

# Einige Erfahrungen im Lehnbau an der Südrampe der Lötschbergbahn

Autor(en): **Andreae, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67/68 (1916)**

Heft 22

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-33012>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Einige Erfahrungen im Lehnbau an der Südrampe der Lötschbergbahn. — Wettbewerb für den Kaufhaus-Umbau in Aarau. — † Moritz Probst. — Rechtsentscheid des Schweizerischen Bundesgerichts über Entschädigung für eine Plankonkurrenz. — Miscellanea: Drahtlose Telephonie auf fahrenden Eisenbahnzügen. Gleichstromtraktion mit 5000 Volt. Ausnutzung der Wasserkräfte der untern Donau. Ein Schweizerischer Topograph in China. Bezin-Ersatz für Explosionsmotoren. Société Internationale des Electriciens, Paris. Neue Nilstaudämme. Bund Schweizer Archi-

tekten. Eine Dampfturbinen-Einheit von 70 000 kW. Herausgabe der Werke Robert Mayers durch den Verein Deutscher Ingenieure. Die XCVIII. Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, Schulhäuser in Liestal. — Konkurrenzen: Hôtel de district au Locle. — Nekrologie: Eric Gérard. — Literatur. — Korrespondenz. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidgenössischen Technischen Hochschule: Frühjahrsitzung des Ausschusses. Stellenvermittlung.

Band 67.

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

Nr. 22.

### Einige Erfahrungen im Lehnbau an der Südrampe der Lötschbergbahn.

Von Oberingenieur C. Andreat, Naters.

(Fortsetzung von Seite 239.)

Als Rutschgebiet erwies sich ebenfalls die Gegend beim sogenannten *Sevistein* zwischen Bietschtaltunnel II und Mahnkintunnel ob St. German. Abb. 35 zeigt die allgemeine Situation. Zwischen Felsrippen, die beim Bietschtaltunnel II, am Sevisteintunnel I und östlich des Sevisteintunnels II sichtbar sind, reicht eine Schutthalde stellenweise ziemlich weit über die Linie hinauf. Die Geländeformation unterhalb der Linie weist auf frühere Bewegung hin, immerhin schien jetzt Gleichgewichtszustand zu herrschen.

Für den Ausbruch des Bietschtaltunnels II war die Deponie bei Km. 44,9 angelegt worden. Im April 1910 fing die Deponie an, sich stark zu setzen. Der Bewässerungsgraben (Bisse) „Maneren“ wurde zusammengedrückt. Am Fusse der Materialablagerung wurde ein Rutschen des erdigen Untergrundes auf dem darunterliegenden Felsen, dünnschiefriem Kalk mit etwa 45° Neigung festgestellt. Ein Stützen mittels eines halbliegenden Gewölbes auf zwei in den Schiefer fundierten Pfeilern misslang, indem der östliche Pfeiler vollständig abgeschert wurde. Abb. 36 gibt den Schnitt durch ein Pfeilerfundament mit der Rutschfläche, einer Lehmschicht zwischen Schiefer und Bergschuttüberlagerung. Die Schichtköpfe des Schiefers zeigen eine charakteristische Schleppung, die auf frühere Bewegung hinweist.

Die Bewegung war so intensiv, das man aus Vorsorge den genauen Katasterplan des darunterliegenden Gebietes aufnehmen liess, um bei allfälligem Absturz des Ganzen die zu entschädigenden Besitzverhältnisse feststellen zu können. Die Bauleitung trug sich im Frühjahr 1911, als sogar durch das Bahnplanum ein Riss entstand, mit dem

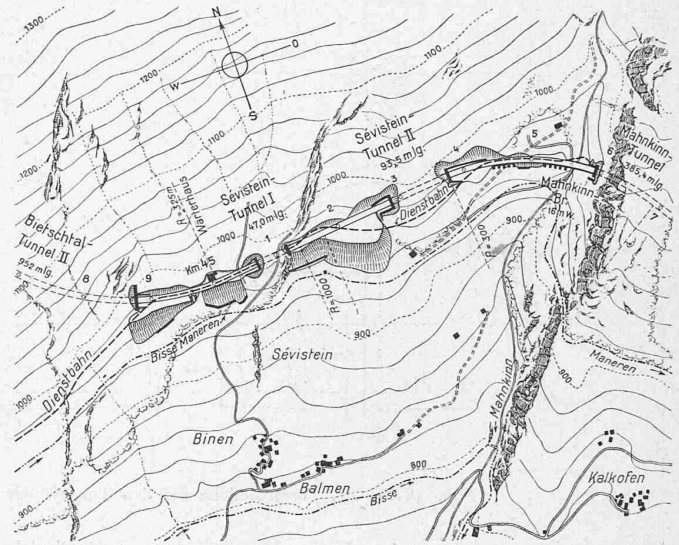


Abb. 35. Uebersichtsplan Km. 44,7 bis Km. 45,7. — 1 : 10000.

