Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 74 (1956)
Heft: 47

Artikel: Wasserkraftanlagen in den Ost- und Westalpen und im Massif Central
Autor: Gut, Walter
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-62746

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

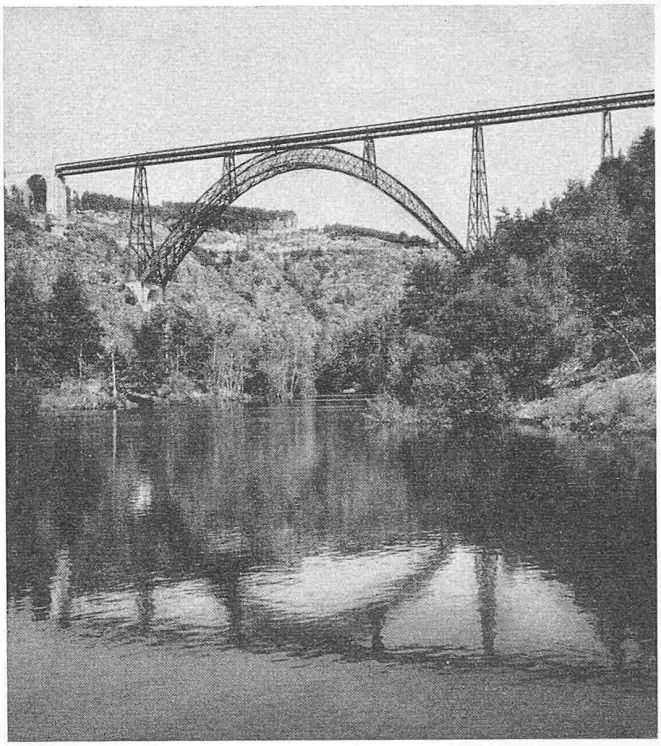
Download PDF: 02.07.2025

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

Wasserkraftanlagen in den Ost- und Westalpen und im Massif Central

Forts. von S. 711 DK 621.29

Von Ing. S. I. A. **Walter Gut**, Elektro-Watt AG., Zürich



f) Kraftwerke an der Truyère

Von der Quelle auf 1268 m ü. M. in den Montagnes de la Margeride (1492 m ü. M.) bis zu der Vereinigung mit dem Lot in Entraygues auf Kote 221 m ü. M. ist die Truyère 170 km lang bei einem Einzugsgebiet von 3280 km². Das Totalgefälle von 1047 m ist jedoch nicht gleichmässig verteilt. Weiche Glimmerschiefer bilden auf etwa 135 km Länge bis oberhalb Mur-de-Barrez den Unterbau der Gegend. Die Truyère hat sich in flachem Lauf in das öde Hochplateau von St-Chély d'Apcher, das auf rd. 1000 m ü. M. liegt, eingeschnitten. Beim bekannten, 564 m langen Eisenbahnviadukt von Garabit (Stahlkonstruktion von Eiffel) ist die Schlucht schon an die 120 m tief. Unterhalb von Garabit beträgt das Gefälle im Mittel 2,75 ‰ mit günstigen Gelegenheiten zur Schaffung von Speicherbecken. Bei Mur-de-Barrez durchbricht der Fluss einen 13 km breiten Granitriegel mit 20 ‰ Gefälle und einem totalen Höhenunterschied von 260 m. Nach dem Zusammenfluss mit der Bromme bilden wieder Glimmerschiefer das Substratum bis zu dem 23 km entfernten Entraygues, und das Gefälle ist 73 m oder 3,25 ‰. Die Talflanken sind durchwegs steil und die tiefen Schluchten unzugänglich und völlig unbesiedelt, ein Reich der Angler.

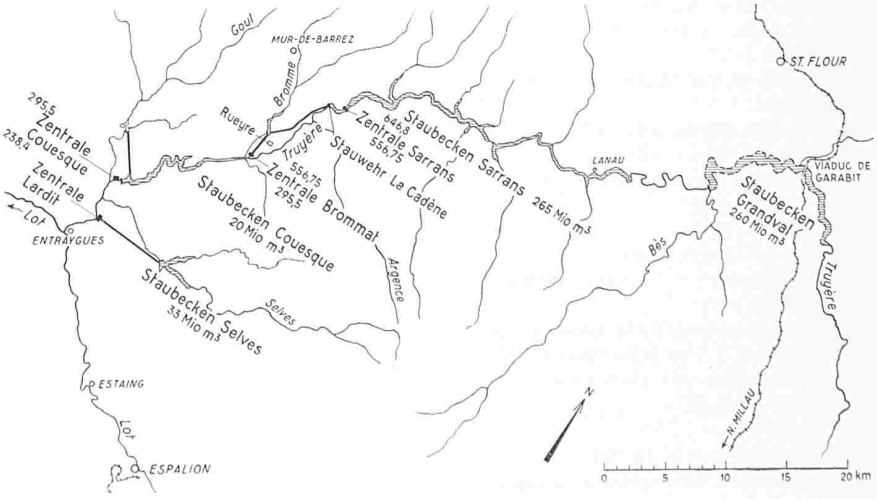
Das Einzugsgebiet weist mittlere Regenhöhen von 600 bis 1100 m auf, etwas bescheidenere Zahlen als an der benachbarten Dordogne, wo 800 bis 2500 mm jährlich fallen. Die Abflüsse der Truyère sind sehr unregelmässig; während die Hochwasser zwischen November und April anfallen (grösste Spitze von 1750 m³/s im Jahre 1868 beim Pont de la Cadène, 2400 km²), kann der Abfluss im Sommer auf einige hundert Liter pro Sekunde fallen.

