Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 121/122 (1943)

Heft: 11: Generalversammlung Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein, 11. bis 13. September 1943 in Genf

Artikel: Die maschinellen Anlagen des Kraftwerks Verbois

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-53171

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: 15.12.2025

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

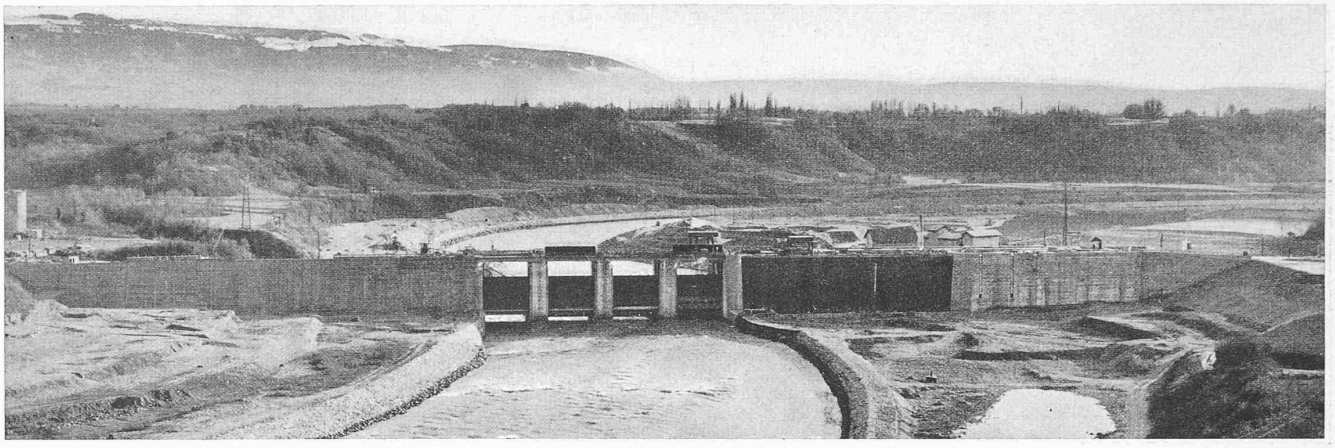

Abb. 16. Gesamtbild des im Rohbau vollendeten Talabschlusses (Oberwasserseite), rechts neben dem Wehr die Einlaufrechen — Bew. 6057 BRB 3. X. 39

In Verbois hat man die zweite Möglichkeit verwirklicht: man hat auf den «Haus»-Charakter der Maschinenhalle verzichtet, um sie als Teil des Staudammes, als «Mauer» erscheinen zu lassen. Der Architekt hätte wahrscheinlich am liebsten auf jede Durchbrechung dieser mit prachtvollen Granitquadern verkleideten «Mauer» durch Fensteröffnungen verzichtet und sich ausschliesslich mit Oberlichtern beholfen, wie sie jetzt über dem Maschinenraum liegen. Doch war eine solche Kompromisslosigkeit aus praktischen Gründen nicht möglich; besonders im Westteil mit seiner Geschossteilung waren Fenster unerlässlich, doch ist ihre Detaillierung derart einfach, dass der mauermässige Charakter des Ganzen so wenig als möglich gestört wird. Das gilt auch für den gewaltigen Portalbogen, wo die Zurückhaltung in der Entfaltung architektonischer Monumentaleffekte besonders verdienstlich ist (Abb. 18 und 19).

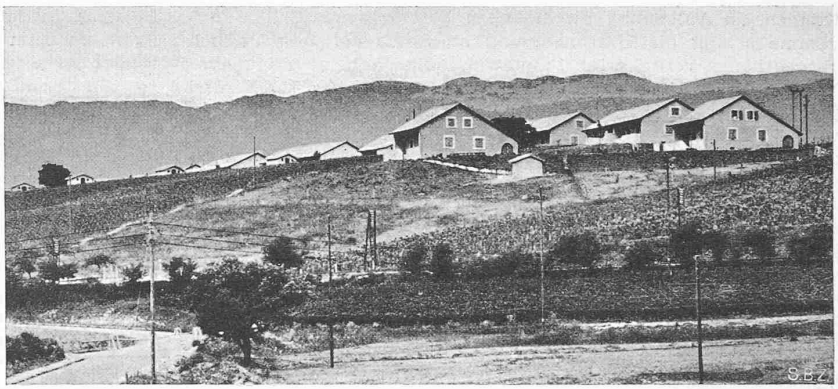

Abb. 20. Wohnkolonie, westlich des Kraftwerks (vergl. Abb. 17)

