Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 67/68 (1916)

Heft: 23

Artikel: Einige Erfahrungen im Lehnenbau an der Südbergrampe der Lötschbergbahn

Autor: Andreae, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-33014

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: 13.12.2025

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

INHALT: Einige Erfahrungen im Lehnenbau an der Südrampe der Lötschbergbahn. — Die Sendric-Heiz- und Kühlapparate. — Die Begrenzung des lichten Raumes und der Fahrzeuge der schweizer. Normalspurbahnen. — Ferienheim der Ortsbürgergemeinde Luzern. — Miscellanea: Rechtsschutz der Berufsbezeichnung „Ingenieur". Neue X-Strahlen. Neues Kühl- und Gefrierhaus der Stadt Wien. Zerstörung von Beton durch Schwefelwasserstoff. Treib-Seelisberg-Bahn. Etzelwerk. Eidgenössische Technische Hochschule. Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern. — Preisausschreiben. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Société vaudoise et Section vaudoise de la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Band 67. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 23.**

Einige Erfahrungen im Lehnenbau an der Südrampe der Lötschbergbahn.

Von Oberingenieur *C. Andreae*, Naters.

(Schluss von Seite 259.)

Auch der 93,5 *m* lange *Sevisteintunnel II* zeigte typische Lehnen-Erscheinungen (vergl. S. 255). Im Herbst angefangen, wurde der Stollen am 30. Dezember 1911 als letzter der Südrampe durchgeschlagen. Bei Ausbruch der Kalotte (auch dieser Tunnel wurde belgisch, mit Richtstollen in der First ausgeführt) trat in der Eingangsstrecke Seite Brig starker Schrägdruck auf. Es zeigten sich auch einige Risse im Gelände oberhalb des Tunnels. Dieser verläuft an der Grenze zwischen dem mit 45° nach Süden fallenden Kalkschiefer und der Bergschuttüberlagerung und zwar derart, dass sich der Fels, der am Portal Seite Brig das bergseitige Widerlager noch etwas unter Planum trifft, 14,5 *m* einwärts der Portalflucht die Kämpferhöhe erreicht. Zwischen der Ueberlagerung (fauler Schiefer und Bergschutt) und dem anstehenden Schiefer liegt eine Lehmschicht. Bei Erstellung des Gewölbes in der zweiten Hälfte des Winters 1911/12 machte sich der Schrägdruck bis etwa 30 *m* tunneleinwärts bemerkbar, wobei sich der bergseitige Gewölbeschenkel abflachte. In der Nähe des Portales, wo der passive Druck auf der Talseite nur gering sein kann, schob sich der talseitige Kämpfer bis etwa 20 *cm* talwärts. Die Bewegung hörte jeweilen in einem Ringe auf, wenn die Nachbarringe fertig gemauert waren. Sie setzte aber wieder energisch ein, als im Frühjahr 1912 die Widerlager durch Unterfangung erstellt wurden; nach Fertigstellung der letztern hörte sie wieder auf. Das Gewölbe war aber so deformiert, dass etwa 24 *m* teilweise rekonstruiert werden mussten. Auf 40 *m* vom Portal einwärts war das Gewölbe auf 90 *cm* verstärkt worden; die ersten 14 *m* wurden nach Abbildung 54 ausgeführt.

Abbildungen 55 bis 57 zeigen die Deformationen in 8, 20 und 32 *m* Entfernung vom Portal. Im bergseitigen Gewölbeschenkel fand man bei der Rekonstruktion die Moëllons, deren Lagerfugen in der Sichtfläche klafften, in ihrem hintern Teile zerdrückt, ebenso die dort ziemlich geringwertige Hintermauerung. Diese Erscheinungen weisen auf eine Druckwirkung nach einer Drucklinie, die angenähert nach Abbildung 58 verläuft. An den drei Profilen Abbildung 55 bis 57 lässt sich auch die Zunahme des passiven Gegendruckes auf der Talseite gegen das Tunnelinnere, wo die Gebirgsüberlagerung zunimmt und der Tunnel selbst tiefer im anstehenden Felsen liegt, verfolgen.

