

Die Bruchprobe der Eisenbahnbrücke in Wolhusen

Autor(en): **R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **23/24 (1894)**

Heft 17

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-18671>

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.

die Schwingungsdauer in geradem Verhältnis zu, die Konvergenz der Schwingungen aber bleibt ungeändert.

Wählen wir schliesslich an Stelle der Zeit die Grösse $\tau = t : T_k$ zur unabhängigen Variablen, so wird das oben angeschriebene Teilintegral =

$$e^B [A \cos S \tau + B \sin S \tau].$$

Die Bestimmung der willkürlichen Konstanten erfolgt aus den Anfangsbedingungen, nach welchen für $t = 0$, $w' = w = x = y = z = 0$ und $\frac{dw'}{dt} = 0$ ist. In A und B sind neben den willkürlichen Konstanten nur Produkte der Form $T_u \varphi$ enthalten, und da diese konstant bleiben, müssen auch die willkürlichen Konstanten, so lange die Verhältnisse $T : T' \dots$ sich nicht ändern, stets denselben Wert annehmen. Die Variablen $w' w x \dots$ als Funktionen von τ aufgefasst, werden demnach nicht alteriert, wenn man $T T' \dots$ proportional vergrössert oder verkleinert. Da ferner, wie aus den Gleichungen (41^b) als Beispiel erhellt, die willkürlichen Konstanten der Belastungsänderung II proportional sind, kann man jede der Variablen $w' w x \dots$ darstellen als Produkt aus II und einer nur von den Verhältnissen $T : T' \dots$ (und den Koeffizienten $\varepsilon \psi \delta_o$) abhängigen Funktion von τ . Bestimmen wir das Maximum z. B. der Geschwindigkeit, so muss dies die gleiche Form haben, und wir haben den Satz:

Durch proportionale Vergrösserung oder Verkleinerung der Koeffizienten $T T' \dots$ wird das Verhältnis der mathematischen Druck- und Geschwindigkeitsschwankung zur prozentischen Belastungsänderung nicht geändert.

Diese Sätze waren notwendig, um von den Versuchsergebnissen im kleinen auf grosse Ausführungen, und umgekehrt, schliessen zu können. (Schluss folgt.)

Die Bruchprobe der Eisenbahnbrücke in Wohlhusen.

In den vergangenen Tagen spielte sich auf der Bahn Bern-Luzern, bei der Station Wohlhusen, ein Ereignis ab, das seiner Eigenartigkeit wegen das Interesse aller Brückentechniker verdient.

Die im Jahre 1874 erbaute Eisenbahnbrücke über die Emme wurde, da sie den heutigen Anforderungen nicht mehr genügt, im vorigen Jahre beseitigt und durch eine neue ersetzt. Auf Anregung des Eisenbahndepartements wurde diese Gelegenheit benützt, um einmal eine ganze Brücke auf ihre Tragfähigkeit und Festigkeit zu prüfen und die Erscheinungen zu studieren, die dem Zusammensturz einer eisernen Brücke vorangehen. Die betreffende Brücke konnte in dieser Hinsicht um so lehrreicher angesehen werden, als sie in Bezug auf Spannweite, Höhe und Anordnung der Tragwände mit der im Juni 1891 eingestürzten Mönchensteinerbrücke manche Aehnlichkeit besitzt. Die Jura-Simplon-Bahn, als Eigentümerin der Brücke, zeigte sich bereit, auf diesen Plan einzugehen, und sämtliche Hauptbahnen der Schweiz vereinigten sich mit dem Eisenbahndepartement dahin, die aus der Probe erwachsenden Kosten gemeinschaftlich zu tragen.

Das Programm, das der Probe zu Grunde gelegt und bereits früher (Seite 35) an dieser Stelle in seinen Hauptzügen mitgeteilt worden ist, lautet wie folgt:

Programm für die Belastungsproben bis zum Bruch der Brücke.

