Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 23/24 (1894)
Heft: 21

Artikel: Simplon-Tunnel
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-18742

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: 10.08.2025

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

ger Dauer der jedesmaligen Frostwirkung in 24 Stunden zweimal dem Wechsel von Gefrieren und Auftauen in Wasser unterworfen. Nach 7- und 28 tägiger Erhärtungsfrist wurden die Kohäsionsverhältnisse der Mörtel festgestellt, die Probekörper der dritten Altersklasse wurden dagegen nach etwa 20 maligem Wechsel der Frosteinwirkung bis zur einjährigen Erhärtungsfrist unter Wasser aufbewahrt.

Während der Erstellung der Beobachtungsobjekte wurde ferner mit jeder Sorte des verwendeten Mörtels gleichzeitig eine Reihe würfelförmiger Probekörper erzeugt, ausgeschalt und ähnlich den Hauptobjekten an Ort und Stelle den Einflüssen der Witterungsverhältnisse ausgesetzt.

Nach Feststellung des Arbeitsprogrammes und Zufuhr der Materialien konnte am 7. Januar 1891 mit der Ausführung der Versuchsobjekte begonnen werden; sie dauerte drei Tage, während welchen folgende Lufttemperaturen herrschten:

am 7. Januar:
8 Uhr: −10,0° C.; 12 Uhr: −7,5° C.; 6 Uhr: −9,0° C.;
am 8. Januar:
8 Uhr: −9,5° C.; 12 Uhr: −7,5° C.; 6 Uhr: −8,0° C.;
am 9. Januar:
8 Uhr: −11,5° C.; 12 Uhr: -9,0° C.; 6 Uhr: −10,5° C.

Physikalische Eigenschaften des Versuchsmaterials.

Bezeichnung des Materials	Zustand der Probekörper	Spezif. Gewicht γ	Glüh-Verlust %	Binde-Zeit h. m.	Rückstand in % am 900-Sieb	Rückstand in % am 4900-Sieb	Festigkeit des Normenmörtels, *kg* pro *cm²* nach 7 Tagen Zug	nach 7 Tagen Druck	nach 28 Tagen Zug	nach 28 Tagen Druck	nach 1 Jahr Zug	nach 1 Jahr Druck
Portland-C., Vigier	ungefroren	3,04	2,87	22 —	1,9	14,6	18,4	236,6	26,1	296,1	38,2	410,0
	gefroren						16,1	131,9	32,2	234,4	49,3	365,8
Schlacken-C., Choindez	ungefroren	2,62	9,90	8 —	0,0	10,0	19,7	167,0	25,1	201,4	32,0	301,4
	gefroren						0,0	30.2	3,3	73,0	18,8	196,9
Hydr. Kalk, Sevestre & Cie.	ungefroren	—	—	24 —	27,0	—	2,4	14,0	7,8	35,3	17,9	85,8
	gefroren						0,0	4,0	6,5	27,8	13,8	62,8

(Schluss folgt.)

Simplon-Tunnel.

IV. (Schluss.)

Der Expertenbericht.

Zur Prüfung und Begutachtung des in den drei vorhergehenden Nummern beschriebenen neuesten Simplon-Projektes hat der schweizerische Bundesrat am 27. April d. J. eine Expertise angeordnet und als Experten ernannt: die HH. Commendatore *Guiseppe Colombo*, Ingenieur und Professor in Mailand, *Francis Fox*, Ingenieur in London (Erbauer des Mersey-Tunnels) und *Karl Johann Wagner*, Inspektor der k. k. Staatsbahnen in Wien (früher Sektionsingenieur der Osthälfte des Arlberg-Tunnels).

Den Experten wurden zwölf Fragen zur Beantwortung vorgelegt, von denen sich die fünf ersten auf den Bau, weitere drei auf die Ventilation, drei auf den Betrieb und die letzte auf Verschiedenes bezogen.

Auf Grundlage des zur Verfügung gestellten reichhaltigen Plan- und Aktenmaterials, einer am 4. Juni in den Werkstätten der HH. Gebrüder Sulzer in Winterthur vorgenommenen Besichtigung der Brandt'schen Bohrmaschine und Luftkühlungsapparate, einer Bereisung des Simplon, die am 7. und 8. Juni erfolgte, und der erhaltenen mündlichen Auskunft von Seite der Gesellschaft, der Unternehmer und des technischen Inspektorates, haben die Experten am 19. Juli d. J. dem schweiz. Post- und Eisenbahn-Departement ein ausführliches Gutachten eingereicht, aus welchem wir die hauptsächlichsten Gesichtspunkte in nachfolgenden gedrängten Auszug zusammenfassen wollen. Die Fragestellung und Beantwortung war im allgemeinen folgende:

I. Bau. *Frage 1. Genügen die im Programm der Bauunternehmung vorgesehenen Einrichtungen und die verfügbaren Wasserkräfte?*

Diese Frage wird bejaht und es wird weiter ausgeführt, dass die Kraftbeschaffung für den Bau und Betrieb des Simplon-Tunnels, infolge der tiefen Lage der Portale desselben, aus welcher grosse nutzbare Gefälle resultieren, und aus den vielen Flüssen und Bächen, von welchen einige bedeutende Wassermengen führen, eine leichte sei. Sollte durch ausserordentliche Ereignisse eine weitere Kraftbeschaffung notwendig werden, so können hiezu die schon ausgenützten Wassermengen durch erneute Fassung wieder verwendet werden. Ueberdies stehen an der Nordseite noch die Wasserkräfte der Massa (2100 P. S.), der Saltine (250 P. S.) und der Ganther (800 P. S.) und an der Südseite noch diejenigen der Cherasca (1200 P. S.), wovon nur ein Teil (300 P. S.) benützt wird, zur Verfügung. Ausserdem stehen für besondere Vorfälle auch die Dampfmotoren zur Disposition (180 P. S. für die Nord- und 225 P. S. für die Südseite.)

