

Zukunftsprojekt: Enercon betreibt auf den Färöer-Inseln gemeinsam mit dem örtlichen Energieversorger SEV einen Energiespeicher zur Glättung der Windenergie.

## Flexibel genug (1)

Wenn Atom- und Kohlekraftwerke in Deutschland abgeschaltet werden, muss die schwankende Erneuerbaren-Einspeisung besser austariert werden. Bei der Windenergie gibt es viele geeignete Lösungsansätze.

Von Sascha Rentzing

**D**ie erneuerbaren Energien gefährden die Stabilität des Energiesystems, heißt es oft. Doch obwohl bereits fast ein Drittel des gesamten deutschen Strombedarfs mit erneuerbaren Energien gedeckt wird, hat das System den Ausbau von Solar- und Windenergie nach aktuellen Zahlen der Übertragungsnetzbetreiber bisher gut kompensiert. Auf dem Regenergiemarkt schreiben sie die kurzfristig zum Ausgleich von Stromproduktion und -verbrauch benötigte Flexibilität aus. Lag der Bedarf an Regelleistung am 1. Dezember 2007 in Summe bei rund 11000 Megawatt, liegt er heute nur noch bei etwa 8000 Megawatt – ein Indiz, dass das Stromnetz stabiler ist

als vor einigen Jahren. „Trotz des enormen Zubaus an Wind- und Solarenergie wird deutlich weniger Flexibilität benötigt“, sagt Jan Aengenvoort, Sprecher von Next Kraftwerke. Das Unternehmen betreibt ein sogenanntes virtuelles Kraftwerk, in dem insgesamt 3000 dezentrale Stromerzeuger zum Zweck einer gemeinsamen Stromvermarktung zusammengeschlossen sind.

Eine Erklärung für den sinkenden Reserve-Bedarf: Stromhändler prognostizieren den Ökostrom mittlerweile deutlich exakter als vor zehn Jahren. Dadurch können Angebot und Nachfrage an der Strombörse besser aufeinander abgestimmt werden, sodass weniger Regenergie einge-

setzt werden muss. Außerdem ist es den Erneuerbaren seit dem EEG 2012 erlaubt, selbst Regenergie anzubieten. Die Branche nutzt diese Möglichkeit, um sich zusätzliche Einnahmequellen zu erschließen: Hunderte von Biogas-, Solar- und Windenergieanlagen sind hierzulande inzwischen zu virtuellen Kraftwerken vernetzt.

Dennoch wird der weitere Ausbau der Erneuerbaren kein Selbstläufer. „Ab einem Anteil von 70 bis 80 Prozent am Stromverbrauch wird ihre Systemintegration deutlich schwieriger“, sagt Stefan Brühl vom Büro für Energiewirtschaft und technische Planung (Bet) in Aachen. Dann würden zusätzliche Flexibilitätsoptionen,

”

**Wir bräuchten ein Gesetz, wonach synthetische Kraftstoffe nicht so versteuert werden müssen wie fossile.“**

Christian von Olshausen, Sunfire

setzung her. „Durch Kopplung der Sektoren würde sich das ändern“, sagt Brühl.

Das Problem ist jedoch, dass Investoren die Anreize fehlen, derartige Anlagen zu errichten. Zum einen erschweren politische Hürden den wirtschaftlichen Betrieb – so werden Speicher hierzulande als sogenannte Letztverbraucher eingestuft und daher mit zusätzlichen Abgaben und Umlagen für den Strombezug belastet. Zum zweiten

stehen Power-to-Gas-Anlagen und Batteriespeicher erst am Anfang ihrer technischen Entwicklung und müssen noch wesentlich kompakter und langlebiger werden, um einen

wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Industrie und Forschung haben deshalb die Aufgabe, die Kosten der Technologien durch Innovationen zu senken und neue Geschäftsmodelle zur Vermarktung überschüssiger Ökostrommengen oder daraus erzeugter Wärme und Gase zu entwickeln.

