

# COMBINED PUMPED HYDROPOWER AND HEAT STORAGE – PUMPSPEICHERKRAFTWERK MIT WÄRMESPEICHER

Wolfgang RICHTER<sup>1</sup>, Gerald ZENZ<sup>1</sup>

## Motivation und Konzept

Eine erfolgreiche Energiewende bzw. Dekarbonisierung, bzw. Energieautonomisierung erfordert eine ökologische und ökonomische Möglichkeit Energie in großen Mengen zu speichern. Zudem ist eine breite Akzeptanz der Gesellschaft und insbesondere von Anwohnern erforderlich. Um den Wohlstand möglichst zu sichern ist dazu eine soziale Nachhaltigkeit sowie Langlebigkeit von wesentlicher Bedeutung. Seit einigen Jahren werden große Anstrengungen in Forschungen und Pilotprojekten unternommen um diese Fragen mit belastbaren Zahlen zu hinterlegen. Stets bereichern neue Ideen diese interdisziplinäre Diskussion. Diese Simulationen sind sehr spannend und werden zum Teil sehr kontrovers diskutiert.

Pumpspeicherkraftwerke (PSKW) bieten seit vielen Jahrzehnten eine effiziente und großtechnisch erprobte Speicherung von elektrischer Energie. Dabei wird eine Potentialdifferenz, zwischen zwei Speichern, genutzt um diese bei Strombedarf mittels dem Medium Wasser, Turbinen und Generatoren in elektrische Energie zu transferieren. Bei Überschussstrom im Netz werden damit Pumpen von einem Motor betrieben um Wasser in das obere Becken zu fördern. Eine Symbiose zwischen thermischer Grundlast-Stromerzeugung und Pumpspeicherkraftwerken ermöglichte über viele Dekaden eine wirtschaftliche Stromumlagerung. Reservehaltung, Schwarzstartfähigkeit, Regelleistung, schnelles Anfahren von großen Leistungen bei einem Gesamtwirkungsgrad von etwa 80% bei modernen Anlagen bieten die besten Randbedingungen für ideale Stromspeicher.

Derzeit sind PSKW Projekte zum Großteil aufgrund der aktuellen Strompreissituation zurückgestellt. Zwar wird durch den intensiven Zubau von Wind- und Sonnenenergie mehr volatile Last erzeugt, allerdings werden dadurch auch weniger lange und definierte Blöcke von negativem und positivem Spitzenstrom benötigt. Zudem ist die früher lukrative Spitzenstromphase zur Mittagszeit durch die verstärkte Sonnenstromeinspeisung stark gedämpft worden. Anders als Kohle- oder Atomkraftwerke erzeugen Wasserkraftwerke und PSKWs regenerative Energie ohne Abgase, Klimagase oder sonstigen giftigen oder radioaktiven Substanzen. Daher kann davon ausgegangen werden, dass solche Anlagen viele Jahrzehnte im Einsatz sind.

Da die elektrische Energie nur einen Teil der Gesamtenergie darstellt, sind für ein Gelingen der Energiewende auch der Energiebedarf für Verkehr und der Wärmebedarf in neue, nicht-fossile Gesamtkonzepte zu integrieren. Wasser hat mit 4200 [J/kg K] eine große natürliche spezifische Wärmekapazität. Dies erfordert einerseits große Mengen von Energie um dies zu erhitzen (Warmwasser, Heizung). Allerdings bietet das Medium Wasser durch diese physikalische Eigenschaft auch eine ideale Möglichkeit Wärmeenergie aufzunehmen und zu speichern. Um diese möglichst effizient wieder zu einem späteren Zeitpunkt zu entnehmen ist eine ausreichende Isolierung notwendig.

PSKWs weisen in deren Speichern große Mengen Wasser von einigen Hunderttausend bis mehrerer Hundertmillionen m<sup>3</sup> auf. Dies bietet grundsätzlich eine große Kapazität Wärmespeicherung. Insbesondere für reine PSKWs ohne nennenswertem Zufluss könnten durch ein entsprechendes Isolierungs-, Wärmeleit- und Wärmeaustauschkonzept ein kombinierter Energiespeicher geschaffen werden. Darin können sowohl elektrische, wie Wärmeenergie gespeichert werden. Bei einer regionalen Positionierung nahe von Städten mit Fernwärmenetzen könnte zudem diese bestehende Infrastruktur genutzt werden. Um rein regenerative Wärme zu speichern müsste diese auch aus regenerativen Quellen wie Solarthermie kommen. Aufgrund des großen Energiespeichers könnte dadurch eine Verlagerung der Sommerwärme in den Winter möglich sein. Ein kombiniertes Pumpspeicherkraftwerk mit Wärmespeicher soll möglichst effizient Energie speichern, daher muss ein Wärmeabfluss durch eine Isolierung stark vermindert werden.

