

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 2/3 (1875)
Heft: 8

Anhang: 2. Beilage zu Nr. 8
Autor: [s.n.]

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: 21.02.2026

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

Mittheilungen

aus den

Verhandlungen des zürcherischen Ingenieur- und Architekten-Vereins.

Beschreibung der Bauten am Gotthardtunnel.

Referat

über die im September 1874 vom Verein vorgenommene Besichtigung der Bauten, ausgearbeitet durch Herrn Hs. v. Muralt, Ingenieur.

Nach jahrelangen, mühsam gepflogenen Unterhandlungen und nach beendetem Krieg konnte sich endlich am 6. December 1871 die Gotthardbahn-Gesellschaft in Luzern constituiren, die sich das Ziel setzte, die schweizerischen Bahnen mit den italienischen durch eine Bahn über den St. Gotthard zu verbinden, an welcher als Hauptobject der grosse Alpentunnel zu erstellen ist.

Die Gotthardvereinigung hatte schon so ausgedehnte Vorarbeiten machen lassen, dass die Plangenehmigung für die beiden Eingänge zu dem grossen Tunnel und für diesen selbst am 12. Juni und am 29. Juli 1872 durch die Bundesbehörden erfolgen konnte.

Nach diesem Projecte verfolgt der Tunnel des St. Gotthard eine vom Meridian wenig abweichende Richtung und ist ganz gerade mit Ausnahme der südlichen Ausmündung gegen die Station Airolo, wo eine Curve von 300 Meter Radius eingeschaltet ist. Die gerade Strecke ist ... 14,755 Meter lang.

Die Curve von 300 Meter Radius 145 „ „

Total 14,900 Meter.

Für den Bau des Tunnels ist die geradlinige Verlängerung der Haupttrichtung auch noch zu erstellen; diese ist 165 Meter lang, so dass der eigentliche Tunnel mit dem Directionsstollen 14,920 Meter lang ist.

Die Steigungsverhältnisse sind folgende: Der Alpentunnel beginnt bei der Station Göschenen in einer Höhe über Meer von ... 1109 Meter, steigt auf 7457 Meter mit 5,82 ‰ d. h. um ... 43,4 „

bis auf die Höhe der Scheitelstrecke von ... 1152,4 Meter, welche 180 Meter lang und horizontal ist.

Von der Culminationshöhe über Meer von ... 1152,4 Meter fällt er gegen Airolo auf 7400 M. mit 1 ‰ oder 7,4 „

bis auf die Höhe der südlichen Tunnelmündung von 1145,0 Meter.

Die grösste Tiefe des Tunnels unter der Erdoberfläche beträgt 1825 Meter unter dem Kastelhorn.

Das lichte Profil des Tunnels misst auf Schwellenhöhe 7,6 Meter Weite, 2,0 Meter über Visir 8,0 Meter Weite und hat eine lichte Höhe von 6 Meter. Je nach der Beschaffenheit des durchbrochenen Gesteins ist die Mauerung in schwächeren oder stärkeren Dimensionen herzustellen. In dem ursprünglichen Projecte ist angenommen worden, dass in sehr festem Gesteine eine Mauerung ganz entbehrt werden könnte; gestützt auf die Erfahrungen an namentlich in neuerer Zeit erstellten Tunnels ist nun bestimmt worden, dass auch in festerem Felsen ein Deckengewölbe in Form eines Stichbogens zu erstellen sei.

Vor Feststellung dieses Projectes erfolgte die Concurrentenausschreibung für den Bau des Alpentunnels am 5. April 1872, worauf 7 Eingaben gemacht wurden. — Mit Herrn Favre in Genf wurde der Vertrag unterm 7. August 1872 abgeschlossen, nach welchem er die Fertigstellung des Alpentunnels um die Summe von Fr. 47,804,300 übernimmt. In dieser Summe sind inbegriffen die Anschaffung und Aufstellung sämtlicher Hülfeinrichtungen und Maschinen, der Ausbruch des Tunnelprofils, des Raumes für die Nischen und die Erstellung der Tunnelbohle, die Herstellung des nöthigen Mauerwerkes, die Einbringung der Beschotterung und das Legen der von der Bahngesellschaft gelieferten Schwellen und Schienen. Für jede dieser einzelnen Arbeiten sind Einheitspreise vereinbart worden und entspricht die oben genannte Summe der voraussichtlich auszuführenden Arbeit. Hiebei ist angenommen, dass die Hälfte des Tunnels ausgemauert werden müsse. Der von den Experten Beckh und Gerwig seiner Zeit aufgestellte Voranschlag zeigt bei der Annahme von wenig Mauerwerk im Innern des Tunnels die Summe von Fr. 51,754,200. Favre schafft alle Maschinen und Gerätschaften für die Erstellung des Tunnels an, die Kosten bezahlt die Gesellschaft und zieht dieselben in den letzten Jahren des Baues wieder ab.

Der Vollendungstermin ist auf 8 Jahre bis zum 23. August 1880 festgesetzt. Es werden Fr. 5000 als Prämie für jeden Tag früher, hingegen Fr. 5000 als Conventionalstrafe

für jeden Tag später, innerhalb der ersten 6 Monate, und Fr. 10,000 während der nächsten 6 Monate bezahlt. Nach einem Jahre hört der Vertrag auf und die Caution von 8 Millionen verfällt der Gesellschaft. Die mitconcurrirende Società dei lavori pubblici di Torino hatte 12 1/2 Millionen mehr und 9 Jahre Bauzeit verlangt, ausserdem sollte die Caution erst nach 11 Jahren seit Baubeginn verfallen sein.

