

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 74 (1956)
Heft: 51

Artikel: Wasserkraftanlagen in den Ost- und Westalpen und im Massif Central
Autor: Gut, Walter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-62762>

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: 22.02.2026

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

trische Fusschemelheizung fällt in der währschaften Sitzbankanlage kaum auf und spendet dem Raum auch bei grosser Kälte eine gleichmässige Wärme.

Nach dem Muster des ältesten Wandputzes lässt ein neuer in belebendem Spiel die Struktur der kahlen Bruchsteinwände erkennen. Fünf unauffällige Wandarme beleuchten den Raum.

Zwei in den Taufstein mit Bubenbergwappen eingelassene Laschen liessen auf einen Deckel mit Schubriegel schliessen. Und alte Einiger vermochten sich zu erinnern, dass bei Taufen die eine Hälfte des zweiteiligen Deckels umgeklappt und als Lesepult benutzt werden konnte. Auch dieser Zustand wurde nach bestem Vermögen rekonstruiert und ein eiserner Schubriegel nach einem Gipsmodell geschmiedet. Die noch neue Orgel in der Nordwestecke war zum Schutz vor dem Umbauschutt ausgebaut und beim Wiedereinbau mit elektrischer Heizung versehen worden.

Der Abendmahlstisch ist ausser den zwei gotischen Traussesseln das einzige bewegliche Möbelstück der Kirche. Durch unpassende Zutaten und hässliche Flicke war dieser einst schöne Tisch entstellt worden. Ein Sonderkredit ermöglichte es, auch diese Mängel tunlichst zu beheben sowie die an der Kanzel angenagelte Liedertafel zu entfernen und durch eine grössere, den heutigen Anforderungen entsprechende Vorrichtung am leeren Wandstück des Triumphbogens zu ersetzen.

Auch das äussere Bild der Kirche erfuhr Veränderungen. Bei gründlicher Prüfung erwies sich der Verputz als noch viel schlechter, als befürchtet worden war. Die seit Menschengedenken das Gebäude überwuchernden Schlingpflanzen hatten den Bewurf fast gänzlich vom Mauergrund gelöst. Er wurde in gleich guter Qualität ersetzt in der noch feststellbaren ursprünglichen Struktur. Die Eingangstüren helfen in hohem Masse mit, die äussere Erscheinung eines Gebäudes zu prägen. Die Türe des Haupteingangs, einst ein im Zeitgeist der Kirche

gehaltenes Geschenk des Heimatschutzes, gewann nicht nur durch die Verlängerung nach unten bis auf die tiefer gesetzte Schwelle, sondern auch wesentlich durch die Beseitigung der waagrecht Reihen der Ziernägel. Sie hatten die Türe noch niedriger erscheinen lassen, als sie schon gewesen war. Nach dieser Erfahrung wurde auch die Türe zum wiederentdeckten Südeingang gestaltet. Die äussere Sakristeitüre wurde der einfachen Leistentüre (Stotzbretter mit Einschubleisten) nachgebildet, welche den um 1250 herum ausgebrochenen Durchgang vom Chor zur Sakristei abschliesst und noch aus frühgotischer Zeit stammt. Was an Beschlägen fehlte, konnte aus dem Lager eines Sammlers in Fribourg ergänzt werden. Das tiefer gelegte und möglichst grün gehaltene Gelände bringt mit seiner schlichten Gestaltung die Schönheit der Architektur wieder besser zur Geltung.

Zwei Sommer währte der Eingriff in das unserer Generation gewohnte Bild der Kirche. Vieles war wieder gutzumachen gewesen, was Unkenntnis und Gleichgültigkeit Jahrhunderte hindurch verschandelt hatten. Zum Glück war das Baudenkmal zu Einigen ursprünglich so schlicht und gut und künstlerisch gestaltet worden, dass seine wahre Gestalt sich allen Ausbrüchen und allen «Verbesserungen» zum Trotz zu behaupten vermochte. Auch jetzt hatte seine Qualität in überzeugender Weise die zu vollbringenden Restaurierungsarbeiten einem jeden diktiert, der sich mit ganzer Seele seiner annehmen wollte. Der Zeitgeist des altehrwürdigen Gebäudes beherrschte die Baustelle und drängte den Gestaltungswillen unserer Zeit ganz in den Hintergrund. So besitzt denn Einigen wieder ein wohlbewahrtes Baudenkmal von hohem künstlerischem Wert. Und die in seinem Baugrund gemachten Funde werfen ein Licht auf die im Dunkel der Zeit sich verlierenden Anfänge des uralten Gotteshauses.

Adresse des Verfassers: Arch. E. F. Baumann, Faulensee/Spiez BE

Wasserkraftanlagen in den Ost- und Westalpen und im Massif Central

DK 621.29

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

Schluss von Seite 738

3. Kraftwerk Aigle [62, 63], Bilder 92 bis 96

Diesem bekannten Kraftwerk, das zum ersten Male alle Organe in einem Baublock vereinigt (Staumauer, Hochwasserentlastung als «saut de ski» über der Zentrale, Wasserfassung, Druckleitungen und Zentrale) ist eine wechselvolle Entstehung beschieden gewesen.

Die Bauherrin war die «Energie Electrique de la Moyenne Dordogne», eine Gesellschaft regionaler Wirtschaftsinteressen. Die Vorbereitung des Baues ist 1936, anschliessend an die Fertigstellung des Kraftwerkes Marèges, von Oberingenieur Coyne und seinem technischen Stab aufgenommen worden, und 1939, kurz vor Kriegsbeginn, waren die ersten Arbeiten vergeben. Der Krieg und die Besetzung haben die Ausführung dann stark gehemmt, so dass erst am 31. Mai 1945 das Stau-becken erstmals gefüllt werden konnte.

Die damalige katastrophale Knappheit an elektrischer Energie drängte die Betriebsleitung zu einer möglichst raschen Inbetriebnahme der ersten Gruppe, wobei der Generator durch verschiedene Zwischenfälle unbrauchbar wurde. Erst Ende 1947 konnte dann diese Gruppe wieder in den Betrieb genommen werden, im Frühling 1948 war die zweite betriebsbereit, 1949 die dritte; die vierte Gruppe ist inzwischen auch fertiggestellt worden.

Der Standort der Mauer ist durch einen

Engpass bedingt, den eine harte Gneispartie in den sonst weichen Glimmerschiefern des Tales gebildet hat.

