

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 91/92 (1928)
Heft: 25

Artikel: Die kombinierten Kraftwerke Klosters-Küblis und Davos-Klosters der Bündner Kraftwerke
Autor: Moor, Robert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-42620>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.03.2025

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

INHALT: Die kombinierten Kraftwerke Klosters-Küblis und Davos-Klosters der Bündner Kraftwerke (mit Tafeln 26 und 27). — Studien über Schwingungen von Kreisplatten und Ringen. — Ausstellungshaus Lux Guyer auf der „Saffa“. — Technische Notwendigkeit und ästhetische Absicht. — Vom schweizerischen Postautobetrieb im Winter. — Mitteilungen: Unfälle im Betrieb und Verkehr mit Auto-

bilien. Royal School of Engineering, Giza (Cairo). Ausfuhr elektrischer Energie. Zur Frage eines Kongress- und Ausstellungsbäudes in Zürich. Ueber den Verkehr auf dem Rhein oberhalb Basel. — Preisausschreiben: Entwürfe für einen landwirtschaftlichen Motor. — Nekrologe: Othmar Schnyder. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine: Sektion Bern des S. I. A. S. T. S. — An unsere Abonnenten.

Band 92. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 25

Die kombinierten Kraftwerke Klosters-Küblis und Davos-Klosters der Bündner Kraftwerke.

Von ROBERT MOOR, konsult. Ingenieur, Zürich.

(Schluss des I. Teils von Seite 293, mit Tafeln 26 und 27)

Druckleitung. Das Tracé der Druckleitung ist im Grundriss gerade und es liegen in der gleichen Axe auch der Verbindungsstollen nach dem Wasserschloss sowie der Unterwasserkanal. Das Gefälle variiert zwischen 35 und 99 ‰; das Längenprofil weist sieben Gefällsbrüche auf (Abb. 43, S. 315). Die geologischen Verhältnisse sind sehr günstig, da der Fels bei den Fixpunkten in geringer Tiefe ansteht; die Schichtung ist auch hier bergwärts fallend, sodass die Fixpunkte auf die Schichtköpfe zu stehen kamen. Im Vollausbau wird die Druckleitung aus drei Rohrsträngen bestehen, wovon heute erst zwei ausgeführt sind (Abb. 44 bis 46). Die Lichtweite beträgt am oberen Ende 1,30 m, am untern noch 1,05 m, bei 8 bis 26 mm Blechstärke; das 1,30 m weite Verteilungsrohr erhielt dagegen eine Blechstärke von 35 mm. Die Rohrschüsse sind im oberen Teil der Druckleitung 12 m, im mittlern Teil 10 m und unten noch 8 m lang. Beide Rohrstränge samt Verteilung wiegen zusammen 838 t; das schwerste Rohr, das auf der Seilbahn befördert werden musste, hat ein Gewicht von 6300 kg. Die Rohre sind aus überlappt geschweissten S. M.-Blechen hergestellt und besitzen Nietmuffenverbindung; Rohrkrümmer, Verteilung und Expansionen dagegen haben Bundflanschverbindungen. Für die Verteilung kamen Formstücke aus Stahlguss zur Verwendung.

Die Fixpunkte erhielten ausser Verankerungseisen auch quer zur Rohraxe kräftige Armierungen, wodurch die sonst häufig beobachteten Risse im Beton vermieden wurden. Im Einschnitt ist die Sohle gepflästert; zur Verhütung von Steinschlag infolge Verwitterung wurden die steilen Anschnitte des Bündner Schiefers mit einem Gunitüberzug versehen.

Die Druckleitung kreuzt die Rhätische Bahn, die Kantonsstrasse und mehrere Feldwege; Rhätische Bahn und Kantonsstrasse konnten mit einem Stollen unterfahren werden (Abb. 45 bis 48). Die geringe Konstruktionshöhe zwischen Stollenscheitel und Bahnkörper bedingten besondere Vorsicht bei der Ausführung; nach der Montage wurden die Röhren im Stollen einbetoniert. Für die Ueberführung der Feldwege wurden eine leicht armierte Bogenbrücke und zwei armierte Rahmenbrücken mit Holzbohlenbelag erstellt (Abb. 46 und 47).