Auf der Nordseite wurde schon am 4. Juni 1872 in Regie am Tunnelvoreinschnitt und am 29. Juni ein Sohlenstollen begonnen, der am 30. September das Tunnelportal erreichte und wurden hiemit die Regiearbeiten im nördlichen Stollen eingestellt. Bis zum 9. October 1872 wurde am Tunnelvoreinschnitt noch in Regie gearbeitet und übernahm die Unternehmung die Baute an diesem Tage.

Auf der Südseite begann der Aushub des Einschnittes vor dem Richtungsstollen am 2. Juli und rückte bis zum 27. August soweit vor, dass der Stollen selbst begonnen werden konnte, welche Arbeit die Unternehmung nun selbst ausführte.

Im Monat September 1872 hatte sich der Unternehmer Favre auf den Baustellen eingefunden und begann sofort mit den vorbereitenden Arbeiten für die Erstellung und Einrichtung der Maschinenhäuser und Werkstätten.

Die Vorführung dieser Anlagen und deren Inhalt wird nun zunächst meine Aufgabe sein, um dann zu dem Bau des Tunnels selbst überzugehen und mit einer Vergleichung mit andern Tunnelbausystemen zu schliessen.

Um für das Vortreiben des Stollens bis zur Aufstellung der definitiven Motoren und Compressoren keine Zeit unnütz verlieren zu müssen, wurden zu beiden Seiten des Tunnels provisorische Einrichtungen für Lieferung von comprimierter Luft hergestellt. Als Motor wurden Dampfmaschinen benutzt, die Compressoren waren ähnlich den am Mont Cenis verwendeten mit Wasserdichtung construiert und von J. Cockerill in Seraing geliefert worden.

Die definitiven Anlagen sollten durch Wasserkraft in Bewegung gesetzt werden.

In Göschenen stand eine genügende Wassermenge mit dem nöthigen Gefälle in der Reuss zur Verfügung. Die Minimalwassermenge der Reuss ist 1200—2000 Liter in der Secunde. Oberhalb der Tunnelmündung wurde an einer gegen Launen und Geröll geschützten Stelle ein Sammelbassin erstellt, von welchem ein gemauerter Canal von 135 Meter Länge das Wasser in ein gemauertes Reservoir leitet. Dieses letztere, 12 Meter lang, 2 Meter breit und 6 Meter hoch, ist mittelst Schleusen, Schlammkasten und Ueberläufen so eingerichtet, dass allfällige Unreinigkeiten im Wasser hier liegen bleiben und von Zeit zu Zeit in die Reuss hinausgespült werden können. Am Ende dieses Reservoirs beginnt die eigentliche Druckleitung, aus Eisenblech bestehend ist sie 86 Cm. weit und 600 Meter lang und zieht sich zum Theil im Einschnitt, zum Theil auf Mauern längs der Cantonalstrasse zu dem Turbinenhaus hinunter. Die sämtlichen Maschinen-Gebäude in Göschenen stehen auf dem rechten Reussufer, auf einem erst durch das Material der Abgrabungen gewonnenen Plateau. Das Wasserhaus ist für vier Turbinen eingerichtet, deren jedoch im September nur drei im Betrieb waren, die vierie ist jetzt auch montirt. Jede dieser von Roy & Co. in Vevey construirten Girard-Turbinen liefert bei einem Gefälle von 85 Meter und 320 Liter Wasser in der Secunde 250 Pferdekkräfte, und hat je eine Gruppe von drei Luftcompressoren in Bewegung zu setzen. Die Turbinen sind so placirt, dass eine allein im Nothfall zwei Gruppen von Luftcompressoren bewegen kann; es geschieht dieses mittelst Kuppelung der Hauptaxen.

Indem wir uns vorbehalten, in einer der nächsten Nummern der „Eisenbahn“ eine Zeichnung der von Prof. Colladon in Genf entworfenen und von Roy & Comp. in Vevey construirten Compressoren zu bringen, verzichten wir hier auf eine Beschreibung derselben. Bei diesen Maschinen ist die Einspritzung von Wasser behufs Abkühlung sehr wichtig. Hier geschieht es mittelst Wasser, das aus der Turbinenleitung kommt, und wenn nöthig durch eine besondere Pumpe unter entsprechenden Druck gesetzt und durch die Kolbenstange und den Kolben in das Innere des Cylinders geleitet wird. Die benötigte Wassermenge ist für einen Compressor 50 Liter per Minute, d. h. auf jeden Kolbenhub einen Liter. Die von einer Compressorengruppe geleistete Arbeit giebt pro Minute 4 Cubikmeter Luft auf 7 Atmosphären comprimirt, wenn nöthig kann der Druck auf 9 Atmosphären erhöht

werden bei verhältnissmässiger Reduction des Luftvolumens. Von den Compressoren kommt die Luft in grosse Luftreservoirs aus Eisenblech, die zum Ausgleichen des Druckes und zur Aufbewahrung dienen, von wo sie dann an die Verwendungsstellen geleitet wird.

