

Der Simplondurchstich.

Von

Robert R. v. Reckenschuß,

o. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Vortrag, gehalten den 29. November 1905.

(Mit Vorführung von Lichtbildern.)

Mit 9 Tafeln und 8 Abbildungen im Texte.

In wenigen Monaten wird der Simplontunnel eröffnet, das Rhonetal wird durch eine Eisenbahn, welche den Gebirgsstock des Monte Leone durchbricht, mit dem Becken des Lago Maggiore verbunden, eine neue internationale Eisenbahnlinie wird in den Dienst des Weltverkehrs gestellt werden.

Bisher gab es zwei Schienenwege über die Westalpen: die Mont Cenis- und Gotthardbahn (Tafel I); die Simplonlinie durchquert die Alpen zwischen diesen beiden Bahnen und ihre Vervollendung ist für den Verkehr zwischen der Westschweiz, Nordwestfrankreich und England einerseits, Italien andererseits von größter Bedeutung. Die industriereichen Kantone der französischen Schweiz bekommen eine direkte Bahnverbindung mit Oberitalien; Mailand, Genua, Venedig erscheinen Paris und den nordfranzösischen Hafenplätzen nähergerückt, der englisch-indischen Post wird eine kürzere europäische Überlandroute geboten. Ein beträchtlicher Teil des jetzigen Verkehrs der Mont Cenis- und Gotthardbahn wird in Zukunft über die Simplonlinie gehen und große Frachtmengen, welche heute über Marseille befördert werden, dürften sich der neuen Route unter Berührung

Genuas zuwenden, es ist somit eine mächtige Verschiebung des westeuropäischen Nord-Südverkehrs bevorstehend.

Die Entfernung von Paris nach Mailand, dem Punkte, wo sich die Mont Cenis-, Gotthard- und Simplonlinie treffen, beträgt — stets die kürzesten Bahnverbindungen in das Auge gefaßt — über den Mont Cenis (via Dijon, St. Amour, Culoz, Turin) 924 *km*, über den Gotthard (Belfort, Mülhausen, Basel, Rothkreuz, Chiasso) 889 *km*, über den Simplon (Dijon, Pontarlier, Lausanne, Brig, Arona) 834 *km*, die Simplonlinie gewährt demnach einen Gewinn von 90 *km* (rund 10%) gegenüber der Mont Cenis- und 55 *km* (rund 6%) gegenüber der Gotthardlinie. Diese Zahlen beziehen sich auf die wirklichen Bahnlängen; würde man die virtuellen Längen vergleichen, das sind die Längen von Bahnen, welche — horizontal und geradlinig gedacht — dieselben Betriebskosten hätten wie die ausgeführten Strecken, so bekäme man für die neue Linie gegenüber den heute im Betriebe stehenden Eisenbahnrouuten eine noch erheblichere Wegkürzung, denn die Simplonbahn kulminiert in der Seehöhe von nur 705 *m*, während die Mont Cenisbahn 1295 *m*, die Gotthardbahn 1155 *m* über dem Meere erreicht.

In einer vielleicht nicht mehr sehr fernen Zukunft werden sich die Vorteile des Simplondurchstiches noch fühlbarer machen wie in nächster Zeit. Heute führt die französische Zufahrtstrecke über Pontarlier, überschreitet den Jura bei Hôpitaux-Jougne in einer Seehöhe von 1014 *m* und hat sehr ungünstige Steigungsverhältnisse

zu überwinden. Frankreich plant deshalb einen Umbau seiner Simplon-Zufahrtlinie; verschiedene Lösungen wurden vorgeschlagen, von denen heute vornehmlich zwei in Frage kommen. Nach dem einen Projekt (Frasne—Vallorbe oder La Joux—Vallorbe) soll der Mont d'or mittels eines zirka 6 *km* langen Tunnels unterfahren werden, nach dem anderen Entwurfe würde die neue Linie den Jura unter dem Col de la Faucille durchbrechen und eine Verbindung von Lons-le-Saunier über St. Claude, Meyrin nach Genf herstellen, von wo der Simplonverkehr über Lausanne, möglicherweise auch über Bouveret am Südufer des Genfer Sees nach Brig geleitet würde. Dieses zweitgenannte Projekt, die Durchbohrung der Faucille, ist in Bezug auf die Juraübersetzung das technisch günstigere, denn es drückt die Kulminationshöhe bis 560 *m* über dem Meere herab und hat nur 10 ‰ Maximalsteigung, während die Mont d'or-Linie noch immer eine Höhe von 900 *m* erreicht und 15 ‰ aufweist. Allerdings verlangt die Faucillebahn, durch deren Ausführung übrigens kein Gewinn an effektiver Weglänge für die Strecke Paris—Mailand erzielt würde,¹⁾ 35 *km* Tunnels, darunter zwei Haupttunnels von 11·5 und 15 *km* Länge, und ihre Kosten werden auf 120—130 Millionen Francs

¹⁾ Paris — Mailand unter Benützung der Simplonbahn:

via Pontarlier (bestehende Linie)	. . .	834 <i>km</i>
„ Mont d'or (Projekt)		816 „
„ Faucille (Projekt) — Lausanne	. . .	857 „
„ „ „ — Bouveret	. . .	851 „

geschätzt; die Erbauung der Mont d'or-Linie würde 20—25 Millionen Francs erfordern.¹⁾

Der Gedanke, eine Eisenbahn vom Genfer See durch das Rhônetal nach Italien zu erbauen, wurde zum ersten Male im Jahre 1852 ausgesprochen und es bildete sich damals eine französische Gesellschaft, welche in den Jahren 1853 und 1854 vom Schweizer Kanton Wallis die Konzession für eine Eisenbahn — „Ligne d'Italie“ genannt — von Bouveret am Genfer See über Martigny bis zur Landesgrenze am Simplon und im Jahre 1856 eine Konzession für die Fortsetzung der Bahn auf sardinischem Gebiete über Domodossola nach Arona am Lago Maggiore erhielt. Diese Eisenbahn sollte — in großen Zügen — denselben Weg nehmen wie die jetzt der Vollendung nahe Simplonlinie. Finanzielle Schwierigkeiten hinderten jedoch die Unternehmer, ihr Programm durchzuführen, und im Jahre 1865 erfolgte der Zusammenbruch der Gesellschaft, welche so Großes geplant hatte und nur imstande war, einen kleinen Teil der projektierten Linie,

¹⁾ In der Schweiz werden mehrere Projekte für eine andere neue Zufahrtlinie zum Simplon viel besprochen; es ist dies die geplante Eisenbahnverbindung von Frutigen im Kandertale oder von Bern nach Brig mit Durchbohrung der Berner Alpen unter dem Lötschberg oder Wildstrubel. Die Länge des hier auszuführenden Haupttunnels mißt 21, beziehungsweise 13·5 km, die Kosten der — zunächst eingleisig gedachten — neu zu erbauenden Bahnstrecken (einschließlich des Alpendurchstiches) würden etwa 86 bis 93 Millionen Francs betragen.

die Bahnstrecke von Bouveret bis Sitten (1859/60) fertigzustellen. Das Interesse für eine Überschienung der Alpen im Simplongebiete war aber geweckt worden und während der folgenden drei Jahrzehnte bemühten sich die Kantone der Westschweiz, wie die wechselvolle Geschichte der Simplonbahn lehrt, unablässig, die Idee zur Ausführung zu bringen. Insbesondere zur Zeit, als die Schweiz, gedrängt durch die Erbauung der Mont Cenis- und Brennerbahn, die Notwendigkeit einer Bahnverbindung mit Italien erkannte, und als die Frage zu lösen war, ob die Durchbohrung des Lukmanier-, Gotthard- oder Simplonmassivs den Vorzug verdiente, kam es zwischen den Verfechtern der Simplonlinie und deren Gegnern zu heißen Kämpfen, welche sich wiederholten, als Ende der Siebzigerjahre in Frankreich die Durchtunnelung des Mont Blanc — eine Bahnverbindung zwischen den Tälern der Arve in Savoyen und der Dora Baltea in Piemont, welche einen zirka 19 km langen Tunnel zwischen Chamonix und Pré-St. Didier verlangt hätte — vorgeschlagen wurde.¹⁾

Erst im letzten Dezennium des vorigen Jahrhunderts gelang es den Simploninteressenten, ihr Ziel zu erreichen, und die Ausführung des nach dem nahegelegenen Gebirgspasse benannten Alpendurchstiches wurde in den Jahren 1893—1898 durch einen mit der „Baugesellschaft für den Simplontunnel“ abgeschlossenen Bauver-

¹⁾ Percement du Simplon. Mémoire technique, publié par le Comité du Simplon. Lausanne, B. Benda, 1882.

trag, durch die Konzessionserteilung seitens der Behörden und durch einen Staatsvertrag zwischen Italien und der Schweiz sichergestellt.

Die Tatsache, daß man trotz mancher Enttäuschungen immer wieder auf das Simplonprojekt zurückkam, erscheint erklärlich, wenn man bedenkt, daß keine andere Stelle der Zentralalpen für eine Durchbrechung des Gebirgswalles so günstig ist wie das Simplongebiet; zwei Täler — im Norden das Tal der Rhône, im Süden jenes der Diveria, eines Nebenflusses des Toce — deren Sohlen an den in Betracht kommenden Stellen (bei Brig und Iselle) die geringe Seehöhe von 600—700 *m*. haben, schneiden tief in die Alpenkette ein und es ist hier möglich, ohne mächtige Zufahrtrampen, wie sie z. B. die Mont Cenisbahn, Gotthardbahn, Arlbergbahn u. v. a. aufweisen, mittels eines zirka 20 *km* langen Tunnels einen Alpendurchstich herzustellen. 20 *km* ist allerdings eine gewaltige Tunnellänge, allein an anderer Stelle der Alpen würde eine Durchbohrung in der Seehöhe von rund 700 *m* einen Tunnel von doppelter und dreifacher Länge verlangen. Wollte man die bis zur Erbauung des Simplondurchstiches unerreichte Tunnellänge von 20 *km* — gleich der Entfernung vom Stephansplatze in Wien bis Gumpoldskirchen — vermeiden, so konnte man mittels Rampen ansteigen und einen in mittlerer Höhe oder einen sehr hoch liegenden Scheiteltunnel ausführen — immer waren aber die Terrainverhältnisse relativ günstig. Alle möglichen Lösungen wurden studiert und die vielen in der Zeit vom Jahre 1857 bis zum Jahre 1893 vorge-

geschlagenen Projekte lassen sich in drei Gruppen teilen:

1. Projekte mit tiefliegendem „Basistunnel“, dessen Länge zwischen 16 und 20 *km* schwankt: Vauthier (1860), Lommel (1864), Stockalper (1869), Clo-Favre (1875), Simplonbahngesellschaft (1878, 1882, 1886, 1891).

2. Projekte mit Tunnel in halber Höhe; Tunnellänge 8—12 *km*: Clo-Venetz (1857), Jaquemin (1860—1862), de Bange (1886), Masson (1892).

3. Projekte mit hochliegendem Scheiteltunnel von 3—4.5 *km* Länge: Flachet (1860), Thouvenot (1863), Lehaitre-Mondésir (1863).

Auch Projekte mit offener Überschienung des 2009 *m* hohen Simplonpasses wurden aufgestellt, dieselben kamen aber mit Rücksicht auf die in so großer Seehöhe herrschenden ungünstigen klimatischen Verhältnisse nie ernstlich in Frage.

In richtiger Erkenntnis des Umstandes, daß die neue Linie eine Überlegenheit gegenüber ihren Konkurrenzbahnen, der Mont Cenis- und Gotthardbahn, nur dann bekommen könne, wenn bei ihr die langen, steilen Zufahrtrampen, welche den Betrieb außerordentlich erschweren und verteuern, nach Möglichkeit in Wegfall kommen, wurde — nach dem zur Ausführung gelangten Projekte vom Jahre 1893, welches in Bezug auf die Lage der Tunnelachse mit dem Projekte der Simplonbahn vom Jahre 1882 übereinstimmt — die Herstellung eines Basistunnels beschlossen. Der Simplontunnel beginnt in Brig

in einer Seehöhe von $685\cdot789\text{ m}$, steigt auf eine Länge von $9594\cdot67\text{ m}$ mit 2‰ ($1:500$) an, erreicht in der Meereshöhe von $704\cdot978\text{ m}$ seinen höchsten Punkt und fällt — auf $10.208\cdot13\text{ m}$ — mit 7‰ ($1:143$) gegen das Südportal bei Iselle, welches die Höhe von $633\cdot522\text{ m}$ aufweist.

Die Zeichnung auf Tafel II zeigt die Kulminationshöhen der europäischen Alpenbahnen und läßt erkennen, daß der Simplontunnel eine um 450 m geringere Seehöhe hat wie der Gotthard- und 590 m tiefer liegt wie der Mont Cenis-Tunnel.

