

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 12/13 (1880)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Mr. Law's Rapport über die Tay-Brücke  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-8569>

#### **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:** 23.02.2026

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

vorgenommenen Probefahrt mitgetheilt. Dieselben sollen mit den Ergebnissen des im September v. J. aufgenommenen Diagrammes (Fig. 1 beifolgender Tafel) verglichen werden.

Bemerkt sei noch, dass beide Heizapparate in allen Theilen gleich construirt waren und dass das Diagramm von dem in der Fabrik Neuhausen aufgestellten Versuchsapparate genommen wurde. Die Probefahrt wurde auf eine Strecke von 130 km ausgedehnt und diese mit Aufenthalt von 35 Minuten in 5½ Stunden zurückgelegt. Die äussere Temperatur war +40° C. und der Consum an Brennmaterial (feuchte Gascoaks) betrug bei nicht geschürtem Feuer pro Stunde 2,75 kg. In diesem Zeitraume wurden pro Stunde im Mittel 400 m<sup>3</sup> auf 47° C. erwärmte Luft mit einer Geschwindigkeit von 3,4 m per Secunde in den Wagen befördert und hiervon die drei Abtheilungen im Mittel auf +22° C. erwärmt.

Aus dem Diagramm, Fig. 1, ist nun zu entnehmen, dass bei einer mittlern äussern Temperatur von +18° C. stündlich 1,4 kg Coaks verbrannt wurden. Die Geschwindigkeit der die Leitungscanäle verlassenden, auf 106° C. beheizten Luft betrug 1,7 m und da die Summe der Querschnitte beider Leitungsröhren = 0,0354 m<sup>2</sup> ist, so berechnet sich das beheizte Luftquantum auf 216 m<sup>3</sup> pro Stunde.

Um nun diese Werthe mit den entsprechenden Ergebnissen der Probefahrt leichter vergleichen zu können, setze ich dieselben unter einander:

Mittlere äussere Temperatur	Brenn- material- verbrauch	Ein- geföhrtes Luftquan- tum	Mittlere Geschwindig- keit d. Luft	Mittlere Temperatur d. beheizten Luft
Probefahrt + 40° C.	2,75 kg	400 m <sup>3</sup>	3,4 m	+ 47° C.
b. d. Diagramm + 18° C.	1,4 „	216 „	1,7 „	+ 106° C.

Es ist bei der Probefahrt + 40° C. 2,75 kg 400 m<sup>3</sup> 3,4 m + 47° C. b. d. Diagramm + 18° C. 1,4 „ 216 „ 1,7 „ + 106° C.

Nimmt man die äusseren Temperaturen gleich gross an, so gelten die Werthe

bei d. Probefahrt + 40° C. 2,75 kg 400 m<sup>3</sup> 3,4 m + 47° C.  
„ „ Diagramm + 40° C. 1,4 „ 216 „ 1,7 „ + 92° C.

Diese Zahlen sagen nun, dass der Brennmaterialverbrauch während der Fahrt das Doppelte beträgt, dass dafür aber auch ferner das in den Wagen eingeführte Luftquantum doppelt so gross ist, wie beim Stillstande des Wagens. Dieser Umstand ist eine nicht zu unterschätzende Empfehlung der Heizung, da durch die grosse Luftrneuerung den sanitaren Anforderungen an gute Luft vollkommen entsprochen ist. Pro Kopf und Stunde wird nämlich in einem Eisenbahnwagen ein Luftwechsel von mindestens 20 m<sup>3</sup> verlangt. Da nun der qu. Wagen, mit dem die Probefahrt gemacht wurde, 30 Sitzplätze enthält, von welchen in der Regel jedoch nur 40% besetzt sind, so benötigt man für den vorliegenden Fall 20 × 12 = 240 m<sup>3</sup> und hat jedoch über 400 m<sup>3</sup> zu verfügen.

Dass ferner die Geschwindigkeit der beheizten Luft, dem eingeführten Quantum entsprechend, ebenfalls die doppelte sein muss, ist aus der vorletzten Zahlenreihe zu entnehmen. Vergleicht man noch den Werth der letzten Colonne mit dem der dritten, so ergibt sich, dass, während man bei der Fahrt über das doppelte Luftquantum zu verfügen hat, beim Stationiren des Wagens annähernd die doppelte Anzahl Wärmegrade zur Beheizung der Räume nötig sind. Die Resultate lassen aber auch nicht bezweifeln, dass der Apparat bei -15° seine Schuldigkeit gethan haben würde, wenn das Brennmaterial gut und die Bedienung eine aufmerksamere gewesen wäre. Als Beweis des eben Gesagten mögen das Diagramm Fig. 3 und die Aussage eines schweizerischen Betriebsingenieurs gelten, laut welcher die Heizvorrichtungen selbst bei -20° sich zur Befriedigung des reisenden Publikums bewährt haben.

