Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 59/60 (1912)
Heft: 1

Artikel: Anlagen der Bernischen Kraftwerke A.-G.
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-29909

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: 26.07.2025

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

INHALT: Anlagen der Bernischen Kraftwerke A.-G. — Hydraulische Druckregulatoren. — Wohnhaus Rammersbühl in Schaffhausen. — Neubau der Schweiz. Volksbank in Basel. — Automatisch betätigte Zahnstangenweiche. — Ueber Heimatschutz in der Schweiz. — Miscellanea: Die Hamburger Stadt- und Vorortbahn Blankenese-Ohlsdorf. Quecksilberdampflampen mit weissem Licht. Aluminiumzellen als Schutzapparate gegen Ueberspannungen in elektrischen Anlagen. Entwicklung des belgischen Vizinalbahnnetzes. Kurs über elektrische Traktion. Turboaggregate von 30 000 *PS*. Die Kokslöscheinrichtung im Gaswerk von Stuttgart. Das Kraftwerk Tuilière an der Dordogne. Drahtseilbahn Engelberg-Gerschnialp. — Konkurrenzen: Naturgeschichtliches Museum in der Rue Sturm, Genf. — Nekrologie: J. Amsler-Laffon. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Tafeln 1 bis 4: Wohnhaus Rammersbühl in Schaffhausen.

Band 59. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 1.**

Anlagen der Bernischen Kraftwerke A.-G.[1])

III. Das Elektrizitätswerk Kandergrund.

Der Bühlstutz zwischen dem Bühlbad am untern Ende der Ebene von Kandersteg und Bunderbach hat schon zu mehreren Ingenieur-Bauwerken Veranlassung gegeben, die hier beschrieben worden sind. Es sei erinnert an die Nordrampe der Lötschbergbahn, die durch diese Talstufe zu einer künstlichen Entwicklung in Gestalt einer Doppelschleife[2]) genötigt wurde und an die kühne Entwicklung der zu ihrem Bau erstellten Dienstbahn[3]). Beide Bahnen erreichen den flachen Talboden von Kandersteg genau dort, wo die ruhig dahinfliessende Kander um den „Bühl" biegend in die rauschenden Kanderfälle übergeht. Dieser Punkt, in nebenstehender Uebersichtskarte Abbildung 1 ersichtlich, war auch die gegebene Fassungsstelle für das Wasserwerk zur zweckmässigen Ausnützung des Kandergefälles, das hier auf etwa 4 *km* Länge rund 300 *m* beträgt. Unsere Abbildung 2 zeigt diese Stelle mit dem Wehr, daneben, in der Ecke links unten, das Tracé der im Bau begriffenen Lötschbergbahn und von der Mitte des rechten Bildrandes her am jenseitigen Ufer das Tracé der Dienstbahn, das über Stolleneinlauf und Klärbecken hinweg führt, und auch auf den folgenden Bildern zu erkennen ist. Bevor wir auf die Beschreibung des Kraftwerkes näher eintreten, seien seine hydrographischen Verhältnisse kurz gestreift.

Bis zur Fassungsstelle hat die Kander ein Einzugsgebiet von 182,5 km^2. Es ist ausserordentlich firn- und gletscherreich und wird im Südwesten begrenzt durch das Wildstrubelmassiv (Lämmerngletscher), dann im Süden durch die Gemmi mit dem Daubensee, das Balmhornmassiv, Lötschenpass, Petersgrat bis zum Tschingelhorn mit dem gewaltigen Kanderfirn, dann im Osten noch durch die Blümlisalp mit ihren zum Oeschinensee abfallenden Gletschern. Diesem Niederschlagsgebiet entspricht ein mittleres Sommerwasser von 6 bis 10 m^3/sek und ein Winterniederwasser von 3 bis 1 m^3/sek, also eine spezifische Abflussmenge von min. 5,5 l/sek auf den km^2 des Eizugsgebietes. Da die örtlichen Verhältnisse in unmittelbarer Nähe der Fassungsstelle eine Akkumulierung, über die die Bernischen Kraftwerke übrigens in ihrem unterhalb liegenden „Elektrizitätswerk Spiez"[4]) bereits in zweckentsprechender Weise verfügen, nicht zuliessen, ergab sich eine mögliche Turbinenleistung bis auf 12000 *PS*, für die das Werk zunächst auszubauen war. Immerhin bietet das Einzugsgebiet an verschiedenen Stellen die Möglichkeit zur Aufspeicherung des Sommerwassers, wodurch die minimale Winter-Abflussmenge von 1 auf 2 m^3/sek gesteigert werden könnte. Dieser Umstand gab Veranlassung, Stollen und Maschinenhaus für eine Leistung von 6 m^3/sek bezw. 18000 *PS* vorzusehen, auf die das Werk im endgültigen Ausbau gebracht werden soll. Im weitern war für seine Ausbildung massgebend seine Zweckbestimmung als Bahn-Kraftwerk zur Speisung zunächst der Lötschbergbahn, während nur die überschüssige Energie in das allgemeine Verteilungsnetz der Bernischen Kraftwerke abzuführen ist. Zur Deckung der aus dem Bahnbetrieb zu gewärtigenden Belastungsspitzen ist das

