

# Das Wasserkraftwerk Refrain am Doubs

Autor(en): **Kürsteiner, L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **65/66 (1915)**

Heft 18

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-32231>

## **Nutzungsbedingungen**

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

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

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

## **Haftungsausschluss**

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



Abb. 10. Die Brücke und Münchenstein von Westen.

der Anspannung seines Nachbarpfostens, mit dem dritten Apparat kontrolliert. Es hat sich bei diesen sehr interessanten Messungen gezeigt, wie insbesondere örtliche Widerstände im Innern einzelner Knotenpunkte und Unregelmässigkeiten in den Reibungsverhältnissen zwischen Mutter, Gewinde und Unterlagsplatten, die zum Anziehen solcher Bolzen zu leistende Arbeit beeinflussen können, und wie sehr man sich daher in der vermeintlichen Wirkungsweise solcher Pfosten beirren lassen kann, wenn deren Anspannung lediglich nach sog. „praktischem Gefühl“ erfolgt.

Die Belastungsprobe fiel recht günstig aus. Zuerst wurde die Brücke von einem *leeren* Motorlastwagen befahren, um zu erreichen, dass die ganze Konstruktion, ohne erhebliche Stösse zu erfahren, sich gut ineinander füge. Dabei wurden folgende Deformationen in der Brückenmitte festgestellt:

Maximale Einsenkung	=	1,0 mm
Elastische	„	0,5 mm
Bleibende	„	0,5 mm

Beim ersten Befahren mit dem *belasteten* Automobil von 10 t Bruttogewicht ergab sich als

Maximale Einsenkung	=	3,5 mm
Elastische	„	3,0 mm
Bleibende	„	0,5 mm

Nachher zeigten sich die Träger vollkommen elastisch. Einige in der ausführenden Kompagnie vorhandene schätzenswerte künstlerische Kräfte trugen dazu bei, der Brücke auch äusserlich ein gefälliges Aussehen zu geben, wie den Abb. 1 bis 4 zu entnehmen ist.

## Das Wasserkraftwerk Refrain am Doubs.

Von Ing. L. Kürsteiner in Zürich.

(Schluss von Seite 190.)

Die beiden Druckrohre werden durch eine, senkrecht zu ihrer Axe gerichteten Verteilleitung mit einem grössten Kaliber von 2400 mm vereinigt. Diese Verteilleitung liegt in einer gemauerten, abgedeckten Grube, die sich parallel der Gebäudeaxe des Maschinenhauses hinzieht und deren Sohle etwa 4 m tiefer liegt als der Boden des Maschinenhauses. Wenn man auch im allgemeinen vorzieht, die Maschinenhausaxe nicht senkrecht zur Axe der Druckleitung zu legen, so war hier der steil ansteigenden Halde und des zwischen ihr und dem Fluss verbleibenden sehr schmalen Platzes wegen eine andere Lösung ohne ganz empfindliche Kostenvermehrung unmöglich.

Das Verteilrohr selbst besteht aus einem mittleren zylindrischen Stück (Abb. 14, S. 202), an das die beiden Druckleitungen direkt angeschlossen sind, und zwei rechts und links sich anschliessenden, am Ende sich konisch verjüngenden Rohrstücken. Zwischen dem zylindrischen Teilstück von 2400 mm und dem ersten Fixpunkt sind in die beiden Stränge zwei Abstelldrosselklappen eingeschaltet und ein Stutzen von 250 mm mit Schieber für eine in den Unterwasserkanal sich entleerende Leerlaufleitung angebracht.

