

ZUSAMMENSPIEL VON LANGZEIT- UND KURZZEITSPEICHERN ZUR MAXIMIERUNG DES REGENERATIVEN ERZEUGUNGSANTEILS IN ÖSTERREICH

Christoph GROISS¹(*), Wolfgang GAWLIK¹

Motivation und Inhalt

Der Übergang hin zu einer überwiegend regenerativen Erzeugung bringt einen starken Anstieg an fluktuierenden, dargebotsabhängigen Erzeugungseinheiten mit sich. Diese erhöhen die Volatilität der Einspeisung sowohl im kurzfristigen Bereich (Stunden) aber auch im langfristigen Betrachtungszeitraum (Monate). Die Deckung des Verbrauchs wird weiters durch den saisonal gegenläufigen Verlauf von Verbrauch (Maximum im Winter) und der regenerativen Erzeugung (Maximum im Frühjahr und Sommer) erschwert.

Im Projekt Super-4-Micro-Grid wurde der Frage nachgegangen, ob eine rein regenerative elektrische Vollversorgung Österreichs mit dargebotsabhängigen Erzeugern realisiert werden kann. Diese Frage muss mit Nein beantwortet werden, da der Bedarf an Speichern vor allem bezüglich der Kapazität das Potenzial der österreichischen Pumpspeicher um den Faktor 100 übersteigt [1].

Dieses Paper widmet sich daher dem Zusammenspiel von elektrischen Langzeit- und Kurzzeitspeichern in einem überwiegend regenerativen Energiesystem. Weiters wird hierbei auf die Rolle der steuerbaren, konventionellen Erzeugung sowie auf zusätzliche alternative Speichermöglichkeiten („Elektro-Fahrzeuge“, „Power-to-Gas“) eingegangen.

Methodik

Grundlage für diese Untersuchung stellen regionale Profile regenerativer Erzeugung für Laufwasserkraft, Windkraft und Photovoltaik über einen Zeitraum von 15 Jahren im 1-Stunden-Zeitraaster dar [1]. Mit Hilfe eines linearen Optimierungsmodells wird der regionale Speichereinsatz von hydraulischen Tages-, Wochen- und Jahresspeicherkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken derart optimiert, dass der regenerative Erzeugungsanteil in der Jahresbetrachtung für Österreich maximiert wird. Im Umkehrschluss bedeutet dies eine Minimierung des Einsatzes fossiler Energieträger bzw. des Imports von Energie aus unspezifizierten Quellen.

Neben dem Speichereinsatz wird darauf abgestimmt der Einsatz thermischer Erzeugungseinheiten sowie der Ausbau der regenerativen Einspeiser im Rahmen ihrer Ausbaupotenziale optimiert. Hierbei gilt es, Leistungs- und Energiegrenzen einzuhalten. Weiters kann durch Abregelung dargebotsabhängige Einspeiseleistungen verringert werden. Die maximal zulässigen Leitungsbelastungen des Höchstspannungsnetzes werden mit Hilfe einer DC-Lastflussrechnung berücksichtigt. Ebenso wird in der Optimierung die Nebenbedingung abgebildet, dass der Verbrauch zu jeder Stunde innerhalb des 15-jährigen Betrachtungszeitraums gedeckt werden muss. Hierfür wird das derzeitige Inlandsverbrauchsprofil für verschiedene Lastentwicklungsszenarien skaliert.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die bestehenden und projektierten österreichischen **Pumpspeicherkraftwerke** weisen in den betrachteten Szenarien bezüglich des reversiblen Pump-Turbinenbetriebs insgesamt eine **Speicherkapazität** von rund **210 GWh** auf. Mit einem Energie-Leistungs-Verhältnis von 50 h, werden sie bevorzugt zur **kurzfristigen Bilanzierung** eingesetzt. Mit ihrer begrenzten Speicherkapazität tragen sie kaum zum saisonalen Ausgleich von regenerativer Erzeugung und Verbrauch bei [2].

