

# POWERTOWER – HYDRAULISCHER ENERGIESPEICHER

Valerie NEISCH<sup>1</sup>, Robert KLAR<sup>2</sup>, Markus AUFLEGER<sup>3</sup>

## Projektmotivation

Der Bedarf an Energiespeichern steigt vor dem Hintergrund der aktuellen Energiewende mit dem erhöhten Einsatz regenerativer Energien. Sowohl Wind- als auch Solarkraftwerke sind volatile Energielieferanten. Energiespeicher müssen daher verstärkt das unbeständige Energieangebot dem Energiebedarf anpassen und Netzschwankungen ausgleichen.

Pumpspeicherwerke, die bisher effizientesten Energiespeicher, liegen funktionsbedingt in Bergregionen. Beim Energietransfer dorthin kommt es zu Netzverlusten. Daher wäre eine dezentrale Energiespeicherung in der Nähe der Stromproduktion von Vorteil. Powertower können einzeln oder in Clustern geländeunabhängig sowohl über- als auch unterirdisch gebaut werden.

Der Powertower ist ein Energiespeicher mit hohem Wirkungsgrad und langer Lebensdauer. Die Technologie ist einfach und robust und in der Größe skalierbar und somit adaptierbar für verschiedenste Anforderungen.

## Die Idee „Powertower“

Der Powertower ist ein neuer hydraulischer Energiespeicher und basiert auf der jahrelang erprobten Technologie der Pumpspeicherkraftwerke. Es handelt sich hierbei um ein geschlossenes System, welches topographieunabhängig nahe an Standorten volatiler Energieerzeugung angeordnet werden kann. Ein Powertower besteht aus einem mit Wasser gefüllten Zylinder, in dem sich eine vertikal bewegliche Auflastkonstruktion befindet. Diese Auflast bewirkt durch die Dichte ihres Materials und ihr Höhenmaß, unabhängig von ihrer Position, eine konstante Druckerhöhung im darunter befindlichen Reservoir. Durch zusätzliche Federkonstruktionen lässt sich die Druckhöhe wegabhängig noch erhöhen.

Zur Energiespeicherung wird Wasser aus dem oberen in das untere Reservoir gepumpt, wodurch die Auflast im Zylinder aufsteigt und der Energiegehalt zunimmt (Auflast oben = geladener Zustand). Um die gespeicherte Energie wieder freizugeben, wechselt die Richtung des Förderstroms, die Auflast sinkt ab und treibt eine Turbine an. Somit kann elektrische Energie mit hohem Wirkungsgrad (~85%) standortunabhängig gespeichert werden.

## Experimentelle Untersuchungen am Prototyp

Im Rahmen eines FFG-Projektes des Forschungsprogramms Energien 2020 konnte die Funktionalität des Powertowers an einem kleinen Prototypen nachgewiesen werden. Im Wasserbaulabor der Universität Innsbruck wurde ein 2,20 m hoher Plexiglaszylinder mit einem Durchmesser von 0,64 m aufgestellt und mit einer Stahlaulast von 1t Gewicht versehen (siehe Abbildung 1). Außerhalb des Zylinders ist eine kleine Pumpturbine angeordnet, die über einen Frequenzumformer mit dem Stromnetz verbunden ist. Sie lässt sich über ein Schaltpult steuern, an dem auch die elektrische Leistung angezeigt wird.

Durch Untersuchung der Einzelkomponenten werden die hydraulischen Verluste im System und die Wirkungsgrade der Maschinenelemente bestimmt. Der Aufbau wird in Varianten untersucht und optimiert.

---

<sup>1</sup> Universität Innsbruck Arbeitsbereich Wasserbau, Technikerstr. 13, 6020 Innsbruck, Tel: +43 512 507 6949, Fax: +43 512 507 2912, valerie.neisch@uibk.ac.at, www.powertower.eu

<sup>2</sup> Universität Innsbruck Arbeitsbereich Wasserbau, Technikerstr. 13, 6020 Innsbruck, Tel: +43 512 507 2986, Fax: +43 512 507 2912, robert.klar@uibk.ac.at, www.powertower.eu

<sup>3</sup> Universität Innsbruck Arbeitsbereich Wasserbau, Technikerstr. 13, 6020 Innsbruck, Tel: +43 512 507 6940, Fax: +43 512 507 2912, markus.aufleger@uibk.ac.at, www.powertower.eu



Abbildung 1: Prototyp des Powertowers

Eine Erweiterung des Prototyps mit einer besser ausgelegten Maschineneinheit befindet sich in Planung, denkbar sind auch eine separate Pumpe und Turbine, die optimal für die vorhandene Druckhöhe des Powertowers steuerbar sind. Zur Auflasterhöhung sind zusätzlich wegabhängige Federsysteme geplant. Weiterer Optimierungsbedarf besteht für das Führungs- und Dichtungssystem.

## Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Investitionskosten für den Bau eines Powertowers sind vermutlich relativ hoch. Hier gilt es noch, möglichst kostengünstige Bauweisen für die Errichtung eines Powertowers zu entwickeln, um diese Kosten zu reduzieren. Die Betriebskosten fallen dafür bei einer hohen Lebensdauer sehr gering aus. Die Technologie und der Systemaufbau sind einfach und robust und die verwendeten Materialien umweltverträglich. Durch die Möglichkeit, einen Powertower unter der Erdoberfläche zu installieren, ist der Eingriff in die Landschaft gering und somit die Erteilung von Baugenehmigungen aussichtsreich.

Bezüglich der Betriebsweise sind beliebig viele Ladezyklen bei schneller Reaktionszeit möglich. Die Technologie kann damit sowohl für Kurz- als auch für Langzeitspeicherung eingesetzt werden. Bei Stillstand bleibt der Ladezustand erhalten, es kommt zu keiner Entladung. Der größte Energiegehalt [kWh] ergibt sich bei einer Auflasthöhe von der Hälfte der gesamten Zylinderhöhe. Da die Auflast jedoch den größten Kostenanteil einnimmt, muss ihre Dimensionierung nach einer Kosten-/Nutzenabwägung vorgenommen werden. Generell sind die Außenabmessungen des Powertowers skalierbar und lassen sich nach den Anforderungen von Leistung, Dauer, Verfügbarkeit und Kosten anpassen. Dabei sind kleinere Anlagen für Haushalte im Inselbetrieb in Verbindung mit Photovoltaik genauso möglich wie Großanlagen von mehreren Powertowern im Verbund.

Ein großes Plus der dezentralen Speichermöglichkeit ist der Wegfall von Übertragungsverlusten im Stromnetz. Eine Netzsimulation soll die Bedeutung der dezentralen Speichermöglichkeit für das Stromnetz bewerten. Außerdem werden die potentiellen Erlöse des Powertowers am Strommarkt für die nächsten Jahre ermittelt.