**Maschinenhaus.** Das ganz aus Beton und Eisenbeton erstellte Maschinenhaus liegt unmittelbar am Ufer des Doubs, parallel zur Flussrichtung (Abb. 15). Es enthält neben dem grossen Maschinensaal auf der Ostseite einen Anbau für die Schaltanlage, den Transformatorenraum und eine Werkstätte. Die äussere Länge des ganzen Maschinensaalgebäudes beträgt nach der jetzt im Bau begriffenen Vergrösserung 49,0 m, die Breite 15,0 m, die überbaute Grundfläche misst 1150 m<sup>2</sup> und der kubische Inhalt ohne das Untergeschoss,



Abb. 8. Anspannen der Zugstangen unter Benützung von Mantel'schen Spannungsmessern.

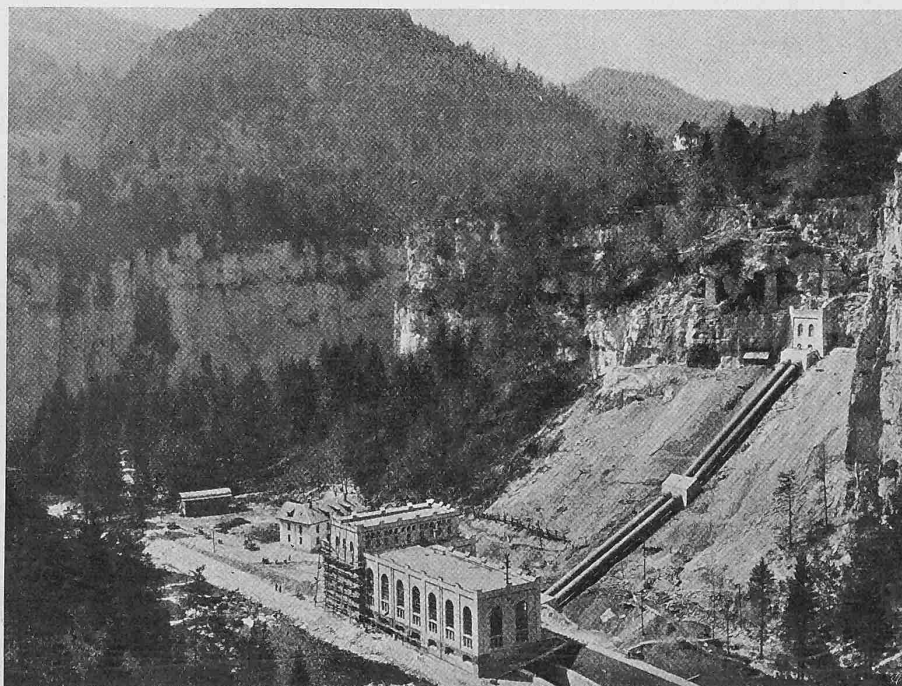


Abb. 15. Schieberhaus, Druckleitung und Zentrale Refrain am Doubs.

in dem die Zuleitungen für die Turbinen und die abgehenden Kabel liegen, 12800 m<sup>3</sup>; es sei im übrigen auf die Zeichnungen Abb. 16 u. 17 verwiesen. Wegen der starken Anschwellungen des Doubs wurde der Maschinenhausboden ziemlich hoch, nämlich 6 m über Niederwasserspiegel gelegt. Da bald nach der Eröffnung im Jahre 1910 ein ausserordentliches Hochwasser eintrat (Stand des Pegels im Unterwasserkanal 3,20 m, beim Einlauf 2,70 m über N. W.) wurde die Anlage schon frühzeitig in allen Teilen erprobt; auch seither konnte das Werk seinen Betrieb ohne jede Störung oder Unterbruch kontinuierlich durchführen.

Unter der bergseitigen Hälfte des Maschinenhauses befindet sich der gewölbte, 6 m breite Unterwasserkanal. Darüber liegt ein zweiter, gegen oben mit I-Eisen armerter, gewölbter Gang, worin die Turbinenzuleitungen und die verschiedenen Schieber untergebracht sind. Ausserhalb des Maschinenhauses ist der Unterwasserkanal offen; er mündet 40 m unterhalb des Maschinenhauses direkt in den Doubs. Zur Vornahme von Wassermessungen und zur Hochhaltung des Wasserspiegels unter den Saugröhren der Turbinen

ist im Unterwasserkanal ein aufziehbarer Messüberfall eingebaut.