Im Apparatenhaus sind in jedem Rohrstrang eine von Hand und eine automatisch bediente Drosselklappe, eine Expansions-Stopfbüchse und ein automatisches Lufterlassventil eingebaut; die automatische Drosselklappe kann auch von der Zentrale aus elektrisch ausgelöst werden. Ferner ist in jedem Rohrstrang unterhalb des letzten Fixpunktes ein Keilschieber mit hydraulischem Antrieb eingebaut.

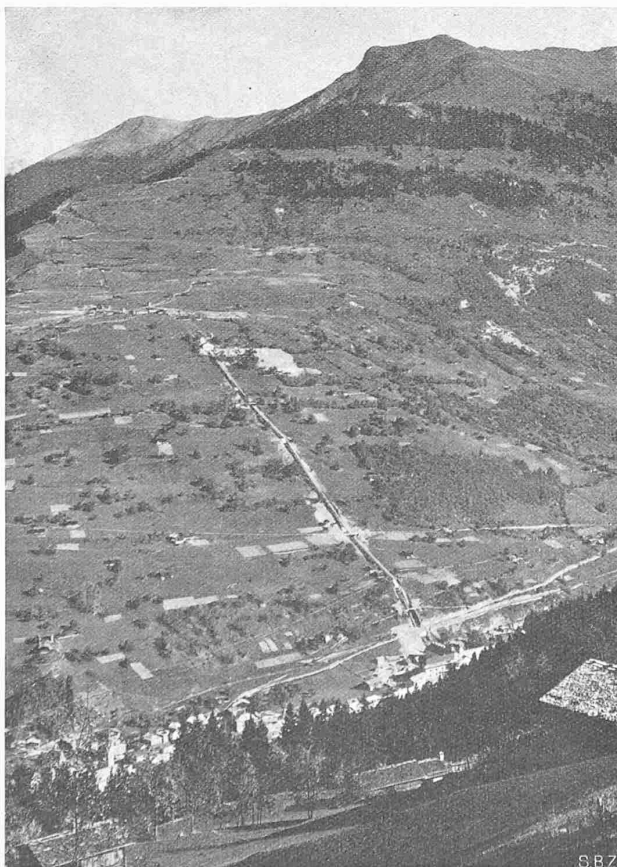


Abb. 44. Plevigin, Rohrleitung und Zentrale aus S.-W.

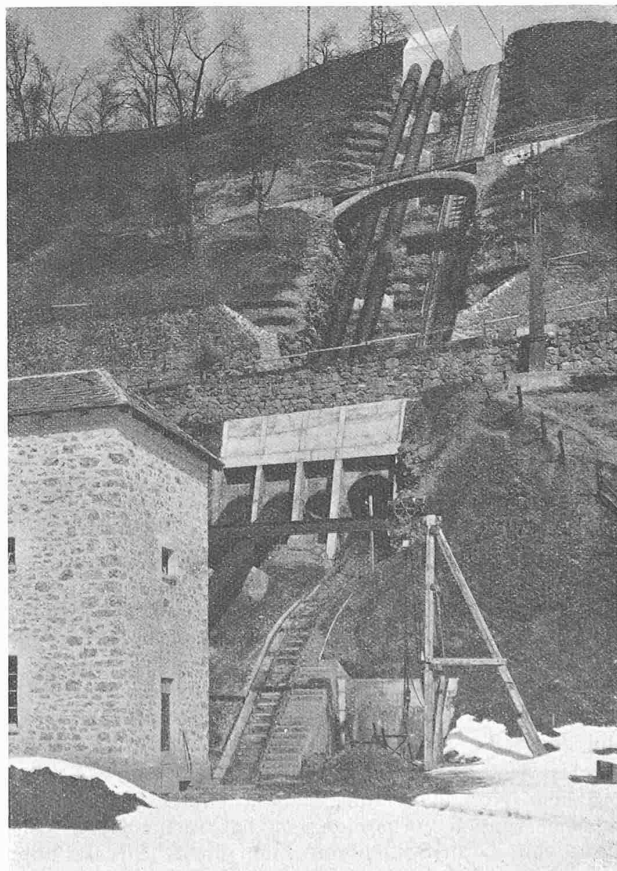


Abb. 47. Unterstes Stück der Rohrleitung (14. März 1922).

