Zeitschrift: Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 7 (1914-1915)

Heft: 6-7

Artikel: Direkte Wasserfassung der Kraftwerke Brusio A.-G. im Poschiavo-See [Schluss]

Autor: Lüscher, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920057

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: 16.07.2025

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

samten Niederschlagsmenge beträgt. Dieser Ausfall wird sogar grösser, wenn, wie dies bei den Apparaten am Lammbach der Fall ist, das Metall im Innern des Apparates lackiert ist, denn die Wassertröpfchen rieseln langsamer an einer lackierten Fläche als an glattem Metall. Die von der Landeshydrographie mit diesen Apparaten erzielten Resultate sind indessen nicht verloren; es wird genügen, den konstatierten Irrtum durch Vergleiche mit einem Mougin-Apparat zu korrigieren. Im allgemeinen dürfte es angebracht sein, diese Rohre durch Apparate nach System Mougin zu ersetzen, um so mehr als nach gemachten Beobachtungen die Rohre am Lammbach sich leicht teilweise verstopfen, infolge eines an der Öffnung sich bildenden Schneezapfens. Dieser Nachteil fällt beim Apparat Mougin, trotz seiner gleich grossen Öffnung, weg.

Fig. 3. Mougin-Totalisator am Konkordiaplatz (2850 m), erstellt von der schweizerischen Landeshydrographie.

Das Modell der schweizerischen Landeshydrographie (Fig. 2 und 3) stellt den Typ Mougin dar, während dasjenige der schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt von diesem etwas abweicht. Der erstere dieser beiden Apparate ist billiger und leichter im Gewicht als der zweite. Seine Verwendung wird sich deshalb vorzugsweise da empfehlen, wo der Aufstieg schwierig ist, oder wo die Träger nicht zahlreich zu finden sind. Der Apparat für sich macht eine Trägerlast aus (zirka 30 kg); der Windschutzring beansprucht einen zweiten Träger. Für den Transport des Apparates der meteorologischen Zentralanstalt sind jedoch vier Mann notwendig. Dafür hat er den Vorteil, solid gebaut zu sein und, dank der Verlängerungsmöglichkeit der Füsse, an Stellen angebracht werden zu können, wo der Schnee unter Umständen eine beträchtliche Höhe erreicht.

(Schluss folgt.)

Direkte Wasserfassung der Kraftwerke Brusio A.-G., im Poschiavo-See.

Von Dr. G. Lüscher, Ingenieur in Aarau.

(Schluss.)

III. Die Bauausführung.

Im März 1911 wurde mit der Arbeit begonnen. Zwischen dem 8. April und 1. Mai waren alle drei Caissons fertig erstellt worden. Auftretender Absenkungsschwierigkeiten wegen dauerte dann aber, entgegen dem ursprünglichen Programm, die Absenkungsarbeit bis in den Februar 1912 hinein.

Über diese Schwierigkeiten bei der Absenkung ist folgendes zu sagen:

Nachdem die Caissons das Aufschüttmaterial und darunter eine bis zirka 2 m mächtige Lehmschicht durchfahren hatten, gerieten sie in ein Bergsturzterrain aus grossen, Stück an Stück liegenden Granitblöcken, deren Hohlräume mit Ton- und Kies-Aglommeraten ausgefüllt waren. Die ganze Aushubarbeit ging nun in Minenarbeit über. Aus der nebenstehenden Abbildung, Figur 13, ist rechts ein Haufen aufgeschichteter Steine ersichtlich; es ist der durch Minen gelöste Aushub von Granitsteinen aus den Caissons. Man konnte in den einzelnen Caissons nur noch mit Minen arbeiten, um sie auf die vorgeschriebene Tiefe zu bringen. Dabei haben die Arbeitskammerwände, namentlich diejenigen des zuletzt versenkten 10 m langen Caissons, nahe über der Caissonschneide stark gelitten, so dass deren teilweise Rekonstruktion nötig war.

Schon im Dezember 1912 war vorauszusehen, dass der Stollen über den drei Caissons erst gegen das Frühjahr fertig erstellt und die Zwischenfugen geschlossen sein könnten, während die ganze Fassung bis zur Wasserklemme wenigstens so weit betriebsbereit stehen sollte, dass eine Unterstützung der Wasserzuführung durch den Syphon möglich war. Es war das schon deshalb notwendig, weil die Wasserreserve der Berninaseen dieses Jahr infolge verspäteter Fertigstellung der Stauanlagen noch nicht benützt werden konnte. Unter diesen Umständen entschloss man sich, sofort an die Ausführung des Anschlußstückes zwischen Caissons und Schacht zu schreiten. So wurde es möglich, gleichzeitig mit der Caisson-Rekonstruktion und Fertigabsenkung vorzugehen. Es hatte dies zur Folge, dass für das Anschlußstück der Tagbau gewählt werden musste, indem ein Ausbrechen unter Druckluft aus dem Stollen über den Caissons heraus für so lange ausgeschlossen war, als dieser letzte landseitige 10 m lange Caisson nicht auch auf seiner Tiefe angekommen war.