*Turbinenanlage.*

Das Maschinenhaus wurde für die Aufnahme von fünf Generatoren- und je zwei Erregergruppen erstellt. Zur Betriebseröffnung hatte man sich auf die Aufstellung von drei Generatorgruppen beschränkt, indessen fand schon nach dem ersten Betriebsjahr der volle maschinelle Ausbau statt, und im letzten Sommer war man eben mit der Verlängerung des Maschinenhauses für die Aufstellung einer weiteren, sechsten Gruppe beschäftigt, als der Kriegsausbruch die

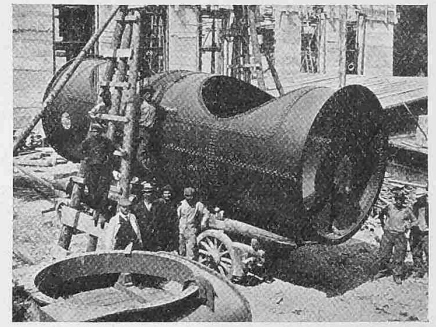


Abb. 14. Mittelstück des Verteilrohres.

Das Wasserkraftwerk Refrain am Doubs.

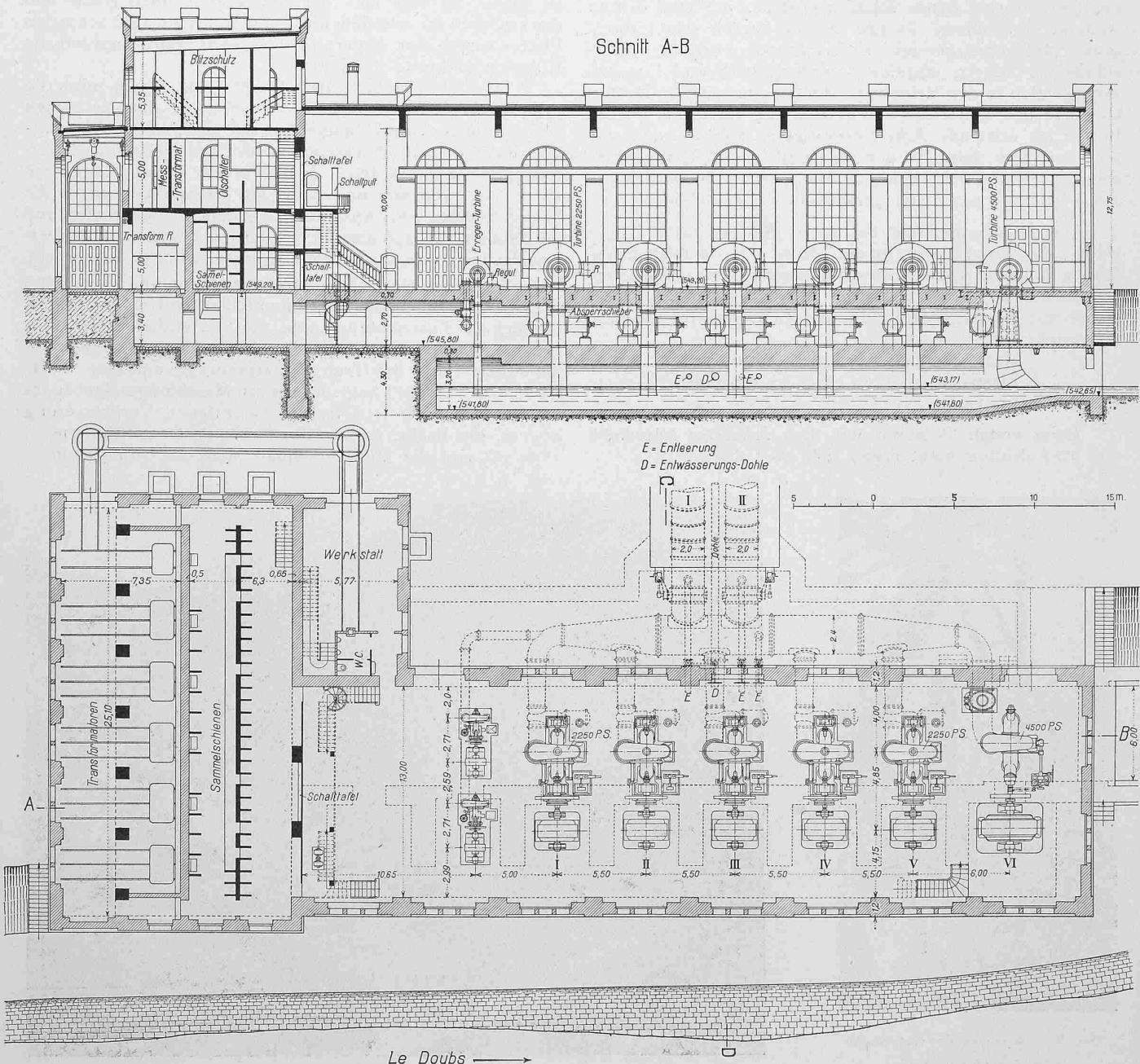


Abb. 16 u. 17. Grundriss und Längsschnitt A-B der Zentrale. — Masstab 1 : 350 (Schnitt C-D siehe Abb. 13 auf S. 189 letzter Nr.).



Vollendung dieser Arbeit störte und bis jetzt zurückhielt (Abbildungen 16 und 17 zeigen bereits die Erweiterung). Die fünf, jetzt im Betrieb stehenden Gruppen sind Spiralfrancisturbinen von je 2250 PS Leistungsfähigkeit, geliefert von Piccard, Pictet & Cie. in Genf. Am oberen Ende des Maschinensaales gegen die Schaltanlage hin sind zwei Erregergruppen von je 180 PS Leistung aufgestellt. Die Turbinen arbeiten mit einem Nettogefälle von 60 m im Mittel, das infolge der kurzen Rohrleitung und der reichlichen Bemessung der Druckleitung nur wenig schwankt. Die Verbindung zwischen Turbinen und Generatoren erfolgt mittels