

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 47/48 (1906)
Heft: 3

Artikel: Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg
Autor: Kilchmann, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-26127>

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: 14.01.2026

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

INHALT: Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg. (Forts.) — Wettbewerb für Wohn- und Geschäftshäuser in Freiburg i. Ue. II. (Schluss.) — Die Lage der schweizer. Maschinen-Industrie im Jahre 1905. — Internationaler Wettbewerb für den Friedenspalast im Haag. — Miscellanea: Denkmalspflege in Dresden. Kunsthäuser und Volkshaus in Zürich. Zukunft der Niagarafälle. Elektrischer Betrieb auf der Wiesentalbahn in Baden. Neues

Badehaus in Karlsbad. Finnlandsches Nationalmuseum in Helsingfors. Erfindungsschutz. — Konkurrenzen: Krankenhaus der jüdischen Gemeinde in Berlin. Saalbau und Ausgestaltung der Place de la Riponne in Lausanne. — Literatur: Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften. Eingegangene literarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauerer Quellenangabe gestattet.

Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg.

Von Ingenieur C. Kilchmann in Luzern.

(Fortsetzung.)

Der Zulaufstollen durchzieht vom Einlauf an die rechte Tallehne unterhalb Schluchen, Gherst, Kneubos, bis hinaus nach dem Wasserschloss im sog. „Loch“. Der Stollen hat eine Länge von 2558,60 m; das Sohlengefälle ist durchgehend mit 1,2 % angenommen und der lichte Stollen-Querschnitt misst 4,15 m² (Abb. 14). Das Totalgefälle beträgt vom Einlauf bis zum Wasserschloss 3,06 m; die Sohle liegt somit am untern Ende auf Kote 986,24 oder 8,06 m unter dem höchsten Reservoir-

Wasserstand. Die Stollenachse steht im Minimum 100 m von der Nulllinie ab; natürlich sind hier die Partien beim Einlauf und Wasserschloss ausgenommen. Die ganze Stollenlänge ist durch das Einlegen von drei Seitenstollen, im Schluchen, im Gherst und im Kneubos in vier Sektionen von 458,84, 781,80, 650,50 und 667,46 m Länge zerlegt worden. Diese Seitenstollen selbst hatten Längen von 100 bis 150 m; sie wurden zum grössten Teil in Regie ausgeführt und sollten als Aufschlüsse über die Beschaffenheit des Gebirges dienen. Zum gleichen Zwecke wurden auch im Hauptstollen beim Einlauf 181,00 m und beim Wasserschloss 62,00 m lange Versuchsstollen erstellt. Die

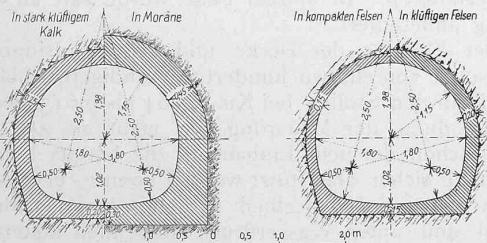


Abb. 14. Normalprofile des Zulaufstollens. — Masstab 1:100.

Seitenstollen erhielten innerhalb Kappe und Stempel einen freien Querschnitt von 4,00 m² und eine Steigung von 5 % gegen den Hauptstollen. Nach Vollendung des Baues wurden zwei derselben wieder mit Steinen ausgepackt; derjenige im Kneubos hingegen wurde ausgemauert. Er ist begehbar und mit dem Hauptstollen durch eine Leerlaufleitung mit Schieber von 50 cm Durchmesser und ein Mannloch verbunden (Abb. 15 und Abb. 16, S. 26).

Das Normalprofil des Zulaufstollens (Abb. 14) ist fast kreisförmig von 2,30 m horizontaler und 2,17 m vertikaler Achsenlänge; es ist das Querschnittsprofil annähernd dem

Seilpolygon angepasst, das sich aus dem innern Wasserdrucke ergibt. Die Stärke der Mauerung schwankt von 15 cm bis 45 cm, je nach der Beschaffenheit des Gebirges. In der Ausführung kam das leichteste Profil gar nicht zur Anwendung, während das schwerste Profil mit 45 cm Stärke fast auf die Hälfte der Stollenlänge ausgeführt wurde.

Am 23. März 1903 begann die Unternehmung Minder,

Galli & Cie. die Arbeit auf ihre Rechnung, nachdem auf diesen Zeitpunkt hinsichtlich der in Regie geleisteten Arbeiten folgendes Resultat festgesetzt worden war: Der Zulaufstollen war beim Einlauf auf 181,00 m, beim Auslauf auf 62,00 m vorgetrieben. Die Seitenstollen hatten bei Nr. I (Schluchen) (131,00 m), Nr. II (Gherst) (147,07 m), Nr. III (Kneubos) (98,00 m) Längen von 102,40 m, bzw. 146,40 m und 62,00 m erreicht.

Vorerst wurden nun die Seitenstollen verlängert, bis man annehmen konnte, sich in gleichmässig

widerstandsfähigem Gebirge zu befinden. Die den obigen Angaben in Klammern beigefügten Zahlen geben die definitiven Längen der Seitenstollen. Durch diese war es möglich, nun den Stollenbetrieb von acht Angriffspunkten aus zu beginnen.

Der ganze Stollen liegt im Jurakalk (Liasformation). In der ersten Sektion und in der untern Hälfte der zweiten war der Felsen in sich selbst zu grossen Blöcken zertrümmert, deren Zwischenräume mit Lehmeinschwemmungen ausgefüllt waren. In den übrigen Partien war das Gebirge zum Teil ebenfalls nach mehr oder weniger engmaschigen

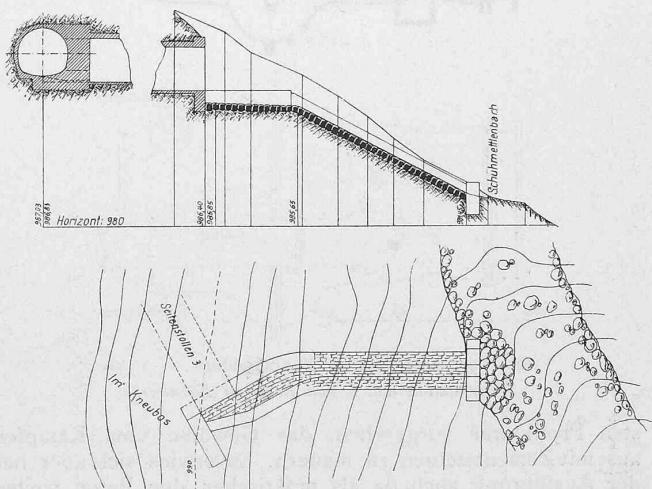


Abb. 15. Leerlauf aus dem Zulaufstollen, im Kneubos. — 1:300.

Trennungsflächen gelockert, zum Teil zeigte es mergligen Charakter und führte hier nicht selten Wasser. Die Gebirgsverhältnisse waren für die Ausbrucharbeiten verhältnismässig günstig und es wurden denn auch bei zweischichtigem Handbetrieb in 24 Stunden Fortschritte von über 2,50 m erzielt. Der mittlere Fortschritt betrug 1,25 m in 24 Stunden. Die lockere Beschaffenheit des Gebirges erforderte sozusagen auf der ganzen Länge einen Holzeinbau, teils zum Schutze gegen die Decke allein, teils auch gegen seitliche Loslösungen im mergligen, wasserführenden Felsen.