Diese Arbeitsdispositionen sind aus der Figur 14 ersichtlich, die einen schematischen Längenschnitt durch die Stollenachse darstellt. Die Abbildung Figur 15 zeigt, bei gesenktem Seespiegel, rechts im Bilde den Einbruchschlitz unter der Berninabahn und

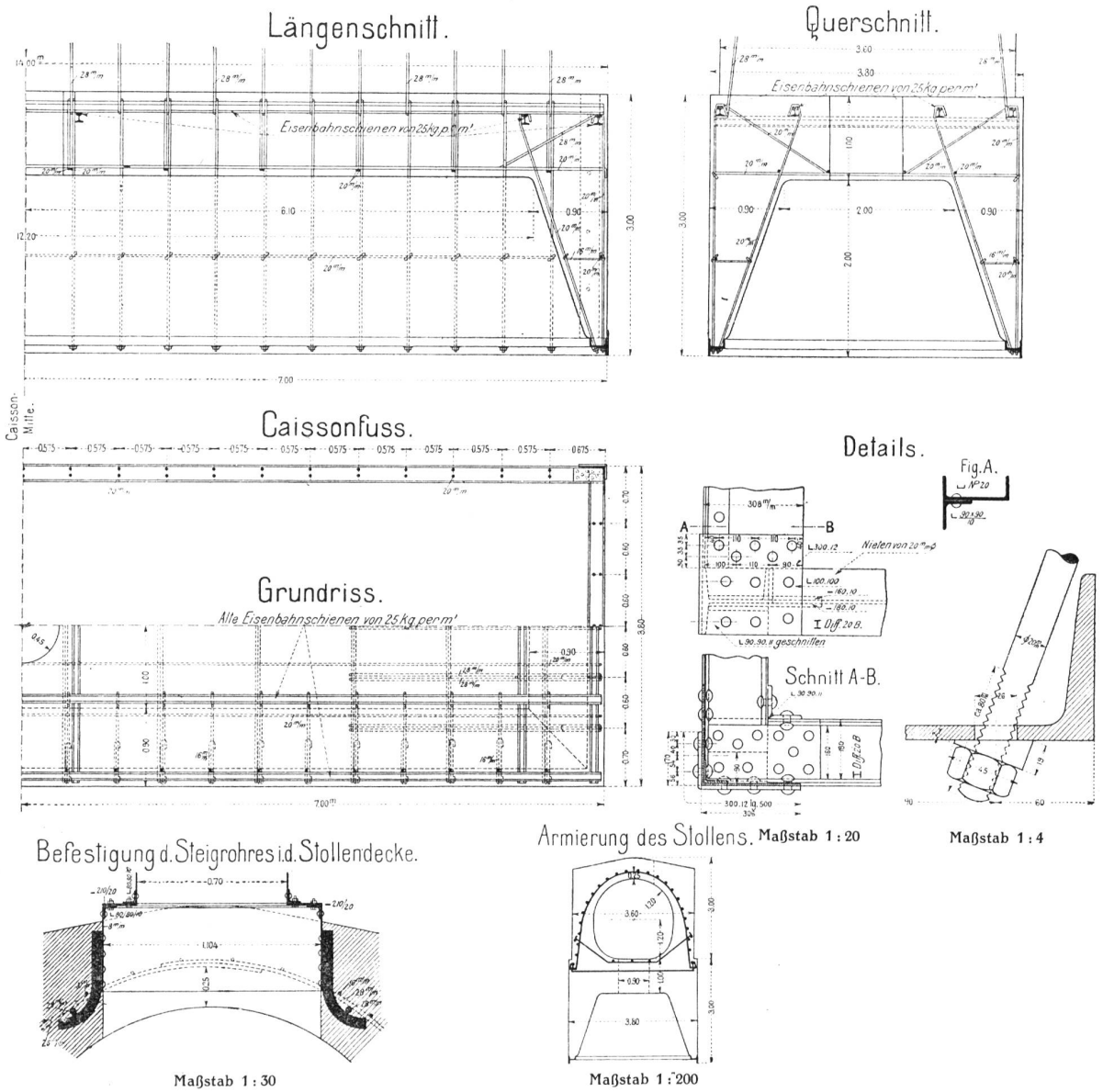

Abbildung 10. Details des Stollencaissons auf der Seeseite des Turmes. Maßstab 1 : 80.