Eine wesentliche Verbesserung des Heizapparates wurde durch die Construction des auf beil. Tafel, Fig. f, im Schnitte abgebildeten Rauchrohres erzielt. Die Beobachtungen sind bei einem im September v. J. stattgehabten Versuche mit dem neuen Rauchrohr auf beifol. Tafel, Fig. 2, graphisch dargestellt. Der bessern Uebersicht wegen sollen die Ergebnisse unter die entsprechenden Werthe des Diagrammes, Fig. 1, gesetzt werden.

Anfangs- Tempera- tur	Tempera- tur der be- heizten Luft	Geschwindig- keit der be- heizten Luft	Geschwindig- keit d. abzie- henden Gase	Tempera- tur der dauer- haften Gase	Brenn- fähig- keit d. Coaks	Quan- tität Coaks
+ 18°	+ 106°	1,7	1,9	+ 150°	5 Std.	7 kg
+ 18°	+ 106°	1,7	1,2	+ 86°	6½	7 „

Hieraus ergibt sich nun, dass die Geschwindigkeit der abziehenden Rauchgase geringer ist und aus diesem Umstande folgt die bedeutend niedrigere Temperatur derselben, sowie die 1½ Stunden längere Brennzeit bei gleichem Brennmaterialverbrauch.

Die Benützung des neuen Rauchrohres empfiehlt sich deshalb ohne weitere Anpreisung, können doch täglich bei Benützung desselben 30% Coaks gespart werden! Ein weiterer nicht zu unterschätzender Vortheil dieses Rauchrohres ist die langsame Verbrennung der Coaks, wodurch die gleichmässige Erwärmung der Wagenräume wesentlich erleichtert wird.

Das erwähnte Diagramm (Fig. 3) wurde ebenfalls mit Benützung des neuen Rauchrohres im Februar 1. J. bei -14° C. genommen, dabei will ich nicht unerwähnt lassen, dass bei diesem Heizversuche das Feuer anfangs einiger grösserer Stücke Holz wegen, die mit Coaks bedeckt waren, nicht recht brennen wollte. Im Uebrigen hatte der Versuch einen ganz normalen Verlauf.

Die Geschwindigkeit der den Leitungscanälen entströmenden warmen Luft betrug dies Mal im Mittel 1,8 m. Die Summe der Querschnitte beider Canäle war 0,0354 m<sup>2</sup>; die in einer Stunde erwärmte Luftmenge ist deshalb = 230 m<sup>3</sup>. Da jedoch diese Luft bei einer mittleren Aussentemperatur von -12° C. auf 110° erwärmt werden, so war das Luftquantum vor der Erwärmung = 127 m<sup>3</sup>. Die Wärme, welche die im Innern der Wagen angebrachten Rauchröhren aussstrahlen und die ebenfalls zur Beheizung benützt wird, würde zur Erwärmung von 19 m<sup>3</sup> Luft auf 110° genügen. Man hat demnach 127 + 19 = 146 m<sup>3</sup>, welche, um auf 110° C. erwärmt werden zu können, 122 · 0,25 · 146 = 4 453 Calorien erfordern. Der Nutzeffekt dieses verbesserten Heizapparates beträgt demnach 68%.

### Mr. Law's Rapport über die Tay-Brücke.

(Schluss.)

Nachdem ich nun eine allgemeine Beschreibung des Theils der Brücke gegeben, der eingestürzt ist, will ich die Beanspruchungen betrachten, denen die einzelnen Theile unter verschiedenen Umständen ausgesetzt waren und wie weit die ganze Structur im Stande war, diesen Beanspruchungen zu widerstehen. Um jedoch diesen Rapport so kurz als möglich zu fassen, werde ich mich hier nur auf die Resultate beschränken, doch habe ich für Ihre eigene Information die Art und Weise, wie ich zu den Resultaten gelangt, in einem Anhang zusammengestellt.

Die vier Einwirkungen, denen die Structur ausgesetzt war, waren diejenige des Temperaturwechsels, des Gewichtes der Structur selbst, des Gewichtes eines passirenden Zuges und der Horizontaldruck des Windes.

