Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 72 (1954)

Heft: 14

Artikel: Übersicht und quantitative Schätzung der schweizerischen Wasserkräfte

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-61167

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: 13.07.2025

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

Bild 5 a zeigt drei typische Rammdiagramme, die mittels des «standard penetration test» (Normal-Ramm-Versuch) auf der Baustelle für ein Warenhaus, das eine Fläche von 122 auf 107 m einnimmt, erhalten wurden. Der Untergrund besteht aus feinem, gleichförmigem Sand äolischen Ursprungs, der in einer Tiefe von 6 m auf dichtgelagertem Kies ruht. Die kräftigen horizontalen Striche stellen den Bereich der Streuungen der N-Werte in verschiedenen Tiefen unter der Oberfläche dar. In Bild 5 b sind die Bohrlöcher, in welchen die Versuche vorgenommen wurden, mit kleinen Ringen bezeichnet. Für jedes dieser Bohrlöcher wurde der mittlere N-Wert über die ganze Tiefe ermittelt; die in Bild 5 b abgebildeten Kurven stellen die Linien gleicher mittlerer N-Werte dar. Da die Erfahrungen gelehrt haben, dass N-Werte unter 10 losen Sand andeuten, zeigt Bild 5, dass die Struktur des Sandes in unregelmässiger Weise zwischen locker und sehr locker wechselt. Wegen dieser Verhältnisse wurde beschlossen, die Fundamentplatten des Bauwerkes auf durch den Sand bis in den Kiesuntergrund gerammte Pfähle abzustellen. Durch eine sorgfältigere Untersuchung des Untergrundes, die die Durchführung von statischen Einpressversuchen erfordert hätte, wären nur die Kosten erhöht und die Bauarbeiten verzögert worden, ohne dass man zusätzliche Aufschlüsse von praktischer Bedeutung erhalten hätte, während die N-Werte, die als Grundlage für die Projektierung dienten, als Nebenprodukt der Probebohrungen erhalten wurden.

Im Jahre 1931 begann die bautechnische Versuchsanstalt der staatlichen Universität von Ohio mit der Entwicklung eines Verfahrens zur Baugrunduntersuchung für geplante Pfahlfundationen vermittelst dynamischer Eindringversuche, die mit einer Spitzensonde ausgeführt wurden. Oberhalb der Sohle der Fundamente, die von den Pfählen getragen werden müssen, wurde die Stange zum Zwecke der Ausschaltung der Mantelreibung oberhalb dieser Kote von einem stationären Rohr umgeben (Taylor 1935).

In der Schweiz wird seit vielen Jahren eine dynamische Rammsondiermethode verwendet zur Feststellung von Dichteprofilen von mächtigen Schneedecken an Hängen über Gebieten, die durch Lawinen gefährdet sind. Dieses Verfahren wurde auch den Zwecken der Bodenuntersuchungen angepasst (Haefeli 1944, Stump 1948). Gegenwärtig ist die Untersuchung von Baustellen, die über fluvioglazialen und glazialen Sedimenten gelegen sind, sein wichtigstes Anwendungsgebiet. Wegen der grossen Unregelmässigkeit der Lagerung solcher Ablagerungen müssen die Sondierungen in engen Zwischenräumen vorgenommen werden und die Zeit, die benötigt würde, um eine genügende Anzahl von Sondierungen nach der statischen Einpressmethode auszuführen, wäre unzulässig gross.

Die Auswertung der Rammprotokolle erfolgt im allgemeinen auf einer der bestehenden Pfahlformeln. Gegen alle diese Formeln bestehen aber ernsthafte Bedenken (Cummings 1940). Der Schlag auf das obere Ende der Rammsonde wird durch Druckwellen auf die Kegelspitze übertragen und der Einfluss dieses Vorganges auf die Wirksamkeit der Rammschläge kann bis jetzt noch nicht zuverlässig beurteilt werden. Deswegen erfordert die Auswertung der Rammresultate die Anwendung von halbempirischen Regeln, die aus dem Vergleich der Ergebnisse von statischen Einpressversuchen, Belastungsversuchen oder Setzungsbeobachtungen erhalten werden müssen. In diesem Zusammenhang dürfte es möglich sein, durch die Verwendung der kombinierten Druck-Ramm-Sonde, die von Haefeli in einer Abhandlung des ersten Bandes der Proceedings unseres gegenwärtigen Kongresses beschrieben ist, wertvolle Daten zu erhalten. Mit Hilfe dieser Druck-Ramm-Sonde können sowohl statische als auch dynamische Eindringversuche vorgenommen werden. Schluss folgt.