Wir haben bereits erwähnt, dass nach Fertigstellung der Tunnelröhre in der drückenden Partie, bezw. nach Rekonstruktion eines Teiles des Gewölbes, die Bewegung innehielt. Im Früjahr 1915, nach Betriebseröffnung, setzte sie jedoch wieder ein, und so führte diese Erscheinung gemeinsam mit den auf Seite 255 erwähnten Bewegungen der offenen Zwischenstrecken zur Erstellung eines Umgehungstunnels, der im Kalkschiefer liegt. Diese intermittierenden Druckerscheinungen fallen auf. Sie weisen auf eine veränderliche Reibung in der Ueberlagerung des Felsens, bezw. der zwischen Fels und Ueberlagerung liegenden Lehmschicht. Es geht dies aus der statischen Untersuchung auch ohne weiteres hervor. Nehmen wir zunächst die Reibung zwischen Fels und Ueberlagerung = 0 an, so steht die Richtung des Erddruckes auf die Rutschfläche senkrecht zu dieser. In Abbildung 58 sehen wir nun die Richtung der Rutschfläche und die dazu senkrechte Druckrichtung einerseits, sowie die Richtung der Erdoberfläche und die Vertikale (nach Rankine) anderseits als konjugierte Richtungen (vergl. Kommerell, Beispiel XVII), die das Involutionszentrum *J* ergeben. Die

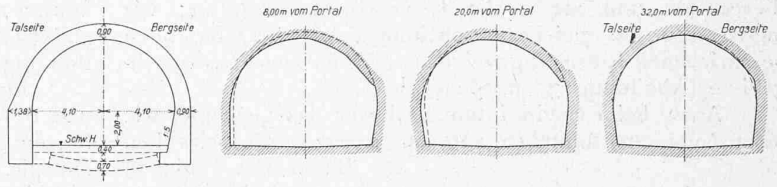

Abb. 54 bis 57. Tunnelprofil und Deformationen im Sevistein-Tunnel II. — 1 : 400.

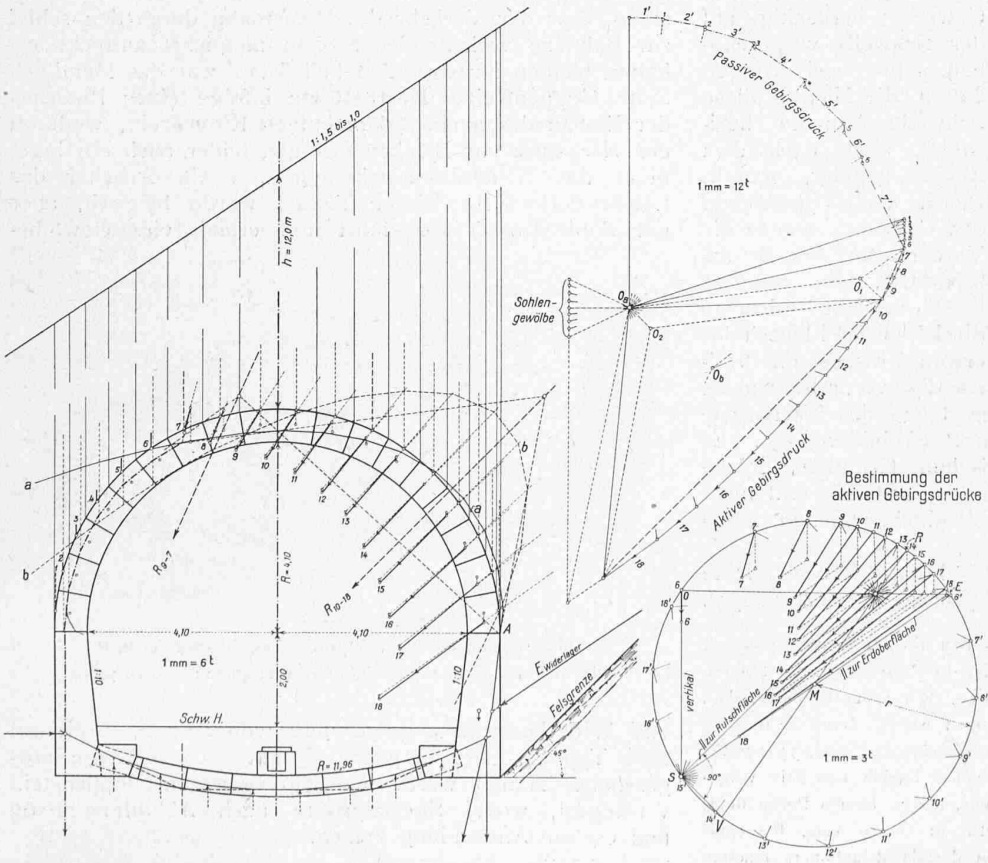

Abb. 58. Statische Untersuchung der Druckverhältnisse im Sevistein-Tunnel II.

hiermit gefundenen Erddrücke auf das Gewölbe geben Drucklinien, die der Gewölbeform in keiner Weise entsprechen. Sie zeigen in noch viel ausgesprochenerem Masse die Eigenschaften des auf Seite 257 besprochenen Falles der Abbildung 46; Ausschlag der Drucklinie, Zug- und Druckbeanspruchungen sind aber weit grösser.