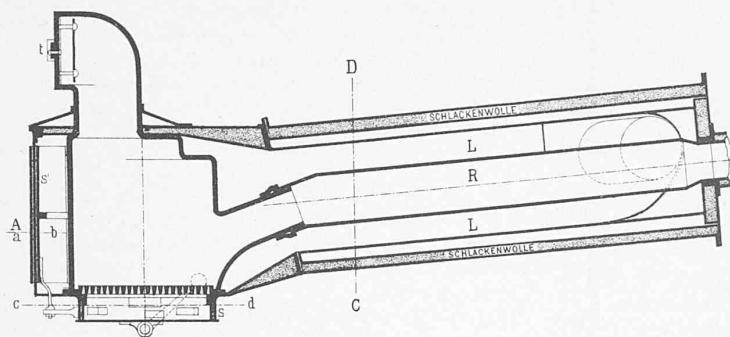
Für unsern gegenwärtigen Fall kann die Beanspruchung durch Temperaturwechsel vernachlässigt werden; die entweder aus dem Gewicht der Structur selbst oder wenn mit einem Zuge belastet Resultirende, ist sehr leicht festzustellen. Aus den früher angeführten Gründen nehme ich an, dass keine additionale Beanspruchung in Folge der fortlaufenden Träger auf irgend einen Pfeiler stattfand und ferner, dass ein Zug von dem Gewicht desjenigen, der mit der Brücke gestürzt ist (circa 120 t, Passagiere eingerechnet), über einen Pfeiler in der Art placirt wäre, dass er den grössten Druck ausüben würde; hieraus finde ich, dass die Structur allein auf die 18 Zoll Säulen eine compressive Beanspruchung von 1,47 t per Quadratzoll (2,3 kg per Quadratmillimeter) und auf die 15 Zoll Säulen 1,06 t per Quadratzoll (1,6 kg per Quadratmillimeter) ausüben würde. Mit einem Eisenbahnzug über dem Pfeiler würde die Beanspruchung 1,84 t per Quadratzoll (2,9 kg per Quadratmillimeter) und 1,30 t per Quadratzoll (2,05 kg per Quadratmillimeter) für die 15 Zoll Säulen betragen.

Da soviel zweifelhafte Elemente vorhanden sind, deren Werth bei dem Versuche, die Beanspruchung der Pfeiler bei einem

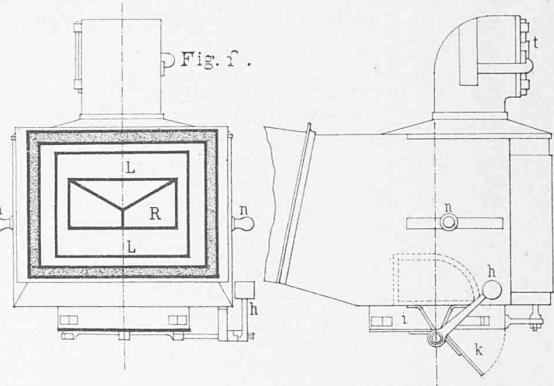
## LUFTHEIZUNG FÜR EISENBAHNFAHRZEUGE.

Patent der Schweiz: Industriegesellschaft in Neuhausen.

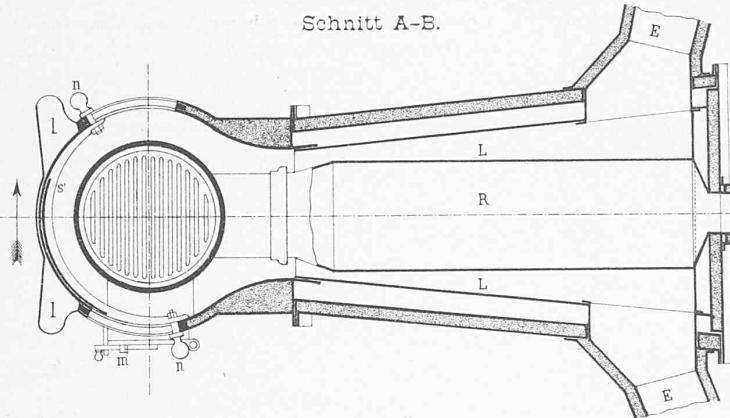
Schnitt C-D.



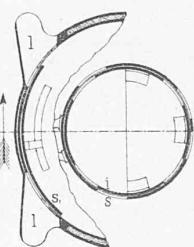
Massstab 1:15.



Schnitt A-B.



Schnitt a-b.c-d.



Schnitt a-b.c-d.

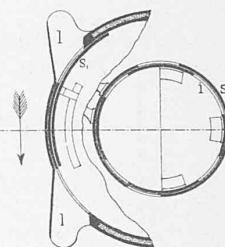


Fig. 1.