Auf der Südseite, Airolo, standen viel geringere Wasserkräfte zur Verfügung, indem der Tessin nur ein geringes Gefälle hat, die Tremola nur 300 oder in trockenen oder sehr kalten Zeiten nur 200 Liter Wasser per Sekunde liefert. Um die Nutzbarmachung dieses Wassers zu ermöglichen, war man gezwungen, das aussergewöhnlich hohe Gefälle von 181 Meter anzuwenden, was bei Berücksichtigung aller Druckverluste noch 165 Meter nützliches Gefälle gibt. In einer Höhe von 1585 Meter über Meer ist das Wasser der Tremola gefasst und wird in einen zum Theil gemauerten, zum Theil aus Dielen hergestellten Canal in den Chieso-Bach geleitet, mit dem dasselbe in das Reservoir fliesst. Dieses Bassin ist 12 Meter lang, 2,0 Meter breit und 2,7 Meter hoch und gewölbt, es hat denselben Zweck wie dasjenige der Nordseite zu erfüllen, nämlich die Unreinigkeiten des Wassers zurückzuhalten und als Magazin für das Wasser zu dienen. Hier beginnt die Druckleitung, die aus gusseisernen, 62 Cm. weiten Röhren besteht und 840 Meter lang ist. Im Jahre 1874 hat sich jedoch das Wasserquantum dieser Leitung als zu gering erwiesen, es ist deshalb mit der Erstellung einer 3,5 Kilometer langen Leitung vom Tessin bei Fontana im Bedretto-Thal begonnen worden, die jetzt vollendet ist.

Die in Airolo aufgestellten 4 Tangentialräder sind von den HH. Escher Wyss & Comp. in Zürich erstellt und beanspruchen eine Wassermenge von 640 Liter in der Secunde, die Leistung eines Rades beträgt im Maximum 276 Pferdekkräfte. Diese Tangentialräder werden durch das Tremolawasser in Bewegung gesetzt, das jedoch einen sehr ungleichen Bestand hat. Um nun für das vom Tessin hergeleitete Wasser keine neue Motorenanlage machen zu müssen, ist zu dem Mittel gegriffen worden, auf der Axe der Tangentialräder noch eine Girardturbine anzubringen, so dass 2 Motoren auf einer Axe sitzen. Diese Turbinen sind bei 90 Meter Gefälle und 250 Liter Wassermenge pro Secunde auf eine Leistung von 210 Pferdekkräfte bei 70% Nutzeffect construirt. Wenn das Tremolawasser in genügender Menge vorhanden ist, wird die obere Turbine abgesperrt und das Tangentialrad in Bewegung gesetzt. Ist man hingegen gezwungen das Tessinwasser zu benutzen, so ist letzteres abgesperrt und die Turbine in Action.

Die Luftcompressoren, von Prof. Colladon in Genf entworfen und von Escher Wyss & Comp. in Zürich erstellt, sind wie diejenigen von Göschenen in Gruppen von je 3 disponirt, die von einem Tangentialrad in Bewegung gesetzt werden. Eine Compressorengruppe liefert in einer Minute 5,5 Cubikmeter auf 6 Atmosphären comprimirt Luft. In Airolo ist jetzt die 4. und 5. Compressorengruppe auch aufgestellt. Von den Compressoren wird die Luft wie in Göschenen in schmiedeiserne cylinderförmige Reservoirs geleitet, um von dort mittelst 20 Centimeter weiten Röhren an die Verwendungsstelle geführt zu werden.

Zur Erleichterung des Höhentransportes ist im Tunnel ein Elevator mit Accumulator aufgestellt. Derselbe besteht aus zwei senkrechten gegeneinander versteiften Wänden, zwischen denen eine Bühne mittelst Flaschenzugartiger Vorrichtung auf und niederbewegt wird, die selbst von einem Kolben in Bewegung gesetzt ist. Der Accumulator besteht aus einem vertical gestellten Cylinder mit Kolben, dieser letztere trägt eine Bleibelastung von 400 Centnern, was auf die Kolbenfläche vertheilt, 30 Atmosphären entspricht: Das Volumen dieses Cylinders entspricht dem Volumen der an dem Elevator angebrachten vier Cylinder. Eine kleine, mittelst comprimirt Luft in Thätigkeit gesetzte Druckpumpe füllt nun den Cylinder des Accumulators mit Wasser und hebt somit den belasteten Kolben in die Höhe; ist dieses geschehen und soll der Elevator in Thätigkeit gesetzt werden, so wird der Zufluss zu demselben geöffnet. Das Wasser tritt unter dem hohen Druck in die 4 Cylinder, drückt die Kolben nieder und hebt dadurch die Bühne mit der Last. Soll die Bühne hinunter gelassen werden, so werden die Abflusshähnen der 4 Cylinder geöffnet, so dass das Wasser aus denselben ausfliessen und der Kolben sich in dem Maasse heben kann, wie die Bühne sich senkt. Der Accumulator und der Elevator stehen beide auf Rollen, um, wenn nöthig leichter vorwärts transportirt und versetzt werden zu können.

Seit unsern Besuche in Göschenen wurde zum Auspumpen der schlechten Luft im Tunnel, die sich zeitweise wie dichter Nebel an die Decke desselben klebt, die Anschaffung von Aspiratoren beschlossen. Dieselben werden jedoch erst montirt, so dass über deren Leistungen noch nichts gesagt werden kann.

