Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 64 (1973)

Heft: 2

Artikel: Entwicklungstendenzen beim Bau und Betrieb von Pumpspeicherwerken

Autor: Cuénod, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915508

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: 09.07.2025

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Internationales Kolloquium über Pumpspeicherwerke 6.– 8. November 1972 in Athen

Entwicklungstendenzen beim Bau und Betrieb von Pumpspeicherwerken

Von *M. Cuénod*

1. Einleitung

In Athen wurde vom 6. bis 8. November 1972 ein internationales Kolloquium über Pumpspeicherwerke abgehalten. Dieses Kolloquium gab einen guten Überblick über die heutige Entwicklung der Pumpspeicherwerke und über ihre zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten.

Am Kolloquium von Athen haben rund 200 Fachleute aus 25 verschiedenen Ländern teilgenommen. Es sind an dieser Tagung mehr als 70 Berichte über technische und wirtschaftliche Fragen der Pumpspeicherwerke vorgelegt und diskutiert worden.

Als Teilnehmer an dieser Tagung möchten wir besonders lobend die ausgezeichnete Organisation erwähnen, welche sich aus der Zusammenarbeit zwischen dem Komitee für elektrische Energie der europäischen Wirtschaftskommission und der griechischen Landeselektrizitätsgesellschaft ergeben hat.

2. Allgemeine Grundlagen für Pumpspeicherwerke

Bei der Betriebsführung von Pumpspeicherwerken kann man die folgende interessante Entwicklung feststellen:

Vor etwa 15 Jahren hatten die Pumpspeicherwerke hauptsächlich die Aufgabe, «Nachtenergie» in «Spitzenenergie» umzuwandeln, und man disponierte die Anlagen für täglich 8 h Pumpbetrieb und 4 h Turbinenbetrieb.

Heute stellt man nun fest, dass sich das Belastungstal in der Nacht zunehmend auszufüllen beginnt, allerdings je nach Land in verschiedenem Umfang. Diese Entwicklung ist vor allem bedingt durch die zunehmende Verwendung der elektrischen Energie für Raumheizung und Klimatisierung. Die Nachtbelastung wird nochmals wesentlich zunehmen, wenn einmal in grosser Zahl elektrische Autos verwendet werden, deren Batterien in den Nachtstunden aufgeladen werden.

Die zunehmende Verbreitung des verlängerten Weekends vergrössert die Verbrauchssenkung am Wochenende.

Die Pumpspeicherwerke werden immer mehr als Regulierwerke zur Verbesserung der Frequenz- und Spannungshaltung in ihren eigenen Netzen und zur Regulierung der Austauschleistungen im grossen Verbundbetrieb eingesetzt.

Auf der andern Seite werden die Pumpspeicherwerke immer mehr mit Vorteil als momentane Leistungsreserve eingesetzt, um eine unterbruchslose Energieversorgung zu sichern. Das führt dazu, dass die Pumpspeicherwerke nun immer öfter im Betrieb sind, wobei die Betriebsart (Pumpen- oder Turbinenbetrieb) immer häufiger wechselt. So ist zum Beispiel das Pumpspeicherwerk Reckingen im Jahre 1971 insgesamt 3158mal für Pumpenbetrieb (im Mittel 8,5mal pro Tag) und 4718mal für Turbinenbetrieb angelassen worden (im Mittel 13mal pro Tag).

Diese Entwicklung hat zur Folge, dass man bei Pumpspeicherwerken die *Leistung der installierten Pumpen vergrössert,* wodurch die Ausnützungsdauer der Pumpen verkleinert und die Häufigkeit der für Regulierzwecke verfügbaren Leistung vergrössert wird. Ferner besteht die Tendenz, das obere und das untere Speicherbecken gegenüber früheren Konzeptionen zu vergrössern, um einen Wochenausgleich zu ermöglichen.

Die topographischen Verhältnisse in verschiedenen Ländern haben dazu geführt, Pumpspeicherwerke in Aussicht zu nehmen, bei denen das untere Speicherbecken in mehr als 1000 m *unter Boden* vorgesehen ist. Derartige Pumpspeicherwerke sind insbesondere in Japan, Finnland und Kanada vorgesehen.