Als der Bau des Simplondurchstiches beschlossen war, handelte es sich um die Herstellung des Haupttunnels und der südlichen Rampe, welche das Tunnelmundloch bei Iselle mit dem bisherigen Endpunkte der Eisenbahn in Domodossola verbindet; die Strecke bis Brig bestand schon seit dem Jahre 1878, der Anschluß Domodossola—Novara—Mailand seit 1888.¹⁾

Nachdem die Höhendifferenz zwischen Iselle, dessen Bahnhof in die Seehöhe von $628\cdot71\text{ m}$ gelegt wurde, und Domodossola ($270\cdot90\text{ m}$) rund 358 m beträgt, der Talweg aber nur 16 km mißt, erhielt die italienische Zufahrtstrecke, deren größte Steigung 25‰ ($1:40$) beträgt, eine künstliche Entwicklung in Form eines 2965 m

¹⁾ Am 15. Jänner 1905 wurde eine neue Eisenbahnlinie: Domodossola—Arona eröffnet, durch deren Erbauung der Weg nach Mailand — gegenüber der alten Verbindung über Novara — um 16 km gekürzt erscheint.

langen Spiraltunnels. Diese Bahnstrecke ist hochinteressant; sie wurde im Jahre 1902 in Angriff genommen, war im Sommer 1905 bereits vollständig fertiggestellt, wird aber erst gleichzeitig mit dem Haupttunnel dem Verkehre übergeben werden (Fig. 1).

Nach dem Staatsvertrage vom 25. November 1895 verpflichtete sich Italien zur Ausführung der Strecke Iselle—Domodossola, während die Jura-Simplon-Bahn (eine schweizerische Privatbahn) die Konzession für den Bau des Haupttunnels, welcher etwa zur Hälfte auf italienischem Gebiete liegt, erhielt; der Betrieb der ganzen Strecke Brig—Domodossola wurde mit Rücksicht auf den Umstand, daß Iselle zur Anlage eines großen internationalen Anschlußbahnhofes ungeeignet erscheint, der Jura-Simplon-Bahn übertragen; die Konzession läuft 99 Jahre, gerechnet vom Tage der Betriebseröffnung. Als die Jura-Simplon-Bahn am 1. Jänner 1904 durch Rückkauf in das Eigentum der Eidgenossenschaft überging, übernahmen die Schweizerischen Bundesbahnen die Fertigstellung des Simplontunnels wie auch den späteren Betrieb der Linie bis Domodossola.

Ausgeführt wurde der Tunnelbau von der im Jahre 1893 gegründeten „Baugesellschaft für den Simplontunnel, Brandt, Brandau & Co.“, welcher nebst den auf dem Gebiete des Tunnel- und Minenbaues rühmlichst bekannten Ingenieuren Alfred Brandt und Karl Brandau noch Nationalrat Eduard Sulzer-Ziegler, einer der Teilhaber der großen Maschinenfabrik Gebrüder Sulzer in Winterthur, ferner Oberst Eduard Locher aus Zürich,

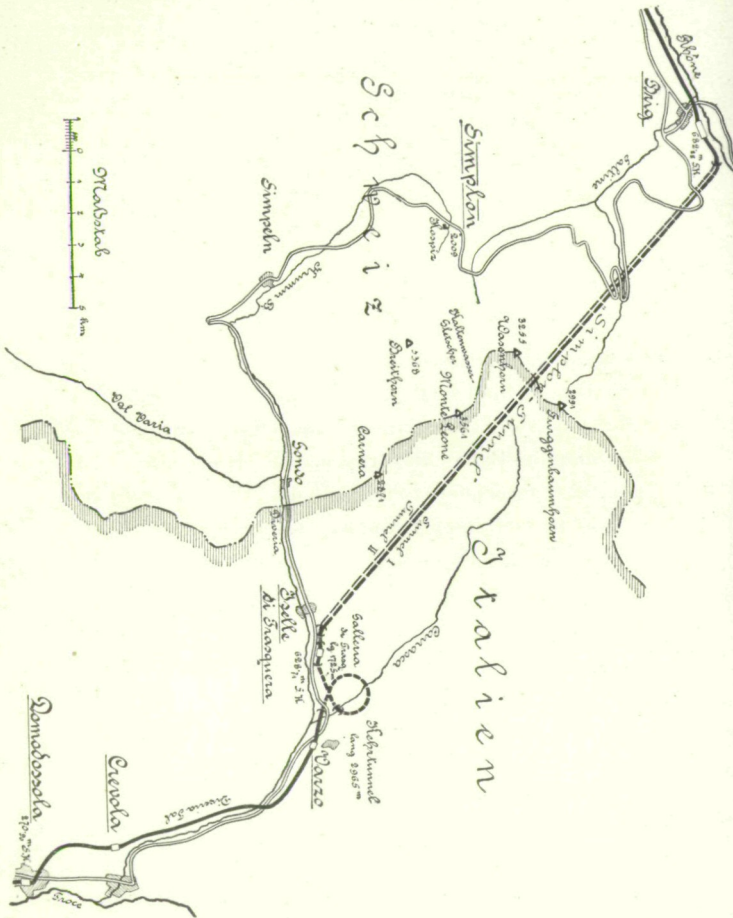


Fig. 1.

der Erbauer der Pilatusbahn, und die Bank von Winterthur angehörten. Brandt, dessen hydraulische Bohrmaschinen sich beim Simplondurchstiche glänzend bewährten, starb leider schon am 29. November 1899 im Alter von 54 Jahren; gleich Louis Favre, dem Erbauer des Gotthardtunnels, sollte er die Vollendung des großen Werkes nicht erleben.

Die Baugesellschaft schloß im September 1893 mit der Direktion der Jura-Simplon-Bahn einen auf Grund eines ausführlichen Arbeitsprogrammes verfaßten Vertrag ab, in welchem sie sich verbindlich machte, falls die in Betracht kommenden Behörden ihre Zustimmung zu dem vorgelegten Projekte erteilten, den Simplontunnel gegen Bezahlung einer Pauschalsumme binnen $5\frac{3}{4}$ Jahren herzustellen. Ehe der schweizerische Bundesrat die Vorlage genehmigte, wurde eine internationale Expertise einberufen, welche entscheiden sollte, ob der Bau und Betrieb des Simplontunnels nach dem von der Baugesellschaft ausgearbeiteten Projekte durchführbar wäre. Als Sachverständige wurden die Ingenieure: Karl Johann Wagner, einst Bauleiter an der Westseite des Arlbergtunnels, heute Regierungsrat und Staatsbahndirektorstellvertreter in Wien, Giuseppe Colombo, Professor in Mailand, und Francis Fox aus London, der Erbauer des Merseytunnels, gewählt.

Das Gutachten dieser Herren, welches im Juli 1894 dem Bundesrate unterbreitet wurde, lautete sehr günstig und die Schweizer Behörde genehmigte die Ausführung des Projektes. Nun konnten die Verhandlungen mit Ita-

lien in Angriff genommen werden; es gelang die finanzielle Sicherstellung des Baues und nach Unterzeichnung der notwendigen Verträge und Übereinkünfte¹⁾ wurde am 13. August 1898 der Vertrag zwischen der Baugesellschaft für den Simplontunnel und der Jura-Simplon-Bahn vom Jahre 1893 als zu Recht bestehend erklärt; gleichzeitig begannen die Ausführungsarbeiten.

Die Methode, nach welcher der Simplontunnel gebaut wurde, ist ganz neu und, wenn auch vielleicht der Plan für eine derartige Disposition der Arbeiten schon früher in allgemeinen Zügen entworfen wurde (es entspann sich seinerzeit in Fachblättern ein Streit über die Priorität der Idee), so gebührt doch unstreitig der Simplonbauunternehmung das große Verdienst, den Gedanken zuerst in glänzender Weise verwirklicht zu haben.

Tunnels von bedeutender Länge wurden bisher stets zweigeleisig ausgeführt, selbst dann, wenn die Zufahrtlinien nur ein Geleise besaßen; der Simplontunnel wurde trotz seiner kolossalen Länge eingeleisig gebaut; um Zugskreuzungen zu ermöglichen, befindet sich in der Mitte des Tunnels eine Ausweichstelle. Erst wenn es die Zunahme des Verkehrs verlangt, wird ein in der Entfernung von 17 m in gleicher Höhe angeordneter, ebenfalls eingeleisiger Paralleltunnel hergestellt, von welchem zunächst nur ein Teil des Profiles, nämlich nur der Sohlstollen, ausgebrochen wurde (Fig. 2).

¹⁾ Recueil des pièces officielles relatives au percement du Simplon. Imprimerie Roesch & Schatzmann. Berne 1902.

Warum wählte man eine so eigenartige Anordnung und welches sind deren Vorteile? Bekanntlich beginnt der Bau eines Tunnels mit dem Vortreiben eines etwa 2 m hohen und 3 m breiten Stollens, welcher entweder in die Sohle („Sohlstollen“) oder in die Firste („Firststollen“) des Profiles gelegt wird; dieser Richtstollen, welcher dem

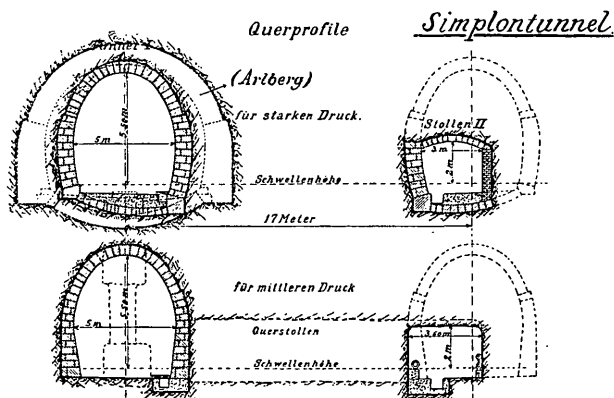


Fig. 2.

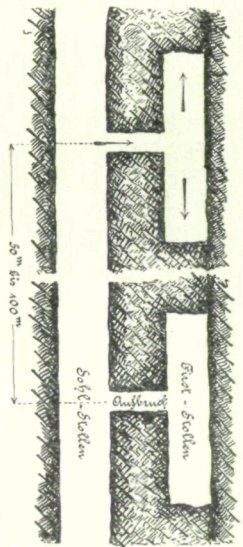
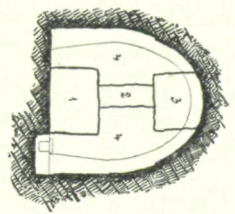
Vollausbrüche weit vorausseilt, hat mancherlei Zwecke: er dient zur Richtungsbestimmung, zur Abwässerung des Gebirges, zur Anlage von Fördergeleisen. Der größte Vorteil, welchen man durch die Anlage des Stollens erreicht, liegt jedoch in der Möglichkeit, durch „Aufbrüche“ (wenn ein Sohlstollen vorliegt) oder durch „Absenken“ (bei einem Firststollen) beliebig viele Angriffspunkte für

den weiteren Ausbau des Profiles zu gewinnen; die Dauer eines Tunnelbaues hängt in der Regel nur von dem Fortschritte der beidseitig vorgetriebenen Stollen ab — ein Jahr nach deren Zusammentreffen kann der Tunnel fertiggestellt sein.

Im Stollen wickelt sich natürlich der ganze Verkehr nach und aus dem Innern des Berges ab; hier muß eine Rollbahn für Material- und Arbeitertransporte gelegt, es muß ein Kanal für die Abfuhr der Bergwässer geschaffen werden, es müssen die Rohrleitungen für das an den Arbeitsstellen benötigte Wasser Platz finden, es muß endlich durch den Stollen die zum Leben der Arbeiter und zur Kühlung nötige Luft eingeblasen werden. Die Herstellung einer genügenden künstlichen Ventilation und Kühlung waren beim Simplontunnel Aufgaben, an deren glücklicher Lösung das Gelingen des Riesenwerkes hing, denn man mußte mit ungewöhnlich hohen Gesteinstemperaturen rechnen. Nach den Erfahrungen beim Baue des Gotthard- und Arlbergtunnels, wo man $1\frac{1}{2}$ — $2\ m^3$, beziehungsweise $6\ m^3$ Luft pro Sekunde zur Verfügung hatte, wollte die Simplonbauunternehmung ihre Ventilationsanlagen für ein Luftquantum von $50\ m^3$ pro Sekunde einrichten. Um diese Menge mit passender Geschwindigkeit einblasen zu können, hätte es Röhren bedurft, welche das Stollenprofil fast ausgefüllt und jeden Verkehr unmöglich gemacht hätten — besaß doch schon auf der Westseite des Arlberges das Ventilationsrohr, welches für ein Luftquantum von $6\ m^3$ in der Sekunde dimensioniert war, einen Durchmesser von $0.5\ m$.

