Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 64 (1972)
Heft: 5

Artikel: Pumpspeicherwerke und deren Auswirkung auf die Umwelt
Autor: Biedermann, Rudolf
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920955

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: 12.07.2025

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

PUMPSPEICHERWERKE UND DEREN AUSWIRKUNG AUF DIE UMWELT

Internationale Tagung vom 19. bis 24. September 1971 in Milwaukee (Wisconsin USA)

DK 061.3 : 621.221.4

Rudolf Biedermann

Die Idee, erstmals auf internationaler Ebene eine Tagung über Pumpspeicherwerke im allgemeinen und deren Auswirkungen auf die Umwelt im speziellen durchzuführen, ging von den Professoren G. Karadi (Universität von Wisconsin) und E. Mosonyi (Technische Hochschule Karlsruhe und Gastdozent an der Universität von Wisconsin) sowie von R. Harza (Vizepräsident der Harza Engineering Company) aus. Da die Planung und teilweise auch die Verwirklichung von Pumpspeicheranlagen in verschiedenen Ländern bereits weit fortgeschritten ist, waren die Initianten der Meinung, dass ein Gedankenaustausch unter Fachleuten wertvoll wäre und zwar nicht nur über technische Fragen sondern auch über die Auswirkungen solcher Anlagen auf die Umwelt. Die Teilnahme von rund 200 Spezialisten der verschiedensten Wissensgebiete aus Nord- und Südamerika, Europa und Asien bestätigte diese Ansicht sehr eindrücklich. Am meisten erstaunt über das grosse Interesse waren die Organisatoren, rechneten sie doch nur etwa mit der halben der schlussendlich erreichten Teilnehmerzahl.

Da die Möglichkeit, Energie mittels Pumpspeicherung zu veredeln und damit das Angebot an Spitzen- oder Starklastenergie zu verbessern, auch in verschiedenen Ländern Europas in wachsendem Ausmass angewendet wird und verschiedene dieser Länder über eine grosse Erfahrung auf dem Gebiet der Wasserkraftnutzung ganz allgemein sowie in der Behandlung der damit zusammenhängenden Probleme des Umweltschutzes verfügen, war den Organisatoren an einer europäischen Beteiligung stark gelegen. Auf entsprechende Anfragen hin konnten denn auch die Wasserwirtschaftsverbände Oesterreichs, der Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz sowie das norwegische Büro für Elektrizitätsproduktion zur Mitarbeit gewonnen werden. Ausser Vertretern dieser Verbände wurden auch Fachleute aus anderen europäischen Ländern eingeladen und zwar verbunden mit dem Wunsch, einen Tagungsbeitrag zu leisten. Diese grosszügigen Einladungen, die dank der finanziellen Unterstützung seitens der amerikanischen Stiftung für Wissenschaft (National Science Foundation) möglich waren, seien auch bei dieser Gelegenheit wärmstens verdankt.

Die geladene schweizerische Delegation setzte sich aus den Ingenieuren K. Goldsmith (Elektro-Watt, Ingenieurunternehmung AG), O. Hartmann (Motor-Columbus, Ingenieurunternehmung AG), G. Trucco (Ingenieurbüro Maggia SA) und dem Berichterstatter zusammen. Daneben nahmen seitens der schweizerischen Maschinenindustrie auch Dr. E. H. Mühlemann (Escher Wyss) und E. Sennhauser (Sulzer Bros., Inc., New York) teil, so dass die Schweiz zahlenmässig recht stark vertreten war. Eine sehr gut vorbereitete Einladung seitens der Sulzer—Escher-Wyss-Gruppe hat ein übriges dazu beigetragen, die schweizerische Präsenz zu unterstreichen.

Die Tagung wurde von der Universität von Wisconsin (Milwaukee) mit viel Geschick und grossem Einsatz organisiert und in Räumlichkeiten dieser Universität abgehalten. Der Umstand, dass vor allem die geladenen, aber auch viele andere Tagungsteilnehmer in der Universität selbst untergebracht waren, hat viel dazu beigetragen, dass auch ausserhalb des eigentlichen Tagungsprogramms ein reger Gedankenaustausch zustande kam.

Von den 64 im Tagungsprogramm aufgeführten Referaten wurden etwa zwei Drittel auch tatsächlich vorgetragen. Dabei waren verschiedene Beiträge im Sinne eines Länderberichtes abgefasst, so dass man einen vorzüglichen Ueberblick über die bisherige Entwicklung, den heutigen Stand und die Zukunftsaussichten der Pumpspeicherung gewinnen konnte. Da aber auch viele Einzelfragen bautechnischer, geotechnischer, maschinentechnischer, oekonomischer und sogar oekologischer Natur behandelt und vereinzelt auch die Interferenz zu anderen wasserwirtschaftlichen Interessen sowie die im Zusammenhang mit dem Umweltschutz sich stellenden Probleme angesprochen wurden, kann die Tagung als ausserordentlich vielseitig, instruktiv und sehr interessant beurteilt werden. Die Organisatoren verdienen für die geschickte Auswahl der Tagungsbeiträge höchste Anerkennung.