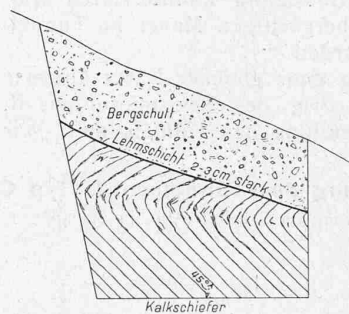


Abb. 36. Profil bei Km. 44,9.

Gedanken, die Deponie abzutragen und die Bahn selbst auf Eisenträger mit tief fundierten Pfeilern zu stellen. Doch machte sich bald die Wirkung eines unter der Deponie vorgetriebenen Entwässerungstollens und die sorgfältige Ableitung des zwar ganz geringen Wassers, das vom Bau des Bietschtaltunnels II herrührte, geltend, und die Bewegung hörte allmählich ganz auf. Bis jetzt bewegte sich die Stelle nicht mehr.

Auch die Stützmauern Km. 45,0 und Km. 45,150 zeigten bei Anschütten des Dammes Bewegung. Das Stützen ihrer Fundamente durch tiefer im Schiefer fundierte Vorpfeiler brachte vorläufig auch hier Stillstand, sodass man für den Moment von Entwässerungen, von denen man die gleiche Wirkung wie bei Km. 44,9 hätte erwarten dürfen, absah.

Am Portal Seite Goppenstein des Sevisteintunnels I erfolgte bei Ausführung des Voreinschnittes ebenfalls eine kleinere Rutschung oberhalb der Bahn. Beobachtungen und Sondierungen mittels zweier Stollen zeigten, dass auch hier die Bewegung eine Folge von

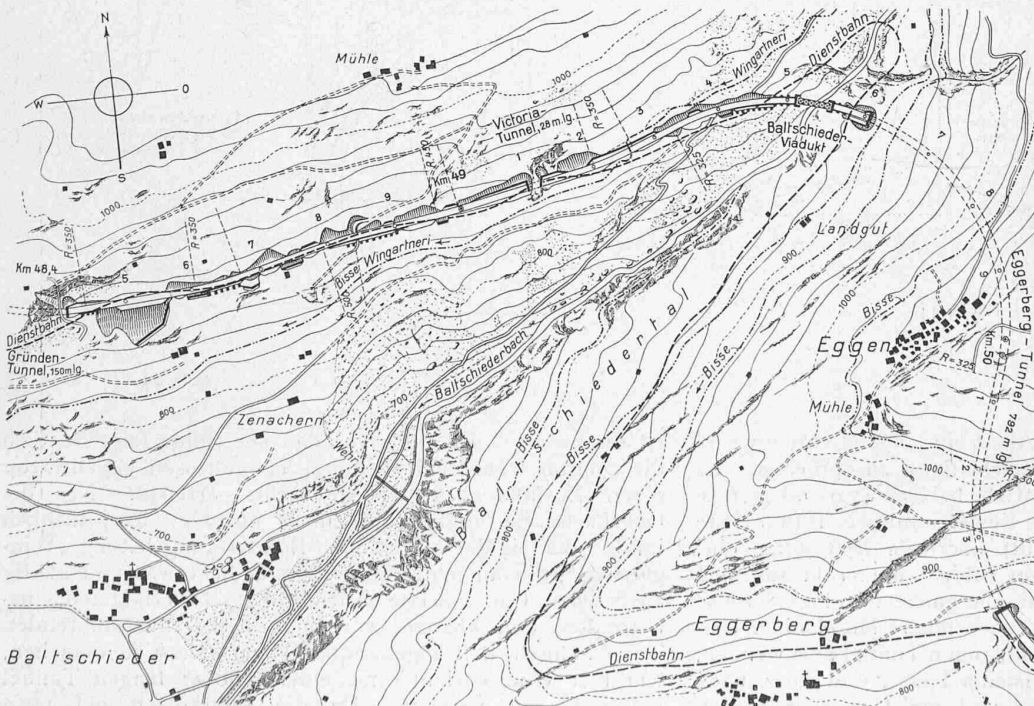


Abb. 37. Uebersichtsplan der Strecke von Km. 48,4 bis Km. 50,4 im Baltschiederthal. — 1 : 10000.





