Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 17/18 (1891)

Heft: 4

Artikel: Doppel-Compound-Locomotive für den Bergdienst der Gotthardbahn (System Mallet)

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-86140

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: 27.07.2025

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

bei einer Entfernung der Querträger von 3,5 *m* erhält eine solche Hülfsverticale, wenn vom Gewicht der Fahrbahn und des Querträgers ganz abgesehen wird, eine Belastung von 14 *t*. In Folge der excentrischen Belastung der Verticalen am Obergurt erleidet dieselbe eine Inanspruchnahme auf zusammengesetzte Festigkeit und es berechnen sich daher die Spannungen der äussersten Schichten im Querschnitte auf 1539 bezw. 727 *kg* pro *cm*². Hiernach erscheint die Verticale in ihrem gefährlichen Querschnitte durch die blosse statische Wirkung der Verkehrslast bis an die Elasticitätsgrenze beansprucht. Prof. Brik sagt ferner:

Ohne auf eine Berechnung anderer Constructionsglieder einzugehen, kann schon die berechnete Ueberanstrengung der Hülfsverticalen ausreichen, um den Zusammenbruch der Brücke zu erklären.

Insbesondere ungünstig beansprucht erscheint in jedem Träger die *erste* Verticale, welche den ersten, bezw. letzten normalen Querträger zu unterstützen hat. Diese Querträger ruhen einerseits über dem unnachgiebigen Widerlager, anderseits ist deren Ende an den Verticalen angehängt. Da das Hinüberrollen eines Eisenbahnzuges immer von Stössen und Erschütterungen begleitet ist, so gerathen alle Constructionstheile der Brücke mehr oder weniger in Schwingungen, wodurch deren statische Spannungen erheblich vergrössert werden. Die normalen Endquerträger der schiefen Brücke schwingen überdies mit ihren darauf befindlichen Verkehrslasten, um die festen Stützpunkte, indem das an den Hilfsverticalen aufgehangene zweite Querträgerende den Längsschwingungen der Verticalen folgt. Hiedurch wird aber der Schwingungs-Impuls wesentlich erhöht und damit auch die Spannung der Verticalen. Hat nun schon die statische Belastung eine so hohe Spannung erreicht, so kann diese in Folge der dynamischen Wirkung leicht zu einer gefährlichen Höhe anwachsen und zum Bruche dieser Verticalen führen.

Ein solcher Bruch müsste aber von den verhängnissvollsten Folgen begleitet sein. Der Untergurt des betreffenden Endfaches müsste nun seinen Biegungswiderstand entfalten, welcher jedoch nach einer angenäherten Berechnung schon bei einem von dem Querträger ausgeübten Drucke von 8 bis 9 Tonnen völlig, d. h. bis zum Bruche, erschöpft ist. Bei dem vorhandenen Drucke von 14 Tonnen muss also der Bruch des Gurtes unvermeidlich erfolgen. Es ist selbstverständlich, dass der so verletzte Hauptträger einsinkt und der zweite mit demselben verbundene Hauptträger demgemäss eine Drehung ausführen muss, wodurch derartige Verbiegungen, bezw. Brüche seiner Organe eintreten können, dass der Zusammenbruch der Brücke ein vollständiger wird.

Damit wollen wir unsere Zusammenstellung für diesmal abschliessen. Fassen wir die oben geäusserten Ansichten kurz zusammen, so findet Herr *A. Rieppel*, dass der obere Rand des Stehflacheisens der Hauptträger *bis zur Zerreissfestigkeit* beansprucht worden sei. Herr *Beyerhaus* erblickt in dem Fehlen der Sicherung gegen seitliches Ausweichen der Endknotenpunkte der oberen Gurtung einen Constructionsfehler der Brücke. Herr Dr. *Föppl* schreibt den Zusammenbruch der Brücke dem Umstand zu, weil sie als labiles räumliches Fachwerk nicht hinreichend gegen schwingende Bewegungen des Obergurts geschützt war. Zu einem ähnlichen Ergebniss gelangt auf anderem Wege Herr *H. Gerber* und endlich leitet Herr Professor *Brik* den Zusammenbruch der Brücke aus dem Zerreissen der Hängesäulen am Trägerende her, die viel zu schwach und schon durch die blosse statische Wirkung der Verkehrslast *bis an die Elasticitätsgrenze* beansprucht gewesen seien.

Wir müssen, wie schon bemerkt, den erwähnten Fachmännern die volle Verantwortlichkeit für ihre Aussagen überlassen. Würde sich die Richtigkeit derselben auch nur zum Theil erwahren, so müsste daraus für jeden Unbefangenen der Eindruck hervorgehen, dass die Mönchensteiner-Brücke mit zahlreichen Constructionsfehlern behaftet war, von denen ein einzelner schon genügt hätte, die furchtbare Katastrophe herbeizuführen. Nach diesen Aussagen wäre es also auch nicht mehr nöthig zur Erklärung des Zusammenbruches nach dem beliebten Aushülfsmittel einer Entgleisung des Zuges auf der Brücke zu greifen, oder die Qualität des Eisens und den schlechten Unterhalt der Brücke mit in Betracht zu ziehen.

