

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 31/32 (1898)
Heft: 19

Artikel: Die elektrische Zahnradbahn auf den Gornergrat
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-20758>

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: 20.02.2026

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

INHALT: Die elektrische Zahnradbahn auf den Gornergrat. IV. — Die Neubauten der Schweizerischen Lebensversicherungs- und Rentenanstalt in Zürich. II. (Schluss). — Das Schlacht- und Viehhofprojekt der Stadt Zürich. — Miscellanea: Elektrisches Auer-Glühlicht. Neues Rathaus in Stuttgart. Elektrische Droschken in Paris. Röntgen-Vereinigung in

Berlin. Die 38. Jahresversammlung des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender; Stellenvermittlung.

Hiezu eine Tafel: Neubauten der Schweiz. Lebensversicherungs- und Rentenanstalt in Zürich.

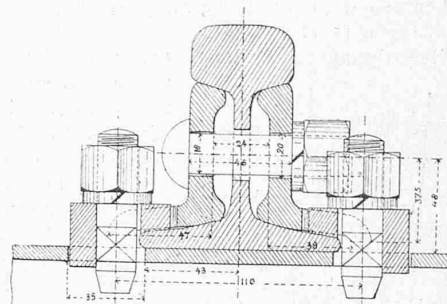
Die elektrische Zahnradbahn auf den Gornergrat.

IV. Alle Rechte vorbehalten.

Oberbau.

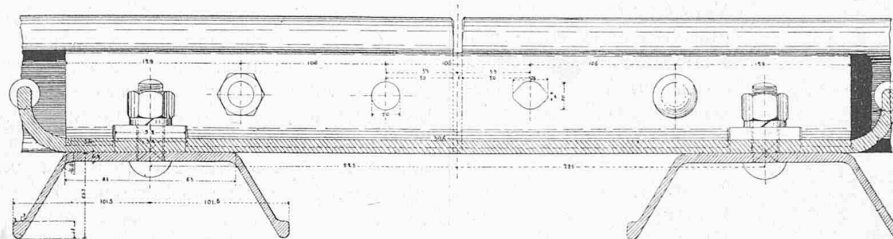
Das Oberbaumaterial (Fig. 13–18), Spurweite 1,0 m, wurde durch R. Abt von der Union Dortmund geliefert; es ist die zweiteilige Abt'sche Zahnlamelle auf eisernen Querschwellen angewendet. Von 0–15 % Steigung haben die Zahnlamellen eine Dicke von 20 mm. Der grösste Zahndruck beträgt 6000 kg. Wie schon früher erwähnt, kam auf der ganzen Linie für alle Kurven nur ein Radius von 80 m zur Anwendung. Dadurch ist das Oberbaumaterial sehr verein-

Fig. 13. Oberbau. — Schienen-Profil.



1 : 3.

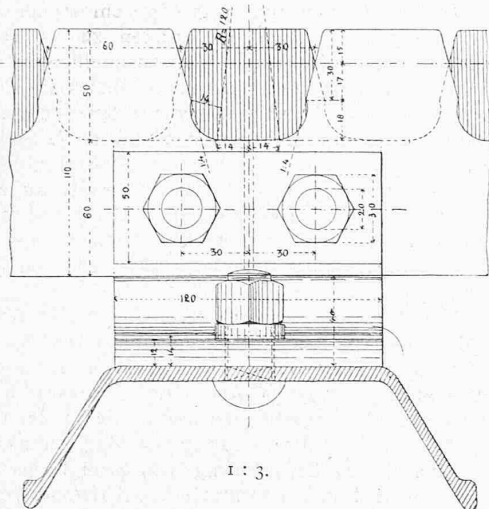
Fig. 14. Oberbau. — Schienenstoss. Ansicht.
Innen. Aussen.



1 : 5.