#### Aus Windstrom wird Windgas

Ihr Hauptaugenmerk liegt derzeit darin, Wege für einen noch flexibleren Einsatz der Windenergie zu erproben. So haben die Städtischen Betriebe Haßfurt und der Hamburger Ökoenergieanbieter Greenpeace Energy Anfang September in Haßfurt den Testbetrieb eines sogenannten Windgas-Elektrolyseurs gestartet, der vorwiegend überschüssigen Strom aus dem nahen Bürgerwindpark Sailershäuser Wald in erneuerbaren Wasserstoff umwandeln soll. Die Anlage in der Größe eines Containers soll pro Jahr eine Million Kilowattstunden des Ökogases für die 14 000 Prowindgas-Kunden von Greenpeace Energy in das Erdgasnetz einspeisen. „Wir wollen mit den Erkenntnissen aus dem Betrieb der Anlage dazu beitragen, dieses Verfahren noch wirtschaftlicher zu machen“, sagt Unternehmensvorstand Nils Müller. Denn mit Windgas ließen sich selbst in einem vollständig erneuerbaren Energiesystem

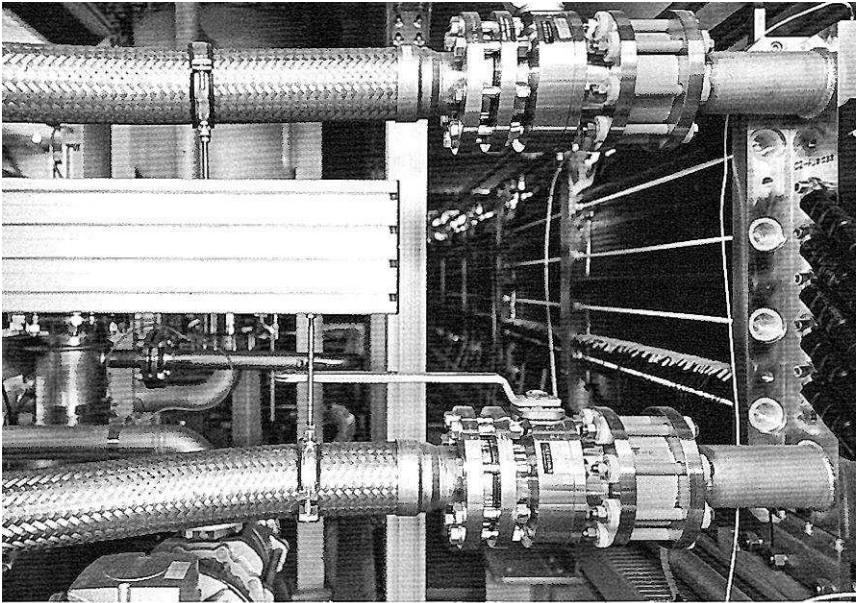
längere windstille und sonnenarme Phasen von bis zu drei Monaten überbrücken.

Bei dem in Haßfurt eingesetzten Elektrolyseur mit einer Leistung von 1,25 Megawatt handelt es sich um eine sogenannte PEM-Anlage (PEM = Polymer Electrolyte Membrane), die Schwankungen schneller folgen kann als bisher gängige Alkali-Elektrolyseure. Herzstück ist eine spezielle, protonenleitende Membran, die dank ihrer guten Leitfähigkeit Strom in Millisekunden in Wasserstoff und Sauerstoff spaltet. Neben der Technik wollen Greenpeace und die Städtischen Betriebe Haßfurt auch testen, wie hoch der Wasserstoffanteil im Gasnetz sein kann. Technische Regeln beschränken diesen auf fünf Prozent. Die Projektpartner gehen allerdings davon aus, dass ein wesentlich höherer Anteil möglich ist. So erzeugt ein nahe gelegener Industriebetrieb in seinem Blockheizkraftwerk bereits Strom und Wärme mit einem Gasgemisch mit zehn Prozent Wasserstoff.

Die Firma Sunfire aus Dresden zielt mit ihrem Produkt „Blue Crude“ nicht auf Haushalte, sondern auf Abnehmer in der Auto- und Flugzeugindustrie. Dabei handelt es sich um einen flüssigen Kohlenwasserstoff, aus dem sich nach Unternehmensangaben Benzin, Diesel und Kerosin herstellen lassen. Auch bei dem Sunfire-Verfahren steht die Elektrolyse im Fokus: Auf diese Art wird in einem ersten Schritt Wasserdampf mit Ökostrom bei 800 Grad Celsius gespalten, danach reduziert ein Teil des Wasserstoffs mit Kohlendioxid, das von außen zugeführt wird, zu Kohlenmonoxid. Dieses bildet das Grundelement für das sogenannte Fischer-Tropsch-Verfahren, bei dem schließlich das energiereiche Blue Crude entsteht.