Aus der Kostenverteilung des Kraftwerkes Marèges (Tabelle 39) war hervorgegangen, dass man die Baukosten niedriger halten könnte, wenn die Anlagen gedrängter gebaut würden. Aigle gab Gelegenheit, dies zu beweisen, und die beiden Schussrinnen der Hochwasserüberläufe, jede für 2000 m³/s gebaut, wurden über die halbringförmige Zentrale am Fusse der Staumauer geführt. Die sehr weit ins Oberwasser ausragenden Einläufe zu den Schussrinnen (Bild 93), durch Mittelpfeiler in zwei mittels 11,0 × 12,0 m grosse Sektorschützen abgeschlossene Öffnungen geteilt, sind durch vorgespannte Stahlkabel in die Mauer verankert. Ebenso ist das Dach der Zentrale durch vorgespannte Kabel an die Mauer gebunden, um den horizontalen Schub des überströmenden

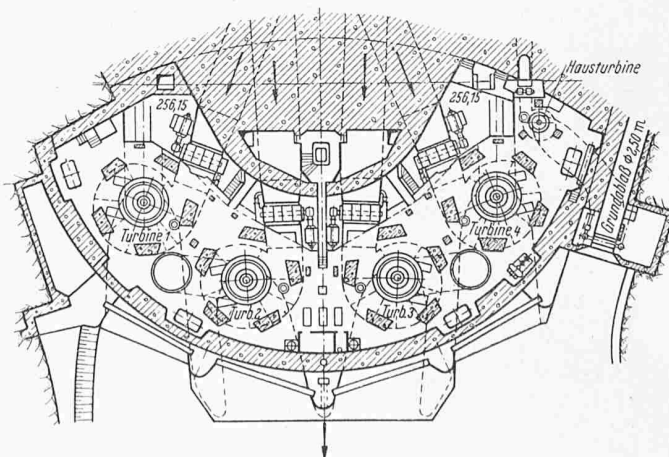


Bild 92. Kraftwerk Aigle, Horizontalschnitt 1 : 800 durch den Turbinenraum

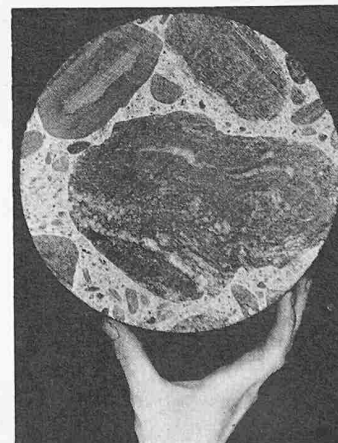


Bild 96. Maschinell hergestelltes Bol-lenstein-Mauerwerk

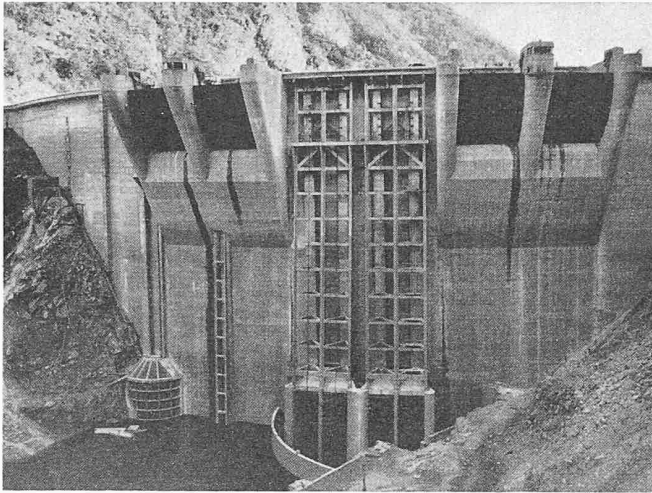


Bild 93. Wasserseitige Mauerfront mit Einläufen zu den Hochwasser-Entlastungen, den vier Druckleitungen und den zwei Entleerungsleitungen

Wassers aufzunehmen (siehe die in [63] enthaltenen Pläne und Schnitte). Daneben sind noch andere kleinere Bauteile verspannt worden. Die Zentrale in Halbkreisform ist betrieblich nicht gerade günstig, da man von der ersten zur letzten Gruppe keine direkte Sicht hat; der Turbinenraum (Bild 92) ist dementsprechend auch nicht restlos befriedigend.

Zur Ergänzung des einzigen Umlaufstollens von $\varnothing 10,0$ m für $600 \text{ m}^3/\text{s}$ ist die Mauerpartie am linken Ufer, in welcher die zwei Entleerungsleitungen $\varnothing 2,5$ m eingebaut werden sollten, möglichst lange offengehalten worden. Die beiden gepanzerten Entleerungen werden oberwasserseitig durch eine Raupen-Schütze von $2,5 \times 8,5$ m geschlossen, auf der Luftseite durch je eine Drosselklappe $\varnothing 2,5$ m.

Vier Druckleitungen $\varnothing 4,7$ m liegen paarweise übereinander radial in der Staumauer. Sie werden durch Raupen-Schützen von $4,0 \times 4,7$ m geschlossen. Vor den Turbinen sind Drosselklappen $\varnothing 4,0$ m eingebaut.

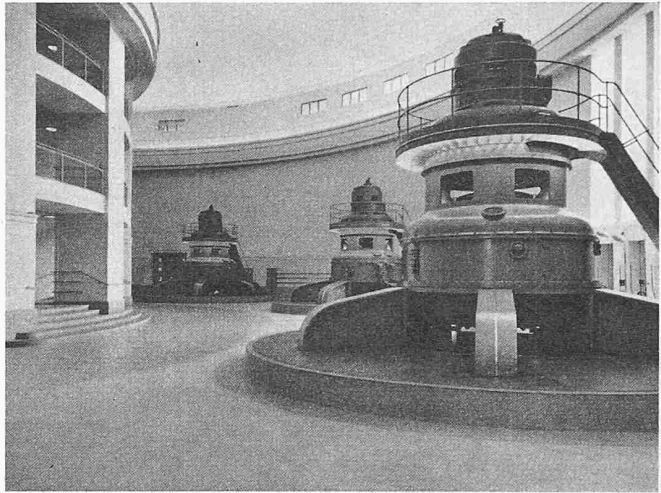


Bild 95. Zentrale Aigle.

Bilder 92 und 97 nach «Der Bauingenieur» 1956, Heft 8

Staumauer Aigle

Dicke Bogenmauer, Radius der vertikalen Wasserseite 150 m, Kronenlänge 290 m, Höhe 95 m, Breite der Mauerkrone 5,5 m, Neigung der Luftseite 50 % in der Axe, mit Verdickung gegen die Widerlager, 240 000 m^3 Beton.

Das Grösstkorn des Betons war 250 mm in zwei Richtungen, erreichte aber 400 mm in der dritten. Die Zuschlagstoffe wurden in einer Schotterablagerung der Dordogne, 6 km unterhalb der Baustelle, gewonnen. Die Zusammensetzung der Zuschlagstoffe, mit zwei Ausfallkörnungen zwischen 3 und 10 mm und 30 und 100 mm, war die folgende:

0 ÷ 3 mm	24 %	30 ÷ 100 mm	6 %
3 ÷ 10 mm	4 %	100 ÷ 150 mm	8 %
10 ÷ 30 mm	10 %	150 ÷ 250 mm	48 %

Der Zement ist über eine 9,3 km lange Seilbahn von der Bahnlinie Aurillac-Mauriac-Bort antransportiert worden. Die

