

Wenn Druckluft das Stromnetz stabilisiert



Seit rund fünf Jahren erforschen Schweizer Wissenschaftler gemeinsam mit Industriepartnern, ob sich Strom in Form von komprimierter Luft in Felskavernen speichern lässt. Die Zwischenergebnisse zeigen, dass solche Speicher künftig bei der Bereitstellung sekundärer Regelleistung rentabel arbeiten könnten.

Text: Dr. Benedikt Vogel, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE)

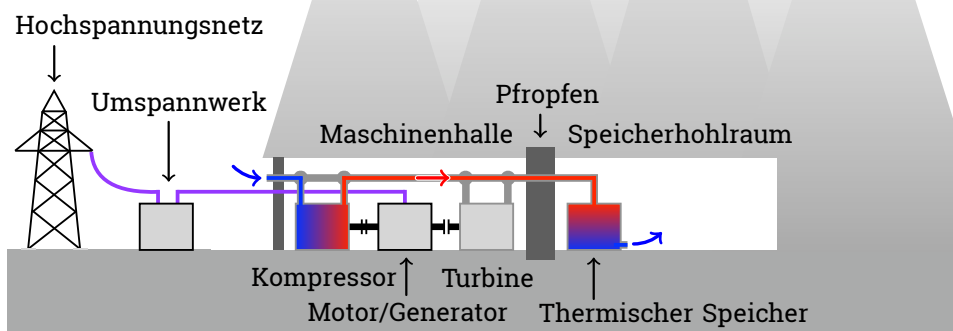
Seit einigen Jahren kursiert eine faszinierende Idee dazu, wie sich die Schweizer Bergwelt für die Stromwirtschaft nutzen liesse: durch den Bau von Felsspeichern, die Strom in Form von Druckluft aufbewahren. Während Stauseen Energie saisonal speichern, sind Druckluftspeicher als Kurzzeitspeicher konzipiert: Sie könnten zeitweilige Produktionsüberschüsse von erneuerbarem Strom (zum Beispiel Solarstrom) in den Alpen ohne Beeinträchtigung der Landschaft für Stunden oder Tage aufnehmen, bis der Strom von den Konsumenten gebraucht wird.

In der Schweiz haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Hochschulen in den letzten fünf Jahren Druckluftspeicher erforscht. Sie wurden unterstützt vom Bundesamt für Energie (BFE), vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) und von Innosuisse im Rahmen des Swiss Competence Center for Energy Research (SCCER). Die Forscher untersuchten gemeinsam mit Industriepartnern, ob Felsspeicher technisch umsetzbar sind und wirtschaftlich betrieben werden könnten.

Technologien sind verfügbar

Dr. Andreas Haselbacher, der für die ETH Zürich an mehreren Forschungsprojekten beteiligt war, zieht ein positives Fazit: «Ein Druckluftspeicher scheint grundsätzlich realisierbar, denn die erforderlichen Technologien sind auf dem Markt verfügbar. Unter optimalen Bedingungen würde ein solcher Speicher auch rentabel arbeiten, wenn er nämlich sekundäre Regelleistung bereitstellt, wie sie zur Stabilisierung des Schweizer Stromnetzes benötigt wird.»

Ein Druckluftspeicher besteht aus drei Hauptkomponenten: Beim Ladevorgang wandeln Kompressoren elektrische Energie in heisse Druckluft um. Diese wird durch einen Wärmespeicher geleitet, damit abgekühlt und anschliessend in einer luftdichten Felskaverne aufbewahrt. Beim Entladevorgang fliesst die kalte Luft aus der Kaverne durch den Wärmespeicher, nimmt damit Wärme auf und wird dann in einer Turbine expandiert, die über einen Generator Strom erzeugt. Ein Pilotprojekt unter der Leitung von Dr. Giw Zanganeh in einem ausgedienten Tessiner NEAT-Stollen sammelte von 2014 bis 2016 erste Erfahrungen mit diesem Konzept. Das Forschungsvorhaben hat unter anderem bestätigt, dass ein aus Kieselsteinen und einer Aluminium-Kupfer-Silizium-Legierung aufgebauter Wärmespeicher die bei der Kompression erzeugte Wärme wunschgemäss aufnimmt und abgibt. Das Projekt hat zudem die Dichtigkeit der Felskaverne bei



