

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79/80 (1922)
Heft: 25

Artikel: Die Wasserkraftanlage Fully: einstufige Hochdruckanlage mit 1650 m Gefälle
Autor: Chenaud, H. / Dubois, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38187>

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: 18.02.2026

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

und zum Teil schon zur Zeit des Albulabahn-Baues, also vor 20 Jahren erstellt wurden. Der jüngste Block, immerhin schon aus dem Jahre 1914 stammend, ist das hier in den Abbildungen 5 bis 9 gezeigte Zwölffamilien-Wohnhaus nächst dem Bahnhof Samaden. Der Versuch, mit typischen Engadiner Baumotiven auch einem so grossen Baublock heimischen Charakter zu verleihen, geht aus den Bildern deutlich hervor. (Schlus folgt.)

Die Wasserkraftanlage Fully Einstufige Hochdruckanlage mit 1650 m Gefälle.

Von Ing. H. Chenaud und Ing. L. Dubois, Lausanne.

(Fortsetzung von Seite 268.)

Das Maschinenhaus.

Das für fünf Maschinengruppen vorgesehene Maschinenhaus (Abbildungen 22 und 23) liegt nicht unmittelbar an der Rhone, in die das Betriebswasser abfliesst, sondern dicht am Bergabhang, rund 30 m über der Talsohle (vergl. die Abb. 2 und 3 auf Seite 248). Wie Abbildung 23 erkennen lässt, ist sein Inneres recht geräumig, und zwar sowohl der Maschinensaal als auch das die Verteilung enthaltende Untergeschoss. Vor allem wird hier auffallen, dass dieses von zwei Seiten her natürliche Beleuchtung hat, im Gegensatz zu andern Werken, in denen die Zuleitungen in einem dunkeln Untergeschoss untergebracht sind. Auch sind die Turbinendüsen noch *unter* dem Maschinensaalboden angeordnet, sodass bei Bruch irgend eines dieser Rohrteile das Wasser nicht den Maschinensaal

überschwemmen und zu den elektrischen Maschinen gelangen kann. Es würde höchstens ein teilweises Unterwasser-setzen der Verteilung eintreten, was jedoch belanglos wäre; an beiden Enden des Kanals, in dem die Verteilung untergebracht ist, sind Abflüsse in den Unterwasser-Kanal angeordnet.

Im Maschinensaal wird die ungewohnte Anordnung der Maschinengruppen mit ihren Wellen in der Längsaxe des Gebäudes auffallen. Diese selten anzutreffende Anordnung ist als Sicherheits-Massnahme für den Fall des Bruchs eines Turbinen-Löffelrades getroffen. Wie bekannt, ist es schon vorgekommen, dass beim Loslösen einer Turbinenschaufel oder irgend eines andern Teils des Lauf-rades das Gehäuse durchschlagen wurde und die Bruchstücke auch die nächste Turbine beschädigten, wobei eine Wiederholung des Vorfalls von der zweiten auf die dritte Turbine eintreten kann. Durch die im Kraftwerk Fully gewählte Aufstellung der Maschinen ist ein derartiger Unfall ausgeschlossen.

Beim Austritt aus der Düse hat der Wasserstrahl eine Geschwindigkeit von 165 m/sek. Mit Rücksicht auf die Regulierung der Turbinen mittels Strahlablenkung wurde daher der Ablaufschacht zur Vermeidung von Beschädigungen durch den Strahl mit einer an die Fundamentplatte anschliessenden, gusseisernen Panzerung versehen. An diese schliesst sich ein schrägliegendes, nach unten sich verengendes Rohr an, das in einen horizontalen Blechzylinder von 10 m Länge und 1,3 m Durchmesser mündet. Am Abflussende sorgt ein Ueberfall, durch Stauung des abfliessenden Wassers im Zylinder, für dessen