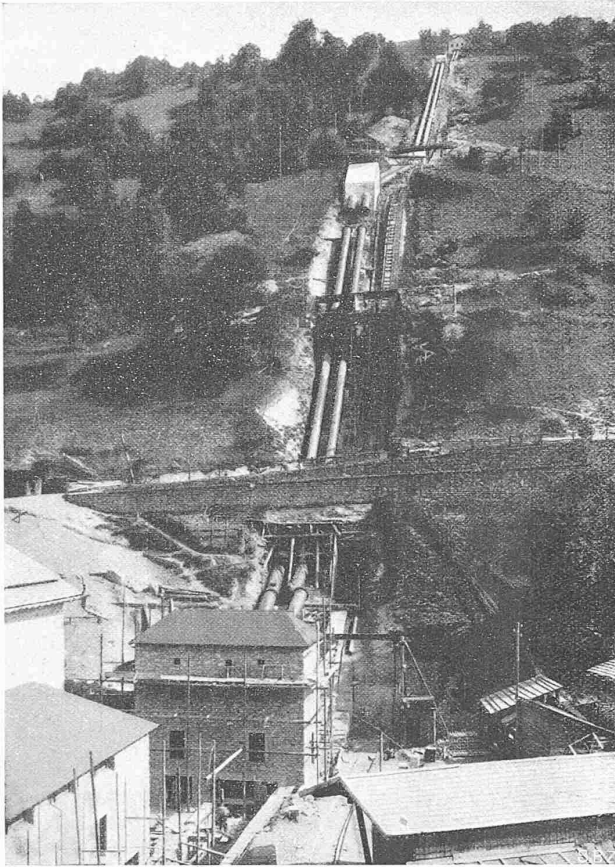


Abb. 46. Die Rohrleitung kurz vor Vollendung (20. Juli 1921)

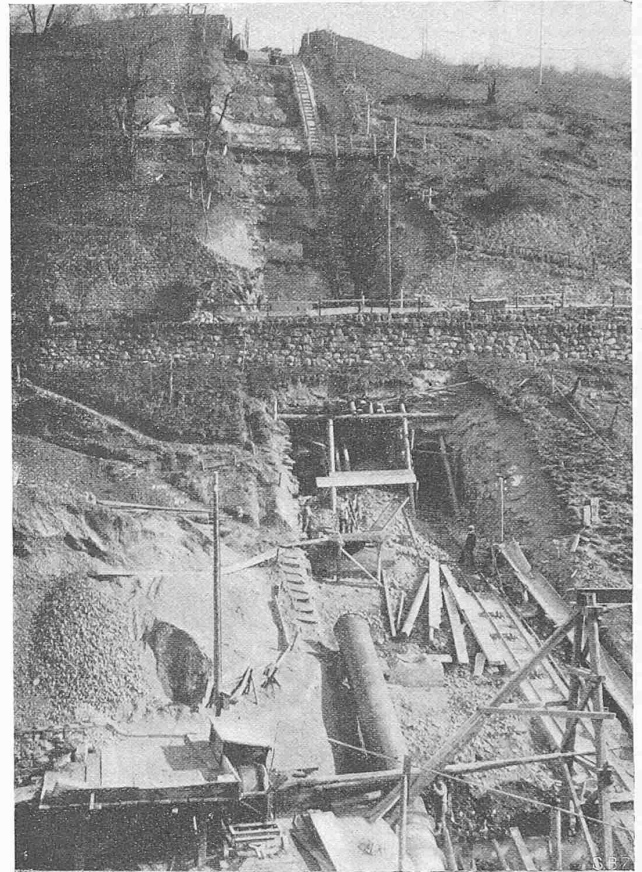


Abb. 45. Unterfahrung von Bahn und Strasse (11. April 1921).