Die am Simplon gewählte Anordnung löste nun die Frage der Luftzuführung in vollkommener und einfacher Weise. Es wurden, wie erwähnt, gleichzeitig zwei Parallelstollen vorgetrieben; der Stollen I diente als Sohlstollen für den in der ersten Bauperiode fertigzustellenden eingleisigen Tunnel, der Stollen II, welcher alle 200 m mit dem Stollen I durch Querschläge, sogenannte „Traversen“, verbunden wurde, war das Ventilationsrohr. Die Luft wurde von den Ventilatoren durch den Stollen II eingeblasen, passierte den letzten Querschlag und zog durch Stollen I, beziehungsweise durch den bereits vollendeten Teil des Tunnels I aus, alle schlechte Luft mitnehmend; nur die Strecke vom letzten Querschlage bis zum Stollenende wurde — unter Zuhilfenahme von Strahlgebläsen — nach alter Art ventiliert. Sobald der Bau um 200 m weiter vorgerückt war, stellte man eine neue Verbindung zwischen den Stollen her, während die vorhergehende Traverse abgemauert wurde; an einzelnen Stellen wurde eine Kommunikation zwischen den beiden Stollen dadurch ermöglicht, daß man die Querschläge nicht vermauerte, sondern durch Holztüren abschloß (Fig. 3).

Selbstverständlich bot der Parallelstollen auch die Möglichkeit, die Tunnelwässer abzuführen, Rohrleitungen für Preß- und Kühlwasser anzuordnen und Arbeitsgeleise zu legen, kurz, er entlastete den Tunnel I, in welchem die Arbeiten des Vollausbruches und der Mauerung vor sich gingen (Tafel III). Auch in ökonomischer Beziehung ist die am Simplon gewählte Anordnung vorteilhaft, denn



Simplon - Tunnel.

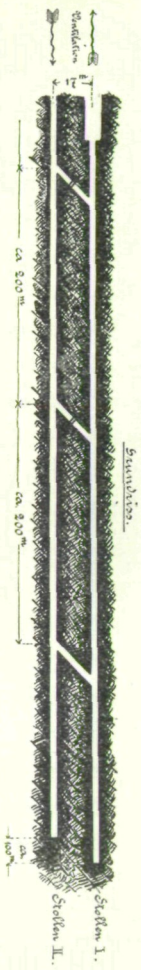


Fig. 3.

sie gestattet eine Verringerung des zunächst benötigten Baukapitales; erst wenn der eingeleisige Tunnel den Anforderungen des Betriebes nicht mehr genügt, wird der Paralleltunnel ausgeführt.

Das Vortreiben der beiden Parallelstollen — sowohl auf der Nordseite, wie auf der Südseite — geschah mit Hilfe der vom Ingenieur Alfred Brandt konstruierten Bohrmaschinen, welche schon beim Baue des Sonnsteintunnels der Salzkammergutbahn (1877), beim Baue des Pfaffensprungtunnels der Gotthardbahn, auf der Westseite des Arlberges und an vielen anderen Baustellen Verwendung fanden und heute auch beim Tauerntunnel benützt werden. Diese Maschinen arbeiten mit gepreßtem Wasser, dessen Druck je nach der zu durchfahrenden Gesteinsart 40—80 Atmosphären beträgt; die Bohrer sind aus Stahlröhren von 70—85 *mm* äußerem Durchmesser mit 20 *mm* Wandstärke hergestellt und besitzen an der Krone drei Zähne. Die Maschine preßt den Bohrer mit einem Drucke von 10.000—12.000 *kg* gegen das Gestein und dreht ihn gleichzeitig, etwa sechs- bis achtmal in der Minute, also ziemlich langsam; in dem Maße, als das Bohrloch tiefer wird, muß natürlich das Bohrgestänge verlängert werden.

Im Simplontunnel standen auf der Nordseite gleichzeitig drei, auf der Südseite vier Bohrmaschinen in Verwendung; sie waren an einem Hohlzylinder befestigt, in dessen Innerm sich ein durch Preßwasser bewegter Kolben befand, welcher eine Verspannung gegen die

Stollenwände ermöglichte, so daß der notwendige Widerstandspunkt geschaffen war; diese „Spannsäule“ hatte Drücke von 30.000—40.000 *kg* aufzunehmen. Da die Maschinen nach der Bohrung von der Arbeitsstelle etwa 100—150 *m* weit entfernt und nach beendigtem Schießen und Hinwegräumen des niedergestreckten Materiales wieder zur Stollenbrust gebracht werden mußten, waren sie samt der Spannsäule auf einem Bohrgestelle montiert, welches, wagenartig gebaut, auf einem Arbeitsgeleise lief (Tafel IV).

Die Tiefe der Bohrlöcher betrug in der Regel 1·20 bis 1·50 *m*; als Sprengmittel wurde Sprenggelatine (92% Nitroglyzerin, 8% Kollodiumwolle) angewendet; Versuche, statt des Dynamits flüssige Luft zu verwenden, wurden unter Leitung Professor Linde's aus München angestellt, ergaben aber kein günstiges Resultat.

Bekanntlich wird flüssige Luft für Sprengzwecke in der Weise in Anwendung gebracht, daß man dieselbe mit brennbaren Körpern — im Simplontunnel wurde Kohlenpulver und Paraffin genommen — mischt und das Gemenge (Oxyliquit genannt) durch eine Zündkapsel zur Explosion bringt. Die Wirkung dieses Sprengmittels übertrifft jene des Dynamits. Da sich aber, falls der Körper nicht sofort nach seiner Herstellung verwendet wird, eine fortwährende Veränderung in der Zusammensetzung des Sprengmittels vollzieht — der Stickstoff verdampft rascher als der Sauerstoff —, nimmt die Wirksamkeit des Explosivstoffes nach kurzer Zeit ab, und es entstehen bei der Verbrennung leicht gesundheitsschädliche Gase. So will-

kommen es der Bauunternehmung gewesen wäre, die auf billige Weise — durch Wasserkraft — herzustellende flüssige Luft an Stelle des kostspieligen Dynamits zu setzen, sah man sich doch veranlaßt, hierauf zu verzichten.

Die beim Stollenvortriebe erzielten Resultate waren äußerst günstig; die größte Leistung an einer Arbeitsstelle war ein Fortschritt von 63 *m* pro Woche (Südseite Juni 1902), der mittlere Fortschritt pro Bohrtag betrug auf der Nordseite 5·79 *m*, auf der Südseite 4·95 *m*. Bei der Disposition der Arbeiten waren durchschnittlich 5½ *m* Fortschritt pro Angriffstelle in Rechnung gestellt worden, und man erkennt aus obigen Zahlen, daß diese Annahme nahezu erreicht wurde; allerdings mußte der Stollenvortrieb aus verschiedenen Gründen wiederholt unterbrochen werden, und die hieraus sich ergebenden Zeitverluste, welche in obiger Durchschnittsrechnung keine Berücksichtigung fanden, waren Ursache, daß der ursprünglich angenommene Vollendungstermin nicht eingehalten werden konnte. Das folgende Diagramm gibt ein Bild von dem Fortschritte der Stollen (Fig. 4).

Nach dem ersten Vertrage zwischen der Baugesellschaft und der Jura-Simplon-Bahn sollte die Maschinenbohrung an beiden Tunnelenden 3 Monate nach dem Beginne der Bauarbeiten ihren Anfang nehmen und 5½ Jahre später war der Tunnel betriebsfertig zu übergeben. Die offizielle Inangriffnahme der Arbeiten erfolgte am 13. August 1898, folglich galt als Tag der Vollendung der 13. Mai 1904; für jeden Tag der früheren oder



späteren Fertigstellung war eine Prämie, beziehungsweise ein Pönale von Frs. 5000 vereinbart. Die unvorhergesehenen und unvorhersehbaren Bauschwierigkeiten, welche während der Arbeiten auftraten, ließen es billig und gerecht erscheinen, während des Baues eine Änderung des Vertrages durchzuführen, und es wurde in dem am 9. Oktober 1903 vom Bundesrate genehmigten Zusatzvertrage nebst einer Erhöhung der Bausumme eine Verlängerung der Bauzeit bis 30. April 1905 zugestanden unter gleichzeitiger Ermäßigung der von der Bauunternehmung im Falle einer Terminüberschreitung zu zahlenden Summe von Frs. 5000 auf Frs. 2000 pro Tag.¹⁾

¹⁾ Die Baugesellschaft erhält nach dem heute bestehenden Vertrage für die Herstellung des Tunnels I und des Parallelstollens — einschließlich der Installationen an den Tunnelenden, Wasserkraftanlagen (Nordseite 2230 HP, Südseite 1950 HP), Maschinen, Gebäude etc. und der ungefähr in der Mitte des Tunnels gelegenen Ausweichstelle von 500 m Nutzlänge — 58·3 Millionen Francs und ist durch zwei Jahre, gerechnet vom Tage der Betriebseröffnung, verpflichtet, falls es die Verwaltung der Schweizerischen Bundesbahnen verlangt, den Parallelstollen gegen Bezahlung von 19·5 Millionen Francs zu einem betriebsfähigen Tunnel von gleichem Profile, wie es der Tunnel I aufweist (5 m Breite, 5·50 m lichte Höhe über Schwellenoberkante), auszuweiten. Rechnet man zu diesen von der Bauunternehmung zu fordernden Summen noch die Kosten der Geleise und der elektrischen Einrichtungen, welche in obigen Preisen nicht enthalten sind, ferner die Verwaltungskosten und die hohen, während der Bauzeit aufgelaufenen Interkalarzinsen, so ergibt sich für den fertigen eingeleisigen

Auch dieser Termin konnte nicht eingehalten werden; voraussichtlich wird aber von einer Bezahlung der Konventionalstrafe keine Rede sein. Die Durchbohrung des Simplonmassivs war ein so gigantisches Werk und bot so ungeheure Schwierigkeiten, daß man sich freuen muß, wenn überhaupt Männer zu finden waren, welche den Mut und die Energie besaßen, die Arbeit in Angriff zu nehmen und trotz aller Hindernisse erfolgreich durchzuführen. Bedenkt man, daß die Durchbohrung des Mont Cenis mittels eines 12.849 *m* langen Tunnels 14 Jahre (1857—1871), der Bau des Gotthardtunnels (14.984 *m* lang) 9 Jahre (1872—1881) dauerte, so erscheint die beim Simplontunnel (19.803 *m* lang) tatsächlich benötigte Bauzeit von 7½ Jahren noch immer überraschend kurz.

Die großen Schwierigkeiten, welche am Simplon zu überwinden waren, hatten ihre Ursache hauptsächlich in der geologischen Beschaffenheit des Gebirges und in den damit in engem Zusammenhange stehenden Wärme- und Wasserzuflußverhältnissen.

Über die Geologie des Simplonmassivs wurde die erste Arbeit schon im Jahre 1846 von B. Studer veröffentlicht; als bald darauf das Projekt eines Simplondurchstiches in Betracht kam, studierte H. Gerlach das Gebiet, später haben sich die Geologen E. Renevier, A. Heim, Ch. Lory, T. Taramelli, H. Schardt und

Simplontunnel mit Parallelstollen eine Bausumme von rund 68·5 Millionen Francs; der vollständig ausgebaute Doppeltunnel dürfte auf etwa 90 Millionen Francs zu stehen kommen.

andere Forscher eingehend mit der Frage beschäftigt und es wurde eine große Anzahl von geologischen Profilen entworfen.¹⁾

Jenes Profil, welches als Belegstück dem Projekte vom Jahre 1893 und dem Konzessionsgesuche beigegeben war und welches der Bauunternehmung bei Abschluß des Vertrages als Grundlage gedient hatte — gewöhnlich das „offizielle“ geologische Längenprofil genannt —, wurde nach einem von Prof. Dr. Schardt im Jahre 1890 ausgearbeiteten geologischen Profile, dessen Darstellung sich auf Tafel V (Fig. 1) befindet, gezeichnet.

Nach dem „offiziellen“ Profile sollte der Tunnel von Norden (Brig) nach Süden (Iselle) folgende Gesteinsarten durchfahren:²⁾

Glanzschiefer und Gipsbänke auf eine Länge	
von	3.700 m
Kristalline Schiefer, Gneis, Glimmerschiefer	
mit Kalk und Dolomit	9.700 „
Kalkglimmerschiefer und Antigoriogneis	6.330 „
	19.730 m.

¹⁾ Man vergleiche:

H. Schardt. Note sur le profil géologique et la tectonique du massif du Simplon. Lausanne, Impr. Corbaz & Co., 1903.

— Die wissenschaftlichen Ergebnisse des Simplondurchstiches. Vortrag, gehalten in der Schweiz. naturforschenden Gesellsch. in Winterthur. Buchdruckerei Kaufmanns Wwe., Winterthur 1904.

²⁾ Tunnel du Simplon, Projet de 1893. Berne, Impr. C. J. Wyss, 1894.

Der Kern des Massivs sollte hauptsächlich aus Monte Leone-Gneis bestehen und es wäre zu erwarten gewesen, daß die Schichten vorwiegend steil einfallen.