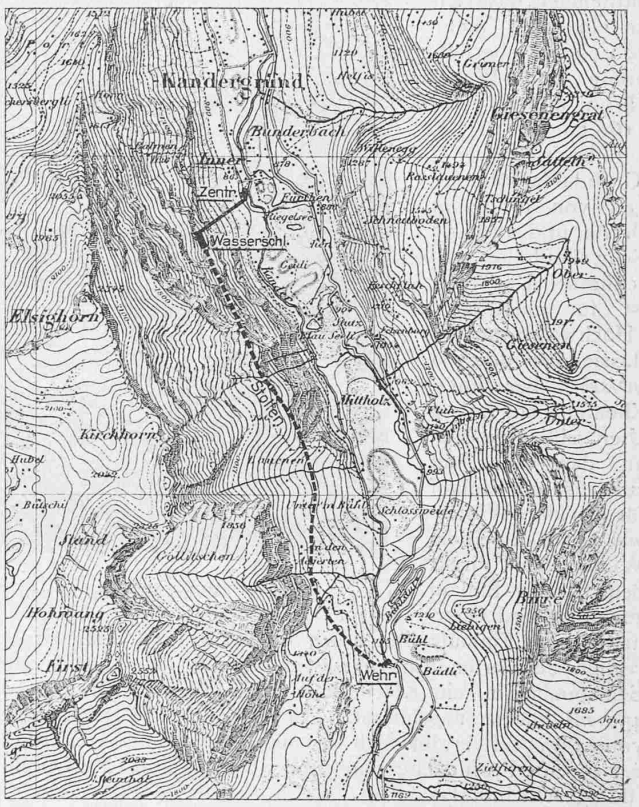


Abb. 1. Uebersichtskarte des E.-W. Kandergrund. — 1 : 60000.
Mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie. (27. XII. 11.)

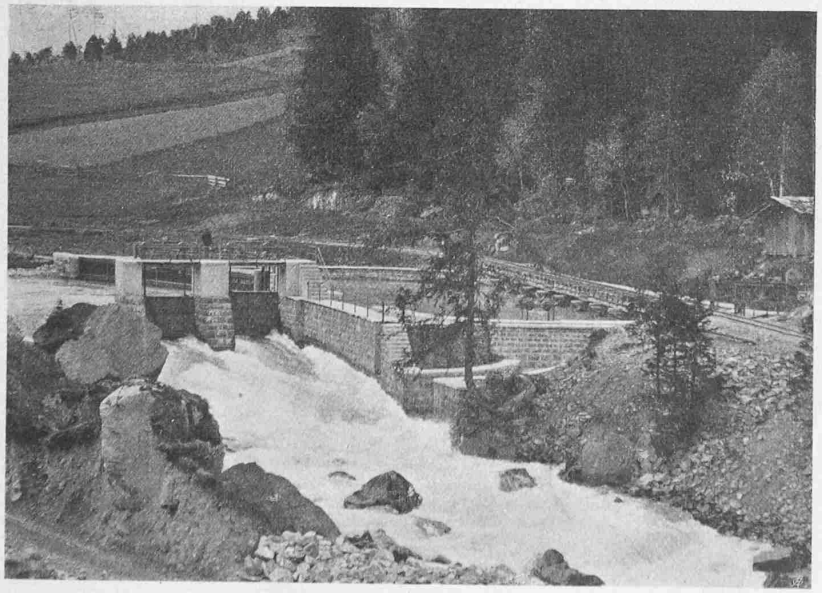


Abb. 2. Ansicht des Kanderwehrs am Bühl, vom rechten Ufer aus.