Nehmen wir nun an, die Reibung zwischen Fels und Ueberlagerung durchlaufe verschiedene Werte von 0 bis ϱ (Reibungswinkel des Ueberlagerungsmaterials), so rückt das Involutionszentrum J auf der Linie E-O nach links. Wenn die Reibung in der Rutschfläche gleich ϱ wird, verliert diese ihren Charakter, und der Erddruck wirkt wie im unbegrenzten Erdkörper. J fällt dabei mit dem Schnittpunkte der Linie E-O und einem zum grossen konzentrischen Kreise mit Radius $r' = r \sin \varrho$ zusammen, bezw. mit dem Tangentenpunkt, wenn wir (wie in Abbildung 46), ϱ = dem Böschungswinkel der Oberfläche annehmen, und wir erhalten den Belastungsfall der Abbildung 46, in dem sich die Drucklinien schon bedeutend mehr der Gewölbeform nähern und die Beanspruchungen weit geringer sind. Wird der Reibungswinkel ϱ grösser, so geht der aktive Erddruck allmählich in Firstdruck über, dem aber unsere Gewölbe, wie aus Beispielen (Rotlauenen und tiefere Partien von Sevistein II selber) hervorgeht, gewachsen sind.

Solche Variationen der Reibung können aber nur durch Wasser erzeugt werden, was auch mit der Jahreszeit übereinstimmt, da die Druckerscheinungen und Bewegungen bis jetzt jeweilen im spätern Winter und Frühjahr eintraten. Im Scheitel des Schuttkegels dringt dannzumal der obern Felsschicht nach das Schneeschmelzwasser in diesen ein und macht die Lehmschicht schlipfrig; wir haben also die gleiche Erscheinung, wie bei der oben beschriebenen Rutschung bei Km. 44,9 im gleichen Rutschgebiete (Abbildung 35 u. S. 255).[1])

Auch beim Sevisteintunnel II war das Gewölbe, wie beim Rotlauenentunnel (S. 226) auf 25 *cm* starke Schwellen aus Beton mit Einlagen von 15 *cm* hohen I-Eisen abgestellt worden. In den Druckringen wurde das Gewölbe bergseitig auf der Schwelle vorgeschoben. In zwei Ringen hatten die Maurer diese Schwelle beinahe horizontal, statt nach dem Radius geneigt, erstellt. Durch das Vorschieben des Gewölbes wurde die Vorderkante des Betons zerdrückt, die unterste Moëllonschicht drückte direkt auf den Flansch des ersten I-Eisens, das vollständig verdreht wurde. Die betreffenden Moëllons wurden längs des Eisens wie bei Pressfugen vollständig zerdrückt (Abbildung 59). Es empfiehlt sich, schon aus statischen Gründen, solche Schwellen genau nach dem Radius zu erstellen und nicht zu hohe Eisen, besser niedere Rollbahnschienen anzuwenden.

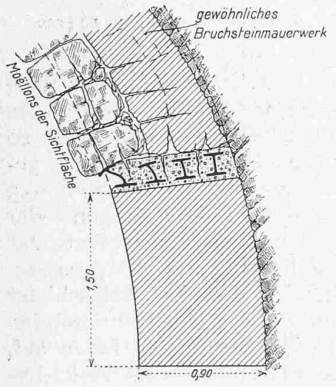

Abb. 59. Verdrückte Widerlagerschwelle im Sevistein-Tunnel II. — 1 : 50.

Der schwierigste Tunnel der Südrampe war der kleine *Viktoria-Tunnel* im Baltschiedertale (Km. 49,1; vergl. S. 255). Dieser nur 28 *m* lange Tunnel durchfährt den sogenannten Viktoriablock, von den Ingenieuren so getauft infolge seines Profiles, das an den Kopf der Königin Viktoria auf den alten englischen Briefmarken erinnert (Abbildung 60). Dieser Block rührt von einem alten Bergsturz her und stützt einen ganzen Grat aufeinander getürmter, grosser Blöcke. Ein zuerst beabsichtigtes Abschiessen des Blockes hätte einen Bergsturz hervorrufen können, der einerseits den Baltschiederbach gesperrt, anderseits unter Umständen eine noch schwierigere Situation geschaffen hätte.