jetzt ausgeführten Tracé fest, nachdem die forsttechnischen Beiräte der Bahngesellschaft bei zweckmässiger Auswahl der Pflanzenarten eine Aufforstung der Lehne für möglich hielten und die Ansicht geäussert hatten, dass eine solche Aufforstung die noch etwas unruhigen Stellen sichern würde, besonders wenn durch allfällige Verbauung des Baches die Erosion verhindert werde. Es wurde hierzu der ganze Hang bis zum Bache hinunter erworben. An der Ausmündung des Baches ins Rhonetal baute man zum Zurückhalten des beim Sprengen hinunter kollernden Materials eine Talsperre ein, eine zweite unterhalb der Batschiederbrücke. Die Bisse „Wingartneri“ erhielt einen gemauerten, dichten Kanal.

**Lehntunnels.**

Diese bilden ein eigenes Kapitel des Tunnelbaues. Dem Bundesbeschluss vom 24. September 1907 gemäss, der an die Subvention des Bundes an die Erstellung eines doppelspurigen Lötschbergtunnels die Bedingung knüpfte, dass auch auf den Zufahrtsrampen eine künftige zweite Spur berücksichtigt, beziehungsweise vorbereitet werde, wurden für die Zufahrtsrampen die in Abbildungen 38 bis 43 dargestellten Tunneltypen angewendet.<sup>1)</sup> Zu diesen sei noch bemerkt, dass, mit Rücksicht auf den elektrischen Betrieb der Linie, in Kurven von  $R \leq 600 m$  die Widerlagerhöhe um  $0,15 m$  vergrössert ist; die lichte Höhe in den gemauerten Profilen beträgt somit  $6,25 m$  über Schwellenhöhe.

In gesundem, anstehendem Fels, wie bei den meisten Tunnels des Lötschentales, welche die steilen Felsschichten in beträchtlichem Winkel zum Streichen durchfahren, sowie bei einzelnen der Rhonetal-Lehne, insbesondere bei

Gebirgstunnels. Anders bei geringer Tiefe des Tracé unter der Oberfläche oder in Schutthalden. Besondere Aufmerksamkeit erheischen die Mündungsstrecken.

Die Normalprofile  $C_{3/6}$ , die allein für Strecken in nicht ganz standfestem Gebirge in Betracht kommen, sind nicht Druck-, sondern nur stärkere Verkleidungsprofile. Dafür spricht die Halbkreisform des Gewölbes, seine im Scheitel und Kämpfer gleich grosse Stärke und die Dimensionierung des Widerlagers, dessen Dicke im Kämpfer gleich der Scheitelstärke des Gewölbes ist.<sup>1)</sup>

Eine statische Untersuchung dieses Tunneltyps zeigt dies auch sofort. Abbildungen 44 bis 46 geben diese Untersuchung für drei verschiedene Belastungsfälle.<sup>2)</sup> Bei Annahme einer horizontalen Oberfläche und Firstdruck ohne aktivem Erddruck (Abbildung 44) verlässt die günstigste Drucklinie das Gewölbe bereits oberhalb des Kämpfers und wird passiver Gebirgsdruck Bedingung für die Standfestigkeit des Bauwerkes.<sup>3)</sup> Bei Auftreten von aktivem Gebirgsdruck (Abbildung 45), d. h. in einem Gebirge, in dem auf passiven Druck im allgemeinen nicht gerechnet werden darf, sind in der Nähe der Gewölbebruchfugen Abbrennungen zu erwarten, indem sich dort die Drucklinie der innern Leibung nähert, während die Widerlager, wenn der Druck eine gewisse Höhe erreicht, gegen den Lichtraum ausbauchen, die Lagerfugen sich öffnen werden. Bei geneigter Oberfläche im Gebirge mit aktivem Druck (Abbildung 46) lässt sich keine Drucklinie zeichnen, die der Gewölbeform auch nur annähernd folgt. Legt man sie bergseits möglichst ins Gewölbe, so tritt sie talseits bereits in der Nähe des Scheitels aus, was dort ganz erheblichen passiven Gegendruck verlangt; verläuft sie talseits günstiger, so tritt sie bergseits hinter das Gewölbe. Ganz bedenklich sind die Verhältnisse in den Widerlagern. Auf alle Fälle treten ganz erhebliche Mauerwerks - Beanspruchungen auf. In Lehntunnels tritt aber besonders in der Nähe der Portale der Fall der geneigten Oberfläche häufig ein. Auf der Strecke Goppenstein-Brig wurden deshalb auch eine ganze Anzahl wesentlicher Verstärkungen notwendig. So z. B. auf Seite Brig des Blasbodentunnels (Abbildung 47), Seite Brig des Gründentunnels (Abbildung 48), Seite Brig des Stadelstunnels (Abbildung 49). Einige weniger typische Fälle lassen wir unerwähnt.

