**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 50 (1958)

**Heft:** 1-2

**Artikel:** Schweizerische Energiewirtschaft und heutiger Stand im Ausbau der Wasserkräfte

**Autor:** Töndury, G.A.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-921889

**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:** 25.12.2025

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

# WASSER- UND ENERGIEWIRTSCHAFT, WASSERBAU

## Schweizerische Energiewirtschaft und heutiger Stand im Ausbau der Wasserkräfte

*G. A. Töndury*, dipl. Ing., Zürich

Unser Land zählt heute etwa 5 Millionen Einwohner und gehört zu den am dichtesten bevölkerten Ländern Europas; die Bevölkerungszahl ist zudem — wie fast überall — in ständigem Steigen begriffen. Immer mehr Kulturland muß dem raschen Wachstum der Städte und Ortschaften und dem sich stets weiter ausdehnenden Verkehrsnetz geopfert werden; man denke beispielsweise nur an den zukünftigen Ausbau der geplanten Autobahnen. So ist es nicht verwunderlich, daß der Anteil der unsere Bevölkerung ernährenden Landwirtschaft an der gesamten Volkswirtschaft unseres Landes in stetem Abnehmen begriffen ist. Unsere Lebensbedürfnisse mit der ausgeprägten Tendenz zunehmenden Komforts müssen immer mehr durch Einfuhren aus dem Ausland befriedigt werden, und diese müssen durch eine stets steigende Ausfuhr und durch die Devisen des unsichtbaren Exports — des Fremdenverkehrs — gedeckt werden, um eine gesunde Handelsbilanz zu erhalten. Als Ausfuhrprodukte kommen aber infolge der Beschaffenheit unseres Landes und des fast vollständigen Fehlens wichtiger Rohstoffe, die ebenfalls importiert werden müssen, größtenteils nur Industrieerzeugnisse in Frage. Daher hat sich die Schweiz seit Jahrzehnten notgedrungen zu einem stark industrialisierten Land entwickelt, und diese Entwicklung schreitet unentwegt weiter. Die starke Industrialisierung erfordert aber große Energiemengen, wobei wir auch hierfür leider allzustark von der Einfuhr aus dem Ausland abhängig sind. Die Entwicklung des

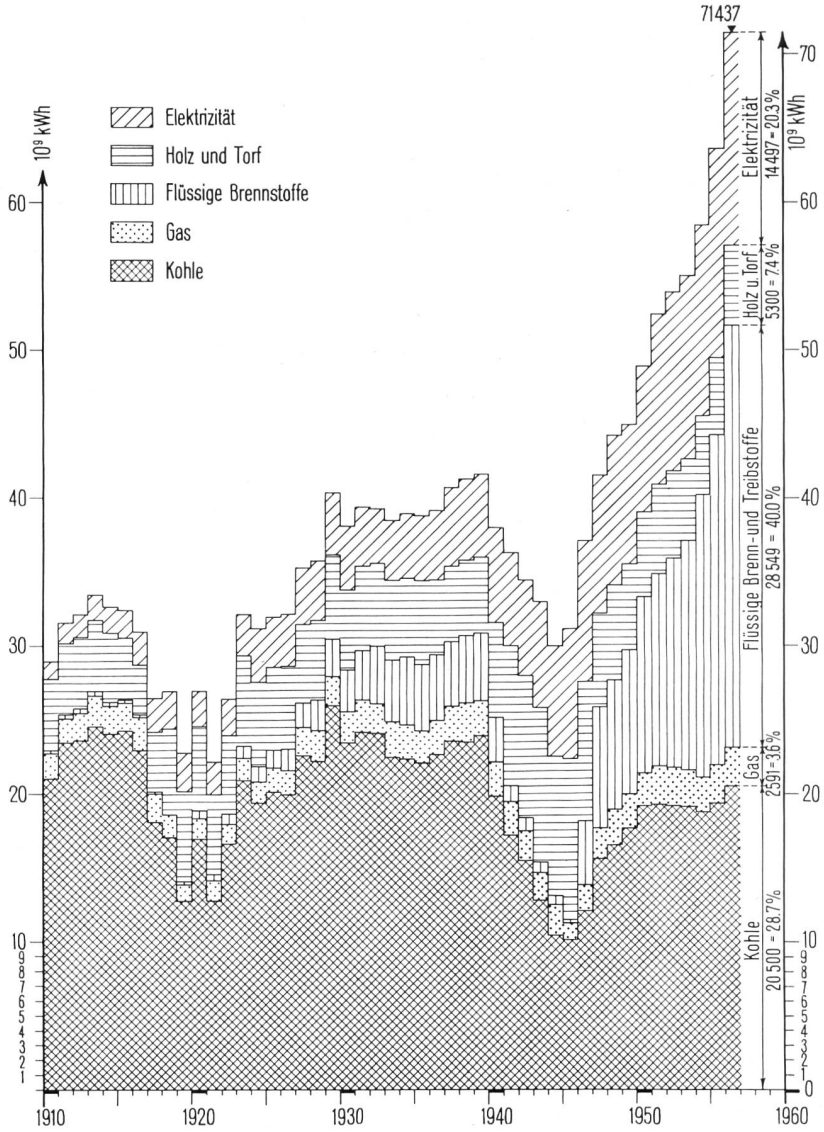


Bild 1 Entwicklung des gesamten Rohenergieverbrauches der Schweiz 1910—1956 (nach Studien des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz, ergänzt durch Angaben von W. Schrof, Baden).

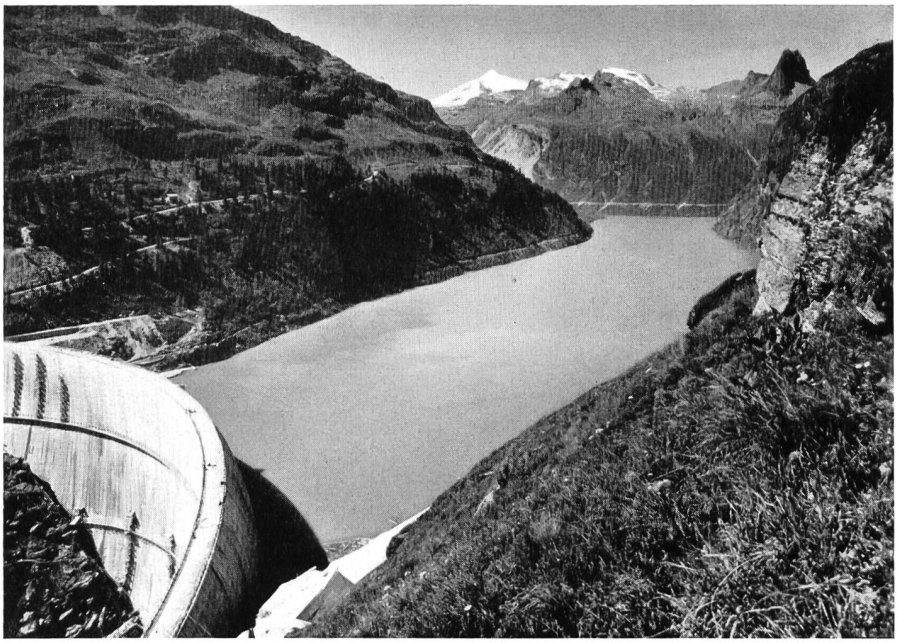

Bild 2 STAUMAUER ZERVREILA* (Photo Hans Rostetter, Ilanz, 30. Juli 1957) der Kraftwerke Zervreila AG, Vals, für den Stausee Zervreila von 100 Mio m³ bzw. 244 Mio kWh nutzbarem Speicherinhalt. Stauziel 1862 m ü. M. Gewölbestaumauer in Beton; größte Höhe über Fundament 151 m, Länge auf Kronenhöhe 488 m. Beginn der Installationsarbeiten: August 1953, Beginn der Betonierarbeiten: Mai 1955, Beendigung der Betonierarbeiten: Oktober 1956, totale Staumauerkubatur: 625 624 m³, Betonier-Spitzenleistungen: pro Tag 5191 m³ (August 1956), pro Monat: 96 273 m³ (Juli 1956), höchster Personalbestand bei der Staumauer: 497 Arbeiter und 34 Angestellte (Juli 1956).

