

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 63/64 (1914)
Heft: 24

Artikel: Die neuen Kraftübertragungs-Anlagen der Shawinigan Water & Power Co. in Montreal
Autor: Kälin, Friedrich T.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-31480>

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: 16.03.2025

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

Das allgemeine Bauprojekt der Linie *Pontebrolla-Camedo-Landesgrenze* (Centovalli) ist am 16. Juni genehmigt worden. Die bereits begonnenen Bauarbeiten mussten Ende November infolge finanzieller Schwierigkeiten der Unternehmung eingestellt werden.

Die im Berichtjahre ausgeführten oder genehmigten *Strassenbahnlinien* sind ausschliesslich meterspurige elektrische Bahnen mit oberirdischer Stromzuführung.

Die Arbeiten für den Bau der schmalspurigen Linie *Brig-Furka-Disentis* haben im Berichtjahre bedeutende Fortschritte gemacht. Auf der Strecke Brig-Gletsch (Km. 0—46,3) ist die Bahnanlage bereits auf 44 km Länge vollendet; in dem 1858 m langen Furkatunnel hat der Sohlenstollen auf Ende Dezember die Länge von 1650 m erreicht.

Zwischen dem Furkatunnel und Andermatt, sowie auch auf der Strecke Andermatt-Oberalp-Sedrun gehen die Unterbauarbeiten ihrer Vollendung entgegen, während von Sedrun bis zur Endstation Disentis, d. h. auf ungefähr 10 km Länge, auch der Oberbau fertigverlegt ist. Die Hochbauten sind auf der ganzen Linie der Fertigstellung nahe. Es ist beabsichtigt, im Laufe des kommenden Sommers den Betrieb auf der Strecke Brig-Gletsch aufzunehmen.

Auf der schmalspurigen Linie *Leuk-Leukerbad* sind ungefähr zwei Drittel der Unterbauarbeiten ausgeführt; mit dem Legen des Oberbaues ist begonnen worden. Man hofft, im Laufe des Sommers 1914 das erste Teilstück der neuen Bahn bis nach Inden in Betrieb nehmen zu können.

Nach der am 2. Juni erfolgten Genehmigung des allgemeinen Bauprojektes der elektrischen Schmalspurbahn *Göschenen-Andermatt* (Schöllenenbahn) sind die Bauarbeiten sofort aufgenommen worden; bis Ende des Berichtjahres sind noch etwa 30% der Erdarbeiten und 50% der gesamten Tunnellänge ausgeführt worden. Die Bahn soll bis Ende 1914 betriebsbereit sein. (Forts. folgt.)

Die neue Kraftübertragungs-Anlage der Shawinigan Water & Power Co. in Montreal.

Von Ingenieur *Friedrich T. Kälin*, Montreal (Kanada).

(Fortsetzung von Seite 334.)

Die Turbine ist eine horizontale doppelte Francis-Turbine mit zwei Spiralgehäusen und einem zentralen Auslauf mit Saugrohr aus Beton (Abbildungen 26 bis 28). Ihre Leistung beträgt bei einem Netto-Gefälle von 45 m und 225 Uml/min 20 000 PS. Die Turbine wird gesteuert durch ein System von Drehschaufeln, deren Zapfen durch das Gehäuse dringen und die durch Hebel-Uebersetzung und eine hohle Welle von einem Servo-Motor betätigt werden. Auf diese hohle Regulierwelle ist der Hebel aufgekeilt, der mit Zwischenschaltung eines Oelkataraktes direkt das Druckventil bewegt. Dieses Druckventil mit vertikaler Bewegung ist in der Gabelung der Rohrleitung eingebaut und lässt das Wasser direkt in das Saugrohr abfließen

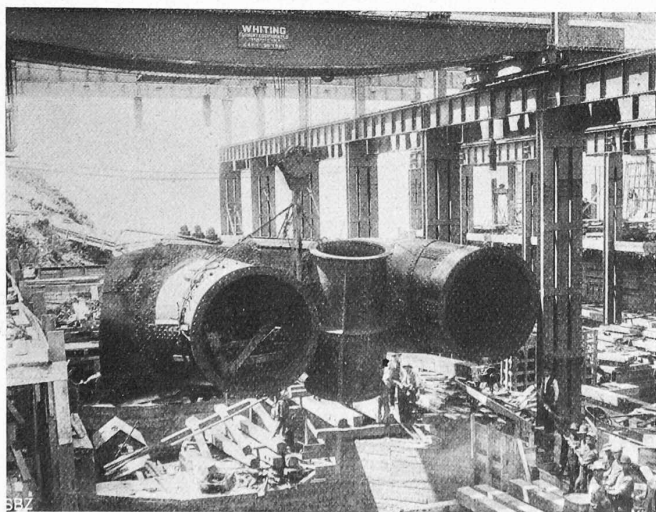


Abb. 27. Rohrleitungs-Gabelung, dazwischen Druckventil.

