

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 51/52 (1908)
Heft: 4

Artikel: Die Kraftwerke Brusio und die Kraftübertragung nach der Lombardei
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-27379>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

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

Die Kraftwerke Brusio und die Kraftübertragung nach der Lombardei.

(Fortsetzung mit Doppeltafel IV.)

E. Das Kraftwerk. Die Wahl des Bauplatzes für das Werk in Campocologno war von grosser Wichtigkeit. Der Platz, an dem das Gebäude heute steht, war von jeher ins Auge gefasst worden, aber es liess sich nicht verkennen, dass der Raum, zwischen Fluss und Strasse eingeklemmt, und der zum Teil ein altes Flussbett bildende Baugrund schwierige Verhältnisse boten. Indessen ist das Tal an dieser Stelle von schluchtähnlicher Beschaffenheit; auf beiden Seiten des Flusses bietet sich einem Bau kaum anderes als ein Abhang von losem Geröll mit gleich fraglichem Untergrund, und nur talaufwärts lässt sich besseres Gelände finden, wobei aber sofort ein bedeutendes Wassergefälle eingebüsst wird. So musste man sich entschliessen, den grossen Bau auf dem engen, in 10% Gefälle liegenden, ringsum eingeklemmten Bodenstück durchzuführen.

Besondere Sorgfalt war auf die Fundamentarbeiten zu verwenden mit Rücksicht auf den nahen, stark fallenden Fluss, gegen den der Bau zu schützen war. Zu diesem Zwecke wurde auf der ganzen Länge eine schwere, in Beton und Bruchsteinmauerwerk ausgeführte Ufer-Schutzmauer errichtet, welche im Mittel 2 m unter Flussbett fundiert ist und eine Fussstärke von 3,20 m hat (Abb. 27 links). Vor dieser Mauer ist eine gepflasterte und mit Bäumen angepflanzte Terrasse angelegt worden, welche flussseitig von einer zweiten Mauer aus schweren Steinen begrenzt wird (vergl. auch Abb. 28).

Einer Vertiefung des Flussbettes ist durch drei Sohlenversicherungen vorgebeugt worden, bestehend aus Doppelpfahlreihen mit Steinfüllung. Hinter der beschriebenen schweren Schutzmauer ist dann die Fundierung des Turbinenhauses ausgeführt worden (Abb. 27), die samt den Erd- und Mauerarbeiten den genannten Unternehmern Odorico & Cie. und Loni vergeben worden war.

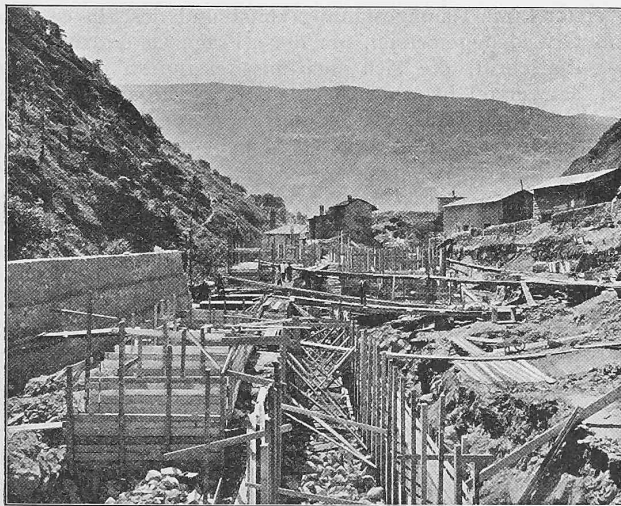


Abb. 27. Fundationsarbeiten für das Kraftwerk in Campocologno.

Die sehr tief angelegte Fundation aus Zementbeton musste dem Terraingefälle von über 10 m Rechnung tragen und hat ungefähr 10 000 m³ Beton beansprucht. Es waren Vorkehrungen getroffen, um die Kellerräume zu drainieren, doch hat sich keine Feuchtigkeit gezeigt. Das aufgehende Mauerwerk besteht aus Bruchstein, mit Ziegel-Ausgleichschichten. Das Dach wurde von der S. A. Domenighetti & Cie., Mailand, geliefert. Dasselbe besteht aus I-Sparren, zwischen die Hourdis (grosse Hohlziegel) gelegt sind. Auf den Hourdis, deren Untersicht gefirniss wurde, ruht eine Zementschicht von 3 cm. und auf diese wurde Holzzement in drei Schichten mit Papierzwischenlagen aufgebracht. Dann folgt — mit Rücksicht auf die grosse Sommerhitze

— eine Luftschicht von 6 cm und schliesslich eine oberste Decke von armierten Betonplatten.