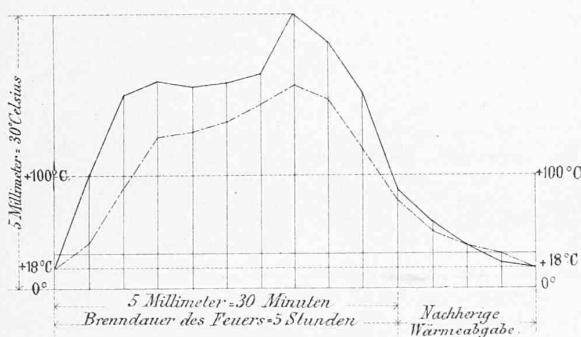


Fig. 2.

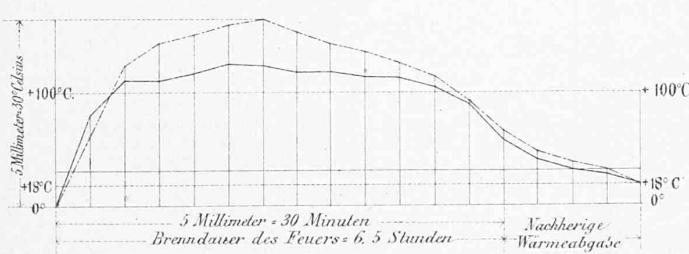
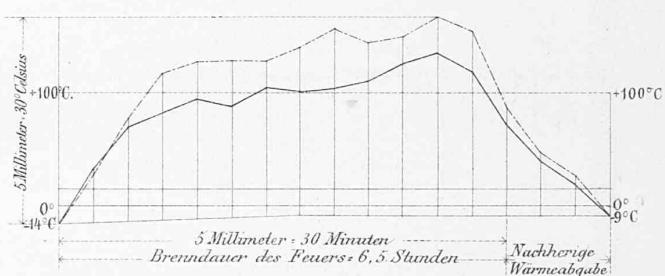


Fig. 3.



## Anmerkungen.

zu Fig. 1	— — — Wärmelinie am Leitkanal	Mittlere Temperatur = 106 °C.
	— — — Wärmelinie am Kamin	Mittlere Temperatur = 150 °C. Geschwindigkeit = 1,7 m/p. Sec.
zu Fig. 2	— — — Wärmelinie am Leitkanal	Mittlere Temperatur = 106 °C. Geschwindigkeit = 1,7 m/p. Sec.
	— — — Wärmelinie am Kamin	Mittlere Temperatur = 86 °C. Geschwindigkeit = 1,2 m/p. Sec.
zu Fig. 3	— — — Wärmelinie am Leitkanal	Mittlere Temperatur = 110 °C. Geschwindigkeit = 1,8 m/p. Sec.
	— — — Wärmelinie am Kamin	Mittlere Temperatur = 85 °C. Geschwindigkeit = 1,2 m/p. Sec.

P. Balzer auct.

# Seite / page

148(3)

# leer / vide / blank

heftigen Sturme festzustellen, nur geschätzt werden kann, so ist es beinahe unmöglich, zu irgend einem positiven Resultate zu gelangen.

Was den eigentlichen Druck des Windes auf die Structur anbetrifft, so habe ich die Ansichten Dr. Pole's und Mr. Stewart's angenommen, nämlich, für das dem Wind zunächst ausgesetzte Gitterwerk habe ich dessen ganze Fläche gerechnet, die Schienenträger und Schienen eingeschlossen. Für das entgegengesetzte Gitter habe ich die Oberfläche über den Schienen gerechnet und dabei angenommen, dass der Wind nur mit halber Kraft gegen diese Oberfläche wirken würde in Folge des Schutzes, den die dem Wind zunächst ausgesetzten Gitter bieten. Was den Zug anbetrifft, so habe ich die Fläche der dem Winde entgegengesetzten Gitter, die durch denselben geschützt, abgezogen, für den Zug selbst habe ich nur die Hälften der runden Oberflächen angenommen und den Winddruck um  $1/6$  reducirt, was ungefähr die Schutzfläche der dem Winde zunächst ausgesetzten Gitter darstellt. Mit Bezug auf die Pfeiler habe ich ebenfalls die Ansichten Dr. Pole's und Mr. Stewart's adoptirt, nämlich, dass eine 18 Zoll und drei 15 Zoll Säulen dem Winde ausgesetzt waren und dass die Streben und Verbindungsstäbe gleich einem Viertel des Raumes zwischen den Säulen waren, dies von deren Endansicht aus gesehen.