(Abbildung 27). Es ist zylinderförmig, hat einen Durchmesser von 1,60 m und einen Hub von 0,38 m. Durch diese mechanische Verbindung zwischen Turbinenregulierung und Druckventil ist keine rasche Bewegung der Drehschaufeln möglich, ohne eine entsprechende Bewegung des Druckventils. Man hat es in der Hand, die Empfindlichkeit des Druckventils mittels des Kataraktes beliebig einzustellen, ebenso die Schlusszeit des Druckventiles, nach stattgehabter Oeffnung. Inbezug auf die Regulierung der Turbine wurden vom Erbauer folgende Garantien gegeben: Tourenzunahme vom Vollast zu Leerlauf 15 %, wobei die Drucksteigerung 25 % nicht überschreiten darf. Versuche haben ergeben, dass diese Drucksteigerung bei plötzlicher Abschaltung der ganzen Belastung nur etwa 10 % beträgt. Das Druckventil ist imstande, mit Sicherheit 30 m³/sek Wasser ausströmen

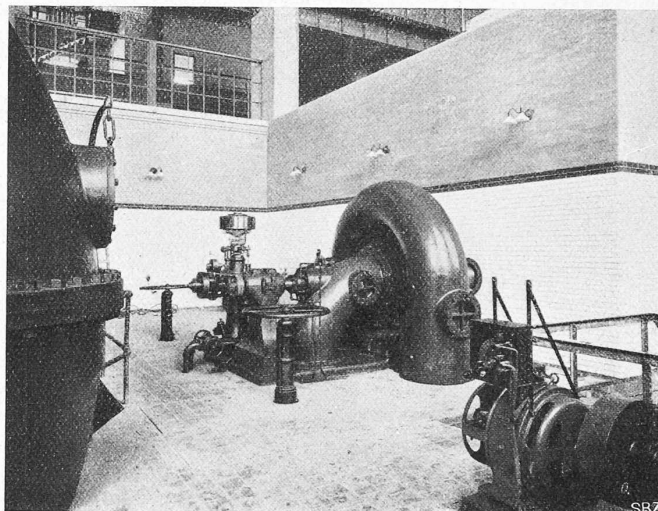


Abb. 29. Erreger-Turbine für 750 PS.

zu lassen. An einem Ende der Turbinenwelle ist eine mechanische Bremsvorrichtung, bestehend aus einem Bremsband mit Holzklötzen und einer gusseisernen Scheibe vorhanden. Es ist nämlich möglich, dass bei geschlossenen Turbinen immer noch etwas Wasser zwischen den Drehschaufeln entweichen und die Maschine langsam drehen könnte. Durch Schliessen der Schütze im Wasserschloss und Entleeren der Rohrleitung liesse sich dies zwar vermeiden; es würde aber einen ziemlichen Zeitverlust bedeuten zum Wiederfüllen der Rohre, wogegen der Betrieb der Turbine vielleicht nur einige Minuten unterbrochen werden muss, um irgend etwas am Generator oder an der Turbine in Stand zu setzen. Die Bremse ist imstande, die Turbine, nachdem sie geschlossen ist, in ungefähr 5 Minuten zum Stillstand zu bringen. Die Laufräder der Turbine haben einen Durchmesser von 2,03 m und sind aus Stahlguss; die Welle ist 12,7 m lang und hat an der stärksten Stelle 0,56 m Durchmesser.

Der Servo-Motor besitzt einen vertikalen Zylinder von 0,625 m Durchmesser und einen Hub von 0,38 m und kann mit Druckwasser von 14 at betrieben werden. Zur Regulierung der Turbine genügt zwar schon ein Druck von 10 at; man hat aber den höhern Druck vorgesehen für den Fall, dass die Reibungswiderstände in dem Reguliermechanismus sich mit der Zeit vergrößern sollten, was, wie die Erfahrung zeigt, nicht selten eintritt. Der Regulator für die Turbine ist ein gewöhnlicher Fliehkraftregulator mit Steuerventil, der vom Schaltraum aus elektrisch beeinflusst werden kann. Das Druckwasser für die Servo-Motoren wird von einer zentralen Pumpenanlage geliefert. Am Ende des Turbinenraumes sind drei gleiche vierstufige Zentrifugalpumpen, zwei durch Turbinen und die dritte durch einen Gleichstrom-Motor angetrieben, aufgestellt. Diese Pumpen laufen mit einer Geschwindigkeit von 1250 Uml/min und liefern 15 l/sek bei 14 at. Dem Druck-

