

Wasserkraftanlagen in den Ost- und Westalpen und im Massif Central

Autor(en): **Gut, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **74 (1956)**

Heft 34

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-62692>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Wasserkraftanlagen in den Ost- und Westalpen und im Massif Central¹

Von Ing. S. I. A. Walter Gut, Elektrowatt, Zürich

DK 621.29

IV. Frankreich

Zwischen 1918 und 1932 ist die Möglichkeit der jährlichen Erzeugung elektrischer Energie aus Wasserkraft durch die französische Privatwirtschaft von 4,3 auf 12 Mia kWh ausgebaut worden. Im Jahre 1932 begann die grosse Wirtschaftskrise sich auch in Frankreich auszuwirken, und bald sollte der Staat, obwohl auch von wirtschaftlichen Schwierigkeiten hart bedrängt, einigen noch nicht solid fundierten Energieproduzenten finanziell beistehen. Diese Krise und ihre Begleitumstände sowie der zweite Weltkrieg haben den französischen Kraftwerkbau während den folgenden dreizehn Jahren beinahe stillgelegt. Neue Konzessionen für Wasserkraftanlagen wurden erst erteilt, nachdem der Absatz des Grossteiles der daraus gewonnenen Energie gesichert war. Und damals bestand für die bei Neubauten anfallenden, grossen zusätzlichen Energiemengen nur selten ein Bedarf.

1938, knapp vor dem Krieg, sind wieder Anstrengungen unternommen worden, um neue Wasserkraftwerke in Angriff zu nehmen. Gemischt-wirtschaftliche Gesellschaften, mit Beteiligung des Staates und der Privatindustrie oder mit Garantie der grossen Produktionsgesellschaften ausgestattet, finanzierten ein Ausbauprogramm von 4 Mia kWh Jahresenergie. Darunter befanden sich die «Compagnie Nationale du Rhône» mit dem Kraftwerk Génissiat und die «Energie Electrique de la Moyenne Dordogne» mit dem Werk Aigle. Doch während die Baustellen im Begriffe waren, sich zu entwickeln, begann der zweite Weltkrieg, der Frankreich so tief umbrechen sollte. Die 1939 erzeugte elektrische Energie verteilte sich gemäss Tabelle 15 auf Wasserkraftanlagen und thermische Kraftwerke.

In den Nachkriegsjahren 1947 bis 1950 musste der Energieverbrauch nicht nur im Winter stark eingeschränkt werden. Die teils programmgemässen, oft aber nicht vorgesehenen «Coupures», die das französische Leben lähmten, wurden von der Bevölkerung schmerzlich empfunden.

Der Monnet-Plan für die Modernisierung und den zeitgemässen Ausbau des französischen Produktionsapparates ist 1946 entstanden. Im Sektor der Elektrizitätsversorgung sollten bis 1952 der Wirtschaft des Landes 39,5 Mia kWh bereitgestellt werden, das sind über 17 Mia kWh mehr, als damals verfügbar waren. Neben dem massiven Ausbau der Wasserkraftanlagen war vorgesehen, die Wärmekraftwerke zu verbessern und auszubauen, und zwar im Verhältnis von etwa 60 % hydraulischer zu 40 % thermischer Erzeugung. Auf der thermischen Seite sollten, unter möglichster Schonung des Verbrauches von Handelskohle, die nicht marktfähigen Kohlensorten und die Hochofengase der Stahlwerke zur Energieerzeugung herangezogen werden. Denn Frankreichs Kohlenminen förderten damals weniger als 50 Mio t im Jahr; der Verbrauch hingegen betrug 60 bis 65 Mio t, von denen also an die 30 % aus dem Ausland eingeführt werden mussten.

Der Monnet-Plan hat alle aufbauenden Kräfte Frankreichs mobilisiert. Trotz der Belastung durch die Nachwehen eines überstandenen Krieges und einer fünfjährigen Besetzung

wurde die Erzeugung, die Verteilung und der Verbrauch elektrischer Energie innerhalb sechs Jahren um annähernd 18 Mia kWh gesteigert, also um die gesamte Erzeugung der heute in der Schweiz ausgebauten oder im Ausbau begriffenen Wasserkraftanlagen.

Durch das Gesetz vom 8. April 1946 ist die Erzeugung und Verteilung der Elektrizität (und des Leuchtgases) nationalisiert worden. Die Verwirklichung des Monnet-Planes auf diesem Gebiet wurde damit Aufgabe der neu geschaffenen «Electricité de France» (Service de l'Equipement). Trotz den unvermeidlichen Anlaufschwierigkeiten hat dieser «Nationale Dienst» das gesteckte Ziel in der dafür vorgesehenen Zeit erreicht, wie aus Tabelle 16 ersichtlich ist. Von dieser Leistung lässt sich, wie übrigens auch von den diesbezüglichen Anstrengungen Italiens und Oesterreichs, die wir aufgezeigt haben (1955, S. 429, 443 und 455), nur mit hoher und aufrichtiger Anerkennung berichten.

