

Zeitschrift: Energieia : Newsletter des Bundesamtes für Energie
Herausgeber: Bundesamt für Energie
Band: - (2006)
Heft: 6

Artikel: Energie mit Druck speichern
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-640967>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Energie mit Druck speichern

INTERNET

Laboratorium für industrielle Elektronik (LEI): <http://lei.epfl.ch>

Eidg. Technische Hochschule Lausanne (ETHL): <http://www.epfl.ch>

An der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne arbeiten Alfred Rufer und sein Team an der Energiespeicherung durch Luftverdichtung. Obschon das Prinzip bereits im Jahr 1812 patentiert wurde, hat diese technologische Entwicklung lange unter der Konkurrenz der elektrochemischen Lösungen gelitten. Die zunehmend stärkere Bedeutung des Umweltschutzes könnte dieser innovativen Technologie neuen Auftrieb verleihen.

Sie sind auf ihrem Gebiet nicht die Einzigen, doch zählen sie sicher zu den Anerkannten: An der 12. EPE-PEMC-Konferenz 2006 (International Power Electronics and Motion Control Conference) im slowenischen Portoroz wurden im August 2006 rund 600 wissenschaftliche Publikationen vorgestellt. Jene von Prof. Alfred Rufer und seinem Forscherkollegen Sylvain Lemofouet-Gatsi erhielt dabei eine Auszeichnung für den besten Beitrag. Die Publikation trägt den Titel «Efficiency Considerations and Measurements of a Hybrid Energy Storage System based on Compressed Air and Super Capacitors» und informiert über die neuesten Entwicklungen im Bereich der Energiespeicherung durch Luftverdichtung.

«Die aktuelle Entwicklung auf den Energiemärkten läuft unseren Forschungsarbeiten im Bereich der Energiespeicherung entgegen», sagt Rufer, der dem Laboratorium für industrielle Elektronik (LEI) an der ETH Lausanne vorsteht. «Erstens steigt der Anteil der erneuerbaren Energien am Weltenergieverbrauch stetig an, was auch der Umwelt nützt.» Der Fluss dieser Energien, vor allem der Sonnen- und der Windenergie, ist jedoch nicht konstant, sondern zufallsbedingt. Daher müssen erneuerbare Energiequellen für den effizienten und wirtschaftlichen Einsatz mit einem Speichersystem verbunden werden.

Wie in den Pumpspeicherwerken

«Zweitens wird die Stromproduktion zunehmend dezentralisiert. Das bringt das Problem mit sich, dass bei der Energieübertragung kurzfristige Schwankungen möglich sind.» Die Speicherung

muss deshalb auf der Seite der Ladung stattfinden, damit der Generator solche Schwankungen nicht mehr wahrnimmt. «Die Nachfrage muss gegenüber der möglichst konstant gehaltenen Produktion geglättet werden», erklärt Rufer.

Die Forscher in Lausanne verfolgen für die Energiespeicherung nicht in erster Linie elektrochemische Methoden. «Wir wollen auf diese problematischen Lösungen vor allem wegen ihrer beschränkten Lebensdauer verzichten, um ein sauberes und umkehrbares physikalisches System zu finden». Sie arbeiten an einer Methode der Speicherung mechanischer Energie in Form von potenzieller Energie: der Speicherung durch Luftverdichtung. Ein Pumpspeicherkraftwerk, das Wasser in einem höher gelegenen Staubecken speichert, funktioniert nach dem gleichen Prinzip.

Wie funktioniert das?

Die Elektrizität, oder eine andere Energieform, wird dazu benutzt, Luft zu verdichten. Diese wird anschliessend geologisch in einer Kaverne oder in einer künstlichen Vorrichtung wie in einer Flasche gespeichert. Sobald eine Nachfrage nach Elektrizität besteht, wird die Druckluft benutzt, um eine Turbine mit Generator in Bewegung zu setzen und so Strom zu erzeugen.

