

# Strom auf Vorrat

Die Ausbeute von Windenergie schwankt. Intelligente Speichertechnik könnte die Energieversorgung stabilisieren. Wissenschaftler arbeiten mit Hochdruck an Lösungen

**W**indenergie steht nur unregelmäßig zur Verfügung. Dieser Umstand liefert Skeptikern Erneuerbarer Energien stets Munition. Schließlich benötigt eine moderne Industriegesellschaft eine verlässliche Energieversorgung: Nur mithilfe konventioneller Kraftwerke könnten die bei Windflauten entstehenden Lücken geschlossen werden. Wissenschaftler arbeiten seit Jahren an den unterschiedlichsten Konzepten, um die durch Windenergieanlagen gewonnene Energie sicher zu speichern.

Dabei wurden bisher Druckluft- und Pumpspeicher sowie der Einsatz gigantischer Depotbatterien in Erwägung gezogen. Inzwischen scheint sich ein Trend für den Druckluftspeicher (CAES: Compressed Air Energy Storage) als „Zwischenlager“ abzuzeichnen. So plant seit etwa zwei Jahren Energie Baden-Württemberg (EnBW), gefördert mit EU-Geldern, eine Druckluftspeicheranlage in Niedersachsen.

## Lösung fürs Flachland

Wird ihr Strom nicht direkt im Netz benötigt, liefern diverse Großkraftwerke ihre Energie an Pumpwerke: Diese pressen Wasser in höher gelegene Stauseen, um es bei Bedarf über Rohre wieder nach unten abfließen zu lassen. Dabei werden Turbinen angetrieben. Da sich derartige Anlagen zumeist in Mittelgebirgen befinden, sind sie für die Energiespeicherung etwa von küstennahen Windenergieanlagen oder Offshore-Parks wenig geeignet.

Dagegen nutzt ein Druckluftspeicherkraftwerk die Energie, die in verdichteter Luft steckt: Mit einem Verdichter wird die Luft komprimiert und in einen Salzstock gepresst. Verschlussen wird das Ganze mit einem Ventil. Bei Bedarf strömt die Luft wieder hinaus und treibt dabei eine Turbine an. Tatsächlich existieren solche Anlagen schon, etwa im US-Bundesstaat Alabama und im niedersächsischen Huntorf: Dort wurde 1978 die weltweit erste Druckluftspeicheranlage installiert, um Nachtstrom aus dem Kernkraftwerk Unterweser als Luft bei 70 bar anzusammeln und tagsüber wieder in Strom umzuwandeln. Die Effizienz derartiger

Anlagen ist jedoch gering – der Wirkungsgrad von Huntorf liegt gerade mal bei 42 Prozent. Der Grund: Wird die Luft verdichtet, müssen die Kompressoren unter Einsatz fossiler Brennstoffe stark gekühlt werden; passiert die Luft dann die Turbinen, müssen diese erhitzt werden, da sie sonst durch den starken Druckabfall sofort vereisen würden.

Für die EnBW-Anlage wollen die Techniker eine Methode entwickeln, die auf Basis der „adiabaten Zustandsänderung“ einen Wirkungsgrad von bis zu 70 Prozent erreicht. Die beim Kompressionsprozess anfallende Wärme wird zwischengespeichert, um sie im Expansionsprozess zur Vorwärmung der Kavernenluft auf Turbineneintrittsniveau zu nutzen. Deshalb erhält das System zusätzlich einen Wärmespeicher. Die Anlage kommt dadurch ohne fossile Brennstoffe aus. Freilich ist dieses Szenario – angedacht ist eine Leistung zwischen 100 bis 250 Megawatt – noch Zukunftsmusik: Gesucht wird derzeit noch ein Standort mit einer adäquaten Kaverne als Massenspeicher für die komprimierte Luft. Prinzipiell ist die Druckluftspeicherung in den vielfältigsten geologischen Schichten möglich – als sicherste und kostengünstigste geologische Formation gelten Salzkissen oder Salzdomen.

## Comeback der Batterie?

Auch Deutschlands zweitgrößter Energieversorger setzt auf Luft: Ende letzten Jahres unterzeichneten RWE und der US-Konzern General Electric eine Absichtserklärung zur Entwicklung eines Druckluftspeicherkraftwerks. Im Mittelpunkt der Forschung stehen die Konstruktion eines Wärmespeichers, die Entwicklung der Luftturbine sowie adäquate Orte zum Speichern der Druckluft. Eine Machbarkeitsstudie für den Bau einer Demonstrationsanlage soll bis Ende des Jahres erstellt werden. Der Betrieb ist für 2012 anvisiert.

Selbst die lange Zeit belächelte Batterie-Idee feiert ein Comeback: Der Eon-Konzern baut in seinem Technologiezentrum in Nottingham an einer Riesebatterie in der Größe von vier Lkw-Containern, mit der elektrische Leistung von einem Megawatt gespeichert werden soll. Dagegen setzt ENERTRAG im nordbrandenburgischen Dauerthal auf die Umwandlung von Windenergie in Wasserstoff. Nur sie ermöglicht die Langzeitspeicherung großer Energiemengen zu geringen Kosten. Nahe der polnischen Grenze betreibt die Firma ein Kraftwerk, in dem 230 MW Windenergie und 20 MW Biogasstrom gebündelt in ein eigenes Hochspannungsnetz eingespeist werden.

