Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81/82 (1923)
Heft: 20

Artikel: Das Kraftwerk Ritom der S.B.B.
Autor: Eggenberger, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-38911

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: 24.08.2025

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

Form die andere überbietet. Auch die Wohnhäuser folgen demselben Grundsatz; alle Räume bleiben völlig schmucklos, dafür aber wird dann etwa der Hausgang von Kreuzgewölben überspannt, zwischen Gurten mit vertieften Kassettierungen, abwechselnd mit Eselsrücken, und selbst noch im Scheitel des Kreuzgewölbes wird eine sternförmige Kassettierung eingelassen (Abbildung 3).

Immer wieder sieht sich der moderne Architekt von dieser anspruchlosen Architektur belehrt, welch erstaunliche Wirkung durch Konzentration auf das Wesentliche zu erzielen ist, und mit wie bescheidenen Mitteln dann am entscheidenden Punkt die grössten Wirkungen erreicht werden. Man spricht ja viel davon; hier sehen wir's am lebendigen Beispiel. *Peter Meyer*, Dipl. Arch.

Das Kraftwerk Ritom der S. B. B.

I. Wasserbaulicher Teil.

Von Ing. *H. Eggenberger*, Bern,
Stellvertreter des Oberingenieurs für Elektrifikation der S. B. B.

Allgemeines.

In den Jahren 1907 und 1909 schloss die Direktion der „Gotthardbahn" im Hinblick auf die Elektrifikation mit den Regierungen der Kantone Uri und Tessin Konzessions-Verträge zur Ausnutzung von Wasserkräften im Reussgebiet und in der obern Leventina ab. Die Ausnutzung dieser Wasserkräfte geschieht am vorteilhaftesten in fünf Stufen, von denen sich drei auf der Nordseite und zwei auf der Südseite des Gotthard befinden. Für den elektrischen Betrieb der Gotthardlinie mit ihren Zufahrtlinien von Basel und Zürich genügen vorläufig zwei Werke. Mit Rücksicht auf die Betriebsicherheit und die Lage zur Bahnlinie ist ein Kraftwerk auf der Südseite und ein solches auf der Nordseite des Gotthard gewählt worden, bei deren Anordnung ganz besonders auf die Erzielung einer konstanten Leistung während des ganzen Jahres Bedacht genommen wurde.

Auf der Nordseite fiel die Wahl auf das *Kraftwerk Amsteg*, das die Gefällstufe der Reuss zwischen Wassen und Amsteg ausnützt und sich von den Reusswerken am besten als Bahnkraftwerk eignet.[1]) Einmal ist bei dessen Wasserfassung die Erstellung eines Staubeckens von etwa 200 000 m³ nutzbarem Inhalt für den Ausgleich des veränderlichen Wasserverbrauches während eines Tages möglich, sodann ist die Leistungsfähigkeit die grösste, und endlich gestaltet sich sein weiterer Ausbau durch Zuleitung des Kärstelen- und des Etzlibaches in wirtschaftlicher Hinsicht besonders günstig. Auf der Südseite ist das *Kraftwerk Ritom*, das den Fossbach vom Ritomsee bis Piotta ausnützt, wegen seiner grossen Akkumulierfähigkeit, einer Kraftanlage am Tessin vorgezogen worden.

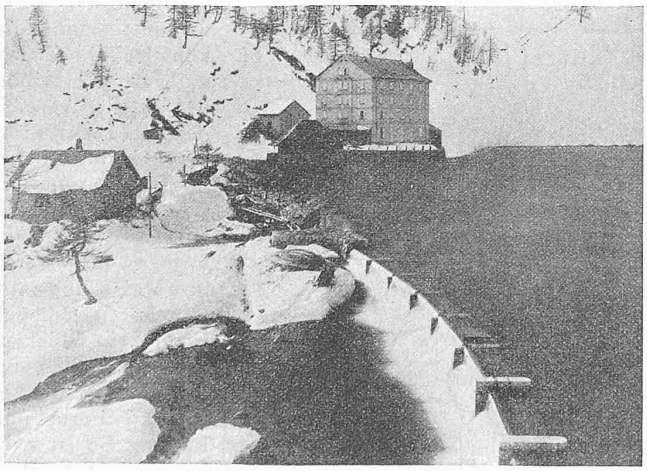

Abb. 4. Staumauer am Ritomsee (unfertig, am 13. XI. 1917).