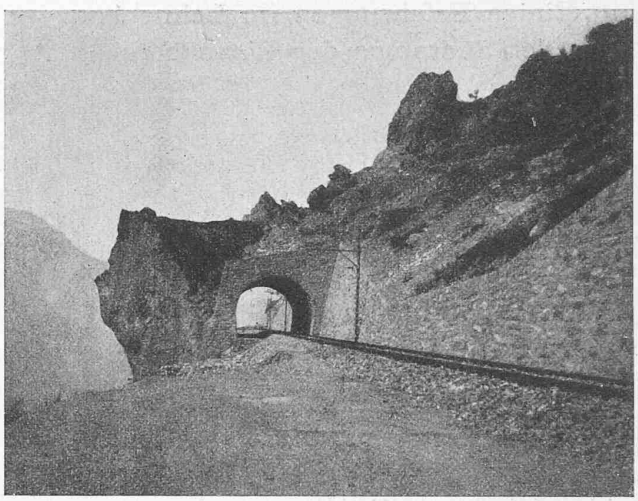

Abb. 60. Viktoria-Tunnel, von Seite Brig, gegen Westen gesehen.

Ein Sondierschacht am Fusse des Blockes (Abb. 61 und 62), sowie die Aufschlüsse des Dienstbahnstollens liessen erwarten, dass der Block genügend standfest sei, um die Bahn aufzunehmen. Die Erwartung traf zu, aber die Ausführung war eine sehr schwierige, indem auch bergseitig die Ueberlagerung aus lauter losen Blöcken bestand. Erschwert war die Arbeit auch durch den Umstand, dass der Verkehr der Dienstbahn durch den schief zur Bahnaxe verlaufenden Stollen möglichst aufrecht erhalten bleiben musste. Am heikelsten war das Mundloch Seite Goppenstein. Dort stürzte infolge eines Rutsches der Einbau des ganzen 6 *m* langen Ringes ein, wodurch ein Nachsturz von Blöcken erfolgte, leider auch ein Ingenieur der Generalunternehmung und ein Arbeiter das Leben verloren.[1]) Dieser Tunnel wurde belgisch, aber mit Sohlenstollen ausgeführt und erhielt eine Gewölbe- und Widerlagerstärke (am Kämpfer) von 1,00 *m*, Profilform nach Typ C_6. Der ursprünglich mit 21,0 *m* Länge vorgesehene Tunnel wurde um 7,0 *m* gegen Goppenstein verlängert, wobei Spezialprofile nach Abbildungen 63 und 64 zur Anwendung kamen.

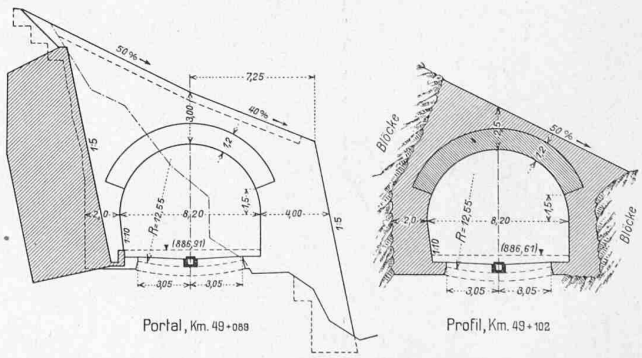

Abb. 63 und 64. Spezialprofile des Viktoria-Tunnels beim Portal Km. 49,089 und bei Km. 49,102. — 1 : 400.

[1]) Ein Umgehungstunnel wurde beim Bau nicht in Betracht gezogen. Man war der Ansicht, dass sich, wenn nötig, die Rutschung mit billigeren Mitteln, wie bei Km. 44,9 würde halten lassen. Wir haben schon erwähnt, dass am Stockgraben eine Umgehung erwogen wurde, deren Mehrkosten 600 000 Fr. betragen hätten, eine andere im Baltschiedertale mit 340 000 Fr. Mehrkosten. Eine dritte wurde auch zwischen Lalden und Brig vorgeschlagen, wo die Ausführung des Badtunnels, dessen oberes Portal unter eine mächtige, schiefauskragende Felsplatte zu stehen kam, Besorgnis erregte. Alle diese Vorschläge erschienen damals dringlicher, mussten aber der Kosten wegen ebenfalls abgelehnt werden.