9. April 1894.

Die auf ihren Unterstützungen gelagerte Eisenkonstruktion der Brücke wird an jedem untern und obern Knotenpunkt einnivelliert. Die Geradheitsfehler der Streben, die lokalen Mängel der Konstruktion, die senkrechte Lage der Wände werden sorgfältig aufgenommen bezw. kontrolliert.

9.—15. April.

Nach Massgabe der Anlieferung der Schienen, welche mit das Belastungsmaterial bilden, wird die Eisenkonstruktion von Feld zu Feld belastet, bis eine Last von 5,86 t per laufenden Meter sich auf die ganze Länge derselben erstreckt. Das Nivellement aller Knotenpunkte, die Beobachtung der Geradheit der Streben und der Lage der Wände werden bei Belastung der halben und der ganzen Brücke wiederholt.

16.—21. April.

Die Hälfte der Brücke Seite Bern wird entlastet, um die zweite Phase der Belastungsprobe vorzubereiten. Die Beobachtungen über die Geradheit der Streben und die Nivellemente werden nach dieser Entlastung wiederholt.

23.—25. April.

Die Belastung der Brückenhälfte Seite Luzern wird nun verdoppelt und die oben erwähnten Nivellemente und Beobachtungen erneuert.

Die Belastung wird alsdann auf der nämlichen Brückenhälfte fortgesetzt, indem jeweilen eine weitere Last von 1 t pro laufenden Meter hinzugefügt wird, bis ein Bruch oder grössere Deformationen erfolgen.

Während dieser Manipulation werden die mehrgenannten Beobachtungen soweit thunlich wiederholt.

Die auf diese Weise der absichtlichen Zerstörung geweihte Brücke besitzt eine Spannweite von 47,9 m und eine Höhe von 5,8 m. Die Streben der Tragwände sind sämtlich schief und bilden mit den Gurtungen eine Reihe von gleichschenkligen Dreiecken (Warren-Träger). Die wagrechte Entfernung der Knotenpunkte beträgt 4,3 m. Die Fahrbahn liegt unten und besteht in üblicher Weise aus Quer- und Längsträgern. Die oberen Gurtungen sind durch Riegel und Windkreuze quer verbunden. Die Brücke kreuzte den Fluss in schiefer Richtung; im Grundriss ist daher die eine Tragwand gegenüber der andern um eine Fachweite verschoben.

Die Gurtungen sind kastenförmig gebaut, die Streben haben Blechbalkenquerschnitt.

Die südliche Tragwand ist, da die Bahn auf der Brücke in einer Krümmung liegt, etwas schwächer als die nördliche.

Wie bei der Mönchensteinerbrücke sind die Streben excentrisch an den Gurtungen befestigt. Die Excentricität beträgt, horizontal gemessen, 10 cm nach jeder Seite.

Um die Probe vornehmen zu können, wurde die Brücke am Ufer des Flusses auf vier Betonsockel gelagert, und zwar so, dass die untere Gurtung etwa einen halben Meter über dem Erdboden schwebte.

Als Belastungsmaterial wurde eine Lage Eisenbahnschienen und darüber aufgeschütteter Kies verwendet. Das spezifische Gewicht des letzteren wurde zu 1,8 ermittelt.

Nachdem schon vor Beginn der Probe sämtliche Bahngesellschaften und Brückenwerkstätten der Schweiz, sowie eine grössere Zahl von einzelnen Personen vom Eisenbahndepartement in verdankenswerter Weise von dem Bevorstehenden in Kenntnis gesetzt und zur Besichtigung eingeladen worden waren, wurde denselben am Montag den 23. April telegraphisch mitgeteilt, dass von Dienstag vormittags 10 Uhr an diejenigen Belastungen aufgetragen werden würden, von denen man grössere Deformationen und schliesslichen Bruch erwarten könne.