Für den Erbauer der Brücke, die bezügliche Eisenbahngesellschaft und unsere eidgenössische Aufsichtsbehörde bildet diese fachmännische Beurtheilung der Brückenconstruction eine schwere Anklage und wir haben keinen sehnlicheren Wunsch als den, dass es gelingen möge, alle diese Aussagen vollständig zu entkräften.

Doppel-Compound-Locomotive für den Bergdienst der Gotthardbahn.

(System Mallet.)

(Mit einer Doppeltafel.)

Seit dem Frühling dieses Jahres steht die durch beiliegende Tafel und die beiden Textzeichnungen auf Seite 22 und 23 dargestellte Doppel-Compound-Locomotive auf den Bergstrecken der Gotthardbahn für den Güterzugsdienst in Betrieb.

Bei der Bestellung der Maschine war der Locomotivwerkstätte von *J. A. Maffei* in München die Aufgabe gestellt, eine Locomotive zu schaffen, welche *ohne* grösseres Eigengewicht, als das der mit 12 Atm. Kesselspannung arbeitenden Achtkuppler-Locomotive der Gotthardbahn sammt Tender die gleiche Leistung mit einem geringeren Brennmaterialconsum auszuüben im Stande wäre, während gewünscht wurde, dass — soweit als irgend möglich — durch die neue Construction das zeitweilige theuere und schädliche Schleudern der Locomotivräder unmöglich gemacht werde. Diesen Anforderungen entspricht die Mallet'sche Construction vollkommen.

Da die genannte Achtkuppler-Locomotive einen festen Radstand von 3,9 *m* besitzt, während derselbe bei der Mallet-Locomotive nur 2,7 *m* beträgt, so durchfährt letztere die vielen Curven der Gotthardbahn leichter, d. h. mit weniger Kraftaufwand, kleinerer Bandagen- und Schienen-Abnutzung und geringerer Entgleisungstendenz.

Das ökonomische Compoundsystem konnte bei vier Cylindern, von denen die hintern (Hochdruckcylinder) mit dem Kessel fest verbunden sind, während die vorderen (Niederdruckcylinder) an einem beweglichen Rahmen sitzen, ohne Schwierigkeit durchgeführt werden und der im beweglichen Receiverrohr vorkommende Maximaldruck von 4 Atm. gestattet ein verhältnissmässig leichtes Dichthalten dieses Rohres.

Noch leichter ist dies bei dem ebenfalls beweglichen Rohre, welches die Verbindung zwischen Niederdruckcylindern und Blasrohr bildet und noch geringere Spannung auszuhalten hat.

