Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 33/34 (1899)

Heft: 24

Artikel: Ventilations-Anlage nach dem System Saccardo für den Gotthard-Tunnel in Göschenen

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-21350

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: 14.07.2025

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

INHALT: Ventilations-Anlage nach System Saccardo für den Gotthard-Tunnel in Göschenen. — Essais comparatifs de traverses métalliques de 1881 à 1898 sur le réseau Liégeois-Limbourgeois de la Compagnie des chemin de fer de l'Etat Néerlandais. II. (Fin.) — Wettbewerb für ein eidg. Post-, Telegraphen- und Zollgebäude in Chur. I. — Zum Projekt des Rathaus-Umbaus in Luzern. — Ueber den Eisenbahn-Unfall in Aarau. — Ueber den jetzigen Stand der Acetylen-Technik. II. — Miscellanea: Die 40. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure. Eine Vereinigung zur Erhaltung deutscher Burgen. Ständehaus-Neubau in Dresden. — Nekrologie: † Bruno Bucher. — Korrespondenz: An die Redaktion. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender. Stellenvermittelung.

Ventilations-Anlage nach System Saccardo für den Gotthard-Tunnel in Göschenen.[1])

Schon während des Baues des Gotthardtunnels beschäftigte die Frage einer genügenden Ventilation der Arbeitsstellen Unternehmung und Bauleitung in hohem Masse, ohne dass eine vollkommen befriedigende Lösung gefunden worden wäre. Nebenher wurde das Studium der Vorkehrungen nicht ausser acht gelassen, die behufs Erzielung einer ausreichenden Lüftung der Tunnelröhre nach Eröffnung des Betriebes zu treffen seien. Herr Oberingenieur Gerwig äusserte sich hierüber in einem längeren Berichte vom 10. April 1875 dahin, dass die natürliche Ventilation beim Gotthardtunnel viel weniger künstlicher Nachhilfe bedürfen werde, als beim Mont-Cenis-Tunnel, dass aber selbst dann, wenn man dazu käme, anstatt der Dampflokomotiven solche ohne Raucherzeugung zu verwenden, die Vorsicht gebieten würde, einen so langen Tunnel nicht ohne Einrichtung künstlicher Luftzuführung zu belassen, also die von der Bauunternehmung beigestellten Kompressoren und Leitungen wenigstens teilweise auch während des Betriebes beizubehalten. In ähnlichem Sinne sprach sich Herr Oberingenieur Bridel in einem Schreiben an die Direktion vom 18. Nov. 1879 aus; er hielt vor allem eine Trinkwasserleitung und dann eine Luftleitung durch den ganzen Tunnel für angezeigt, welch' letztere so weit sein sollte, dass man in 24 Stunden 100 000 m^3 reine Luft von atmosphärischer Spannung einblasen könne. In einem spätern Berichte vom 4. Mai 1881 bemerkte Herr Bridel, wenn im Falle des Bedarfes eine künstliche Ventilation eingerichtet würde, mit der man eine ständige Luftströmung von 2 *m* Geschwindigkeit erhielte, so käme dies einer gänzlichen Lufterneuerung in 2 Stunden und 5 Minuten gleich, und es würde also ein ausserordentlich günstiges Resultat erzielt.

Nach erfolgtem Durchschlag und nach successiver Wegräumung des in die Tunnelröhre noch hineinragenden Gebirges und der Gerüste zeigte sich eine ganz genügende natürliche Ventilation, die auch nach Eröffnung des Zugsverkehrs anhielt. Geringe Luftdruckdifferenzen an den Portalen bewirkten einen so ausreichenden Luftzug, dass schon im 10. Geschäftsbericht der Direktion und des Verwaltungsrates pro 1881 auf Seite 24 gesagt wurde, es werde kaum je einer künstlichen Nachhilfe bedürfen, und später am 14. Mai 1883, d. h. fast anderthalb Jahre nach der Inbetriebnahme des Tunnels, der Maschinenmeister kategorisch erklären konnte: „Es braucht keine künstliche Ventilation."

Um jedoch die bedeutenden Verschiedenheiten der Luftdruck- und Temperaturverhältnisse in verschiedenen Jahren nicht ausser acht zu lassen, und nicht auf zeitlich beschränkte Wahrnehmungen ein abschliessendes Urteil zu gründen, wurden täglich Beobachtungen und Aufzeichnungen über Wärme, Zug und Rauch angeordnet, von Herrn Oberingenieur Bechtle in einer vom März 1889 datierten Abhandlung „Die Luft im Gotthardtunnel"[2]) die sechs Jahre 1883—1889 umfassend, zusammengestellt und veröffentlicht. Herr Bechtle kommt darin zum Schlusse, dass im Gotthardtunnel ein natürlicher Luftzug stets vorhanden sei, dass das vorübergehend im Tunnel befindliche Wärter- und Zugspersonal durch den Rauch wohl mehr oder weniger belästigt, in der Ausübung seines Dienstes aber nicht gehindert werde, dass bei den Arbeiten für den Geleiseunterhalt etc. auf die Richtung des Luftzuges Rücksicht genommen und diese zumeist während der Nachtzeit ausgeführt werden, in welcher nur zwei Schnellzüge verkehrten. Nach dem graphischen Fahrplane vom Sommer 1888 passierten damals innert 24 Stunden 32 Züge den Gotthardtunnel (6 Schnell- und 8 Personen-, 8 regelmässige Güter- und 10 Fakultativzüge); nachts gab es zwei Pausen von zusammen 8 Stunden 10 Minuten.