Die Zentrale zerfällt in drei Teile, den Maschinen-saal, den Raum für die Apparate und Sammelschienen und den Mittelbau für die Bureaux und die abgehenden Leitungen. Der über 100 m lange, mit einem elektrischen Laufkahn von 25 t Tragkraft der Firma Larini, Nathan & Cie. in Mailand ausgerüstete Maschinensaal ist für die Aufnahme von 12 hydroelektrischen Maschinen-Gruppen von je 3000 bis 3500 PS Leistung eingerichtet, von denen zurzeit 10 entweder im Betrieb oder in Aufstellung begriffen sind; hierzu kommen noch vier Erregergruppen von je 250 PS (siehe Doppeltafel IV).

Die Wahl des Systems der Turbinen bezw. der Regulierung derselben hat zu eingehenden Studien Veranlassung gegeben, da hierbei die besondern, meistens im Voraus noch unbekanntem Dienstverhältnisse einer neuen Anlage massgebend sein sollten.

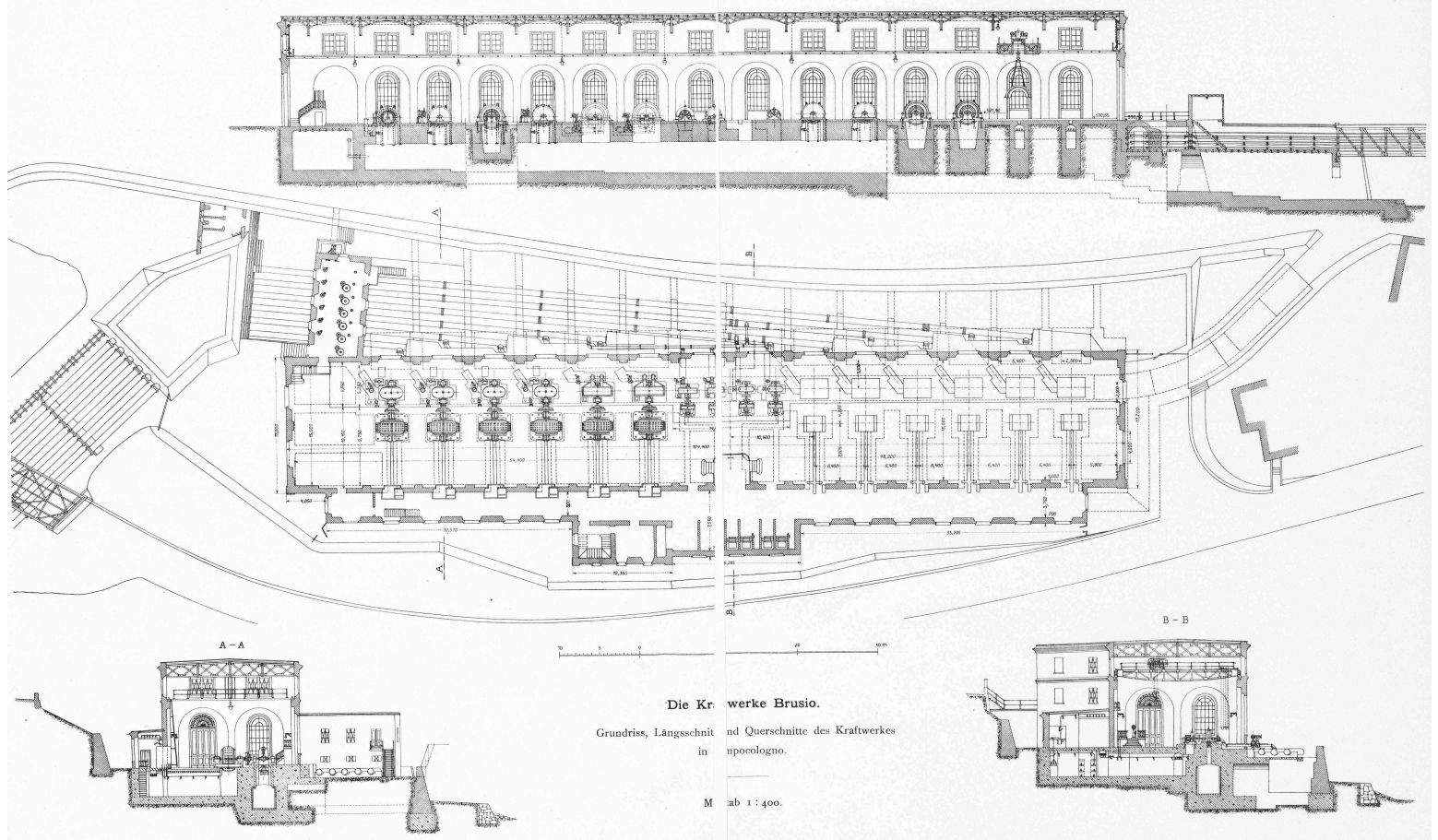
In einer Wasserkraftanlage mit hohem Gefälle, die von dem Wasser eines Sees oder einem grossen Reservoir aus gespeist wird, können für die Regulierung der Turbinen zwei in ihrem Wesen ganz entgegengesetzte Systeme zur Verwendung kommen.