Hinsichtlich der Installationen bezeichnen die Experten es als wünschenswert, dass der tägliche Fortschritt während der zweiten Periode grösser sei, als der im Arbeitsprogramm angegebene, um die letzten Stollenarbeiten nicht allzu sehr forcieren zu müssen. Im fernern wird noch bemerkt:

„Nach dem Lokalaugenschein an den beiden Portalen dürfte die Gewinnung von geeignetem Bausand mit Schwierigkeiten verbunden sein; es ist daher in Erwägung zu ziehen, ob nicht von vorneherein, durch die Anlage von Gesteinsbrechmaschinen, aus gutem Gneiss Sand zu erzeugen wäre.

In den Erläuterungen wurden die sanitären Einrichtungen besonders hervorgehoben; es erscheint jedoch zur vollkommenen Klarlegung der Verhältnisse notwendig, noch hinzuzufügen, dass jeder Arbeiter bei der Aufnahme einer gründlichen ärztlichen Untersuchung unterzogen werde, und solche Elemente, deren Organismus den im Tunnelbau gewöhnlich bestehenden, mehr oder weniger ungünstigen Verhältnissen nicht dauernd Widerstand leisten könnte, nicht in Arbeit genommen werden.

Weiter erscheint es nach dem Aufschlusse der tiefer gelegenen Tunnelpartien als notwendig, dass die ganze Mannschaft in gewissen Zeiträumen einer ärztlichen Revision unterzogen werde, um einen Arbeiter, der in seiner Erwerbssucht den Keim eines Leidens nicht respektiert, einer solchen Verwendung zuzuführen, wo er wieder seine volle Gesundheit erlangen kann, zum mindesten aber einem Weitergreifen der Krankheit Einhalt geboten wird.

Auch sind die Arbeitshäuser und Privatquartiere insoweit einer Revision zu unterziehen, dass bei dem mehrfachen Schichtwechsel in 24 Stunden ein und dieselbe Schlafstelle nicht von mehr als einem Arbeiter benutzt werde.

Besonders wichtig erscheint, dass, sobald die tiefer gelegenen Arbeitsstellen aufgeschlossen sind, die von den Arbeitern in den Tunnel mitgenommenen Erfrischungen (Speise und Trank) einer Kontrolle unterworfen werden, welche sich nicht allein auf die Qualität, in Bezug auf die Geniessbarkeit, sondern hauptsächlich darauf richten soll, dass durch Versuche erprobte, für den gegebenen Fall besonders geeignete, den Organismus stählende Lebensmittel konsumiert werden."

Frage 2. Ist das projektierte Lichtraumprofil für den einspurigen Tunnel annehmbar, oder muss dasselbe, namentlich im Hinblick auf die Ventilation oder auf eventuell auszuführende Reparaturarbeiten im Innern des Tunnels, vergrössert werden?

Auch diese Frage wird unter Empfehlung gewisser Bestimmungen bejaht und u. a. als wünschenswert bezeichnet, dass der Fuss der Tunnellaibungen in Schwellenhöhe von der Achse mindestens 2,35 *m* abstehe, damit die in einem Profile ohne Nische oder Kammer Beschäftigten an der Seite bessern Schutz finden können.

Frage 3. Ist der vorgesehene Abstand von 17 m zwischen den Achsen der beiden Paralleltunnel genügend?

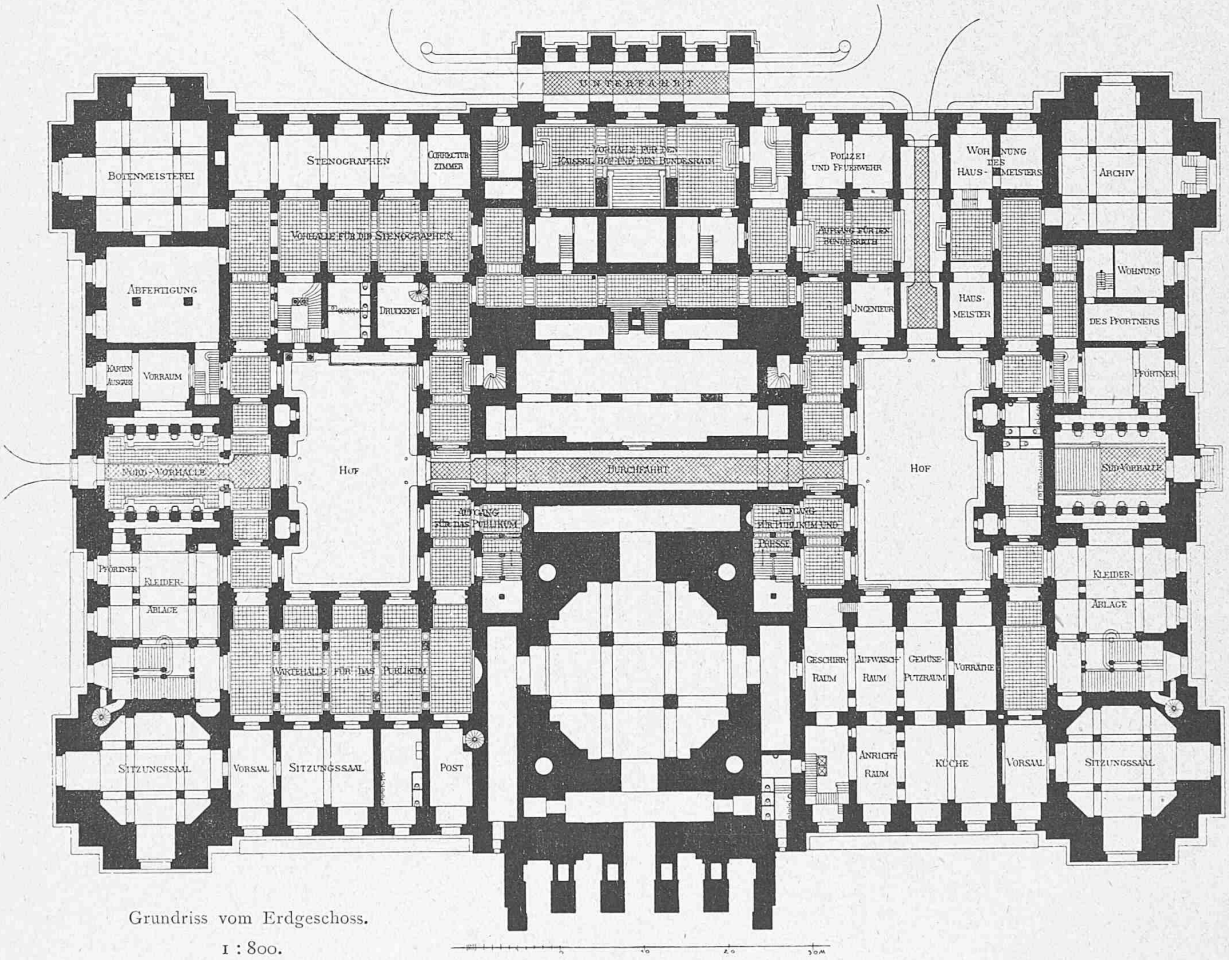
Der vorgesehene Abstand von 17 *m* zwischen den Achsen der beiden Paralleltunnel wird als genügend bezeichnet, da aus den geologischen Aufnahmen hervorgehe, dass die Schichten vorherrschend ein nahezu senkrechtes Streichen zur Tunnelachse aufweisen. Es könne somit eine ungünstige gegenseitige Beeinflussung der zu schaffenden parallelen Hohlräume in der Achsdistanz von 17 *m*, selbst wenn die Gesteinsverhältnisse ungünstige wären, bei der nötigen Vorsicht im Ausbau derselben, nicht stattfinden.