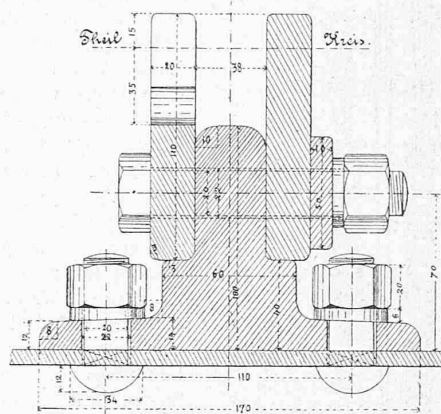
Oberbau. — Zahnstange, System R. Abt.

Fig. 15. Stuhl (Ansicht).



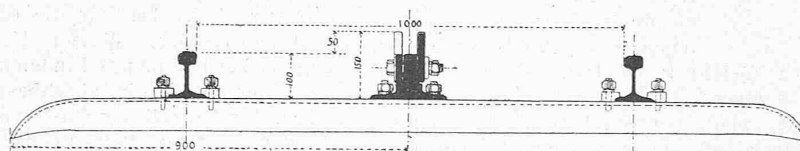
1 : 3.

Fig. 16. Stuhl (Querschnitt).



1 : 3.

Fig. 17. Schwelle.



1 : 15.

facht, indem nur drei verschiedene Schienenlängen vorkommen, in der Geraden die normale Länge von 10,8 m, und innere und äussere Kurvenschienen. Die Schienen aus Flusstahl haben 100 mm Höhe, 90 mm Fussbreite, 46 mm

Kopfbreite, 8 mm Stegdicke und ein Gewicht von 20,6 kg per Meter; das Widerstandsmoment beträgt 72 cm³.

Die Schienenstösse sind durch eingeklinkte Winkel-laschen verbunden, welche die Klemmplättchen umfassen und

so das Wandern der Schienen verhindern. Die Querswellen aus Flusseisen haben eine Länge von 1,80 m bei 15,1 cm² Querschnittfläche und sind an den Enden geschlossen; dieselben haben ein Gewicht von 11,8 kg per Meter oder 21,24 kg per Stück. Der Schwellenabstand ist durch die 1,80 m langen Zahnlamellen bedingt und beträgt durchweg 0,9 m. Am Schienenstosse ist je eine weitere Querschwelle eingeschoben, so dass die Entfernung an den schwebenden Schienenstössen 0,45 m beträgt.

Als Befestigungsmittel der Schienen mit den Schwellen wurden Klemmplättchen nach dem rheinischen System aus Flusseisen von 0,25 kg Gewicht mit Hakenschrauben aus Schweisseisen von 0,33 kg Gewicht verwendet. Die Spurerweiterung in den Kurven ist durch Abdrehen der Spurkränze um 14 mm hervorgebracht, so dass in der Geraden und der Kurve die gleichen Befestigungsmittel Verwendung finden, was ebenfalls eine bedeutende Vereinfachung darstellt.

Da nur mit einer Geschwindigkeit von 7 km in der Stunde gefahren wird, ist eine Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges in den Kurven nicht nötig.

Die mit versetzten Stössen montierten Zahnlamellen sind aus Thomasstahl von wenigstens 48 kg Zerreiissfestigkeit, 35 % Kontraktion und 20 %

Dehnung, haben eine Länge von 1800 mm und eine Höhe von 110 mm. Die Zahnstangenstühle aus Flusseisen mit wenigstens 45 kg Festigkeit und 15 % Dehnung sind ebenfalls mittels Hakenschrauben auf den eisernen Querswellen verschraubt.

An diese Zahnstangenstühle werden die Zahnlamellen mittelst Schrauben befestigt und die Stösse mit Flachlaschen gedeckt. Sämtliche Schrauben sind gegen Lockerwerden mit Federungen versehen. Der Uebergang von einem Zahnstangengeleise auf ein anderes geschieht mittels der von Abt für die

Generosobahn konstruierten Weiche (siehe Fig. 18).

Die Vorzüge der Abt'schen Zahnstange sind bekannt; wir brauchen dieselben hier nicht hervorzuheben. Es sei nur erwähnt, dass den Materiallieferungen für den Oberbau die Bedingnishefte der Schweiz. Normalbahnen zu Grunde lagen. Die im Werke durch besondere Abnehmer und durch die Eidg. Festigkeits-Anstalt in Zürich vorgenommenen Materialproben haben übereinstimmend ergeben, dass das Material nach Vorschrift fabriziert und abgeliefert wurde. Die eisernen Brücken sind, wo immer, möglich senkrecht zum Geleise und mit erhöhten durchgehenden Schwellen-

trägern konstruiert, so dass der Oberbau durchgelegt und die Schwellen auf den sekundären Längsträger vernietet werden können.