-Strasse, aus welchem eine Rollbahn auf einem über dem 10 m-Caisson erstellten Gerüst herausführt. Figur 16 zeigt diesen Schlitz vom Turm-Caisson aus gesehen. Der in der Mitte der Figur 15 sichtbare Betonkörper ist der noch nicht fertige Turmaufbau über dem fertigen abgesenkten Turm-Caisson, und links im Bilde sieht man die Personenschleuse des 14 m-Caissons, dessen Arbeitskammer eben mit Beton ausgefüllt wird.

Bevor wir auf den Bau des Anschlußstückes zwischen Caissonende und Heberauslaufschacht eintreten, soll noch über den Fugenschluss zwischen den einzelnen Caissons berichtet werden, durch welchen die Kontinuität der einzelnen Stollenringe hergestellt wurde.

Diese Arbeiten zählen zu den schwierigsten; sie waren in den von den einzelnen Firmen für diese Baute eingereichten Offertplänen ganz verschieden gelöst. Sehr oft wird der Fugenschluss zuletzt mit Hülfe speziell gebauter kleiner Caissons hergestellt. In origineller Weise hatte Herr Ingenieur Rötlisberger in Turin in einem Projekt seinerzeit diese Arbeit gelöst, indem er vorschlug, zuerst an den Fugenstellen spezielle Caissons mit überlagerten Backsteinvollmauerwerk abzuteufen, so tief, dass die Oberkante Arbeitskammerdecke und damit die Unterkante des Backsteinvollmauerwerkes auf die Stollensohlenkote zu stehen kommen, während das Backsteinvollmauerwerk nach der Höhe bis Oberkante Stollenscheitel reichen sollte. Die nachfolgenden abzuteufenden eisernen Stollen-Caissons hätten dann mit den Stirnwänden bei der Abteufung das Backsteinvollmauerwerk durchschnitten und durch schildweises Vorgehen aus kleinen Türen der Arbeitskammer heraus wäre der dichte Zusammenschluss mit dem Backsteinvollmauerwerk hergestellt worden. Am Schlusse im fer-