Zu den Bohrmaschinen übergehend, haben wir am Gotthardtunnel 4 verschiedene Arten in Thätigkeit. Die von Sommeiller, von Dubois & François, von Mac Kean und von Ferroux. Die von Sommeiller ist die älteste und wurde schon am Mont Cenis verwendet. Alle 4 Arten werden durch comprimirt Luft

in Bewegung gesetzt und haben einen veränderlichen Kolbenhub, hingegen wird die Maschine Dubois & François von Hand mittelst Kurbel und Schraube vorwärts bewegt, während die 3 andern selbstwirkend vorgeschoben werden, diejenige von Mac Kean kann, wenn nöthig, auch von Hand vor- oder rückwärts bewegt werden. Die Bohrmaschinen werden bei der Arbeit auf Gestelle gelegt, die stark genug sein müssen, um den Rückstößen widerstehen zu können. Das Gestell ruht auf 4 Rollen, von denen 2 mit einer Zahnradübersetzung mit Kurbel bewegt werden können wodurch das ganze Gestell vorwärts geschoben wird. Die Bohrmaschinen sitzen an dem vordern Theil des Gerüsts und werden mittelst verticalen und horizontalen Schrauben in die Lage gebracht, in der sie arbeiten sollen. Auf dem Gestell ist ein Luftkasten angebracht, der mittelst eines Cautschukschlauches mit der von den Compressoren herkommenden Luftleitung in Verbindung gesetzt ist; von dem Luftkasten führen nun kleine Cautschukschläuche, die mittelst Hahnen verschliessbar sind, die comprimirt Luft zu den Bohrmaschinen. Ein Reservoir für Wasser ist ebenfalls angebracht und wird von demselben aus in ähnlicher Weise das zum Einspritzen in die Bohrlöcher benötigte Wasser vertheilt. *

Als letzte der für den Tunnelbau zu benutzenden Maschinen sind die Förderungsmittel zu erwähnen. Es sind deren zweierlei vorhanden, erstens sog. Hunde, kleine ganz aus Eisen gefertigte Rollwagen, die speciell für den Dienst im Richtungsstollen bestimmt sind und nur $\frac{1}{3}$ Cubikmeter Material fassen können. In den übrigen Theilen des Tunnels sind hölzerne Rollwagen von 1 Cubikmeter Inhalt in Verwendung, ihre Spurweite ist die nämliche wie die kleinen Hunde, nämlich 1 Meter. Zur Fortbewegung dieser Rollwagen dienen Locomotiven, die anstatt mit Dampf mittelst comprimirt Luft in Bewegung gesetzt werden; diese letztere wird in einem besondern cylindrischen Reservoir, das auf zwei kleine Wagen gestellt ist, mitgeführt.

Nachdem wir nun die sämmtlichen bei dem Tunnelbau anzuwendenden Maschinen betrachtet haben, wollen wir uns nun in den Tunnel begeben und die Reihenfolge der verschiedenen Arbeiten daselbst ansehen.

Göschenen. Der von der Gottharddirection in Regie begonnene Sohlenstollen auf der Nordseite wurde von dem Unternehmer nicht mehr weiter getrieben, weil er seinem Baubetriebe das belgische Abbausystem zu Grunde legte. In Folge dessen begann er mit Vortreiben eines Firststollens, im Anfang von Hand, bis zu Anfang 1873 mit der Maschinenbohrung begonnen werden konnte, von welchem Zeitpunkt an die Stollenarbeit rascher vor sich ging. Die Bohrarbeit im Stollen wird nun folgendermaassen geleistet. Unmittelbar vor Ort steht das Gestell mit den Bohrmaschinen ausgerüstet, hinter demselben ein Wagen mit einem Wasserreservoir und hinter diesem die nöthigen Wagen mit Vorrathsmaschinen, Bohrer und Werkzeugen zum Unterhalte der Bohrmaschinen. Zur Bedienung der 6 oder 7 Bohrmaschinen sind 14 bis 15 Mann nöthig, 1 Aufseher leitet die ganze Arbeit, 3 Mann besorgen das Ansetzen der Bohrer im Gestein, 3 bedienen die Zulaufhähnen der Bohrmaschinen, 3 andere reguliren den Zufluss der Luft aus dem oben erwähnten Luftkasten, die übrigen besorgen zum Theil das Einspritzen von Wasser in die Bohrlöcher, zum Theil leisten sie Handlangerdienste mit Zutragen von Bohrern, von Verdichtungsmitteln, mit Schmierölen der verschiedenen Maschinentheile. Die Anzahl der zu erstellenden Bohrlöcher hängt ganz von der Härte des Gesteins ab, so sind im Monat December in Göschenen 22 Bohrlöcher von 1,10 Meter Tiefe getrieben worden; die dem Querschnitt des Stollens und der Härte des Gesteins entsprechende Anzahl Löcher werden alle nacheinander gebohrt. Als dann wird die Maschine in eine für diesen Zweck erstellte seitliche Erweiterung zurückgestellt in eine Entfernung von 80 Meter von Ort weg, davor werden der Wasserwagen und allfällige Reservewagen placirt, um die Maschinen vor Sprengstücken zu schützen.

Die Minen werden durch einen andern Trupp Arbeiter geladen und abgeschossen. Die Ladung ist meistens Dynamit mit Percussionskapseln und Zündschnüren. Zuerst schiesst man die mittlern Löcher ab, dann die obern und zuletzt die untersten an der Sohle. Der Schutt wird von denselben Leuten weggeschafft, die die Minen lossprengen, die bereit gehaltenen Wagen werden bis vor Ort geführt und das Material mit Körben, die ein Arbeiter füllt und sofort von andern einer Reihe entlang geboten werden, in dieselben geworfen. Zuerst wird der am weitesten weg stehende Wagen gefüllt und dann der nächste, bis alle voll sind. Ist der Schutt weggeräumt, so wird das Geleise vorgelegt und nun kann der Bohrtrupp, der inzwischen die Maschinen untersucht und in Ordnung gestellt, hat mit dem Bohrgestell wieder vorrücken und seine Arbeit beginnen. Das

* Da die „Eisenbahn“ später Beschreibungen der Bohrmaschinen bringen wird, soll dannzumal auch der Discussionen, welche im Schoosse des Vereines über das Princip der Steuerungen stattfand, Erwähnung gethan werden.

gewonnene Material wurde bisher in den Rollwagen über eine Rampe von dem Firststollen in die Tunnelsohle und ins Freie befördert. Gegenwärtig ist nun diese Rampe entfernt und müssten die Rollwagen durch den seither aufgestellten Elevator in die höhere Etage befördert werden. Um dieses zu umgehen, werden in dem Richtungstollen die kleinen eisernen Rollwagen benutzt und mit diesen vorgefahren, bis sie mittelst einer Drehscheibe in die in der Sohle des Tunnels bereitstehenden Wagen geleert werden können.