In Wirklichkeit traf man, wie das auf Tafel V (Fig. 2) abgebildete Profil, welches Prof. Dr. Schardt in den Jahren 1902—1903 zeichnete, erkennen läßt, wesentlich andere Verhältnisse; die Aufeinanderfolge der Gesteine stimmte wohl im allgemeinen mit der Voraussage überein, allein ihre Ausdehnung und die Schichtungsverhältnisse waren andere, als nach dem „offiziellen“ Profile zu erwarten war, auch trat häufig ein Wechsel der Gesteinsarten auf.¹⁾

Nach den während des Tunnelbaues durch die geologische Simplonkommission — bestehend aus den Professoren Dr. Renevier (Lausanne), Dr. Heim (Zürich)

¹⁾ Prof. Dr. Schardt gibt in seiner Publikation: Les résultats scientifiques du percement du tunnel du Simplon (Lausanne 1905, Libr. F. Rouge & Co.) folgende Zusammenstellung über die Gesamtlängen, auf welche die verschiedenen Gesteinsarten zu durchbohren waren:

	Voraussage	Wirklichkeit
Glanzschiefer, Kalkschiefer, Kalkglimmerschiefer	5.900 m	5.175 m
Kristalliner Kalk, Marmor, Dolomit, Gips, Anhydrit	1.350 „	1.400 „
Glimmerschiefer, kristalline Schiefer, Gneisschiefer, Amphibolschiefer	5.200 „	6.930 „
Monte Leone-Gneis	3.450 „	1.900 „
Antigoriogneis	3.830 „	4.325 „
	<u>19.730 m</u>	<u>19.730 m</u>

und Dr. Schardt (Veytaux) — vorgenommenen Beobachtungen, welche zur Konstruktion des auf Tafel V (Fig. 2) wiedergegebenen Profiles führten, ist die Tektonik des Massivs außerordentlich kompliziert, so kompliziert, daß, wie Prof. Schardt sagt, derartige Verwicklungen vor 10 Jahren, also vor dem Baue des Simplontunnels, „kaum vermutet, geschweige denn graphisch dargestellt werden konnten“. Während man angenommen hatte, daß der Antigoriogneis (auf der Südseite) ein Gewölbe bildet, zeigte der Aufschluß, daß der Südabsturz des Monte Leone eine liegende Falte darstellt, deren Rand aus Kalkschiefern gebildet wird. Auch der Kern des Massivs, die Zone des Monte Leone-Gneises, gehört nach heutiger Auffassung einer von Süden nach Norden überschobenen Falte an, deren Wurzel im Diveriatale liegt. Läßt man diese Annahme gelten, so erscheint es erklärlich, daß die unter dem Antigoriogneise gefundenen Schiefer mit den Glanzschiefern des Rhônetales verwandt sind.¹⁾

Durch den Bau des Simplontunnels wurden der Geologie unschätzbare Erkenntnisse vermittelt; der heftige Kampf zwischen der Bauunternehmung und den Geologen, welcher infolge des Nichtzusammentreffens von Voraussage und Wirklichkeit entbrannte, wird vorübergehen, die Wissenschaft wird aber aus den Ergebnissen dieses großartigen Tunnelbaues reichen Nutzen ziehen und das Erkannte bei neuen Aufgaben verwerten.

¹⁾ H. Schardt, Die wissenschaftlichen Ergebnisse des Simplondurchstiches. Winterthur 1904.

Das häufige Auftreten flacher, nahezu horizontaler Schichtung, welche für die Sprengwirkung der Schüsse sehr ungünstig war, verursachte eine Verlangsamung des Stollenfortschrittes und auch der Ausbau wurde erschwert, da bei flacher Schichtenlage das Gebirge durchwegs gestützt werden muß; die böseste Erscheinung, welche teilweise in diesen Schichtungsverhältnissen begründet war, bildeten jedoch die außerordentlich hohen Gesteinstemperaturen im Berginnern.

Nach alter Erfahrung nimmt die Bodenwärme zu, wenn man in das Innere der Erde eindringt; sowohl in Bergwerken wie auch bei früheren Tunnelbauten wurden hierüber Messungen angestellt und man hat gefunden, daß die geothermische Tiefenstufe, d. i. jene Vertikaldistanz, in welcher die Erdwärme unter Voraussetzung einer gleichmäßigen Temperaturzunahme um 1°C . steigt, in der Ebene etwa 30—32 *m*, unter Tälern 20—25 *m*, unter Bergen, welche durch ihre größere Oberfläche ein Abkühlen erleichtern, 40—70 *m* beträgt.

War für das in Betracht kommende Gebiet dieses Maß durch Schätzung bestimmt, so brauchte man — nach der bisherigen Annahme — nur die Höhe des überlagernden Gebirges durch die geothermische Tiefenstufe zu dividieren und hatte — nach Hinzufügung der mittleren Bodentemperatur an der Oberfläche — die voraussichtliche Gesteinswärme gefunden.

Für den Simplontunnel hatten die im Jahre 1894 berufenen Experten folgende Rechnung aufgestellt:

Gebirgsüberlagerung rund.	2200 m
Geothermische Tiefenstufe (analog den Ver- hältnissen am Gotthard)	62 „
Temperaturzunahme $\frac{2200}{62} =$	35.5 ° C.
Hierzu die mittlere Bodentemperatur an der Oberfläche.	1.0 ° „
Gesteinstemperatur	36.5 ° C.

Unter Berücksichtigung der Form des Bergreliefs wurde noch ein Zuschlag von 2.5 ° C. gemacht, somit wäre an der Stelle größter Überlagerung als Maximum eine Temperatur von 39 ° C. zu erwarten gewesen.

Andere Ingenieure und Geologen bestimmten die voraussichtliche Bodenwärme mit 30—43 ° C. und nur Dr. Stapff, der Gotthardgeologe, sagte im Jahre 1878 für den Simplontunnel eine Gesteinstemperatur von 47 ° C. voraus.¹⁾ Unter der Annahme, daß die Verhältnisse im Simplonmassiv ähnliche sein werden wie am Gotthard, galt als wahrscheinlichster Wert: 39 ± 3 °, also höchstens 42 ° C.²⁾ Tatsächlich wurde, wie die folgende Zusammenstellung der Temperatursverhältnisse bei

¹⁾ Stockalper, Les grands tunnels alpins et la chaleur souterraine. Lausanne, Impr. Lucien Vincent, 1883.

Schardt, Les résultats scientifiques du percement du tunnel du Simplon. Bulletin technique de la Suisse romande. Lausanne, Libr. Rouge & Co., 1905.

²⁾ Heim, Über die geologische Voraussicht beim Simplontunnel. Eclogæ Geologicæ Helvetiæ, Vol. VIII, Nr. 4.

den vier längsten bisher gebauten Tunnels zeigt, eine Gesteinstemperatur von 55°C . gemessen.

	Tunnellänge	Höchster Terrain- punkt über dem Tunnel	Höchste Gesteins- temperatur während des Baues
	in M e t e r		Grad Celsius
Mont Cenis . .	12.849	1654	29·5
Gotthard . . .	14.984	1706	30·8
Arlberg	10.250	715	18·5
Simplon	19.803	2135	{ Vorausgesagt . 42 { in Wirklichkeit 55

Beim Simplontunnel beträgt die größte Gebirgsüberlagerung 2135 *m*. Es sei bemerkt, daß heute kein Bergwerk, ja nicht einmal ein Bohrloch in die Tiefe von 2135 *m* reicht;¹⁾ der Mensch war also vor Erbauung des Simplontunnels noch nie so weit in die Erdrinde eingedrungen.

Es liegt nahe, zu fragen, woher es kommen könne, daß die tatsächlich beobachtete Gesteinstemperatur so wesentlich höher war wie die vorausgesagte. Prof. Dr. Heim und Prof. Dr. Schardt geben hierfür drei Gründe an: das Gebirge war in der Strecke von *km* 6—12 (N) außerordentlich trocken, es fand keinerlei innere Abkühlung durch kalte Bergwässer statt; die mittlere Boden-

¹⁾ Nach Hofrat Prof. Dr. Toula sind die tiefsten Bergbaue der Red Jacket-Schacht in der Calumet- und Hecla Kupfergrube in Nordamerika mit 1494 *m* und der Schacht Princess Dagmar (Bendigo-Goldfeld in Australien) mit 1597 *m*. Das tiefste Bohrloch der Erde (Paruschowitz in Oberschlesien) erreichte 2003 *m*.

temperatur an der Oberfläche, welche erst während des Baues durch genaue thermische Beobachtungen bestimmt wurde, ist an der in Betracht kommenden Stelle um etwa 5°C . höher als man annahm; endlich zeigten die Gesteine in der Strecke der extremen Temperaturen fast durchwegs flache, nahezu horizontale Lagerung, bei welcher, wie man heute weiß, die Erdwärme mehr zurückgehalten wird als bei steil einfallenden Schichten.

Prof. Dr. Heim hat ausgerechnet, daß im Simplongebiete bei gleichem Gestein (Gneis und Glimmerschiefer) unter Gipfeln von 2500—3000 *m* Höhe die geothermische Tiefenstufe bei senkrechter Schichtstellung 50 *m*, bei flacher Schichtlage aber nur 36 *m* beträgt, daß somit das Maß der Wärmezunahme von der Lagerung der Gesteine mächtig beeinflußt wird.

Zur Zeit, als die Vorausbestimmung der Gesteinstemperaturen im Innern des Simplonmassivs vorgenommen wurde, war dies unbekannt und man rechnete nicht mit dieser Tatsache, deren Erkenntnis zu den wissenschaftlichen Ergebnissen des Simplondurchstiches gehört.

Bemerkenswert ist, daß die höchste Gesteinstemperatur nicht an der Stelle größter Gebirgsüberlagerung beobachtet wurde; noch ehe — im Nordstollen — jener Punkt erreicht war, in welchem das Terrainprofil die größte Erhebung aufweist (*km* 9), sank die Gesteinswärme. An anderer Stelle — zwischen *km* 4 und *km* 5 des Südstollens — sehen wir eine plötzliche Einsenkung der Temperaturkurve und die Gesteinswärme war hier

10—20° C. geringer als man annehmen mußte (Fig. 5). Diese Erscheinung steht mit den Wasserverhältnissen im Zusammenhange; dort, wo kalte Quellen auftraten (*km* 4 bis 5 Südseite), zeigte sich eine niedrigere Temperatur als nach der Masse des überlagernden Gebirges zu erwarten war, bei großer Trockenheit und flacher Lagerung überschritt sie die berechneten Werte (*km* 6—12 Nordseite).

Man hat aus den Beobachtungen beim Baue des Simplontunnels gelernt, daß die bisher üblich gewesene Methode zur Vorausbestimmung von Gesteinstemperaturen kein verlässliches Resultat gibt. Man muß versuchen, sich ein genaues Bild von der Schichtstellung und den Wasserzuflußverhältnissen im Berginnern zu schaffen, denn erst dann wird es möglich sein, ein nahezu richtiges geothermisches Profil zu entwerfen; allerdings wird die Aufgabe hierdurch ungeheuer erschwert.

Die unerwartet hohen Gesteinstemperaturen bereiteten der Bauunternehmung begreiflicherweise außerordentliche Schwierigkeiten; nur durch kräftige Ventilation und durch reichliche Verwendung kalten Wassers, welches mit einem Drucke von 10—15 Atmosphären den im Innern des Tunnels angebrachten Zerstäubungsdüsen entströmte, wurde es möglich, die Lufttemperatur auf 27—30° C., also so weit herabzudrücken, daß eine angestrengte physische Arbeit noch möglich war. „Vor Ort“ wurden die Stollenwände direkt durch Wasserberieselung gekühlt, ja man verwendete zur Zeit der höchsten Gesteinstemperaturen auch künstliches Eis zur Kühlung der eingeblasenen



Fig. 5.

Luft. Die Temperatur des Gesteins sinkt wohl ziemlich rasch — Stellen, welche ursprünglich 50—55° C. aufwiesen, zeigten nach wenigen Monaten nur mehr 35° C. —, die künstliche Kühlung mußte aber dennoch bis zum Schlusse der Bauarbeiten aufrecht erhalten bleiben¹⁾ (Tafel VI).

Um die Arbeiter, welche durchnäßt und schweißbedeckt aus dem Tunnel kamen, vor Erkältungen zu schützen, hatte man Vorkehrungen getroffen, wie sie bei keinem früheren Tunnelbau zu finden waren. Vom Stollenmundloche führte ein mit Holz verkleideter Gang zur Kleiderablage und die Arbeiterzüge brachten ihre Insassen — geschützt vor den Unbilden der Witterung — bis zum Eingange in diesen Raum. Hier standen warme und kalte Douchen zur Verfügung und die Leute mußten — oder „sollten“ (manche verschmähten unbegreiflicherweise die ihnen gebotene Annehmlichkeit) — ein Brausebad nehmen, ehe sie ihre trockenen Kleider anzogen und den Bauplatz verließen. Die nassen Tunnelanzüge wurden an Schnüren

¹⁾ Reisende, welche den fertigen Tunnel passieren, brauchen sich vor der hohen Temperatur nicht zu fürchten, zumal auch während des Betriebes eine dauernde künstliche Ventilation vorhanden sein wird, trotzdem die Züge durch elektrische Lokomotiven, welche keine Rauchgase abgeben, gefördert werden. Die Fahrt durch den Tunnel wird etwa 20 Minuten in Anspruch nehmen, während bisher die Reise von Brig nach Iselle auf der von Napoleon I. in den Jahren 1800—1806 erbauten Simplonstrasse unter Benützung der eidgenössischen Post 7 bis 7½ Stunden dauerte.

befestigt und gegen die Decke des gewärmten Raumes gezogen; wenn die Leute das nächste Mal zur Arbeit kamen, fanden sie die Tunnelanzüge trocken und hängten für die Dauer ihres Aufenthaltes im Berge ihre eigenen Kleider an die Haken der durch Nummern kenntlich gemachten Schnüre (Tafel VIII).