Anfangs 1889 wurden die täglichen Beobachtungen eingestellt; man erwartete zuversichtlich, die natürliche Ventilation werde auch in Zukunft ausreichen. Mit dem zunehmenden Zugsverkehr begann jedoch auch die natürliche Tunnellüftung den Anforderungen immer weniger zu genügen. Nachdem gemäss Sommerfahrplan 1890 zum ersten male zwei fakultative Güterzüge in der Nacht zwischen 9 Uhr abends und 6 Uhr morgens den Tunnel passieren konnten, wurden es im Winterfahrplan 1892/93 deren drei, und in jenem für 1893/94 neun Fakultativzüge. Diese Vermehrung der Nachtzüge übte denn auch bald einen recht nachteiligen Einfluss auf die Arbeiten im Tunnel aus und führte zunächst dazu, dass eine möglichst vollständige Verbrennung des Heizmaterials angestrebt und an das Lokomotivpersonal bestimmte Weisung betreffend Unterhaltung des Feuers beim Befahren des Gotthardtunnels erlassen wurde. Trotz dieser Anordnungen dauerten die zeitweilige Anhäufung von viel Rauch und die Verhinderung der Geleisearbeiten im Tunnel fort; man musste dazu die Tage mit starker natürlicher Lüftung auswählen und verschiedene Nächte hindurch den Verkehr der Fakultativzüge einstellen, um mit den unaufschiebbaren Arbeiten nachkommen zu können.

Auf die Eröffnung der nördlichen Zufahrtslinien hin wurden in den Sommerfahrplan 1897 zwischen Göschenen und Airolo 10 Express- und Schnellzüge, 8 Personenzüge, 16 regelmässige und 27 fakultative Güterzüge, zusammen 61 Züge aufgenommen. Es gingen Beschwerden des Bahnerhaltungspersonals ein, die sich bald in erhöhtem Masse wiederholten. Der Luftdruck in Göschenen und Airolo hielt sich von Mitte September bis Ende des Jahres an vielen Tagen so sehr das Gleichgewicht, dass der Rauch der Züge im Tunnel sich sammelte und weder nord- noch südwärts hinaus konnte; es herrschte kein oder nur sehr schwacher, in der Richtung ganz kurz hintereinander wechselnder Zug. Ein solcher Zustand von bisher noch nicht beobachteter Dauer musste nicht nur auf die Arbeiter, sondern auch auf das Bahnbewachungspersonal schädlich einwirken. Man war genötigt, im Zugsverkehr Beschränkungen eintreten zu lassen, wodurch wieder erträgliche Zustände herbeigeführt wurden. Gleichzeitig mit der Einstellung des Verkehrs der Güterzüge an sechs Nächten jeder Woche besserten sich zufällig auch die Luftdruckverhältnisse; die Nächte mit viel Rauch wurden seltener und die Regulierungs- und Auswechslungsarbeiten giengen wieder in normaler Weise vor sich:

Aus obigem ergiebt sich, dass:

1. der Gotthardtunnel bezüglich der natürlichen Lufterneuerung mit Rücksicht auf seine Länge und im Vergleich mit vielen andern Tunneln so lange günstigere Verhältnisse aufwies, als der Verkehr eine mittlere Dichte nicht überschritt, während der Nachtzeit längere Zugsintervalle für die Bahnerhaltungsarbeiten zur Verfügung standen und die Fahrgeschwindigkeit noch so mässig war, dass eine ganz besondere Sorgfalt für die Instandhaltung der richtigen Geleiselage nicht aufgewendet werden musste;

2. die Einführung der nächtlichen Güter- und Fakultativzüge und die dadurch bedingte bedeutende Abkürzung bestimmter Zugsintervalle die Arbeiten in hohem Masse erschweren und verteuern;

[1]) In Ergänzung unserer früheren Mitteilungen über das Lüftungssystem *Saccardo* (Bd. XXIV S. 147, Bd. XXV S. 21, Bd. XXX S. 121) ist Nachfolgendes dem 27. Geschäftsberichte der Direktion und des Verwaltungsrates der G. B., umfassend das Jahr 1898, entnommen worden.
Die Red.

[2]) Schweiz. Bauztg. Bd. XV Nr. 8.

3. dichter Verkehr in zufälliger Gemeinschaft mit gleichem oder nahezu gleichem relativen Luftdruck an beiden Mundlöchern die Arbeiten ganz verhindern und das Befinden der Arbeiter sowohl wie des Bahnbewachungspersonals schädigen.