Gibt es bereits solche Systeme? «Ja», erklärt Rufer. «Eine der ältesten Anlagen befindet sich im Werk Hunddorf bei Bremen in Deutschland». Dort wird die Luft mit einem Druck von 70 Bar in zwei natürlichen Kavernen mit einem Inhalt von

310 000 m³ gespeichert. Die elektrische Leistung beträgt 290 Mega Watt. «Das Problem besteht darin, dass die Temperatur in der Turbine durch Gasverbrennung auf mehr als 800°C gebracht werden muss. Das ist kein echtes Speichersystem. Auch erlaubt eine Kaverne keinen so hohen Druck wie ein Stahlgefäss».

Batterien nachahmen

«Mit unserem System wollen wir die Batterien nachahmen. Wir wollen speichern und dann Strom erzeugen, ohne Gas zu verbrauchen», erklärt der Lausanner Professor. Dazu müssen die im 19. Jahrhundert entwickelten Grundsätze der Thermodynamik mit Hilfe der modernen Elektronik angewandt werden.

Rufer erklärt die Arbeitsweise in groben Zügen: «Die zu speichernde Elektrizität wird benutzt, um Luft zu verdichten. Will man starken Druck auf einfache Art und mit einer hohen Energieausbeute erhalten, wird eine hydraulische Pumpe oder ein Hydromotor benutzt, um den für die Verdichtung notwendigen Volumenunterschied zu erreichen. Durch die geleistete Arbeit entsteht

mit einer Speicherung durch Superkondensatoren verbunden», erklärt Rufer. «Diese Superkondensatoren dienen als Zusatzspeicher, als Filter und als Leistungsniveau-Transformatoren.»

Demonstrationsanlage im Einsatz

Die Wissenschaftler in Lausanne haben in ihren Labors eine Demonstrationsanlage gebaut. Wie hoch ist ihr Wirkungsgrad? «Man muss immer gut aufpassen, wenn man von Ausbeute spricht. Um unsere Anlage zu bauen, haben wir auf Elemente zurückgreifen müssen, die bereits auf dem Markt sind. Die Leistung der Pumpe beispielsweise ist im Verhältnis zur Speicherkapazität zu gross, weshalb die isothermischen Bedingungen nicht vollkommen eingehalten werden können. Der Einbau einer grossen Zahl von Umwandlungen mit nicht optimierten Leistungselektronik-Schaltkreisen lässt den Wirkungsgrad ebenfalls sinken». Um einen echten Beitrag zur Energiezukunft zu leisten, muss man sich entscheiden zwischen der sehr wenig effizienten Verwendung von nichterneuerbaren Energiequellen und der Speicherung von erneuerbaren Energien mit einem mittleren Wirkungsgrad.

«DIE WELTENERGIESZENE TRITT IN EINE GÜNSTIGE PHASE FÜR DIE ENTWICKLUNG DER ENERGIESPEICHERUNG.»

Wärme, die nach Aussen geleitet wird, womit diese Energie in der Atmosphäre gespeichert bleibt. Um sie wieder einzufangen, wird die Luft bei möglichst unveränderter Temperatur entspannt. So wird der Druck bei gleich bleibender Gastemperatur abgesenkt. Ein Potenzial besteht im Druckunterschied zwischen der Atmosphäre und dem Inneren des Speichergefässes. Um eine hohe Energieausbeute zu erreichen, muss darauf geachtet werden, die Wärme mit derselben Geschwindigkeit aus der Atmosphäre einzufangen, mit der sie ausgestossen wurde.»