Die mechanischen Installationen waren einfach und zweckentsprechend. Bei zwei Seitenstollen und beim Wasserschloss war für die Ventilation je ein Benzinmotor von 5 P. S. mit einem Roots- oder Jaeger-Gebläse aufgestellt. Beim Seitenstollen im Kneubos war für den Antrieb des Ventilators eine Hochdruckturbine am Schuhmettlenbach installiert. Die Luftleitungen nach vor Ort wurden aus dreizölligen Gasröhren hergestellt. Am 15. November 1903 wurde als erste die Sektion I bei Km. 0,200 und am 15. Februar 1904 bei Km. 2,203 als letzte die Sektion IV durchgeschlagen.

Die Mauerung wurde im allgemeinen in Portlandzement-Beton (1:3:5 in Volumteilen) ausgeführt. Nur beim stärk-

Scheitel, d. h. auf etwa 1,00 m Breite zu beschränken. Das ganze Stollenprofil wurde mit einem 4 cm starken glatt abgeriebenen Zementverputz versehen.

Für die Verschalung dienten Lehrbögen aus T-Eisen (Nr. 6:6 und 8:8), die nach dem Stollenprofil gebogen und auf Kämpferhöhe in Scharnieren zusammenlegbar waren. Je

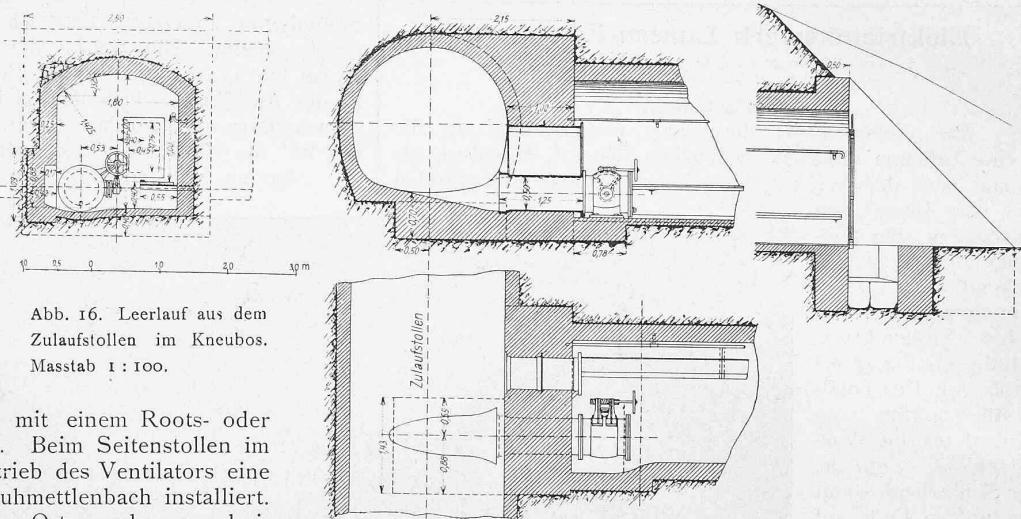


Abb. 16. Leerlauf aus dem Zulaufstollen im Kneubos.
Masstab 1 : 100.

nach der Stärke des Profils wurden dieselben mehr oder weniger eng zusammengestellt. Die mittlere Distanz betrug ungefähr 1,70 m. Sand und Kies konnten aus dem Aushub des Sammelweihers, sowie in einer Materialgrube oberhalb des Seitenstollens im Kneubos zur Genüge und in guter Qualität gewonnen werden. Auch aus dem Ausbruchmaterial beim Seitenstollen II war ein gutes Betonmaterial erhältlich. Das Betonieren ging im allgemeinen gut vorwärts. Zuerst wurden die Widerlager aufbetoniert, dann das Gewölbe und zuletzt die Sohle erstellt. Viel Aufmerksamkeit und Sorgfalt musste dabei aufgewendet werden, um die Trennungsflächen der einzelnen Betonschichten hauptsächlich in den Widerlagern von dem herabfallenden Material rein zu halten.

Laut Vorschrift sollte mit Rücksicht darauf, dass der Stollen unter Druck kommen sollte, überall an das Gebirge satt anbetoniert werden. Dies konnte in der Sohle und an den Widerlagern auch ohne Schwierigkeit geschehen. Im Scheitel war es aber an vielen Stellen nicht möglich, weil die weit hinauf reichenden Lockerungen und die starke vertikale Belastung das Entfernen der Verschalung hier nicht gestatteten. In diesem Falle wurde satt an die Verschalung anbetoniert.

Der Einsturz der Decke und das Eindringen einer Quelle sowie von einigen hundert m^3 sandigen, schlammigen Materials in den Stollen bei Km. 0,604 bis 0,615 verzögerte die Vollendung der Mauerung um mehr als 2½ Monate. Denn obschon der neue Einbau auf die bereits betonierten Widerlager sicher abgestützt werden konnte, erwies es sich als sehr schwierig, denselben in dem überlagernden, aufgelösten und unter Wasserdruck stehenden Material vorzutreiben. Das Gewölbe wurde hier den Verhältnissen entsprechend verstärkt und armiert. Ueber demselben wurde zudem eine Sicherung angelegt und deren Wasser unter der Sohle fortgeleitet.

Im Februar 1905 war der Stollen vollendet, und es konnten noch der Verputz gründlich revidiert und die einzelnen schadhaften Stellen ausgebessert werden.

Der Uebergang vom Zulaufstollen in die Druckleitung findet im *Wasserschloss* (Abb. 17 u. 18) statt. Dieses hat sowohl den Zweck, Stösse, die infolge von plötzlichem Abstellen der Druckleitung (bei Kurzschluss oder beabsichtigter Unterbrechung) durch die im Stollen in Bewegung befindliche Wassermenge erzeugt werden, auszugleichen, als auch Raum zu bieten für die zweckmässige Anordnung der Einläufe

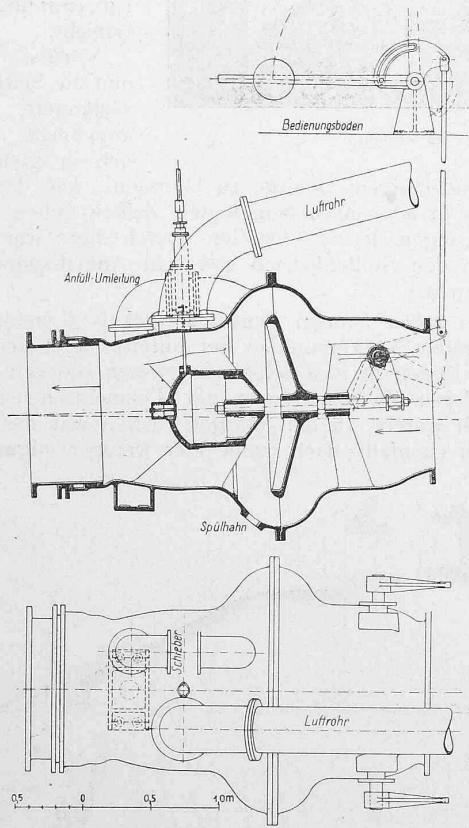


Abb. 19. Automatischer Rohrabschluss. — 1:50.
Konstruktion der L. von Rollsen'schen Eisenwerke.