elastischer Kupplung; zur Unterstützung des Schwungmoments der Generatoren ist ein besonderes Schwungrad mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 65 m/sek vorhanden. Die automatisch wirkenden Oeldruckregulatoren System Piccard, Pictet & Cie. besitzen je eine Oelpumpe, die im Innern des Oelraumes plaziert ist. Die beiden Turbinen der Erregergruppen sind ähnlich gebaut, aber mit einfachen Rädern und einem einzigen Saugrohr (Abbildung 18).

Die neue sechste, bereits bestellte Gruppe wird für 4500 PS gebaut und soll es ermöglichen, dass auch bei einem Betrieb mit  $4 \times 2250 + 1 \times 4500$  zum mindesten noch eine Gruppe als Reserve bleibt, was zurzeit nicht der Fall ist, da sehr oft alle fünf Maschinen gleichzeitig im Betrieb stehen. Diese sechste Turbine, ebenfalls Francis-Bauart, wird bei einer Schluckfähigkeit von 7050 l/sek und 500 Uml/min 4500 PS leisten; geliefert wird sie von Escher Wyss & Cie. in Zürich, welche Firma gleichzeitig auch die nötigen Umänderungen an der Verteilleitung und deren Verlängerung besorgt.

Infolge der nicht ganz befriedigenden Erfahrungen, die man im bisherigen Betrieb mit den elastischen Kupplungen gemacht hat, erhält die neue Gruppe eine feste Kupplung und werden auch die alten Kupplungen umgebaut. Nach beendigter Erweiterung wird die Zentrale Refrain eine totale Maschinenleistung von 13500 PS nebst 2250 PS Reserve aufweisen.