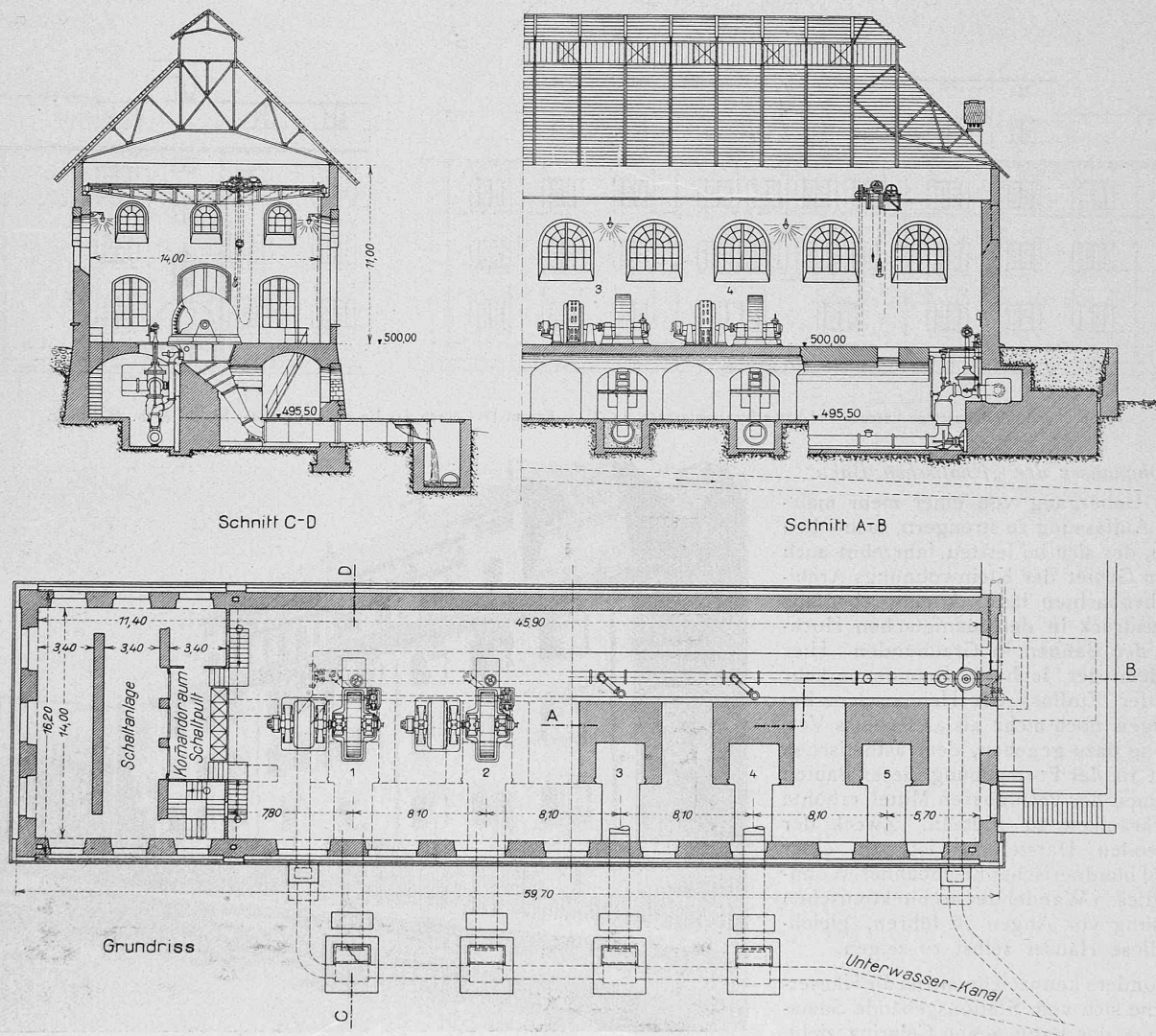


Abb. 23. Grundriss und Schnitte des Maschinen- und Schalthauses der Wasserkraftanlage Fully. — Masstab 1:400.