Seit 1952 sind ausser *Fessenheim* am Rhein (936 Mio kWh) und *Montélimar* der «Compagnie Nationale du Rhône» (1670 Mio kWh) keine nennenswerten neuen Bauten von Wasserkraftwerken mehr begonnen worden. Da der Stromverbrauch jährlich um 8 bis 9 % zunimmt ist es nach französischen Prognosen wohl möglich, dass, wenn die Jahre nach 1956 trocken sein sollten, wieder zu Einschränkungen des Energieverbrauches mittels zeitweiser Einstellung der Belieferung geschritten werden muss.

In den nachfolgenden Besprechungen von ausgeführten und projektierten Wasserkraftwerken fehlen diejenigen, die von der «Compagnie Nationale du Rhône» gebaut worden sind, ausgeführt werden oder zur Ausführung vorgesehen sind. Ferner werden die Anlagen in den Pyrenäen nicht behandelt sowie der begonnene und fortgeführte Ausbau des Oberrheins zwischen Strassburg und Basel.

In Frankreich wird auch eifrig an der Ausnützung der *Energie von Ebbe und Flut* gearbeitet. Ein erstes Werk an der Mündung der Rance in der Bretagne soll sich nach Abschluss der Modellversuche als wirtschaftlich erwiesen haben und in den nächsten Jahren ausgeführt werden. Aus der Nutzung dieser Energiequelle werden schätzungsweise in Frankreich insgesamt an die 20 Mia kWh anfallen.

Die Wasserkraftanlagen liegen im Süden der Linie Strassburg—Bordeaux, die Wärmekraftwerke dagegen sind zum grössten Teil im nördlichen Sektor gelegen. Das Verbrauchszentrum ist selbstverständlich die Gegend um Paris. Das Netz der Uebertragungsleitungen ist dieser Lage entsprechend ausgelegt und ist bedeutend. Auf Ende 1952 bestand es aus 492 km 380 kV-Leitungen, die vorläufig noch mit 225 kV betrieben werden, 5890 km eigentlichen 225 kV-Leitungen und 8725 km 150 kV-Leitungen. Die Zahlen auf Ende 1954 sind bereits 1046 km für 380 kV, 7478 km für 225 kV und 8725 km für 150 kV.

a) Kraftwerke an der Isère [30]

Die Isère ist neben der Durance der mächtigste Wasserlauf der Westalpen. Sie hat eine Länge von 290 km. In La

Tabelle 15. Energiequellen Frankreichs 1939

Hydraulische Energie	12,3 Mia kWh	56 %
Thermische Energie		
Minen (minderwertige Kohle)	2,4 Mia kWh	
Stahlwerke (Abgase von Hochöfen)	2,4 Mia kWh	
Dampfzentralen (Handelskohle)	5,0 Mia kWh	9,8 Mia kWh 44 %
Total	22,1 Mia kWh	100 %

¹⁾ Fortsetzung aus dem 73. Jahrgang, S. 461.

Tabelle 16. Erzeugung elektrischer Energie in Frankreich

Einheiten: Mia kWh	Hydraul.	Therm.	Total
1937	10,875	9,100	19,975
1946	11,203	11,628	22,831
1952	22,239	18,330	40,569
Zunahme 1937 bis 1946	0,328	2,528	2,856
Zunahme in %	3	28	14
Zunahme 1937 bis 1952	11,364	9,230	20,594
Zunahme in %	104	102	103
1954	24,258	21,312	45,576

