

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
Funktionsweise	<p>In einem elektrischen Netz müssen Einspeisung und Verbrauch zu jedem Zeitpunkt übereinstimmen. Dies ist jedoch in den meisten Fällen nicht zutreffend, weshalb regulierend eingegriffen werden muss. Übersteigt das Angebot die Nachfrage, beschleunigen die Generatoren konventioneller Kraftwerke aufgrund der geringeren Last auf der Netzseite. Als Konsequenz steigt die Netzfrequenz. Pumpspeicherkraftwerke können angefahren werden, um den Überschuss an elektrischer Energie zu kompensieren. Hierfür wird die überschüssige Energie gespeichert, indem Wasser von einem niedrigeren Niveau auf ein höheres gepumpt und in Form von potentieller Energie gespeichert wird. Übersteigt im umgekehrten Fall die Nachfrage das Angebot, werden die Generatoren aufgrund der höheren Last verzögert und die Netzfrequenz sinkt. Die fehlende Energie wird kompensiert, indem das Wasser über den Druckschacht und die Turbine vom Oberbecken zum Unterbecken geleitet wird. Die Turbine treibt dabei einen Generator an und die zuvor gespeicherte potentielle Energie wird wieder in elektrischen Strom rückgewandelt.</p>
Speichercharakteristika	<p>Pumpspeichieranlagen zeichnen sich durch ihre rasche Reversierbarkeit und die hohe Leistungsaufnahme – bis hin zu mehreren 100 MW - aus, wobei die Leistungsaufnahme und –abgabe von den Speicherbeckenvolumina und der Höhendifferenz abhängen. Weiters gibt es bei dieser Technologie quasi keine Selbstentladung, sondern gespeichertes Wasser im Oberbecken kann auch über Monate dort gelagert werden. Eine Langzeitspeicherung ist genauso möglich, wie die Verwendung von kleineren (S) Pumpspeichieranlagen als Kurzzeitspeicherform. Pumpspeichieranlagen werden auf Grund ihrer Flexibilität auch zur Netzregelung herangezogen, was bei anderen Technologien nicht immer der Fall ist.</p>
Subsysteme	keine
Referenzen/Links	<p>[1] Vennemann, P., Thiel L., Funke H.-C., Pumped Storage Plants in the Future Power Supply System. VGB powerTech 1/2 of 2010 pp. 44-48.  [2] Doujak, E., Unterberger, P., Bauer, C., Modulare Pumpturbine als</p>

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
	Unterstützung bei der Einbindung alternativer Energien ins dezentrale Stromnetz, VGB PowerTech, 9 (2012), S. 68 - 77.
Technologiereifegrad	Für die großen Pumpspeichieranlagen (L) liegt der Forschungsbedarf auf der betrieblichen Seite und der Möglichkeit die Maschinensätze im sogenannten Low Load Bereich zu fahren. Dieser kann auch als „quasi“ Stand-by Betrieb gesehen werden, um rasch auf die Bedürfnisse des Netzes reagieren zu können. Im Bereich der kleinen Pumpspeichieranlagen (S) liegt der Technologiereifegrad niedriger, weil hier technologisch noch gewisse Maschinentypen entwickelt bzw. im Prototyp getestet werden müssen. Daraus leitet sich auch der Forschungsbedarf in Richtung Technologieentwicklung und Senkung der spezifischen Investmentkosten ab.
TRL (Technology Readiness Level)	9
Netzebene (NS=7, MS=5, HS=3, HÖS=1)	1 - 3
Schnelligkeit/Regel-Ansprechverfahren (schnell/mittel/langsam)	schnell, wenn synchronisiert mittel, wenn Kaltstart
Energiedichte (Wh/kg)	k.A.
Leistungsdichte (W/kg)	10 - 60 W/m <sup>2</sup>
Selbstentladung (%/Tag, %/Monat, ...)	kaum vorhanden, nur durch natürliche Verdunstung des Wassers im Speicher. Wenn allerdings ein natürlicher Zufluss gegeben ist oder die Niederschlagsmenge ausreicht, dann ist die "quasi" Selbstentladung des Speichers fast null.
Wirkungsgrad (technologisch, Batterie) (%)	bis zu 82%
Kalendarische Lebensdauer (a)	Elektromaschinelle Ausrüstung bis zu 70 Jahren Bau bis zu 100 Jahren und mehr
Zyklusfestigkeit (Zyklen über Lebensdauer)	Moderne Anlagen sind für 60 Start/Stops pro Tag ausgelegt. Hochgerechnet auf die Lebensdauer würde dies eine Zyklanzahl von ca. 1,5 Mio ergeben
Kosten (Investitionskosten, Betriebskosten) (€/kWh) bzw. (€/kW)	Elektromaschinelle Ausrüstung 800 - 1.000 €/kW Investmentkosten gesamt : Neubau ca. 3.000 - 5.000 €/kW (Europa, weltweit durchaus auch günstiger) Investmentkosten Umbau : 1.000 - 3.000 €/kW (Europa, weltweit durchaus

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
	<p>auch günstiger)</p> <p>Generell hängen die gesamten Investmentkosten sehr stark von den baulichen Maßnahmen ab, d.h. wenn viele bauliche Maßnahmen getroffen werden müssen, verteuert sich das Investment. Bauliche Maßnahmen schlagen mit ca. 60% der Investmentkosten beim Neubau nieder.</p>
Soziale Akzeptanz der Technologie (hoch/mittel/niedrig)	hoch
Ökol. Performance (CO2-Äquivalent, seltene Erden, ökol. Fußabdruck)	<p>Limitierung durch Wasserrahmenrichtlinie: Ökologie: Natürlichkeit (Zustand und Morphologie), Seltenheit (Gewässer und Zustand), Ökologische Schlüsselfunktion (Habitat, ökolog. Funktionsfähigkeit), räumliche Ausweitung der Wirkung =&gt; geringeres Potential vorhanden</p>
Recyclingfähigkeit	<p>Ja, Rückbau einer Anlage wurde allerdings durch die lange Lebensdauer nicht durchgeführt. Theoretisch allerdings möglich.</p>
Absatz, erwartet	gering
Inländische Wertschöpfung (Hersteller in Ö, Demoprojekte, Forschung)	<p>Global Player in Ö vorhanden, Bereits realisierte Großanlagen da, Forschung durch Universitäten und Industrie gegeben</p>
Stromoutput (Eignung des Stromspeicher zur Netzzückzuspeisung) (J/N)	J
Leistung (kW) ev. Dauer-/Spitzenleistung	MW
Erzeugungsnähe (produktionsnahe) (J/N)	eher zentral
Zielwert ausgewählter Kennzahlen für die Technologie z.B. bis 2025/2030	k.A.
Referenzen (Literaturquellen zu eingetragenen tech. Kennzahlen)	eigene Erfahrungen
Temperaturfestigkeit (Betriebs- und Umgebungstemperatur/Limitierung) (°C, von-bis)	kein Thema
Materialien (Zellchemie)	kein Thema
Rohstoffe/Verfügbarkeit (nach Hauptelemente)	vorhanden bzw. keine spezifische Notwendigkeit
Peripherie: BMS/Leistungselektronik (F&E Bedarf) (J/N)	k.A.
Infrastruktur (F&E Bedarf)	<p>Anlagen sind vorhanden, doch Teillastbetrieb muss untersucht werden Laborinfrastruktur fördern und erweitern, vorhandene Ressourcen leicht ausbauen, damit die Untersuchungen absolviert werden können. Fachwissen auf Universitäten und in der Industrie vorhanden.</p>
Problembereiche	