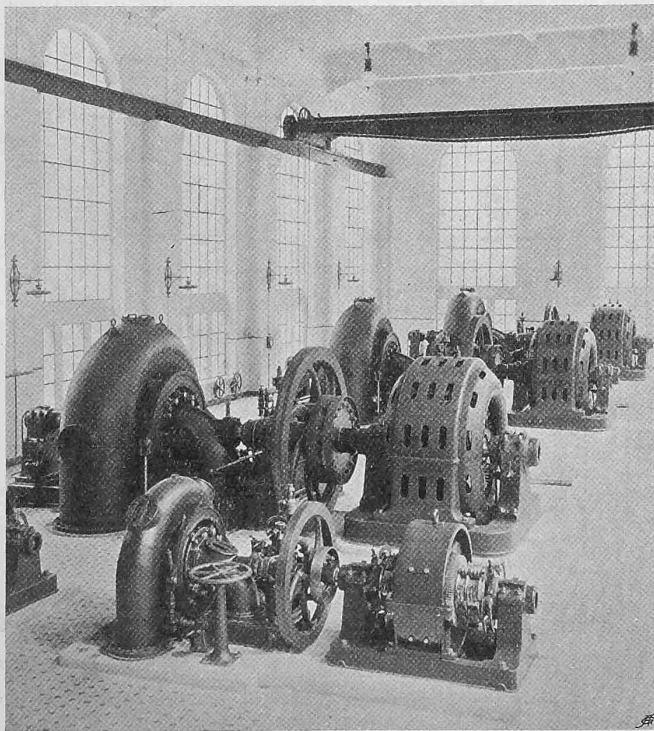


Abb. 18. Maschinensaal im I. Ausbau ( $3 \times 2250$  PS).

**Elektrische Ausrüstung der Zentrale.** Die fünf Drehstromgeneratoren haben eine Normalleistung von je 2000 kVA bei 500 Uml/min und 50 Perioden und einer Spannung von 5200 Volt; die Erregermaschinen geben 150 kW ab

bei 850 Uml/min und 110 Volt. Für jeden Generator ist ein Oel-Transformator von je 2000 kVA Leistung vorhanden, der die Spannung auf 52000 Volt hinaufsetzt. Eine ausgedehnte, mit allen modernen Apparaten ausgestattete Schaltanlage vervollständigt die elektrische Ausrüstung der Zentrale, in welcher ersterer auch die Anlagen für Fernbetätigung der wichtigsten Apparate, wie automatische Stromunterbrecher, Turbinen-Geschwindigkeitsregler, Spannungsregler usw. untergebracht sind.

Die Fernleitung ist zum grösseren Teil auf eisernen, zum kleineren Teil auf hölzernen Masten montiert und führt auf dem kürzesten Wege zum Versorgungsgebiet, wo mehrere grössere Unterstationen erstellt worden sind.