Seit dem Wettbewerb im Jahre 1939 [1]) hat die architektonische Mitarbeit eine Leidensgeschichte durchgemacht, die hier nicht wieder aufgerollt sei; neben sachlichen haben auch politische und persönliche Schwierigkeiten eine grosse Rolle dabei gespielt. Nur zum Grundsätzlichen dieses Wettbewerbes sei eine Bemerkung erlaubt. Er wurde seinerzeit ausdrücklich als Wettbewerb für die Fassadengestaltung ausgeschrieben, nachdem alles Uebrige bereits durch die technischen Organe festgelegt war. J. P. Vouga hat schon in der genannten Nummer des «Bulletin Techn.» darauf hingewiesen, dass der Architekt von allem Anfang an bei der Projektierung solcher Werke beteiligt sein sollte, da auch im rein technischen Teil, bei der Disponierung und Dimensionierung der Schleusen, Strassenanschlüsse, Eisenkonstruktionen, Dämme usw. durchaus nicht alles von vornherein technisch durch Gebrauchszwecke und Material eindeutig determiniert ist, sodass auch hier beständig architektonische Entscheidungen zu treffen sind, wie dies ja bei allen Tiefbauarbeiten, besonders auch im Strassenbau der Fall ist. Man begreift, dass sich die Ingenieure ungern nachträglich von Architekten in ihre bereits ausgearbeiteten Pläne dreinreden lassen; dagegen würde die Mitarbeit eines Architekten bei der Ausarbeitung dieser Pläne weit weniger als Störung empfunden werden.

*

Eine ausgezeichnete, im Einzelfall wohlgelungene und prinzipiell interessante Leistung bedeutet die *Siedlung der Beamten und Angestellten* des Kraftwerkes Verbois auf einer westlich benachbarten Anhöhe (Abb. 20), das Ergebnis eines Wettbewerbes, aus dem die Architekten J. Champod und C. Rigollet als Preisträger hervorgegangen sind. Ohne allzustark in historisierendes Detail zu geraten, wahren diese Häuser in ihrer Gesamtheit ausgezeichnet den Charakter der Landschaft. Die Gruppe liegt ähnlich auf einem langgezogenen Hügelrücken geschmiegt wie das benachbarte Russin und die anderen Dörfer der Genfer Gegend. Die Veranden sind geschickt aus dem landesüblichen Motiv des auf einer Breitseite zwischen vorspringenden Mauerwangen weit vorgezogenen Daches entwickelt, und alle Häuser weisen die gleiche flache Dachneigung auf wie die alten Häuser — ein den Charakter der Landschaft stark prägendes Element, das nun von den Genfer Behörden bei ländlichen Neubauten nach Möglichkeit durchgesetzt wird. Ueberhaupt hat der Besucher den Eindruck, dass der Kanton Genf in Heimatschutzangelegenheiten mit Umsicht und Festigkeit vorgeht: auch von den andernorts so störenden widerwärtigen Strassenreklamen ist in den Genfer Dörfern sozusagen nichts zu sehen.

Diese Siedlung des Kraftwerks Verbois ist aber nicht nur ein erfreuliches Beispiel eines intelligenten Heimatschutzes. Kraftwerk und Siedlung scheinen dem Schreibenden vielmehr ein schöner Beweis seiner schon öfters ausgesprochenen These zu sein, dass es verkehrt ist, die technische Formenwelt und die traditionelle grundsätzlich als Entweder-Oder gegeneinander auszuspielen. Beide bilden vielmehr ein Gegensatzpaar, dessen Pole sich gegenseitig bedingen. Erst die Entwicklung der technischen Formen hat den Blick dazu erzogen, auch die «traditionellen» neu zu sehen und die Werte zu würdigen, die in ihnen — und nur in ihnen — enthalten sind. Nun kommt es darauf an, mit immer grösserer Deutlichkeit zu unterscheiden, wo die eine und wo die andere Formensprache am Platze ist. Es ist genau der gleiche Unsinn, eine menschliche Wohnsiedlung in den Formen der technischen Apparatur aufzuziehen, wie es ein Unsinn ist, eine technische Apparatur in Monumentalbauformen oder Heimatstilformen zu kleiden. So ist das Kraftwerk Verbois auch in dieser Hinsicht aller Beachtung wert. Peter Meyer

[1]) Vgl. «Bulletin Techn.» Bd. 65, Nr. 16 vom 12. Aug. 1939, wo auch der Wettbewerb für die Angestellten-Siedlung gezeigt wird.