Frage 4. Kann das für den Gang der Arbeiten (Anordnung und Abstand der verschiedenen Baustellen, mechanische Bohrung, Fortschritt der Stollen, Organisation der Transporte etc.) aufgestellte Programm unverändert adoptiert werden?

Das für den Gang der Arbeiten aufgestellte Programm kann nahezu unverändert adoptiert werden. Für Tunnel von so bedeutender Länge muss derzeit der hydraulischen Transmission entschieden der Vorrang eingeräumt werden, da die Kraftverluste gegenüber andern Systemen die minimalsten sind und Kräfte übertragen werden können, welche im stande sind, den Effekt der maschinellen Bohrung im härtesten Simplongneiss (Antigoriogneiss) in allen Lagerungsverhältnissen auf das Maximum zu bringen. Ebenso ist nach den Erfahrungen am Arlberg für den vorliegenden Fall, unter Rücksichtnahme auf die geologischen wie geognostischen Verhältnisse, dem Brandtschen Drehbohrsystem mit hydraulischer Transmission entschieden vor allen andern Bohrsystemen der Vorrang einzuräumen. Die in Winterthur vorgenommenen Bohrversuche mit der letzten Type der Brandtschen Bohrmaschine in Antigoriogneiss haben gezeigt, dass die dem Bauprogramm zu Grunde gelegten Fortschritte von 1 *m* Bohrloch mit 70 *mm* Durchmesser in 12—25 Minuten, somit die Bohrzeit für einen Angriff mit 2 Stunden 30 Minuten, aus welcher ein täglicher mittlerer Stollenfortschritt von 5,85 *m* resultiert, sicher erreichbar sind. Weiter soll noch hervorgehoben werden, dass durch den mehrerwähnten günstigen Verlauf der Lagerungsverhältnisse der Gesteinsschichten zur Tunnelachse ein sicheres Vordringen der maschinell betriebenen Stollen möglich ist, und nur in ausnahmsweisen Fällen ein sofortiger Ausbau der Stollen vor Ort notwendig werden wird. Wegen der Anordnung und des Abstandes der verschiedenen Baustellen empfehlen die Experten den Baubetrieb nur nach dem englischen System, mit der Modifikation, dass, wo eine Bölzung notwendig wird, dieselbe mittelst einzelner Gesperren (Jochzimmerung), somit ohne Beanspruchung des nebenan hergestellten Mauerwerks hergestellt werden kann. Eine teilweise Durchführung des Ausbruches und der Mauerung nach dem belgischen System wird aus dem Grunde nicht für zweckmässig gehalten, weil hierdurch eine Störung im Gesamtbetrieb nicht ausgeschlossen ist, und anderseits die Arbeitermannschaft wohl nur nach

