

Speichertechnologien

Kann der Wirkungsgrad bei Druckluftspeicherkraftwerken gesteigert werden?

Das Energiesystem der Zukunft wird nach dem Willen der Bundesregierung geprägt sein von den Sektoren Strom, Wärme, Kraftstoff und Energiespeicherung. Im Jahr 2020 soll der Anteil an erneuerbaren Energien in Deutschland am Bruttoendenergieverbrauch 18 % betragen, im Jahr 2050 können es schon 80 % sein, so die aktuelle Prognose der Bundesregierung. Dabei wandeln die erneuerbaren Energien Wind und Sonnenlicht fluktuierend in Energie um. Die durch den Verbrauch gesteuerten Anforderungen des Stromnetzes an Energie sind andere. Diesen Konflikt können Energiespeicher lösen.

Die gemeinsame Förderinitiative »Energiespeicher« der Bundesregierung unterstützt technologische Durchbrüche im Bereich der Speichertechnologie, die die Kosten senken und zur schnellen Markteinführung beitragen können. Hierfür gaben die Bundesministerien für Wirtschaft und Technologie (BMWi), für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) sowie für Bildung und Forschung (BMBF) den Startschuss für Leuchtturmprojekte im Juli 2012.

Bislang werden in 99 % aller Fälle Pumpspeicherkraftwerke verwendet. Dann folgen Druckluftspeicherkraftwerke. Dabei sind Pumpspeicherkraftwerke wegen ihres attraktiven Wirkungsgrads um 80 % eine technisch ausgereifte Lösung zur Energiespeicherung. Jedoch ist ihr Ausbaupotenzial geografisch begrenzt.

Eine Alternative wären Druckluftspeicherkraftwerke (*Bild 1*). Bisher ist jedoch der Bedarf, auch wegen des eher verhaltenen Ausbaus der Offshore-Windenergieanlagen, nicht groß genug und die Technik zudem noch nicht ausgereift. In Deutschland gibt es mit dem bereits 1978 errichteten Druckluftspeicherkraftwerk Hüntorf erst ein Kraftwerk, das mit einem Wirkungsgrad von 42 % nur halb so effizient wie moderne Pumpspeicherkraftwerke ist. Das mit ähnlicher Technik 1991 in den USA errichtete Kraftwerk Macintosh in Alabama erreicht immerhin einen Wirkungsgrad von 54 %.

Der relativ geringe Wirkungsgrad begrenzt bislang den Einsatz von Druckluftspeicherkraftwerken. Die in Deutschland und den USA gebauten Kraftwerke verdichten die Luft, wobei diese sich aufheizt. Elektrische Energie wird bei dem Prozess teilweise

in Wärmeenergie umgewandelt. Zur Kühlung auf Umgebungstemperatur führen die Kraftwerke diese Energie ab, damit die Druckluft in der Kaverne gespeichert werden kann. Ein Teil der eingespeisten Energie geht so an die Umgebung verloren. Die Luft kühlt dann beim Entspannen in der Turbine zur Stromerzeugung stark ab. Zur Aufwärmung der Luft verfeuern die Anlagen bislang Erdgas und führen so Wärmeenergie zu. Dies reduziert den Wirkungsgrad zusätzlich und verursacht zudem CO₂-Emissionen.

Dieser Nachteil könnte durch eine adiabate Prozessführung des Kompressionszyklus überwunden werden. Hierzu sind zunächst thermodynamische Analysen notwendig. Bei dieser Option wird die anfallende Wärmeenergie zwischengespeichert. Im Expansionsprozess kann die Energie dem Gasgemisch wieder zugeführt werden. Zur Untersuchung der adiabaten Prozessführung begannen die Unternehmen RWE AG, General Electric Deutschland Holding GmbH (GE), Züblin AG und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) bereits im Jahr 2010 mit der Entwicklung eines neuen Speichers: Adiabater Druckluftspeicher für die Elektrizitätsversorgung (Adele). Dieser soll zu Zeiten eines hohen Stromangebots Luft komprimieren, die dabei entstandene Wärme in einem Wärmespeicher zwischen speichern und die Luft in unterirdische Kavernen pressen.

Als geeignetsten Standort identifizierte RWE Power AG Staßfurt nahe Magdeburg (Sachsen-Anhalt). Hier betreibt die RWE Gasspeicher GmbH bereits seit mehreren Jahren einen Erdgaskavernenspeicher. Kriterien für die Speicherwahl sind dabei ein möglichst großes Kavernenvolumen sowie eine zentrale Position im Übertragungsnetz. Der Speicher soll über mehrere Stunden elektrische Energie einspeichern oder wieder in das Stromnetz ausspeichern können.