Tabelle 40. Kraftwerk Aigle, Hauptdaten

Einzugsgebiet	
Dordogne	3270 km^2
Luzège	290 km^2
Total	3560 km^2
Mittlere jährliche Abflussmengen	
Dordogne	2710 Mio m^3
(86 m^3/s oder 0,83 m Abflusshöhe)	
Luzège	310 Mio m^3
(10 m^3/s oder 1,07 Abflusshöhe)	
Total	3020 Mio m^3
Grösstes bekanntes Hochwasser	2400 m^3/s
(Dezember 1944)	
Tausendjähriges Hochwasser	4000 m^3/s
Staubecken Aigle	
Normalstau	342,0 m ü. M.
Nutzbarer Speicherinhalt (bis Kote 311,0)	160 Mio m^3
(30 Mio kWh oder 150 h Vollastbetrieb der Zentrale)	(von total 200 Mio m^3)
Länge des Staues	25 km
Ausgenützte Wassermenge $4 \times 75 =$	300 m^3/s
Max. Nettogefälle	80,0 m
Install. Leistung $4 \times 50\,000 =$	200 000 kW
Mittl. jährliche Energieerzeugung	
Dordogne	400 Mio kWh
Luzège	50 Mio kWh
Total	450 Mio kWh

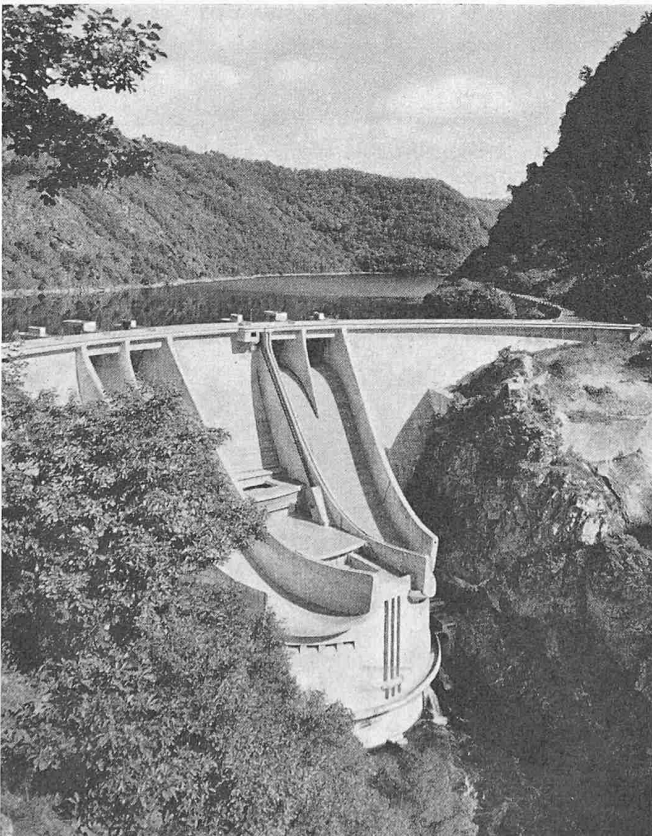


Bild 94. Kraftwerk Aigle, Gesamtansicht

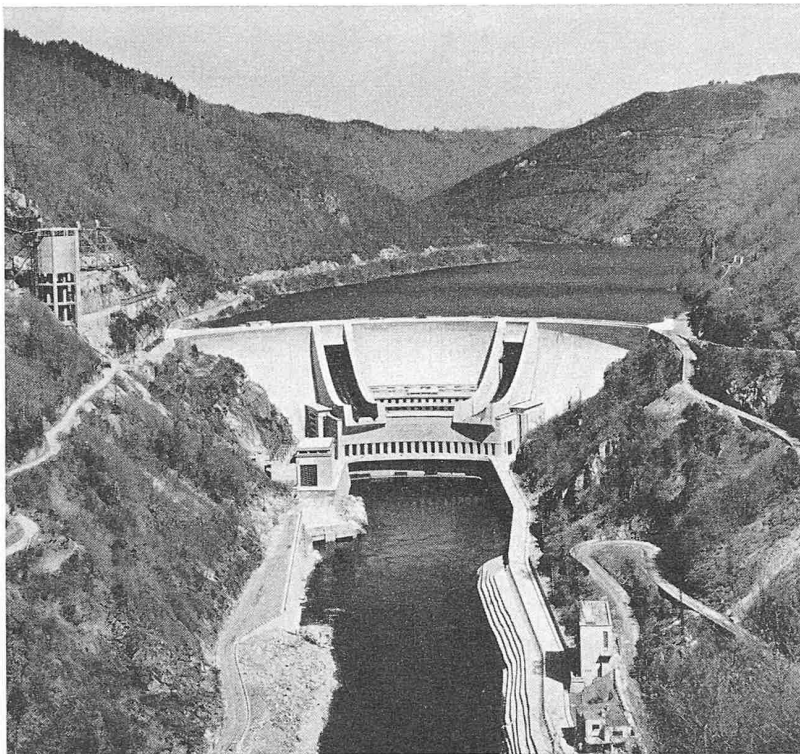


Bild 98. Hochwasser-Entlastung im Betrieb

Bild 99 (links). Kraftwerk Chastang, Gesamtansicht. Links unten Transformatoren

Bild 100 (rechts). Staumauer und Zentrale Chastang, Querschnitt 1 : 1000

Bild 101 (rechts unten). Kraftwerk Chastang, Bau-stadium mit Stahlgerüst für eine Hochwasser-Entlastung über der Zentrale und Dachkonstruktion. Daneben (Bild 102) Innenansicht der Zentrale

verwendeten Zementdosierungen sind nicht genau bekannt. Dem Angebot zu Grunde lag eine Zementbeigabe von P 225 kg pro m³ für den Staumauerbeton (ohne den Vorsatzbeton), jedoch für ein Grösstkorn von 70 mm. Eine minimale Druckfestigkeit von 225 kg/cm² nach einem Jahr war vorgeschrieben. Nach Ansicht von Ing. Coyne hätte der Beton, so wie er eingebracht worden ist, selbst mit P 150 noch reichlich genügt.

Der Beton war gut verarbeitbar und wurde mit Einmannrüttlern vibriert. Entgegen weit verbreiteter Meinung soll schwer verarbeitbarer Beton durch Verminderung des Sandanteiles besser werden und Ausfallkörnungen seien leichter verarbeitbar als kontinuierliche Kornabstufungen. Der Beton in Aigle ist ein maschinell hergestelltes Bollensteinmauerwerk mit weniger Mörtel als ein handgemauertes Mauerwerk aufweisen würde (Bild 96). Allen Vorteilen eines solchen Betons wie Verringerung des Zementbedarfes, Verminderung der Abbindewärme und des Schwindens steht aber gegenüber, dass die meisten natürlichen Schotter nicht 50 % und mehr Steine grösser als 100 mm enthalten, so dass sie zusätzlich beschafft werden müssen, was meistens nur aus Steinbrüchen geschehen kann. Zur Verarbeitung solcher Betone mit Bruchsteinen sind die Innenrüttler nicht mehr kräftig genug. Da könnten nun die 2 bis 4 Tonnen wiegenden Mammutrüttler eingesetzt werden, die sperrige Steine von 40 bis 60 cm verarbeiten. Erweist sich die Herstellung dieser Grobbetone als wirtschaftlich, dann wird in der Technik der Massbetone eventuell ein Schritt nach vorwärts möglich [64].

