

## STUFENLOSE REGELUNG VON PUMPSPEICHER-WASSERKRAFTWERKEN

O.Univ.-Prof. DI Dr. Helmut Jaberg  
TU Graz  
Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen  
Kopernikusgasse 24/IV  
Tel.: 0043 316 873 7570  
Fax.: 0043 316 873 7577  
[helmut.jaberg@tugraz.at](mailto:helmut.jaberg@tugraz.at)  
<http://www.hfm.tugraz.at>

Die Aufgabe der Pumpspeicherkraftwerke war seit jeher überschüssige Energie zu speichern und bei Bedarf abzurufen. Durch die Installation einer immensen Menge an Photovoltaik und Windkraftwerken ist die Spitzenstromenergiegewinnung beinahe unrentabel geworden, da durch überdenkenswertes Förderregime die zusätzlichen Benefits der Wasserkraft nicht abgegolten werden. Entscheidend für eine hochindustrialisierte Region ist im Hinblick auf die Stromversorgung nach wie vor die Versorgungssicherheit und Stabilität. Für beide Aspekte ist die Wasserkraft unabkömmlich, übernehmen ja gerade die Pumpspeicherkraftwerke auch Phasenschieberaufgaben, Leistungsfrequenzregelung und sind auf Knopfdruck in kürzester Zeit einsatzbereit und am Netz (Minutenreserve).

In der Technologie sind Pumpspeicherkraftwerke sehr innovationsfreudig und so fand in den letzten Jahrzehnten (Vieux Pre 1985, Ohkawashi 1993 oder Goldisthal 2004) auch die „Variable Speed Technologie“ bei Francisumpturbinen ihren Einsatz. Diese Technologie hat im Hinblick auf den regulären Betrieb nur im Bereich von sehr hohen Spiegelschwankungen ihre Berechtigung. Ein Wirkungsgradgewinn kann durch Optimierung im Kennfeld erreicht werden und so die zusätzlichen Investitionskosten rechtfertigen. Pumpturbinen werden im Regelfall für den Pumpbetrieb (zwischen saugseitiger Kavitationsgrenze bei maximaler Förderhöhe und druckseitiger Kavitationsgrenze bei minimaler Förderhöhe) optimiert, wobei dann das Muscheloptimum dieses Laufrades im Turbinenbetrieb im Leitschaufel-Verstellbereich zumeist nicht erreicht wird. Mit Hilfe der Drehzahlvariation kann nun bei niedrigen Fallhöhen eine Verbesserung erreicht werden. Der Zugewinn bei realen Projekten ist meist jedoch auf eine Einprozent-Größenordnung beschränkt, jedoch erhöht sich der Einsatzbereich (abhängig von der auftretenden Fallhöhenvariation, als Beispiel PSP Tehri, Indien in Bau, 4\*250 MW, wo zwischen minimaler und maximaler Fallhöhe etwa der Faktor 1.8! ist) enorm.

Beim hydraulischen Kurzschluss wird eine variable Pumpleistung durch zwei voneinander getrennte Maschinensätze (Pumpe und Turbine) realisiert. Dabei wird die gute Regelbarkeit der Pelton-turbine ausgenützt und das Triebwasser der Pumpe (die im Optimum läuft) direkt wieder im Pelton-Maschinensatz abgearbeitet wird, wobei die Wassermenge hier äquivalent der im Netz zur Verfügung stehenden Leistung sein kann. Diese Regelungsart ermöglicht so eine stufenlose Leistungsabnahme (0-100 % Pumpleistung) wobei der energetische Nutzen exakt untersucht werden muss.

Nach einem Überblick über ausgeführte Kraftwerke und der eingesetzten Technik der Kraftwerksregelung wird auf die hydraulischen Grundlagen eingegangen und abschließend eine Handlungsempfehlung für den Einsatz gegeben.