Die maschinellen Anlagen des Kraftwerks Verbois

I. Stauorgane und Turbinen

Nach Mitteilungen der ATELIERS DES CHARMILLES, GENF

Die Stauorgane erfüllen den Zweck, automatisch ein bestimmtes Stauziel einzuhalten (das variiert werden kann) und anderseits den Hochwasserdurchfluss zu gestatten. Die vier Oeffnungen von je 14 m Breite sind ausgestattet je mit einer Grundablasschütze, Konstruktion Zschokke, und einer Stauklappe, ausgeführt durch die Ateliers Genevois de Constructions Métalliques, nach den hydraulischen Studien von Charmilles und nach Konstruktionsgrundlagen der Firma Giovanola frères in Monthey. Die Sektorschützen und Klappen werden mit Schrauben-

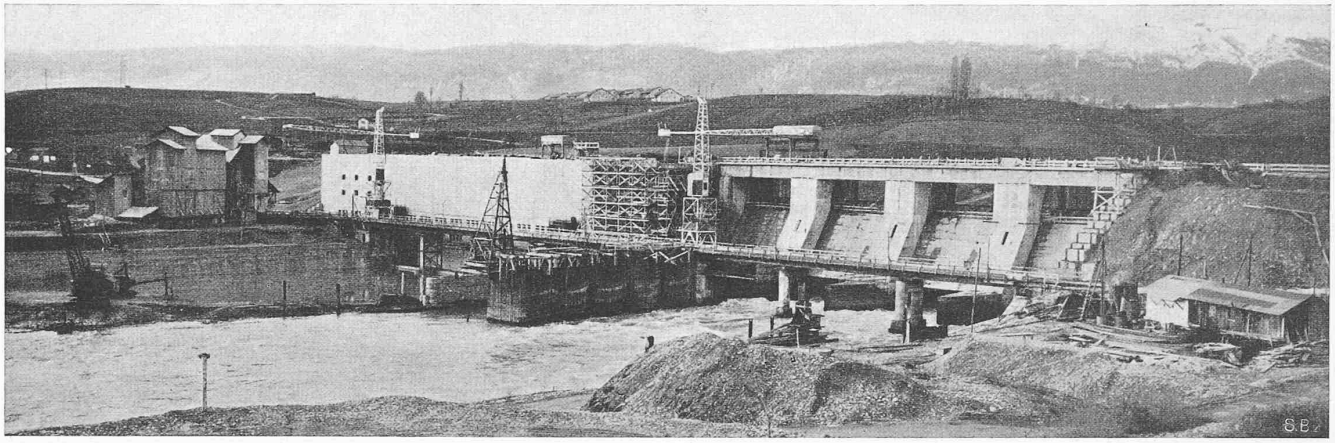

Abb. 17. Maschinenhaus und Wehr von der Unterwasserseite

Abb. 16 bis 19 bew. 6057 lt. BRB 3. X. 39

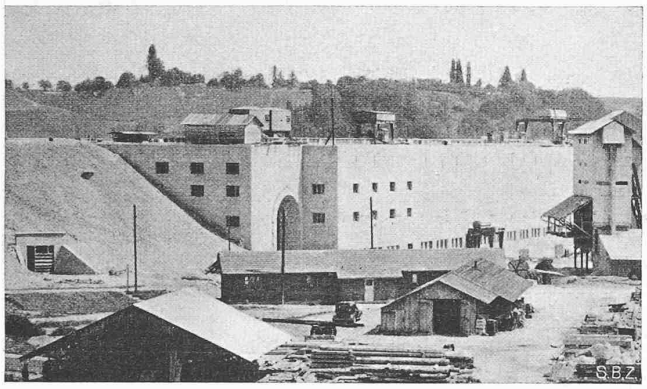

Abb. 18. Maschinenhaus mit Einfahrtstor, aus Südwest

spindel-Windwerken, System Charmilles, elektrisch oder von Hand betätigt. Bedienung und Ueberwachung können von der Zentrale aus erfolgen. Die vier Windwerke (S. 134), die zu je zweien die Schütze bezw. Klappe eines Durchlasses bedienen, sind in einer Kammer zwischen den Pfeilern untergebracht (Abb. 1 bis 3). Der Antrieb der Sektorschützen ist mit einer Vorrichtung versehen, die den Antriebsmotor ausschaltet, wenn die Beanspruchung des Getriebes durch unsymmetrische Bewegung (die durch allfälliges Einklemmen eines festen Körpers im Moment des Schliessens eintreten könnte) zu gross würde. Die Winden der Stauklappen werden durch Schwimmer mit einstellbarem Differenzialüberfall gesteuert.

