

Herausforderungen für das Energiesystem von morgen: Netzausbau und Speicher



Mit einem wachsenden Anteil erneuerbarer Energien steigt der Bedarf an Stromnetzen und -speichern. Der Stromnetzausbau muss bereits heute stattfinden und wird im zukünftigen System an Wichtigkeit gewinnen. Im Bereich der Speicher werden unterschiedliche Technologien für unterschiedliche Systemaufgaben benötigt. Ungeklärt ist nicht zuletzt die technologische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit von Langfristspeichern. Die Speicherung von Strom im Gasnetz erscheint hierbei als aussichtsreichste Option, die jedoch noch Entwicklungsbedarf aufweist. Die effiziente Verbindung von erneuerbarer Stromerzeugung, intelligenter Infrastruktur und flexiblen Speichern ist neben der Flexibilisierung der Nachfrageseite essenziell für das deutsche Energiesystem nach der Energiewende.

Die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen zur Steigerung der Energieeffizienz, zum Ausbau der erneuerbaren Energien und zum Ausstieg aus der Kernenergie erfordern einen grundlegenden Wandel des Energiesystems. Nach dem 2010 von der Bundesregierung beschlossenen Energiekonzept soll der Anteil von Strom aus Wind, Sonne und Biomasse am deutschen Bruttostromverbrauch bis 2050 auf 80 Prozent steigen. Zusätzlich hat die Bundesregierung am 6. Juni 2011 das Eck-

punktepapier für die beschleunigte Energiewende verabschiedet. Deutschland wird bis Ende 2022 vollständig auf die Stromerzeugung aus Kernkraftwerken verzichten. Der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch soll von 20 Prozent im Jahr 2011 auf mindestens 35 Prozent bis zum Jahr 2020 steigen.

Die Stromerzeugung aus Windenergie in Deutschland soll sowohl im Onshore- als auch im Offshore-Bereich deutlich ausge-

baut werden. Die Wind-Offshore-Leistung soll sich laut BMU-Leitszenario 2010 auf rund 39 GW bis zum Jahr 2050 erhöhen, zur Jahresmitte 2011 waren in Nord- und Ostsee insgesamt 51 Anlagen mit einer Leistung von fast 200 MW installiert. Die fluktuierende Einspeisung und Integration der erneuerbaren Energien aus Windenergie und Fotovoltaik stellt dabei die größte Herausforderung dar. So treten bereits heute Stunden auf, an denen der aus erneuerbaren Energien erzeugte Strom nicht in die deut-



Quelle: blindguard – photocase.com

schen Übertragungs- oder Verteilnetze integriert werden kann. Das Auseinanderfallen von fluktuierender und nicht immer bedarfsgerechter Einspeisung aus regenerativen Energien und Stromnachfrage wird in Zukunft, bedingt durch den weiteren Ausbau der Erneuerbaren, zunehmen.

Das zukünftige Energiesystem muss daher flexibel auf Unterschiede zwischen Stromangebot und -nachfrage reagieren können. Dafür werden Energiespeicher und ein Ausbau der Stromnetze benötigt. Stromspeicher nehmen überschüssigen Strom auf, können flexibel Regelenergie bereitstellen und weitere Systemdienstleistungen zur Stabilisierung der Stromnetze erbringen. Sie sind daher für Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit in einem zukunftsfähigen Energiesystem essenziell. Die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien und die Stromnachfrage fallen nicht nur zeitlich, sondern auch örtlich auseinander: So wird beispielsweise die Menge an Strom aus Windenergie im Norden und Nordosten Deutschlands in Zukunft noch deutlich ansteigen, der Verbrauch ist jedoch in diesen Regionen eher gering. Um dies auszugleichen, ist ein Ausbau der Stromnetze erforderlich. Dieser

Netzausbau sollte beschleunigt durchgeführt werden, um die bereits heute bestehenden Engpässe zu beseitigen und auch zukünftig Systemstabilität zu gewährleisten. Zentrale Bausteine für die Energieversorgung der Zukunft sind außerdem:

- der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien,
- der Neubau hocheffizienter und flexibler konventioneller Kraftwerke,
- die Markt- und Systemintegration der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und
- die Senkung des Stromverbrauchs um 10 Prozent bis zum Jahr 2020.

