Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81/82 (1923)
Heft: 25

Artikel: Das Kraftwerk Ritom der S.B.B.
Autor: Nager, Th. / Habich, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-38928

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: 15.07.2025

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

INHALT: Das Kraftwerk Ritom der S. B. B. — Einflüsse der Meereshöhe und der Witterung auf die Zugstärke eines Kamins. — Wettbewerb für die Kornhausbrücke in Zürich. — Miscellanea: Sektion Ostschweiz des Schweizer. Rhone-Rhein-Schiffahrts-Verbandes. Eidgenössische Technische Hochschule. Elektrifikation der Uetlibergbahn. Rhein-Zentralkommission. Union internationale des Chemins de fer. Schwemmkanalisation für die Stadt Zürich. Elektrifikation der Brünigbahn. Internationaler Strassen- und Kleinbahn-Verein. — Nekrologie: Fritz Beriger. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizer. Ing.- und Arch.-Verein. G. E. P. S. T. S.

Band 81. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 25.

Das Kraftwerk Ritom der S. B. B.

(Fortsetzung von Seite 297.)

II. Hochbaulicher Teil.

Von *Th. Nager*, Architekt bei der Gen.-Dir. der S. B. B., Bern.

Das Maschinenhaus des Kraftwerkes Ritom (vergl. Abb. 20, S. 287, sowie die Abb. 34 bis 41) liegt am Fusse des Steilhanges von Altanca, mit dem Fussboden auf 1010,50 m ü. M. Eine Geschiebeablagerung des Tessin oberhalb der Einmündung des Fossbaches bot den geeigneten Bauplatz. Die Anordnung der Druckleitung und der senkrecht dazu abgehenden Unterwasser-Kanäle führte zu einer |—-förmigen Grundrissanlage der Baugruppe, wobei die noch fehlende südliche Verlängerung des Maschinenhauses gegen den Tessin für einen spätern Ausbau in Aussicht genommen ist.

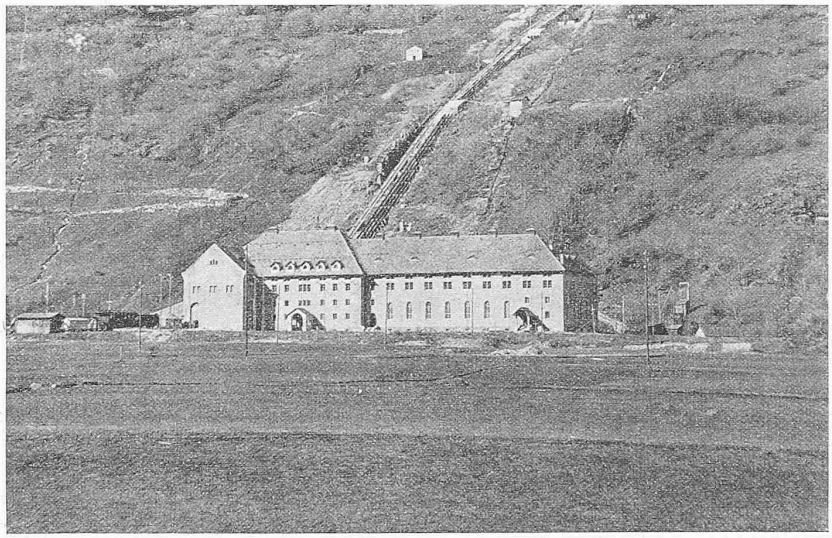


Abb. 35. Das Maschinenhaus des Kraftwerkes Ritom bei Piotta.

Bei der Projektierung des Baues war das Bestreben wegleitend, schon durch die Raumanordnung möglichste Betriebsicherheit zu erzielen. Zu diesem Zwecke wurden nicht nur alle irgendwie explosionsgefährlichen Apparate in abgeschlossene und einzeln entlüftbare, gemauerte Zellen untergebracht, sondern es wurde auch noch das ganze Gebäude durch ein isolierendes Treppenhaus mit anschliessenden Gängen auf die ganze Gebäudetiefe hindurch unterteilt. Die Rücksicht auf klare Leitungsführung der einzelnen Maschinenfelder und der guten Bedienungsmöglichkeit aller Teile der Anlage ergab für das Transformatoren- und Schalthaus ein Uebereinanderstellen der zusammengehörenden Installationsteile jeder Maschinengruppe und dadurch auch eine entsprechende Höhenentwicklung des Baukörpers. Die klimatischen Verhältnisse in Piotta mit starken Schneefällen wiesen auf eine möglichst zusammenhängende, wenig gegliederte Baumasse mit einfacher Dachbildung, die dessenungeachtet auch im Aeussern die drei Hauptteile: Maschinensaal, 15 000 V-Schaltanlage, 60 000 V-Schaltanlage klar erkennen lassen.

Der eingeschossige *Maschinensaal* mit angebautem Rohrleitungs- und Schieberhaus (Abb. 39 bis 42, Tafel 15) liegt in der Richtung der Druckleitung und bietet Raum für vier, beim spätern Vollausbau für sechs Maschinengruppen. Da eine selbständige Fundierung der Maschinen auf Felsen bei den vorhandenen Bodenverhältnissen nicht möglich war, wurden die Maschinenfundamente mit den Grundmauern des Gebäudes zusammenhängend in Stampfbeton mit Einlagen von Eisenbahnschienen erstellt, um durch grosse Mauermassen die nötige Sicherheit für die schnell rotierenden Maschinenteile zu gewinnen. Die Gänge im Untergeschoss sind zur bessern Verspannung mit Betongewölben überdeckt. Die Längsmauern sind als in Bruchstein gemauerte Arkadenreihen ausgebildet zur Aufnahme des elektrisch betriebenen 80 t-Laufkrans, der rund 8 m über Erdgeschossboden den ganzen Maschinensaal bestreicht. Zur bessern Verspannung ist über den tragenden Gewölben noch eine durchgehende Schicht in Eisenbeton vorgesehen (vergl. Abb. 43). Der Raum wird durch zwei Reihen hochliegender Fenster reichlich beleuchtet, eine oberste Reihe von Oeffnungen mit Klappfenstern ermöglicht eine intensive Ventilation. Der Maschinensaal ist mit einem an die Dachkonstruktion aufgehängten flachen Gewölbe in Zementrabitz überdeckt; in den Raum hinein führt von der S.B.B.-Station Ambri-Piotta her ein Normalgeleise zum Antransport der schweren Maschinenteile auf Eisenbahnwagen (vergl. Abb. 42).