Die Verteilung liegt in der Verlängerung des ersten Druckleitungstranges; ihr Durchmesser ist im mittlern Teil auf 1,30 m erweitert, um eine gleichmässige Druckverteilung und bequemen Wasserdurchfluss zu erzielen. Durch zwei Schieber von 1050 mm Lichtweite, für die im ersten Ausbau Passrohre eingesetzt worden sind, ist die Verteilung in drei Sektionen unterteilt worden, an die je zwei Turbinenleitungen angeschlossen sind. Diese Anordnung wird im Vollausbau mit drei Rohrleitungen erlauben, eine davon ausser Betrieb zu setzen, ohne dass bestimmte Maschinengruppen stillgelegt werden müssen. Die Turbinenschieber von 700 mm Lichtweite bzw. 500 mm für die Turbine der Rhät. Bahn werden vom Maschinensaal aus betätigt.

Für die Montage der Druckleitung wurde eine permanente Standseilbahn mit 80 cm Spurweite gebaut. Sie weist ungefähr ähnliche Neigungsverhältnisse auf wie die Druckleitung, ihr maximales Gefälle beträgt indessen 108 ‰. Ihre Winde und der 60 PS-Antriebsmotor fanden Aufstellung in einer seitlich der Apparatenkammer im Fels ausgesprengten Kammer. Die Winde entwickelt eine maximale Umfangskraft von 7600 kg und arbeitet mit zwei Seilgeschwindigkeiten, nämlich 0,50 und 0,83 m/sek.

Die Druckleitung erreicht die Talsohle am oberen Ende des Dorfes Küblis, wo der steile Hang unmittelbar in einen flachen Alluvialboden übergeht. Diese Stelle war für die Anlage des Maschinenhauses gut geeignet und bot auch für zukünftige Erweiterungen, sowie für die erforderlichen Werk- und Depotplätze genügenden Raum (Abb. 48). Das Maschinenhaus ist mit der Station Küblis der Rhätischen Bahn durch ein besonderes Geleise verbunden.

Der Unterwasserkanal ist in seinem oberen Teil zur Vornahme von Ueberfallmessungen eingerichtet und für Schirmmessungen vorbereitet; er hat rechteckigen Querschnitt von 5,0 m Sohlenbreite; auf dieser Strecke unterfährt er das Schalthaus. Der untere Teil des Kanals besitzt trapezförmigen Querschnitt mit Böschungen 1 : 1 und 2 m

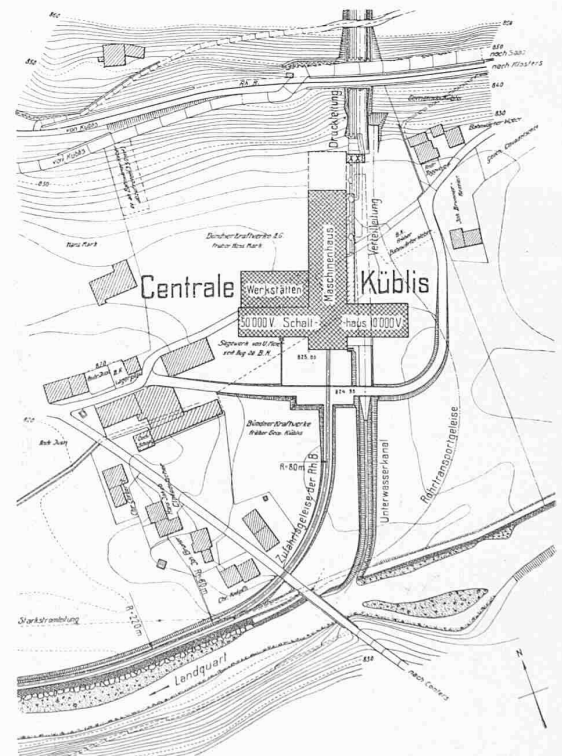
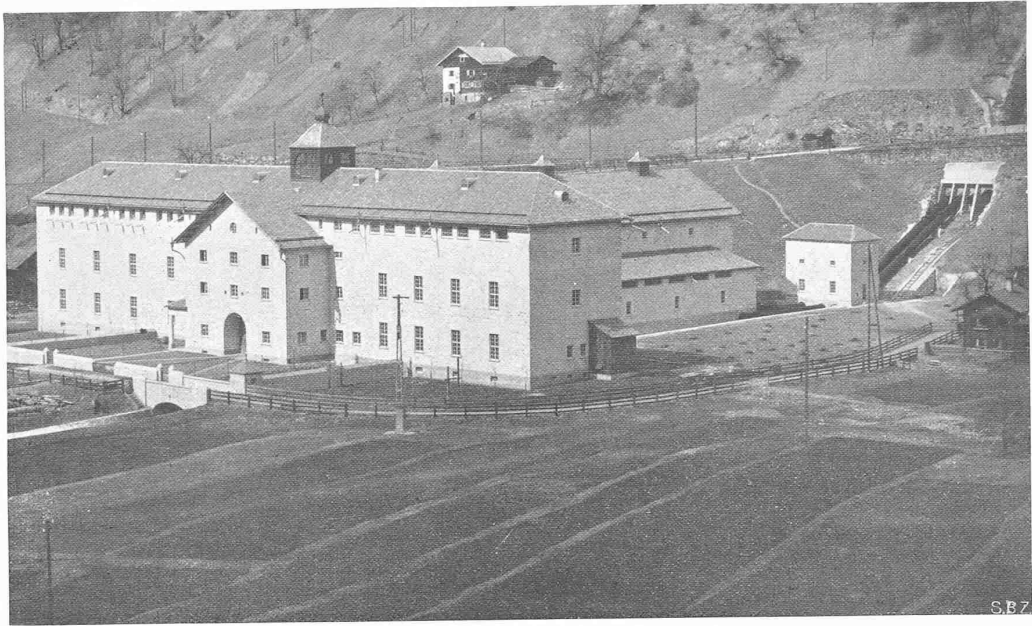