An diesem Vormittage fand sich an der Brückenstelle eine auserlesene Gesellschaft zusammen. Das Eisenbahndepartement war durch dessen Vorsteher, Herrn Bundesrat Zemp, durch den technischen Inspektor, Hrn. Oberst Tschiemer und durch mehrere Kontrolingenieure vertreten. Die grösseren Bahngesellschaften der Schweiz hatten alle mehrere ihrer Ingenieure zum Studium des seltenen Vorganges abgesandt. Von Paris war der Brückeningenieur des Chemin de fer de l'Est erschienen. Kaum konnte der Gasthof zum Rössli die zahlreichen Gäste fassen, die sich dort zum Mittagessen vereinigten.

Die Belastung, die am Morgen dieses Tages 11,7 t auf den Meter betrug und sich über die Hälfte der Spannweite erstreckte, wurde nach und nach durch weiteres Aufschütten von Kies bis auf 13,2 t erhöht. Währenddem wurden wiederholt die Einsenkungen der Knotenpunkte und die Verbiegungen der Stäbe gemessen, erstere durch Nivellieren, letztere durch gespannte Schnüre.

Diese Messungen ergaben überall fortwährend sich steigende Formänderungen. Die Senkung der Tragwände stieg in der Mitte auf mehrere Centimeter. Die Streben verbogen sich in der Tragwandebene teils einfach, teils S-förmig um mehrere Millimeter. Da und dort wurden auch, bald im Anstrich, bald an Verkittungsstellen kleinere Risschen sichtbar. Doch keine dieser Veränderungen nahm eine auffallende Grösse an und es war unmöglich zu sagen, wo die Gefahr eines

Bruches am höchsten stieg, ob der Einsturz des Bauwerkes an den auf Druck beanspruchten Mittelstreben oder an den Endstäben mit ihren grossen Nebenspannungen oder an den Gurtungen beginnen würde. Die in den einzelnen Stäben herrschenden Spannungen waren zwar zum voraus berechnet worden; doch, da die Spannungen an verschiedenen Stellen bereits die Elasticitätsgrenze überschritten, so konnten diese Rechnungen nicht als vollkommen zuverlässig gelten.

Gegen Abend wurde die Belastung durch Auflegen von Eisenbahnschienen neuerdings vergrössert, doch ohne dass der Zustand der Brücke sich wesentlich änderte. Um 6 Uhr abends wurde die Arbeit eingestellt und am Mittwoch den 25. April, morgens 7 $\frac{1}{2}$ Uhr, wieder aufgenommen. Gegen 9 Uhr war der Kies auf die halbe Spannweite mit Schienen überlagert. Die Belastung betrug jetzt 14 *t* auf den Längenmeter. Da der mit beidseitiger Böschung aufgeschüttete Kies für weitere Schienen nicht genügenden Raum bot, so begann man, die Kieslage um ein Feld weiter auszu dehnen. Die Verbiegungen der Streben nahmen zu; man konnte sie an einigen Stäben, wenn man davor stand, leicht von blosserem Auge wahrnehmen. Auch an den oberen Gurtungen wurden schwache Verbiegungen erkennbar. Aber niemand war im stande, zu sagen, weder an welchem Punkte der Bruch beginnen, noch wann er eintreten würde. Auch nachdem der Bruch erfolgt war, waren alle ehrlich genug, einzugestehen, dass sie das Ergebnis nicht auf diesen Zeitpunkt erwartet hätten.

Man machte sich allmählich mit dem Gedanken vertraut, noch den ganzen Tag stehen und warten zu müssen. Da — plötzlich — um 9 Uhr 40 — ein kurzer Krach, und die Brücke lag mit der untern Gurtung auf dem Erdboden auf.

Der Bruch dauerte kaum eine Sekunde. Er trat so rasch und so sehr ohne deutliche Vorzeichen ein, dass nur wenige den Vorgang wirklich mit Augen sahen. Die Mehrzahl hatte sich andern Beschäftigungen hingegeben und wurde nur durch das Krachen aufmerksam gemacht, dass das längst Erwartete eingetreten sei.