■ Schematische Darstellung eines Druckluftspeichers: Überschüssiger Strom wird in einem Kompressor verdichtet. Dabei entsteht heisse Druckluft, die in eine mit Wärmespeicher ausgerüstete Felskaverne geleitet wird. Auf diese Art kann die elektrische Energie in Form von Druckluft (im Speicherhohlraum) und Wärme (im thermischen Speicher) aufbewahrt werden. Beim Entladen des Druckluftspeichers läuft der Prozess in der Gegenrichtung ab: Die Druckluft nimmt aus dem thermischen Speicher Wärme auf und wird dann auf eine Turbine geleitet, die über den angeschlossenen Generator Strom produziert. Illustration: Andreas Haselbacher, ETH



■ Beispiel eines Radialverdichters (rechts) und einer Axialturbine (links), wie sie in einem Druckluftspeicher zum Einsatz kommen könnten. Solche Kompressoren und Turbinen finden heute breite Anwendung im Öl-/Gasgeschäft, in industriellen Prozessen etwa bei der Stahlherstellung oder bei der Zerlegung von Luft in Stickstoff und Sauerstoff. Quelle: MAN Energy Solutions Schweiz AG

einem Druck von 8 bar nachgewiesen (noch nicht aber bei den 100 bar, die in einem kommerziellen Druckluftspeicher voraussichtlich herrschen werden).

Der Teufel liegt im Detail

Zusätzliche Erkenntnisse will nun ein BFE-Anschlussprojekt gewinnen: Wissenschaftler der ETH Zürich wollen klären, in welcher Form eine Felskaverne zweckmässig und kostengünstig gebaut werden könnte. Auch soll untersucht werden, ob sich die Dichtigkeit einer Kaverne sicherstellen liesse, indem man sie mit einer Kunststoffolie auskleidet. Eine weitere, ebenfalls vom BFE getragene Studie wurde 2019 abgeschlossen. Sie hat das Verhalten der Turbomaschinen (Kompressoren, Turbinen) untersucht, mit denen der Druckluftspeicher geladen bzw. entladen wird.

«Ein Druckluftspeicher erreicht innerhalb weniger Minuten den optimalen Betriebspunkt zur Aufnahme und Abgabe von Strom. Er ist damit geeignet für die Bereitstellung von sekundärer Regelleistung», sagt Professor Maurizio Barbato von der Scola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI). Bereitstellung von sekundärer Regelleistung bedeutet:

Immer, wenn das Stromnetz über- bzw. unterversorgt ist, werden Druckluftspeicher für kurze Zeit ge- bzw. entladen, um das Stromnetz zu stabilisieren. Die Investitionskosten für einen 500-Megawattstunden-Druckluftspeicher liegen bei 100 bis 150 Millionen Franken.

Armeekasernen ungeeignet

Bleibt die Frage, wo Druckluftspeicher gebaut werden könnten. Leer stehende Armeekavernen in den Alpen kommen dafür nicht infrage, wie Forscher in einem von 2017 bis 2020 laufenden SCCER-Projekt zeigen konnten. Ein Hauptgrund: Bestehende Kavernen haben nicht das erforderliche Volumen und zudem eine grosse Oberfläche im Verhältnis zum Volumen, was zu relativ hohen Wärmeverlusten an den Fels führt.

Soll in der Schweiz ein Druckluftspeicher Wirklichkeit werden, müsste als Nächstes eine Demonstrationsanlage gebaut werden. Interesse ist in der Schweizer Industrie vorhanden. «Die Bereitstellung von Druckspeicherlösungen zur Umsetzung der neuen Energiepolitik trifft exakt unsere neue strategische Ausrichtung», sagt Dr. Philipp Jenny von der MAN Energy

Solutions Schweiz AG (Zürich). Interesse signalisiert auch Felix Amberg, Verwaltungsratspräsident der Amberg Group (Regensdorf/ZH). «Wir sind sehr interessiert, unser bautechnisches Know-how bei Konzeption und Bau einer solchen Anlage einzubringen.»

Informationen

Den Schlussbericht zum Projekt «AA-CAES-G2G – Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage grid-to-grid performance modelling» findet man unter: www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=40602

Links zu den Berichten des SNF-Projekts: www.nfp-energie.ch

Auskünfte zum Thema Druckluftspeicher erteilt Roland Brüniger (roland.brueiniger@brueiniger.swiss), Leiter des BFE-Forschungsprogramms Elektrizitätstechnologien.

Weitere Fachbeiträge über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Elektrizitätstechnologien finden Sie unter www.bfe.admin.ch/ec-strom.