Das Geleise ist in ein 0,3 m hohes Schotterbett aus grobem Schlegelschotter verlegt und da die Schwellen immer nur von der Thalseite aus unterkrampft wurden, so bildet jede einzelne Querschwelle einen Stützpunkt gegen das Wandern der Geleise.

Kraftbedarf. Im Januar 1896 waren die bedeutendsten elektrotechnischen Firmen Europas zu einer Konkurrenz für die elektrische Anlage und Lieferung des Rollmaterials der Gornergrat-Bahn eingeladen worden.

Es gingen fünf Projekte ein, wovon vier Gleichstrom und eines Dreiphasen-Wechselstrom vorschlugen. Ein genaues Studium dieser Offerten und ein noch von Herrn Professor Dr. H. J. Weber in Zürich eingeholtes Gutachten führten zu dem Resultat, dass die gesamte Einrichtung der elektrischen Anlage der Firma *Brown, Boveri & Cie.* in Baden, die hydraulische Anlage, Turbinen und Druckrohrleitung, der Firma *Th. Bell & Cie.* in Kriens und die Lieferung des mechanischen Teils der elektrischen Lokomotiven, sowie diejenige der Wagen der *Schweiz. Lokomotivfabrik* in Winterthur in Verbindung mit der *Schweiz. Industriegesellschaft* in Neuhausen übergeben wurde.

Laut Programm war als Leistung verlangt, dass mit einem Zuge, bestehend aus einem kombinierten Motoren- und Personenwagen und einem von diesem gestossenen Personenwagen für 50 Fahrgäste, insgesamt 110 Personen befördert werden können. Die Streckenbelastung sollte bestehen aus zwei, in Abständen von zehn Minuten gegen Berg fahrenden Zügen mit 220 Personen und einem thalwärts fahrenden Zuge mit 110 Personen, bei 7 km/St. Geschwindigkeit für sämtliche Züge.

Das von der Firma *Brown, Boveri & Cie.* vorgelegte Projekt unterschied sich grundsätzlich von den andern eingereichten Projekten, indem es nicht Gleichstrom, sondern dreiphasigen Wechselstrom, sogen. Drehstrom für den elektrischen Betrieb verwendet. Da das Zugsgewicht 28 t beträgt (elektr. Lokomotive 10,5 t, geschlossener und offener Personenwagen 9,2 t, 110 Personen zu 75 kg = 8,3 t), so erfordert, wenn als Traktionskoeffizient die Grösse 0,010 angenommen wird, rechnungsgemäss die Erzielung der Fahrgeschwindigkeit von 2,0 m in der Sekunde bei vollbesetztem Zuge auf Bahnstrecken mit 20 % Steigung einen Effekt von 160 P. S. Der Verlust durch Räderübersetzung zwischen Triebachse und Motorenwelle ist zu 20 P. S. angenommen, mithin sind als gesamte Traktionskraft 180 P. S. notwendig. Entsprechend den Forderungen des Programms wurde diese Leistung auf zwei Motoren von je 90 P. S. verteilt.