Die maschinelle Ausrüstung des Kraftwerkes Verbois entspricht im allgemeinen der für grosse Niederdruck-Laufwerke, die auf ein Netz mit stark wechselnder Belastung arbeiten, entwickelten typischen Ausführung, die bei veränderlicher Wasserführung einen optimalen Gesamtwirkungsgrad erwarten lässt. Der Bauherr, die «Services Industriels» der Stadt Genf und die mit Projektausarbeitung, Arbeitsvergebung und Bauleitung betraute «Société Générale pour l'Industrie Electrique» haben (bei einer Wasserführung von rd. 400 m³/sec und dem mittleren Gefälle von rd. 20 m, das zum grössten Teil durch den Stau, zum andern Teil durch Korrektion und Ausbaggerung des Rhonebettes [1]) unterhalb des Wehres erzielt wird) vorerst die Aufstellung von drei Charmilles-Kaplan-Turbinen mit vertikaler Welle und direkt gekuppelten Sécheron-Generatoren vorgesehen. Jede Turbine schluckt 130 m³/sec Wasser und leistet bei 20 m Gefälle und 136,4 U/min 31 500 PS. Die Aufstellung eines vierten Aggregates ist vorgesehen, wobei sich die Schluckfähigkeit der ganzen Anlage auf 530 m³ erhöht.

Die Abbildungen 4 bis 6 vermitteln einen Begriff von der Grösse der Maschine. Die starke Beanspruchung des Stützschaufelringes auf Zug und Druck verlangt eine sehr kräftige Stahlguss-Konstruktion der Stützschaufeln und sorgfältige Verankerung der Mauerringe. Der Turbinendeckel ist in «Kästchenkonstruktion» ausgeführt; in seinem äusseren Ring sind die Lager für die Leitschaufelzapfen eingelassen, während der nach der Turbinennabe heruntergezogene Teil das Führungslager für die Welle mit den Oelpumpen und die Stopfbüchse mit Graphitringen und automatischer Packung aufnimmt. Ferner trägt der Turbinendeckel den Leitring, die Lenker und Hebel zur Verstellung der Leitschaufeln und die Belüftungsventile zur automatischen Belüftung des Saugrohrs der Turbine im Falle eines plötzlichen Schliessens des Leitapparates. Ein Gehäuse um die Welle enthält die Oelpumpen für den Regulator und den Sicherheits-Fliehkraftregler; dieses Gehäuse ist nach oben zu einem Schutzzylinder um die Welle verlängert. Die unteren Zapfenlager der Leitschaufeln sind mit Tekalemit-Druckschmierung versehen, deren Becher, wie auch jene für die oberen Zapfenlager, auf Höhe des Regulierringes angeordnet sind. Der Laufradmantel aus Gusstahl besteht in der unteren Hälfte aus einer nicht rostenden Legierung. Der Stützschaufelring ist mit dem Unterteil des Generatorgehäuses durch einen Schachtring aus starkem Blech verbunden, sodass Turbine und Generator eine Einheit bilden, wodurch eine einfache Montage und grosse Sicherheit gewährleistet sind. Der Schachtring trägt auch die zwei Servomotoren für die Verstellung der Leitschaufeln.

Der rotierende Teil der Turbine besteht aus dem Laufrad mit Stahlgussnabe und sechs Schaufeln aus rostfreiem Stahl, die mit der durch Charmilles eigens gebauten Spezialmaschine bearbeitet wurden, ferner aus der hohlen Welle aus geschmiedetem Stahl mit dem Servomotor für die Verstellung der Laufschaufeln, dessen Zylinder unter dem Flansch der Generatorwelle eingebaut ist. Laufradverstellstange und Oeldruckleitung sind in der Generatorwelle untergebracht. Einen Eindruck von den stattlichen Werkstatteinrichtungen zum Bau der Turbinen vermittelt Abb. 7.

Der Turbineneinlauf ist durch einen Rechen geschützt, hat aber keine Schütze. Bei einer Revision der Turbine geschieht der Abschluss gegen das Ober- und Unterwasser durch Dammbalken (siehe den Maschinenhausschnitt Bd. 114, S. 319). Das Weglassen der Einlauf-Schützen, das wirtschaftliche und ästhetische Vorteile bringt, stellte dem Turbinenkonstrukteur besondere Aufgaben, um jederzeit ein vollständiges Abschliessen der Turbinen durch ihre eigenen Einrichtungen sicherzustellen.