Das eine dieser Systeme besteht darin, dass man Regulatoren nimmt, die sehr schnell arbeiten und bei Belastungsschwankungen den Schieber der Turbine fast plötzlich mehr öffnen oder schliessen. Durch deren Anwendung erzielt man eine gute Regulierung der Geschwindigkeit der angetriebenen Maschinen ohne bedeutende Schwungmassen notwendig zu haben. Dagegen ist man genötigt, um starke Stösse in den Druckleitungen und Ueberspannungen, die mit einer schnellen Regulierung verbunden sind, unschädlich zu machen, die Turbinen mit einer Druckregulierung auszustatten. Diese besteht darin, dass die Turbinen mit einer weitem vom Regulator abhängigen Ausflussöffnung versehen werden, durch die jedesmal, wenn eine Belastungsschwankung eintritt, eine gewisse Menge Wasser, ohne durch die Turbinen zu gehen, direkt in den Unterwasserkanal abgelassen wird, wodurch die Stösse, die durch die plötzliche Schliessung der Turbinenschieber veranlasst werden, unschädlich gemacht werden.

Das andere System besteht in der Wahl von Regulatoren mit sehr langsamer Arbeitsweise, die infolgedessen die Schieber der Turbine öffnen oder schliessen, ohne für die Leitungen schädliche Ueberspannungen zu verursachen. Diese Art Regulierung erfordert hinreichende Schwungmassen, um eine gute Regulierung der Geschwindigkeit herbeizuführen. Eine Druckregulierung in der oben beschriebenen Art ist hierbei nicht notwendig, und die hierdurch veranlassten Wasserverluste werden vermieden.

Das erste Reguliersystem ist in solchen Zentralen empfehlenswert, deren Belastung nur wenig schwankt. Das zweite System wird dagegen mit Vorteil angewendet, wenn die Belastung starken und häufigen Schwankungen ausgesetzt ist. Da die Kraftwerke Brusio von vornherein nicht wissen konnten, wie sich der zukünftige Betrieb der Anlage gestalten würde, so entschlossen sie sich, durch den Betrieb selbst die Entscheidung zu treffen, welches System im vorliegenden Falle den Vorzug verdient.

Es kamen daher zwei Typen zur Aufstellung und zwar Pelton-Turbinen der A.-G. Escher, Wyss & Cie. in Zürich, (Abb. 30, S. 51) mit hydraulischer Servomotor-Regulierung nach dem ersten System und einer Nadeldüse, und Girardturbinen mit partieller Beaufschlagung, mechanischem Regulator nach dem zweiten System und zweimal zwei flachen Düsen der A.-G. Piccard, Pictet & Cie. in Genf. Die Alternator-Turbinen machen 375 Umdrehungen, die Erreger-turbinen laufen mit 430 Touren. Die Ausführung der Turbinen, deren Wasserzuflussrohre unter dem Boden gehalten sind und die sämtlich über dem der ganzen Länge des Maschinenhauses folgenden Unterwasserkanal stehen, geht aus den Abbildungen 29 und 30 (S. 50 und 51) sowie aus Tafel IV hervor.



