

Bemerkungen zum letzten Montageunfall an Quebec-Brücke

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67/68 (1916)**

Heft 20

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-33110>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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.