Die günstigen Verhältnisse des mittleren Flussabschnittes haben sehr früh zu Ausbauprojekten Anlass gegeben, und schon im Jahre 1910 ist das Recht zur Ausnützung der Wasserkraft zwischen dem Pont de la Cadène und der Mündung der Bromme verliehen worden. Die Arbeiten wurden 1914 begonnen, während des Krieges eingestellt und 1917 wieder aufgenommen. Erst ab Anfang 1928 jedoch, nachdem die «Société des Forces Motrices de la Truyère» die Ausbauprojekte beträchtlich ausgeweitet, modernisiert und sie auch finanziell genügend untermauert hatte, sind die Arbeiten rascher vorwärts gekommen.

Die erzeugte Energie aller bestehenden Werke wird in der Freiluftschaltanlage Rueyres etwa 2 km nördlich der Zentrale Brommat verteilt. Zwei 225-kV-Leitungen gehen nach La Mole—Paris [53], eine wei-

Tabelle 31. Der heutige Ausbauplan der Truyère

	Nutzbarer Speicher Inhalt Mio m³	Brutto-gefälle m	Ausgenützte Wasser-menge m³/s	Install. Leistung kW	Mittl. jährl. Erzeugung Mio kWh
Truyère supérieure (Projekte: 6 Kraftwerke, 3 Speicher, einschl. Einleitung der Colagne)	39	—	—	42 000	310
Bès (Projekt)	95	—	—	62 000	140
Grandval (Truyère-Projekt)	260	73	150	86 000	157
Lanau (Truyère-Projekt)	—	22,2	150	29 000	55
Sarrans (Truyère 1934)	265	90	145	117 000	222
Brommat (Truyère 1932)	0,6	261,5	84	195 000	814
Couesque (Truyère 1950)	20	57,1	134	64 000	220
Cambayrac (Truyère, im Bau)	—	10,9	110	10 300	32
Lardit (Selves 1947)	33	340,5	15	50 000	106
Total	712,6	—	—	655 300	2056



Oben: Der Viadukt von Garabit (Photo Feher, Paris)

Bild 68. Kraftwerke an der Truyère. Uebersichtsplan 1:600 000

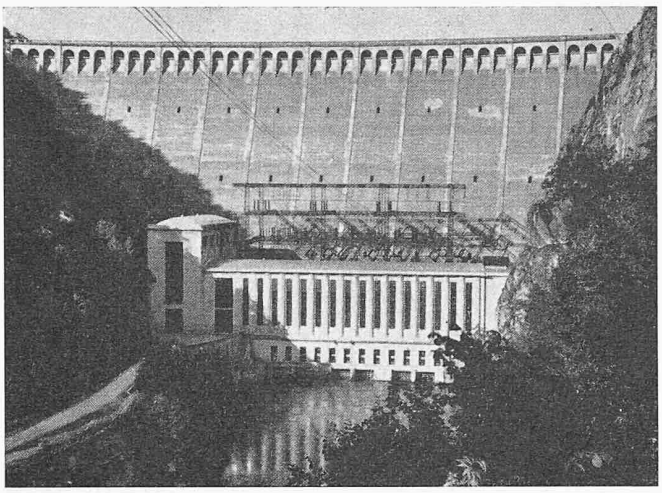


Bild 69. Staumauer und Zentrale Sarrans

Tabelle 32. Kraftwerk Sarrans, Hauptdaten

Einzugsgebiete: Truyère	2494 km²
Argence	89 km²
Total	2583 km²
Mittl. jährliche Abflussmenge (42,7 m³/s oder 0,54 m Abflusshöhe)	1346,9 Mio m³
Staubecken Sarrans	
Staukote	646,8 m ü. M.
Nutzbarer Speicherinhalt	265 Mio m³
bis Kote 594,8 (52,0 m)	(von tot. 296 Mio m³)
Seeoberfläche	10 km²
Ausgenützte Wassermenge	145 m³/s
Nettogefälle	41,0 bis 95,0 m
Install. Leistung 3 × 38 500 =	117 000 kW
Mittl. jährliche Energieerzeugung	222 Mio kWh

Tabelle 33. Kraftwerk Brommat, Hauptdaten

Stauwehr in der Truyère in La Cadène	
Staukote	556,75 m ü. M.
Nutzbarer Speicherinhalt	0,6 Mio m³
Druckstollen Truyère-Bromme (v_{max} 2,94 m/s)	
Länge	5,68 km
Benetzter Querschnitt	
ausgekleidet ⌀ 6,04 m (Betonstärke min. 30 cm)	28,6 m²
unausgekleidet (Hufeisenprofil mit betonierter Sohle und Gunitbewurf auf dem Umfang) 6,0 m Höhe und Breite	29,9 m²
Staumauer in der Bromme	
Staukote	556,75 m ü. M.
Nutzbarer Speicherinhalt	0,2 Mio m³
Ausgenützte Wassermenge	86 m³/s
Druckstollen Bromme-Zentrale (v_{max} 2,08 m/s)	
Länge	1,72 km
Benetzter Querschnitt	
ausgekleidet ⌀ 7,24 m (Betonstärke min. 40 cm)	41,2 m²
unausgekleidet (wie Druckstollen Truyère) 7,2 m Höhe und Breite	42,0 m²
Reservoirstollen mit Ueberlauf auf Kote 556,75	5000 m³
Nettogefälle	240,0 bis 256,0 m
Install.Leistung 6 × 32 500 =	195 000 kW
Mittl. jährliche Energieerzeugung	814 Mio kWh

tere nach Godin und den Pyrenäen, eine vierte nach Monistrol d'Allier (Kraftwerk Montpezat) und in die Region von Lyon. Eine 150-kV-Leitung bringt Energie ins Industriegebiet von Clermont-Ferrand.