Übersicht und quantitative Schätzung der schweizerischen Wasserkräfte

DK 621.2

Die im Jahre 1924 als ständige internationale Organisation mit Zentralbureau in London gegründete Weltkraftkonferenz dient als Bindeglied zwischen den einzelnen Zweigen und Fachleuten der Kraft- und Brennstoffwirtschaft aller Länder wie auch zwischen den Ingenieuren einerseits und den Vertretern der Behörden, der Wissenschaft und der Volkswirtschaft anderseits. Die Hauptaufgabe der Weltkraftkonferenz ist, zu beraten, in welcher Weise die Wärme- und Kraftquellen der einzelnen Länder national und international nutzbar gemacht und rationell verwendet werden können. Auf Anregung des damaligen Präsidenten des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Dr. Ed. Tissot, Basel, wurde ein schweizerisches Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz gebildet mit dem doppelten Zweck, in unserem Lande das Interesse an den Bestrebungen der Weltkraftkonferenz zu fördern und eine rationelle Verwendung der Wasserkräfte und Brennstoffe für die Energieversorgung unter Berücksichtigung von nationalen und volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten anzustreben. Im Nationalkomitee sind die Industrie, die Energiewirtschaft, die Wissenschaft, Berufsverbände sowie die eidgenössischen Aemter für Wasser- und Elektrizitätswirtschaft vertreten. In richtiger Erkenntnis der Bedeutung einer rationellen Energiewirtschaft für die nationale Volkswirtschaft gründete der langjährige Präsident des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz, Direktor *E. Payot*, Basel, im Jahre 1947 ein Komitee für Energiefragen, in welchem namhafte Fachleute im allgemeinen Interesse ihre Kenntnisse und Erfahrungen ehrenamtlich einsetzen.

Die erste Aufgabe dieses Komitees bestand darin, die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen der verschiedenen Zweige der schweizerischen Energiewirtschaft zu ermitteln und zu prüfen, um zu grundsätzlichen Schlussfolgerungen und Empfehlungen zu gelangen. Das schweizerische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz ist heute in der Lage, die Ergebnisse dieser ersten Etappe der Arbeiten des Energiekomitees vorzulegen. Sie umfassen die folgenden vier Berichte, die je von einem besonderen Arbeitsausschuss aufgestellt worden sind: «Uebersicht und quantitative Schätzung der schweizerischen Wasserkräfte» von Prof. Dr. h. c. *E. Meyer-Peter*, Dr. h. c. *H. Eggenberger*, Dr. h. c. *A. Zwygart* und Dr. *A. Strickler*, «Die energiewirtschaftliche Bedeutung von Brennstoffimport und Brennstoffproduktion der Schweiz» von Prof. Dr. *P. Schläpfer*, Dr. *H. Deringer* und *Dr. E. Steiner*, «Uebersicht über den gesamten Energieverbrauch der Schweiz im heutigen Zeitpunkt und Schätzung des künftig zu erwartenden, gesamten Energiebedarfes» von Prof. Dr. *B. Bauer*, Dr. h. c. *H. Niesz* und Dr. *E. Steiner*, «Die Wärmepumpe im Energiehaushalt unseres Landes» von Prof. Dr. *B. Bauer* und Dir. *C. Seippel*.

Das Komitee für Energiefragen hat mit den vorliegenden Untersuchungen den ersten Teil seines Arbeitsprogrammes, die Beschaffung der Grundlagen, abgeschlossen. Es wird sich nun mit der Bearbeitung von Teilproblemen befassen, so vor allem mit einer eingehenden Untersuchung der Raumheizung, auf die ein bedeutender Teil des gesamten Verbrauches unseres Landes an Energieträgern entfällt. Es sollen unter Berücksichtigung der Kosten der verschiedenen Energieträger einerseits, der Kosten der verschiedenen Gebäudearten anderseits, die volkswirtschaftlich günstigsten Lösungen ermittelt werden.