[1]) Fortsetzung der in Bd. LII, S. 135 unter dem Titel „Wasserkraftanlagen der Vereinigten Kander- und Hagnekwerke A.-G." in Bern begonnenen Artikelserie (I. Elektrizitätswerk Spiez; II. Wasserwirtschaftsplan der Oberhasli-Werke, Bd. LIII, S. 88).

[2]) Karte und Plan in Bd. LV, S. 333. [3]) Bd. L, S. 261 mit Abb.

[1]) Eingehende Darstellung aus Bd. LII, auch als Sonderabdruck erhältlich.

Wasserschloss mit einer Speicherungsfähigkeit von 15 000 m^3 ausgebaut worden; hierauf soll später näher eingetreten werden.

Ueber die Anlage der Wasserfassung geben die Abbildungen 2 bis 6 allen wünschbaren Aufschluss. Insbesondere ist dem Grundriss Abb. 3 zu entnehmen, dass sich an ein festes Wehr von 7,5 *m* Ueberfallbreite und Wehrkronenhöhe von 1166,50 *m* ü. M. linksufrig zwei Grundablassöffnungen von je 3,2 *m* Breite und 1164,55 Schwellenhöhe anschliessen. Das Wehr ist für eine max. Hochwasserdurchflussmenge von 60 m^3/sek berechnet. Ebenfalls am linken Ufer schliessen sich an das Wehr an zunächst ein Einlauf für das klare Winterwasser, das in einem Winterkanal direkt dem Stollen-Einlauf zugeführt wird. Oberhalb dieses Einlaufs finden wir den 12 *m* breiten mit Grobrechen bewehrten Sommerwasser-Einlauf, an den sich ein Schlammbassin, ein Klärbecken von rund 16 *m* Breite und 450 m^2 Fläche anschliesst. Für eine max. Wassermenge von 4 m^3/sek ergibt sich bei mittlerer Tiefe von rund 2,3 *m* eine Profilfläche von rund 36 m^2, somit eine Durchflussgeschwindigkeit von etwa 0,11 m/sek. Reichliches Sohlengefälle des Beckenbodens gegen die Mittelrinne, die ihrerseits gegen den Spülauslass fällt, ermöglicht ein rasches Ausspülen des abgelagerten Schlammes und Sandes unter dem Winterkanal hindurch in die Kander. Dieser ist zur Hintanhaltung der Eisbildung mit 0,6 und 1,2 % Sohlengefälle für eine Winterwasser-Geschwindigkeit von etwa 2 m/sek bemessen. Er besitzt dort, wo er um die untere Ecke des Schlammbassins gegen den Stolleneinlauf zubiegt, eine mit Dammbalken abgeschlossene Oeffnung zum Eisablassen, deren Wirkung durch einen quer zur Kanalrichtung gelegten Schwimmer unterstützt wird.

Ueber die Bauausführung ist zu sagen, dass zur Trockenlegung der Baugrube für die Fundation des Wehrkörpers am rechten Ufer, landseits des grossen Blockes, an den sich das Wehr anschliesst, ein Umleitungskanal erstellt worden war. Oberhalb des Wehrs wurde sodann ein Kastenfangdamm mit Lehmschlag und Betonabdeckung gebaut; letztere sollte den Damm gegen Ausspülen bei allfälliger Ueberflutung, die indessen nicht eingetreten ist, schützen. In die Betonsohle des festen Wehrs legte man zum Ausgleich der Pressungen einen kräftigen Rost aus Eisenbahnschienen. Alle sichtbaren Flächen sind mit in der Nähe gewonnenen harten Natursteinen in Spitzsteinmauerwerk verkleidet, Wehrkrone und Sohle oberhalb und unterhalb durch in Beton verlegte grössere Blöcke kräftig gepflästert. Die Fundationsarbeiten erfolgten ohne jede Störung im Winter 1908 auf 1909. Nach Beendigung des Baues wurde der Umleitungskanal zugefüllt und sein Einlauf durch eine Betonmauer abgeschlossen.

