Zeitschrift: Jahresberichte der Geographisch-Ethnographischen Gesellschaft in Zürich

Band: 5 (1904-1905)

Artikel: Über die Anlage des Simplontunnels und dessen Absteckung

Autor: Rosenmund, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-7104

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: 02.07.2025

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

Über die Anlage des Simplontunnels und dessen Absteckung.

Von Prof. Dr. M. Rosenmund.

(Nach einem Vortrag, gehalten vor der geograph.-ethnograph. Gesellschaft Zürich am 8. März 1905).

Am 24. Februar dieses Jahres, fast genau am Vierteljahrhundertstage des Durchschlags des Gotthardtunnels, welcher am 29. Februar 1880 stattgefunden hatte, wurde der Simplontunnel durchgeschlagen, ein Ereignis, welches schon seit längerer Zeit mit Spannung erwartet wurde. Diese Spannung wuchs, je näher der Moment des Durchschlages herankam bis zur Ungeduld so sehr, dass Zeitungen ihn schon verkündeten, Böllerschüsse ihn feierten und Fackelzüge veranstaltet wurden, bevor er noch erfolgt war.

Und weshalb dieser Jubelschall durch die Lande, am Tage, da die letzte scheidende Wand durchbrochen wurde? Er gilt einem Werke, welches berufen ist, neue Verbindungen zwischen Völkern herzustellen, welche durch hohe Wälle von einander getrennt sind, einem Siege der technischen Wissenschaften durch Hindernisse und Schwierigkeiten hindurch, wie sie nicht vorauszusehen und bis dahin in gleichem Grade noch nie überwunden worden waren.

Von Nord und von Süd wurden unter Führung von energischen und hocherfahrenen Männern Tausende von Arbeitern angesetzt zum Durchbruch eines Alpenmassivs, starr und trotzend stellten sich die Hindernisse der Natur den Vordringenden entgegen, zu wiederholten Malen schien ein weiteres Durchbrechen unmöglich. Aber immer wieder wusste der erfinderische Geist der Führer die Schranken zu durchbrechen und so musste endlich auch das letzte Bollwerk fallen, welches die Vereinigung der beiden wackeren Scharen aufgehalten hatte.

Unter den sämtlichen bestehenden Alpentunnels wird der Simplontunnel derjenige sein, welcher die niedrigste Meereshöhe des Scheitelpunktes aufweist mit 705 m, währenddem

der Mont-Cenis-Tunnel die Höhe von 1295 m,
„ Gotthard-Tunnel „ „ „ 1154 m,
„ Arlberg-Tunnel „ „ „ 1310 m

erreicht. Zum Scheitelpunkt des Simplontunnels hat demnach ein Eisenbahnzug um 450 m weniger hoch anzusteigen als zu demjenigen des Gotthardtunnels, ein Umstand, der in betriebstechnischer Hinsicht dem Simplon grosse Vorteile bringt.

Der tiefsten Höhenlage des Simplontunnels entspricht seine grösste Länge. Dieselbe beträgt nämlich 19803 m
gegenüber einer Länge des Gotthard-Tunnels von 14984 m
„ Mont-Cenis-Tunnels von 12849 m
„ Arlberg-Tunnels von 10240 m

Um zunächst ein summarisches Bild zu geben über den Bau des Simplontunnels wollen wir in Gedanken einen Gang durch die verschiedenen Anlagen ausführen und beginnen wir auf der Nordseite. Nach einer Fahrt durch das Wallis gelangen wir an die gegenwärtige Endstation der Bahnlinie, nach Brig. Binnen kurzer Zeit wird das alte Stationsgebäude verlassen und an seiner Stelle der ca. 200 m weiter talaufwärts gelegene stattliche Bahnhof bezogen werden. Der Eingang des Tunnels liegt etwas über 2 km weiter aufwärts; das Material für die Auffüllung des Bahnkörpers bis dorthin ist dem Tunnel entnommen.

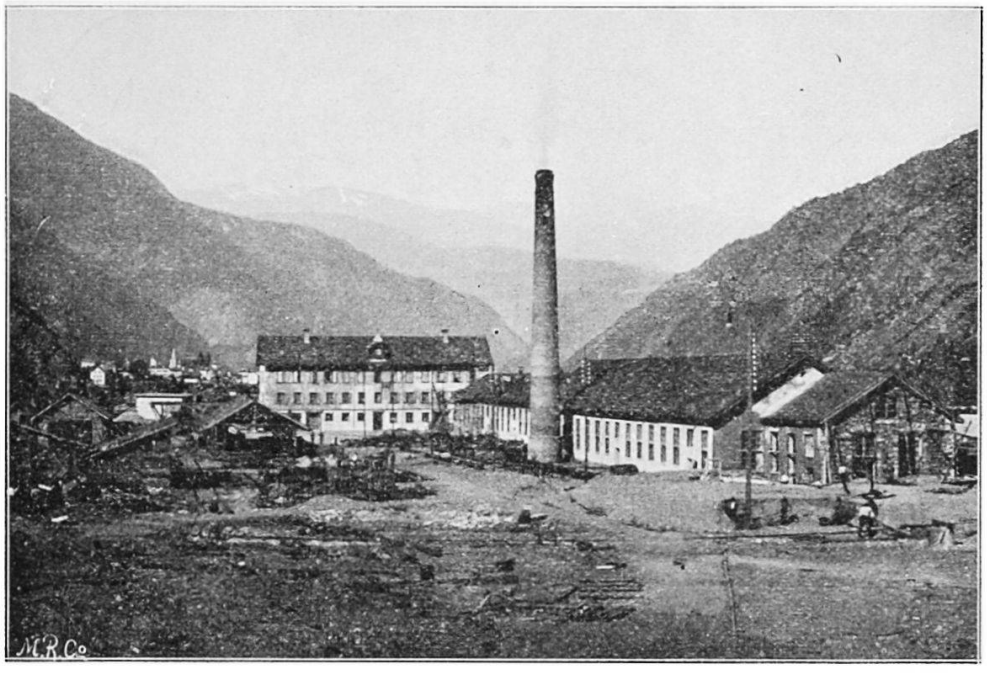
Um uns vom Bahnhofe nach dem Tunneleingange zu begeben, wollen wir an Stelle des direkten Weges einen Abstecher dem rechten Rhoneufer entlang über Naters machen. Dort namentlich hat sich die Arbeiterkolonie angesiedelt. Hier, an der sonnigen Halde war den italienischen Arbeitern wohler, als auf der gegenüberliegenden Seite gegen Brig zu, wo in Winterszeit während mehrerer Monate kein Sonnenstrahl hinkommt. Gruppenweise taten sie sich zusammen, um in engsten Räumen gemeinsam Haushalt zu machen. Östlich anschliessend an das frühere Dorf Naters entstanden zahlreiche Gebäude, gerade solid genug, um nicht vor Beendigung des Tunnelbaues einzustürzen. Schon heute schauen überall an ihren Mauern hinter dem abgefallenen Verputz die leichten Gipslatten hervor. Mit der italienischen

Arbeiteransiedelung sind italienische Gewerbetreibende aller Art herbeigekommen, Schneider, Schuster, Metzger, Bäcker, Konsumgeschäfte. Man spricht hier, in dem östlichen Dorfteile fast nur italienisch. Sonntags und Werktags ist nahezu das gleiche Getriebe, ein ständiges Kommen und Gehen, Gruppen spielender Kinder und Erwachsener, und dieses Leben inmitten der leicht gebauten Baraken hat diesem Teil des Dorfes Naters den Beinamen „Negerdorf“ beigebracht.

Reproduktion bewilligt durch die schweiz. Landestopographie. 1 : 250,000.

1. Karte des Simplongebietes.

Oberhalb Naters überschreiten wir die Rhone und gelangen auf den Platz der Installationen, welche zum Bau des Tunnels notwendig waren. Der Verkehr scheint heute todt gegenüber dem Getriebe wie es vor 2 oder 3 Jahren hier herrschte, denn seit Mai 1904 sind die Vortriebarbeiten auf der Nordseite ganz eingestellt und im Januar dieses Jahres wurde auch die Ausweitung und Ausmauerung des Tunnels so weit vollendet, als dies überhaupt möglich war. Hier befindet sich zunächst das hohe Verwaltungsgebäude, enthaltend die Bureaux und die Magazine der Unternehmung; daran anstossend folgt das Maschinenhaus, das Herz des ganzen Betriebes. Darin stehen die Presspumpen, welche das für die Bohrmaschinen im Tunnel notwendige Druckwasser bis zu 120 Atm. Druck zu liefern hatten, dann die Dynamomaschinen für die Erzeugung des elektrischen Lichtes zur Beleuchtung des Platzes und der Gebäude, die Luftkompressoren für die Druckluft der Luftlokomotiven, sowie Dampfkessel und Dampfmaschinen, welche bei Beginn der Arbeiten die notwendige Kraft zum Betrieb lieferten, bevor die Wasserkraftanlage erstellt war und später als Kraftreserve dienen sollten.



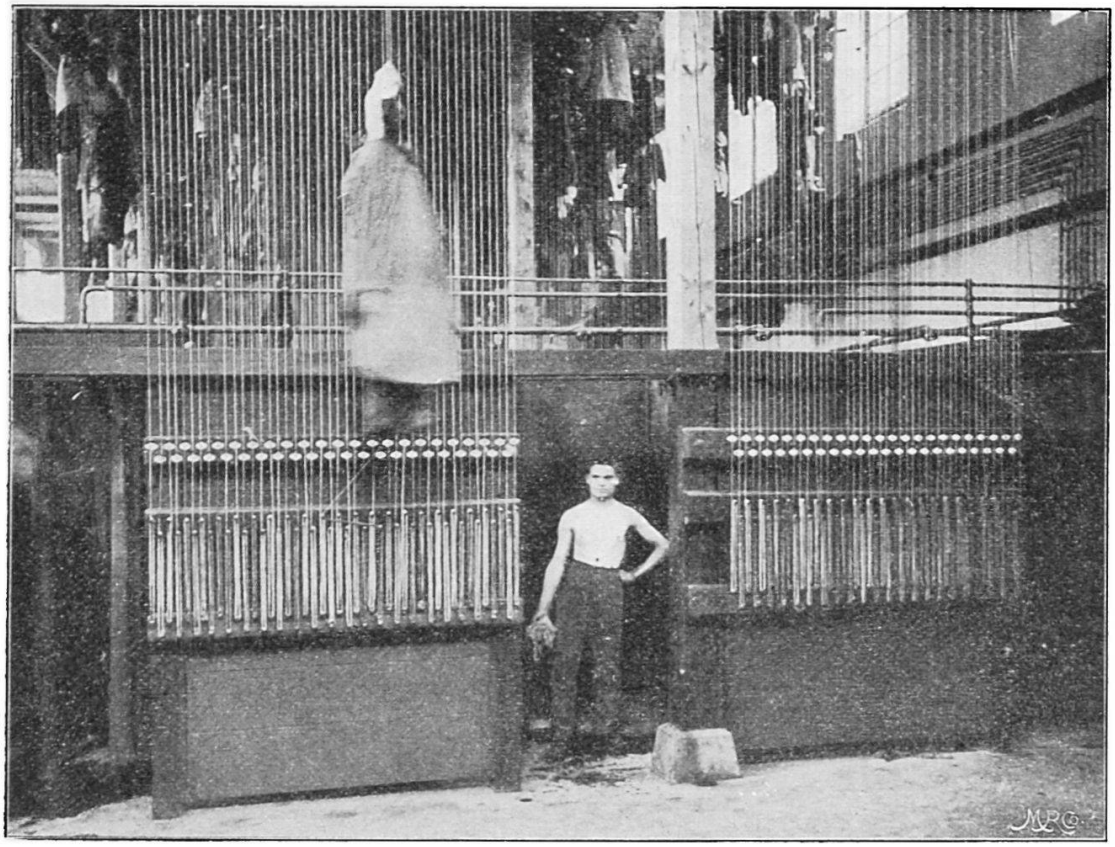
Schweiz. Bauzeitung.

2. Installationsplatz Nordseite.
(Blick talabwärts).

Im Anschluss an den Maschinenraum befinden sich die Werkstätten und Schmieden. Welch ein Unterschied auch hier gegenüber dem Leben, welches früher darin waltete! Sie sind öde geworden, sie, die einst ein ideales Bild der Leistungen einer rührigen Arbeiterschaft boten. Hier wurden täglich in die Tausende stumpf gewordener Maschinenbohrer wieder frisch geschärft und gehärtet und viele Tausende verbrauchter Handbohrer von Neuem geschmiedet. Da schnaubte Esse an Esse und sprühte der glühende Stahl unter den wuchtigen Schlägen des Hammers.

Die Kraft zum Antriebe der Maschinen ward der Rhone entnommen, welche 4 km oberhalb bei Mörel durch ein Wehr gestaut wurde. Dort gelangt das Wasser in einen aus armiertem Beton erstellten gedeckten Kanal von quadratischem Querschnitt, der auf lange Strecken auf Böcken aus armiertem Beton sich den Hängen entlang zieht. Am Ende dieses Kanals, oberhalb der Ausmündung aus der Schlucht vom unteren Aletschgletscher kommenden Massabaches befindet sich das Wasserschloss, ein Reservoir, von welchem aus die Druckleitung in Eisenblechröhren von 1,60 m Durchmesser das Wasser dem Maschinenhaus zuführt. Das Gefälle dieser Druckleitung beträgt 52 m, die Leistung der erzeugten Wasserkraft übersteigt 2200 Pferdekräfte.