**Baukosten.** Ueber die Baukosten des hydraulischen Teiles können nachstehende Angaben gemacht werden:

1. Allgemeine Verwaltung, Projektierung und Bauleitung, spezielle Bauaufsicht, Abrechnung und Ausführungspläne . . . . .	100 000 Fr.
2. Wasserfassung, Kanaleinlauf, Reparatur des alten Wehres, nachträgliche pneumatische Erstellung der Schutz- und Dichtungsmauer . . . . .	220 000 „
3. Stollen, 2689,3 m lang . . . . .	1 165 000 „
4. Wasserschloss und Schieberkammer . . . . .	200 000 „
5. Druckleitung.	
Unterbauarbeiten, Sockel und Fixpunkte . . . . .	60 000 Fr.
2 Rohrstränge, je 122 m lang von 2000 mm $\varnothing$ nebst Verteilleitung . . . . .	190 000 „
6. Turbinen. 5 Stück zu 2250 PS, 2 Stück zu 180 PS nebst Regulatoren, Schiebern und Zweigleitungen . . . . .	250 000 „
7. Maschinenhaus mit Schaltanlage, Transformatoren und Unterwasserkanal . . . . .	440 000 „
8. Wohnhäuser . . . . .	45 000 „
9. Strassenerstellung, Unterhalt während des Baues, Umgebungsarbeiten, Sicherungsarbeiten gegen Hochwasser u. Verschiedenes . . . . .	85 000 „
<b>Totale Baukosten für den hydraulischen Teil</b>	<b>2 755 000 Fr.</b>
Kosten pro install. PS ohne die geplante Erweiterung $2 800 000 : 11250 =$	255 Fr.

Für weitere Immobilien, sowie für die gesamte elektrische Einrichtung der Zentrale, für Fern- und Sekundärleitungen, Unterstationen und Transformatorstationen sind nach dem Jahresbericht der Gesellschaft von 1913/14 etwa 5,6 Millionen Fr. ausgegeben worden, doch stehen mir nähere Angaben hierüber nicht zur Verfügung. Die Gesellschaft besitzt ein vollbezahltes Aktienkapital von 4 Millionen und hat noch Obligationen in gleichem Betrage ausgegeben.

**Betriebsergebnisse.** Die Entwicklung des Elektrizitätswerks Refrain muss als eine sehr befriedigende bezeichnet werden und der Betrieb hat sich seit bald sechs Jahren anstandslos und ohne jede Störung der hydraulischen Anlage abgewickelt. Das Werk besitzt bereits ein dichtes Verteilungsnetz in der industriell stark entwickelten Gegend zwischen Montbéliard und Belfort. Im Betriebsjahr 1913/14 waren an das Netz angeschlossen und installiert:

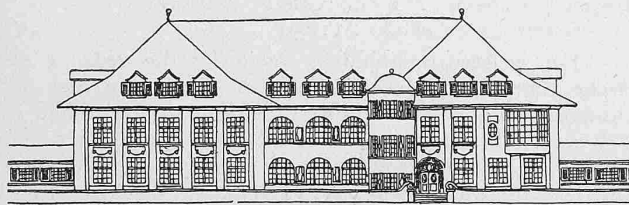
für Beleuchtung	281 000 NK,
für Kraft	14 300 PS.

Die maximale Belastung erreicht bereits 7000 bis 7500 kW ab Schalttafel; bei Niederwasser wird der Ausfall an Wasserkraft teilweise durch die Dampfmaschinen in Ronchamp gedeckt, zum Teil werden grössere Abnehmer mit Abstellklausel zeitweise ausgeschaltet. Die tatsächliche Energieabgabe betrug im vergangenen Jahr 22 Millionen kWh, die eine Bruttoeinnahme von 1 200 000 Fr. brachten, wovon rd. 100 000 Fr. für Bezug von 1 700 000 kWh Fremdstrom in Abzug kommen. Der Fremdstrombezug macht daher nur etwa 8% der gesamten Stromerzeugung aus, kann aber in sehr trockenen Jahren auch auf das Doppelte steigen. Für das Betriebsjahr 1913/14 konnte eine Dividende von 8% ausbezahlt werden.

Projekt und Bauleitung waren dem Ingenieurbureau Kürsteiner übertragen, das für die lokale Bauleitung und Bauaufsicht die Herren Ing. Fritz Steiner, z. Z. Stadtgenieur in Bern, als Bauleiter und Ing. Hans Eggenberger, z. Z. Ingenieur beim Bureau für elektrischen Betrieb der S. B. B. in Bern, als Ingenieur-Bauführer delegierte. Die geometrischen Arbeiten, Aufnahmen und Triangulationen besorgte Geometer R. Meier.

