

Das Wasserkraftwerk Adamello

Autor(en): **Zodel, L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **57/58 (1911)**

Heft 2

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82547>

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.

INHALT: Das Wasserkraftwerk Adamello. — Verwaltungsgebäude der Firma Fritz & Caspar Jenny in Ziegelbrücke. — Der XVI. Kongress des internationalen Strassenbahn- und Kleinbahnverbandes. — Die Ofenbergbahn. — Miscellanea: Schiffsturbinen mit Rädervorgelege. Wolframlampe mit gezogenem Wolframdraht. Monatsausweis über die Arbeiten am Lötschbergtunnel. Städtebau-Ausstellung in Frankfurt a. M.

G. H. Haueter. — Nekrologie: Max Meckel. — Konkurrenzen: Walchebrücke über die Limmat in Zürich. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Tafeln 5 bis 8: Verwaltungsgebäude der Firma Fritz & Caspar Jenny in Ziegelbrücke.

Band 57.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 2.



Abb. 10. Rohrleitung unterhalb Fixpunkt III.

Das Wasserkraftwerk Adamello.

Nach einem von Direktor L. Zodel im Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein gehaltenen Vortrag.

Rohrleitung.

Bevor auf Beschreibung der an den Druckstollen anschliessenden eisernen *Druckleitung* näher eingetreten wird, seien die Erwägungen der Konstruktionsfirma kurz erwähnt, die für deren Anordnung massgebend waren.

Bei der Projektierung der Rohrleitung musste hauptsächlich auf Vermeidung eines grossen Gefällsverlustes die allergrösste Rücksicht genommen werden. Diesem Bestreben, d. h. der Einführung einer möglichst geringen Wasser-Geschwindigkeit standen aber die Schwierigkeiten technischer, finanzieller und betriebstechnischer Natur entgegen, die bei dem hohen Druck von über 90 at der Dimensionierung der Röhren verhältnismässig enge Grenzen setzten. Man hat sich daher ernstlich mit der Frage beschäftigt, das grosse Gefälle in zwei Stufen zu teilen, was um so verlockender erschien, als gerade in der Mitte der Gefällshöhe das Profil des Berges eine ebene Stelle aufweist, auf der eine Zentrale gut Raum gefunden hätte. Die Rohrleitungsanlage wäre, abgesehen davon, dass man bezüglich Wasserdruck usw. in bereits praktisch erprobte Verhältnisse gekommen wäre, viel billiger ausgefallen. Dagegen hätte sich die Gesamtanlage mit zwei Zentralen hinsichtlich Bau und Betrieb wesentlich verteuert; nicht zu übersehen bleibt auch ein bei dieser Disposition unerlässliches Ausgleichbecken, in das die Turbinen der obren Zentrale ausgiessen. Eine derartige Anlage wurde in

Italien bereits einmal am Mont Cenis bei 890 m Gesamtgefälle ausgeführt. Trotz der verhältnismässig grossen Wassermenge und Wassergeschwindigkeit haben aber die Konstrukteure sich hier zum Ausbau in nur einer Stufe entschlossen und zwar wesentlich mitbeeinflusst durch die vorzügliche Beschaffenheit des Wassers in Lago d'Arno, das kristallklarem Trinkwasser gleichkommt, somit jede künstliche Reinigung überflüssig macht. Diese Wasserklarheit ist allerdings für derartige Verhältnisse Haupterfordernis, da die Abnützung der vom Wasser berührten Turbinenteile bei solchem Drucke schon bei geringster Verunreinigung sozusagen mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst und zu dauernden Betriebsstörungen führen muss.

Um einerseits den Wasserquerschnitt einer Rohrleitung möglichst gross und damit den mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wachsenden Druckverlust möglichst niedrig zu halten, anderseits im unteren Teil nicht allzugrosse Wandstärken und Schwierigkeiten der Rohrverbindungen zu erhalten, wendet man gelegentlich bis zu einem gewissen Druck, d. h. einer gewissen Wandstärke, ein einziges Rohr an.

Dieses lässt man in einem sogenannten Hosenrohr sich in zwei Stränge gabeln, die zusammen den Querschnitt des ersten Rohres ergeben¹⁾. Für den vorliegenden Fall ist diese Disposition genau studiert, hauptsächlich aber wegen der schwierig auszuführenden Hosenrohre und der unter-

¹⁾ Vergl. »Wasserkraftanlage Ackersand« in Bd. LIV, S. 268.