Der neue synthetische Kraftstoff hat jedoch einen entscheidenden Nachteil: Die aufwendige Produktion treibt die Kosten des Ökosprits auf 1,20 Euro pro Liter – damit ist er fast doppelt so teuer wie Rohdiesel. Geschäftsführer Christian von Olshausen sieht dennoch großes Marktpotenzial für das Sunfire-Produkt. Durch Skalierung der Technik, größere Anlagen und Skaleneffekte bei der Produktion der Elektrolyse- ▶

vor allem Langzeitspeicher wie Power-to-Gas- oder Power-to-Heat-Anlagen benötigt, um weiterhin die Stabilität des Stromnetzes sicherzustellen. Welche Probleme auftreten können, zeigt sich bereits zeitweise in den deutschen Küstenregionen. Windturbinen werden bei Starkwind heruntergeregelt, damit nicht zu viel Strom die sensiblen Leitungen belastet. „Energiespeicher, die den überschüssigen Windstrom in Wasserstoff oder in Wärme umwandeln, könnten Abhilfe schaffen“, sagt Brühl. Abgesehen davon könnten die Anlagen helfen, die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen. Bei der Wärme, vor allem aber beim Verkehr, hinkt sie hinter ihrer eigenen Ziel-



**Komplexe Technik:** Elektrolyseure wandeln Strom in speicherbaren Wasserstoff um und könnten bei der Energiewende eine Schlüsselrolle spielen.

Stacks könnten die Kosten weiter gesenkt werden. Zum anderen hofft von Olshausen auf einen Anschlag der Politik. „Wir bräuchten ein Gesetz, das festlegt, dass synthetische Kraftstoffe nicht so versteuert werden müssen wie fossile. Das fehlt bisher.“

Stefan Bofinger, Abteilungsleiter Energiewirtschaft und Systemdesign am Fraunhofer-Institut Iwes in Kassel, sieht in der

Kopplung von Strom und Verkehr einen zentralen Punkt für das Gelingen der Energiewende. „Hier ist es wichtig, dass auch die Elektromobilität stärker eingebunden wird.“ Nötig seien hierfür allerdings besondere Laderate, um die Last im Netz intelligent zu verteilen. Weitere wichtige Flexibilitätsoptionen sieht der Experte in Wärmepumpen, die in Haushalten und in der Industrie Strom in Wärme umwandeln,

sowie in Batteriespeichern, die bei einem Stromüberangebot kurzfristig das Netz entlasten können. Ein Beispiel hierfür liefert ein neues Speicher-Pilotprojekt, das der Auricher Turbinenhersteller Enercon derzeit zusammen mit dem Energieversorger SEV im Windpark Húsahagi auf den Färöer-Inseln realisiert. Eine Lithium-Ionen-Batterie mit einer Leistung von 2,3 Megawatt soll dort in erster Linie die Stromaufbau- und -abfallraten der angeschlossenen 13 Enercon-Turbinen des Typs E-44/900 glätten und so das Inselnetz entlasten.

**Großspeicher aus Gebrauchttakkus**  
Enercon erhofft sich von dem Projekt auch wichtige Erkenntnisse für das besonders in Norddeutschland gravierende Problem der oft nötigen Drosselung von Windkraftanlagen. Denn durch den Ausgleich abrupter Anstiege und Abfälle lässt sich nicht nur



eine konstante Einspeiseleistung erzielen, sondern auch eine Drosselung der Leistung durch den Netzbetreiber vermeiden. Um Speicherprojekte künftig schneller und effizienter umsetzen zu können, hat Enercon den sogenannten Smart-Container entwickelt. Dieser bildet die Schnittstelle der Windturbinen zum Speicher und enthält die Wechselrichter-Technik sowie die Komponenten zur Steuerung der Leistungselektronik. „Der Container hat eine standardisierte Größe und lässt sich leicht installieren und in Betrieb nehmen“, sagt Enercon-Sprecher Felix Rehwald. Ansatzpunkte für die weitere Entwicklung des Containers seien eine höhere Spannung für die Wechselrichter sowie ein übergeordnetes Energiemanagement zur Batteriesteuerung.