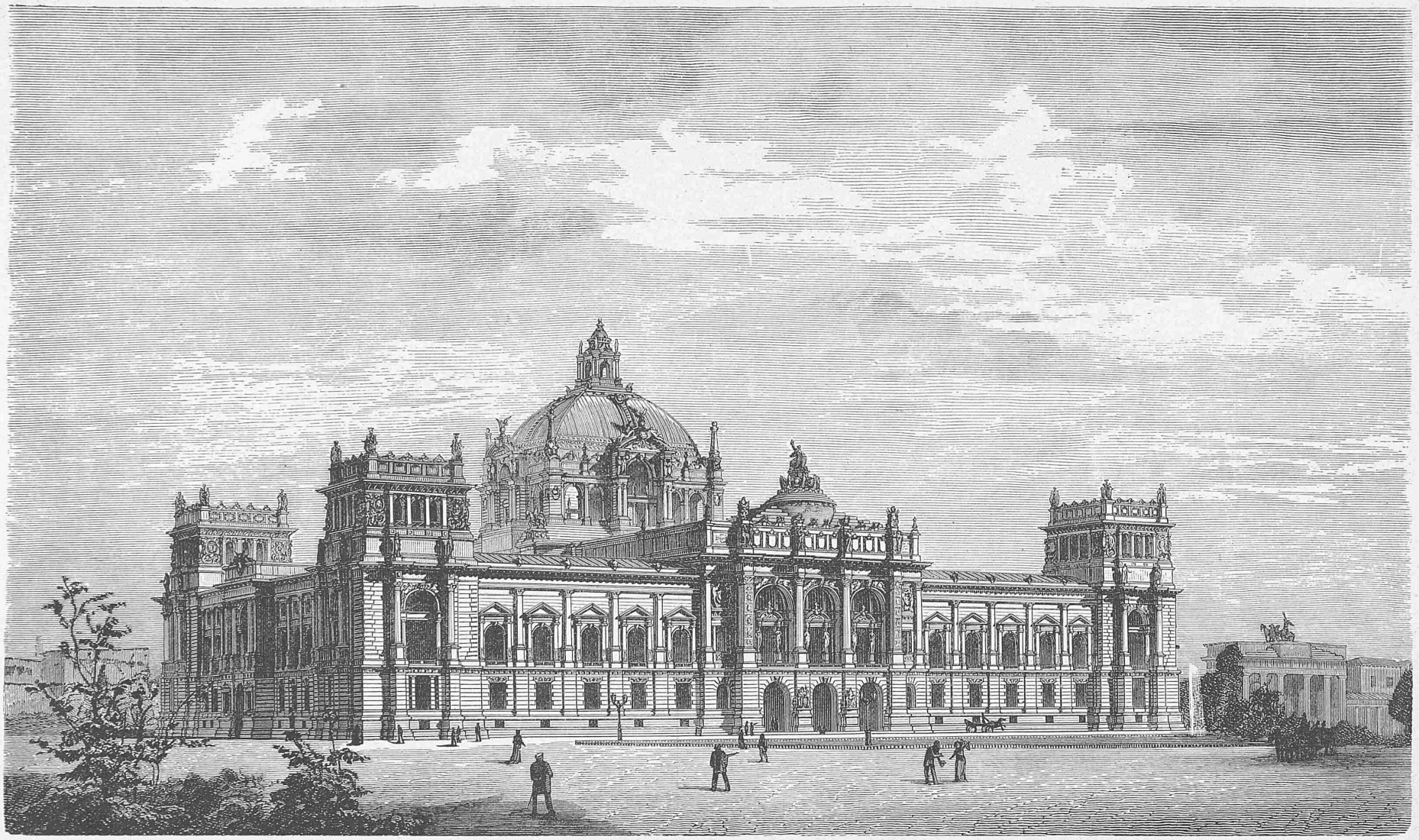
Das Deutsche Reichstagshaus zu Berlin.

Architekt: Prof. *Paul Wallot.*



Grundriss vom Erdgeschoss.

1 : 800.



Holzstich nach der Photographie des Originals. Von F. Meurer, Xylogr. Anstalt in Berlin.

Das Deutsche Reichstagshaus zu Berlin.

Konkurrenz-Entwurf von Architekt *Paul Wallot.*

einem System vollkommen geschult werden kann. Letzterer Umstand ist wegen der erhöhten Sicherheit im Baubetrieb besonders zu empfehlen. Um die Förderungs- wie Ventilationsverhältnisse möglichst günstig zu gestalten, ist notwendig, die Arbeitslänge im Tunnel auf das Minimum herabzudrücken, und soll diese Vorsicht schon nach Erschliessung des dritten Kilometers gehandhabt werden.

Hinsichtlich der Förderung durch den Parallelstollen II halten die Experten folgende Abänderung für notwendig:

„Da die zur Förderung verwendeten Lokomotiven im Parallelstollen, der gleichzeitig als Ventilationsstollen ausgenützt wird, successive einen Weg von 9 *km* bzw. einen Weg von 18 *km* zurückzulegen haben, so wird es nicht gelingen, die Dampfspannung derart zu erhalten, dass dieser Weg ohne Dampferneuerung (volle Nachheizung) zurückgelegt werden kann. Es wird daher entsprechend den zu fördernden Lasten, nach den Erfahrungen beim Baue, die Verbindung der Geleise im fertigen Tunnel und im Parallelstollen derart zu erhalten sein, dass, sobald die Lokomotive nicht mehr die genügende Dampfspannung besitzt, dieselbe auf das Geleise im fertigen Tunnel auswechselt, dort Dampf macht und nachher wieder zum Weitertransport in den Parallelstollen einwechselt. Hierdurch wird die durch den Parallelstollen eingeführte Ventilationsluft durch die Lokomotivgase nicht verunreinigt, auf welchen Umstand wir besondern Wert legen."

Frage 5. Können die im Kostenvoranschlag vorgesehenen Ausgaben als ausreichend betrachtet werden?

Unter ausführlicher Begründung und Vergleichung der bezüglichen Posten mit den Ergebnissen am Arlberg-Tunnel gelangen die Experten zur Bejahung dieser Frage. Sie empfehlen u. a. bei der Ausweiche in der Tunnelmitte die Anlage zweier grosser Kammern zur Unterbringung elektrischer Apparate u. dgl.

II. Ventilation. *Frage 6. Sind die vorgeschlagenen Lüftungssysteme empfehlenswert und die für die Ventilation vorgesehenen Luftmengen genügend:*

a) während der Bohrung des ersten Tunnels?
b) während des Betriebes eines einzigen einspurigen Tunnels mit parallelem Lüftungsstollen?
c) während des eventuellen Ausbaues des parallelen Lüftungsstollens in einen Paralleltunnel?
d) während des Betriebes der beiden einspurigen Tunnel?

Welche Aenderungen wären eventuell an dem Ventilationssystem anzubringen, und welches Minimum von Luft wäre für die Ventilation in jedem der vier obigen Fälle erforderlich?