Nun ist es von erster Wichtigkeit zu bestimmen, was für ein Winddruck nöthig wäre, um irgend einen Theil des Zuges umzuwerfen. Es ist sofort klar, dass der Wagen II. Classe, der zweitletzte im Zuge, derjenige war, der am wenigsten Stabilität besass, und Dr. Pole und Mr. Stewart stellen fest, dass ein Druck von  $28^{1/2}$  Pfds. per Quadratfuss genügen würde, um diesen Wagen umzuwerfen. Sie haben jedoch angenommen, dass derselbe leer gewesen; nach Mittheilung der Billetecollectoren waren jedoch acht Passagiere in dem Wagen. In meiner eigenen Rechnung habe ich das Gewicht eines Passagiers zu 140 Pfds. angenommen und ich habe den Verticalwinddruck auf die gewölbte Oberfläche des Daches in Betracht gezogen und finde, dass der Wagen II. Classe erst bei einem Drucke von 35,68 Pfds. per Quadratfuss umgeworfen werden konnte, und da es keine Position gibt, in der der Wagen nicht wenigstens um  $1/8$  vom Gitterwerk geschützt war, so ist anzunehmen, dass der Winddruck wenigstens 40 Pfds. per Quadratfuss betragen haben muss, um diesen speciellen Wagen in dem Zustande, in dem er sich in der Nacht der Catastrophe befand, umzuwerfen. Die Tendenz der Kupplungen, den Wagen auf den Schienen zu halten, ist nicht eingerechnet.

Der nächste Gegenstand, den ich untersucht habe, ist, in wie weit die Pressung des Windes den Druck des Oberbaues auf die der Windrichtung zunächst gelegenen Rollen vermindert und auf die andern vermehrt haben würde. Die Resultate sind in folgender Tabelle gezeigt.

	Ohne Wind	Mit einem Winddruck per Quadratfuss von			
1) Ohne Zug	10 Pfds.	20 Pfds.	30 Pfds.	40 Pfds.	
Druck*) auf die westlichen Rollen	322 450	300 120	277 930	255 670	233 410
" " " östlichen "	322 450	344 780	366 970	389 230	411 490
	644 900	644 900	644 900	644 900	644 900
2) Mit einem Zuge					
Druck*) auf die westlichen Rollen	427 615	399 205	370 795	342 385	213 975
" " " östlichen "	427 615	456 695	485 775	514 855	543 935
*) In Pfunden.	855 330	855 900	856 570	857 240	857 910

Die kleine Zunahme, die im Totaldruck auf beide Rollen bei vermehrter Windpressung bemerkbar ist, hat ihren Grund von der Verticalaction des Windes auf die gewölbte Oberfläche des Daches.

Der Druck auf jedes Rollenpaar ist, wie schon früher bemerkt, auf eine 18 Zoll und zwei 15 Zoll Säulen gleichmässig vertheilt; dieser Druck erleidet jedoch eine weitere Modification durch den Horizontaldruck des Windes gegen die demselben ausgesetzten Oberflächen des Oberbaues, der Pfeiler und des Zuges, doch bis zu was für einem Grade, ist ungemein schwierig zu bestimmen.

Indem für einen Moment angenommen wird, dass die Pfeiler in Folge der Diagonalverbindung als eine steife Structur betrachtet werden können, und dass die Wirkung der die Säulen nach unten haltenden Bolzen vernachlässigt wird, so ist der nöthige Winddruck (die östliche 18 Zoll Säule als Drehungs-

punkt angenommen), um die ganze Structur ohne Zug umzuwerfen, 36,38 Pfds. per Quadratfuss, und 32,69 Pfds. per Quadratfuss mit einem Zuge über dem Pfeiler. Doch unglücklicher Weise müssen die Pfeiler weit davon entfernt gewesen sein, eine steife Structur zu bilden in Folge der unvollkommenen Weise, in welcher die Streben und Verbindungsstäbe mit den Säulen verbunden waren. Die Streben bestanden aus Eisen, die Rücken gegen einander placirt, den Lappen der Säule zwischen beiden, und mit denselben auf jeder Seite mit einem  $11/8$  Zoll Bolzen verbunden. Die Löcher in den Lappen waren gegossen  $11/4$  Zoll Durchmesser, roh und grösser als die Bolzen, und da die Enden der Streben selbst keine Anstossflächen hatten, so wurden die Streben nur durch die Klemmaction der Bolzen in Stellung gehalten. Die so erhaltene Sicherheit war sehr gering in Folge der Unebenheit der Oberflächen der angegossenen Lappen selbst, und weil in vielen Fällen die Löcher in den Streben mit einem stumpfen Werkzeug vergrössert waren, so dass sich ein Aufwurf bildete und somit die eigentliche Auflagefläche der Streben gegen die Lappen sehr klein war.

