

Grüne Speichertechnologie für elektrische Energie

modulare, skalierbare Pumpturbine für Leistungen von 0,5 MW bis 15 MW

Der Strommarkt ist geprägt von zunehmenden Last- und Preisschwankungen. Steigender Stromverbrauch – unter anderem für elektrische Mobilität und IKT – trifft auf höheres und zeitlich stark schwankendes Angebot von dezentraler Erzeugung aus Wind- und Sonnenkraft.

Die Herausforderungen für Netzbetreiber ihre Netze zu stabilisieren werden immer größer. Man versucht, den Lastschwankungen und Lieferengpässen mittels Ausbaus der Stromnetze zu begegnen. Gleichzeitig sind Großverbraucher und alle Stromlieferanten mit stark schwankenden und schwer prognostizierbaren Strompreisen konfrontiert und suchen nach flexiblen Speichermöglichkeiten, um ihre Risiken zu minimieren.

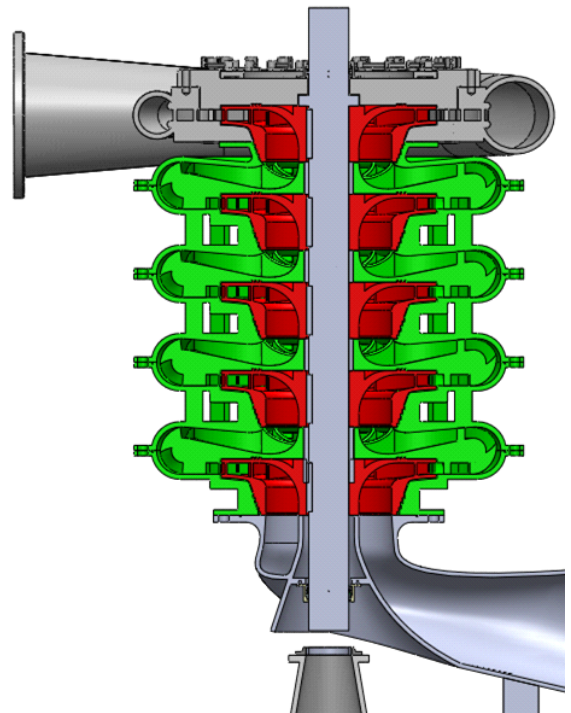
Es werden kostengünstige und ausfallsichere Speichertechnologien mit hohen Kapazitäten benötigt, um regio-nale Stromnetze stabil zu halten und/oder lokale Leistungsschwankungen abzupuffern und die Kosten- bzw. Erlössituation zu verbessern. Neben neuen Systemen, wie Batteriefarmen, ist dafür auch die ausgereifte Technologie der hydraulischen Pumpspeicherung geeignet. Allerdings war sie bisher nur im großtechnischen Maßstab wirtschaftlich. Daher liegen die Speicher in entfernten Regionen, wodurch lange Leitungswege nötig sind, die beachtliche Kosten und Energieverluste verursachen.

Ziel

Das Ziel von Dr. Eduard Doujak und Prof. Dr. Christian Bauer am Institut für Energietechnik und Thermodynamik der TU Wien war, ein System zu entwickeln, das auch bei weiter zunehmender Volatilität eine sichere lokale Versorgung bzw. einen stabilen Netzbetrieb im Nieder- und Mittelspannungsbereich gewährleisten kann, ohne von höheren Netzebenen abhängig zu sein. Für den Bereich von 0,5 bis 15 MW besteht enormes Potenzial an hohen Speicherkapazitäten, wenn es gelingt, die Herstellungskosten der Maschinen zu senken.

Lösung

Pumpspeicherkraftwerke in der niedrigen Leistungsklasse von 0,5 bis 15 MW können als Kurzzeitspeicher fungieren und innerhalb weniger Minuten Energie speichern bzw.



die gespeicherte Energie wieder ins Netz einspeisen. Als benötigte Wasserspeicher können im alpinen Raum Beschneigungsteiche, in alten Bergbauregionen stillgelegte Minen und in anderen Gegenden Löschteiche oder sonstige Wasserbehälter oder bereits bestehende Hochdruckanlagen genutzt werden.

Bei bisherigen Großanlagen von Pumpspeicherkraftwerken erreicht man einen effizienten und wirtschaftlichen Betrieb durch eine individuelle Auslegung der als Einzelstücke gefertigten Maschinen, die entsprechend den örtlichen Gegebenheiten konstruiert werden. Bei einer geringeren Leistungsklasse verursacht eine individuelle Konstruktion und Fertigung unverhältnismäßig hohe Kosten. Es muss ein Weg gefunden werden, diese Kosten zu reduzieren.