Beruhigung (vergl. Schnitt C-D in Abb. 23). Der eigentliche Unterwasser-Kanal besteht aus Zementröhren von 80 cm Durchmesser. Er endet in einem Messkanal, in dem gelochte Blechtafeln zur Beruhigung des Wassers beitragen, sodass die Ablesungen am Messüberfall genau vorgenommen werden können. Auf der einen Seite des Messkanals ist ein Glasrohr angebracht, an dem gleich-

der Verteilleitung abzweigenden rechtwinkligen Rohrkrümmers F und der Stütz-Platte G, sowie eines zwischen beide eingelegten Nachstellkeils H gegen einen starken Betonblock abgestützt ist; die Konstruktion dieser Platte mit Stellkeil ist weiter unten, im Zusammenhang mit Abb. 25 näher beschrieben. An den Krümmer F ist ein Absperrschieber J normaler Bauart, mit Handantrieb und Umgehungs-



Abb. 22. Das Maschinenhaus der Wasserkraftanlage Fully, aus Süden gesehen.

zeitig der Wasserstand und die Wassermenge abgelesen werden können. Auf diese Weise ist eine ständige Kontrolle des Turbinen-Wirkungsgrades möglich. Sobald festgestellt wird, dass eine Turbine nicht mehr vollwertig arbeitet, werden Düse und Nadel frisch poliert oder ersetzt.

Schaltanlage und Kommandoraum sind im südwestlichen Ende des Gebäudes untergebracht, wo auch eine kleine Reparaturwerkstätte eingerichtet ist. Der Oberbau des Maschinenhauses ist teils aus Bruchstein, teils aus Betonmauerwerk ausgeführt; der eiserne Dachstuhl ist mit engobierten Ziegeln gedeckt. Beim Bau des Maschinenhauses wurde darnach getrachtet, die technischen und ästhetischen Bedürfnisse miteinander in Einklang zu bringen, um nicht ein zu „kraftwerkmässiges“ Gebäude zu erhalten, das zu sehr wie ein Fremdkörper in der umgebenden Landschaft wirke. Inwieweit dies erreicht ist, zeigen Abb. 22 sowie die in Abb. 3 auf Seite 248 veröffentlichte Gesamtansicht. Jenes Bild zeigte vor allem auch, wie die überdeckte Leitung vom ästhetischen Standpunkt wohl den höchsten Bedürfnissen genügt, die an ein Kraftwerk gestellt werden können. Für den Betriebchef des Werkes wurde in nächster Nähe des Maschinenhauses ein kleines Wohnhaus erbaut; das übrige Werkpersonal ist in benachbarten Häusern untergebracht.

Die Verteilleitung zu den Turbinen.

Die Druckleitung tritt an der Nordecke in das Maschinenhaus ein; Abbildung 24 (S. 274) zeigt, wie ihr unteres Ende mittels des nach

bezw., da sie abwechselnd unter Druck steht und druckfrei ist, kleine Hin- und Herbewegungen zur Folge haben. Diese Bewegungen könnten unter Umständen, namentlich gegen das äussere Ende der Verteilleitung hin, gross genug sein, um in den Zuleitungen zu den Turbinen zusätzliche Beanspruchungen zu verursachen, die auf die Dauer schwere, nachteilige Wirkungen haben könnten. Um dem vorzubeugen, wurde die Verteilleitung, wie dies in Abbildung 25 gezeigt ist, an ihren beiden Enden zwischen zwei Platten M und N eingekeilt, die sich an starke Betonblöcke anlehnen (vergl. auch Schnitt A-B in Abbildung 23). Die Keile P können mittels der Schrauben Q beliebig angezogen werden. Dank dieser Vorrichtung ist eine Längsdehnung der Verteilleitung vollständig verunmöglicht.

Der Zylinderschieber vor der Verteilleitung.