Was die flachen Verbindungsstäbe anbetrifft, so waren dieselben, als die Structur aufgestellt wurde, vermittelst Keilen fest angezogen; da jedoch die Keilschlitzte in den Stäben selbst (gegen welche die Keilunterlagen und Keile drückten) roh, die Unterlagen und Keile auch nur roh geschmiedet und da weiter die Löcher in den Lappen nicht cylindrisch waren, und anstatt eines Stifts Schrauben zur Verbindung dienten, so war die eigentliche Auflageoberfläche sehr klein, und ein verhältnissmässig leichter Zug war genügend, um bei dem Auge die Ecke des Loches in das Gewinde der Schraube zu drücken.

Mit Bezug auf die Verbindungsstäbe muss ferner bemerkt werden, dass die Auflageoberfläche der Keilunterlage gegen den Schlitz im Stabe selbst bei weitem zu klein war; da die Querschnittsfläche des Stabes, die einem Zuge ausgesetzt war, 1,625 Quadratzoll betrug, sollte die Lageroberfläche der Keilunterlage, da dem Druck ausgesetzt, eine Fläche von 1,86 Quadratzoll haben, sie betrug jedoch nur 0,375 Quadratzoll, oder ungefähr  $1/5$  der Stärke des Stabes.

Aus diesen angeführten Umständen resultirt, dass ein seitlicher Druck gegen die Säulen eine Bewegung in den Streben und Verbindungsstäben verursachte, so dass dieselben lose wurden. Diese Bewegung hat wirklich stattgefunden, denn ich habe in einigen Verbindungsstäben, die noch stehen, Packungsstücke von  $1/4$  Zoll Dicke gefunden, die zwischen die Keilunterlagen und Keile placirt waren, und bei meinem Nachfragen habe ich vernommen, dass dieselben von Zeit zu Zeit seit der Eröffnung der Brücke eingesetzt wurden. Nach den Informationen, die ich erhalten, scheint es, dass ungefähr 150 solcher Packstücke in die Verbindungsstäbe zwischen Mitte October 1878 und der Zeit des Sturzes der Brücke eingesetzt und dass dieselben nothwendig wurden, nachdem die Brücke fünf Monate eröffnet war. Dieser Umstand beweist klar, dass unter der vereinigten Action eines passirenden Zuges und des Windes eine bedeutende Hin- und Herbewegung stattgefunden haben muss, und ich konnte nicht umhin, dies als eine der präliminären Ursachen des Sturzes der Brücke anzusehen. Das Losewerden dieser Verbindungen und Streben ist gleichbedeutend mit der Entfernung der Bedingungen, auf welchen die Widerstandskraft gegen ein Umstürzen der Structur durch seitlichen Druck beruht, und es ist leicht einzusehen, dass ein Sturm von dem heftigen Charakter, wie er am 28. December stattfand, in den Verbindungen der Streben und Stäbe mit den Säulen solche Bewegungen hervorbringen musste, dass die Säulen selbst nicht im Stande waren, das Additionalgewicht des Zuges und den seitlichen Druck des Windes auszuhalten.

Eine Untersuchung der Ruinen des Pfeilers 32 (dies ist derjenige, über dem der Zug beim Sturze placirt war) zeigt, dass die Säulen in der Richtung ihrer Verbindungen geknickt sind, indem die untern Enden der westlichen 15 Zoll Säulen westlich gestossen wurden, oder in entgegengesetzter Richtung zu der, in welcher der übrige Theil der Structur fiel. Eine ähnliche nach rückwärts stossende Action der westlichen Säulen kann in Pfeilern 36, 39 und 40 geschen werden.

Der gegenwärtige Zustand der Pfeiler 29 und 30 bietet einen schlagenden Beweis, dass eine schwache Stelle in den

Pfeilern zur Zeit des Bruches existirt hat, nämlich in Pfeiler 29, bündig mit dem obern Theil der zweiten Verbindung der Säulen, wie Pfeiler 31 oben in den untern Verbindungen. Die Beanspruchung an der Bruchstelle im ersten Falle war nur  $\frac{5}{7}$  und im letzten Falle  $\frac{6}{7}$  der Beanspruchung am Grunde der Pfeiler, da theoretisch die Stärke derselben an der Basis und den Bruchstellen die gleiche war. Es ist somit klar, dass die Widerstandskraft dieser beiden Pfeiler an den Bruchstellen im Falle von Pfeiler 29 um  $\frac{2}{7}$  und im Pfeiler 31 um  $\frac{1}{7}$  ihrer Originalwiderstandskraft reducirt worden ist.