Der erste der oben genannten Berichte ist in der Zeitschrift «Wasser- und Energiewirtschaft» vom November 1953 erschienen. Seine grundlegende Bedeutung veranlasst uns, über die wesentlichen Teile seines Inhaltes wie folgt zu berichten:

Der Arbeitsausschuss hat die Wasserkräfte der Schweiz in folgende Kategorien eingeteilt:

I. Am 1. Januar 1947 in Betrieb stehende Anlagen.

II. Seit dem 1. Januar 1947 neu in Betrieb gesetzte und seither in Bau genommene Kraftwerke.

III. Noch verfügbare Wasserkräfte, für die weitgehend abgeklärte Projekte vorliegen.

IV. Noch verfügbare Wasserkräfte, für die Projekte oder generelle Projektideen zwar vorliegen, die aber in technisch-wirtschaftlicher oder in rechtlicher und politischer Hinsicht (Konzessionsfrage) nicht vollständig abgeklärt sind. Hierher gehören auch jene einigermassen abgeklärten Projekte, deren voraussichtliche Gestehungskosten so hoch sind, dass eine Verwirklichung in absehbarer Zeit unwahrscheinlich ist.

Die Tabellen 1 und 2 orientieren über die Ausbauleistung, die Erzeugungsmöglichkeit und die Anlagekosten der Werke der Kategorien II und III, während in Tabelle 3 die selben Grössen ohne die Anlagekosten für alle Kategorien zusam-

Tabelle 1. Kraftwerke der Kategorie II

	Ausbau-leistung	Mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit Winter	Sommer	Jahr	Anlage-kosten
	kW	Mio kWh			Mio Fr.
1. *Speicherwerke*					
a) Seit 1. Oktober 1953 im Betrieb					
Plons-Mels	4 000	9	14	23	
Ritom, Erweiterung [1]	—	65	27	92	
Maggia I	202 000	358	436	794	
KWO [5]	206 000	315	230	545	
Rossens	48 000	97	103	200	
Barberine, Erweiterung	—	34	—	34	
Cleuson	—	60	—	60	
Salanfe	80 000	130	—	130	
Simplon [2]	48 000	87	164	251	
Châtelot [3]	15 000	28	22	50	
	603 000	1183	996	2179	775
b) Am 1. Okt. 1953 im Bau					
Marmorera [1]	50 000	145	71	216	
Mauvoisin	300 000	595	165	760	
Grande Dixence [4]	730 000	1400	200	1600	
	1 080 000	2140	436	2576	1435
Insgesamt Speicherwerke	1 683 000	3323	1432	4755	2210
2. *Laufwerke*					
c) Seit 1. Okt 1953 im Betrieb					
Russein	12 000	10	33	43	
Tiefencastel	25 000	47	93	140	
Rabiusa-Realta	25 000	28	87	115	
Calancasca	20 000	29	69	98	
Wassen	48 000	66	168	234	
Luchsingen II	2 500	4	9	13	
Fätschbach	15 000	19	54	73	
Massaboden, Erweitg.	—	6	11	17	
Aletsch	16 000	24	56	80	
Lavey, Mehrprodukt.	73 000	70	186	256	
Wildegg-Brugg	46 000	130	170	300	
	282 500	433	936	1369	198
d) Am 1. Okt. 1953 im Bau					
Birsfelden	52 800	162	200	362	
Rheinau [3]	20 000	57	70	127	
Ernen	28 000	61	114	175	
	100 800	280	384	664	306
Insges. Laufwerke	383 300	713	1320	2033	504
Insgesamt Kat. II	2 066 300	4036	2752	6788	2714

[1]) Einschl. Vermehrung der Erzeugung in schon bestehenden Anlagen.
[2]) Vollausbau.
[3]) Schweizerischer Anteil.
[4]) Etappenweise Bauausführung innert 15 Jahren (Vollausbau).
[5]) Kraftwerke Oberhasli, Werke Handeck II, Oberaar[1]), Gadmenzuleitung, Erweiterung des Werkes Innertkirchen.

mengestellt sind. Diese Tabellen beziehen sich auf sämtliche Werke, d. h. sowohl auf die Werke der allgemeinen Versorgung als auch auf jene der Bahnen und der Industrie. Die Werke der ersten beiden Kategorien sind unseren Lesern grösstenteils aus Werkbeschreibungen bekannt; über jene der dritten finden sich Angaben im Aufsatz von Dipl. Ing. *F. Kuntschen*, Direktor des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft, Bern: «Die Ausbaumöglichkeiten der schweizerischen Wasserkräfte» [1]).

Bei den Werken der Kategorie I beträgt die mittlere Erzeugungsfähigkeit im Winterhalbjahr (1. Okt. bis 31. März)

[1]) SBZ 1950, Nr. 40, 41 und 42.

