Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 76 (1984)
Heft: 10

Artikel: Pumpspeicher-Symposium in Graz
Autor: Schiess, Anton
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941229

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Pumpspeicher-Symposium in Graz

Anton Schleiss

Der Österreichische Wasserwirtschaftsverband veranstaltete zusammen mit der Technischen Universität Graz unter der Leitung von Prof. Dr. A. Simmler am 26. und 27. September 1984 ein Symposium zum Thema Pumpspeicherwerke. Die wesentlichen Ergebnisse der Tagung sollen im folgenden nach einigen Stichworten gegliedert zusammengefasst werden.

Zweck und Aufgabe von Pumpspeicheranlagen

Im ersten energiewirtschaftlichen Teil der Tagung versuchten verschiedene Referenten die Bedeutung der Pumpspeicherwerke im Rahmen des europäischen Verbundnetzes darzustellen. Bereits installiert ist heute in Westeuropa eine Pumpenleistung von 18000 MW; 5800 MW stehen im Bau, und bis 1990 sollen weitere 4000 MW dazukommen. Besonders hervorgehoben wurde die Stellung Deutschlands und Österreichs innerhalb der UCPTE (Union für die Koordinierung von Produkten und Transport der elektrischen Energie), welche die Verbundgesellschaften der westeuropäischen Länder zusammenfasst. Österreich betreibt bereits seit 1957 einen regen Energieaustausch mit dem osteuropäischen Verbundnetz, wobei vor allem im Sommer Strom an die CSSR und Ungarn geliefert und im Winter mit einem entsprechenden Wertigkeitsaustausch wieder bezogen wird. Der geplante Ausbau des 380-kV-Netzes in Österreich soll es erlauben, auch Transaktionen anderer Länder mit Osteuropa über das österreichische Netz durchzuführen. Bereits geplant bzw. errichtet sind die neuen Transportleitungen von Österreich in die Schweiz und Italien (Westtirol–Pradella–Dugale) sowie nach Jugoslawien (Kainachtal–Maribor). Die Pumpspeicheranlagen sind ein wichtiges Hilfsmittel in der Hand der Verbundgesellschaften für den internationalen Energieaustausch, in dem sie die Vertragsmobilität wesentlich erhöhen und die Netzregelung erleichtern.

Der Zweck der gezielten Energieveredelung, also Pumpen während Schwachlastzeiten und Turbinieren während Lastspitzen, steht bei den Pumpspeicheranlagen in Deutschland nicht mehr im Vordergrund. Massgebend für die Zweckänderung sind die ausgefüllten Täler der Tageslastdiagramme sowie die gestiegenen Brennstoffkosten der ölthermischen Anlagen. An Bedeutung gewonnen haben hingegen die Frequenz-Leistungsregelung (Gleichgewichtshaltung von Produktion und Verbrauch in jedem Zeitpunkt) und die Spannungshaltung im Netz (Blindstromerzeugung durch Phasenschieberbetrieb). Eine äusserst wichtige Aufgabe der Pumpspeicherwerke ist die Bereitstellung von sogenannten Minutenreserven. Als eindrückliches Beispiel fügte ein Referent das Auftreten einer Belastungsspitze von 2000 MW unmittelbar nach einem spannenden Fernsehkrimi im Netz der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke an. Dieser geänderte Einsatzbereich wurde bei den neueren Anlagen in Deutschland in Form von höheren Pumpenleistungen berücksichtigt.

Eine ähnliche Aufgabenänderung der Pumpspeicherwerke ist auch in *Österreich* festzustellen. Auch dort steht die Netzregelung und die Sofortreserve über der Abdeckung von Spitzenlastbereichen der Bedarfsganglinie. Hingewiesen wurde auch auf die Bedeutung von Pumpspeicheranlagen in thermischen Kraftwerksystemen, indem die Pumpleistung den Regelbereich eines Netzes beträchtlich vergrössert.

In *Frankreich* führte die Verminderung der Tagesspitzen zu einer Verstärkung der saisonalen Nachfrage. Zukünftige Pumpspeicheranlagen arbeiten deshalb nicht mehr im Tages- und Wochenendzyklus. Als massgebend für den Betrieb wird der unvorhersehbare Einfluss der Temperatur auf die Nachfrage angesehen. Die EDF (Electricité de France) rechnet nämlich in naher Zukunft mit einer starken Zunahme der elektrischen Raumheizungen. Die geplanten Pumpspeicherwerke müssen deshalb in der Lage sein, mehrmals in einem Winter Energieumwälzungen von einer Gruppe von wärmeren Tagen auf eine solche von kälteren Tagen vollziehen zu können. Diese in den Vordergrund tretende Mehrwochensteuerung bedingt entsprechend grosse Beckenvolumen. Entsprechend dieser Betriebspolitik sind in Frankreich zurzeit die Pumpspeicheranlagen Grand'Maison (1800 MW) und Super-Bissorte (750 MW) in der Haute-Savoie im Bau.