Drei Oeldruckpumpen sichern den für das Verstellen der Leit- und Laufschaufeln stets notwendigen Oeldruck. Die eine, direkt von der Hauptwelle angetrieben, dient für den normalen Betrieb. Die zweite, elektrisch angetrieben, zum Anlassen und zur Unterstützung der Betriebsölpumpe; die dritte, eine

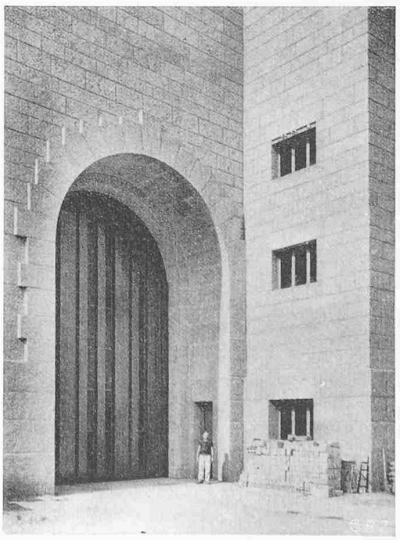

Abb. 19. Portal der Zentrale

[1]) S. Längenprofil Bd. 114, S. 319* (1939).

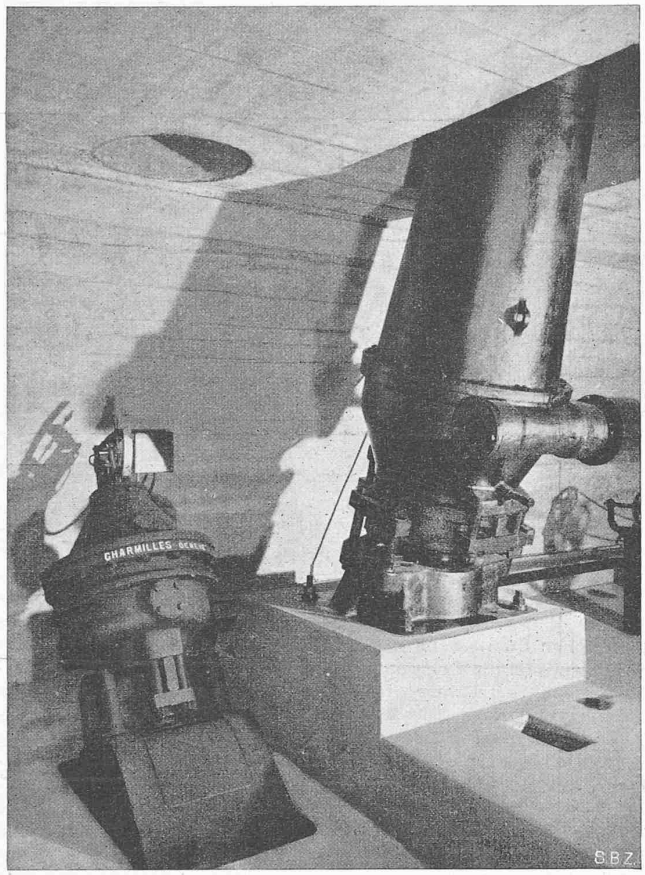

Abb. 2. Windwerke der Sektorschützen und Stauklappen

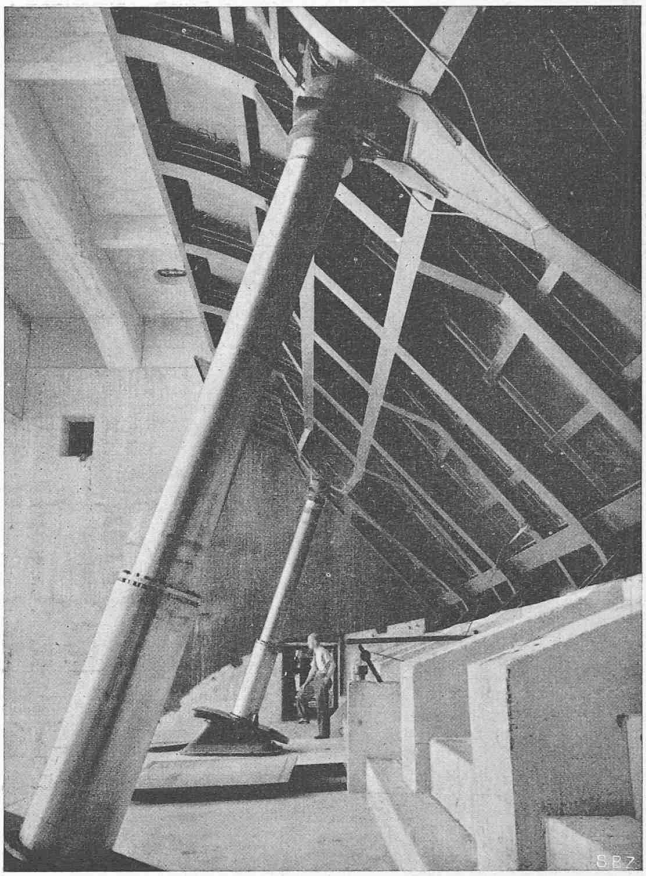

Abb. 3. Luftseite einer Stauklappe

von der Welle angetriebene Hochdruckpumpe, die normalerweise leer läuft, wird durch den Fliehkraft-Sicherheitsregler in Betrieb gesetzt, wenn die zulässige Drehzahl der Turbine aus irgend einem Grund überschritten wird. Sobald die Leitschaufeln in diesem Fall geschlossen sind, wird eine sonst durch Oeldruck ausgekuppelte Verriegelung eingerückt und dadurch der Verstellapparat der Leitschaufeln blockiert, sodass die ganze Oeldruckanlage ausser Betrieb gesetzt werden kann, ohne dass durch den Wasserdruck die Leitschaufeln geöffnet werden könnten. Die Druckölanlage verfügt über einen reichlich bemessenen Druckölbehälter. Sinkt der Druck in diesem unter ein bestimmtes Mass, so werden die Pumpen automatisch in Funktion gesetzt und umgekehrt auch abgestellt.