Tabelle 2. Kraftwerke der Kategorie IIII*

	Ausbau-leistung	Mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit Winter	Sommer	Jahr	Anlage-kosten
	kW	Mio kWh			Mio Fr.
1. *Speicherwerke*					
Val di Lei-Hinterrhein [1], [2]	378 000	665	485	1150	
Zervreila-Rabiusa [2]	245 000	375	50	425	
Bergell	78 000	162	111	273	
Spöl-Unterengadin	272 000	603	693	1296	
Müstair	104 000	230	—	230	
Plessur I [3]	17 000	75	68	143	
Göscheneralp-Göschenen [2], [3]	126 000	227	196	423	
Lienne [2]	80 000	144	10	154	
Gougra-Navizence [2]	90 000	238	85	323	
Les Clées II [2]	21 000	24	21	45	
	1 411 000	2743	1719	4462	1741
2. *Laufwerke*					
Neubau Rheinfelden [4]	28 000	53	83	136	
Säckingen [1]	32 000	93	113	206	
Koblenz-Kadelburg [1]	20 000	58	72	130	
Schaffhausen [2]	17 000	52	59	111	
Baden (Kappelerhof II)	6 000	15	22	37	
Bisisthal	16 000	24	48	72	
Andermatt-Göschenen [2]	32 000	23	50	73	
	151 000	318	447	765	230
Insgesamt Kat. III		3061	2166	5227	1971

*) Die Werke Zervreila-Rabiusa, Les Cleés II, Lienne, Göscheneralp-Göschenen und Bisisthal sind bereits im Bau oder werden demnächst in Angriff genommen.
[1]) Schweizerischer Anteil.
[2]) Vermehrung der Erzeugung gegenüber schon bestehenden Werken.
[3]) Einschl. Vermehrung der Erzeugung in bestehenden, unterhalb gelegenen Werken.
[4]) Schweiz. Anteil der Vermehrung gegenüber bisheriger Erzeugung.

nur 45 %, im Sommer 55 % der jährlichen Erzeugungsfähigkeit, während die Bedarfsmengen von Winter und Sommer etwa im umgekehrten Verhältnis zueinander stehen. Um dieses Missverhältnis zu korrigieren, mussten im Ausbauprogramm für die neuen Werke die Speicherwerke stärker berücksichtigt werden. Tabelle 3 zeigt, wie sehr in allen folgenden Kategorien dieser Forderung entsprochen werden soll. Demnach verbessert sich das Verhältnis der verfügbaren Winterenergie zur verfügbaren Sommerenergie nach völligem Ausbau der Werke der Kategorie II auf 51 % Winterenergie zu 49 % Sommerenergie; nach Ausbau der Werke der Kategorie III sind 52,5 % Winterenergie und 47,5 % Sommerenergie verfügbar und im Endausbau (Kategorie IV) 53,3 % zu 46,7 %. Es ist leicht einzusehen, dass dies nur durch eine zielbewusste und grosszügige Planung möglich ist, bei der die verhältnismässig wenigen Möglichkeiten für den Bau von Grosspeichern in der denkbar besten Weise ausgenützt werden. Naturgemäss ergeben sich dadurch höhere Gestehungskosten für die erzeugte Energie.

Es werden folgende Energiekategorien unterschieden:

Winter-Werktag-Tagesenergie (Winter-Tagesenergie),

Winter-Nacht- und Wochenendenergie (Winter-Nachtenergie),

Sommer-Werktag-Tagesenergie (Sommer-Tagesenergie),

Sommer-Nacht- und Wochenendenergie (Sommer-Nachtenergie).

Bei den Werken der folgenden Kategorien erfolgte die Bestimmung der Anlagekosten und der Jahreskosten für die verschiedenen Energiekategorien nach den vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband herausgegebenen «Richtlinien für die vergleichende Beurteilung der relativen Wirtschaftlichkeit von Wasserkraft-Vorprojekten». Die Preise sind auf den Stand 1949/50 umgerechnet; der Ermittlung der Jahreskosten wurde ein Zinsfuss von 4 % zugrunde gelegt.