Die schon über zwanzig Jahre alten Anlagen sind auch heute noch interessant, weil sie damals für europäische Verhältnisse ganz ungewohnte Ausmasse aufwiesen. In Sarrans ist erstmals in Europa die nun klassisch gewordene Staumauer mit Zentrale am Mauerfuss und Druckleitungen direkt durch die Staumauer ausgeführt worden, während Brommat die erste Kavernenzentrale überhaupt ist. Beides sind Marksteine in der Entwicklung der modernen Wasserkraftanlagen.

1. Kraftwerk Sarrans, erbaut 1930 bis 1934 [54], Bild 69

Das Staumauerkraftwerk liegt am Anfang der steilen Mittelpartie des Flusses in einem Engpass im Granit. Das Staubecken dagegen erstreckt sich auf 35 km in den Glimmerschiefern.

Staumauer Sarrans: Gewichtsmauer, leicht gekrümmt, Radius 475 m, Anzug der Wasserseite 0,03, der Luftseite 0,77, Kronenlänge 220 m mit Aufbau für die Ueberführung einer Strasse auf Kote 651,0, Höhe 113 m, Breite des Mauerfusses 78 m, 450 000 m³ Beton. Der Gussbeton wurde mit Brechmaterial (Basalt und Granit) aus in der Nähe liegenden Steinbrüchen hergestellt. Zement kam mit einer 20 km langen Luftseilbahn von der nächsten Bahnstation. Im linken Talhang sind zwei Hochwasserüberläufe für je 1200 m³/s in Stollen von 10 m Durchmesser angeordnet, die in ein kleines Seitental münden, von wo das Wasser beruhigt in die Truyère abfliesst. Die beiden Umleitungsstollen wurden als Grundablässe ausgebildet. Zwischen Staumauer und Zentrale sind die drei Dreiphasen-Transformatoren 15/225 kV aufgestellt, von wo die Energie auf drei Leitungen nach der etwa 10 km entfernten Schaltanlage Rueyres übertragen wird.

2. Kraftwerk Brommat, erbaut 1928 bis 1932 [54], Bilder 70 bis 73

Das Projekt dieser Anlage hat während des Baues verschiedene Aenderungen erfahren, die immer wieder neueste Fortschritte im Kraftwerkbau berücksichtigten. Dabei ist schliesslich in 18 Jahren Bauzeit ein Werk entstanden, das abgesehen von Einzelheiten auch noch heutigen Ansprüchen genügt. Eine Feststellung, die der Weitsicht und Tatkraft der

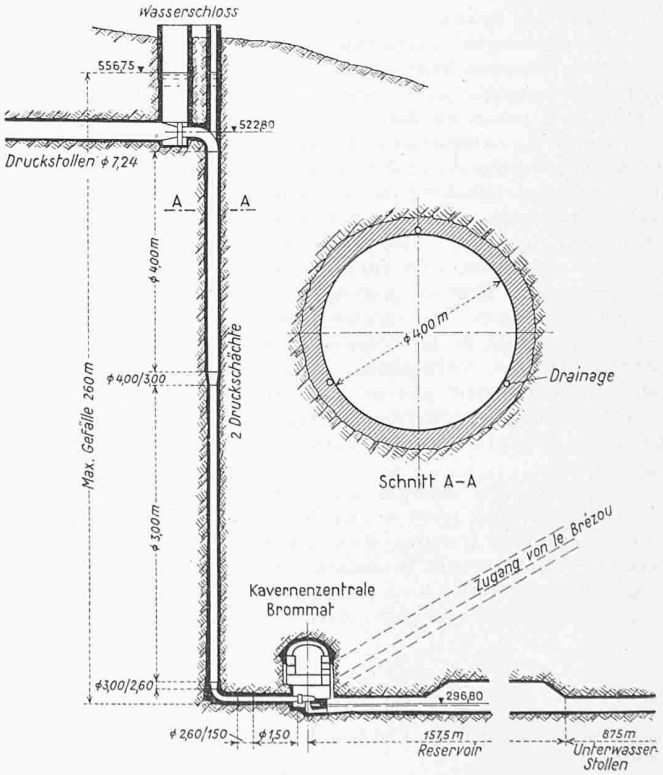


Bild 70. Kraftwerk Brommat; Druckstollen, Wasserschloss, Druckschächte, Zentrale und Unterwasserkanal; Längsschnitt 1 : 3000, Querschnitt 1 : 150

Finanzleute und Ingenieure, die an der Anlage gearbeitet haben, zur Ehre gereicht.