Von den hauptsächlichsten Unternehmern und Lieferanten sind zu nennen für: Stollen und Tiefbauarbeit der Druckleitung: R. Munk aus Prag; Einlauf und Maschinenhaus: Oeschger l'Hardy & Cie. in St. Imier; Pneumatische Fundierung der Dichtungs- u. Schutzmauer beim Einlauf: Locher & Cie. in Zürich. Druckleitung: Société Alsacienne de Constructions Mécaniques in Mülhausen; 2000 mm Hauptschieber der Druckleitung: Gesellschaft der L. von Roll'schen Eisenwerke in Clus. Turbinenanlage: Piccard, Pictet und Cie in Genf; Einlaufschleusen: Bouchayer & Viallet in Grenoble. Ganze elektrische Ausrüstung der Zentrale mit Schalt- und Transformatoranlage: Société Alsacienne de Constructions Mécaniques in Belfort; elektrischer Teil der Unterstationen in Frankreich: Société Française Oerlikon in Paris.

Nach Ausführung der bereits begonnenen, infolge der Kriegsereignisse aber einstweilen unterbrochenen Vergrößerung der Maschinenanlage ist das Werk bei seiner maximalen Spitzenleistungsfähigkeit, die durch die Kapazität des Stollens begrenzt ist, angelangt. Eine wesentlich rationellere Ausnutzung des vorhandenen Wassers könnte jedoch durch Erhöhung des Staues um etwa 2 m erzielt werden und das Werk könnte sich damit von den Kraftreserven und den Abstellverträgen weit unabhängiger machen. Studien hierüber sind im Gange und es dürfte diese zweite Erweiterung voraussichtlich in nicht allzuferner Zeit zur Ausführung gelangen.



Nordfassade.

### Ideenwettbewerb für den Bau des Jules Daler-Spitals in Freiburg.

#### Bericht des Preisgerichts.

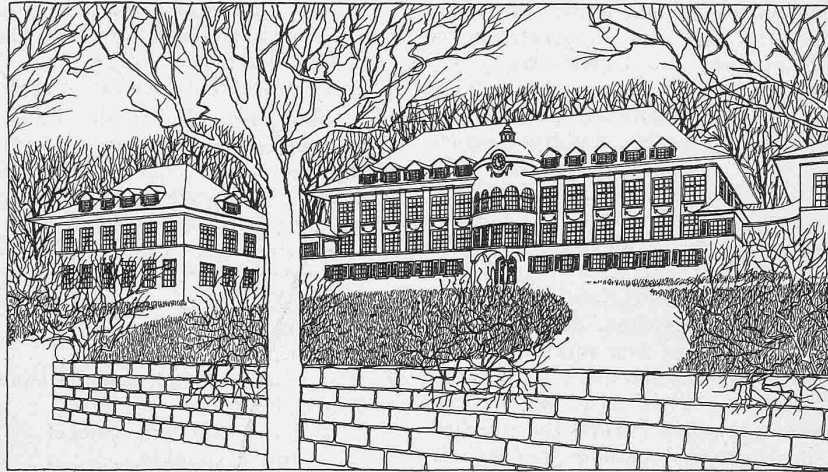
Das Freitag den 19. März im grossen Saale des protestantischen Schulhauses in Freiburg versammelte Preisgericht konstatiert, dass 54 Projekte rechtzeitig eingegangen sind. Diese 54 Projekte nehmen eine ansehnliche Ausstellungsfläche in Anspruch, zumal mehrere davon ein nur allzu umfangreiches Planmaterial aufweisen. Das Preisgericht beschliesst deshalb, die Baukommission zu ersuchen, die Pläne auf Wänden auszustellen und seine Sitzung zu vertagen auf Samstag den 27. März, 8 Uhr morgens.