Die Anlagenkomponenten des Konzepts (*Bild 2*) bestehen aus den Hauptelementen Kaverne, Kompressorstrang und Wärmespeicher. Während der Beladung wird die ansonsten ungenutzte Wärme gespeichert. Hierzu besteht das Speicherelement aus einem Feststoffspeicher, der die Energie in keramischen Materialien speichert. Wenn die Druckluft ex-



Dr. Thomas Isenburg,
Wissenschaftsjournalist, Bochum.

pandiert, erwärmt die gespeicherte Wärme das Gasgemisch. So kann die Anlage ohne externe Befeuerung betrieben werden. Der Wirkungsgrad soll in Zukunft auf 70 % steigen. Hierzu meint Dr.-Ing. *Stefan Zunft*, Leiter des Fachgebiets Thermische Kraftwerkskomponenten am Institut für Technische Thermodynamik der DLR: »Die Komponentenabstimmung im Gesamtsystem mit Blick auf einen höchstmöglichen Gesamtwirkungsgrad bei gleichzeitig geringsten Anlagenkosten ist eine der zentralen Projektaufgaben. Dabei definieren die Projektpartner die Speicherkapazität von mindestens 1 GWh. Dies soll eine Ausspeicherung bei Vollbelastung mit rd. 250 MW vier Stunden lang garantieren.«

Potenzial der Druckluftspeicherkraftwerke

Im Gespräch mit der Redaktion der **ew** sprach Dr. *Peter Moser*, Leiter Innovative Kraftwerkstechnik bei RWE Power über das Potenzial von Druckluftspeicherkraftwerken und das Forschungsprojekt Adele.

ew: Herr Dr. Moser, wie schätzt RWE das Potenzial von Druckluftspeicherkraftwerken ein?

P. Moser: Das Gesamtpotenzial von Druckluftspeichern hängt zunächst vor allem von der Zahl geeigneter Salzformationen im Untergrund ab, in denen sich bereits Kavernen für die Luftspeicherung befinden bzw. noch errichtet werden können. Die Salzformationen existieren vielfach genau in solchen Gebieten, in denen auch große Windenergieanlagen zum Einsatz kommen und zudem wegen fehlender geografischer bzw. topografischer Höhenunterschiede keine Pumpspeicherkraftwerke realisiert werden können. Allein für Deutschland bieten sich bis zu 30 Standorte mit einer Gesamtleistung von rd. 30 GW bzw. 120 GWh für Anlagen vom Typ Adele an. Dies bedeutet eine deutlich höhere Gesamtkapazität als die derzeit zum Energiespeichern verwendeten Pumpspeicherkraftwerke mit rd. 7 GW bzw. 40 GWh liefern. Weitere Regionen mit guten Standortoptionen sind Dänemark, die Niederlande, Polen und Spanien.

ew: Wie sehen andere das?

