

[Click to watch the video](#)

## Grüner Stromspeicher mit Pumpturbine

nachhaltig, modular und skalierbar 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.

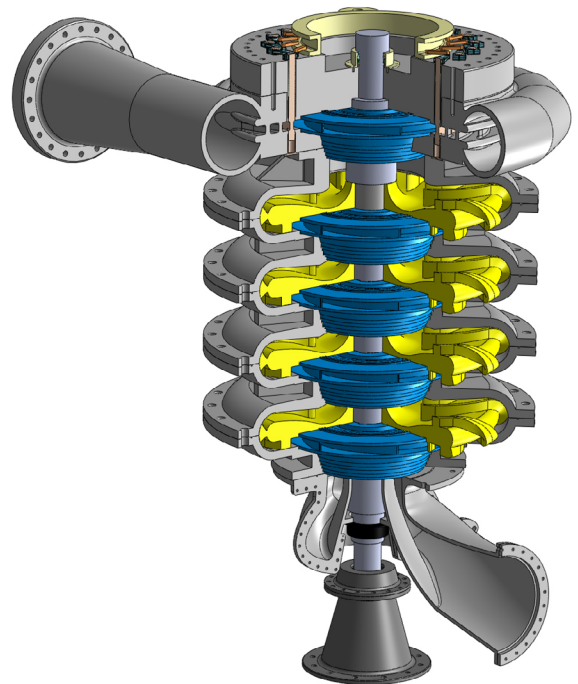
Es werden kostengünstige und ausfallsichere Speichertechnologien mit hohen Kapazitäten benötigt, um regionale Stromnetze stabil zu halten und/oder lokale Leistungsschwankungen abzuf puffern und die Kosten- bzw. Erlössituation zu verbessern. Neben neuen Systemen, wie Batteriefarmen, ist dafür auch die 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 der Professoren Eduard Doujak und 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.

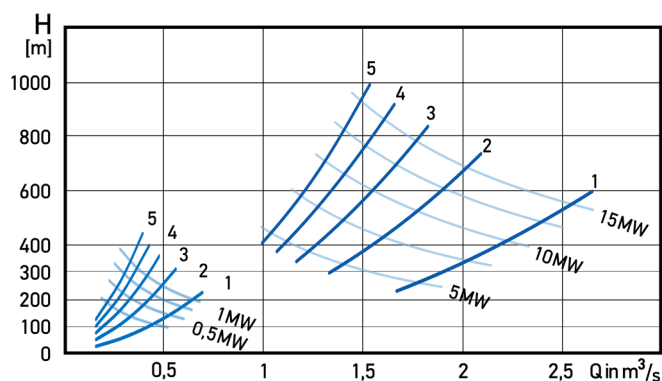
An der TU Wien wurde dafür ein neuartiges Pumpturbinenkonzept entwickelt. Sowohl auf der hydraulischen als auch auf der elektrischen Seite wurde ein modularer Aufbau gewählt, der eine kostensparende Serienfertigung zulässt und damit die elektromaschinellen Investmentkosten beim Bau einer Anlage erheblich 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 Frequenzumrichter 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



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

Detailauslegung und Produktion einer ersten Maschine für den Feldeinsatz – mit einem Zeithorizont von etwa 12 Monaten.

Ein erfahrener Industriepartner als Produzent eines modularen Sets an Pumpturbinen kann mit der Realisierung seines Angebotes am Markt innerhalb von etwa zwei Jahren rechnen.