Projekt und Bauleitung: Motor-Columbus AG, Baden.
Bauausführung: Arbeitsgemeinschaft Staumauer Zervreila (AG Heinrich Hatt-Haller, Zürich; Schafir & Mugglin AG, Zürich; Bauunternehmung Zervreila, Chur; Rätus AG, Chur).

* Nähere Beschreibung siehe WEW 1954, S. 41/51; 1956, S. 170/177.

gesamten *Roh*-Energieverbrauches der Schweiz von 1910 bis 1956 ist aus Bild 1 ersichtlich, und hier zeichnet sich die seit 1946 andauernde Hochkonjunktur sehr ausgeprägt ab. Vergleichen wir die diesbezüglichen Verhältnisse des letzten Vorkriegsjahres 1938 mit dem Jahre 1945 (stark beschränkte Einfuhrmöglichkeiten) und dem Jahre 1956, so sehen wir die sehr augenfälligen Verschiebungen sehr deutlich (Tabelle 1).

Besonders auffällig ist die enorme Steigerung im *Verbrauch flüssiger Brenn- und Treibstoffe*, hervorgerufen vor allem durch die starke Motorisierung im Verkehr und die weitverbreitete Verwendung von Öl für Heizzwecke. Der Rohenergie-Verbrauch ist hier von 1938 bis 1956 von 4,5 auf 28,5 Mrd kWh auf mehr als das sechsfache angestiegen, und der Anteil am Gesamtenergieverbrauch des Landes hat von rund 10% auf 40% zugenommen; damit nehmen die flüssigen Brenn- und Treibstoffe seit kurzem die erste Stelle der Energieträger ein. Der Bedarf an *Elektrizität* ist im gleichen Zeitraum von 5,5 auf 14,5 Mrd kWh auf mehr als das zweieinhalbfache gestiegen; der Anteil an der gesamten Energiedeckung ist von 13,4 auf 20,3% angewachsen. Der Bedarf an *Kohle* ist um etwa 13% zurückgegangen, der Anteil am gesamten Rohenergiebedarf ist aber allerdings auf die Hälfte gefallen (von 57,2% auf 28,7%). Mengenmäßig stationär ist der Bedarf an Holz und Torf

*Rohenergie-Verbrauch der Schweiz* **Tabelle 1**

| Energieträger | Inländischer Rohenergieverbrauch umgerechnet in Milliarden Kilowattstunden (Mrd. kWh) | | |
|---|---|---|---|
| | 1938 | 1945 | 1956 |
| Kohle | 23,612 = 57,2% | 10,107 = 32,4% | 20,500 = 28,7% |
| Gas | 2,650 = 6,4% | 1,109 = 3,6% | 2,591 = 3,6% |
| Flüssige Brenn- und Treibstoffe | 4,506 = 10,8% | 349 = 1,1% | 28,549 = 40,0%[1] |
| Elektrizität | 5,506 = 13,4% | 8,771 = 28,1% | 14,497 = 20,3% |
| Holz und Torf | 5,038 = 12,2% | 10,870 = 34,8% | 5,300 = 7,4% |
| | 41,312 = 100,0% | 31,206 = 100,0% | 71,437 = 100,0% |
| Index Rohenergieverbrauch | 100 | 75 | 173 |

[1] Hier sind vermutlich Reserven beim Verbraucher enthalten!

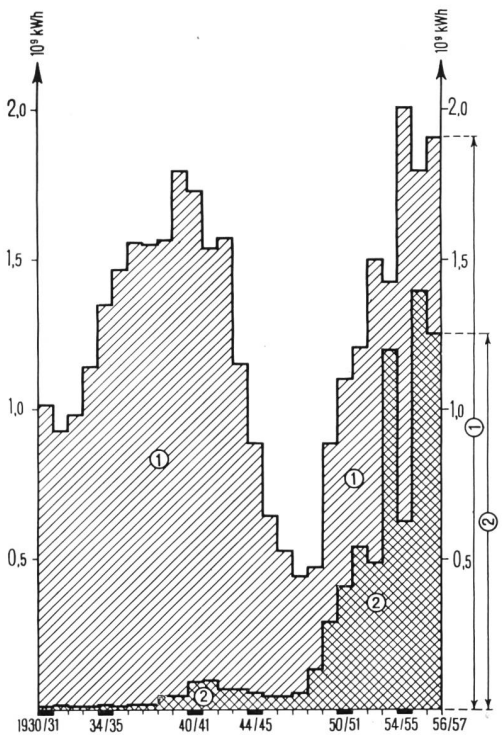


Bild 3 Entwicklung von Energieausfuhr und Energieeinfuhr von 1930/31 bis 1956/57 (nach Erhebungen des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft, Bern).

Legende: ① Energieausfuhr ② Energieeinfuhr

sowie an Gas geblieben, wobei die große Bedeutung von Holz und Torf im Mangeljahr 1945 ersichtlich ist (35% statt heute 7,4%).

Betrachten wir die Verhältnisse im Jahre 1956, so müssen wir feststellen, daß mehr als 70% unseres Rohenergiebedarfs von Einfuhren aus dem Ausland abhängig sind, da wir bis heute in unserem Lande kein Öl ausbeuten und praktisch auch keine abbauwürdige Kohle besitzen. Wie unangenehm und gefährlich eine so starke Auslandsabhängigkeit für die Deckung des Energiebedarfs und damit für eine ungestörte Aufrechterhaltung unserer Lebensgewohnheiten und ungeschmälerte Inganghaltung unserer Industrie, unseres Gewerbes und des Verkehrs sein kann, erwies sich schlagartig Ende 1956 anläßlich der Suezkrise.

Nachdem in unseren Nachbarländern im Verlaufe der letzten Jahre und Jahrzehnte abbauwürdige *Öl- und Erdgasvorkommen* entdeckt wurden, ist man nun in letzter Zeit auch bei uns daran gegangen, mit größeren finanziellen Mitteln gewisse Regionen unseres Landes nach Erdöl- und Erdgasvorkommen zu erforschen. Zur Gewährleistung rationeller und systematischer Untersuchungen größerer Gebiete sind interkantonale Konkordate gebildet worden oder in Bildung begriffen. Anfangs 1957 wurde im Rahmen des ostschweizerischen Konkordates auch schon eine erste Aktiengesellschaft für schweizerisches Erdöl (SEAG, St. Gallen) gegründet. Die nahe Zukunft wird zeigen, ob wir auf diesem Sektor mit einer gewissen Entlastung in unserer Energieabhängigkeit vom Ausland und in der Deckung unseres Energiebedarfs überhaupt werden rechnen können.

Bis heute besitzen wir aber nur einen wichtigen, eigenen Rohstoff für die Energieversorgung — die *Wasserkraft*. Unser *Elektrizitätsbedarf* wird — im Gegensatz zu Ländern mit eigenen Kohle- und Ölvorkommen — fast

Bild 4 Entwicklung des Energieabsatzes im *Winterhalbjahr* (1. Oktober bis 31. März).

Legende:

① Tatsächliche Produktion aus Wasserkraft; mittlere Zunahme pro Jahr: 4,2% (Durchschnitt der Winterhalbjahre 1940/41 bis 1954/55) bzw. 11,1% (Durchschnitt 1950/51 bis 1954/55).

② Mittlere mögliche Energieproduktion.

③ Energieproduktionsmöglichkeit mit den am 1. Januar 1956 im Bau stehenden Anlagen:
a) für einen Winter durchschnittlicher Wasserführung;
b) für einen trockenen Winter (—15%);
c) für einen nassen Winter (+ 15%).

④ Winter-Bedarfskurve für jährliche Zunahme um 4,2% (Durchschnitt 1940/41—1954/55).

⑤ Winter-Bedarfskurve für jährliche Zunahme um 5%.

⑥ Zeitspanne der Inbetriebnahme der am 1. Januar 1956 im Bau stehenden Anlagen.