Der Innendruck in den Stollen liegt zwischen 13 m beim Einlauf La Cadène und 28 m beim Uebergang in die Druckschächte. Nach Inbetriebnahme des Werkes ist vom letzten Stollenfenster an der Truyère eine direkte Verbindung von 2,93 km Länge zum Wasserschloss gebaut worden, die gestattet, das Staubecken Bromme zu umgehen.

Vor den beiden vertikalen Druckschächten sind zwei oben offene Wasserschlosschächte von 8 m Innendurchmesser ohne Ueberläufe angeordnet. Je eine Schnellschlusschütze und eine langsam schliessende Rollschütze sind an den Einläufen zu jedem Druchschacht eingebaut. Die Druckschächte von 230 m Höhe (Durchmesser 4,0 m — 3,0 m — 2,6 m) haben eine Panzerung von 12 bis 49 mm Dicke mit mindestens 30 cm Betonhinterfüllung. Sie sind bis über Tag geführt worden, was ermöglichte, die Panzerung von oben mittels Flaschenzug einzubringen. Diese Druckschachtverlängerungen blieben ebenfalls offen. 41,5 m bergwärts der Kavernenzentrale gehen die Druckschächte in horizontale dreiarmige Verteilleitungen ⌀ 1,5 m über. Die Kugelschieber liegen in der Kaverne mit Entwässerungsmöglichkeit in den Unterwasserkanal.

Die Zentrale ist nur 31,4 m hoch, 21,8 m breit und 75,3 m lang, also von sehr gedrängter Bauart. Je drei Gruppen liegen auf beiden Seiten des Mittelfeldes, in welches der Schrägstollen des Zuganges mündet und das als Montageplatz reserviert ist. Der Unterbau der Generatoren und die Kranbahn sind vom Fels weitgehend unabhängig. Frischluft wird durch einen zum Unterwasserkanal parallelen Stollen eingeführt, durchströmt zwangsläufig die Räume der Kaverne und wird durch Ventilatoren über den unter dem Zugangsstollen liegenden Kabelkanal abgesogen. Der Zugangsstollen von 5,5 × 5,5 m mit 60 % Neigung und 300 m Länge ist mit einem Schrägaufzug für Lasten von 65 t oder bei einer Geschwindigkeit von 1 m/s für Personentransport ausgerüstet. Seitlich sind die Kommandokabel aufgelegt, während die Maschinenkabel im untern Stock in einem Kanal von 2,14 m Breite und 3,4 m Höhe geführt sind. Der Unterwasserkanal ist 1030 m lang, wobei nach der Vereinigung der Turbinensaugrohre ein horizontal 800 m² messendes Reservoir zum Abfangen der Druckstösse eingeschaltet ist.

Acht Transformatoren sind in le Brézou bei der Mündung des Zugangsstollens gelegen, mit Abgängen nach der Schaltanlage Rueyres. Der Kommandoraum, der Raum des Lastverteilers, die Büros, die Werkstätten und Magazine sind ebenfalls in le Brézou untergebracht.

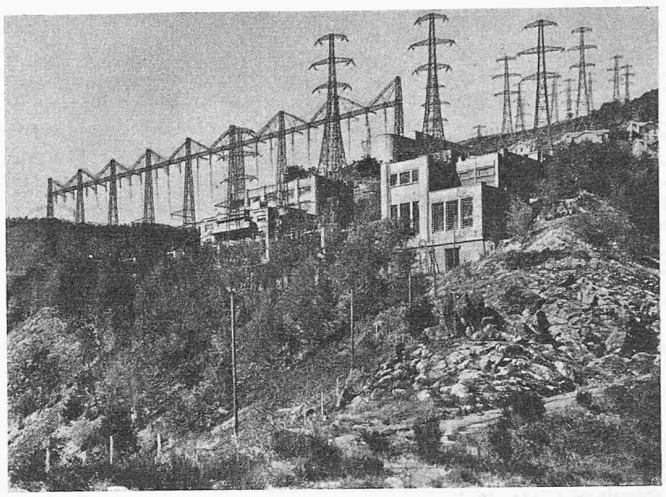


Bild 73. Kraftwerk Brommat; Transformatorenstation Le Brézou mit Abgängen nach der Schaltanlage Rueyres

Bemerkenswert ist betrieblich, dass die Bronze-Laufräder der Turbinen trotz der 23 Jahre Laufzeit nicht gelitten haben und noch, wie uns gesagt wurde, tadellos erhalten sind.

3. Kraftwerk Couesque, erbaut 1945 bis 1950 [55, 56], Bilder 74 bis 77

Dieses Kraftwerk staut mit seinem Speicherbecken den Unterwasserkanal der Zentrale Bromat normalerweise leicht ein. Neben der beispiellosen Schönheit und Eleganz der Staumauer fällt die gepflegte architektonische Haltung des Maschinenhauses gegenüber der nur zweckmässigen Gestaltung anderer Werke wohltuend auf. Die erste Gruppe kam Ende September 1950, die zweite auf Ende 1950 in Betrieb.