Tabelle 41. Kraftwerk Chastang, Hauptdaten

Einzugsgebiet	4160 km ²
Mittlere jährliche Abflussmenge (111 m ³ /s oder 0,84 m Abflusshöhe)	3500 Mio m ³
Niederwasser	10 m ³ /s
Staubecken Chastang	
Normalstau	262,0 m ü. M.
Nutzbarer Speichereinhalt	36 Mio m ³ (von total 180 Mio m ³)
Oberfläche des Wasserspiegels	7,0 km ²
Länge des Staus	31 km
Ausgenützte Wassermenge 3 × 135 =	405 m ³ /s
Maximales Bruttogefälle	72 m
Installierte Leistung 3 × 85 000 =	255 000 kW
Mittlere jährliche Energieerzeugung (wovon 500 Mio kWh durch zwei Maschinen)	540 Mio kWh

Die Luzège, ein rechtsseitiger Zufluss aus der Corrèze, der unterhalb der Staumauer in die Dordogne mündet, wurde durch einen 6 km langen Stollen in den Speicher eingeleitet.

Die vier Dreiphasentransformatoren mit Demontageturm und Dienstbetrieben liegen auf Höhe der Staumauerkrone am rechten Ufer. Jede Gruppe ist über einen Transformator mit der Freiluftschaltanlage Le Breuil, nördlich von Aigle auf dem Plateau gelegen, wo auch die Schalter aufgestellt sind, direkt verbunden. Von Le Breuil aus geht der neueste Hauptstrang der Energieübertragung von der Dordogne über Marmagne nach der Pariser Gegend. Die Masten tragen heute noch zwei Leitungen zu 225 kV, an deren Stelle später ein Strang zu 380 kV treten wird. Die Leitungen übertragen jährlich an die 800 Mio kWh nach Paris mit einer Monatsspitze (im März 1954) von 140 Mio kWh.

4. Kraftwerk Chastang [65, 66], Bilder 97 bis 103

Der Bau dieses jüngsten Kraftwerkes an der Dordogne ist von der «Union d'Electricité» in Paris, die seinerzeit die

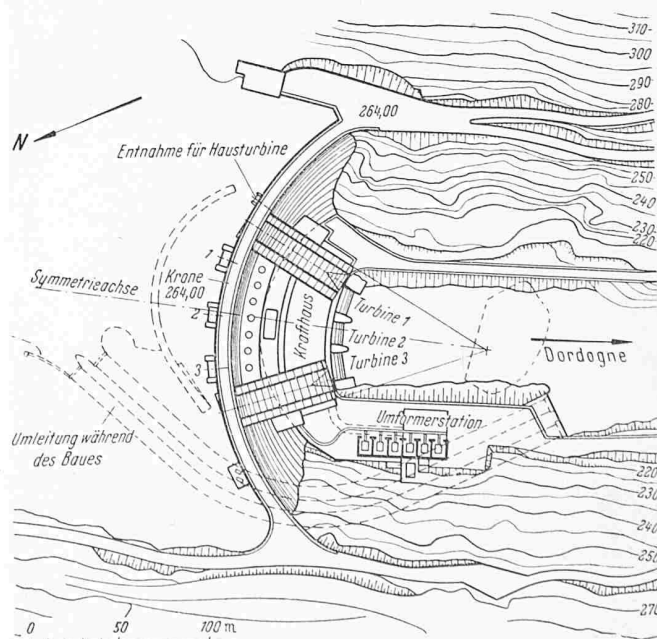
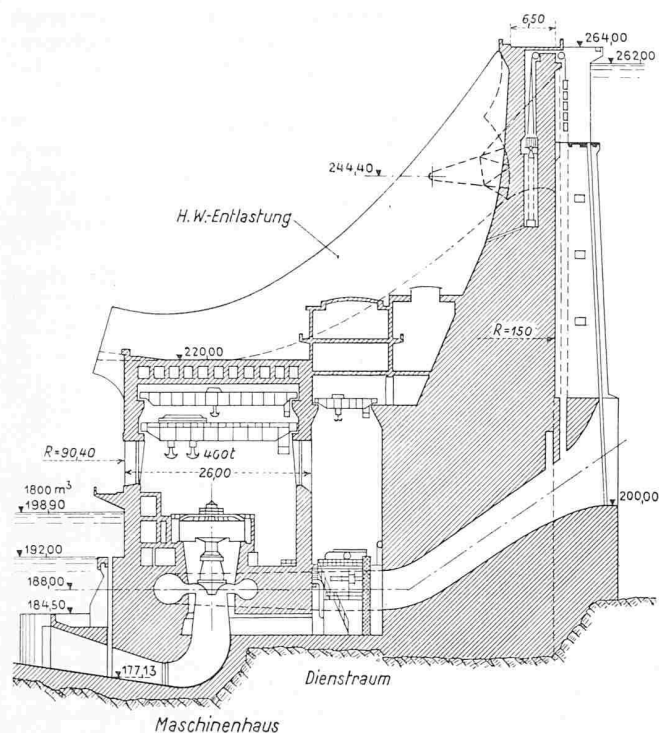


Bild 97. Kraftwerk Chastang, Lageplan 1 : 4000

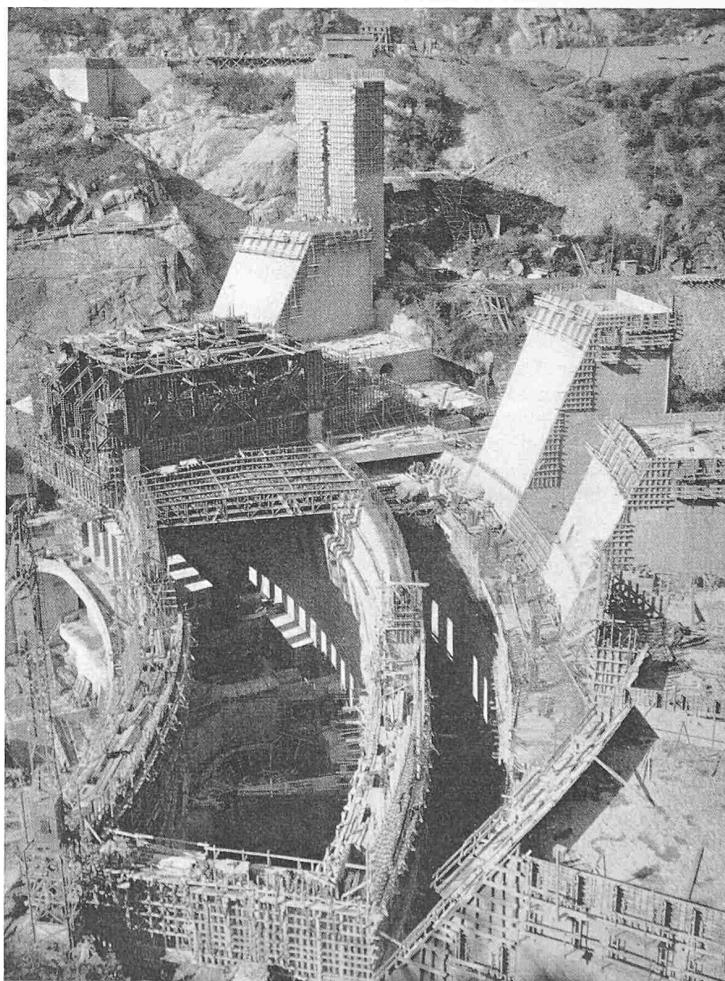


Gegend von Paris mit Elektrizität versorgte, im Jahre 1942 in Angriff genommen worden. Es war mitten im Krieg, und mit denkbar bescheidenen Mitteln und immer wieder mangelndem Nachschub wurde der eine der beiden Umlaufstollen von je 8 m innerem Durchmesser und 300 m Länge im rechten Steilufer angefangen. 1946 waren die beiden Stollen und die Baugrubenabschlüsse fertiggestellt. Erst im Frühjahr 1948 konnten die für den Bau notwendigen grossen Installationen aus den USA bereitgestellt und in Betrieb genommen werden. Unter der Leitung der «Electricité de France» sind die Bauarbeiten dann beschleunigt worden, und im Frühsommer 1951 konnte das Speicherbecken eingestaut werden. Am 28. September 1951 wurde die erste Maschine in Gang gesetzt und am 15. Februar 1952 die zweite. Der Platz für eine dritte Gruppe ist reserviert.