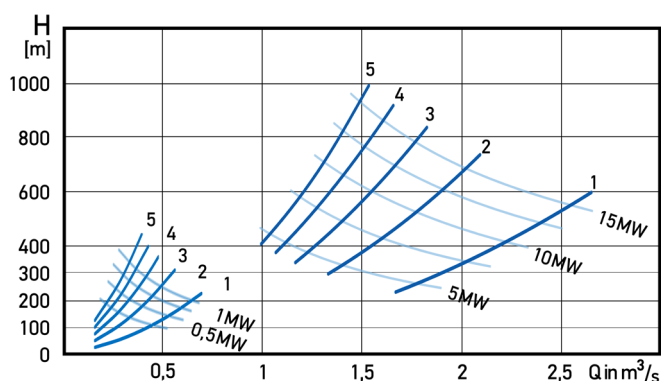
An der TU Wien wurde dafür ein neuartiges Pumpturbinenkonzept entwickelt. Sowohl auf der hydraulischen als auch auf der elektrischen Seite wurde ein modularer Aufbau gewählt, der eine kostensparende Serienfertigung zulässt und damit die elektromaschinellen Investmentkosten beim Bau einer Anlage erheblich reduziert. Gleichzeitig wird aber eine individuell optimale Anpassung an die lokalen Bedingungen ermöglicht.

Der individuell optimale Maschinensatz wird aus der benötigten Anzahl von standardisierten Modulen zusammengestellt und richtet sich nach den örtlichen Voraussetzungen oder nach der für das regionale Energiemanagement benötigten Leistung.

- Durch Variation der Anzahl an Modulen der Pumpturbinen erfolgt die Anpassung an gegebene Förder- bzw. Fallhöhen – und damit an den hydraulischen Leistungsbereich.
- Durch die Anzahl der Motor-/Generatormodule wird die elektrische Maschine auf die benötigte Leistung im Pump-/Turbinenbetrieb angepasst. Die geschieht durch Wahl der passenden Anzahl an Rotor-/Statorscheiben.
- Die für den Durchfluss benötigte Drehzahl der Maschine wird durch einen passenden Frequenz-umrichter ermöglicht – diese sind durch Windkraft und Photovoltaik in kleinen Leistungsklassen weit verbreitet und somit am Markt erhältlich.

Ergebnisse

Es liegt eine Reihe konkreter Fallstudien über mögliche Anwendungsorte sowie Szenarien für die Wirtschaftlichkeit der modularen Pumpturbine der TU Wien vor. Vorstudien sind abgeschlossen und die vorliegenden Simulationen für den Hydraulikteil sowie die Berechnungen für den elektrischen Teil erlauben eine rasche Detailauslegung eines ersten Maschinensatzes für die reale Umsetzung.



Kennlinien für zwei Größen der modularen Pumpturbine zur Ermittlung der benötigten Anzahl an Modulen

Industrieunternehmen und Energieversorger, welche diese Speichertechnologie einsetzen, haben die Chance, die Zukunft ihres Energiemanagements auf Nieder- und Mittelspannungsebene wesentlich autarker, sicherer und kostengünstiger zu gestalten.

Die Anwender des TU Wien-Systems können jeweils einen Gesamtwirkungsgrad von ca. 70 bis 80% erwarten, wobei genauere Aussagen für jede lokale Konstellation mit Hilfe von Simulationen möglich sind.

Anwender und Anwendungen

- Großbetriebe und kommunale Energieversorgung mit Bedarf an (Teil-)Autonomie im Elektrizitätsmanagement
- Errichter und Betreiber von Windkraft- oder Photovoltaikanlagen
- Netzbetreiber und überregionale Energieversorger
- Industrie mit stark schwankendem Strombedarf oder mit Potenzial zur Stromlieferung
- Vorzeigeregionen, Regional- und Stadtplanung
- Nutzung bestehender Wasserspeicher und stillgelegte Bergbauminen und -gruben
- Flexibilisierung bestehender Hochdruck-Wasserkraftanlagen durch Nachrüstung
- hocheffiziente Basis mit großer Speicherkapazität für kostengünstige und Seltenerdmetall-reduzierte Hybridspeicherlösungen

Ihr Nutzen

- flexible Speicherung für volatile elektrische Energie von 0,5 bis 15 MW
- Systemwirkungsgrad von 70 bis 80%
- kurze Reaktionszeit: nur wenige Minuten zwischen Speicherung und Lieferung von Strom
- in Kombination mit einem schnellen Speichermedium geringer Kapazität: nur Sekunden
- Speicher hoher Kapazität für elektrische Energie aus jeglicher nachhaltiger Produktion
- kostengünstig, verlässlich
- 40 Jahre Standzeit – hervorragende Lebensdauer für Speichersysteme

Kontakt

Dr. Eduard Doujak
 TU Wien – Institut für Energietechnik und Thermodynamik
www.iet.tuwien.ac.at
 +43 1 58801 302404
eduard.doujak@tuwien.ac.at, foma@tuwien.ac.at