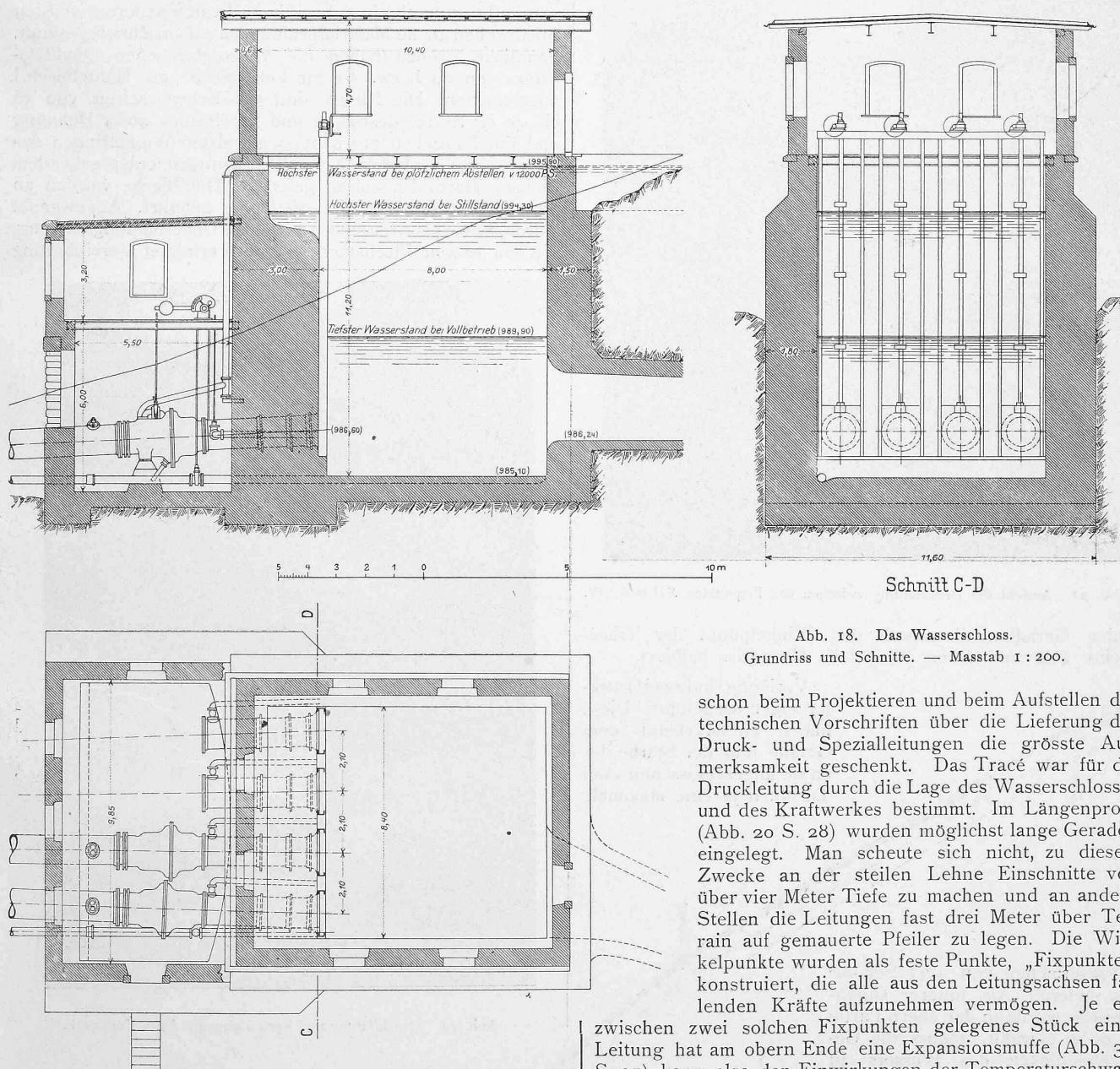
sten Profil war vorgesehen, das Gewölbe vom Kämpfer aus mit Zementsteinen zu mauern. Es erwies sich aber bei der Ausführung auch da als praktischer, den Beton weiter hinauf zu führen und die Mauerung auf das Schlusstück im

in die Druckleitungen und für das Anbringen der nötigen Abschluss- und Sicherheitsapparate für letztere. Das Wasserschloss besteht aus einem betonierten, überbauten und überdachten Bassin von $8,00 \times 8,40$ m Querschnitt und 11,20 m Tiefe und einem kleinen Vorbau. Die Sohle des Bassins liegt auf Kote 985,10, also 1,14 m tiefer als die Stollensohle beim Auslauf; der obere Rand reicht auf die Kote 996,30 oder 2,0 m über den höchsten Wasserstand im Sammelweiher. In der einen Wand befindet sich der Stollenauslauf, in der entgegengesetzten die Einläufe von

(Abb. 19), Patent der *L. von Rollschén Eisenwerke*, sind Tellerventile mit hydraulischer Bremse zum Abbremsen des Stosses beim Schliessen und einem Stellwerk mit übersetztem, verschiebbarem Gegengewicht. Sie lassen sich derart auf eine bestimmte Wassergeschwindigkeit einstellen, dass sie sich beim Ueberschreiten derselben selbsttätig schliessen, was bei einem allfälligen Rohrbruch von grosser Wichtigkeit ist.

Ein wichtiges Glied der Anlage bildet die *Druckleitung* (Abb. 20 bis 35); es wurde derselben denn auch

Das Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg.



Schnitt C-D

Abb. 18. Das Wasserschloss.

Grundriss und Schnitt. — Maßstab 1:200.

schon beim Projektieren und beim Aufstellen der technischen Vorschriften über die Lieferung der Druck- und Spezialeitungen die grösste Aufmerksamkeit geschenkt. Das Tracé war für die Druckleitung durch die Lage des Wasserschlosses und des Kraftwerkes bestimmt. Im Längenprofil (Abb. 20 S. 28) wurden möglichst lange Geraden eingelegt. Man scheute sich nicht, zu diesem Zwecke an der steilen Lehne Einschnitte von über vier Meter Tiefe zu machen und an andern Stellen die Leitungen fast drei Meter über Terrain auf gemauerte Pfeiler zu legen. Die Windelpunkte wurden als feste Punkte, „Fixpunkte“, konstruiert, die alle aus den Leitungsachsen fallenden Kräfte aufzunehmen vermögen. Je ein zwischen zwei solchen Fixpunkten gelegenes Stück einer Leitung hat am oberen Ende eine Expansionsmuffe (Abb. 31, S. 31), kann also den Einwirkungen der Temperaturschwankungen folgen und bildet somit für sich einen statisch vollständig bestimmten Konstruktionsteil. Das ganze Längenprofil erhielt 5 solcher Fixpunkte, die in der Richtung Kraftwerk-Wasserschloss mit S I, S II, S III, S IV, S V, bezeichnet wurden. Die Baulänge (L) und Steigung (S) in der Tracéachse, d. h. der Mittelachse der vier projektierten Leitungen, sind folgende:

	L .	S .
S I—S II	54,447 m	28,658 %
S II—S III	124,537 m	61,968 %
S III—S IV	159,907 m	82,005 %
S IV—S V	239,702 m	60,390 %

vier Druckleitungen mit den Rohreinlaufschützen. Letztere haben eine Fläche von $1,60 \times 1,60$ m, sind mit Bronze-gleitflächen und Schneckengetrieben mit Aufzugsspindeln versehen, was einen ziemlich dichten Abschluss ermöglicht. Vorläufig sind nur zwei Druckleitungen (I und II) angeschlossen, während die Einlaufrohre der Druckleitungen III und IV auf der äussern Seite noch mit Blindflanschen versehen sind. Dem entsprechend befinden sich im Vorbau je zwei automatische Rohrabschlüsse, Luftröhren und Umleitungen, sowie eine Entleerungs- und Spülvorrichtung für das Wasserschloss mit den nötigen Schiebern und sonstigen Hülfsapparaten. Die automatischen Rohrabschlüsse

Die Winkelpunkte der Rohrachsen der vier parallel laufenden, in einem Abstand von 1,60 m von einander projektierten Leitungen liegen jeweilen auf einer horizontale Ebene.

