion erzeugt bis dato nicht bekannte Speicherprobleme. In der kommenden Dekade können mechanische Speicher und der Stromaußenhandel den Markt noch ausbalancieren. Danach sind neue Lösungen wie P2G nötig. Findet der soeben begonnene Forschungs- und Entwicklungspfad die erforderliche Unterstützung von Politik, Forschungsinstituten und Wirtschaftsunternehmen, gelingt die angestrebte P2G-Markteinführung bis Mitte der 2020er Jahre. Wird die Energiewende planmäßig fortgesetzt, muss es einem – nicht zuletzt auch dank der P2G-Innovationen – um die massive Expansion der Erneuerbaren und deren tragende Rolle in der Stromwirtschaft nicht bange werden. Das Volumen der Wind- und Solarstromschwankungen wächst zwar. Aber mit P2G steht künftig eine leistungsfähige Techniklösung jenseits traditioneller Antworten bereit.

Josef Auer (+49 69 910-31878, josef.auer@db.com)

<sup>16</sup> Zu Details vgl. Auer, Josef/Keil, Jan (2012), S. 10/11.

© Copyright 2014. Deutsche Bank AG, Deutsche Bank Research, 60262 Frankfurt am Main, Deutschland. Alle Rechte vorbehalten. Bei Zitaten wird um Quellenangabe „Deutsche Bank Research“ gebeten.

Die vorstehenden Angaben stellen keine Anlage-, Rechts- oder Steuerberatung dar. Alle Meinungsäußerungen geben die aktuelle Einschätzung des Verfassers wieder, die nicht notwendigerweise der Meinung der Deutsche Bank AG oder ihrer assoziierten Unternehmen entspricht. Alle Meinungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Meinungen können von Einschätzungen abweichen, die in anderen von der Deutsche Bank veröffentlichten Dokumenten, einschließlich Research-Veröffentlichungen, vertreten werden. Die vorstehenden Angaben werden nur zu Informationszwecken und ohne vertragliche oder sonstige Verpflichtung zur Verfügung gestellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Angemessenheit der vorstehenden Angaben oder Einschätzungen wird keine Gewähr übernommen.

In Deutschland wird dieser Bericht von Deutsche Bank AG Frankfurt genehmigt und/oder verbreitet, die über eine Erlaubnis der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht verfügt. Im Vereinigten Königreich wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG London, Mitglied der London Stock Exchange, genehmigt und/oder verbreitet, die in Bezug auf Anlagegeschäfte im Vereinigten Königreich der Aufsicht der Financial Services Authority unterliegt. In Hongkong wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Hong Kong Branch, in Korea durch Deutsche Securities Korea Co. und in Singapur durch Deutsche Bank AG, Singapore Branch, verbreitet. In Japan wird dieser Bericht durch Deutsche Securities Limited, Tokyo Branch, genehmigt und/oder verbreitet. In Australien sollten Privatkunden eine Kopie der betreffenden Produktinformation (Product Disclosure Statement oder PDS) zu jeglichem in diesem Bericht erwähnten Finanzinstrument beziehen und dieses PDS berücksichtigen, bevor sie eine Anlageentscheidung treffen. Druck: HST Offsetdruck Schadt & Tetzlaff GbR, Dieburg