Diese Lösung hat folgende Vorteile: Das Pumpspeicherwerk kann in einem flachen Gebiet in unmittelbarer Nähe der Verbrauchsschwerpunkte erstellt werden und man hat eine sehr grosse Freiheit in der Wahl der Höhe des Gefälles. Die genannte Lösung bringt aber verschiedene technologische Probleme für den Bau des Kraftwerkes tief unter der Erdoberfläche.

In diesem Zusammenhang möchten wir erwähnen, dass in Chicago ein Pumpspeicherwerk mit einem unterirdischen Unterbecken vorgesehen ist, welches gleichzeitig auch grosse Regenfälle aufnehmen soll, um Überschwemmungen zu verhindern.

Entwicklung der Leistungsstruktur der Elektrizitätswerke Westeuropas

Tabelle I

	1968—1969		1980—1982	
	MW	%	MW	%
Konventionelle Wärmekraftwerke	194 000	66	460 000	66
Kernkraftwerke	7 000	2,4	84 000	12
Konventionelle Wasserkraftwerke	88 000	30	126 000	18
Pumpspeicherwerke	6 000	1,6	26 000	4
Total	295 000		696 000	

Eine andere Entwicklungstendenz beim Bau von Pumpspeicherwerken ist die Verwendung des *Meeres als unteres Becken,* wie dies insbesondere in Japan und Griechenland studiert wird. Bei dieser Variante gibt es aber wegen des salzigen Meerwassers Korrosionsprobleme, die noch genau untersucht werden müssen.

In verschiedenen Ländern sieht man Mehrzweck-Pumpspeicherwerke vor, die neben der Elektrizitätserzeugung noch eine oder mehrere der folgenden Aufgaben übernehmen sollen:

- Bewässerung
- Trinkwasserversorgung
- Überschwemmungsschutz
- Schiffahrt
- touristische Erschliessung der Gegend

Ein neuer Typ eines Pumpspeicherwerks, dessen Prinzip in der Schweiz entwickelt worden ist, ist das Kraftwerk *«Grotzen»*, in welchem ein Kernkraftwerk und ein Pumpspeicherwerk wie folgt kombiniert werden:

Beim Pumpbetrieb ist die vom Reaktor gespiesene Dampfturbine direkt mit der Pumpe gekuppelt. Soll das Kraftwerk Energie abgeben, so treibt die Dampfturbine einen Generator an, und gleichzeitig treibt das hochgepumpte Wasser eine Wasserturbine an, die mit einem andern Generator gekuppelt ist. Die Realisierung einer sehr grossen Pumpe mit 3000 U/min. erfordert aber noch einige Entwicklungsarbeit.

Ferner wurde in Athen auch noch über ein anderes Speichersystem diskutiert, bei welchem grosse Luftkompressoren mit Nachtenergie angetrieben werden und die die *Druckluft* in grossen Behältern speichern. Eventuell könnte die Druckluft in unterirdischen Höhlen gespeichert werden. Die so gespeicherte Druckluft soll dann in Gasturbinen ausgenutzt werden, welche Generatoren antreiben. Diese Art der Energieumwandlung ist für kleinere Maschineneinheiten vorgesehen, als sie gegenwärtig für hydraulische Pumpspeicherwerke in Fragen kommen.

3. Gegenwärtige und zukünftige Entwicklung der Pumpspeicherwerke

Im begrenzten Rahmen des vorliegenden Tagungsberichtes ist es nicht möglich, die Entwicklung der Pumpspeicherwerke in allen in Frage kommenden Ländern zu beschreiben. Wir müssen uns deshalb auf einige ausgewählte Kontinente und Länder beschränken.

Für *Europa* gelten für die Entwicklung der Elektrizitätserzeugung in den Jahren 1968/69 bis 1980/82 die folgenden Zahlen (Tabelle I):

Der prozentuale Leistungsanteil der Pumpspeicherwerke wird sich in der betrachteten Zeitperiode nicht ganz verdreifachen und 4 % der Gesamtleistung des europäischen Netzes erreichen. An der Tagung wurde wiederholt die Meinung vertreten, dass der optimale Leistungsanteil der Pumpspeicherwerke zwischen 7 und 10 % liegen würde.

Es ist sehr interessant, die Zahlen für Europa mit der nachstehenden Tabelle II über die *Kraftwerkleistungen der USA* zu vergleichen.

Im Jahre 1972 sind in den USA 13 Pumpspeicherwerke mit total 3778 MW im Betrieb und 12 Pumpspeicherwerke mit total 8500 MW im Bau, während sich weitere 16 Pumpspeicherwerke mit total 15 000 MW noch im Projektstadium befinden.