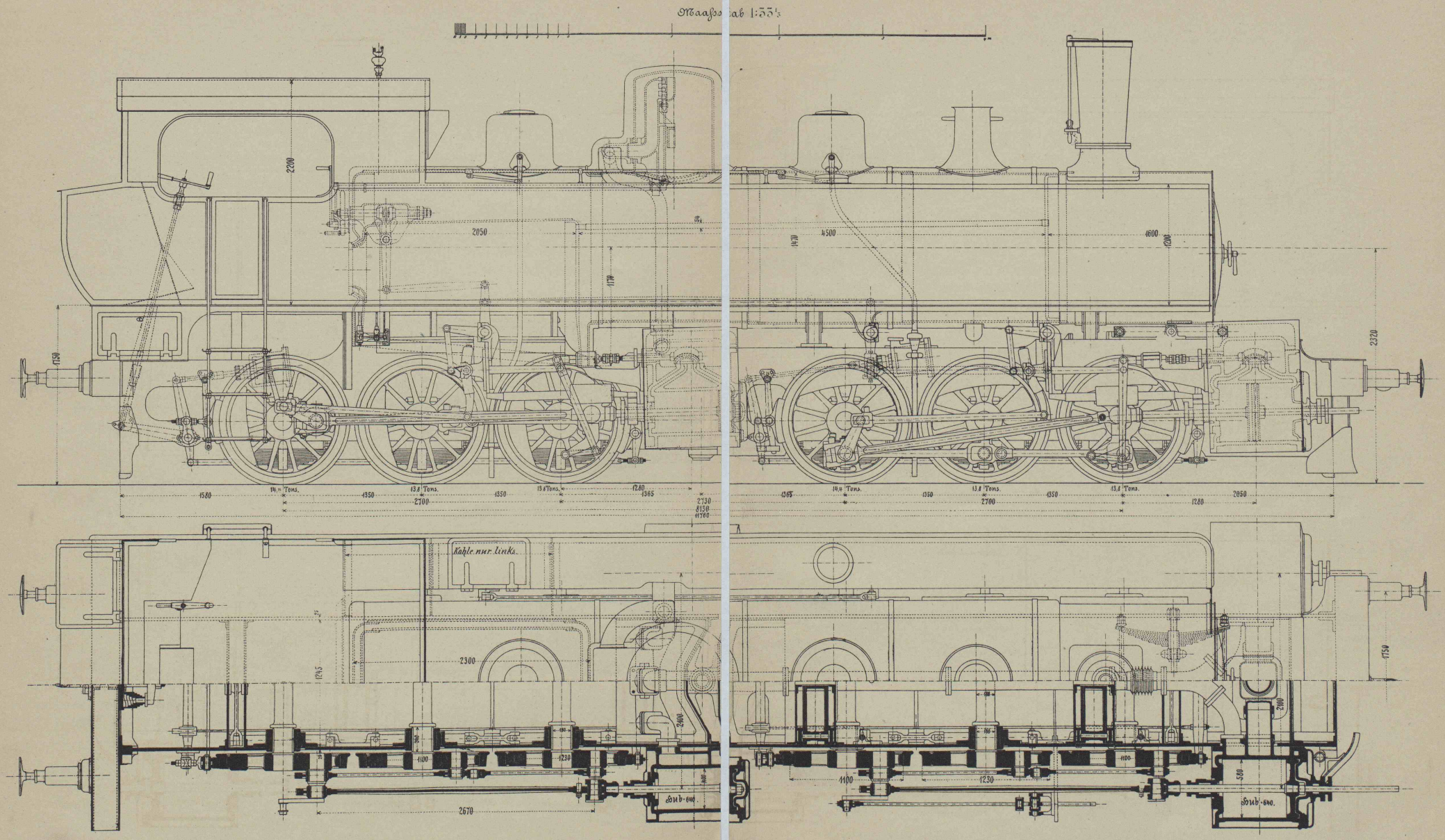
Das Mitführen aller Vorräthe auf der Maschine sichert die grösstmögliche Adhäsion und eine im Wesentlichen aus einem entlasteten Doppelsitzventil bestehende Anfahrvorrichtung, welche dem Dampf aus den Hochdruckcylindern den Weg in die Niederdruckcylinder *oder* ins Freie gestattet, während im letzteren Falle gleichzeitig frischer Kesseldampf den Niederdruckcylindern zugeführt wird, ermöglicht es, vorübergehend eine Maximal-Zugkraft auszuüben, welche das Anfahren der Maschine mit ihrer Maximal-Belastung auf den stärksten Steigungen der Gotthardbahn sicherstellt (d. h. 200 Tonnen Belastung excl. Eigengewicht der Maschine auf Steigungen von 26 ‰).

Die völlig gleiche Arbeit beider Locomotivseiten, sowie deren gleich schwere schwingenden Massen verursachen einen im Vergleich mit der Zweicylinder-Compound-Locomotive wesentlich ruhigeren Gang.

Der mit dem Hintergestell fest verbundene Kessel, welcher sich nach vorne beliebig ausdehnen kann, ruht auf dem Vordergestell mittelst zweier gusseiserner, in Oel gelagerter Gleitbacken, welche auf balancierartig in den Rahmen gelagerten elastischen Unterlagen stets fest aufruhen.

Behufs weicher und rascher Zurückführung des Vor-

DOPPEL-COMPOUND-LOCOMOTIVE DER GOTTHARDBAHN



Seite / page

leer / vide / blank

dergestells in die Gerade sind zwischen demselben und dem Kesselvorderende horizontale Federn gelagert, während ein Anschmiegen an die Unebenheiten der Bahn durch Längs- und Querbalanciers bei beiden Gestellen (ein Aufruhen auf drei Punkten bewirkend) erzielt wird.

Die Maschine besitzt eine Exter'sche Wurfbremse mit Hardy's Vacuum-Bremse combinirt, welche auf acht Räder wirkt.

Ein weiteres Eingehen auf die Maschinendetails halten wir nicht für nöthig, da alles Wesentliche aus den Zeichnungen und dem dieselben begleitenden Angaben zu entnehmen ist.

Gern hätten wir unserer Beschreibung der Locomotive noch einige Erfahrungsresultate beigegeben, da ja doch erst diese der Zeichnung in den Augen des Fachmannes den wirklichen Werth verleihen. Wir haben uns zu diesem Zwecke sowol an die Constructionswerkstätte, die uns die bezüglichen Zeichnungen und Daten in verdankenswerther Weise zur Verfügung gestellt hat, als auch an die Gotthardbahn-Gesellschaft gewandt. Von beiden Seiten ist uns jedoch in übereinstimmender Weise geantwortet worden, dass die Zeit, innert welcher die Locomotive im Dienst steht, eine verhältnissmässig zu kurze ist, um namentlich über die vom Compoundsystem zu erwartende Kohlenersparniss ein abschliessendes Urtheil zu ermöglichen. In allen Fällen ist noch ein vollständiger Winterbetrieb abzuwarten, bevor nähere Angaben über den Kohlenverbrauch gemacht werden können.