Tabelle 34. Kraftwerk Couesque, Hauptdaten

Einzugsgebiete	
Truyère	2770 km²
Goul	300 km²
Total	3070 km²
Mittl. jährliche Abflussmenge (50,6 m³/s oder 0,52 m Abflusshöhe)	1596,4 Mio m³
Max. Hochwasser	2700 m³/s
Staubecken Couesque	
Staukote	295,5 m ü. M.
nutzbarer Speicherinhalt bis Kote 286,5 (9,0 m)	20 Mio m³ (von total 56 Mio m³)
Ausgenützte Wassermenge	134 m³/s
Bruttogefälle	48,1—57,1 m
Install. Leistung 2 × 32 000 =	64 000 kW
Mittl. jährliche Energieerzeugung	220 Mio kWh

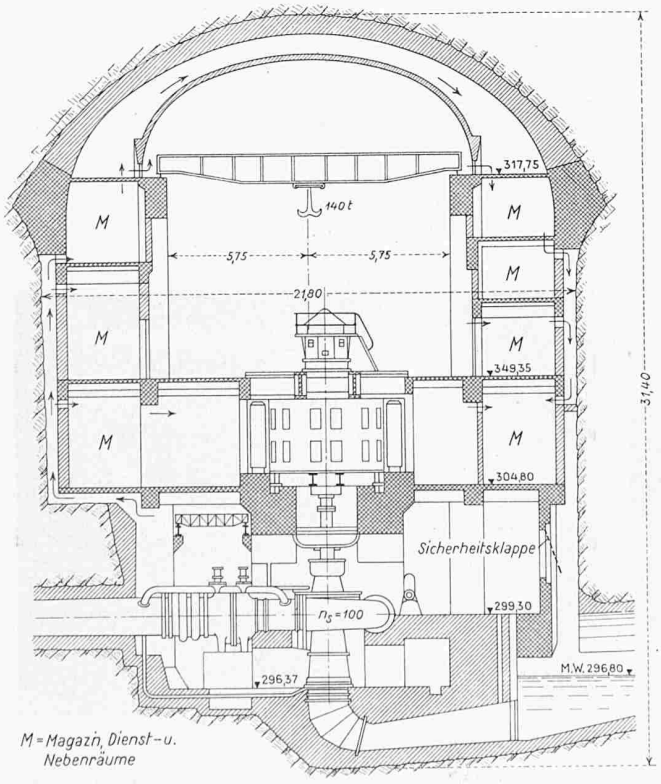


Bild 71. Querschnitt 1 : 300 durch die Kavernenzentrale Brommat

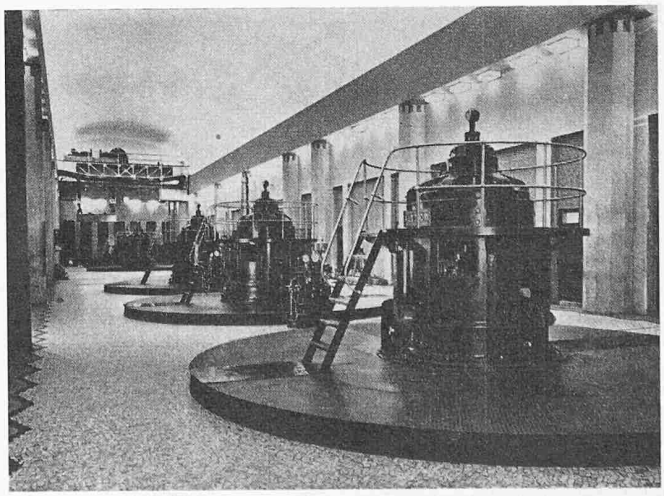


Bild 72. Kavernenzentrale Brommat

Staumauer Couesque

Eine begrenzte Graniteinlagerung in den Glimmerschiefern hat die Gegebenheiten für eine dünne Bogenstaumauer geschaffen. Die Kuppel hängt stark nach Unterwasser über, so dass Hochwasser von 2700 m³/s über die Maueroberkante abgeführt werden können. Länge des Ueberfalles (Kronenlänge) 175 m, Höhe der Mauer 65,5 m, 75 000 m³ Beton. Die Horizontalschnitte sind Kreisringe von minimalem Radius und einem Zentriwinkel von annähernd 120° mit optimalen Verhältnissen für die Aufnahme des Wasserdruckes und kleinstem Aufwand an Beton. Die Dicke des Staumauerfusses im höchsten Profil ist etwa 10 m, die der Staumauerkrone rd. 2,7 m. Die Kuppelform gestattet, auch bei abgesenktem Stau die Gewölbewirkung voll auszunützen, und die Fugen bleiben geschlossen. Mit Blaw-Knox Eisenschalungen von 4,5 m Auflagerlänge auf dem alten Beton und 1,5 m Schichthöhe ist es gelungen, eine einwandfreie Wasser- und Luftseite herzustellen. Dazu wurde aber Zement aus nur einer Fabrik verwendet. Die Fugen zwischen den einzelnen Blöcken erhielten horizontale und vertikale Verzahnungen.

In sorgfältigen Modellversuchen im Masstab 1:50 in der Versuchsanstalt Neyrpic in Grenoble ist die günstigste Form der Ueberfallkrone und des Absturzbeckens herausgearbeitet worden. Bei gewissen Wassermengen begann der Strahl stark zu vibrieren, was mit der Aufteilung durch zwei Aufsatznasen behoben wurde.