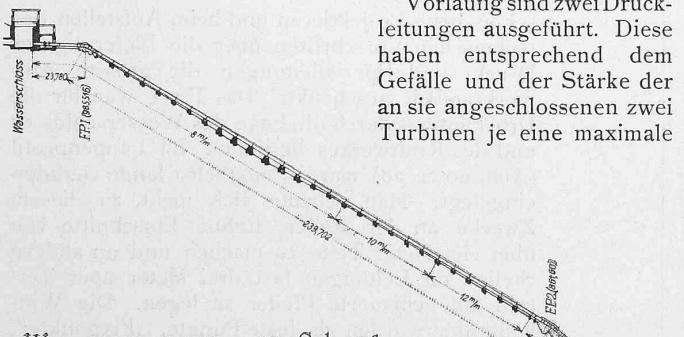
Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg.



Abb. 21. Ansicht der Druckleitung zwischen den Fixpunkten SII und SIV.

talen Geraden, die durch den Winkelpunkt der Tracé-achse geht und deren Winkel im Grundriss halbiert.

Vorläufig sind zwei Druckleitungen ausgeführt. Diese haben entsprechend dem Gefälle und der Stärke der an sie angeschlossenen zwei Turbinen je eine maximale



Wassermenge von 1,33 Sek.-m³ zu liefern. Als innerer Durchmesser wurde in der obere Partie 1,00 m gewählt, sodass die Geschwindigkeit des Wassers in der Druckleitung im Maximum 1,75 m beträgt. Von der Kantonsstrasse nach Engelberg (S_{III}) an abwärts wurde der Durchmesser auf 90 cm reduziert, was einer maximalen Geschwindigkeit von 2,15 m entspricht. Es geschah dies deshalb, um mit der Wandstärke bei gewählten Blechröhren unter 25 mm bleiben zu können, weil über dieser Grenze die zulässige Beanspruchung des Materials abnimmt.

Für die Berechnung der Wandstärken und Nietung wurde die Leitung in XI Druckzonen eingeteilt, welche Röhren von gleicher Stärke erhielten. Die Abmessungen sind so berechnet, dass beim höchsten Wasserstand im

Wasserschloss und bei ruhender Wassersäule die Zugsbeanspruchungen der schwächsten Stellen nicht mehr als $\frac{1}{5}$ der Zugfestigkeit des Materials betragen. Für die Rohre von S I bis S III, die unter einem Drucke von 31,5 bis 24,9 Atmosphären stehen, wurde Feuerblech, F₁, mit einer Zerreißfestigkeit von 34 bis 40 kg pro mm² und einer Dehnung von 25% verwendet, von S_{III} bis zum Wasserschloss wurden die Rohre aus Mantelblech I, F_{II}, mit einer Zerreißfestigkeit von 36 bis 42 kg pro mm² und einer Dehnung von 22% hergestellt. Das Blech (Siemens-Martin-Flusseisenblech) lieferten die Dillinger Hüttenwerke. Die Uebernahmsproben im Werk besorgte der Dampfkesselüberwachungsverein Trier durch einen beeidigten Beamten; ferner wurden Stichproben an die Materialprüfungsanstalt in Zürich gesandt. Sämtliche Proben haben die vorgeschriebenen Qualitätsziffern von 62 bzw. 61 für Feuerblech und Mantelblech I überschritten. Die Nieten sind aus Schweißeisen von 38 bis 40 kg Zerreißfestigkeit und mindestens 20% Dehnung und die Flanschen aus nahtlos gewalzten Winkelringen aus bestem, den deutschen Normalbedingungen entsprechendem Siemens-Martin-Flusseisen gefertigt. Die Bleche wurden an den Kanten gehobelt, die Nietlöcher gebohrt. Angewendet wurde zwei- bis dreireihige versetzte Ueberlappungsnietung, die von 16 mm Blechstärke an, nach erfolgter Vereinbarung

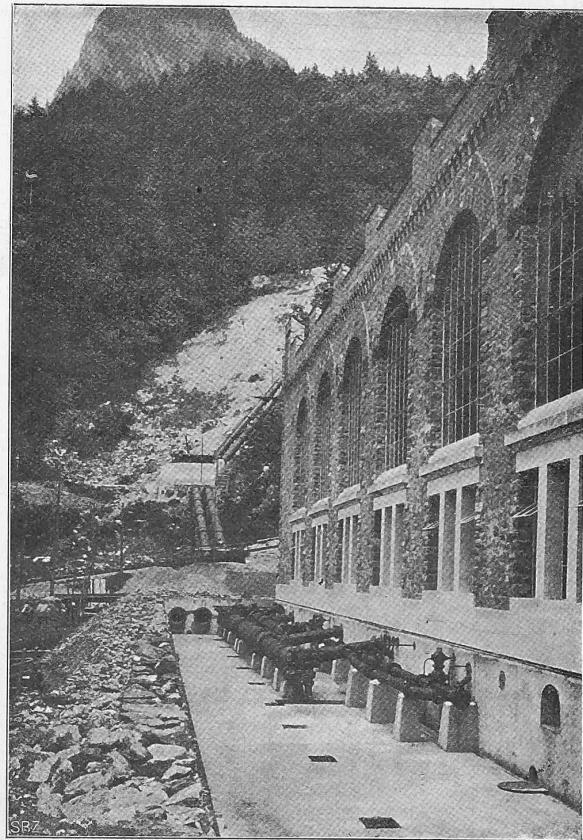


Abb. 22. Druckleitung und Verteilleitungen beim Kraftwerk.

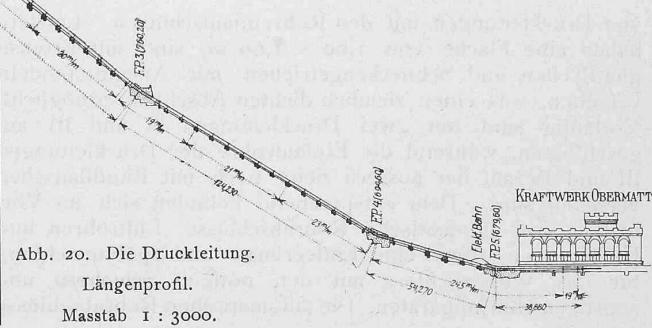


Abb. 20. Die Druckleitung.

Längenprofil.

