

Zur Controle der im Betrieb befindlichen eisernen Bahnbrücken auf ihre Tragfähigkeit

Autor(en): **G.M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **13/14 (1889)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-15588>

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 Kraft der Turbine auf die Ueberwindung der Reibungswiderstände beschränkt werden kann. Der Rand des Endes der obern Canalhaltung *a* kann mit dem Rande *b* der Kammer so verbunden werden, dass wasserdichter Abschluss stattfindet, und ebenso passt das Ende *c* der Kammer an die untere Canalhaltung. Die Enden der Kammer, sowie diejenigen der Canalhaltungen sind durch Thore so verschlossen, dass man sie für den Durchgang der Schiffe auf horizontaler Achse in einander entgegengesetzter Richtung drehen und umlegen kann. Die Höhendifferenz zwischen der Endcanalhaltung und dem Mittelwasserspiegel des Potomac beträgt 11.6 *m*, die Länge der grössten Schiffe 27.4 *m*, die Breite 4.39 *m*, der Tiefgang 1.52 *m* und die Tragkraft 135 *t*. Die schiefe Ebene ist, wie diejenigen am Elbing-Oberländischen Canale, im Verhältnisse von 1 : 12 geneigt.

Dem Transporte grosser Schiffe auf Eisenbahnen stellt sich als Hinderniss die Nothwendigkeit, eine Last auf viele Räder zu vertheilen, entgegen. Die bewegliche Kammer der oben beschriebenen Dodge-Schleuse ruht auf 36 Rädern, welche, wie in Fig. 3 dargestellt ist, je zu 12 an 3 Bodenstellen verbunden sind. Die Gesamtlast des Schiffes mit seiner Ladung und dazu das Gewicht des Wagens mit der Kammer beträgt 390 *t*, so dass bei gleichmässiger Vertheilung ein Raddruck von 10,83 *t* herauskäme. Schon das ist so viel, dass es als wünschbar erscheint, die Zahl der Räder zu verdoppeln; allein es kommt dazu, dass es nicht gelingt, die Last gleichmässig zu vertheilen und dass auch dann, wenn man die Zahl der Räder vermehrte, Einzelpressungen zu gewärtigen wären, welche Zerstörungen an der Bahn und an dem beweglichen Materiale zur Folge haben könnten. Diese Gefahren, welche, wie soeben gezeigt worden ist, schon bei Schiffen von 135 *t* Tragkraft bedeutend sind, würden natürlich noch um Vieles zunehmen, wenn man die Schiffseisenbahnen für noch grössere Fahrzeuge verwenden wollte. Es fehlt selbstverständlich nicht an Vorschlägen, auch diesen Uebelstand zu beseitigen, allein zu Projecten, welche man hat ausführen können, ist es bis jetzt nicht gekommen. Um den Zweck zu erreichen, müsste es gelingen, Boden und Wände der Kammer so zu construiren, dass sie genügend beweglich wären, um den Druck gleichmässig auf die erforderliche grosse Zahl von Rädern zu vertheilen und doch wieder stark genug, um dem Wasserdrucke zu widerstehen.

Da es nicht wahrscheinlich ist, dass man dazu kommen werde, die Schiffseisenbahnen zur Förderung von grossen Schiffen zu verwenden, so bleibt, wenn man nicht auf die alten Kammerschleusen zurückkommen will, nur noch ein Mittel zur Untersuchung übrig: nämlich die senkrechte Hebung auf grosse Höhen. (Fortsetzung folgt.)

Zur Controle der im Betrieb befindlichen eisernen Bahnbrücken auf ihre Tragfähigkeit.

In neuerer Zeit findet man es meistens nothwendig, die in Gebrauch stehenden Brücken regelmässigen Probelastungen zu unterziehen. Dabei wird aus der Uebereinstimmung der Einsenkung bei bestimmter Last mit den durch die Rechnung ermittelten Biegungsgrössen auf den normalen Zustand der Brücke geschlossen. Würde die Einsenkung grösser sein, oder würde sich bei wiederholten Untersuchungen herausstellen, dass die Einbiegungen zunehmen, namentlich aber, wenn sich bleibende Formänderungen einstellen würden, so müsste die Tragfähigkeit der Brücke als eine verminderte angesehen werden. Nun ist aber andererseits allgemein bekannt, dass aus verschiedenen Ursachen die Resultate solcher Probelastungen keine absolut zuverlässigen sein können. Betriebsdirector Kriesche in Strassburg hat daher eine Methode aufgesucht und auf Messungen an der Rheinbrücke bei Hüningen angewandt — veröffentlicht in der Zeitschrift für Bauwesen 1888

Seite 381*) — welche nicht auf dem Princip der Probelastungen beruht, und da der Gegenstand für weitere Kreise Interesse erlangen kann, so geben wir hier einen Bericht über diese Methode.