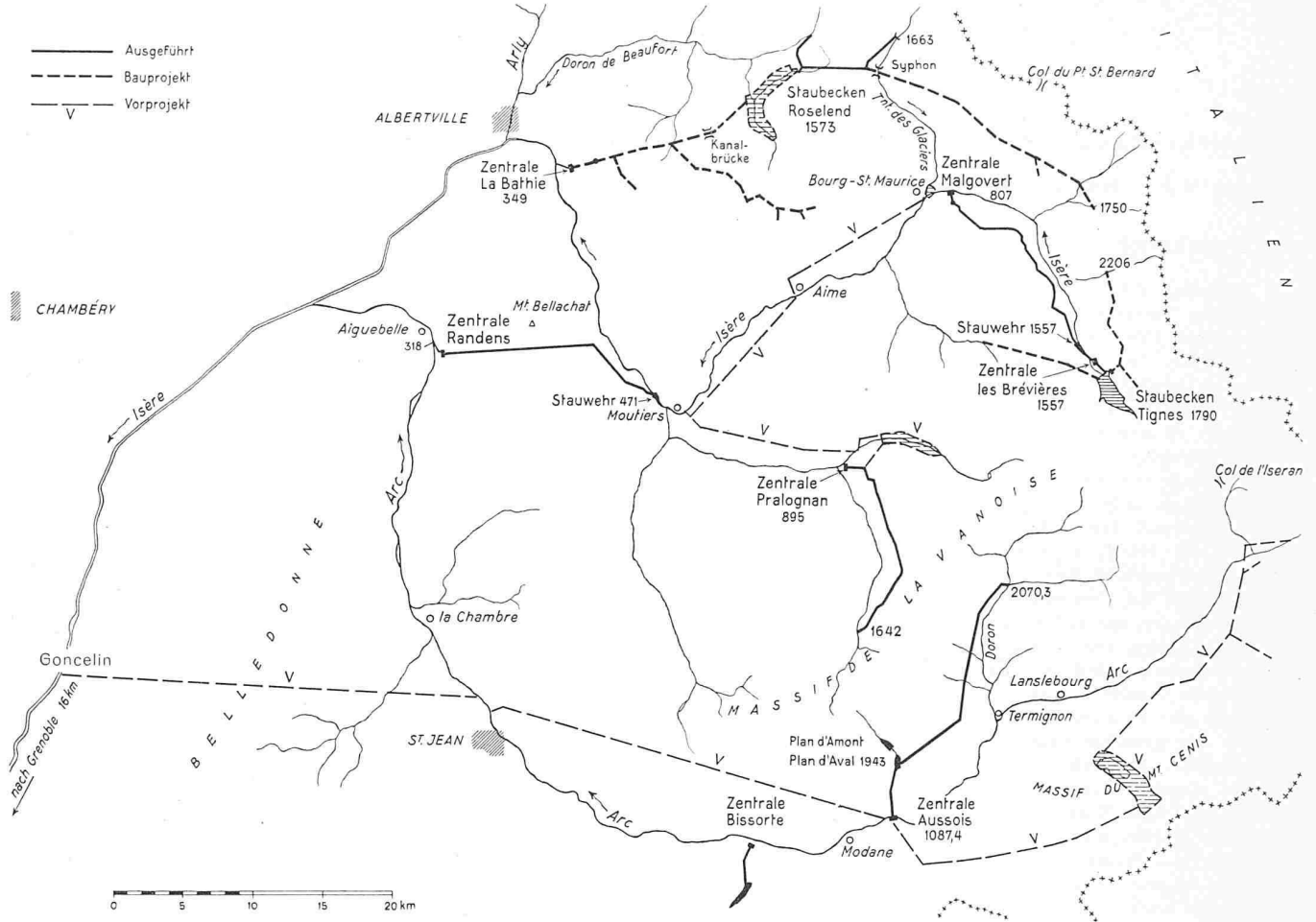


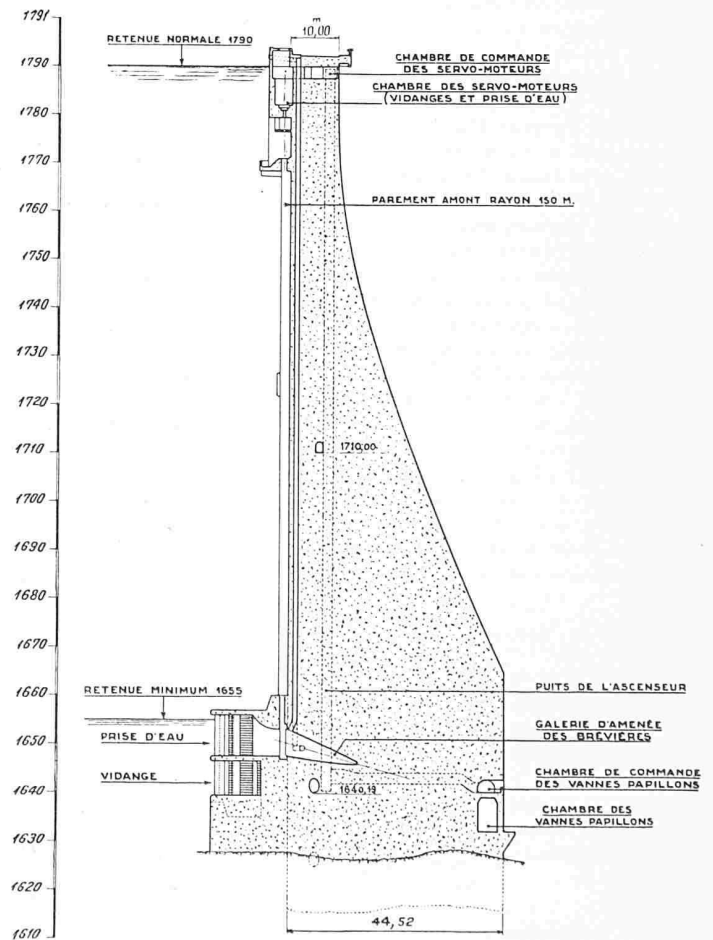
Bild 30. Kraftwerke an der Isère und am Arc, Uebersichtsplan 1 : 500 000

Sone, etwa 40 km oberhalb der Einmündung in die Rhone, ist das Einzugsgebiet, das zwischen 156 und 4103 m ü. M. liegt, 10 157 km² gross. Das ist ungefähr ebensoviel wie das Einzugsgebiet der Rhone an der Grenze zwischen Frankreich und der Schweiz. Die sehr ausgiebigen Abflüsse haben alpinen Charakter. Der mittlere Abfluss eines Mitteljahres beträgt in La Sone rd. 300 m³/s (1904—1917) bei einem absoluten Minimum von 64 m³/s und einem Maximum von 1400 m³/s.

Am Unterlauf des Flusses (Basse Isère) bestehen drei Niederdruck-Kraftwerke (s. Tabelle 17). Der Mittellauf bis Albertville (330 m ü. M.) ist noch unausgebaut, doch bestehen Vorprojekte für Wasserkraftanlagen von annähernd einer Mia kWh Energieerzeugung.