wasser wird etwas Soda und mineralisches Öl zugegeben, um das Rosten zu vermeiden. Das Druckwassersystem ist ein sog. offenes; das Wasser fliesst vom Servo-Motor in ein offenes Reservoir zurück, das höher liegt als die Pumpen, von da in die Pumpen, in die doppelangelegte Druckleitung und dann bei jeder Turbine in einen Akkumulierkessel, der bei normalen Betriebsverhältnissen zur Hälfte mit Luft und zur Hälfte mit Druckwasser angefüllt ist. Nur wenn die Druckwasserentnahme eine plötzliche und sehr grosse ist, kommen jedoch diese Akkumulatoren zur Unterstützung

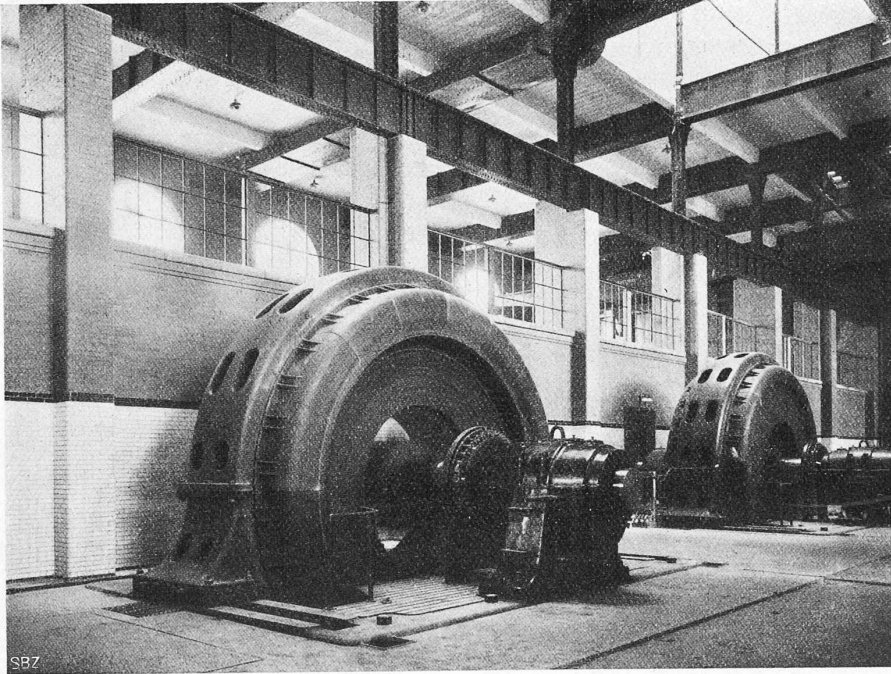


Abb. 30. Generatoreseite der Zentrale mit 14 000 KVA-Generatoren.

der Pumpen in Wirksamkeit. Die Pumpen sind mit Rückschlagventilen ausgerüstet; zwei Pumpen genügen für fünf Turbinen und sind beständig im Betrieb; die dritte wird in Reserve gehalten.

Die Regulierung der Turbine kann entweder automatisch oder von Hand mittels Wasserdrucksteuerung erfolgen; eine mechanische Handregulierung ist nicht vorhanden, weil sie für diese grossen Einheiten zu unhandlich ausgefallen wäre. Für den Fall, dass das Druckwasser versagen sollte, ist jede Einheit mit einer kleinen Handpumpe ausgerüstet. Es ist auch die Einrichtung getroffen, im Notfall mittels des Krans die Turbine rasch schliessen oder das Nebenauslassventil öffnen zu können; vom letzten wird Gebrauch gemacht, wenn der untere Teil des Turbinengehäuses behufs Besichtigung oder Reparatur entleert werden muss.

Am Ende des Turbinenraums haben die zwei Erreger-turbinen Platz gefunden; gegenwärtig ist von diesen nur eine installiert. Beide werden von der gleichen Rohrleitung von 1,22 m Durchmesser gespeist. Die Erreger-turbine hat eine Leistung von 750 PS bei 600 Uml/min. Es ist eine Francis-Turbine mit Spiralgehäuse, Drehschaufelregulierung mit äusserm Bewegungsmechanismus und einem Regulator, ähnlich jenem der grossen Turbinen (Abbildung 29).