Die Frage der Abschlüssung vor der Verteilleitung eines hydro-elektrischen Kraftwerkes kann auf verschiedene Weise gelöst werden; das einfachste ist, diesen Abschluss überhaupt wegzulassen. In einem Werk mit verhältnismässig kurzer Druckleitung und geringem Gefälle wird in einzelnen Fällen diese Lösung zulässig sein, besonders wenn auf möglichst niedrige Erstellungskosten geachtet wird;

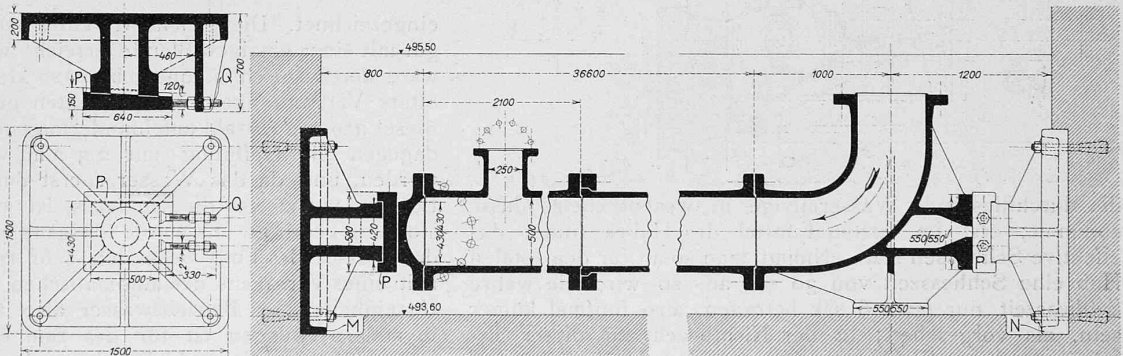


Abb. 25. Keilplatten (P) an beiden Enden der Verteilleitung im Maschinenhaus. — Masstab 1:50.

man wird sich dort mit den zweckentsprechend erstellten Absperrorganen an der Wasserfassung begnügen können. Bei einer Anlage wie die von Fully, mit einer Druckleitung von mehreren Kilometern Länge, ist zum mindesten ein gutes Abschlussorgan am Eingang der Verteilleitung unerlässlich. Als solches ist ein Schieber erforderlich, der automatisch, aber nicht plötzlich, schliesst, sobald die Durchflussmenge ein bestimmtes Mass übersteigt, und zwar unabhängig von dem auf beiden Seiten des Ventils herrschenden Drucke. Ausserdem muss er ohne grossen Kraftaufwand geschlossen werden, je nach den Verhältnissen auch durch Fernsteuerung, sodann nicht geöffnet werden können, solange die Verteilleitung nicht gefüllt ist.

Abbildung 26 zeigt die Konstruktion des Absperrschiebers (K in Abbildung 24), der im Kraftwerk Fully vor der Verteilleitung eingebaut worden ist. Als Verschluss-Organ dient ein zylindrischer Körper F aus Stahlguss, der nach aussen mit einem bronzenen Ueberzug versehen ist und auf der hohlen Stange H sitzt. Die Fenster des Gehäuses G (Schnitt A-B), in dem sich dieser Zylinder bewegt, haben ein besonders geformtes Profil, das in Abbildung 26 rechts, über dem Schnitt C-D, von innen gesehen gezeigt ist. Der Grund für die Wahl dieser Form ist der folgende. Es ist bekannt, und kann auch rechnerisch leicht ermittelt werden, dass ein Schieber normaler Bauart etwa um vier Fünftel seines Hubes geschlossen werden kann, ohne dass

vor der Verteilleitung als auch für jenen in den Turbinen-Zuleitungen ein Fensterprofil errechnet, das, bei einer gesamten Schliesszeit von 60 sek, eine stetige Verminderung der durchfliessenden Wassermenge während der gesamten Schliessdauer gewährleistet.