Die automatische *Geschwindigkeitsregulierung* erfolgt durch einen Beschleunigungsregler (System Charmilles), angetrieben durch einen Elektromotor, dessen Rotor auf der Reglerachse aufgekeilt ist. Dieser bereits in einer grossen Zahl von Anlagen erprobte und mehrmals beschriebene Regler arbeitet sehr zuverlässig und steuert die Bewegung der Servomotoren, die in Verbois Verstellkräfte für 63 t für die Bewegung der Leitschaufeln und von 245 t für das Verstellen der Laufschaufeln aufbringen. Dabei wiegt die Schwungmasse des Reglers nur einige 10 gr. Der Beschleunigungsregler erlaubt, wenn der nötige Oeldruck vorhanden ist, vom Stillstand der Turbine bis zu der zur Parallelschaltung notwendigen Drehzahl in kürzester Zeit ohne Schwingungserscheinungen vollständig automatisch anzulassen. Der Regler ist mit dem Oelbehälter zusammengebaut und auf dem Maschinenhausboden aufgestellt, während alle Kontrollinstrumente, Handräder und Bedienungsknöpfe auf einer Schalttafel an der Rückseite des Bedienungspodestes im Maschinensaal (Abb. 10) untergebracht sind. Der Zusammenhang zwischen der Bewegung der Leitschaufeln und der Laufschaufeln wird durch eine Kurvenscheibe gesteuert, deren Profil stets das optimale Zusammenspiel gewährleistet. Bei den in Verbois vor-