⑦ Perioden behördlich verfügter Einschränkungen im Energieverbrauch.

Der tatsächliche totale Inlandverbrauch erreichte im Winter 1955/56 rund 6,85 Mrd kWh und im Winter 1956/57 rund 7,4 Mrd kWh; die Erzeugung aus schweizerischen Wasserkraftanlagen ① erreichte im Winter 1955/56 rund 5,9 Mrd kWh, im Winter 1956/57 rund 6,8 Mrd kWh.

(Cliché aus «Wasserkraftnutzung und Energiewirtschaft der Schweiz», Verbandsschrift Nr. 33 des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes.)

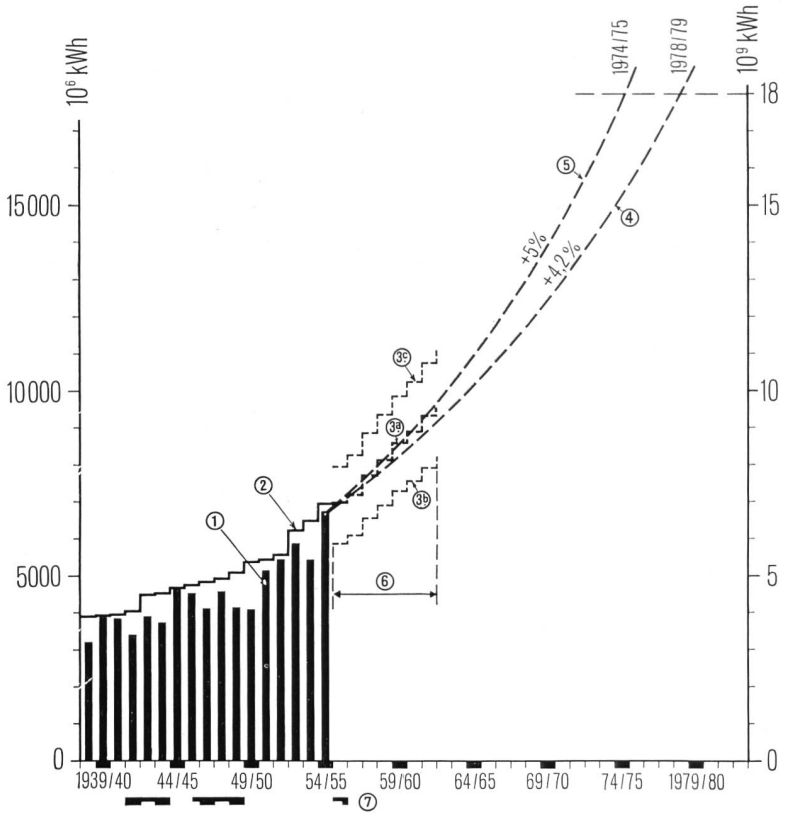

Bild 5 STAUMAUER MOIRY * der Forces Motrices de la Gougra S. A., Sierre, für den Lac de Moiry von 72 Mio m³ bzw. 256 Mio kWh nutzbarem Speicherinhalt; Stauziel 2246 m ü. M.; Gewölbestaumauer in Beton; größte Höhe über Fundament 145 m, Länge auf Kronenhöhe 610 m. Beginn der Installationsarbeiten: Mai 1954, Beginn der Betonierarbeiten: Mai 1956, Beendigung der Betonierarbeiten: November 1957, totale Staumauerkubatur: rund 810 000 m³; Betonier-Spitzenleistungen: pro Tag 4670 m³ (Juli 1957), pro Monat rund 103 000 m³ (Juli 1957). Höchster Personalbestand bei der Staumauer: 469 Arbeiter und 91 Angestellte (Juli 1957).

Projekt und Bauleitung: Prof. Dr. h. c. A. Stucky, ing. cons., Lausanne, und Motor-Columbus AG, Baden.
Bauausführung: Consortium du barrage de Moiry (S. A. Conrad Zschokke, Genève/Zürich; Locher & Cie., Zürich; Losinger & Co., AG, Bern; Tiefbau AG, Siders).

NB. Die Staumauer wird gegenüber dem ursprünglichen Projekt, im Jahre 1958 noch um 3 m erhöht werden, wodurch eine Stauraumvergrößerung um etwa 5 Mio m³ bzw. etwa 20 Mio kWh erzielt wird.

* Nähere Beschreibung siehe WEW 1955, S. 157/164 ;1956, S. 230/240, 286/289.

vollständig aus Wasserkraftwerken gedeckt; doch auch hier zeichnet sich seit einigen Jahren wegen des rapiden Anwachsens des Bedarfes an *elektrischer Energie*, der trotz äußersten Anstrengungen im Ausbau unserer Wasserkräfte in trockenen Jahren nicht gedeckt werden kann, eine zunehmende und unliebsame Auslandsabhängigkeit ab. Die Verhältnisse über Ausfuhr und Einfuhr elektrischer Energie von 1930/31 bis 1956/57 gehen aus Bild 3 hervor, wobei festzuhalten ist, daß seit dem Zweiten Weltkrieg die Ausfuhr elektrischer Energie vor allem auf das wasserreiche Sommerhalbjahr fällt, während uns die Einfuhr — zum Teil im Austausch mit exportierter Sommerenergie — vornehmlich im energiehungrigen Winterhalbjahr zugutekommt. Die Energieeinfuhr spielt eigentlich erst seit 1950 eine Rolle. Seit einiger Zeit müssen wir aber leider vermehrt ungewohnt lange Trokkenperioden im Winterhalbjahr konstatieren; da unsere Elektrizitätserzeugung im Winter aber immer noch zum größeren Teil von Laufwerken gedeckt wird, deren Erzeugung direkt von der jeweiligen Wasserführung der Flüsse abhängig ist, können wir trotz intensivem Energie-Austausch unter den schweizerischen Energieproduzenten in arge Engpässe der Landesversorgung geraten, die nur durch die bis heute unbedeutende eigene thermische Energieerzeugung, vor allem aber durch bedeutende Einfuhr elektrischer Energie überbrückt werden können. Während der ersten drei Wintermonate 1957/58 erreichte die Einfuhr beispielsweise 15 bis 20% des Bedarfs an elektrischer Energie! Da aber auch die uns umgebenden und in nicht zu großer Distanz gelegenen Länder mit ähnlichen Verhältnissen und Schwierigkeiten auf dem Energiesektor zu rechnen haben, wird eine solche Energiequelle auf absehbare Zeit immer prekär bleiben, oder sich zumindest kostenmäßig für uns sehr nachteilig auswirken.

Die seit 1938/39 eingetretene Entwicklung des Absatzes elektrischer Energie im Winterhalbjahr und die Entwicklungstendenzen für die nächsten 15 bis 20 Jahre sind aus Bild 4 ersichtlich. Mengenmäßig bedeutend ist die Spanne zwischen der Erzeugungsmöglichkeit unserer Wasserkraftanlagen in Wintern durchschnittlicher Wasserführung und trockenen bzw. nassen Wintern; sie erreicht heute im Winterhalbjahr etwa je eine Mrd kWh nach unten bzw. nach oben (siehe Bild 4, Treppenlinien 3a, 3b, 3c).