Die beiden Tabellen für USA und Europa zeigen, dass der Leistungsanteil der Pumpspeicherwerke in Europa derzeit noch grösser ist als in den USA, jedoch im Jahre 1980 fast gleich gross, bei erheblich grösserem Anteil der Kernkraftwerke in den USA.

In *Jugoslawien* sind heute rund 50 % des gesamten Wasserkraftpotentials des Landes bereits ausgebaut. Die jugoslawischen Wasserkraftwerke decken heute zwischen 60 und 65 % des Gesamtbedarfs; ihr Anteil wird 1980 auf 44 % und 1990 auf 20 % gesunken sein. Es ist vorgesehen, demnächst das Pumpspeicherwerk Lisina im Rahmen des Vlasina-Ausbaues zu erstellen.

In *Polen* erzeugen die Wärmekraftwerke rund 90 % des Landesverbrauchs von elektrischer Energie. Im Jahre 1970 ist ein Pumpspeicherwerk mit zwei Umkehrmaschinen von je 50 MW und mit einem Dreimaschinensatz von 50 MW in Betrieb gekommen. Zwei andere Kraftwerke von 60 bzw. 200 MW sind ausgerüstet worden, und ferner sind zwei Pumpspeicherwerke mit 500 bzw. 600 MW im Bau. Eine erste Erhebung und Studie über mögliche Standorte für

Entwicklung der Leistungsstruktur der Elektrizitätswerke in den USA

Tabelle II

	1970		1980		1990	
	MW	%	MW	%	MW	%
Konventionelle Wärmekraftwerke	259 000	76,1	390 000	58,6	558 000	44,3
Gasturbinen	19 000	5,6	40 000	6,0	75 000	6,0
Kernkraftwerke	6 000	1,8	140 000	21	475 000	37,5
Konventionelle Wasserkraftwerke	52 000	15,3	68 000	10,4	82 000	6,6
Pumpspeicherwerke	4 000	1,2	27 000	4	70 000	5,6
Total	340 000		665 000		1 260 000	

Pumpspeicherwerke in Frankreich

Tabelle III

	Anzahl Maschinengruppen	Gesamtleistung bei Turbinenbetrieb (MW)	Im Betrieb ab
Lac Blanc/Lac Noir	2	80	1932
Vouglans	2	270	1973
Ste-Croix	2	150	1973
Revin	4	800	1974
La Coche	2	300	1975/1976
Arc Isère	2	460	1978
Montezic	3	750	1978/1979

weitere Pumpspeicherwerke in Polen ergab ein Potential von 6000 MW für solche Anlagen.

In *Portugal* ist das Projekt der im Bau befindlichen Anlage von Aguieira geändert worden, und es ist nun ein Tagespumpspeicherwerk mit drei Maschinengruppen von insgesamt 270 MW vorgesehen.

In *Kanada* ist der für das erste grosse kanadische Pumpspeicherwerk vorgesehene Standort St. Joachim aufgegeben worden, weil man Schwierigkeiten mit dem Salzwasser des St.-Lorenz-Stromes befürchtete, welcher das untere Ausgleichbecken dieses Pumpspeicherwerks hätte bilden sollen. Als Ersatz wurde nun ein neuer Standort in Champigny (im Gebiet «Parc des Laurentides») gefunden, wo das untere Becken durch eine Sperre im Flusse Jacques Cartier und das obere Becken auf dem Plateau des Aubert-Sees erstellt werden kann, mit einem Höhenunterschied von rund 300 m. In der gleichen Gegend können mit dem gleichen Unterbecken Pumpspeicherwerke mit insgesamt mehr als 20 000 MW Leistung erstellt werden. Das Projekt für ein erstes Pumpspeicherwerk von 1000 MW ist in Arbeit, und man rechnet mit dessen Baubeginn gegen 1975.

Anderseits wird auch noch ein Projekt für ein Pumpspeicherwerk mit einem unterirdischen Unterbecken in 1000 m Tiefe bearbeitet, welches die Erzeugung der Ebbe-Flut-Kraftwerke in der Fundy-Bucht auszugleichen hätte.

In der *BRD* rechnet man bis zum Jahre 1975 mit einer Leistung der Pumpspeicherwerke von 3600 MW bei einer gesamten Landesleistung von 50 000 MW.

