Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67/68 (1916)
Heft: 20

Artikel: Einige Erfahrungen im Lehnenbau an der Südrampe der Lötschbergbahn

Autor: Andreae, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-33007

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

Einige Erfahrungen im Lehnenbau an der Südrampe der Lötschbergbahn.

Von Oberingenieur *C. Andreae*, Naters.

(Fortsetzung von Seite 228.)

In der Rhonetalstrecke ist der mächtigste Lawinenzug der *Lüegelkinn* (Km. 40,5) kurz unterhalb der Station Hohtenn (auch „Hothen" geschrieben). Nur selten geht diese Lawine nieder und zwar als nasse Grundlawine. Während der sechsjährigen Bauperiode kam sie nur einmal, am 20. Januar 1910, damals allerdings gewaltig, u. a. eine Dienstbahnbrücke wegreissend. Dieser Zug wird auf einem 50 *m* hohen Viadukt mit fünf Oeffnungen zu 20 *m* l. W. überbrückt, der der Lawine freien Durchgang lässt (Abb. 21). Wegen eines kleinen Lawinenzuges musste auch das Portal, Seite Brig des Bietschtaltunnels II ob St. German besonders ausgebildet werden.

Ausser diesen eigentlichen Lawinen hat die Linie an den häufigen gegen die Bahn geneigten glatten Felshängen vielerorts mit kleinern Schneerutschen zu rechnen, die in Einschnitten, besonders bei frischem Schnee, auf das Planum geraten. Sie werden durch Schneeschutzwände, sowie nachträglich ausgeführte Erhöhung der Futtermauern über den Verschnitt mit der Böschung hinaus, zurückgehalten.

Steinschlag trat in den meisten erwähnten Lawinenzügen ebenfalls auf und die dortigen Schutzbauten dienen auch zur Abwehr dieser Nebenerscheinung. Am stärksten kam Steinschlag im *Marchgraben* vor (vergl. S. 228). Dort war anfänglich vorgesehen, den Lawinenzug mittels eines Lehnenviaduktes zu kreuzen. Von Zeit zu Zeit beinahe bergsturzartig auftretender Steinschlag zwang jedoch, die Linie in den Berg hinein zu verlegen. Das Südportal des Marchgrabentunnels musste, um der Gefährdung zu entgehen, ziemlich weit herausgezogen und durch Wände aus Schienen und Schwellen geschützt werden.

Auch im Rhonetal kam im Frühjahr und bei nasser Witterung Steinschlag vor, so z. B. bei Station Hohtenn, in der sogen. Rarnerkumme ob Raron (Km. 42,5 bis 43,0), wo die Bahn dünnen Schieferschichten folgt; überall wurden teils beim Bau, teils nachträglich Schutzwände erstellt. Sodann zeigte sich Steinschlag namentlich in den sogen. Munder- und Naterser-Triesten, zwischen Station Lalden und Brig. Hier liegt die Bahn meist in sehr steil gegen das Rhonetal abfallenden Gneisschichten, die teils in sich selber zusammengeknickt, teils von Bergsturzmaterial überdeckt sind. Besonders bei Km. 55,8 mussten nachträglich durch den Bahndienst ausgedehnte Untermauerungen gefahrdrohender Block- und Felspartien vorgenommen werden.

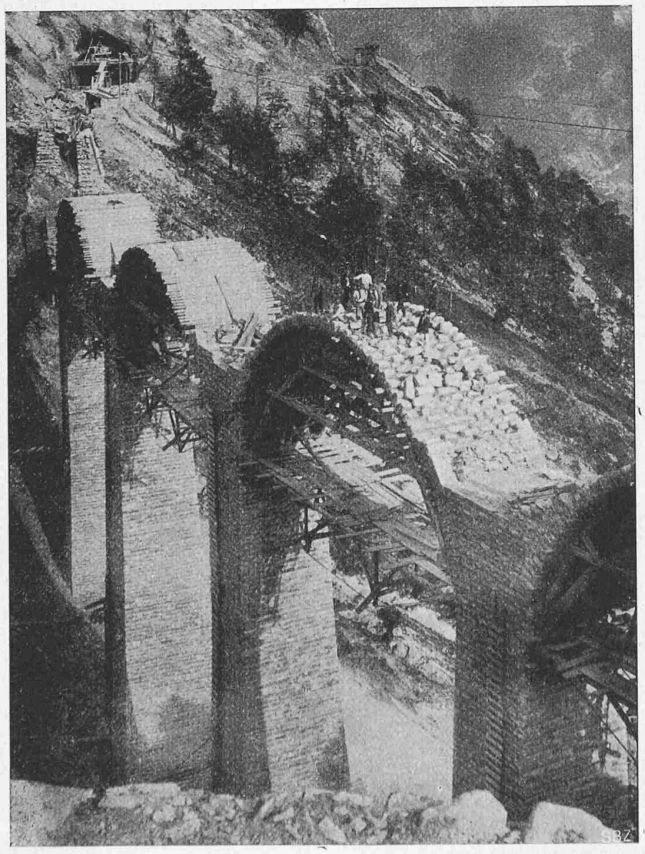


Abb. 21. Lüegelkinn-Viadukt im Bau.