Diese Bade- und Trockeneinrichtung hat sich trefflich bewährt und sicherlich wäre der Gesundheitszustand des Personales beim Baue des Simplontunnels ohne eine derartige Fürsorge ein sehr ungünstiger gewesen.

Nebst den hohen Temperaturen erschwerten mächtige Einbrüche teils kalten, teils heißen Wassers die Bauarbeiten in ungeahntem Maße. Besonders auf der Südseite hatte man mit großen Wassereinbrüchen zu kämpfen (Tafel VI und VII) und die Menge der — hauptsächlich zwischen *km* 3·8 und 4·4 — in den Stollen dringenden Bergwässer betrug dauernd 800—1200 *l* pro Sekunde, das ist ein Quantum, welches genügen würde, eine Stadt von einer halben Million Einwohnern reichlich mit Trink- und Nutzwasser zu versorgen. Im Nordstollen trat das Wasser erst in Tunnelmitte auf. Die hier angeschlagenen Quellen, deren Mächtigkeit etwa 70 *l* pro Sekunde betrug, hatten aber eine Temperatur von 48° C. und es waren in der Stunde rund 6 Millionen Wärmeinheiten durch künstliche Kühlung abzuführen, sollte die Lufttemperatur im Stollen erträglich gemacht werden;¹⁾

¹⁾ Ed. Sulzer-Ziegler, Der Bau des Simplontunnels. Winterthur, Kaufmanns Wwe, 1904.

schließlich sah man sich — aus Gründen, welche später ausführlich besprochen werden — veranlaßt, den Vortrieb des Nordstollens aufzugeben.

Es sei auch noch eines Zwischenfalles gedacht, welcher in der Zeit vom November 1901 bis Mai 1902 den Fortschritt der Arbeiten im Südstollen hemmte. Man war bei *km* 4·42 in zermalnten, kalkhaltigen Glimmerschiefer gekommen, welcher eine plastische Masse bildete und enormen Gebirgsdruck äußerte. Der stärkste Holzeinbau wurde zerbrochen; um des Druckes Herr zu werden, entschloß man sich, statt der Holzzimmerung eiserne Rahmen einzubauen und den Raum zwischen diesen Gevieren auszubetonieren. Es gelang, den Stollen zu halten, riesige Kosten und Zeitverluste waren jedoch mit der Überwindung der Druckstrecke, deren Länge 44 *m* betrug, verbunden (man vergleiche die graphische Darstellung auf S. 366). Auch der Vollausbruch und die Herstellung der Tunnelröhre gestalteten sich in diesem Teile des Baues überaus schwierig; man verwendete gemauerte Lehrbogen, welche nach Ausführung des Tunnelgewölbes, dessen Scheitelstärke hier 1·60 *m* beträgt, durch Sprengarbeit entfernt werden mußten. Derartige Druckstellen, welche durch Zerreibung des Gesteines bei Entstehung der Gebirge oder durch chemische Zersetzungen im Berginnern zu erklären sind, bilden bei Tunnelbauten häufig unerwartete Hindernisse; ihr Auftreten kann begreiflicherweise nicht vorausgesagt werden.

Mögen bei einem Alpendurchstiche noch so große bauliche Schwierigkeiten zu überwinden sein — den Nicht-

techniker interessieren diese in der Regel weniger als die Frage: Wie ist es möglich, daß man bei Tunnels von bedeutender Länge, deren Bau gleichzeitig an beiden Enden in Angriff genommen wird, nach jahrelanger Arbeit in der Mitte zusammenkommt? Beim Simplontunnel dauerte der beidseitige Vortrieb $6\frac{1}{2}$ Jahre, die Stollen trafen mit einer Abweichung der Achsen von nur 0.202 m zusammen.

Leider erlaubt der Raum nicht, den Vorgang bei der Absteckung langer Tunnels eingehend zu behandeln, es sei aber gestattet, hiervon ein flüchtiges Bild zu entwerfen.

Tunnels von der Länge des Mont Cenis-, Gotthard-, Arlberg-, Simplontunnels u. v. a. werden prinzipiell — wie der Sprachgebrauch sagt — „geradlinig“, besser ausgedrückt: „in einer vertikalen Ebene“ gebaut; geradlinig ist der Tunnel nicht, denn er hat des Wasserabflusses halber von beiden Enden gegen die Mitte hin eine Steigung (beim Simplontunnel auf der Nordseite 2 ‰ , auf der Südseite 7 ‰) und überdies macht sich die Krümmung der Erde auf Distanzen von $10\text{—}20\text{ km}$ so geltend, daß auch eine durchwegs senkrecht zur Lotrichtung verlaufende Linie, welche zwei in gleicher Meereshöhe liegende Punkte verbindet, keine Gerade, sondern einen Kreisbogen darstellt. Auf 20 km — gleich der Länge des Simplontunnels — beträgt die Pfeilhöhe dieses Bogens, d. i. die größte Abweichung der geradlinigen Verbindungslinie zweier gleich hoch gelegenen Punkte von der „Horizontalen“, also jener Linie, welche an jeder

Stelle die Seehöhe der Endpunkte aufweist, schon 7.8 m.^1) In der Horizontalprojektion sind die erwähnten Tunnels allerdings geradlinig und dadurch erscheint die übliche Bezeichnungsweise, welche auch hier beibehalten werden soll, erklärlich. In der Regel verlangen die offenen Anschlußstrecken, daß die langen Tunnels an den Enden Kurven bekommen; aber auch in diesem Falle wird der Stollen zur Erhöhung der Genauigkeit bei der Richtungsbestimmung geradlinig vorgetrieben und erst die Tunnelröhre erhält die durch das Tracé vorgeschriebene Krümmung.

Beim Simplontunnel sind die Verhältnisse folgende (Fig. 6):

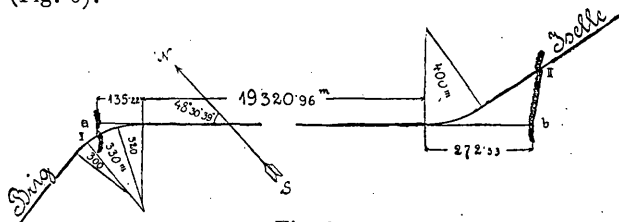


Fig. 6.

I. Tunnelportal (N) Brig		} Tunnellänge ²⁾
II.	„ (S) Iselle	
		I II = 19.802.80 m
a Stollenmundloch (N)		} Stollenlänge
b	„ (S)	
		a b = 19.728.71 m.

¹⁾ Mittlerer Erdhalbmesser = 6366.7 km.

²⁾ Diese Angabe entspricht der Ausführung; ursprünglich war — bei anderer Stellung der Portale — eine etwas geringere Tunnelänge (19.731 m) angenommen worden.

Es handelt sich nach dem Gesagten bei der Absteckung der Tunnelrichtung um die Festlegung einer vertikalen Ebene, welche durch zwei an den Richtstollenenden befindliche und in der Natur durch Marken bezeichnete Punkte geht.

Wenn es die örtlichen Verhältnisse gestatten, kann man hierbei in folgender Weise verfahren: Auf Grund von vorhergegangenen Terrainaufnahmen bestimmt man den wahrscheinlichen Winkel zwischen der Verbindungslinie der beiden Fixpunkte und einer im Gelände gegebenen Richtung, z. B. einer Visur von dem als Ausgangsstation gewählten Achspunkte nach einer sichtbaren Bergspitze. Hierauf wird das Absteckungsinstrument, der Theodolit, in die mutmaßliche Richtung der Tunnelachse eingestellt und man überträgt diese unter Zuhilfenahme von Zwischenpunkten über das Gebirge gegen das andere Stollenende. Wie leicht einzusehen ist, wird die abgesteckte Gerade den zweiten Achspunkt nicht treffen; man kann aber ohne Schwierigkeit ausrechnen, welche Korrektion in der Richtung nötig ist, und eine zweite, eventuell dritte Absteckung wird die gegebenen Tunnelenden mit genügender Genauigkeit verbinden. Hat man nun die Vertikalebene oberirdisch durch Signale festgelegt, so ist es einfach, an den beiden Endpunkten des Stollens feste, in der Tunnelachse gelegene Observatorien zu erbauen, von welchen aus man mittels eines Instrumentes die Richtung des vorzutreibenden Stollens angibt. Diese Art der Absteckung, welche seiner Zeit beim Baue des Mont Cenis- und Arlbergtunnels Verwendung

fand, ist natürlich nur dann praktisch ausführbar, wenn die oberirdische Festlegung der Tunnelachse nicht mit allzu großen Schwierigkeiten verbunden ist. Im Gottard- und Simplongebiete erreicht das Gebirge über dem Tunnel die Seehöhe von fast 3000 *m* und die Länge der abzusteckenden Geraden hätte 15, beziehungsweise 20 *km* betragen. Man wählte deshalb zur Bestimmung der Tunnelrichtung eine andere Methode, die sogenannte Dreiecksvermessung oder Triangulation.

Denken wir uns die beiden Enden des Richtstollens gegeben; eine direkte Visur zwischen diesen Punkten ist selbstverständlich ausgeschlossen, es wird aber möglich sein, Zwischenpunkte — auf Berggipfeln — zu finden, welche teils gegenseitig, teils von den Endpunkten aus sichtbar sind. Stellt man sich nun in den einzelnen Punkten mit dem Meßinstrumente auf und bestimmt die Winkel zwischen den verschiedenen ausführbaren Visuren, so entsteht ein Dreiecksnetz, dessen Seiten gerechnet werden können, sobald eine Seite, z. B. die Entfernung zweier Zwischenpunkte — auf Grund einer Landesvermessung oder aus direkter Längenmessung — bekannt ist. Auch der Winkel zwischen der Sehlinie von einem Endpunkte nach einem Zwischenpunkte einerseits und der Tunnelrichtung andererseits läßt sich auf dem Wege der Rechnung finden.

Nehmen wir an, *A* und *B* seien die gegebenen Achspunkte, *C*, *D* und *E* seien Zwischenpunkte (Fig. 7): Durch Messung wurden die Winkel 1 . . . 9 bestimmt, die Länge der Seite *DE* sei bekannt; wir haben nun in

dem Dreiecke CDE eine Seite und alle Winkel gegeben, folglich können wir es auflösen, d. h. die fehlenden Stücke — CD und CE — berechnen. Sobald dies geschehen, kennen wir auch von den Dreiecken ACD und BCE je eine Seite und die drei Winkel und es ist möglich, auch diese Dreiecke festzulegen, so daß sämtliche Seiten des Dreiecksnetzes bekannt erscheinen. Um

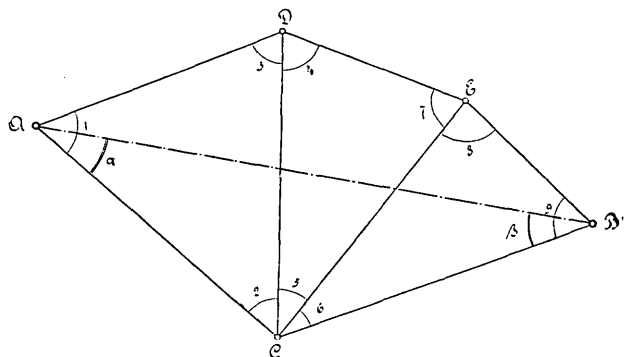


Fig. 7.

nun auf die Tunnelachse überzugehen, verbinden wir A mit B , wodurch das Dreieck ABC entsteht; hiervon kennen wir die beiden Seiten AC , BC und den eingeschlossenen Winkel $ACB = \sphericalangle (2 + 5 + 6)$, wir können also den $\sphericalangle \alpha$, den $\sphericalangle \beta$ und die Länge AB berechnen. Der Punkt C ist von A aus sichtbar; stellen wir in A einen Theodoliten auf, richten das Fernrohr nach C und drehen es um den Horizontalwinkel α nach links, so fällt die Visierlinie mit der gesuchten Tunnel-

richtung AB zusammen. In analoger Weise können wir auch vom Punkte B aus die Richtung nach dem Achspunkte A angeben. Damit erscheint aber die Aufgabe gelöst, denn wir haben die Länge und Richtung der Linie AB gefunden.