In *Frankreich* sind die folgenden Pumpspeicherwerke im Betrieb, im Bau oder im Projektstadium (Tabelle III):

Ergänzend sei hier erwähnt, dass die Kraftwerke Vouglans, Ste-Croix, La Coche und Arc Isère gemischte Anlagen sind, welche auch noch natürliche Wasserzuflüsse verarbeiten.

Es ergeben sich die folgenden Gesamtleistungen (Tabelle IV):

Die Möglichkeiten für den Bau weiterer konventioneller Wasserkraftwerke sind in Frankreich im Jahre 1975 praktisch erschöpft. Die Wasserkraftwerke, welche in Frankreich im Jahre 1971 noch 23 % der Gesamtproduktion des Landes erzeugten, werden im Jahre 1975 nur noch einen Anteil von 20 % und im Jahre 1980 noch einen von rund 15 % haben. Die weitere Entwicklung wird gesichert durch die Pumpspeicherwerke, welche die Produktion der Regulierenergie und die Bildung der Reserve übernehmen, sowie die Kernkraftwerke, welche die Bandenergie liefern. Es ist vorgesehen, in den Jahren 1974 bis 1979 pro Jahr 500 MW Turbinenleistung in Pumpspeicherwerken und in den folgenden Jahren je 1000 MW pro Jahr in Betrieb zu nehmen. Im Jahre 1985 wird die in den französischen Pumpspeicherwerken installierte Turbinenleistung rund 6 % der Gesamtanlagen aller Kraftwerke im Netze der EDF betragen.

In *Griechenland* hat eine Gesamtuntersuchung 26 verschiedene Standorte für Pumpspeicherwerke ergeben mit einer Gesamtleistung von 20 000 MW und folgender Verteilung auf die einzelnen Bauarten:

- 11 reine Pumpspeicherwerke mit Süsswasser
- 5 reine Pumpspeicherwerke mit Meerwasser
- 6 gemischte Pumpspeicherwerke mit zusätzlichen natürlichen Zuflüssen.

In der *Schweiz* sind gegenwärtig 610 MW Pumpenleistung für Anlagen mit Jahresspeicherung installiert. Ferner sind weitere 550 MW installiert in den gemischten Anlagen von Hongrin-Léman, Robiei und Sarganserland (im Bau).

Insgesamt sind in der Schweiz 260 mögliche Standorte für Pumpspeicherwerke gefunden worden. Davon wurden 26 Standorte näher untersucht, welche eine Leistung von zusammen rund 10 000 MW ergeben können.

Ein grosses reines Pumpspeicherwerk, welches anfangs der achtziger Jahre erstellt werden soll, ist das Projekt Herbetswil, ca. 30 km nördlich von Bern. Dieser Standort wurde als besonders günstig erkannt und ermöglicht die Erstellung von 6 Maschinengruppen von je 200 MW mit einem Gefälle von rund 440 m.

4. Gesichtspunkte für die elektromechanische Ausrüstung

Die gegenwärtige Tendenz geht dahin, Umkehrmaschinen für immer grössere Gefälle bis 500 und sogar bis 600 m anzuwenden. Die Maschinen mit mehreren Stufen werden eingesetzt als reine Pumpen bei Gefällen über 500 m.

Es werden Studien folgender Projekte geführt:

- nicht regulierbare Pumpen-Turbinen-Sätze mit Ausserbetriebsetzung einer Turbinenstufe,
- regulierbare Pumpen-Turbinen-Sätze in zwei Stufen.

Man kann feststellen, dass die *Erhöhung der zulässigen Umfangsgeschwindigkeiten,* der *Drehgeschwindigkeiten* und der *spezifischen Geschwindigkeiten* zur Verkleinerung der Maschinendimensionen und Beschränkung der Betriebskennwerte zum optimalen Pumpen- und Turbinenbetrieb führt.

Die höheren spezifischen Drehzahlen bringen aber auch eine erhöhte Kavitationsgefahr mit sich, weshalb der Gegendruck (Zulaufdruck) erhöht und das Kraftwerk gegenüber dem Unterbecken tiefergelegt werden muss.