Die längsverschiebbare hohle Stange H, an deren unterem Ende der zylindrische Schieberkörper F befestigt ist, trägt oben einen Zylinder J, der den Kolben K umschliesst. Dieser Kolben sitzt seinerseits auf der durch die Hohlstange H hindurchgeführten, unten im Schiebergehäuse verschraubten, innern Hohlstange L, ist infolgedessen unbeweglich. Diese Hohlstange L bildet die Zuleitung für Druckwasser, das durch eine radiale Bohrung bei M unter den Kolben K gelangen kann. Da aber der Kolben unbeweglich ist, bewirkt der Zutritt von Druckwasser zwischen ihm und den untern Zylinderdeckel eine Abwärtsbewegung des Zylinders J und der Stange H und damit des Schieberkörpers F, somit ein Öffnen des Schiebers. Gleichzeitig werden die oberhalb des Kolbens im Zylinder J befindlichen Federn N_1 und N_2 zusammengedrückt. Diese Federn, deren Einstellung auf den gewünschten Druck mittels der Kappe O erfolgt (vergl. in Abbildung 26 rechts oben die Charakteristik der Federdrücke) haben die Aufgabe, den Schieber zu schliessen, sobald das durch die Öffnung M unter den Kolben eintrende Druckwasser durch den oberen Teil der Hohlstange L

und den weiter unten beschriebenen Steuerapparat Abzug ins Freie erhält.

Die Hohlstange L, die als Zuleitung für das zum Betrieb des Schiebers nötige Druckwasser dient, enthält in ihrem untern Teil vierzig übereinander gelagerte bronzenne Blenden P mit Öffnungen von 2,5 mm lichter Weite, die den Zweck haben, nach Art einer Labyrinth-Dichtung durch wiederholte Querschnitt-Verengung als Katarakt zu wirken und auf diese Weise die Schliess- und Öffnungszeit des Ventils zu vergrössern. In Abbildung 26 sind rechts unten diese Blenden, links die unterste, als Schlussstück dienende, in grösserem Masstab

ingezeichnet. Die gleiche Wirkung hätte natürlich ebenso gut mit einer einzigen Blende erreicht werden können, nur wäre deren Durchflussquerschnitt so klein ausgefallen, dass öfters Verstopfungen zu befürchten gewesen wären. Mit dieser grossen Anzahl aufeinanderfolgenden Blenden konnte dagegen die Öffnung mit 2,5 mm weit genug gewählt werden, und da das Wasser zuerst durch ein Sieb Q mit Löchern von 2 mm fließen muss, ist jede Gefahr von Verstopfung beseitigt. Es wurde übrigens bereits bemerkt, dass das Wasser des Fully-Sees stets sehr rein ist, die Möglichkeit eines Versagens des automatischen Ventils infolge von Unreinheiten im Betriebswasser also äusserst gering ist. In andern Anlagen ist für das zum Betrieb des hydraulischen Ventils dienende Druckwasser eine getrennte Leitung mit besonderer Klärung erstellt worden.

Das Kraftwerk Fully, einstufige Hochdruckanlage mit 1650 m Gefälle.