Die Ausweitung des Richtungstollens wird von Hand nach beiden Seiten betrieben, bis das obere Segment des Tunnelprofils ausgehoben ist. Bei richtiger Beobachtung des belgischen Tunnelbausystems sollte nun in diesem Stadium das Gewölbe ausgeführt werden. In Göschenen ist hingegen das Gewölbe weit hinter den folgenden Mineurarbeiten zurück, wie solches aus den Monatsberichten ersichtlich ist. Mit den Maschinen kann nur eine Höhe von 2,5 Meter angefahren werden, während der ganze Sohlenschlitz eine Höhe von 4,5 Meter hat, wesshalb der obere Theil desselben nur von Hand, der untere hingegen mit Maschinen bearbeitet werden kann. Das Material der Ausweitung im Richtstollen und des obern Sohlenschlitzes wird auf dieselbe Art weggefahren, wie dasjenige des Richtstollens, während dasjenige des Sohlenschlitzes unten hinausgeschafft wird, wobei durch den Elevator gefahren werden muss.

Bis jetzt sind in Göschenen die nun folgenden Arbeiten nur in sehr geringem Maasse ausgeführt und kann ich Ihnen daher dieselben nicht in Folge eigener Anschauung mittheilen, sondern wie sie dem einmal angenommenen Systeme entsprechen.

Dem belgischen System entsprechend wird das Deckengewölbe eingezogen, wenn das obere Segment ausgehoben ist, dann die untern Theile des Profils weggeräumt und zwar zuerst auf der einen Seite, um das Gewölbe mit dem Widerlager unterfahren zu können. Damit das schon ausgeführte Gewölbe bis zur Erstellung des Widerlagers gehörig gestützt werden kann, wird unter die erste Gewölbschichte eine 10 Centimeter dicke Diele gelegt, unter welche die Stempel und Pfosten gestellt werden. Diese Diele ist nach und nach herauszusägen und durch solide gut passende Steine der Schluss zwischen dem untern und obern Mauerwerk zu bewerkstelligen. Ist noch ein Sohlengewölbe einzuziehen, so ist für dasselbe noch der nöthige Raum auszuheben, wobei jedenfalls 1, wenn nicht gar 2 Schluss vorkommen. Bis das ganze Mauerwerk ohne Sohlengewölbe hergestellt ist, hat man also jedenfalls an 3 verschiedenen Stellen das Mauerwerk zu schliessen. — Die Wagen, mittelst denen die Steine und der Mörtel in die obere Ausweitung gebracht werden, haben alle den Elevator zu benutzen, dann etwas vorzufahren bis über die Weiche und dann wieder zurück zur Verwendungsstelle. Die für den Betrieb der Bohrmaschinen und für die Ventilation nöthigen Luftröhren sind 20 Centimeter weit und liegen jeweilen in der Sohle der entsprechenden Etage.

In Göschenen kommt nur sehr wenig Wasser aus dem Felsen und läuft dasselbe durch die Stollen hinaus, ohne den Arbeiten hinderlich zu sein.

Airolo. Nachdem ich Ihnen den Baubetrieb in Göschenen dargelegt habe, kann ich mich in Mittheilung desjenigen von Airolo kürzer fassen. In der Galerie von Airolo sind die Gebirgsverhältnisse viel ungünstiger als auf der Nordseite, wesshalb das Tunnelprofil mit vollständiger Ausmauerung angenommen werden musste. In Folge dessen ändert sich auch der Baubetrieb insofern, dass das Profil in 3 Etagen ausgehoben wird; nachdem die zweite Stufe ausgehoben ist, wird das Gewölbe eingesetzt und alsdann, wie früher erwähnt, der Sohlenschlitz mit Ausweitung ausgebrochen, das Widerlager eingesetzt und schliesslich noch das zweite Widerlager erstellt. In dem Haupttunnel wird noch ein Sohlengewölbe gemacht, während dies bei dem bis jetzt ausgeführten Directionsstollen nicht der Fall war. Die Erstellung der Tunnelhöhle musste hier sofort an Hand genommen werden, um die grosse Wassermenge in der Tunnelsohle rasch abführen zu können.

Bei dem stellenweise sehr schlechten Gesteine, das zu Firsteinbrüchen Anlass gegeben und auf diese Weise das Vorrücken der Arbeit sehr erschwert hat, war ein Holzeinbau unbedingt nöthig. Dieser ist nun aber in den von uns besuchten Strecken theilweise in einer mangelhaften Art ausgeführt, die für die Sicherheit der Arbeiter zu wünschen übrig lässt. Wie es bei dem belgischen Systeme üblich ist, wird nicht nach einem bestimmten Princip eingebaut, das für den ganzen Tunnel maassgebend ist, sondern jeweilen an den betreffenden Stellen, den lokalen Verhältnissen entsprechend vorgegangen. So sehen Sie an einzelnen Punkten einen regelrechten Einbau, an andern Orten hingegen nur einzelne Stempel unter ein Felsstück gestellt, das sich gefährdend präsentirt. An einer Stelle in der obern Ausweitung war anfänglich, um zu sparen (?), zu schwach eingebaut worden und sah man sich gezwungen, bei dem starken Drucke noch

Querriegel und Langhölzer und nachher noch eine dritte Holzlage einzuziehen, und dadurch wurde das Stollenprofil in einer für die Communication äusserst lästigen Weise verengt. Man hat so eine bedeutende Masse verlorenes Holz, indem es sehr schwer hält, ein auf eine bestimmte Länge geschnittenes Stück Holz wieder in derselben Stellung zu benützen, entweder wird ein neues Stück genommen oder dann das schon benützte auf die entsprechende Länge abgesägt.