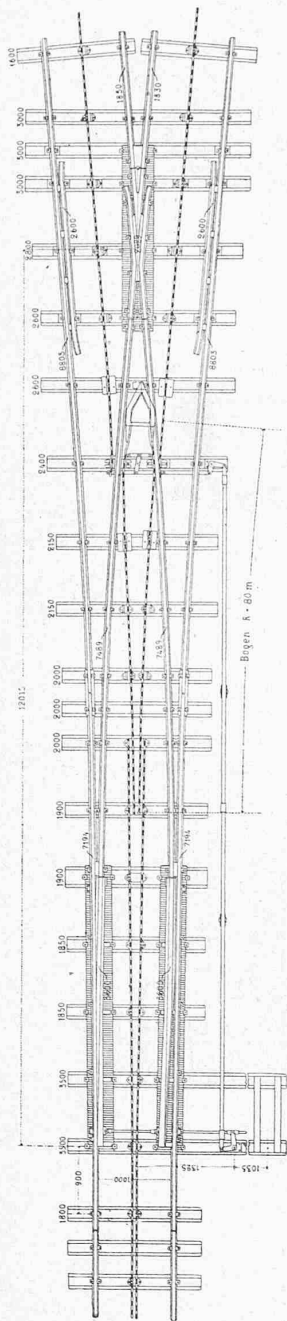
Von genannter Firma ist ein normaler Wirkungsgrad der Motoren von 91 %, der vollbelasteten Kontaktleitung von 85 %, der Transformatoren von 96 %, der vollbelasteten Speiseleitung von 95 % und der Generatoren von 92 % vorgesehen. Es ergibt sich somit die in der Centrale erforderliche Betriebskraft für einen Zug zu 255 P. S. und zur gleichzeitigen Beförderung von zwei bergwärts fahrenden Zügen wird in der Centrale ein Aufwand von 510 P. S., an der Turbinenwelle gemessen, notwendig.

Wasserkraft-Anlage.

Wasserquantum. Das für die oben nachgewiesene Betriebskraft notwendige Wasser liefert der direkt vom Findelengletscher kommende Findelenbach. Die Gefahr eines Versiegens der Quelle in absehbarer Zeit ist daher ausgeschlossen. Ein Vorteil der Quelle ist, dass sie im Sommer während der höchsten Betriebssaison am meisten Wasser abgibt. Zu verschiedenen Zeiten vorgenommene Messungen über die Wassermenge haben im Sommer 15 000 und im Winter 3500 Sekundenliter ergeben.

Wehr- und Kanaleinlauf. Um das Wasser zu fassen, wurde ungefähr 200 m seitlich und etwa 20 m höher als die Bahn, an geeigneter Stelle ein festes Wehr quer in das Bachbett hineingebaut. Die hintere Seite dieses Wehrs ist

Fig. 18. Gornergratbahn. — Oberbau. — Symmetrische Weiche.



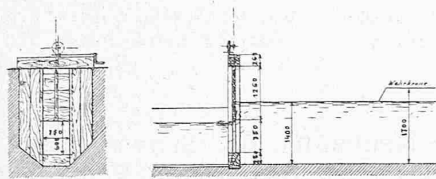
Massstab 1 : 500.

als Filter ausgebildet, so dass das Wasser, welches hinter dieses Wehr läuft, durch eine Kiesschicht sinkt und somit eine erste Reinigung durchmacht. Am Eingang des Leitungskanals ist ein starker grober Rechen angebracht, bestimmt, Geschiebe abzuhalten und die Einlauf- zugleich Regulierschütze (Fig. 19) zu sichern. Das feste Wehr ist so angelegt, dass die Druckhöhe des Wassers, welche für die Durchflussöffnung an der Einlaufschütze nötig ist, sich selbst reguliert. Etwa 100 m rückwärts ist in dem offenen Leitungskanal an geeigneter Stelle eine zweite Regulierschütze mit entsprechendem seitlichem Ueberlauf, zur grösseren Sicherheit angebracht.

Der Leitungskanal ist an steiler Felsenwand eingesprengt, zu $\frac{1}{3}$ der Länge offen und $\frac{2}{3}$ in Stollen geführt, durch Weganlage überall zugänglich gemacht und kann daher auch in bequemster Weise überwacht und unterhalten werden. Am Ende des Leitungskanals wurde ein Reservoir mit Schlamm-sammler angelegt und mit einer Entleerungsschütze versehen, durch welche der Wasserstand im Reservoir nochmals genau reguliert wird. Das Reservoir ist in einer zweiten Abteilung als Einlauf für die Druckrohrleitung verwendet und mit einem feinen Rechen versehen. Der Einlauf für die Rohrleitung befindet sich 3,0 m unter dem Wasserspiegel, um Wirbelbildung und damit verbundenes Lufteingangen zu vermeiden.