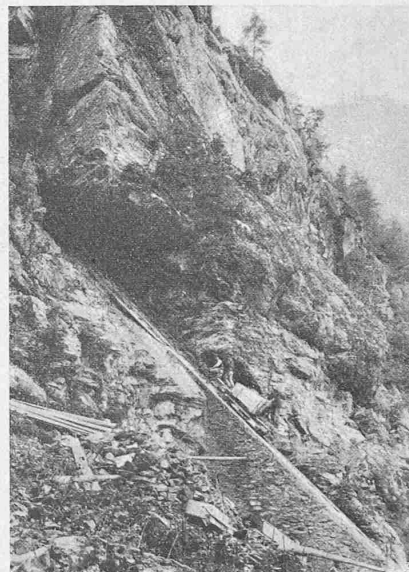


Abb. 11. Stolleneinmündung oberhalb F. P. IIa.



Abb. 12. Fixpunkt IIa, oberhalb F. P. II.

Uebersicht der Fixpunkt-Höhen.

Fixpunkt I	=	884,45 m ü. M.
» II	=	1007,66 m »
» III	=	1172,90 m »
» IV	=	1305,62 m »
» V	=	1366,62 m »
» VI	=	1476,60 m »
» VII	=	1624,59 m »
» VIII	=	1757,60 m »