Bei der Mauerung in Airolo sind uns namentlich die Lehrgerüste aufgefallen. Dieselben bestehen aus fünf zölligen Bohlen, im Scheitel mit eisernen Platten in einander gesteckt. Die eigene Art der Verbindung hat nun ein einseitiges Setzen und entsprechendes Hinausdrücken zur Folge gehabt, so dass die Bogen mit Stempeln gestützt werden mussten, wodurch der durch die Dielenbogen erwirkte Vortheil des freien Profils wieder ganz verloren ging. Die Arbeiter waren auch in der That in Ausführung ihrer Arbeiten durch die vielen Stützen gehindert.

Ein für den Tunnelbau sehr erschwerender Umstand ist die grosse im Stollen zu Tage getretene Wassermenge, es betrug dieselbe letzten Herbst 200 Liter in der Secunde und drang an verschiedenen Stellen aus dem Felsen, namentlich 500 M. hinter dem Portal. Die in den verschiedenen Stufen des Tunnels eingehauenen Gräben genügten nicht zur Abführung des Wassers, dieses floss vielmehr in der ganzen Breite der Etage dahin, so dass die Arbeiter überall in demselben stehen mussten. Auf diese Weise ist allerdings eine seiner Zeit von Hrn. Favre für das belgische System vorgebrachte Empfehlung, er ziehe vor, das Wasser zu den Füßen, denn über den Köpfen zu haben, in bedenklicher Weise erfüllt, indem das Wasser jeweilen von einer Stufe in die andere hinunterfällt und daselbst im Umkreis stark benetzt.

Im Jahre 1874 war in Göschenen der geringste Fortschritt im April mit 58,4 Meter oder per Tag 1,9 Meter erreicht worden, der grösste hingegen im August mit 120 Meter oder 4 Meter per Tag, im letzten December 86,5 Meter oder 2,9 Meter per Tag.

Im April betrug die Zeit	6 Std. 8 Min.	im August hingegen	3 Std. 26 Min.
für die Bohrarbeit	3 " 28 "		3 " 20 "
Zusammen	9 Std. 36 Min.		6 Std. 46 Min.
Ablösungen im Monat:	65		109.

Im letzten December	
Bohrarbeit	5 Std. 5 Min.
Schutterarbeit	3 " 9 "

Zusammen 8 Std. 14 Min. mit 90 Ablösungen.

In Airolo war für 1874 der geringste Fortschritt im Mai mit 44,8 Meter oder 1,5 Meter per Tag, der grösste im December mit 86,4 Meter oder 2,9 Meter per Tag.

Im Mai betrug die		im December hingegen	
Bohrzeit	8 Std. 06 Min.		4 Std. 13 Min.
Schutterzeit	5 " 30 "		4 " 01 "
	13 Std. 36 Min.		8 Std. 14 Min.
Ablösungen im Monat:	55		82.

Bis Ende December beträgt der Gesamtfortschritt

	in Göschenen	in Airolo	Total
	Meter	Meter	Meter
Richtungstollen	1637,3	1343,4	2980,7
Seitliche Ausweitung	660,6	656,0	1316,6
Vollständige Ausweitung	141,5	235,0	376,5
Gewölbe	88,0	329,8	417,8
Oestliches Widerlager	103,0	101,9	204,9
Westliches Widerlager	88,0	141,6	229,6
Tunnelhöhle	—	126,0	126,0

Nach dem mit Favre abgeschlossenen Verträge soll der Tunnel 8 Jahre nach der Bundesgenehmigung der Uebereinkunft fertig erstellt sein, also am 23. August 1880. Um diess zu ermöglichen, muss im Richtungstollen folgender Fortschritt gemacht werden; dabei ist noch zu berücksichtigen, dass 3 Monate für die Fertigstellung des Tunnels und Legen der Bahn abzuziehen sind. Die von Anfang 1875 noch zu durchbrechende Länge beträgt 14,920 — 2980 = 11,940 Meter und ist in 65 Monaten zu durchbohren; es müssen also im Monat auf beiden Seiten zusammen 183,7 Meter, oder auf einer Seite allein 91,9 Meter, was per Tag 3,1 Meter ausmacht. In Göschenen ist nun dieser Fortschritt seit Juli 1874 immer inne gehalten worden, während der durchschnittliche Fortschritt in Airolo im November und December 1874 mit 2,8 und 2,9 Meter demselben sehr nahe kam und bei der Abnahme des Wasserzuflusses vor Ort ihn bald erreichen dürfte. Wenn nun auch der Fortschritt im Richtstollen als beinahe genügend bezeichnet werden kann, so sind hingegen die Ausweitungs- und Mauerungsarbeiten noch sehr weit im Rückstand und ist diess um so unerklärlicher, als Herr Favre im Sommer 1875 mit der Mauerung nicht weiter als 600 Meter hinter dem Ort zurückstehen sollte. Es ist daher zu erwarten, dass die

Direction der Gotthardbahn in ihrem Bestreben, den Tunnelbau möglichst zu fördern, von den h. Bundesbehörden kräftig unterstützt werden wird.