Durch die Lehnenführung der Bahn wurden vielerorts die darüberliegenden *Waldungen*, deren Nutzung durch Schleifen vor sich ging, vom Tale abgeschnitten. Die zahlreichen, oft kostspieligen Durchlässe der Reistzüge genügten z. T. nicht, um einen freien gegenseitigen Verkehr von Bahn und Waldwirtschaft zu sichern. Ein Reistreglement und zahlreiche Rechtsablösungen, sowie Schutzbauten müssen das Uebrige tun.[1])

Gefährdung des unterhalb der Bahn liegenden Geländes.

Bei der Steilheit der Hänge war es oft schwierig, namentlich bei Inangriffnahme der Anschnitte, das Abtragsmaterial, besonders bei Felssprengungen, auf Bahnhöhe zu halten. An vielen Orten zeugen davon heute noch von der Bahn bis in die Rhoneebene reichende Schutthalden. Kostspielige Landentschädigungen waren natürlich die Folge. Im Bietschtal, im Baltschiedertale und im Mundbache musste das abstürzende Material durch Verbauungen und Sperren am Abgeschwemmtwerden verhindert werden.

Schwierigkeiten der Fundierungen.

Nur wenige Strecken gestatteten die Anschüttung von Dämmen. Meist bedingte die Neigung des Geländes talseitig Stützmauern. Die obersten Felsschichten erlaubten selten ein sicheres Abstellen und es mussten tiefere Schichten dazu abgedeckt werden. In Bergschutt und Bergsturz mussten oft ganz beträchtliche Tiefen eröffnet werden, um sicheres Auflager zu erhalten und um unter die meist parallel zur Oberfläche verlaufenden Rutschflächen zu gelangen. So musste z. B. ein Vorpfeiler (II. Spur) der Stützmauer im Ijollitale bis 15 *m* tief fundiert werden. Wo der Baugrund weiter nicht zu Bedenken Anlass gab, wurde die Fundierungstiefe so bemessen, dass das Vorland 3 bis 4 *m* betrug.

Entsprechend dem Bundesbeschlusse vom 24. September 1907 betr. Subventionierung der Lötschbergbahn ist in den Stützmauernormalien auf die künftige zweite Spur Rücksicht genommen (Abb. 22).[2])

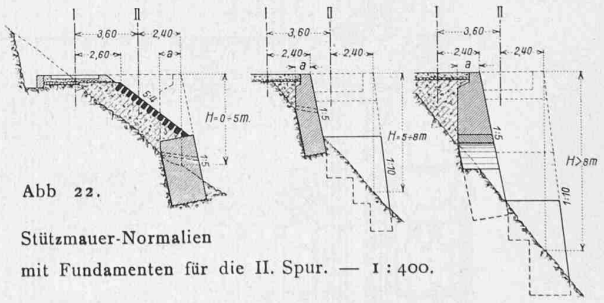


Abb 22.

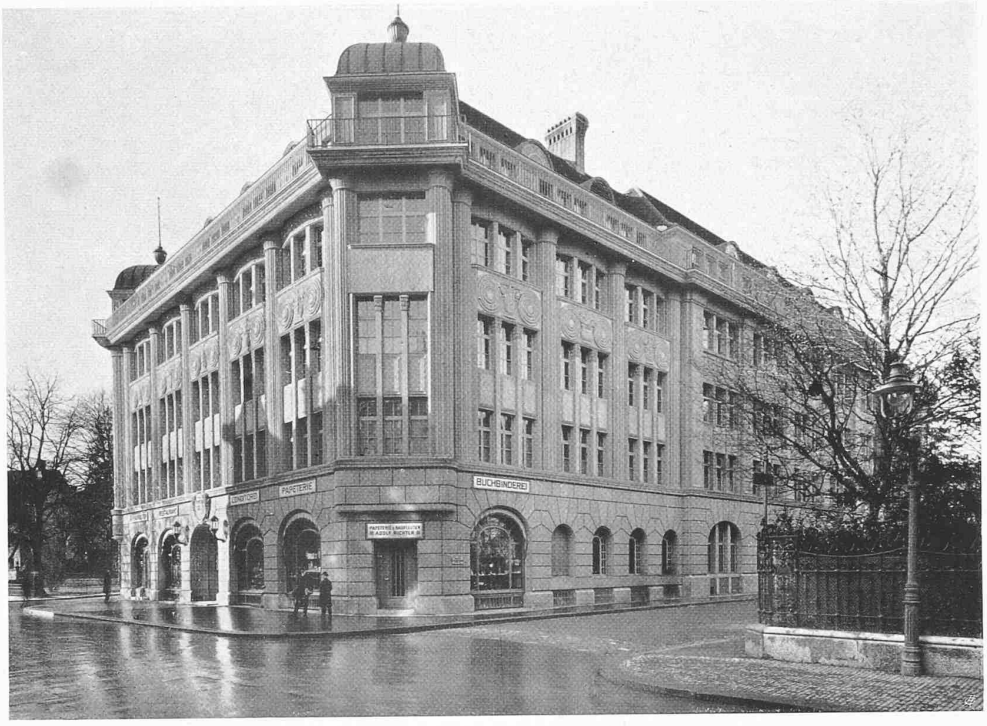
Stützmauer-Normalien mit Fundamenten für die II. Spur. — 1 : 400.