Der Verfasser hat sich gesagt, dass ja auch die gewöhnlichen Belastungen der Brücken im regelmässigen Betrieb Einsenkungen erzeugen und mit der Zeit im Stande sind, bleibende Durchbiegungen zu veranlassen, falls das Tragvermögen und die Elasticitätsverhältnisse der Brücke sich geändert haben. Man wird ihm daher beistimmen müssen, wenn er die Meinung ausspricht, dass regelmässig wiederkehrende genaue Untersuchungen der Brücken im unbelasteten Zustand in Bezug auf allmählig sich einstellende und vielleicht wachsende bleibende Einsenkungen einen zuverlässigern Schluss auf vorwärts schreitende Abnutzung gestatten würden, als eigentliche Probelastungen, die zudem viel umständlicher sind und oft nicht ohne Störungen im Betrieb vorgenommen werden können. Dass daneben her noch genaue regelmässige Besichtigungen aller einzelnen Constructionstheile gehen müssen und dass auf diese Inspectionen ein Hauptgewicht zu legen ist, braucht kaum erwähnt zu werden.

Vorbedingung für die Möglichkeit des Erkennens der normaler Weise sehr klein bleibenden Deformationen ist neben äusserst genauen Beobachtungsmethoden die Elimination aller derjenigen Umstände, welche aus andern Gründen Formänderungen der Brücken erzeugen können, also namentlich der durch Temperaturänderungen sowohl an geraden wie an bogenförmigen Trägern entstehenden Verbiegungen. „Wie bei letztern scheint auch bei erstern die Wärme bis zu einem gewissen Grade für die Höhenlage der Trägermitten massgebend zu sein, sei es, dass aus irgend welchen Gründen der Widerstand der Auflagervorrichtungen gegen die Ausdehnung der Träger mit der Zunahme der Wärme steigt und die Spannungen in den Untergurten verändert, sei es, dass dafür andere nicht aufgeklärte Ursachen bestehen.“

Die Hauptursache der Formänderungen gerader Träger bilden aber immer die Temperaturdifferenzen, die verschiedene Erwärmung der einzelnen Theile, namentlich der Gurtungen, eine Folge der verschiedenen Lage derselben gegenüber der Sonne u. s. w. Bringt man nun an den Endverticalen der Brücke, in deren Mitte und womöglich auch noch in den Vierteln Höhenmarken an, so ist in erster Linie der gegenseitige Höhenabstand derselben für die Temperatur Null zu ermitteln, was, wie die Bestimmung des Wärmeeinflusses überhaupt, auf die folgende Weise geschehen kann.

Nimmt man nach dem Vorangehenden an, die Gesamtdeformation durch die Temperaturerhöhung bestehe in der Hauptsache aus zwei Theilen, von denen der eine kleinere von der Temperaturerhöhung des Untergurtes, der andere bedeutendere von der Temperaturdifferenz beider Gurte herrühre, so lässt sich für den Pfeil schreiben: $f = m t_u + n t$, wo, wenn t_o und t_u die Wärmegrade in Celsius des Ober- und Untergurtes bedeuten, $t = t_o - t_u$. Die Werthe der Constanten, m und n , sind für jeden Träger durch Versuche zu ermitteln, doch lässt sich n angenähert rechnen. Wenn man bedenkt, dass sich der Obergurt um $\alpha \cdot t \cdot l$ (wo α = Ausdehnungscoefficient) mehr ausdehnt, als wie der Untergurt, und wenn man sich die Ausbiegungcurve durch einen flachen Kreisbogen vom Radius r ersetzt denkt, so folgt leicht aus ähnlichen recht-eckigen Dreiecken $\frac{\alpha \cdot t \cdot l}{b} = \frac{l}{r}$ oder $r = \frac{b}{\alpha \cdot t}$, wobei unter b die Höhe und unter l die Spannweite des Trägers verstanden ist. Dann ist aber der durch t erzeugte Pfeil

$$n t = \frac{l^2}{8 r} = \frac{\alpha \cdot t \cdot l^2}{8 b} \text{ und } n = \frac{\alpha \cdot l^2}{8 b}$$

*) Ueber die Beobachtung bleibender Formveränderungen an eisernen Trägerbrücken mittels Höhen- und Wärmemessungen. Von Eisenbahnbetriebsdirector L. Kriesche in Strassburg. Mit einer Tafel.