Der erste Tunnel, der nach Verlassen der Station Goppenstein durchfahren wird, ist der *Rotlauenentunnel* durch den Schuttkegel der Roten Lawine (vergl. Abb. 9 bis 12, S. 226). Aus dem Lageplan (Abb. 9) ist die Ueberlagerung ersichtlich. Das Gewölbe der Eingangsstrecken von  $64,20 m$  am obern und  $20,0 m$  am untern Portal wurde in offenem Einschnitte ausgeführt (Abb. 50 und 51, S. 258), die Widerlager nachträglich durch Unterfangen; die  $182,70 m$  lange Zwischenstrecke wurde belgisch mit Richtstollen in der First erstellt. Die Aufbruchringe erhielten typenmässige Gewölbestärke von  $0,70 m$  und eine Ueberhöhung der Lehrbogen von

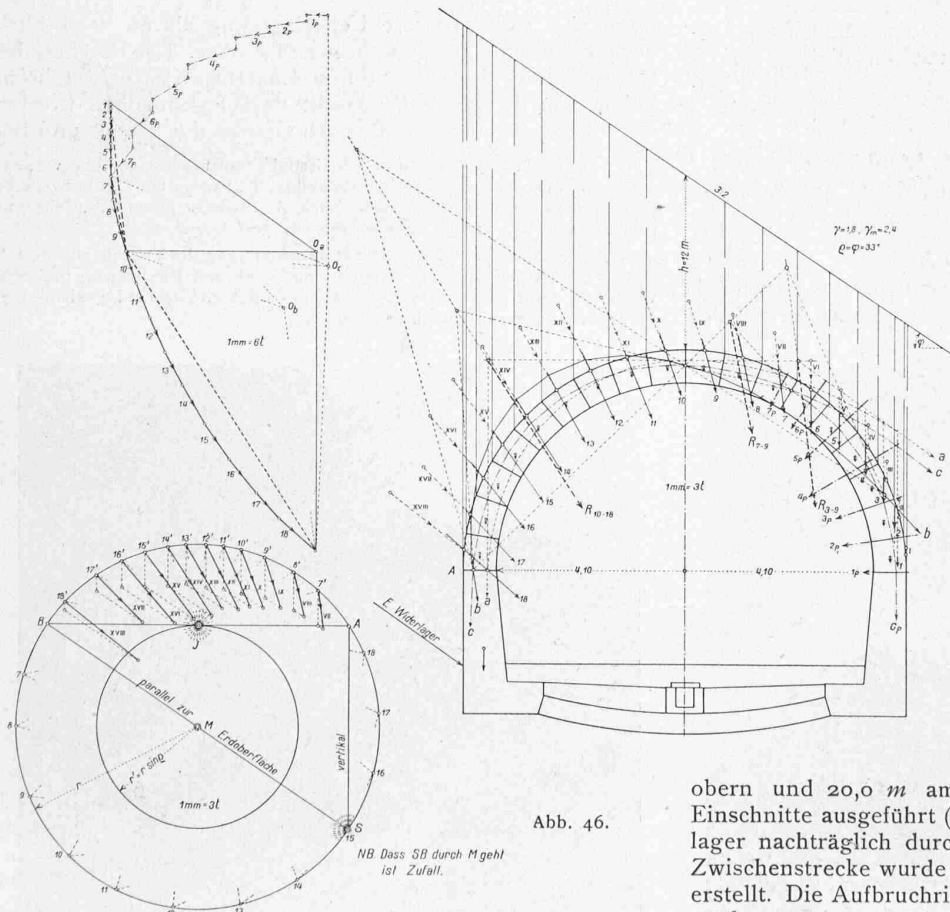


Abb. 46.

denen, die die Linie aus Seitentälern ins Haupttal zurückführen und dabei grössere Tiefen erreichen (z. B. Bietschtaltunnel II, Eggerbergtunnel und a. m.) unterscheiden sich die Tunnels einer Lehnenstrecke nicht von gewöhnlichen

<sup>1)</sup> Vergl. auch die auf Seite 223 erwähnte Veröffentlichung von Dr. Zollinger in Band LV.