Bekanntlich sind seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges außerordentliche Anstrengungen im Ausbau unserer Wasserkräfte gemacht worden, die seit Jahren wohl das äußerst mögliche Ausmaß erreichen — sind doch die Möglichkeiten nicht unerschöpflich und gewisse natürliche Grenzen gegeben durch die Kapazität der Projektierungsbureaux, die Anwerbung genügender Arbeitskräfte — heute sind auf unseren Kraftwerkbaustellen die ausländischen Arbeiter in der Mehrzahl —, Pro-

*Produktionskapazität der Wasserkraftanlagen* **Tabelle 2**

| Ende Jahr | Maximale Leistung ab Generator in MW | Mögliche mittlere Energieerzeugung ab Generator in GWh (Mio kWh) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Winter 1. Okt. – 31. März | Sommer 1. April – 30. Sept. | Jahr |
| 1938 | 1965 | 3900 (44,8%) | 4810 (55,2%) | 8 710 (100%) |
| 1945 | 2429 | 4325 (44,0%) | 5520 (56,0%) | 9 845 (100%) |
| 1950 | 2797 | 5397 (43,7%) | 6996 (56,3%) | 12 393 (100%) |
| 1955 | 3513 | 6969 (45,7%) | 8281 (54,3%) | 15 250 (100%) |
| 1956 | 3875 | 7212 (45,1%) | 8780 (54,9%) | 15 992 (100%) |
| 1957 | 4183 | 7750 (46,2%) | 8922 (53,8%) | 16 672 (100%) |
| *Zuwachs* bis Ende 1962 (im Bau stehende Anlagen) | 3067 | 4440 (59,2%) | 3070 (40,8%) | 7510 (100%) |
| Total Ende 1962 (geschätzt) | 7250 | 12 190 (50,5%) | 11 992 (49,5%) | 24 182 (100%) |

duktionskapazität unserer Industrien und Verkehrsträger, u. a. m. Bot die Finanzierung der sehr kapitalintensiven Kraftwerkbauten bis vor etwa Jahresfrist kaum etwelche Schwierigkeiten, so sind seither durch die sehr empfindliche Kapitalverteuerung innert kurzer Frist auch auf diesem Sektor leider hemmende und begrenzende Faktoren in Erscheinung getreten; der Zinssatz für Obligationen ist innerhalb von nur zwei Jahren von 3% (tiefster Stand 2¾% im Jahre 1954) um 50% auf heute 4½% gestiegen, was eine empfindliche Verteuerung der elektrischen Energie bewirken wird, ist doch erechnet worden, daß eine Erhöhung des Zinssatzes um 1% eine Verteuerung der Energie um rund 10 bis 15% auslösen werde. Die Entwicklung der Produktionskapazität elektrischer Energie seit 1938 und die zukünftige Entwicklung der nächsten Jahre ist aus Tabelle 2 ersichtlich.

Im Jahre 1957 konnten folgende neue Wasserkraftanlagen bzw. umgebaute oder erweiterte Anlagen den Betrieb aufnehmen: *Aarau* des Elektrizitätswerkes der Stadt Aarau (Inbetriebnahme von zwei neuen Maschinenaggregaten); *Alpnach* der Kraftwerke Sarneraa AG, Alpnach; *Charmey* der Services Electriques de la Ville de Bulle (Erweiterung der Anlage); *Diablerets* der Société Romande d'Electricité, Clarens-Montreux; *Grande Dixence* der Grande Dixence S. A., Lausanne (Teilstau Stausee Grande Dixence); *Gougra-Werke* der Kraftwerke Gougra AG, Siders (Teilstau im Stausee Moiry, Speicherenergie im Kraftwerk Chippis/Navisence); *Hagneck* der Bernischen Kraftwerke AG, Bern (Inbetriebnahme der 5. Maschinengruppe); *Lavey* der Services Industriels de la commune de Lausanne, Lausanne (Inbetriebnahme der 3. Maschinengruppe); *Lienne-Werke* der Electricité de la Lienne S. A., Sion (Kraftwerk Croix, Mehrproduktion Kraftwerk St. Léonard); *Maggia-Werke* der Officine Idroelettriche della Maggia S. A., Locarno (Erweiterung Kraftwerk Cavergno durch Zuleitung Bavona); *Mauvoi-*

*Bilanz der elektrischen Energie 1955/56 und 1956/57*[1] **Tabelle 3**

| | Millionen kWh (GWh) | | Zu- bzw. Abnahme | |
|---|---|---|---|---|
| | 1955/56 | 1956/57 | GWh | % |
| *1. Energieerzeugung und Einfuhr* | | | | |
| aus eigenen Wasserkraftanlagen (davon im Winterhalbjahr aus Speicherwasser) | 14 660 (1 703) | 15 704 (1 686) | + 1044 (— 17) | + 7,1 (— 1,0) |
| aus eigenen thermischen Kraftwerken | 235 | 190 | — 45 | — 19,1 |
| Eigenerzeugung | 14 895 | 15 894 | + 999 | + 6,7 |
| Energie-Einfuhr | 1 399 | 1 255 | — 144 | — 10,3 |
| Total | 16 294 | 17 149 | + 855 | + 5,2 |
| *2. Energieverwendung und Ausfuhr* | | | | |
| Haushalt und Gewerbe | 5 603 | 5 997 | + 394 | + 7,0 |
| Allgemeine Industrie | 2 399 | 2 614 | + 215 | + 9,0 |
| Elektrochemische, metallurgische und thermische Anwendungen | 2 746 | 2 983 | + 237 | + 8,6 |
| Bahnen | 1 252 | 1 285 | + 33 | + 2,6 |
| Übertragungsverluste | 1 720 | 1 774 | + 54 | + 3,1 |
| Inland ohne Elektrokessel und Speicherpumpen | 13 720 | 14 653 | + 933 | + 6,8 |
| Elektrokessel | 562 | 403 | — 159 | — 28,3 |
| Speicherpumpen | 215 | 184 | — 31 | — 14,4 |
| Gesamter Landesverbrauch | 14 497 | 15 240 | + 743 | + 5,1 |
| Energie-Ausfuhr | 1 797 | 1 909 | + 112 | + 6,2 |
| Total | 16 294 | 17 149 | + 855 | + 5,2 |