Auch hier sind, weil wesentlich billiger als Hochwasserentlastungen in seitlichen Stollen oder Schussrinnen, Hochwasserrinnen als «saut de ski» über das Dach der Zentrale hinweg ins Turbinenunterwasser gebaut worden. Diese Konzentration aller Bauobjekte auf ein Mindestmass hat aber, nach Ing. Leo, auch Nachteile, die nicht unterschätzt werden dürfen: 1. Die Form der Bauwerke wird komplizierter, weil sie sich durchdringen. 2. Grosse Kräfte werden auf schwächere Bauteile übertragen, die deshalb verstärkt oder mit der Stauwand verbunden werden müssen. 3. Eine rasche Bauausführung ist nicht möglich, denn es sind überall Verbindungen zwischen den einzelnen Bauwerken herzustellen und insbesondere sind eine grosse Anzahl Bauphasen zu berücksichtigen, um die Anlagen mit ganz verschiedenen Zwecken aufeinander abzustimmen. (In Chastang wurden aus diesem Grunde nur 7600 m³ Beton im Mittel pro Monat eingebracht, während die Installationen mindestens das Vierfache hätten leisten können).

Die installierte Leistung wurde in Hinsicht auf die grossen Wasserreserven in Bort und Aigle gewählt. Das Nettofälle in Chastang nimmt mit sinkendem Stauspiegel rasch ab; man hat deshalb Aigle einen Meter eingestaut so, dass in Chastang der Wasserspiegel um diesen Betrag abgesenkt werden kann, ohne dass im ganzen ein Gefällsverlust entsteht.

Das Maschinenhaus am Fusse der Stauwand, aber von ihr unabhängig, folgt deren Krümmung; es ist 100 m lang, 26 m hoch und die Distanz zwischen den Kranschiene des untern Laufkranes von 460 t Tragkraft, wie des obern von 40 t Tragkraft, ist 22 m. Die beiden Hochwasser-Schussrinnen, jede für 2000 m³/s gebaut, sind auf dem Dach des Maschinenhauses 13 m breit. Die Wasserauflast daraus ist beträchtlich, und sie sind deshalb über den beiden Endfeldern der Zentrale angeordnet. Die U-förmigen, sehr stark armierten Rinnen sind durch eine Fuge in der hintern Flucht des Maschinenhauses von der Partie, die mit der Stauwand zusammenhängt, abgetrennt. Die unterwasserseitige Fassade des Maschinenhauses ist über die Dachkonstruktion mittels Verankerungen in die Stauwand eingebunden, um den horizon-



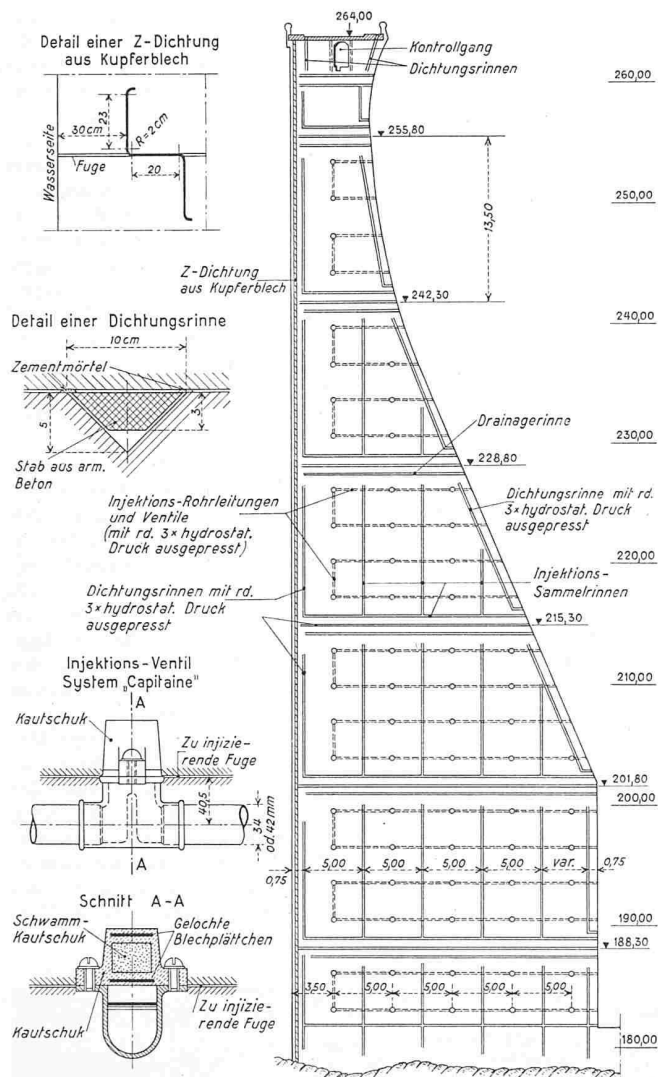


Bild 103. Staumauer Chastang, Querschnitt 1:600 mit Einzelheiten der Dichtung und der Injektionen der Fugen

talen Schub des überströmenden Wassers aufnehmen zu können. Drei Druckleitungen von 5,75 m Durchmesser und 25 m Länge liegen radial in der Mauer, durch je eine Raupenschütze von 5,0 × 8,25 m geschlossen.

Der eine Umleitungsstollen wurde zubetoniert. Der Pfropfen kann jedoch, wenn es nötig werden sollte, gesprengt werden. Im zweiten Umleitungsstollen sind zwei 100 m lange Rohrleitungen einbetoniert, die am Einlauf durch Dammbalken verschlossen werden können. Am Auslauf sind, nach «Escher-Wyss Mitteilungen» 1952/1953, Seite 151, Regulierschieber eingebaut.

Die Gliederung des ganzen Baukörpers ist ausserordentlich wichtig, und jede Dekoration der Mauer oder der einfachen Linien des Maschinenhauses von 90 000 m³ Beton ist vermieden worden. Auch das Innere der Zentrale ist sehr gut gelungen; die Bodenbeläge und die Generatoren sind farbig aufeinander abgestimmt.

Der rechtsufrige Zufluss Le Doustre, der unterhalb Chastang in die Dordogne mündet, wird schon heute über das Kraftwerk Marcillac (30 000 kW, 76 Mio kWh) in die Stauhaltung eingeleitet. Es ist vorgesehen, den linksseitigen Zufluss La Glane ebenfalls über ein Kraftwerk in den Stauraum zu führen.