Abb. 48. Lageplan der Centrale Küblis. — Masstab 1 : 3000.

breiter Sohle; er ist durchgehend mit Beton verkleidet und glatt verputzt, hat eine gesamte Länge von 144 m und mündet oberhalb der Contenser Brücke in die Landquart.

Das Maschinenhaus ist im Grundriss T-förmig. Der Maschinensaal liegt parallel zur Druckleitung und ist au



DIE ZENTRALE KÜBLIS DER BÜNDNER KRAFTWERKE
ARCH. NICOL. HARTMANN, ST. MORITZ
Abb. 49. SÜDANSICHT, MASCHINENHALLE IM I. AUSBAU

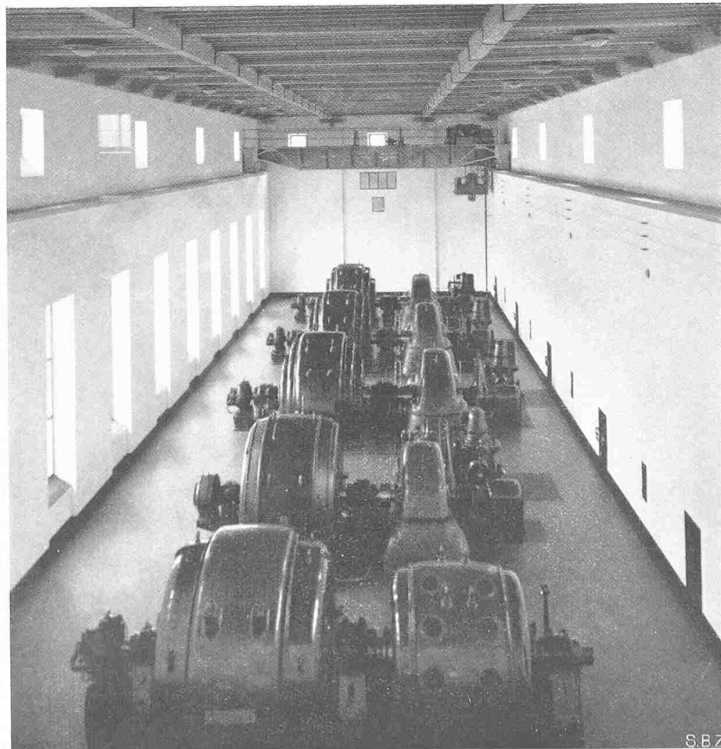
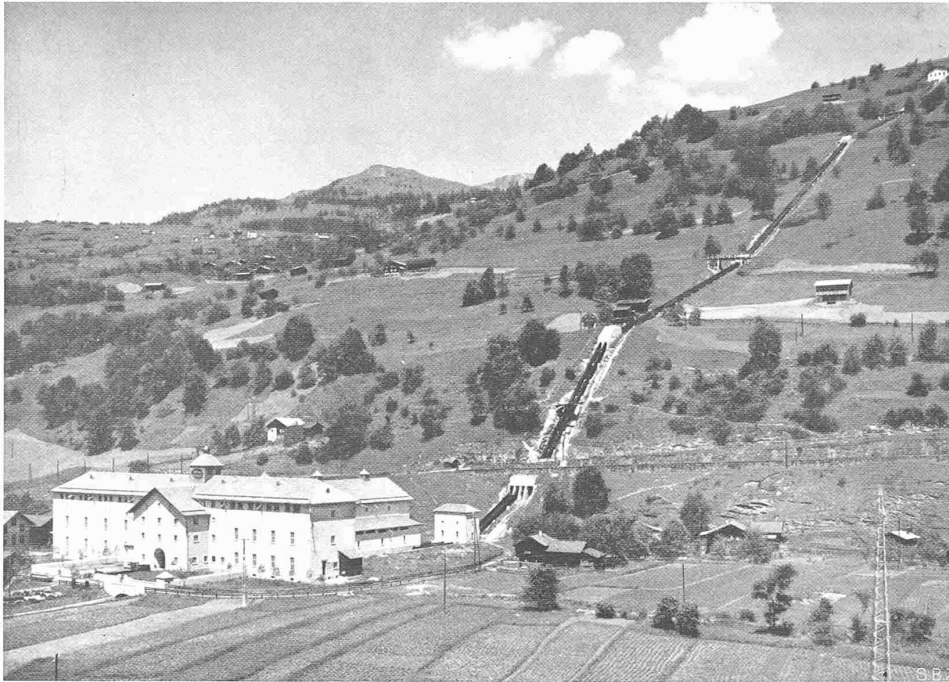


