

Nachnutzungskonzept: Braunkohle-Tagebaue als Pumpspeicherkraftwerk?

Johannes Thema und Martin Thema

Der Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien im deutschen Strommix steigt. Um die Netzstabilität zu erhalten, Fluktuationen im Dargebot nach Wetterlage und saisonal auszugleichen sind absehbar ab ca. 2030 große Stromspeicherkapazitäten erforderlich. Wasser-Pumpspeicherwerke sind derzeit die einzige langjährig erprobte Technologie, die künftig in Braunkohletagebauen, welche im Zuge der Energiewende aufgegeben werden, errichtet werden könnten. Eine Überschlagsrechnung am Beispiel eines Pumpspeicherwerks in verschiedenen Tagebauen zeigt, dass diese mit bis zu 400 GWh ein signifikantes technisches Speicherpotenzial haben.

Mit fortschreitender Energiewende steigt der Anteil erneuerbarer Energien im Strommix, das deutsche Ziel liegt für 2030 bei 50-65 %. Deren Dargebot variiert im Tagesverlauf, nach Wetterlage und Saison. Um kurzfristige Fluktuationen auszugleichen und die Netzstabilität zu gewährleisten, sowie um längerfristige bis saisonale Schwankungen abzudecken, sind ab einem Anteil erneuerbarer Energien von ca. 60 % Energiespeicher mit großen Kapazitäten notwendig [1, 2].

Bestehende Speichertechnologien

Vonseiten der Speichertechnologien gibt es hierfür Lösungen für kurzzeitigen (z.B. Schwungmassenspeicher), mittelfristigen (z.B. Batteriespeicherkraftwerke, kleinere Pumpspeicher) oder längerfristigen (größere Pumpspeicherwerke, Power-to-X) Ausgleich. Abb. 1 zeigt Kapazitäten und Spei-

cherdauer („Auspeicherzeit“) verschiedener Speichertechnologien. Ersichtlich ist, dass die notwendigen großen Speicherkapazitäten von >1 GWh von nur wenigen Technologien bereitgestellt werden können: Wärmespeicher (als Power-to-Heat oder Fernwärme), Druckluftspeicher, Pumpspeicherkraftwerke oder als chemische Energiespeicher (Power-to-Gas) in Wasserstoff oder Methan (verschiedene Lagermöglichkeiten).

Die einzige in Deutschland seit 1930 großtechnisch betriebene Speichertechnologie sind Wasser-Pumpspeicherwerke. Die Technologie wurde kontinuierlich verbessert und ist ausgereift mit technischen Wirkungsgraden von 75-80 %. Da Pumpspeicherwerke stets über ein Ober- und ein Unterwasserbecken verfügen, die häufig angelegt werden müssen, stellen sie meist erhebliche Eingriffe in Ökologie und Landschaft dar. In Deutschland galt das Potenzial daher als ausgeschöpft.

Tagebauspeicher: Funktionsweise und Technisches Potenzial

Mit absehbarem Auslaufen der Braunkohleförderung stehen jedoch potenziell signifikante Anlagenstandorte zur Verfügung. Solche Tagebauspeicher könnten im Idealfall mit nahe gelegenen Erneuerbare-Energien-Anlagen gespeist werden, wenn deren Angebot die Nachfrage übersteigt. Die Netzinfrastruktur ist an den Standorten vorhanden und wird in der näheren Umgebung sogar noch weiter ausgebaut.

Ober- und Unterbecken könnten mittels Stollen (standardisierter und weitgehend automatisierter Stollenbau bis ca. 3 m Durchmesser ist verfügbar) oder oberirdisch durch Rohrleitungen verbunden werden (Abb. 2). Die zweite Lösung würde ein zusätzliches Pumpenhaus im Oberbecken notwendig machen, wohingegen eine Verbindung der Speicherbecken mittels Stollen erhöhte Leitungskosten aufweisen würde. Beide Lösungen haben also Vor- und Nachteile welche in einer detaillierteren Studie untersucht werden müssten.