Und doch, welche weitgehenden Zerstörungen waren in dieser einen Sekunde entstanden! Mit Worten sie zu beschreiben, ist nicht möglich. Photographische Darstellungen, die später folgen werden, können allein eine Vorstellung davon geben, in welchem Zustande sich das Bauwerk befand, nachdem es der stetig wachsenden Belastung endlich erlegen war.

Nur soviel sei bemerkt, dass allem Anschein nach die ungenügende Knickfestigkeit der mittleren Druckstreben den Anstoss zum Bruche gegeben hat. Diese Streben sind alle in der Trägerebene in hohem Masse seitlich ausgebogen und zeigen meistens in der Mitte eine scharfe Knickung. Einige andere Streben, bei denen der Steg durch kleine, querlaufende Bandeisen ersetzt war, haben sich quer zur Tragwand ausgebogen. Verbiegungen, Brüche und Risse, die in den Gurtungen eingetreten sind, scheinen mehr sekundärer Natur zu sein.

Für den Brückentheoretiker, wie für den praktischen Brückenbauer bietet das Bild des zerstörten Bauwerkes ein lehrreiches Exempel, und es ist kaum nötig zu berichten, dass, nachdem das Ereignis eingetreten, unter den Anwesenden ein höchst eifriger Meinungsaustausch über die Ursachen der zahlreichen Einzelerscheinungen sich entwickelte.

Wir wollen nicht vorgreifen. Der amtliche eingehende Bericht, der in einigen Wochen erfolgen wird, mag Gelegenheit geben, auf Einzelnes zurückzukommen. Doch schon jetzt sei dem Eisenbahndepartement für die fachgemässe Anhandnahme dieser Probe und für die dazu ergangene Einladung der warme Dank aller Beteiligten ausgesprochen.

R.

Anmerkung der Redaktion. Wir erhalten soeben die Mitteilung, dass die zerstörte Brücke während 14 Tagen in ihrem jetzigen Zustande belassen wird, was für in- und ausländische Fachmänner vielleicht Anlass zu Exkursionen nach Wolhusen bieten kann.

Miscellanea.

Winterbetrieb auf Zahnradbahnen. Während die Berner Oberland-Bahnen mit der Aufrechterhaltung des Betriebs im Winter mit ausserordentlichen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, durch welche die Verwaltung veranlasst wurde an die Bundesbehörden das Gesuch zu stellen, es möge ihr in Abänderung der Konzession die Einstellung des Winterbetriebs vom 15. November bis 15. März gestattet werden (vide Bd. XXI Nr. 14 d. Z.), scheinen ähnliche Schwierigkeiten bei anderen, weniger ungünstig gelegenen Zahnradbahnen entweder nur in beschränktem Masse oder auch gar nicht zu bestehen. Es geht dies aus einem Memorial hervor, das der Geh. Baurat *Albert Schneider* aus Harzburg dem Ingenieur-Kongress in Chicago vorgelegt hat. In demselben spricht sich der Genannte über diesen Gegenstand wie folgt aus:

„Es ist häufig die Frage aufgeworfen worden, wie sich die Zahnradbahnen im Winter bewähren? Die Harzbahn ist jetzt 9 Jahre lang Sommer und Winter im Betrieb, ohne dass eine Störung oder Unterbrechung eingetreten wäre. Als in den strengen Wintern von 1886/87, 1887/88, 1892/93 der Schnee auf freiem Felde 90 *cm* tief lag, trug gerade die Zahnstange ihr Teil dazu bei, den Verkehr aufrecht zu erhalten. Nur während zwei oder drei Tagen, als der Schnee noch tiefer lag als angegeben, musste der Verkehr eingestellt werden.