Die Transformatoren sind nicht, wie in Aigle, auf Höhe der Staumauerkrone angeordnet, denn diese Lösung ist teuer und im Betrieb umständlicher. Am rechten Ufer, unterhalb des Maschinenhauses, konnte eine Verbreiterung des Tales ausgenützt werden; die Einphasentransformatoren sind längs des Flusslaufes aufgereiht mit davor liegendem Demontage-turm. Eine eigene Schaltanlage für Chastang ist nicht gebaut worden. Jede Maschine ist mit ihren drei 15/225 kV Einpha-

sentransformatoren (später 15/380 kV) über die 25 km lange zweisträngige Freileitung und die ferngesteuerten Hochspannungsschalter mit der Freiluftschaltanlage Le Breuil bei Aigle verbunden.

Die Staumauer Chastang ist eine von den Ingenieuren Coyne und Bellier entworfene dicke Bogenmauer. Der Radius der Wasserseite (vertikaler Zylinder) ist 150 m, die Kronenlänge 300 m, die Höhe 85 m. Die Mauerkrone misst 6,5 m, der Mauerfuss 23,6 m mit Verdickungen gegen die Widerlager; das Betonvolumen ist 275 000 m³.

Der Vorsatzbeton auf der Wasser- und Luftseite erhielt P 300 kg/m³ Zement, während der Massenbeton mit P 225 kg/m³ gemischt wurde. Die Kornzusammensetzung war kontinuierlich:

0 ÷ 1 mm	4,8 %	30 ÷ 100 mm	26,8 %
1 ÷ 5 mm	16,8 %	110 ÷ 250 mm	31,0 %
5 ÷ 30 mm	20,6 %		

Der Beton konnte gut verarbeitet werden und die 90tägigen mittleren Druckfestigkeiten waren über 270 kg/cm² und fielen nie unter 220 kg/cm² (an 30 × 30 × 30-cm-Würfeln gemessen).

Es ist von Interesse, bei dieser Gelegenheit die Ansichten von Obering. Mary, Direktor der «Electricité de France, Région Massif Central I», über die Verwendung von Grosskorn und Ausfallkörnungen bei der Betonherstellung wiederzugeben. Die Meinungen der französischen Spezialisten gehen zwar über diese beiden Fragen auch heute noch auseinander. «Die grossen Teile der Zuschlagstoffe strapazieren die Aufbereitungsanlagen und hauptsächlich die Dosierapparate. Oft ist es auch schwierig, grobes Korn in den Kiesgruben zu finden und es muss dafür Brechmaterial verwendet werden. Einen Gewinn an Druckfestigkeit kann man bei Grosskorn praktisch nicht nachweisen, auch ist die Neigung zur Entmischung nicht so wesentlich, dass dies bei den heutigen Verdichtungsgeräten eine Rolle spielen würde. Es können gute Betone mit beiden Gemischen hergestellt werden. Auch Brechmaterial kann mit sicherlich gleichen Kosten nach einer kontinuierlichen Kurve oder mit Ausfallkörnungen gewonnen werden. Sogar aus Kiesgruben kann eine Ausfallkörnung hergestellt werden, wenn wahlweise, wie in Bort, nach zwei Kurven gearbeitet wird.»

Die 20 Blöcke der Staumauer Chastang, von rund 15 m Breite, sind nach etwa 3 Wochen Wartezeit zwischen benachbarten Blöcken satt aneinander betoniert worden (Schichthöhe 3 × 0,5 m, Blockhöhe 1,5 m, Intervall von 3 Tagen zwischen den Betonierungen.) Wasserseitig wurden kupferne «Z»-Bleche eingelegt, auf der Luftseite sind auspressbare Dichtungsrinnen angeordnet worden. Durch ebensolche Rinnen ist die Fuge horizontal in Felder geteilt worden, die mit 1 oder 2 Injektionsrampen versehen waren. Alle 5 m wurden Ventile System «Capitaine» versetzt, die gestatten, nach einer ersten Abpressung das Leitungssystem zu waschen und nachträglich noch weitere Abpressungen auszuführen. Das Bauwerk hat kein Drainagesystem und ein einziger Kontrollgang unter der Staumauerkrone vermittelt den Zugang zu den Schützenantrieben.

Tabelle 42. Kraftwerk Argentat, Hauptdaten

Einzugsgebiet	4412 km ²
Mittlere jährliche Abflussmenge (109,4 m ³ /s oder 0,78 m Abflusshöhe)	3450 Mio m ³
Staukote	192,0 m ü. M.
Nutzbarer Speichereinhalt	5,5 Mio m ³ (von total 7,2 Mio m ³)
Ausgenützte Wassermenge (vorläufig 2 × 100 + 20 = 220 m ³ /s)	320 m ³ /s
Nettogefälle	9,5 — 16,5 m
Installierte Leistungen	
Gruppe für Dotierungswasser 20 m ³ /s	2 750 kW
3 Rohrturbinen-Gruppen zu 100 m ³ /s	42 000 kW
Total	44 750 kW
Mittlere jährliche Energieerzeugung	92 Mio kWh

Neben den Schwierigkeiten als Folge des Krieges und der Dimensionen des Bauwerkes, das mit dem in Frankreich hergestellten Installationsmaterial nicht mehr gemeistert werden konnte, waren insbesondere die Grösse der Maschinen, die in der Zentrale erstmals zusammengebaut werden konnten, ihr Gewicht hinsichtlich des Strassentransportes (max. 70 t), die dadurch notwendigen Dimensionen der Zentrale im Zusammenhang mit der abgelegenen Baustelle in dem engen Tal, die schwierigsten Probleme.

Die Unterkünfte für die 740 Arbeiter lagen etwa 2 km talaufwärts, die Werkstätten etwa 500 m von der Baustelle entfernt. Die Installationen bestanden hauptsächlich aus einer Aufbereitungsanlage in der Kiesgrube Argentat für 180 t/h, einer Luftseilbahn von 7,4 km Länge für den Transport dieser Betonzuschlagstoffe zur Baustelle und einer Luftseilbahn von 21,7 km Länge von der Bahnstation Eyrein an der Linie Tulle—Clermont-Ferrand für den Transport von 20 t/h Zement und Armierungsstahl. Ferner aus zwei Betontürmen, wovon der eine mit vier Mischern für die Verarbeitung von 250 mm Grösstkorn für den Staumauerbeton ausgerüstet war und 100 m³/h leistete. Der andere Turm stellte mit zwei Mischern 30 m³/h Beton mit Grösstkorn 100 mm für das Maschinenhaus und die Nebenanlagen her. Ein Kabelkran von 360 m Spannweite französischer Konstruktion für Betonkübel von 3 m³ und zwei amerikanische Kabelkrane von 300 m Länge für Betonkübel von 6 m³ sowie eine zusätzliche Sandaufbereitung mittels Brecher und Kugelmühle von 15 t Stundenleistung vervollständigten die Baustelleneinrichtungen.

Der Aushub von 250 000 m³ sehr gutem Granit aus der rechten Talflanke und Geröll (bis 13 m mächtig) und Granit aus dem linken Ufer ist mit grossen Schaufelbaggern und modernen Pneumofahrzeugen grosser Ladefähigkeit in zwei Jahren durchgeführt worden.