Masstab 1 : 3000.

zwischen Theodor Bell & Cie. in Kriens und Gebrüder Sulzer in Winterthur, nach einem letzterer Firma patentierten System ausgeführt worden ist (Abb. 30, S. 31). Genietet

Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg.



Abb. 23. Die Druckleitung bei S III und die Engelberger Strasse.

wurde mit der Maschine. Die Dichtungsflächen der Flanschen wurden auf der Drehbank genau parallel abgedreht und die Sitzflächen von Kopf und Mutter der Flanschenschrauben den Flanschenebenen parallel gefräst.

Die normale Rohrlänge beträgt 8 m; das oberste Blechrohr einer Geraden wurde jeweilen als sogenanntes „Passrohr“ behandelt und nach der auf dem Terrain nachgemessenen Länge gebaut. Die Bogenstücke von S I, S II und S III sind aus Stahlguss, diejenigen von S IV und S V aus Blech hergestellt. Die ober- bzw. unterhalb von jedem Fixpunkt angeordneten Mannlochstücke und Expansionsrohre sind bis und mit S III ebenfalls aus Stahlguss und oberhalb S III aus Gusseisen ausgeführt. Die Expansionsrohre (Abb. 31) haben Bronzefutter; sie besitzen eine Bewegungsfreiheit von rund 20 cm. Zur Korrektion der Richtung wurden oberhalb und unterhalb von jedem Fixpunkt sogenannte Doppelkeilringe (Abb. 35, S. 31) angebracht.

Die Flanschendichtungen sind oberhalb S III nach patentiertem System Bell & Co. (Abb. 33, S. 31) und im untern Teil nach Patent Gebrüder Sulzer (Abb. 34, S. 31) ausgeführt. Die Sulzersche Dichtung besteht darin, dass zwischen die

innen abgephasten Flanschen des Rohres der Steg eines L-Eisenrings gepresst wird, auf welchen zu beiden Seiten Kautschukschnüre aufgezogen wurden, die sich bei der Montage in die abgephasten Flanschenecken schwach hineinpressen. Die Bellsche Dichtung ist ähnlich, jedoch wird hier Flansch auf Flansch gepresst und nur ein Kautschukring angewendet, der durch einen Flacheisenring in den ebenfalls abgephasten Flanschenecken gehalten wird. Beide Systeme genügten den hiefür aufgestellten Vorschriften, d. h. sie ermöglichen eine Rohrverbindung, bei der in keinem Fall die Dichtungseinlage von zur Achse parallel gerichteten Kräften in Anspruch genommen wird.

Die Dichtungen in den Fixpunkten sind gleich konstruiert, mit der einzigen Abänderung, dass bei der Sulzerschen Dichtung der Flansch des L-Rings weggeschraubt und bei der Bellschen der Flacheisenring gelöst und zusammengelegt werden kann. Es ermöglicht dies die Auswechselung des Kautschuks, ohne dass es nötig wird, die Flanschenverbindung zu lösen, bzw. die Rohre freizulegen.

Bei jedem Fixpunkt sind für die unterhalb liegenden Leitungsstrecken Aufzugsvorrichtungen angebracht, die es erlauben, einen Teil der Leitung nach Lösung einer Flanschenverbindung soweit in die Expansionsmuffe hineinzuziehen, dass die Dichtung ausgewechselt werden kann (Abb. 28 S. 30). Es sind das im Fixpunkt verankerte Zugstangen mit Ge-

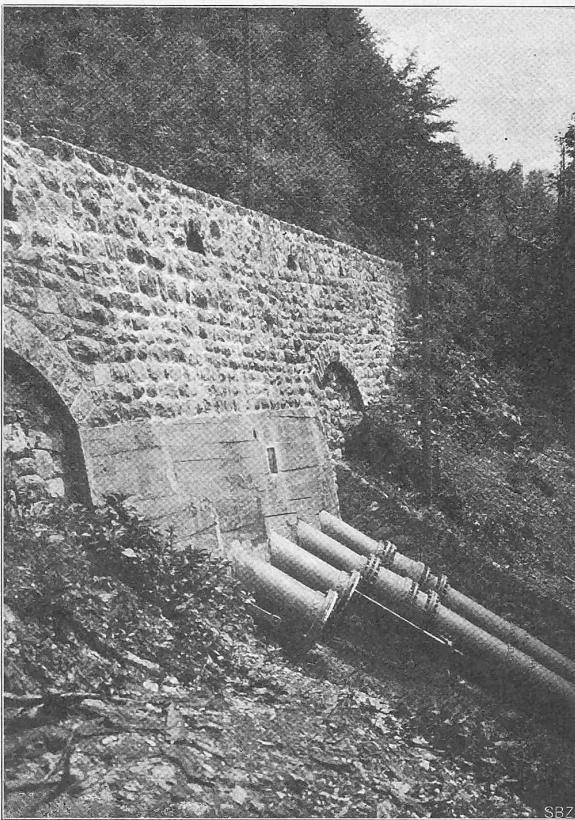


Abb. 24. Die Druckleitung bis S III unter der Engelberger Strasse.

winden, die sich unterhalb der Expansion links und rechts des Rohrstranges in Supports hineinlegen. Durch Anziehen von Schraubenmuttern kann damit die Leitung etwas nach aufwärts gezogen werden. Die Konstruktion hat sich bei den Proben gut bewährt und wird bei allfälliger Auswechselung der einzelnen Kautschukschnüre sehr gute Dienste leisten.

Das Terrain im Tracé der Druckleitung bot für die Fundation des Unterbaus keine besondern Schwierigkeiten. Von dem Kraftwerk bis S III konnte überall auf kompakten, groben, trockenen Bergschutt fundiert werden; oberhalb S III wurde Felsen erreicht. Jedes Rohr liegt an seinen beiden Enden auf je einem

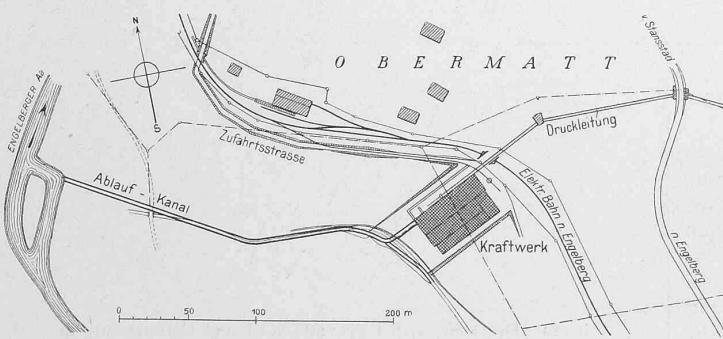


Abb. 25. Lageplan der Kraftwerk-Anlage in Obermatt. — 1:5000.

Gleitsattel aus gepresstem \square -Eisen (NP No. 22), der durch Mauerpfeilerchen gestützt wird (Abb. 29). Von den Fixpunkten stehen $S\text{ II}$, $S\text{ IV}$ und $S\text{ V}$ frei, $S\text{ I}$ ist vom Vorplatz des Kraftwerkes teilweise überdeckt und $S\text{ III}$

nach den zwei Erregerturbinen von je 175 P.S. Diese Leitungen sind unter einander derart verbunden, dass beide Turbinen von beiden oder von der einen oder andern Druckleitung gespiesen werden können.

Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg.