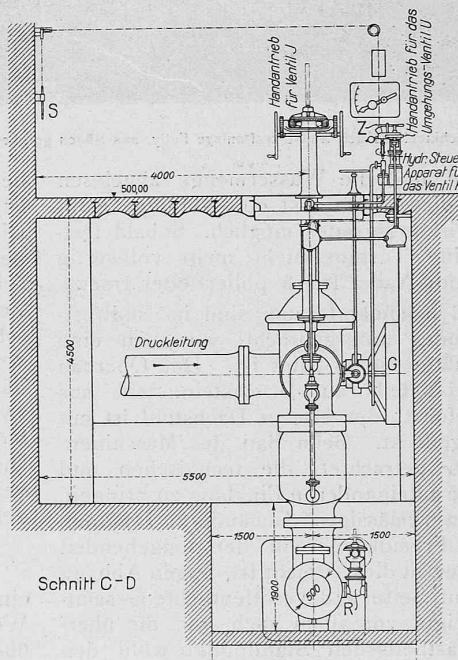
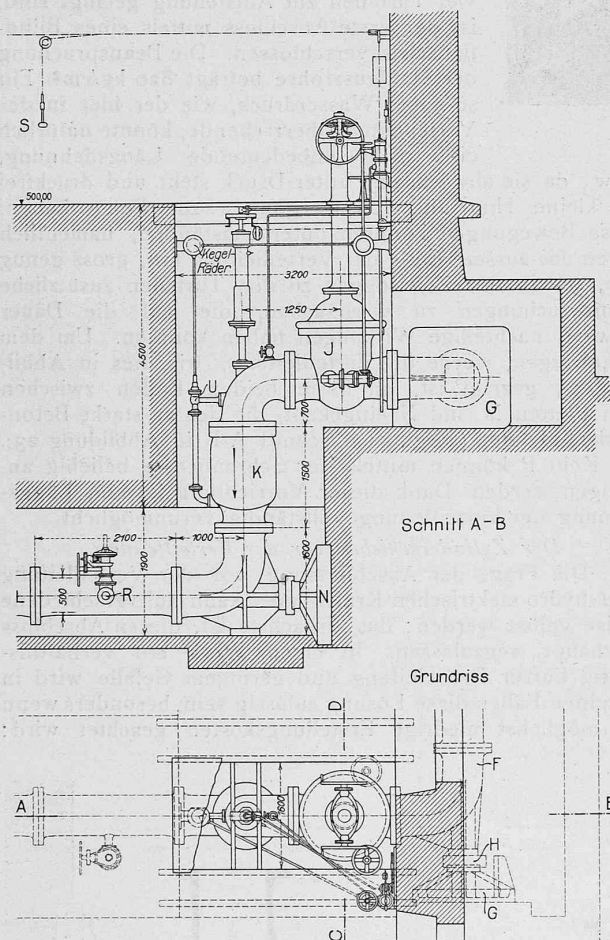


Abb. 24. Anordnung der Absperrschieber beim Eintritt der Druckleitung in das Maschinenhaus. — 1:100.

die durchfliessende Wassermenge in wesentlichem Masse abnimmt; erst im letzten Fünftel des Hubes findet das effektive Schliessen statt. Nimmt man somit für den totalen Hub eine Schliesszeit von 30 sek an, so wird die wahre Schliesszeit nur etwa 6 sek betragen, also fünfmal kürzer sein, als vorgesehen; in der Nichtbeachtung dieser Erscheinung liegt die Ursache für viele Druckleitungsbrüche. Aus diesem Grunde wurde sowohl für den Absperrschieber

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, wie sehr man bestrebt war, in Bezug auf die Sicherheit der Abschlussorgane der Druckleitung die grösstmögliche Gewähr zu bieten; das Werk kann in der Tat im Zeitraum einer Minute gefahrlos vollständig abgestellt werden.

Die Absperrschieber der Turbinen.

In jeder Zuleitung der Turbinen, die 250 mm lichter Weite aufweisen, ist ein Absperrschieber eingebaut, deren Bauart im Prinzip dem vorgehend beschriebenen entspricht, auch in Bezug auf das Profil der Fenster im Ventilgehäuse. Die Betätigung dieser Schieber erfolgt immerhin nur von Hand über zwei Uebersetzungsgetriebe; auch ist die hier nicht erforderliche Umgehungsleitung weggelassen worden. Diese Schieber haben sich als vollkommen dicht erwiesen; ihr Schliessen erfordert nur einen geringen Kraftaufwand. (Forts. folgt.)

Eidgen. Amt für Wasserwirtschaft.

(Schluss von Seite 230.)

Wasserkräfte.

Die Entwicklung der Nutzbarmachung der Wasserkräfte litt natürlich auch im Berichtsjahre unter der schweren Krisis, die unser Land noch immer heimsucht. Immerhin darf festgestellt werden, dass, während im Laufe des Jahres 1920 kein bedeutendes neues Werk in Angriff genommen wurde, im Berichtsjahre für drei solcher Werke (Lungernsee, Wägital und Erweiterung Wynau) der Baubeginn, für eines derselben sogar auch die Inbetriebsetzung zu verzeichnen ist.