<sup>1)</sup> Vergl. A. Bierbaumer, „Die Dimensionierung des Tunnelmauerwerkes“, Leipzig und Berlin 1913, Seite 68 ff; ferner E. Wiesmann, in Band LXIV Seite 29 (18. Juli 1914) der Schweiz. Bauzeitung.

<sup>2)</sup> Vergl. hierüber: Dr. Ing. O. Kommerell „Statische Berechnung von Tunnelmauerwerk.“ Berlin 1912. (Besprochen in der Schweiz. Bauzeitung, Band LX, Seite 247, 2. November 1912).

<sup>3)</sup> Vergl. auch Band LXIV, Seite 28 (18. Juli 1914).

0,25 m. Ihr Verhalten veranlasste eine Vergrößerung der Gewölbstärke auf 0,90 m und der Lehrbogenüberhöhung auf 0,40 m für die übrigen Ringe. Ring 17 annähernd in Tunnelmitte zeigte z. B. einige Zeit nach Schluss eine Senkung von 0,20 m, sowie Abbrennen und Risse der Gewölbesteine an beiden Schenkeln. Auch an der Geländeoberfläche konnte in der Nähe des grossen Blockes (Abbildung 9) eine geringe

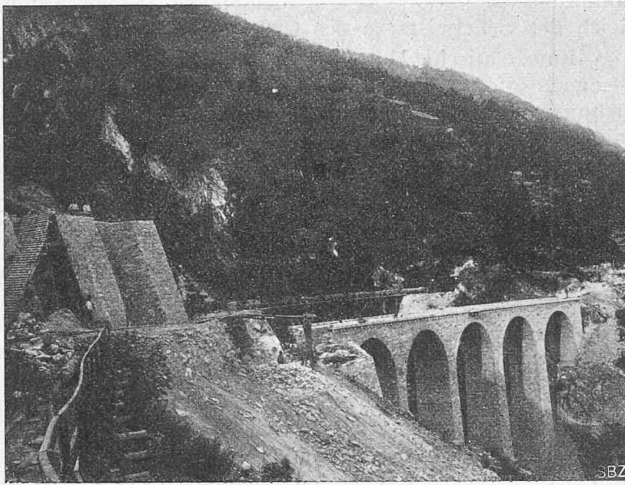


Abb. 49. Strebepfeiler am Stadel-Tunnel; Finnegraben-Viadukt.

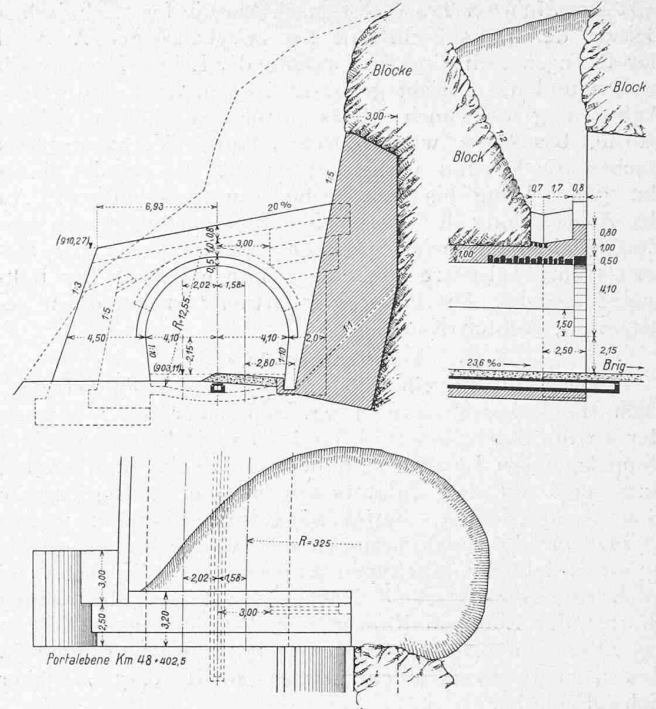


Abb. 48. Gründen-Tunnel, Portal Seite Brig. — 1:400.

Setzung beobachtet werden (der Block wurde dann grösstenteils nachträglich gesprengt). Andererseits zeigten die Kämpfer eine Erweiterung ihres Abstandes um einige Millimeter. Man hat es somit hier infolge der sehr langsam betriebenen Ausbrucharbeit (der Firststollen diente vorerst längere Zeit als Dienstbahntunnel) mit vertikalem Firstdruck ohne Seitendruck zu tun; die gebrochenen Stellen lagen annähernd symmetrisch.