[1]) Näheres hierüber vergl. Bd. LX, S. 245 (2. Nov. 1912).

Ein weiterer Bergsturztunnel ist der 133 *m* lange *Stadel-Tunnel* kurz vor Station Lalden. Das Gebirge besteht aus grossen Blöcken, die vielfach grosse Hohlräume einschliessen und beim Bau mehr oder minder starken, ganz unregelmässigen Druck auf das Mauerwerk ausübten. Es gab auch einige Tagbrüche. Der Grundsatz des Satt-Anmauerns, soweit es sich bei den grossen Hohlräumen überhaupt durchführen liess, ergab jedoch vielfach ganz erhebliche Abmessungen, sodass hier die Tunnelröhre keinen Schaden nahm. Nur in der Nähe des Portales Seite Brig, wo die Vorlagerung ungenügenden passiven Druck gewährte, brachen einige Gewölbesteine im talseitigen Gewölbeschenkel und die freistehende Uebermauerung öffnete sich nach aussen. Auch das Portal zeigte leichte Bewegung talwärts und tunnelauswärts. Durch Strebepfeiler, seitlich (Abb. 49, S. 258) und in der Portalflucht, sowie durch Untermauerung der Blöcke über dem Portal wurde der Bewegung Einhalt geboten. Es sei nebenbei bemerkt, dass in der Gewölbepartie, in der Steine brachen, Moëllons aus dem Riedgartner Kalksteinbruch neben solchen von Iselle (Antigoriogneis) durcheinander verwendet wurden; letztere brachen, während die Kalksteine widerstanden.

Dass auch das Portal Seite Brig des *Mundbach-Tunnels* (Abbildung 65) einige Schwierigkeiten bot, ist bereits erwähnt worden. Der dortige Einsturz im Voreinschnitt erfolgte durch Abrutschen von Felsplatten längs der Schichtung infolge vertikaler Querklüftung, wobei der Portalring in Mitleidenschaft gezogen wurde.

*

Die besprochenen Tunnelstrecken bilden nur einen verhältnismässig kleinen Teil der genannten Tunnellängen der Südrampe. Für eigentliche Lehnenpartien mit starkem Schrägdruck lassen sich schwer einheitliche Druckprofile konstruieren[1]; hier müssen die Dimensionen und Formen der Tunnelmauerungen von Fall zu Fall bestimmt werden und es muss dies auch im Bauvertrag vorgesehen sein. Da das Tunnelprofil in erster Linie durch die Anforderungen des Lichtraumes mitbestimmt wird, stellen die Tunnelnormalprofile der Lötschbergbahn wohl das denkbar Billigste vor. Im vorliegenden Falle haben sie sich bewährt.[1]) Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass mit Ausnahme des Sevisteintunnels II und einiger erwähnter, meist ganz kurzer Eingangsstrecken, eigentlich nirgends wirklich starker Druck auftrat. Der Schuttkegel der roten Lawine bestand bis in Tunneltiefe aus grössern verspannten Blöcken. Im benachbarten Stockgrabenschuttkegel wären die Verhältnisse schon ganz andere geworden und es dürfte sich doch empfehlen, solche Schuttkegel nur mit Druckprofilen zu durchfahren, da in ihnen auf ein zum Druckausgleich[2]) genügend günstiges Verhältnis von aktivem und passivem Druck nicht mit Sicherheit von vornherein gerechnet werden darf.

[1]) Vergl. *W. Ritter*, Statik der Tunnelgewölbe. 1872.

Vom Lehnenbau an der Südrampe der Lötschbergbahn.