In Wirklichkeit ist eine derartige Triangulation nicht so einfach, wie sie eben geschildert wurde. Das Dreiecksnetz verlangt viele Zwischenpunkte,¹⁾ wodurch sich eine beträchtliche Anzahl von Dreiecken ergibt; die Winkel, welche ja nicht mathematisch genau gemessen werden können, werden bei ihrer Zusammenstellung Widersprüche aufweisen; vor allem aber ist zu bedenken, daß die Meßresultate infolge der Konstruktion des Theodoliten stets der Horizontalprojektion der Winkel entsprechen. So lange — bei kleinen Dreiecken — die Horizonte der Endpunkte nahezu zusammenfallen, ist dies bedeutungslos, wir haben eine gemeinsame Projektionsebene und die Horizontalprojektionen der Dreiecke sind als eben zu betrachten. Bei Dreiecken von großer Seitenlänge, wie sie bei Triangulationen vorkommen, haben jedoch die einzelnen Beobachtungspunkte verschiedene

¹⁾ Am Gotthard wurden zwei Triangulationen ausgeführt, von denen die eine (Ingenieur O. Gelpke, 1869) 17 Punkte, die andere (Prof. Dr. C. Koppe, 1874) 13 Punkte aufwies; für den Simplontunnel wurde die erste Dreiecksvermessung mit 16 Punkten im Jahre 1876 vorgenommen, für die Ausführung legte Prof. Dr. Rosenmund (Zürich) im Jahre 1898 ein von der ersten Triangulation unabhängiges Netz mit 11 Punkten.

Horizonte, wir projizieren die Dreieckseiten auf die Oberfläche der Erde, deren Form für diese Zwecke mit genügender Genauigkeit als Kugel angenommen werden darf, somit bekommen wir nicht mehr ebene, sondern sphärische Dreiecke und die Berechnungen müssen nach den Lehren der sphärischen Trigonometrie und höheren Geodäsie ausgeführt werden.

Es ist selbstverständlich, daß bei einer Triangulation die Messung der Winkel mit der größten erreichbaren Genauigkeit vorgenommen wird ¹⁾ und daß die Widersprüche in den Winkeln nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen werden, kurz, daß bei der Berechnung des Dreiecksnetzes alle von der Wissenschaft gebotenen Mittel in Anwendung kommen.

Die nachstehende Figur 8 zeigt das trigonometrische Netz, welches Professor Rosenmund den geodätischen Arbeiten für den Simplontunnel zugrunde legte.

Nebst den beiden Achspunkten enthielt das Netz 9 Signalpunkte, von denen mehrere auf Hochgipfeln lagen (z. B. Hüllehorn 3176 *m*, Monte Leone 3559 *m*); als bekannte Grundlinie wurde die Seite Beiengrat (Faulhorn)—Wasenhorn gewählt, deren Länge aus einem früher bestimmten Netze der schweizerischen Gradmessung gegeben war.²⁾

¹⁾ Der am Simplon verwendete Mikroskoptheodolit mit Repetitionsvorrichtung gestattete eine Ablesung von 4 Sekunden.

²⁾ Bei der Triangulation für den Gotthardtunnel wurde in der Ebene von Andermatt eine Basis von 1430 *m* Länge direkt gemessen.

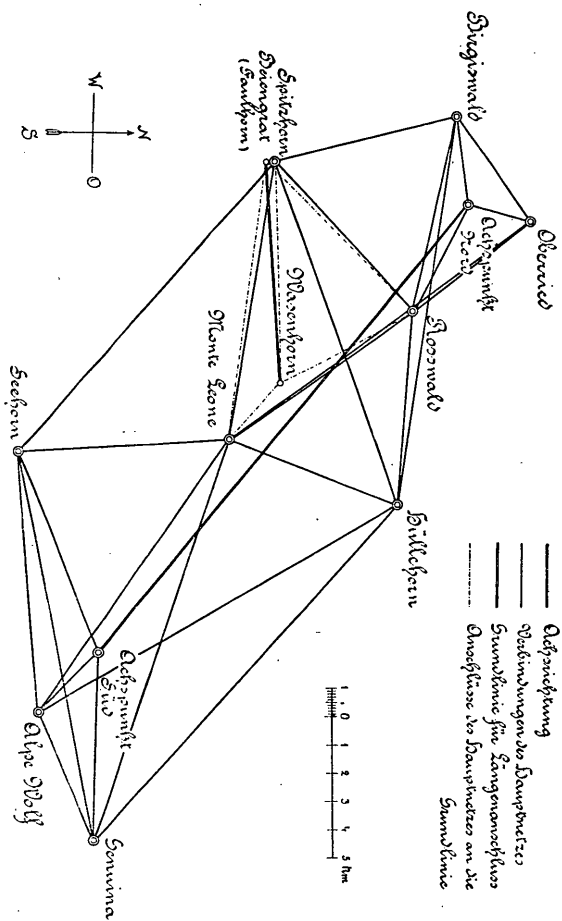


Fig. 8.

Die beiden Endpunkte der Grundlinie gehörten dem Hauptnetze nicht an; sie wurden — für die Zwecke der Längenbestimmung — durch ein Hilfsnetz an die Hauptpunkte angeschlossen.

Wer je im Hochgebirge war, wird begreiflich finden, daß die Ausführung einer Triangulation, bei welcher es sich darum handelt, auf Bergspitzen von über 3000 *m* Seehöhe unverrückbare Signale zu schaffen und Winkelmessungen mit größter Genauigkeit vorzunehmen, eine überaus schwierige Arbeit ist. Während für den Touristen das Erreichen des Gipfels das Ziel seiner Wünsche bedeutet, muß der Geodät nach beendeter Bergbesteigung seine wissenschaftliche Tätigkeit beginnen und oft wird er durch plötzlich eintretendes ungünstiges Wetter gezwungen, die Arbeit zu unterbrechen oder ganz unverrichteter Dinge in sein Standquartier zurückzukehren.

Interessant und wenig bekannt ist der Umstand, daß bei Dreiecksvermessungen auch die Ablenkung des Lotes durch benachbarte Gebirgsmassen Berücksichtigung findet. Sowie das Lot abgelenkt wird, ist die Drehachse des Fernrohres am Theodoliten, welche durch eine Libelle horizontal gestellt wird, nicht mehr parallel zu der im Beobachtungspunkte gedachten Tangentialebene an die theoretische Erdoberfläche und die Winkelmessungen werden umso ungenauer, je steiler die Visuren sind.

Prof. Rosenmund hat bei der Simplontriangulation die in so gebirgigem Lande wie die Schweiz besonders

fühlbaren Lotablenkungen aus den sichtbaren Gebirgsmassen berechnet, hat die Störungen berücksichtigt und konstatiert, daß insbesondere die Berner und Walliser Alpen im Simplongebiete das Lot ablenken.¹⁾ Die Rechnung ergab, daß einzelne Winkelmessungen infolge der Lotstörungen Korrekturen bis zu 5 Sekunden erhalten mußten, einem an sich allerdings geringen Betrage, welcher jedoch nicht unterschätzt werden darf; hätte man dieselben unberücksichtigt gelassen, so wäre die Achsrichtung von Norden her um rund 2 Sekunden nach Osten, von Süden her um 4 Sekunden nach Westen verschoben worden, was bei der Länge des Tunnels von 20 km in der Mitte eine Abweichung von 26 cm zur Folge gehabt hätte.

Die gerechnete Tunnelrichtung war mit einem wahrscheinlichen Fehler von ± 0.47 Sekunden behaftet, somit war — theoretisch — beim Zusammentreffen der Stollen eine Differenz von 0.046 m zu erwarten. In Wirklichkeit betrug die Abweichung 0.202 m, die Achse des Südstollens lag an der Durchschlagstelle um dieses Maß östlich von der Achse des Nordstollens. Es ist dies ein herrliches Resultat; man muß nur bedenken, wie schwierig es ist, während eines Tunnelbaues die Richtung in das

¹⁾ Näheres findet sich in der Publikation: Spezialberichte über den Bau des Simplontunnels. I. Teil. Die Bestimmung der Richtung, der Länge und der Höhenverhältnisse. Bearbeitet von M. Rosenmund. Bern, Hallersche Buchdruckerei 1901.

Innere des Berges zu übertragen und wie viele Fehlerquellen bei solchen Absteckungen bestehen.

Auch die Differenz zwischen der gerechneten und der gemessenen Stollenlänge war am Simplon sehr gering, sie betrug 0.79 m ; um dieses Maß war das Rechnungsergebnis größer wie das Ergebnis der direkten Messung. (Im Gotthardtunnel ergab sich ein Unterschied — im selben Sinne — von 7.6 m .) Daß sich in der Länge eine größere Abweichung zeigte wie in der Richtung ist begreiflich, denn trotz aller Bemühungen kann man bei der Längenmessung in einem Tunnel nicht jene höchste Genauigkeit erreichen, wie sie etwa von Basismessungen für geodätische Zwecke verlangt wird, auch haftet der Grundlinie im Dreiecksnetze schon ein Fehler an. Prof. Rosenmund hatte für die Länge eine wahrscheinliche Differenz von $\pm 0.56\text{ m}$ berechnet.

Der Durchschlag des Simplontunnels erfolgte am 24. Februar 1905 um 7 Uhr früh — fast genau 25 Jahre nach dem Durchschlage des Gotthardtunnels (29. Februar 1880). Dieses große Ereignis, welches in der ganzen Schweiz mit unbeschreiblicher Freude begrüßt und sofort in alle Weltteile gemeldet wurde, vollzog sich in ganz eigenartiger Weise, durchaus verschieden von den Durchschlägen anderer großer Tunnels. Meist fällt im Momente der letzten Sprengung die trennende Felswand, Ingenieure und Mineure eilen durch die entstandene Bresche und es finden die üblichen Umarmungen — wie sie übrigens sonderbarer Weise auch die von der Bau-

gesellschaft anlässlich des Simplondurchschlages geprägte Erinnerungsmedaille zeigt — statt.¹⁾

Im Simplontunnel gestaltete sich der Durchschlag überaus ernst; nach dem Abfeuern der letzten Sprengschüsse brach ein Strom heißen Wassers in den Stollen, die Temperatur der Luft stieg über 40° C und irrespirable Gase erfüllten den Raum. Nur mit Mühe konnten diejenigen Personen, welche bis zur Durchschlagstelle vorgedrungen waren, den zur Rückfahrt bereitstehenden Arbeiterzug erreichen, viele wurden von heftigem Unwohlsein befallen, ja zweien kostete der Besuch der Durchschlagstelle das Leben.²⁾

¹⁾ Prof. Dr. Koppe, welcher die Richtungsbestimmung des Gotthardtunnels ausgeführt hat, beschreibt in seiner Veröffentlichung: „Die Vorarbeiten für den Bau der Gotthardbahn, Absteckung und Durchschlag des Gotthardtunnels“ (Berlin 1894) das Zusammentreffen der Stollen im Gotthardtunnel folgendermaßen: „Ein mächtiger Krach und die letzte Scheidewand war gefallen! Alles stürmte vorwärts, um möglichst früh die Öffnung zu erreichen. Man umarmte sich, küßte sich, schrie, sang, ritt auf den herbeigerollten Weinfässern und trank sich zu, eilte dann wieder durch die Öffnung, begrüßte neue Ankömmlinge und stieß mit Arbeitern, Gehilfen, Gästen, bekannten und unbekannten Menschen an, während ein unaufhörliches „Evviva“ uns umtönte. Am folgenden Tage entstand eine förmliche Völkerwanderung durch den Tunnel. In langen Reihen zogen die Arbeiter hin und her, ihre Kameraden jenseits des Berges zu begrüßen. Weiber und Kinder zogen mit und ein neuer Erdenbürger kam bei dieser Gelegenheit im Tunnel selbst zur Welt.“

²⁾ Carlo Grassi, ein Angestellter der Bauunternehmung, starb, eine Stunde nachdem er das Freie erreicht hatte;

Um zu erklären, wieso es kam, daß der Durchschlag des Simplontunnels so ungewöhnliche Erscheinungen zur Folge hatte, ist es nötig, die Verhältnisse vor dem Zusammentreffen der Stollen kurz zu beschreiben.

Nachdem die Arbeiten im Südstollen wiederholt Störungen erlitten hatten und insbesondere durch das Auftreten des großen Gebirgsdruckes zwischen *km* 4·42 und *km* 4·46 stark in Rückstand gekommen waren, hatte der Nordstollen lange vor dem Durchschlage den Kulminationspunkt des Tunnels, welcher übrigens nicht genau in Tunnelmitte, sondern zirka 300 *m* näher dem Nordende liegt, überschritten und hätte sollen im Gefälle von 7 ‰ weitergetrieben werden. Ein Arbeiten im Gefälle hat aber den großen Nachteil, daß sich ein sogenannter „Wassersack“ bildet, und es bedarf in einem solchen Falle besonderer Einrichtungen, um die vor Ort sich sammelnden Wassermassen über die Kulminationsstelle zu schaffen, überdies wird die Materialförderung wesentlich erschwert. Um diese Übelstände zu vermeiden, entschloß sich die Unternehmung, den Nordstollen auch jenseits des Tunnel Scheitelpunktes in der Steigung — es wurde $1\frac{1}{2}$ ‰ gewählt — vorzutreiben. Als man zirka 400 *m* Stollenlänge in dieser Weise hergestellt hatte, kam der Zusatzvertrag der Jura-Simplon-Bahn mit der Baugesellschaft zustande, nach welchem für jedes Meter Stollen jenseits

Ingenieur Cavaliere Bianco, Inspektor der italienischen Mittelmeerbahn, verschied am Tage nach dem Durchschlage. Bei beiden wurde Kohlenoxydvergiftung nachgewiesen.

der Kulminationsstelle des Tunnels ein Preiszuschlag festgesetzt wurde; jetzt scheute die Unternehmung das Abwärtstreiben des Stollens nicht mehr, sondern wollte ehestens die Sohle des Baues erreichen und ging mit dem Stollen möglichst rasch — mit 25 ‰ Gefälle — nach abwärts. (Tafel IX.)

Noch ehe der Stollen in die normale Höhe gekommen war, wurde eine heiße Quelle von 70 l pro Sekunde Mächtigkeit angeschlagen; die Pumpen konnten diese Wassermenge nicht bewältigen und der ganze im Gefälle liegende Teil des Stollens wurde überschwemmt. Zwar gelang es mit Hilfe von kräftigen Pumpen den Stollen wieder so weit trockenzulegen, daß eine Weiterarbeit möglich war, allein es erschien nicht rätlich, die Niveaudifferenz zwischen der höchsten Stelle und der Brust des Stollens noch zu vergrößern; man ging deshalb abermals — mit 1 ‰ ansteigend — aufwärts. Mehrere Pumpen, welche in einem Querschlage standen, förderten das im Stollen sich sammelnde Gebirgswasser, zu welchem auch noch das verbrauchte Betriebs- und Kühlwasser kam, über den höchsten Punkt, von wo es gegen Brig abfloß.

Immer mit der Gefahr rechnend, daß bei zunehmendem Wasserandrang die Leistungsfähigkeit der Pumpen nicht mehr genügen oder daß aus anderen Ursachen ein Versagen der Wasserhebemaschinen eintreten könnte, baute man — zirka $\frac{1}{2} \text{ km}$ jenseits vom Scheitelpunkte des Tunnels — sowohl im Stollen I wie auch im Parallelstollen eiserne Sicherheitstüren ein, durch deren Schließung der im Gefälle liegende Teil des Baues vor Überflutung

geschützt werden konnte. Wirklich mußte von dieser Vorsichtsmaßregel Gebrauch gemacht werden. Im Mai 1904, als der Nordstollen eine Länge von 10.376 m erreicht hatte, erfolgte oberhalb Brig, an der Stelle, wo sich die Wasserfassung für die Turbinen befindet, eine Rutschung, die Rhône wurde gestaut und es trat eine vorübergehende Störung im Betriebe der Maschinen an der Nordseite des Tunnels ein. Die Ventilatoren und Pumpen standen still, die Arbeiter mußten schleunigst den Tunnel verlassen — glücklicherweise schlossen sie rechtzeitig die Dammtüren. Sowohl der Stollen I wie auch der Parallelstollen wurden in kurzer Zeit bis zu den Türen mit Wasser gefüllt und man sah sich gezwungen, den Vortrieb auf der Nordseite definitiv einzustellen; jener Teil des Baues, welcher sich zwischen dem Scheitelpunkte und den Sicherheitstüren befand, war jedoch gerettet und hier konnte nun am Vollausbruche und an der Mauerung gearbeitet werden, so daß zur Zeit des Zusammentreffens der Stollen das fertiggestellte Tunnelprofil von Norden her fast bis zur Durchschlagstelle reichte. Dem gestauten Wasser wurde durch eine Rohrleitung Gelegenheit geboten, unter natürlichem Drucke über den höchsten Punkt der Sohle zu steigen und in den Wasserableitungskanal des Nordstollens auszufließen; ein Manometer, welches in einer der Türen angebracht war, zeigte, daß hierzu ein Druck von 1.5 Atmosphären nötig war.

Als am 24. Februar 1905 der Durchschlag — von der Südseite her — erfolgte, strömten die gestauten Wassermassen, deren Temperatur 48° C betrug, in den

Südstollen; gleichzeitig drangen giftige Gase, welche sich offenbar in dem vordersten, durch drei Vierteljahre unter Wasser gestandenen Teile des Nordstollens angesammelt hatten, hervor. Einerseits die große Hitze, andererseits die schlechte Luft machten ein Verweilen an der Durchschlagstelle unmöglich und bildeten die Ursache für die oben geschilderten traurigen Ereignisse.

Sobald sich die Wassertasche gegen Süden entleert hatte, wurde durch kräftige Kühlung und Ventilation die Wiederaufnahme der Arbeiten ermöglicht; man stellte eine Gleichheit der Stollensohlen, welche zur Zeit des Zusammentreffens in verschiedener Höhe lagen, her (vgl. die Zeichnung auf Tafel IX), eine Kommunikation zwischen den beiden Seiten des Baues wurde aber erst durch das Öffnen der Dammtüre erreicht. Dies geschah in solenner Weise am 2. April 1905 bei der offiziellen Durchschlagfeier; unter brausendem Jubel reichten sich die von Süden und Norden gekommenen Festgäste die Hand und der Bischof von Sitten vollzog in vollem Orate die Einweihung des Tunnels. Am Abende fand in Brig ein Festmahl statt, bei welchem die Bauunternehmung, der es gelungen war, aus dem Kampfe mit den Naturgewalten als Siegerin hervorzugehen, in zahlreichen Reden beglückwünscht wurde.

Schwierigkeiten, wie sie keiner der anderen großen Alpendurchstiche geboten hatte, waren bewältigt worden und mit Recht konnte Nationalrat E. Sulzer-Ziegler

in seiner Begrüßungsansprache¹⁾ namens der „Baugesellschaft für den Simplontunnel“ sagen:

„Die 6¹/₂ Jahre Bauzeit waren für die Unternehmung nicht nur Jahre harter, angestrengter, ja fast aufreibender Arbeit, sondern auch Jahre schwerer Prüfungen und großer Sorgen. Die Aufgabe war schwerer, als wir und alle, die mit dem Simplon zu tun hatten, dieselbe bemessen hatten; ja, sie war zeitweise so schwer, daß wir erliegen zu müssen glaubten. Niemand hat ahnen können, daß sie so viel schwieriger sich gestalten würde, als die Erfahrungen am Mont Cenis und Gotthard voraussehen ließen. Die schlimmsten Befürchtungen waren kaum zu pessimistisch und, wenn man auch nie daran verzweifeln durfte, daß man unter Anwendung der bewährten Prinzipien der Lüftung und Kühlung schließlich durchkommen würde, so mußte man doch noch schwere Opfer an Zeit und Geld in Aussicht nehmen.

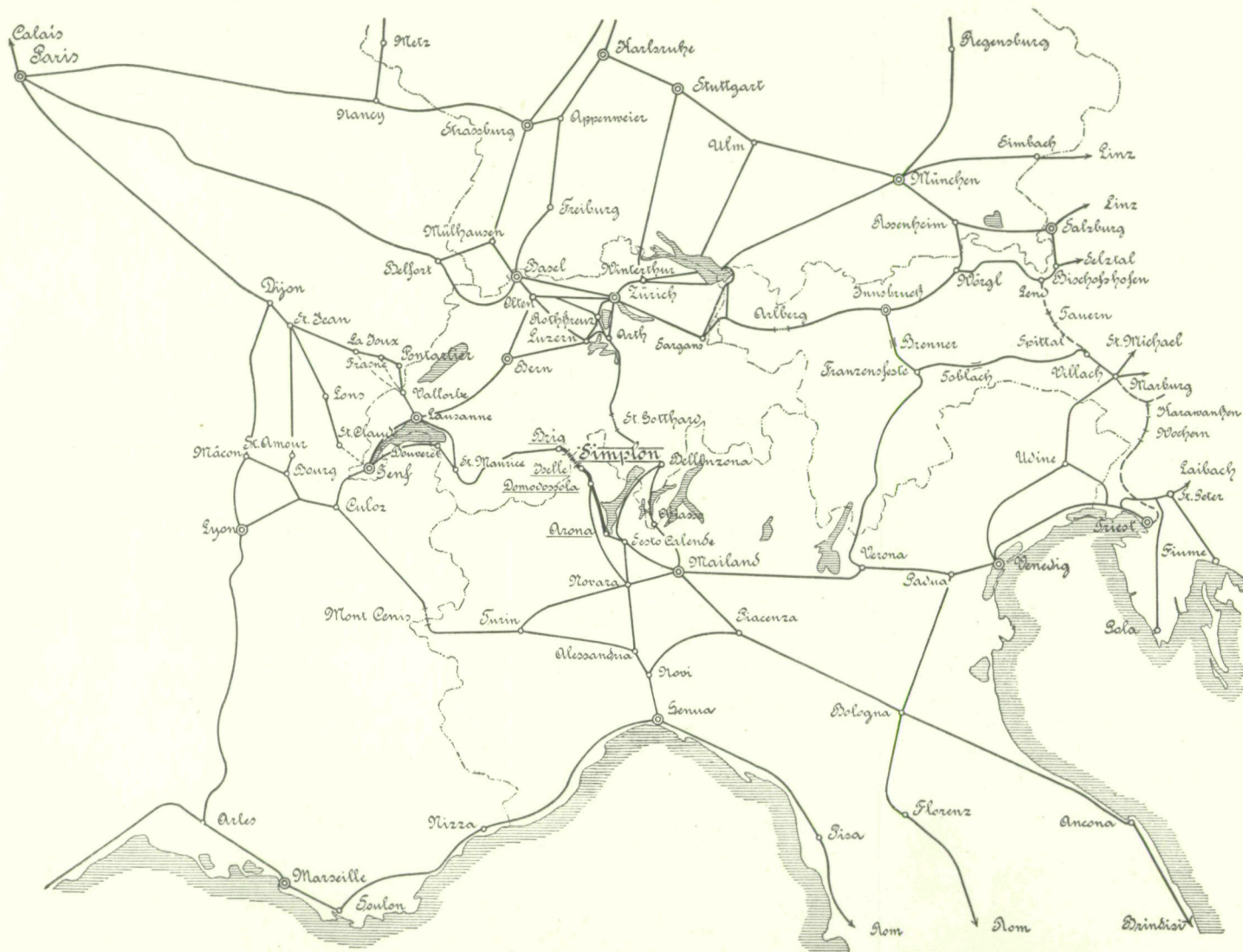
Unser Bauprogramm und seine neuen Methoden haben gehalten, was wir davon erwartet haben und darüber hinaus! Es darf ja wohl ausgesprochen werden, daß mit den alten Baumethoden oder mit irgendeiner anderen der neu vorgeschlagenen die Schwierigkeiten nicht besiegt worden wären und der Bau mit einer Katastrophe geendet hätte.“

Anläßlich der Feier des Durchschlages ernannten die philosophischen Fakultäten der Universitäten Genf,

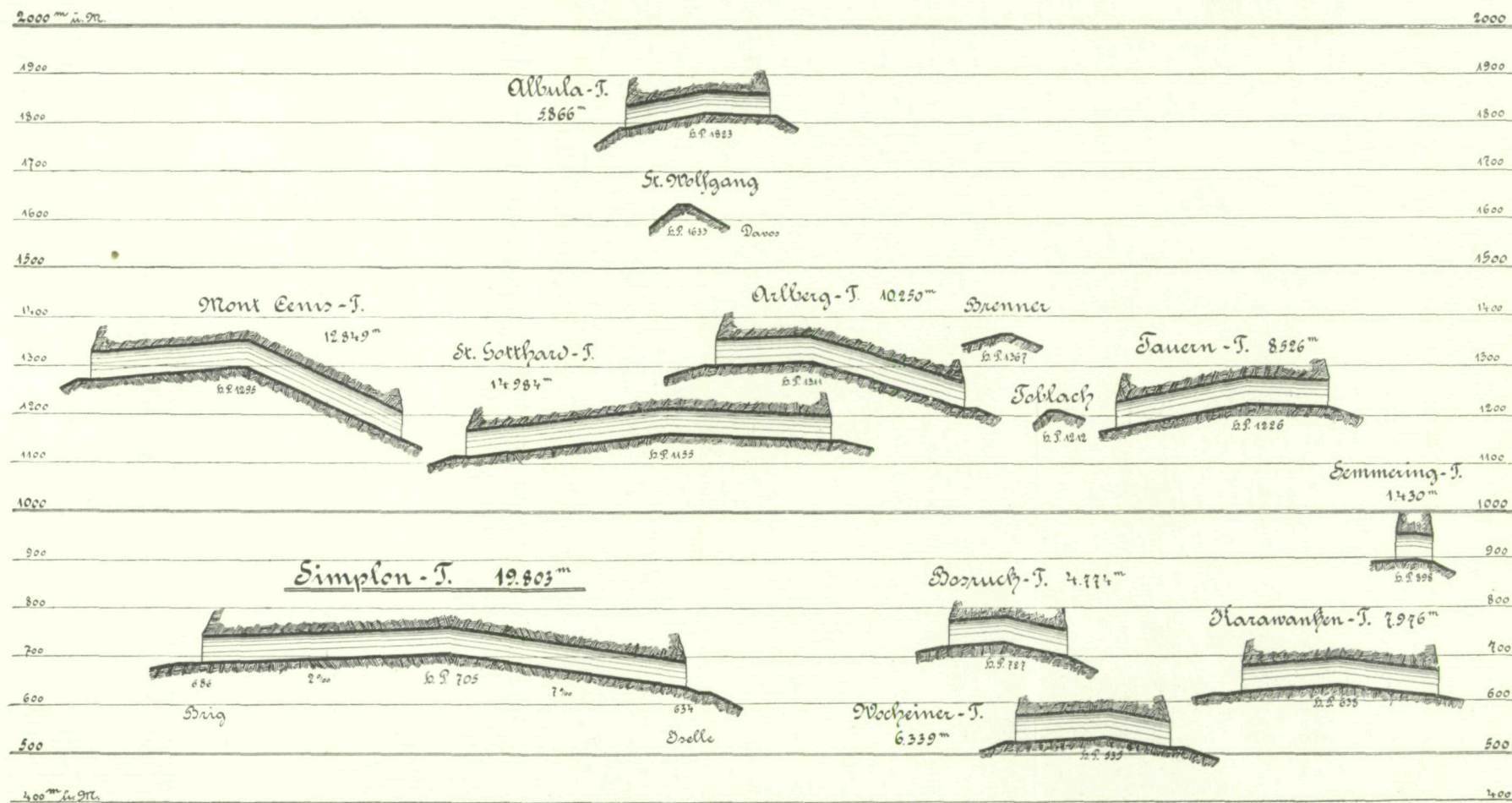
¹⁾ Vollinhaltlich wiedergegeben in der Schweizerischen Bauzeitung vom 22. April 1905, Bd. XLV, Nr. 16.