Die Kr werke Brusio.
 Grundris, Längsschnitt und Querschnitte des Kraftwerkes
 in Inpocologno.

Maßstab 1 : 400.

Typ. J. Frey, Zürich. 1905

Seite / page

leer / vide /
blank

Schon kurze Zeit nach der Inbetriebsetzung konnten die Kraftwerke Brusio feststellen, dass die Belastung ihres Werkes von einer bemerkenswerten Gleichmässigkeit war. Plötzliche Belastungsschwankungen treten kaum ein und nur in solchen äusserst seltenen Fällen, in denen infolge Kurzschlüssen auf der Linie die automatischen Ausschalter zur Wirkung kommen.

Jede Turbine ist mit der zugehörigen elektrischen Maschine durch eine elastische Zedel-Voith-Kupplung verbunden. Die Kupplungen der grossen Aggregate sind vollständig aus Stahlguss hergestellt, um im Falle des Durchgehens einer Turbine den Beanspruchungen durch die Zentrifugalkraft mit Sicherheit widerstehen zu können.
(Forts. folgt.)

Die Kraftwerke Brusio und die Kraftübertragung nach der Lombardei.



Abb. 28. Gesamtansicht des Kraftwerkes in Campocologno.

Die Druckregulatoren der Turbinen mit schneller Regulierung hatten infolgedessen kaum Gelegenheit, in Funktion zu treten und der etwa befürchtete Wasserverlust trat nicht ein. Unter diesen Bedingungen haben die Kraftwerke Brusio für den weiteren Ausbau den Pelton-Turbinen mit schnellem Arbeiten der Regulatoren und mit Druckregler den Vorzug gegeben.

Miscellanea.

Windkraft-Elektrizitätswerke in Dänemark. Schon seit längerer Zeit wurde in Askov eine Windmühle zur elektrolytischen Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff aus Wasser benützt; die beiden Gase wurden in Bleikammern im Keller angesammelt und für Kalklicht in den Zimmern verwendet. Diese Mühle ist nun zu Versuchszwecken durch den dänischen

Die Kraftwerke Brusio und die Kraftübertragung nach der Lombardei.