Bei einer Baumörtel-Festigkeit  $f_m$  von 114  $kg/cm^2$  und einer Würfelfestigkeit des Steines  $f_s$  von 300  $kg/cm^2$  1), erhalten wir eine Mauerwerks-Druckfestigkeit von

$$\sqrt[6]{f_m \cdot f_s^3} = 185 \text{ kg/cm}^2$$

für Schichtenmauerwerk, aus dem das Gewölbe tatsächlich besteht. 2) Nehmen wir die Drucklinie im innern Drittel des

Gewölbes an (Abb. 44), so erhalten wir eine Druckresultierende in der Fuge von  $R = \frac{185 \cdot 100 \cdot 8100}{6 \cdot 30} = 832500 \text{ kg}$ , wozu eine weit grössere Ueberlagerung als die tatsächlich vorhandene von rd. 25 m notwendig wäre. Das Brechen der Gewölbesteine ist auf zu dünne Lagerfugen zurückzuführen, indem hier zu wenig Rücksicht darauf genommen worden war, dass sich ihre Breite nach Grösse der Steine und Be-

1) Die Proben ergaben in der Festigkeitsanstalt für den hier verwendeten Gewölbstein, Kalk aus dem Steinbruch „Riedgarten“ ob Raron, eine Würfelfestigkeit von 1500  $kg/cm^2$ . Nach K. Brandau (Band LIV, Seite 311 vom 27. November 1909) nehmen wir nur 300  $kg/cm^2$  an.

2) Nach A. Bierbaumer „Die Dimensionierung des Tunnelmauerwerks“ Seite 53. Das erhaltene Resultat stimmt auch mit Bierbaumer und den Versuchen des II. Gewölbeausschusses des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins ziemlich gut überein.

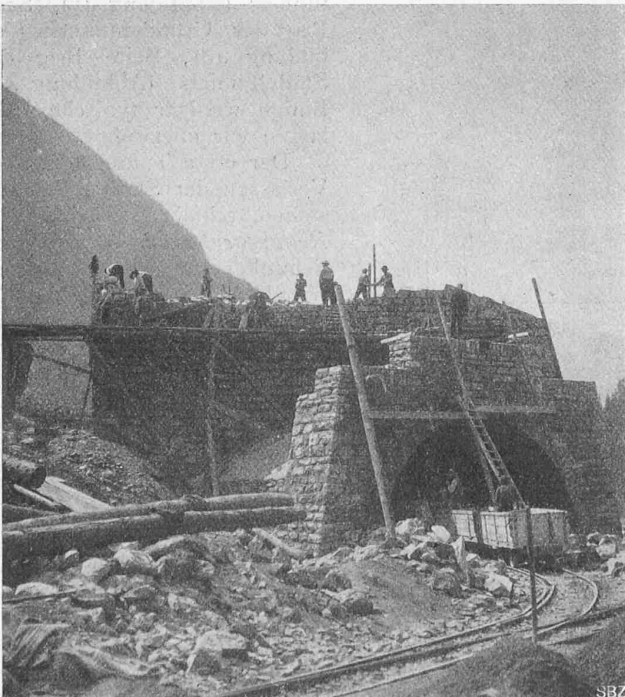


Abb. 50. Rotlauen-Tunnel, Portalbau Seite Goppenstein.

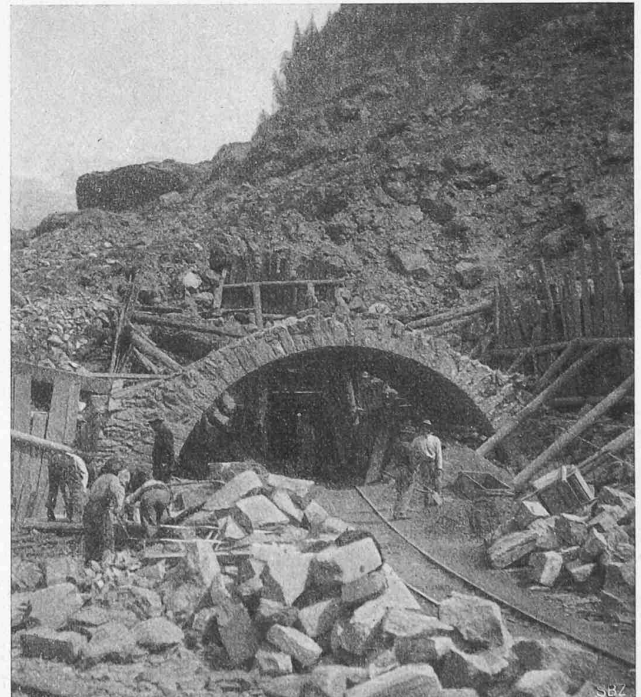


Abb. 51. Rotlauen-Tunnel, Gewölbe-Tagbau Seite Brig.



arbeitung ihrer (hier ziemlich rauen) Lagerflächen und nach der Korngrösse des Sandes (hier grober Steinbrechersand) richten muss. Es waren einige Pressfugen entstanden.