Rutschungen.

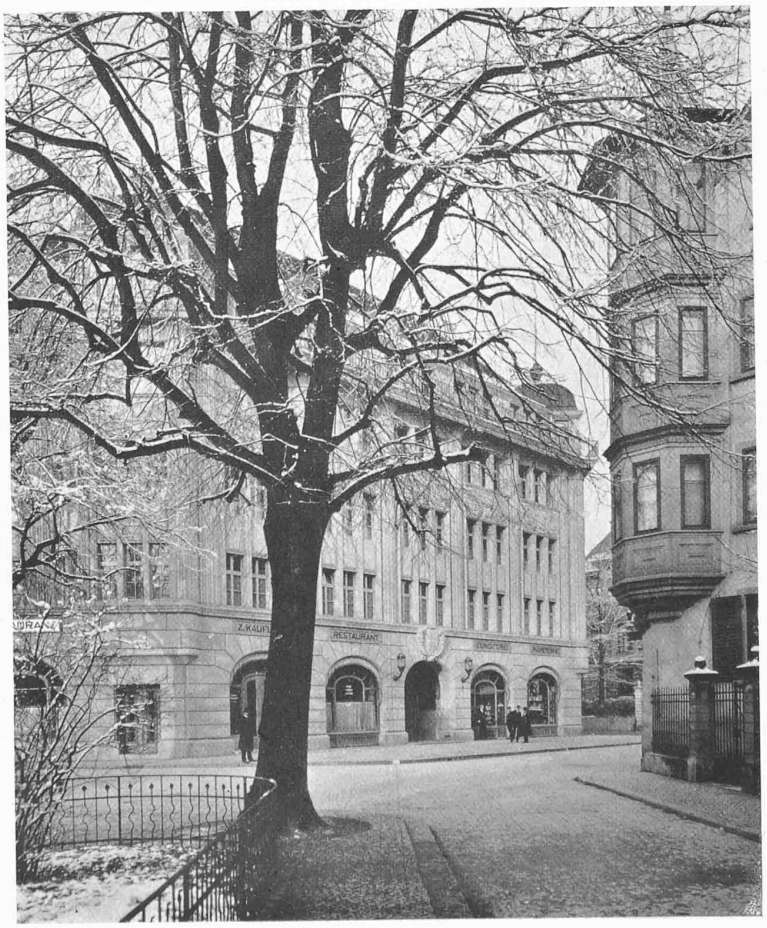
Wir haben eingangs die Lage der Bahn zum Streichen und Fallen der Felsschichten erwähnt. Es liegt auf der Hand, dass dieses Verhältnis mancherorts eine Rutschgefahr bedingte, die beim Anschneiden der gegen das Planum einfallenden, beinahe parallel zur Bahnaxe und zur Oberfläche streichenden Felsbänke sich äussern musste. Wo so verlaufender Fels von Bergsturzmaterial und Gehängeschutt überlagert ist, besteht leicht die Möglichkeit eines Abrutschens auf der geneigten Felsunterlage, wenn das Gleichgewicht gestört wird, besonders wo Wasserzutritt mitwirkt.

[1]) Vergl. «Gebirgswälder u. Eisenbahnen», Bd. LXI, S. 83 (Febr. 1913).

[2]) Vergl. auch: Dr. A. Zollinger, a. a. O.



VEREINSHAUS Z. KAUFLEUTEN, ZÜRICH — ARCH. BISCHOFF & WEIDELI



Photogr. H. Wolf-Bender, Zürich

Kunstdruck von Jean Frey, Zürich

Seite / page

236 (3)

leer / vide / blank

Felsrutschungen.