Zur Unterstützung dieser Ziele wurden zahlreiche Rechtsvorschriften novelliert bzw. neu geschaffen (u. a. EEG, NABEG und EnWG). Ein neues Förderprogramm soll die Realisierung der ersten zehn Offshore-Windparks unterstützen. Im 6. Energieforschungsprogramm wurden Schwerpunkte für die Förderung innovativer Energietechnologien festgelegt. Neue und innovative Speichertechnologien und -projekte werden über die „Förderinitiative Energiespeicher“ und über die Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG 2011), wonach neue Speicher von den ansonsten anfallenden Netzentgelten auf 20 Jahre befreit werden, gefördert.

Ausbaubedarf für das Stromnetz

Mit der Netzstudie II hat die dena Ende 2010 die notwendige Entwicklung des Energiesystems analysiert und eine Roadmap für die Optimierung des Energiesystems in Deutschland geliefert. Ziel der dena-Netzstudie II war es, Lösungen für das deutsche Stromversorgungssystem bis 2020/25 zu untersuchen, die die Aufnahme von 39 Prozent Strom aus erneuerbaren Energien in das Übertragungsnetz ermöglichen und gleichzeitig die Versorgungssicherheit über einen wirtschaftlichen Einsatz konventioneller Kraftwerke sicherstellen. Auch der zunehmende europäische Stromhandel wurde berücksichtigt. Ein Bedarf nach zusätzlichen Verbundnetztrassen mit einer Länge zwischen 1.600 und 3.500 Kilometern, je nachdem welche Übertragungstechnik eingesetzt wird, wurde ermittelt. Neben den verfügbaren Übertragungstechniken wurden Erdkabel und der Einsatz von Hochtemperaturleiterseilen oder der Hochspannungsgleichstromübertragung einbezogen. Diese Zahlen sind zu den in der dena-Netzstudie I im Jahr 2005 ermittelten Leitungen in einer Länge von ca. 850 Kilometern, die bis 2015 benötigt werden, hinzuzurechnen. Von diesen, auch im Ener-

gieleitungsausbaugesetz (EnLAG) beschriebenen Trassen sind bisher jedoch nur ca. 90 Kilometer gebaut. Der Netzausbaubedarf besteht also bereits heute und wird in der Zukunft noch zunehmen. Der Bedarf nach Stromnetzen wird noch weit über das Jahr 2020 hinaus ansteigen.

Energiespeicher: Bedarf wird in Zukunft wachsen

Mit einem wachsenden Anteil erneuerbarer Energien wird auch der Bedarf an Stromspeichern deutlich ansteigen. Bereits heute hat die installierte Leistung eine Größenordnung erreicht, bei der es zu Situationen kommen kann, in denen sich die erneuerbare Stromerzeugung kritisch auf die gesamte Stromversorgung auswirken kann. Im Fall eines großen Überangebots von Wind- und Solarstrom muss dieser zunächst im lokalen Netz aufgenommen und verteilt werden. Durch die Speicherung von überschüssigen Stroms und damit die zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch kann dieser Konflikt gelöst und die Energie zugleich sinnvoll genutzt werden. Dafür werden in Zukunft große Speicherkapazitäten gefragt sein. Es besteht sowohl ein Bedarf an kurzfristigen Speichern (Sekunden bis Minuten) als auch an Tages-, Wochen- und gegebenenfalls Saisonspeichern. Gefordert sind eine hohe Leistung und eine hohe Speicherkapazität sowie geringe Verluste über einen möglichst langen Zeitraum.

Zur Stromspeicherung gibt es verschiedene technologische Möglichkeiten. Die elektrische oder direkte Stromspeicherung ist beispielsweise über supraleitende Spulen und Kondensatoren mit geringen Verlusten, aber auch nur für eine geringe Kapazität möglich. Solche Stromspeicher werden vor allem zur Überbrückung von kurzzeitigen Netzstörungen oder Nachfragespitzen genutzt. Sollen größere Mengen von Strom gespeichert werden, muss dieser zunächst in eine andere Energieform umgewandelt werden. Um den Strom dann wieder zu nutzen, findet eine Rückumwandlung statt. Die Umwandschritte sind jedoch nicht ohne Stromverluste möglich. Mechanische und chemische Speicherverfahren sind dabei die aussichtsreichsten Technologien. Schwungräder sind die wichtigsten sogenannten kinetischen Energiespeicher. Sie speichern Bewegungsenergie. Hier wird ein Schwungrad mithilfe von Strom stark beschleunigt. Um den Strom zurückzugewinnen, wird durch die Drehbewegung ein Generator betrieben.