Tabelle 3. Hauptdaten der vier Werkkategorien

Kategorien	Art der Werke	Ausbauleistung kW	Mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit in Millionen kWh		
			Winter	Sommer	Jahr
I	Laufwerke	1188000	3050	4350	7400
	Speicherwerke	1068000	1630	1420	3050
	Total	2256000	4680	5770	10450
II	Laufwerke	383300	713	1320	2033
	Speicherwerke	1683000	3323	1432	4755
	Total	2066300	4036	2752	6788
III	Laufwerke	151000	318	447	765
	Speicherwerke	1411000	2743	1719	4462
	Total	1562000	3061	2166	5227
IV	Laufwerke	400000	938	1276	2214
	Speicherwerke	1350000	2468	1318	3786
	Total	1750000	3406	2594	6000
I + II	in Betrieb/Bau	4322300	8716	8522	17238
I+II+III	abgeklärt	5884300	11777	10688	22465
I bis IV	Endausbau	7634300	15183	13282	28465

Die Werktag-Tagesenergie bezieht sich mit Ausnahme der Bahnwerke an 5½ Werktagen jeder Woche im Winter auf je 13 Stunden, im Sommer auf je 10 Stunden. In dieser Zeit treten die ausgesprochen hohen Leistungen auf. Pro Winterhalbjahr (1. Oktober bis 31. März) ergeben sich somit 1860 Werktag-Tagesstunden und 2520 Nacht- und Wochenendstunden, pro Sommerhalbjahr sind es 1440 bzw. 2940 Stunden.

In einigen Punkten wichen die Bearbeiter von den Richtlinien ab, weil das umfangreiche Material nicht zur Verfügung stand, das für eine solche Bearbeitung nötig gewesen wäre. So musste z. B. auf die monatsweise Unterteilung der Energieproduktion verzichtet werden; sie konnte nur semesterweise durchgeführt werden. Damit musste an Stelle des «Bewertungsquotienten» (Marktwert der Jahresenergie/Jahreskosten) ein vereinfachter Masstab für die Wirtschaftlichkeit angewendet werden, um so mehr, als bei verschiedenen Projekten nur die Erzeugungsfähigkeit im Durchschnittsjahr, nicht aber jene in einem wasserarmen Jahr bekannt war. Nimmt man an, die gesamte Erzeugung in einem Durchschnittsjahr bestehe aus 85 % minimaler Erzeugung und 15 % Mehrerzeugung, so ergeben sich aus den «Richtlinien» (Bewertungstabelle S. 19) für die verschiedenen Energiekategorien folgende Marktwerte loco Konsumgebiet: Winter-Tagesenergie 4,08 Rp./kWh (100 %), Winter-Nachtenergie 2,53 Rp./kWh (62 %), Sommer-Tagesenergie 2,40 Rp./kWh (59 %), Sommer-Nachtenergie 1,09 Rp./kWh (27 %). Beim Gebrauch dieser Zahlen ist allerdings zu berücksichtigen, dass kein eigentlicher Energiemarkt mit einer preisbildenden Funktion besteht und dass diese Bewertungszahlen neuen Verhältnissen angepasst werden müssen, wenn in der schweizerischen Energieversorgung von der Angebot- oder Nachfrageseite aus sich tiefgreifende Verschiebungen ergeben sollten, wie sie z. B. bei Inbetriebsetzung grosser neuer Produktionsanlagen oder durch die Entwicklung der Kohlen- und Oelpreise vorkommen können.

Für die Projekte, bei denen die Sommerenergie die Winterenergie übersteigt, muss nach den «Richtlinien» für den Wert der Sommerenergie ein Reduktionsfaktor f eingesetzt werden. Dieser beträgt bei einem Verhältnis der Sommer- zur Winterenergie von 1,5 $f = 0{,}93$, von 2 $f = 0{,}90$, von 2,5 $f =$ 082 und von 3 $f = 073$. Die Marktwert-Verhältniszahlen müssen dann mit diesem Faktor multipliziert werden. Weiter sind die Jahreskosten ab Kraftwerk um die Beträge erhöht worden, die den Uebertragungskosten bis zum Konsumgebiet entsprechen (S. 14 der «Richtlinien»).

Die vom Arbeitsausschuss gewählte vereinfachte Methode zur Ermittlung der Gestehungskosten lässt sich anwenden, wenn nur die Gestehungskosten der Winter-Tagesenergie und der Sommer-Tagesenergie bekannt sind. Die Gestehungskosten für Nachtenergie können daraus berechnet werden. Sie sind z. B. für die Frage der Warmwasserbereitung in Boilern wichtig. Dagegen erscheinen bei dieser Methode Werke, bei denen die Erzeugungsmöglichkeit auch in trockenen Jahren voll vorhanden ist (die also z. B. hauptsächlich Gletscherwasser verarbeiten), zu ungünstig gegenüber solchen mit starkem Produstionsrückgang in trockenen Jahren. Für spezielle Untersuchungen von Teilproblemen könnte es daher angezeigt erscheinen, eine genauere Methode mit Unterscheidung von acht Energiekategorien einzuführen.