Wo Bahnaxe und Streichen nicht ganz parallel sind und wo nicht Querklüfte den Zusammenhang der Schichten allzuoft unterbrechen, konnten Anschnittböschungen von 1 : 5 bis 1 : 10 von ziemlicher Höhe erreicht werden. Wo aber Bahn und Streichen annähernd gleiche Richtung hatten, oder die Schichten häufigere und durchgehende Querklüfte aufweisen, musste die Höhe des normalen Anzuges bedeutend vermindert, vielfach sogar dieser ganz aufgegeben und der Anschnitt nach einer ungefähr auf den bergseitigen Planumrand fallenden Schicht abgeböscht werden. Dadurch entstanden mitunter ganz beträchtliche Abtragsquerschnitte. Bei Km. 53,7 und 54,5 z. B. (unterhalb Station Lalden), wo bald nach Inangriffnahme erfolgte Schlipfe das ganze Abtragen der Gneisschichten als nötig erkennen liessen, erreichten solche eine Fläche von 300 bis 400 m^2, was bei dem hohen Abtragspreise von 4,35 Fr./m^3 einschl. Transport, wozu dann noch talseitig ziemlich beträchtliche Stützmauern kamen, zu hohen Erstellungskosten des laufenden Meters führte.

Fast durchwegs mussten wenigstens die obersten Schichten ganz abgetragen werden, besonders wo die Ueberlagerung aus Wiesland bestand, das nach Walliserart durch sogen. „Bisses" bewässert wird. Das Wässerwasser hat mit den Jahren die obern Schichtfugen ausgewaschen und die Kohäsion gelockert. In grösseren Tiefen war letztere gewöhnlich noch erhalten.

Wenn es in vielen Fällen von vorneherein nicht zweifelhaft war, ob normale Böschungen oder nur vollständiger Abtrag möglich war, so war die vorgängige Beurteilung, wie tief nach der Schichtung abgetragen werden musste und wie hoch die Normalböschung angewendet werden könne, oftmals nicht leicht. Manchmal war hier der dem selbstverständlichen Bestreben zu sparen entspringende Versuch, möglichst hohe Normalböschungen zu erstellen, von Erfolg gekrönt. Der Fels erwies sich oft als standfest, doch war auch an manchen Stellen das Gegenteil der Fall. So stürzten im September 1910 die Gneisbänke des Vor-

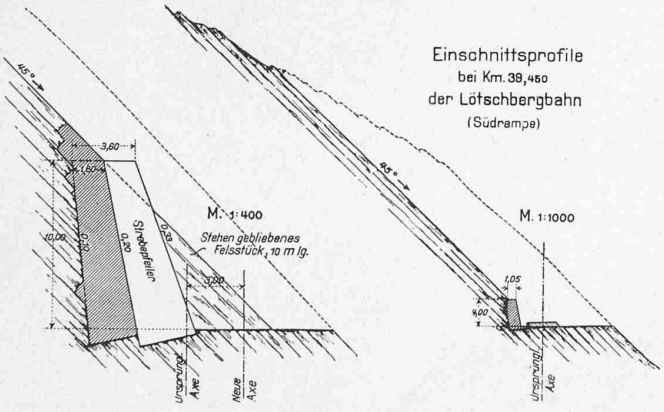


Abb. 24.
Ausführung *vor* der Rutschung. Ursprüngliches Projekt.

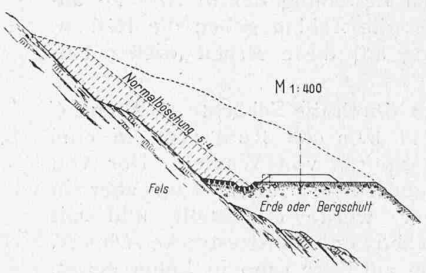
einschnittes Seite Brig des 88 *m* langen Mundbachtunnels (letzter Tunnel vor Brig) samt dem ersten ausgebrochenen, noch auf Holz stehenden Tunnelring ein. Aehnliche grössere und kleinere Felsrutschungen kamen im Gneis noch mehrfach vor.

Häufiger waren solche Rutsche im Kalk, besonders in der Nähe von Hohtenn, wo die Kalkbänke dünn geschichtet, die Schichtflächen eben und infolge des feinen Korns des Gesteines glatt sind. Zwischen den Schichten liegt dort ein dünner, manchmal papierdünner Lettenbesteg, der bei Regen oder Schneeschmelze förmlich zum Schmiermittel wird. Am 7. Januar 1913 erfolgte bei Kilometer 39,4/5, unmittelbar vor Station Hohtenn ein solcher Rutsch, wobei etwa 7000 m^3 auf das fast fertige Planum zu liegen kamen (Abbildungen 23 und 24), grosse Mengen noch den Abhang hinunterkollerten und ein Block sogar das Dorf Hohtenn bedrohte.[1]) Auch ein Arbeiter kam dabei ums Leben. Ein ähnlicher Schlipf kam auch in dem kleinen, an der Linie ob Rarnerkumme gelegenen Steinbruche vor. Ebenfalls in diese Kategorie gehört der allerdings nicht während des hier besprochenen Baues erfolgte Zusammensturz des Steinbruches im sogen. „Riedgarten" ob Raron im August 1915.[2])

Abb. 23. Felsrutschung bei Hohtenn, am 7. Januar 1913.