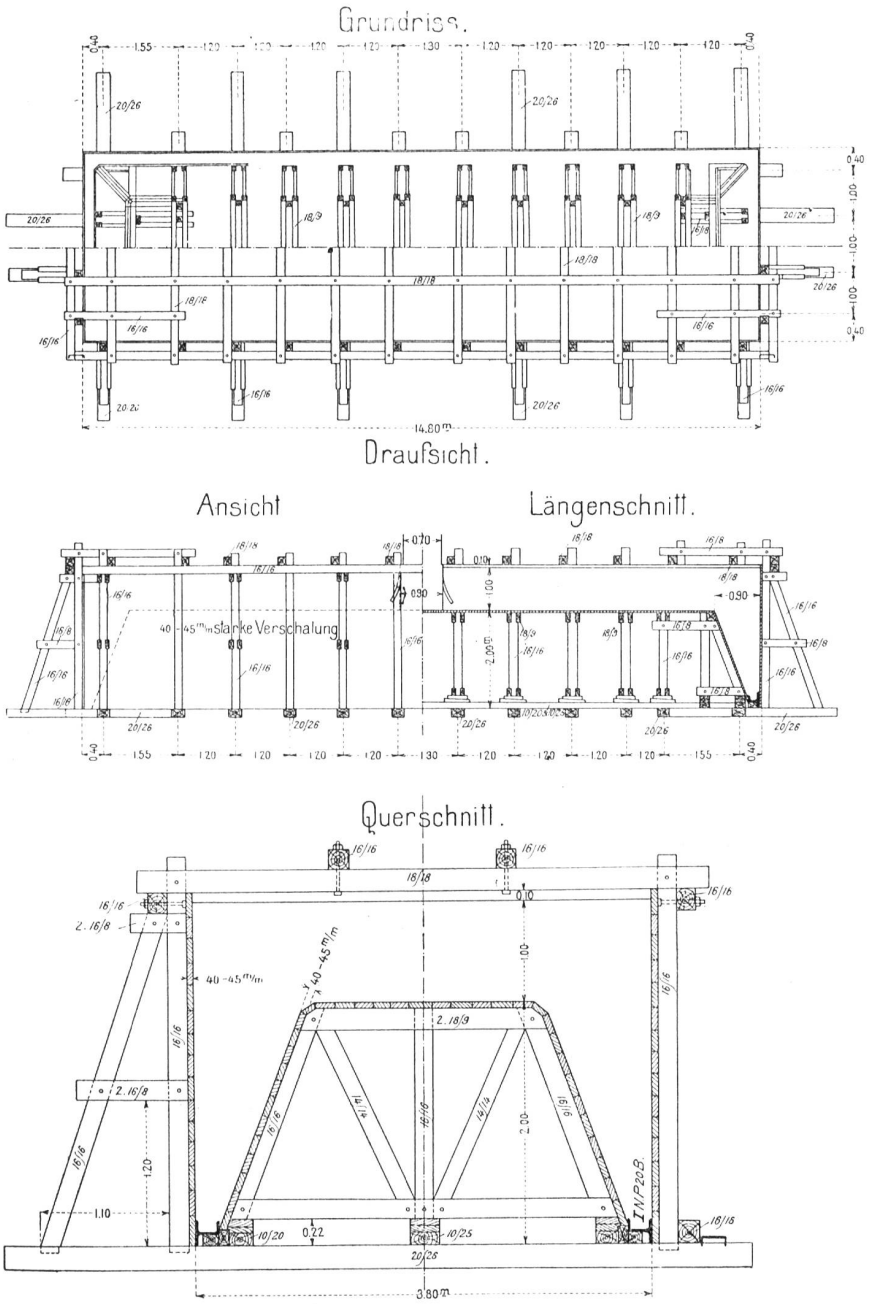

Abbildung 11. Schalgerüste des Stollencaissons auf der Landseite des Turmes. Maßstab 1 : 60.

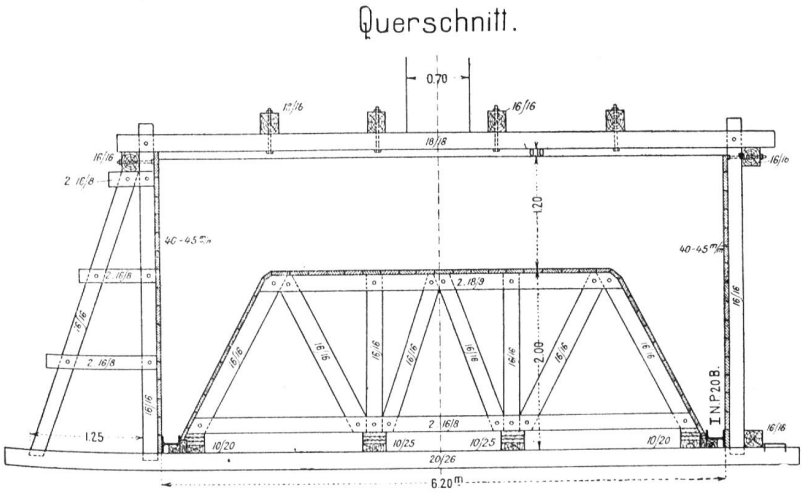

Abbildung 12. Schalgerüste des Stollencaissons auf der Landseite des Turmes. Maßstab 1 : 80.

tigen Stollen wäre die Vollwand der Fugen zwischen den einzelnen Caissons durchbrochen und so die Kontinuität des in den Arbeitskammern erstellten Stollens selbst hergestellt worden.

Hier wurde bei der Bauausführung ein sehr einfaches und auch billiges Verfahren angewendet, das von dem denkbar besten Erfolg begleitet war. Es ist in Figur 14 erklärt. Über dem Ende des 14 m-Caissons und über dem Anfang des 10 m-Caissons ist eine einfache, über die ganze Caissonbreite hinreichende Holzwand auf den Stollenscheitel senkrecht aufgestellt worden, hoch genug, dass nach dem Versenken deren Ende über den höchsten Wasserspiegel hervorragte. (In der Figur 14 ist diese Fugenschlusswand mit A und B bezeichnet).

Mittelst dieser Wand konnte die Caissonfuge gewissermassen bis über das Terrain und den Wasserspiegel erhöht werden, einerseits gebildet durch diese Holzwand, anderseits durch den Turmbeton, während die beiden Schmalseiten der Fuge vorläufig offen blieben. Damit die Wand durch die unregelmässigen Bewegungen des Caissons beim Absenken nicht brach und vom Betonmauerwerk des Stollenscheitels nicht losgerissen wurde, sondern durch das sie allseitig umschliessende Terrain hinuntergleiten konnte, waren die drei Wandpfosten auf das Scheitelmauerwerk mit gelenkartig konstruierten Ankern befestigt. So wurde deren Abbrechen infolge grösserer oder geringerer Absenkungsbewegung der einen oder anderen Stirnseite des Caissons vermieden.

Nach fertiger Absenkung wurden neben den Caissonwänden vor den beiden Schmalseiten der Fuge Eisenpfähle eingerammt, dann der Fugenzwischenraum durch Auskratzen des Terrains aus der Arbeitskammer heraus entleert und die ganze Fuge von der Schneide des Caissons bis zum Stollenscheitel mittelst des Betontrichters unter Wasser mit einem guten Beton von 600 kg Zement per m^3 feinen Kieses und Sandes ausgefüllt.