Tabelle 4. Werke der Kategorien II und III, Produktion und Gestehungskosten der vier Energiekategorien

Werke der Kategorie II	Produktion in Mio kWh			
	Winter-Tag	Winter-Nacht	Sommer-Tag	Sommer-Nacht
Speicherwerke	3228	95	1050	382
Laufwerke	459	254	478	842
Total Kategorie II	3687	349	1528	1224
Energiegestehungskosten in Rp./kWh				
Speicherwerke	3,4 bis 4,9	2,1 bis 3,0	2,0 bis 2,8	0,9 bis 1,3
Mittel[1])	4,4	2,7	2,6	1,2
Laufwerke	2,3 bis 5,4	1,6 bis 3,4	1,3 bis 3,2	0,6 bis 1,5
Mittel[1])	3,9	2,4	2,3	1,0
Mittel aller Werke[1])	4,4	2,6	2,5	1,1
Werke der Kategorie III	**Produktion in Mio kWh**			
Speicherwerke	2511	232	1359	360
Laufwerke	155	163	163	284
Total Kategorie III	2666	395	1522	644
Energiegestehungskosten in Rp./kWh				
Speicherwerke	3,1 bis 5,0	2,1 bis 3,1	1,9 bis 3,0	1,0 bis 1,3
Mittel[1])	4,1	2,5	2,4	1,1
Laufwerke	3,7 bis 6,2	2,3 bis 3,8	2,2 bis 3,7	1,0 bis 1,7
Mittel[1])	4,4	2,8	2,6	1,2
Mittel aller Werke[1])	4,1	2,6	2,4	1,1
Werke Kategorie I	2,8	1,8	1,6	0,7

[1]) Ungefähre gewogene Mittel in Oberspannung loco Konsumgebiet

Tabelle 4 orientiert über die Produktion und die Gestehungskosten der vier Energiekategorien bei den Werken der Kategorien II und III. Zum Vergleich sind in der untersten Zeile die ungefähren Gestehungskosten der Energie aus den am 1. Januar 1947 in Betrieb stehenden Kraftwerken der allgemeinen Versorgung angeführt. Die wirklichen Gestehungskosten der einzelnen Werke weichen von diesen ungefähren Mittelwerten z. T. beträchtlich ab. Immerhin ist festzustellen, dass die Gestehungskosten der Kraftwerke der Kategorie II um rd. 55 % über den Vergleichszahlen des Jahres 1947 liegen.

Wie aus Tabelle 4 hervorgeht sind die Werke der Kategorie III in ihrer Gesamtheit denen der Kategorie II ungefähr gleichwertig, wenn man sie auf Grund der heutigen Marktverhältnisse untersucht. Beide Kategorien ergeben eine beträchtliche Verschiebung der Produktionsanteile zugunsten der höherwertigen Energiequalitäten, d. h. zugunsten der Tagesenergie und der Winterenergie. Ausserdem bedeutet der höhere Anteil an Speicherenergie eine weitere Qualitätsverbesserung, da diese Energie im Gegensatz zur Laufwerkenergie der selben Kategorie beliebig eingesetzt werden kann. Nach den Schlussergebnissen des Ausschusses wird bei normaler Wirtschaftslage die Energie aus den Werken der Kategorie II (Zuwachs 6788 Mio kWh) voraussichtlich bis zum Jahre 1964 den Inlandbedarf (ohne Elektrokessel) decken.

Eine weitere Verbesserung der Disponibilitäten ergibt sich durch den bessern Ausgleich zwischen sehr trockenen und mittleren Jahren, der dank den zahlreicheren Speicherwerken zu erwarten ist. In den wasserärmsten Winterhalbjahren der letzten elf Jahre, nämlich 1941/42, 1948/49 und 1949/50 betrug der Produktionsausfall bezogen auf die mittlere Produktionsmöglichkeit 14 bzw. 16 bzw. 21 %. Demgegenüber darf