Das Eisenbahnunglück bei Mönchenstein.

VI.

Soeben, unmittelbar vor Schluss der heutigen Nummer, kommt uns der von der Direction der Jura-Simplon-Bahn an das schweizerische Eisenbahn-Departement in Bern erstattete Bericht über das Eisenbahnunglück bei Mönchenstein zu. Derselbe trägt das Datum vom 10. Juli.

Indem wir uns vorbehalten auf die bezügliche Berichterstattung später näher einzutreten, entnehmen wir derselben vorläufig folgende Stellen:

„Der verunglückte Zug Nr. 174 vom 14. Juni umfasste zwei Schnellzugs-Locomotiven A^3T, einen Gepäckwagen, einen Eilgutwagen, einen Postwagen und zehn Personenwagen, mit 40 Wagenachsen im Ganzen und einem Totalgewicht von ungefähr 324 Tonnen. Er verliess Basel mit fünf Minuten Verspätung. Bedient war er durch einen Zugführer, welcher als solcher functionirte, zwei Zugführer, welche den Dienst als Conducteurs besorgten, vier Conducteurs und einen Aspiranten. Ueberwacht wurde der Dienst überdies durch den Oberzugführer Wenger. Der Zug bewegte sich mit normaler Geschwindigkeit bis zur Mönchensteinerbrücke, d. h. bis die Katastrophe eintrat. Die grösste Fahrgeschwindigkeit von 50 *km* per Stunde erreichte er, wie das Tractionspersonal behauptet, 200 *m* vor dem Niveau-Uebergange beim Wärterhaus, welches sich ungefähr 450 *m* vor der Brücke befindet. Von da wurde die Westinghouse-Bremse in Bewegung gesetzt, so dass die Fahrgeschwindigkeit auf der Brücke nur noch 35 *km* betrug.

Die eiserne Brücke brach, als die erste Locomotive beim rechtseitigen Widerlager anlangte. Der Hauptbruch erfolgte zwischen der ersten und zweiten Locomotive, so wie sie nachher lagen. Das auf Seite der Station Mönchenstein gelegene Drittel der Brücke stürzte flussaufwärts und die Vorspannmaschine schlug gänzlich um. Der übrige Theil, ungefähr $^2/_3$ der ganzen Brücke, auf Basler-Seite, senkte sich lothrecht, sammt der Zugslocomotive, dem Gepäckwagen und dem ersten Personenwagen, die sie umschloss. Von den nachfolgenden Fahrzeugen gelangten die vordern auf die obern Querverbindungen und Windstreben; dieselben rissen, hemmten aber auch augenblicklich den Lauf der hintern Wagen. Hieraus erklärt es sich, dass die fünf vordern Fahrzeuge dieses Zugstheiles sich aufeinander thürmten und dass die im Gepäckwagen befindlichen Angestellten und viele Insassen der ersten Personenwagen sich retten konnten; sie waren für einen Augenblick durch den obern Theil der Brücke geschützt

Beim Einsturze glitten die Brückenenden von ihren Stützpunkten auf den Widerlagern gegen den Fluss zu ab und fielen in diesen, wodurch an beiden Widerlagern die Auflagsquader und das Verkleidungsmauerwerk beschädigt wurden; sonst sind die Widerlager unversehrt geblieben. Die Tiefe des Wassers mochte an demselben Tage höchstens 2 *m* betragen haben.

Die Zahl der Verunglückten schätzen wir auf etwa 200, nämlich 73 getödtete, worunter zwei Angestellte der Bahngesellschaft, Oberzugführer Wenger und Locomotivführer Bodmer, und 120 bis 130 Verwundete, von denen gegenwärtig noch 22 im Spital zu Basel, die übrigen meist zu Hause verpflegt werden oder bereits wieder hergestellt sind. Unter den Verwundeten befinden sich fünf Bahnangestellte. Nach der Auskunft, welche das Zugspersonal über die Besetzung der beiden ersten Wagen geben konnte, muss angenommen werden, der in die Birs gestürzte Theil des Zuges habe etwa 210 Reisende enthalten, der am linken Widerlager hangen gebliebene Wagen etwa 50 und der Theil des Zuges, welcher nicht verunglückte, 280 Reisende, zusammen im Ganzen ungefähr 540 Personen. Von den 260 Insassen der fünf ersten Wagen wären also etwa 60 unversehrt geblieben. Auch die drei Postangestellten konnten sich retten.*)