Erwärmen sich die beiden Träger einer Brücke ungleich, so muss sie sich verdrehen. Bezeichnet man die zusammengehörenden Werthe für den einen Träger mit f , t_u , t_s , t , m , für den andern mit F , T_u , T_o , T , M , so folgt

$$f = m t_u + n t = m t_u + n \frac{T+t}{2} - n \frac{T-t}{2}$$

$$F = M T_u + n T = M T_u + n \frac{T+t}{2} + n \frac{T-t}{2}$$

Abgesehen von den kleinern, nur vom Untergurt abhängigen Gliedern beträgt also die Abweichung der Träger von der mittlern Höhenlage $n \frac{T-t}{2}$ und bei einer Brückenbreite von b der Verdrehungswinkel

$$\text{tang. } A = \frac{n}{b} (T-t) = \frac{\alpha l^2}{8 b b} (T-t).$$

Nun bilden aber auch die Obergurte und die Untergurte zusammen je einen Träger, welche die Ausbiegungen

$$F' = \frac{\alpha l^2}{8 b} (T_o - t_o) \quad \text{und} \quad f' = \frac{\alpha l^2}{8 b} (T_u - t_u)$$

erlangen. Die mittlere Verschiebung wird

$$\frac{F' + f'}{2} = \frac{\alpha l^2}{8 b} \cdot \frac{T_o + T_u - t_o - t_u}{2},$$

die Abweichung der einzelnen Träger von dieser Lage

$$F' - \frac{F' + f'}{2} = \frac{\alpha l^2}{8 b} \cdot \frac{T-t}{2},$$

demnach der Verdrehungswinkel

$$\text{tang. } B = \frac{E l^2}{8 b b} (T-t).$$

Beide Verdrehungswinkel sind also einander angenähert gleich und da sie entgegengesetzt gerichtet sind, so wird sich eine Brücke auch bei ungleicher Erwärmung ihrer beiden Hauptträger nicht verdrehen. In Wirklichkeit ist aber doch eine gewisse Verdrehung vorhanden, wohl hauptsächlich, weil die horizontalen Verbände keine so vollkommenen Träger bilden wie die verticalen Wandungen.

Als Schlussresultat ergeben sich dem Verfasser daher bei geringem Werthe von $T-t$

$$(1.) \quad F = M T_u + n T; \quad f = m t_u + n t;$$

bei grössern Werthen von $T-t$, in welchem Falle eine gegenseitige Beeinflussung der Tragwände angenommen werden muss,

$$(2.) \quad F = \frac{M T_u + m t_u + n (T+t)}{2} + C$$

$$f = \frac{M T_u + m t_u + n (T+t)}{2} - C$$

Aus diesen Gleichungen, in welchen das erste Glied den Pfeil der Brückenaxe darstellt, das Glied c die Abweichung von derselben nach oben und unten der beiden Träger, sind durch mehrfache Messungen die Werthe M , m und c zu bestimmen und eventuell auch n etwas abzuändern.

Indem man dann die bei einer späteren Messung beobachteten Temperaturen einsetzt, kann man die hiedurch bedingten Pfeilhöhen jeden Trägers berechnen: die Differenz zwischen diesen Pfeilhöhen und den aus den directen Höhenmessungen bestimmten Einsenkungen gibt die wahren auf 0^0 reducirten Einsenkungen der Brückenträger.

Die Verwaltung der Reichseisenbahnen hat durch Messungen an der Rheinbrücke bei Hünigen die dargelegte Methode einer Prüfung unterzogen. Die Art der Ausführung dieser Beobachtungen brauchen wir hier nicht näher anzugeben. Es sei nur erwähnt, dass zum Einvisiren der Höhenmarken besonders leistungsfähige Nivellirinstrumente von Mechaniker Ed. Sprenger in Berlin verwendet wurden. Die Höhenmarken bestanden aus an die Tragwand angeschraubten gusseisernen Consolen, in welche ein oben kugelförmig ab-

gedrehter, polirter und durch Vergoldung gegen Rost geschützter Stahlbolzen befestigt ist. Auf diesen Stahlbolzen wird der versilberte dreikantige Masstab aus Messing aufgesetzt, der entweder in ganze oder halbe Millimeter getheilt ist, von welchen Theilungen sich diejenigen mit ganzen Millimetern besser bewährt haben. Bei nächtlichen Messungen werden die Masstäbe mit Magnesiumfackeln grell beleuchtet.