Vom Maschinenhaus auf dem Wege nach dem Tunneleingang werfen wir einen Blick in die Badanstalt. Welch eine köstliche Wohltat wurde hier für die Arbeiter geschaffen, wenn sie nach 8-stündiger Arbeit in Dunkelheit, Rauch und heissem Dunst ausfuhren in einen vor Wetter und Wind durch Verschalung geschützten Stationsraum und von hier direkt in ein gewärmtes Lokal eintreten konnten. Die durchnässten Kleider wurden abgelegt und durch eine lauwarme Douche konnte der Körper erlabt werden. Jeder Arbeiter hatte hier, mit einer Nummer versehen, seine eigene Schnur, welche über eine Rolle läuft und einen Haken trägt an dem die Kleider hiengen, welche der Mann von Hause mitgebracht und welche er nun mit den nassen Tunnelkleidern vertauschen konnte. Diese letzteren wurden dann am gleichen Haken in die Höhe gezogen und konnten trocknen bis zur nächsten Einfahrt in den Tunnel.



Schweiz. Bauzeitung.

3. Badeeinrichtung.

Wir gelangen, vom Badehaus weiter gehend, nach dem Eingang des Tunnels. Wenn wir etwas genauer zusehen, bemerken wir aber nicht nur einen Eingang, sondern deren drei. Für den Simplontunnel ist zum ersten Male die Anordnung getroffen worden, dass an Stelle der Anlage eines einzigen Tunnels mit Platz für 2 Geleise zwei nebeneinander laufende eingeleisige Tunnels projektiert wurden in einem Abstande von 17 m von Mitte zu Mitte Axe (siehe Beilage Blatt 1, Figur 4). Von diesen beiden Tunnels wird jedoch vorläufig nur der nordöstlichere, mit Tunnel I bezeichnete fertig ausgebaut, währenddem der zweite nur als paralleler Stollen von ca. 3 m Breite und 2 m Höhe vorgetrieben wird und erst dann auf das volle Profil gebracht werden soll, wenn das Bedürfnis nach einem zweiten Geleise sich einstellt. Der Vortrieb dieses 2. Stollens blieb immer 100—200 m

hinter demjenigen des ersten zurück. Beide Tunnels sind auf Entfernungen von 200 zu 200 m verbunden durch sog. Querschläge. Dieses Doppelstollensystem hat sich bei der grossen Länge des Tunnels ausgezeichnet bewährt, ja man darf wohl sagen, dass ihm das Gelingen der ganzen Unternehmung zu verdanken ist, indem durch dasselbe eine vorzügliche Ventilation ermöglicht wird. Vor dem Tunnel befinden sich die Ventilatoren mit elektrischem Antrieb, welche ein Luftquantum von ca. 35 m^3 in den Tunnel hinein zu blasen gestatten. Bei normalem Betrieb tritt die Luft durch den Ventilationskanal in den Stollen II ein, welcher nun als grosse Luftleitungsröhre zu dienen hat. Die sämtlichen Querschläge sind geschlossen, zum Teil zugemauert, mit Ausnahme des vordersten, welcher offen bleibt. Vorne bezeichnet der Bergmann die innere Seite; mit vor Ort bezeichnet er die innerste Stelle, bis zu welcher er vorgedrungen ist; vorwärts ist seine Devise, immer vorwärts, dem Durchschlag entgegen! Die Luft ist nun genötigt, den ganzen Stollen II bis zum vordersten Querschlag zu durchstreichen und nach Passieren des letztern durch den Stollen und Tunnel I wieder zurück zu fliessen. Bei früheren Tunnelbauten war der Vorgang in der Ventilation ein anderer. Die vorkomprimierte Luft wurde durch Röhren an die Arbeitsstellen geleitet, an denen man sie notwendig hatte. Durch diese Röhren konnte die Luftzufuhr nicht eine so ausgiebige sein wie durch einen weiten Stollen. Am Gotthard konnte sie nur bis auf ca. 1½ m^3 pro Sekunde, am Arlberg auf 3 m^3 gesteigert werden —, mithin beträgt sie mehr als das 10-fache der letzteren Angabe. Dort hatte man an den Arbeitsstellen, an denen die frische Luft austrat und sich mit der schlechten Luft mischte, eine Luftverbesserung, am Simplon hat man infolge der Zirkulation eine beständige Lufterneuerung für sämtliche am Luftstrom liegende Arbeitsstellen, welche zugleich die Gesteinstemperatur an den Wandungen bedeutend erniedrigte. Nur die kurzen Stücke, welche vom vordersten Querschlag aus in der Richtung der beiden Stollen bis vor Ort noch weiter vorgetrieben sind, bleiben von der erwähnten Luftströmung unberührt. Für sie muss eine besondere Luftzufuhr stattfinden.

Zur Herbeischaffung der Luft vor Ort sind im Stollen II in der Nähe des vordersten Querschlages sog. Strahlapparate

angebracht, durch welche unter hohem Druck feine Wasserstrahlen in eine ca. 30 cm Durchmesser haltende Blechröhre eingespritzt werden. Dieses Druckwasser zieht frische Luft mit sich in die Röhre hinein und strömt gemeinsam mit derselben weiter bis zu einer Stelle, wo unter der Röhre ein Rohrstück mit Überlauf angebracht ist. Dort läuft das Wasser ab, währenddem die leichtere Luft oben bleibt und ihren Weg fortsetzt bis zum Ende der Leitung, vor Ort, wo sie frei ausströmen kann. Die Wirkung dieser Strahlapparate ist eine ausgezeichnete. Die Luft, welche vor Ort ausfliesst, ist so kühl, dass sich die Arbeiter, welche dort mit entblösstem Oberkörper arbeiten, davor hüten, sich direkt vor die Ausflussöffnung hinzustellen, weil es sie frieren würde.

Neben der Besorgung der Ventilation hat der Tunnel II auch noch den Zweck, das den Tunnels entströmende Abflusswasser aufzunehmen und endlich dient derselbe auch zum Rangieren der Züge mit dem Schuttmaterial. Der Hauptverkehr geht jedoch ausschliesslich durch Tunnel I. Nur wenn allenfalls eine Verschüttung in Tunnel I vorkommen sollte, müsste der Verkehr durch Tunnel II geleitet werden; dieser Fall ist aber tatsächlich nie eingetreten.

Der Simplontunnel ist in seiner ganzen Länge geradlinig durchgeführt, mit Ausnahme der äussersten Enden, welche in Kurven liegen, zum Übergang der Bahn in die Richtung nach den beidseitigen Tälern, der Rhone im Norden und der Diveria im Süden. Diese Täler haben eine um ca. 120° verschiedene Richtung von derjenigen des Tunnels. Zur Erleichterung der Absteckung des Tunnels ist aber die gerade Richtung beidseitig durch Stollen verlängert, welche als Richtungsstollen bezeichnet werden.

Wir treten hier nicht in den Tunnel ein; die Arbeit ruht darin, es ist still, wie in einer Kirche. Nur ganz vor vernimmt man die Schüsse und das Geknarre der Bohrmaschinen von der Südseite her. Das Schiessen konnte man schon deutlich vernehmen währenddem eine Scheidewand von über 500 m noch zwischen den beidseitigen Vorortsstellen verblieb.

Wir begeben uns auf die Südseite des Simplontunnels, wo die Arbeiten sich noch in vollem Gange befinden. Von dort aus ist nun Luft gemacht worden. Im offenen Schlitten fährt die

Post noch über den Berg, vielleicht das letzte Jahr, dass uns dieses Vergnügen vergönnt ist. Da durchsaust ein frischer Bergluft den von der Alltagsarbeit der Städte beschwerten Kopf, eine köstliche Abwechslung und Erlabung! Die sechs massiv gebauten alten Schutzhäuser längs der Simplonstrasse werden wohl nur noch vereinzelt bewohnt werden und vielleicht mit der Zeit verfallen. Sie dienten bis dahin als Unterkunftlokale für die Strassenaufseher mit ihrem Hülfspersonal, welche Sommer und Winter dafür zu sorgen hatten, dass der Verkehr geöffnet blieb, eine namentlich bei Winterszeit oft höchst mühsame Arbeit, wenn man bedenkt, dass dort der Schnee stellenweise 5—10 m hoch liegt und die Arbeit der Wegmacher je nach der Witterung in kurzer Zeit wieder verweht wird durch den leichten Schnee. In der Nähe der Passhöhe grüssen wir noch einmal die freundlichen Bewohner des Hospizes, woselbst wir so oft zugekehrt. Jenseits geht es dem Dörfchen Simplon zu. Bevor wir dasselbe erreichen, überschreiten wir die Ablagerungen des im März 1901 vom Fletschhorn niedergestürzten Bergsturzes, damals ein Gemisch von Felstrümmer, Gletschereis und Schnee, welch letzterer heute noch nicht vollständig unter dem Schutt weggeschmolzen ist, trotzdem schon 4 Sommer über das Ereignis hinweggegangen sind. Simplon, armseliges Dörfchen! Beiderseits an den Hängen ersieht man aus den zahlreich geknickten Tannenstumpfen die Arbeit der Lawinen, rings herum Verheerungen der Naturgewalten, gegen welche die Bevölkerung anzukämpfen hat. Durch die Gondoschlucht geht es rasch herunter, unterhalb Gondo wird die schweizerisch-italienische Grenze passiert und eine halbe Stunde später befinden wir uns an der italienischen Zollstation Iselle.

Hier verlassen wir die Post. Der Diveria entlang setzen wir auf der Poststrasse zu Fuss den Weg fort und gelangen nach wenigen Minuten durch eine kurze Strassengallerie um die Ecke biegend, in einen engen Taleinschnitt, in dessen Grund, eingerahmt durch wilde und hohe Felswände, sich der Installationsplatz der Südseite des Simplontunnels befindet (siehe Beilage Blatt 1, Figur 5). Wir erkennen hier die gleichen Gebäudetypen wie auf der Nordseite, nur musste Alles viel enger auf einen beschränkten Platz zusammengedrängt, es musste gewissermassen jeder Quadratmeter ausgenützt werden. Unter der Strasse,

an steil in die Diveria abfallender Felswand, mündet der Richtungsstollen aus, durch ihn gehen die sämtlichen Züge ein und aus; nach der Ausfahrt überschreiten dieselben auf einer Holzbrücke den Fluss und gelangen vor das Stationsgebäude und Badehaus, wo die Arbeiter und Ingenieure absteigen, währenddem das dem Tunnel entnommene Schuttmaterial auf dem um ca. 1 km weit talabwärts sich längs dem rechtsufrigen Hang hinziehenden Ablagerungsplatz ausgeschüttet wird.

Die Ausmündungen der Tunnels I und II liegen unmittelbar nördlich an der Poststrasse ungefähr 100 m talabwärts von der Richtstollen-Ausmündung. Von dort führt die Bahn am linksufrigen Diveriahang weiter nach Domo d'Ossola herunter, bei Varzo einen Kehrtunnel bildend. Dieses neu erstellte Stück vom Tunnel bis Domo d'Ossola wurde von der italienischen Bahngesellschaft Mediterranea erbaut, wird aber durch die schweizerischen Bundesbahnen betrieben werden (siehe Beilage Blatt 1, Figur 6).

Schwieriger als auf der Nordseite lagen hier die Wohnungsverhältnisse. Die Ortschaft Iselle selbst bestand früher nur aus wenigen Häusern. Viel Platz zum Bauen ist dort nicht; wo solcher vorhanden war, haben Privatunternehmer Unterkunftshäuser für Arbeiter erstellt. Auf einer Anhöhe befindet sich die Villa des Herrn Ingenieur Brandau. Talabwärts von den Installationen für den Bau, hat die Baugesellschaft Schlafsäle und Wohnungen für Arbeiter gebaut, Zweifamilienhäuser für ihre verheirateten Beamten und ein in Regie von ihr betriebenes Hotel für die unverheirateten Beamten und für ihre Gäste. Die grössere Zahl der Arbeiter hat sich in dem ca. 1/4 Stunde talabwärts vom Tunneleingang gelegenen Dörfchen Balmalonesca niedergelassen, einzelne Gruppen sogar bis in das nahezu 1 Stunde entfernte Varzo hinunter. Balmalonesca! Dort stand vor Beginn des Tunnelbaues nur eine alte verlassene Kaserne. Mit dem Bau entstand da ein ganzes Dorf leichter Bauten, mit dem gleichen, eigenartigen Charakter wie in der Osthälfte von Naters, nur noch viel unvermischter, echter italienisch als dort.

Die Wasserkraft für den Antrieb der Maschinen ist hier der Diveria entnommen, die Fassung befindet sich in der Nähe der schweizerisch-italienischen Grenze, von wo aus eine Druckleitung

aus Eisenröhren von 0,9 m Durchmesser bis zum Maschinenhaus führt.