Erwähnenswert ist auch, dass in Frankreich die Kernkraftwerke in bedingtem Masse zur Primär- und Sekundärregelung herangezogen werden, indem zum Beispiel eine 800-MW-Einheit Schwankungen von ± 50 MW ausgleichen kann.

Wirtschaftlichkeit und Optimierung von Pumpspeicheranlagen

Die Referate verdeutlichen vor allem die Komplexität dieses Themas. Entscheidend für die Auslegung und Wirtschaftlichkeit eines Pumpspeicherwerkes ist dessen Stellung im Netz, die zukünftigen Belastungsdiagramme sowie der Kraftwerkspark und die Lieferverträge einer bestimmten Verbundgesellschaft. Die Einsatzweise ergibt sich aus der Wechselbeziehung zwischen Netz und bestimmten Merkmalen einer Pumpspeicheranlage, wobei auch der richtige Einsatz in einem Verbundnetz die Wirtschaftlichkeit wesentlich verstärken kann. Unbestritten ist nach wie vor die Bedeutung der Pumpstromkosten. Dass diese im voraus schwer zu beziffern sind, verdeutlichte die Aussage eines Kraftwerkbetreibers, dass er nach 25 Jahren immer noch nicht genau wisse, was der Pumpstrom eigentlich koste. Aus dieser Schwierigkeit heraus werden die Pumpspeicherwerke bezüglich Wirtschaftlichkeit eher an den Kosten für die Stromveredelung gemessen.

Maschinensätze

Bemerkenswert bei den Maschinen ist die Steigerung von Leistung und Fallhöhe in jüngster Zeit. Als Spitzenreiter erwähnt wurden die Francisturbinen der Zillerkraftwerke (Zentrale Häusling, Fallhöhe 734 m) und die Speicherpumpen der Anlage San Fiorano (Förderhöhe etwa 1500 m). Durch den häufigen Wechsel der Betriebszustände ist die Beanspruchung zunehmend rauher geworden. Ermüdungsprobleme haben zu einer forcierten werkstofftechnischen Entwicklung geführt. Nach Aussagen der Maschinenhersteller müssen aufgrund ermüdungsbedingter Schadensfälle die Maschinen in Zukunft wieder schwerer gebaut werden. Zur Behebung von Kavitationsschäden sind Feldversuche mit neuartigen Schweisselektroden im Gange, welche die Dauerhaftigkeit der Reparaturmassnahmen wesentlich erhöhen sollen.

Triebwasserwege

Die isolierte und stationäre Betrachtung von Triebwasserleitungen bei der hydraulischen Optimierung führt bei Pumpspeicheranlagen zu grossen Ausbaugeschwindigkeiten. Die Diskussion ergab, dass im Vergleich zu üblichen Speicherkraftwerken die Ausbaugeschwindigkeiten geringer gewählt werden sollten, um den oft wechselnden Be-

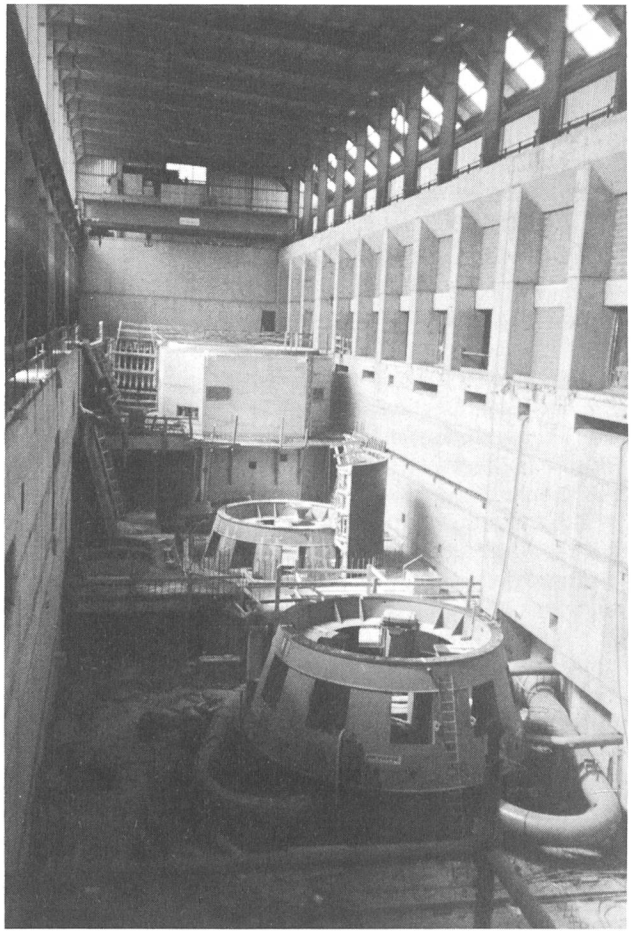
Grand'Maison in der Haute Savoie.