Auf Grund eingehender Erwägung finden die Experten in Abänderung der Bestimmungen des Kontraktes folgende Ventilationsarten als empfehlenswert:

a) Während der Bohrung des ersten Tunnels. Die Ventilation wird durch in den Stollen II eingeblasene Luft, welche je nach den Wärmeverhältnissen durch Wasserstäuber gekühlt und auf die Tunnelhälfte 50 m^3 in der Sekunde betragen soll, besorgt. Die hieraus resultierende Luftgeschwindigkeit im Stollen II beträgt höchstens 6 *m* in der Sekunde und es werden von diesem Stollen alle übrigen Arbeitsstellen entweder direkt oder durch Wasserstrahlgebläse mit Luft versorgt. Der Stollen II und die Querstollen sind mit Doppelthüren zu versehen (dem Prinzipe der Luftschleusen entsprechend), um den nötigen Luftdruck in den tiefern Partien zu erhalten. Im Stollen II ergiebt sich die Distanz der Thore aus der Länge der Materialzüge; an den Querstollen werden beide Enden abzuschliessen sein.

b) Während des Betriebes eines einzigen einspurigen Tunnels mit parallelem Lüftungsstollen. Beide Portale des Tunnels I werden mit Wetterthüren und zugehöriger Signaleinrichtung versehen. Sämtliche Querstollen werden geöffnet; der Tunnel I und der Stollen II werden auf der Seite des arbeitenden Ventilators geschlossen. Die Installation der Nord- und die der Südseite unterhalten periodisch abwechselnd den Betrieb. Es soll soviel Luft in der Sekunde in der Richtung von Nord nach Süd durch den Tunnel befördert werden, dass sekundlich eine Gesamtluftlieferung von 58 m^3 in den Tunnel und Stollen eintritt.

c) Während des eventuellen Ausbaues des parallelen Lüftungsstollens in einen Paralleltunnel. Beide Portale des Tunnels I werden mit Wetterthüren und zugehöriger Signaleinrichtung versehen. Sämtliche Querstollen werden geschlossen; der Tunnel I und der Stollen II werden auf der Seite des arbeitenden Ventilators geschlossen. Die Installationen der Nordseite unterhalten die Ventilation im Tunnel, die der Südseite im Parallelstollen, oder umgekehrt. Die Luftlieferung für Tunnel I und Stollen II beträgt je 50 m^3 in der Sekunde.

d) Während des Betriebes der beiden einspurigen Tunnel. Beide Portale beider Tunnel werden mit Wetterthüren und zugehörigen Signaleinrichtungen versehen. Sämtliche Querstollen werden geschlossen. Von der Nordseite her werden 50—60 m^3 Luft in der Sekunde in den östlichen Tunnel geblasen, von der Südseite eine gleiche Menge in den westlichen Tunnel, somit in der Richtung der fahrenden Züge. Die in den Punkten *a*, *b*, *c* und *d* angeführten, für die Ventilation in Verwendung genommenen Luftquantitäten halten die Experten für alle Fälle für ausreichend und sie versichern, dass nie ein so hoher Prozentsatz an schädlichen Gasen auftreten werde, dass er den Organismus des Menschen ungünstig beeinflussen könnte.

Die Experten stützen diese Annahmen auf die im Mersey- und Semmeringtunnel gemachten Erfahrungen. In den ersteren werden rund 310 m^3 Luft eingeblasen, die Steigung ist 33 ‰, an einzelnen Stellen sogar 37 ‰; die Anzahl der Züge beträgt 24 in der Stunde. Da für den Simplon mit 7 ‰ Steigung nur 4 Züge in der Stunde als Maximum in Betracht kommen, so wird ein Luftquantum von $^4/_{24}$. 310 = rund 50 m^3 genügen. Sollte der Fall eintreten, dass eine der Ventilationsanlagen ausser Betrieb gesetzt werden müsste, so kann die zweite Anlage allein die Ventilation übernehmen. Ist beispielsweise nur die Nordseite betriebsfähig, so bläst der eine Ventilator wie früher in den Tunnel Ost, der andere saugt aus Tunnel West. Dies setzt jedoch voraus, dass die Ventilatoren derart konstruiert werden und auch bezüglich der Kraftbeschaffung jene Vorkehrungen getroffen werden, dass die doppelte Leistung sicher erreicht wird. Um den Effekt der Ventilation zu sichern, sind die Wetterthore nicht mit Leinwand, sondern mit festen, vollkommen dichten Stoffen abzuschliessen. Aus demselben Grunde wird empfohlen, Ventilatoren mit der möglichst geringen Umfangsgeschwindigkeit in Anwendung zu bringen. Nachdem die Wetterthore an den Portalen angebracht, mit entsprechend kombinierten Vorsignalen versehen sein werden und deren tadellose Funktionierung möglich, so ist die Sicherheit des Betriebes durch diese Anlagen in keiner Weise gefährdet.

Am Semmering sind seit 39 Jahren ähnliche Anlagen zur Verhinderung der Eisbildung im Winter angebracht, und es haben sich trotz des starken Verkehrs in diesen zweispurig betriebenen, 1431 *m* langen Tunneln keinerlei Anstände ergeben.

Die Experten machen noch auf das in Italien auf den Linien Faenza-Florenz und Bologna-Florenz von Ingenieur Saccardo eingeführte Ventilations-System aufmerksam, das dem Giffard-Injektor nachgebildet ist und keiner Thore bedarf. Bei demselben wird die Druckluft aus dem Ventilator durch eine ringförmige Oeffnung in die Tunnelmündung geblasen, wodurch ein grosses Quantum Luft angesaugt wird. Sollten die Versuche, welche gegenwärtig in dem 2727 *m* langen Pracchia-Tunnel der Linie Bologna-Florenz gemacht werden, günstige Ergebnisse zeigen, so wäre dieses System wegen der Vereinfachung des Betriebes vorzuziehen. Dasselbe kann auch unter Beibehaltung der Thore angewendet werden, da bei geschlossenen Thoren die Ventilation in der vorangegebenen Weise stattfinden kann, während sie bei offenen Thoren nicht unterbrochen wird.

Frage 7. Welche Maximalgeschwindigkeit kann für die während des Baues oder Betriebes in den Tunneln, beziehungsweise Stollen, cirkulierende Luftsäule als zulässig betrachtet werden?

Als Maximalgeschwindigkeit kann im allgemeinen für

die während des Baues oder Betriebes in den Tunneln, bzw. Stollen, cirkulierende Luftsäule 6 *m* per Sekunde als zulässig betrachtet werden.

Frage 8. Sind die für die Abkühlung der Luft und des Gesteins im Innern des Tunnels während der Bauperiode projektierten Massnahmen genügend?

Wird es nötig sein, für den Betrieb der Tunnel ähnliche Massregeln zu treffen?