Vor dem Stationsgebäude steht ein Zug zur Einfahrt bereit; diesen besteigen wir, um das Innere des Tunnels etwas anzusehen. Ziehen Sie recht schäbige, ältere Kleider an und drücken Sie einen abgetragenen leichten Filzhut auf Ihr Haupt. Wasserstiefel sind auch gut; wer sie aber nicht besitzen tut, der nehme sich von Anfang an vor, frisch hinein zu tappen, wo es auch sei und das Wasser nicht zu scheuen. Eine Tunnellampe erhalten Sie im Badehaus. Mit uns fährt eine Schicht von einigen Hundert Arbeitern ein, eine Anzahl Wagen enthält Material, wie Bauholz, Bohrer, Werkzeuge und dergleichen. Bei der Einfahrt in den Richtungsstollen strömt uns ein Schwall der denkbar schlechtesten Luft entgegen. Hier strömt ja die Luft aus, welche im Innern fortwährend durch bessere ersetzt wird; sie ist gesättigt mit Wasserdampf, dem Rauch der Lokomotiven, Tunnellampen und abgeschossenen Sprengschüsse. Je weiter wir aber vordringen, um so besser wird die Luft. Schon beim Übergang aus dem engen Richtstollen in den fertig ausgewölbten Tunnel I, nach einer Fahrt im Dunkeln von 270 m verspürt man Erleichterung und einige Kilometer weiter einwärts können die Lampen der Arbeiter auf mehrere 100 m Entfernung klar und deutlich gesehen werden. Wir durchfahren Kilometer um Kilometer des fertigen Tunnels, dessen Querschnitt der eines hohen Gewölbes ist. Alle 200 m bemerkt man auf der Seite gegen den Tunnel II hin einen meist zugemauerten Querschlag, dazwischen alle 50 m Nischen, welche den Zweck haben, nach Fertigstellung des Tunnels allfällig darin beschäftigten Arbeitern bessern Schutz und für die Werkzeuge genügenden Raum zu bieten. So geht es weiter bis 800—1000 m von der Stelle, bis zu welcher der Stollen vorgetrieben ist. Dort müssen wir aussteigen; wir kommen in denjenigen Teil des Tunnels, welcher noch nicht fertig ist, in welchem keine Dampflokomotiven und nicht mehr die breiteren Rollwagen mit Sitzplätzen verkehren können, sondern nur die schmäleren Materialwagen, mit Luftlokomotiven vorgespannt. (Siehe Beilage Blatt 2, Figur 7).

Der Tunnel wird nicht auf ein Mal in der ganzen Weite seines Profils ausgebrochen, sondern es wird zuerst nur ein

Stollen von ca. 2 m Höhe und 3 m Breite vorgetrieben, dessen Sohle mit derjenigen des projektierten Tunnels übereinstimmt und welcher in der Axe desselben liegt. Diesen Sohlenstollen möglichst rasch vorzutreiben ist das Hauptbestreben, denn die übrigen Arbeiten der Ausweitung und der Ausmauerung können nachher an beliebig vielen Stellen des Stollens angepackt werden, man hat es daher in der Hand, dem Stollenvortrieb mehr oder weniger rasch zu folgen. Vom Sohlenstollen aus wurden dann meist ca. alle 100 m Schächte in die Höhe getrieben bis in Scheitelhöhe des projektierten Tunnels und von diesem aus konnte ein Firststollen, parallel zu dem Sohlenstollen nach vor- und nach rückwärts angepackt werden. Für jeden Schacht erhielt man 2 Arbeitsstellen und jeder nach vorwärts getriebene Firststollen eines Schachtes traf sich mit dem nach rückwärts gehenden Firststollen des nächsten Schachtes. Erst nach Erstellung der beiden parallel über einander gelegenen Stollen wird stückweise das volle Profil fertig ausgebrochen und gemauert. Der ganze Tunnel, auch die Partien in festem Gestein, wird ausgemauert. Um alle die Arbeiten der Ausweitung und Ausmauerung bequem ausführen zu können, wird in 2 Etagen gearbeitet und bedarf es vielfacher Stützungen. Es ist daher speziell dieser im Ausbau begriffene Teil des Tunnels mit Holzgerüsten versehen, innerhalb denen der Durchgang nur ein beschränkter ist. (Siehe Beilage Blatt 2, Figur 8).

Die letzten paar hundert Meter befinden wir uns im Sohlenstollen und bei weiterem Vorgehen gelangen wir vor Ort.[1]) Dort allein sind die Bohrmaschinen in Tätigkeit, währenddem für die Ausweitungsarbeiten die Bohrlöcher lediglich von Hand gebohrt werden, d. h. mit Meisseleisen, welche durch Schläge mittelst Schlegel im Gestein den nötigen Kanal bohren zur Aufnahme der Sprengladung. Für die Maschinenbohrung vor Ort gelangen beim Simplontunnel Brandt'sche Bohrmaschinen zur Verwendung. Es sind dies sog. Drehbohrmaschinen, zum Unterschied von den Stossbohrmaschinen, wie solche noch beim grossen Gotthardtunnel verwendet wurden. Bei den letzteren entsteht das

---

[1]) Wir denken uns hier in die Zeit der Bauperiode vor dem Durchschlag versetzt.

Bohrloch durch Schläge des Bohrers auf den Felsen ähnlich wie bei der Handbohrung.

Die Brandt'sche Bohrmaschine arbeitet mit Wasserdruck. Der Druck auf die Kolben eines Doppelmotors wird durch Kurbeln auf eine Welle übertragen, welche einen Zylinder in Drehung versetzt. Gleichzeitig wird auf diesen Zylinder ein hydraulischer Druck ausgeübt, wodurch ein an seiner Vorderseite fest mit ihm verbundener Schaft mit Bohrer an das Gestein angepresst wird. Dieser Bohrer ist hohl und trägt an seinem Rande drei Zähne. Durch das Anpressen der Zähne an den Fels und die Drehung des Bohrers wird das Gestein zermalmt; das zerriebene Material wird durch einen aus dem Innern des Bohrers austretenden Wasserguss fortgeschwemmt. (Siehe Beilage Blatt 2, Figur 9).

Die Länge der Bohrer beträgt anfänglich bis zu 30 cm. Sind die Zähne durch die Arbeit am Gestein abgestumpft, so werden die Bohrer in die Schmiede geschickt und von Neuem geschmiedet; dadurch werden sie allmählich kürzer. Nachdem die Zylinder mit Eindringen des Bohrers vorgebracht worden sind bis an das Ende ihrer Hublänge, müssen sie, samt dem Bohrer durch Umschaltung des hydraulischen Druckes zurückgezogen werden; zwischen Bohrer und Zylinder wird ein Verlängerungsstück eingefügt, worauf wieder weiter gebohrt werden kann.

In der Regel sitzen drei Bohrmaschinen auf einer sog. Spannsäule und können um diese sowohl nach der Höhe, wie seitlich gedreht werden. Es können daher drei Löcher zugleich gebohrt werden. Während der Bohrung wird die Spannsäule durch hydraulischen Druck an die Seitenwandungen des Tunnels angepresst, wodurch den Maschinen der nötige Rückhalt gegeben wird.

Je nach der Beschaffenheit des Gesteins werden 9—12 Bohrlöcher von ca. 9 cm Durchmesser und bis zu 1,20 m Tiefe in die Stollenbrust eingetrieben. Hierauf werden die auf der Spannsäule sitzenden Bohrmaschinen auf einem Rollwagen rückwärts gezogen, die Löcher werden mit Sprenggelatine geladen und mit Zündschnüren versehen, welche angezündet werden. Durch die Explosion der Ladungen löst sich von der Stollenbrust eine Felsmasse ab, welche der Tiefe der gebohrten Löcher entsprechen sollte.

Bevor nun die Bohrmaschinen von Neuem vorgebracht werden können, um ihre nagende Arbeit fortzusetzen, muss zuerst das durch die Sprengung auf dem Geleise hingeschüttete Material fortgeschafft werden; der seitlich vom Geleise angehäufte Schutt wird während der Maschinenbohrung vollends entfernt. Diesen Vorgang bezeichnet man mit Schutterung. Der Abschnitt vom Beginn einer Bohrung bis zum Beginn der nächsten Bohrung wird mit Attacke benannt. Je mehr Attacken täglich ausgeführt werden, um so grösser wird der Stollenfortschritt sein.

Die Absteckung des Tunnels. Wie bereits erwähnt bildet der Simplontunnel mit den beiden anschliessenden Richtungsstollen eine gerade Linie oder genauer ausgedrückt, die Sohle des Tunnels I ist in einer vertikalen Ebene gelegen und steigt in dieser Ebene auf der Nordseite mit 2 ‰, auf der Südseite mit 7 ‰ an, bildet daher eine gebrochene Gerade mit Gefällsbruch im Kulminationspunkte. Bevor noch mit den Bohrarbeiten begonnen wurde, musste die Richtung festgelegt werden, in welcher beidseitig der Tunnel vorgetrieben werden musste, um ein Zusammentreffen der Stollen zu sichern. Zu dem Behufe war jederseits ein Punkt gegeben, nordwärts ein in den Erdboden eingetriebener Pflock, östlich von Naters, am Südrande der Furkastrasse gelegen, südwärts ein in einen Felsen gemeisseltes Kreuz in der Schlucht der Diveria. Durch diese beiden Punkte sollte die Vertikalebene gelegt werden, welche die Richtung des Tunnels I enthielt. Die Höhenlage der Tunneleingänge war zahlengemäss festgelegt durch ein Längenprofil.

Es ist eines der einfachsten vermessungstechnischen Verfahren, die Richtung einer geraden Linie abzustecken, wenn man von einem der gegebenen Punkte aus den anderen sieht. Man braucht dafür nur die beiden Punkte mit Visierstäben zu bezeichnen und kann dann zwischen hinein beliebig viele andere Punkte einvisieren, welche in der gleichen Vertikalebene liegen. Ist aber von dem einen der gegebenen Punkte aus der andere nicht sichtbar, wie dies bei Tunnelabsteckungen infolge der dazwischen liegenden Berge immer der Fall sein wird, so kann allenfalls auf diesem Berge ein Punkt in der Richtung gefunden werden, von welchem aus die beiden gegebenen Punkte gesehen werden und durch Versuche lässt sich ein um horizontale Drehaxe sich

drehendes Fernrohr mit Fadenkreuz so in die Richtung hineinstellen, dass nach der einen Seite hin der eine, nach der anderen Seite hin der andere Punkt durch das Fadenkreuz des Fernrohres gedeckt ist. Ist einmal ein solcher Richtungspunkt auf dem Bergkamme bestimmt, so kann das gleiche Fernrohr auf dem Tunnelendpunkte aufgestellt und nach jenem hin eingestellt, in die Vertikalebene der gesuchten Richtung gebracht werden.

Diese einfache Lösung einer Tunnelabsteckung konnte angewandt werden am Arlberg, sowie auch am Mont Cenis. Bei den vielverzweigten Formen des Massivs der Centralalpen mit ihren scharfen Gräten und manigfachen Vorsprüngen war sowohl am Gotthard wie am Simplon eine solche direkte Absteckung nicht möglich. Da liegt Wall hinter Wall zwischen den beiden Tunnelendpunkten; man muss zu dem Hülfsmittel einer Triangulation greifen.

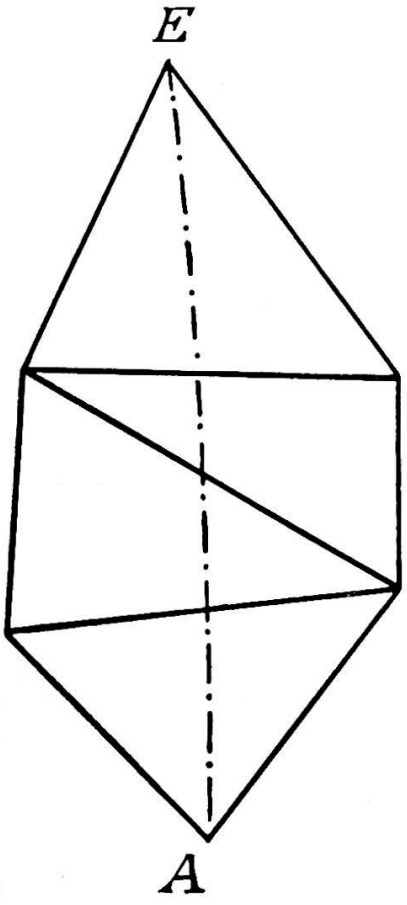
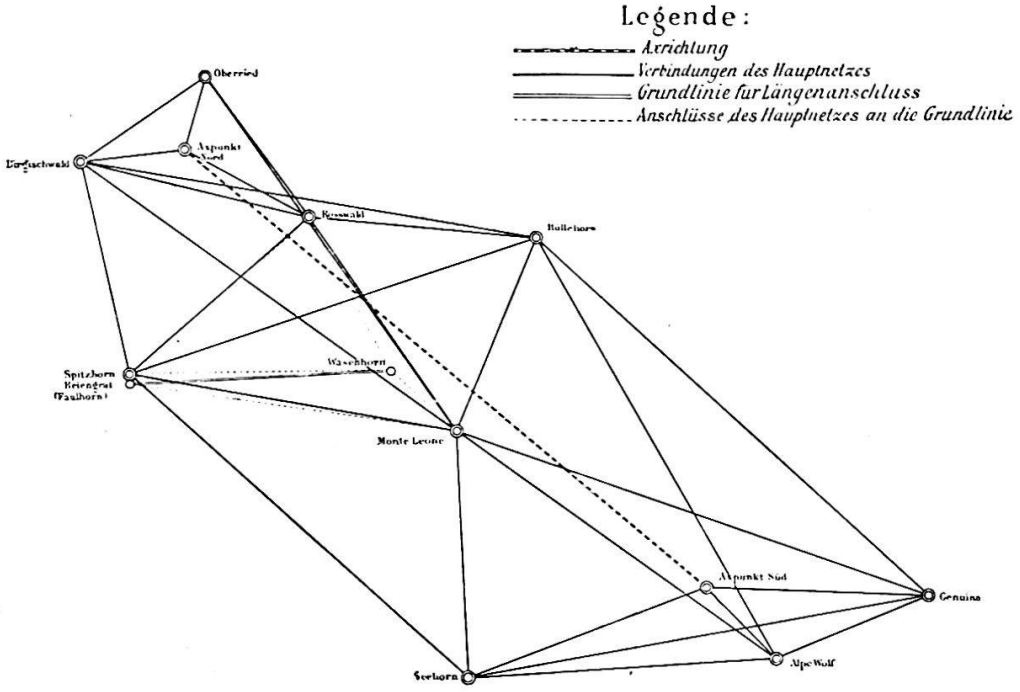


Abbildung 10.