An den südlichen Zuflüssen der mittleren Isère (Drac, Romanche und Arc) und an deren Oberlauf (Haute-Isère) ist die französische Elektrizitätsindustrie entstanden. 1895 waren schon zwei Kraftwerke vorhanden, 1945 bestanden deren mehr als 50 und von den etwa 40 grossen Speicherbecken mit 20 Mio m³ Fassungsvermögen und darüber, die in den Westalpen, im Massif Central und in den Pyrenäen ausgebaut sind oder geschaffen werden sollen, liegen 14 in diesem Gebiet. Die nutzbaren Speichermöglichkeiten sollen sich, alle Becken des Einzugsgebietes eingerechnet, auf 2,4 Milliarden m³ belaufen.

In den beiden parallelen Haupttälern, der Tarentaise (Isère) oberhalb Albertville und der Maurienne (Arc) von Aiguebelle bis Modane und dem Mont Cenis ist die «Electricité de France» im Begriff, in vorbildlicher Weise die Speichermöglichkeiten und die vorhandenen Gefällsstufen auszubauen oder zum Ausbau vorzubereiten. Die angemessenen Grössenordnungen werden dabei gewahrt und Monstreprojekte wie «Val d'Isère» mit einem Speicher von 4,93 Mia m³ Nutzinhalt, Zuleitungen von den Diablerets über die Furka bis in die Seealpen und drei Kraftwerken in Frankreich, Italien und der Schweiz sind dabei fallengelassen worden. — In Moutiers beträgt das Einzugsgebiet der Isère, zwischen 473 und 3756 m ü. M. gelegen, 907 km². Der mittlere Abfluss eines Mitteljahres ist 30 m³/s (1903 bis 1915).



1. Kraftwerk Tignes-Brévières [31, 32, 33]

Die ersten Studien für diese Wasserkraftanlage mit Stau-becken stammen aus dem Jahre 1918; die Bauarbeiten wurden anfangs 1947 begonnen und Mitte 1953 beendet. Die Daten dieser grössten französischen Staumauer (gespeicherte Energie rd. 1100 kWh pro m³ Beton) und des damit verbundenen Kraftwerkes sind in Tabelle 19 zusammengestellt.

Staumauer Tignes

Die Staukote 1790 (Mauerkrone 1792 m ü. M.) entspricht einerseits der Schulter von «Les Boisses», die das Tal der Isère auf der linken Seite einschnürt, anderseits dem oberhalb liegenden Talboden von Val d'Isère, dem bekannten Wintersportort. Die Staumauer liegt in einem mächtigen, beidseitig anstehenden Quarzriegel der Trias. Es sind Elastizitätsmoduli des Felsens von 600 000 kg/cm² an entnommenen Gesteinsproben und 400 000 kg/cm² an Ort und Stelle gemessen worden. 40 000 m³ alluviale Auffüllung im engen Talweg wurden bis Kote 1611,4 ausgehoben und nur 60 000 m³ Ausbruch (mittlere Tiefe 4,3 m) waren nötig, um überall den gesunden Fels für die Mauerfundamente freizulegen. Die Bogenmauer von 181 m Höhe, einem Radius der Oberwasserseite (senkrechter Zylinder) von 150 m, einer Kronenbreite von 10 m (8 m Strasse und zwei auskragende Trottoirs von je 2 m), einer Breite des Mauerfusses (im Scheitel) von 43,5 m und einer Kronenlänge von 295,5 m hat ein Betonvolumen von 632 000 m³.

Ein zweistöckiges Einlaufbauwerk mit Grobrechen in armiertem Beton ist in der Maueraxe gelegen. Zu unterst, auf

1636 m ü. M., sind die beiden gepanzerten Entleerungsleitungen \varnothing 2,2 m angeordnet, deren Einläufe durch zwei Raupenschützen von 2,5 \times 3,0 m geschlossen werden können. Bei vollem Becken vermögen die Entleerungen 2 \times 120 = 240 m³/s abzuführen; der Abfluss wird durch Drosselklappen von 2,0 m Durchmesser am luftseitigen Ende reguliert. Hochwasser bei gefülltem Becken werden auf diese Weise abgelassen, so dass besondere Hochwasserentlastungsanlagen und Zwischenablässe überflüssig sind. Auf Kote 1648 im obern Einlauf wird das Werkwasser für die Zentrale Brévières entnommen. Die Eintrittsöffnung zu dem 3,75 m im Lichten messenden Panzerrohr von 12 bis 15 mm Blechstärke wird durch eine 2,5 \times 5,5 m grosse Raupenschütze geschlossen. Das Panzerrohr ist zuerst in der Staumauer verlegt, dann auf 945,7 m Länge in einem 1,977 % geneigten Stollen einbetoniert, mit darüber liegendem 1,2 m hohen, 0,8 m breiten Kontroll- und Drainagegang, um schliesslich über eine Drosselklappe von \varnothing 3,2 m unter 167 m Wasserdruck in die offen verlegte Druckleitung von 3,2 m Durchmesser und 207,3 m Länge überzugehen.