Rutschungen in Schuttkegeln, Bergsturz- und Erdhalden.

Die auf der Südrampe von der Lötschbergbahn befahrenen Lehnen sind meist sehr trocken, was mit den geringen Niederschlagsmengen des Wallis zusammenhängt (600 bis 700 *mm* jährlich). Diese sind mit Ursache der Steilheit der natürlichen Böschungen und ihrer Trockenheit ist es zu verdanken, dass trotz der Steilheit der Hänge in diese hinein gebaut werden konnte. Der Verlauf der Felsschichten anderseits erleichtert das Abrutschen des aufgelagerten Materiales der Schuttkegel, Bergstürze und des Abwitterungsschuttes. An manchen Stellen, wo, wie z. B. in den Triesten von Mund und Naters, der Fels nur wenig tief unter der Erdböschung streicht, musste er ober-



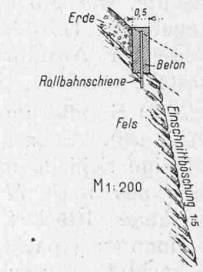


Abb. 25. Abb. 26.
Massnahmen zur Verhütung des Abrutschens von Bergschutt.

halb des Planums durch Abtragen grosser Kubaturen blosgelegt werden, da sonst die Böschung bei Regen und Schnee darauf abrutschte (Abb. 25). In diesem Zusammenhange sei erwähnt, dass die den Felsbänken vielfach aufgelagerte, nur selten mächtige Humusschicht am obern Böschungsrande mit Erfolg durch kleine, mittels in den Fels eingelassenen Eisenstangen verankerten Betonmäuerchen abgestützt wurde (Abb. 26).

Daneben kamen aber ernstere Rutschungen vor, von denen jene am *Stockgraben* (vergl. S. 239) die Bauorgane am meisten beschäftigte. Die am Schintigrat, über 3000 *m* ü. M.

[1]) Vergl. Bd. LXI, Seite 147 (15. März 1913).

[2]) Bd. LXVI, Seite 94 (21. August 1915). Der Steinbruch „Riedgarten", der ausgezeichneten Stein für den Bau lieferte, liegt ganz abseits der Bahn an der ehemaligen Dienstbahn. Durch den Sturz wurde die Bahn, die dort tief im Tunnel liegt, nicht berührt.

anbrechende Stockgrabenlawine stürzt oberhalb der Bahnlinie über eine hohe, fast senkrechte Felswand zu Tal. Am Fusse dieser Wand hat sich bis zur Lonza ein mächtiger Schuttkegel gebildet, den das Bahntracé durchquert. Auf ihm wurde die 48 *m* lange, weiter oben erwähnte Galerie nach Abb. 14 erstellt. Da im Lötschentale die Dienstbahn dem definitiven Tracé folgte, wurden zu ihrem Schutze, vorgängig dem übrigen Baubeginn, die beiden Galerien im Stock- und Schintigraben im Herbst 1908 in Angriff genommen. Die Oberfläche des Stockgrabenschuttkegels besteht aus Blöcken, zwischen denen man auf sandigem Kies mit Blöcken, etwas kleiner als die der Oberfläche, hinabfundierte. Im Herbst 1909 zeigten sich plötzlich Risse, vorerst Längsrisse, in der Abdeckung, sowie entsprechende Vertikalrisse in den Leitmauern über den Gewölbestirnen. Eine allgemeine Bewegung der Galerie machte sich bald bemerkbar, was die Bauleitung nach und nach zu folgenden Sicherungsmassregeln veranlasste:

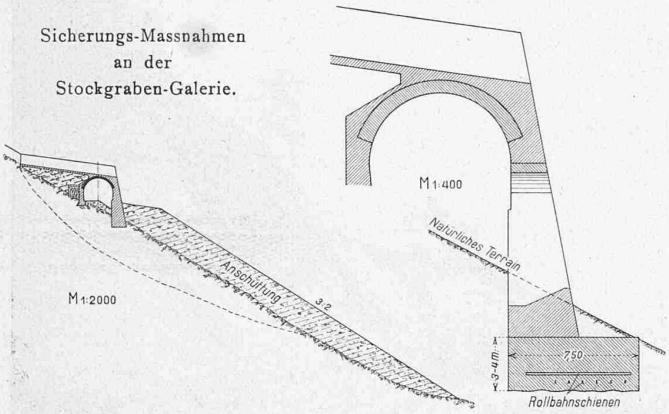


Abb. 30. — Masstab 1 : 2000. Abb. 27. — 1 : 400.