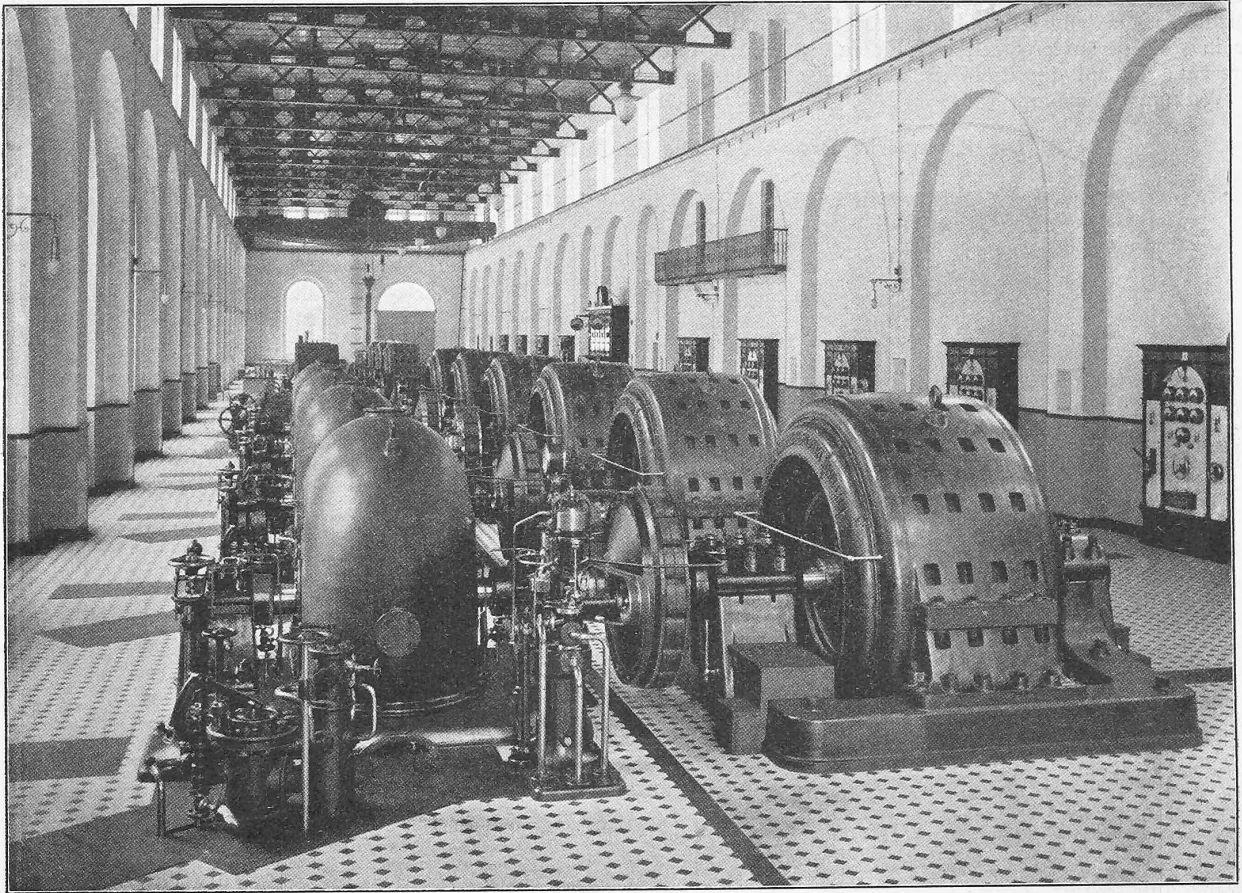


Abb. 29. Maschinensaal des Kraftwerkes in Campocologno. — Turbinenseite.

Staat umgebaut worden und besitzt jetzt vier Flügel von je 11,4 m Länge und 2,5 m Breite, deren Drehachse 18 m über dem Erdboden gelagert ist. Sie treibt zwei Dynamos von je etwa 12 PS, deren Strom teils noch zur Wasserzersetzung, hauptsächlich aber zur Ladung einer Akkumulatorenbatterie von 600 Amp.-Std. Kapazität verwendet wird. Aus dieser Batterie werden ungefähr 700 Glühlampen, 5 Nernstlampen, 4 Bogenlampen und 8 Elektromotoren von zusammen 21 PS gespeist. Der Vorsteher dieser Versuchsmühle, Prof. Paul la Cour, hat, wie «E. T. Z.» berichtet, eine grosse Reihe theoretischer wie praktischer Versuche durchgeführt, u. a. gefunden, dass die vierflügelige Mühle in den meisten Fällen das bessere Ergebnis liefert, als das vielflügelige Windrad und dass die Leistung einer solchen Mühle sich nach der Formel $N = \frac{F \cdot v^3}{1250}$ berechnen lasse, worin N die Anzahl der PS, F die gesamte Flügelfläche in m^2 und v die Windgeschwindigkeit in $m/Sek.$ bedeutet. Gegenwärtig sind schon ungefähr 30 grössere und kleinere solcher Elektrizitätswerke in Dänemark mit bestem Erfolg im Betriebe; die Reserve bildet meist ein Petrolmotor, der aber sehr selten in Funktion treten muss.

Die XXXI. Generalversammlung des Vereins deutscher Portland-Zement-Fabrikanten (E. V.) und die XI. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins (E. V.) finden am 26. und 27. Februar bezw. am 28. und 29. Februar d. J. im grossen Saale A des Architekten-Vereinshauses in Berlin, Wilhelmstrasse 92/93 statt. Neben der Erledigung der zahlreichen Vereinsangelegenheiten und den Berichten der verschiedenen Kommissionen enthält die vorläufige Tagesordnung auch die Ankündigung mehrerer interessanter Vorträge. So werden die Herren Oberingenieur Hart der Firma A.-G. für Beton- und Monierbau in Berlin über «Die Eisenbeton-Brücke in Wilmersdorf», dipl. Ingenieur Luft, Direktor der Firma Dyckerhoff & Widmann, A.-G. in Nürnberg, über «Ergebnisse neuerer Eisenbeton-Versuche», dipl. Ingenieur Müller der Firma Rudolf Wolle in Leipzig über «Neue Versuche an Eisenbeton-Balken über die Lage und das Wandern der Nulllinie, sowie das Verhalten der Querschnitte» und B. Liebold aus Holzwinden über «die aus Pfeilern, Gewölben, Spannstrahlen und Spannbögen bestehenden Mauern der Maschinenfabrik Henschel in Cassel», teilweise unter Vorführung von Lichtbildern, Vorträge halten und Mitteilungen machen.