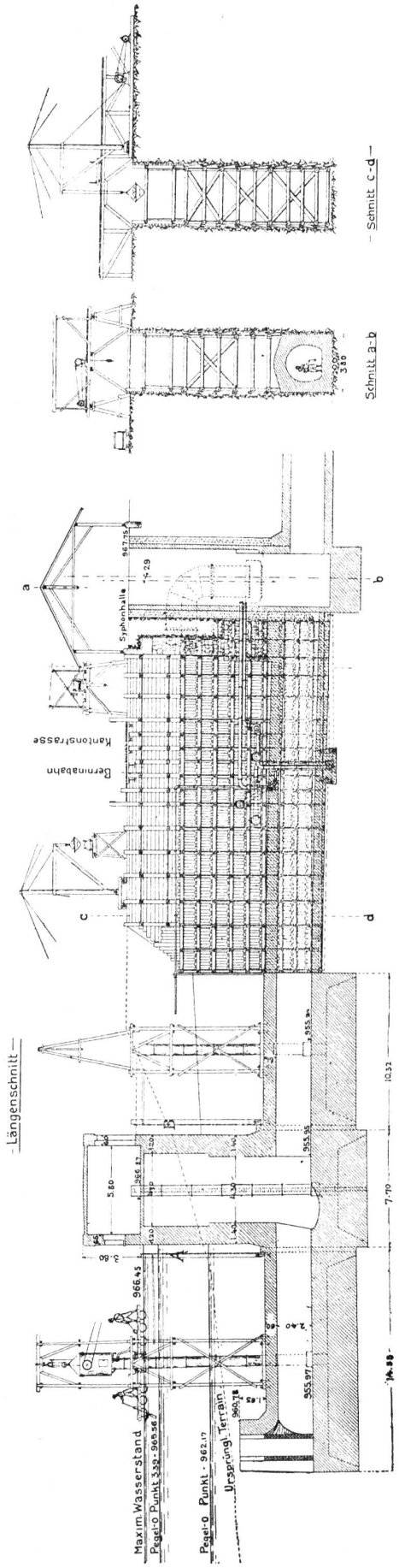

Abbildung 14. Längenschnitt durch die Stollenwehre. Maßstab 1 : 400.

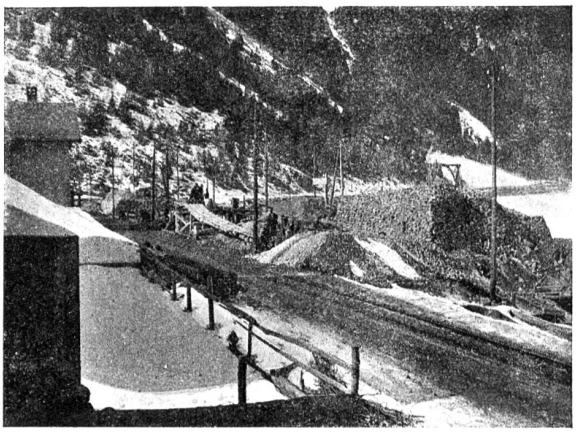

Abbildung 13. Aushub aus den Caissons.

Damit beim Absenken des Caissons der Baugrund, und beim Ausbetonieren der Fuge der Beton nicht in das offene Stollenprofil eintreten konnten, waren die Stollenenden mit dichten Bretterwänden verschlossen worden, welche ihrerseits an in den Beton eingelassenen Querbalken befestigt waren.

Nach Erhärten des Fugenbetons wurden sodann im Stollen die Bretterverschlüsse demontiert und der Fugenbeton im Lichtraumprofil herausgespitzt und verputzt.

Die photographische Aufnahme, Figur 17, zeigt die Caissonfuge 1 vom Turmraum aus gesehen, im

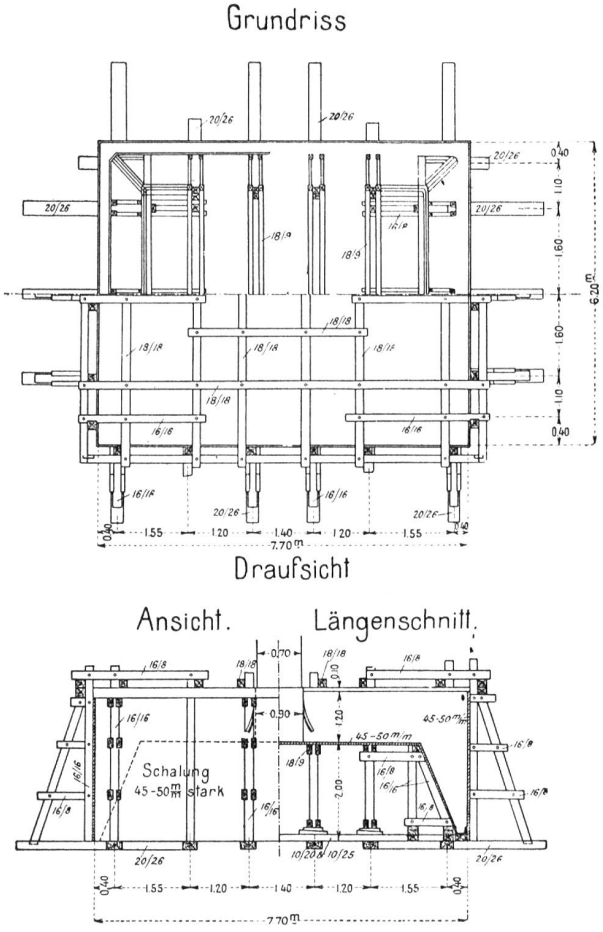

Abbildung 15.

