

Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg

Autor(en): **Kilchmann, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **47/48 (1906)**

Heft 3

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-26127>

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: 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: Denkmalpflege in Dresden. Kunsthaus und Volkshaus in Zürich. Zukunft der Niagarafälle. Elektrischer Betrieb auf der Wiesentalbahn in Baden. Neues

Badehaus in Karlsbad. Finnländisches 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 genauester 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

in 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. 17. Ansicht des Wasserschlosses im «Loch».

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

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).

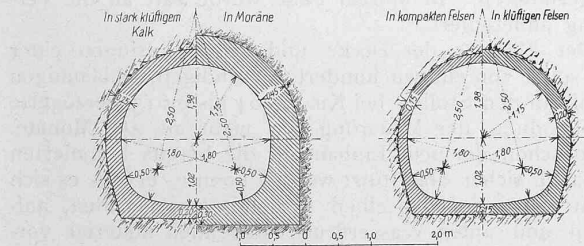


Abb. 14. Normalprofile des Zulaufstollens. — Masstab 1 : 100.

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.

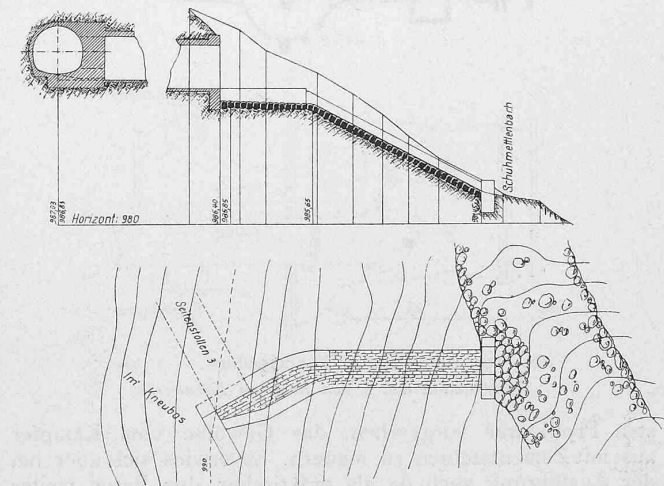


Abb. 15. Leerlauf aus dem Zulaufstollen, im Kneubos. — 1 : 300.

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, bezw. 146,40 m und 62,00 m erreicht.

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

Trennungsf lächen gelockert, zum Teil zeigte es mergligen Charakter und f ührte 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 Schuhmettenbach 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 Lehbogen aus T-Eisen (Nr. 6:6 und 8:8), die nach dem Stollenprofil gebogen und auf Kämpferhöhe in Scharnieren zusammenlegbar waren. Je

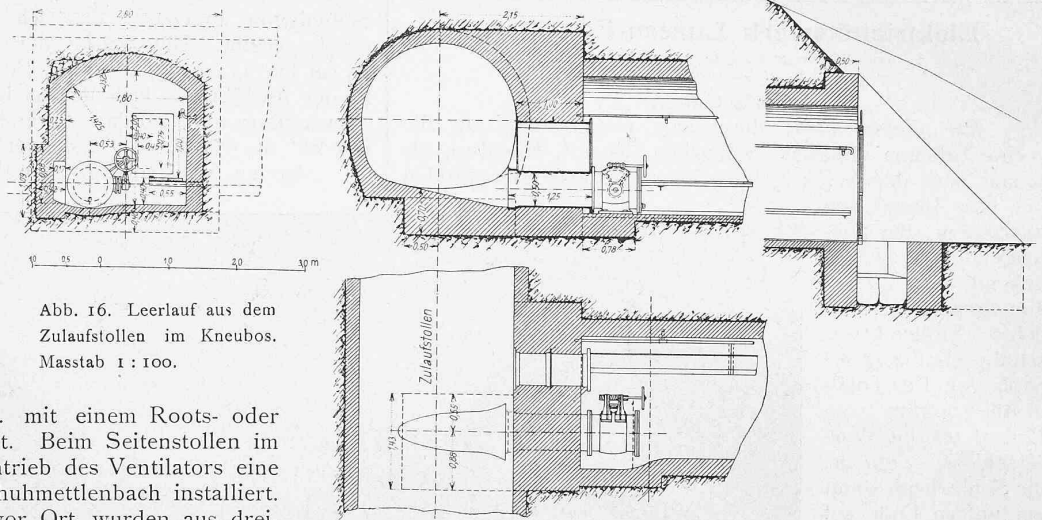


Abb. 16. Leerlauf aus dem Zulaufstollen im Kneubos. Masstab 1 : 100.