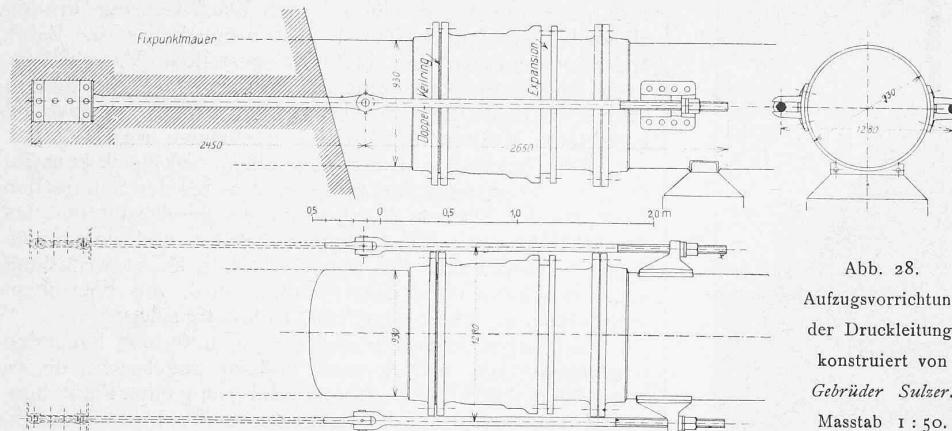


Abb. 28.
Aufzugsvorrichtung
der Druckleitung,
konstruiert von
Gebrüder Sulzer.
Masstab 1 : 50.

(Abb. 23, 24, 26 und 27) bildet zugleich die Ueberführung der Kantonsstrasse nach Engelberg. Die Massen der Fixpunkte wurden genau gerechnet aus der Seitenkraft des Wasserdruckes im Winkelknoten, der Gewichtskomponente des oberhalb liegenden Leitungsstückes bis zur nächsten Expansion und dem Gegendruck dieses Stückes bei der Temperaturoausdehnung. S I, S II und S III er-

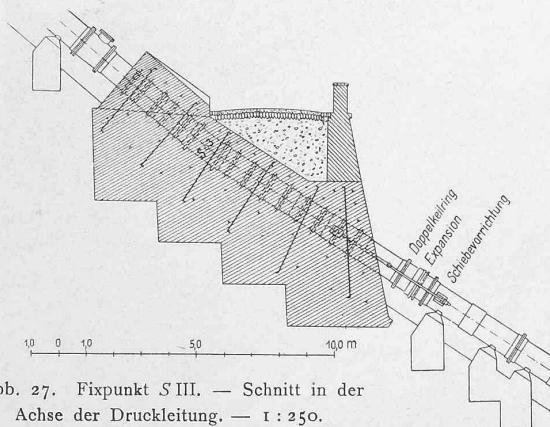


Abb. 27. Fixpunkt S III. — Schnitt in der Achse der Druckleitung. — 1 : 250.

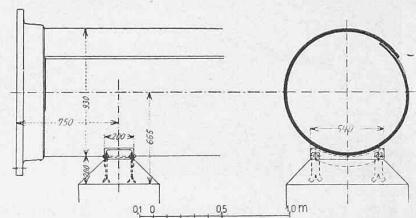
hielten rund 500 m^3 , S IV 250 m^3 und S V 100 m^3 Beton von der Mischung 1:4:7, der für sämtliche Fixpunkte überdies mit Eisen armiert wurde. Die Fixpunkte S I, S II und S III wurden sogleich für alle vier Druckleitungen berechnet und ausgeführt. Sämtliche Bogenstücke und Fixpunkttröhren sind einbetoniert. Es wurde dies gemacht, weil hier die nachträgliche Erstellung der Betonmassive für die Leitungen III und IV bedeutende Schwierigkeiten verursacht hätte, und ferner, weil das spätere Abgraben der neuen Fundamente auf der äussern Seite des Achswinkels (Richtung der Mittelkraft) unter Umständen die Stabilität der bestehenden Fixpunkte hätte stören können.

Unterhalb Fixpunkt S I, im Rohrkanal vor dem Kraftwerk liegen die *Verteilleitungen* (Abb. 22), als Fortsetzung der beiden Druckleitungen und von diesen mittelst Drosselklappen abschliessbar. Von jeder der zwei Verteilleitungen gehen Zweigleitungen weg für zwei Turbinen von je 2000 P. S. Ueberdies ist an die Druckleitung No. 1 noch die Turbine für die Reservekraft der Engelbergbahn mit 600 P. S. angeschlossen. Von der Abzweigung für die letzte Turbine jeder Druckleitung zweigt eine Leitung ab

anspricht. Die $\frac{1}{2}$ -Stücke für die Zweigleitungen zu den Turbinen, sowie die Endstücke jeder Verteilleitung sind ebenfalls aus Stahlguss und die Zwischenstücke aus Feuerblech F_1 . Nach den $\frac{1}{2}$ Stücken der ersten grossen Turbine ist jeweilen der Durch-

Die Drosselklappen (Abb. 32) haben einen Durchmesser von $900/1000\text{ mm}$ und sind mit je einem Leerlaufschieber und einer Mannlochchausrüstung versehen. Sie sind aus Stahlguss gefertigt. Wenn sie auch keinen dichten Abschluss erlauben, so schliessen sie immerhin so gut, dass das nach den vorgenommenen Messungen rund 35 Sek.-l betragende Schlabberwasser leicht durch den am Ende der Leitung angebrachten Leerlaufschieber abgelassen werden kann. Dicht schliessende hydraulisch entlastete Schieber wären teurer gewesen und hätten bedeutend mehr Raum beansprucht. Die 1-Stücke für

Abb. 29.
Auflagerung der
Druckleitung.
Masstab 1 : 50.



messer von 900 auf 700 mm verjüngt. Vom Schlusstück jeder Verteilleitung gehen zwei Leitungen von je 200 mm nach dem Ablaufkanal; die eine davon dient als Leerlauf,

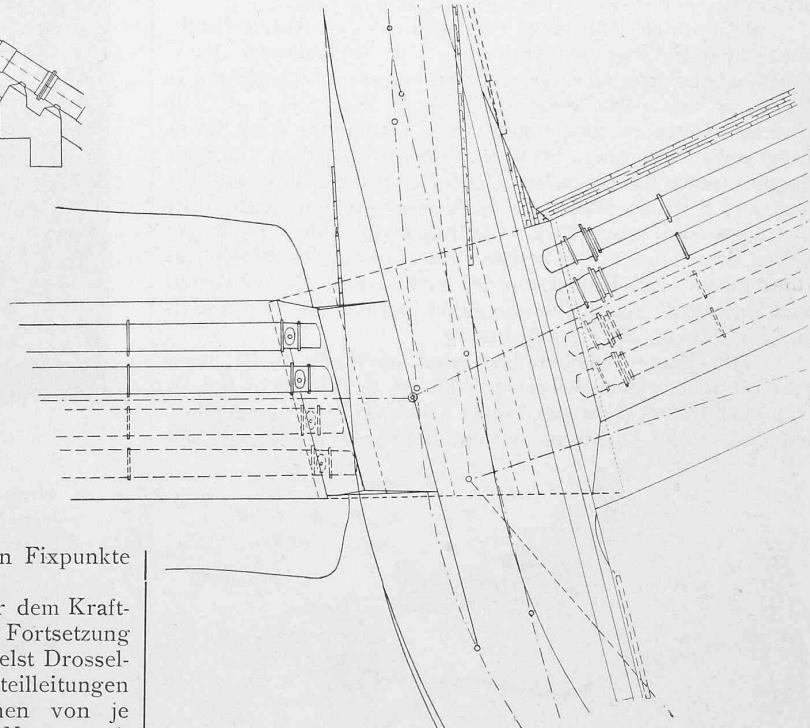


Abb. 26. Druckleitung bei Fixpunkt S III und Unterfahrung der
Strasse nach Engelberg. — Lageplan. — Maßstab 1 : 250.