Beispiel einer französischen Pumpspeicheranlage mit Mehrwochensteuerung zur Überbrückung der stark temperaturabhängigen Nachfrage infolge elektrischer Raumheizungen. Das grosse Oberbeckenvolumen (142 Mio m³) soll es erlauben, mehrmals im Winter Energieumwälzungen von einer Wärme- auf eine Kälteperiode (mehrere Tage bis einige Wochen) vornehmen zu können.

Bild 1, oben: Bauzustand (Sommer 1983) des 160 m hohen Steinschüttdammes Grand'Maison. Blick auf die linke Talflanke und den luftseitigen Steinbruch.

Bild 2, Mitte: Zentrale de l'Eau d'Olle. Einbau (Sommer 1983) der mehrdüsigen Peltonturbinen im Maschinenhaus (4 Einheiten à 150 MW, Bruttofallhöhe 922 m). In der 30 m tiefer liegenden Kaverne sind 8 reversible Pumpenturbinen mit je 150 MW Leistung installiert.

Bild 3, unten: Unterbecken Verney (14 Mio m³). Steinschüttdamm (42 m) mit bituminöser Oberflächendichtung (wasserseitige Ansicht).



triebszuständen im gesamten Triebwassersystem Rechnung zu tragen.

Bei der Bemessung von Triebwasserleitungen kam vor allem die starke Wechselbeanspruchung infolge des Regelbetriebes zur Sprache. Die dynamische Beanspruchung beschränkt sich nicht nur auf die Druckschächte. Auch die Sicherheit von Druckstollen kann im Bereiche des Wasserschlosses gefährdet sein, wie der Schadensfall beim Kraftwerk Kaunertal (1982) deutlich zeigte. Vorgeschlagen wurde eine Bemessung der Triebwasserleitungen auf die Dauerfestigkeit mit Hilfe sogenannter Lastkollektive.

Bei der Planung von Triebwasserleitungen ist eine Tendenz zugunsten von tiefer liegenden Linienführungen zu verzeichnen, welche vor allem mit den modernen Auskleidungsarten (zum Beispiel vorgespannte Betonauskleidungen) aktuell wurden.

Betriebserfahrungen

Sehr aufschlussreich waren die Vorträge zu den Betriebserfahrungen, welche die geänderten Aufgabenbereiche der Pumpspeicherwerke untermauerten. Die Leistungsfrequenzregelung und die Momentanreserve drängen sich deutlich in den Vordergrund. Bei den Schluchseewerken (BRD) beispielsweise sind nahezu alle Generatoreinsätze kürzer als 3 Stunden; am häufigsten sind Störeinsätze unter 20 Minuten. Trotz der häufigen Betriebswechsel zeichnen sich die Pumpspeicheranlagen im langjährigen Mittel durch eine grosse Zuverlässigkeit im Betrieb aus. Es wurden Verfügbarkeiten von über 95 Prozent genannt, wobei die geplanten Revisionen nicht miteinbezogen sind.

Modellversuche

Bei den Modellversuchen für Pumpspeicheranlagen steht die Wirbelbildung beim Einlaufbauwerk und die Dralltendenz der Strömung vor dem Saugrohreinlauf der Pumpe im Vordergrund. An der Tagung wurden diesbezüglich einige interessante Hinweise gegeben.

Zukunft der Pumpspeicherwerke

Trotz wirtschaftlicher Rezession und dem Strukturwandel der Bedarfsganglinien der letzten Jahre herrschte am Schluss der Tagung einhellig die Meinung, dass die Pumpspeicheranlagen auch in Zukunft wesentliche Aufgaben innerhalb eines Verbundnetzes zu erfüllen haben. In diesem Sinne wurde die Planung von ausbauwürdigen Projekten als fördernswert erachtet.

Adresse des Verfassers: *Anton Schleiss,* dipl. Bauing. ETH, Assistenz für Wasserbau/VAW, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich.