

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67/68 (1916)
Heft: 20

Artikel: Bemerkungen zum letzten Montageunfall an Quebec-Brücke
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-33110>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.03.2025

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

der Schanzengrabenbrücke nach der Wermühle floss. Solchen Strassen vermag auch keine „Abänderung der Baulinien“ die fehlende verkehrsanziehende und -ableitende Wirkung eines flüssigen Linienzuges¹⁾ zu verleihen. Sie *müssen*, belastet mit der Tradition ihrer Entstehung, mit Bezug auf die Befriedigung der neuzeitlichen, ganz veränderten Verkehrs-Anforderungen, eine unerfreuliche Halbheit bleiben.

Bemerkungen zum letzten Montageunfall an der Quebec-Brücke.

Wir geben unsern Lesern hier noch Kenntnis von zwei Aeusserungen, die gestützt teils auf amerikanische Fachpresse-Berichte, teils auf eigene Ueberlegungen, von andern Gesichtspunkten aus Licht in den Zusammenhang der Vorgänge zu bringen suchen. Die erste Zuschrift hatten wir zurückgehalten bis nach Veröffentlichung der objektiven Darlegung des Gegenstandes in letzter Nummer, auf die zum bessern Verständnis des Folgenden verwiesen sei.

Die Redaktion.

„Das Programm, das den letzten grossen Schritt zur Vollen- dung dieser Riesenbrücke durch Einbau des Mittelträgers wirklichen sollte, schien mit Bezug auf alle einzelnen Operationen, ausgenommen die definitiven Anschluss-Verbindungen, zu einer gelungenen Tatsache geworden zu sein; denn schon war der 5100 t wiegende Mittel-Ueberbau auf zwei Gruppen von je drei besonders zu diesem Zwecke erstellten eisernen Pontons anscheinend mit Erfolg von der ungefähr 5 km entfernten Montierungs-Stelle geflösst, programmgemäss aufgehängt, von den schwimmenden Unterlagen ab- und etwa 10 bis 12 Fuss in die Höhe gehoben worden, als plötzlich die grosse Masse abstürzte.

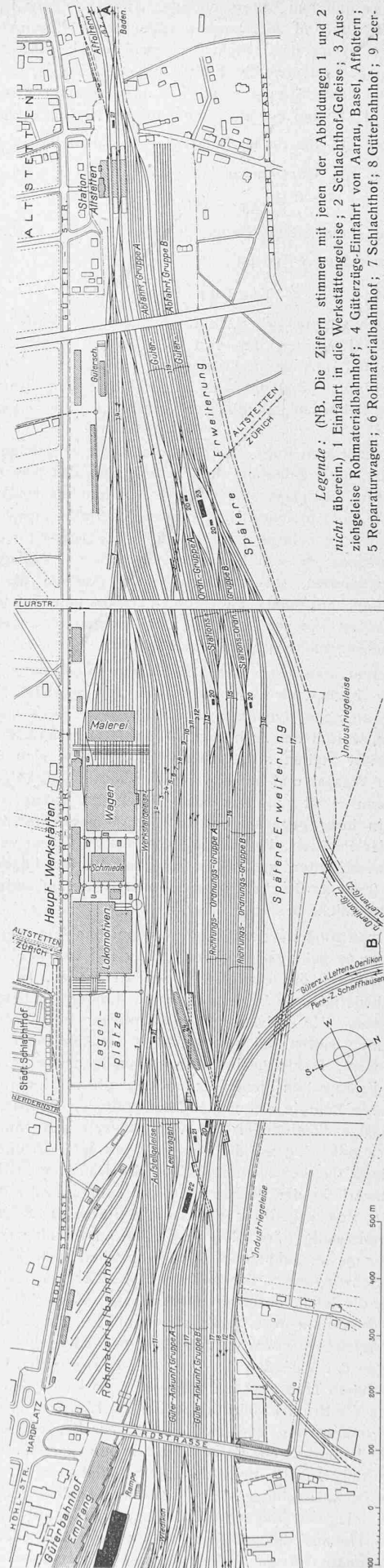
Nach in „Eng. Record“ (vom 16. Sept.) enthaltenen Angaben schien dem Mittelträger nichts an Stärke und Steifigkeit für die Zwecke der Montage zu fehlen, denn er hatte schon vorher bei derselben Stützweite erheblich grössere Lasten getragen; die vier Paare von Hängern, mit denen die vier Trägerenden gehoben werden sollten, erschienen nach dem Falle noch intakt und die zwei Paare, auf denen (wie Photographien zeigen) für kurze Zeit der ganze Brückenträger ruhte, hätten ohne Zweifel — wenn das Gleichgewicht möglich gewesen wäre — selbst dieser verdoppelten Beanspruchung genügt. Der übrigens vollständig befriedigende Zustand der hydraulischen Hubpressen, die ja ihre Probe auch schon bestanden, war bei diesem Unglück nicht von Belang, da sie während des Sturzes ausgeschaltet waren und die Last mittelst Bolzen an den festen Hängerbalken in Fahrbahn- höhe befestigt war. Keiner der Hängerbalken war gebrochen oder stark beschädigt. Dennoch scheint durchaus unzweifelhaft, dass entweder zuerst oder doch gleichzeitig mit dem Bruch in der Süd- hälfte des westlichen Hauptträgers das Auflager an der südwest- lichen Ecke unter dem Trägerende weglitt, was dann beim Fall infolge der Torsion herrührend von diagonalen Lagerung den Bruch beider Hauptträger nach sich zog. Wenn die Auflagerreaktion nicht ganz aufgehoben war, so musste dem Abgleiten ein sehr be- deutender Reibungswiderstand entgegenwirken und es tritt die Frage nach der Ursache des Abgleitens hervor. Nun ist wohl kaum denkbar, dass durch einseitiges Anziehen der diagonalen Kabel, die die aufgehängten Führungs-Gerüste hielten, die Torsion der letz- teren bewirkt und das Abgleiten verursacht werden konnte, und ausserdem wird direkt bezeugt, dass diese Kabel 20 Minuten vor dem Unfälle inspiziert und lose gefunden wurden.