Mit den Turbinen direkt gekuppelt sind die Drehstromgeneratoren von 14 000 KVA bei 6600 Volt und 60 Perioden (Abbildungen 30 und 31). Ihr Rotor ist aus Stahlplatten aufgebaut, die lamellierten Pole sind in schwalbenschwanzförmige Nuten eingelassen. Alle Teile des Rotors sind für eine bei doppelter normaler Geschwindigkeit noch dreifache mechanische Sicherheit bemessen; der Schwungrad-effekt der rotierenden Massen entspricht einem Gewicht von 180 000 kg an einem Meter Radius. Der Stator der Maschinen kann zum Zwecke der Reparatur und Reinigung der Wick-

lung auf einer Grundplatte längs der Welle verschoben werden (Abbildung 30). Beim Kauf der Maschine wurde ausbedungen, dass die Temperaturzunahme an der heissesten Stelle der Maschine und gemessen mit einem elektrischen Pyrometer 50 °C nicht überschreiten dürfe; bei einer Lufttemperatur von 25 °C dürfte demnach die Höchsttemperatur in der Maschine 75 °C betragen, was für kontinuierlichen Betrieb der besonders hierzu gewählten Isolierung wegen als sicher betrachtet werden kann. Die Isolation der Statorwicklungen, von denen in jeder Nute zwei vielfach unterteilte

Leiter eingebettet sind, besteht aus einem mit einem Bindemittel um die Leiter gepressten Glimmer von einer Dicke von 3½ mm gegen Eisen; die Isolationsprüfung geschah mit 20 000 Volt während einer Minute. Die Wicklung ist sterngeschaltet, aber der neutrale Punkt ist gegenwärtig nicht geerdet. Der Spannungsabfall der Maschine bei $\cos \varphi = 1$ beträgt 9% und bei $\cos \varphi = 0,8$ 21%. Der permanente Kurzschlussstrom ist etwa das dreifache des Stromes bei Vollast; dieser Strom ist aber von keiner Bedeutung gegenüber dem anfänglichen, nur während der ersten paar Perioden auftretenden Kurzschlussstrom, der, wie Berechnungen ergeben, bis auf das Zwölfwache der normalen Stromstärke wachsen kann. Diese beläuft sich bei Vollast auf 1240 Ampère, wogegen der transiente Kurzschlussstrom bis 14 000 Ampère betragen kann. Wenn daher nach dem vollständigen Ausbau der Zentrale die fünf Einheiten parallel geschaltet sind, kann der Gesamtkurzschlussstrom bis auf rund 60 000 Ampère anwachsen. Die mechanischen und elektrischen Kräfte, die

dabei auftreten, sind enorm und sehr gefährlich. Um den daraus allenfalls entstehenden, verheerenden Wirkungen vorzubeugen, wurde das ganze elektrische System in der Absicht aufgebaut, auftretende Kurzschlussströme möglichst herabzumindern und unschädlich zu machen. So wurden die Transformatoren an beiden Enden der 135 km langen Kraftübertragungslinie mit einer Reaktanzspannung von 7% gebaut. Ausserdem wurde zwischen Generator und Transformator in jeder Phase eine Reaktanzspule, bestehend aus einem nackten Kupferkabel von 1000 mm² Querschnitt und 22 Windungen auf einer Holzkonstruktion ohne Eisen

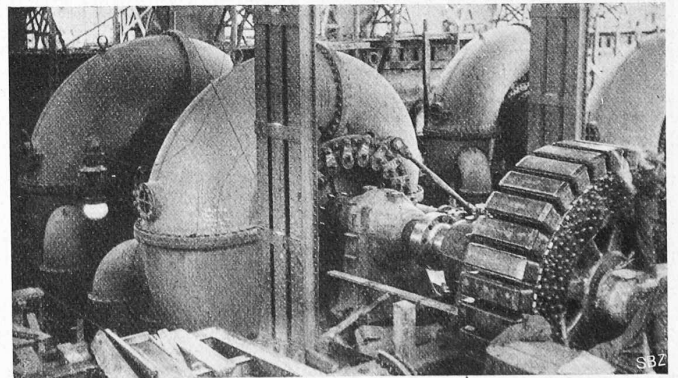


Abb. 31. Turbinen-Generator-Gruppe in Montage.

und mit einer Reaktanzspannung von 5%, eingeschaltet (Abbildung 32). Die Konstruktion dieser Spule musste sehr kräftig gewählt werden, da sie eben den grossen mechanischen Kräften standhalten muss; ausserdem wurde

sie isoliert aufgestellt und gegen Boden und Decke im Untergeschoss kräftig verstemmt, um jede Bewegung zu verhindern.