Pumpspeicher stellen heute mit einem Wirkungsgrad von bis zu 80 Prozent die einzige großtechnische, wirtschaftliche Stromspei-

cheroption für Stunden- und Tagesausgleich dar. Bei Stromüberschuss wird Wasser mit elektrischer Energie in ein höher gelegenes Speicherbecken gepumpt und dadurch in potenzielle Energie umgewandelt. Bei Bedarf wird die potenzielle Energie des auf hohem Niveau gelagerten Wassers zum Antrieb von Turbinen genutzt und dadurch Strom erzeugt. Es gibt derzeit keine vergleichbar erprobte und verbreitete Technologie, die dazu auch noch ähnlich flexibel einsetzbar ist. Zurzeit stehen in Deutschland ca. 0,076 TWh Pumpspeicherkapazität zur Verfügung. Pumpspeicherwerke benötigen ausreichende Flächen für und große Höhenunterschiede zwischen den Speicherbecken. Ein Ausbau ist in Deutschland daher nur begrenzt möglich. Dennoch stellen Pumpspeicherwerke mittelfristig die einzige großtechnisch verfügbare, wirtschaftliche Technologie dar.

In diabaten Druckluftspeicherwerken kann komprimierte Luft als potenzielle Energie in unterirdischen Kavernen heute mit einem Wirkungsgrad von ca. 40 Prozent gespeichert werden. Rechnerisch kann in adiabaten Druckluftspeichern ein Wirkungsgrad von bis zu 70 Prozent erreicht werden. Diese Technologie befindet sich jedoch noch im Forschungsstadium. Die Speicherung in unterirdischen Kavernen steht allerdings in einer Nutzungskonkurrenz zu Speichern für CO₂, Erdgas- oder Wasserstoff. Batterien sind sogenannte elektrochemische Speicher, die in Batterie-Speicherkraftwerken im Bereich von bis zu 40 MWh eingesetzt werden. Es besteht die Erwartung, dass über Elektromobilität große Batteriespeicherkapazität zur Verfügung gestellt werden könnte: 1 Millionen Elektrofahrzeuge mit ihren Batterien könnten bis 2020 einen theoretischen Speicher von maximal 20 GWh bieten. Dies ist jedoch stark abhängig von der zukünftigen Verbreitung und Nutzung der Elektromobilität bei gleichzeitig bestehendem Forschungsbedarf.

Speicherung von Strom im Gasnetz

Eine weitere Zukunftsoption könnte die chemische Umwandlung von Strom mit Hilfe von Elektrolyse zu Wasserstoff und die unterirdische Speicherung in Kavernen darstellen. Noch aussichtsreicher erscheint die Speicherung im Erdgasnetz von Wasserstoff direkt oder über den Schritt der klimaneutralen Methanisierung. Damit stünde grundsätzlich das Erdgasnetz in Deutschland als Speicher mit mehr als 200 TWh und somit das Zehntausendfache der angegebenen Speicherkapazität durch Elektromobilität zur Verfügung.

Die Umwandlung von Strom in synthetisches Erdgas würde in zwei Schritten erfolgen: der Erzeugung von Wasserstoff mittels Elektrolyse und der anschließenden Methanisierung. Die Erzeugung von Wasserstoff durch Elektrolyse bietet eine Möglichkeit, Strom in großen Mengen über längere Zeiträume zu speichern. Wasserstoff ist sowohl speicherbar als auch gut zu transportieren. Beide Prozesse sind jedoch durch die chemischen Eigenschaften nur unter erheblichen Energie- und Kostenaufwendungen möglich. In Brennstoffzellen oder Gasmotoren kann der Wasserstoff direkt wiederverstromt werden. Die Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz kann das Problem der Speicherung und Verteilung von Wasserstoff umgehen. Hierbei kann jedoch der Rohstoff Wasserstoff nicht wiedergewonnen werden und steht für Wasserstoffanwendungen und die Industrie nicht zur Verfügung.