Im Bericht der Eisenerz-Vordernberger Bahn heisst es etwa wie folgt: „Nur durch das ungünstigste Winterwetter im Jahre 1891/92 konnten wir gezwungen werden, den Verkehr auf kurze Zeit einzustellen. Aber selbst die Gegner des Zahnradsystems müssen bekeunen, dass wir den Unbilden der Witterung länger widerstanden haben, als es irgend eine Adhäsionsbahn vermocht hätte. Wir werden von häufigen und furchtbaren Schneeverwehungen heimgesucht, die wir aber mit Hilfe der Zahnstange und von Schneepflügen überwinden werden; nur wenn Lawinen von den Bergen herabkommen und die Bahn 5—7,5 *m* tief verschütten — wie im Jahre 1892 — müssen wir selbstverständlich den Betrieb eine Zeit lang einstellen.“

Ueber die Bosnische Bahn wurde von seiten eines Reisenden folgendes berichtet:

„Wir fuhren bei — 4° C. mit der Abt'schen Zahnradbahn über die Iwanberge, während der Boden 2 *m* hoch mit Schnee bedeckt war. Unten im Flachlande war der Verkehr bereits eine Woche lang unterbrochen, während in den Bergen der Zugverkehr regelmässig von statten ging. Nur einmal musste der Betrieb einen halben Tag lang eingestellt werden, weil ein Zug im Schnee stecken geblieben war. Mein Zug hatte sich in den Iwanbergen durch 45 *cm* tiefen frisch gefallenen Schnee durchzuarbeiten, der an verschiedenen Stellen 1,10 *m* hoch zusammengeweht war. Voraus fuhr eine Lokomotive mit einem Schneepflug. Irgend welche Verzögerung ist indes nicht entstanden; der Zug konnte überall seine fahrplanmässige Zeit innehalten. Auf 60 *km* lag der Schnee 90 *cm* tief, selbst auf den Dämmen, und die Einwohner des Iwanbezirks sind entzückt über den Erfolg dieser Eisenbahn, die ohne die Zahnschiene während dieses langen Winters nicht hätte betrieben werden können. Und dabei hat die Bahn nur 75 *cm* Spurweite.“

Elektrotechnischer Unterricht am eidg. Polytechnikum. Wie den Lesern dieser Zeitschrift bekannt ist, hatte der Vorstand der G. e. P. im Mai letzten Jahres eine Eingabe an den eidg. Schulrat gerichtet, in welcher der Wunsch ausgedrückt wurde, es möchte an der mechanisch-technischen Abteilung ein besonderes Kolleg über Elektrotechnik, verbunden mit Übungen im Projektieren und Konstruieren auf elektrotechnischem Gebiete, eingefügt und der gesamte elektrotechnische Unterricht auf eine grössere Semesterzahl verteilt werden. Ferner möchte an der Ingenieur- und chemisch-technischen Abteilung dem Studium der Elektrotechnik ebenfalls geeignete Berücksichtigung geschenkt werden. Auf diese Eingabe, die sich in Bd. XXI Nr. 23 u. Z. veröffentlicht findet, hat der Präsident des schweiz. Schulrates unterm 17. März dieses Jahres brieflich geantwortet. Da sich das bezügliche Aktenstück in extenso in dem kürzlich herausgekommenen 33. Bulletin der G. e. P. abgedruckt findet, so können wir uns an dieser Stelle auf nachfolgenden Auszug beschränken:

Der Präsident des schweizerischen Schulrates weist eingangs darauf hin, dass sich die geäusserten Verlangen im wesentlichen mit den im Schulrat herrschenden Ansichten decken. Der raschen Verwirklichung dieser Bestrebungen setzen sich, neben den Schwierigkeiten, welche jeweiligen Änderungen in den Studienplänen bei dem zusammengesetzten Organismus der Schule entgegenstehen, noch andere in sonstigen Verhältnissen und Umständen beruhende Hindernisse entgegen, wozu ferner noch die grosse Schwierigkeit kam, die zweckmässige Ergänzung zu den vorhandenen Lehrkräften der Schule zu gewinnen. Diese Ergänzung glaubte der Schul-