[1] Erhebungen des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft, Bern

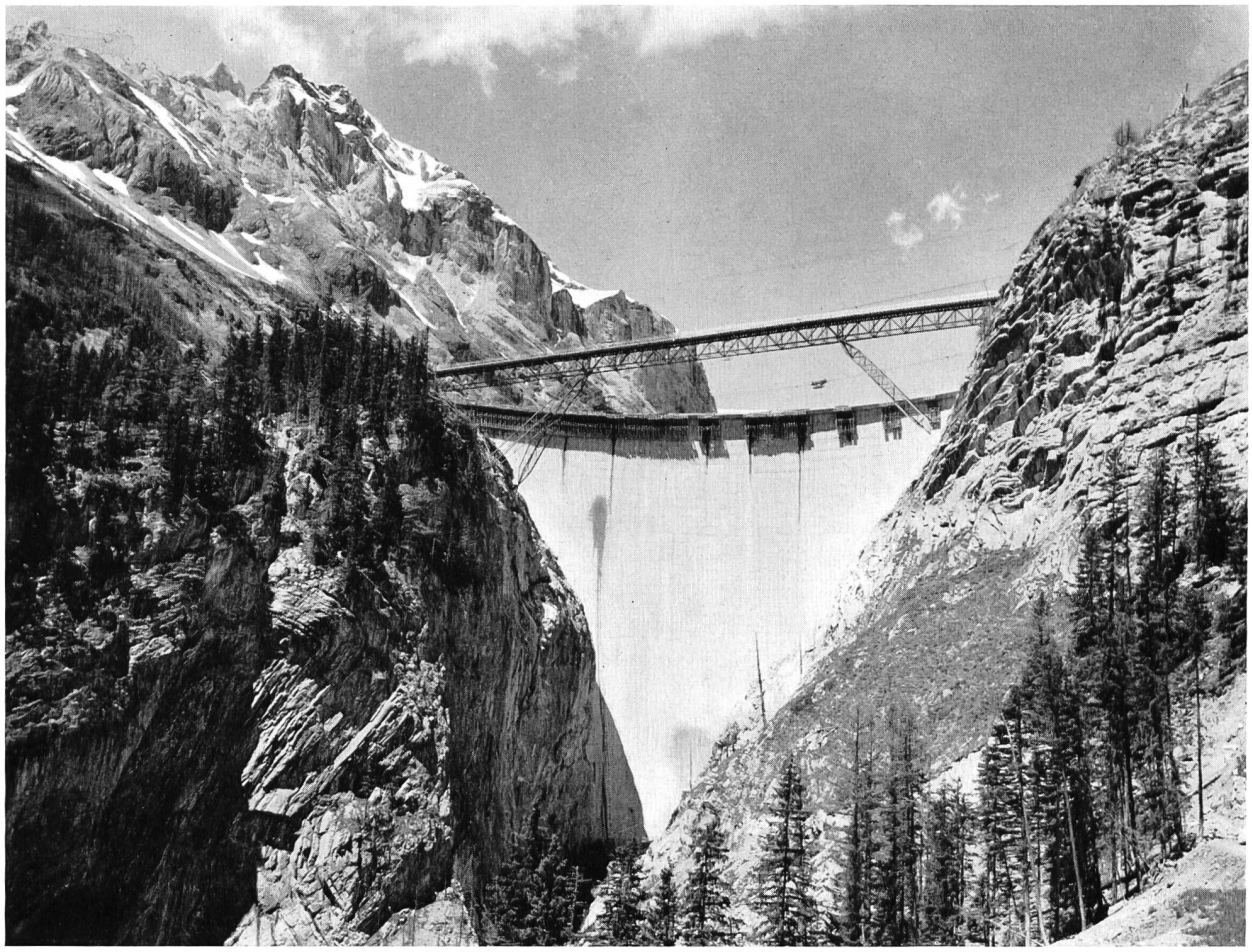

Bild 6 STAUMAUER ZEUZIER * (Photo E. Brügger, Zürich, Mai 1957) der Electricité de la Lienne S. A., Sion, für den Lac de Zeuzier von 50 Mio m³ bzw. 140 Mio kWh nutzbarem Speicherinhalt, Stauziel 1777 m ü. M. Gewölbestaumauer in Beton, größte Höhe über Fundament 160 m, Länge auf Kronenhöhe 256 m, Beginn der Installationsarbeiten: 11. Mai 1954, Beginn der Betonierarbeiten: 19. Juli 1955, Beendigung der Betonierarbeiten: 24. November 1956 bzw. 8. August 1957 (Krone), totale Staumauerkubatur 293 300 m³; Betonier-Spitzenleistungen pro Tag: 2988 m³, pro Woche: 10 941 m³, pro Monat: 41 849 m³. Aushub in Gehängeschutt 5000 m³, in Fels 49 600 m³, Schalungen der wasser- und luftseitigen Flächen: 40 030 m² ,Schalungen der Fugen und Abtreppungen 18 270 m², Kühlschlangen aus Metall 72 200 m, Injektionsschirm, Rotationsbohrungen: 21 220 m, injezierte Zementmenge 1860 t, Gebrauchsdauer der Injektionsapparate 7680 Stunden.

Projekt: H. Gicot, ing. cons., Fribourg.
Bauleitung: Suiselectra, Basel.
Bauausführung: Consortium Barrage de Zeuzier (Ed. Züblin & Cie. AG, Frutiger Söhne & Cie., Bürgi & Huser AG, G. & C. Dénériaz, Liebhauser AG).

* Nähere Beschreibung s. WEW 1955, S. 165/169.

*sin-Werke* der Forces Motrices de Mauvoisin S. A., Sion (Mehrproduktion in den Zentralen Fionnay und Riddes infolge Teilstau Mauvoisin); *Mechsee-Frutt* des Kantons Obwalden (I. Gruppe des Kraftwerks Hugschwendi mit Teilstau Melchsee); *Rheinau* der Elektrizitätswerk Rheinau AG, Rheinau (2. Maschinengruppe); *Zervreila-Werke* der Kraftwerke Zervreila AG, Vals (Kraftwerk Safien-Platz, 1. Gruppe Kraftwerk Rothenbrunnen mit Teilstau Zervreila). Der Zuwachs betrug im Jahre 1957 rund 288 MW Leistung und rund 680 GWh, wovon rund 540 GWh oder 79% auf den Winter entfallen.

Die *gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie* der beiden letzten Betriebsjahre geht aus Tabelle 3 hervor.

Die tatsächliche Energieerzeugung aus Wasserkraft erreichte im letzten hydrographischen Jahr 1956/57 rund 15,7 Mrd kWh oder 98% der auf Ende 1956 errechneten Produktionskapazität (s. Tabelle 2).

Es ist auch bei Kenntnis der heute vorliegenden Projekte und Projektideen nicht möglich, die noch verfügbaren Wasserkräfte zahlenmäßig genau zu erfassen, da die unbekannte zukünftige Preis- und Kapitalkosten-Entwicklung, neue Fortschritte im Bauwesen, neue geologische Erkenntnisse, Entwicklungen ideeller Art (Natur- und Heimatschutzbestrebungen) u. a. m. den Umfang der noch wirtschaftlich realisierbaren Wasserkraftanlagen kontinuierlich beeinflussen. Unter Berücksichtigung der *heute* bekannten Projekte und der Erneuerung alter Anlagen kann man auf Grund eingehender Studien das Gesamtpotential ausbauwürdiger Wasserkräfte auf etwa 35 Mrd kWh veranschlagen, wovon nach Vollausbau etwas mehr als die Hälfte der Energie auf das Winterhalbjahr entfallen dürfte. Ende 1957 erreichte die Produktionskapazität nahezu 17 Mrd kWh, entsprechend etwa der Hälfte des Gesamtpotentials. Bis zum Ausbau der ersten Hälfte unserer Wasserkräfte sind rund 80

Bild 7 STAUMAUER MAUVOISIN * mit Feuerwerk anläßlich der Feier zur Fertigstellung der Staumauer am 31. Oktober 1957 (Photo R. Dorsaz, Martigny-Ville); Anlage der Forces Motrices de Mauvoisin S. A., Sion, für den Stausee Mauvoisin von 180 Mio m³ bzw. 585 Mio kWh nutzbarem Speicherinhalt, Stauziel 1961 m ü. M., Gewölbestaumauer in Beton; größte Höhe über Fundament 237 m (höchste Bogenstaumauer der Welt), Länge auf Kronenhöhe 520 m. Beginn der Installationsarbeiten 1951, Beginn der Betonierarbeiten Ende 1954, Beendigung der Betonierarbeiten Ende Oktober 1957, totale Staumauer-Kubatur 2 020 000 m³. Betonier-Spitzenleistungen: pro Tag 8037 m³, pro Woche 41 112 m³ (22./27. Juli 1957), pro Monat 172 742 m³ (Juli 1957). Durchgehende Wasserkühlung mittels etwa 330 000 m Spezialrohr ⌀ 22/19,5 mm; Fugendichtung mit etwa 4000 m Kunstgummiband auf der Wasserseite und etwa 21 000 m Plasticband in den übrigen Fugen; mittlere Zementdosierung 207 kg/m³; Totalverbrauch 420 000 Tonnen Portlandzement; erstmalige Verwendung von Bulldozern für Einbringen von Massenbeton mit vollautomatischer Vibration; Beimischung von 130 000 kg Luftporenzusatzmittel zur Qualitätsverbesserung des Betons.

Projekt und Bauleitung: Elektro-Watt AG, Zürich, unter Mitarbeit von Prof. Dr. h. c. A. Stucky, ing. cons., Lausanne.

Bauausführung: Association des Entrepreneurs du Barrage de Mauvoisin (S. A. Conrad Zschokke, Genève-Zürich; Bleß & Cie., Zürich; Locher & Cie., Zürich; Losinger & Co. AG, Bern; E. Maret, Lourtier; Schafir & Mugglin, Liestal/Zürich; M. Vaudan, Le Châble).

* Nähere Beschreibung siehe WEW 1955, S. 149/156; 1956, S. 230/240, 252/258.

Jahre verflossen, für den Ausbau der zweiten Hälfte rechnet man wegen des ständig noch stark ansteigenden Energiebedarfs nur mit etwa 15 bis 20 Jahren. Schon aus dieser Angabe ist ersichtlich, welch gewaltige Aufgabe für die nächsten Jahrzehnte den Energieerzeugungs- und Versorgungsunternehmungen obliegt und wie groß auch die Anforderungen an den Kapitalmarkt sein werden. Vergessen wir aber nicht, daß es sich beim Ausbau unserer Wasserkräfte um eine nationale Aufgabe erster Ordnung handelt, und halten wir uns stets vor Augen, was geschehen würde, wenn nicht maximale Anstrengungen auf diesem Sektor erfolgen würden und eine befriedigende Energieversorgung eines Tages in Frage gestellt wäre?