Das Maschinenpersonal und das Zugspersonal wird durch schlechte Luft im Gotthardtunnel wohl belästigt, aber nie bis zur Ohnmacht beeinflusst, wie dies in Tunneln mit starker Steigung bei doppelter und dreifacher Traktion selbst dann öfter vorkommt, wenn die Länge der geschlossenen Röhre eine sehr mässige ist. Auf solchen Fahrten zu Berg werden auf die Längeneinheit bezogen viel mehr Kohlen verbrannt, also viel mehr gesundheitsschädliche Gase erzeugt; im Gotthardtunnel war es dagegen nie auf der ganzen Länge gleich schlecht, und die Züge fahren rasch durch. Eine Beschränkung der Disposition des Zugsverkehrs in dem Umfang, wie sie seit Neujahr 1898 notgedrungen Platz greifen musste, ist sehr lästig, man musste deshalb bestrebt sein, deren Dauer nach Möglichkeit abzukürzen, indem man Mittel und Wege suchte, das Auftreten und Ansammeln feuchter und vergifteter Luft im Tunnel zu verhindern. Am vollkommensten würde das wohl erreicht, wenn man den Tunnel durchfahren könnte, ohne Rauch zu entwickeln und Dampf ausströmen zu lassen, d. h. wenn man die Bewegung der Züge mit Pressluft, nicht erst im Tunnel erzeugtem elektrischem Strom und dergleichen bewirken könnte. Abgesehen davon, dass ein solch' abnormaler Betrieb auf einem Zwischenstück von nur 16 *km* Länge von störenden Aufenthalten für den Maschinenwechsel begleitet sein müsste, ist die Anwendung der genannten motorischen Kräfte zur schnellen Beförderung so grosser Massen, wie sie der Gotthardbahn obliegt, bis auf den heutigen Tag eine ungelöste Aufgabe geblieben; ob die Lösung in nächster Zeit und in praktisch anstandslos durchführbarer Weise zu erwarten ist, scheint sehr fraglich zu sein.

Weitere, wenn auch nicht ganz so radikale Mittel zur Verbesserung der Tunnelluft wären die Rauchverbrennung und die Verwendung von weniger Rauch erzeugendem Feuerungsmaterial. Mit Apparaten für Rauchverzehrung wurden auf der Gotthardbahn nicht weniger als anderswo Versuche angestellt, aber keine zur Einführung an den vorhandenen sehr leistungsfähigen Lokomotiven einladende Resultate erzielt. Die Verwendung von weniger Rauch erzeugenden Brennmaterialien hat die Betriebsleitung der im Herbst 1884 eröffneten Arlbergbahn zum Gegenstand eingehenden Studiums gemacht und bis Ende 1896 alle Lokomotiven, welche den Tunnel zu passieren haben, für Blauölfeuerung eingerichtet. Die k. k. Staatsbahndirektion in Innsbruck teilte mit, die ausschliessliche Verwendung von Petrolrückständen nach System Holden bei Befahrung des Tunnels erziele in der That bessere Luftverhältnisse, bewähre sich also vollständig; immerhin halte sie die Lösung der Aufgabe damit noch nicht für abgeschlossen, sondern gedenke, die Bemühungen zur Verbesserung der bestehenden Verhältnisse in gesundheitlicher Beziehung und zur Erhöhung der Verkehrssicherheit noch fortzusetzen.

Ventilationsanlage nach System Saccardo für den Gotthardtunnel in Göschenen.

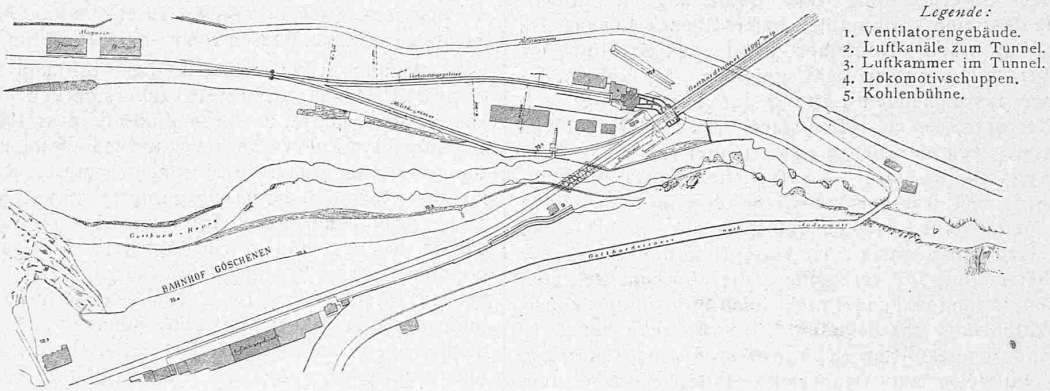


Fig. 1. Lageplan 1 : 5000.