Aus der Fülle des Gebotenen seien in der Folge nur einige Punkte herausgegriffen.

Die Entwicklung auf dem Gebiet der Pumpspeicherung verlief in Nordamerika und in der übrigen Welt zusammen praktisch etwa im selben Rhythmus und erreicht mit rund 5200 MW in Nordamerika und rund 6200 MW in der übrigen Welt heute auch etwa dieselbe Grössenordnung an installierter Leistung. In Nordamerika werden in jüngster Zeit jedoch vergleichsweise weniger Pumpspeicherwerke, dafür aber Anlagen mit wesentlich grösserer Ausbauleistung erstellt.

Diese Tendenz zum Bau von Grossanlagen wurde den Tagungsteilnehmern am letzten Tag deutlich vor Augen geführt, als Gelegenheit geboten war, die Baustelle der Pumpspeicheranlage Ludington am westlichen Ufer des Michigansees zu besuchen. Diese Anlage ist für eine Leistung von 1872 MW ausgelegt, verteilt auf sechs Maschinengruppen. Da die Bruttofallhöhe nur zwischen 90 und 111 m schwankt, werden im Turbinenbetrieb rund 2150 m^3/s verarbeitet und im Pumpenbetrieb rund 1900 m^3/s hochgefördert. Bei den vorgesehenen 8,7 Stunden Turbinenbetrieb und 10 Stunden Pumpbetrieb erfordert dies ein Oberbecken von 64 Mio m^3 Nutzinhalt. Da dieses Becken auf einem relativ flachen Hügelzug liegt, sind auch seine übrigen Abmessungen gewaltig. Der 9,7 km lange Umfassungsdamm aus verdichtetem Erdmaterial und einer zweischichtigen Abdichtung aus Asphaltbeton umschliesst bei maximaler Füllung eine Wasserfläche von 3,4 km^2. Er ist im Durchschnitt 33 m hoch und erforderte 28,8 Mio m^3 Schüttmaterial, das an Ort gewonnen werden konnte. Für seinen Bau wurden mehr als 100 grosse Erdbewegungsmaschinen eingesetzt. Jede Pumpenturbine besitzt ihre eigene Druckleitung mit einem Rohrdurchmesser von 8,7 m am oberen und 7,3 m am unteren Ende. Die sechs Maschinengruppen bestehend aus je einem Motor-Generator und einer Francis-Pumpenturbine (Hersteller Hitachi Ltd. Japan) sind in einem Maschinenhaus von 175 m Länge, 51,8 m Breite und 32,3 m Höhe untergebracht, das in einer offenen Baugrube erstellt wird. Die Anlage soll im Januar 1974 den vorgesehenen Vollbetrieb aufnehmen.

Hinsichtlich der Standortwahl für Pumpspeicherwerke zeigte sich, dass vor allem solche Standorte bevor-

zugt werden, wo das Unterbecken in Form eines natürlichen Sees oder einer Stauhaltung bereits vorhanden ist oder durch Aufstau eines Fliessgewässers mit relativ bescheidenem Aufwand gewonnen werden kann. Vereinzelt wird auch die Möglichkeit erwogen, das Meer als Unterbecken zu verwenden. Für topographisch flache Gebiete wird vorgeschlagen, das Oberbecken auf Terrainhöhe, das Unterbecken jedoch in einer Tiefe von einigen 100 m im Untergrund zu erstellen, wobei in erster Linie an die Benützung stillgelegter Bergwerke gedacht wird. Für die Stadt Chicago wurde bereits 1964 vorgeschlagen, das Abwasser zentral zu sammeln und es nach der Reinigung in einer unterirdischen Pumpspeicheranlage zu verwenden. Wird eine solche Anlage für den maximalen Abwasseranfall ausgelegt, so entfallen alle Regenausläufe und der Vorfluter wird auch während Hochwasserabflüssen weder mengen- noch gütemässig belastet.

Könnte im obgenannten Beispiel tatsächlich von einer Mehrzweckfunktion der Pumpspeicheranlage gesprochen werden, so beschränkten sich alle übrigen Beiträge zu diesem Themenkreis praktisch ausschliesslich auf die Aufzählung von Infrastrukturausrüstungen, die der Erholung am Wasser dienen. In jenen Fällen, wo wirklich von einer Mehrzweckanlage gesprochen werden kann, handelt es sich durchwegs um klassische Wasserkraftanlagen, denen ein Umwälzbetrieb überlagert ist.