Im Wuppertal Paper „Pumpspeicherkraftwerke in stillgelegten Tagebauen“ zeigen wir in einer Überschlagsrechnung am Beispiel eines Pumpspeicherwerks in den heutigen rheinischen Tagebauen Hambach, Garzweiler und Inden, dass diese mit bis zu 400 GWh ein signifikantes technisches Speicherpotenzial haben. Dies entspricht etwa der kontinuierlichen Maximalleistung eines Kernkraftwerks über einen Zeitraum von zwei Wochen (siehe Tab.).

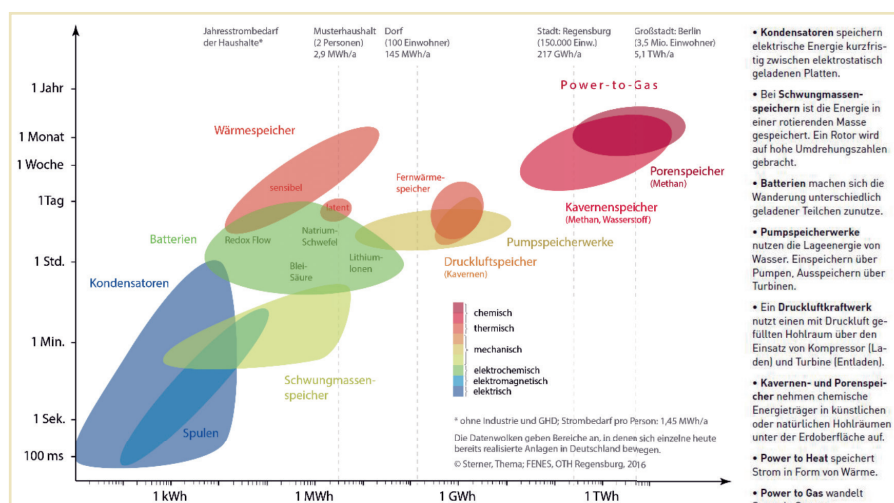


Abb. 1 Kapazitäten und Ausspeicherzeiten bestehender Speichertechnologien. Die Datenwollen geben Bereiche an, in denen sich einzelne heute bereits realisierte Anlagen in Deutschland bewegen (ohne Industrie und GHD, Strombedarf pro Person: 1,45 MWh/a) Quelle: [2]

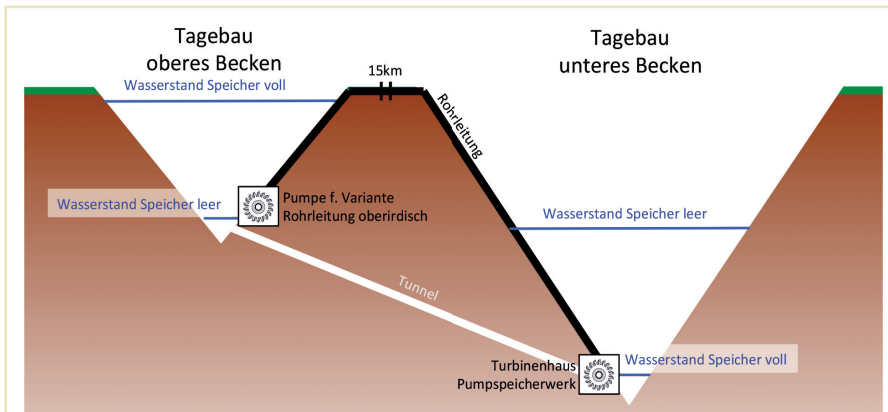


Abb. 2 Funktionsweise Pumpspeicherwerk in Tagebauen - schematische Darstellung

Zum Vergleich: Das größte bestehende deutsche Pumpspeicherkraftwerk Goldisthal (Thüringen) besitzt eine Speicherkapazität von 8,5 GWh bei einer maximalen Leistung von 1 GW. Alle bestehenden Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland zusammen haben eine Speicherkapazität von ca. 40 GWh [3], die Gesamtkapazität aller deutschen Tagebaurestseen könnte bis zu 983 GWh betragen [4].