Von jedem Generator führen sechs Bleikabel von 500 mm^2 Querschnitt zu zwei Oelschaltern; der eine ermöglicht die Verbindung mit den Sammelschienen, der andere diejenige mit einem Dreiphasen-Oeltransformator von $14\,000 \text{ KVA}$, der die Spannung von 6600 Volt auf $100\,000 \text{ Volt}$ erhöht.

Diese Transformatoren stehen in Zellen gegenüber dem Generatorenraum, in der Mitte zwischen zwei Generatoren und $3,5 \text{ m}$ tiefer als der Maschinenboden (Abbildung 33). Wenn ein Teil dieses Bodens weggehoben wird, können die Transformatoren in den Generatorraum gezogen werden, um dort von dem 100 t -Kran bedient werden zu können.

Die Aussenabmessungen der Transformatoren sind folgende: Länge 7 m , Breite $2,75 \text{ m}$, Höhe bis zu den Klemmen $5,5 \text{ m}$ (Abbildungen 34 und 35). Das

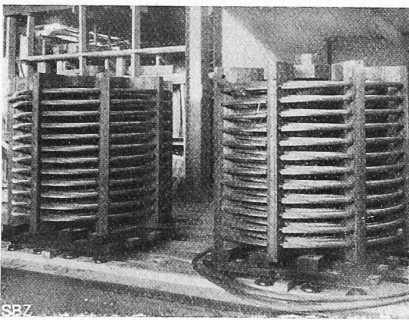


Abb. 32. Reaktanz-Spulen.

Totalgewicht eines Transformators beträgt $112\,000 \text{ kg}$, wovon $33\,000 \text{ kg}$ auf das Oel entfallen. Die scheibenförmigen Hoch- und Niederspannungsspulen sind aufrechtstehend ineinandergeschachtelt und der Eisenkern nach dem Manteltyp für alle drei Phasen gemeinschaftlich angeordnet. Die Oberspannungswicklungen sind in Stern, die Unterspannungswicklungen in Dreieck geschaltet. Fünf voneinander unabhängige Messingrohrleitungen mit einer Wasserzirkulation von 20 l/min sorgen für die nötige Kühlung des Oeles. (Schluss folgt.)

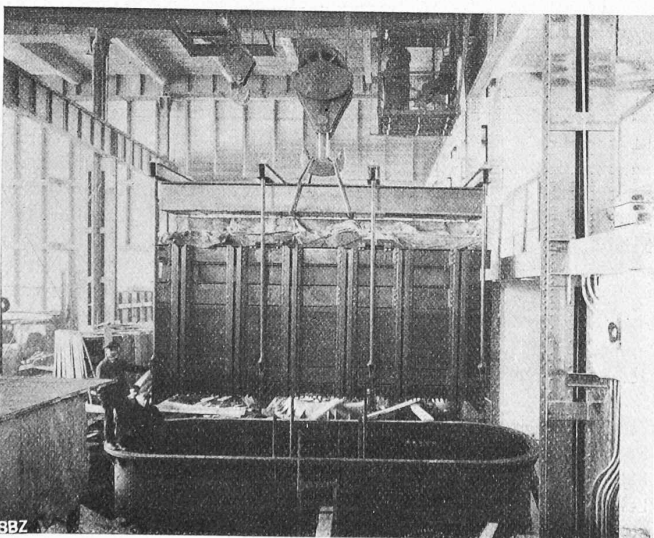


Abb. 34. Einsetzen eines Transformators in den Oelkessel.

Miscellanea.

Eidg. Technische Hochschule. Unsere auf Seite 313 dieses Bandes an die Meldung des Rücktrittes von Professor Bluntschli geknüpften Sätze, die sich auf die Neubesetzung der Stelle bezogen, haben in der schweizerischen Tagespresse Zustimmung gefunden und in noch höherem Masse ist uns solche aus den Reihen unserer Leser ebenfalls bekundet worden.