Man denke sich von einem der Tunnelaxpunkte A beginnend eine Kette von aneinander gereihten Dreiecken über das Gebirgsmassiv gelegt, deren letzter Scheitelpunkt jenseits wieder an dem Tunnelendpunkt in E anschliesst. Die Scheitelpunkte dieser Dreiecke werden im Gelände bezeichnet durch deutlich hervortretende Signale. In dem Scheitelpunkte werden die Winkel der Dreiecke gemessen mit sog. Theodoliten, Winkelmessinstrumenten, versehen mit einem Fernrohr und gut geteiltem, horizontal gelagertem Kreise. Wird nun auch die Länge einer der Dreieckseiten gemessen, so können nach den Sätzen der ebenen Trigonometrie die Entfernungen der sämtlichen Punkte von einander berechnet werden, daher auch die Entfernung zwischen beiden Anschlusspunkten, sowie die Winkel, welche die Verbindungslinie A—E jener Punkte mit den an dieselben anstossenden

Dreieckseiten einschliesst. Wenn hier von Entfernungen und Winkeln gesprochen wird, so sind darunter die auf eine horizontale Ebene projizierten Längen und Winkel, nicht etwa die schiefen Längen und die Winkel im Raume zu verstehen. Der Theodolit gibt eben auch auf seinem Horizontalkreise horizontale Winkel an.



11. Trigonometrisches Netz für den Simplontunnel.

In obstehender Skizze ist das Netz der Triangulation für den Simplontunnel dargestellt. Um zahlreiche Rechenproben zu erhalten, begnügte man sich nicht damit, nur eine einzige Dreieckskette zwischen den zwei Tunnelaxpunkten zu legen, sondern man legte deren zwei, und verband dieselben quer durch möglichst viele Verbindungen, um damit Rechenproben zu erhalten.

Als Signale verwendete man aus Bruchsteinmauerwerk gemauerte Steinpfeiler, auf deren oberer Platte der Theodolit aufgestellt werden konnte und welche behufs scharfer Anvisierung mit konischen Blechhüten versehen waren. Das höchstgelegene Signal der Simplontriangulation befindet sich auf dem Monte Leone in einer Höhe von 3557 m. (Siehe Beilage Blatt 2, Figur 12). Beim Bau des Signals, am 11. Juli 1898, lag der Gipfel noch tief im Schnee; dieser musste in einer Höhe von 1,70 m weggeschaufelt

werden, bis man den festen Boden erreichte. Zum Bau des Signals musste das Material vom Simplonhospiz her heraufgebracht werden, so der Blechhut, Werkzeug, Cement. Sand wurde ebenfalls schon von weit unterhalb des Gipfels bei den letzten schneefreien Gletschermoränen gefasst, auch Holz musste mitgenommen werden, um in einem Kessel Schnee schmelzen zu können zum Anmachen des Mörtels. Alle diese Lasten liessen die Transportkolonne auf 13 Mann anwachsen.

Das niedrigste aller Signale, 633 m über Meer, ist dasjenige auf dem südlichen Axpunkt des Tunnels, in der Schlucht der Diveria und an der Ausmündung des dortigen Richtungsstollens gelegen. Hier in der Schlucht bot sich namentlich die Schwierigkeit, geeignete Verbindungspunkte für die Triangulation zu finden. Die schliesslich ausgewählte Stelle war so knapp, dass schon bei einer Bewegung um 2 Meter von derselben weg die eine der gewählten Richtungen verloren ging und bei einer Verstellung um 2 m in entgegengesetztem Sinne ein anderes Signal hinter einem Felsvorsprung verschwand.

Die Feldarbeit der Triangulation, d. h. die Arbeit für Rekognoszierung, Erstellung der 13 Signale und Winkelmessung auf denselben wurde im Sommer 1898 ausgeführt und nahm 70 Tage Zeit in Anspruch.

Wie früher erwähnt, muss bei einer Triangulation die Länge einer Dreieckseite bekannt sein. Statt eine solche zu messen, bediente man sich einer im Simplongebiet gelegenen Dreieckseite der schweizerischen Landesvermessung, welche als Grundlage für ihre topographischen Aufnahmen die gegenseitige Lage einer Anzahl von Hauptpunkten ebenfalls durch Triangulation bestimmen muss. Es ist dies die Seite zwischen den Signalen Wasenhorn und Beiengrat, deren Länge durch die Landesvermessung durch eine Triangulation bestimmt worden war, welche von einer im Kanton Tessin im Jahre 1882 genau gemessenen Grundlinie zwischen Giubiasco und Cadenazzo ausgeht.

Gleich wie ein Schütze niemals ein und denselben Punkt durch mehrere auf einander folgende Schüsse in einer Scheibe treffen, sondern seine Schüsse nur in einen gewissen Raum hineinbringen kann, welcher Raum um so kleiner ist, je besser der Schütze und die Waffe ist, ebenso kann ein noch so scharfer

Beobachter seine Winkel und Längen nicht absolut gleich genau messen, wenn er sie mehrere Male wiederholt. Er wird auch kleine Abweichungen in den Messungen erhalten und je kleiner diese Abweichungen, um so besser die Messung. Aus den Fehlern und kleinen Widersprüchen, welche sich aus diesen Messungen ergeben, kann man berechnen, mit welcher Genauigkeit die Längen der Seiten und die Winkel bestimmt sind und bestimmen, wie gross der zu erwartende Fehler in der Richtung des Tunnels und dessen Länge ist. Es ergab sich nun aus der Triangulation ein wahrscheinlicher Fehler in den beiderseits bestimmten Richtungen des Tunnels von 5 cm bis in die Mitte und in der Längenbestimmung ein solcher von 0,6 m. Es ist dies aber nicht der alleinige Fehler, welcher beim Durchschlag zu erwarten ist; dieser wird beträchtlich erhöht durch die weiteren Fehler, welche die innere Absteckung, durch Verlängerung der Axe im Innern des Tunnels mit sich bringt, zu welcher ich nun übergehe.

Es handelte sich zunächst darum, auf jedem der beiden Endpunkte der Tunnelaxe die durch Rechnung bestimmten Winkel zwischen der Richtung des Tunnels und den anstossenden Richtungen der Triangulationsseiten von den letzteren aus abzutragen, um damit die Richtung der Tunnelaxe im Gelände selbst zu erhalten. Diese abgetragene Richtung musste ein für alle Mal festgelegt werden. Man brachte daher in derselben feste Visiermarken an in Form von eisernen Kästchen, auf der vorderen Seite mit einer verschiebbaren Platte mit Schlitz versehen, hinter welchem sich eine Milchglasplatte befindet. Bei Tag konnte man diese Visierspalte der Marken als blendend weisse Linie durch ein scharfes Fernrohr von den Axpunkten aus erkennen, und konnte den Vertikalfaden des Fernrohres sehr scharf darauf einstellen. Bei Nacht wurde eine Lampe in den Kasten gesetzt, wodurch die Spalte erleuchtet wurde. Auf der Nordseite betrug die Entfernung dieser Tunnelmarken von dem Axpunkt 560 m resp. 700 m. Eine derselben lag auf dem Brigerberg, oberhalb des Richtstolleneinganges, die andere rückwärts der Tunnelrichtung zur Kontrolle der ersteren, für den Fall, dass sich eine Verschiebung derselben während des Baues bemerkbar machen sollte. Die günstigste Spaltenbreite für die betreffende Entfernung

wurde zu 2 cm gefunden. Auf der Südseite, in der engen Diveriaschlucht, war es nicht möglich, die Visiermarken in so grosser Entfernung anzubringen; die weitere derselben lag nur 92 m von dem Axpuntke entfernt, währenddem die zweite, welche als Kontrollmarke der erstern betrachtet wurde, eine Entfernung von nur 53 m von dem Axpunkte hatte. Diese kleine Richtungslinie von 92 m diente dazu, die Richtung bis auf 10 km weit in das Innere des Tunnels zu übertragen; um dies mit Sicherheit vornehmen zu können, musste dementsprechend auch die Breite der Visierspalte kleiner gewählt werden. Sie betrug für die Marken auf der Südseite nur 2 mm.

Zur Verfolgung der Richtung im Tunnelinnern bedurfte es aber auch einer scharfen Einvisierung dieser Marken in die Richtung. Es geschah dies so: Zuerst wurden die Kasten entsprechend der berechneten Winkel in die Richtung approximativ hineingebracht und auf ihrer Unterlage fest verschraubt. Hierauf wurden mit einem Theodoliten die Winkel gemessen, welche auf den Axpunkten die Richtungen nach den drei von ihnen aus sichtbaren Signalen mit der Visierspalte der Marken bildeten und diese Winkel wurden verglichen mit denjenigen, welche die gleichen Dreieckseiten nach Berechnung mit der Tunnelrichtung bilden sollten. Der sich ergebenden Differenz entsprechend wurde die Visierspalte verschoben. Hierauf wurde die Winkelmessung wiederholt, von Neuem eine Vergleichung mit den berechneten Ergebnissen vorgenommen und so lange mit Verschiebung der Visierspalten fortgefahren, bis Messung und Rechnung bis auf einige Zehntels-Sekunden im Mittel übereinstimmten. Zur genauen Einvisierung der Tunnelmarken in der angegebenen Weise war auf der Nordseite die Messung von 472, auf der Südseite von 384 einzelnen Winkeln erforderlich.

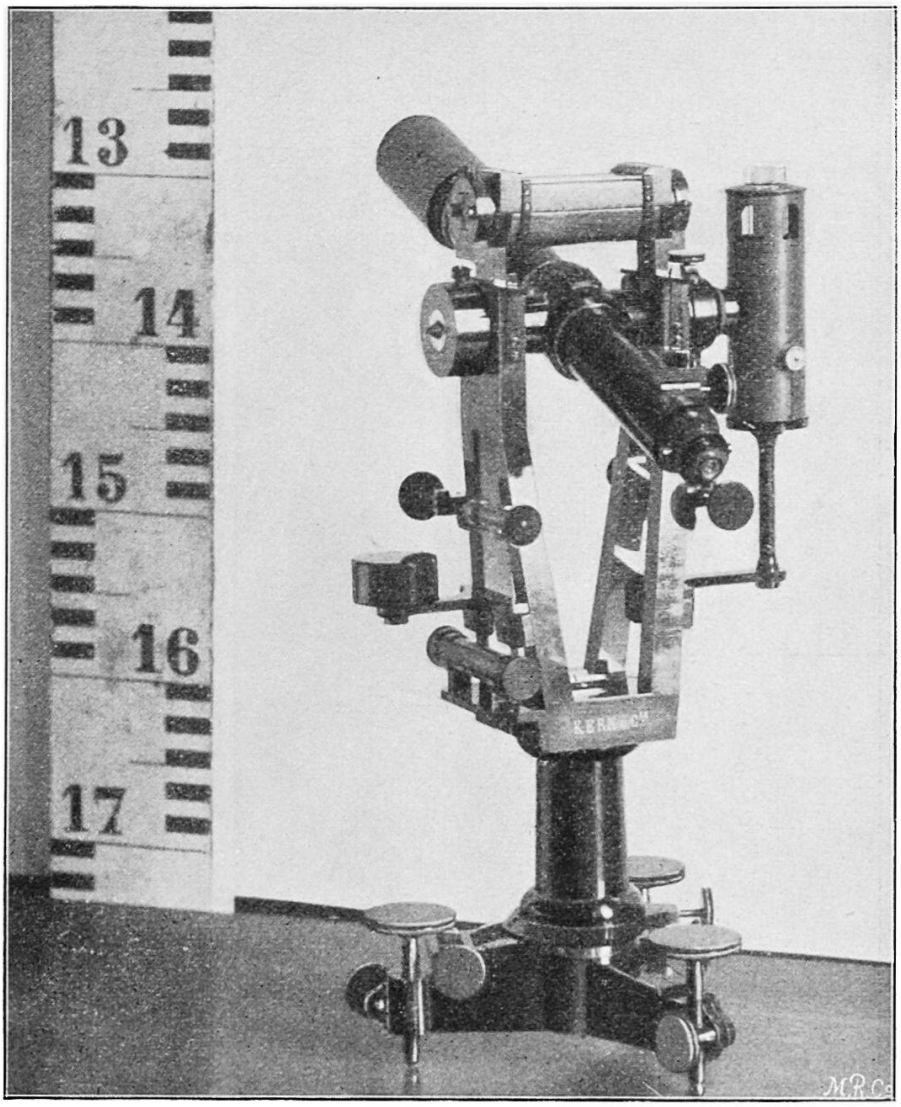
Nachdem nun einmal die Tunnelrichtung festgelegt war, wurden die ursprünglichen Axpunkte, welche bei der Triangulation als Signale der beiden Tunnel-Richtungspunkte gedient hatten, ersetzt durch weiter rückwärts auf soliderem Untergrunde angebrachte Observatorien, Gebäude von 4½ m innerem Durchmesser, mit festem Steinpfeiler zur Aufstellung der Instrumente, in denen es möglich war, geschützt vor Wind und Wetter zu beobachten. (Siehe Beilage Blatt 3, Figur 13).