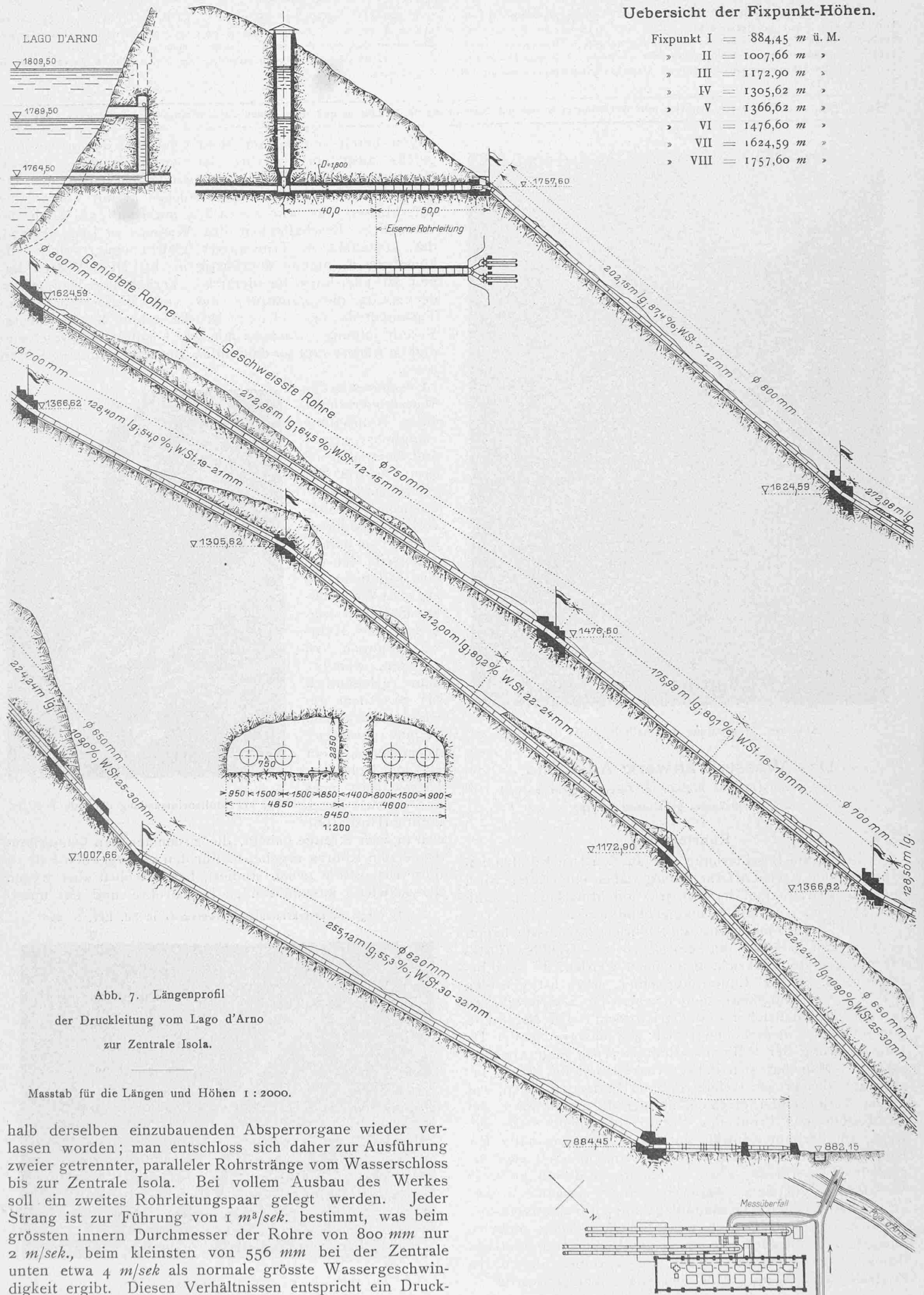


Abb. 7. Längenprofil
der Druckleitung vom Lago d'Arno
zur Centrale Isola.

Masstab für die Längen und Höhen 1:2000.

halb derselben einzubauenden Absperrorgane wieder verlassen worden; man entschloss sich daher zur Ausführung zweier getrennter, paralleler Rohrstränge vom Wasserschloss bis zur Centrale Isola. Bei vollem Ausbau des Werkes soll ein zweites Rohrleitungspaar gelegt werden. Jeder Strang ist zur Führung von $1 \text{ m}^3/\text{sek.}$ bestimmt, was beim grössten innern Durchmesser der Rohre von 800 mm nur $2 \text{ m}/\text{sek.}$, beim kleinsten von 556 mm bei der Centrale unten etwa $4 \text{ m}/\text{sek.}$ als normale grösste Wassergeschwindigkeit ergibt. Diesen Verhältnissen entspricht ein Druck-



Das Wasserkraftwerk Adamello.

Druckleitung und Maschinenhaus der obern Stufe mit Zentrale in Isola.

Abb. 8. Gesamtbild mit Blick gegen Süden.

Aufnahme von A. Ferrario, Mailand.

Aetzung von C. Angerer & Göschl, Wien.

Das Wasserkraftwerk Adamello.