Im Berichtsjahre wurden in Betrieb gesetzt die Kraftwerke: Broc (Entreprises électriques fribourgeoises, Fribourg) in vollem Ausbau mit 24000 PS; Küblis (Bündner Kraftwerke A.-G., Chur), jedoch nur hinsichtlich der Ausnützung des Schanielenbaches (5000 PS); Lungernsee (Zentralschweizerische Kraftwerke, Luzern), im ersten Ausbau (mit 8000 PS). Im Laufe des Jahres 1922 werden voraussichtlich dem Betrieb übergeben werden können die Werke Amsteg der S. B. B. und Küblis der Bündner Kraftwerke, das letztgenannte hinsichtlich der Ausnützung der Landquart. (Die Inbetriebsetzung beider Werke ist unterdessen erfolgt. Red.) Im Bau befanden sich Ende 1921 die folgenden Werke:

Kraftwerk	Kanton	Gewässer	Nettoleistung in PS	
			Minimum	Ausbaugrösse
Amsteg (S. B. B.) . .	Uri	Reuss	6100	85800 ²⁾
Barberine (S. B. B.) .	Wallis	{ Barberine und Nant de Drance }	— ¹⁾	68000 ³⁾
Chancy-Pougny, Société des Forces motrices de Chancy- Pougny, Chancy . .	Genf	Rhone	10000	43000 ⁴⁾
Küblis, Bündner Kraft- werke A.-G., Chur .	Graubünden	Landquart	6800	45000 ⁵⁾
Wynau, Erweiterung (Zentrale II), A.-G. Elektrizitätswerk Wynau, in Langenthal	{ Bern Solothurn }	Aare	3800	8400
Wägital ⁶⁾ , Stadt Zürich und Nordost- schweizerische Kraft- werke A.-G., Baden	Schwyz	Wägital. Aa	— ¹⁾	140000 ⁶⁾

Bezüglich der in Aussicht genommenen Kraftwerke gilt immer noch die auf Seite 206 von Band LXXV (1. Mai 1920) gegebene Tabelle unter Weglassen des unterdessen in Angriff genommenen Wägitalwerkes und des zurückgestellten Sanetschwerkes.

In Bezug auf die Ausnützung der Grenzgewässer ist folgendes zu erwähnen:

¹⁾ Minimum der Leistung kein Charakteristikum, da die betreffenden Werke mit Akkumulierung arbeiten.

²⁾ Erster Ausbau 71500 PS. ³⁾ Erster Ausbau 40800 PS.

⁴⁾ Gesamtleistung. Kraftanteile der beiden Grenzstaaten werden erst bei der Genehmigung der Ausführungspläne bestimmt.

⁵⁾ Erster Ausbau 35000 PS. ⁶⁾ Reines Winterwerk.

Kraftwerk Laufenburg. Die Frage, ob der Stauspiegel des Oberwassers auch bei niedrigen Wasserständen auf Kote + 302,00 m (R. P. N. = 376,86 m) belassen werden dürfe, wurde durch Bundesratsbeschluss vom 12. Februar in der Weise vorläufig geregelt, dass die provisorische Bewilligung hierzu bis zum 1. April 1922 erteilt wurde. Die Angelegenheit dürfte im nächsten Jahre ihre Erledigung in dem Sinne finden, dass die vorläufige Regelung in eine endgültige übergeführt wird.¹⁾

Kraftwerk Augst-Wyhlen. Im Berichtjahr konnten nicht nur die ursprünglich in Aussicht genommenen Arbeiten zum Schutze der Stauwehrrundamente, nämlich die Sicherung der Wehrschwelen in den Öffnungen 2 bis 6, in der Hauptsache beendet werden, sondern es wurden auch noch ausserhalb des Bauprogrammes in den Wehröffnungen 7 bis 9 Sicherungsarbeiten in Angriff genommen, die dank der während des ganzen Jahres verhältnismässig geringen Wasserführung des Rheins in den Öffnungen 7 und 8 beinahe zum Abschluss gelangten. Auch hier sind die Untersuchungen im Gange, um die bis zum 1. April 1922 gültige provisorische Bewilligung für den Höherstau in eine endgültige umzuwandeln.¹⁾