Das westlich an den Maschinensaal angebaute niedrige Rohrleitungshaus birgt die Zuleitungen zu den Turbinen samt deren Abschlussorganen und Steuerleitungen (Abbildung 44, Seite 307). Dieser, vom Maschinensaal her temperierbare Raum wurde zum Schutze gegen das Einfrieren der hier untergebrachten, teilweise empfindlichen Maschinenteile vorgesehen. Ein 8 t-Laufkran mit Handbetrieb gestattet ein leichtes Auswechseln von Leitungstücken und Schiebern. Diesem Raume wird auch die Kühlluft für die Generatoren

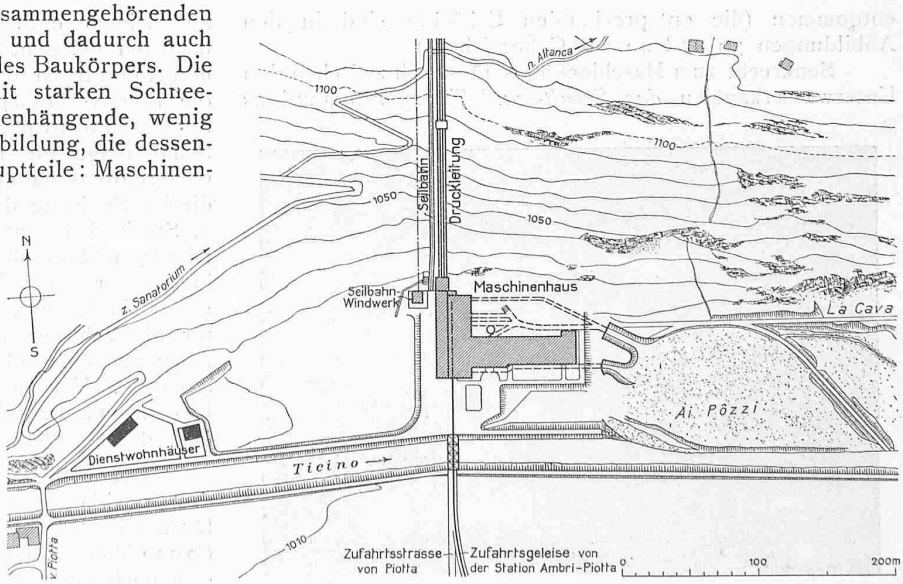
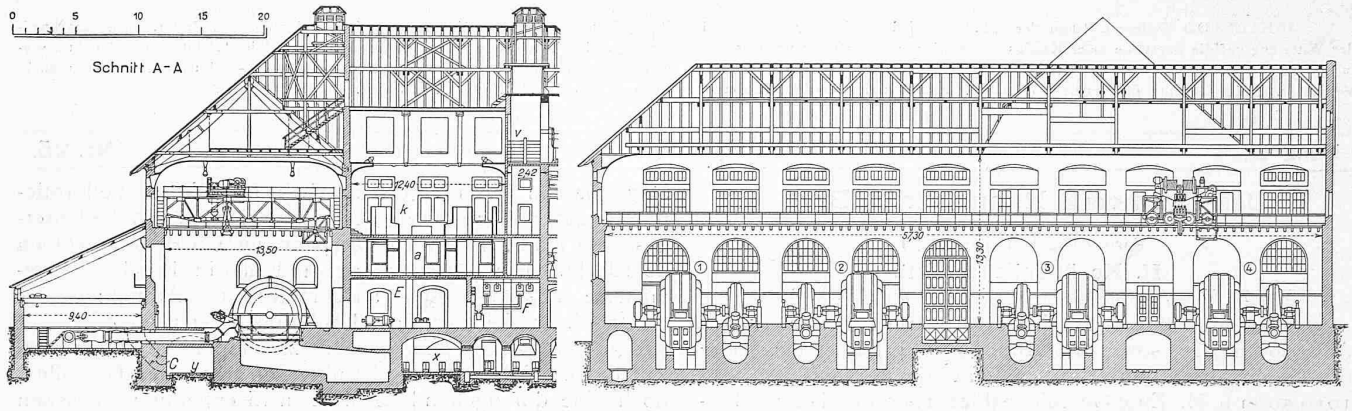
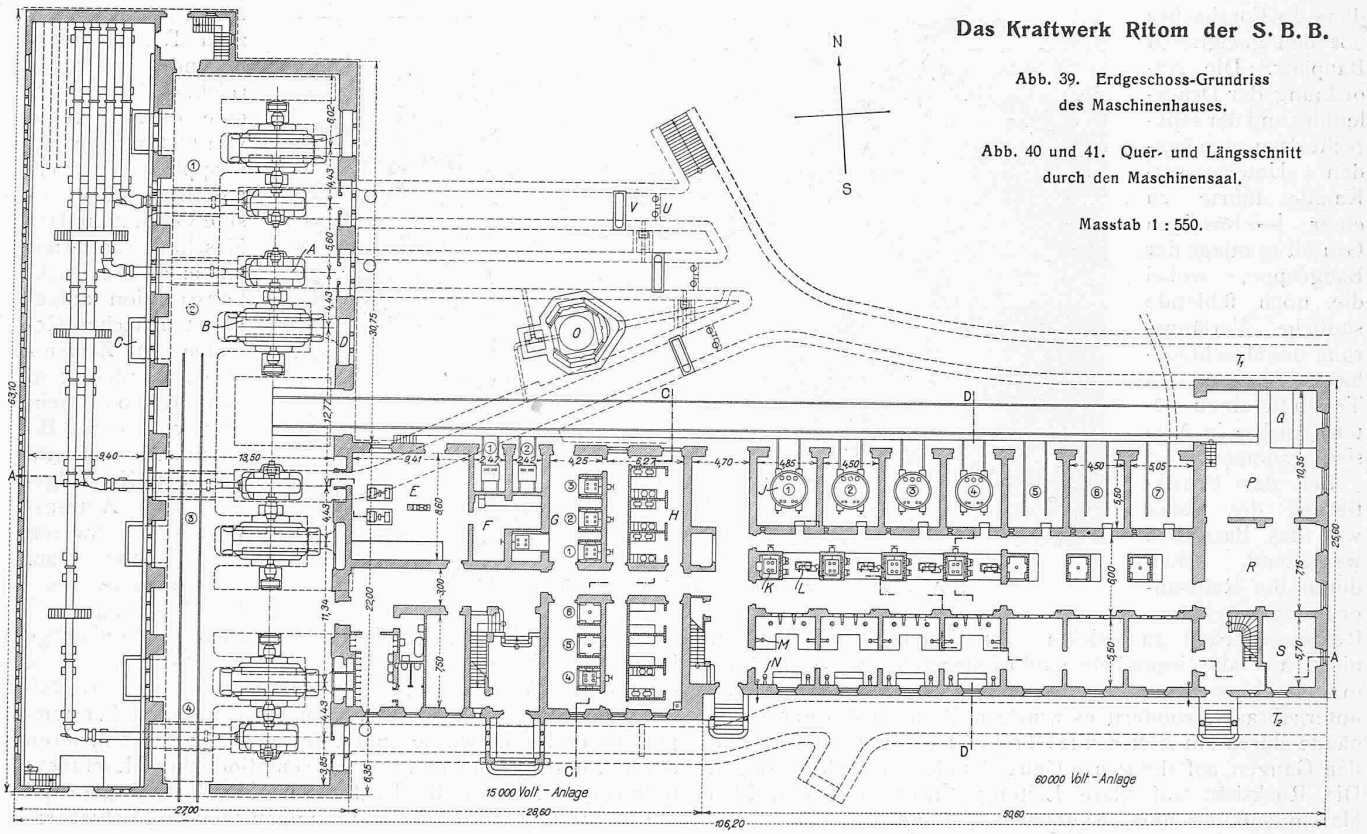