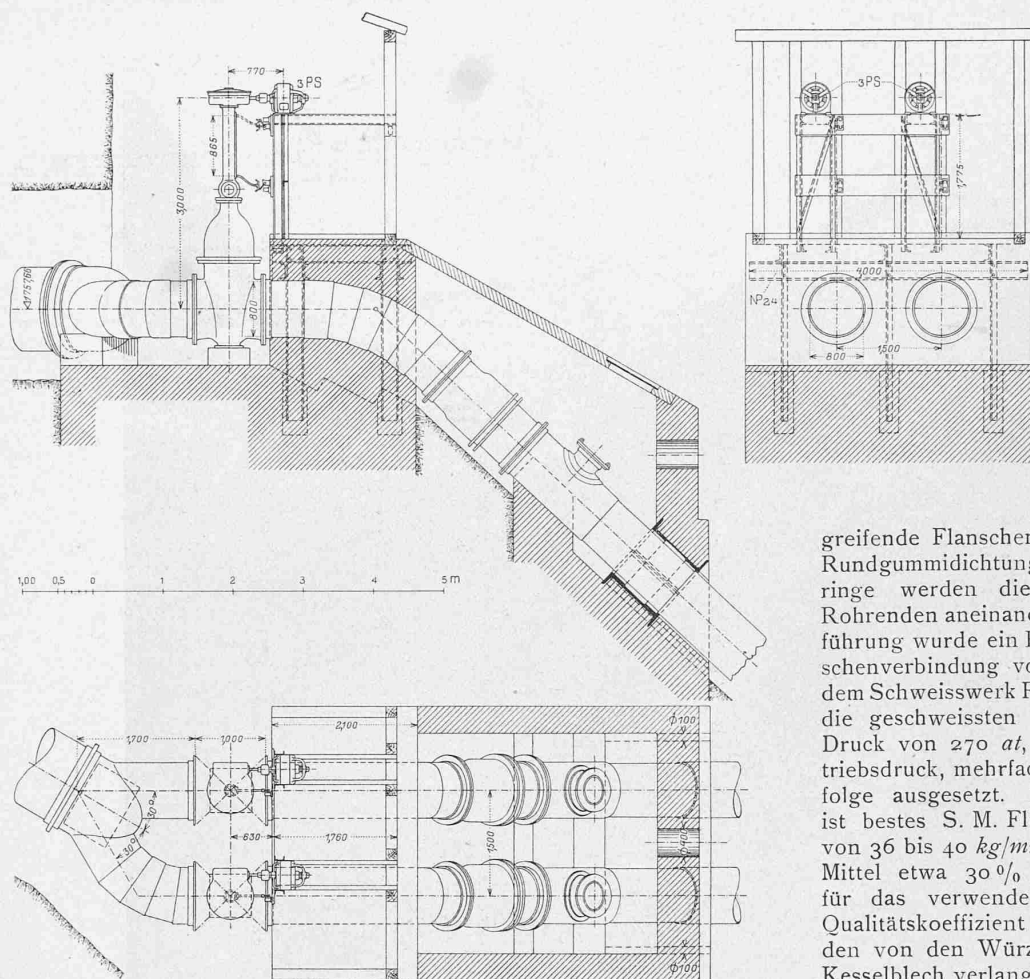


Abb. 9. Rohrgabelung, Schieberhaus und Expansion am obern Leitungsende. — 1 : 100.

verlust von rund 24 m oder etwa 2,6%. Die Rohrwandstärke der untersten Rohre, die unter einen statischen Druck von 930 m zu stehen kommen, erreicht 32 mm, was für das Herstellungsverfahren mit Wassergasschweisung noch gerade mit Sicherheit zulässig war.

Aus der Zeichnung Abb. 7 und der Abb. 8 ist das Profil der gesamten Druckleitung von der Fassung bis zur Zentrale mit den nötigen Massangaben ersichtlich. Durch acht Verankerungen ist die Leitung in sieben geneigte Teilstücke unterteilt; dazu kommen noch die seitlich der Zentrale angeordneten horizontalen Verteilleitungen. Das Tracé der Rohrleitung, das in einer Vertikalebene liegt, weist verschiedene Stollenstrecken auf, deren Profil für vollen Ausbau in Abb. 7 enthalten ist. Zur Einbringung der Rohre von der Seilbahn in den Stollen für die 3. und 4. Leitung sind in der Zwischenwand in Abständen von je 20 m etwas über 6 m lange Querschläge gemacht worden. Bei der Bestimmung des Tracés war der Umstand massgebend, dass die ganze Leitung nach erfolgter Inbetriebsetzung etwa 2 m hoch mit Material eingedeckt werden soll. Es wird dies notwendig zur Verhinderung eines Einfrierens der Leitungen, da ja, wie bereits erwähnt, die Anlage in der Regel nur während acht Stunden des Tages im Betrieb steht und ein Fliessenlassen des Wassers während der sechzehnstündigen oder noch längeren Zwischenpausen wegen des Charakters des Werkes natürlich ausgeschlossen ist. Die Rohrleitung besteht in ihrem obersten Teil d. h. bis zu einem maximalen ruhenden Druck von rund 220 m aus genieteten Rohren von 800 mm Weite und Blechstärken von 7 bis 14 mm; sie wurden in 6 m langen Schüssen im Werk erstellt, montiert und auf der Baustelle durch Quernietnähte zusammengefügt. Von hier abwärts

verwendete man mittels Wassergas überlappt geschweisste Rohre in gleicher Länge; ihre Durchmesser sowie die Wandstärken sind dem Längenprofil (Abb. 7) zu entnehmen. Ihre Verbindung geschah bis auf die Druckhöhe von 570 m herab durch ineinanderstecken der muffenartig ausgebildeten Enden und Verriegelung mit doppelter Quernast, während für den Rest eine Flanschenverbindung zur Anwendung kam. Die Rohre tragen angeschweisste, nut- und federartig ineinander-

greifende Flanschen mit keilförmiger Nut für Rundgummidichtung. Durch lose Flanschenringe werden die Dichtungsflanschen der Rohrenden aneinander gepresst. Vor der Ausführung wurde ein Rohrstück mit dieser Flanschenverbindung von Escher Wyss & Cie. in dem Schweisswerk Reisholz bei Düsseldorf, das die geschweissten Rohre herstellte, einem Druck von 270 at, also dem dreifachen Betriebsdruck, mehrfach und mit tadellosem Erfolge ausgesetzt. Das verwendete Material ist bestes S. M. Flusseisen, sog. Feuerblech von 36 bis 40 kg/mm² Bruchfestigkeit und im Mittel etwa 30% Drehung. Es ergab sich für das verwendete Blech der sehr hohe Qualitätskoeffizient von 65 bis 70, gegenüber den von den Würzburger Normen für dieses Kesselblech verlangten Koeffizienten von 62. Sämtliche Rohre wurden in der Fabrik probe-

weise während jeweils 1 Stunde dem andert-halb-fachen Betriebsdruck ausgesetzt, während welcher Zeit die Schweissnähte gehörig abgehämmert wurden; hiebei schweisende Rohre kamen in Ausschuss.