Zieht man in Betracht, dass die Säulen 76 Fuss hoch sind und dass mit einem Winddruck von nur 20 Pfd. per Quadratfuss ein Druck von 337 t zur Zeit der Passage des Zuges auf die östliche 18 Zoll Säule und dass ferner ein Horizontaldruck von  $37\frac{1}{2}$  t gegen den obern Theil der Säulen stattfand, so ist es leicht zu schliessen, was die unvermeidlichen Folgen eines Losseins der Verstrebungen waren.

Es ist ferner nothwendig, hervorzuheben, dass vermöge des doppelten Winkels, den die Verbindungen der 18 Zoll Säulen mit der Direction der die Structur umzuwerfen suchenden Kraft bildeten, die Wirksamkeit dieser Verbindungen in dem Verhältniss von 1 : 2,73 oder ein wenig über  $\frac{1}{3}$  ihrer vollen Stärke reducirt und dass irgend eine Verlängerung oder Bewegung in den Verbindungen eine beinahe dreimal grössere Bewegung an dem Punkte gestatten würde, wo sie mit den Säulen verbunden sind.

Die Art und Weise, wie die nach unten haltenden Fundationsbolzen befestigt wurden, war nicht zufriedenstellend, dieselben hatten keine Ankerplatten oder überhaupt keine Auflagefläche an ihrem untern Ende, sie wurden einfach in das durch zwei Steindicken, jede 15 Zoll, gebohrte Loch gesteckt und mit Cement vergossen und da der Winkel des conischen Endes nur  $6\frac{1}{4}$ ° betrug, so ist es augenscheinlich, dass eine leichte Compression des Cementes eine beträchtliche Bewegung der Bolzen erlauben würde. Einige dieser Bolzen haben schon beim Montiren bis auf acht Zoll nachgegeben und in einem oder zwei Fällen wurden die Quadersteine vermöge der Keilaction des conischen Kopfes gesprengt. Es wäre besser gewesen, wenn die Ankerbolzen auf eine grössere Tiefe geführt worden wären, so dass sie ein grösseres Gewicht von Steinen zu heben gehabt hätten, anstatt sich auf die Adhäsion des Cementes zu verlassen, die in Wirklichkeit sehr gering war, eintheils in Folge der glatten Oberfläche des Steines und anderntheils, so denke ich wenigstens, in Folge davon, dass die Steine beim Eingiessen des Cementes trocken waren. In vielen Fällen war der Cement von den Steinen abgerissen und bildete eine lange dünne Schicht. Auch kam es vor, dass die Muttern am obern Ende der Bolzen keine genügende Auflagefläche auf dem Fundationsstück hatten.

Auf die Säulen übergehend ist es Thatsache, dass viele davon voll Luflöcher sind, die mit einer Composition von Colophonum und Feilspähnen ausgefüllt sind. Weiter wurde nicht genügende Vorsicht angewandt um beim Guss den Kern am Verschieben zu verhindern oder denselben genügend zu stützen; die Folge hievon war, dass in vielen Fällen auf entgegengesetzter Seite der Säulen eine bedeutende Differenz in der Metalldicke stattfand; in vielen Fällen ist das Metall auf einer Seite  $\frac{5}{8}$ , auf der andern  $1\frac{3}{8}$  Zoll dick, was einer Differenz von  $\frac{3}{4}$  Zoll entspricht. Wie es gewöhnlich der Fall, wenn der obere Theil eines Gusstückes dünn ist, wird das Metall schnell abgekühlt und hat Ansammlungen von Schaum und Luft, welche die Stärke derselben sehr beeinflussen. Die Art und Weise, wie die Verstrebungen mit den angegossenen Augen an den Säulen verbunden waren, war jedenfalls ungenügend, da in beinahe allen Fällen diese Augen abgerissen waren und es ist schwierig zu verstehen, wie ein Anbrennen der fehlerhaften Augen in der Weise stattgefunden haben kann, wie es von verschiedenen Zeugenaussagen in Dundee mitgetheilt, wie überhaupt ein solches Anbrennen von Personen konnte zugegeben werden, denen man genügende Intelligenz zugetraut hätte, um zu verstehen, dass die Sicherheit der ganzen Structur von der Stärke dieser Augen abhieng.