Die Experten halten diese Massnahmen für genügend. Sie berechnen die zu erwartende Maximaltemperatur im Innern des Tunnels auf 39° C. und haben sich durch Versuche in Winterthur überzeugt, dass Luft von 40° bis 50° C. durch Zerstäubung von Wasser von 5,5 Atm. Druck und 12° C. auf eine Temperatur von 15° C. abgekühlt werden kann. Wird die Kühlung mit höher gespanntem Wasser besorgt, so wird der Effekt noch günstiger sein und es ist anzunehmen, dass hiebei Ozon erzeugt und die Luft verbessert wird. Dadurch kann den Bestimmungen des Kontraktes, der als Maximaltemperatur in den Arbeitsstellen eine solche von 25° C. zulässt, entsprochen werden. Nach den vielen vorliegenden Erfahrungen über Arbeiten bei 50° C. sind die Experten überzeugt, dass bei geregelten sanitären Verhältnissen und entsprechender Ablösung der Mannschaft auch noch bei 32° C. eine volle Arbeitsleistung möglich wäre. Die Ausstrahlung der Gesteinswärme kann auch durch Isolierung der Stollenwände mit Holz oder andern Isoliermitteln vermindert und dadurch die Kühlung erleichtert werden.

Für den Betrieb sind solche Massregeln selbstverständlich nicht erforderlich. Nach den Erfahrungen im Gotthard-Tunnel hat sich die Temperatur daselbst vom Mai 1880 bis Juli 1885 von 30,46° C. auf 22,20° C., also um 8,20° C. ermässigt; im Arlbergtunnel fand vom September 1883 bis zum Januar 1894 ein Temperatur-Rückgang von 18,5° C. auf 13,8° C., also um 4,7° C. statt. Beide Tunnel waren im Betrieb nur der natürlichen Ventilation ausgesetzt und während des Baues keiner aussergewöhnlichen Lüftung oder Kühlung unterworfen, während dies beim Simplon in ausgiebiger Weise der Fall sein wird, so dass übermässig hohe Temperaturen für den Betrieb nicht zu befürchten sind.

III. Betrieb. *Frage 9. Ist der Betrieb unter den im Projekt vorgesehenen Umständen zulässig:*

a) mit einem einzigen einspurigen Tunnel und einem parallelen Lüftungsstollen?

b) mit zwei einspurigen Paralleltunneln?

Der Betrieb mit einem einspurigen Tunnel und einem Parallelstollen unter den im Projekt vorgesehenen Umständen und der von den Experten vorgeschlagenen künstlichen Ventilation ist möglich, wenn der Parallelstollen und die Querschläge, dort wo es die Gesteins- und Lagerungsverhältnisse des Gebirges notwendig machen, entsprechend ausgemauert werden, so dass der Fall ausgeschlossen ist, dass durch Verbrüche im Gebirge in den Parallel- und Querstollen eine Störung in der Ventilation eintritt; ferner wenn die Lokomotiven derart gebaut sind, dass eine vollkommene Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlensäure erfolgt. Nach den Untersuchungen im Arlbergtunnel ist die Verunreinigung der Luft durch Kohlensäure nicht gefährlich, weil dieselbe durch die Feuchte der Tunnelwände und den Dampf der Lokomotiven zum grössten Teil rasch absorbiert wird. Am Simplon gestalten sich die Verhältnisse noch günstiger, indem, wenn die Notwendigkeit vorhanden sein sollte, die Absorbierung der Kohlensäure durch Zerstäuben von Wasser unterstützt werden kann. Ebenso wird auch die in den Essengasen vorhandene schweflige Säure durch Ozon, welches bei raschem Verdunsten von Wasser entsteht, oxydiert und als Schwefelsäure von dem Wasser absorbiert. Dieser Prozess wurde durch die chemischen Analysen der Luft, des Wassers, des Mörtels vom Mauerwerk und des Rostes des eisernen Oberbaues vom Arbergtunnel konstatiert. Für den Organismus sind nur Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe schädlich. Enthält die einzuatmende Luft 0,03 % Kohlenoxydgas, so sind schon schwache Aeusserungen auf den Organismus zu empfinden, welche bei Steigerung des Kohlenoxydgases bis zu 0,3 % äusserst gefährliche Erscheinungen hervorrufen. Dieses Gas wird vom Wasser nicht absorbiert und es entsteht sehr leicht bei schlechter Feuerung. Deshalb wurde am Arlberg die Coaksheizung eingeführt und hiezu möglichst trockener bester Coaks verwendet. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass durch etwas zu hohe Auflage von Brennmaterial und durch nicht immer vollkommen trockene Coaks Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe erzeugt werden, die bei längeren Luftstauungen die Oberbauarbeiten unmöglich machen. Um diesen Verhältnissen zu begegnen, empfehlen die Experten, während der Fahrt in dem Tunnel das Feuer in den Lokomotiven nur mit besten trockensten Coaks zu erhalten, und die eigentliche Feuerung mit zerstäubtem Petroleum durchzuführen, weil bei diesem Vorgange die vollkommenste Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlensäure erreicht wird. Auch muss zur Bedingung gemacht werden, dass die beiden Portalstationen und die Ausweiche in der Mitte des Tunnels von dem Gange der Züge im Tunnel durch Schienenkontakte an jedem Kilometer unterrichtet werden. Der Betrieb mit zwei einspurigen Paralleltunneln unter den im Projekt vorgesehenen Umständen ist möglich, wenn die oben angeführten Sicherheitsmassregeln getroffen werden. Die Aufrechterhaltung der Ausweiche im Tunnel I, selbst wenn der Tunnel II ausgebaut ist, halten die Experten aus Betriebs- und Erhaltungsrücksichten für notwendig; ebenso die Anbringung von Glockensignalen und Telephonen bei jeder Kammer. Um die Erhaltungsarbeiten möglichst zu fördern, wird es notwendig sein, in gewissen Abständen die Querstollen so einzurichten, dass sie als Schienendepotplätze Verwendung finden können.

Frage 10. Ist die Kreuzung der Züge im Innern des Tunnels mit Benutzung des vorgesehenen Ausweichgeleises zulässig?