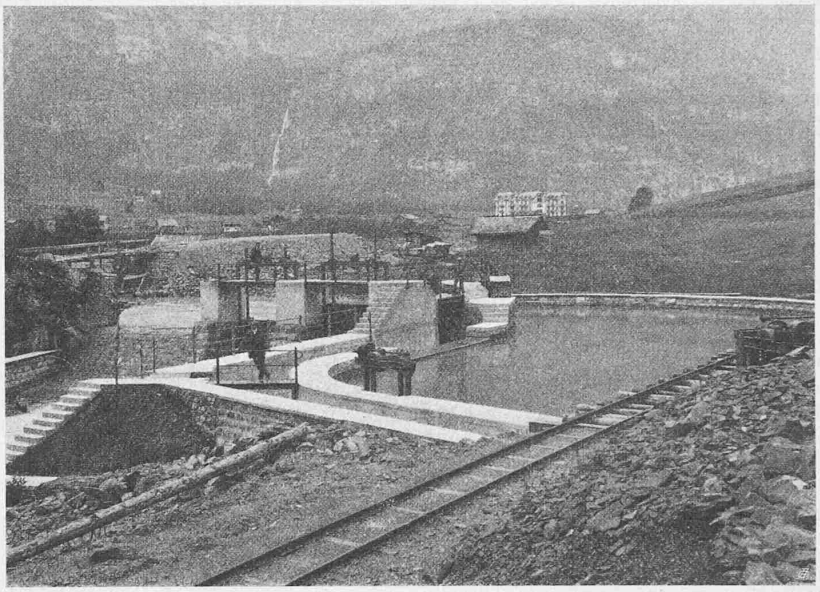


Abb. 5. Wehr, Winterkanal und Schlammbassin (vorn die «Dienstbahn»).

Der Zuleitungsstollen besitzt vom Einlauf bis zum Stollenleerlauf beim Uebergang ins Wasserschloss eine Gesamtlänge von 4206,45 *m*. Er ist ausser von den Enden

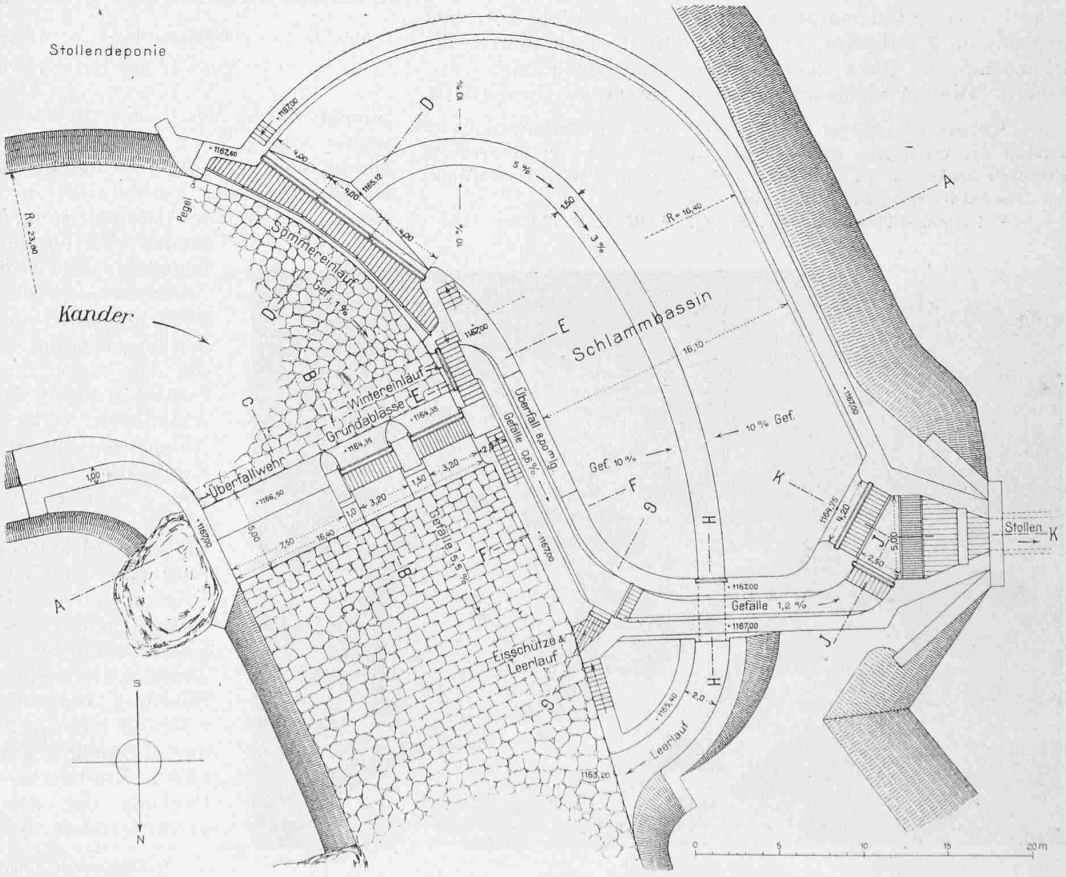


Abb. 3. Lageplan der Wehr- und Kläranlage des Elektrizitätswerkes Kandergrund. — 1 : 400.