Um die belgische Tunnelbaumethode mit andern Systemen vergleichen zu können, ist es nöthig, vorerst ihre Nachteile hervorzuheben. So lange eine Rampe beibehalten werden kann, ist die Förderung des Materiales ziemlich einfach, sowie eine solche nicht mehr vorhanden ist, so muss der Schutt jedenfalls einmal umgeladen werden, was immerhin den Transport verzögert und in Folge dessen vertheuert. Diess gilt sowohl für die Förderung des Materiales aus dem Richtungsstollen als aus den andern Abschnitten des Profils. Während dem Fortschreiten des Baues müssen die verschiedenen Stufen und die Rampen abgetragen, resp. durch andere ersetzt werden, in Folge dessen sind die auf denselben liegenden Dienstbahnen umzulegen und zwar meistens so, dass eine neue Bahn gelegt ist, bevor die andere abgerissen wird, wenn wenigstens der Stollenbetrieb und der Materialtransport nicht unterbrochen werden soll. Die Luftröhren sind auch jeweilen mit dem Vorrücken der Arbeit von einer Stufe in die andere hinunter zu legen, wenn nicht vorgezogen wird, dieselbe auf besondern Trägern aufzulegen; diese letztern würden jedoch in dem Profil ziemlich Raum beanspruchen und demnach für die andern Arbeiten hinderlich sein.

Tritt in einem nach belgischem System gebauten Tunnel viel Wasser zu Tage, so ist die Ableitung desselben schwierig und störend für den Fortgang der Arbeiten. In dieser Hinsicht erlaube ich mir, Sie auf das bei Besprechung der Bauten in Airolo Gesagte zu verweisen.

Das Hauptmoment jedoch, das gegen die belgische Methode angeführt werden muss, ist, dass nach Vortreiben des Richtstollens für die Weiterführung der sämtlichen Arbeiten nur je ein Angriffspunkt geschaffen ist, ein Umstand, der bei kurzen und knappen Terminen, wie dieselben in neuester Zeit überall angenommen sind, sehr schwer ins Gewicht fällt.

Wird hingegen der Bau mit einem Sohlenstollen begonnen, so wird die erste Dienstbahn für die ganze Dauer des Baues zu benutzen sein, höchstens müsste sie unter Umständen seitwärts verschoben, aber nie in ihrer Höhenlage verändert und in Folge dessen abgebrochen werden. Für die Luftröhren gilt das nämliche, indem dieselben immer in ihrer Lage verbleiben können. Bei grossem Wasserandrang lässt sich der Stollen etwas tiefer ausbrechen, so dass für einen besondern Wassergraben Raum gewonnen wird über welchen die Dienstbahn gelegt werden kann. Dadurch wird bezweckt, dass das Terrain jeweilen entwässert wird bevor die Ausweitungsarbeiten vorrücken, im Ferneren hat man das Wasser immer zu seinen Füssen und bloss an denjenigen Stellen auch über den Köpfen, wo es überhaupt aus dem Felsen hervorquillt. Dass dadurch für die Gesundheit der Arbeiter und in Folge dessen für den Fortgang der Bauten besser gesorgt ist, brauche ich kaum zu erwähnen.

Der weitere Abbau des Profils kann beim Vortreiben eines Sohlenstollens auf zweierlei Art geschehen, je nachdem bei demselben auch Bohrmaschinen wie im Sohlenstollen angewendet oder alles von Hand gemacht werden soll. Will man den weitem Abbau von Hand bewerkstelligen, so ist es am vorteilhaftesten, recht viele Aufbrüche zu machen, von denen aus zu beiden Seiten Ausbruchstücke erstellt werden, so dass auf diese Weise möglichst viele Angriffspunkte entstehen, an denen gleichzeitig gearbeitet werden kann. Hiebei ist es ganz gleichgültig, welches System des Einbaues gewählt wird, das englische oder das österreichische. Die Hauptsache ist, dass jeweilen das ganze Profil ausgehoben ist, bevor mit der Mauerung begonnen wird.

Der Transport des Schuttes macht sich sehr einfach, auf der einmal gelegten Dienstbahn fahren die Rollwagen bis in den Stollen oder auch nur bis in die einzelnen Ausbrüche, das Material wird von denselben durch sogenannte Schuttlöcher direct in die Wagen geleert und braucht nicht von einem kleinern in einen grösseren Kasten geschüttet zu werden; im Fernern ist es der die Wagen befördernden Maschine möglich, in alle Theile des Tunnels zu gelangen, so dass auch hiedurch der Transport ungemein erleichtert werden kann.

Werden bei einem kleinern Tunnel die Ausbrüche ganz von Hand ausgehoben, so würde man bei einem grossen Tunnel wie beim Gotthard, wo ja ohnehin grosse Maschinenanlagen nöthig sind, jedenfalls einen Firststollen mit Bohrmaschinen durchbrechen und zwar vom Portal beginnend gegen den Berg ganz analog dem Sohlenstollen. Die für den Betrieb der Bohrmaschinen nöthige Luft könnte von der im Richtungsstollen liegenden Leitung durch die Schuttlöcher hinauf in den oberen Stollen geführt werden. Von dem Firststollen aus können dann wieder beliebig viele Ausbrüche als neue Angriffstellen gewonnen werden und ist die Zahl derselben nur durch die Regelmässigkeit in dem Schutttransport bestimmt.