Durch geeignete Kombination und zweckentsprechenden Ausbau der beiden Kraftwerke Amsteg und Ritom soll eine möglichst hohe Leistung erzielt werden. Das Zusammenarbeiten der Kraftwerke ist gemäss Abbildung 1 so gedacht, dass das Kraftwerk Amsteg bei der grossen Wasserführung der Reuss im Sommer die ganze Energielieferung übernimmt, während das Ritomwerk zu dieser Zeit akkumuliert, um dann im Winter die beim Kraftwerk Amsteg fehlende Energie zu decken. Durch diese Kombination wird mit den beiden Kraftwerken eine konstante, 24-stündige Turbinenleistung von 30 000 PS, bei einer Stauung des Ritomsees um 7 m über den natürlichen Seespiegel, erzielt.

Baulicher Teil.

Disposition und Leistung. Das Kraftwerk Ritom, das am 13. September 1920 dem Betrieb übergeben wurde, nutzt das Gefälle des Fossbaches vom Ritomsee bis zur Einmündung in den Tessin aus (Abb. 2). Um den See als Wasserspeicher verwenden zu können, wurde er in einer Tiefe von 30 m unter dem ursprünglichen Wasserspiegel angebohrt, ausserdem noch gestaut. Durch einen Stollen gelangt das Wasser in das Wasserschloss oberhalb Altanca und wird von dort aus durch eine Druckleitung dem am linken Tessinufer bei Piotta gelegenen Maschinenhaus zugeführt. Das natürliche Einzugsgebiet des Ritomsees beträgt 23,1 km², wovon 0,9 km² auf den See selbst entfallen.

Zur Ermittlung der Abflussmengen errichtete die Schweizerische Landeshydrographie (jetzt Eidg. Amt für Wasserwirtschaft) im Jahre 1906 am Ausfluss des Ritomsees einen Messüberfall und einen Limnigraphen und führte bei verschiedenen Seeständen Kontrollflügelmessungen aus. So konnte eine sehr zuverlässige Wassermengenkurve aufgestellt und mit Hilfe der Limnigraphen-Aufzeichnungen die jährliche Abflussmenge bestimmt werden. Aus den beobachteten Jahren 1907 bis 1912 ergeben sich die folgenden Zahlen für die Wasserführung (vergl. Abb. 1):

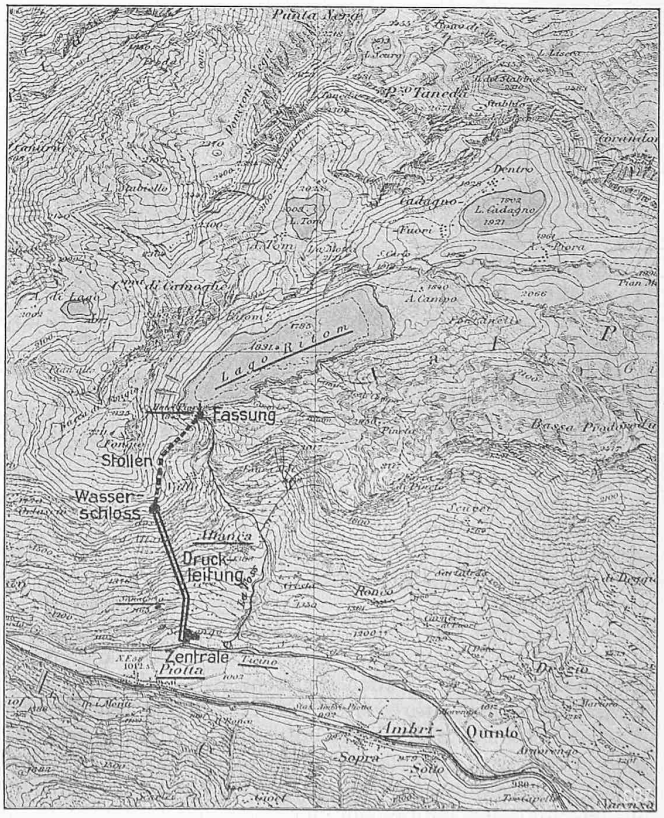

Abb. 2. Uebersichtskarte 1 : 60000. Mit Bewill. d. Schw. Landestop. 28. IV. 1916.