Die Betonzuschlagstoffe wurden in einer Kiesgrube längs der Truyère gewonnen und mittels einer 5 km langen Luftseilbahn von 60 t Leistung pro Stunde zugeführt. Der Zement und die andern Güter kamen per Lastwagen von der 35 km entfernten Bahnstation Espalion am Lot. Das Maximalkorn von 180 mm für die Staumauer und 80 mm für den Beton der übrigen Bauteile und die Kornzusammensetzung Zement 12 %, 0÷2 mm 12,6 %, 2÷10 mm 11,2 %, 10÷30 mm 15,2 %, 30÷80 mm 17,0 % und 80÷180 mm 32,0 % entsprach dem natürlich anfallenden Kies- und Sandmaterial. Bei einer Dosierung von P 325 kg pro m³ Beton sind Festigkeiten nach 28 Tagen von 325 kg/cm² erreicht worden, für die höchsten rechnerischen Beanspruchungen von 70 kg/cm² genügend. Kernbohrungen aus der Staumauer ergaben nach 14 Monaten eine mittlere Festigkeit von 400 kg/cm². Der Beton wurde sehr trocken mit einem Wasserzement-Faktor von 0,43 eingebracht und gerüttelt.

Eine 20 bis 30 m tiefe Dichtungsschürze mit Bohrlöchern alle 2,5 m von insgesamt 2915 m Länge ist injiziert worden, wobei im Mittel 223 kg Zement pro m eingepresst wurden. Ferner ist das Gestein auf 3 m Tiefe verfestigt und die Kontaktfläche zwischen Mauerwerk und Fels ausgepresst worden (Zementbedarf 36,5 kg/m²). Die Fugen wurden durch ein doppeltes System vertikaler (Primärinjektionen) und horizontaler (Nachinjektionen) Rohrleitungen ausgepresst, wobei an Stelle der Gummimanschetten die Ventile Typ «Capitaine» verwendet wurden, die, an der Dordogne entwickelt, sich dort sehr gut bewährt hatten (Zementbedarf 34,9 kg/m²).

Drei Entleerungen ⌀ 1,8 m sind in die Staumauer eingebaut, die gestatten, die in Brommat ausgenützte Wassermenge von 86 m³/s bei einem Wasserdruck von 35 m abzulassen. Je zwei Drosselklappen schliessen diese Leitungen auf der Unterwasserseite ab, wobei die talaufwärts eingebauten Klappen ⌀ 1,8 m als Sicherheitsverschlüsse, die talabwärts liegenden ⌀ 1,6 m als Regulierorgane verwendet werden.

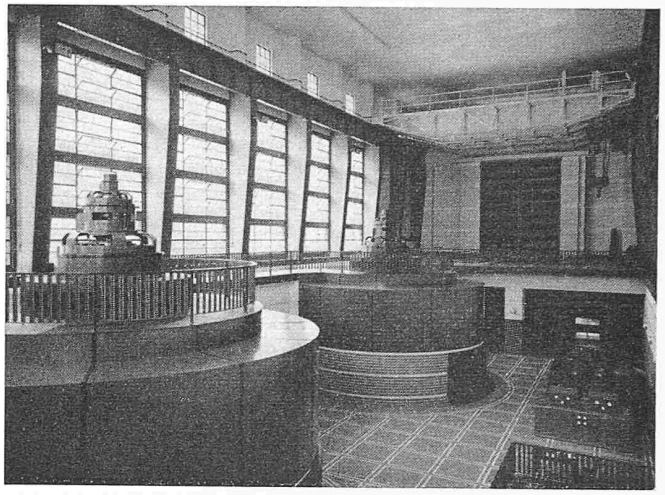


Bild 77. Zentrale Couesque mit Charmilles-Turbinen

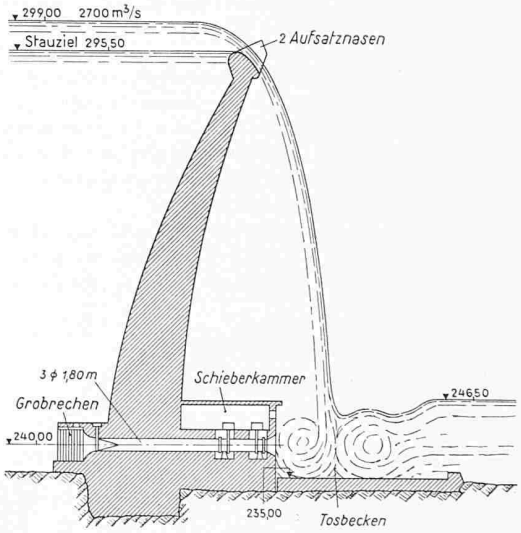
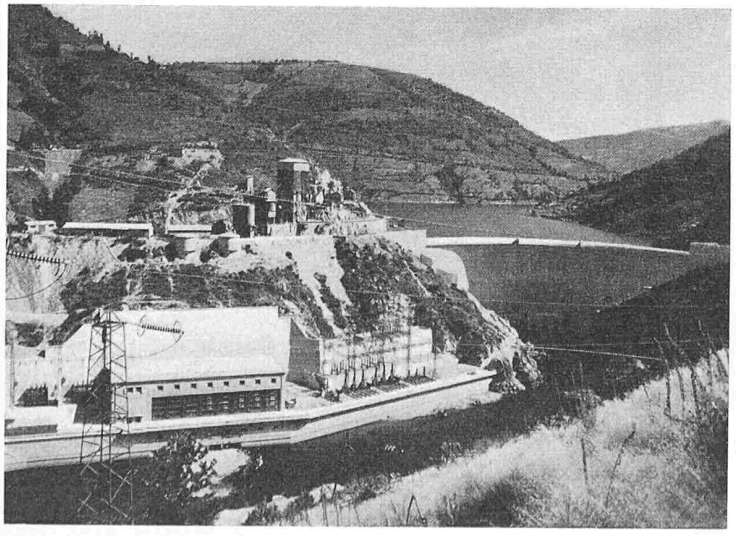