---

<sup>1</sup> Technische Universität Graz, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Stremayrgasse 10/2, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873-8361, [hydro@tugraz.at](mailto:hydro@tugraz.at), [www.hydro.tugraz.at/](http://www.hydro.tugraz.at/)

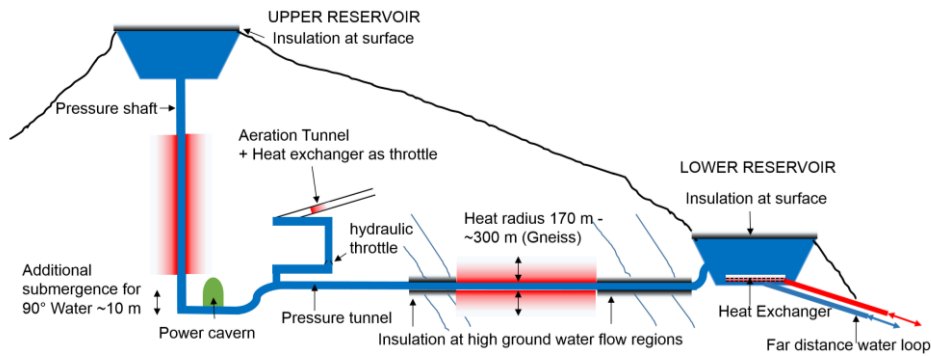


Abbildung 1: Schema eines möglichen kombinierten PSKW mit Wärmespeicher.

## Vorteile

- Je nach Fallhöhe ist eine 50 [-] bis 100 [-] fache Energiemenge in Form von Wärme speicherbar
- Versorgung von Städten über bestehende Fernwärmeinfrastruktur
- Einspeisung von Wärme über thermische Sonnennutzung
- Kühlungsleistung von Haushalte und Industrie
- Versorgung ganzer Städte durch wenige Anlagen über Pipelines möglich.
- Sinnvolle Kombination von elektrischer Kurzzeit- und thermischer Langzeit-Speicherung
- Bei Integration in Kavernenspeichern in Bereichen mit geringem Bergwasserdurchfluss könnte sowohl eine Isolierung entfallen, als auch das Gebirge als Wärmespeicher genutzt werden
- Nachhaltige, langfristige und sichere Energiespeicherung möglich
- Bei entsprechender Oberflächenisolierung Begrünung denkbar
- Effiziente Stromspeicherung
- Schnellverfügbare elektrischer Energie bei großen Leistungen
- Durch moderne hydraulische- und elektrische Maschinen – Bereitstellung von Netzsystemdienstleistungen zur Stabilisierung des elektrischen Netzes
- Sichere und günstige Energiespeicherung
- Unabhängig von Fließgewässern bei reinen PSKW, kein Eingriff in bestehende Ökologie
- Verwendung von Wasser als Medium
- Zusätzliches Potential durch Strom zu Wärme (Power-to-Heat) Kapazitäten
- Durch Integration von Solarthermie ist die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung möglich
- Thermische Nutzung des sonstigen Totwasserbereichs im Speicher
- Hydraulische Verluste (Wärme) werden in der anderen genutzten Energieform nutzbar
- Bei geeigneter Geologie sind auch Tiefenspeicher bei Städten im Flachland möglich

Weitere Forschungs- und Diskussionsanstrengungen sowie interdisziplinäre Simulationen sind notwendig um Zahlen, Möglichkeiten und Herausforderungen evaluieren zu können:

- Erarbeitung von lokalen und regionalen Lösungen, welche gesellschaftlich getragen werden
- Forschung an ökonomischen wie ökologischen Isolierungsmethoden
- Ausbau der Solarthermie
- Möglichst exakte Bewertung der gesamten Geologie
- Zeitliche Entwicklung eines lokalen Gesamtkonzeptes und Finanzierung
- Entwicklung von Geschäftsmodellen
- Maschinelle Entwicklung für hocheffiziente und robuste hydraulische Strömungsmaschinen bei wechselnden Wassertemperaturen