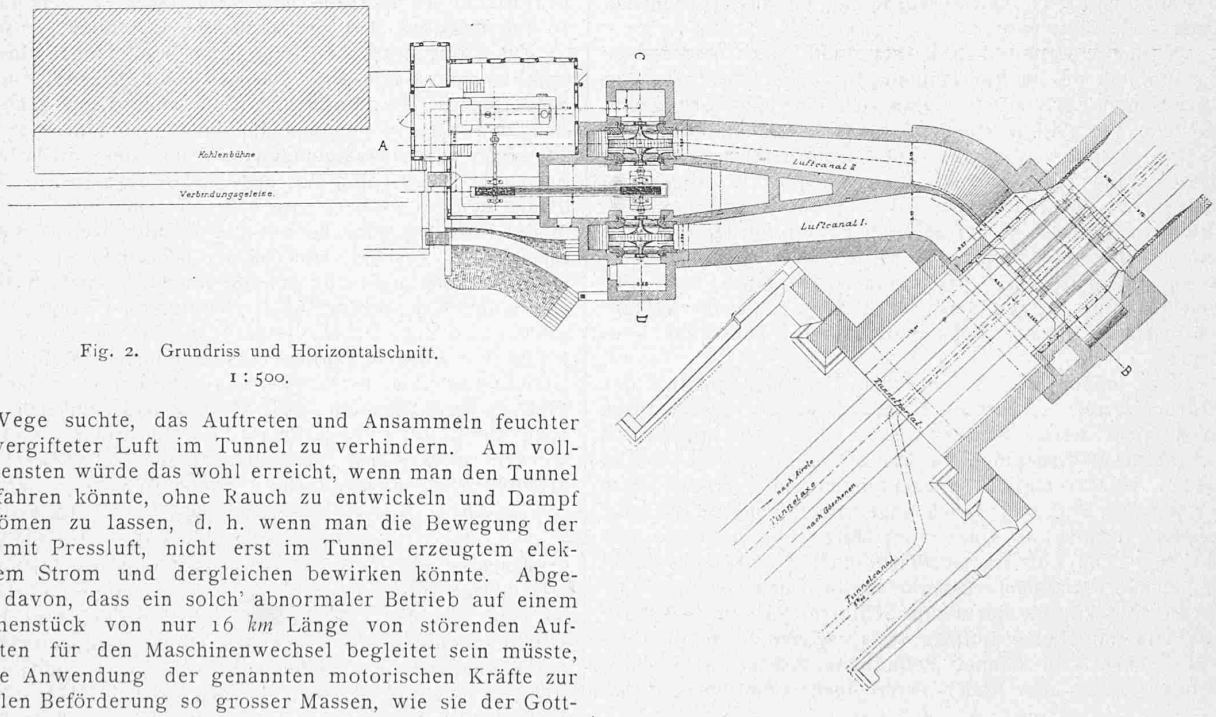


Fig. 2. Grundriss und Horizontalschnitt. 1 : 500.

Erhebungen über die voraussichtlichen Kosten der Einrichtung zur Heizung der Lokomotiven für die Fahrten zwischen Göschenen und Airolo mit Petrolrückständen, sowie über die Verwendung dieses Brennmaterials ergaben Ziffern, welche zusammen mit der Ueberzeugung, dass eine unter allen Umständen genügende Abhilfe durch Einführung

der Blauölfeuerung doch nicht geschaffen werde, vor weiterm Vorgehen nach dieser Richtung hin abschreckten. Bei dichtem Zugsverkehr und anhaltend stagnierender Luft können sich die gesundheitsschädlichen Gase, die sich auch bei Verbrennung von Petroleum, Benzin u. s. w. entwickeln, ebenfalls anhäufen, die Wärme wird nicht herabgesetzt, eher vermehrt, die durch ausströmenden Wasserdampf erzeugte Feuchtigkeit wird nicht absorbiert.

zu denken, durch Oeffnungen im Tunnelgewölbe und durch Schächte über demselben einen natürlichen Luftzug zu schaffen und den vorhandenen zu befördern. Es blieb somit nur noch zu untersuchen, ob die Aufgabe durch Anwendung maschineller Ventilation in zufriedenstellender Weise gelöst werden könnte. Die Vorschläge, Versuche und Anlagen in diesem Sinne verlangten zumeist den Verschluss eines Mundloches mit einem beweglichen Thor,

Ventilationsanlage nach System Saccardo für den Gotthardtunnel in Göschenen.

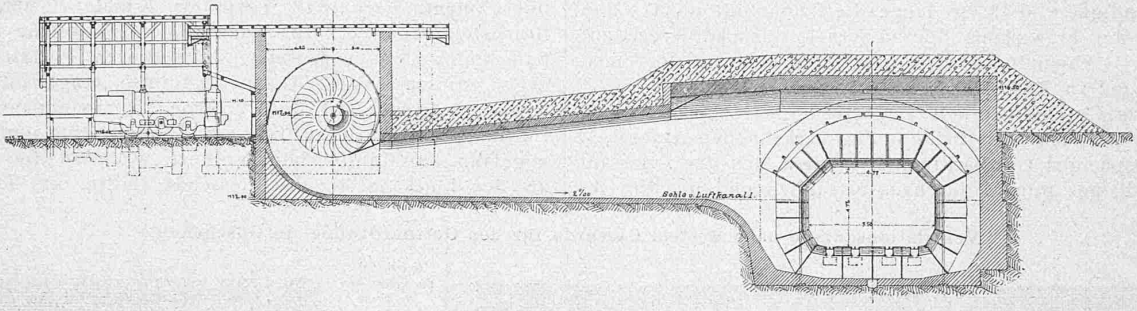


Fig. 3. Längenschnitt nach A-B. (vide Fig. 2.) 1 : 400.

welches nur zum Passieren des Züge geöffnet wird, und das Einblasen von Luft durch Oeffnungen in der Nähe dieses Mundloches oder das Aspirieren der Tunnelluft an verschiedenen Oeffnungen einer durch den ganzen Tunnel angebrachten Röhrenleitung. Bei einigermassen dichtem Zugsverkehr ist das jeweilige Oeffnen und Schliessen eines Thores äusserst hinderlich; dass und warum Röhrenleitungen den Zweck nie erfüllen können, wurde oben schon angedeutet.

Ferner giebt es Lösungen des Problems, die die Produktion des Rauches nicht gänzlich aufheben oder auf künstliche Weise vermindern sollen, sondern den Zweck haben, die von Rauch inficierte Tunnelluft im ganzen Tunnel oder nur an bestimmten Stellen desselben zu verbessern und für die Gesundheit unschädlich zu machen. Hieher gehören die Behälter mit komprimierter Luft und Sauerstoff, die man auf den Lokomotiven mitführt oder in den Tunnelnischen zum Gebrauche des Personals aufstellt, die Zuführung solcher Luft von den Portalen in Rohrleitungen behufs Rauchfreihaltung der Nischen und Kammern, das Einspritzen und Zerstäuben von unter hohem Druck stehendem Wasser, das Mitführen eines Wagens, welcher durch einen auf den Schwellen befestigten Kanal einen Kolben ziehen und dadurch rasches Nachströmen der Tunnelluft bewirken soll u. s. w., lauter Mittel, die entweder im Effekt sehr unsicher oder nur je eine der vielen Inkonvenienzen zu beseitigen im stande sind, und teilweise, wie z. B. der Wasserstrahl, dafür andere erzeugen. Eine weitere Entwickelung bedeutet die