Um bei starken Gefälleänderungen den *Wirkungsgrad zu verbessern,* können die folgenden beiden Lösungen in Betracht kommen:

Entwicklung der Pumpspeicherung in Frankreich

Tabelle IV

	Installierte Leistung in Pumpspeicherwerken MW	Gesamte installierte Leistung des französischen Netzes MW
1972	1300 (im Bau)	42 000
1975	1800	50 000
1980	2700	69 000
1985	4600	80 000

- Veränderung der aktiv eingeschalteten Stufen bei mehrstufigen Pumpen.
- Verwendung von Pumpen mit zwei verschiedenen Drehzahlen, indem man entweder statische Frequenzumformer oder Motor-Generatoren mit zwei Statorwicklungen und Rotoren mit auswechselbaren Polen verwendet. Für einen bestimmten Fall mit einem zwischen 180 und 240 m schwankenden Gefälle ergeben sich so folgende Wirkungsgradbereiche:
- Maschine mit einer Drehzahl: 82 bis 92 % Wirkungsgrad
- Maschine mit zwei Drehzahlen: 92 bis 94 % Wirkungsgrad

Eine weitere Entwicklungstendenz ist die Verwendung von Umkehrmaschinen mit *immer grösseren Einheitsleistungen* bis zu 400 MW pro Maschine. Für das Kraftwerk Bremm in Deutschland bestand sogar ein Projekt für eine Maschine mit etwa 800 MW Leistung, welches dann aber nicht weiter verfolgt wurde.

Um den Platzbedarf der Maschinenausrüstung zu verkleinern, ist vorgeschlagen worden, zylindrische Absperrorgane zu verwenden, welche zwischen dem festen und dem beweglichen Teil des Leitapparates der Turbinen einzubauen wären.

Die Bauart *«Isogyre»*, bei welcher das Pumpen- und das Turbinenrad in der gleichen Spirale vereinigt sind, ist aus folgenden Gründen sehr interessant:

- Sehr platzsparende, kompakte Bauart der Pumpe/Turbine.
- Sehr guter, totaler Wirkungsgrad, da zwei unabhängige Laufräder, für Pumpen- und Turbinenbetrieb, welche optimal ausgelegt werden können.
- Kombination der Maschinengruppen mit Absperrorganen, die in die Maschine eingebaut werden.
- Wegfall der Kupplung zwischen Turbine und Pumpe, welche sonst bei Dreimaschinengruppen nötig ist.
- Leichtes Anfahren der Pumpe mit der mit ihr zusammengebauten Turbine, welche in der gleichen Richtung dreht. Man erhält so die folgenden kurzen Anlasszeiten:
  (Beispiel Gruppe 100 MW bei 400 m Gefälle)
  - Anfahren der Turbine 80 s
  - Anfahren der Pumpe 110 s
  - Umstellung von Pumpbetrieb auf Turbinenbetrieb 65 s
  - Umstellung von Turbinenbetrieb auf Pumpbetrieb 55 s

Diesen Vorteilen stehen folgende Nachteile gegenüber:

- Notwendigkeit des Entwässerns eines der zwei Räder
- Anschluss an zwei Abflussleitungen
- relativ hoher Preis

Die verschiedenen in Betracht gezogenen Möglichkeiten für das Anfahren der Pumpen können wie folgt zusammengefasst werden:

direktes Anfahren

- Hilfsturbine
- Hilfsmotor
- asynchrones Anfahren mit reduzierter Spannung
- synchrones Anfahren mit Hilfe eines statischen Frequenzumformers
- Anlauf «Rücken an Rücken» mit Hilfe einer unabhängigen Maschinengruppe

Das asynchrone Anfahren und das synchrone Anfahren mit Frequenzumformer sind die beiden interessantesten Lösungen, aber keine der Lösungen hat sich bis heute als das Feld beherrschend durchgesetzt.

Mit der *vollständigen Automatisierung* kann der Betrieb eines Pumpspeicherwerks noch viel anpassungsfähiger gemacht werden. «On line» arbeitende industrielle Computer lassen hier noch sehr interessante Zukunftslösungen erwarten. Die Verwendung der Pumpspeicherwerke als Reserve führt zur möglichsten Verkürzung der Anfahrzeiten und der Umschaltzeiten vom einen Betriebszustand auf den andern. Es werden heute folgende Zeiten gefordert:

- 5 bis 6 min für Anfahren der Pumpen
- 2 bis 3 min für Anfahren der Turbinen

5. Gesichtspunkte für den baulichen Teil von Pumpspeicherwerken

Die Wirtschaftlichkeit eines Pumpspeicherwerks hängt sehr stark von seinen Erstellungskosten ab. Die folgenden Massnahmen ermöglichen es, die Kosten des baulichen Teils eines Pumpspeicherwerks zu vermindern:

- Alle Einrichtungen des Kraftwerks werden in einer einzigen Kaverne untergebracht.
- Verbesserung der Bauweise von Steinschüttdämmen für immer grössere Dammhöhen.
- Verbesserung der Auskleidung zur Verkleinerung der Durchlässigkeit des oberen Speicherbeckens mit Hilfe von Bitumendeckplatten und Plastikstoffen.
- Schnellere, weniger beschwerliche und weniger teure Ausbruchmethoden für Stollen und Kavernen.
- Verwendung von Verkleidungen für Kavernen und Stollen aus elastischem Beton mit tiefreichenden Ankereisen.
- Verwendung von Stählen höherer Festigkeit (von 70 oder 80 kg/mm² bis 90 oder 100 kg/mm²) für die Druckleitungspanzerungen, in welchen ständig höhere Wassergeschwindigkeiten zugelassen werden.
- Anordnung des Kraftwerks in einem Schacht.

Die aufgezählten Massnahmen sind keine besondere Eigenheit beim Bau von Pumpspeicherwerken, aber da bei diesen die Kosten des baulichen Teils oft 50 bis 60 % der Gesamtkosten der gesamten Kraftwerkanlage erreichen, so kann jede Einsparung bei den Baukosten einen grossen Einfluss haben auf die wirtschaftliche Rentabilität eines solchen Projektes.

6. Schlussfolgerungen

Durch das nahe bevorstehende Ende der Baumöglichkeit von weiteren konventionellen Wasserkraftwerken in zahlreichen Ländern ergibt sich, dass die Pumpspeicherwerke in zunehmendem Umfang einen Teil der Aufgaben der konventionellen Wasserkraftwerke übernehmen müssen, denn von heute an gerechnet muss die Leistung der in Europa installierten Pumpspeicherwerke bis zum Jahre 1980 rund vervierfacht werden und von 6000 MW auf 26 000 MW im Jahre 1980 ansteigen.

Der wirtschaftliche Nutzen der Pumpspeicherwerke hängt stark von ihren Baukosten ab. Am Kolloquium in Athen im November 1972 sind die folgenden spezifischen Baukosten für Pumpspeicherwerke in den verschiedenen Ländern genannt worden:

- USA
  80 bis 130 US-Dollar/kW ≅ 300 bis 490 sFr./kW

- Grossbritannien
  40 bis 50 engl. Pfund/kW ≅ 350 bis 440 sFr./kW
- BRD
  500 bis 700 DM/kW ≅ 585 bis 820 sFr./kW
- Frankreich
  550 bis 650 fFr./kW ≅ 410 bis 500 sFr./kW

Eine andere Bedingung für die Rentabilität eines Pumpspeicherwerks ist, dass genügend Pumpenergie zu niederen Preisen zur Verfügung steht. Das spricht für eine noch engere internationale Zusammenarbeit in der Elektrizitätswirtschaft, damit die in den Schwachlaststunden sonst verlorene oder schlecht ausgenutzte Energie den Pumpwerken gemeinsam zur Verfügung gestellt werden kann. Dies wird auch zur Verbesserung der Betriebsbedingungen der konventionellen Wärmekraftwerke mit Brennstoffeuerung und der Kernkraftwerke beitragen. Die spezifischen Kosten dieser Kraftwerke sind um so niedriger, je grösser die in einem Kraftwerk installierte Leistung ist. Es ist deshalb oft zweckmässig, neue Grosskraftwerke auf internationaler Basis gemeinsam zu erstellen, damit sie im Rahmen eines immer enger werdenden internationalen Verbundbetriebes die Netze mehrerer Länder versorgen können. Die Betriebsbedingungen dieser neuen thermischen oder nuklearen Kraftwerke sind um so günstiger, je mehr sie bei konstanter Belastung laufen können. Daraus folgt, dass die Erstellung von neuen Pumpspeicherwerken fast eine Zusatzbedingung für die Erstellung neuer konventioneller thermischer oder nuklearer Grosskraftwerke ist, welche den zunehmenden Energiebedarf unserer Zeit decken können.

Adresse des Autors:
Dr. és sc. techn. *M. Cuénod*, Ingénieur à la Société Générale pour l'Industrie (SGI), Genf.