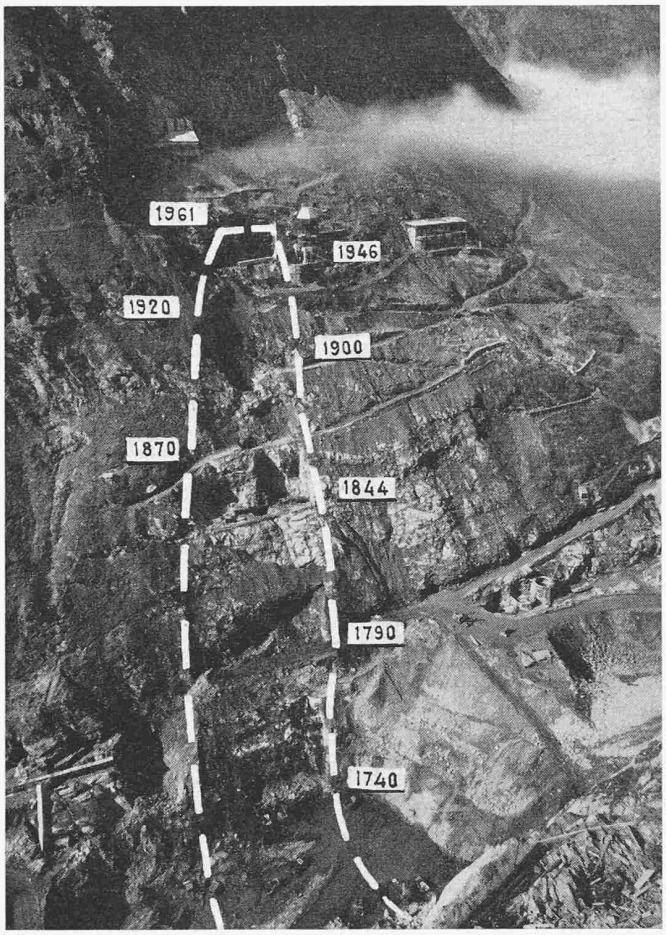

Bild 1. Linke Flanke. Stufenweiser Abbau des Fundamentes. Auf der oberen Bildhälfte von links nach rechts: Kabelkranwindenhaus, Betonturm, Zementsilos.

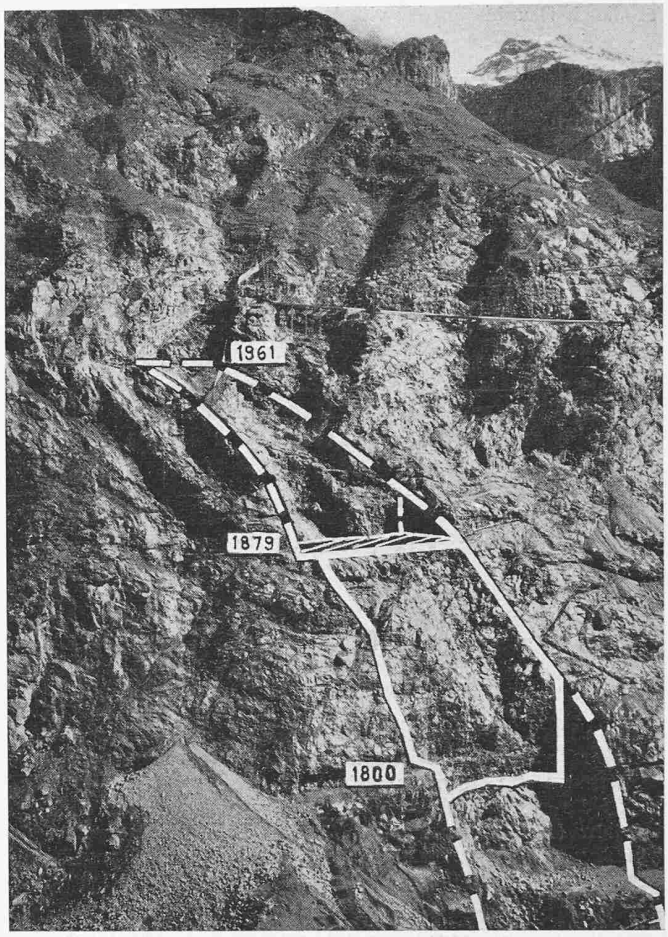

Bild 2. Rechte Flanke des Staumauerfundamentes, am Fusse des Mont Pleureur. Zone der Grossprengung in der untern Bildhälfte. Die Streiflöcher der Versuchssprengung sind sichtbar.

angenommen werden, dass der Rückgang der in allen Wasserkraftwerken zusammen erzeugbaren Energie nach Erstellen der Werke der Kategorie II in wasserarmen Wintern nicht mehr als 13 % der mittleren Winterverfügbarkeit betragen wird. In einem sehr trockenen Sommer rechnet der Ausschuss mit einem entsprechenden Rückgang um 20 %. Die Minimalenergie der Werke der Kategorie II, die auch bei grösster Trockenheit noch zur Verfügung stehen wird, beträgt demnach im Winter $0{,}87 \cdot 4036 = 3511$ Mio kWh und im Sommer $0{,}8 \cdot 2752 = 2202$ Mio kWh.