[1]) Generelle Darstellung der Kraftwerke Amsteg und Ritom vergl. «S. B. Z.» Band 68, S. 33 und 45 (Juli 1916). *Red.*

	m³/sek		l/sek/km²	Total Millionen m³
Minimale Abflussmenge	0,23	=	10,2	—
Maximale Abflussmenge	15,5	=	669,5	—
Minimale jährl. Abflussmenge (1909) . . .	0,81	=	35	25,5
Mittlere jährl. Abflussmenge	1,00	=	43	31,2

Das Bruttogefälle des Kraftwerks Ritom beträgt bis zur Turbinendüse gemessen 828 m; nehmen wir als mittleres Nettogefälle rund 800 m an, so ergibt sich eine 24-stündige Konstantleistung des Kraftwerkes für das ganze Jahr von rund 8000 PS hydr.

Wie bereits erwähnt, soll das Ritomseebecken zur Aufspeicherung des Sommerwassers verwendet werden, um dieses Wasser im Winter in Ergänzung der Leistung des Kraftwerkes Amsteg (später Lavorgo) zu benützen. Der zu diesem Zwecke erforderliche Raum konnte einesteils durch Absenkung des ursprünglichen Seespiegels, d. h. durch entsprechend tiefe Anzapfung des Sees, andernteils durch dessen Aufstauung gewonnen werden (Abb. 3). Die Beschaffenheit des Seebodens an der Fassungstelle liess die Ausführung der Seeanzapfung tiefstens auf Kote 1802, rund 30 m unter dem Seespiegel, als zweckmässig erscheinen, sodass eine normale Absenkung bis auf Kote 1805 hinunter ermöglicht wurde. Der natürliche See-Inhalt beträgt rund 25 Millionen m³, von denen mit der Absenkung auf Kote 1805 etwa 19 Millionen m³ nutzbar gemacht werden konnten. Es wurde zunächst untersucht, welche kombinierte Leistung der Kraftwerke Amsteg-Ritom mit der Absenkung zu erreichen sei. Gemäss Abbildung 1 beträgt diese Leistung 26000 PS an den Turbinen, wobei der See einmal, im März 1909, bis auf Kote 1804 entleert worden wäre, um auf den nächsten Winter hin gerade noch voll zu werden. Mit 26000 PS mittlerer Jahresleistung kann nun aber die ganze Gotthardlinie bei einem Verkehr, der noch etwas grösser sein darf als derjenige von 1913, betrieben werden. Es war daher vorgesehen, von einer Stauung des Ritomsees einstweilen Umgang zu nehmen und die Erstellung einer Talsperre einem spätern Ausbau zu überlassen, dies nicht zum mindesten auch wegen des ungünstigen Gutachtens der Geologen Prof. Dr. Heim und Dr. Arbenz, in dem gesagt wird, dass kaum ein Fall künstlicher Stauung bekannt sei, wo die Voraussage für die Undurchlässigkeit des Untergrundes von vornherein so ungünstig, so verneinend lauten müsste, wie hier in diesem von Trias durchzogenen Becken; was aber die Absenkung des Seespiegels anbelange, so ergeben sich daraus in geologischer Beziehung keinerlei Schwierigkeiten.

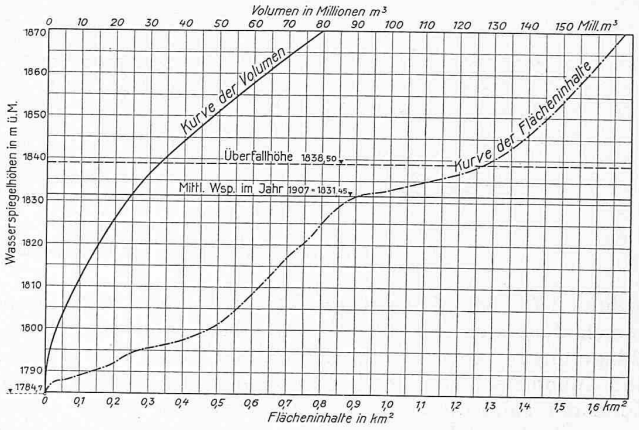

Abb. 3. Diagramm der Flächen- und Volumeninhalte.