Die Riffelbildung auf Strassenbahnschienen ist eine seit einigen Jahren auf elektrisch betriebenen Bahnen beobachtete Erscheinung, die darin besteht, dass sich die Oberfläche des Schienenkopfes in kurzer Zeit wellig gestaltet, wobei die Wellen eine mittlere Länge von ungefähr 50 mm zeigen. Wie «E. T. Z.» berichtet, wird neuerdings angenommen, dass diese störende Veränderung als Verquetschung des Schienenmaterials durch die Radbeanspruchung nahezu erreicht, wenn nicht überschritten wird. Es wird dies namentlich dann eintreten, wenn bei hohem Raddruck die Berührungsfläche zwischen Schiene und Rad sehr klein ist, also bei sehr harten Materialien oder ungünstig geformten Schienenköpfen und Radbandagen. Beim Gleiten der Räder wird das Schienenmaterial vor dem Rade hergeschoben, zusammengepresst und in die Höhe gedrückt; der Vorgang kann sich also sowohl beim treibenden wie beim gebremsten Rade vollziehen.

Brienzerseebahn. Die endgültigen Gesetzesbestimmungen bezüglich der Ausführung der Linie lauten nach dem Schweizerischen Bundesblatt wie folgt:

«Art. 1. Die Bundesbahnverwaltung wird ermächtigt, als Fortsetzung der Brünigbahn eine Eisenbahn von Brienz nach Interlaken (Brienzerseebahn) mit Spurweite von 1 m, 12 ‰ Maximalsteigung und 250 m Minimalradius im Kostenvoranschlag von 5 500 000 Fr. zu bauen.»

Art. 2 und 3 beziehen sich auf den vom Kanton Bern während zehn Jahren zu leistenden Zuschuss von 40 000 Fr. jährlich an die Betriebskosten.

«Art. 4. Beim Bau der Bahn ist auf einen spätern allfälligen Umbau auf Normalspur möglichst Rücksicht zu nehmen.»

Dieser letzte Artikel bietet der Bauleitung der Bundesbahnen die Möglichkeit, zu verhindern, dass die heute vom bundesbahnpolitischen Standpunkte aus beliebte Definition der Linie als «Fortsetzung der Brünigbahn» nicht für alle Zeit dieses erste neue Teilstück, das die S. B. B. dem schweizerischen Bahnnetz einzufügen berufen sind, nachteilig beeinflusst.

Montney-Champéry-Bahn. Diese elektrische Schmalspurbahn, als kombinierte Zahnrad- und Reibungsbahn gebaut, verbindet mit ungefähr 13,5 km Länge Montney im Wallis mit der Val d'Illice und ihren Ortschaften Troistorrents, Val d'Illice und Champéry; die Strecke ist am 10. d. M. kollaudiert worden und soll mit dem 1. Februar dem Be-

Die Kraftwerke Brusio und die Kraftübertragung nach der Lombardei.