Laut DVGW-Regelwerk ist heute eine Zumischung von bis zu 5 Volumenprozent Wasserstoff für alle Erdgasnutzungen abgesichert. Vor allem im industriellen Anwendungsbereich fehlen noch Erfahrungen zum Einfluss von höheren Wasserstoffkonzentrationen auf zum Beispiel Gasturbinen. Generell vermindert Wasserstoff den Brennwert des Erdgases. Für GuD-Kraftwerke werden bei geringen Wasserstoffkonzentrationen jedoch nur marginale Leistungseinbußen verzeichnet. Auf den Wirkungsgrad von Gasmotoren oder CNG-Fahrzeugen kann sich die Zumischung sogar positiv auswirken. Im Rahmen verschiedener europäischer und nationaler Forschungsvorhaben wird derzeit die maximale Zumischgrenze von Wasserstoff in Hinblick auf die Gasinfrastruktur und Gasverwendung evaluiert. Die DVGW-Innovationsoffensive stellt in diesem Bereich bereits ein breites Portfolio an Erkenntnissen zur Verfügung. Anteile von bis zu 15 Volumenprozent könnten mittelfristig möglich sein.

Durch den Schritt der Methanisierung kann potenziell überall, wo Wasser, CO₂ und Strom verfügbar sind, speicher- und transportierbares sogenanntes synthetisches Methan erzeugt werden. Dieses kann ohne Anteilsbeschränkung ins Erdgasnetz eingespeist werden. Essenziell für die Klimaverträglichkeit dieses Konzepts ist die Nutzung von CO₂ aus erneuerbaren Ressourcen. Eine Kopplung von Methanisierung und Biogasanlagen ist hier ein optimaler Ansatz: CO₂-reiches Biogas und Wasserstoff aus erneuerbarem Strom können zu klimaverträglichem Methan synthetisiert werden. Diese Technologie steht jedoch voraussichtlich erst im Jahr 2020 großtechnisch zur Verfügung.

Für den Energieträger Erdgas, also auch für synthetisches Methan, ist in Deutschland eine bewährte Infrastruktur mit großen Speichern und einem leistungsfähigen Netz vorhanden. Das Speicherpotenzial der Erdgasinfrastruktur liegt mit 500.000 Kilometern Rohrleitungen und zusätzlichen 20 Mrd. m³ Speicherkapazitäten in Kavernen- und Porenspeichern bei etwa 1.000 TWh pro Jahr. Allein die Gasspeicherkapazitäten in deutschen Kavernen betragen etwa 217 TWh thermisch und sind somit um ein ca. 5.000-Faches höher als die Kapazitäten der heute in Deutschland verfügbaren Pumpspeicherwerke.

Die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit dieses Ansatzes ist noch nachzuweisen. Das Konzept Power to Gas birgt jedoch große Potenziale und sollte deshalb weiter vorangetrieben werden. Im Juli 2011 hat die dena daher die Strategieplattform „Power to Gas“ ins Leben gerufen, in der sich Fachakteure unterschiedlicher Branchen und Forschungsfelder aus Wirtschaft und Wissenschaft zusammengeschlossen haben, um:

- die weitere Entwicklung der Power-to-Gas-Technologien zu fördern,
- Handlungsempfehlungen zur Schaffung der politischen Rahmenbedingungen zu erarbeiten und
- Politiker und Entscheider zu informieren.

Die Strategieplattform unterstreicht die Notwendigkeit von Speichern für ein zukünftiges Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbarer Energien. Das bereits vorhandene Wissen rund um das Themenfeld wird gebündelt und relevante Schnittstellen zu anderen Gasnutzungskonzepten (beispielsweise die Einspeisung von Methan aus Biomasse in das Erdgasnetz und Nutzung von Erdgas in Fahrzeugen) werden beleuchtet. Auf der Internetplattform www.powertogas.info werden Aktivitäten und Informationen der Strategieplattform dargestellt. Wichtig ist es, in diesem Bereich mit Pilotprojekten, flankiert von wissenschaftlichen Untersuchungen, die Optionen von Power to Gas auszuloten und nach Möglichkeit nutzbar zu machen.

Autor:

Stephan Kohler
 Vorsitzender der Geschäftsführung der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena)
 Chausseestr. 128 a
 10115 Berlin
 Tel.: 030 726165-600
 Fax: 030 726165-699
 E-Mail: info@dena.de
 Internet: www.dena.de