Auf der Suche nach der höchstmöglichen Effizienz

Um dieses thermodynamische System zu verbessern, schlagen die Lausanner Forscher eine neuartige Methode vor: «Bei unterschiedlichen Drücken haben wir festgestellt, dass unterschiedliche Antriebsgeschwindigkeiten für die Pumpen notwendig sind, um die höchstmögliche Effizienz zu erreichen.» In der Fachsprache wird vom MEPT-Prinzip gesprochen, dem «Maximum Efficiency Point Tracking». «Bei einem Druck von 350 Bar kann die Pumpe damit mit einem Wirkungsgrad von 95 Prozent betrieben werden.» Um diesen höchstmöglichen Ertrag zu erhalten, ist allerdings eine bestimmte Leistung nötig. Für den täglichen Gebrauch oder für eine Verbindung mit Solarpanels, die nicht stets dieselbe Leistung erbringen, ist das ärgerlich. «Deshalb haben wir ein hybrides System entwickelt, das die Druckluftspeicherung

Wie steht es mit der Anwendung? Ist die Luftverdichtung gegenüber den ähnlich funktionierenden Pumpspeicherwerken konkurrenzfähig? «Dies keinesfalls», antwortet der Wissenschaftler. «Wir müssen realistisch bleiben und ein Gebiet mit tieferen Leistungen anvisieren. Ein Beispiel ist die Photovoltaik für den Hausgebrauch mit einer Leistung zwischen drei und zehn Kilo Watt.»

Billiger als ein Blei-Akku

Für eine Forschungsgruppe der grossen französischen EDF hat das Team in Lausanne eine Studie durchgeführt, in der ihre Anlage mit Blei-Akkumulatoren verglichen wird. «Das Drehbuch war vorgegeben. Wenn es darum geht, mehr als 60 kWh zu speichern, ist ein hydropneumatisches System mit offenem Gaskreislauf billiger als Akkumulatoren, falls man berücksichtigt, dass letztere mehrmals ersetzt werden müssen, um die selbe Lebensdauer zu erreichen,» freut sich Rufer.

Wann beginnt die Vermarktung? «Wir haben bereits Kontakt mit Privaten, doch ist es noch zu früh, darüber zu reden. Allgemein ist festzustellen, dass bei andauernd tiefen Energiepreisen und ohne vorherrschende Umweltsorgen wenig geschehen wird.»

(bum)

Energieforschung an der ETH Lausanne

Traditionell und seit Jahrzehnten wird an der ETH Lausanne auch Energieforschung betrieben. Die Forschungsaktivitäten im Energiebereich finden an rund 20 Lehrstühlen statt, namentlich in den Fakultäten für «Basiswissenschaften», für «Wissenschaften und Techniken des Ingenieurwesens» und für «natürliche, architektonische Umwelt».

Die Schwerpunkte in der Energieforschung liegen dabei in den Bereichen Fusion – diese wird im Centre de Recherches en Physique des Plasmas CRPP betrieben –, Maschinenhydraulik sowie auf dem Gebiet der Konzeption und Analyse von Energiesystemen mit unterschiedlichen Technologien. Weiter wird an innovativen Technologien für die Speicherung von Energie sowie im Bereich der Gebäudetechnologie geforscht.

Am 1. April 2006 wird an der ETH Lausanne ein interdisziplinäres Zentrum für Energieforschung eröffnet, das unter der Leitung von Professor Hans Björn Püttgen stehen wird. Mit dem neuen Zentrum verfolgt die Hochschule folgende Ziele:

- Festlegen und Etablieren einer gesamtheitlichen Strategie für die Energieforschung an der ETH Lausanne
- Lancierung und Koordination interdisziplinärer und Fakultäten übergreifender Projekte im Energiebereich
- Erhöhen der Visibilität der Aktivitäten in der Energieforschung gegenüber der Industrie und öffentlicher Instanzen
- L'intégration des activités liées à l'énergie au sein de divers réseaux en Suisse, en Europe et de par le monde.
- Entwickeln einer einheitlichen Kommunikationsstrategie für den Energiebereich an der ETH Lausanne
- Aufbau und Koordination eines breiten Weiterbildungsangebots im Energiebereich an der ETH Lausanne.