5. Kraftwerk Argentat, Bilder 104 und 105

Das unterste Werk der Kette von Wasserkraftanlagen an der mittleren Dordogne, rd. 2 km talaufwärts von Argentat gelegen, ist seit 1953 im Bau. Es wird dem Ausgleich der Wasserführung des Flusses dienen, wenn in den oberen Kraftwerken Tagesspitzen gefahren werden.

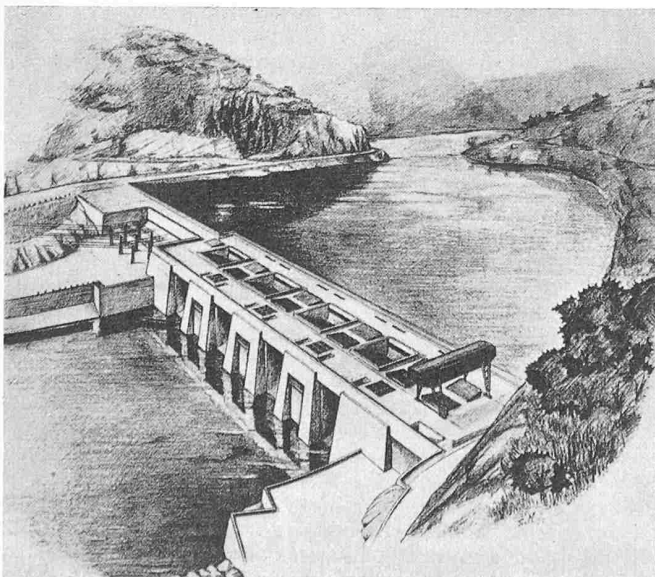


Bild 104. Kraftwerk Argentat, Modellskizze

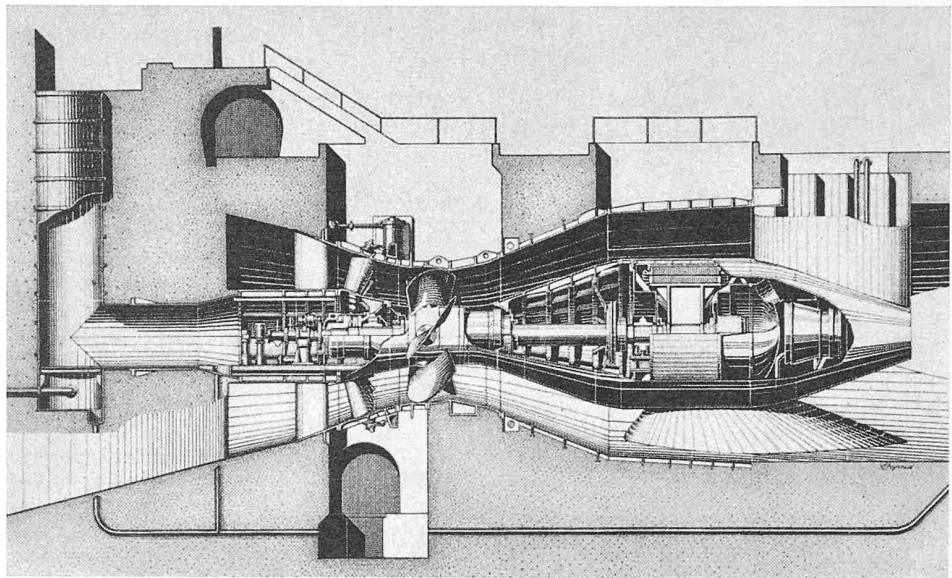


Bild 105. Kraftwerk Argentat, Schnitt durch eine Rohrturbinen-Gruppe

Nach den vier grossen Staubecken führt die Dordogne kein Geschiebe mehr. Der Talabschluss durch das Pfeilerkraftwerk ist 190 m lang (obere Plattform 195,0 m ü. M.), wovon 96 m durch drei 16 m breite Pfeiler und vier dazwischen liegende Wehröffnungen von 12 m gebildet werden. Die Sohle der Einlaufrechen vor den Pfeilern mit den Maschinensätzen ist auf rd. 160 m ü. M. festgelegt, während die Krone der daneben liegenden Gewichtsmauern, die die Wehröffnungen bilden, 20 m höher auf 180,5 m ü. M. angeordnet ist. Segmentschützen von 11,5 m erlauben, gemeinsam mit dem linksufrigen Umlauf- und Entleerungsstollen, Hochwasser von 4000 m³/s durchzulassen. Die gesamte Höhe des Bauwerkes über der Flusssohle, die auf 1 km Länge talabwärts des Kraftwerkes 2,5 m tief ausgebagert worden ist, beträgt 35 m. Auf der obern Plattform ist ein Laufkran zur Bedienung der Schützen und der Maschinensätze angeordnet. Den 132 m langen Umlaufstollen von 33,8 m² Querschnitt, später Entleerungsorgan der Stauhaltung, werden zwei Raupenschützen von 3,2 × 6,1 m verschliessen.

Die Pfeiler sind mit horizontalachsigen Rohrturbinen ausgerüstet, die als Prototypen für die Gezeitenkraftwerke gebaut, in Argentat ausprobiert werden sollen. Es sind deshalb auch vorerst nur zwei Gruppen installiert, die eine mit einem Generator ausgerüstet, der in einem oben zugänglichen Schacht zwischen den beiden Saugrohrhälften der Turbine eingebaut ist. Der Generator der andern Gruppe liegt in einem stromlinienförmigen Stahlgehäuse, das vom ausströmenden Turbinenwasser allseits umspült wird. Die Ventilation der beiden Stromerzeuger erfolgt in geschlossenem Kreislauf; im zweiten Fall kann der Luftdruck auf 2,5 kg/cm² gebracht werden. Beide Maschinensätze sollen, mit umgekehrter Drehrichtung, als Pumpen bis zu 11 m Förderhöhe verwendet werden.

Je nach den Erfahrungen des Betriebes wird der dritte Pfeiler mit dem einen oder andern Maschinensatz ausgerüstet. Im linken Widerlager ist die Gruppe für das Dotierungswasser eingebaut, während das rechte Widerlager die Entwässerungspumpen und die Hilfsbetriebe enthält.

Literaturangaben.

- [62] A. Coyne: Barrages-usines de l'Aigle et de Saint-Etienne-Cantalès. «Travaux» 1950, S. 194/215.
- [63] Ch. Jaeger: Vom Bau französischer Wasserkraftanlagen seit Kriegsbeginn. Kraftwerk Aigle. «Schweiz. Bauzeitung» 1944, Bd. 123, S. 311/313.
- [64] O. Zweifel: Der Mammutrüttler für Steinskelettgründung und Bruchsteinbetonerzeugung. «Schweiz. Bauzeitung» 1955, S. 583/586.
- [65] B. Leo: La chute du Chastang. «Travaux» 1951, S. 87/92.
- [66] F. Auroy, B. Leo: Le barrage du Chastang. «Travaux», mai 1955, Supplément au No 247, S. 79/90.