Die Art und Weise der Flantschenverbindung der Säulen unter sich erachte ich ebenfalls als ungenügend; die Schrauben hielten  $\frac{1}{8}$  Zoll weniger im Durchmesser als die Löcher, und da die Flantschen in vielen Fällen  $\frac{3}{4}$  Zoll von einander entfernt

waren, so konnten die Schrauben nicht mehr als Sicherheitsstiften dienen; da ferner in vielen Fällen auf keiner Seite der Röhren ein socher war, so war es nur die klemmende Action der Schrauben, die ein Verschieben der Säulen verhinderte und es sind Anzeichen vorhanden, dass zur Zeit der Catastrophe solche Verschiebungen wirklich stattgefunden haben.

Den Concret, mit dem die Säulen gefüllt waren, habe ich als eine Verstärkung der Structur nicht in Betracht gezogen. Derselbe hat zwar das Gewicht der Säulen und somit deren Stabilitätsmoment auf den Pfeiler vermehrt. Der Grund meiner Ansicht ist hauptsächlich der, dass der Concret in Qualität so ungleich war, dass in keiner Weise darauf gerechnet werden konnte, dass er die Säulen an den Stellen verstärke, wo es überhaupt nöthig war.

Ich muss noch bemerken, dass manche der Flantschen so unvollkommen bearbeitet waren, dass der sich berührende Theil des Metalles nur ein Streifen von circa  $\frac{5}{8}$  Zoll Breite, dem Rande der Flantschen nach, war. Zum Schlusse geht meine Meinung dahin, dass die Basis der Pfeiler zu schmal war und so eine grosse Beanspruchung der Streben und Verbindungsstäbe verursachte; dass die Winkel, unter welchen die letztern disponirt und die Art und Weise der Befestigung an den Säulen derart war, dass dieselben wenig oder gar nichts nützten und dass die andern Unvollkommenheiten, die ich hervorhob, die Widerstandskraft der Säulen gegen ein Zerdrücken verminderte. Ich nehme an, dass das Nachgeben der Streben und Verbindungsstäbe die unmittelbare Ursache des Unglücks waren, dass jedoch andere Umstände auch noch dazu beigetragen haben.

Noch habe ich beizufügen, dass ich es hauptsächlich dem Zuvorkommen von Sir Thomas Bouch, seinem Assistenten Mr. Thomas Peddie und den Angestellten der North British Railway zu verdanken habe, dass ich genaue Untersuchungen machen konnte, indem dieselben mir in jeder Weise entgegen gekommen sind.“

## Review.

**Unterirdische Telegraphenleitung in Wien.** Ein im November 1878 stattgefunder Schneesturm hatte in ganz Oesterreich-Ungarn grosse Verheerungen an dem Telegraphennetze angerichtet, indem der Schnee an den Drähten haften blieb und so Stränge bis zu fünf Centimeter Dicke bildete, deren Schwere entweder die Drähte zum Reissen brachte oder die Telegraphenpfähle umbrach. Auf diese Weise wurden in Wien eine Anzahl schwerer, gusseiserner Telegraphensäulen zerstört, wobei es nicht ohne schwere Verwundung von Passanten abging. — Diese Unfälle mögen dazu beigetragen haben, für Wien die unterirdische Leitung der Drähte in erhöhtem Maasse wünschbar erscheinen zu lassen und es wurden im October vorigen Jahres 4059 m Länge unterirdischer Kabelleitung vom Franz-Josefs Quai bis über die Radetzkybrücke und von da einerseits bis auf den Rennweg und andererseits bis über die Franzenskettenbrücke gelegt. Es wurden siebenlitzige Telegraphenkabel für je sieben Leitungen ohne Eisenpanzerschutz verwendet. Jeder einzelne Leiter (Draht, Ader) dieses Kabels besteht aus sieben zusammengedrehten, 0,6 mm starken Kupferdrähten, welche mit einer im äusseren Durchmesser 5 mm dicken isolirenden Guttapercha-Umhüllung umgeben sind und ausserdem noch eine Umspinnung von getheeter Baumwolle besitzen. Sieben solche isolirte siebenlitzige Leitungsdrähte sind zu einem Kabelstrange vereinigt und durch ein getheertes Wollband, durch eine getheerte Hanfumhüllung (*matelas de filin-phormium*), welche vor dem Theeren in eine schwefelsaure Kupferlösung getaucht wurde, und durch ein zweites getheertes Wollband geschützt.

Die vorbeschriebenen Telegraphenkabel wurden seitens der französischen Telegraphenverwaltung im Hüttenwerke zu Bezons sowohl während der Erzeugung, als auch nach gänzlicher Arbeitsbeendigung einer Prüfung unterzogen, durch welche Folgendes festgestellt wurde:

1. Das Leitungsvermögen des besagten Kabels beträgt bei einer Temperatur von  $+ 14^{\circ}\text{C}$ , 91,2 bis 98,5% des theoretischen Leitungsvermögens.