Während des Stollenvortriebs ist es notwendig, die Axrichtung in das Innere des Tunnels fortwährend zu verlängern und es bedarf einer beständigen Überwachung seitens der Ingenieure, denen von der Unternehmung diese Aufgabe übertragen worden ist, damit die Richtung nicht verloren geht.

Es ist dies keine leichte Sache während des regen Betriebes im engen Stollen, der sorgfältig organisiert ist und nicht aufgehalten werden darf. Der Absteckungs-Ingenieur stellt einen Theodoliten oder ein durchschlagbares Fernrohr auf dem letzten abgesteckten sicheren Punkte auf, der vorhergehende sichere Punkt tunnelauswärts dient ihm als Richtungspunkt, dort hat er eine Lampe aufstellen lassen, nach deren Anvisieren er das Fernrohr durchschlägt und einen Punkt weiter einwärts neu einvisiert. Dies geht aber nicht immer so rasch wie es beschrieben ist. Kaum hat unser Ingenieur eingestellt, so hört man auch schon von Weitem ein „Attentione". Ein Zug, von Pferden gezogen, kommt daher gefahren; der hält nicht an, er fährt eben drauf los und unser Ingenieur muss machen, dass er rasch bei Seite kommt mit seinem Instrument, wenn er nicht will, dass ihm dasselbe beschädigt wird. Hierauf wird von Neuem aufgestellt; das Instrument ist am Platze, die Lampe auf dem Punkt rückwärts schön zu sehen, jetzt wird's gehen! Da krachen Sprengschüsse von vor Ort, die Lampen werden durch den Luftdruck ausgelöscht, alles steht im Finstern und bis die Lichter wieder brennen, ist auch schon der Rauch der Schüsse da und man kann nicht auf weitere Entfernungen sehen. Kein Wunder, wenn da der Absteckungs-Ingenieur bisweilen ungeduldig zusammenpackt und ausruft, morgen auf Wiedersehen! Um diese schwierigen Absteckungen während des Baubetriebes zu kontrollieren und von Zeit zu Zeit genauere Verifikationen zu haben, waren sog. Hauptabsteckungen vorgeschrieben, während welcher die Bauarbeiten im Tunnel ganz eingestellt wurden. Anfangs fanden je zwei solcher Hauptabsteckungen jährlich auf jeder Seite des Tunnels statt, später nur noch je eine.

Bei den Hauptabsteckungen muss kontrolliert werden die Richtung des Tunnels, die Länge des gesamten durchbrochenen Stückes und die Steigung der Tunnelsohle. Zu dem Behufe werden in der Sohle und möglichst annähernd in der Tunnel-

richtung Bolzen aus Bronze eingesetzt, in Abständen von 200 zu 200 m, deren Entfernungen gemessen und deren Höhen einnivelliert werden. In Bezug auf einzelne derselben wird kontrolliert, um wie viel die Axrichtung auf der einen oder anderen Seite an ihnen vorbeigeht.

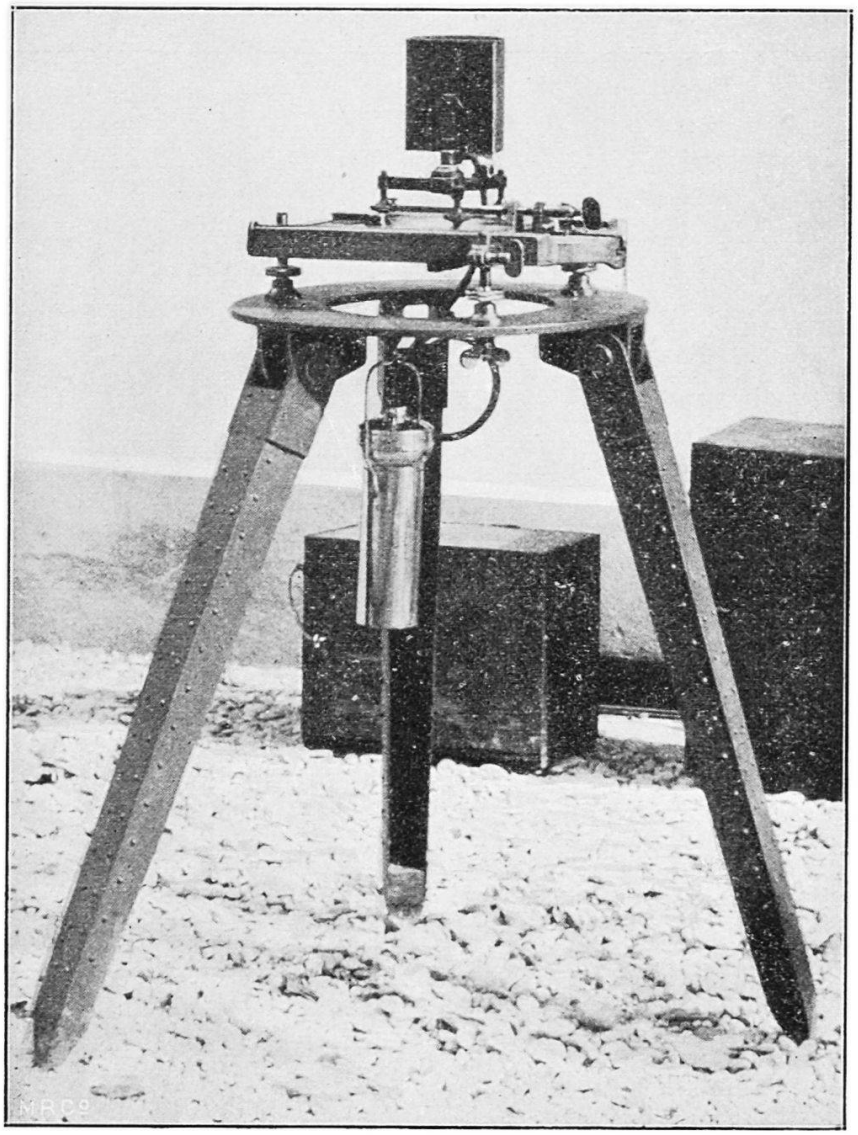


Rosenmund.

14. Absteckungsinstrument.

Um sicher zu sein, wird sowohl das Nivellement wie meist auch die Längenmessung doppelt ausgeführt. Für die Kontrolle der Axrichtung wird folgendermassen verfahren: Auf der Mitte des Pfeilers im Observatorium wird ein Fernrohr aufgestellt,

welches um eine horizontale Axe sich drehen lässt und mit einem Fadenkreuz versehen ist behufs Möglichkeit einer scharfen Einstellung. Dieses Fernrohr wird auf die in der Axrichtung befindliche Tunnelmarke eingestellt und dann herabgekippt in die Höhe



Rosenmund.

15. Stativ und Lampe für innere Absteckungen.

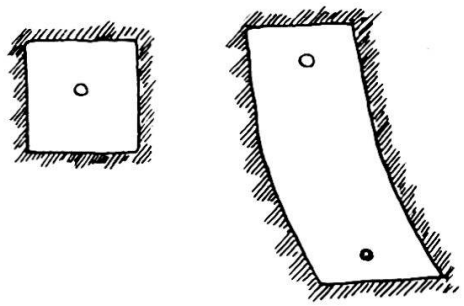
der Tunnelrichtung. Im Innern des Tunnels über einem der Bronzebolzen, dessen Lage mit Bezug auf die Axrichtung bestimmt werden soll, wird auf schwerem eisernem Stativ, auf dem ein Schlitten senkrecht zur Axrichtung gleitet, eine Acetylenlampe

aufgestellt. Der Beobachter am Fernrohr im Observatorium wird das Licht dieser Lampe sehen und lässt dieselbe durch telephonische Verständigung mit dem Schlitten auf der festen Unterlage so lange verschieben, bis sie ihm in der Mitte des Fadenkreuzes seines Fernrohres erscheint. An einer Skala kann dann die Verschiebung des Schlittens resp. die Grösse der Abweichung der in die Axrichtung eingestellten Lampe von dem Bronzefixpunkt abgelesen werden. Um sichere Resultate zu erhalten, wurde dies Verfahren nicht nur ein Mal vorgenommen, sondern 8—12 Male wiederholt und aus den sämtlichen Bestimmungen der Mittelwert für die Lage der Axrichtung mit Bezug auf den Bronzefixpunkt angenommen. Diesem Mittelwert entsprechend wurde dann der Schlitten eingestellt. Nun wird das Absteckungsinstrument vom Pfeiler des Observatoriums entfernt; an seine Stelle kommt eine Acetylenlampe zu stehen, welche als Marke für die feste Axrichtung dient, währenddem ein kleinerer, leichterer Typus eines Absteckungsinstrumentes in den Tunnel eingefahren und auf dem in vorstehend beschriebener Weise einvisierten Schlitten in der abgesteckten Axrichtung aufgestellt wird. Auf einem zweiten, ganz gleich beschaffenen Eisenstativ mit Schlitten wird weiter einwärts neuerdings eine zweite Lampe über einen der Bronzebolzen aufgestellt. Der Beobachter visiert rückwärts die Lampe im Observatorium an, schlägt dann das Fernrohr um seine horizontale Drehaxe durch, bringt durch telephonische Verständigung die Lampe vorwärts wieder mit dem Fadenkreuz zur Deckung und damit auch in die Richtung der Tunnelaxe. Auch diesmal wiederholt er das Verfahren 8—12 Male und nimmt dann den Mittelwert als gefundene Axrichtung an. Das Absteckungsinstrument wird nun wieder weiter einwärts gebracht über den neu abgesteckten Punkt der Axrichtung, die feststehende Lampe rückwärts kann je nach Umständen im Observatorium bleiben oder an gleicher Stelle aufgestellt werden, wo vorher das Absteckungsinstrument stand, die Lampe vorwärts wird behufs Kontrolle eines neuen Axpunktes noch weiter einwärts gebracht und das nämliche Verfahren beginnt von Neuem und wiederholt sich bis zu dem letzten Kontrollpunkte in der Nähe von vor Ort. Die einzelnen Stationen werden dabei meist in Abständen von 1—2 km von einander genommen. (Siehe Beilage Blatt 3, Figur 16).

So einfach diese Art der Bestimmung der Tunnelaxe im Innern erscheinen mag, so ist sie doch mit mancherlei Schwierigkeiten verbunden. Schon die Dunkelheit im Tunnel und die Notwendigkeit der Beleuchtung mittelst Lampen bringt ihre Umständlichkeiten; dann verursacht oft die Verständigung mit dem Telephon infolge Ableitungen im feuchten Tunnel Störungen; trotz der vorzüglichen Ventilation bilden sich an einzelnen Stellen des Tunnels Nebel, man muss probieren, ob dieselben verschwinden durch Verstärkung oder Verminderung des Ventilationsstroms, oder durch Umkehrung desselben, so dass die Luft in Tunnel I ein- und aus Tunnel II ausströmt; je nach den Verhältnissen diente auch eine zeitweise gänzliche Einstellung der Ventilation am besten. Währenddem unter ganz normalen Verhältnissen die Zeitdauer vom Beginn der Kontrolle eines Punktes bis zum Beginn derjenigen des nächsten Punktes nicht mehr als 1½ Stunden betragen sollte, daher für 7 bis 8 Zwischenpunkte in ca. 12 Stunden vollendet sein sollte, nahm beispielsweise die Richtungskontrolle der 6. Hauptabsteckung auf der Südseite 24 Stunden in Anspruch, während welcher Zeit ununterbrochen im Tunnel ausgeharrt wurde, diejenige der 7. Hauptabsteckung der Südseite dauerte sogar 35 Stunden. Dabei wurde dann allerdings nach 23-stündiger Arbeit eine 8-stündige Pause angesetzt, da man wohl erkannte, dass allgemein der Arbeitsgeist zu erlahmen begann. Einzig normal und ungestört verlief die Richtungskontrolle der 8. Hauptabsteckung der Nordseite, welche für 9 kontrollierte Punkte, Ein- und Ausfahrt mitgerechnet, 13 Stunden dauerte.

Eine sonderbare Erscheinung sei hier noch erwähnt. Bei der 6. Hauptabsteckung auf der Nordseite erblickte man durch das 3500 m tunneleinwärts aufgestellte Fernrohr im Observatorium statt eines einzigen Lichtes deren zwei, welche schief unter einander standen. Da das untere Licht das schwächere war, musste man annehmen, dasselbe könne das Spiegelbild des oberen auf einem geneigten nassen Steine sein. Es war Nacht, man konnte daher ausserhalb des Tunnels durch die Richtstollenöffnung nichts Weiteres erkennen. Von einer folgenden, 5300 m tunneleinwärts gelegenen Station zeigte sich die gleiche Erscheinung wieder; mittlerweile brach aber auch der Tag an und durch die Öffnung des Richtungsstollens konnte man die Tageshelle erkennen.