Projektierte neue Rheinkraftwerke: In der Schaffhauser-Konferenz vom 14. und 15. September 1920 waren die Richtlinien festgelegt worden, nach denen unter Berücksichtigung der spätern Schiffbarmachung der Ausbau der Strecke Basel-Bodensee vor sich zu gehen habe. Die gestützt auf diese Grundlagen erfolgte Ueberprüfung der Konzessionsprojekte zeigte die Notwendigkeit der Umarbeitung verschiedener Projekte. Diese Umarbeitung ist nunmehr zum Teil soweit gediehen, dass voraussichtlich anfangs des Jahres 1922 die schweizerisch-badische Kommission für die Ausnützung der Wasserkräfte des Rheins von Basel bis zum Bodensee neuerdings zusammentreten, und dass für einzelne Projekte das Auflageverfahren durchgeführt werden kann.

Kraftwerk Chancy-Pougny. Die Arbeiten der Bauausführung geben zu besondern Bemerkungen nicht Veranlassung. Weitere Ausführungspläne sind den Bundesbehörden eingereicht und im Einvernehmen mit den französischen Behörden geprüft worden.

Wasserkräfte des Doubs. Die im Einvernehmen mit Frankreich angeordneten, generellen geologischen Untersuchungen können als abgeschlossen betrachtet werden. Die schweizerisch-französische Doubskommission ist am 18. und 19. Oktober 1921 zu einer Sitzung in Genf zusammengetreten, an der generelle Projekte für die Nutzbarmachung der Wasserkräfte der ganzen internationalen Doubs-Strecke besprochen wurden.

Schiffahrt.

Rhein unterhalb Basel. Die Zentralkommission hielt im Berichtjahr drei Sitzungen ab. (Wir haben unsere Leser über die Verhandlungen auf dem Laufenden gehalten, sodass wir hier darauf nicht mehr zurückzukommen brauchen. Red.)

Tessin-Po. Nachdem die technischen Vorarbeiten, soweit diese von der Schweiz allein durchgeführt werden können, genügend weit fortgeschritten sind, können nun die Verhandlungen über Regulierung und Schiffahrt mit dem Kanton Tessin aufgenommen werden. Nachher dürfte die Einberufung der internationalen Kommission angezeigt erscheinen.

Genfersee-Rhone. Den Bundesbehörden sind im Laufe der beiden letzten Jahre durch den Kanton Genf das Gutachten Collet-Imbeaux-Narutowicz-Schätti (Auftraggeber Kanton Genf), das Gutachten Narutowicz (im Auftrag der Stadt Genf), sowie das Gutachten Bernoulli-Van Bogaert-Lüchinger-Sabouret (Auftraggeber Kanton Genf) zugestellt worden.

Das Projekt „Narutowicz“ der Stadt Genf befürwortet eine Erhöhung des jetzigen maximalen Abflussvermögens der Rhone in Genf von rund 600 m³/sek auf rund 1200 m³/sek, d. h. ungefähr auf die Höhe der normalen Hochwasserzflüsse zum See. Diese Erhöhung wird erreicht einerseits durch Erweiterung des Rhonebettes in Genf um rund 200 m³/sek und andererseits um rund 400 m³/sek durch einen Tunnel von Vengeron nach Nant de la Noire. Dieser Tunnel würde normalerweise der Flussschiffahrt und nur ausnahmsweise der Hochwasserableitung dienen. Während dieser Zeit der Hochwasserableitung müsste die Schiffahrt durch den Tunnel eingestellt werden.

Die Experten Collet, Imbeaux, Narutowicz, Schätti projektieren einen dreiröhrigen Tunnel vom Garten Louis Pictet bis Nant de la Noire. Die beiden untern Tunnelröhren sollten für die Hoch-

¹⁾ Siehe hierüber unsere Nachschrift auf Seite 277.