Die Druckrohrleitung zu den Turbinen hat eine Länge von 200 m, ein Gefälle von 67‰ und einen Durchmesser von 0,90 m. Die Lichtweite der Röhren wurde so bestimmt, dass die Durchflussgeschwindigkeit des Wassers 1,0 m in der Sekunde nicht überschreitet. Die Röhren bestehen aus Flusseisenblech, genietet, mit schmiedeisernen Flanschen. Die Wandstärke ist entsprechend dem zu-

Fig. 19. Einlauf- und Regulierschütze.



1:150.

nehmenden Wasserdrucke in drei Zonen von 6, 8 und 12 mm abgestuft. Die Baulänge der Röhren beträgt 6,0 m.

Turbinenhaus. Die Kraftstation wurde bei km 2 rechts und etwa 80 m tiefer als die Bahn am linken Ufer des Findelenbaches angelegt und das Wasser nach dem Verlassen der Turbinen direkt wieder in das alte Bachbett geführt. Da ein nutzbares Gefälle von 100 m und reichlich Wasser zur Verfügung stand, entschloss sich die Unternehmung, die Zuleitung für 1000 Sekundenliter bzw. ebensoviel P. S. einzurichten.

Entsprechend dem Kraftbedarf per Bahnzug wurden die Maschineneinheiten in der Centrale zu 250 P. S. gewählt und drei komplette Einheiten aufgestellt, wovon die dritte Einheit als Reserve dient. Es sind also in der Centrale anstatt der nötigen 510 P. S. deren 750 P. S. verfügbar.

Das Turbinenhaus (Fig. 20—22) ist mit Raum für vier Turbinen eingerichtet, so dass bei später gesteigertem Kraftbedarf noch eine vierte Turbine aufgestellt werden kann.

Die Turbinen sind Girard-Hochdruck-Turbinen mit horizontaler Welle und äusserer Beaufschlagung; sie machen 400 Umdrehungen in der Minute und sind mit Federpendel-Regulatoren versehen (Patent Ingenieur Schaad). Die Anwendung guter Regulatoren ist von besonderer Wichtigkeit, denn die Möglichkeit ist vorhanden, dass zwei vollbesetzte Züge gleichzeitig anfahren, wodurch eine plötzliche Schwankung der Belastung von 0 bis etwa 500 P. S. hervorgerufen wird. Ebenso bedingt auch die plötzliche Abnahme des Kraftbedarfes beim gleichzeitigen Anhalten oder Bergfahren sämtlicher Züge die Anwendung eines zuverlässigen Regulators. Um die durch plötzliche Schwankungen in der Kraftabnahme hervorgerufenen grossen Veränderungen im Wasserzufluss unschädlich zu machen, wurde unmittelbar vor den Turbinen ein Windkessel in die Rohrleitung eingeschaltet. Derselbe

ist mit einem kleinen, durch eine besondere Turbine angetriebenen Kompressor verbunden. Der Windkessel besitzt ein Leerlaufventil, welches sich öffnet, sobald die Wasserzufuhr zu den Turbinen durch deren Regulatoren plötzlich abgeschnitten wird. Durch Einschalten eines Kataraktes wird bewirkt, dass sich dieses Ventil nach Wiederherstellung des normalen Zustandes langsam wieder schliesst.

Eine zuverlässige Wirkungsweise dieser Ventile und der sämtlichen Regulier-Apparate kann indessen nur dann erreicht werden, wenn das Wasser frei ist von fremden Substanzen, wie Sand, Blätter, Eis etc. Da die Gebirgswasser selten ganz reip sind, musste auf die Konstruktion eines zuverlässigen Filters besondere Sorgfalt gelegt werden. Das für die automatische Regulierung der Turbinen nötige Wasser beträgt 0,1 bis 0,2 l in der Sekunde. Diese Filter müssen jedoch gereinigt werden können, ohne die Turbinen abzustellen. Aus diesem Grunde waren ganz besondere Vorkehrungen erforderlich; es ist gelungen, die Filtereinrichtung derart zu konstruieren, dass die Reinigung und sogar vollständige Demontage eines Filters in einigen Minuten bewirkt werden kann, ohne die automatische Regulierung zu unterbrechen. Ein Manometer, welcher sich direkt auf dem Filter befindet, gestattet jeden Augenblick, einen Schluss auf die Sauberkeit desselben zu ziehen.