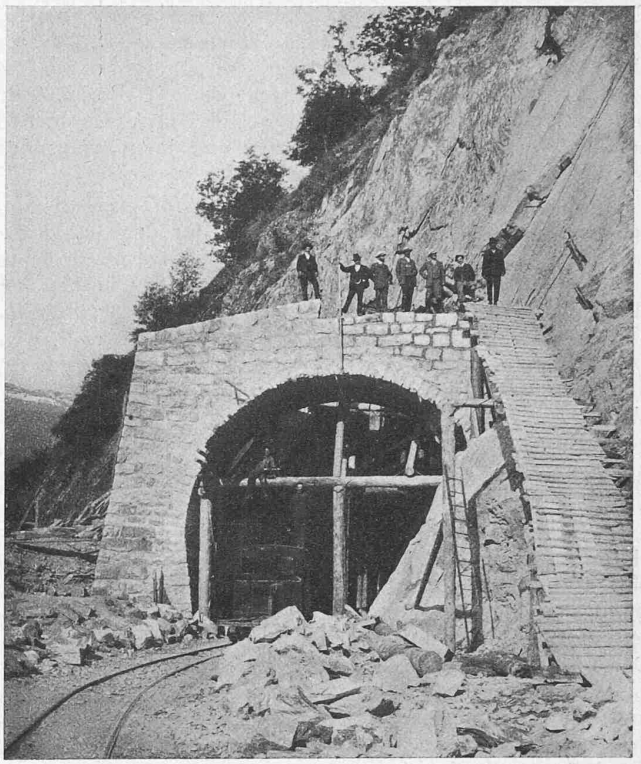

Abb. 65. Mundbach-Tunnel, Portal Seite Brig.

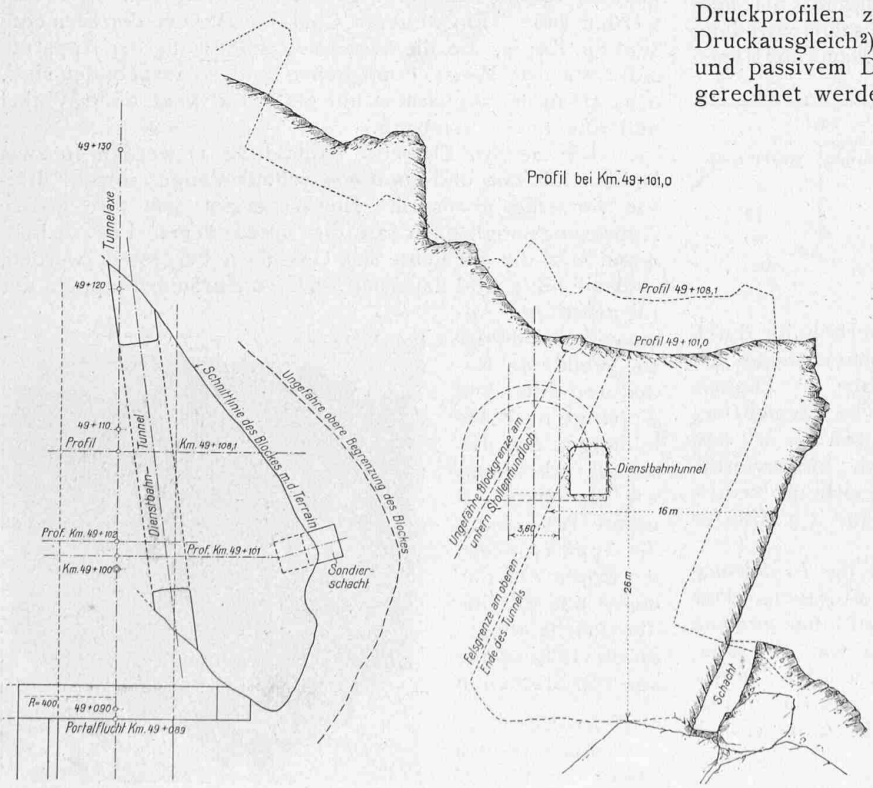

Abb. 61 u. 62. Viktoria-Tunnel, Grundriss und Profil bei Km. 49,101. — 1 : 500.

Kosten und Durchführung des Baues.

So grosses Interesse ausführliche Mitteilungen über die Baukosten eines solchen Werkes für Fachleute und indirekt durch sie für die Allgemeinheit haben, müssen wir uns, da die Abrechnungsverhandlungen noch nicht abgeschlossen sind, in der Hauptsache auf das durch die Verhandlungen im bernischen Grossen Rate und die offiziellen Berichte Bekannte beschränken.

Der Bau der Gesamtstrecke Frutigen-Brig mitsamt dem Lötschbergtunnel war einer französischen Generalunternehmung übertragen, der zunächst einspurig vorgesehene Scheiteltunnel à forfait zu 37 Millionen Franken.[3]) Für die beiden Zufahrtsrampen war im Vertragsprojekt

[1]) Die zweispurigen Tunnels der Gotthardbahnrampen erhielten auch Halbkreisgewölbe mit konzentrischen innern und äussern Leibungen, allerdings etwas verstärkte Widerlager, wogegen indessen nicht satt angemauert wurde (Quartalberichte).

[2]) *Ritter*, Statik der Tunnelgewölbe, Seite 62 ff.

