

Speicherseen für die erfolgreiche Energiewende



In der Energiestrategie 2050 wird als Ersatz für den Strom aus Kernenergie ein substanzieller Zubau von Photovoltaik und Wind unterstellt. Dies erhöht einerseits die Herausforderungen an die Winterversorgung, und andererseits nehmen die kurzfristigen Produktionsschwankungen zu. Wasserkraft bietet die Speichermöglichkeiten, um die Versorgung auch künftig sicherzustellen.

Der aufgrund des Ausstiegs aus der Kernenergie in der Schweiz wegfallende Strom soll gemäss Energiegesetz auf Jahresbasis durch die erneuerbaren Energien Photovoltaik, Windkraft, Biomasse und Geothermie ersetzt werden. Mengenmässig im Vordergrund steht die Photovoltaik, deren Produktion in den Wintermonaten stark und in der Nacht vollständig eingeschränkt ist. Da aber gleichzeitig der Stromverbrauch im Winterhalbjahr mit einem Anteil von rund 55 Prozent bedeutend höher ist als im Sommerhalbjahr und der Ausbau von Photovoltaik und Windkraft zusätzlich zu verstärkten witterungsbedingten Einspeiseschwankungen führt, wird der Speicherbedarf ansteigen und zwar sowohl auf Monats- und Saisonbasis (saisonale Umlagerung) als auch auf Basis von Stunden und Minuten (Tag/Nacht-Umlagerung und Netzstabilität). Die Wasserkraft bietet die notwendigen Speichermöglichkeiten.

Saisonale Umlagerung

Die heutigen Schweizer Speicherseen dienen primär der Aufnahme der natürlichen Zuflüsse im Sommerhalbjahr für die Stromproduktion im Winterhalbjahr, was als saisonale Umlagerung bezeichnet wird. Das

heutige Volumen der Speicherseen vermag Wasser zur Produktion von rund 9 TWh Strom zurückzuhalten, was knapp 30 Prozent des Schweizer Stromverbrauchs im Winterhalbjahr entspricht.

Der grösste Schweizer Speichersee ist der Lac des Dix im Kanton Wallis mit einem Volumen von 400 Mio. m³, was einem Energieinhalt von 1.5 TWh entspricht. Die Produktion beträgt durchschnittlich rund 2.2 TWh, wovon etwa 70 Prozent im Winterhalbjahr anfallen. In einem typischen Jahr wird der Seeinhalt somit 1.5 Mal umgesetzt. Das zeigt, dass der Speichersee bedeutend kleiner ist als die gesamten im Sommerhalbjahr zugeführten Wassermengen. Deshalb wird der Seeinhalt durch die Betreiber zusätzlich zur rein saisonalen Umlagerung nach wirtschaftlichen Kriterien und unter Berücksichtigung hydrologischer Gegebenheiten optimiert.

Der Endverbrauch in der Schweiz liegt zur Zeit in den Wintermonaten Dezember bis Februar bei rund 5.5 TWh pro Monat. Eine Abschätzung¹ zeigt, dass bei dem in der Energiestrategie unterstellten Zubau der

¹ M. Piot: Bedeutung der Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke für die Energiestrategie 2050 der Schweiz, «Wasser Energie Luft» 4/2014. Baden.



erneuerbaren Energien und dem gleichzeitig unterstellten Rückgang des Stromverbrauchs im Jahr 2050 für das Winterhalbjahr rund 3 TWh zusätzliche Produktion benötigt werden. Zur Deckung dieser erwarteten Differenz kommen grundsätzlich Importe, Gaskombikraftwerke oder saisonale Speicherlösungen in Frage. Als zusätzliche saisonale Speicher kommen sowohl Vergrößerungen bestehender Speicherseen wie auch neue Speicherseen in Gletscherrückzugsgebieten in Frage. Aktuelle Abschätzungen^{2,3} zeigen, dass

- mit 29 Staumauererhöhungen um 5 bis 20 Prozent zusätzliches Stauvolumen geschaffen werden könnte, um weitere 1.7 bis 2.8 TWh vom Sommer in das Winterhalbjahr umzulagern;
- mit neuen Speicherseen an den 20 bestgeeigneten periglazialen Standorten zusätzlich rund 1.8 TWh Energiespeicher geschaffen werden könnten.