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

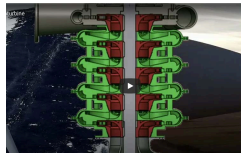
- Netzbetreiber und Energieversorger
- Wasser- und Energiewirtschaft, Bergbau
- Errichter und Betreiber von Windkraft- oder Photovoltaikanlagen
- Industrie mit stark schwankendem Strombedarf oder mit Potenzial zur Stromlieferung
- Regional- und Stadtplanung
- Nutzung bestehender Wasserspeicher für Energiemanagement – z.B. Lösch-, Beschneigungsteiche
- Nutzung alter Bergbauminen zur hydraulischen Energiespeicherung
- Flexibilisierung und Nachrüstung bestehender Hochdruck-Wasserkraftanlagen
- hocheffiziente Basis mit großer Speicherkapazität für dezentrale 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](http://www.iet.tuwien.ac.at)  
 +43 1 58801 302404  
[eduard.doujak@tuwien.ac.at](mailto:eduard.doujak@tuwien.ac.at), [foma@tuwien.ac.at](mailto:foma@tuwien.ac.at)



[Click to watch the video](#)

## Green power storage with pump turbine

effective, modular and scalable for electric power of 0.5 MW to 15 MW

The electricity market is being affected by increasing load and price fluctuations. Growing electricity consumption – including for electric mobility and ICT – is coming up against more widespread decentralised energy generation from wind and sun power, which can be subject to major fluctuations.

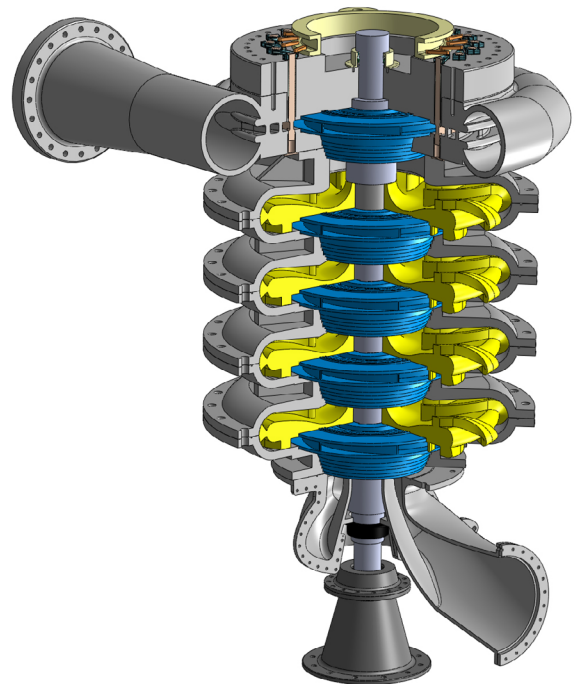
Grid operators are facing ever greater challenges to stabilise their networks. Attempts are being made to counter load fluctuations and supply bottlenecks by expanding electricity networks. At the same time, major consumers and all electricity suppliers are encountering highly fluctuating electricity prices that are difficult to predict, and are searching for flexible storage options to minimise their risks. Cost-effective, fail-safe storage technologies with high capacities are needed to keep regional grids for electricity supply stable and/or buffer local power fluctuations and improve the cost or revenue situation. Besides new systems such as battery farms, advanced pumped storage technology is particularly well suited to this. However, this technology has only been cost-effective to date when used on a large industrial scale. Therefore, the storage facilities are located in distant regions, requiring long transmission lines that cause considerable costs and energy losses.

### Objective

The objective of Professor Eduard Doujak and Professor Christian Bauer at the Institute of Energy Systems and Thermodynamics at TU Wien was to develop a distributed system that can ensure a secure local supply and stable grid operation in the low- and medium-voltage range even with further increasing volatility, without being dependent on higher voltage grid levels. There is enormous potential for the 0.5 MW to 15 MW range if machine manufacturing costs can be lowered.

### Approach

Pumped storage plants in the low power category of 0.5 MW to 15 MW can function as short-term storage and store energy within a few minutes, or feed the stored energy back into the grid. In terms of the reservoirs required, snow reservoirs can be used in the



Alpine region, disused mines can be used in former mining regions, and fire protection ponds or other water reservoirs or existing high-pressure plants can be utilised in other areas.