Nun kommen auch aus dem Auslande Aeusserungen von Kollegen, denen das Wohl unserer Technischen Hochschule und

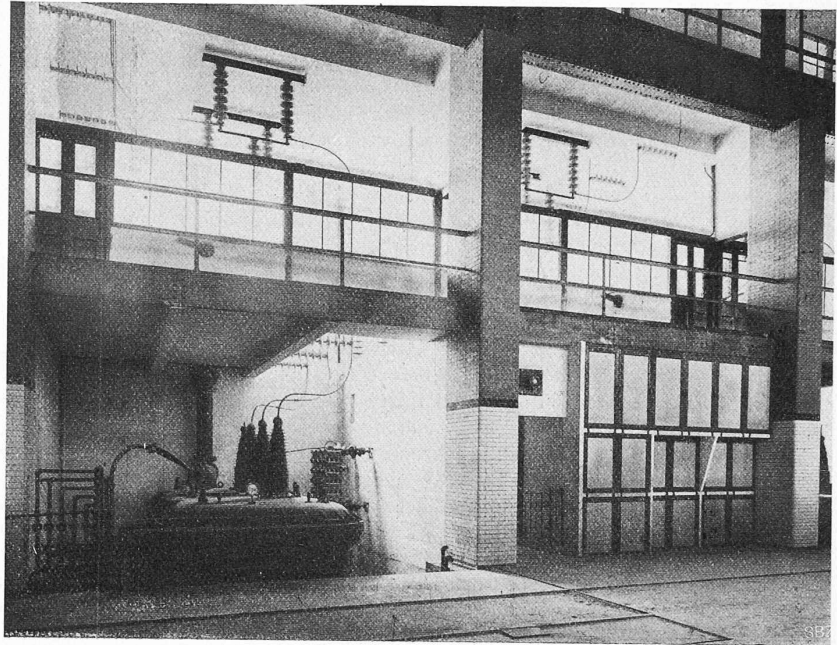


Abb. 33. Transformatorraum der Zentrale.

namentlich ihrer Architektenabteilung am Herzen liegt. Eine solche sehr bemerkenswerte Einsendung bringt die „Züricher Post“ vom 9. Juni d. J. Wir drucken sie als Stimmungsbild hier unwesentlich gekürzt ab:

„Vielleicht gestatten Sie einem Trüppchen schweizerischer Landsleute, die ihre Anhänglichkeit an die Eidg. Technische Hochschule auch in der Ferne nicht eingebüsst haben, ein Wort zu der Nachricht der „Schweiz. Bauzeitung“ über den Rücktritt des Herrn Professor Bluntschli von seiner Stellung an der Architekturabteilung. Dass der hochverdiente akademische Lehrer seine Tätigkeit in einem Zeitpunkt einstellt, da er unseres Wissens wohl noch die Kräfte

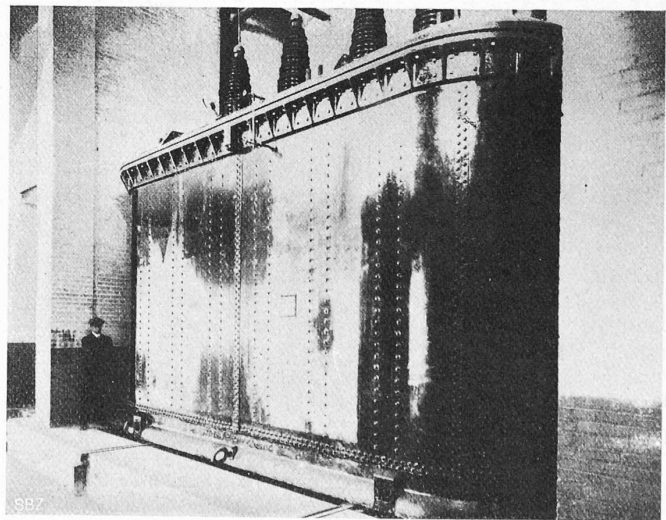


Abb. 35. 14 000 KVA-Transformator für 6600/100 000 V.

I. Hauptbahnen. Berner Alpenbahn-Gesellschaft: Frutigen-Brig.

II. Nebenbahnen. a) Schmalspurige Adhäsionsbahnen auf eigenem Bahnkörper. Rhätische Bahn: Bevers-Schuls; Appenzeller Bahn: Herisau-Gossau; Aigle-Sépey-Ormont-dessus: Aigle-Sépey; Worblaufen-Worb (Worbenthalbahn); Tramelan-Breuleux-Noirmont; Mett-Meinsberg. — b) Schmalspurige Adhäsionsbahnen auf Strassen-Trambahn St. Gallen: Union-Teufenerstrasse (Endstrecke Hochwacht-

Die Teilstrecke *Vallorbe-Landesgrenze* der Linie Frasné-Vallorbe der französischen Mittelmeerbahn ist nahezu betriebsbereit. Nach dem Stande der Bauarbeiten auf der französischen Strecke wird die Linie im Laufe dieses Sommers eröffnet werden können.