Ob die gesellschaftliche Akzeptanz für diese Projekte und die Investitionsbereitschaft vorhanden sind, müsste sich im Einzelfall zeigen; in der Regel sind sowohl die Eingriffe in die Umwelt als auch die Kosten bei Erweiterungen bestehender Anlagen bedeutend geringer als bei Neubauten. Zudem dürfte die Akzeptanz höher sein als für den Bau von Gaskombikraftwerken als eine mögliche inländische Alternative.

Tag/Nacht-Umlagerung und Netzstabilität

Nebst dem Umstand, dass die Photovoltaik in den frühmorgendlichen und Abendstunden keine Produktion aufweist, kann aufgrund kurzfristiger Änderungen der Strahlungsverhältnisse die Produktion auch innert Minuten für Stunden stark variieren. Um diese Tag/Nacht- und Minuten/Stunden-Umlagerungen sicherzustellen, sind hochflexible und leistungsstarke Speichertechnologien notwendig. Heute sind Pumpspeicherwerke die effizienteste Technologie, um diese Umlagerungen sicherzustellen⁴. Ein Pumpspeicherwerk besteht aus einem Ober- und einem Unterbecken, die jeweils mit Turbinen und Pumpen miteinander verbunden sind (vgl. dazu auch das

SWV-Faktenblatt «Pumpspeicherwerke für die Netzstabilität»). Die Ober- und/oder Unterbecken sind – abgesehen von wenigen Spezialfällen wie beispielsweise beim Kraftwerk Hongrin-Léman, wo der Genfersee das Unterbecken bildet – deutlich kleiner als die Speicherseen für die saisonale Umlagerung. Die speicherbare Energiemenge ist folglich geringer als bei Speicherwerken. Der maximal nutzbare Energieinhalt sämtlicher Pumpspeicherwerke der Schweiz liegt nach der schrittweisen Inbetriebnahme des Kraftwerkes Nant de Drance ab dem Jahr 2020 bei schätzungsweise 240 GWh.

Das neue Pumpspeicherwerk Limmern im Kanton Glarus weist eine Leistung von 1000 MW auf und vermag Wasser zur Produktion von rund 35 GWh zu speichern. Bei voller Leistung ist das Oberbecken, der Muttsee mit 23 Mio. m³ Nutzinhalt, folglich innerhalb von rund 35 Stunden leer.

Während also die gespeicherte Energie im Oberbecken bzw. das nutzbare Wasser im Unterbecken relativ gering sind, weisen insbesondere die neuen Pumpspeicherwerke Limmern und Nant de Drance sehr hohe Turbinen- und Pumpenleistungen auf und sie können innert weniger Minuten vom Turbinen- in den Pumpbetrieb umgeschaltet werden und umgekehrt. Deshalb eignen sich diese Kraftwerke besonders gut für die Tag/Nacht- und die Minuten/Stunden-Umlagerung und damit für die Sicherung der Netzstabilität. Diese Abschätzungen verdeutlichen aber auch die Grenzen der Pumpspeicherwerke: so vermögen sie auf Grund ihres geringen Speicherinhaltes weder einen substantziellen Beitrag an die saisonale Umlagerung zu leisten noch sind die in der Lage, im Sommer bei hoher Photovoltaik-Einspeisung über mehrere Tage sämtlichen Überschussstrom zu nutzen, da die Oberbecken tagsüber gefüllt werden, ohne dass nachts die Nachfrage genügend gross wäre, um sie für die Nutzung am Folgetag wieder zu leeren.

² A. Leimgruber et al.: Storage hydropower potential from dam heightening in Switzerland. SCCER-SoE Annual Conference 2018.