Aus diesen Gründen wird allgemeinen angenommen, dass das Sattelstück aus Stahlguss des Auflagers der Südwestecke entzwei- brach und dadurch den Einsturz bedingte. Dies hätte jedenfalls genügt, um den Unfall zu einer Notwendigkeit zu machen, jedoch liegen keine direkten Beweisgründe vor und die Annahme ist bloss als die bestmögliche Erklärung hingestellt in Ermanglung einer wahrscheinlicheren; wenn man auch hofft, dass die Untersuchung noch mehr Tatsachen zutage fördern werde, ist es nicht ausge- schlossen, dass vielleicht die wahre Ursache für immer ein Rätsel bleiben wird.²⁾

¹⁾ Beispiele für den Begriff der flüssigen Linie findet man in den Ausschnitten aus den Berliner Plänen Jansens in Band LVII, Seite 100 (14. Februar 1911), die ganz anders anmuten als nebenstehendes kompromissliches Baulinien-Netz!

²⁾ Die neuesten Berichte scheinen diese Annahme zu bestätigen.

Genereller Erweiterungs-Entwurf des Hauptbahnhofs Zürich der Schweizerischen Bundesbahnen.



Legende: (NB. Die Ziffern stimmen mit jenen der Abbildungen 1 und 2 nicht überein.) 1 Einfahrt in die Werkstattgeleise; 2 Schiachthof-Geleise; 3 Ausziehgeleise Rohmaterialbahnhof; 4 Güterzüge-Einfahrt von Aarau, Basel, Affoltern; 5 Reparaturwagen; 6 Rohmaterialbahnhof; 7 Schiachthof; 8 Güterbahnhof; 9 Leerwagen; 10 Altstetten; 11 Güterzüge-Durchfahrt Ost-West und West-Ost; 12 Per- sonenzüge Aarau, Basel, Affoltern; 13 Leerzüge Basel-Transit; 14 Durchlaufgeleise; 15 Gepäckwagen u. dgl.; 16 Nach und von den Industriegeleisen; 17 Dienstgeleise; 18 Personenzüge Schaffhausen; 19 Reservewagen; 20 Ablaufberg mit Stellwerk; 21 Stellwerk; 22 Dienstgebäude; 23 Abfertigung; 24 Gedeckte Umladerampe; 25 Müllrämppe.

Abb. 3. Güter- und Verschiebe-Bahnhof. — Masstab 1 : 10 000.

Gruppe A: Richtungen Wiedikon (Buchs, Chur, Gotthard, Luzern), Affoltern und Baden (Aarau, Basel, Koblenz).
Gruppe B: Richtungen Oerlikon (Schaffhausen, Winterthur-Bodensee, Uster usw.) und Letten (Rapperswil).

Einer bezüglichen Untersuchung sei folgende, vor Jahren in „Eng. Journal“ von M. Merriman veröffentlichte Betrachtung zu grunde gelegt. Wenn ein Gewicht P eine Höhe h durchfällt und am untern Ende eines aufgehängten Stabes aufgehalten wird, so erleidet der Stab eine kleine Streckung y . Die angesammelte Energie ist $W = P(h + y)$. Hierbei erwächst die Zugkraft im Stabe von O bis zum Maximum Q . Sie ist im Mittel $= \frac{1}{2} Q$ und daher (unter Vernachlässigung von Wärmeentwicklung) $W = \frac{1}{2} Q \cdot y$; folglich

$$\frac{1}{2} Q y = P(h + y),$$

innerhalb der Elektrizitätsgrenze. Bezeichnet e die Verlängerung für die ruhende Last P , so ist

$$y = \frac{Q}{P} \cdot e = e \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{e}} \right)$$

Hiernach erhalten wir z. B. für $h = 4e$ die Werte: $y = 4e$ und $Q = 4P$. Für einen Stab von $50 m$ Länge mit $0,5 t/cm^2$ Beanspruchung bei ruhender Belastung berechnet sich die Verlängerung e zu $12,5 mm$. Folglich würde dieselbe Belastung, wenn dynamisch, schon bei $5 cm$ Fallhöhe sehr gefährliche Streckungen verursachen.