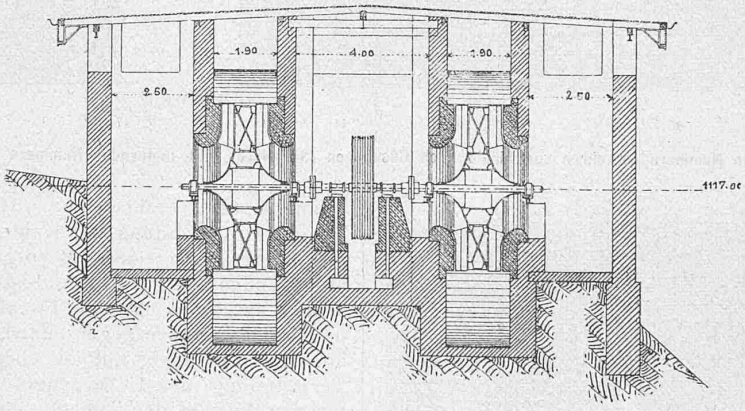


Fig. 4. Schnitt nach C-D. (vide Fig. 2.) 1 : 200.

Ohne Thor, ohne Leitung und ohne Kamin oder Schacht in Tunneln von beliebiger Länge, beliebigen Richtungs- und Steigungsverhältnissen bei dichtem Zugsverkehr die Tunnelluft so zu verbessern, dass sie weder das Zugs- und Maschinenpersonal, noch das Bahnaufsichts- und Unterhaltungspersonal an seiner Gesundheit schädigen kann, das hat sich der Ingenieur Comm. Marco Saccardo, zur Zeit Regio Ispettore capo. Direttore del circolo di Bologna, zur Aufgabe gemacht und eine Lösung gefunden, die nach umfassenden Versuchen und Beobachtungen am Appenninentunnel bei Pracchia[1]) (Bologna-Pistoja) von einer Kommission kompetenter italienischer Fachmänner als eine glückliche, praktische und ökonomische bezeichnet wurde.

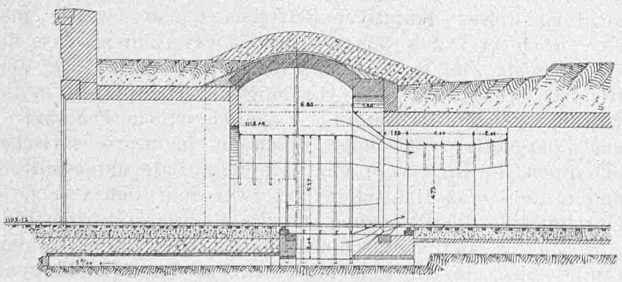


Fig. 5. Längenschnitt in der Tunnelachse. 1 : 400.

Benützung der für die mechanische Bohrung, Förderung und Ventilation während des Baues eingerichteten Kompressorenanlagen zur stetigen Einführung grösserer Luftquantitäten in die Tunnel, was, wenn es ausreichen sollte, Leitungen von solchen Dimensionen erfordern würde, dass sie nie im Tunnel selbst Platz finden könnten. Ebensowenig war daran

Das Wesentliche an der in der Schweiz und andern Staaten patentierten Erfindung Saccardos liegt darin, dass mittels eines oder mehrerer seitlich von einem Portale aufgestellten Ventilatoren eine grosse Menge Luft mit bedeutender Geschwindigkeit in eine ringförmige, an der ganzen Tunnelperipherie angebrachte Kammer und von dieser durch eine ebenfalls ringförmige schmale Oeffnung an der innern Wandung in die Tunnelröhre geblasen wird, die Luftsäule in dieser mit sich reissend und bald die verlangte Geschwindigkeit annehmend, die erforderlich ist, um in bestimmter Zeit das entgegengesetzte Portal zu erreichen. Nachdem eingehende Studien einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit dafür ergeben hatten, das Ventilationssystem Saccardo werde, obgleich noch nicht unter allen Verhältnissen erprobt, sich auch beim Gotthardtunnel vorteilhaft anwenden lassen, beschloss die Direktion der Gott-

[1]) S. Schweiz. Bauztg. Bd. XXX S. 121.

hardbahn anfangs April 1898, am Tunnelportal in Göschenen eine künstliche Ventilation nach diesem System sofort einzurichten.

Als zu lösende Aufgabe wurde im besondern festgesetzt:

„dass im Tunnel von einem Portal zum andern ein kontinuierlicher Luftzug von 3 *m* Geschwindigkeit in der Richtung Nord-Süd hervorgebracht werden solle, sei es in Unterstützung des natürlichen Luftzuges, sei es bei vollkommener Stagnation der Tunnelluft, oder sei es endlich in Umkehrung eines Südzuges von weniger als 3 *m* Geschwindigkeit, d. h. so lange die Tunnelluft nicht schon unter der Einwirkung der äussern Luftdruckdifferenz mit einer Geschwindigkeit von 3 *m* oder mehr in der einen oder andern Richtung sich fortbewegt."