Wegen der äusserst schwierigen Transportverhältnisse musste die Baulänge der Rohre auf nur 6 m angesetzt werden. Abbildung 9 zeigt die Gabelung des ersten Rohrleitungspaares am Stollende, in Verbindung mit einem Schieberhause; die Schieber werden vom Werk aus elektrisch gesteuert, ihre Motoren in den Endstellungen selbsttätig abgestellt. Die Abbildungen 10 bis 13 zeigen Einzelheiten vom Bau der Druckleitung. Unterhalb eines jeden Verankerungspunktes sind in üblicher Weise Expansionsstücke mit Stopfbüchsendichtung in die Leitungen eingebaut.



Abb. 13. Fundamente im Fixpunkt I bei der Zentrale.

Verteilleitungen.

Mit besonderer Sorgfalt musste die Verteilleitung längs des Maschinenhauses entworfen und ausgeführt werden. Beide Leitungen sind bis in die Mitte der Maschinenhauslängsseite parallel geführt, wo sie durch einen Halbkreiskrümmer am Ende verbunden sind, sodass den untern Turbinen das Wasser aus der zweiten Leitung von unten her zufließt. Wie dem Grundriss und Schnitt der Zentrale Isola (Abb. 14 und 15) zu entnehmen ist, sind die nötigen Absperrvorrichtungen eingebaut, die es ermöglichen, jederzeit die eine Leitung abzuschliessen und die Turbinen aus der andern zu speisen; diese Schieber sind für hydraulische Betätigung eingerichtet. Eine bemerkenswerte Inanspruchnahme auf Zug haben die Flanschschrauben der horizontalen Rohrstrecke, also unterhalb des Fixpunktes 1 zu erleiden, denn der hydrostatische Druck erreicht hier bezogen auf die Querschnittsfläche der beiden Rohrstränge je rund 280 t. Eine teilweise Entlastung konnte diesen

Das Wasserkraftwerk Adamello.

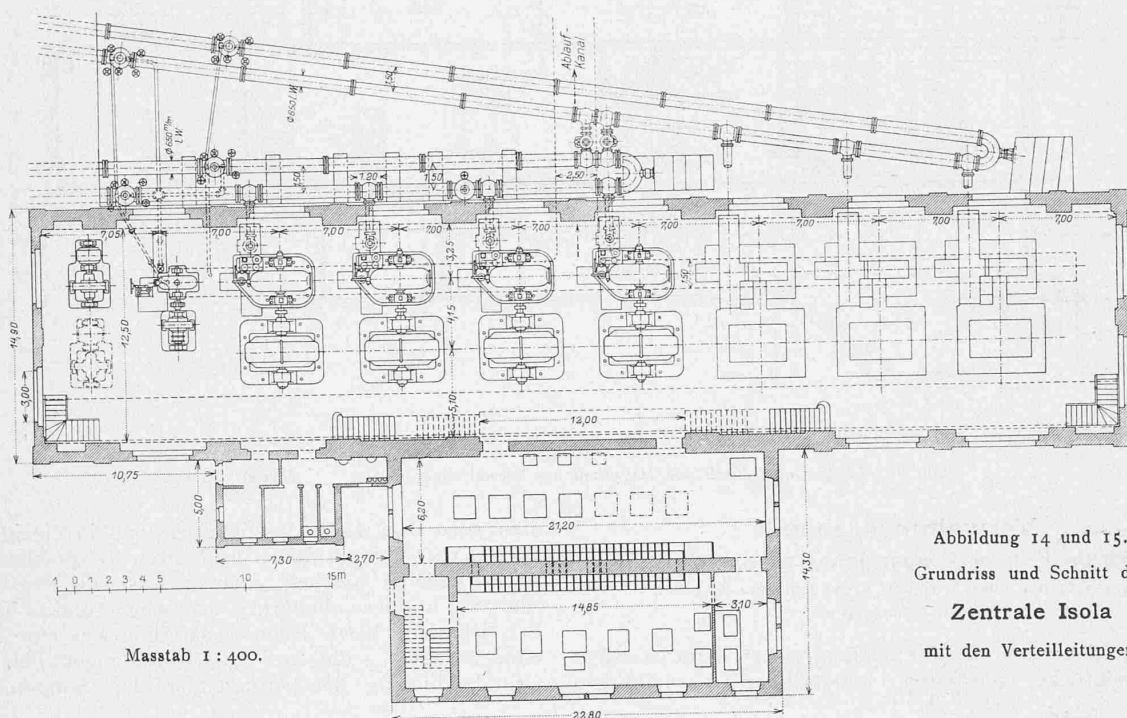
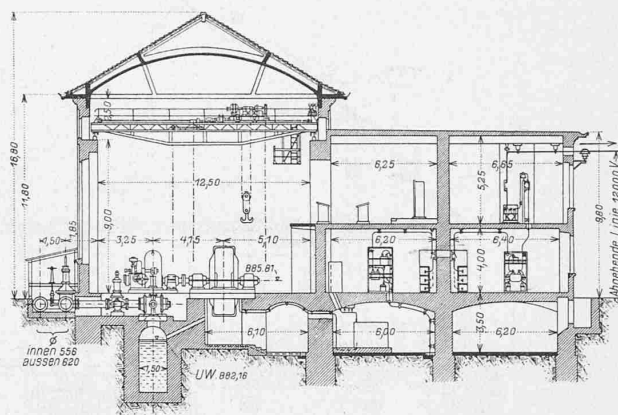