a) Unterfangung des ganzen talseitigen Widerlagerfundamentes mittels einer armierten Betonsohle nach Abbildung 27 zur besseren Verteilung und Herabsetzung der spezifischen Fundamentpressungen von rund 5 auf 2 *kg/cm²*. Es zeigte sich aber bald, dass diese Fundamentverstärkung die Bewegung mitmachte, weshalb nach Erstellung der in Abb. 28 angegebenen Teilstücke (die Zahlen geben die Reihenfolge der Ausführung an) diese Arbeit wieder eingestellt wurde.

b) Sondierungen durch die Schächte *A*, *B* und *C* (Abb. 28). Schacht *A* kam auf Kote 1195 in eine lehmige Schicht mit Spuren von Wasser. Der von hier aus nach *H* getriebene Stollen kam aber in trockene Blöcke; er wurde eingestellt und mit Steinen ausgepackt, ebenso die Förderstrecke *A* bis *N*. Schacht *B*, der schon auf Kote 1200 in Lehm geriet, traf bei 1194 fliessendes Wasser. Da die Stelle wegen der Galerie selbst, deren gepflästerte Abdeckung vor Winteranfang (es war November) fertig gestellt sein sollte, ungünstig war, wurde der Schacht wieder eingefüllt und der Wasserlauf sofort von Schacht *C* aus durch einen auf 1186 angesetzten Stollen nach den Normalien der B. L. S. [1]) gesucht und gefunden. Es wurde festgestellt, dass der jeweilen im Frühjahr aus dem Stockgraben über den Schuttkegel fliessende kleine Bach, der jedoch nach der Schneeschmelze gänzlich verschwand, nicht ganz eingetrocknet war, sondern bei geringer Wassermenge nur in den Felsklüften und an der Spitze des Schuttkegels versiegte. Der Zusammenhang wurde durch Fluorescinversuche bestätigt.

Der Verlauf des Stollens ist in Abb. 28 dargestellt. Die Abzweigungen *DJE* und *JM* folgten aufgefundenen Wasseradern. *JE* verlief trocken. In *K* und *M* wurde der Fels angefahren, auf dem Wasser in die Tiefe sickerte. Ihm entlang wurde der Stollen, dessen Sohle und bergseitiger Stoss zum bessern Abfangen des Wassers in den Felsen eingesprengt wurden (Abb. 29), bis *L* und *G* geführt. *ML* war trocken, *G* ebenfalls. Das Streichen des angefahrenen Felsens (krist. Schiefer) ist N. 80° O. bis O.-W., sein Fallen senkrecht. Die Tangente an die Bahnaxe in Objektmitte verläuft ungefähr N. 35° O. Diese Entwässerungsarbeiten kamen auf rund 50 000 Fr. zu stehen.

c) Abfangen des Baches am Fusse des Felsabsturzes des Stockgrabens (etwa 1300 *m* ü. M.) und seitliches Ableiten bis in den gemauerten Bahngraben, wobei ein alter Bergwerksstollen gute Dienste leistete.

d) Herstellung eines Gegengewichtes durch Anschüttung von Material aus dem grossen Lötschbergtunnel vor dem in Bewegung befindlichen Kegelteil, nachdem durch Beobachtung mehrerer ober- und unterhalb der Galerie abgesteckter Geraden festgestellt war, dass nicht der ganze Kegel, sondern nur eine Schale in Bewegung sei (Abb. 30). Hierzu wurde das Mundloch des Entwässerungsstollens von *O* nach *P* verlegt (Abb. 28).

Ende 1911 wurde das Gewölbe der Galerie, das zu sehr zerrissen und deformiert war, abgetragen. (Abb. 31 und 32). Vorgesehen war eine neue, leichtere Galerie aus armiertem Beton. Um aber vorerst die Wirkung der ausgeführten Sicherungsarbeiten abwarten und beobachten zu können, entschloss sich die Bauleitung, unter Benützung der alten Widerlager, vorerst eine provisorische Galerie aus Holz herzustellen (Abb. 33 und 34) und später erst,