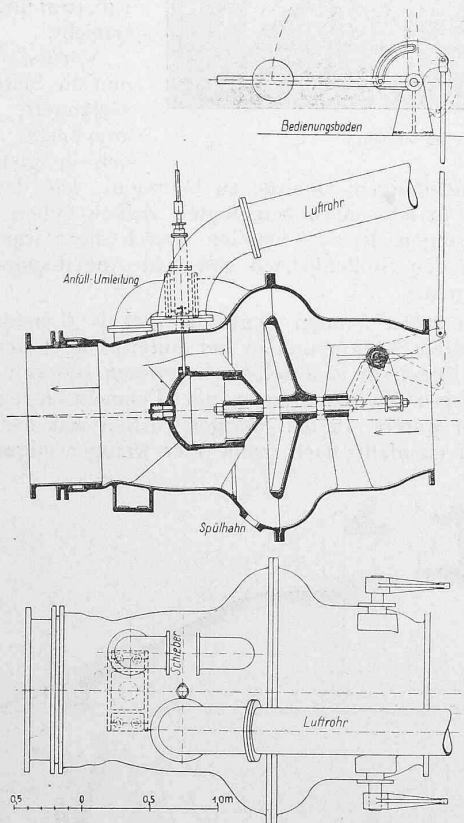


Abb. 19. Automatischer Rohrabschluss. — 1 : 50. Konstruktion der L. von Rollschen Eisenwerke.

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

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 Trennungsf lächen 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 m³ sandigen, schlammigen Materials in den Stollen bei Km. 0,604 bis 0,615 verzögerte die Vollendung der Mauerung um mehr als 2 1/2 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 Sickerung 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 schadhafte Stellen ausgebessert werden.

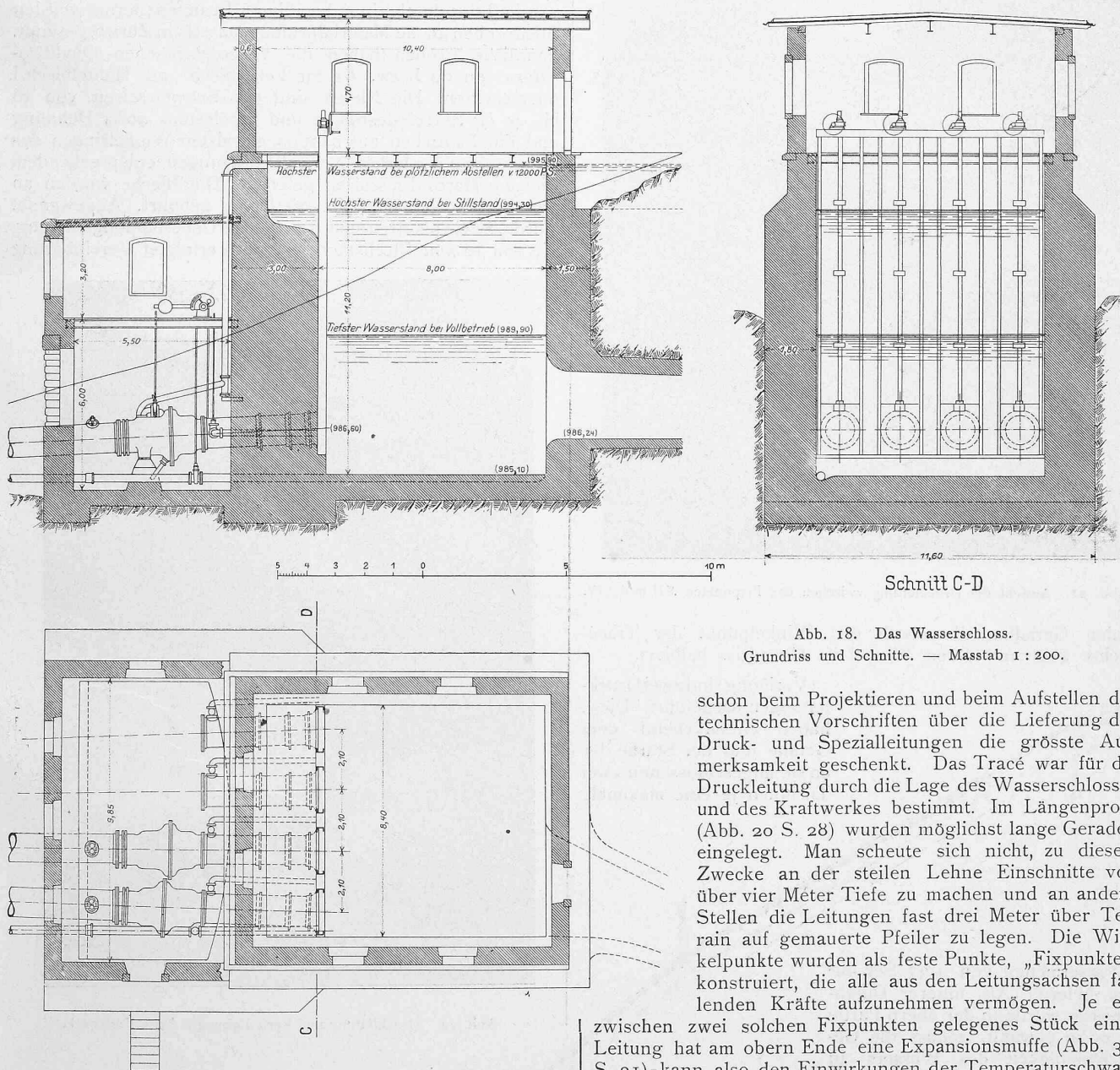
Der Uebergang vom Zulaufstollen in die Druckleitung findet im Wasserschloss (Abb. 17 u. 18) statt. Dieses hat sowohl den Zweck, Stösse, die infolge von plötzlichem Abstellen der Druckleitung (bei Kurzschluss oder beabsichtigter Unterbrechung) durch die im Stollen in Bewegung befindliche Wassermenge erzeugt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