Der Energiemix ist Grundlage für ein neuartiges Hybridkraftwerk – Investitionssumme 19 Millionen Euro –, das 2009 in Betrieb gehen soll: Angepeilt wird hier die Produktion von Wasserstoff aus drei Windenergieanlagen mit einer Leistung von 400 Kilowatt durch einen Elektrolyseur. Er ist mit einer 400-Kilowatt-Biogasanlage und einer oberirdischen Speicheranlage gekoppelt. Eine

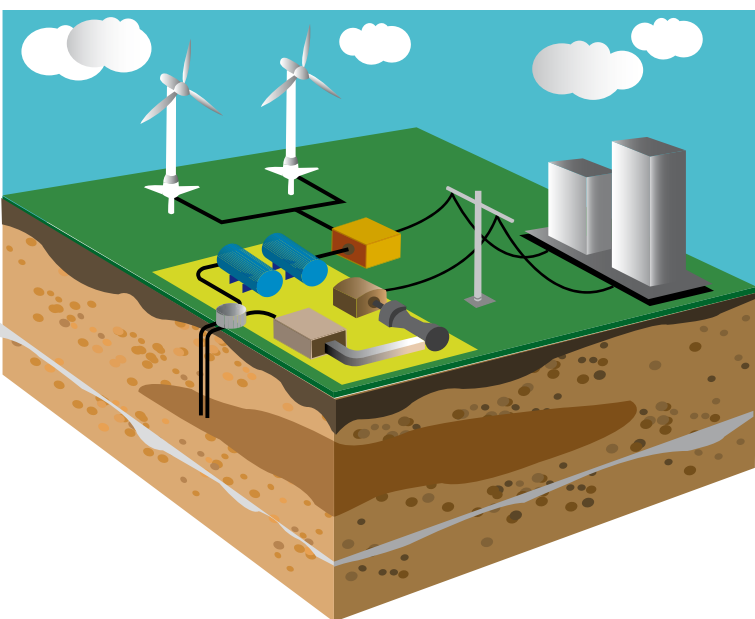


Photo: Gero Vögel

**VORBILD.** Im niedersächsischen Huntorf wurde 1978 die weltweit erste Druckluftspeicheranlage installiert.



Photo: Siemens AG



## Komprimierte Luft als Energiereserve

Bei der Druckluftspeichertechnik dient der von Windenergieanlagen erzeugte Strom dazu, Luft zu komprimieren. Die wird unterirdisch gespeichert und in Flautezeiten zum Antrieb von Turbinen genutzt.

soren untergebracht. Sie wandeln Windenergie in Druckluft um. Mithilfe eines unterirdischen Rohrleitungsnetzes und eines Kraftwerks aus Expandern und Generatoren sollen so zwischen vier und zwölf Energiestunden generiert und gespeichert werden.

Auch das Bundesumweltministerium ist aktiv: Die TU Clausthal erstellt eine Machbarkeitsstudie, die Möglichkeiten für die Integration großer Offshore-Windstrommengen ins Netz aufzeigen soll. Ein völlig neuer Ansatz sei dabei die Kombination von Druckluftspeichern und Stromerzeugung mittels Schwachgas aus Lagerstätten in der Nordsee. Prinzipiell sei Ziel der Forschungsförderung, die Stromversorgung durch technische Fortschritte im Hinblick auf wachsende Anteile Erneuerbarer Energien zu optimieren. Keine Frage: Angesichts von Deutschlands ambitionierten Zielen beim Ausbau der Erneuerbaren Energien gehört die Bereitstellung adäquater Speichertechniken hier zu den dringendsten Forschungsaufgaben. ■ CG

anspruchsvolle Steuerungstechnik entscheidet, ob die Anlage Strom oder Wasserstoff produziert. Wasserstoff sei ein leicht aus Windstrom herstellbarer Energieträger: Bei der Erzeugung durch Elektrolyse sei mit Wirkungsgraden zwischen 70 bis 85 Prozent zu rechnen. Der so gewonnene Wasserstoff mit einem Druck von 30 bar beinhaltet pro Kubikmeter etwa 100 kWh Energie. Dies sei, heißt es bei ENERTRAG, 100-mal mehr Energie als das gleiche Volumen Druckluft. Überdies sei Wasserstoff leicht durch Rohrleitungen transportierbar; auch könnten in Kavernen größere Mengen Wasserstoff im Gemisch mit Methan gespeichert werden. Sollte die Automobilindustrie ihre für 2009 geplante serienmäßige Produktion von Wasserstoffautos starten, könnten Hybrid-Kraftwerke diesen Zukunftsmarkt versorgen.

Ein weiteres innovatives Konzept ist das auf der HusumWind 2007 von der US-Firma General Compression präsentierte Dispatchable Wind Power System: Anstelle eines Generators werden im Maschinenhaus vier Kompressoren

**KLASSIKER.** Im schleswig-holsteinischen Geesthacht fungiert ein Wasserspeicher als Stromreservoir.

Photo: Vaternall