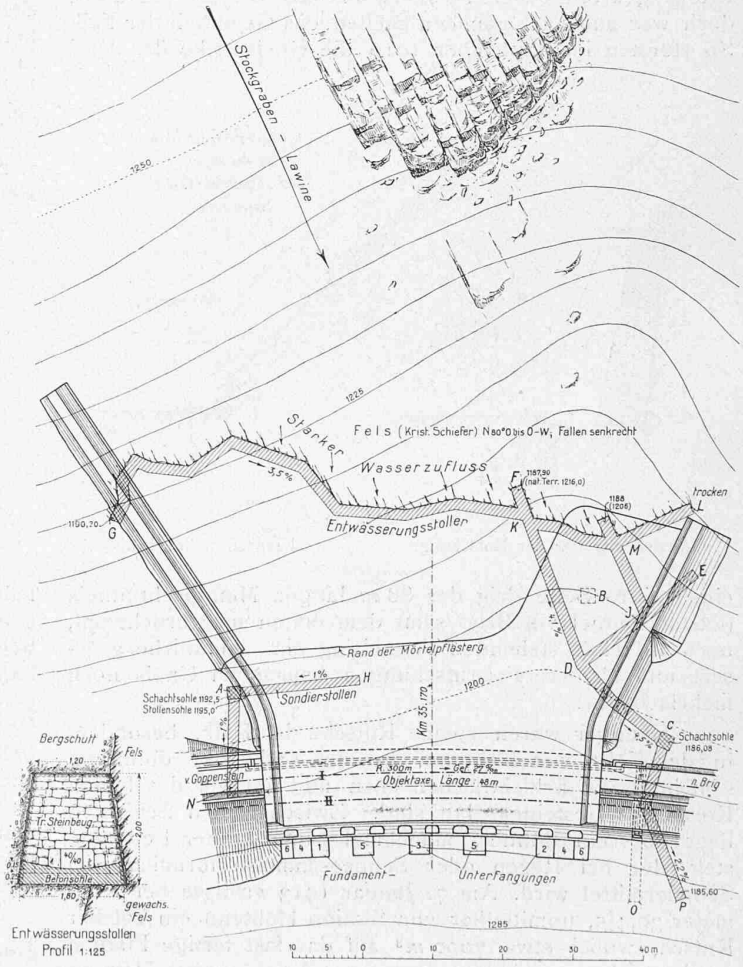


Abb. 29. Abb. 28. Stockgraben-Galerie. — Lageplan 1 : 1000.

[1]) Abbildung 29. Es empfiehlt sich, nebenbei bemerkt, bei so langen Stollen ein etwas höheres Profil zu wählen. Wenn auf der Sohlenschwelle für die Schubkarren ein Brett gelegt oder die Sohle betoniert ist, bleiben dem fördernden Arbeiter höchstens 135 bis 140 *cm* Höhe frei. Die Arbeit ist dann, namentlich wenn noch Wasser aus der First zufliesst, so mühsam, dass die Ersparnis an Kubatur durch die Minderleistung verschwindet.

wenn mit Bestimmtheit die Beruhigung des Schuttkegels konstatiert sein wird, ein definitives Bauwerk zu erstellen. Die provisorische Galerie dient nun dem Betriebe und hat bis jetzt keine Bewegung gezeigt.

Es sei hier erwähnt, dass auch die Frage einer radikalen Abhilfe durch Erstellung eines Tunnels, der die Schuttkegel der Roten Lawine und des Stockgrabens im antehenden Felsen umfahren hätte, studiert worden war. Da

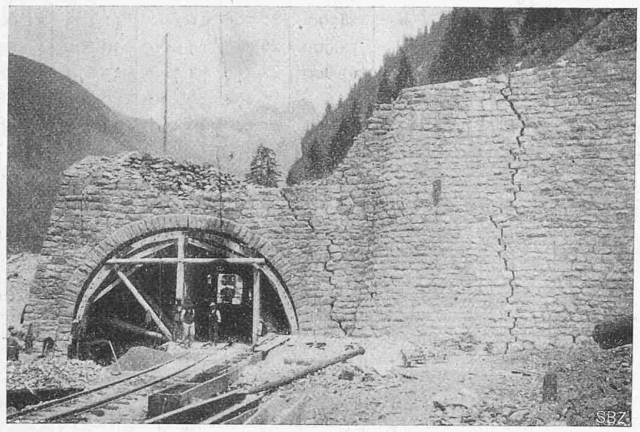


Abb. 31. Stockgraben-Galerie, Portal Seite Brig Ende 1911.