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 $8,00 \times 8,40 \text{ m}$ Querschnitt und $11,20 \text{ m}$ Tiefe und einem kleinen Vorbau. Die Sohle des Bassins liegt auf Kote 985,10, also $1,14 \text{ m}$ tiefer als die Stollensohle beim Auslauf; der obere Rand reicht auf die Kote 996,30 oder $2,0 \text{ m}$ 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 Roll'schen 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 selbstständig 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. — Masstab 1 : 200.

vier Druckleitungen mit den Rohreinlaufschützen. Letztere haben eine Fläche von $1,60 \times 1,60 \text{ m}$, sind mit Bronzeleitflächen 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 äusseren 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 Hilfsapparaten. Die automatische Rohrabschlüsse

schon beim Projektieren und beim Aufstellen der technischen Vorschriften über die Lieferung der Druck- und Spezialleitungen 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 Winkelpunkte 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:

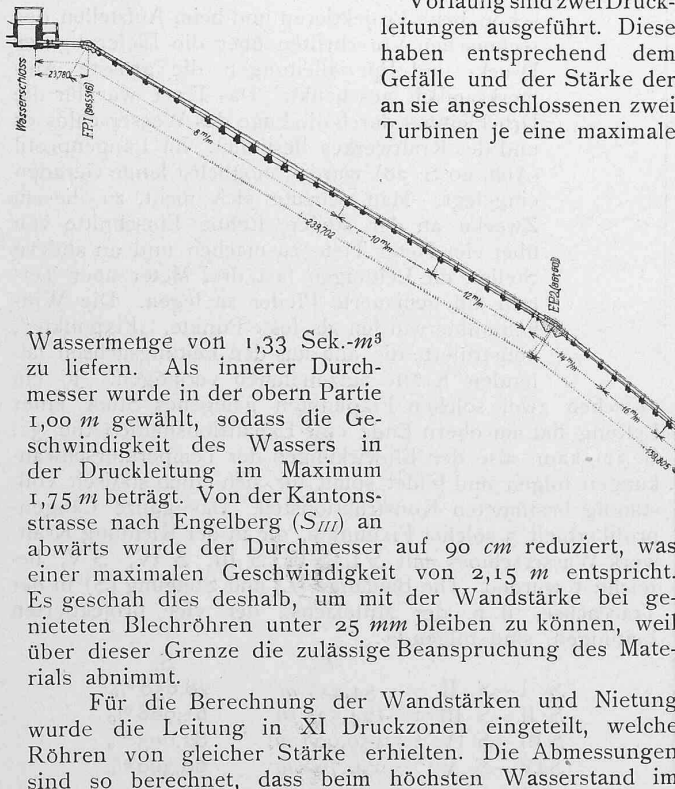
| | L. | S. |
|------------|-----------|----------|
| S I—S II | 54,447 m | 28,658 ‰ |
| S II—S III | 124,537 m | 61,968 ‰ |
| S III—S IV | 159,907 m | 82,005 ‰ |
| S IV—S V | 239,702 m | 60,390 ‰ |

Die Winkelpunkte der Rohrachsen der vier parallel laufenden, in einem Abstand von 1,60 m von einander projektierten Leitungen liegen jeweils auf einer horizon-

Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg.



Abb. 21. Ansicht der Druckleitung zwischen den Fixpunkten S II und S IV. talen Geraden, die durch den Winkelpunkt der Tracéachse 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 obern 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 genieteten 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 Zugbeanspruchungen der schwächsten Stellen nicht mehr als 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, F_I, 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 Uebernahmeproben im Werk besorgte der Dampfkesselüberwachungsverein Trier durch einen beedigten 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 Niete 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