Diese Öffnung hätte nach dem Profil des Richtstollens quadratisch erscheinen sollen. Statt dessen sah man eine Lichtöffnung, welche ca. 2½ Mal höher als breit und nach unten rechts zudem noch abgekrümmt war. In der Nähe des oberen Randes dieser Erscheinung befand sich ein Licht, ein anderes in der Nähe des unteren Randes. Zur betreffenden Zeit ging die Ventilation im Sinne des Lufteintritts durch Tunnel I, des Luftaustritts durch Tunnel II. Diese Erscheinung wurde erklärt durch Verschiedenheiten in den Dichten der Luftschichten an den Tunnelwandungen und im inneren Kern; es entsteht dadurch eine der Fata Morgana ähnliche Luftspiegelung; das obere Licht entspricht dem direkt gesehenen, das untere dem gespiegelten.



17. Luftspiegelung.

Das Zusammentreffen des nördlichen und südlichen Stollens des Simplontunnels fand statt

ca. 10 404 m vom Nordportal
und 9 399 m vom Südportal aus,

es war somit auf der Nordseite der Vortrieb des Stollens um einen ganzen Kilometer demjenigen auf der Südseite voraus. Bei 9085 m vom Nordportal aus durchschreitet der Tunnel die Vertikale der schweizerisch-italienischen Grenze, es liegt demnach ein Stück von 1633 m mehr auf italienischem als auf schweizerischem Gebiet. Die Stelle des Durchschlags befindet sich ca. 1320 m jenseits der Grenze auf italienischem Gebiet, unter dem Auronagletscher.

Frägt man nach den Gründen, welche zu den geringeren Arbeitsfortschritten auf der Südseite geführt haben, so können folgende genannt werden:

1. Schwierigere Transportverhältnisse. Auf der Nordseite führte eine Bahn bis an den Tunnel heran. Auf der Südseite lag die nächste Bahnstation ca. 15 km vom Tunneleingang entfernt. Von dieser Bahnstation (Domo d'Ossola) aus mussten alle die schweren Maschinenstücke für die Installationen per Wagen herangeführt werden, auf einer Strasse, welche stellenweise schlecht

unterhalten war und starke Steigungen aufwies, mit Überwindung einer Höhendifferenz von 400 m.

2. Späterer Beginn der Dynamitsprengungen auf der Südseite. Es mussten dort zuerst die Pläne für die Dynamitmagazine von der italienischen Regierung sanktioniert, die Plätze für deren Aufstellung gutgeheissen sein; dann mussten die Bauten selbst nach deren Erstellung inspiziert werden, dies dauerte bis gegen Ende Dezember 1898, währenddem die Bewilligung zum Bau des Tunnels schon im August erteilt worden war. In der Zwischenzeit wurden die Bohrlöcher mit Schwarzpulver gesprengt.

3. Viel härteres Gestein für Beginn der Arbeiten auf der Südseite, überdies für Sprengungen ungünstig gelagert.

Alle diese Schwierigkeiten sind aber geringfügig gegen die späteren, welche sich darboten, nachdem die Südseite etwas über 4 km weit vorgerückt war.

4. Am 30. September 1901 wurden beträchtliche kalte Quellen angeschlagen, welche mit starker Wucht hervorbrachen und über 1000 Liter Wasser in der Sekunde lieferten. Die Maschinenbohrung musste längere Zeit ruhen, die Quellen mussten erst umgangen werden. (Siehe Beilage Blatt 3, Figur 18). Kaum war man aus denselben heraus, so wurden

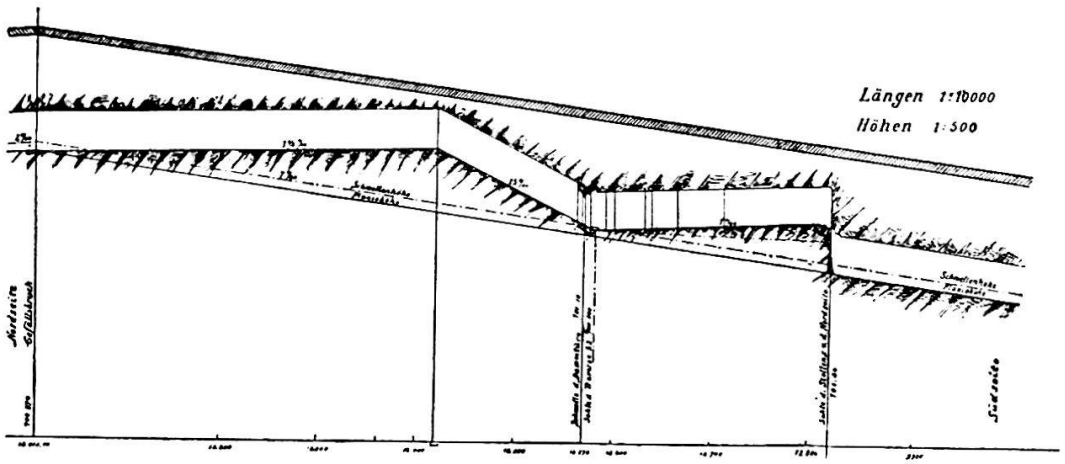
5. Schichten angetroffen mit starkem Gebirgsdruck. Die stärksten hölzernen Einbaue wurden zusammengedrückt, man musste seine Zuflucht zu eingebauten Eisenrahmen nehmen, welche aber erst zur Stelle geschafft werden mussten. Diese Rahmen, gebildet aus I-Eisen von 40 cm Steghöhe wurden eng bis 40 cm an einander herangestellt, die Zwischenräume wurden mit Beton ausgegossen. Dies half, aber es dauerte über ½ Jahr bis man die 40—50 m lange Strecke dieser „Druckpartie“ hinter sich hatte und so weisen denn die Rapporte des 4. Quartals 1901 einen Fortschritt von nur 31 m und des 1. Quartals 1902 einen solchen von nur 15 m auf, währenddem bei normalem Gang 500 m Fortschritt per Quartal erwartet werden durfte. (Siehe Beilage Blatt 3, Figur 19).

Mit dem Stollendurchbruch durch die Druckpartie war diese aber noch nicht fertig. Auch die Ausweitung und Auswölbung derselben bot enorme Schwierigkeiten. Da musste zwischen den eisernen Rahmen hindurch hinter dieselben gekrochen werden,

ringweise wurde dort das schlechte Material ausgebrochen und die Mauerung hergestellt. Das Gewölbe wurde auf steinerne Lehrbogen gestützt, welche die Stärke von über 1 m hatten, und die Stärke des darüber erstellten Gewölbes betrug 1,60—2 m. (Siehe Beilage Blatt 3, Figur 20).

So kam es, dass auf Ende 1902 die Nordseite der Südseite um 2,6 km vorausgekommen war und im August 1903 bereits den Kulminationspunkt des Tunnels bei 9594 m vom Nordportal aus erreicht hatte. Hier hatten aber auch für die Nordseite die Schwierigkeiten begonnen. Wollte man von dem Kulminationspunkt nach dem begonnenen Tunnelbausystem mit Sohlenstollen und mit Innehaltung des Längenprofils weiter fahren, so musste bei hervorbrechendem Wasser sich dieses gerade da sammeln, wo gebohrt wurde; es musste der Arbeitsplatz vor Ort überschwemmt werden, es sei denn, dass mittelst Pumpen das Wasser herausbefördert wurde.

Um diese Übelstände wenigstens hinauszuschieben, wurde zuerst vom Kulminationspunkt aus statt mit einem Gefälle von 7 ‰ der Stollen mit 1½‰ Steigung vorgegangen, bis der Stollenfirst nahe an den Scheitel des projektierten Tunnels herangekommen war, dann wurde wieder herabgestiegen mit 25 ‰ Gefälle bis zur Sohle, um neuerdings anzusteigen mit 1 ‰. Unterdessen war auch das Pumpwerk eingerichtet.



21. Längenprofil des Sohlenstollens unmittelbar vor dem Durchschlag.

Eine andere Schwierigkeit trat hinzu. Währenddem man erwartet hatte nach Analogie mit anderen ausgeführten grösseren

Tunnels, die Gesteinstemperatur im Simplontunnel werde 40° nicht wesentlich überschreiten, stieg dieselbe auf die ausserordentliche Höhe von 56° an. Um die Luft im Stollen dermassen abzukühlen, dass ein Arbeiten überhaupt noch möglich wurde, mussten neue Einrichtungen geschaffen werden. Durch Kaltwasserbrausen wurde der Stollen überrieselt und es wurden Röhrensysteme mit künstlichem Eis in den Stollen eingeführt, durch welche die Luft hindurchstrich und sich abkühlte. So war es möglich, die Lufttemperatur wieder bis auf ca. 30° herabzudrücken.

Bei weiterem Vordringen über den Kulminationspunkt hinaus nahm auch die Zahl warmer Quellen, deren Temperaturen zwischen 40 und 50° lagen, immer mehr zu. Um für alle Fälle gesichert zu sein, und bei stärkerem Zudrang nicht zu riskieren, dass der ganze Tunnel bis rückwärts zu diesem Kulminationspunkte unter Wasser gesetzt und damit auch die Ausweitungs- und Mauerungsarbeiten eine Unterbrechung erleiden, wurde beim Gefällsbruch, da wo der Stollen von der Sohle aus wieder mit 1 ‰ anzusteigen begann, eine eiserne Türe eingebaut. Durch hermetisches Abschliessen derselben sollte ein Durchdringen des Wassers an die weiter auswärts gelegenen Baustellen verunmöglicht werden. Die Unternehmung hatte sich damit nicht verrechnet. Der Wasserzufluss nahm beständig zu und am 18. Mai 1904 war man genötigt, die Türe zu schliessen und die Vollendung des Stollens der Südseite allein zu überlassen. (Siehe Beilage Blatt 3, Figur 20). Immerhin konnte auf der Nordseite der Tunnel bis an diese Dammtüre fertig gestellt werden. (Vollendung im Januar 1905).

Nachdem ich am 22. Februar von dem nahe bevorstehenden Durchschlag Kenntnis erhalten hatte, reiste ich in der Nacht auf den 23. von Zürich ab via St. Gotthard-Domo d'Ossola. Es schneite in hellen Flocken und der Schnee lag wohl 30 cm hoch als ich im Laufe des Nachmittags am 23. in Iselle anlangte. Ich vernahm, dass am 22. nachmittags, infolge Anbohrung einer heissen Quelle in der Nähe der Stollensohle die Vortriebarbeiten für 21 Stunden eingestellt worden waren, nun aber seit Mittags wieder im Gang seien; dass noch 5—6 m zu durchbrechen blieben und daher das Ereignis auf den folgenden Tag erwartet

werden könne. Von Brig her lag telegraphischer Bericht vor, dass der Wasserdruck im Nordstollen plötzlich abgenommen habe; die Temperatur der auf der Südseite angeschlagenen Quelle entsprach derjenigen der Quellen, welche auf der Nordseite zur Einstellung der Arbeiten geführt hatte. Es durfte daher vermutet werden, dass eine Verbindung durch diese Quellen bestehe. Im Tunnel I waren rückwärts der Einmündung der drei letzten Querschläge der Südseite, d. h. zwischen 300 und 700 m von der Durchschlagstelle Dämme aus Brettern und Sandsäcken von je ca. 1 m Höhe aufgeworfen worden, um bei einem Wasserdurchbruch von der Nordseite her den Strom durch Tunnel II abzuführen.

Es wurde verabredet, dass am 24. Morgens 7^{25} Uhr eingefahren werden sollte. Als man beim Frühstück vernahm, dass in der Nacht durch eine einzige Attacke ein Fortschritt von 2,50 m erreicht worden war, währenddem bei normaler Bohrung und Sprengung jeweilen ca. 1,50 m freigelegt wird, musste man mit der Möglichkeit rechnen, dass schon die nächste Attacke zum Durchschlag führen könnte. In einem derartigen Augenblicke sind eben die Mineure nicht mehr zu halten; jede Schicht möchte die Ehre haben, durchzuschlagen; es wird mit fieberhafter Erregung gearbeitet, die Löcher werden tiefer gebohrt als vorgeschrieben, die Ladungen in einzelnen Partien werden verdoppelt.

Ein unglücklicher Zufall brachte es mit sich, dass kurz vor der verabredeten Einfahrtszeit ein Materialzug ca. 1000 m einwärts vom Portal entgleist war; man musste warten bis das Geleise wieder frei geworden. Da kam plötzlich kurz vor 8 Uhr die telephonische Nachricht aus dem Tunnel, der Durchschlag sei perfekt, und bevor man noch Zeit hatte, sich über Näheres zu erkundigen, wiederhallte die enge Bergschlucht von dem Schrei der Dampfpfeifen der Lokomotiven und Arbeitsplätze, welche das freudige Ereignis über die Gegend hinweg bekannt machten, und im Nu waren Fenster und Plätze mit Fahnen dekoriert. Dies brachte Leben unter Arbeiter, Beamte und Gäste, man frug und berichtete, was man etwa vernahm. Der Durchschlag war 7^{20} Uhr erfolgt. Die Arbeiterschicht, welche die Nacht hindurch vor Ort gearbeitet hatte, sollte um 6 Uhr abgelöst werden. Sie hatte die Maschinenbohrung noch nicht vollendet

und wollte sich verstimmt zur Ausfahrt anschicken, als sie vernahm, dass sie infolge der Verkehrsstörung nicht ausfahren konnte. Der Ingenieurassistent, welcher zugegen war, sammelte seine Leute wieder, ging vor, vollendete die Bohrung oder bohrte voraussichtlich die Löcher in der linken Brustseite tiefer und sprengte los. Bei Bohrung der Löcher hatte sich noch keine Spur von Wasser gezeigt; nach der Sprengung verstrich eine Weile, man schickte sich schon an, wieder vorzugehen, um ihren Effekt anzusehen, als ein Getöse sich vernehmen liess und die Flutwelle sich heranwälzte, gegen 80 cm hoch. Die Dämme in Tunnel I taten ihre Wirkung, die Wassermasse wurde in Tunnel II herüber geleitet, Tunnel I blieb rückwärts derselben trocken. In Zeit einer halben Stunde fiel der Wasserstand wieder um 60 cm, so dass ein Zugang zu der Durchschlagstelle möglich war.