Bild 74. Staumauer Couesque, Schnitt 1 : 1000 in der Axe



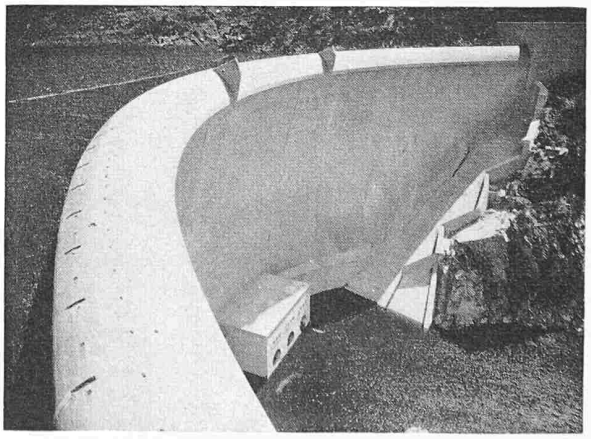


Bild 75. Staumauer Couesque

Bild 76 (links). Kraftwerk Couesque; Zentrale, darüber Wasserschlösser, links Transformatoren, rechts Schaltanlage

Uebrige Teile der Anlage

Zwei parallele Druckstollen von 5,65 m innerem Durchmesser und 200 m Länge (benetzte Fläche 25,0 m², max. Wassergeschwindigkeit 2,7 m/s) mit je einem Wasserschlossschacht beim Uebergang in die mit 70 % Gefälle in Stollen verlegten Druckleitungen von ⌀ 4,2 m und 75 m Länge. Der min. 30 cm messende Abstand zwischen Rohr und Fels ist nicht ausbetoniert. Die Zentrale hat 60,5 m Länge und 21,1 m Breite mit Oberbau in Stahlkonstruktion und Betonverkleidung. Diese Ausführung wurde gewählt, um möglichst rasch die beiden 100 t Laufkrane benützen zu können. Der Zufluss Goul, der etwa 1,1 km unterhalb der Staumauer von rechts in die Truyère mündet, ist durch eine dünne Bogenmauer gefasst und in einem 3,36 km langen Stollen von 7,2 m² Querschnitt in die Stauhaltung eingeleitet.

Fortsetzung folgt.

Literaturverzeichnis

[53] *G. Petitmengin:* Les installations de transmission d'énergie à 220 kV de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans. «Revue Générale d'Electricité» 1934, S. 353/374, 387/403 und 425/441.

[54] *J. Dumas:* Les installations hydro-électriques de la Truyère. Usines de Sarrans et de Brommat (Aveyron). «Le Génie Civil» 1932, S. 269/277.

[55] *H. Advenier:* Chute de Couesque. «Travaux» 1951, S. 104/107.

[56] *M. Mary, L. Derobert:* Les barrages de Couesque sur la Truyère et d'Enchanet sur la Maronne. «Travaux», mai 1955, Supplément au No 247, S. 91/99.

Zur geplanten Reform des Normalstudienplanes der Abteilung für Elektrotechnik an der ETH

DK 378.962 ETH : 621.3

Erwiderung von Dr. **P. Waldvogel** zum Aufsatz von Prof. Dr. K. Sachs, erschienen in der SBZ 1956, Nr. 38, S. 572.

Es ist ausserordentlich zu begrüssen, dass die weitesten Schweizer Kreise der Elektrotechnik sich gegenwärtig mit der Frage einer Modernisierung des Studienplanes der Abteilung für Elektrotechnik an der ETH beschäftigen. Erst dadurch wird es unseren Schulbehörden möglich sein, einen neuen Plan aufzustellen, der den vielen Wünschen der interessierten Wirtschaft möglichst Rechnung trägt. In diesem Sinne hat es mich persönlich auch gefreut, dass Prof. Dr. Sachs, der auf dem ganzen Gebiet der Traktion — und insbesondere der elektrischen Traktion — eine umfassende und langjährige Erfahrung besitzt, hier das Wort ergriffen hat.

Ich hatte mir letzten Winter die Mühe genommen, mir in diesem Problem ein Bild über die Meinung der mir nahestehenden Kreise zu machen, nämlich der industriellen Unternehmungen bzw. der Fabriken der schweizerischen Elektroindustrie. Diese Gedanken wurden im «Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins» vom 21. Juli 1956, Nr. 15, Seite 666 wiedergegeben. Die Schlussfolgerungen, zu welchen wir kamen, weichen in den wesentlichen Punkten von den Anregungen von Prof. Dr. Sachs ab, insofern als wir die zwei folgenden Postulate ausgesprochen haben:

1. Möglichst gute allgemeine Bildung,
2. Spezialisierung erst in den letzten Semestern.

Diese Postulate gründen auf folgenden Ueberlegungen: Die Absolventen der ETH und der EPUL sind berufen, zu führenden Stellen aufzurücken, also z. B. Chef eines Laboratoriums, einer Studien- oder Entwicklungsgruppe, einer Konstruktions- oder Verkaufsabteilung, Betriebsleiter oder Direktor zu werden. Sie werden Menschen verschiedener Schichten und Bildungsgrade führen, zu sinnvoller Zusammenarbeit erziehen und zu vollem Einsatz für die Lösung konkreter Aufgaben begeistern müssen. Die hierzu nötigen Charaktereigenschaften müssen sie von zu Hause mitbringen. Die Hochschule soll ihnen die Möglichkeit bieten, die Persönlichkeitswerte zu pflegen, deren sie über ihre Fachkenntnisse hinaus zur Lösung ihrer Führungsaufgaben später bedürfen. Hierher gehören Einführungen in die Grundzüge von Philosophie und Staatswissenschaften, von Nationalökonomie und Recht, dazu die Pflege von Literatur, Sprachen, Geschichte und Kunst. Von besonderer Bedeutung ist ein tieferes Eindringen in die Arbeits- und Betriebspsychologie sowie die Auseinandersetzung mit den menschlichen Problemen unserer technischen Zeit. Ausserdem bedarf es Zeit zur beschaulichen und selbständigen Verarbeitung des Aufgenommenen und Erlebten. Das ist es, was mit allgemeiner Bildung gemeint ist. Dabei ist die Forderung, sie zu pflegen, in dem Sinne zu verstehen, dass während der Studienzeit nur jene grundlegenden Aspekte vermittelt werden sollen, die dem Fassungsvermögen und dem Erlebniskreis dieser Stufe entsprechen und die zur selbständigen weiteren Pflege im Leben in der Praxis anregen.

Die zweite Forderung ergibt sich aus der ausserordentlichen Mannigfaltigkeit der praktischen Anwendungen der Elektrotechnik, ihrer überaus raschen Entwicklung sowie aus der für unser Land typischen Gliederung der Elektroindustrie in wenige Grossbetriebe und sehr zahlreiche mittlere und kleinere Unternehmungen. Der in der Praxis tätige Ingenieur wird fortgesetzt und intensiv am Ausbau seiner fachtechnischen Bildung weiterarbeiten müssen, und zwar nicht nur auf dem Gebiet, das er in seiner Firma bearbeitet, sondern auch auf allen verwandten Gebieten. Es ist eine grosse Selbstverständlichkeit, dass ihn sein Arbeitgeber hierin nach Möglichkeit unterstützt. Die Hochschule soll ihm nur das Wesentliche und Grundsätzliche vermitteln, das ihn befähigt, sein Selbststudium fruchtbar zu gestalten.

Diese Grundausbildung soll nun durch weitere obligatorische Fächer ergänzt und vertieft werden. Hier ist vor allem das Konstruieren zu nennen. Es stellt vollkommen und typisch das Wesen der schöpferischen Tätigkeit des Ingenieurs dar. Es ist während des Studiums unentbehrlich, da nur hier der angehende Ingenieur das Wesentliche der technischen Schöpfung wirklich erlebt. Dies gilt nicht nur für die wenigen, die später in die Konstruktion gehen, sondern ebensosehr für die vielen, die in Forschung, Fabrikation, Verkauf oder anderswo tätig sein werden. Immer ist das Konstruieren die Grundlage technischen Schaffens. Bei den Konstruktionsübungen, die mit Vorteil unter Mitwirkung von Ingenieuren aus der Praxis durchgeführt werden könnten, ist die zweckmässige Auswahl der Aufgaben von grosser Bedeutung. Hierfür massgebend ist viel weniger das Gebiet als die pädagogische Eignung, also die Eignung zum Ueben des schöpferischen Gestaltens, die Eignung auch zu gründlicher Auseinandersetzung mit theoretischen Gesetzlichkeiten sowie mit material-, ausführungs-, montage- und betriebstechnischen Forderungen bis in alle Einzelheiten.

Der vertieften selbständigen Verarbeitung des Grundsätzlichen sollen ausser den Konstruktionsübungen auch Arbeiten in den Laboratorien sowie einige Semester- und eine Diplomarbeit dienen. Hier soll auf sehr schmaler Basis eine Spezialisierung vorgenommen werden, wie sie später in der Praxis vorkommt und durch die Beobachtungssinn, Gewissenhaftigkeit und Ausdauer geübt werden.

Eine Anregung, die mir sehr wichtig erscheint, betrifft die vermehrte studentische Freiheit. Sie ist für die Entfaltung zur selbständigen Persönlichkeit unerlässlich. Und diese Selbständigkeit ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für ein erfolgreiches Bekleiden führender Posten.

Prof. Dr. Sachs tritt als Verteidiger des Starkstroms auf, wofür sich recht viele schweizerische industrielle Unternehmungen sehr dankbar zeigen werden. Auch seine Unterstreichung der Wichtigkeit des Konstruierens und seine Bestrebungen, das Konstruieren an der ETH hoch zu halten, verdienen unsere volle Anerkennung. Die grundsätzliche Lösung des Problems glaubt er aber zu finden in einer Trennung zwischen den neu zu schaffenden Abteilungen «für theoretische Elektrotechnik, Hochfrequenz- und Fernmeldetechnik» einerseits und «für Maschinenbau und konstruktive Elektrotechnik» anderseits.

Ich glaube persönlich, dass die angeregte Lösung den heutigen Umständen nicht genügend Rechnung trägt. Es muss nämlich erkannt werden, dass Starkstrom- und Fernmelde-Technik unter sich heute sehr eng miteinander ver-