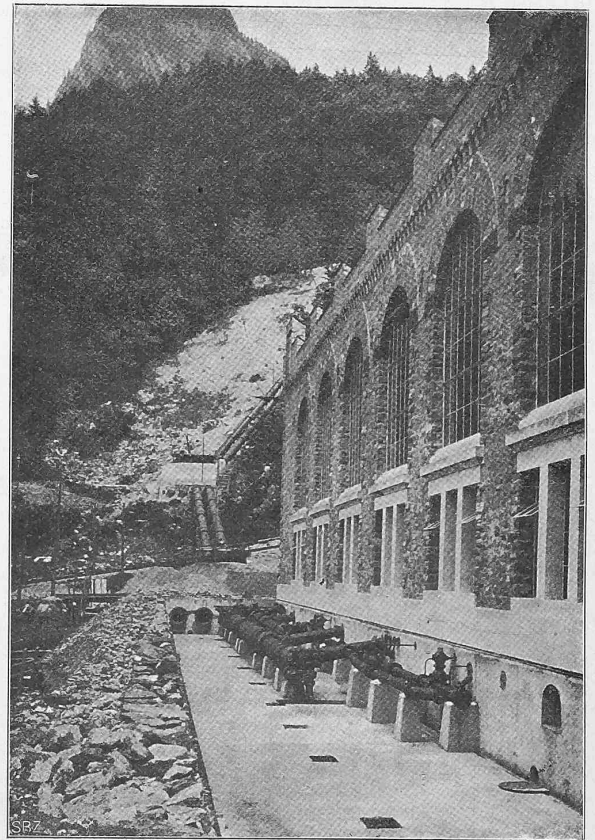


Abb. 22. Druckleitung und Verteilungen beim Kraftwerk.

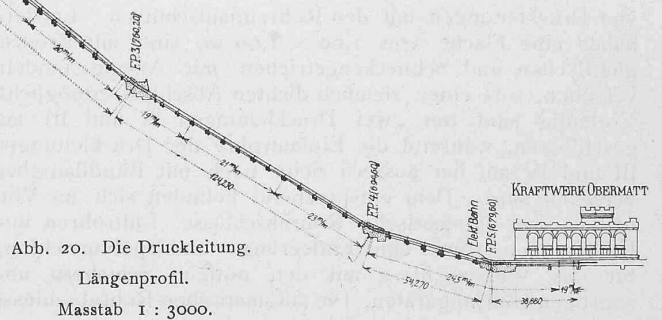


Abb. 20. Die Druckleitung. Längenprofil. Masstab 1 : 3000.

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 jeweils 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 Korrektur der Richtung wurden oberhalb und unterhalb von jedem Fixpunkt sogenannte Doppelkeilringe (Abb. 35, S. 31) angebracht.

Die Flanschdichtungen 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 abgephasteten Flanschen des Rohres der Steg eines \perp -Eisenrings gepresst wird, auf welchen zu beiden Seiten Kautschukschnüre aufgezogen wurden, die sich bei der Montage in die abgephasteten Flanschenecken schwach hineinpresse. Die Bellsche Dichtung ist ähnlich, jedoch wird hier Flansch auf Flansch gepresst und nur ein Kautschukring angewendet, der durch einen Flacheisenring in den ebenfalls abgephasteten Flanschenecken gehalten wird. Beide Systeme genügen den hierfür 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 \perp -Rings weggeschraubt und bei der Bellschen der Flacheisenring gelöst und zusammengelegt werden kann. Es ermöglicht dies die Auswechslung des Kautschuks, ohne dass es nötig wird, die Flanschverbindung zu lösen, bezw. die Rohre freizulegen.

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

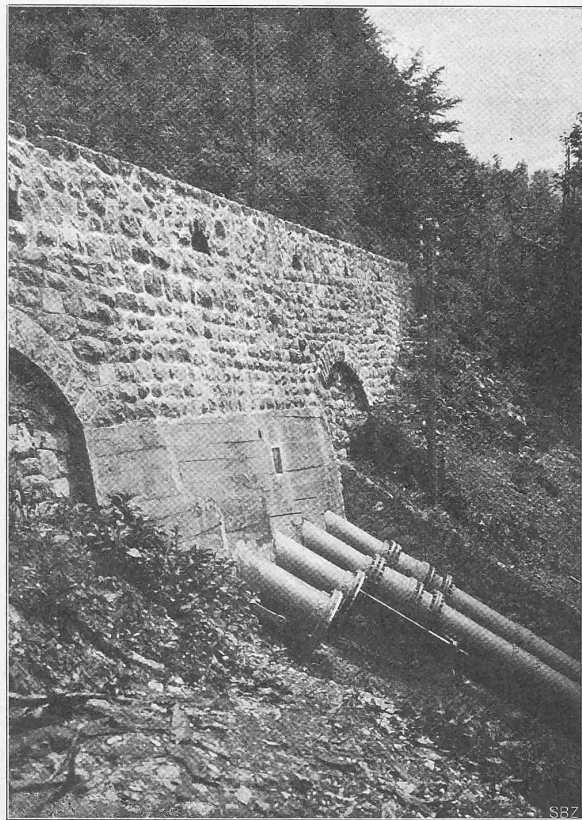


Abb. 24. Die Druckleitung bis S III unter der Engelberger Strasse.