Da die *Deckung des Energiebedarfes im Winter* dabei die Hauptsorge bildet, hat man schon seit Jahren besonders den forcierten Bau von Speicheranlagen hoher Leistung an die Hand genommen, und zur Schaffung bedeutender Stauräume in hochgelegenen Alpentälern ist man auch vor dem Bau großer und größter Talsperren mit all ihren Problemen nicht zurückgeschreckt. Solche konnten im Vergleich mit der früheren Baupraxis in erstaunlich kurzer Zeit erstellt werden, wurden doch die Bauprogramme einzelner Anlagen um ein oder gar zwei Jahre unterschritten. Da die Talsperren im Ausbau unserer Wasserkräfte eine hervorragende Rolle spielen und kürzlich einige große Staumauern fertigerstellt wurden, seien hier die größten Objekte im Bilde festgehalten (Bilder 2, 5 bis 10) unter Hinzufügung einiger Angaben über die Größe der Anlagen und den Baufortschritt.

Diese Anstrengungen im Bau von Speicherwerken führten dazu, daß im Verlaufe der letzten Jahre der Energieinhalt der Speicherseen der Werke der Allgemeinversorgung unter Berücksichtigung der klimatisch bedingten Füllungsverhältnisse folgende erfreuliche Entwicklung nahm:

| Maximaler Speicherinhalt am | Effektiver Speicherinhalt in GWh | Zunahme pro Jahr GWh | Zunahme in % (bez. auf Vorjahr) |
|---|---|---|---|
| 5. Oktober 1953 | 1417 | | |
| | | + 143 | + 10,1% |
| 11. Oktober 1954 | 1560 | | |
| | | + 233 | + 14,9% |
| 19. September 1955 | 1793 | | |
| | | + 194 | + 10,8% |
| 1. Oktober 1956 | 1987 | | |
| | | + 603 | + 30,4% |
| 30. September 1957 | 2390 | | |

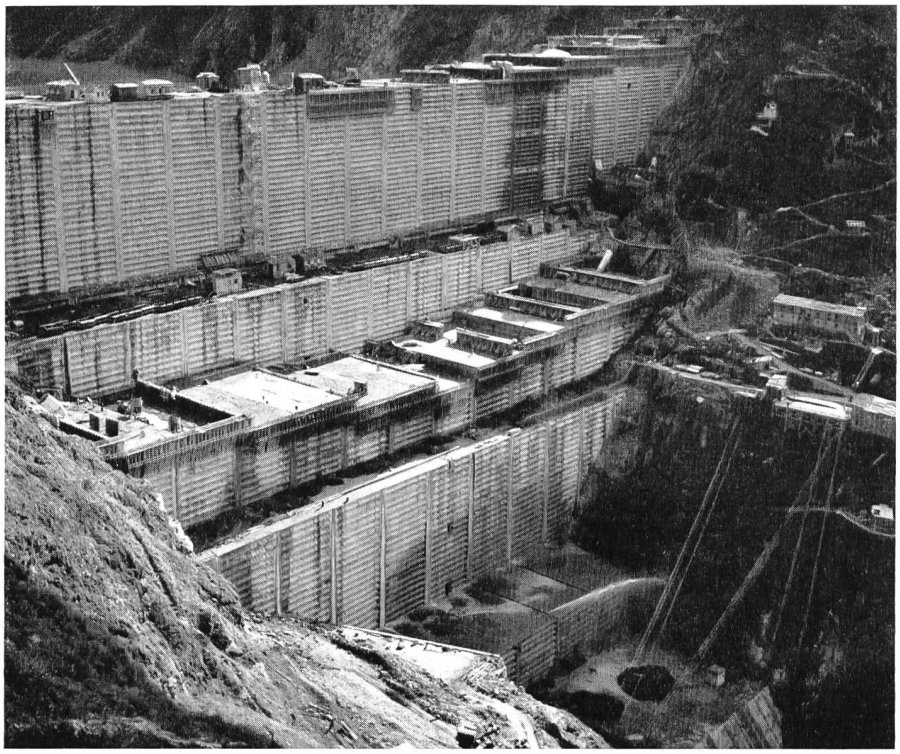

Bild 8 STAUMAUER GRANDE DIXENCE * (Photo: Germond, Lausanne) der Grande Dixence S. A., Lausanne, für den Lac de la Grande Dixence von 400 Mio m³ bzw. 1600 Mio kWh nutzbarem Speicherinhalt (davon 50 Mio m³ bzw. 400 Mio kWh für die EOS, Lausanne); Stauziel 2364 m ü. M.; Gewichtsstaumauer in Beton (in Etappen aufgeführt), größte Höhe über Fundament 284 m (höchste Staumauer der Welt!), Länge auf Kronenhöhe etwa 700 m. Beginn der Installationsarbeiten: Herbst 1950, Beginn der Betonierarbeiten: Herbst 1953; eingebrachte Staumauerkubatur bis Ende der Bausaison 1957: rund 3 077 000 m³ (totale Kubatur etwa 5 890 000 m³); bisherige Betonier-Spitzenleistungen: pro Tag 9150 m³, pro Monat 182 800 m³. Voraussichtliche Fertigstellung der Staumauer: 1963/65.

Projekt und Bauleitung: Grande Dixence S. A., Lausanne.
Bauausführung: Consortium de construction du barrage de la Grande Dixence (Grande Dixence S. A., Lausanne-Sion; S. A. Conrad Zschokke, Genève-Zürich; Losinger & Co. AG, Bern).

* Nähere Beschreibung siehe WEW 1955, S. 141/148.

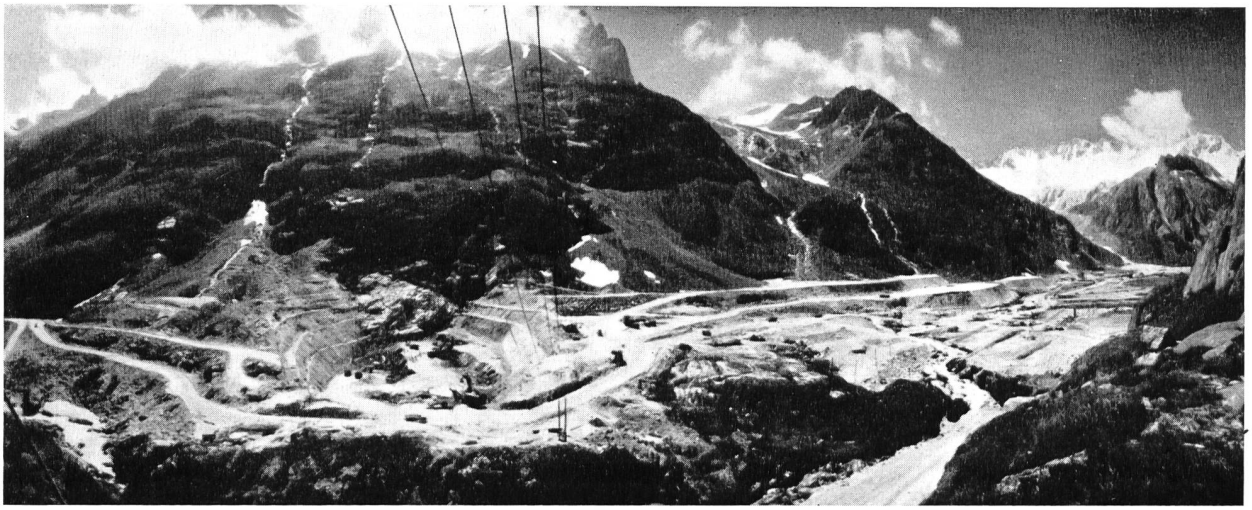

Bild 9 STAUDAMM GÖSCHENERALP * (Photo vom 24. Juli 1956). Ausgedehnte Baustelle der Kraftwerk Göschenen AG, Göschenen, auf der Göscheneralp für den Bau eines Steindammes (rock-fill) zwecks Schaffung des Stausees Göscheneralp von 75 Mio m³ bzw. 195 Mio kWh nutzbarem Energieinhalt; größte Höhe des Steindammes 155 m, Länge auf Kronenhöhe 540 m, voraussichtliche Dammkubatur rund 8,7 Mio m³. Bauperiode 1955/61.