Die Ursachen des Unfalles sind uns noch unbekannt. Unsere Untersuchung hat durchaus keine Anhaltspunkte ergeben, welche auf den Eintritt eines solchen Ereignisses hätten schliessen lassen können. Das Bedienungspersonal der Locomotiven der Züge, welche kurz vorher über die Brücke geführt wurden, nahm auf derselben nichts Ungewöhnliches wahr. Der Lokalzug 461 passirte um 1^{45} Uhr Nachmittags mit einer Maschine und einem Gesammtgewicht von 119 *t*; der Expresszug 165 um 1^{05} Uhr mit einer Locomotive und einem Gesammtgewicht von 124 *t*; der Güterzug 798 um 1 Uhr mit einer Maschine und einem Gesammtgewicht von 351 *t*; der gewöhnliche Personenzug 163 um 12^{40} Uhr mit den zwei gleichen Locomotiven, unter welchen kurz darauf die Brücke einbrach, und einem Gesammtgewicht von 299 *t*; der Güterzug 793 um 12^{20} Uhr mit einer Maschine und einem Gesammtgewicht von 718 *t* (116 Achsen); der Facultativzug 2174 passirte, von Basel kommend, die Brücke zuletzt um 2^{05} Uhr Nachmittags, also eine halbe Stunde vor dem Einsturz derselben, mit einer Locomotive und einem Gesammtgewicht von 104 *t*. Der Führer dieser Locomotive erklärt, durchaus nichts Ungewöhnliches an der Mönchensteiner-Brücke wahrgenommen zu haben. Kein Angestellter des Zugförderungsdienstes, noch sonst ein Bahnangestellter meldete je über dieses Bauwerk etwas, das hätte Verdacht erregen können. Der Heizer Frey (Otto) einzig sagte in seinem Verhör vom 18. Juni 1891, der „unganze" Ton der Brücke sei ihm aufgefallen. Abgesehen aber davon, dass er solches niemals meldete, kann man dieser Behauptung keine Bedeutung beimessen. Das durch das Fahren eines Zuges über eine eiserne Brücke verursachte Getöse ist derart betäubend, dass ein besonderer Ton im Sinne der Angabe des Heizers Frey nicht zu unterscheiden wäre.

Das Dienstpersonal für den Bahnunterhalt hat nie irgend etwas Ungutes oder Verdächtiges an der Brücke bemerkt.

Die Brücke wurde 1874/1875 gebaut. Ein Project zur Ausschreibung derselben, soweit die Eisenconstruction betreffend, wurde im Jahre 1874 durch den Oberingenieur der Jurabahn ausgearbeitet. Dieses Project sah Hauptträger mit parabolisch gekrümmter oberer Gurtung (Bow-String), untenliegende Fahrbahn und folgende Hauptabmessungen und Eisengewichte vor:

Lichte Weite in der Brückenachse	41	*m*
Länge der Hauptträger	43	„
Höhe der Hauptträger in der Mitte	7	„
Abstand der Hauptträger zwischen den Mittellinien gemessen	4,70	„
Gesammtes Eisengewicht	56,227	*t*

Dasselbe wurde vom Bundesrathe am 2. Juni 1874 genehmigt. Es umfasst sieben Blätter, die sich im Gesellschaftsarchiv der Jura-Simplon-Bahn befinden.

Die fünf letzten Blätter, welche einen Theil des Projectes bilden, auf dessen Grund die Uebernahmsofferten einzureichen waren, sind als Beilagen zu dem Vertrage mitunterzeichnet worden, der am 29. Juli 1874 mit der Firma G. Eiffel & Cie. zu Levallois-Perret für den Bau der Eisenconstructionen der Brücken der Linie Delsberg-Basel von Pfahl 190 bis Basel abgeschlossen wurde.

Diese Unternehmer machten von der Vertragsbestimmung Gebrauch, laut welcher es ihnen freistand, am ursprünglichen Project

*) In unserem ersten Bericht vom 20. Juni hatten wir die Zahl der Insassen der fünf ersten Wagen auf 175, die des hintern Zugstheiles auf 250, somit die Gesammtzahl der Fahrgäste auf 425 annähernd geschätzt. Die Red.

haupt vorhandene Verbindung ist das senkrechte Knotenblech. Somit würde die sich als Endstrebe fortsetzende Druckgurtung hier jeglicher Steifigkeit entbehren.

Da überdies jede wirklich steife Verbindung mit einem Querträger fehlt, so erscheint es fast wunderbar, dass an dem Endknotenpunkte jeder oberen Gurtung, der (entsprechend der schiefen Lage der Brücke im Grundriss) ohne Verbindung mit dem andern Träger war, nicht bereits früher ein seitliches Ausknicken und in Folge dessen ein Zusammenbruch der Brücke erfolgte.

Als wirklicher Constructionsfehler muss auch das Fehlen einer schrägen Strebe in der Ebene des oberen Windverbandes bezeichnet werden, welche den freischwebenden Knotenpunkt der einen oberen Gurtung mit dem schräg gegenüberliegenden (durch den Windverband versteiften) Knotenpunkt der andern verbunden hätte.