Die **Volllaststundenzahl** der **Pumpspeicher** fällt verhältnismäßig **gering** aus und die Nutzung beschränkt sich vor allem auf den Tag-Nacht-Ausgleich im Frühling und Herbst. In den Wintermonaten

¹ Technische Universität Wien, Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe, Gußhausstraße 25/370-1, 1040 Wien, Austria; Tel: +43 1 58801 370126; Fax: +43 1 58801 370199
groiss@ea.tuwien.ac.at, gawlik@ea.tuwien.ac.at; www.ea.tuwien.ac.at

entstehen keine Erzeugungsüberschüsse, welche eingespeichert werden könnten. Aber auch in den Sommermonaten werden Pumpspeicher praktisch nicht eingesetzt, da hier keine Erzeugungsdefizite vorliegen, in denen die überschüssige, eingespeicherte (Photovoltaik-)Erzeugung wieder abgegeben werden könnte. Diese Aussage trifft ebenso auf alternative **dezentrale Speichermöglichkeiten** zu. Sowohl stationäre Speicher im Haushalt als auch Batterien in Elektrofahrzeugen weisen typischerweise ein Energie-Leistungs-Verhältnis in der Größenordnung von wenigen Stunden oder geringer auf und können somit ebenfalls nur für Bilanzierungsaufgaben im Kurzzeitbereich eingesetzt werden. An Tagen mit geringem Dargebot können die Erzeugungsdefizite größtenteils durch hydraulische Tages- und Wochenspeicher ausgeglichen werden.

Hydraulischen Jahresspeicher weisen mit rund **3200 GWh** eine deutlich höhere **Speicherkapazität** auf, welche über natürlichen Zufluss durchschnittlich 1,7 Mal pro Jahr vollständig befüllt werden [2]. Der saisonale Ausgleich zwischen dargebotsabhängigen Erzeugungsüberschuss in den Sommermonaten und dem erhöhten elektrischen Verbrauch während der Wintermonate wird daher überwiegend von hydraulischen Jahresspeichern in Kombination mit steuerbaren Erzeugungseinheiten (5,6 TWh/a biogene bzw. 12,2 TWh/a fossile Brennstoffe) übernommen.

Auswirkung alternativer Speichertechnologien

Power-to-Gas beschreibt ein Konzept, bei dem (sonst nicht zur Lastdeckung benötigter regenerativer) elektrischer Strom zur Erzeugung synthetischen Gases verwendet wird. Der Vorteil liegt in den vielfach höheren Speichervolumen von Gasspeichern im Vergleich zu hydraulischen Speichern. Demgegenüber steht der deutlich schlechtere Strom zu Strom-Wirkungsgrad von 36%, bei Rückverstromung in einem GuD-Kraftwerk.

Das Einsatzgebiet der Power-to-Gas-Technologie wird im Wesentlichen durch die rund **2000 Stunden** im Jahr bestimmt, an denen ein **Erzeugungsüberschuss** der regenerativen Einspeiser vorliegt, welcher nicht durch Pumpspeicher aufgenommen werden kann. Die Elektrolyseanlagen verwerten somit nur jene Energie, welche andernfalls abgeregelt werden müsste. Mit der klimaneutralen Rückverstromung des synthetischen Gases, kann der Bedarf an fossilen Brennstoffen um rund 22% reduziert werden [2].

Pumpspeicherkraftwerke werden dann nach wie vor eingesetzt, um kurzfristige Ausgleichseffekte (Tag-Nacht) zu realisieren, da deren Wirkungsgrad und Leistungsfähigkeit besser ist, als jene der Power-to-Gas Anlagen. In den Sommermonaten werden Pumpspeicher nun zusätzliche eingesetzt, um ein möglichst konstantes Überschussprofil in der Höhe der Maximalleistung der Elektrolyseanlagen zu erzielen. Dadurch wird die Menge an eingespeicherten regenerativen synthetischen Gas maximiert. Das **Zusammenspiel** dieser beiden **Speichertechnologien** bewirkt einerseits eine **Verdopplung** der **Volllaststunden** der **Pumpspeicher** und andererseits eine signifikante Erhöhung des regenerativen Erzeugungsanteils [2].

Die **Abregelung** stellt eine wichtige Maßnahme dar, um vereinzelte Erzeugungsüberschüsse, welche in der Größenordnung der maximalen Last liegen können, zu beherrschen. Die dadurch entgangene Erzeugung ist mit weniger als 3% der Gesamterzeugung verhältnismäßig gering. Diese Maßnahme hat einen entscheidenden Einfluss auf die Anforderungen an das Speicherkollektiv, da hierdurch die **Spitzenleistung** von untergeordneter Bedeutung ist. Zur Realisierung eines überwiegend regenerativen Energiesystems werden vor allem die **saisonalen Speichermöglichkeiten** und damit verbundenen großen Speicherkapazitäten benötigt [2].

Literatur

- [1] TU Wien, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft: Super-4-Micro-Grid : Nachhaltige Energieversorgung im Klimawandel. Projektendbericht - Neue Energien 2020 1. Ausschreibung, Klima- und Energiefonds (2011)
- [2] Groß, Christoph: Maximierung des regenerativen Erzeugungsanteils an der österreichischen Elektrizitätsversorgung, Dissertation an der TU Wien (2013)