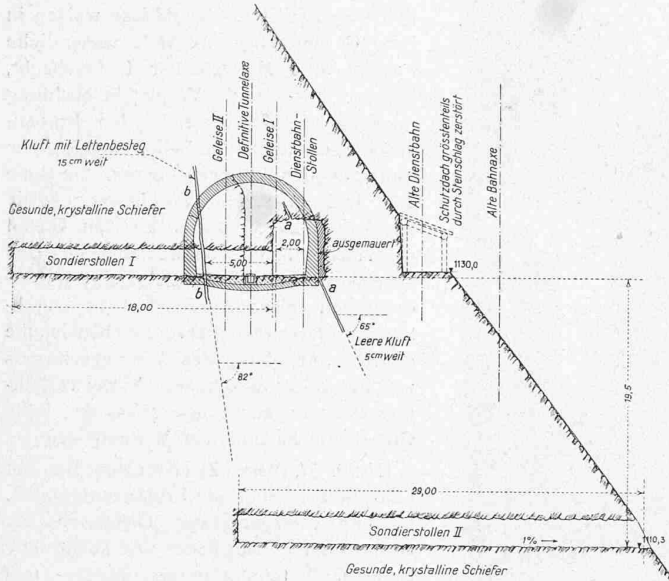


Abb. 53. Marchgraben-Tunnel im Lötschental. Sondierung der Felsklüftungen. — 1 : 500.

Auch bei andern Ringen mit ähnlichen Erscheinungen blieb es bei einigen gebrochenen Moëllons. Rekonstruktionen wurden nicht nötig und seit Erstellung der Widerlager und Sohlengewölbe zeigten sich keine Druckerscheinungen mehr. Als Ausführungsdetail sei erwähnt, dass das Gewölbe nicht, wie sonst bei der belgischen Baumethode üblich, auf ein Brett abgestellt wurde, sondern auf eine Schwelle aus einbetonierten, 15 cm hohen, breitflansigen I-Trägern (Abb. 52), was sich bewährte.

Wie auf Seite 236 bemerkt, wurde, entgegen der ursprünglichen Absicht, im *Marchgraben* die Linie in einen Tunnel verlegt. Dieser liegt im Felsen, aber nur in geringer Tiefe, einerseits um das Tracé nicht zu stark zu krümmen, andererseits um einen bestehenden Stollen der Dienstbahn mitbenützen zu können. Die gegenseitige Lage von Bahnaxe und Streichrichtung der Felschichten entspricht ungefähr

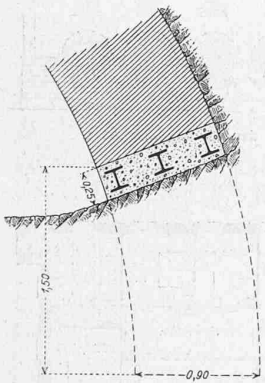


Abb. 52. Prov. Widerlager für Tunnel-Gewölbe. — 1 : 50.

Abb. 1 (S. 223). Bei Km. 37,530 wurde eine quer zur Schichtung, annähernd parallel zum Berghang verlaufende Kluft angefahren (a-a, Abb. 53), die sich um einige Millimeter erweiterte. Es konnte die Tunnelaxe noch so weit bergwärts verlegt werden, dass das talseitige Widerlager ganz innerhalb dieser Querkluft zu stehen kam. Ausnahmsweise wurde hier von vorneherein das auszubauende Geleise I auf die Talseite genommen, während sonst überall, von Goppenstein bis Brig, die künftige II. Spur talseitig vorgesehen ist. Bevor die Arbeiten fortgesetzt wurden, untersuchte die Bauleitung das Gebirge mittels zweier senkrecht übereinander getriebener Stollen (Abbildung 53). Stollen I fand noch die Kluft b-b. In Stollen II kamen weder a-a, noch b-b zum Vorschein. Seither zeigte sich keine Bewegung mehr. Dieser Tunnel bestätigte, wie auch einige Einschnitte des Lötschentales, dass bergewärts fallende Schichten, namentlich nahe an der Oberfläche, bei steilem Berghange, oft ebenfalls Gefahren bergen können, wenigstens in kristallinen Schiefen, die zahlreiche Querklüfte aufweisen. (Schluss folgt.)