in die andere ist eine *Brechplattenvorrichtung* eingebaut. Es ist das eine gehäuseartige Erweiterung aus Gusstahl mit abschraubbarem Handlochdeckel, die gegen den Ablaufkanal

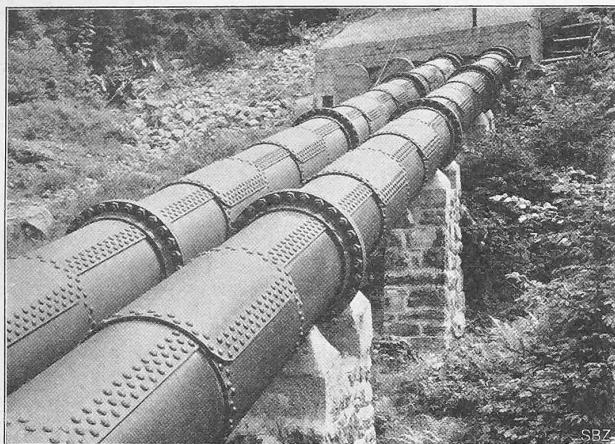


Abb. 30. Druckleitung zwischen den beiden untern Fixpunkten (SI—SII).

hin durch eine in ihrer Mitte auf etwa 12 cm Durchmesser auf ein bestimmtes Mass abgedrehte Gussplatte geschlossen ist. Die Dicke dieser Platte wurde durch Versuche so be-

stimmt, dass sie bei einem Drucke von etwa 42 Atm. berstet. Sie bildet also eine Sicherung der ganzen Wasserleitungsanlage gegen schädliche hydraulische Stösse. Das Erneuern einer geborstenen Platte kann in kurzer Zeit erfolgen, indem nach Abschluss des vorgeschalteten Schiebers die Schrauben des Handlochdeckels gelöst und die Platte ausgewechselt werden kann. Die Brechplatte ist mit Weichgummi-Ring versehen, daher selbstdichtend, so dass nach Abschluss des Handlochdeckels und Oeffnen des Schiebers die neue Brechplatte sofort in Funktion tritt. Die Zweigleitungen auf die Turbinen sind in entsprechend gekrümmter Form aus Schmiedeisen erstellt, um bei der Dehnung der Verteilleitungen, welch letztere nur am Anfang (in S I) verankert sind, die nötige Elastizität zu besitzen.

Die Leitungen zu den Erregerturbinen haben 250 mm

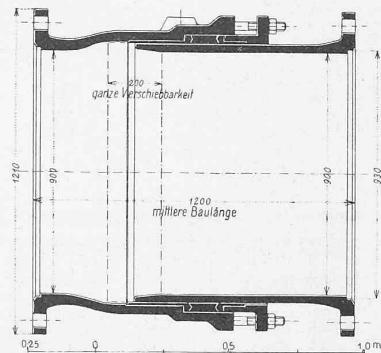


Abb. 31. Expansionsmuffe. Ausgeführt von Gebrüder Sulzer in Winterthur. — 1:25.

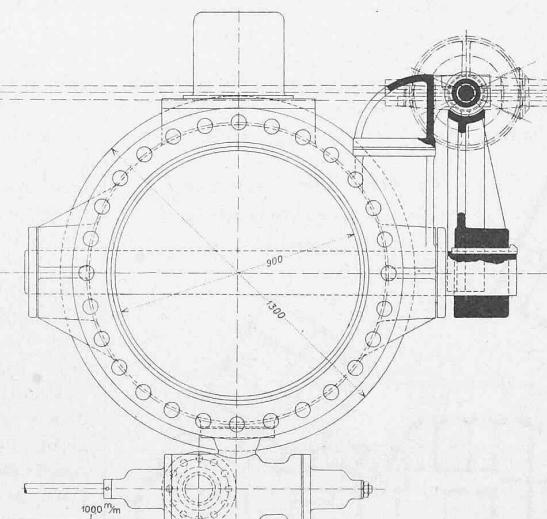
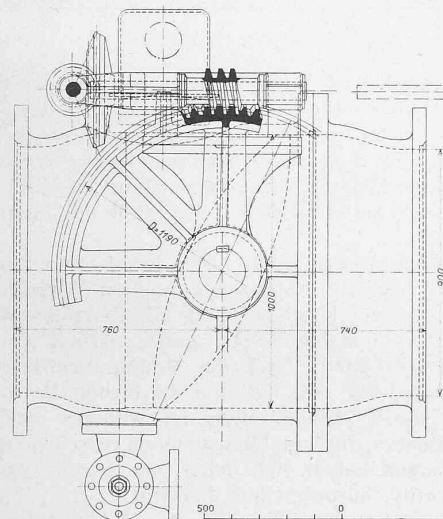


Abb. 32.
Drosselklappe.
Ausführung von
Gebrüder Sulzer
in Winterthur.
— 1:25.

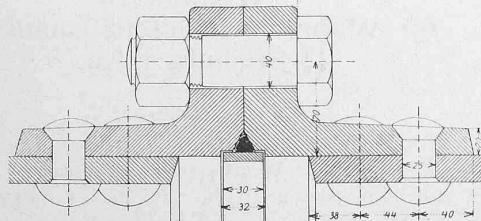


Abb. 33. Flanschendichtung, System Th. Bell & Cie. — 1:5.

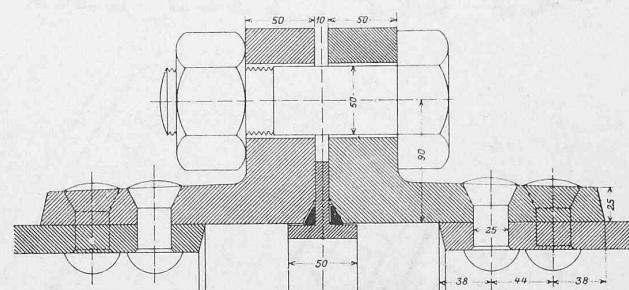


Abb. 34. Flanschendichtung, System Gebrüder Sulzer. — 1:5.