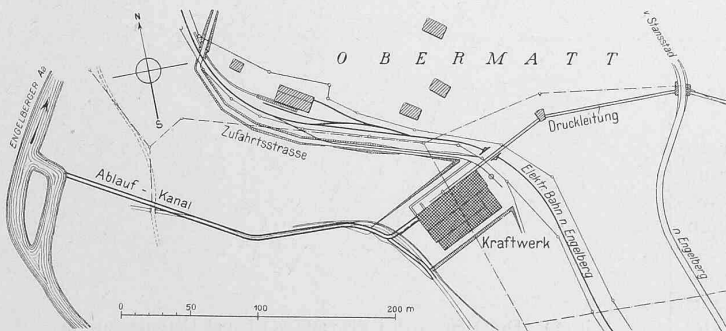


Abb. 25. Lageplan der Kraftwerk-Anlage in Obermatt. — 1 : 5000.

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

Das Terrain im Tracé der Druckleitung bot für die Fundation des Unterbaus keine besonderen 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

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

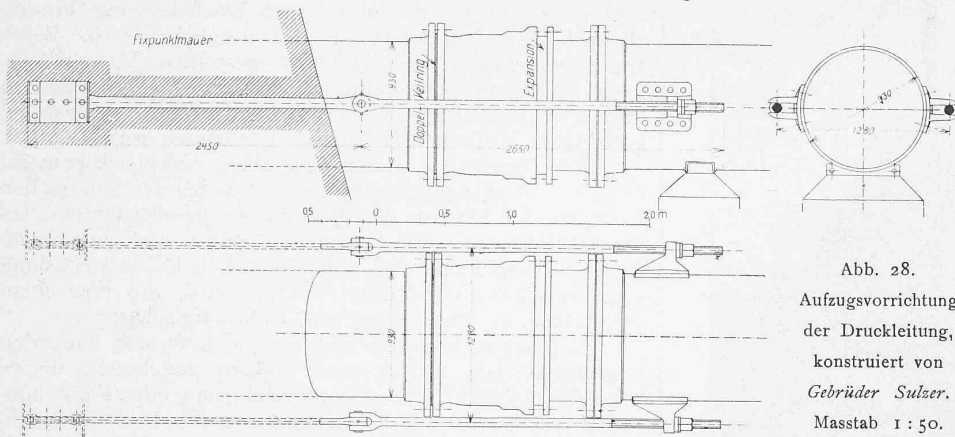


Abb. 28. Aufzugsvorrichtung der Druckleitung, konstruiert von Gebrüder Sulzer. Masstab 1 : 50.

(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 Winkelpunkt, der Gewichtskomponente des oberhalb liegenden Leitungsstückes bis zur nächsten Expansion und dem Gegendruck dieses Stückes bei der Temperaturexension. S I, S II und S III er-

halten rund 500 m³, S IV 250 m³ und S V 100 m³ 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 äusseren Seite des Achswinkels (Richtung der Mittelkraft) unter Umständen die Stabilität der bestehenden Fixpunkte hätte stören können.

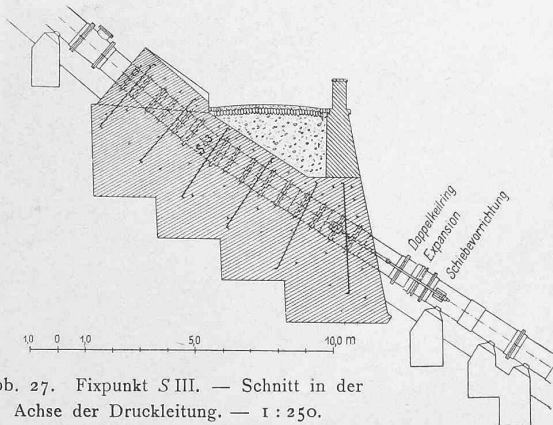
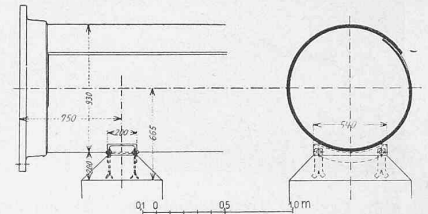


Abb. 27. Fixpunkt S III. — Schnitt in der Achse der Druckleitung. — 1 : 250.