Die Kreuzung der Züge im Innern des Tunnels mit Benutzung des vorgesehenen Ausweichgeleises kann mit genügender Sicherheit vorgenommen werden, sofern die an der Ausweiche dienstthuenden Organe durch elektrische Schienenkontakte bei jedem Kilometer von dem Gang der Züge unterrichtet sind und die Ausweiche nach den beiden Richtungen durch optische und gleichzeitig sicher vernehmbare akustische Signale entsprechend gedeckt werden kann. Für die sichere Abwickelung des Verkehrs ist es notwendig, dass an der Ausweiche mindestens zwei gut geschulte Angestellte den Dienst versehen, so dass bei einem eintretenden Unwohlsein des einen der zweite in Funktion treten kann. Wie bei der Beantwortung der Frage 5 hervorgehoben wurde, beantragen die Experten an der Ausweiche für Betriebszwecke zwei grosse Kammern herzustellen, um die Unterbringung der Telegraphenapparate etc. leichter bewerkstelligen zu können.

Frage 11. Welches wäre die Leistungsfähigkeit eines einzigen unter den im Prospekte vorgesehenen Verhältnissen erstellten Tunnels?

Die Experten beantworten diese Frage dahin, dass die Tagesleistung, unter den von ihnen gestellten Bedingungen und den im Projekt vorgesehenen Luftmengen zur Ventilation, auf durchschnittlich 12 Personen- und 30 Güterzüge angesetzt werden dürfte; hiebei würde der Verkehr in 20 Betriebsstunden zusammengelegt, so dass der Tunnel während 4 Stunden nicht befahren würde, was der Ventilation und der Kühlung desselben zu gut käme.

IV. Verschiedenes. *Frage 12. Haben die Experten, ausser den Antworten auf obige Fragen noch weitere Bemerkungen über das Projekt zu machen?*

In der Beantwortung dieser letzten, allgemein gehalten Frage, weisen die Experten in erster Linie darauf hin, dass bei der grossen Bedeutung, der dem für die Mauerung zu verwendenden Mörtel, mit Rücksicht auf den Bestand des Tunnels zukommt, es sich empfehlen würde, sogleich nach Inangriffnahme der Arbeiten Versuche darüber anzustellen, welche Mischungen und Zusätze den dauernden Einflüssen einer Temperatur von 30—40° C. im trockenen und nassen Gebirge am besten entsprechen würden.

In zweiter Linie haben die Experten die Frage der elektrischen Zugsförderung in Betracht gezogen. Dieselbe hat in den letzten zwei Jahren ausserordentliche Fortschritte

gemacht. Auf der Liverpooler Hochbahn, deren Länge 6 englische Meilen beträgt, führen die Züge 100—250 Passagiere mit Sicherheit und geringen Kosten. Die mittlere Anzahl der Passagiere betrug in 12 Monaten ungefähr 6 000 000, die Anzahl der Züge 108 000 und die Anzahl der zurückgelegten Zugsmeilen 620 000. Auf der unterirdischen City- und South-London-Bahn war die Zahl der Reisenden 6 000 000, die Zahl der Züge 145 000 und die Zahl der zurückgelegten Zugsmeilen 442 000. An Regelmässigkeit liess der Betrieb nichts zu wünschen übrig. Eine neue wichtige elektrische Untergrund-Eisenbahn in London, welche sowohl Personen als Güter befördern soll, ist im Entstehen begriffen. In Amerika baut die Baltimore- and Ohio-Railway elektrische Lokomotiven für den Güterverkehr unterhalb der Stadt Baltimore. Diese elektrischen Lokomotiven werden nicht nur die schweren Güterzüge von 400 *t* Gewicht, sondern auch die gewöhnlichen Dampflokomotiven befördern. Die elektrische Zugsförderung würde sich zum Betriebe im Simplon-Tunnel besonders eignen. An jedem Tunnelportal sind genügende Wasserkräfte vorhanden; die maschinellen Einrichtungen zum Bau des Tunnels lassen sich zur Erzeugung des elektrischen Stromes während des Betriebes verwenden, und es würde die Komplikation bezüglich der Ventilation und die Begrenzung des Verkehrs wegfallen. Das Vorspannen der elektrischen Lokomotive könnte während der schon anderweitig notwendigen Manipulationen ohne jedwedes Mehrerfordernis an Zeit vorgenommen werden. Sehr wahrscheinlich wird bis zum Zeitpunkt der Eröffnung des Simplontunnels die elektrische Zugsförderung weitere Fortschritte machen.

Persönliche Erfahrungen, welche die Experten über diesen Gegenstand gemacht haben, berechtigen dieselben, die elektrische Zugsförderung zu empfehlen. Sie bietet nicht nur den Vorteil, dass die Luft im Tunnel nicht verunreinigt wird, sondern sie hat auch eine weniger ungünstige Abnutzung des Oberbaumaterials zur Folge. Im Arlbergtunnel musste beispielsweise der gesamte eiserne Oberbau wegen der durch die Lokomotivgase bewirkten Abrostungen schon nach zehnjährigem Betrieb vollständig ausgewechselt werden. Sollte bei der elektrischen Zugsförderung eine Kühlung der Luft notwendig werden, so könnte man hiezu die im Tunnel zu belassende Druckwasseranlage verwenden.

Zum Schlusse bemerken die Experten, dass sie nach genauer Prüfung aller Verhältnisse zu der Ueberzeugung gelangt seien, dass unter Beobachtung der nötigen Vorsichts- und Sicherheitsmassregeln, *sowohl der Bau als der Betrieb des Simplon-Tunnels nicht mit besondern Schwierigkeiten verbunden sein werde.*

Damit wollen auch wir unsere Berichterstattung zum Abschluss bringen, wobei wir nicht unterlassen wollen, sowohl dem eidg. technischen Inspektorate, das uns das bezügliche Material zur Verfügungg gestellt, als auch der Direktion der Jura-Simplon-Bahn, die uns in zuvorkommender Weise zur Veröffentlichung desselben ermächtigt hat, den verbindlichsten Dank auszusprechen.

Versuchsfahrten auf der Gotthardbahn.