Abb. 51. DIE MASCHINENHALLE, IM I. AUSBAU



DAS KRAFTWERK KLOSTERS-KÜBLIS DER BÜNDNER KRAFTWERKE A.-G.
Abb. 50. DRUCKLEITUNG MIT SCHIEBERHÄUSERN UND ZENTRALE

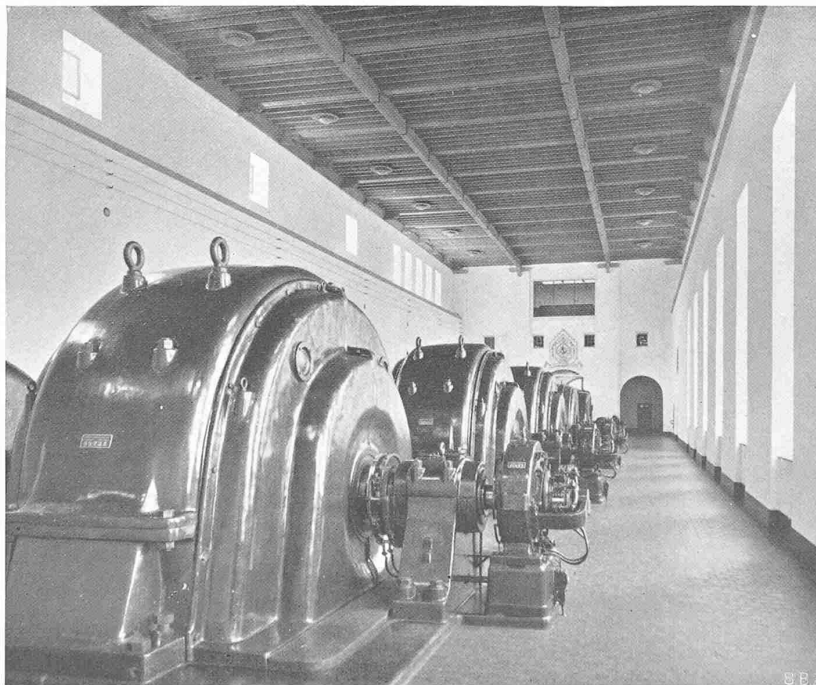


Abb. 52. DIE MASCHINENHALLE, GEGEN DEN KOMMANDORAUM GESEHEN

der Talseite durch einen Kopfbau abgeschlossen, an dem die beiden Schalt- und Transformatorenhäuser, einerseits für die 55 kV-Anlage, andererseits für die 10 kV- und Bahnanlage rechtwinklig angebaut sind. Im ersten Ausbau (Abb. 50) wurden drei Freistrahlturbinen von je 10 000 PS bei 500 Uml/min für den Antrieb von Drehstromgeneratoren und eine Turbine von 3400 PS und gleicher Drehzahl für den Bahn-generator aufgestellt; die drei Drehstromgeneratoren leisten 10 000 kVA bei 10 000 V und 50 Per, der Einphasenstrom-Bahn-generator 3400 kVA bei 11 000 V, $16\frac{2}{3}$ Per. Ausserdem ist noch eine Drehstrom-Einphasenstrom-Umformergruppe von 3200 kVA, 50 auf $16\frac{2}{3}$ Per. für Bahnstrom aufgestellt worden (Vordergrund in Abb. 51). Seither ist die maschinelle Ausrüstung noch um ein weiteres Maschinenaggregat von 13 000 kVA Leistung für die Erzeugung von Bahnstrom für die Schweiz. Bundesbahnen erweitert und der Maschinen-saal für die spätere Vollinstallation auf 55 000 PS ausgebaut, d. h. bergseits verlängert worden; das Maschinenhaus ist 68 m lang, 13,60 m breit

und 11,50 m hoch. Im Kopfbau befinden sich die zentrale Kommandostelle, sowie die für die Hilfsbetriebe notwendigen Maschinen.

[Anmerkung der Redaktion. Damit ist die Darstellung des Kraftwerks Klosters-Küblis in seinem wasserbaulichen Teil, d. h. soweit es der Bauleitung des Berichterstatters unterstellt war, zum Abschluss gebracht; die Beschreibung der oberen Stufe, Davos-Klosters, folgt im nächsten Band. Erst in sozusagen letzter Stunde ist ein Missverständnis offenbar geworden; als Folge hiervon muss die für die vorliegende Nummer als Abschluss gedacht gewesene und vorbereitete eingehende architektonische Darstellung der Zentrale dem abschliessenden III. Kapitel, über die elektromechanischen und elektrowirtschaftlichen Verhältnisse der Bündner Kraftwerke durch deren Oberingenieur Paul Weingart, vorbehalten werden. Diese Zentrale ist nämlich in Disposition und Aufbau das Ergebnis intensiver Kooperation zwischen Maschineningenieur und Architekt und ist deshalb in jenem Zusammenhang zu erörtern.]