[3]) Vergl. die Baukosten-Angaben in Band LXII, Seite 9 (5. Juli 1913). *Red.*

zuerst ebenfalls eine Pauschale vorgesehen, was aber beim Vertragsabschlusse teilweise abgeändert wurde. Professor F. Hennings hatte in einem Gutachten von einem Generalakkord für die Rampenstrecken, besonders die Südrampe, abgeraten, indem zu gewärtigen sei, dass durch die nähern Aufschlüsse während der Bauzeit Projektänderungen wünschbar würden, die zu Meinungsverschiedenheiten zwischen beiden Kontrahenten und damit erfahrungsgemäss zu Nachforderungen führen.[1])

Im definitiven Bauvertrage wurden für einige Hauptarbeiten Einheitspreise aufgestellt. So für den m^3 Aushub und Mauern, für den *m* Tunnel, für den m^2 überbrückter Längenprofilflächen grösserer Viadukte, für Oberbau und Hochbau. Für Objekte unter 10 *m* L.-W., *Schutzbauten* u. a. m. aber galten Pauschalpreise pro *km* offener Strecke. Der Forfaitcharakter des Vertrages wurde zudem gewahrt durch die Bestimmung, dass die Generalunternehmung Ueberschreitungen einer festen Summe von 37 Mill. Fr. für beide Rampen zusammen zu tragen habe, während Ersparnisse darauf auf Grund der Vertragspreise zu $^1/_4$ ihr, zu $^3/_4$ der Bahngesellschaft zugute kommen sollten.

Diese Bestimmungen genügten, um die von Prof. Hennings für einen Forfait-Vertrag befürchteten Zustände herbeizuführen, namentlich als, infolge des schon erwähnten Bundesbeschlusses vom 24. September 1907, die Vorbereitung der Doppelspur auf den Rampenstrecken hinzukam. Der Vertrag musste schliesslich im Sinne eines reineren Einheitspreisakkordes ohne Fixierung einer Maximalsumme und Ersparnisklausel revidiert werden, was nach Abschluss des Hauptvertrages und Baubeginn nicht ohne Opfer seitens der Bahngesellschaft geschah.

Das definitive Bauprojekt, das nach der Vertragsrevision endlich im Jahre 1910 ausgearbeitet werden konnte, ergab zudem beim Durcharbeiten der Einzelheiten in fast allen Teilen bedeutend grössere Mengen, als die frühern, mehr generellen Vorschläge vorgesehen hatten. Sie wuchsen während der Ausführung infolge der in den frühern Kapiteln geschilderten Verhältnisse und Vorkommnisse, die mit dem Befund und Verhalten des Geländes nach den Aufschlüssen zusammenhängen, noch erheblich an. Zu letzterer Zunahme trugen die *Tunnels* wesentlich bei, die bedeutend stärker ausgemauert werden mussten, als man angenommen hatte, wie sich aus folgender Zusammenstellung der auf der Südrampe angewendeten Mauerungstypen ergibt:

Tunneltypen der Lötschberg-Südrampe in % nach

	Annahme 1909	Ausführung
Typ A	43	27
Typ B (1 und 2)	47	53
Typ C (1 bis 6)	10	20
	100 %	100 %

NB. Typ C zum Teil noch erheblich verstärkt!

Dies allein verursachte mit der Preiserhöhung durch den neuen Vertrag zusammen eine Kostenerhöhung um rund 2,2 Mill. Fr. und steigerte die Ausgabe für Tunnels der Südrampe auf 11 Mill. Fr. Auf wesentliche Vermehrung der Einschnittskubaturen (von 620 000 auf 900 000 m^3) und Mauerfundamente haben wir bereits früher hingewiesen. Auf Seite 223 wurde bereits erwähnt, dass sich die reinen Baukosten der Südrampe schliesslich auf rund 1,2 Mill. für den Kilometer erhöhten.

Die Generalunternehmung hatte auch die *Projektausarbeitung*, entsprechend dem ursprünglichen Forfaitcharakter des Vertrages, übernommen; sie war in den Einheitspreisen inbegriffen. Jenem ersten Vertragsprojekte war ein Minimal-Radius von nur 250 *m* zugrunde gelegt worden; in der Folge wurde dann R_{min} auf 300 *m* erhöht, was (bei unveränderter Maximalsteigung von 27 ‰) nicht unwesentlich zur Kosten-Vermehrung beitragen musste.