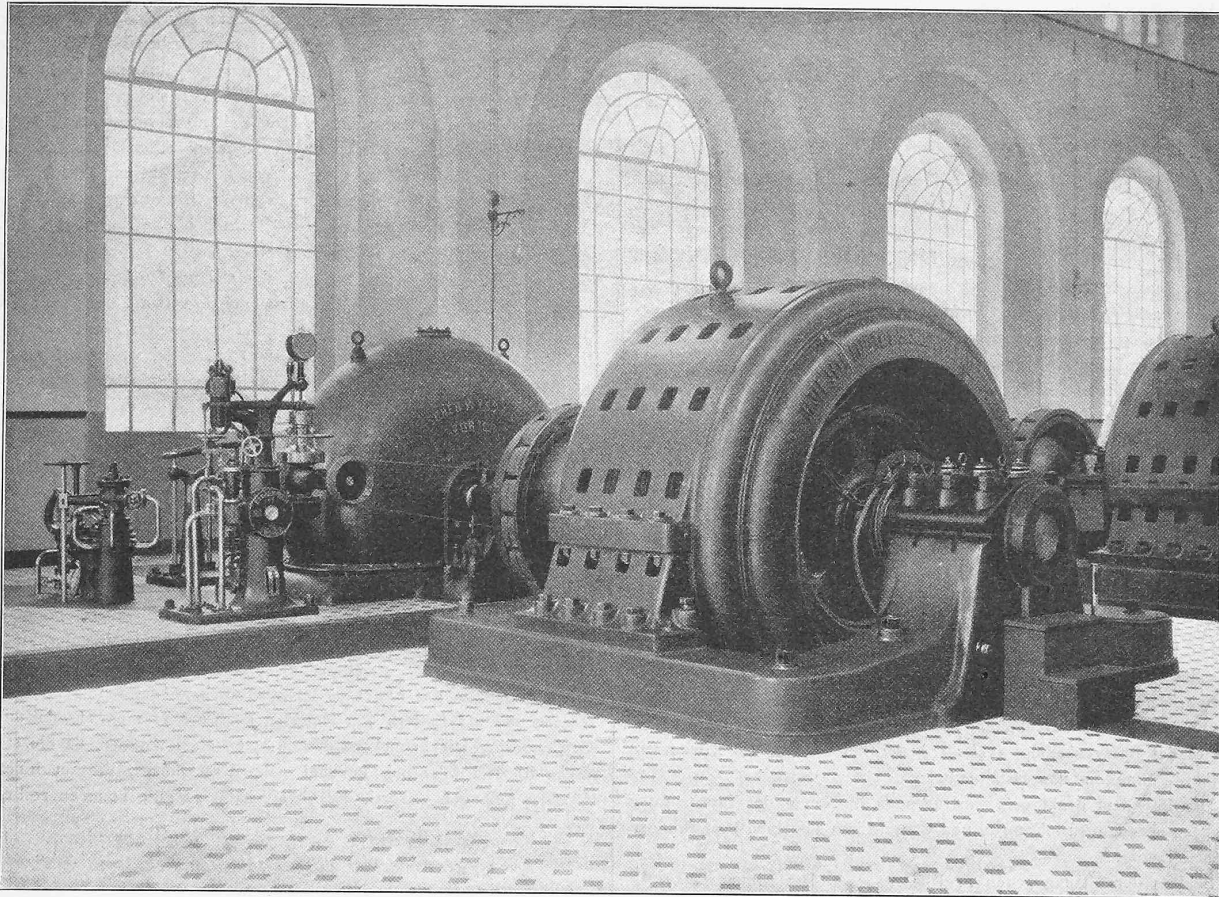


Abb. 30. Hochdruckturbine mit Drehstromgenerator. — 3000 PS. — 3000 K. V. A.

trieb übergeben werden. Wir werden in nächster Zeit eine eingehende Darstellung der Bahn und ihrer interessanten Einzelheiten veröffentlichen; Erbauerin derselben ist die *Elektrizitätsgesellschaft Alioth* in Münchenstein-Basel.

Eine Franzisturbine für 168 m Gefälle ist kürzlich mit gutem Erfolge in der Anlage Centerville der «California Gas & Electric Power Co.» in Betrieb gesetzt worden. Die Turbine leistet bei 400 Uml./Min. 9700 PS; sorgfältige Bremsversuche ergaben an Stelle des garantierten Nutzeffektes von 82,5 % einen solchen von 85,5 %. Es dürfte das Gefälle von rund 168 m wohl das grösste sein, bei dem Reaktionsturbinen bis jetzt zur Anwendung gelangt sind. Besonders erfreulich ist für uns der Umstand, dass die Turbine unter Leitung unseres Landsmannes *A. Pfau*, Oberingenieur der «Allis Chalmers Co.» in Milwaukee, auch in ihren Einzelheiten durch Schweizer Ingenieure ausgearbeitet worden ist.