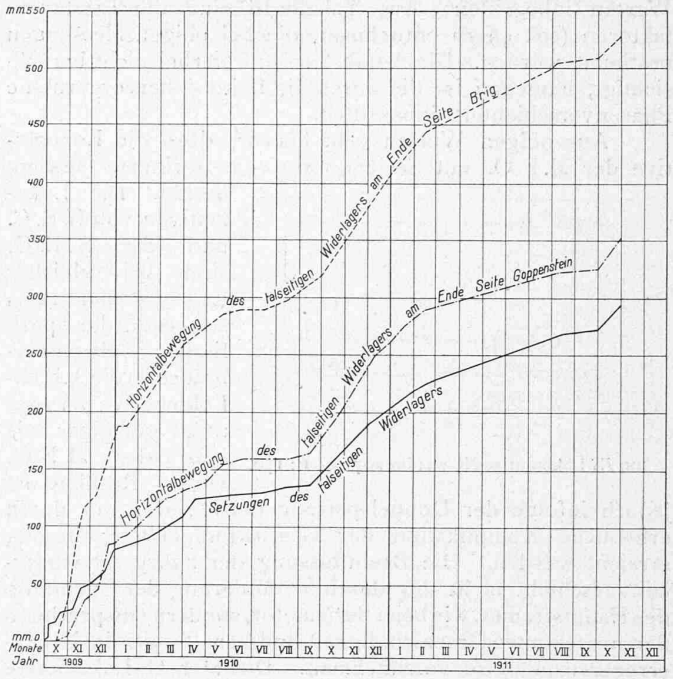


Abb. 32. Diagramm der Bewegungen der Stockgraben-Galerie,

die Mehrkosten aber, nach Abzug der noch auszuführenden Arbeiten, am Stockgraben noch rund 600 000 Fr. betragen hätten, wobei die Schintigrabengalerie noch nicht vermieden gewesen wäre, wurde, wie an andern Stellen, auf die wir noch zu sprechen kommen werden, darauf verzichtet. Die Kosten der Sicherungsarbeiten, die provisorische Galerie inbegriffen, belaufen sich auf rund 180 000 Fr., die ursprüngliche Galerie selber stellte einen Bauwert von rund 160 000 Fr. dar, wovon die jetzt noch benützten Teile ungefähr die Hälfte ausmachen.

Bei der nach gleichem Typ und in ähnlichen Verhältnissen gebauten *Schintigrabengalerie* (S. 227), zeigten sich bald nach Vollendung wohl einige kleine Risse, die sich aber, sobald der im Frühjahr über die Galerie fliessende Bach oberhalb des Objektes eine Strecke weit in eine gemauerte Schale gefasst worden war, nicht mehr erweiterten. Aber sie zeigten, dass auch hier die Gleichgewichtsgrenze beinahe erreicht ist. (Forts. folgt.)

Der elektrische Betrieb auf den Linien des Engadin.

Von *H. Haueter*, Ingenieur, Bern.

Um den Lesern der „Schweizerischen Bauzeitung" über die Durchführung der Elektrifizierung der Engadiner Strecken der Rhätischen Bahn, insbesondere über die Abnahmeversuche der Lokomotiven eine, der Wichtigkeit der Anlagen angemessene, zusammenhängende Berichterstattung zu bieten, sind auf Grund der von der Direktion der Rhätischen Bahn herausgegebenen, auf Seite 131 des letzten Bandes bereits kurz besprochenen Denkschrift die nachstehenden Angaben zusammengestellt worden.

Bekanntlich wurden die Engadinerlinien für Einphasenwechselstrom von 10 000 Volt und $16^2/_3$ Perioden ausgebaut, nachdem reifliche Ueberlegungen, speziell unter Berücksichtigung der spätern Ausdehnung des elektrischen Betriebes auf das ganze Netz, dieses Stromsystem als das vorteilhafteste erscheinen liessen. Die Tatsache, dass die von Brown, Boveri & Cie., der Maschinenfabrik Oerlikon und der A. E. G. gelieferten elektrischen Lokomotiven nach den gleichen Grundlagen erstellt wurden, ermöglicht sehr interessante Vergleiche. In Tabelle I sind die Gewichte der im Betriebe befindlichen Lokomotiven zusammengestellt[1]), während die drei beigegebenen Typenskizzen deren Abmessungen und Gewichte erkennen lassen. Die A. E. G.- und die M. F. O.-Lokomotiven von 600 *PS*-Leistung sind gleicher Bauart wie die M. F. O.-Lokomotive von 800 *PS*. Die unbedeutenden Massabweichungen sind aus Tabelle I ersichtlich. Tabelle II enthält die Ergebnisse der Messfahrten, die Werte der verbrauchten Wattstunden pro Bruttotonnenkilometer. Da die elektrischen Messinstrumente in die abgehende Leitung der Umformerstation Bevers eingebaut waren, sind die Energieverluste von Fahr- und Speiseleitung und der Schienenrückleitung in den angegebenen

[1]) Die Angaben über die später gelieferte 800 *PS*-Lokomotive der M. F. O. sind einer Publikation dieser Firma entnommen.

Abb. 34. Prov. Holzgalerie im Stockgraben-Lawinenzug.

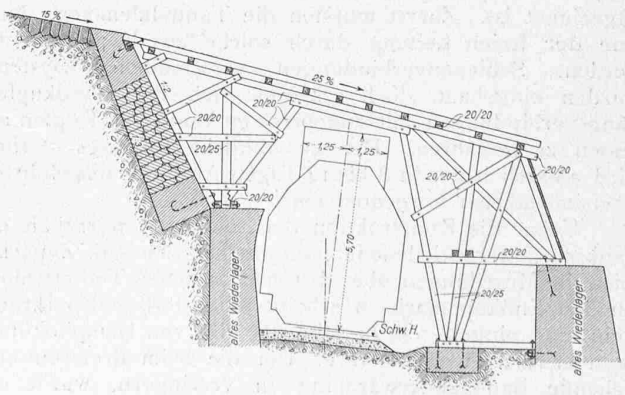


Abb. 33. Prov. Holzgalerie im Stockgraben. — 1 : 200.