äusserst schwach und gar nicht versteift war, so fand hier ein seitliches Ausknicken statt; der betreffende Knotenpunkt senkte sich, und die Locomotive kantete nach dieser Seite um, wie der Thatbestand auch angiebt. Fast gleichzeitig musste dann die ganze Brücke zusammenbrechen.

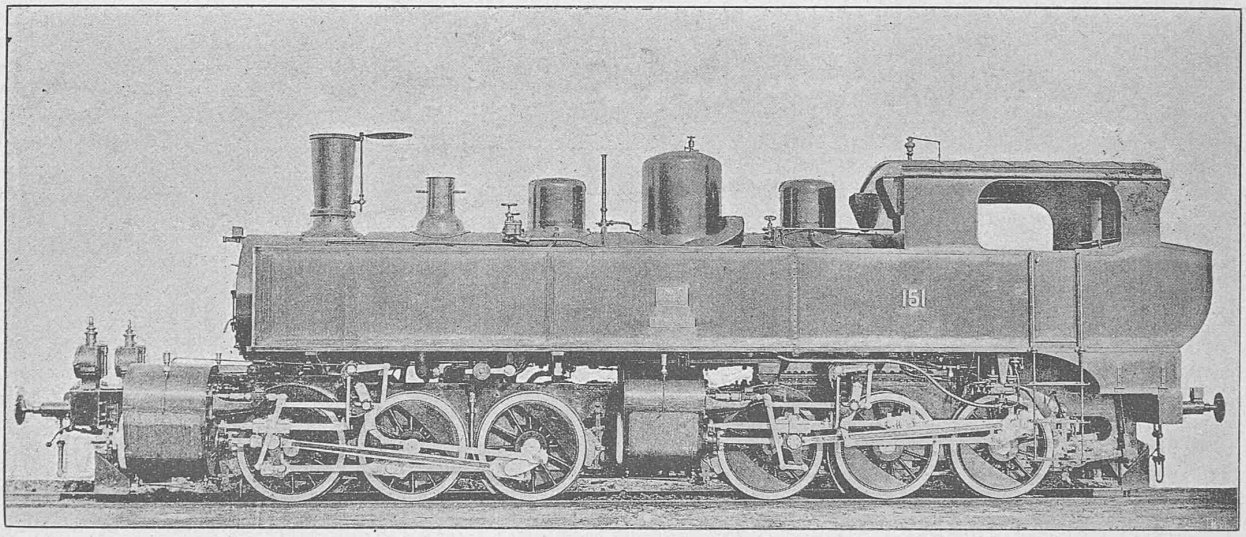
Es zeigt sich hier wie in manchen andern Fällen, dass die Nothwendigkeit der Sicherung jedes einzelnen Knotenpunktes gedrückter Gurtungen gegen seitliches Ausweichen immer noch nicht allgemein genügend erkannt wird.

Die „*Deutsche Bauzeitung*“ erstattete zuerst auf Grundlage unserer Mittheilungen in No. 25 und 26 letzten Bandes einen allgemeinen Bericht über den Unglücksfall; dann erschien der bemerkenswerthe Artikel von *Dr. Föppl*, den wir in unserer letzten Nummer mitgetheilt haben, und hierauf hat Ingenieur *H. Gerber* in München, anschliessend an die

Doppel-Compound-Locomotive für den Bergdienst der Gotthardbahn.

(*System Mallet.*)

Gebaut von *J. A. Maffei* in München 1891.



Aufnahme von *J. B. Obernetter* in München. Autotypie von *Heinrich Riffarth* in Berlin.

Hauptbestimmungen:

Dampfspannung	12	Atm.	Triebrad-Durchmesser	1230	*mm*
Durchmesser der Hochdruck-Cylinder	400	*mm*	Radstern-Durchmesser	1100	„
Durchmesser der Niederdruck-Cylinder	580	„	Entfernung zwischen den Puffern	13776	„
Kolbenhub	640	„	Totaler Radstand	8130	„
Zugkraft	9000	*kg*	Dienstgewicht mit sämmtlichen Vorräthen	85	*t*
Heizfläche der Feuerbox	9,3	m^2	Dienstgewicht ohne sämmtliche Vorräthe	73	„
Heizfläche der Siederohre	145,7	„	Leergewicht etwa	67	„
Totale Heizfläche	155,0	„	Wasser-Vorrath	7,0	„
Rostfläche	2,2	„	Kohlen-Vorrath	4,3	„