Das Rhein-Glatt-Töss-Kraftwerk bei Eglisau, über das wir in den Vereinsnachrichten auf Seite 272, Band L, unter Beigabe einer Karte berichtet haben, ist von den Regierungen der Kantone Zürich und Schaffhausen gemeinsam zur Prüfung an eine Expertenkommission gewiesen worden. Diese Kommission ist zusammengesetzt aus den Herren: Ingenieur Dr. Ed. Locher-Freuler in Zürich, Ingenieur Dr. P. Miescher in Basel, Ingenieur Prof. G. Narutovicz, z. Z. in St. Gallen und Prof. Dr. W. Wyssling in Wädenswil.

Nekrologie.

† **Albert Jäger**, Präsident der Eisenbahndirektion Augsburg, ist am 13. Dezember im Alter von 60 Jahren aus dem Leben geschieden. Er war der Schöpfer der bayerischen Signalordnung, vieler Bahnhofs-Anlagen und -Erweiterungen (Verschiebebahnhöfe mit durchgehender Neigung) und wurde als Autorität auf diesem Gebiete vielfach auch bei ausserbayerischen Bahnhofs-Erweiterungen als Experte zugezogen, so s. Zt. auch in der Zürcher Bahnhofsfrage. Jäger war ein Ingenieur, der, in der Theorie wie im praktischen Betriebe gleich bewandert, auch auf dem Gebiete der Fachliteratur sich hervorragend betätigt hat.

Redaktion: A. JEGHER, DR. C. H. BAER, CARL JEGHER.
Dianastrasse Nr. 5, Zürich II.

Vereinsnachrichten.

Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein.

Protokoll der V. Sitzung im Wintersemester 1907/08,

Mittwoch den 8. Januar 1908, abends 8 $\frac{1}{4}$ Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Präsident Prof. C. Zwicky; anwesend 98 Mitglieder und Gäste.

Der Präsident begrüsst die sehr zahlreich erschienenen Mitglieder und heisst die Gäste willkommen. Er macht sodann davon Mitteilung, dass Herr Ingenieur *R. Gelpke* aus Basel für einen Vortrag gewonnen werden konnte.

Nachdem Herr Ingenieur *R. Maillard* seinen für heute vorgesehenen Vortrag krankheitshalber absagen musste, hatte sich Herr Prof. *F. Prásil* zu einigen Mitteilungen bereit erklärt, wird nun aber in Anbetracht der Zusage des Herrn Ing. Gelpke für heute zurücktreten.

Das Protokoll der letzten Sitzung wird verlesen und genehmigt, nachdem der Vorsitzende dazu bemerkt hatte, dass die Dezembernummer von «Wissen und Leben» ohne jede persönliche Absicht im Verein verteilt worden und dass ihm der Inhalt und die Anonymität des darin enthaltenen Artikels über Bundesarchitektur nicht bekannt gewesen seien.

Auf Antrag von Dr. *Baer* wird Verschiebung des Traktandums: «Festsetzung des Jahresbeitrages» beschlossen.

Herr Ing. R. Gelpke erhält das Wort für seinen Vortrag:

„Die Schiffbarmachung des Rheines bis zum Bodensee“,

worüber in der N. Z. Z. Nr. 9 II. Abendblatt ein ausführliches Referat erschienen ist. Herr Gelpke, der eifrige Förderer der Rheinschiffahrt von Strassburg nach Basel, zieht an Hand zahlreicher Karten Vergleiche zwischen der Schweiz und andern Ländern und Orten und entwickelt, durch reiches Zahlenmaterial belegt, die Begründung für ein berechtigtes Interesse der Schweiz an der Schiffbarmachung ihrer Flüsse, besonders des Rheines.

Die Schweiz mit verhältnismässig grösseren Transportstrecken für Rohmaterialien und Absatzprodukte, als die Nachbarstaaten, ist von natürlichen Wasserstrassen günstiger als viele der letztern durchzogen und mit Nord und Süd verbunden. Wenn unsere Nachbarn, besonders Bayern und Württemberg mit ungeheuerem Kostenaufwand künstliche Wasserwege (Kanäle)