## Wettbewerb für den Kaufhaus-Umbau in Aarau.

Nebst dem Gutachten des Preisgerichts über diesen auf in Aarau niedergelassene Architekten beschränkten Wettbewerb geben wir auf den folgenden Seiten die Pläne und Bilder der beiden im ersten Rang prämierten, mit je einem II. Preis bedachten Entwürfe wieder. Auf Seite 262 finden unsere Leser eine Ansicht des Kaufhauses in seinem gegenwärtigen Bestand.

### Gutachten des Preisgerichtes.

Das Preisgericht trat Dienstag, den 18. April 1916 in der Aula des Gemeindeschulhauses zusammen und bestimmte Herr Architekt Hans Bernoulli als seinen Obmann. Herr Rob. Vogt, städtischer Bauverwalter, übernahm die Schriftführung.

Rechtzeitig sind folgende Projekte eingelaufen: Nr. 1. „Altes Vorbild neue Form“, 2. „Eckpfeiler“, 3. „1916“, 4. „§ 66 der B. O“, 5. „Licht“, 6. „März 1916“, 7. „Lux“, 8. „Bürohus“, 9. „31. März“, 10. „Stadtpost“, 11. „Posthorn“, 12. „Schwarz-gelb“, 13. „Post“, 14. „Am alten Platz“, 15. „St. Laurentius“.

Vorgängig dem Zusammentritt des Preisgerichtes hat durch die Bauverwaltung eine Ueberprüfung stattgefunden, aus der hervorgeht, dass kein Projekt von der Beurteilung ausgeschlossen werden müsse.

Bei einem ersten Rundgang wurden ausgeschieden die Projekte Nr. 2 „Eckpfeiler“ wegen Nachteilen in der Grundrissdisposition und wegen Bedenken aus konstruktiven Gründen; Nr. 3 „1916“ wegen offensichtlicher Mängel am Grundriss und nicht erfreulicher Fassaden; Nr. 5 „Licht“ wegen allgemein ungenügender Durchbildung, sowohl der Grundrisse wie der Fassaden; Nr. 8 „Bürohus“ wegen ungünstiger Fassadenlösung und kleinlicher Grundrissaufteilung; Nr. 12 „Schwarz-gelb“ wegen zu fremdartiger Fassadengestaltung bei sonst befriedigendem Grundriss, und Nr. 14 „Am alten Platz“ wegen ungenügendem Grundriss in bezug auf Lichtverhältnisse des Treppenhauses, Zugänge zu der Schalterhalle und zum Laden, sowie ungünstiger Aufteilung der Fassade Metzgergasse im Parterre.

Im zweiten Rundgang wurden sämtliche verbleibenden Projekte wie folgt eingehend besprochen:

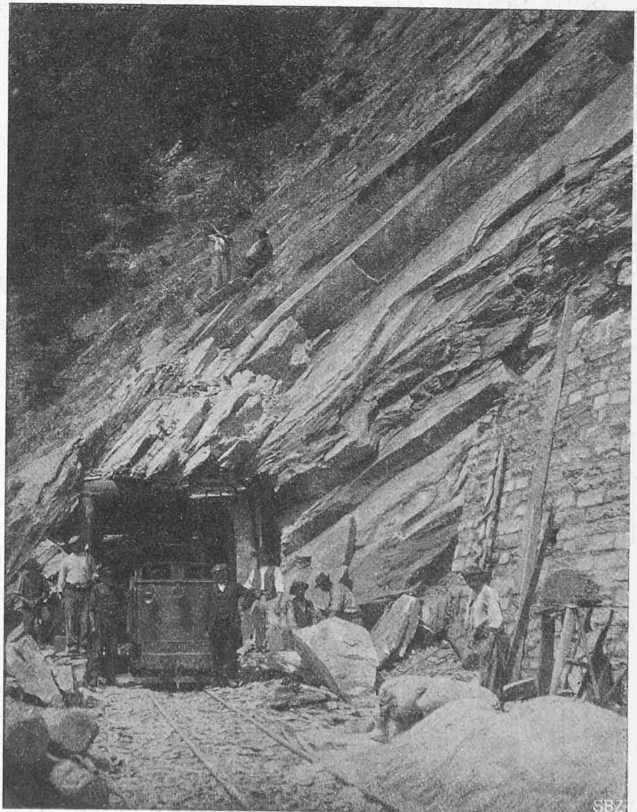


Abb. 47. Blasboden-Tunnel, Mundloch Seite Brig.