Im Frühjahr 1915 gelangte die A. G. Motor in Baden an die S. B. B. mit dem Gesuche, sie möchten ihr zwecks Verbesserung der Wasserführung des Tessin im Winter und Vermehrung der Winterleistung des Biaschinawerkes in Bodio gestatten, den Ritomsee mittels einer Heberleitung um etwa 5 m abzusenken und durch Errichtung einer Mauer um 2 m zu stauen. Diese Bewilligung wurde der A. G. Motor erteilt und es zeigte sich, dass trotz des ungünstigen geologischen Gutachtens bei der Stauung absolut keine Wasserverluste eintraten. Dadurch ermutigt, entschlossen sich die S. B. B., die Stauung um 7 m (Abb. 4) im Sommer 1918 vorzunehmen, nachdem die A. G. Motor sich verpflichtet hatte, sowohl an die Anzapfungsarbeiten als auch an die Erstellung der Staumauer einen namhaften Beitrag zu leisten und ausserdem für den Bau des Ritomwerkes die nötige (Sommer-) Energie gratis zu liefern. Undichtheiten konnten bis jetzt auch bei dieser Stauung keine wahrgenommen werden. Es sei an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, dass im Oktober 1912 sorgfältige Messungen sämtlicher Zuflüsse sowie des Abflusses des Ritomsees vorgenommen worden sind, weil vermutet wurde, dass der See noch unterirdische Abflüsse besitze. Die Messungen der Zuflüsse geschahen je nach der Beschaffenheit des Gewässers und der lokalen Verhältnisse mit Gefässen, mit Ueberfällen sowie mit dem Woltmannschen Flügel; sie wurden sorgfältig vorbereitet, sodass sie innert drei Stunden durchgeführt werden konnten. Es ergab sich das überraschende Resultat, dass