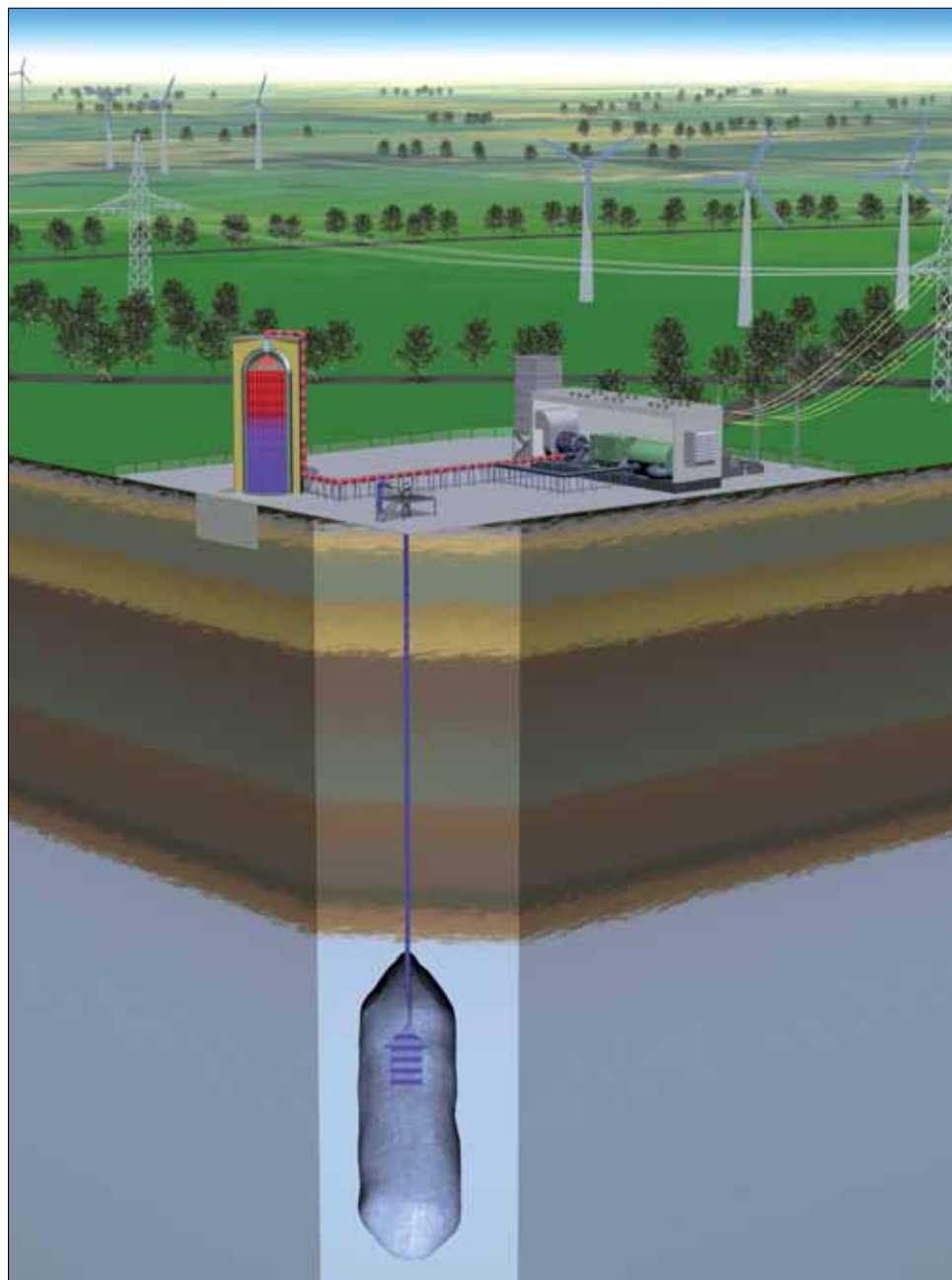


Bild 1. Bei einem Druckluftspeicher wird unter Energieverbrauch Luft komprimiert und in unterirdischen Kavernen eingelagert. Beim Entspannen treibt die Druckluft eine Turbine zur Stromerzeugung an

Quelle: RWE

P. Moser: Die Präambel der im Jahr 2011 von den Bundesministerien für Wirtschaft, Umwelt sowie Bildung und Forschung gemeinsam initiierten Förderinitiative Energiespeicher kommt zu einem klaren Fazit bezüglich der Notwendigkeit zur Entwicklung neuer Energiespeichertechniken. Darin heißt es: »Von herausragender strategischer Bedeutung für die künftige Energieversorgung Deutschlands ist ein verbesserter Zugriff auf leistungsfähige, effiziente und wirtschaftlich zu betreibende Energiespeicher.«

Adiabate Druckluftspeicher werden als eine der vorrangig zu entwickelnden Technologien für die Speicherung elektrischer Energie eingestuft.

ew: Welche aktuellen Forschungsprojekte gibt es für Druckluftspeicherkraftwerke?

P. Moser: Bereits Anfang 2010 startete das Forschungsprogramm Adiabate Druckluftspeicher für die Elektrizitätsversorgung, kurz Adele unter Federführung von RWE Power, um