V. Schlusswort

Die Veröffentlichung dieser Aufsatzreihe dürfte — so hoffe ich — einem echten Bedürfnis entsprochen haben. Auch im



Tabelle 43. Uebersicht über das Kapitel IV, Frankreich

Flussgebiet	Kraftwerk	SBZ-Nr.	Seite
Isère	Tignes-Brévières	34	507
	Malgovert	35	519
	Randens	35	521
	Roselend-La Bathie	35	522
Durance	Serre-Ponçon und Ueberleitung nach dem Etang de Berre	43	655
	Montpezat	44	669
Loire-Ardèche	Le Pouget/Bage	46	708
Truyère	Sarrans	47	716
	Brommat	47	716
	Couesque	47	717
Dordogne	Bort	48	732
	Marèges	48	736
	Aigle	51	784
	Chastang	51	786
	Argentat	51	789

Namen der Leser danke ich den Elektrizitätsgesellschaften und den staatlichen Organisationen herzlich für die Zurverfügungstellung der Photographien, Zeichnungen und des anderen Publikationsmaterials. Besonders erkenntlich bin ich für die Durchsicht der Manuskripte sowie für die ergänzenden Angaben über neueste Planungen, Details, und über die älteren Anlagen. Mein Dank geht auch an den Verlag, der die lange Schriftfolge ungekürzt und mit allen nötigen Bildern versehen, herausgebracht hat.

Adresse des Verfassers: Ing. W. Gut, Mühlebachstr. 125, Zürich 8.

BUCHBESPRECHUNGEN

La formation des dirigeants d'entreprises — Le rôle des universités et des grandes écoles techniques allemandes. Von Heinz Hartmann. 128 S. Paris 1955, herausgegeben von der OECE.

In einem Vorwort zu dieser Studie gibt Prof. Frederick H. Harbison von der Universität Chicago eine Untersuchungsreihe bekannt, die seine Schule in Gemeinschaft mit den Universitäten von Harvard, Kalifornien, Princeton und dem Massachusetts Institute of Technology durchführt. Sie hat sich die Beantwortung der Frage zum Ziele gesetzt, welche Rolle die Universitäten und technischen Hochschulen bei der Schulung der Unternehmungskader spielen. Die Arbeit von Heinz Hartmann behandelt dieses Problem in westdeutscher Sicht und ist das Ergebnis einer von zahlreichen Untersuchungen, die in mehreren Ländern dem Problem des Direktionspersonals gewidmet wurden.

Im ersten Kapitel «Dringlichkeit des Problems» wird auf die Knappheit an Chefpersonal in Deutschland als Folge der beiden Weltkriege hingewiesen; die geschichtlichen Ereignisse scheinen dazu noch ein relativ niedriges Ausbildungsniveau des gegenwärtigen Kaders mit sich gebracht zu haben, so dass die Schulung des Nachwuchses im Hinblick auf die Uebernahme leitender Funktionen hohe Aktualität gewonnen hat. Fachspezialisten sind — das ist eine auch ausserhalb Deutschlands nur zu wohl bekannte Tatsache — eher zu finden als Persönlichkeiten mit breitem Horizont und mit der Befähigung zur Koordination und Lenkung der Erstgenannten.

Die deutschen Hochschulen bilden keine Chefs heran. Es haben sich daher aussenstehende Vereinigungen dieser Aufgabe angenommen; die in dieser Richtung aktivste Organisation dürfte der «Bundesverband der Deutschen Industrie» sein, der 1954 und 1955 in Baden-Baden Seminarien für leitende Mitglieder der Unternehmungen veranstaltete; aber auch die «Jungen Unternehmer», eine Tochterorganisation der «Arbeitsgemeinschaft selbständiger Unternehmer», sowie verschiedene private Institutionen (darunter das REFA-Institut, die Arbeitsgemeinschaft für soziale Betriebsgestaltung usw.) haben ihr Wirken in den Dienst dieser wichtigen Sache gestellt. — Der Kontakt zwischen Hochschule und Industrie-führern ist heute noch unzureichend.

Das zweite Kapitel «Der deutsche Unternehmer» behandelt die zwei Grundtypen des Unternehmers: die selbständigen Unternehmer und die Elite der abhängigen Unternehmensleiter. Während die ersten dank der Verfügungsgewalt über ihr Eigentum von ihrem Standesbewusstsein getragen sind, zeichnet sich bei den zweiten als Triebkraft die Erkenntnis der Verantwortung und Würde, das Wissen um die persönlichen Fähigkeiten und Ambitionen inmitten einer liberalen Atmosphäre des Wettbewerbs ab; hier gilt als erstrebenswertes Ideal das gemeinschaftliche Vorgehen der ganzen Berufsgruppe, die persönliche Disziplin und die Vervollkommenung.

In den Kursen von Baden-Baden geben die heutigen Unternehmungsleiter praktischen Unterricht, der sich nicht auf theoretisches Lehrmaterial stützt und sich bewusst von den Hochschulen distanziert. Eine gewisse Verschiedenheit in den Auffassungen seitens Hochschule und leitender Schicht der Industrie ist an dieser Tatsache nicht unschuldig. Der Anteil der Diplomierten in den westdeutschen Unternehmungsleitungen betrug gemäss Adressbuch der Direktoren und Aufsichtsräte im Jahre 1954 etwa 31 %; davon waren 36 % Ingenieure, 19 % Juristen, 17 % Nationalökonomien, 4 % Absolventen Richtung Philosophie, 1 % Verschiedene, 23 % Unbestimmte, die lediglich den Dokortitel tragen.

Das dritte Kapitel ist der Alternativfrage «Allgemeinbildung oder Spezialistentum» gewidmet. Entgegen der ursprünglichen Konzeption der deutschen Hochschulen hat sich der Akzent von der ethischen Aufgabe der Erziehung und der kulturellen Aufgabe der Bildung auf die Funktion der Ausbildung verlagert. Diese Tendenz findet sowohl Gegner, die der Aufnahme allgemeiner Studien ins Lehrprogramm das Wort reden, als auch Anhänger, die einen erweiterten Ausbau der Hochschule als Berufsschule begrüssen würden. Eigentlich war die Hochschule immer Berufsschule, doch erst in jüngster Zeit tritt eine markante berufliche Aufspaltung innerhalb dieser Berufsschule selber zutage. Der zunehmenden Spezialisierung und ihren Gefahren entgegen wirken wiederum andere Kräfte, die philosophische und kulturelle Fächer ins Lehrprogramm aufnehmen möchten. Diese Bewegung ist im grossen und ganzen wenig erfolgreich, weil sie sich gegen die Spezialisierung an sich richtet, statt sie als Begleiterscheinung unserer Zeit zu akzeptieren und ihr nur die Spitzen durch ergänzende Ausbildung zu nehmen.

In Deutschland lässt sich ein besonderes Interesse für die Betriebswirtschaftslehre feststellen; seit kurzem erst hat sie ihren Platz in den Lehrprogrammen gefunden, im Gegensatz zur Nationalökonomie, die schon seit langem unterrichtet wird. Diese Entwicklung ist einem Druck der Wirtschaftskreise zu verdanken. Die von ihnen finanziell unterstützten Handelshochschulen haben unter der Bezeichnung von «Wirtschaftsschulen» Universitätsgrad erlangt.

Im vierten Kapitel «Berufskurse» kommt die Berufsausbildung der künftigen Unternehmer zur Sprache. Im Gegensatz zur amerikanischen Richtung, die hauptsächlich funktionale Gesichtspunkte herauskehrt und weniger auf die ver-