her durch drei Seitenstollen bei Aegerten, in den Böden und am Lauenenbach in Angriff genommen worden, wodurch sich die folgende Unterteilung nach Baustrecken ergab: Bühlbad-Aegerten = 574 *m*, Aegerten-Böden = 370,7 *m*, Böden-Lauenenbach = 948,3 *m* und Lauenenbach-Fenster I (beim Wasserschloss oberhalb Bunderbach) = 2313,45 *m*. Das letzte Stollenstück erhielt zudem zwei Stollenfenster zur Materialförderung und Lüftung und zwar das eine beim Unghürloch, Km. 2,306 ab oberem Stollenportal, das andere im Schwarzgraben bei Km. 3,668. Die Seitenstollen hatten Längen von: Aegerten 38 *m*, Böden 73 *m* und Lauenenbach 42 *m*; letzterer wurde als Ueber- und Leerlaufstollen ausgebaut. Bei einem Gefälle von 1,6 ‰ und 3,72 m^2 Profilfläche vermag der Stollen mit 2,10 *m* Wassertiefe 6 m^3/sek zu führen. Er durchfährt vom Einlauf weg gerechnet auf 1703 *m* Bergsturz und Moränenmaterial in öfterem Wechsel, daran anschliessend auf 121 *m* Schiefer und auf den Rest von 2382 *m* harten Kalk. Er ist durchgehend mit betonierter Sohle und mit Widerlagern versehen, im obern Teil auf insgesamt 2020 *m* völlig ausgemauert oder ausgekleidet (Abb. 7, S. 4). Die Widerlager des Stollenmauerwerks wurden mit ganz wenigen Ausnahmen in Bruchsteinmauerwerk, das Gewölbe in Stampfbeton, der Gewölbescheitel in Betonsteinen erstellt, die Sohle

Das Elektrizitätswerk Kandergrund.

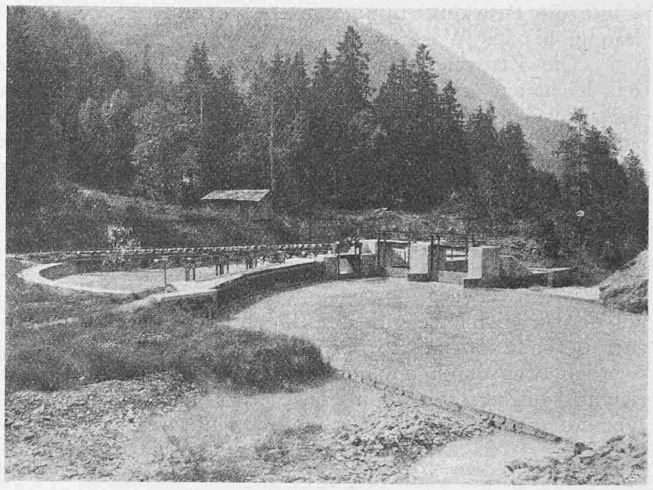
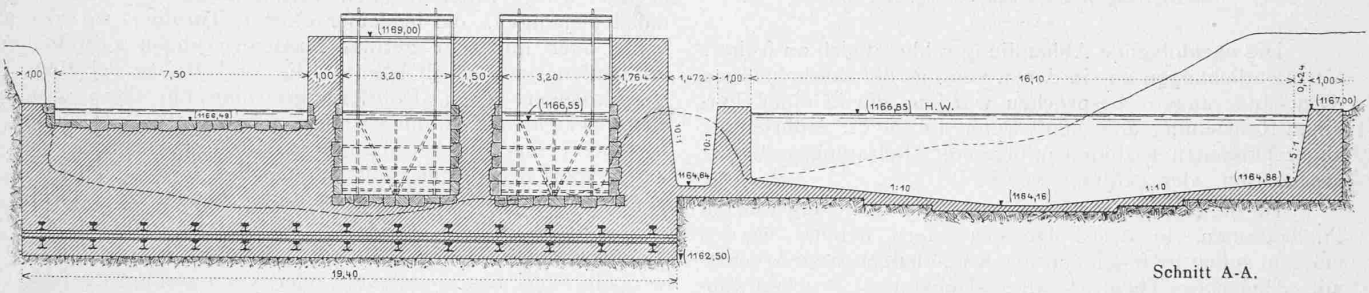
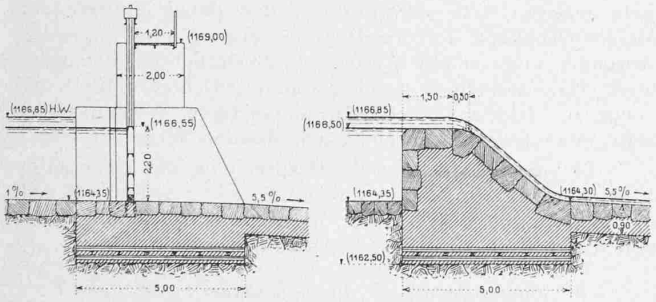