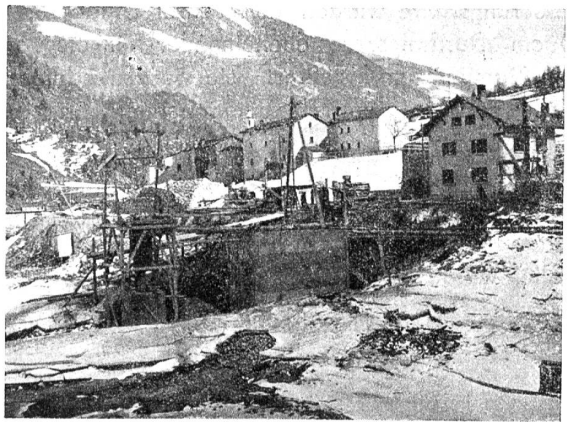

Abbildung 15.
Einbruchschlitz unter die Berninabahn bei gesenktem Seespiegel

Momente, da der Fugenbeton zum grössten Teil ausgebrochen war; dieser ist daher hier nur noch von den beiden Seitenwänden heraus sichtbar.

Im Turmraum selbst sieht man auf diesem Bild die abgesprengten Trümmer des das Futterrohr tragenden provisorischen Zwischenbodens und des Caissonfugenbetons. Der Fugenbeton selbst erzeigte sich als durchwegs von vorzüglichster Qualität. Der Stollenbeton hatte trotz des schwierigen Absenkungsvorganges gar nicht gelitten.

Wären die Zwischenfugen nicht auf der einen Seite durch die Turmwand begrenzt gewesen, so wären die beschriebenen Fugenschlusswände auch hier aufzubringen und mit abzusenken gewesen. Der Vorgang wäre übrigens der gleiche geblieben.

Es bleibt uns noch übrig, kurz auf den Vorgang

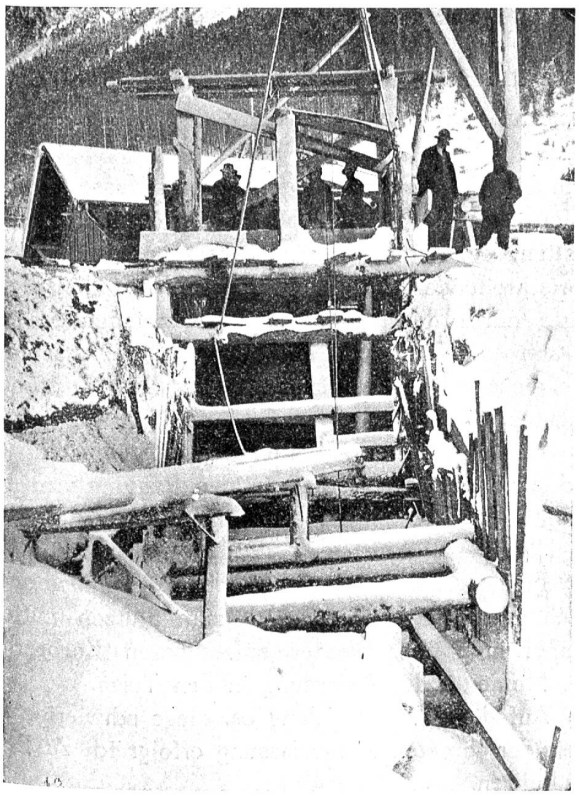

Abbildung 16. Schlitz vom Turm-Caisson aus gesehen.