Lausanne, Basel und Zürich die Chefs der Bauunternehmung, Karl Brandau, Eduard Locher und Eduard Sulzer-Ziegler, ferner Prof. Max Rosenmund, welcher die Absteckungsarbeiten und die Richtungsbestimmung durchgeführt hatte, endlich die Oberingenieure Konrad Pressel und Hugo v. Kager zu Ehrendoktoren. Besäße das eidgenössische Polytechnikum in Zürich schon das Promotionsrecht, so wäre den Erbauern des Simplontunnels gewiß auch die wohlverdiente Auszeichnung einer Ernennung zu Ehrendoktoren der technischen Wissenschaften zuteil geworden.

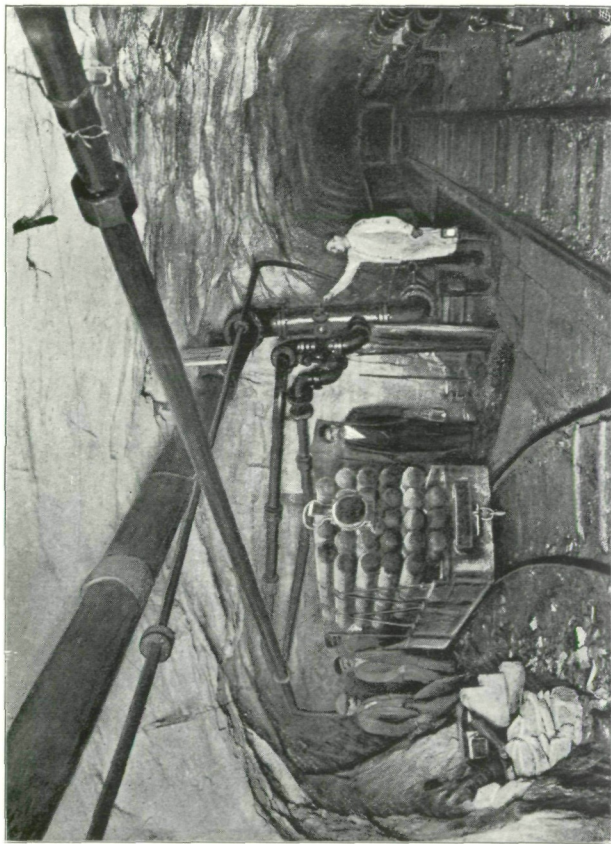
Heute ist der Simplontunnel als Bauwerk vollendet; noch sind die Geleise und Kabel zu legen, es müssen die elektrischen Einrichtungen für den Signal- und Zugförderungsdienst ausgeführt werden, dies sind aber Arbeiten, welche ohne große Schwierigkeiten herzustellen sind und zweifellos wird im kommenden Frühjahr der Tunnel — und damit die ganze Simplonlinie — dem Betriebe übergeben werden. Mit Stolz mögen alle jene, welche beim Simplondurchstiche mitgearbeitet haben, auf das Riesenwerk blicken, dessen Erbauung zu den großartigsten Leistungen auf dem Gebiete des Ingenieurwesens gehört und nur durch zielbewußte Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse und aller Errungenschaften der modernen Technik glücklich zu Ende geführt werden konnte.



Schematische Übersichtskarte.



Kulminationshöhen der europäischen Alpenbahnen.



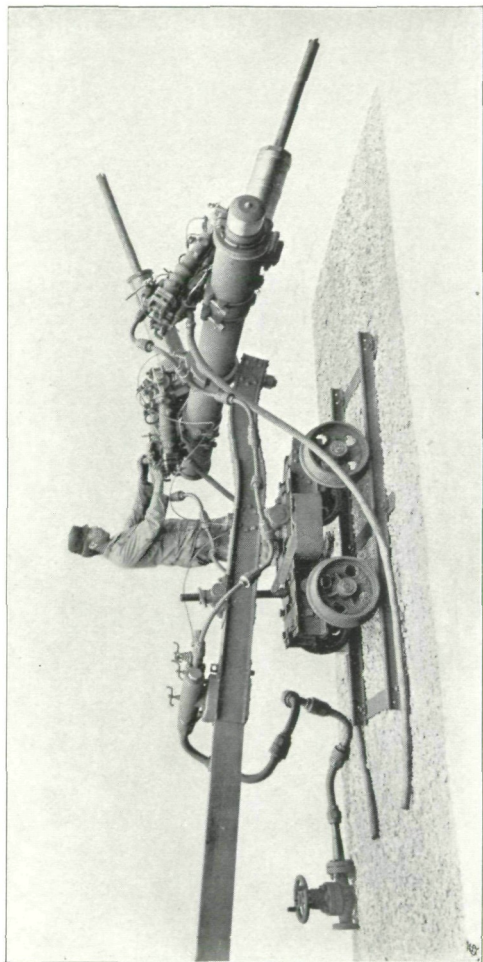
Abzweigung eines Querschlages vom Stollen II.

Luftlokomotive zur Förderung der Züge im vorderen Teile des Baues; Röhrenleitungen für Betriebs- und Kühlwasser.



R. v. Reckenschuß: Der Simplondurchstich.

Tafel IV.



Hydraulische Drehbohrmaschinen (Bauart Brandt).

Wagen mit Spansäule und zwei Bohrmaschinen.

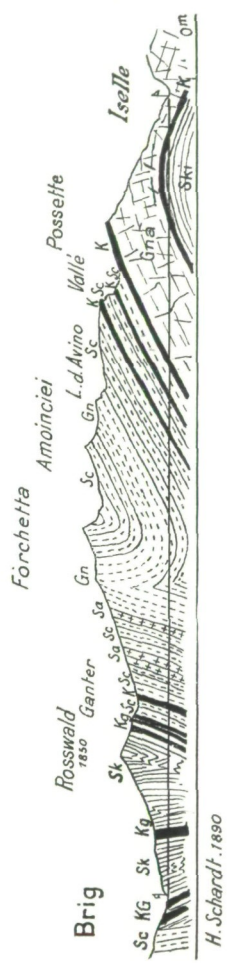


Fig. 1. Profil 1890.

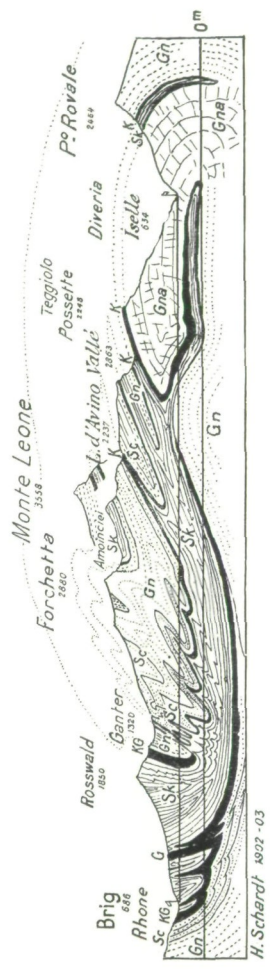
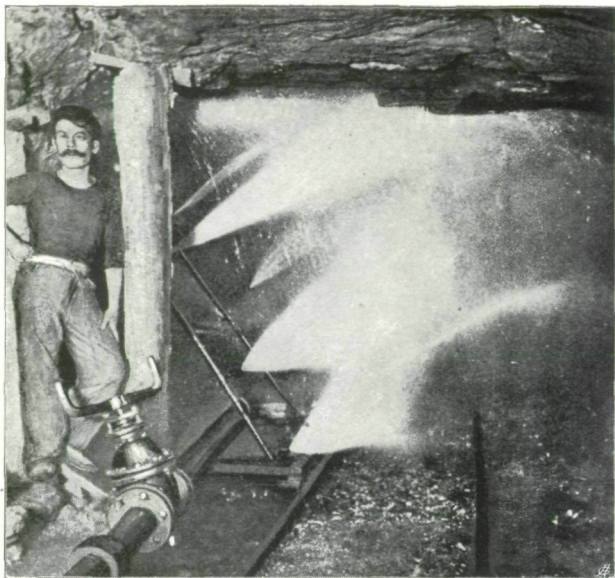


Fig. 2. Profil 1902.

Sk Glimmerschiefer, Sc kristalline Schiefer, K Kalk, Dolomit, Marmor, G Gips mit Dolomit, Sa Amphibolschiefer, Gn Monte Leone-Gneis, Gna Antigoriogneis, Ski Untere Glimmerschiefer.

Geologische Profile des Simplonmassivs.

(Dr. H. Schardt: Die wissenschaftlichen Ergebnisse des Simplondurchstiches, Winterthur 1904).



Kühlung der Luft durch Zerstäubung kalten Wassers.



Wassereinbruch.

Südseite, Querschlag XIX, Km. 3-861, 150 Liter pr. Sekunde.

Nach einer von Herrn Prof. Dr. H. Schardt aufgenommenen und freundlichst zur Verfügung gestellten Photographie.



Wassereinbruch.

Südseite, Stollen II, Km. 4'442.

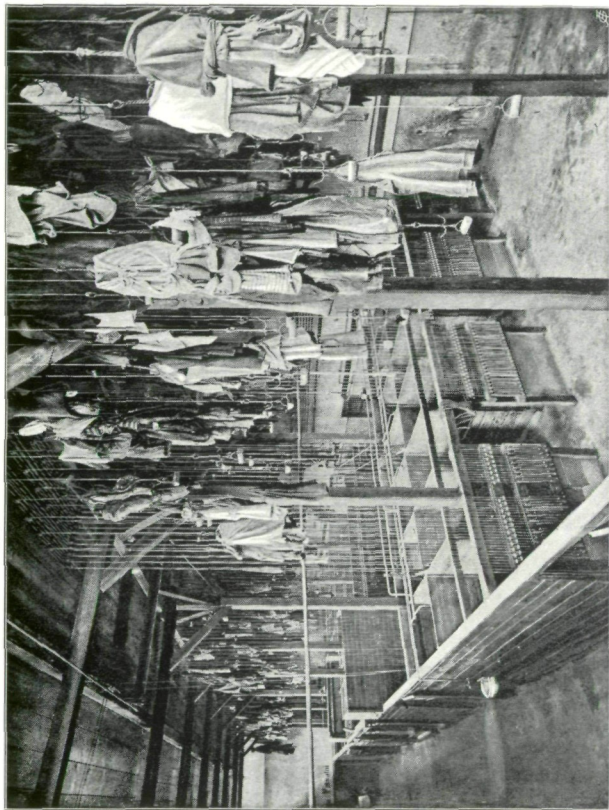
Zur Zeit der photogr. Aufnahme (Sept. 1902) zirka 100 Liter pr. Sekunde.

(NB. Der Wiener Hochstrahlbrunnen verbraucht bei voller Tätigkeit 72 Liter pr. Sekunde.)

Nach einer von Herrn Dr. K. Pressel aufgenommenen und freundlichst zur Verfügung gestellten Photographie.

R. v. Reekenschuß: Der Simplondurchstich.

Tafel VIII.



Bade- und Kleidertrockenraum.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Reckenschuss Robert Ritter von

Artikel/Article: [Der Simplondurchstich. \(9 Abbildungsseiten unpaginiert.\) 345-398](#)