Unterhalb Fixpunkt S I, im Rohrkanal vor dem Kraftwerk liegen die *Verteilungen* (Abb. 22), als Fortsetzung der beiden Druckleitungen und von diesen mittelst Drosselklappen abschliessbar. Von jeder der zwei Verteilungen 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

die Zweigleitungen zu den Turbinen, sowie die Endstücke jeder Verteilung sind ebenfalls aus Stahlguss und die Zwischenstücke aus Feuerblech F_7 . Nach den \perp Stücken der ersten grossen Turbine ist jeweilen der Durch-

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



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

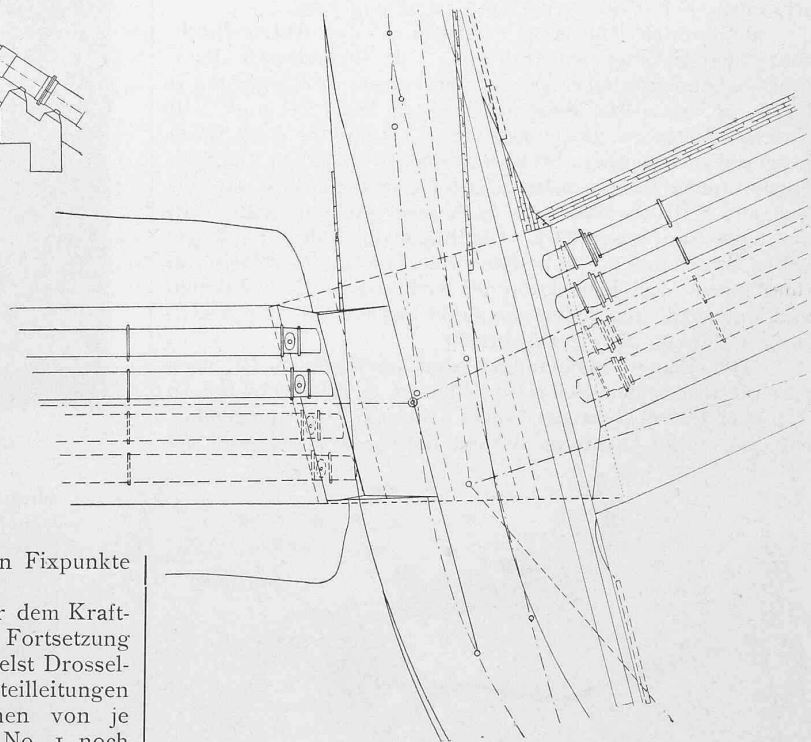


Abb. 26. Druckleitung bei Fixpunkt S III und Unterführung der Strasse nach Engelberg. — Lageplan. — Masstab 1 : 250.

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

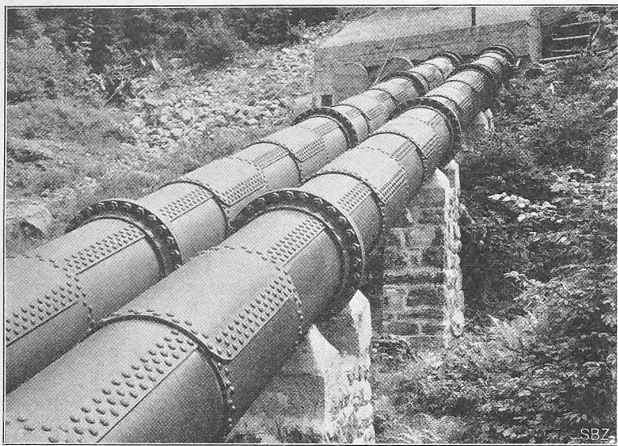


Abb. 30. Druckleitung zwischen den beiden untern Fixpunkten (SI—SII).

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, sodass nach Abschluss des Handlochdeckels und Öffnen 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 Verteilungen, welche letztere nur am Anfang (in SI) verankert sind, die nötige Elastizität zu besitzen.

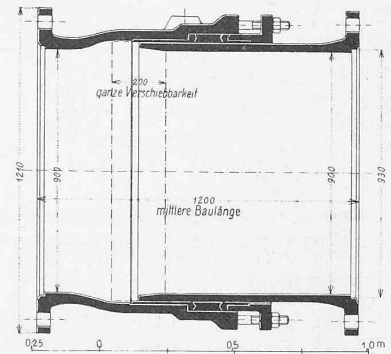


Abb. 31. Expansionsmuffe. Ausgeführt von Gebrüder Sulzer in Winterthur. — 1:25.