Abb. 6. Wehranlage von oben, vom linken Ufer aus.





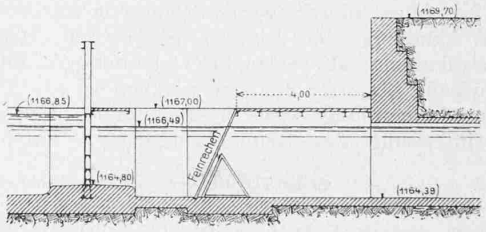
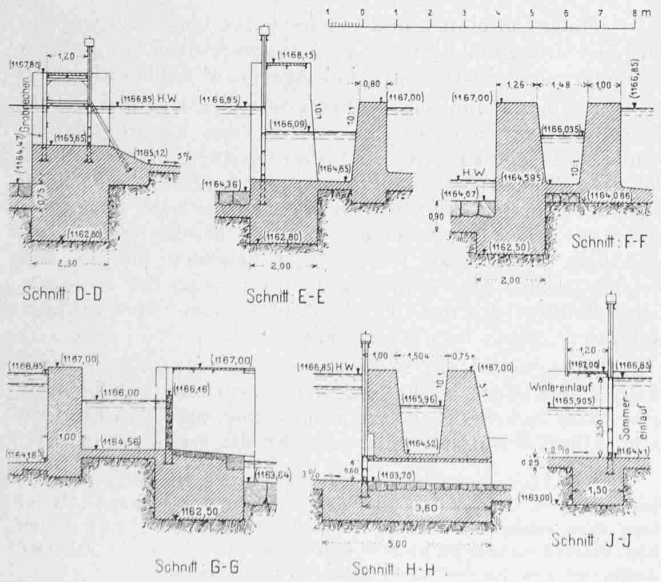


Abb. 4. Schnitte A-A bis K-K zu Abb. 3. — Masstab 1 : 200.



durchgehend aus Stampfbeton. Bei Km. 1,600 musste ein kurzes Stück Sohle und Widerlager armiert werden. In allen Strecken in Moräne und Bergsturz wurde, sofern nicht starker Wasserandrang sich zeigte, in zwei Schichten zu 8 Std. gearbeitet. In trockener Moräne erzielte man einen mittleren Tagesfortschritt von 2 bis 3 *m*, im Bergsturz mit grossen und kleinern Blöcken etwa 1 *m*. Grosse Schwierigkeiten bereiteten etwa bei Km. 1,050 Wasser- und Materialeinbrüche im Bergsturzgebiet. In allen Felspartien war ständiger Betrieb mit achtstündigem Schichtwechsel eingerichtet. Hier erfolgte der Vortrieb mit mechanischer Bohrung und zwar vom Seitenstollen Lauenenbach bei Km. 1,894 aus abwärts bis Km. 2,345 mit zwei Ingersoll-Stossbohrmaschinen, von hier bis zum Durchschlag gegen Vortrieb Bunderbach, sowie im letztern selbst mit je zwei Flottmann-Bohrhämmern. Als durchschnittlicher Tagesfortschritt ergaben sich mit einer Belegschaft von vier Mann pro Vortriebs-Schicht 4,3 *m* für jeden Vortrieb. Der Dynamitverbrauch bezogen auf den m^3 Ausbruch erreichte bei den Bohrmaschinen mit 45 *mm* Bohrloch 4 kg/m^3, bei den Bohrhämmern mit 22 *mm* 2,5 kg/m^3. Dabei wurden pro Attacke gebohrt im ersten Fall 7 bis 9 Löcher von 1,40 Tiefe, im zweiten Fall 11 bis 15 Löcher mit Bohrtiefe je nach Gesteinshärte und Schichtenverlauf von

1,30 bis 1,50 *m*. Beim Seitenstollen Lauenenbach wie bei der Zentrale in Bunderbach waren die elektrisch angetriebenen Kompressorenanlagen installiert; von unten her folgte die Druckluftleitung von 4″ ⊖ dem Tracé der Rohrleitung bis ins Wasserschloss.