Verbandsmitteilungen

Installationsbewilligungen für Hersteller besonderer Anlagen

Firmaänderungen

(s. Bull. SEV, «Seiten des VSE», 62(1971)17)

C Strassenverkehrs-Signalanlagen

Winkler + Cie. E., Inh. Jakob Meier & Co., 8001 Zürich
Löwenstrasse 1
(Meier Jakob, Scheuchzerstrasse 17, 8006 Zürich)
neu:
Elektro-Winkler & Cie. AG, Löwenstrasse 1 8001 Zürich
(Meier Jakob, Scheuchzerstrasse 17, 8006 Zürich)

Westinghouse Bremsen + Signale AG 3000 Bern
Effingerstrasse 35 (Hess Fritz, Werkgasse 7, 3000 Bern)
neu:
Signal & Automatik AG, Effingerstrasse 35 3000 Bern
(Kräuchi Eduard, Schermen 52, 3063 Ittigen)

Neue Bewilligungen

Gestützt auf die bis heute eingegangenen Anmeldungen um Erteilung einer Bewilligung für Hersteller besonderer Anlagen (vgl. Bull. SEV, Bd. 45 (1954), Nr. 2, S. 49) hat der VSE im Namen der Werke, die ihn dazu ermächtigt haben, bis heute an folgende Firmen eine Bewilligung erteilt:

In Klammer (...) steht jeweils der Name des verantwortlichen Leiters.

A Aufzugsanlagen
B Bühnenbeleuchtungsanlagen
C Strassenverkehrs-Signalanlagen
D Hochspannungs-Leuchtröhrenanlagen
E Montage-Bauten
F Verschiedene Anlagen

A Aufzugsanlagen

Habegger, Maschinenfabrik, Industriestrasse 2 3600 Thun
(Häni Werner, Länggasse 59A, 3600 Thun)

Henseler E., Neugasse 49/51 9000 St. Gallen
(Büsser Erwin, Sonnenhaldenstrasse 4c, 9008 St. Gallen)

Aufzüge Hans Schweizer 9116 Wolferswil
(Spadarotte Attilio, Talgartenstrasse 7, 8117 Fällanden)

Lifta AG, Via Bossi 30 6830 Chiasso
(Cerosa Sandro, Via Sotte Bisio, 6828 Balerna)

Teleluce SA, Via Industria 1 6901 Lugano
(Bernasconi Franz, 6883 Novazzano)

Altinbilek & Moser, Ascenseurs du Léman, 1260 Nyon
route des Tattes-d'Oies
(Altinbilek Mubittin, 1260 Nyon)

Maison Ascenseurs Service, Schmidt-Cerovaz, 1200 Genève
rue Petitot 2 (Cerovaz Aldo, rue Petitot 2, 1200 Genève)

C Strassenverkehrs-Signalanlagen

Aktiengesellschaft Kummler & Matter, 8048 Zürich
elektrische Unternehmungen, Hohlstrasse 176
(Diem Hans-Ulrich, Dunkelhölzlistrasse 16, 8048 Zürich)

Holder & Huber AG, Wehntalerstrasse 320 8046 Zürich
(Huber Kurt, Zürcherstrasse 66, 8102 Oberengstringen)

D Hochspannungs-Leuchtröhrenanlagen

Bosco Neonreklamen + Beleuchtungen, 6440 Brunen
Eisengasse 7
(Bosco Lando, Gersauerstrasse 28, 6440 Brunnen)

Neon Bächli 5712 Beinwil am See
(Bächli Heinz, 5712 Beinwil am See)

Neon Haller, Dorfstrasse 44/46 8102 Oberengstringen
(Haller Hans-Rudolf, Dorfstrasse 44, 8102 Oberengstringen)

E Montage-Bauten

Larsen & Nilsen Consultor SA, 1004 Lausanne
51, rue du Maupas
(Scherrer Willy, avenue Fraisse 4, 1000 Lausanne)

F Verschiedene Anlagen

ELTROMATIC AG, Im Stumpe 1, Reparaturen, 8180 Bülach
Änderungen, Revisionen und Neuinstallationen für Kieswerke, Frischbeton-, Aufbereitungs- und Industrieanlagen
(Sigrist Heinrich, Im Stumpe 1, 8180 Bülach)

FOCO Forster & Co., Weidenstrasse 2, 4147 Äsch
fahrbare Lagergestelle, UNIBLOC-FOCO
(Eisler Jan, Rheinstrasse 105, 4410 Liestal)