Projekt und Bauleitung: Elektro-Watt AG, Zürich.
Bauausführung: Schafir & Mugglin AG, Zürich; E. Baumann AG, Altdorf; E. Bleß & Co., Zürich; AG Heinrich Hatt-Haller, Zürich; Locher & Cie., Zürich; Losinger & Co. AG, Bern; AG Conrad Zschokke, Zürich.

* Nähere Beschreibung siehe WEW 1954, S. 259/265.

Der gesamte Winterenergiebedarf 1956/57 einschließlich Elektrokessel und Speicherpumpen erreichte 7384 GWh; mit der Ende September 1957 vorhandenen Speicherenergie von 2390 GWh hätten somit rund ⅓ des Gesamtbedarfs gedeckt werden können; der übrige Teil muß durch die klimatisch bedingte und starken Schwankungen unterworfene Laufwasserkraft, die thermische Erzeugung und Einfuhr gedeckt werden. Die Bewirtschaftung der Speicherseen während einiger Jahre des letzten Jahrzehnts ist aus Bild 11 ersichtlich; auch hier zeigt sich die rapide Zunahme unseres Vorrates an wertvoller, jederzeit verfügbarer Speicherenergie.

Die heutigen Erkenntnisse im Hinblick auf die künftige Einordnung der *Atomenergie* in die Deckung des Landesbedarfes an elektrischer Energie, die wohl erst nach 1965 spürbar in Erscheinung treten wird, zeigen, daß große Speicherseen sowie Tages- und Wochenausgleichbecken auch in späterer Zukunft von großer Bedeutung sein werden, da die Atomenergie wohl am zweckmäßigsten die Deckung der Grundlast übernehmen dürfte.

Die anfangs 1958 im Bau stehenden, unten aufgeführten Anlagen bringen der Schweiz eine zusätzliche Leistungskapazität von 3067 MW mit einer jährlichen mittleren Energieerzeugung von rund 7,5 Mrd kWh, wovon rund 59% auf das Winterhalbjahr entfallen.

Es sind anfangs 1958 — in alphabetischer Reihenfolge — nachstehende Kraftwerke und -Stufen im Bau: *Aarau* des Elektrizitätswerks der Stadt Aarau (ergänzender Umbau der Zentralen I und II); *Bergeller-Werke* der Stadt Zürich (Kraftwerkstufen Löbbia, Casaccia und Castasegna mit Stausee Albigna von 67 Mio m³ nutzbarem Speicherinhalt); *Blenio-Werke* der Officine Idroelettriche Blenio S. A., Olivone (Teilausbau Luzzone–Olivone–Biasca mit Speicherbecken Luzzone von 86,3 Mio m³ und Ausgleichbecken Malvaglia von 4,7 Mio m³); *Grande Dixence-Werke* der Grande Dixence S. A., Lausanne (Stufen Fionnay und Nendaz, Weiterbau der Staumauer Grande Dixence für Stausee von 400 Mio m³); *Göscheneralp-Göschenen* und Laufwerk *Andermatt-Göschenen* der Kraftwerk Göschenen AG, Göschenen (Speicher- und Laufwerkstufen Göschenen mit Stausee Göscheneralp von 75,0 Mio m³); *Gougra-Werke* der Kraftwerke Gougra AG, Siders (Stufen Motec und Vissoie, sowie Erhöhung Staumauer für Stausee Moiry von 77 Mio m³); *Hinterrhein-Werke* der Kraftwerke Hinterrhein AG, Thusis (Stufen Ferrera, Bärenburg und Sils

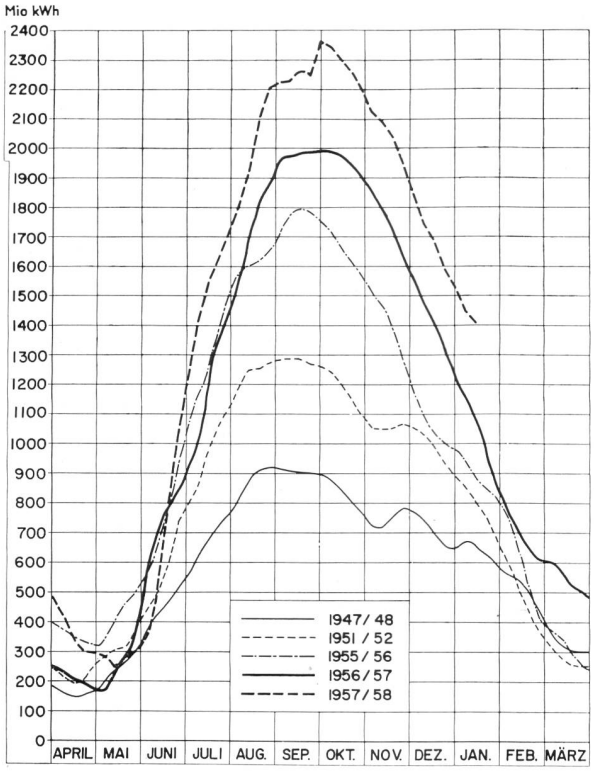


Bild 11 Bewirtschaftung der Speicherseen in den hydrographischen Jahren 1947/48, 1951/52, 1955/56, 1956/57 und 1957/58 (nur teilweise).

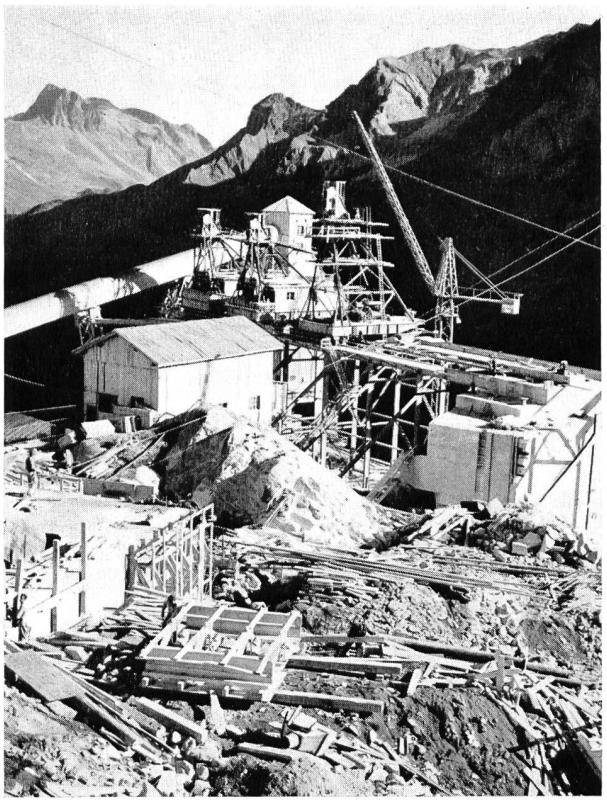

Bild 10 STAUMAUER ALBIGNA*, Bauinstallationen im Aufbau (Photo vom 8. Oktober 1957, Photopreß, Zürich); Anlage der Stadt Zürich für den Stausee Albigna von 67 Mio m³ bzw. 200 Mio kWh nutzbarem Speicherinhalt, Stauziel 2162 m ü. M. Gewichtsstaumauer in Beton, größte Höhe über Fundament 115 m, Länge auf Kronenhöhe 780 m, Betonkubatur 965 000 m³ (drittgrößte Staumauer der Schweiz nach Dixence und Mauvoisin), Beginn der Installationsarbeiten: Frühjahr 1956; Beginn der Betonierarbeiten September 1957, Fertigstellung voraussichtlich 1960.