Am 10. und 11. dieses Monates fanden auf der Strecke Rothkreuz-Airolo der Gotthardbahn interessante Versuchsfahrten zur Bestimmung der Zugswiderstände und der Gangart von zwei-, drei- und vierachsigen Personenwagen und zur Bestimmung der Arbeitsleistung und der Gangart der drei- bzw. viercylindrigen Verbund-Schnellzugslokomotiven der Gotthardbahn $A^3 T$ Nr. 201 und 202, sowie der zweicylindrigen Verbund-Schnellzugslokomotive der Jura-Simplon-Bahn $A^2 T$ statt, welch letztere den Lesern dieser Zeitschrift durch die Beschreibung und Darstellung in Bd. XX Nr. 22 und 23 bekannt ist. Die Direktion der Gotthardbahn hatte zu diesen Fahrten in verdankenswerter Weise eine Reihe schweizerischer und benachbarter Eisenbahngesellschaften eingeladen, welche durch ihre Direktoren und Oberingenieure vertreten waren. Im fernern waren vertreten das eidg. Departement durch zwei Kontrolingenieure, die Lokomotivfabrik Winterthur und die schweizerische Industrie-Gesellschaft in Neuhausen, als Lieferantinnen des zu prüfenden Rollmaterials, durch ihre Direktoren und höheren technischen Beamten, das eidg. Polytechnikum durch drei Professoren der Ingenieur- und Maschinenbau-Abteilung und unsere Zeitschrift durch den Schreiber dieser Zeilen. Ausserdem hatte die Gotthardbahn noch einige hervorragende schweizerische Ingenieure eingeladen.

Zur Feststellung der Versuchs-Ergebnisse diente in erster Linie ein von den Reichseisenbahnen in Elsass-Lothringen zur Verfügung gestellter Beobachtungswagen, der zwischen die Lokomotive und den angehängten Zug eingestellt, mit einem Zugkraftmesser ausgestattet war. Dieser Apparat, welcher nach den Anordnungen des anwesenden Herrn Regierungsrat Volkmar ausgeführt und von demselben in bereitwilliger Weise erklärt wurde, gestattet jederzeit die sofortige Ablesung der Zugkraft. Durch eine Riemenübersetzung von der Wagenachse aus kann auch die Geschwindigkeit registriert werden. Der Apparat giebt im fernern vermittelst eines damit verbundenen Koordinatenplanimeters, das Produkt aus Zugkraft und Geschwindigkeit, d. h. die jeweilige Arbeitsleistung an. Wir hoffen später auf diesen sinnreichen Apparat zurückzukommen. Neben demselben wurde noch durch besondere Geschwindigkeitsmesser im Beobachtungswagen und auf den Lokomotiven, sowie durch die Indikatoren an den letztern die Versuchs-Ergebnisse festgestellt, wozu noch persönliche Beobachtungen über die Gangart der Wagen, namentlich im Schlusswagen, kamen.

Ueber die Fahrten, welche mit Rücksicht auf den Güterverkehr auf Samstag Nachmittag und Sonntag verlegt wurden, hatte die G.-B. ein ausführliches Programm aufgestellt, das nebst Fahrplan, Längenprofil der Bahn und Angaben über das verwendete Rollmaterial jedem Teilnehmer zur Verfügung gestellt wurde. Laut demselben wurden drei verschiedene Zugskompositionen gebildet, bestehend aus Lokomotive, Beobachtungswagen und entweder 7 zweiachsigen, oder 4 vierachsigen Gotthardbahn- oder 6 dreiachsigen Jura-Simplonbahn-Personenwagen. Das Zugsgewicht betrug durchgehend 115 bis 116 *t*. Am Samstag Nachmittag wurden die Strecken Rothkreuz-Erstfeld mit der dreicylindrigen und Erstfeld-Göschenen mit der viercylindrigen Gotthard-Verbund-Lokomotive befahren, an letzterem Orte wurde übernachtet. Am Sonntag früh fand die Thalfahrt bis nach Brunnen mit der viercylindrigen Lokomotive statt. Hier wurde die zweicylindrige Jura-Simplon-Verbund-Lokomotive vorgespannt, die den Zug wieder nach Erstfeld und von dort nochmals nach Brunnen zurückführte. Die Rückfahrt nach Erstfeld erfolgte sodann mit der dreicylindrigen Gotthardbahn-Lokomotive und hieran schloss sich die Bergfahrt nach Airolo ohne Aufenthalt in Göschenen mit der viercylindrigen Lokomotive, welche den Zug auch wieder nach Göschenen und nach einem längeren Aufenthalt daselbst nach Erstfeld zurückbrachte. Was die Zugs-Zusammenstellungen anbetrifft, so waren die 7 zweiachsigen Wagen der G. B. Samstags zwischen Rothkreuz und Erstfeld, die 4 vierachsigen am nämlichen Tage zwischen Erstfeld und Göschenen und Sonntags früh bei der Thalfahrt Göschenen-Brunnen-Erstfeld sowie nachmittags bei der Fahrt von Airolo nach Göschenen und Erstfeld im Betrieb, während die 6 dreiachsigen Wagen der Jura-Simplon-Bahn auf der Fahrt Erstfeld-Brunnen-Airolo eingestellt waren. — Die drei- und viercylindrigen Lokomotiven der G. B. haben ein Dienstgewicht von 65 *t*, der Tender ein solches von 33 *t*, nähere Angaben hierüber finden sich in Bd. XXII Nr. 10 d. Z., die demnächst weiter ergänzt werden sollen. Die Jura-Simplon-Lokomotive wiegt im Dienst 47,5 *t* und der Tender etwa 30 *t*.

Die gewonnenen Versuchs-Ergebnisse werden bald ausführlich in unserer Zeitschrift mitgeteilt. Wir wollen daher dieser uns von kompetenter Stelle zugesagten Veröffentlichung nicht vorgreifen, sondern nur mitteilen, dass das Ergebnis der Versuchsfahrten sowohl für die Konstrukteure der neuen Verbundlokomotiven, als auch für diejenigen des