Unser Zug konnte um 9 Uhr einfahren. Ausser den zunächst Interessierten hatte sich eine Anzahl Bekannter der Unternehmung eingefunden. Die Morgenschicht der Arbeiter wollte ebenfalls zum Teil einfahren, und mit ihnen wohl auch noch eine Anzahl Neugieriger. Im Ganzen einige Hundert Menschen. Eine Stunde dauerte die Einfahrt bis ca. 8300 m vom Portal. Kurz vor Anhalten des Zuges begegnete man der Vorortsschicht, welche durchgeschlagen hatte; sie wurde von ihren Kameraden mit lebhaftem „Evviva“ empfangen. Die Begrüssten zeigten keine besondere Begeisterung; wohl las man auf ihren Mienen die Genugtuung, die sie erfüllte; aber sie schienen erschöpft von der verlängerten Arbeit, die sie sich selbst zugemutet hatten.

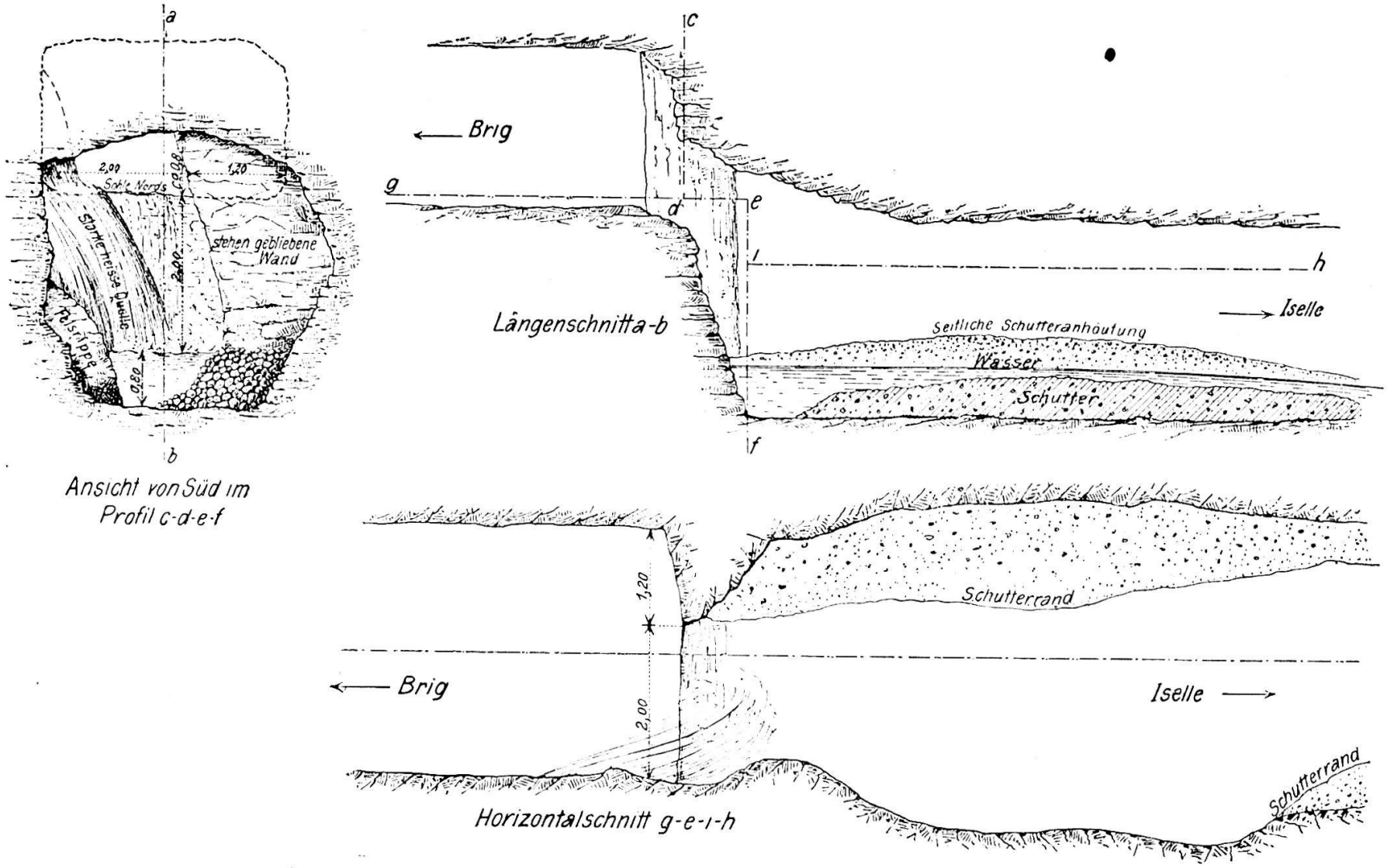
Herr Ingenieur Brandau, Mitglied der Unternehmung und Oberingenieur Pressel waren schon zur Stelle; sie waren früher eingefahren und kurz nach erfolgtem Durchschlag angelangt, hatten sich zur Durchschlagsstelle begeben und konstatiert, dass nach ihrer Schätzung das Zusammentreffen nach Seite und Höhe sowie auch in der Länge ein recht günstiges sei. Herr Brandau warnte davor, die Durchschlagsstelle in grösserer Menge zu besuchen, da die Kühlwasserapparate zu spielen aufgehört hätten und eine übermässige Hitze vor Ort sei. Aber schon hatte sich ein Teil der Eingefahrenen vorbegeben. Von der Haltestelle des Zuges war noch etwa 1 km zu Fuss zurückzulegen. Es herrschte grosse, aber nicht unerträgliche Hitze. Unmittelbar an der Durch-

schlagsstelle selbst, wo von links her ein stärkerer Wasserzufluss stattfand, währenddem die rechte Seite der Scheidewand noch stand, war die Temperatur höher, nach Schätzung von Kennern ca. 38 °. Nur wenige wagten sich bis an den Rand dieses Wasserfalls vor, wo sie die von Herrn Brandau konstatierten Verhältnisse allein übersehen konnten. Ca. 10 m weiter rückwärts vor der Ausmündung des Luftrohres, wohin ich mich einige Momente setzte, war die Luft angenehm kühl. Nach kurzem Aufenthalt wurde der Rückzug angetreten, ca. 300 m weit durch Tunnel II, wo eine etwas bessere Luft herrschte. Ich kam an der Haltestelle des Zuges an, als derselbe gerade abfuhr, und da ich mich von der Hitze nun doch etwas erschöpft fühlte, setzte ich mich nieder am Rande einer Kammer und sog den Saft einer mitgenommenen Orange ein; allmählig fühlte ich mich wieder frischer, verhielt mich aber ruhig. Um mich her lagerte eine Anzahl von Arbeitern. Ich vermutete, dass die übrigen Ingenieure schon mit dem ersten Zuge ausgefahren wären und vernahm erst später, dass die meisten sich noch etwa 100 m weiter einwärts befunden hatten, wo durch einen geöffneten Querschlag frische Luft von Tunnel II zuströmte. Gegen 12 ½ Uhr nahte der Zug, welcher bald nachher, angefüllt mit allen noch im Tunnel Verbliebenen, auszufahren begann und um 1 ½ Uhr hinaus kam.

Die Nachricht von dem schlechten Befinden und nachherigen Tode zweier Beteiligten brachte eine drückende Schwere in die Feststimmung. Während der 2 folgenden Tage wurde die Umgebung der Durchschlagsstelle nur vereinzelt durch Ingenieure betreten, welche die Funktionierung der Kühlwasser-Einrichtung zu untersuchen hatten. Letztere war bis am 26. Februar wieder im vollen Betriebe und am Abend dieses Tages fuhr eine kleinere Expedition ein, um durch einige Abmessungen etwas genaueren Aufschluss über Form und Lage des Ausbruches zu erhalten. Man fuhr möglichst nah, bis ca. 700 m, heran. Die Luft war infolge der intensiven Abkühlung durch die Wasserbrausen recht erträglich. Über 1 Stunde hielt man sich vor Ort auf, wobei allerdings ein Verbleiben in der Durchschlagsstelle selbst nur wenige Minuten ununterbrochen möglich war; dann begab man sich 10—20 m weiter zurück an die Ausmündung des Luftleitungsrohres und erfrischte sich dort wieder. Die auf Seite 103 dargestellte

Skizze ist das Ergebnis der gemachten Erhebungen. Hinter der Durchschlagsstelle war ein grosser Schutthaufen von 20—25 m in der Längsrichtung und bis gegen 0,8 m Höhe angeschüttet, welcher nicht allein von der letzten, sondern auch noch von früheren Attacken herrührte, zum Teil auch von dem aus dem Nordstollen hinüber geschwemmten Material. Die Westwand des Nordstollens zeigte mit derjenigen des Südstollens eine Übereinstimmung, welche innerhalb den Unebenheiten dieser Wandungen lag; man konnte keine Abweichung nach der einen oder andern Seite hin konstatieren. Ein Vergleich der Ostwände konnte nicht stattfinden, weil zwischen Nord- und Südstollen eine ca. 1,5 m breite Wand in der östlichen Hälfte der Durchbruchstelle stehen geblieben war und ein Zutritt in den Nordstollen hinein unmöglich war. Vom obern Rand der Westwand des Nordstollens ergoss sich die heisse Quelle nach dem Südstollen herab, welche am 18. Mai 1904 zur Einstellung der Arbeiten auf der Nordseite geführt hatte. Die Sohle des Nordstollens lag ca. 2,8 m höher als diejenige des Südstollens, welche Differenz infolge der von der Sohle abweichenden 1 $^0/_{00}$-Steigung des Nordstollens innerhalb den Unregelmässigkeiten der Aussprengungen, mit dem erwarteten Längenprofil übereinstimmt. Verglichen mit der berechneten Tunnellänge schien der Durchschlag um 1—2 m früher erfolgt zu sein als erwartet worden war; aber auch hier, wie bei den Messungen der Übereinstimmung nach Seite und Höhe standen noch keine sicheren Fixpunkte in der Nähe der Durchschlagsstelle zur Verfügung. Immerhin ist auch diese Differenz, auch wenn sie durch spätere genauere Messungen nicht herabgemindert wird, keine überraschend grosse. Längenmessungen im Tunnel können eben nicht mit der gleichen Sorgfalt ausgeführt werden wie für eine geodätische Grundlinie; dazu fehlt die Zeit und das nötige eingeschulte Personal. Sowohl am Gotthard wie am Arlberg fand der Durchschlag ebenfalls früher statt, als erwartet wurde und nur beim Mont Cenis erfolgte derselbe später.

Am Gotthard betrug die Differenz 7,6 m auf 15 km Länge
Am Arlberg . . . . . 5—6 m „ 10 km „
und am Simplon, provisorisch gemessen 1—2 m „ 20 km „



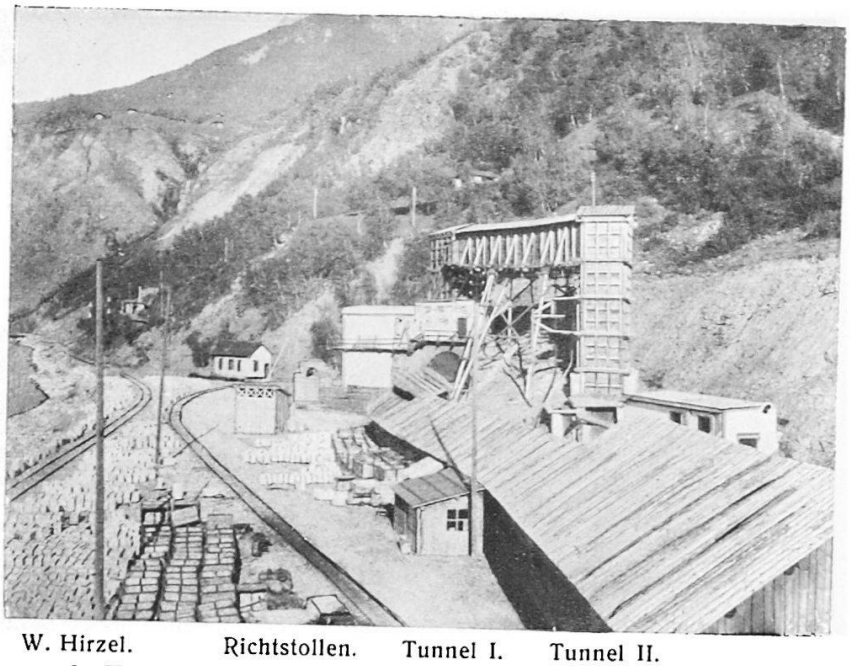
22. Skizze der Durchschlagsstelle.
(Schweiz. Bauzeitung, 1905).

Am Gotthard betrug die seitliche Übereinstimmung beim Zusammentreffen der beiden Stollen 0,3 m, die Höhendifferenz nur 0,05 m.