3 *m* Geschwindigkeit bedeuten einen „starken" Zug; dabei war auch bei dichtem Zugsverkehr der Aufenthalt im zweispurigen Gotthardtunnel, in dem sich die Züge auf Stationsdistanz folgen, durchaus erträglich und für die Gesundheit unschädlich. Die Richtung Nord-Süd wurde für den kontinuierlichen Luftzug gewählt, weil der natürliche vorherrschend in dieser Richtung sich bewegt; als Installationsplatz wurde Göschenen ausersehen, weil das Einblasen dem Aufsaugen vorzuziehen ist. — Da die Bahn im Gotthardtunnel in der Richtung von Nord nach Süd zuerst auf 7177 *m* mit durchschnittlich 5,82‰ steigt und dann auf 7823 *m* mit durchschnittlich 1,33‰ fällt, die Rauchentwickelung also in der Nordhälfte eine stärkere sein muss, wäre zwar beim Einblasen von Süd nach Nord die Verbesserung der Tunnelluft etwas leichter gewesen als umgekehrt; der zu erwartende Unterschied ist jedoch zu gering, um die angedeuteten Vorteile der Nord-Süd-Richtung übertreffen zu können.

Die in Göschenen nach den Angaben Herrn Saccardos ausgeführte Ventilationsanlage besteht, wie aus den Zeichnungen Fig. 1—5 zu ersehen ist, aus zwei auf einer horizontalen, 180 *mm* starken Welle aufgekeilten eisernen Ventilatoren der Type Ser, von 5,0 *m* Durchmesser und 0,40 *m* Flügelbreite. Die Zuströmung der äussern Luft in das gemauerte Ventilatorengehäuse geschieht durch grosse Aussparungen in den Umfassungswänden unter dem Holzcementdache und von dort zu den Ventilatoren durch kreisrunde Oeffnungen von 2,40 *m* Durchmesser, welche behufs Erzielung eines ganz genauen Zusammenschlusses mit den Windflügeln schwere Kunststein-Umrahmungen erhielten.

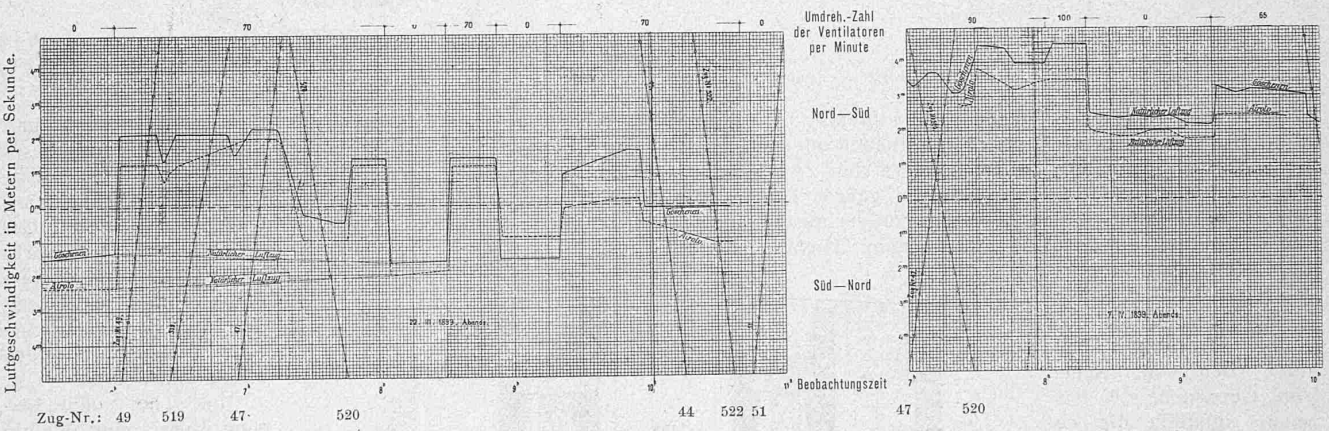
Vom Ventilatorengehäuse führen zwei grosse, gewölbte, mit Cementmörtel glatt verputzte Kanäle (I und II) aus Bruchsteinmauerwerk zur Tunnelröhre, in welche unmittelbar hinter dem vorgesetzten erweiterten Portalring eine gegen diesen abgeschlossene Kammer eingebaut wurde, deren nördliche, mit dem Luftkanal I zusammenhängende Hälfte nur den obern Teil des Tunnelprofils umfasst und ungefähr auf Kämpferhöhe aufhört, während die südliche, an den Luftkanal II anschliessende Hälfte um das ganze Tunnelprofil — auch unter den Geleisen — herumführt. Die äussere Wandung der Kammer wird durch Mauerwerk, die innere durch einen das vorgeschriebene Lichtraumprofil umgebenden, am südlichen Ende sich konisch verengenden Mantel aus 5 *mm* starkem Eisenblech gebildet; darauf folgt in der Tunnelröhre gegen Süden über dem Gewölbekämpfer noch ein 6 *m* langer Einbau, ebenfalls aus Eisenblech, behufs Vermittelung des Ueberganges der aus der Kammer strömenden Luft in den Tunnel. Soweit diese auch unter den Geleisen cirkuliert, sind letztere auf 6,45 *m* Länge mit möglichst schmalen eisernen Trägern unterstützt.