Die Leitungen zu den Erregerturbinen haben 250 mm

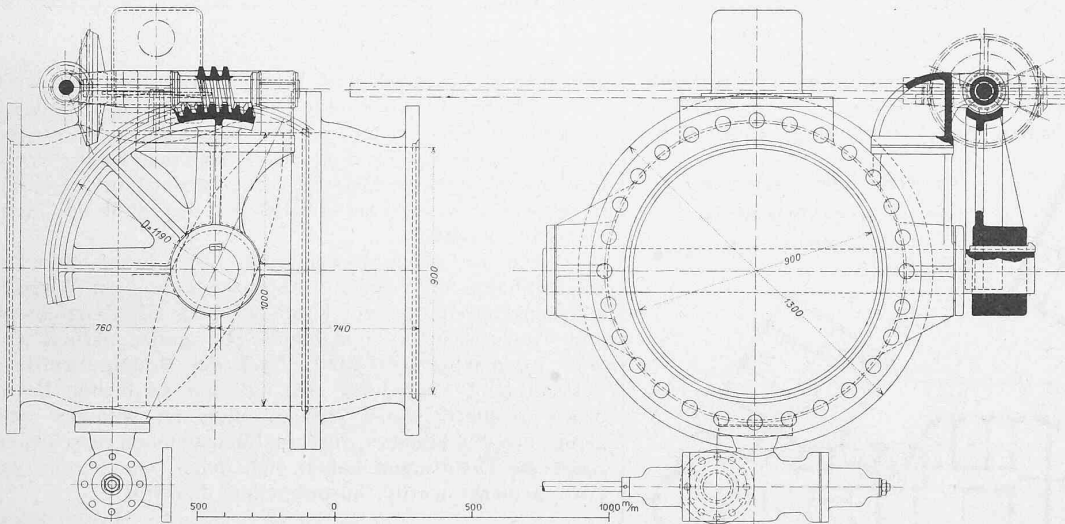


Abb. 32. Drosselklappe. Ausführung von Gebrüder Sulzer in Winterthur. Masstab 1:25.

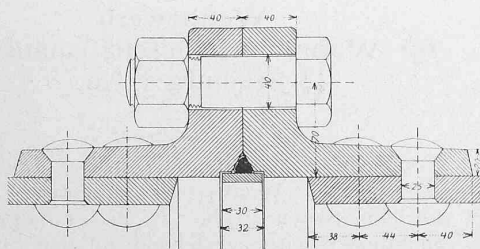


Abb. 33. Flanschendichtung, System Th. Bell & Cie. — 1:5.

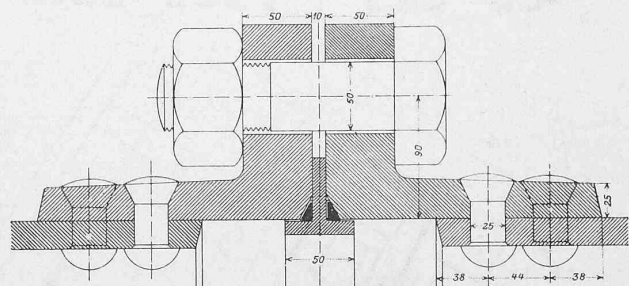


Abb. 34. Flanschendichtung, System Gebrüder Sulzer. — 1:5.

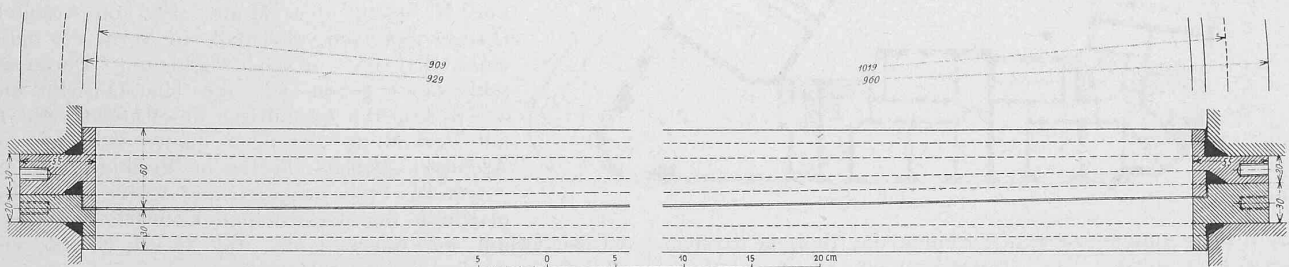
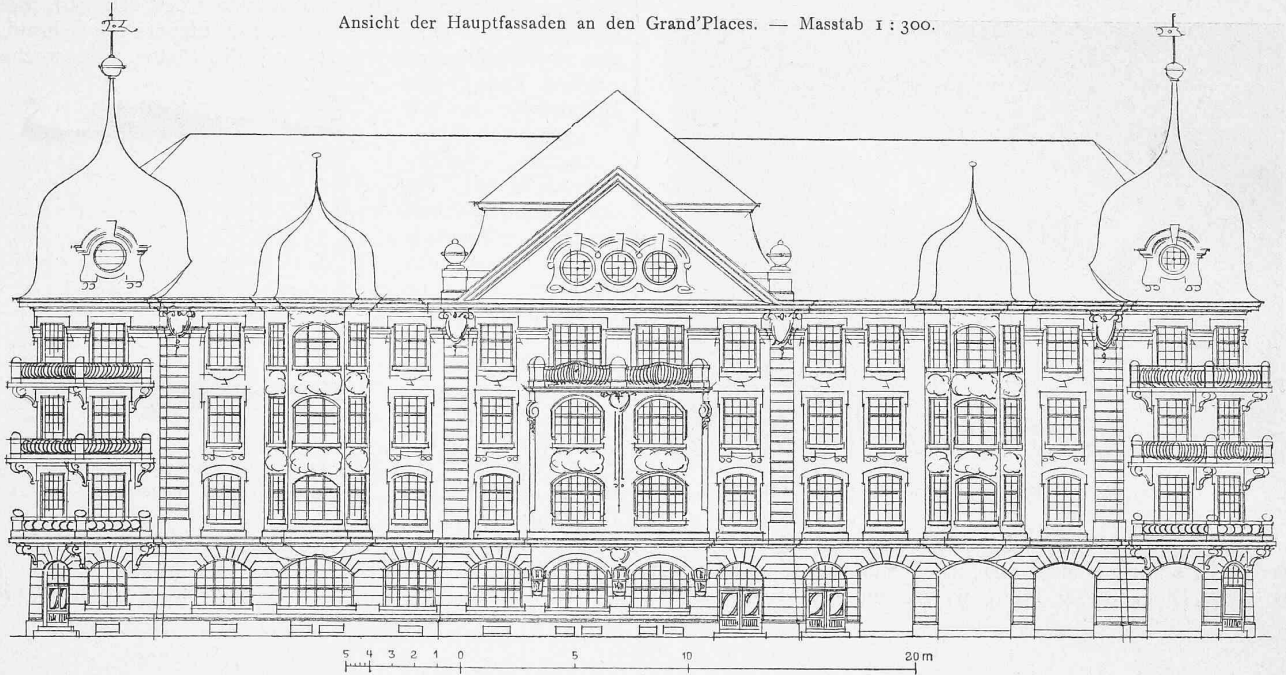