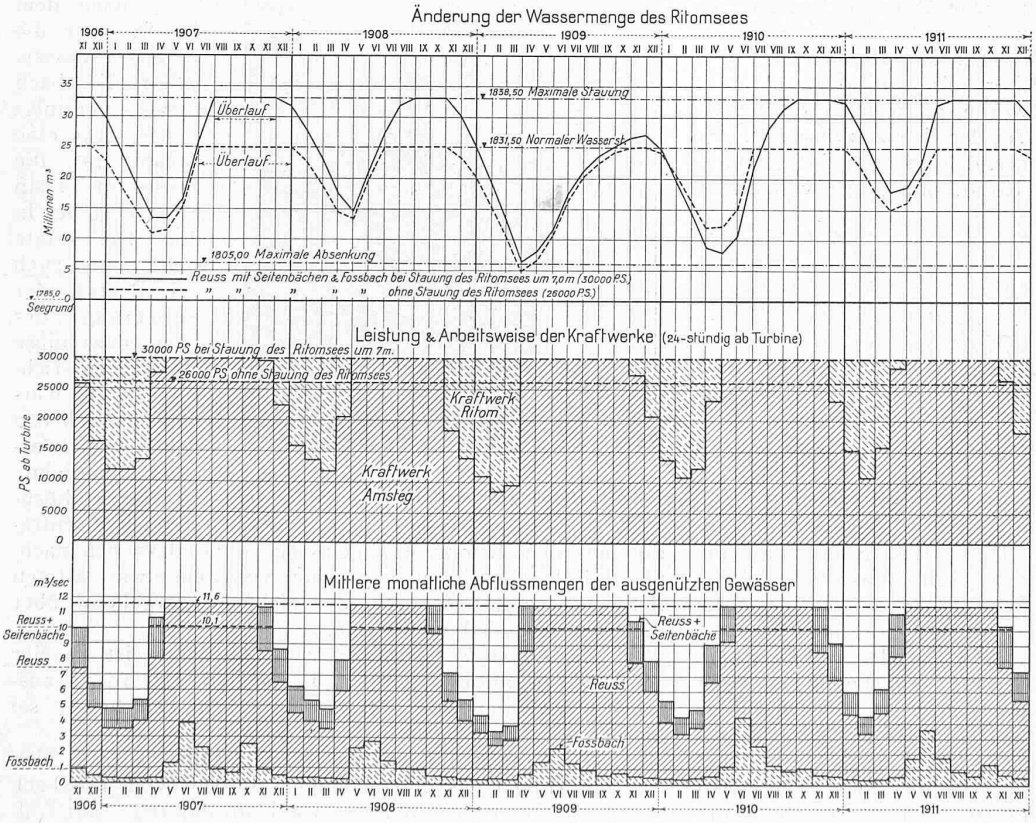

Abb. 1. Das Zusammenarbeiten der S. B. B.-Kraftwerke Amsteg und Ritom für die hydrometr. Jahre 1907 bis 1911.

die Wasserführung der Zuflüsse 392,4 l/sek betrug, während für den Abfluss bei Beginn und bei Beendigung der Messungen 504,7 l/sek ermittelt wurden. Dies liess mit Bestimmtheit darauf schliessen, dass unterseeische Quellen vorhanden sein müssen und dass Wasserverluste durch das anstehende Gebirge nicht vorhanden sein können.

Der Ritomsee ist ein felsiges Becken, das zur Hauptsache in dolomitischen Kalken des Trias liegt. An seinem naturgemäss ein geringer. Die Seeabsenkung gab zu der Befürchtung Anlass, dass der Fischbestand gänzlich vernichtet werde. Dies ist aber offenbar nicht eingetreten, indem kein einziger toter Fisch entdeckt werden konnte; es musste somit nach der Absenkung noch genügend reines Wasser vorhanden gewesen sein. Später angestellte Fangversuche haben dann auch ergeben, dass der See noch lebende Fische enthält.

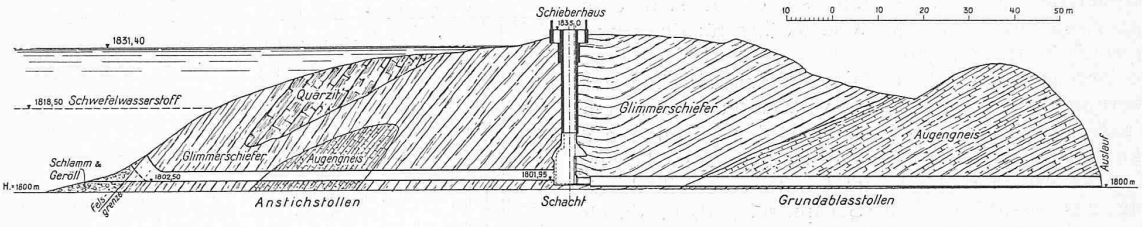

Abb. 5. Längsschnitt durch Anstich- und Grundablass-Stollen, 1 : 1500. Horizontalwinkel beider Stollenaxen etwa 130°.

rechten Ufer befinden sich kalkhaltige Schiefer (sog. Bündnerschiefer), die fast überall mit Bergschutt und Bachablagerungen bedeckt sind, während am linken Ufer Gneisse und Glimmerschiefer des Lukmanier-Massifs anstehen. Die Zone mit kalkhaltigen Dolomiten setzt sich gegen Osten fort und die dolomitischen Sande, aus denen sich das grosse Delta bei der Einmündung der Murinascia zur Hauptsache zusammensetzt, haben in jener Zone ihren Ursprung.

Nach Dr. L. W. Collet (siehe Mitteilung Nr. 13 des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft vom Jahre 1918[1]) ist der Ritomsee durch Gletscher-Erosion entstanden. Dabei haben sich wahrscheinlich die Felsen des Trias nach und nach aufgelöst, sodass das Terrain für die Erosion vorbereitet wurde und der Gletscher nur noch zu vertiefen hatte. Die Gneissfelsen beim Talausgang leisteten grössern Widerstand und gaben Anlass zur Erhaltung eines Riegels (Abb. 5).