Dafür, dass wirklich hierin die Hauptursache des Brückeneinsturzes zu suchen ist, spricht die Thatsache, dass der Einsturz gerade in dem Augenblicke erfolgte, als in dem einen der beiden gefährdeten Knotenpunkte die grösste Beanspruchung entstand, als nämlich die vordere Locomotive mit dem linken Vorderrade das jenseitige Auflager erreicht hatte, also mit dem rechten Vorderrade (zufolge der schiefen Anordnung der Brücke) gerade den gefährlichen Knotenpunkt (der hier auf der rechten Seite liegt) erreicht hatte. Die schwersten Achsen des Zuges befanden sich also in einer solchen Lage, wo die Querkraft in dem gefährlichen Punkte am grössten wird. Diese wird daselbst durch die Enddiagonale und zum kleinen Theile auch durch die Endhängestange auf die Endstrebe und das Endglied der oberen Gurtung übertragen. Da nun gerade der Punkt, in dem sich diese letzteren beiden Theile (Druckglieder) gegeneinanderstemmen, wie dargelegt, in seitlicher Richtung

Föppl'schen Untersuchungen, dem genannten Fachblatt Folgendes geschrieben:

Durch Herrn Dr. A. Föppl wurde die Ansicht entwickelt, dass die Ursachen des Einsturzes in der mangelhaften Ausbildung des obern Windbalkens liege. Ich kann nach meiner Erfahrung diese Ansicht unterstützen.

Es ist nicht genügend, ein liegendes Fachwerk in die Fläche der oberen Gurtungen einzusetzen; es muss zugleich dafür gesorgt werden, die horizontalen Kräfte, welche durch das Fachwerk aufgenommen werden sollen, auf feste Stützen überzuführen. Dies ist offenbar bei der fraglichen Brücke nicht geschehen; weder die Verticalstäbe, noch die diagonalen waren im Stande, erhebliche horizontale Kräfte von ihren oberen Enden mittels der Querträger auf die verticale, direct gestützte Wand zu übertragen. Wird angenommen, dass zur Zeit des Unfalles kein Winddruck auf die Langseite der Brücke wirkte, so sind immer noch die in den gedrückten

Stäben durch die Druckkraft auftretenden, quer zur Längsachse der Gurtung gerichteten Kräfte vorhanden, die nicht nur in der verticalen Wand, sondern auch in horizontaler Tafel durch entsprechende Glieder aufgenommen und auf feste Punkte geführt werden müssen. Diese Querkräfte sind nicht gross, so lange die Stäbe in derselben Ebene bleiben oder nur geringe Seitenbewegungen der Knotenpunkte möglich werden; bei der Uebertragung derselben von der obern Gurtung mittels verhältnissmässig langer und schmaler stehender Träger (Pfosten) auf die Querträger geben diese Pfosten schon bei kleinen Kräften erhebliche Ausbiegungen, wenn ihr Querschnitt und die Verbindung mit dem Querträger nicht in geeigneter Weise gewählt ist. Ueber die Grösse der in Betracht kommenden Querkräfte der Knickungsfestigkeit fehlen leider eingehende Untersuchungen. In einer Abhandlung über Brückenträger nach System Pauli in „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure", Bd. IX, 1865, gab ich Seite 479 eine Formel, mit der ich damals die Querkraft berechnete. Einige Versuche zur directen Ermittelung der Querkraft Q, welche an einem geraden, gedrückten Eisenstab mit beweglichen Enden an der Mitte anzubringen ist, um das Ausweichen dieser Mitte zu verhindern, konnte ich 1866 bis 1868 ausführen. Es zeigten dieselben, dass die angegebene Formel nicht brauchbar ist und für die gewöhnlichen Fälle zu grosse Werthe gibt, namentlich fand sich die Zunahme von Q mit der freien Lage des Stabes nicht bestätigt und der Werth $Q : R$ bei der Zunahme der Druckkraft R anfangs wenig veränderlich, dann abnehmend (was erklärlich erscheint). Eine genügende theoretische Bestimmung der Abhängigkeit der Kraft Q von der Druckkraft, der freien Stablänge und den Querschnittsgrössen gelang mir nicht, jedoch gab mir die Formel:

$$\frac{Q}{R} = 0{,}002 \cdot \frac{F^2}{\Theta},$$

worin F die Querschnittsfläche und Θ das Trägheitsmoment zur betrachteten Biegungsachse bezeichnen und vorausgesetzt ist, dass F und Θ für die gegebene freie Länge des Stabes, und der Druck R entsprechend der Knickungsfestigkeit bestimmt sind, Rechnungswerthe, die im Vergleich mit den Versuchen für die Praxis brauchbare Zahlen lieferten, welche ich seit 1869 anwende. Die wirkliche Kraftgrösse gibt die Formel nicht, sondern nur eine Grenze, innerhalb der unter den angegebenen Voraussetzungen die auftretende Kraft wahrscheinlich bleibt. (Eine beabsichtigte Ergänzung der Versuche musste wegen Mangel an Zeit unterbleiben und damit wurde auch die Veröffentlichung derselben unterlassen.)