Im Sinne einer echten wasserwirtschaftlichen Mehrzweckfunktion wurde allerdings auf die Möglichkeit hingewiesen, ein thermisches Kraftwerk und ein Pumpspeicherwerk so zu kombinieren, dass das Ober- oder Unterbecken gleichzeitig als Kühlteich verwendet werden kann. Dies bedingt jedoch sehr grosse Becken, in denen sich eine ausgeprägte Temperaturschichtung einstellt. Eine solche Kombination ist zur Zeit am Keowee River (South Carolina, USA) im Bau, wobei es sich allerdings um eine kombinierte Pumpspeicheranlage handelt, welche die Stauhaltungen von zwei untereinanderliegenden Flusskraftwerken als Ober- und Unterbecken verwendet. Die Abwärme des Kernkraftwerkes wird demzufolge in ein natürliches, wenn auch gestautes Gewässer eingeleitet. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das Oberbecken so gross zu gestalten, dass dort über längere Zeit ein bestimmtes Wasservolumen zurückgehalten werden kann, das in Niederwasserzeiten zur Abflussaufbesserung im Vorfluter und damit zur verstärkten Durchmischung der weiter flussabwärts eingeleiteten Abwärme einer thermischen Anlage herangezogen werden kann.

Entsprechend der weltweit zunehmenden Bedeutung der Pumpspeicherung ist auch die Entwicklung auf dem Gebiet der hydraulischen Maschinen in stetem Fluss. Einerseits werden immer grössere Einheiten gebaut und andererseits wird versucht, den Einsatzbereich der reversiblen Pumpenturbinen auf immer grössere Fallhöhen auszudehnen. Da Francisturbinen heute bis zu Fallhöhen von 700 m eingesetzt werden können, für den Pumpbetrieb die Grenze jedoch bei etwa 500 m liegt, schlägt Sulzer—Escher Wyss eine Lösung vor, bei welcher der Pumpenturbine eine einstufige Pumpe vorgeschaltet ist, die eine erste Druckerhöhung vornimmt; auf diese Weise können auch Förderhöhen bis zu 700 m mit Umkehrmaschinen beherrscht werden.

Hinsichtlich der Umweltbeeinflussung durch Pumpspeicherwerke waren alle Referenten, die dieses Thema in irgendeiner Form angesprochen haben, einheitlich der Meinung, dass diesbezügliche Auswirkungen auf alle Fälle gering seien und gut beherrscht werden könnten. Ganz allgemein musste allerdings festgestellt werden, dass diese doch zentrale Frage der Tagung meist nur kurz und nicht sehr tiefschürfend gestreift wurde. In jenen Beiträgen, die sich ausführlicher mit diesem Fragenkomplex befassten, beschränkten sich die Ausführungen praktisch nur auf die ästhetischen Belange und das Moment der Erholung. Besonders in den Vereinigten Staaten von Amerika wird der Infrastruktur für eine geordnete Erholung am Wasser eine ausserordentliche Bedeutung zugemessen und jede diesbezügliche Anstrengung offensichtlich auch als aktive Umweltschutzmassnahme gewertet. Dies kommt beispielsweise im Bericht deutlich zum Ausdruck, den die Bauherrin des Ludington Projektes gemäss einer gesetzlichen Bestimmung der Federal Power Commission on Environmental Quality Control eingereicht hat und dessen Genehmigung eine Voraussetzung für den Bau bildet. Ausser von verschiedenen Aufforstungen wird in diesem Bericht nur noch von Massnahmen, die der Erholung dienen, gesprochen.

Abschliessend sei noch darauf hingewiesen, dass eine Auswahl von etwa 50 Tagungsbeiträgen vom Amerikanischen Wasserwirtschaftsverband als «Proceedings of the International Conference on Pumped Storage Development and its Environmental Effects» gedruckt und herausgegeben wird.

Adresse des Verfassers:
Dr. R. Biedermann, dipl. Bauing. ETHZ
Eidg. Amt für Wasserwirtschaft
Bollwerk 27, CH-3011 Bern

PUMPSPEICHERWERKE IM RAHMEN DER WASSERWIRTSCHAFTLICHEN PLANUNG

Rudolf Biedermann

DK 621.221.4 : 711 : 626/627/628

Die Erzeugung elektrischer Energie befindet sich in der Schweiz derzeit an einem Wendepunkt. Konnte die elektrische Energie bis vor wenigen Jahren praktisch ausschliesslich in Wasserkraftanlagen gewonnen werden, so werden anfangs des Jahres 1972, das heisst nach Inbetriebnahme der Atomkraftwerke Mühleberg (306 MWe) und Beznau II (350 MWe) in thermischen Kraftwerken bereits rund 1550 MW elektrischer Leistung oder etwa 14 % der in hydraulischen und thermischen Kraftwerken gesamthaft installierten Leistung zur Verfügung stehen. Noch Ende 1965, das heisst vor der teilweisen Inbetriebnahme des ersten grösseren thermischen Kraftwerkes — der ölthermischen Anlage Chavalon (2 x 142 MWe) — betrug dieser Anteil erst etwas weniger als 3 % und zwar aufgeteilt auf zahlreiche kleinere Werke.

Obschon der Uebergang von der praktisch ausschliesslich hydraulischen zur gemischt hydraulisch-thermischen Energieerzeugung vorauszusehen war, überraschte lediglich, dass der Endausbau der Wasserkräfte früher als erwartet eingetreten ist. Eine Zeitlang wurde der ökonomi-