



Alle Dokumente
finden Sie hier:



go.akademien-schweiz.ch/atable

Follow-up 4/25 • 02. Dezember 2025

Welche saisonalen Energiespeicher braucht die Schweiz?

1. Erkenntnisse

1.1. Fazit Referate (Folien online verfügbar)

Saisonale Energiespeicher - Überblick technologischer Optionen im Energiesystemkontext

Jonas Schnidrig, Dozent und Forscher Energiesystemplanung (HES-SO / EPFL Valais-Wallis)

Für 2050 wird für die Schweiz ein Energiedefizit im Winter in der Grössenordnung von 20-35 TWh geschätzt. Dieses kann durch Importe (Strom, chemische Energieträger), durch zusätzliche saisonale Energiespeicher (Speicherwasserkraft, Wärmespeicher, Speicherung Chem. Energieträger, Biomasse) und durch eine Erhöhung der Energieproduktion im Winter (z. B. Wind, alpine Photovoltaik) gedeckt werden. Die Winter-Energielücke lässt sich nur durch einen Technologiemix decken. Dafür braucht es klare Ausbauziele, Rahmenbedingungen und Investitionsanreize.

Das unterschätzte Potenzial saisonaler Wärmespeicher

Luca Baldini, Leiter, Institut Bautechnologie und Prozesse, ZHAW

Da im Winter Energie oft in Form von Wärme gebraucht wird, haben Wärmespeicher ein grosses Potenzial, um kostengünstig Sommerenergie zu speichern und die Lücke im Winter zu verkleinern. Um 3 TWh Winterstrom durch die Speicherung von Wärme in Erdbeckenspeichern zu sparen, würde insgesamt etwa eine Fläche von 5-10 km² benötigt (Speicherseen bedecken 100 km²). Das tatsächliche Potenzial ist jedoch unsicher und wird aktuell erforscht (Fallstudien, Integration in Energiemodelle). Neben dem fehlenden Wissen hemmen Rechtsunsicherheiten die Investitionen. Dabei bietet gerade der aktuell stark forcierte Fernwärmeausbau die Chance, den Bau von Wärmespeichern mitzuplanen.

Welche Energiespeicher braucht die Schweiz für eine ökonomisch effiziente und sichere Energieversorgung?

Ingmar Schlecht, Research Associate, School of Management and Law, Zentrum für Energie und Umwelt, ZHAW

Ein Energiesystemmodell kann darauf ausgerichtet werden, dass es möglichst günstig funktioniert oder dass die Versorgung stets gewährleistet ist - oder eine Kombination daraus. In soeben

veröffentlichten Modellrechnungen¹ kommen wir zum Schluss, dass Wärmespeicher die einzige kostengünstige Neubau-Technologie für die saisonale Speicherung sind, wenn das Energiesystem auf Kosteneffizienz ausgerichtet ist. Für die seltenen Momente eines Engpasses kann auf zusätzlich günstig zu lagerndes (mögl. erneuerbares) Heizöl zurückgegriffen werden, um Zweistoffkraftwerke anzutreiben. Die Speicherung von Gasen (etwa Wasserstoff) scheint weder aus Kostengründen noch wegen der Versorgungssicherheit nötig (abgesehen vom eher geringen Bedarf für einige industrielle Prozesse). Wichtig für den Aufbau saisonaler Speicher sind saisonale Preisunterschiede (dynamische Tarife) und die Integration der Speicher in die Energieplanung.

1.2. Diskussion

Darf man Wärmespeicher wirklich ausserhalb von Bauzonen konstruieren? Worauf stützt sich die Aussage und gilt dies für alle Wärmespeichertypen?

Es gibt für Wärmespeicher keine speziellen Vorgaben, es gelten die üblichen Kriterien fürs Bauen ausserhalb von Bauzonen. Zuerst muss geschaut werden, was innerhalb der Bauzone erstellt werden kann. Gemäss Fallstudien ist dies meist sehr schwierig. Es gibt kantonal und kommunal weitere Argumente, gerade bei unterirdischen Speichern, diese ausserhalb von Bauzonen zuzulassen.

Wie können wir die Überschussenergie gerade im Sommer etwa von industriellen Anlagen nutzen?

Die Abwärme von industriellen Anlagen zu nutzen, oder auch Überschüsse von grossen Photovoltaikanlagen zusammen mit Wärmepumpen, ist sehr wichtig. Der Einsatz von zusätzlich installierten Wärmepumpen zur Nutzung der Abwärme ist vergleichsweise teuer. Wenn aber die bereits verfügbaren Wärmepumpen nebst dem Heizbetrieb im Winter auch im Sommer zum Laden der Speicher genutzt werden, verbessert es sogar deren Wirtschaftlichkeit. Die Wärmespeicher müssen nahe der Verbraucher oder aber der Netzinfrastruktur (Fernwärmenetz) platziert sein. Beim Strom ist im Gegensatz zur Wärme der Transport über weite Distanzen möglich, wenn auch nicht immer sinnvoll, weil die Einspeisung und der Transport von Überschussstrom die Netze belasten und eine weitere Netzverstärkung bedingen. Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung von Überschussstrom für die Produktion von chemischen Energieträgern, die dann direkt für industrielle Prozesse genutzt werden können.

Die Vorteile von grossen Wärmespeichern wurden dargestellt. Wäre es auch möglich und sinnvoll, kleinere Wärmespeicher näher bei den Leuten zu bauen?

Ja, bei Fernwärmenetzen kann die benötigte Kapazität auch auf mehrere kleinere Speicher an verschiedenen Standorten verteilt werden. Das kann sinnvoll sein, da sich Wärme nicht über grössere Distanzen transportieren lässt. Zu beachten ist, dass Wärmespeicher nicht zwingend zusätzliche Bodenfläche beanspruchen. Man kann etwa einen Schiessstand und einen thermischen Speicher kombinieren oder auf Erdsondenfelder mit hohen Temperaturen lässt sich auch ein Gebäude stellen.

Wärmespeicher haben zur Konsequenz, ein Fernwärmenetz betreiben zu müssen, auch im Sommer. Im Sommer brauchen wir zunehmend Kühlung, dafür kann man das Wärmenetz aber nicht brauchen. Wie gehen sie damit um?

Es gibt verschiedene Generationen von Fernwärmenetzen, heute sind es meist Wärmenetze, bei eher hohen Temperaturen betrieben. Es gibt aber auch Niedertemperaturnetze, die sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen verwendet werden können. Für die Nutzung der Abwärme von beispielsweise Kehrrichtverbrennungsanlagen sind die warmen Netze interessant. Zu beachten ist, dass der Kühlbedarf im Schweizer Mittelland auch künftig nur ca. 10 % so viel Energie brauchen

1

<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/stromversorgung/stromversorgungssicherheit.exturl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWRTaW4uY2gvZGUvcHVibGJjYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvMTIzOTI=.html>

wird wie das Heizen. Zudem braucht es die Kühlung dann, wenn dank Photovoltaik sowieso viel Strom zur Verfügung steht. Aus Sicht der saisonalen Balance des Energiesystems ist das Kühlen deshalb weniger kritisch.

Fernwärmenetze sind teuer, besonders die warmen. Wir sitzen auf sehr viel warmem Wasser. Weshalb nutzen wir diese Geothermie nicht, bevor wir Speicher bauen?

Wir müssen wohl künftig alle Potenziale nutzen. An gewissen Standorten ist die Nutzung von Geothermie sicher sinnvoll, solange dies ökologisch verträglich ist und auch akzeptiert wird, Stichwort Erdbeben.

Wir sollten den Schutz des Grundwassers nicht vernachlässigen. Dieses soll sich nicht übermässig erwärmen. Wir brauchen Wärmespeicher, aber wir müssen unsere Landschaft auch im Untergrund schützen, auch die Biodiversität. Doch der Untergrund erwärmt sich wegen unserer Bauten und wegen des Klimawandels. Was wir auch beachten müssen: wegen des Klimawandels werden wir im Winter mehr Wasser haben. Bei Wasserspeichern besteht ein grosses Potenzial für den Ausgleich im Energiesystem, aber auch bezüglich anderer Probleme wie Trockenheit (Stichwort Mehrzweckspeicher).

Welches Potenzial für die Energiespeicherung bieten elektrische Fahrzeuge?

Das Potenzial von elektrischen Fahrzeugen (bidirektionales Laden) ist gross. Die Batterien eignen sich aber nicht, um Strom über Monate zu speichern, sondern um Tagesschwankungen aufzufangen.

Heute wird nur 60 % des Potenzials der Speicherwasserkraft genutzt, um die Winterenergieücke zu schliessen. Worauf bezieht sich die erwähnte Steigerung des Speicherpotenzials?

Die Steigerung um gut 1 TWh bezieht sich auf neue bzw. höhere Staudämme. Dabei ist zu beachten, dass wegen der natürlichen Schwankungen im Niederschlag, die aufgefangen werden müssen, Wasserspeicher nie zu 100 % gefüllt werden.²

Die Zahl von «60% Nutzung der Wasserkraftspeicherung» ist zu hinterfragen und fusst wohl auf einem verbreiteten Interpretationsfehler des publizierten Füllungsgrads³. Die publizierte durchschnittliche schweizweite Füllungsgradkurve zwischen 2013 und 2021 entspricht einem wöchentlichem Mittelwert; der daraus ersichtliche mittlere Füllungsgrad zeigt eine vorgeblich mittlere Ausnutzung zwischen 19% und 85% Füllungsgrad (knapp 65%). Der mittlere Ausnutzungsgrad jedes einzelnen Jahres beträgt aber z.B. 80% im Wallis, 72% in Graubünden und 71% im Tessin.

Energiespeicher entstehen nicht von selbst. Mit welchen Rahmenbedingungen kann eine sinnvolle Speicherinfrastruktur entstehen?

Betreffend Wärmespeicher: Einfach umsetzbar ist die Klärung, ob es eine Umweltverträglichkeitsprüfung braucht. Dafür könnte die Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung um eine Bestimmung zu verschiedenen Wärmespeichertypen ergänzt werden. Auch die Energieplanung ist zentral, gerade viele Gemeinden haben aber keine. Der Bund könnte die Kantone beauftragen, den Gemeinden Vorgaben für deren Energieplanung zu machen.

Betreffend der Erzeugung chemischer Energieträger: Zentral sind auch die Regelungen bezüglich Strompreisen, insbesondere den Netzentgelten. Müssen die Netzentgelte auch dann gezahlt werden, wenn durch den Strombezug das Netz entlastet wird (z. B. bei negativen Strompreisen)? Sonst bliebe nur die Option der Abregelung übrig. Die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung chemischer Energieträger ist stark davon abhängig, ob Netzentgelte gezahlt werden müssen oder nicht. Ein weiteres Problem sind die heute künstlich flachen Preise. Energiespeicher jedoch

² Des Weiteren führt eine (teilweise verpflichtende) Reservehaltung zur Reduktion der Ausnutzung der gesamten Speicherkapazität. Zusätzlich gibt es bei niedrigen Wasserständen mehr Sedimente im Wasser, was zu einer schnelleren Abnutzung der technischen Installation führen würde.

³ https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/AP_FuellungsgradSpeicherseen/?lang=de

brauchen Preisunterschiede, damit sie sich rechnen. Zusätzlich zu dynamischen Strompreisen könnten dynamische Netzentgelte, die im Preis widerspiegeln, wie stark die Netze ausgelastet sind, hier wichtige Anreize setzen.

Braucht es mit Heizöl betriebene Reservekraftwerke?

In normalen Jahren (also ausserhalb von Energiekrisen) sind Importe oft eine kostengünstige Lösung. Um jedoch ein höheres Niveau an Versorgungssicherheit zu gewährleisten, können Reservekraftwerke hilfreich sein. Diese sind üblicherweise als Zweistoffsysteme ausgelegt, können also Gas oder Öl verstromen. Falls der Gasimport möglich ist, kann Gas verwendet werden, falls dies nicht möglich ist, und ansonsten eine Strommangellage drohen würde, kann der Ölspeicher angezapft werden. Ölspeicher sind die günstigsten saisonalen Speicher (Speicherpreis pro Energiemenge). Sie für die Reservenutzung vorzusehen, die man üblicherweise gar nicht braucht, könnte sinnvoll sein. Hierzu kann, für Klimaneutralität, auch biogenes Heizöl verwendet werden – aufgrund der seltenen Nutzung fallen die Kosten dafür nicht ins Gewicht.

Diese Art der Reservekraftwerke zur Vermeidung von seltenen Strommangellagen ist nicht zu verwechseln mit Regelleistung, die Swissgrid nutzt, um jederzeit das kurzfristige Gleichgewicht im Stromnetz sicherzustellen.

2. Vertiefung

Sämtliche weiterführenden Dokumente finden Sie online unter go.akademien-schweiz.ch/atable:

- Präsentationen
- Kontakte Wissenschaft
- Saisonale Energiespeicherung im Überblick. Zusammenhänge, Bedeutung und Perspektiven im Schweizer Kontext. Kurzfassung. Swiss Academies Reports 20 (9)