Abb. 34. Lageplan des Maschinenhauses des Kraftwerkes Ritom. — Masstab 1 : 5000.





Das Kraftwerk Ritom der S. B. B.

Abb. 39. Erdgeschoss-Grundriss des Maschinenhauses.

Abb. 40 und 41. Quer- und Längsschnitt durch den Maschinensaal.

Masstab 1 : 550.

entnommen (die entsprechenden Schächte sind in den Abbildungen 39 und 40 mit C bezeichnet).

Senkrecht zum Maschinenhaus fügt sich zwischen den Unterwasserkanälen *das Schalt- und Transformatorenhaus* an. Dieses enthält in seinem dem Maschinensaal am nächsten gelegen, breitern Teil den Hauptzugang, Bureau und Aufenthaltsräume für Betriebsleitung und Werkpersonal, die Eigenverbrauchsanlage (E, F) mit den zwei Eigenverbrauch-Transformatoren in abgeschlossenen Zellen, die Schaltanlage für 15000 Volt Spannung, umfassend die Generatorenschalter und die gesamte Apparatur für die direkte Speisung der Fahrleitung, sowie als Hauptraum im 1. Stock den zentralen *Schaltstand* (k in Abbildung 40). Dieser steht durch einen Ausgang auf die Kranbahngalerie in direkter Verbindung mit dem Maschinensaal. Die Lage gegen Norden mit hohem Seitenlicht und Glasdecke ergibt für die zahlreichen hier aufgestellten Mess- und Melde-Apparate eine gleichmässige Beleuchtung ohne scharfe Schatten. Um auch nachts ähnliche Lichtverhältnisse zu haben, sind die Beleuchtungskörper für indirekte Erhellung über der Glasdecke angebracht (vergl. Abbildung 40).

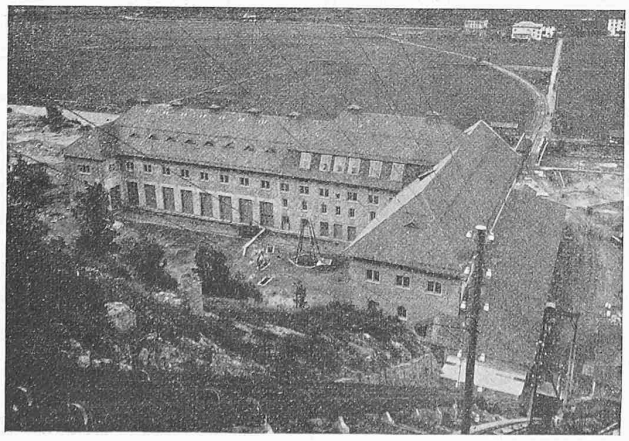


Abb. 36. Blick von der Seilbahn auf das Maschinenhaus.

Der östliche, etwas schmälere, dreigeschossige Teil des Schalthauses enthält die abgeschlossenen Einzelzellen für die Transformatoren und die gesamte Schaltanlage für 60000 Volt. Am östlichen Ende dieses Gebäudes befindet sich noch ein besonderer Montageraum (P in Abbildung 39) mit anschliessenden Werkstätten (R, S) und Magazinen. Vom

Abb. 37. DAS MASCHINENHAUS DES KRAFTWERKES RITOM DER S. B. B.