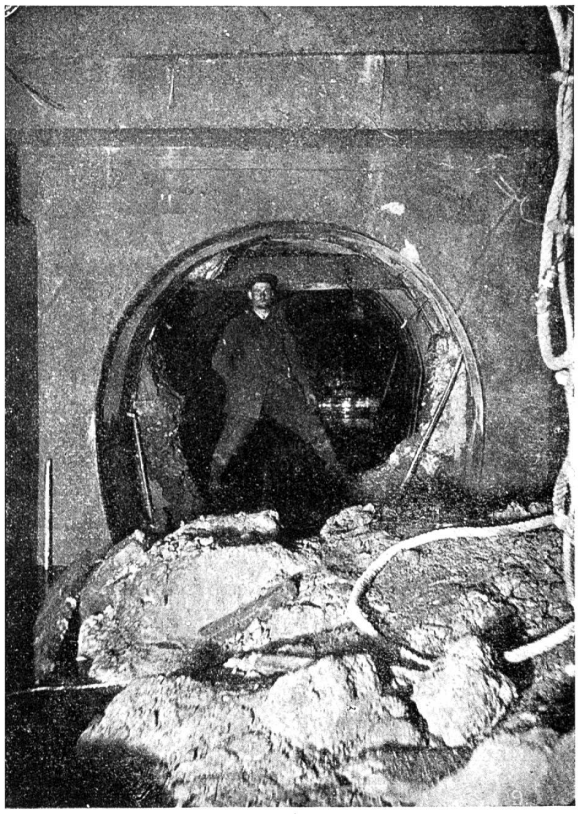

Abbildung 17. Caissonfuge 1 von Turmmauer aus gesehen.

beim Bau des zirka 25 m langen Anschlußstückes zwischen Caisson und Schacht Nr. 1 einzutreten. Er wurde, infolge der eingetretenen Umstände, mittelst Schachtzimmerung in freier Luft durchgeführt wie dies aus dem Längenprofil und den zwei Querschnitten in Figur 14 ersichtlich ist.

Es ist unnötig, zu erwähnen, dass bei der Abteufung auf die beträchtliche Tiefe von 14 m unter einer stark befahrenen Bahnlinie und Strasse und bei grossem Wasserandrang mit Vorsicht vorgegangen werden musste, auch im Hinblick auf den noch in Absenkung begriffenen 10 m-Caisson.

Besondere Sorge verlangte das Blosslegen des Heberauslaufschachtes und die Unterfahrung des gemauerten Kanals der Heberleitung, um so mehr als dabei auch die bei dessen Bauausführung aufgetre-

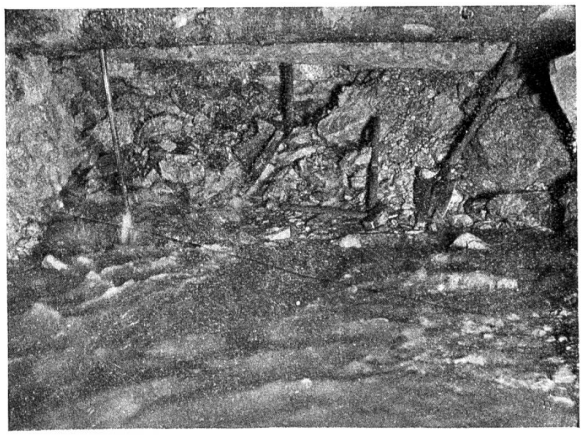

Abbildung 18. Wasserstrom aus dem Heberauslaufschacht.

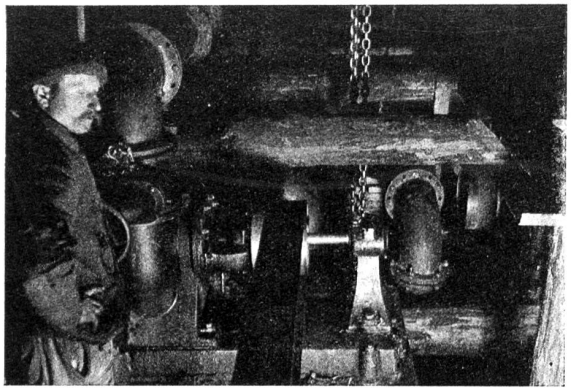

Abbildung 19. Pumpenanlage im offenen Schachtschlitz.

tenen manigfaltigen Schwierigkeiten in verschiedener Hinsicht in die Erscheinung traten; sie liessen sich aber ohne jede Störung des Betriebes des Kraftwerkes beheben.

Figur 18 zeigt den unter dem Heberauslaufschacht heraustretenden Wasserstrom, Figur 19, zwei der drei Pumpen von der Pumpenanlage im offenen Schachtschlitze. Figur 20 zeigt den Blick durch den Stollen des 10 m Caissons gegen den in Betonierung begriffenen Stollen im Schachtschlitz.