Vor der Absenkung des Wasserspiegels durch die S. B. B. besass der Ritomsee die Eigentümlichkeit, dass er von 13 m Tiefe an abwärts (Kote 1818,50) schwefelwasserstoffhaltiges Wasser enthielt, dessen Konzentration mit der Tiefe zunahm. Der Gehalt an Schwefelwasserstoff stieg nach einer Untersuchung von Prof. Dr. R. Mellet in Lausanne, sowie nach einem Gutachten der Hydrobiologischen Kommission der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft bis zu 28 mg im Liter. Er war so gross, dass in diesem Wasser kein Lebewesen pflanzlicher oder tierischer Art bestehen konnte. An der Grenze zwischen H_2S-haltigem und H_2S-freiem Wasser, d. h. in 13 m Tiefe, befand sich eine Wasserschicht von Rosafärbung, die von einem

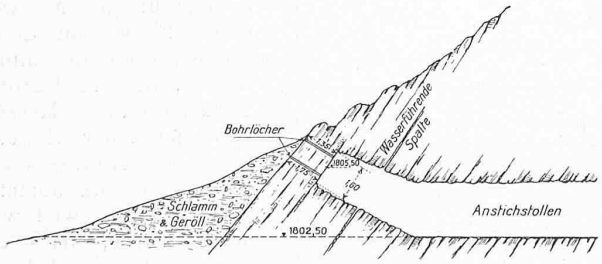

Abb. 6. Längsschnitt des Anstichstollen-Endes, 1 : 300.

Schwefelbakterium herrührte. Dieses Bakterium besass die Eigenschaft, den Schwefelwasserstoff des Wassers in seinem Körper zu oxydieren, sodass Schwefelkörner in seiner Zelle abgelagert wurden.

An Fischen leben im Ritomsee Forellen und Groppen. Eine Zuwanderung der Fische aus dem Tessin ist nicht etwa bloss wegen der errichteten Staumauer, sondern infolge der verschiedenen hohen Wasserfälle des Fossbaches ausgeschlossen. Die Besiedelung musste infolgedessen auf künstlichem Wege geschehen. Da die Laichgelegenheit eine sehr beschränkte ist, so ist auch der Fischbestand

[1]) Mit Abb. besprochen in Bd. 74, Seite 51 (2. Aug. 1919). *Red.*

Von grösserer Bedeutung war es zu wissen, ob das schwefelwasserstoffhaltige Wasser bei der Entleerung des Sees schädigend auf den Fichbestand im Tessinfluss und im Langensee einwirken könne. Auch hierüber stellte die Hydrobiologische Kommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft eingehende Untersuchungen an. Besonders erfolgreich waren die Durchlüftungsversuche, indem sich der Schwefelwasserstoff, wie übrigens zu erwarten war, als ausserordentlich leicht oxydierbar erwies. Nach dreimaligem Durchströmen einer verhältnismässig kurzen Rinne mit eingebauten Widerständen sank der Schwefelwasserstoffgehalt des Wassers auf weniger als die Hälfte der ursprünglichen Menge, und nach zehn Malen war überhaupt nichts mehr nachzuweisen. Umgekehrt stieg der Sauerstoffgehalt von 0 auf 6 cm³/l. Dieser Versuch liess mit ziemlicher Sicherheit darauf schliessen, dass das schwefelwasserstoffhaltige Wasser auf dem Wege nach dem Tessin über die vielen Wasserfälle im Fossbach derart gereinigt werde, dass eine Gefahr für die Fische im Tessin nicht bestehe. In der Tat zeigte sich denn auch bei Beginn der Entleerung des Sees, dass diese Vermutung richtig war. Es wurden 6 m³/sek von dem schwefelwasserstoffhaltigen Wasser in höchster Konzentration aus dem Ritomsee abgelassen, ohne dass sich nachteilige Folgen zeitigten, abgesehen von dem etwas lästigen Schwefeswasserstoffgeruch, der sich vorübergehend über die ganze Gegend verbreitete.