ARCHITEKT TH. NAGER, S. B. B., BERN

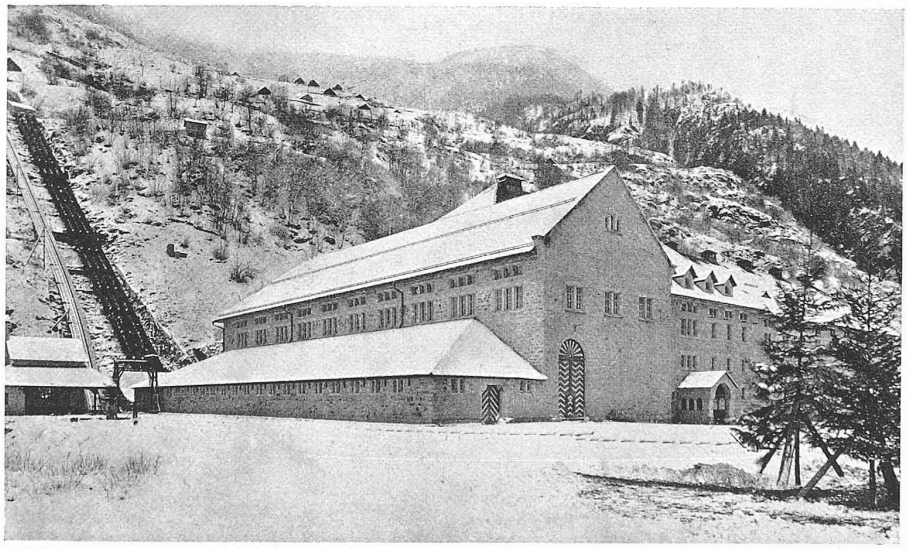


Abb. 38. WINTERBILD AUS SÜDWEST — OBEN ANSICHT AUS SÜDOST

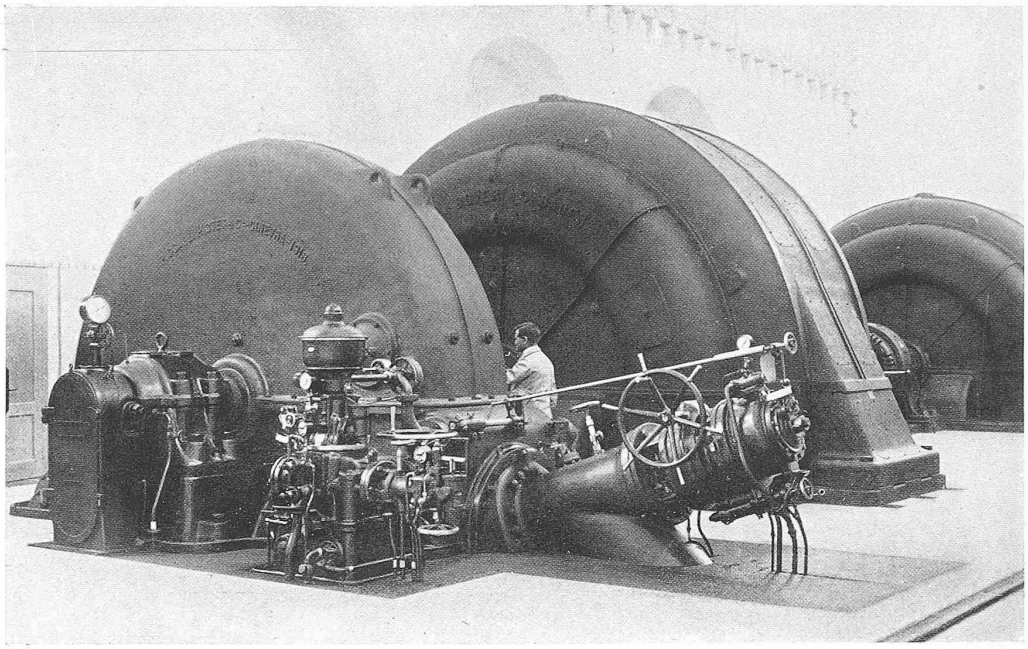


Abb. 46. 12 000 PS-MASCHINENGRUPPE IM KRAFTWERK RITOM

Abb. 42. MASCHINENSAAL DES KRAFTWERKES RITOM

Montageraum führt auf der Bergseite des Gebäudes zum Maschinensaal ein Transportgeleise, durch das auch alle Transformatorenzellen bedient werden.

Die Bauzeit Mitte 1918 bis Ende 1919 mit der damals herrschenden Teuerung und Schwierigkeit der Materialbeschaffung verlangte in weitgehendem Masse Berücksichtigung bei der *Ausführung*. Besonders die hohen Eisenpreise führten zu einer möglichst sparsamen Verwendung von Eisenkonstruktionen und weitgehender Anwendung von Mauerwerk und Bögen statt Eisenträgern, z. B. bei der Kranbahn im Maschinensaal. Die Decke über dem Kellergeschoss mit den relativ starken Belastungen (ein gefüllter Transformator wiegt rd. 50 t) sind als Betongewölbe ausgeführt. Die aufgehenden Mauern bestehen aus aussen sichtbar gelassenem Bruchsteinmauerwerk mit roh ausgestrichenen Fugen, analog dem im Tessin gebräuchlichen sog. „pietra rasa"-Verputz. Das Granitmaterial hierfür lieferte in vorzüglicher Qualität ein eigener Steinbruch bei der Baustelle, sowie die Abraumhalden der Steinbrüche unterhalb Faido. Der Gebäudesockel sowie die Tür- und Fenster-Umrahmungen sind in ganz roh gespitztem Tessiner Granit ausgeführt, ebenso auch die beiden massiv gehaltenen Eingangsvorbauten zum Schutze gegen vom Dache herabfallenden Schnee und Eis. Diese sehr einfache, derb gehaltene Behandlungsweise des Aeussern sichert dem Bau grösste Solidität und entspricht auch am besten der alpinen äussern Umgebung (vergl. Abbildung 37 auf Tafel 14).

Für die *Zwischendecken* wurden alte Eisenbahnschienen in den jeweiligen Leitungsdurchführungen entsprechenden Abständen verwendet, mit eingespannten Zementhourdis oder Betongewölben. Die Schienen liegen auf den Zwischenmauern oder auf flach gespannten gemauerten Bogen (vergl. Abbildung 45). Diese Bodenkonstruktion hat sich infolge ihrer grossen Freiheit für die maschinellen Installationen und der ermöglichten raschen Ausführung sehr gut bewährt.