Wenn man sich fragt, wie der Unfall hätte vermieden werden können, so ist, unter Annahme der Theorie, dass das eine Auflager nachgab, sofort klar, dass eine wichtige Vorsichtsmassregel unterblieben ist: Wenn man schon eine so hohe Material-Beanspruchung¹⁾ für die Lagerstücke zulassen wollte, hätte wenigstens für den Fall des Fehlschlagens in unmittelbarer Nähe dieses Auflagers ein weniger kompliziertes, aber durchaus solides Auflager als Reserve bestehen sollen, besonders da ja die Vorsicht einer Reserve für die hydraulischen Pressen in Form von automatisch angezogenen Schraubenpressen nicht vergessen worden war.

Betrachtet man aber dieses Montageproblem ohne jede auf das Unglück bezügliche Ursachentheorie, lediglich im Bewusstsein der obwaltenden dynamischen Gesetze, so muss man doch sofort fragen, warum der zu hebende Mittel-Ueberbau nicht auf drei anstatt auf vier Stellen aufgelagert wurde, als es sich um den Transport zu Wasser und um das Heben bis zur endgültigen Lage handelte; denn es ist ganz klar, dass durch das Auflagern zweier gewaltiger, in ihrer gegenseitigen Lage stark versteiften Brückenträger auf vier Punkten, die stets in einer Ebene hätten verbleiben sollen, Schwierigkeiten geschaffen wurden, die bei Lagerung an drei Stellen (zwei an Brückenträgerenden und eine am andern Ende in deren Mitte) nicht bestanden hätten.

Fasst man zunächst den Wassertransport ins Auge und nimmt dabei an, dass es gelungen sei, den Träger mit vier gleichen Auflagerreaktionen auf die Ponton-Gruppen zu stellen, so mussten doch die Schwierigkeiten beginnen, sobald die Schleppdampfer zur Wirkung kamen. Die Pulsationen gewöhnlicher Schiffsmaschinen sind bekanntlich selbst bei den grössten Schiffen leicht fühlbar. Aber auch wenn Dampfturbinen oder schnellgehende Explosionsmotoren als Kraftquellen dienen, kann nicht wohl verhindert werden, dass sich deren Energie wegen der Elastizität des Materials durch eine taktmässige Aufeinanderfolge von Stössen statt durch konstanten Druck oder Zug auf die Massen überträgt. — Weiterhin ist zu sagen, dass die bewegenden Kräfte der Dampfer in der horizontalen Schwerlinie der Brücke statt an Fahrzeugen hätten angreifen sollen, was wegen der wechselnden Stärke der Angriffskraft theoretisch notwendig wäre. Die Zug- oder Schubkraft wurde aber auf die Fahrzeuge ausgeübt und deshalb ergaben sich gleich von Anfang an Schwingungen der Brücke aus ihrer Vertikalstellung, Bewegungen, die leicht durch die taktmässigen Stösse bis zu einem gefährlichen Maximum gesteigert werden konnten, da diese an den Enden zu ungleichen Zeiten stattfanden, besonders bei Schwenkungen, wegen der Variation der Intensität oder gar der Richtung. Bei einem solchen Transport auf vier Auflagern ist es daher kaum denkbar, dass die Brücke nicht schon bei der Fahrt zu Wasser eine bleibende Formänderung und zwar durch Torsion erlitten habe. Diese kaum bemerkbaren Formveränderungen kamen jedenfalls beim Heben der Brücke trotz der Genauigkeit der Hänger zur Geltung. Es ist anzunehmen, dass das Hauptgewicht von Anfang an auf zwei diagonal liegenden Hängerpaaren ruhte und dass während des Hebens die gewaltige Masse von einem der beiden übrigen Stützpunkte auf den andern hin und her schaukelte, ohne

dass dies, selbst bei angelegentlicher und zielbewusster Beobachtung, leicht zu bemerken gewesen wäre. Diese Schaukelbewegung musste jedenfalls bei jeder Pressenaussschaltung, d. h. bei jedem Hube von $61 cm$ mindestens einmal eintreten und hat entweder zuerst den westlichen Brückenträger oder aber das südwestliche Stahlguss-Auflager zerstört, wobei die Reihenfolge von keinem grossen Interesse ist, da eben ein Sicherheits-Auflager fehlte.