Konstruktionen der
Ateliers des Charmilles
Genf

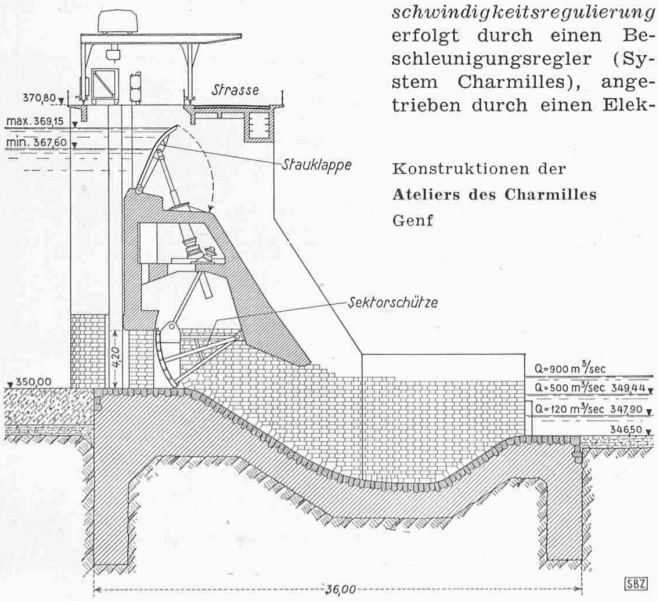

Abb. 1. Stauwehr mit Schützen und Klappen. — 1 : 500

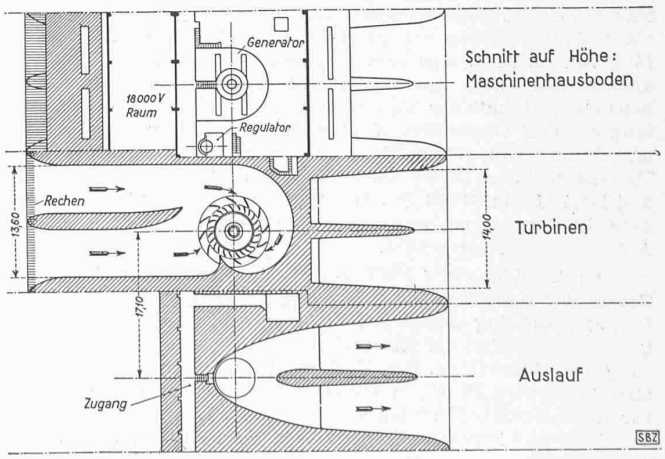

Abb. 4. Horizontalschnitte des Maschinenhauses. — 1 : 800

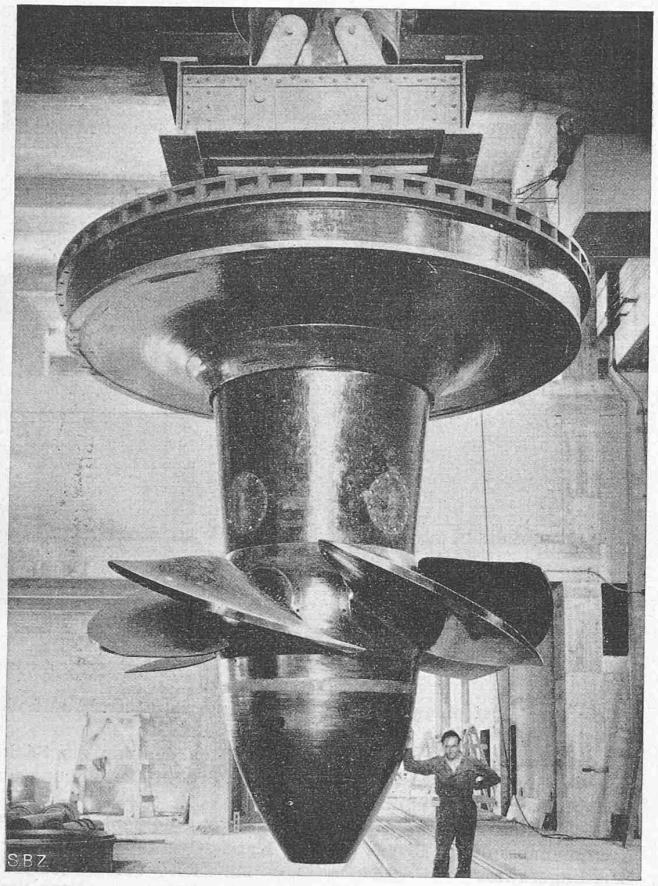

Abb. 6. Einbau eines Rades im Maschinenhaus Verbois

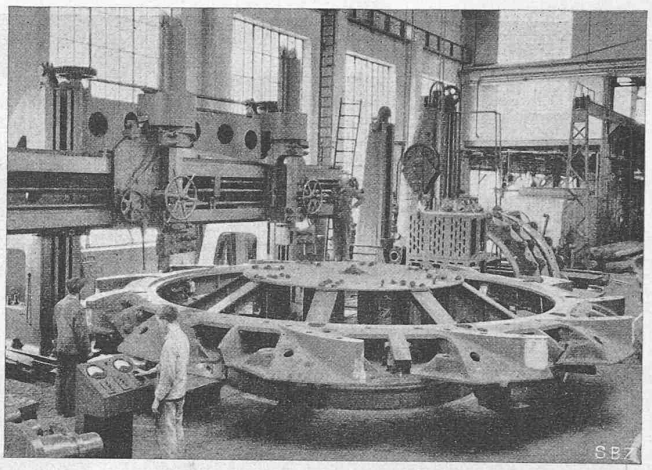

Abb. 7. Unterer Leitschaufelring auf der Karusselldrehbank der Ateliers des Charmilles, einer der grössten Drehbänke der Schweiz

liegenden Gefällsverhältnissen ist diese Steuerscheibe vierfach ausgebildet, sodass vermittelst eines Handrades jederzeit das dem vorhandenen Gefälle entsprechende Profil eingestellt werden kann. Die Steuerscheibe ist einerseits mit dem Servomotor für den Leitapparat, anderseits durch ein mit Gegengewicht gespanntes Rückführungsband aus Stahl mit dem Oeleinführungskopf auf dem Generator verbunden (Abbildung 8, Seite 136). Unmittelbar unter diesem ist der kleine Pendelgenerator mit permanenten Magneten montiert, der den Reglermotor speist. Darunter befinden sich die Hilfserreger- und die eigentliche Erregermaschine, und dann das Spurlager, System Charmilles. Dieses nimmt mit seinen elastisch gelagerten Gleitsegmenten die gesamte Last von 550 t, herrührend vom Gewicht aller rotierenden Teile, sowie von der Schubkraft des Wassers auf das Laufrad, auf.