Der Tunnel der ersten Verlegung der Staatsstrasse wurde zubetoniert. Die definitive Verlegung der Strasse über den Seespiegel misst 7,5 km. Der Umleitungsstollen der Isère wurde durch einen gewölbten Kesselboden verschlossen, dessen Befestigungsschrauben im Notfall gesprengt werden können. Das Dorf Tignes ist beim Weiler Les Boisses wiedererstand und die Gemeinde hat heute noch, ohne den Stausee, eine Fläche von rd. 87,6 km². Zur Wiederherstellung aller Verbindungen wurden insgesamt 18 km Strassen gebaut. Die

Tabelle 17. Kraftwerke am Unterlauf der Isère

	Beaumont-Montoux (1923—25)	La Vanelle (1946—50)	Pizançon (1928—31)
Staukote m ü. M.	127,59	136,25	149,25
Ausgenützte Wassermenge m ³ /s	390	435	500
Grösstes Bruttogefälle m	10,6	8,0	12,7
Install. Leistung kW	38 000	28 000	45 000
Mittl. jährl. Energieerzeugung Mio kWh	207	150	220

Tabelle 18. Ausbauplan der Haute-Isère

	Staukote m ü. M.	Höhenunterschied m
Kraftwerk Tignes-Brévières	1790	233
Kraftwerk Malgovert	1557	752
Kraftwerk Aime (Projekt)	805	155
Kraftwerk Moutiers-Isère (Projekt)	650	175
Kraftwerk Isère-Arc (Randens)	471	152
Total		1467

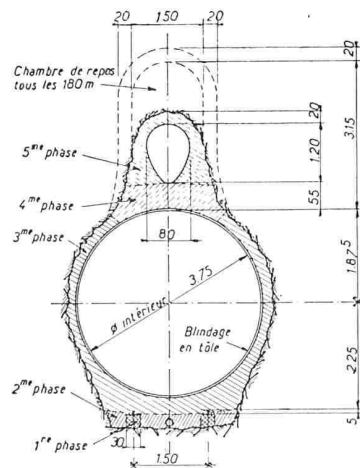


Bild 31. Querschnitt 1:150 durch den gepanzerten Druckstollen

Bild 32 (links). Staumauer Tignes, Schnitt 1:1500

Bild 33 (rechts). Das Staubecken von Tignes aus Nordwesten. Im hinteren Talboden die Ortschaft Val d'Isère



Tabelle 19. KraftwerkTignes-Brévières, Hauptdaten

Einzugsgebiete:	
Isère supérieure	171 km ²
Clous und Nant Cruet (> 2206 m ü. M.)	35 km ²
Ponturin und Sachette (> 1800 m ü. M.)	43 km ²
Total (wovon 20 km ² vergletschert)	249 km ²
Mittlere jährliche Abflussmenge:	
Isère supérieure	252 Mio m ³
Clous und Nant Cruet	48 Mio m ³
Ponturin und Sachette	53 Mio m ³
Total (11,2 m ³ /s oder 1,42 m Abflusshöhe)	353 Mio m ³
Grösstes bekanntes Hochwasser	
Niederwasser	43 m ³ /s 3,1 m ³ /s
Speicher Tignes:	
Staukote	1790 m ü. M.
Nutzbarer Speichereinhalt	230 Mio m ³
Oberfläche des Wasserspiegels	2,4 km ²
Ausgenützte Wassermenge	50 m ³ /s
Bruttogefälle in Brévières	92,5 ÷ 232,5 m
Installierte Leistung 3 × 29 000 =	87 000 kW
Mittlere Winter-Energieerzeugung	140 Mio kWh

Höhe der Brustwehr der über die Staumauer führenden Strasse nach Neu-Tignes nimmt gegen die Mauerkämpfer hin zu, was der hohen Luftseite der Staumauer einen eleganten Abschluss gibt.

Für die zu Beginn der fünfziger Jahre noch leistungsfähigste Betoniereinrichtung einer Staumauer in Europa sind folgende *Installationen* eingesetzt worden:

Einseilbahn für den Antransport von 35 t Zement pro Stunde von der Bahn-Endstation Bourg-St. Maurice nach Les Boisses (21 km Länge, 1000 m Höhenunterschied). Der lose Zement wurde mit Richard-Silowagen antransportiert, in Silos umgepumpt und von dort in die Seilbahnwagen abgefüllt. Auf der Baustelle waren sechs Silos für 600 t, d. h. 3600 t Zement, eingerichtet (somit der Bedarf von etwa vier Tagen bei maximaler theoretischer Betonierleistung). Die Prüfung des zu liefernden Zementes erfolgte an Entnahmen in den Silos der Fabrik. Auf je 600 t wurde eine Probe entnommen; der Versand des Inhaltes des betreffenden Silos erfolgte sieben Tage später.