Die Zentrale Bunderbach ist von der Landstrasse aus leicht zugänglich; eine Seilbahn führt vom Maschinenhaus aus wie üblich längs der Druckleitung zum Wasserschloss und Stollen hinauf. Weniger einfach gestaltete sich die Zufahrt zu den obern Arbeitsstellen. Immerhin konnte bei Km. 10,7 der Lötschberg-Dienstbahn, oberhalb des Aegerten-Kehrviadukts, an diese Anschluss gefunden werden. Von hier aus führte eine 200 *m* lange Seilbahn zum Installationsplatz des Seitenstollens Aegerten und von diesem eine etwa 1300 *m* lange Rollbahn längs des Hanges zu den Arbeitsplätzen in den Böden und am Lauenenbach. An deren Ende musste noch der Lauenenbach überbrückt werden, was durch ein hölzernes Fachwerk (mit vertikalen Rundeisen-Zugstangen) in Form eines How'schen-Trägers von 20 *m* Spannweite geschah, den unsere Aufnahme in Abbildung 8 samt ihrem Erbauer zeigt. (Forts. folgt.)

Hydraulische Druckregulatoren.

Von Dipl. Ing. *R. Dubs* und Dr. Ing. *A. Utard.*

Die nachfolgende Abhandlung schliesst sich an frühere Veröffentlichungen an, in denen von uns die Erscheinungen (Druckänderungen) besprochen wurden, die in einer Turbinen-Rohrleitung auftreten, wenn die an die Rohrleitung angeschlossenen Turbinen infolge einer Belastungsänderung geschlossen oder geöffnet werden [1]).

Da die Resultate dieser, in der Fussnote angeführten Publikationen in der Folge des öftern benützt werden müssen, sollen im folgenden der Kürze halber diese Arbeiten mit „Allgemeine Theorie" (Allièvi-Dubs) und „Druckschwankungen" (Utard) bezeichnet werden.

Im Anschluss hieran wurde dann von uns in einer spätern Abhandlung der Einfluss besprochen, den die Druckschwankungen als Sekundärerscheinungen auf den Reguliervorgang als ihren Erreger ausüben [2]).

Diese Abhandlung wird in der Folge kurzweg mit „Die Beeinflussung des Reguliervorganges" bezeichnet.

[1]) *Allièvi-Dubs*, „Allgemeine Theorie der veränderlichen Bewegung des Wassers in Leitungen". Springer, Berlin 1909. (Siehe auch Besprechung des Buches von Prof. Dr. F. Prášil in Band LV, Seiten 278 und 296 der Schweizerischen Bauzeitung). *A. Utard*, „Die bei der Turbinenregulierung auftretenden, sekundären Erscheinungen, bedingt durch die Massenträgheit des zufliessenden Arbeitswassers". Dinglers Journal, Heft 26 bis 33, 1909.

[2]) *Dubs-Utard*, „Die Beeinflussung des Reguliervorganges von seiten der durch Wasserträgheit entstandenen Druckschwankungen", Dinglers Journal, Heft 8 bis 13 und 15, 1911.

Das Elektrizitätswerk Kandergrund.

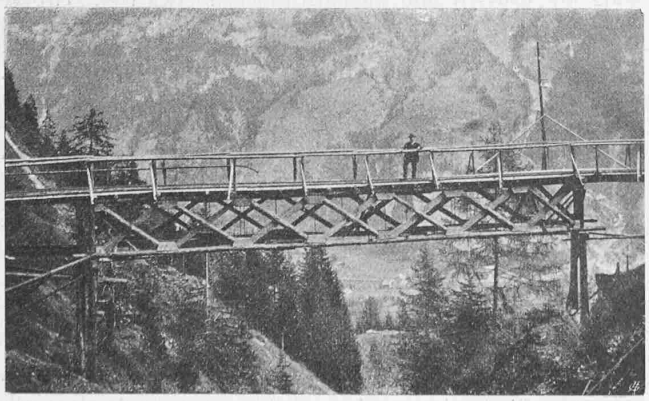
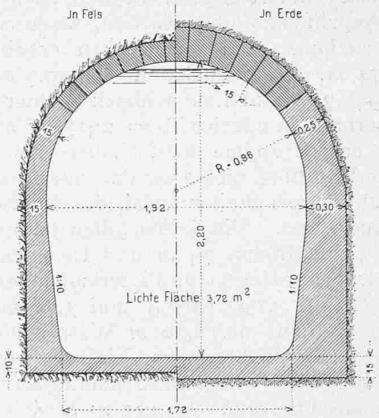


Abb. 8. How'scher Träger beim Seitenstollen Lauenenbach.