[1]) Vergl. Tagblatt des Bernischen Grossen Rates. 1906, III. Heft, Beilage 12, Seite 229.

Die Sendric-Heiz- und Kühlapparate

von *M. Hottinger*, Ingenieur bei Gebrüder Sulzer A.-G. Winterthur.[1])

Die Ausführung der Sendric-Apparate. In der modernen Technik spielt der Wärmedurchgang eine hervorragend wichtige Rolle, insbesondere bei den verschiedenen, speziell für den Wärmeaustausch gebauten Apparaten. Die nachstehend besprochenen, nach den Vorschlägen des beratenden Heizungs-Ingenieurs K. Meier in Winterthur von Gebrüder Sulzer A.-G. ausgeführten „Sendric"-Elemente sind in fast allen Fällen des Wärmeaustausches verwendbar. Ganz besonders gut eignen sie sich für die Erwärmung und Kühlung von Luft und Gasen.

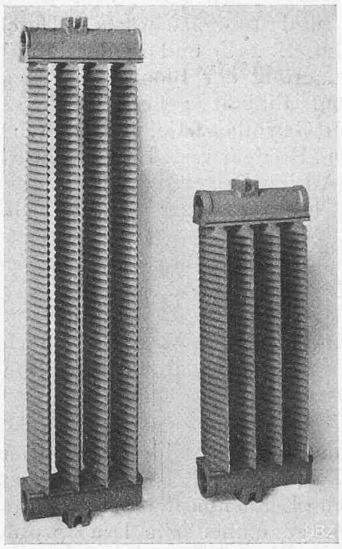

Abb. 1. Vierzeilige Sendric-Elemente.

Es ist bekannt, dass der Wärmeübergang von einer Heizfläche an Luft durch Steigerung der Geschwindigkeit, mit der die Luft die Heizfläche bestreicht, wesentlich erhöht werden kann. Durch sachgemässe Ausnützung dieses Umstandes lässt sich für die Praxis eine Reihe von Vorteilen erzielen, worauf bei der Konstruktion der Sendric-Apparate weitgehende Rücksicht genommen worden ist.

Die Sendric-Apparate bestehen im wesentlichen aus gusseisernen Elementen nach Abbildung 1. Das Charakteristische dieser Elemente sind die vielen ineinandergreifenden Rillen, die in den zusammengestellten Apparaten ein fortwährendes Zerschneiden des Luftstromes in viele schmale Streifen und ein ständiges Umwälzen dieser Luftfäden bewirken. Auch vergrössern sie die Oberfläche der Elemente wesentlich, sodass auf kleinem Raume eine sehr grosse Heizfläche untergebracht werden kann. Ein weiteres Charakteristikum der Elemente sind die Köpfe, die die äussere Abschliessung der Apparate auf einfachste Weise ermöglichen und so ausgebildet sind, dass sie in den Apparaten nur glatte Luftwege ohne Winkel und tote Ecken erzeugen.

Die Sendric-Elemente (Abbildung 1) werden in zwei Höhen, mit 600 und 1000 *mm* Schenkellänge, sowohl dreiwie vierzeilig gegossen. Hieraus ergibt sich ihre grosse Anpassungsmöglichkeit an die vorhandenen Platzverhältnisse. Da die Elemente aus Gusseisen hergestellt werden, sind sie billig und dauerhaft. Durch Zusammennippeln der Elemente und Aneinanderreihen der so gebildeten Radiatoren entstehen Apparate nach Abbildung 2. Aus dieser ist erkennbar, wie die obere und untere Abdeckung der Apparate durch die Köpfe der Elemente und die Seitenverschalungen durch Hineinschieben von Blechen in

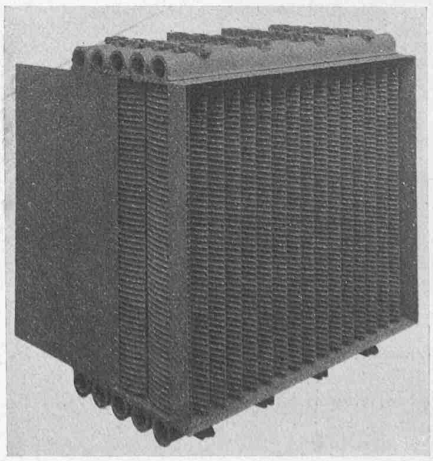

Abb. 2. Zusammengestellter Sendric-Apparat.

[1]) Nach dem Vortrag des Verfassers vor dem Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein am 4. Febr. 1916. *Red.*