Kalk-Steinbruch für die Zuschlagstoffe (Druckfestigkeit des Gesteins 900 ÷ 1200 kg/cm²), ausgerüstet mit einem primären Kreiselbrecher von 400 t Leistung pro Stunde. Der Abbau des Gesteins erfolgte durch Grosssprengungen von 10 ÷ 40 000 t. Das Material wurde mittels einer doppelten Seilbahn von der gleichen Stundenleistung und 2,34 km Länge

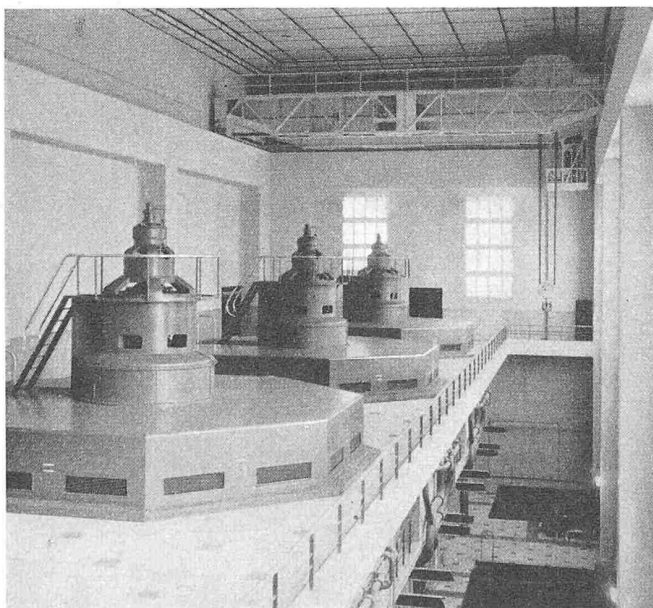


Bild 36. Zentrale Brévières

Tabelle 20. Beton-Kennwerte der Staumauer Tignes

	Massenbeton	Vorsatzbeton
Zementbeigaben		
100-mm-Grösstkorn	250 kg/m ³	280—300 kg/m ³
200-mm-Grösstkorn	180—240 kg/m ³	220—280 kg/m ³
Betondruckfestigkeiten nach 90 Tagen		
100-mm-Grösstkorn	273 kg/cm ² (P 250 kg/m ³)	319 kg/cm ² (P 281 kg/m ³)
200-mm-Grösstkorn	299 kg/cm ² (P 207 kg/m ³)	316 kg/cm ² (P 238 kg/m ³)

in die anschliessende Aufbereitungsanlage gebracht. Fünf gedeckte Silos für insgesamt 20 000 t in fünf Komponenten getrennte Zuschlagstoffe bildeten Puffer vor der Betonfabrik (Bedarf einer Woche bei einer mittleren Betonierleistung von 1800 m³ pro Tag, oder von 3 Tagen bei max. theoret. Betonierleistung).

Johnson-Betonurm mit vier Koehring-Mischern für je 2,3 m³ Fertigbeton und einer Leistung von 180 m³ pro Stunde.

Ringbahn in Normalspur mit sechs Transportkompositionen für je drei volle und einen leeren Betonkübel, bestehend aus Plattformwagen und Diesellokomotive. Die Kübel wurden unter den Kabelkranen umgehängt; für jeden Kran ist ein besonderes Gleis angelegt worden. Kabelkrane von 580 m Spannweite mit gemeinsamem Ankerturm auf der rechten Talseite und Fahrtürmen auf der Aufgabeseite. Zwei Kabelkrane von 20 t Tragkraft (6 m³ Beton), darüber ein dritter für 10 t (3 m³ Beton) waren mit Kübeln mit pneumatischen Verschlüssen ausgerüstet.

Elektrische Vibratoren amerikanischer Herkunft, die stärksten damals gebauten Maschinen (49,4 kg, 7300 U/min, 4,5 kW). Nach Ansicht des bauleitenden Ingenieurs ist es diesen Maschinen zu verdanken, dass der grobe Beton aus Brechmaterial mit der notwendigen Raschheit hat eingebrecht werden können. — Stahlschalungen Blaw-Knox.

Die Mauer ist in 18 Blöcken von 14,1 m, dem Scheitelblock von 18,5 m und den beiden anschliessenden Blöcken von 12,8 m Breite betoniert worden, in den untern Mauerpartien durch eine mittlere Längsfuge in der Tiefe halbiert. Ohne offene Fugen sind die Blöcke wechselseitig hochgeführt worden. Die Fugen wurden nicht aufgerauht und die Radialfugen waren nicht verzahnt; sie wurden nach heute klassisch gewordenen Verfahren injiziert und sind oberwasserseitig durch kupferne, auf den drei andern Seiten durch eiserne Z-Bleche gedichtet. Zementverbrauch für das Auspressen der Fugen im Mittel etwa 2,5 kg pro m².

Bei der Projektierung wurde eine Wasserkühlung durch im Beton verlegte Kühlschlangen vorgesehen, die bei der Ausführung jedoch weggelassen werden konnte. Der Portlandzement 250/350 «double cuisson» von Lafarge in Le Teil entwickelt in 28 Tagen nur etwa 80 kcal pro kg, ferner konnte die Zementbeigabe bis auf min. 180 kg pro m³ gesenkt werden. Mit 1,5 m Blockhöhe (Schichthöhe 40 bis 50 cm) und einem Betonierzyklus von 72 Stunden hat man nirgends Temperaturen über 40° C in den abbindenden Blöcken gemessen. Im obern, dünnern Teil der Mauer sind in der Woche drei Schichten zu 1,5 m betoniert worden. Die Betonierfugen wurden vor dem völligen Abbinden mit einem Druckwasser- und Druckluft-Gemisch abgespritzt, vor dem Weiterbetonieren gründlich gereinigt und mit einem Mörtelüberzug P 600 versehen.