Bei dem belgischen System hat man in Wirklichkeit nur einen Stollen und den Sohlenschlitz, der auch als ein theilweiser Stollen betrachtet werden kann, zu treiben, hingegen hat man die schon erwähnten constanten Aenderungen mit den Dienstbahnen und Leitungen; bei dem System mit einem Sohlenstollen hätte man allerdings zwei Stollen mit Maschinen zu betreiben, dafür aber einen immerwährenden nie gestörten Transport und eine beliebige Anzahl Angriffspunkte.

Wird nach dem englischen oder dem österreichischen System eingebaut, so ist es möglich, die gleichen Hölzer so lange zu gebrauchen, bis sie zerbrochen sind, indem jedes Stück in dem nächsten Ausbruch ganz dieselbe Verwendung findet, wie in dem Vorhergehenden. Durch die Innehaltung eines Systems im Einbau ist es daher auch möglich eine bedeutende Ersparniss an Holz zu erzielen.

Bei dem belgischen Systeme wird das Gewölbe hauptsächlich aus dem Grunde zuerst eingezogen, um den darüber liegenden Berg festzuhalten und wird dasselbe also auf die untern Theile des Profils aufgestützt. Besteht der Berg aus festen Gesteinen, so hat das Gewölbe allerdings ein gutes Widerlager zu beiden Seiten, eine sofortige Stützung des Berges ist jedoch nicht nöthig, weil sich derselbe auf die kurze Zeit bis die Widerlager erstellt sind, wohl erhalten wird. Durch das Wegsprengen der untern Theile des Profils ist im Gegentheil das Gewölbe noch Erschütterungen ausgesetzt und kann beschädigt werden. Dasselbe sofort zu erstellen, ist bloss von Nutzen, wenn das Gestein schlecht ist, dann aber sind die Gewölbaufleger auch nicht sehr fest und müssen dieselben sehr bald unterfahren werden. Bei dem Unterfahren des Gewölbes haben die Mineurs und Maurer neben einander zu arbeiten, können sich gegenseitig oft hindern und ist die Arbeit jedenfalls eine sehr zeitraubende. Dazu kommt, dass die Schlusschichten selten so gut eingepasst werden können, dass sich nicht nachträgliche Setzungen des Gewölbes zeigen.

Wird hingegen nach dem englischen oder dem österreichischen Systeme gebaut, so ist das ganze Tunnelprofil ausgehoben und kann die Mauerung vom Fundament an ganz gleichmässig bis in den Gewölbschluss erstellt werden, so dass nur ein Schluss vorkommt und sich nicht das ganze Gewölbe setzen kann. Eine etwelche Gefahr mag darin liegen, dass das ganze Tunnelprofil während der Mauerung frei liegt, während dasselbe beim belgischen Bau schon durch das Gewölbe gestützt ist; es ist hiebei jedoch zu beachten, dass wenn die Mauerung vom Fundament an angesetzt und bis ins Gewölbe fortgeführt werden kann, diese jedenfalls, weil ohne Störung, rascher hergestellt wird, als bei der belgischen Methode, bei welcher die Erstellung der Widerlager verhältnissmässig mehr Zeit in Anspruch nimmt, so dass sich die Ausmauerung des ganzen Profils in dieser Beziehung nicht ungünstiger stellt und immerhin den grossen Vortheil für sich hat, dass sie viel solider ist als die partielle Mauerung. Die Beischafter der Steine und des Mörtels ist viel leichter durch den Sohlenstollen zu bewerkstelligen, als über die Rampen hinauf.

Bei dem Tunnelbaubetrieb mittelst Sohlenstollen, sei es nach dem englischen oder österreichischen Systeme, ist es von Wichtigkeit, dass die Mineurs und die Maurer sich gegenseitig ablösen, so zwar, dass wenn die Mineurs ein Stück ausgehoben haben, die Maurer bereit sind, das Fundament anzusetzen, und wenn die Maurer ein Mauerstück geschlossen haben, die Mineurs sofort ein nebenan liegendes Ausbruchstück beginnen können.

Aus dem Gesagten haben Sie den Schluss wahrscheinlich schon selbst gezogen, dass nämlich ein Tunnelbausystem mit Sohlenstollenbetrieb dem rein belgischen System vorzuziehen sei.

Dass die Gotthardtunnelunternehmung diesen Gedanken nicht so absolut verwerfe, so weit es die Mauerung betrifft, scheint mir aus dem Rapport über diese Arbeit in Göschenen geschlossen werden zu dürfen. Es sind daselbst nämlich 88 Meter Gewölbe und 103 Meter östliches Widerlager aufgeführt, so dass 15 Meter mehr Widerlager als Gewölbe erstellt sind. Ob die Unternehmung in ihrem Bausystem eine Aenderung eintreten lassen wird, kann nicht gesagt werden, sie könnte sich vielleicht im Laufe dieses Frühjahrs noch darüber auszusprechen haben.

Für Göschenen wäre ein Uebergang zu einem Sohlenstollen mit wenig Umständen verbunden; da der Tunnel daselbst eine Steigung von 5,82‰ hat, so wäre es möglich, bei einer Steigung von 1‰ im Richtstollen die Tunnelsohle nach einer Länge von 980 Meter zu erreichen. Gienge man horizontal, so wäre diese Strecke nur 810 Meter lang.

Für Airolo ist ein Uebergang zu einem Sohlenstollen sehr schwierig, indem er nur mit Gegenfäll bewerkstelligt werden könnte, was den Transport des Schuttes bedeutend erschweren würde, ausserdem würde das Tunnelwasser immer vor Ort stehen und seine Wegschaffung durch besondere Pumpenanlagen wäre, des beschränkten Raumes wegen, kaum möglich.