Anfangs März 1913 war die Schachtaushubarbeit beendigt und die Betonierung des Stollenprofils samt Anschlüssen an den Enden unter steter Abhölzung und Spriessenwechslung war bis Ende März 1913 durchgeführt. Alles Holzwerk der Schachzimmerung wurde hierbei beseitigt und überall wurde satt angemauert. Statt der in dem Querschnitte, Figur 9, ersichtlichen, unter der Stollensohle eingelegten eisernen Entwässerungsröhre wurden deren drei Stück von bis 40 cm Durchmesser nebeneinander eingelegt und zum Pumpensumpf geführt; sie wurden schliesslich durch Einpressen von flüssigem Zementmörtel ausgefüllt. Sofort nach Beendigung wurde auch die Wand aus armiertem Beton des alten Schachtes Nr. 1 durchbrochen und zur Wasserabgabe alle Vorkehren getroffen. Beim Wiedereinfüllen des Schlitzes über dem Stollen wurde ebenfalls alles Holzwerk beseitigt und zur weiteren Verhütung allfälliger Durchsickerungen,

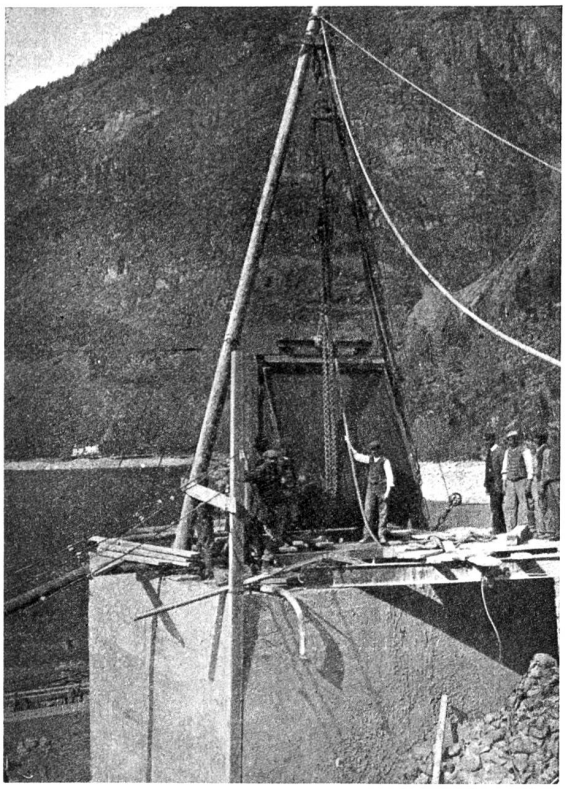

Abbildung 21. Korbrechen im Momente der Abfassung in den Turm.

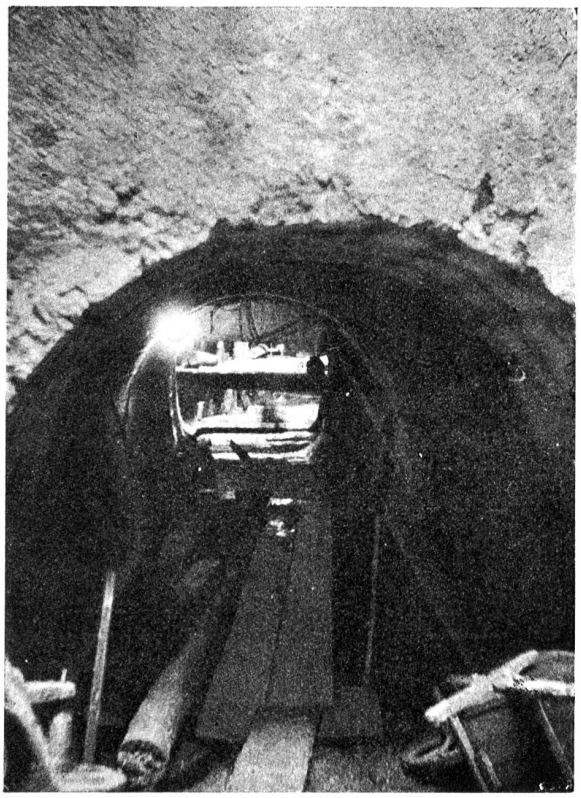

Abbildung 20. Blick durch den Stollen des 10 m Caisson gegen den Stollen im Schachtschlitz.

wie sie sich früher in geringerem Masse an den Ufern des Poschiavino bereits bemerkbar gemacht hatten, ein Lehmkern eingebracht und endlich mit fortschreitender Auffüllung über dem Stollenscheitel quer durch den Schlitz eine Bruchsteinmauer aus Granit aufgeführt und mit Zementmörtel ausgefugt; sie dient zugleich zur Unterstützung des Hausfundamentes.

Während diesen Arbeiten wurden gleichzeitig die Schützen und der Rechen in den Regulierturm einmontiert, welche Arbeit die Firma Bosshard & Cie., in Näfels ausführte.

Figur 21 zeigt den auf dem Turmmauerwerk stehenden beweglichen und zum Putzen mittelst Kabelwinde über Wasser aufziehbaren Korbrechen im Momente der Ablassung in den Turm.

Auf diese Weise gelang es, diese schwierige Arbeit der direkten Wasserfassung erfolgreich zu Ende zu führen.