Zur Verwendung kamen ausschliesslich gebrochene Zuschlagstoffe, die aus dem Kalksteinbruch angeliefert wurden. Das Feinmaterial ist nicht gewaschen, sondern weggeblasen worden, was sich aber nicht bewährt hat. Trotzdem etwa 40 t Steinmehl pro Tag bei grösster Staubentwicklung aus dem Betonmaterial entfernt wurden, konnten noch bis 6 % Feinsteile unter 0,08 mm festgestellt werden. Nach Versuchen im Laboratorium wurde anfänglich folgende Kornzusammensetzung mit Ausfallkörnung für den Massenbeton vorgesehen: 0,08 bis 3 mm 22 %, 15 bis 50 mm 22 %, 100 bis 200 mm 56 %. Mit weniger als P 200 kg pro m³ und einem Wasser-Zementfaktor von 0,59 erhielt man einen noch gut verarbeitbaren Beton. Der Vorbereiter der Aufbereitungsanlage ergab jedoch nur ungenügend Material von 100 bis 200 mm, so dass 160 000 m³ oder 27 % des Betons (Vorsatzbeton der Sichtflächen) mit Grösstkorn 100 mm eingebracht

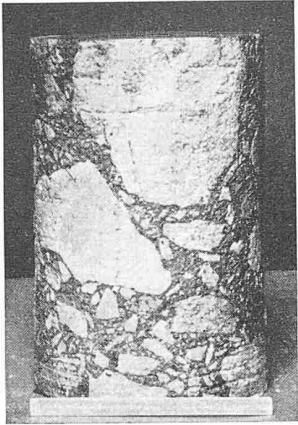


Bild 34. Kernbohrung aus dem Staumauerbeton mit 200-mm-Korn

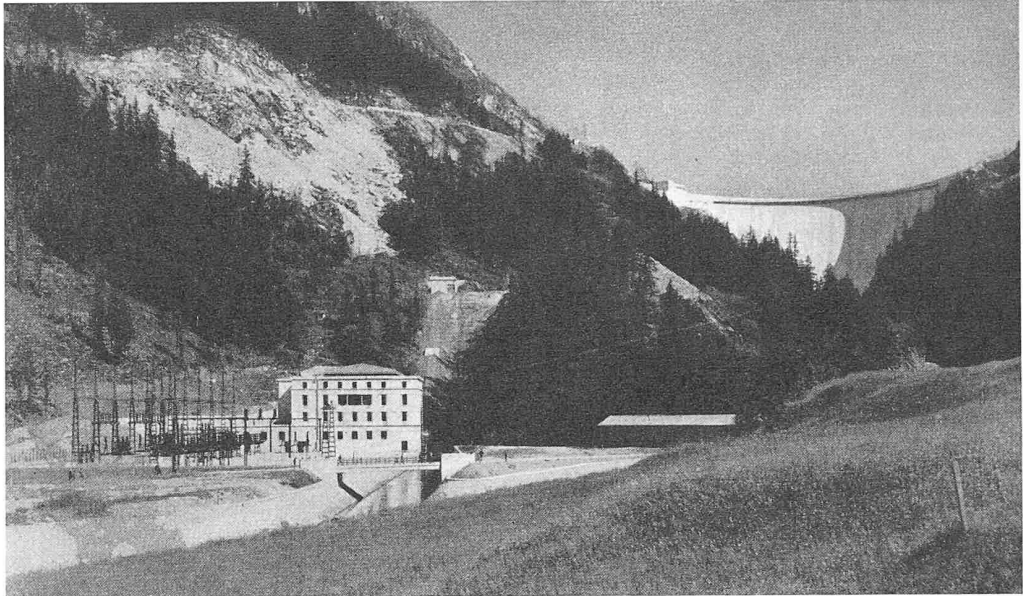


Bild 35 (rechts). Zentrale Les Brévières mit Staumauer Tignes

werden mussten. Auch die Sanderzeugung durch Sandwalzen war unbefriedigend, ungenügend und unregelmässig.

Im Kommandopult des Betonsturms waren zwölf verschiedene Kornabstufungen vorbereitet. Machte das Verarbeiten auf der Betonierstelle Schwierigkeiten, z. B. infolge Sandmangels, wurde durch Einstellen einer entsprechenden Zusammensetzung den Anforderungen der Verarbeitungs-Mannschaft entsprochen.

Der Vorsatzbeton hatte auf der Wasser- wie auf der Luftseite 3 m Stärke. Die errechneten mittleren Zementbeigaben, unter Verwendung der üblichen Menge von Darex, gehen aus Tabelle 20 hervor; ebenso die damit erzielten mittleren Betondruckfestigkeiten nach 90 Tagen. Die durch das Grösstkorn von 200 mm ermöglichte Einsparung an Zement konnte nicht ausgeschöpft werden, hauptsächlich des unregelmässigen Sandes wegen, denn zur Erzielung einer normalen Verarbeitbarkeit musste man die Zementdosierung vergrössern. Künftige Installationen für die Erzeugung von Massenbeton werden diesen Erfahrungen Rechnung tragen müssen.