	In Fels	In Erde
Widerlager	0,536 m²	0,870 m²
Aufsatz	0,210 »	0,420 »
Sohle	0,172 »	0,378 »
Total Betonmauerwerk	0,918 »	1,668 »
Gewölbte Formsteine	0,264 »	0,440 »
Gewicht pro Stein	19 kg	32 kg
Anzahl Steine pro l. m.	33	33

Abbildung 7.
Stollenprofile
des E.-W. Kandergrund.
Masstab 1 : 50.

I. Vorrichtungen zur Verhütung der nachteiligen Wirkungen der Trägheitserscheinungen.

Das Hauptergebnis der vorstehend angeführten Arbeiten von Allièvi-Dubs-Utard war die Erkenntnis, dass infolge der Massenträgheit des der Turbine zuströmenden Arbeitswassers eine grosse Verschiebung der ideellen Verhältnisse hervorgerufen wird. Unter ideellen Verhältnissen verstehen wir dabei diejenigen, die bei einer offenen Turbine, wo also keine oder nur sehr geringe Massenwirkungen auftreten, vorhanden sind. Ideell könnten die Verhältnisse bei einer geschlossenen, d. h. Rohrleitungsturbine nur dann sein, wenn bei einem Oeffnungs- oder Schliessvorgang infolge besonders eingebauter Apparate (Synchronschieber etc.), die wir später besprechen wollen, die Geschwindigkeit des Wassers in der Rohrleitung keinerlei Aenderung erfährt.

Unsere frühern Abhandlungen basierten alle auf der Voraussetzung, dass bei einem Oeffnungs- oder Schliessvorgang eine Beschleunigung oder Verzögerung des der Turbine zuströmenden Arbeitswassers eintritt, und es hat sich gezeigt, dass der Einfluss der dabei auftretenden Massenwirkungen auf den Reguliervorgang ein durchwegs störender und schädlicher ist. Das Bestreben der Konstrukteure war deshalb von jeher dahin gerichtet, Mittel und Wege zu ersinnen, um diesen ungünstigen Wirkungen zu begegnen oder event. deren Ursache aus dem Wege zu räumen.

Bevor wir jedoch auf die Besprechung der erfundenen Vorrichtungen eingehen, soll untersucht werden, ob sich nicht auf andere Weise, d. h. ohne Hinzuziehung eines neuen Konstruktionsteiles, Besserung schaffen liesse.

a) Untersuchung, ob durch besonders gestaltete Oeffnungs- und Schliesskurven die Arbeitsweise des Reglers sich verbessern lässt.

Unter Oeffnungs- und Schliesskurve verstehen wir hier die Aenderung des Austrittsquerschnittes f_1' des Leitapparates in Funktion der Zeit t beim Oeffnungs- bezw. Schliessvorgang.

Es kann nun zur Verbesserung der Regulierverhältnisse der Versuch gemacht werden, das lineare Oeffnen und Schliessen, an dem wir bisher bei allen unsern frühern Untersuchungen festgehalten haben, aufzugeben und durch andere Oeffnungs- und Schliesslinien zu ersetzen. Es müssen dann die aus einer beliebigen f-Kurve resultierenden Verhältnissse untersucht werden [3]). f bedeutet hierbei den totalen Austrittsquerschnitt, d. h. die Summe des Austrittsquerschnittes f_1' der Turbine plus dem Austrittsquerschnitt f_1'' eines event. Seitenauslasses.

Die punktweise Konstruktion der H- (d. h. Druck-) Kurve unter Berücksichtigung der Elastizitäten ist auch für eine ganz beliebig gestaltete Schlusslinie, nach den Formeln von Allièvi leicht durchführbar. Ist die totale Schliesszeit

[3]) Im folgenden werden vorerst die theoretisch günstigsten Verhältnisse bestimmt, ganz ohne Rücksicht auf die technische Ausführbarkeit. Daraus kann dann entnommen werden, was sich im günstigsten Fall erreichen lässt, während nachträglich leicht zu konstatieren ist, inwieweit die praktische Ausführung sich den ideellen Verhältnissen nähern kann.