Projekt } Büro für Wasserkraftanlagen der Industriellen Betriebe
Bauleitung } der Stadt Zürich.
Bauausführung: Konsortium Staumauer Albigna (Locher & Cie., Hatt-Haller AG und Schafir & Mugglin AG).

* Nähere Beschreibung siehe WEW 1955, S. 1/4; 1956, S. 356/363.

mit Stauseen Valle di Lei von 197 Mio m³, Sufers von 18,3 Mio m³ und Ausgleichweiher Bärenburg von 1,0 Mio m³); *Kleinthalwerk/Isenthal* der Elektrizitätswerk Altdorf AG, Altdorf; *Linth-Limmern-Werke* der Kraftwerke Linth-Limmern AG, Linthal (Bauinstallationen für Stausee Limmern von 90 Mio m³); *Lizerne* der Lizerne et Morge S. A., Sion; *Maggia-Werke, I. Etappe,* der Officine Idroelettriche Maggia S. A., Locarno (Leistungszuwachs Kraftwerk Cavergno); *Mattervisp-Werke* der Aletsch AG, Mörel (Stufe Ackersand II); *Mauvoisin-Werke* der Forces Motrices de Mauvoisin S. A., Sion (Fertigstellung Mauvoisin/Fionnay mit Stausee Mauvoisin von 180 Mio m³); *Melchsee-Frutt* des Kantons Obwalden (Fertigstellung der Stufe Hugschwendi mit Speicherbecken Melchsee von 3,7 Mio m³ und Tannensee von 3,8 Mio m³); *Mesolcina-Werke* der Monteforno S. A., Bodio (Kraftwerk Lostallo); *Misoxer-Werke* der Misoxer Kraftwerke AG, Mesocco (Stufe Soazza); *Muotatal-Werke, I. Etappe,* des Elektrizitätswerks des Bezirkes Schwyz AG, Schwyz (Stufen Hinterthal und Hürital); *Oberhasli-Werke* der Kraftwerke Oberhasli AG, Innertkirchen (Leistungszuwachs Handeck II, Stufe Gental-Fuhren); *Pallazuit* der Société des Forces Motrices du Grand St-Bernard S. A., Bourg-St-Pierre; *Piottino* der Aare-Tessin AG, Olten/Bodio (Leistungszuwachs für Spitzendeckung); *Ritom* der Schweizerischen Bundesbahnen, Bern (Zuleitung der Unteralpreuß); *Simmentaler-Werke* der Simmentalerkraftwerke AG, Erlenbach i. S. (Stufe Erlenbach); *Simplon-Werke* der Energie Electrique du Simplon S. A., Simplon-Dorf (Stufe Gabi); *Vorderrhein-Werke* der Kraftwerke Vorderrhein AG, Disentis/Mustèr (Teilausbau mit Stausee Nalps von 45,0 Mio m³, Stufen Sedrun und Tavanasa); *Zervreila-Werke* der Kraftwerke Zervreila AG, Vals (Seekraftwerk und Vollendung Zentrale Rothenbrunnen).

Diese lange Aufzählung, die zum Teil verschiedene große Kraftwerkgruppen enthält, dokumentiert das Ausmaß der im Ausbau befindlichen Wasserkraft-Anlagen, deren Verwirklichung im Mittel pro Jahr etwa 400 bis 500 Mio Franken erfordert; rechnet man die finanziellen Bedürfnisse für die ständige Erweiterung der Übertragungs- und Verteilanlagen hinzu, so kommt man zu mittleren Aufwendungen von mehr als 600 Mio Franken pro Jahr, für unser kleines Land wahrlich eine gewaltige Anstrengung.

---

## Elektrizität aus Österreich

Ein kürzlich abgeschlossener Lieferungsvertrag zwischen der Österreichischen Verbundgesellschaft (ÖVG), Wien, und der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK), Baden, belegt, daß sich die mit der Versorgung unseres Landes mit elektrischer Energie betrauten Elektrizitätswerke bemühen, mit allen Mitteln den stets steigenden Energiebedarf zu decken. Die NOK haben zurzeit für einen Jahresbedarf von über 3 Mrd kWh — ungefähr ein Fünftel des gesamtschweizerischen Elektrizitätskonsums — aufzukommen. Die schweizerische Produktion an elektrischer Energie ist bekanntermaßen in der Hauptsache von der Wasserführung der Flüsse abhängig. Bei normalen Niederschlagsverhältnissen decken die NOK den genannten Bedarf zu zwei Dritteln aus eigenen Werken und aus Beteiligungswerken und zu ungefähr einem Drittel aus Bezügen von dritten Werken im In- und Auslande. Dieses Verhältnis zwischen eigener Erzeugung und Bezug von dritter Seite wird in niederschlagsarmen Jahren ungünstiger. Dabei ist zu beachten, daß der Energiebedarf im Absatzgebiet der NOK (Nordostschweiz) in den vergangenen Jahren stärker zugenommen hat als in der übrigen Schweiz. Daher vermag ein noch so intensiver Bau neuer eigener Werke nicht zu verhindern, daß man auf Energiebezugsverträge mit dem In- und Ausland angewiesen bleibt. Solche Verträge sind möglichst elastisch zu gestalten, um die Bezüge den mit den Niederschlägen wechselnden eigenen Erzeugungsmöglichkeiten anzupassen. Zudem besteht ein Interesse an einer längeren Vertragsdauer, damit mit Sicherheit auf die Lieferung solcher Energiemengen gezählt werden kann.

Der Vertrag zwischen der Österreichischen Verbundgesellschaft und der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG gilt denn auch für die Dauer von zehn Jahren. Einer minimalen jährlichen Bezugspflicht der NOK von 150 Mio kWh (wovon ein Drittel im Winterhalbjahr) steht ein Bezugsrecht der NOK gegenüber, das je nach Bedarf bis auf eine Viertelmilliarde Kilowattstunden im Jahr gesteigert werden kann. Durch diesen Import elektrischer Energie aus Österreich läßt sich ein bedeutender Teil des jährlichen Bedarfszuwachses der NOK decken, besonders dann, wenn im Sommer der aus Österreich bezogene Strom im schweizerischen Austauschverkehr mit andern Ländern zum Bezug von uns fehlender Winterenergie Verwendung findet. Dieser Stromimport aus Österreich dient also nicht nur den NOK, sondern ist auch für die gesamtschweizerische Elektrizitätswirtschaft von großer Bedeutung.

Das Inkrafttreten des Vertrages ist gebunden an einen der Österreichischen Verbundgesellschaft von der Schweizerischen Bankgesellschaft, der Schweizerischen Kreditanstalt und dem Schweizerischen Bankverein gewährten mittelfristigen Kredit von 12 Mio Fr. sowie einen Zwischenkredit von 18 Mio Fr., den die drei gleichen Großbanken zusammen mit der NOK der Verbundgesellschaft gewähren werden. Es ist beabsichtigt, diesen letzteren Vorschuß durch eine Schweizer-Franken-Anleihe der Verbundgesellschaft oder einer anderen zum Verbundkonzern gehörenden Gesellschaft zu konsolidieren, sobald eine solche Emission in der Schweiz durchgeführt werden kann. Die Einnahmen aus den Stromlieferungen werden zur Zahlung der Zinsen und Amortisationen auf diesen beiden Vorschüssen verwendet, so daß es sich bei dieser Kreditgewährung praktisch um eine Vorauszahlung für die erhaltenen Stromlieferungen handelt.

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, daß das zur Verfügung gestellte Kapital nur einen Bruchteil jener Summen darstellt, die notwendig gewesen wären, um Strommengen in der vereinbarten Größenordnung in der Schweiz selbst bereitzustellen. Zudem wäre in der Schweiz eine solche Quelle zusätzlicher Energie nicht so rasch erschlossen. Der Stromimport aus Österreich, der im übrigen eine längst erwünschte energiewirtschaftliche Verbindung mit unserem östlichen Nachbarland anbahnt, ist somit auch konjunkturpolitisch zu begrüßen.

(Aus «Schweiz. Handelszeitung», 16. 1. 58)