Die 632 000 m³ Beton der Staumauer sind in den drei Sommern 1950 (81 000 m³, 13 %), 1951 (310 000 m³, 49 %) und 1952 (241 000 m³, 38 %) eingebracht worden. Die theoretische Leistung war zu 180 m³ eingebrachten Betons pro Stunde festgesetzt, oder 4320 m³ pro 24stündigen Arbeitstag. Von anfangs Juni 1951 bis Ende Oktober des gleichen Jahres, dann von anfangs Mai bis Ende Juli 1952 sind in 196 Arbeitstagen 446 000 m³ Beton eingebracht worden. Das sind im Mittel pro dreischichtigen Arbeitstag 2280 m³ oder rund 50 % der theoretischen Leistungsfähigkeit der Installation. Die Höchstleistung wurde am 7. Juli 1952 mit 4533 m³ erreicht. Die maschinellen Einrichtungen haben den 24stündigen

Betrieb sehr gut durchgestanden. Es wurde auf sorgfältigste Pflege und Wartung geachtet; Revisionen und Reparaturen wurden über die Sonn- und Feiertage gemacht.

Eine Dichtungsschürze ist nur fragmentarisch durch die Injektion von 23 Sondierlöchern gebildet. Dagegen ist ein sekundärer Schirm durch zwei Reihen von Bohrlöchern in 2,5 und 5 m Abstand von der wasserseitigen Mauerflucht ausgeführt worden, die im Mittel 250 kg Zement pro Bohrloch geschluckt haben. Die Kontaktinjektionen talwärts des sekundären Schirmes benötigten 1 kg Zement pro m².

Das Projekt der Staumauer und die Berechnungen stammen von den bekannten Ingenieuren Coyne und Bellier. An Modellen aus Presskork und aus Kautschuk sind die analytischen Spannungsermittlungen unter Wasserdruck nachgeprüft worden. Die Versuche ergaben Resultate, die mit den Berechnungen übereinstimmten (grösste rechnerische Druckbeanspruchung rd. 50 kg/cm²).

Zentrale Brévières

Die Fundationsverhältnisse haben sich als sehr schwierig erwiesen. Der Alluvialboden des Tales, von starken Lehmschichten durchzogen, war zur Aufnahme der grossen Auflasten der Zentrale nicht geeignet. Das Maschinenhaus ist deshalb direkt auf den ziemlich tief liegenden Felsen abgestellt worden. Das Dienstgebäude jedoch, durch eine Fuge vom Maschinenhaus getrennt, ist nur über ausbetonierte Schächte auf den festen Untergrund fundiert. 20 000 m³ Aushub waren für das 35 × 77 m messende und 15 m hohe Gebäude und den offenen Unterwasserkanal auszuführen. — In sechs Lagern ist Unterkunft für 2500 Unverheiratete und für mehr als 300 Familien bereitgestellt worden. Forts. folgt.

75 Jahre Cellulosefabrik Attisholz AG. vorm. Dr. B. Sieber

DK 061.5:676.1.062

Im Jahre 1881 gründete Dr. phil. *Benjamin Sieber* die Cellulosefabrik Attisholz. Zur Feier ihres 75. Geburtstages hat die Firma eine sehr schöne Festschrift herausgegeben, die ein umfassendes Bild über das Werden, Wachsen und Blühen dieses bestbekanntesten Unternehmens gibt. Es lohnt sich, die sehr bewegte Firmengeschichte zu verfolgen, die eindrücklich zeigt, was Unternehmerrmut, Beharrlichkeit, Weitblick und fachtechnisches Können zustande bringen.

Der Gründer wurde am 28. Mai 1839 in Wiesloch bei Heidelberg geboren, wirkte 1857/58 als Assistent bei Prof. Bunsen und bestand 1859 das Staatsexamen. Als junger Chemiker trat er in die damalige Anilinfarbenfabrik R. Geigy in Basel ein, trat nach zwei Jahren in die Jägersche Anilinfarbenfabrik in Barmen ein und siedelte 1878 mit seiner zweiten Frau nach Basel über, wo er eine eigene Anilinfarbenfabrik gründete. Da ihn diese nicht befriedigte, sah er sich nach

neuen Möglichkeiten um. Schliesslich entschloss er sich, eine Produktionsstätte für die Gewinnung von Cellulose zu erstellen. Er benützte dazu die stillstehende Waffelfabrik Oechslin in Attisholz, deren Kesselanlage vorläufig für die Produktion des benötigten Dampfes genügte.

Dr. B. Sieber kommt das Verdienst zu, die Sulfitcellulosefabrikation in der Schweiz eingeführt zu haben. Der Absatz seines Unternehmens litt unter der Konkurrenz der inländischen Papierstoffabriken, vor allem derjenigen in Biberist und Balsthal, so dass der Ausweg über den Export gesucht werden musste. An ihm hat sich das Siebersche Unternehmen während den ersten Jahren emporgearbeitet und gut entwickelt.

Die ungünstige Verkehrslage erforderte das Umladen der Holzlieferungen in der Station Luterbach und den Antransport durch Pferdezug zur Fabrik. Im Jahre 1888 entschloss