Die *Dachkonstruktion* ist im allgemeinen in Holz ausgeführt worden und zwar über dem Maschinensaal mit 15,10 m Spannweite, über dem Rohrleitungshaus in Hetzerscher Holzbauweise, im übrigen als gewöhnliche Zimmerarbeit. Im Schalthaus wurde der untere Teil des Daches zur Gewinnung von feuersicheren Räumen im Dachgeschoss grösstenteils in Eisenbeton erstellt. Die Eindeckung der Dachflächen erfolgte als Doppeldach mit verschiedenfarbig engobierten Biberschwanzziegeln, zum Teil auf Schindel-Unterzug zur bessern Wärme-Isolierung. Mit Rücksicht auf die in Piotta häufigen starken Schneefälle wurden Dachrinnen nur an wenigen Stellen angewendet und die ganze Dachfläche möglichst glatt und ungeteilt gehalten. Das sichtbare Sparrenwerk blieb ohne besondere Bearbeitung und erhielt nur einen Anstrich mit Karbolineum.

Im *Innenausbau* wurde ebenfalls strenge Sachlichkeit und Einfachheit angestrebt, wobei man besonderes Gewicht auf solide Ausführung und leichte Reinigungsmöglichkeit legte. Der Maschinensaal und alle Räume, in denen mit Oel gearbeitet wird, erhielten Bodenbelag und Sockel in Steinzeugplatten; in den übrigen Räumen kamen Steinholz-Beläge mit Hohlkehlsockel in Marmormosaikplatten zur Anwendung, in Schaltraum und Bureauräumen Linoleumbelag, im Keller und Dachstock Zement-, bezw. Asphaltböden. Die Wände und Decken sind einfach geweisselt, Sockel auf Brusthöhe teilweise in Oelfarbe gestrichen. Die in Berücksichtigung des Klima klein bemessenen Fenster-Oeffnungen sind durchgehend möglichst hoch angeordnet, wodurch ein günstiger Lichteinfall erzielt wird. Die Fensterrahmen sind in Holz, die Abschlusstüren bestehen aus Holzrahmen mit beidseitigem Eternitbelag, bei den Transformer- und Schalterzellen in Eisenrolladen oder Eisenblech auf Eisenrahmen.

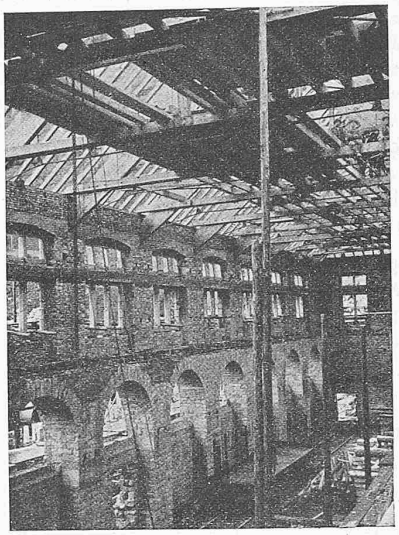


Abb. 43. Innenansicht des Maschinensaales während des Baues.

Das ganze Gebäude kann auf einfache Weise mittels entsprechender Eisenklappen im Maschinensaal durch die heisse Abluft der geschlossenen Generatoren temperiert werden. Die Bureau- und Aufenthaltsräume sind zudem noch mit besondern elektrischen Radiatoren ausgerüstet.

Angesichts der geringen Zahl des normalen Betriebs-Personals konnten auch die sanitären Einrichtungen in beschränktem Umfange gehalten werden. Ausser Waschgelegenheiten für das Maschinen-, Schalt- und Werkstätte-Personal ist auch eine Badeeinrichtung mit elektrischer Warmwasseranlage ausgeführt worden. Eine Haustelephon- und Signalanlage, Feuerlöscheinrichtungen mit Hydranten und Trockenapparate in den Räumen mit Spannung vervollständigen die allgemeinen Einrichtungen.

Die Arbeiten für den Hochbau konnten nach Fertigstellung der Maschinenfundamente Mitte Mai 1918 begonnen werden. Trotz teilweise ungünstiger Witterungen und

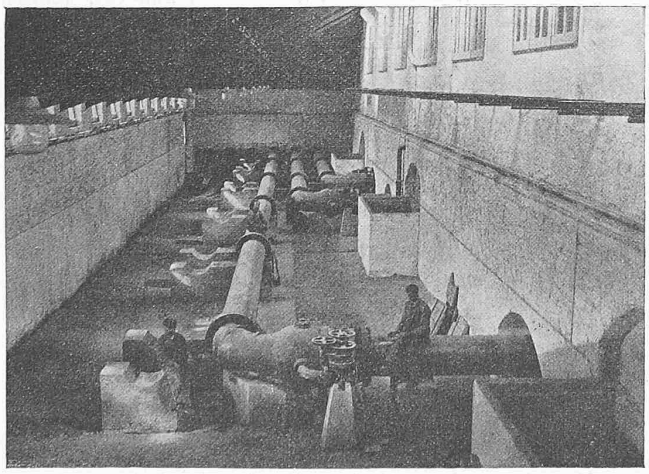


Abb. 44. Rohrleitungs- und Schieberhaus.