#### Sitzungen des Preisgerichts

Samstag den 27. und Sonntag den 28. März 1915. Das vollständig erschienene Preisgericht ernannt zum Vorsitzenden Herrn Henri Meyer, Architekt in Lausanne. In Anbetracht der grossen Zahl der eingegangenen Arbeiten sieht sich die Jury gezwungen, bei einem ersten Rundgang 20 Projekte wegen schwerwiegender, allgemeiner Mängel auszuschneiden.

#### Ideen-Wettbewerb Jules Daler-Spital in Freiburg.

I. Preis, Nr. 40 „An der Sonne“. — Verfasser: Arch. K. Indermühle in Bern.

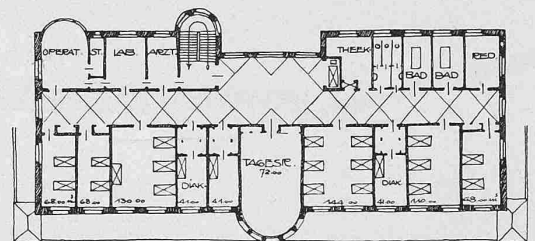


Es sind dies die Projekte: Nr. 3. „Lazare“, 5. „Pour l'humanité“, 7. „Im Grünen“, 8. „Air et Soleil“, 11. „Roulez Tambours“, 12. „Jules Daler“, 14. „Solsana“, 15. „Uebersichtlich“, 16. „St-Nicolas“, 25. „Asklepios“, 26. „Am Südhange“, 30. „Frühlingmorgen“, 31. „à l'ancien Fribourg“, 39. „Frieden“, 42. „Luft und Licht“, 43. „Am Rain“, 44. „Einfach, sonnig u. klar“, 47. „Arbeit“, 48. „Sonniger Ausblick“, 49. „Sonne“.

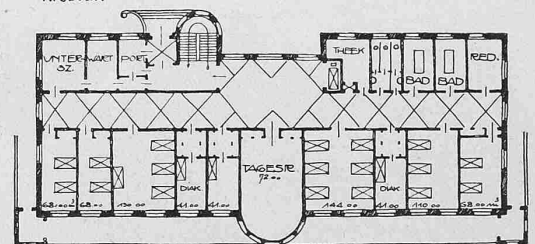
Bei einem zweiten Rundgange, wobei man schon mehr aufs Detail einging, mussten weitere 23 Projekte ausschneiden und zwar: Nr. 1. „Sana“, 2. „Legs“, 4. „Speranza“, 6. „Fifi“, 10. „Märzeglöckli“, 13. „März 1915“, 18. „Sonnenschein“, 20. „Für die Kranken“, 21. „Köstlich Gut“, 22. „Sunsite“, 23. „Quisisana“, 24. „Heilstätte“, 27. „Zeichen: Rotes Kreuz“, 28. „Les Armaillis“, 29. „Giebelhaus“, 31. „Berra“, 34. „Sonnig“ (A), 35. „Sonnig“ (B), 37. „Rotes Kreuz“, 46. „Sarine“, 50. „Heilung“, 51. „Christo in pauperibus“, 54. „Lux vita est“.

Zur Beurteilung beim dritten Rundgange verblieben demnach noch die folgenden 11 Projekte: Nr. 9 „Axe“. Dieses Projekt zeichnet sich aus durch eine, wenn auch etwas düstere, so doch sehr gute Architektur. Im Grund-

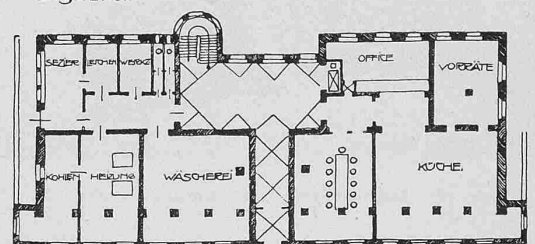
risse und Nordfassade 1:600.



1. Stock.



Erdgeschoss.



Keller.

I. Preis, Entwurf Nr. 40. — Grundrisse und Nordfassade 1:600.