Wären die Brückenträger einzeln an zwei (konstruierten) Aufhänge-Stellen über der horizontalen Schwerpunktslinie derselben befestigt und aufgehoben worden, oder hätte man für den ganzen Träger drei Auflagerpunkte für Transport und Hebe-Operationen angeordnet, so hätten die Brückenteile keinen Schaden erleiden können, denn geneigte Lagen der Auflager-Ebene hätten nur lokale Angriffs-Kräfte an den Gelenkaulagern bewirkt. Die Gelenkaulager hätten dann einen guten Zweck erfüllt; Schaukelbewegungen wären ein Ding der Unmöglichkeit gewesen und ihre verhängnisvollen Wirkungen wären unterblieben.

Zofingen, 12. Oktober 1916.

Charles R. Steiner, Ing.

Nachtrag. Die seit der Abfassung vorstehender Bemerkungen bekannt gewordenen Tatsachen dürfen wohl als Bestätigung der obigen Ansicht angesehen werden: Die bleibende Streckung in den Hängern, die sich nun durch Messung bis zu $16 mm$ in den einzelnen Stäben der Hubketten ergab, ist wohl die Folge der beim Wassertransport erzeugten Torsion, bezw. der durch sie begünstigten zeitweiligen Lagerung auf nur zwei Hängerpaaren, deren eines das südöstliche mit der nachgewiesenen grossen Streckung war. Die Stosswirkungen auf das südwestliche Paar und die geringere ruhende Belastung daselbst scheinen sowohl die Zertrümmerung des Sattelstückes als auch die viel geringere bleibende Streckung dieses Hängers zu erklären.

5. November 1916.

C. R. S.“

An die Redaktion der „Schweiz. Bauzeitung“

Zürich.

Der Hergang beim Montageunfall der Quebec-Brücke erweckt in mir die Vermutung, dass die Amerikaner mit ihren hydraulischen Winden ungefähr die nämlichen Erfahrungen machen, wie wir. Bei unsern Winden, ob sie auch nur $100 t$ Tragkraft besitzen, kommt es immer wieder vor, dass sie im entscheidenden Moment versagen, trotz allem vorherigen Probieren und trotz sorgfältigster Behandlung. Da ist es wohl denkbar, dass auch eine Winde von $900 t$ ihre Tücken hat, trotz maschinellen Betriebes, trotz der Kontrolle des Druckes mit Manometern und sorgfältigstem Einschleifen der Ventile usw. Mit einem Druck von über $300 at$ muss wohl gerechnet werden.

Zu Beginn haben offenbar die Winden richtig gearbeitet, denn die Photographie zeigt den Träger frei hängend. Er wurde wohl auch mit den Winden von den Schwimmern abgehoben, vielleicht zumteil auch mit Hilfe von Wassereinlassen in die Pontons. Nun geht die Hebung weiter. Wir stellen uns vor, die vier Aufhängepunkte oben seien mittelst elektrischer Signale verbunden; alles sei bereit für einen Hub um weitere $61 cm$. An drei Stellen funktioniert alles vortrefflich; das vierte Windenpaar bleibt ein Moment zurück. Auch wenn die zwei Paare auf einem Kragarm unter sich hydraulisch gekuppelt sind, ist ein Zurückbleiben des einen Paares gar nicht ausgeschlossen. Nun ruht die Brücke auf drei Punkten; 15 bis $20 cm$ Zurückbleibens auf dem vierten genügen, um das Lager von seinem Gelenkbolzen abzuheben. Vielleicht ertönt ein „Halt!“, aber schon zu spät; die Winde zieht wieder an, aber der Gelenkbolzen gerät neben sein Lager, drückt es auf die Seite, und das Unglück ist geschehen. Wer weiss, wie genau die Kette lotrecht hing, und ob sie nicht während eines Augenblicks der Entlastung aus der Anfangslage herauschwankte.

Unbegreiflich bleibt uns ja immerhin, wie man versäumen konnte, die Träger mit ihrer Unterlage besser zu verbinden. Ob wohl die Beteiligten zugestehen würden, dass eine Winde versagte und dass man es zu spät bemerkte?

Die Brückenkonstruktion von $27 m$ Breite kann sich freilich um ein Erhebliches „verziehen“, ehe sie sich vom vierten Lager abhebt; wir kennen ihre Steifigkeit nicht genau. Ein Versagen der Pressen scheint aber nach vielen gemachten Erfahrungen sehr nahe liegend, und damit wäre die Ursache des Unglücks erklärt.

Bern, 6. Nov. 1916.

E. Stettler, Kontrollingenieur.

¹⁾ Vergl. S. 218 letzter Nr. sowie „Eng. News“ vom 5. Oktober 1916. Red.