Die in einem Durchschnittsjahr über die Minimalenergie verfügbare «Mehrenergie» beträgt im Winterhalbjahr etwa 525 Mio kWh und im Sommerhalbjahr etwa 550 Mio kWh. Sie wird zur Dampfkesselheizung, für elektrochemische und elektrothermische Zwecke und für die Ausfuhr verwendet. In den Jahren 1944/45 bis 1948/49 wurden für Dampfkesselheizung im Mittel im Winterhalbjahr 290 Mio kWh, im Sommerhalbjahr 770 Mio kWh verwendet.

In den Tabellen 1 bis 4 kommt die Vermehrung der Wintererzeugung der Niederdruckanlagen im Mittelland nicht zum Ausdruck, die sich dank der grossen Speicherwerke ergeben wird und der nur ein geringer Rückgang an Sommerenergie gegenübersteht. Durch diesen Ausgleich werden überdies manche Flusstrecken des Mittellandes ausbauwürdig, was jetzt noch nicht der Fall ist. Weiter ist anzunehmen, dass dank der Weiterentwicklung der Bau- und Maschinentechnik einzelne Werke der Kategorie IV mit wirtschaftlich tragbarem Aufwand auf grössere Produktionsmöglichkeit ausgebaut werden können, als dies heute vorauszusehen ist. Es können auch entlegene Einzugsgebiete an bestehende oder neue Werke angeschlossen und so genutzt werden. Schliesslich ist an die Erneuerung bestehender Werke zu denken, die meistens mit einer erheblichen Mehrerzeugung verbunden ist. Die im Endausbau aller schweizerischen Wasserkräfte zu erwartende mittlere Energieproduktion von rd. 28,5 Mio kWh dürfte daher ohne Zweifel erreichbar sein.

Gross-Sprengung für das Fundament der Staumauer Mauvoisin

DK 624.152.5

Von Ing. **A. Bernold**, Association des Entrepreneurs du Barrage de Mauvoisin (SA. Conrad Zschokke, Bless & Co., Locher & Cie., Losinger & Co. AG., Emile Maret, Schafir & Mugglin AG., M. Vaudan)

Allgemeines

Beim Bau von Bogenstaumauern, deren Widerlager stark in die Talflanken eingeschnitten werden, sind meistens beträchtliche Felsausbrüche zu bewältigen, welche den Bautermin massgebend beeinflussen. Wenn die Installationen für die Kiesgewinnung und Aufbereitung und für das Anmachen und Einbringen des Betons betriebsbereit sind, muss der gesamte Aushub beendet sein. Er wird gewöhnlich von verschiedenen Terrassen aus im Steinbruchverfahren ausgeführt, mit seitlichem Abtransport des Schuttmaterials. Bei steilen Flanken kommen sogenannte Rollöcher zur Anwendung, das sind Schrägschächte, durch die der Felsschutt hinunterrutscht, am unteren Ende entnommen und zur Deponie geführt wird.

Der Felsaushub für die 237 m hohe Bogenstaumauer in Mauvoisin (siehe SBZ 1953, Nr. 11, S. 153) beträgt 450 000 m³, wobei an den beiden steilen Flanken 420 000 m³ wegzusprengen sind. Im Frühjahr 1953 zeigte sich die Unmöglichkeit, die grosse Felskubatur mit den bekannten Abbaumethoden während der Installationszeit wegzuschaffen. Insbesondere musste man unbedingt auch dem häufigen Steinschlag ausweichen, der beim terrassenweisen Arbeiten leider unvermeidlich ist und die Arbeiter ständig gefährdet.

Aus diesen Gründen wurde auf der Baustelle Mauvoisin ein neues Sprengverfahren entwickelt. An der rechten Flanke der Staumauer ist ein Paket gewachsenen Felsens von rund 100 m Höhe, 50 m Breite und 20 m Tiefe auf einmal herausgesprengt worden. Es handelte sich hiebei um Kalkphyllit, einen stark quarzhaltigen Kalkschiefer.