Während der kurzen Zeit der Filterreinigung erhält der hydraulische Servomotor das Betriebswasser direkt aus der Druckleitung. Innerhalb dieser Zeit wirkt das Ventil des automatischen Regulators im umgekehrten Sinne, d. h. es beeinflusst den Austritt des Wassers aus dem Servomotor. Wenn der Filter in Betrieb ist, beeinflusst das Ventil des Regulators dagegen den Eintritt des Wassers in den Servomotor.

Laut Vertrag war vorgesehen, dass bei einem Kraftwechsel von 25% die Variation in der Umdrehungszahl der Turbinen höchstens 2—3% und bei einem Kraftwechsel von 50% die Variationen nicht mehr als 3—4% betragen dürfen. Die Versuche, welche in der Centralstation vorgenommen wurden, haben gezeigt, dass die Umdrehungsschwankungen der Turbinen zwischen Leerlauf und Vollbelastung 1% nicht überschreiten.

Es geht daraus hervor, dass das Federpendel des automatischen Regulators sehr genau ausreguliert ist. Diese

Gornergratbahn. — Wasserkraft-Anlage.

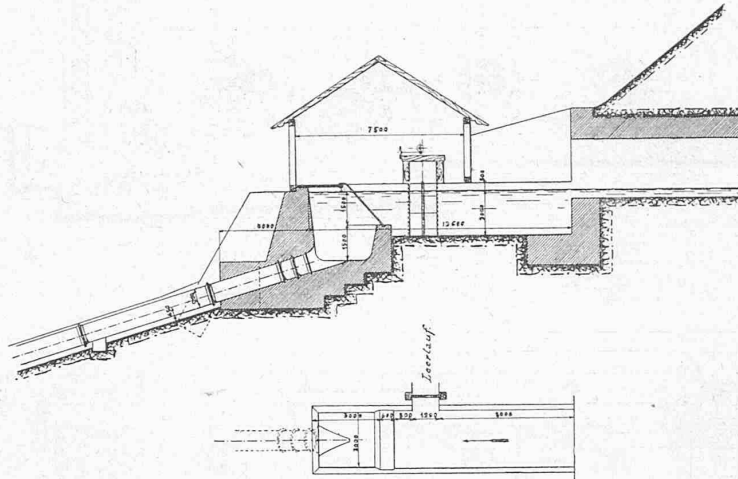


Fig. 18. Wasserhaus. Schnitt. 1:300.

Gornergratbahn. — Turbinenhaus.

Fig. 20. Längsschnitt.

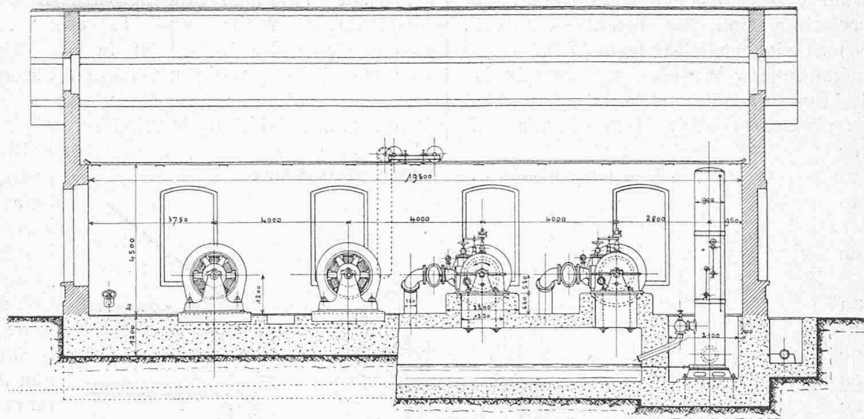


Fig. 21. Grundriss.