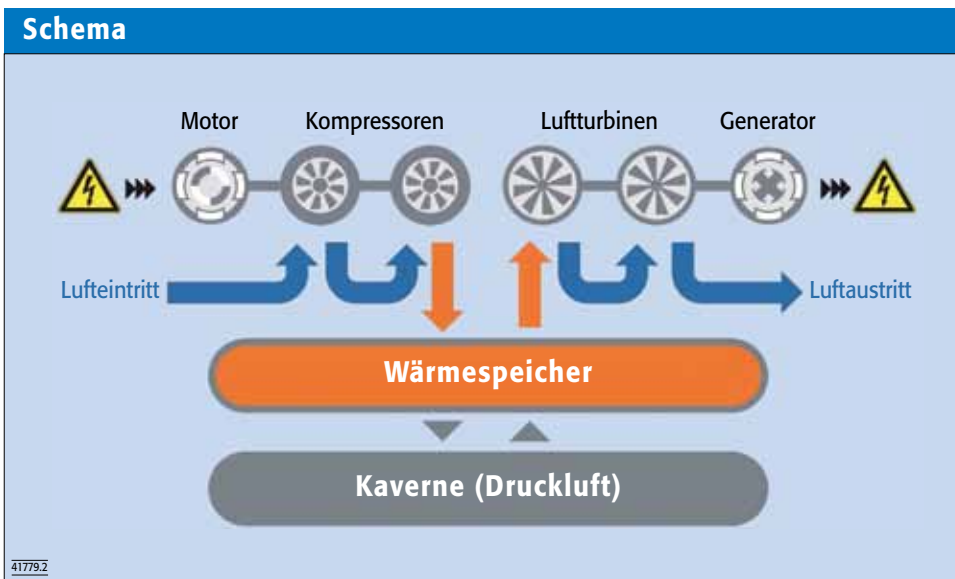


Bild 2. Schema des adiabatischen Druckluftspeichers; bei dem neu entwickelten Kraftwerk ist zusätzlich ein Wärmespeicher integriert, der die bei der Kompression des Gases freiwerdende Wärme aufnimmt und sie an die unter Abkühlung expandierende Luft wieder abgibt

Quelle: DLR



Dr. Peter Moser, Leiter Innovative Kraftwerkstechnik RWE Power

Quelle: RWE

die vielfältigen technischen Herausforderungen der innovativen Technik zu lösen. Eine Adele-Anlage benötigt teils völlig neue Komponenten. General Electric entwickelt Hochtemperaturverdichter und -turbinen. Züblin, die Ooms-Ittner-Hof GmbH und das Deutsche Zentrum für Luft-

und Raumfahrt arbeiten das Konzept des Hochtemperaturwärmespeichers aus. Die Erdgasspeicher Kalle GmbH plant die nötige Kavernentechnik und RWE Power untersucht das Gesamtanlagenkonzept, die Auslegung spezieller Nebenkomponten für Einsatztemperaturen bis 650 °C und

der Prozesstechnik sowie die Randbedingungen, unter denen Energiespeichertechniken künftig mit steigendem Anteil erneuerbarer Energien die Wirtschaftlichkeitsanforderungen erreichen könnten.

ew: Wie weit ist der Stand der Forschung und Entwicklung?

P. Moser: Das Forschungsprojekt Adele zur Entwicklung der Kernkomponenten des adiabaten Druckluftspeichers verläuft derzeit planmäßig. Gleiches gilt für die Vor-Ort-Untersuchungen zur Eignung des bevorzugten Standorts für eine erste Demonstrationsanlage in Staßfurt in Sachsen-Anhalt. Derzeit bereiten wir die nächste Projektstufe vor, die auf die ingenieurtechnische Planung für die Demonstrationsanlage abzielt. Dieses Projekt mit dem Namen Adele-Ing soll dreieinhalb Jahre dauern und neben der Festlegung des endgültigen Designs alle nötigen Ingenieursarbeiten und das Genehmigungsverfahren für die Demonstrationsanlage umfassen, um die Investitionsentscheidung vorzubereiten, wenn die Wirtschaftlichkeitsanforderungen erreicht werden.

ew: Welche Vor- und Nachteile hat die Technik?

P. Moser: Adele ist ein reiner Stromspeicher, im Gegensatz zu konventionellen Druckluftspeichern, in denen die Kompressionswärme während des Speicherns ungenutzt an die Umwelt abgegeben wird und deshalb später bei der Stromproduktion eine Zufeuerung von Erdgas zur Erwärmung der komprimierten Luft nötig ist. Der adiabate Druckluftspeicher ist eine der wenigen Techniken, bei denen Speicherkapazität – also die Größe von Kaverne und Wärmespeicher – Speicher- und Erzeugungsleistung – also Maschinengrößen – sowie das Verhältnis zwischen Be- und Entladedauer des Speichers – also das Verhältnis der Leistungen von Kompressor und Luftturbine – unabhängig voneinander gewählt werden können.

ew: Herr Dr. Moser, vielen Dank für das Gespräch.

(41779)

presse@thomas-isenburg.de

www.rwe.com