Abb. 35. Doppelkeilring der Druckleitung. Konstruktion von Gebrüder Sulzer. — Masstab 1:5.

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

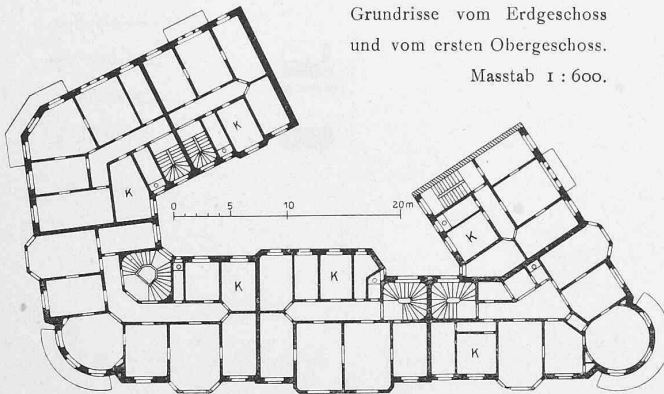
II. Preis «ex aequo». — Motto: «31 Mars 1906». — Verfasser: Architekt *A. Doebeli* in Bern.

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



Durchmesser und sind aus Mannesmannröhren hergestellt. Das Dichtungssystem der Verteilungen 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 Verteilungen 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.

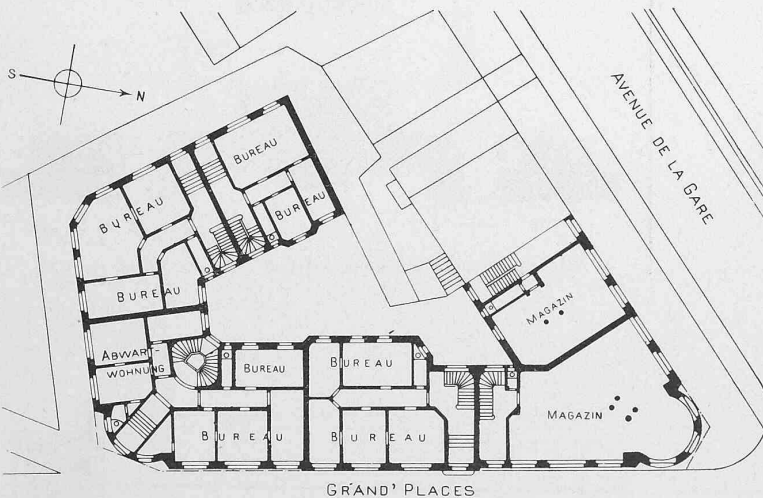
Für die *Montage* war längs dem Tracé eine Drahtseil-Rollbahn mit zwei auf Distanz gekuppelten Wagen mit Tragschemeln und zwei Kraftstationen mit Benzinmotoren und Aufzugswinden installiert. Die ganze Arbeit verlief ohne nennenswerten Unfall. Nach der *Montage* wurde jede Sektion noch einmal für sich auf den $1\frac{1}{2}$ fachen Betriebsdruck probiert, wobei sich jeweils 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 veröffentlichten wir nachstehend auf den Seiten 32 bis 35 die Projekte Nr. 22 mit dem Motto „31 Mars 1906“ von Architekt *A. Doebeli* 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 *Alphons 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 Kraftwerkes