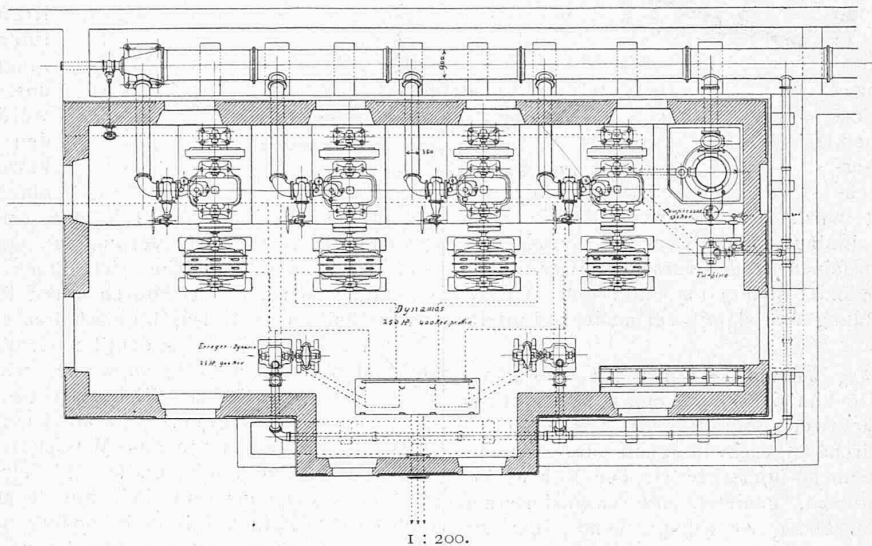
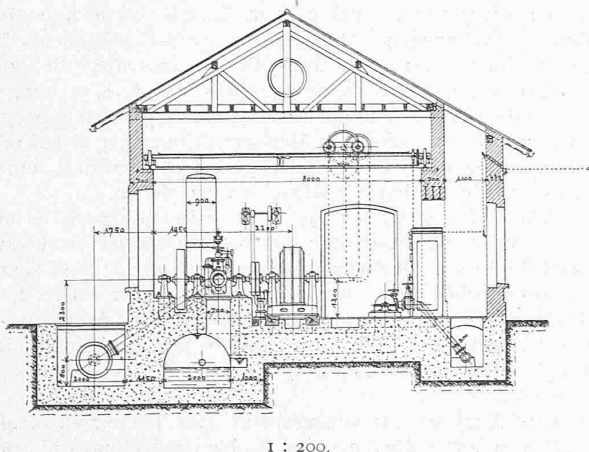


Fig. 22. Querschnitt.



genaue Regulierung, verbunden mit einem guten Servomotor, erklärt die günstigen Versuchsergebnisse. Die max. Geschwindigkeitsvariation hat 2% nicht überschritten, wenn die Belastung per Turbine plötzlich von Null auf 240 P. S. gesteigert wurde.

Die Maschinen für die Kraftstation und die Röhren der Druckleitung konnten nur über die Linie und Findelen-

bachbrücke auf die Baustelle transportiert werden. Es war daher nicht möglich, mit der Montage dieser Anlage zu beginnen vor der Fertigstellung der Brücke.

(Fortsetzung folgt.)

Die Neubauten der Schweizerischen Lebensversicherungs- und Rentenanstalt in Zürich.

Architekten: Kuder & Müller in Zürich.

(Mit einer Tafel.)

II. (Schluss.)

Die hervorragende Lage des Baues als Fortsetzung der bedeutenden Bauten am Alpenquai liess eine charakteristische, hervorstechende Ausführung wünschbar erscheinen und es soll der grosse Giebel an der Abschrägung gleichsam die Schlussdominante am Alpenquai bilden. Als wirkungsvoller Gegensatz zum „weissen Schloss“ wurde eine Ausführung in rotem Sandstein und zwar in Mainthalerstein gewählt. Dieses feinkörnige, dauerhafte Material lässt eine feine Detaillierung bei grosser Wetterbeständigkeit zu und hat eine angenehme, abwechslungsreiche Färbung.

Die Architektur bewegt sich in deutschen Renaissanceformen mit Anwendung schweizerischer Motive und es wurde eine reiche, malerische Silhouette angestrebt.