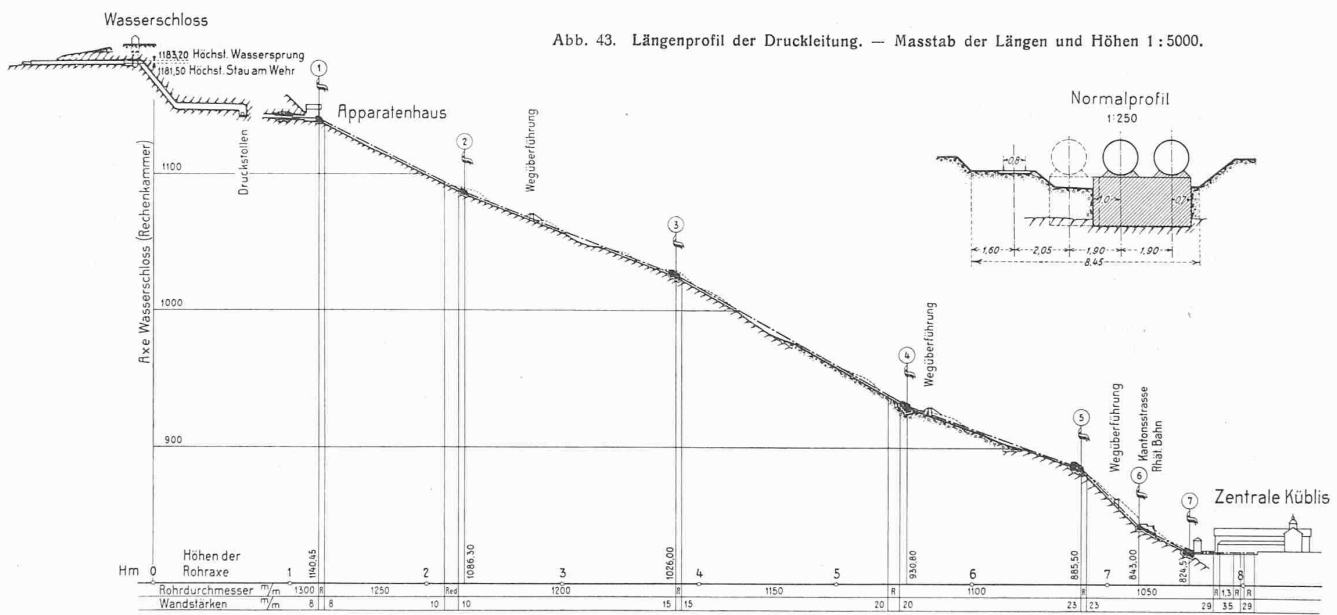


Abb. 43. Längenprofil der Druckleitung. — Masstab der Längen und Höhen 1:5000.

Studien über Schwingungen von Kreisplatten und Ringen.

Von Dr. W. HORT, Charlottenburg, und Dr. M. KOENIG, Zürich.

(Fortsetzung von Seite 288.)

V. PRÜFUNG DER THEORIE AN HAND DER UNTER III BESCHRIEBENEN VERSUCHE.

Mit Rücksicht auf die Art der Aufhängung können die Versuchsplatten nur im beschränkten Masse als „frei“ bezeichnet werden. Besonders bei der vollen Platte und bei kleinen Bohrungen bewirkt die punktweise Aufhängung am Aussenrand ein Durchbiegen der Platte durch ihr eigenes Gewicht und damit auch eine gewisse Versteifung.¹⁰⁾ Abgesehen von Dämpfungseinflüssen könnte eine Platte als „frei“ bezeichnet werden, die z. B. in einer Flüssigkeit untergetaucht frei schwimmend wäre. Praktisch bestehen für die Verwirklichung der vollkommenen Freiheit grosse Schwierigkeiten. Es ist anzunehmen, dass für grössere Bohrungen der Platte der Einfluss der Durchbiegung zurücktrete; die Untersuchungen bestätigen dies in der Tat. In der Beurteilung der Genauigkeit der Uebereinstimmung zwischen Versuch und Rechnung muss im weiteren in Betracht gezogen werden, dass die Theorie auf einer homogenen Scheibe gleicher Dicke beruht. Die wirkliche