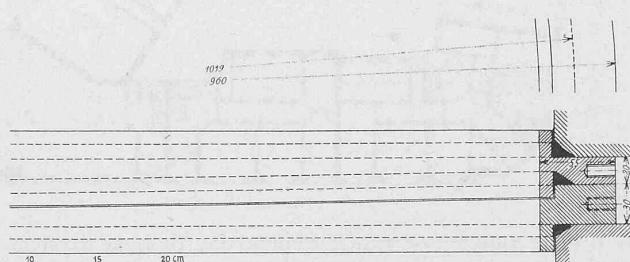
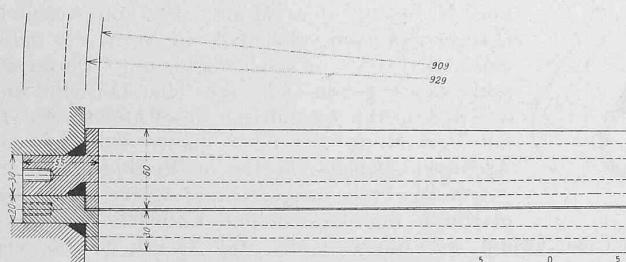
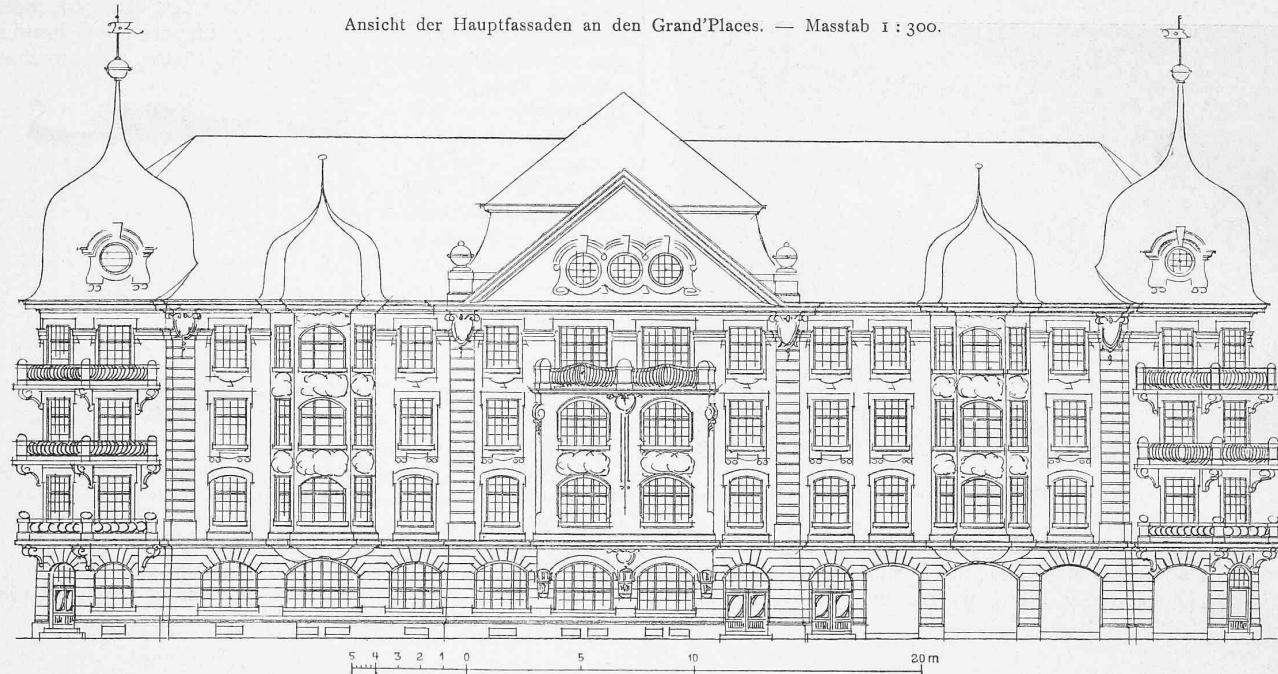


Abb. 35. Doppelkeilring der Druckleitung. Konstruktion von Gebrüder Sulzer. — Masstab 1:5.

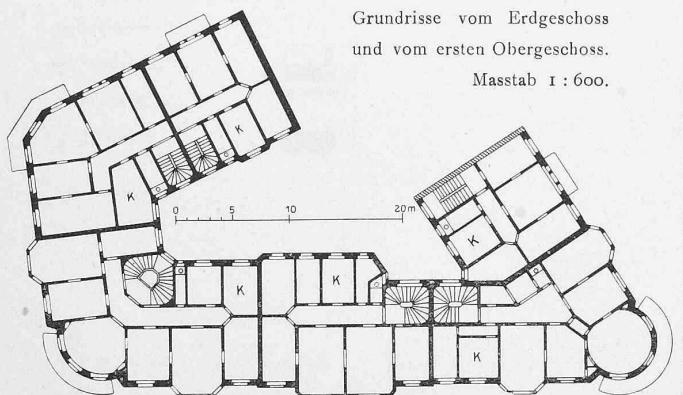
Wettbewerb für Wohn- und Geschäftshäuser in Freiburg i. Ue.
 II. Preis *ex aequo*. — Motto: «31 Mars 1906». — Verfasser: Architekt *A. Doeberli* in Bern.

Ansicht der Hauptfassaden an den Grand'Places. — Maßstab 1:300.



Durchmesser und sind aus Mannesmannröhren hergestellt. Das Dichtungssystem der Verteilleitungen ist das gleiche wie in den untern Partien der Druckleitung, während bei

Grundrisse vom Erdgeschoss
und vom ersten Obergeschoss.
Masstab 1:600.



aus mittelst Handrad und Winkelgetrieb bedient werden.

Alle Konstruktionsteile der Druckleitungen, sowie der Verteilleitungen wurden in der Werkstatt dem $1\frac{1}{2}$ fachen Druck ausgesetzt, für den die betreffende Zone berechnet war, wobei sie kein Wasser verlieren durften. Nach diesen Druckproben wurden sie mit dem ersten Leinöl- und Mennig-anstrich versehen.

Für die *Montage* war längs dem Tracé eine Drahtseil-Rollbahn mit zwei auf Distanz gekuppelten Wagen mit Tragschemeln und zwei Kraftstationen mit Benzinmotoren und Aufzugswinden installiert. Die ganze Arbeit verlief ohne nennenswerten Unfall. Nach der Montage wurde jede Sektion noch einmal für sich auf den $1\frac{1}{2}$ fachen Betriebsdruck probiert, wobei sich jeweilen an wenigen Stellen kleine Tropfen bildeten, die beim Nachstemmen verschwanden. Auch die Dichtungen haben sich dabei, wie bereits weiter vorn bemerkt wurde, ausgezeichnet bewährt.

(Forts. folgt.)

**Wettbewerb
für Wohn- und Geschäftshäuser in
Freiburg i. Ue.**

II. (Schluss).

Zur Vervollständigung unserer Darstellung der in diesem Wettbewerb prämierten Entwürfe auf den Seiten 19 bis 23 dieses Bandes veröffentlichen wir nachstehend auf den Seiten 32 bis 35 die Projekte Nr. 22 mit dem Motto «31 Mars 1906» von Architekt *A. Doeberli* in Bern und Nr. 4 mit dem Motto „F“ von Architekt *Werner Lehmann*, gleichfalls in Bern, die beide einen II. Preis *ex aequo* erhielten. Daran anschliessend geben wir die Hauptansicht und die wichtigsten Grundrisse des Entwurfs Nr. 10 mit dem Motto «Trèfle à quatre feuilles» von Architekt *Alphonse Andrey* in Freiburg, der mit einem III. Preis ausgezeichnet wurde. Zur Beurteilung der dargestellten Entwürfe verweisen

wir wiederholt auf das von uns, Bd. XLVII, S. 206, veröffentlichte preisgerichtliche Gutachten.

den Zweigleitungen zu den Turbinen das Bellsche System angewendet wurde. Die Drosselklappen, sowie sämtliche Schieber können von der vordern Wand des Kraftwerk-