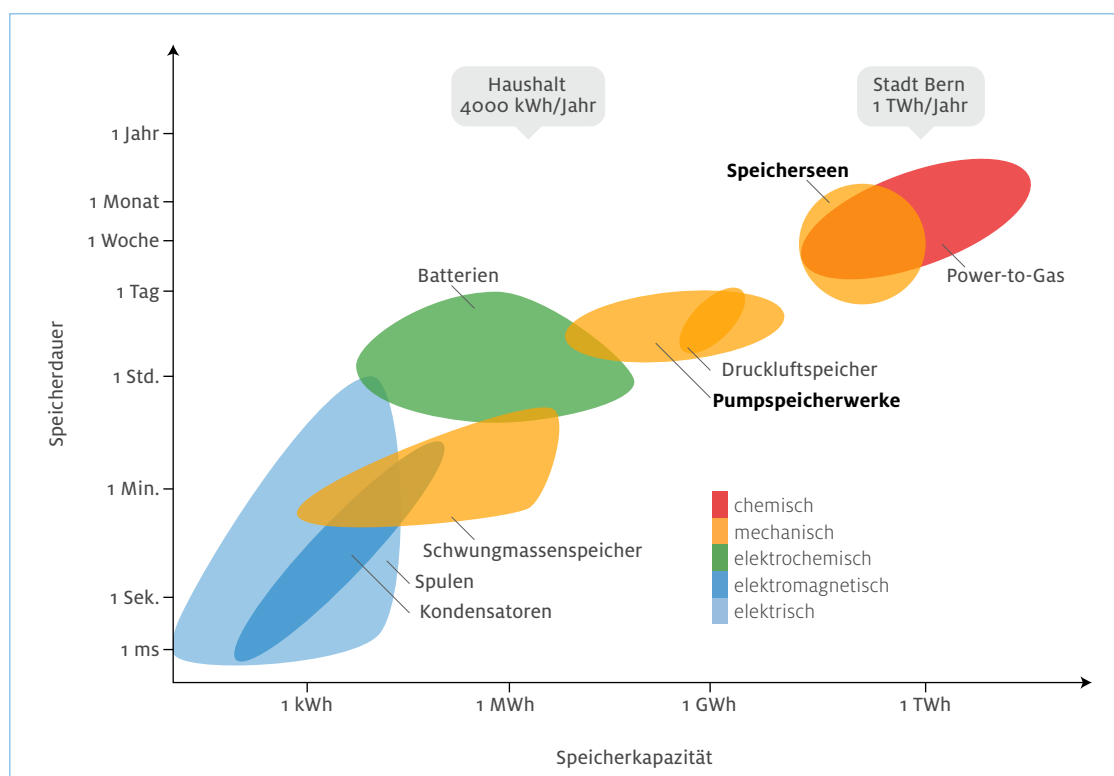
³ D. Ehrbar et al: Wasserkraftpotenzial in Gletscherrückzugsgebieten der Schweiz, «Wasser Energie Luft» 4/2019, Baden.

⁴ Frontier Economics: Effiziente Stromspeicher brauchen effiziente Rahmenbedingungen. 2011.

Alternative Speichertechnologien

Aufgrund des hohen erwarteten künftigen Bedarfs an Speicherkapazitäten wird in diesem Bereich viel geforscht. Somit weisen die Technologien nebst unterschiedlichen Speicherkapazitäten und Speicherdauern (vgl. Bild) erhebliche Unterschiede im Reifegrad auf. Für die saisonale Umlagerung kommen absehbar nebst den Speicherseen in den Alpen aber nur die Power-to-Gas-Technologie in Frage. Bei Kurz-

zeitspeichern kommen alternativ zur Pumpspeicherung Batterien und Druckluftspeicher in Frage. Insbesondere Lithium-Batterien weisen eine hohe Energiedichte und einen sehr guten Wirkungsgrad auf. Allerdings sind die Kosten heute noch sehr hoch und die Lebensdauer im Vergleich zu Pumpspeicherwerken bedeutend kleiner.



Speicherarten im Vergleich nach Speicherkapazität und Speicherdauer
 (Quelle [bearbeitet]: M. Sterner: Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration; Springer Verlag 2017)