¹⁰⁾ Wie ausserordentlich empfindlich die Schwingungszahl dünner Platten durch eine solche Versteifung beeinflusst wird, geht auch aus Versuchen hervor, die in einem andern Zusammenhang kürzlich in „Engineering“ (13. Jan. 1928) beschrieben wurden,

Platte kann in dieser Beziehung nur eine Annäherung sein und ganz besonders für Platten mit nur 2 mm Stärke.

Andererseits haftet auch der Rechnung eine gewisse Unsicherheit bezüglich der Poissonschen Zahl und des Elastizitätsmoduls an, die für unsere Rechnung mit $\nu = 0,33$ bzw. $E = 1,15 \cdot 10^6$ angesetzt wurden. Das spezifische Gewicht wurde mangels genauerer Bestimmung mit $\lambda = 8,9$ angenommen. Schliesslich muss beachtet werden, dass sich Störungen bemerkbar machen werden, wenn die Aufhängungspunkte nicht auf Knoten fallen.

a) Volle Kreisplatte mit zwei Knotendurchmessern (Abb. 12).

Der Versuch ergab eine Frequenz von 88 pro Sek. Die Ausbildung des Schwingungsbildes ist nicht sehr gut, was mit der Aufhängungsart zusammenhängen dürfte. Die Formel für die Berechnung dieser Schwingung ist von Kirchhoff gegeben worden.¹¹⁾ Die Frequenz wurde jedoch an Hand der Frequenzgleichung (11) neu bestimmt und ergibt

$$f = 81,5 \text{ Hertz.}$$

Die Differenz von 8% zwischen Theorie und Versuch dürfte auf die vorerwähnten Umstände zurückzuführen sein.

¹¹⁾ Siehe auch W. Hort: Differentialgleichungen des Ingenieurs, II. Auflage (1925), S. 503.