Die im Dezember 1912 begonnenen Bauarbeiten der schmalspurigen Nebenbahn *Brienz-Interlaken* der Schweizerischen Bundesbahnen (Brienerseebahn) sind im Berichtjahre auf der Strecke Brienz-Ringgenberg derart gefördert worden, dass bereits nahezu 70% der Erdarbeiten, ungefähr 25% der Tunnel- und 60% der Kunstbauten ausgeführt sind. Ueber die Einführung der Linie in die Station Interlaken-Ost konnte nicht entschieden werden, weil die Erledigung der Motion Michel, wonach die Bahn, entgegen dem Bundesgesetz vom 17. Dezember 1907, von vornherein normalspurig erstellt werden sollte, abgewartet werden musste. Bis dahin musste auch die Vergebung der Arbeiten auf der Strecke Ringgenberg-Interlaken-Ost, mit der grossen Aarebrücke, verschoben werden.

Von den im Jahre 1912 in Angriff genommenen Bauarbeiten der elektrischen Schmalspurbahn *Chur-Arosa* sind bis zum Ende des Berichtjahres bereits ungefähr 75% des Unterbaues und 25% des Oberbaues und der Hochbauten ausgeführt worden; die Tunnels und namentlich die Kunstbauten sind der Vollendung nahe. Der 145 m lange Gründjetobel-Viadukt, dessen Hauptöffnung in einem Bogen von 86 m Lichtweite aus Eisenbeton besteht, ist vollendet; bei dem ebenfalls in Eisenbeton zur Ausführung gelangenden Langwieser-Viadukt ist der grosse Bogen von 96 m Stützweite samt den Anschlussöffnungen auf der Langwieserseite fertig erstellt. Auch die Fahrleitungsanlage ist

in Ausführung begriffen, sodass die Fertigstellung der neuen Bahn auf den Herbst 1914 erwartet werden kann.

Auf der Strecke *Nyon-St. Cergue-Landesgrenze* der elektrischen Schmalspurbahn Nyon-St. Cergue-Morez sind die Unterbauarbeiten nahezu vollendet; einzig auf der Anfangsstrecke konnte infolge langer Verhandlungen über die Einführung in den Bahnhof Nyon mit den Bauarbeiten bisher noch nicht begonnen werden.

Das streckenweise vorgelegte allgemeine Bauprojekt der schmalspurigen elektrischen *Solothurn-Bern-Bahn* für die Strecke Neu-Solothurn-Zollikofen ist am 16. Mai, 7. Juni, 11. Oktober und 6. Dezember genehmigt worden. Die Bauarbeiten wurden Mitte

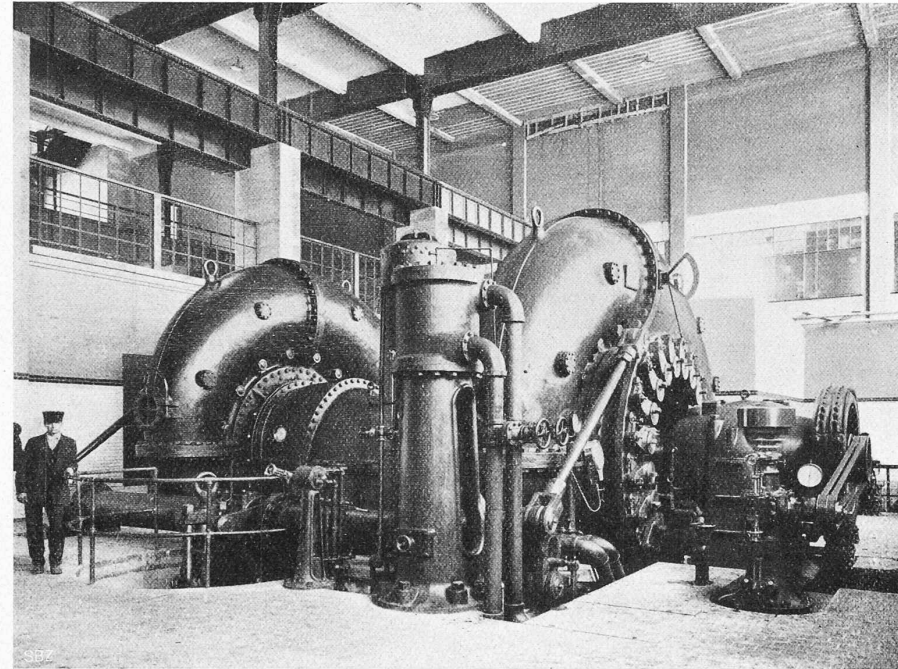


Abb. 26. Doppel-Spiral-Francis-Turbine für 20000 PS.