Nun ist die letzte Wand durchschlagen. Man ist so weit, dass man wenigstens klar vor sich sieht, was noch zu tun übrig bleibt. Es wird noch mehrere Monate dauern, bis das noch bleibende Stück von ca. 1000 m ausgeweitet und gemauert ist; dann kommt die Beschottung des Bahnkörpers, die Legung des Geleises und der elektrischen Kabel, sowie die genaue Untersuchung des Baues vor der Übernahme. Ende September soll die feierliche Eröffnung stattfinden und gegen Ende dieses Jahres wird die Simplonbahn dem regelmässigen Betriebe übergeben werden können. Von den Schwierigkeiten des Baues werden bald nur Wenige mehr sprechen. Der Reisende durchfährt die dunkle Röhre in ca. 20 Minuten, er drückt sich in die weichen Kissen des Wagenpolsters und fühlt sich wohl dabei. Wer aber Gelegenheit gehabt, das Werk während des Baues zu sehen und die übermenschlichen Anstrengungen der Unternehmer zu bewundern, dem wird zeitlebens beim Durchfahren dieser Strecke die Erinnerung an das Gesehene und Erlebte wieder vorschweben.

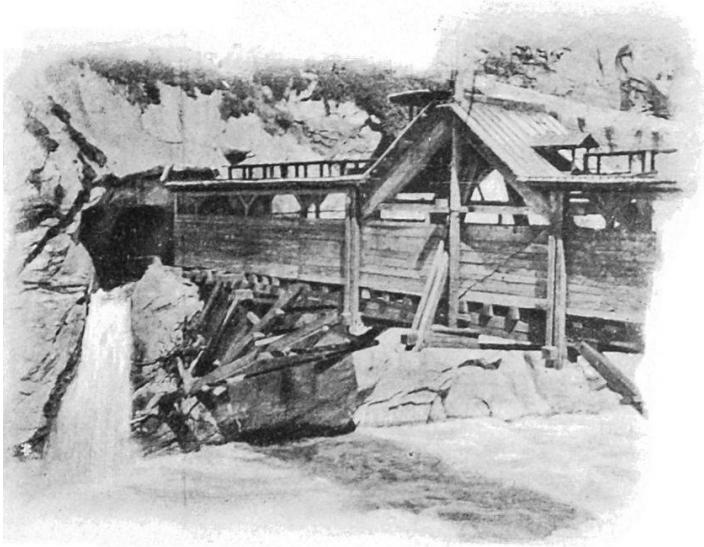
Zum Schlusse halte ich es für meine Pflicht, an dieser Stelle denjenigen, durch deren Zuvorkommenheit mir ermöglicht wurde den vorliegenden Bericht mit wohlgelungenen Bildern auszustatten, meinen aufrichtigen Dank zu bezeugen: Den Vertretern der Baugesellschaft, den Ingenieuren und dem Photographen der Südseite, welche mir gestattet haben, aus dem bei der Simplonfeier der Unternehmung im April 1905 den Gästen dargebotenen Album „Sempione“ die Clichés zur Vervielfältigung zu verwenden, sowie einigen Ingenieuren der Nordseite, welche mir photographische Aufnahmen zur Verfügung gestellt; der Redaktion der schweizerischen Bauzeitung für Überlassung mehrerer Druckclichés; der schweizerischen Landestopographie für Bewilligung des Abdruckes eines Ausschnittes aus der Generalkarte der Schweiz. Die Namen der Anfertiger der photographischen Bilder, beziehungsweise der genannten Mitarbeiter sind jeweilen den Ansichten beigedruckt.

Blatt 1.



W. Hirzel. Richtstollen. Tunnel I. Tunnel II.

4. Tunneleingänge Nordseite mit Ventilatorkanal.



Calzolari e Ferrario.

5. Südseite. Richtstolleneingang.
(Ausfluss der Tunnelwasser).

Calzolari e Ferrario.

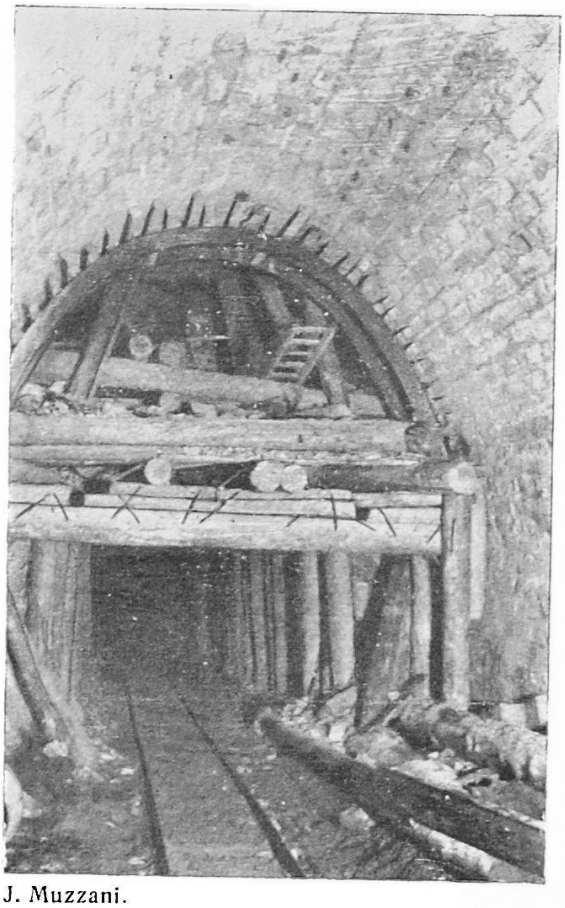
5 bis. Installationsplatz Südseite.
(Blick talaufwärts).

Calzolari e Ferrario.

6. Installationsplatz Südseite.
(Blick talabwärts).

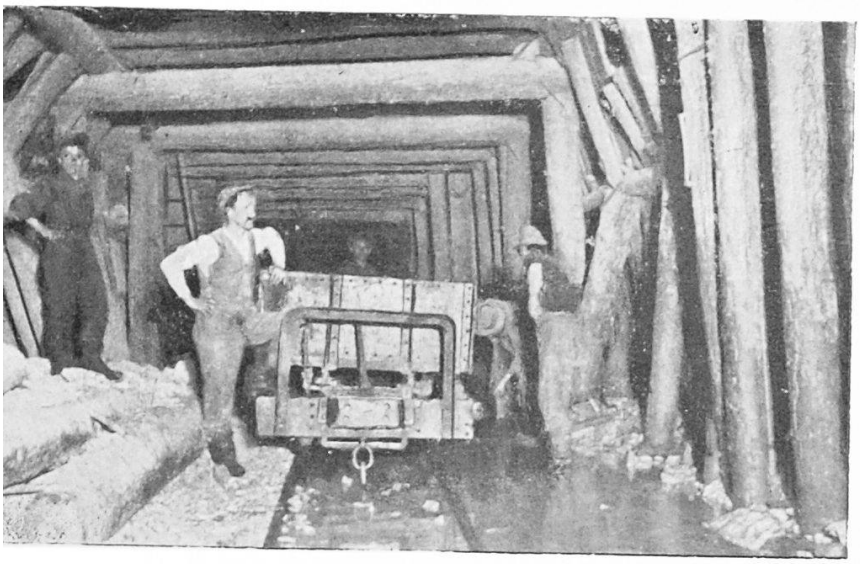
Leere Seite
Blank page
Page vide

Blatt 2.



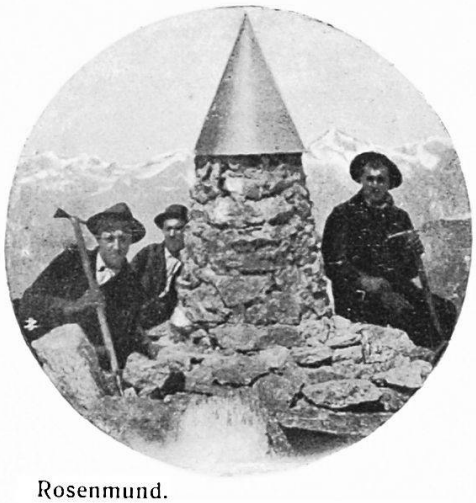
J. Muzzani.

7. Tunnel mit Einbau.



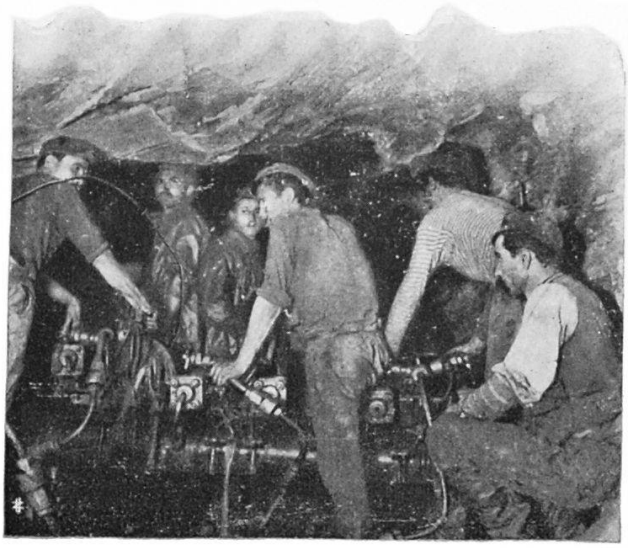
Muzzani.

8. Im Sohlenstollen.



Rosenmund.

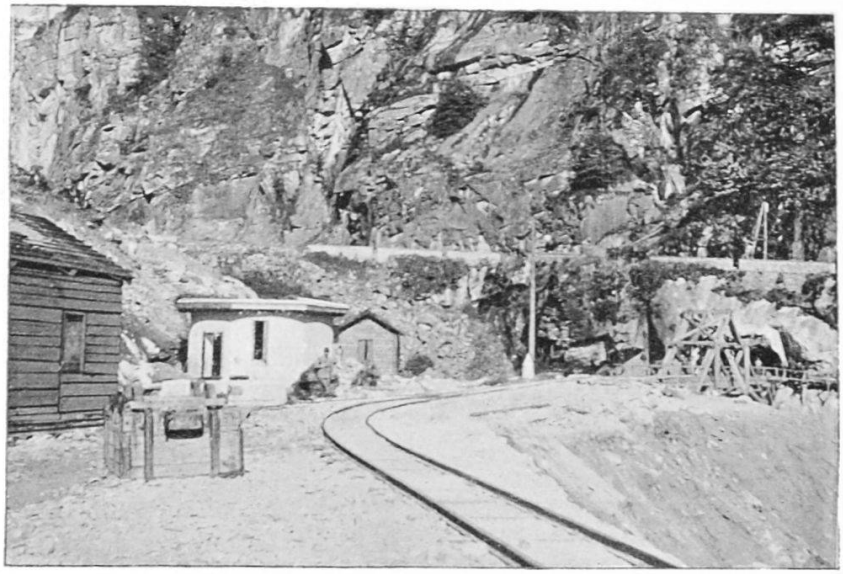
12. Signal Monte Leone.



J. Muzzani. **9. Bohrmaschine** [illegible]

Leere Seite
Blank page
Page vide

Blatt 3.

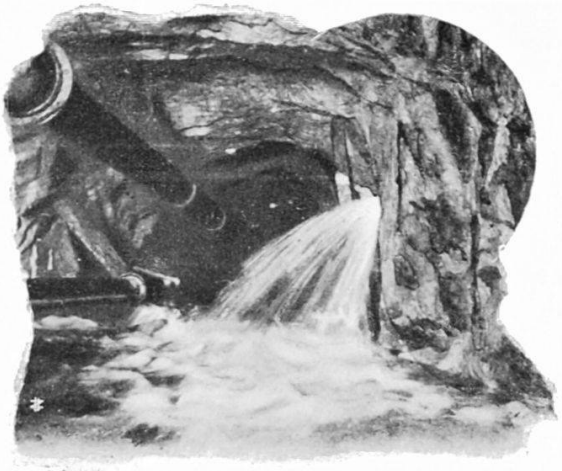


Rosenmund.

13. Südseite Observatorium, Axpunkt, Richtstolleneingang.

K. Pressel.

16. Absteckung im Tunnel.

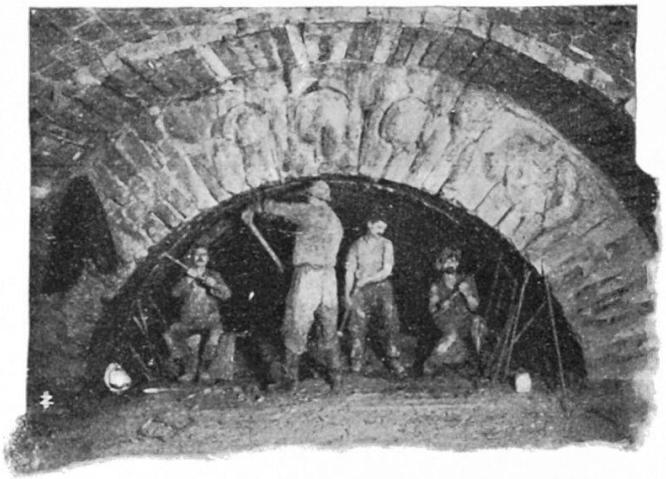


S. Gilardi.

18. Südseite. Kalte Quellen.

J. Muzzani.

19. Südseite. Demolierung der eisernen Rahmen der Druckpartie nach vollendetem Ausbau.



K. Pressel.

20. Entfernung der steinernen Lehrbogen der Druckpartie nach vollendeter Mauerung.

Leere Seite
Blank page
Page vide