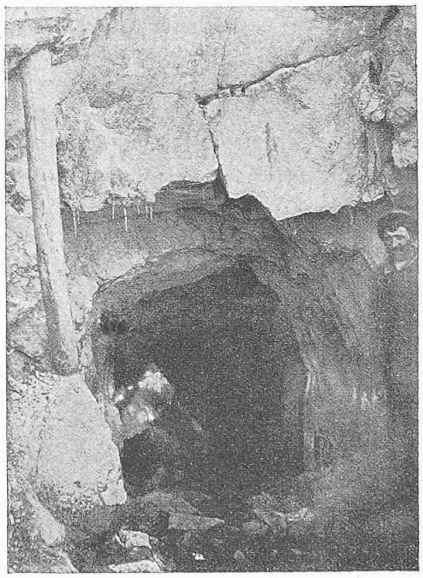

Abb. 8. Mündung des Anstichstollens (17. III. 1918).

Der Anstich des Ritomsees. Hierüber ist in der „S. B. Z." (Band 69, Seite 238, vom 26. Mai 1917) ausführlich berichtet worden; der Vollständigkeit halber sei hier an die Hauptmomente kurz erinnert.

Das Projekt für das Kraftwerk Ritom sah vor, den See mit Hilfe eines 220 m langen Stollens vom Fossbach her 30 m unter dem Wasserspiegel anzubohren. Zur Aufnahme des Gestänges der Abschlussorgane war in Aussicht

genommen, am Seeufer einen 35 m tiefen Schacht bis auf den Stollen hinunter abzuteufen. Das Ostufer des Sees wird, wie bereits erwähnt und wie das Profil Abb. 5 zeigt, durch einen Felsriegel aus Augengneiss, Glimmerschiefer und Quarzit gebildet, in dem für den Stollen günstige Bauverhältnisse zu erwarten waren. Durch Tiefenlotungen wurde im Sommer 1916 ein genauer Schichtenplan dieses Ufers und des Seegrundes in der Nähe des Fossbaches aufgenommen. Die Lage des eigentlichen Anstichstollens, vom Schacht gegen den See zu, richtete sich nach einem Felsrücken im See, weil dort in der Tiefe von 30 m am wenigsten Schlamm und Gerölle vermutet wurde. Um einen glatten Seeanstich zu ermöglichen, wurde der Stollen in der Nähe des Seegrundes ungefähr rechtwinklig zu den Felsschichten nach oben abgebogen (Abb. 6). Man hoffte dadurch nicht nur eine geringere Schlamm-Ueberlagerung anzutreffen, sondern wollte auch damit für die letzte Sprengung eine Felsscheidewand von gleichmässiger Stärke erhalten. Die ausserordentliche Härte des Gesteins gab zu keinerlei Besorgnis hinsichtlich eines unvorhergesehenen, frühzeitigen Einbruches des Seewassers Anlass. Immerhin wurde von 85 m Länge vom Schacht weg unter besondern Vorsichtsmassregeln gearbeitet, indem in der Stollenbrust stets ein horizontales Sondier-Bohrloch von 3,50 m Länge rechtwinklig zu den Gesteinschichten vorgetrieben wurde. Erst nach erfolgter Sondierung wurde die Stollenbrust für einen weitern Angriff von etwa 1 m abgebohrt. Bei 94 m Länge ergaben die Sondierbohrungen eine wasser- und schlammführende Spalte, die zur Vorsicht mahnte. Um einem grössern Andrang von schwefelwasserstoffhaltigem Wasser, der auf den Fortschritt der Arbeiten sehr hemmend gewirkt hätte, zu begegnen, wurde diese Schicht, nach Vorschlag der Unternehmung, mit Zementeinpressungen abgedichtet. Es gelang dadurch, den Wasserzudrang bis auf eine kleine Quelle in der Stollensohle abzudämmen. Der Wasserandrang im Stollen war zwar der Menge nach nie bedeutend; aber mit der Zunahme des H_2S-Gehaltes zeigten sich bei einigen dafür besonders empfindlichen Arbeitern trotz guter Ventilation des Stollens und Tragen von Schutzbrillen heftige Augenentzündungen, die durch Auswaschen der Augen mit Borwasser und Eintropfen von Zinksulfatlösung einigermassen bekämpft werden konnten.