Das Paper betrachtet auch die technische Machbarkeit und skizziert Umwelt-, rechtliche und wirtschaftliche Aspekte, obwohl eine genauere Kostenschätzung insbesondere unter Berücksichtigung der Optionen Stollen und oberirdische Leitung noch aussteht. Unter gegenwärtigen Markt- und Regulierungsbedingungen ist nach einer ersten Einschätzung die Neuerrichtung von Pumpspeicherwerken aktuell kaum wirtschaftlich [5, 6]. Genauer zu prüfen ist jedoch, ob dies auch für einen Pumpspeicher dieser Größenordnung gilt, wie sich eine Kombination mit lokalen fluktuierenden Erzeugungskapazitäten wirtschaftlich darstellt, sowie

ob eine deutliche Veränderung des Marktumsfelds bspw. aufgrund des Kohleausstiegs zu erwarten ist, die mittelfristig die Nachfrage nach Speicherkapazitäten stark erhöhen könnte.

Viele Rahmenbedingungen des Konzepts sind jedoch noch weiter detailliert zu prüfen, wie etwa auch Interessenkonflikte und das Verhältnis zu bereits bestehenden Nachnutzungsplänen für die Tagebauregionen.

Netzdienliches Nachnutzungskonzept

Im Kontext des nun von der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ vorgeschlagenen Kompromisses zum Ausstieg aus der Kohleverstromung könnten Pumpspeicherwerke in ehemaligen Braunkohletagebauen ein netzdienliches Nachnutzungskonzept sein, das die Energiewende beschleunigt und zumindest für einen Teil der heute in der Kohleförderung und -Verstromung Beschäftigten mögliche Zukunftsperspektiven bietet.

Literatur

[1] Thema, M.; Sterner, M.; Lenck, T.; Götz, P.: Necessity and Impact of Power-to-gas on Energy Transition in Germany. In: Energy Procedia 99C (2016), S. 392-400. DOI: 10.1016/j.egypro.2016.10.129.

[2] Sterner, M.; Stadler, I. (Hg.): Energiespeicher. Bedarf, Technologien, Integration. 2. Aufl. Berlin: Springer Vieweg 2017.

[3] Deutscher Bundestag: Entwicklung der Stromspeicherkapazitäten in Deutschland von 2010 bis 2016. Sachstand. Wissenschaftliche Dienste, 2017. Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 083/16. <https://www.bundestag.de/blob/496062/759f6162c9fb845aa0ba7d51ce1264f1/wd-8-083-16-pdf-data.pdf>.

[4] Schulz, D.: Speicherpotenziale von Pumpspeicherwerken in Tagebaurestlöchern ehemaliger Braunkohlereviere. Präsentation Forum Netzintegration, Deutsche Umwelthilfe, Berlin, 30.09.2009.

[5] Weber, A.; Beckers, T.; Feuß, S.; von Hirschhausen, C.; Hoffrichter, A.; Weber, D.: Potentiale zur Erzielung von Deckungsbeiträgen für Pumpspeicherkraftwerke in der Schweiz, Österreich und Deutschland (2014). https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/trilaterale-studie-zu-pumpspeicherkraftwerken-deutschland-oesterreich-schweiz-gutachten.pdf?__blob=publicationFile&v=3

[6] FFE - Forschungsstelle für Energiewirtschaft: Gutachten zur Rentabilität von Pumpspeicherkraftwerken (2014). https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/u-ser_upload/stmwi/Themen/Energie_und_Rohstoffe/Dokumente_und_Cover/2014-Pumpspeicher-Rentabilitaetsanalyse.pdf

J. Thema, Projektleiter, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal;
M. Thema, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher, OTH Regensburg
johannes.thema@wupperinst.org

Tab.: Mögliche Ein- und Ausspeicherdauern bei einer Pumpspeicherleistung von 1-4 GW und Speicherkapazitäten von 230-370 GWh

Pumpspeicherleistung (bei 230-370 GWh Kapazität)	Ein-/Ausspeicherdauer
1 GW	9,6 – 15 Tage
2 GW	4,8 – 7,7 Tage
3 GW	3,2 – 5,1 Tage
4 GW	2,4 – 3,9 Tage

Quelle: eigene Berechnungen

„Wuppertal Papers“ sind Diskussionspapiere. Sie sollen frühzeitig mit bestimmten Aspekten der Arbeit des Instituts vertraut machen und zu kritischer Diskussion einladen. Das Wuppertal Paper Nr. 194 (01/2019) ist auf dem Publikationsserver des Wuppertal Instituts kostenfrei abrufbar: <https://epub.wupperinst.org/files/7211/WP194.pdf>