Zum Betrieb der Anlage ist Wasserkraft, sei es mit direkter Verwendung durch Anbringen einer Turbine zwischen den Ventilatoren auf der nämlichen Welle, sei es mit elektrischer Uebertragung auf eine ebenso zu placierende Dynamomaschine, vorgesehen. Bevor man jedoch zur Einrichtung dieses definitiven Betriebes schritt, wollte man sich doch erst den sicheren Beweis verschaffen, dass das vorgesteckte Ziel in Wirklichkeit erreicht werde. Die Ventilatoren werden deshalb vorläufig mit Dampfkraft in Bewegung gesetzt und hiezu — ähnlich wie in Pracchia — eine Lokomotive verwendet, welche in einem provisorischen Schuppen nördlich vom Ventilatorengebäude aufgestellt ist und mittels zehn Hanfseilen und zwei Seilrollen von 3,0 *m* Durchmesser die Bewegung auf die Ventilatoren überträgt.

Zu der an den Maschinenschuppen angebauten Kohlenrampe führt ein bei den Magazinen auf der Tunneldeponie vom dortigen Militärgeleise abzweigendes, gegen den Tunnel mit 70‰ ansteigendes, besonderes Verbindungsgeleise.

Am 16. März 1899 wurde die Anlage zum ersten Male in Betrieb gesetzt und mässiger Südzug im Tunnel mit nur 70 Umdrehungen der Ventilatoren sofort in Nordzug verwandelt, dessen Geschwindigkeit 500 *m* nördlich vom Südportal mit 2,80 *m* gemessen wurde. Die Wirkung war also gleich von Anfang an eine durchaus zufriedenstellende.

Ventilationsanlage nach System Saccardo für den Gotthardtunnel in Göschenen.



Die Züge mit geraden Nummern verkehren von Airolo nach Göschenen (Süd-Nord), mit ungeraden Nummern vice versa (Nord-Süd).

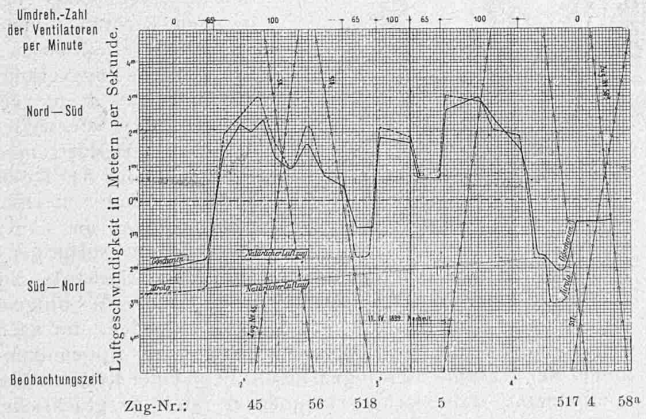


Fig. 6—8. Graphische Darstellung der Luftgeschwindigkeit.

Seither wurde mit dem Einblasen, wenige Unterbrechungen für Ergänzungsarbeiten und für das regelmässige Reinigen und Schmieren der Lokomotive abgerechnet, fortgefahren und damit die Arbeit der Schwellenauswechslung, der Geleiseregulierung, des Kleinunterhalts und die Bahnaufsicht ganz erheblich erleichtert. Nicht nur der Rauch wird rasch zum Tunnel hinausgejagt, kann sich also nicht so verdichten wie früher, sondern auch der ekelhafte muffige Geruch ist verschwunden. Gleichzeitige Beobachtungen der Luftgeschwindigkeiten je 500 *m* weit von den Portalen im Tunnelinnern ergaben ein deutliches Bild der Wirkungsweise der Anlage, bei verschiedener Stärke und Richtung des natürlichen Luftzuges, bei verschieden rascher Umdrehung der Ventilatoren, bei Anwesenheit von Zügen im Tunnel und ohne solche. Das Maximum der Leistungsfähigkeit lässt sich jedoch mit der provisorischen Kraftmaschine nicht feststellen, weil die Lokomotive mehr als 90 Umdrehungen der Ventilatoren pro Minute auf die Dauer nicht hervorzubringen im stande ist.

In Figur 6—8 sind beispielsweise die Beobachtungsergebnisse über die Luftgeschwindigkeiten an drei Tagen graphisch dargestellt; als Abscissen sind die Beobachtungszeiten, als Ordinaten die Luftgeschwindigkeiten aufgetragen, unter der Nullinie der Süd-Nord-, über derselben der Nord-Südzug; ferner sind die Zeiten, während denen die Ventilation funktionierte oder unterbrochen war, die Umdrehungszahlen der Ventilatoren und der Zugsverkehr im Tunnel angegeben.

Nach diesen Darstellungen wurde am 22. März ein natürlicher Süd-Nordzug von 2,0 *m* mit 70 Ventilatorumdrehungen per Minute in einen Nord-Südzug von 1,30 *m* verwandelt. — Am 7. April wurde der im Tunnel vorhandene Nord-Südzug von 2,0 *m* mit 65 Umdrehungen auf 2,80 *m* und mit 100 Umdrehungen auf 4,0 *m* verstärkt. — Am 11. April ist der natürliche Süd-Nordzug von 2,0 *m* mit 65 und 100 Umdrehungen in Nord-Südzug von 0,75 *m* und 1,90 *m* Geschwindigkeit umgekehrt worden.