Abbildung 14 und 15.
Grundriss und Schnitt der
Zentrale Isola
mit den Verteilleitungen.

Rohrverbindungen gegeben werden, ohne deren Längsbewegung zu verhindern, durch eine kolbenartige Abstützung des Halbkreiskrümmers gegen einen letzten Mauerklotz am Leitungsende. Abb. 16 zeigt die Anordnung im Schnitt; der Zylinderraum hinter dem Tauchkolben steht mit der Druckleitung in Verbindung, sodass auf den Kolben der Gegendruck von 930 *m* Wassersäule der Zugbeanspruchung der Rohrverbindungen entgegenwirkt. Die Entlastung beträgt rund 60 *t*. Der Endkrümmer wie die kegelförmigen Abzweigungsstücke zu den Turbinen sind aus zähem Stahl-

guss hergestellt. In analoger Weise werden der 3. und 4. Rohrstrang ausgebildet und mit dem 2. und 1. verbunden, wie es Abb. 14 erkennen lässt. Nach vollendeter Montage wurden die Rohrstränge gefüllt und mittelst Pumpen auf den anderthalbfachen Druck gebracht. Sie erwiesen sich hierbei als vollkommen solid und dicht.

Maschinenhaus.

Das Maschinenhaus der Zentrale Isola (siehe Abbildungen 14 und 15) ist gebaut zur Aufnahme von sieben Generatorgruppen von 6500 PS-Leistung; bei einer Breite von 12,50 m im Innern hat es eine Länge von 63 m. Da der in Drehstromgeneratoren von Brown, Boveri & Cie., Baden, erzeugte Strom in der Maschinenspannung von 12000 V nach der untern Zentrale bei Cedegolo übertragen wird, wo erst die Transformierung für die Fernleitung nach Mailand stattfindet, ist die Schaltanlage in Isola verhältnismässig einfach. Ausser den Generatorgruppen ist eine Erregergruppe von 500 PS, sowie eine Erreger-Umformergruppe gleicher Stärke als Reserve aufgestellt worden. Das Hauptinteresse beanspruchen hier die Turbinen. (Fortsetzung folgt.)

(Fortsetzung folgt.)

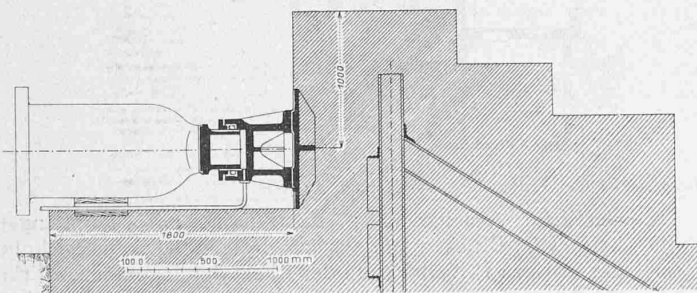


Abb. 16. Längsbewegliche Abstützung der Rohr-Endekrümmen. — 1 : 50.