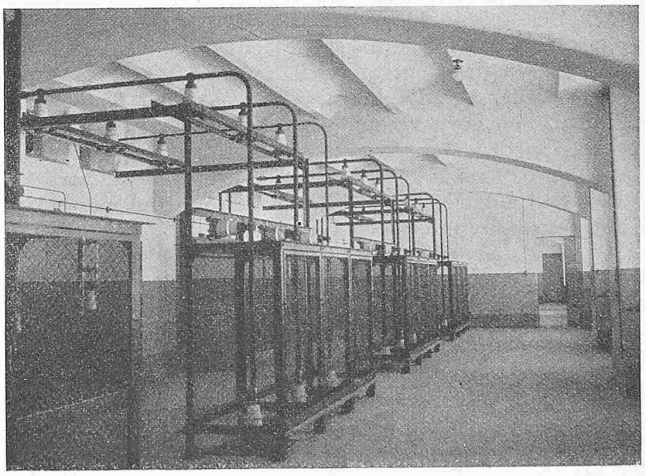


Abb. 45. Zwischendecken-Ausführung mit alten Eisenbahnschienen.

erschwerenden Zeitumständen (Grippe-Epidemie) war der Maschinensaal bis Mitte November desselben Jahres fertig eingedeckt, worauf mit der Montage des Laufkranes begonnen werden konnte. Die übrigen Gebäudeteile waren bis Anfang März 1919 eingedeckt. Der Innenausbau, der parallel mit den Installationsarbeiten durchgeführt wurde, war in der Hauptsache bis Ende 1919 beendet.

Westlich vom Maschinenhaus, am untern Ende der Seilbahn neben der Druckleitung wurde noch ein kleines *Stationsgebäude* für den Seilbahnbetrieb erstellt, enthaltend Räume für die Seilwinde, einen besonderen Transformatorenraum, ein kleines Stationsbureau mit offener Wartehalle für die Reisenden (vergl. Abbildung 38 links). Ebenso wurden die Haltestellen Sanatorio und Altanca mit einfachen Wartehäuschen versehen. Die obere Endstation der Seilbahn (Abbildung 30 auf Seite 296) ist wie schon erwähnt mit der Apparatenkammer der Druckleitung zusammengebaut und enthält noch drei Räume für den hier stationierten Apparatenwächter.

Für das Betriebspersonal des Kraftwerkes in Piotta sind etwas abstehend vom Werke in zwei Neubauten sowie einem umgebauten alten Tessinerhause *13 Wohnungen* mit drei bis fünf Zimmer und Wohnküche erstellt worden. Zu jeder Wohnung gehört noch reichlich Gartenland.

III. Mechanisch-elektrischer Teil.

Von dipl. Ing. *H. Habich*, S. B. B., Bern.

Die Turbinen.

Konstruktion. An jedem der vier Rohrstränge ist über ein im Rohrleitungshaus (Abbildung 44) befindliches, gleichzeitig als Rohrkrümmer von 90° ausgebildetes Absperrventil eine Peltonturbine von 12 200 PS bei einem mittleren Nettogefälle von 810 m und 333 1/3 Uml/min angeschlossen (Abb. 46, auf Tafel 15, und 47). Die Maschinengruppen sind mit Rücksicht auf die Führung der Unterwasserkanäle paarweise symmetrisch angeordnet (vergl. den Grundriss Abb. 39).

Die 3,1 t wiegende *Turbinenwelle* ist in einem aussenseitigen, wassergekühlten Ringschmierlager gestützt, trägt fliegend die Riemenscheibe für den Oelpumpen-Antrieb und ist durch zehn 80 mm starke, mit versenkten Köpfen und Muttern in dem angeschmiedeten Kuppelflansch angeordnete Schraubenbolzen starr mit der Generatorwelle verbunden. Mit zwei Abdrückschrauben, die sich gegen den Kuppelflansch der Generatorwelle pressen lassen, kann die Turbinenwelle samt Laufrad, nach Lösen der Kupplungsschrauben, um etwa 25 mm in axialer Richtung verschoben werden, um den Generator allein zu Versuchszwecken als Motor betreiben zu können. Die Turbinenwelle wird in diesem Fall auf der Kupplungseite durch eine besondere Schraubenwinde unterstützt (vergl. Abbildung 47).

Das als Scheibe gleicher Festigkeit ausgebildete, aus Stahlguss bestehende, 6,2 t schwere *Laufrad* trägt an seinem Umfang 30 Stahlguss-Schaufeln, von je 130 kg, die nach der bekannten, der Lieferfirma patentierten Ausführung an der Radscheibe verschraubt und verkeilt sind.

Ein in der Wellenaxe horizontal geteiltes Gussgehäuse umschliesst das Laufrad, ruht mit seinem Unterteil auf dem Fundament und dem Blechpanzer des Unterwasser-Kanales und trägt den Lagerfuss und die Befestigungsflanschen für den Einlaufapparat. Eingebaute Schikanen verringern Ventilations- und Spritzwasser-Verluste, Schaulöcher ermöglichen die Besichtigung des Strahles, Mannlöcher den Zugang zu Revisionszwecken. Der Panzer aus 10 bis 14 mm dickem Eisenblech kleidet den Unterwasser-Kanal bis zu seinem Austritt aus dem Gebäude auf eine Länge von rund 9 m aus. Ein in den Panzer eingebauter Flacheisenrost bricht den abgelenkten Wasserstrahl und dient gleichzeitig als Revisionsteg.

Der ganze *Einlaufapparat*, umfassend Düse mit auswechselbarem Mündungsring aus Stahlbronze von 145 mm Durchmesser, Einsatzstück mit Führungsrippen für den Wasserstrahl, Ablenker mit Traglager, Bronzenadel mit Führungstange und Handantrieb, Servomotor und Einlaufkrümmer (siehe Abbildung 46 und 47), kann nach Entfernen eines am Gehäuseunterteil befestigten, zweiteiligen Schildes und Lösen der Flanschenverbindungen mit der anschliessenden Rohrleitung leicht ausgebaut werden. Die Form des Einlaufkrümmers ist so gewählt, dass der freie Strahl unter einem Winkel von 20° gegen die Horizontale geneigt ist und dadurch sämtliche Teile der Nadelregulierung leicht zugänglich über dem Maschinensaalboden liegen.