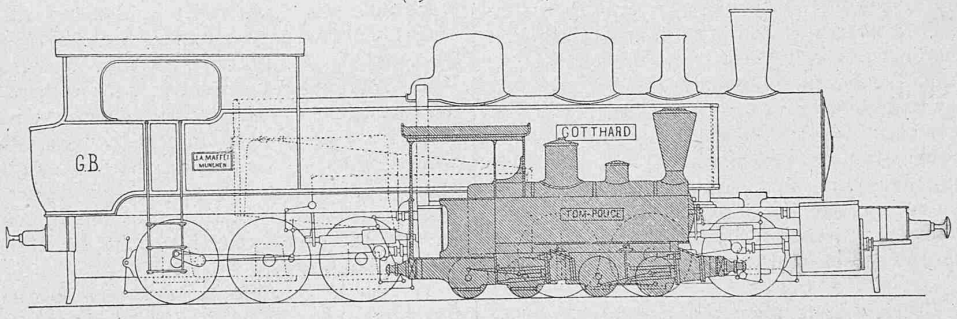
Berechnet man aus der obigen Formel die Werthe für die Birsbrücke, so ergeben sich Grössen von Q, welche die Bruchfestigkeit der Wandglieder für Querkräfte in der oberen Brückentafel weit überschreiten. Wird noch berücksichtigt, dass diese Wandglieder gegen Seitenbewegung der gedrückten Stabenden sehr geringen Widerstand leisten und die Querkräfte aus dem Druck mit dieser Seitenbewegung zunehmen, so darf behauptet werden, dass der Einsturz nur eine Frage der Zeit war und ein geringer Seitenstoss das Kippen der Wände herbeiführen musste. Wäre nur für den Winddruck auf die obere Hälfte der Wände genügende Uebertragung gegen die Auflager vorhanden gewesen, so hätte diese bei der gebräuchlichen Spannungsannahme hingereicht, um die Wände stabil zu machen.

In der „*Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins*" finden wir zuerst einen orientirenden Artikel des Herrn Ingenieur *M. Paul*, welcher unter Benutzung unserer Berichterstattung und nach Mittheilungen aus der Tagespresse Näheres über den Brückeneinsturz veröffentlicht. Die bezügliche Beschreibung wird unterstützt durch zwei Autotypien der zusammengestürzten und eine perspectivische Darstellung der Brücke vor dem Zusammenbruch, sowie durch einige an Ort und Stelle aufgenommene Querschnitte. Ueber die Längs- und Querträger wird gesagt, dass dieselben von sehr mangelhafter constructiver Durchbildung gewesen seien, da die Stehbleche bei der grossen Höhe viel zu schwach waren und daher keine Steifigkeit besassen. Die Haupttragwände entbehrten als Trapezträger der Endverticalen. Bei dem Geleise waren keine Sicherheitsschienen angeordnet.

Ein in der nämlichen Zeitschrift erschienener, späterer Artikel des Herrn Professor *J. E. Brik* beschäftigt sich vornehmlich mit den auch in unserem Blatte als schwach bezeichneten Hängeisen oder Hülfsverticalen, wie Prof. Brik sie nennt. Dieselben bestehen wie bekannt aus zwei Winkeleisen von 70/70/8 *mm*; sie sind einseitig an den Stehblechen der Gurten befestigt. Bei Annahme einer dreiachsigen Locomotive von je 13 *t* Achsdruck, 1,5 *m* Achsenabstand und

Grössenverhältnisse der Doppel-Compound-Locomotive der Gotthardbahn im Vergleich mit den kleinen Decauville-Maschinen.

(*System Mallet.*)



1 : 100

Hauptbestimmungen:

	Tom Pouce	Gotthard
Rostfläche	0,49 m^2	2,2 m^2
Directe Heizfläche	2,30 „	9,3 „
Heizfläche der Rohre	20,0 „	145,7 „
Totale Heizfläche	22,3 „	155 „
Dampfspannung	12 Atm	12 Atm.
Durchmesser des Hochdruckcylinders	0,185 *m*	0,40 *m*
Durchmesser des Niederdruckcylinders	0,28 „	0,58 „
Kolbenhub	0,26 „	0,64 „
Laufkreisdurchmesser der Räder	0,60 „	1,23 „

	Tom Pouce	Gotthard
Radstand jeder Gruppe	0,85 *m*	2,70 *m*
Totaler Radstand	2,80 „	8,13 „
Länge der Maschine zwischen den Puffern	5,38 „	13,775 „
Wasser-Vorrath	1350 *kg*	7000 *kg*
Kohlen	500 „	4300 „
Leergewicht der Maschine	9300 „	69000 „
Dienstgewicht im Maximum	11600 „	86000 „
Zugkraft	1800 „	9700 „
Radstand	0,60 *m*	1,450 *m*