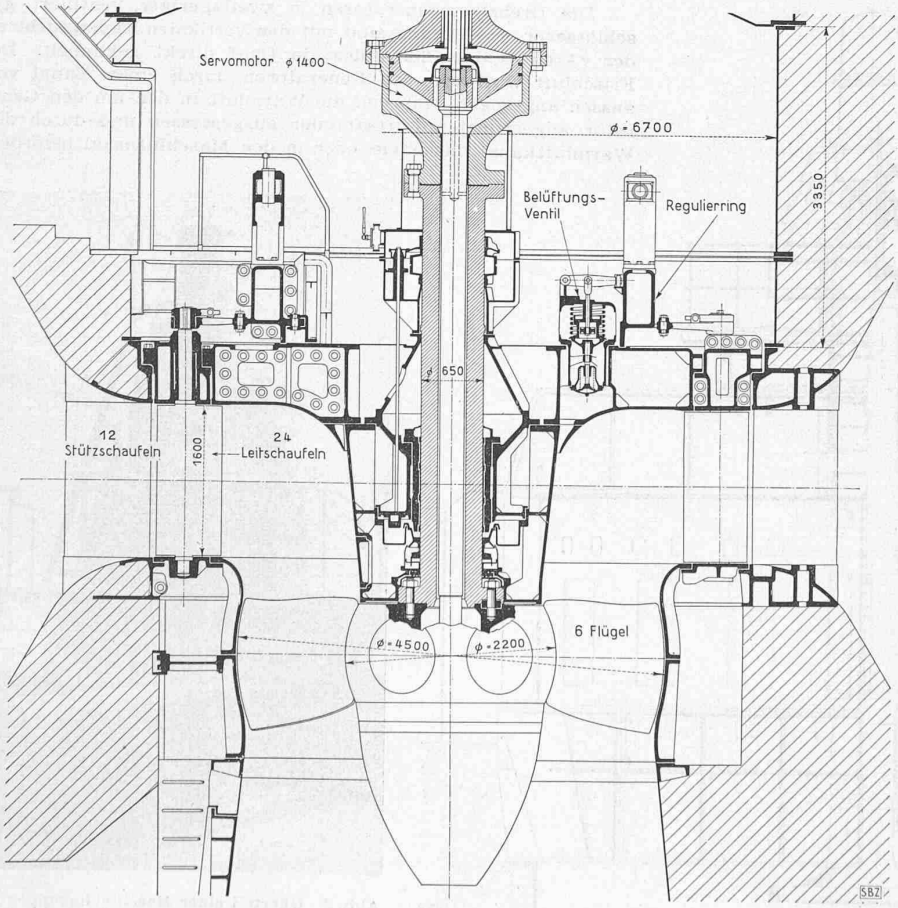

Abb. 5. 31500 PS-Kaplanturbine der Ateliers des Charmilles, Genf. — Schnitt 1 : 70

II. Die Drehstromgeneratoren

Von Dipl. Ing. E. EGLIN,
Ateliers de Sécheron, Genf

Am 18. Januar 1943 ist die erste Maschinengruppe des Kraftwerkes Verbois der Stadt Genf in Betrieb genommen worden. Nach einem Probelauf von drei Monaten und nach der Inbetriebnahme der zweiten Gruppe hat man das alte Kraftwerk Chèvres am 10. Mai für immer stillgelegt; noch am gleichen Tage wurden die Abbrucharbeiten an den alten Maschinen und an der ganzen Installation in Angriff genommen. Es genügt, einige Vergleichdaten über die beiden Kraftwerke nebeneinander zu stellen, um sich ein Urteil zu bilden über die gewaltigen Fortschritte, die auf dem Gebiete des Maschinen- und Wasserbaues seit 50 Jahren erzielt worden sind: einerseits Chèvres mit 15 Gruppen, 8 m Gefälle und rd. 14 000 kW Totalleistung, anderseits Verbois mit 4 Gruppen, 21 m Gefälle und 88 000 kW Leistung. Das Kraftwerk Chèvres benötigte ein Betriebspersonal von rd. 80 Mann, in Verbois genügen 35 bis 40 Angestellte, um den ganzen Betrieb aufrecht zu erhalten. Nach der Fertigstellung des französischen Grosskraftwerkes Génissiat wird die Rhone zwischen ihrem Ausfluss aus dem Genfersee und Génissiat, d. h. auf einer Strecke von 40 km durch die drei Werke Verbois, Chancy-Pougny und Génissiat [1]) voll ausgenützt sein. In Verbois beträgt die maximale Stauhöhe 21 m; die bei diesem Gefälle zur Verfügung stehende hydraulische Leistung ist auf drei hydroelektrische Einheiten verteilt, mit der

[1]) Band 110, S. 326* (1937); Band 116, S. 125* (1940).