Allmählich hatte man sich soweit an die Felsoberfläche herangearbeitet, dass zur endgültigen Anstichsprengung geschritten werden konnte. Vier neue, auf die Stollenbrust verteilte Sondierlöcher, ergaben eine Mächtigkeit der übrigbleibenden Scheidewand von 1,35, 1,40, 1,55 und 1,75 m. Den Stollen noch näher an den See vorzutreiben, erachtete man als zu gefährlich; auch schien dies nicht notwendig. Von der Anlage der üblichen Minenkammer für die Schlusssprengung wurde abgesehen, da dies eine sorgfältige Verdämmung gegen den Stollen erfordert hätte und man mit Rücksicht auf das richtige Funktionieren der Abschluss-Organe im Schacht möglichst wenig Einbruchmaterial haben wollte. Im ganzen wurden 17 Bohrlöcher geladen und zwar die vier Sondierlöcher, sechs Löcher von 1,10 m Länge und sieben Löcher, die bis 30 cm an die äussere Felsoberfläche reichten. Zur Sprengung verwendete man 62 kg Spezial-Sprenggelatine, der, zwecks Erhöhung der Wirkung, noch 100 Sprengkapseln Nr. 8 beigegeben wurden. Nachdem die Bohrlöcher bis auf rund 30 cm Tiefe für das Einbringen der Zündpatronen verdämmt waren, wurde die Stollenbrust durch zwei kräftige Hölzer abgestempelt. Dies hatte den Zweck, für die grosse Wasserverdämmung von aussen ein Gegengewicht nach innen zu schaffen, um eine beidseitige Sprengwirkung zu erzielen. Die Entzündung der Schlusssprengung erfolgte auf elektrischem Wege ausserhalb des Stollens mit Hilfe einer durch den Schacht und den Anstichstollen führenden elektrischen Leitung. An diese Leitung wurde eine Zündkapsel angeschlossen und mit dem Ende einer Quecksilberzündschnur verbunden. Diese Zündschnur, als Zentralleitung, stand in Verbindung mit den 17 Quecksilber-Zündschnüren, die in die geladenen Bohrlöcher führten. Alle Bohrlöcher wurden zur Verdämmung mit Grenoblezement verstopft. Von den zwei im Schacht eingebauten Schützen von je 0,60 auf 1,20 m Oeffnung wurde die eine geschlossen und die andere 35 cm hochgehoben gehalten.

Abb. 7. Ausmündung des Grundablass-Stollens in den Fossbach (6. III. 1917).

Die Zündung der Sprengladung am 3. Februar 1917 geschah mit einem von Prof. B. Zschokke in Zürich zur Verfügung gestellten Dynamo-Apparat; die Explosion erfolgte sogleich. Etwa zehn Sekunden später spritzte das Wasser aus dem Schacht heraus, den vollen Erfolg der Sprengung bezeugend. Das Wasser, das anfangs mächtig aus dem Grundablasstollen herausströmte, versiegte in kurzer Zeit beinahe völlig, indem das vom Durchbruch angeschwemmte Material die Schützenöffnung verstopfte. Am folgenden Tage wurde zunächst die eine Schütze, die mit 35 cm über Nacht offen geblieben war, aber beinahe keinen Abfluss ergab, um 70 cm gehoben. Mit einem Ruck wurde das hinter der Schütze angelagerte Material herausgespült und es ergab sich die vorausberechnete Abflussmenge von rund 8 m^3/sek. Nachdem die Schütze wieder geschlossen war, was sich ohne Schwierigkeiten vollzog, wurde in gleicher Weise die andere Schütze vom dahinterliegenden Material befreit. Der See-Anstich war somit in vollem Umfang gelungen (Abb. 7 und 8). (Forts. folgt.)

Der umgekehrte Hartguss und ähnliche Erscheinungen.

Von Ing. Dr. *E. Dübi*, Direktor der Giesserei Rondez.

(Schluss von Seite 229.)

Der auf diese Weise durch den Versuch hergestellte umgekehrte Hartguss ist wohl gleicher Art wie der Ausschuss verursachende umgekehrte Hartguss. So grosse Vorteile und Annehmlichkeiten die Verwendung von Fe Si mit