Die stählerne Führungstange der Nadel gleitet in einem langen, mit Messingbüchse ausgefütterten Führungs-Zylinder und ist zum Schutz gegen Verrosten auf die Länge der Gleitbahn mit einem Metallhemd überzogen. Die Gleitflächen werden mit einem Hochdruck-Apparat geschmiert, der das Einpressen von Fett mit einem kleinen Handrad gegen den vollen Wasserdruck ermöglicht. An der mit Lederstulpen gedichteten Austrittstelle der Nadelstange aus dem Rohrkrümmer sind auf einer Bride des Krümmers der Handregulierapparat und der Servomotor der Nadel aufgeschraubt. Das Handsteuerrad überträgt seine Bewegung über ein Schneckenrad, eine ausrückbare Klauenkupplung und eine auf Kugeln drehende Mutter auf ein steilgängiges Flachgewinde des Nadelschaftes (Abbildung 47). Bei automatischer Regulierung und ausgerückter Kupplung dreht sich die nicht selbsthemmende Mutter, wenn die Nadel verschoben wird; der Servomotorkolben und der mit ihm verschraubte Nadelschaft werden durch Keil und Gleitbahn am Drehen verhindert. Der halbkreisförmige, durch zwei kräftige Hebel getragene *Ablenker* wird durch einen besondern Servomotor bewegt und von oben in den Strahl eingeführt, der bereits beim Einschneiden bis zur Strahlaxe vollständig von den Schaufeln abgelenkt wird. Der Ablenker ist ausserdem mit einem Handantrieb ausgerüstet, der die Bedienung dieses wichtigen Organes unabhängig von Störungen in der Reguliereinrichtung jederzeit ermöglicht.

Die vollständige Turbine mit Eisenpanzer im Unterwasserkanal wiegt rd. 57 t.

Die *Ablaufkanäle* der drei bergseitigen Turbinen vereinigen sich in einem Sammelkanal, der das Wasser dem Tessin zuführt (vergl. Abb. 34 und 39). Durch Einbau eines Abschlusses in diesen Sammelkanal ist ein Becken geschaffen worden, das zur Eichung der Ueberfälle diente. Der vierte Ablaufkanal verläuft, ebenfalls gedeckt, südlich des Transformatoren- und Schalthauses. (Forts. folgt.)

Einflüsse der Meereshöhe und der Witterung auf die Zugstärke eines Kamins.[1]

Von *E. Höhn*, Oberingenieur
des Schweizerischen Vereins von Dampfkesselbesitzern.

Man hat sich daran gewöhnt, Kamine, obwohl ihre Erstellung grosse Kosten verursacht, nach Faustregeln teilweise primitivster Art zu berechnen. Auch in Formeln, die an physikalische Gesetze anlehnen, werden nur die einflusshabenden Zustände grössten Ausmasses berücksichtigt. Wenn der Schornstein später nicht „zieht", findet man sich dann einfach damit ab.

Wir können die massgebenden Einflüsse im einzelnen ohne grosse Schwierigkeit verfolgen. Dies sei hier in abgekürzter Weise versucht.

Die Zugstärke (z) eines Kamins ist bei gegebener Rauchgastemperatur (t_G) beeinflusst vom Luftdruck (b), von der Lufttemperatur (t_L) und ihrem Feuchtigkeitsgehalt ($\varphi\,\gamma_D$) (φ = Sättigungsgrad, γ_D = Feuchtigkeitsgehalt der gesättigten Luft = spezifisches Gewicht des Sattdampfes bei der Lufttemperatur t_L). Ein Kamin im Gebirge muss andere Abmessungen besitzen, als ein solches in Meereshöhe. Ferner übt die Witterung einen erheblichen Einfluss aus auf die Zugstärke. In der Schweiz gibt es Gegenden, in denen der Feuerungsbetrieb, bei knappen Kaminverhältnissen, durch die Einwirkung des Föhn geradezu lahmgelegt wird.

[1]) Manuskript erhalten im März 1923. *Red.*

Die Zugstärke in einem Kamin ist gleich dem Auftrieb a der heissen Rauchgase in der kühlern Aussenluft, vermindert um die Verluste $\Sigma(h)$, bestehend aus der Geschwindigkeitshöhe (h_w), der Reibung (h_r) und der Abkühlung an der Schornsteinwand (h_t)

$$z = a - \Sigma(h) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Wir befassen uns zunächst mit dem Auftrieb a. Bekanntlich ist

$$a = H\,(\gamma_L - \gamma_G) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

in mm Wassersäule, wenn H die Kaminhöhe in m, γ_L und γ_G das spezifische Gewicht von Luft bezw. Rauchgas in kg/m³ bedeuten. Dabei ist für Luft

$$\gamma_L = \varphi\gamma_D + 0{,}465\,\frac{b - \varphi p_D}{273 + t_L} \quad (\text{kg/m}^3) \qquad (3)$$

worin p_D der der Lufttemperatur t_L entsprechende Sattdampfdruck der Feuchtigkeit ist. Der Formel (3) liegt ein spezifisches Gewicht der trockenen Luft ($\varphi = 0$) von 1,293 kg/m³ für 0° 760 mm zu Grunde. Für das Rauchgas ist:

$$\gamma_G = \gamma_0\,\frac{p}{p_0}\,\frac{T_0}{T} \quad (\text{kg/m}^3) \qquad (4)$$

Darin bedeutet γ_0 (kg/m³) das spezifische Gewicht trockener Rauchgase bei 0°; es kann bei abgekürzter Rechnung im Mittel = 1,33 kg/m³ (0°/760 mm) gesetzt werden. (Die Abweichungen für verschiedenen CO_2-Gehalt sind gering.) T_0 und T sind absolute Temperaturen, = 273 bezw. $(273 + t_G)$ °C. p kann für einen und denselben Kamin durch den mittlern Barometerstand b ersetzt werden; $p_0 = 760$ mm und $p = b$ mm Hg. In Sonderfällen bedeutet b den augenblicklichen Barometerstand.