Genaue Erhebungen über die zur Bewegung der Ventilatoren bei bestimmter Umdrehungszahl nötige Kraft, über die Abnahme von Temperatur, Feuchtigkeit und Gehalt der Tunnelluft an gesundheitsschädlichen Gasen infolge der Ventilation, über die Reibung der Luft an der Tunnelwandung u. s. w. können erst nach Eintreffen der erforderlichen Instrumente angestellt werden; dessen ungeachtet ist schon aus der bisherigen Erprobung ohne weiteres der Schluss zu ziehen, dass die Ventilationsanlage zu leisten imstande ist, was das Programm von ihr verlangt, und noch mehr, sobald die definitive Triebkraft installiert sein und gestatten wird, die Umdrehungszahl der Venlilatoren auf 120 und darüber zu erhöhen. Dass bis dahin nicht mehr allzuviel Zeit vergehe, das liegt schon im Interesse der Oekonomie, weil die vorhandene provisorische Betriebsweise begreiflicherweise viel Brennmaterial und Bedienungsmannschaft erfordert, somit sehr teuer ist. Anderwärts kann nun dieses Versuchsstadium füglich wegfallen, nachdem die massgebende Probe am Gotthard gemacht ist. Eine wesentliche Verlängerung der Dauer des gesamten Oberbaues im Tunnel durch das Ventilieren steht ebenfalls in sicherer Aussicht.

Die vorhandene Ventilationsanlage kostet einschliesslich der an den Patentinhaber zu leistenden Vergütung, aber ohne Berücksichtigung des Wertes der Lokomotive etwa 180 000 Fr.

Die Erd-, Fels-, Maurer-, Steinhauer- und Verputzarbeiten wurden von der Unternehmung Munari, Cayre und Marasi in Göschenen ausgeführt, die Kunststeine von Guido Ferrari in Nottwil angefertigt, die Eisenteile der Luftkammer und die Transmission von Th. Bell & Cie. in Kriens, die Ventilatoren endlich von Luigi Rizzi in Modena geliefert und montiert.

Essais comparatifs de traverses métalliques de 1881 à 1898 sur le réseau Liégeois-Limbourgeois de la Compagnie des chemins de fer de l'Etat Néerlandais.

Par *Ch. Renson*, ingénieur du réseau L. L.

II. (Fin.)

Traverses Post, types VII, VIII et IX.

(fig. 7—9, Nr. 23 pag. 205).

En 1886 et 1887 Mr. Post a perfectionné le type VI en donnant à la traverse une *taille* qui — tout en augmentant la rigidité en plan vertical du milieu de la traverse — s'oppose au cheminement de la voie et diminue la surface d'appui du milieu de la traverse. C'est un avantage surtout pour les nouvelles voies et pour les voies peu soignées, mais aussi pour les autres. Il arrive souvent en effet que des piocheurs peu exercés bourrent trop la traverse à l'extérieur des rails, ce qui détermine une flexion du milieu ou bien ils bourrent trop la traverse à l'intérieur des rails ce qui donne une flexion du milieu en sens inverse. La rigidité que donne la taille s'oppose à la flexion dans ces cas. Parfois le bourrage est négligé et la traverse alors finit par trouver son appui principal au milieu, ce qui est mauvais pour la stabilité de la voie. Mais lorsque la traverse a une taille le peu de surface qu'offre cette taille, fait enfoncer le milieu dans le ballast et la traverse ainsi retrouve son appui au droit des rails. La forme de la taille et des abouts tend à faire affluer le ballast vers les surfaces d'appui sous le rail.

Le type VII n'a été appliqué que sur une petite échelle, la fabrication de la taille taillante étant trop coûteuse.

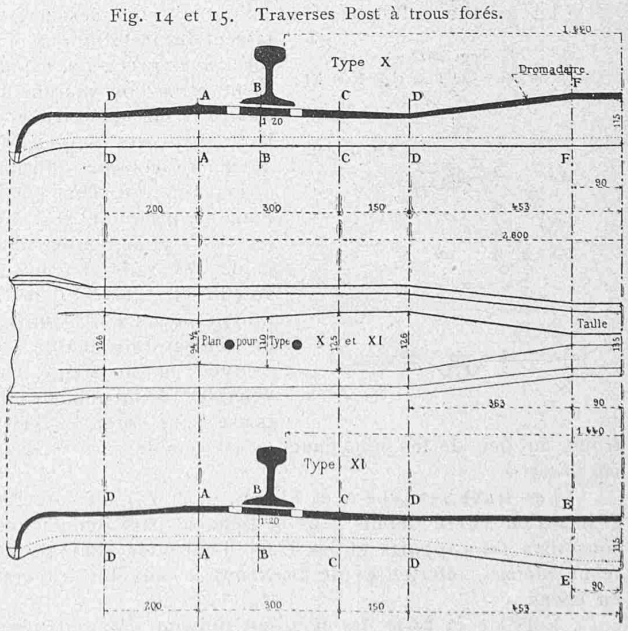
Je préfère le type IX à taille (dite „*dromadaire*") au type VIII: le bourrelet inférieur du milieu de la traverse IX étant situé moins bas, a moins de tendance à trouver un appui.[1])

Les traverses VII, VIII et IX étant toutes munies du système défectueux d'attaches C, les frais d'entretien ne sont pas aussi minimes qu'on avait espéré. Cependant ils restent en-dessous des frais d'entretien des traverses type VI et à plus forte raison en-dessous de ceux des traverses en chêne.

Traverses Post, types X et XI avec attaches D.

Dès que j'avais constaté des fissures dans les angles des lumières rectangulaires des traverses en acier tendre,

Fig. 14 et 15. Traverses Post à trous forés.



Mr. Post avait construit le système d'attaches D pouvant s'adapter à des *lumières rondes*, permettant ainsi (en *forant*

[1]) Le ch. d. f. du Gotthard a adopté une taille qui tient le milieu entre la forme «dromadaire» et la forme «ventre de poisson».