Current large-scale systems in pumped storage power plants can be operated efficiently and cost-effectively by customising the configuration of the machines, which are designed according to local conditions and manufactured individually as a single piece. When it comes to lower power categories, customised design and production generates disproportionately high costs. A way to reduce these costs needs to be found.

A completely new pump turbine concept has been developed at TU Wien to this end. The developers opted for a modular design, both on the hydraulic side and the electrical side, allowing cost-cutting series production and consequently greatly reducing the electromechanical investment costs for the realisation of a plant. This design allows the system to be tailored optimally to local conditions.

The customised machine unit is made up of the nec-

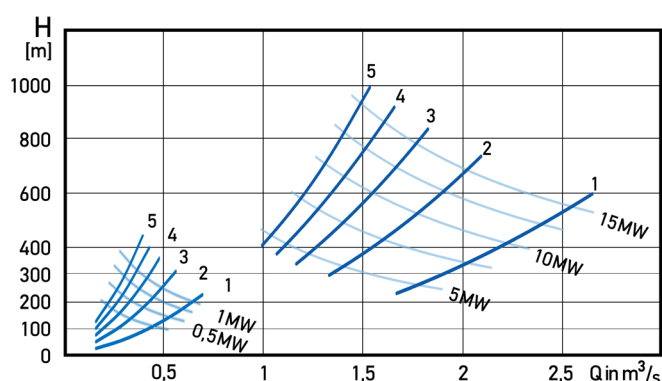
es-sary number of standardised modules and is adapted to local requirements or adjusted to the power required for the particular regional energy management.

- By varying the number of pump turbine modules, the system can be adapted to the head in question –and therefore to the hydraulic power range.
- The number of motor/generator modules adapts the electrical machine to the required pump/turbine power. This is done by selecting the appropriate number of rotor/stator discs.
- The machine speed required for the flow rate
- can be achieved by procuring suitable frequency converters – which are commonly used in wind power and photovoltaics and thus commercially available in lower power categories.

## Results

A series of specific case studies is available on possible application locations and scenarios for the cost-effectiveness of TU Wien’s modular pump turbine. Preliminary studies have been completed and the available simulations for the hydraulic component, as well as the calculations for the electrical component, are allowing the first machine to be designed in detail and produced for field use quickly (timeframe of roughly 12 months).

An experienced industry partner who decides to produce



Characteristic curves for two sizes of modular pump turbine to determine the required number of modules

a modular set of pump turbines can expect to have his product ready for market within roughly two years.

Users of the TU Wien system can expect overall efficien-

cy of approx. 70% to 80%, with more specific numbers being possible for each local constellation by simulations available from TU Wien.

## Users and application

- grid operators and utilities
- water management, power generation, mining
- builders and operators of wind power or photovoltaic plants
- industry with highly fluctuating electricity demand or with potential to deliver electricity
- regional and urban planning
- use of existing reservoirs for energy management – e.g. fire water ponds
- use of old mines for hydraulic energy storage
- retrofitting and upgrading of existing high-pressure hydropower plants
- highly efficient storage basis with large capacity for decentralized hybrid storage solutions

## The benefits for you

- flexible storage for volatile electrical energy from 0.5 to 15 MW
- system efficiency of 70–80%
- short reaction time: just a few minutes between electricity storage and supply
- in combination with a fast low-capacity storage medium: only seconds
- high-capacity storage for electrical energy from any sustainable production
- cost-effective, reliable
- 40-year service life - excellent service life for storage systems

## Contact

Dr. Eduard Doujak  
 TU Wien – Institute for Energy Systems  
 and Thermodynamics  
[www.iet.tuwien.ac.at/EN](http://www.iet.tuwien.ac.at/EN)  
 +43 1 58801 302404  
[eduard.doujak@tuwien.ac.at](mailto:eduard.doujak@tuwien.ac.at), [rema@tuwien.ac.at](mailto:rema@tuwien.ac.at)