Einen besonders ressourcenschonenden Ansatz verfolgt bei den Batteriespeichern eine Kooperation von Daimler, Batteriespezialist The Mobility House, Energiedienstleister Getec und Recyclingspezialist Remondis. Die Unternehmen verwenden gebrauchte Elektrofahrzeug-Batterien, um Schwankungen im Netz zu glätten. Im September nahmen sie im westfälischen Lünen einen sogenannten Second-Use-Batteriespeicher mit einer Speicherkapazität von 13 Megawattstunden in Betrieb, der sich aus insgesamt 1000 gebrauchten Batterien aus „Smart fortwo“-Elektrofahrzeugen zusammensetzt. Die Kapazität stellt die Kooperative dem deutschen Energiemarkt in Form von sogenannter Primärregelleistung zur Verfügung. Diese muss innerhalb von 30 Sekunden verfügbar sein, um einen Stromausfall verhindern zu können. Somit ist die Primärreserve die erste zu aktivierende Regellenergieart und die unmittelbare Maßnahme auf eine Abweichung der Netzfrequenz. Nach Zuschlag in den wöchentlichen Auktionen der Netzbetreiber erfolgten Abruf, Speicherung wie Einspeisung der Leistung voll automatisch, heißt es.

Speicher sind jedoch keine Grundvoraussetzung, um Regellenergie anbieten zu können und das Netz stabil zu halten. Next Kraftwerke integriert in sein virtuelles



**Reservelieferant:** Next Kraftwerke betreibt ein virtuelles Kraftwerk aus vielen Energieerzeugern, um Regelleistung anzubieten. Hierzu zählt auch ein Notstromaggregat der Firma Obo.

Kraftwerk neben Erneuerbaren-Anlagen auch Notstromaggregate und Pumpen von Industrieunternehmen, um Schwankungen in der Stromproduktion auszugleichen. Konkret bietet das Unternehmen positive Regelleistung an, fährt also bei Bedarf die Erzeugung einzelner Anlagen seines virtuellen Kraftwerks hoch, um Stromlücken zu füllen. Die Teilnehmer können so über den Verkauf der Regelleistung Zusatz Erlöse erwirtschaften. Ein Beispiel hierfür liefert die Psychiatrische Klinik in Dortmund, deren Notstromaggregat mit 400 Kilowatt Leistung neben der Notstromversorgung der Klinik noch genug freie Kapazitäten hat, um an der Regelleistungsmarkting teilzunehmen.

Weht hingegen viel Wind und wird viel Strom produziert, stellt Next Kraftwerke Verbrauchern in seinem Verbund die Energie kostengünstig zur Verfügung. Hiervon profitiert etwa der Deich- und Hauptzielverband Dithmarschen, der für den Abfluss des Regenwassers in die Nordsee verantwortlich ist, damit das Marschland bewohn-

und bewirtschaftbar bleibt. Zu diesem Zweck betreibt der Verband Schöpfwerke, die seit 2015 mit dem virtuellen Kraftwerk verbunden sind und hiervon fortlaufend neue Strompreise zur Einspeisung in das System erhalten. „Unser System wählt so vollautomatisch die günstigsten Viertelstunden aus, in denen wir das Regenwasser zurück in die Nordsee pumpen“, sagt Verbandsgeschäftsführer Matthias Reimers. So habe man den Energiepreis um rund 30 Prozent im Vergleich zum vorherigen Liefervertrag senken können.

Die Beispiele zeigen: Schon heute gibt es einfache, wirtschaftliche Möglichkeiten, um die Erneuerbaren auszutarieren. Verfahren, die dies bei steigendem Ökostrom-Anteil im großen Stil sicherstellen könnten, sind in der Erprobung. Geeignete politische Rahmenbedingungen könnten ihre Entwicklung und Markteinführung noch beschleunigen – und so frühzeitig letzte Zweifel an der Systemverträglichkeit großer Windstrommengen beseitigen. ◀