Nest); Städtische Strassenbahnen Bern: Papiermühlestrasse-Gemeindegrenze (Anschlusslinie für die Worbenthalbahn); Basler Strassenbahnen: Kannenfeldstrasse-Elsässerstrasse, Clarastrasse-neuer Badischer Bahnhof; Trambahn Luzern: Verlegung der Linie bei der Station Emmenbrücke in die Kantonsstrasse; Strassenbahnen im Kanton Zug: Zug-Baar-Thalacker, Zug-Oberägeri, Niedfuren-Menzingen; Tramways Fribourg: Tilleul-St. Léonard-Grandfey (Endstrecke St. Léonard-Grandfey); Steffisburg-Thun-Interlaken: Steffisburg-Thun-Oberhofen, Oberhofen-Beatenbucht; Städtische Strassenbahn Biel: Biel-Mett; Schaffhauser Strassenbahn: Bahnhof-Mühlental. — c) Reine Zahnradbahnen. Villars-Chesières-Bretaye. — d) Seilbahnen. St. Moritz-Chantarella; Engelberg-Gerschnialp; Funicolare degli Angioli in Lugano.

Die Gesamtlänge (Baulänge) dieser neuen Linien beträgt rund 217 km. Die Hauptverhältnisse der Baulinien ergeben sich aus der dem Geschäftsbericht beigegebenen Tabelle.

Die noch nicht eröffneten Linien geben zu folgenden Bemerkungen Anlass:

Auf der verbesserten *Hauensteinlinie Sissach-Olten* der Schweiz. Bundesbahnen haben die Arbeiten an dem 8148 m langen Hauenstein-Basistunnel im Berichtjahre ganz wesentliche Fortschritte gemacht. (Wir verweisen auf die bezüglichen Monatsausweise.)

Auf der offenen Linie sind zwischen Sissach und Tecknau die Erdarbeiten auf längere Strecken nahezu vollendet; ebenso sind die meisten Kunstbauten bereits ausgeführt. Auch auf der Südseite sind die Bauwerke vollendet; der eiserne Ueberbau der grossen Aarebrücke ist erstellt.

(Ueber die Arbeiten für den Bau des 8560 m langen *Grenchenbergtunnels* der Linie *Münster-Lengnau* der Berner Alpenbahn-Gesellschaft geben die in der Schweiz. Bauzeitung regelmässig erscheinenden Monatsausweise Auskunft.)

Auf der südlichen Anschlussstrecke sind die Erdarbeiten nahezu ausgeführt; ebenso sind die Kunstbauten vollendet. Die nördliche Anschlussstrecke war bereits auf Ende des Jahres 1912 im Unterbau vollendet.

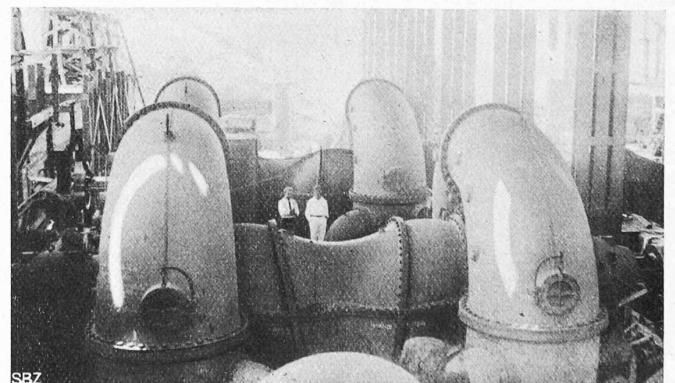


Abb. 28. Blick auf die in Montage begriffenen Turbinen.

Juni in Angriff genommen; am Ende des Berichtjahres war auf der Strecke Biberist-Zollikofen bereits der grösste Teil der Erdarbeiten im Rohen ausgeführt, während die Arbeiten zwischen Neu-Solothurn und Biberist noch nicht begonnen sind. Auch die wenigen Kunstbauten sind bereits erstellt.