Somit ist

$$\gamma_G = 1{,}33\,\frac{b}{760}\,\frac{273}{273 + t_G} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4a)$$

Wir vernachlässigen dabei allerdings das Temperaturgefälle des Gases wegen seiner Abkühlung an der Schornsteinwand, und auch die Kompression der Rauchgase im Schornstein, die an der Mündung den Druck b besitzen, am Fuss b vermindert um den Auftrieb, also $b - \frac{a}{13{,}6}$, wenn a den Auftrieb in mm WS, b den Luftdruck in mm Hg bedeutet. Diese zwei Kürzungen bleiben für unsern Zweck im Rahmen des Erlaubten. Für $b = 760$ mm wird

$$\gamma_G = 1{,}33\,\frac{273}{273 + t_G} \quad (\text{kg/m}^3) \qquad (5)$$

Die Formeln (2), (3) und (4) genügen zur Erfassung des Auftriebes (verlustlosen Zuges) bei allen Zuständen. Man kann aber vom Techniker nicht verlangen, dass er z. B. den Feuchtigkeitsgehalt der Luft (φ bezw. $\varphi\gamma_D$) misst, um einen Kamin danach zu berechnen. Es sei daher versucht, diese Formeln zusammenzufassen. Zunächst ist festzustellen, dass φ, der Sättigungsgrad der Luft (relative Feuchtigkeit), in unseren Gegenden für alle Temperaturen den mittleren Wert von ungefähr 75% besitzt, obwohl die absolute Feuchtigkeit, d. h. der Wassergehalt nach dem Gewicht bei konstantem φ erheblich wächst mit zunehmender Temperatur. Tragen wir die sich aus Formel (3) für γ_L ergebenden Werte für $b = 760$ mm zwischen — 10° und + 40° (andere Temperaturen fallen für die Luft ausser Betracht) graphisch auf, so erhalten wir mit grosser Annäherung eine Gerade von der Form

$$\gamma_L = 1{,}291 - 0{,}00466\,t_L \qquad (6)$$

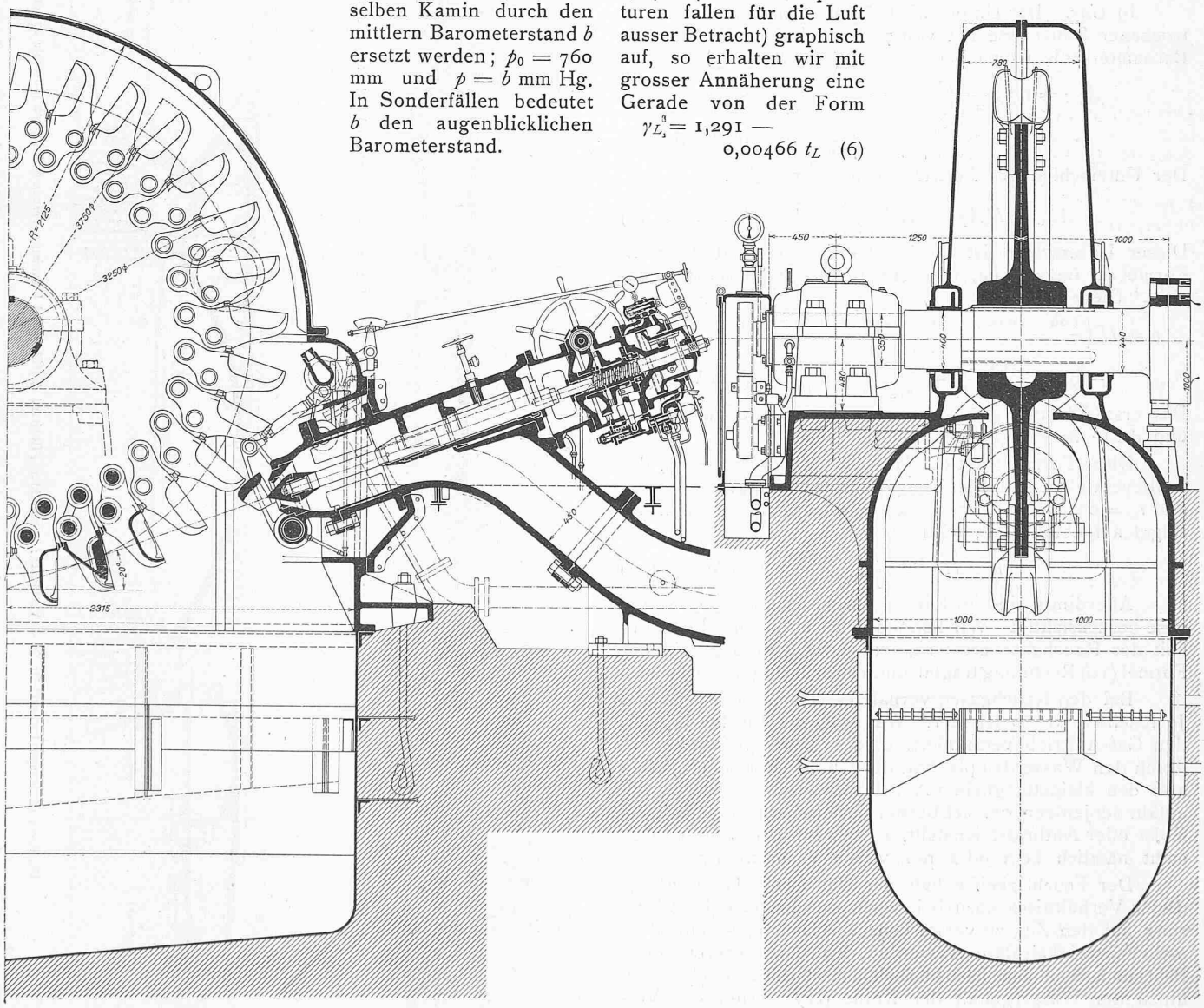


Abb. 47. Peltonturbine des Kraftwerkes Ritom der S. B. B. Leistung 12 200 PS bei 810 m Gefälle und 333 1/3 Uml/min. — Schnitte 1 : 40.
Geliefert von der S. A. des Ateliers Piccard, Pictet & Cie. in Genf.