Zur Messung der Temperatur der Brücke wurden acht Thermometer verwendet, die Zehntelgrade abzulesen gestatteten. Dieselben wurden so vertheilt, dass sowohl an den oberen als an den unteren Gurtungen an die Innen- und Aussenseite derselben solche zu liegen kamen. Die Kugel der Thermometer tauchte in einen eisernen, an die Trägerwand fest anliegenden, mit Quecksilber gefüllten Behälter, welcher einen rechteckig abweigenden ebenfalls mit Quecksilber gefüllten Ansatz besitzt, der seinerseits in einem mit Blei ausgefütterten Nietloch festgeschraubt war. Es ist kaum zu zweifeln, dass man auf diese Weise, falls die Lufttemperatur nicht raschen Schwankungen unterworfen ist und die Brücke nicht dem Einfluss wechselnder Bestrahlung durch die Sonne (an Tagen mit veränderlicher Bewölkung) ausgesetzt ist, sehr angenähert die wirkliche Temperatur der untersuchten Brückentheile erhalten wird. Besser wäre es immerhin noch, wenn in diese letztern kleine, vielleicht 5 mm weite Löcher (schief hinunter) eingebohrt werden könnten, die mit Quecksilber ausgefüllt würden. Würden in dieselben die schlank ausgezogenen Quecksilbergefässe der Thermometer eingesenkt, so hätte man an der untersuchten Stelle die Metallmasse nicht vergrößert, die Thermometer würden sich rascher auf die richtige Temperatur einstellen, allfälligen Schwankungen derselben also eher zu folgen im Stande sein. Den Erschütterungen eines über die Brücke fahrenden Zuges würden sie in diesem Fall jedoch kaum widerstehen können. Was aber nicht als zweckmässig bezeichnet werden kann, ist der Umstand, dass die acht Thermometer alle in der Mitte der Brücke angebracht wurden. Die Wärmeausbiegung derselben ist doch offenbar von der mittleren Temperatur der ganzen Brücke abhängig und dieselbe kann nur in seltenen Fällen über die ganze Brücke als constant betrachtet werden und wären daher weitere Beobachtungen an den Vierteln der Spannweite sehr am Platz gewesen. Ueberhaupt wird man sich sagen müssen, dass man die Mitteltemperatur eines so grossen Objectes nur unter günstigen Umständen wird richtig bestimmen können, vor allem nur bei bedecktem Himmel und bei kleinen Werthen des normalen täglichen Wärmeganges, also im Winter oder dann Nachts.

Der Verfasser gibt nun in zwei grössern Tabellen und in einer graphischen Darstellung eine Uebersicht der vorgenommenen Höhen- und Wärmemessungen und vergleicht die erhaltenen Resultate. Bei völliger Uebereinstimmung sollten die aus den Temperaturbeobachtungen gerechneten Erhebungen und Senkungen der Brückenmitte mit den direct beobachteten zusammenfallen, oder die letztern, auf die Temperatur 0^0 reducirt, sollten sich immer zu Null ergeben. Denn vorläufig konnte es sich nur darum handeln, die Constanten der Brücke, m , n , M , zu bestimmen. Spätere Höhenmessungen, mit Hilfe derselben auf 0^0 reducirt, würden dann ergeben, ob die Brücke in der Zwischenzeit eine bleibende Durchbiegung gegenüber dem gegenwärtigen Zustand erfahren hat.

Aus den Dimensionen der Brücke, Spannweite $l = 72 m$, Höhe $b = 7,2 m$ und aus dem Werth des Ausdehnungscoefficienten $\alpha = 0,000122$ berechnete sich $n = \frac{\alpha l^2}{8 b} = 1,1 mm$, wofür $n = 1 mm$ gesetzt wurde, weil sich daraus eine bessere Uebereinstimmung für die Gleichungen 1) ergab. Die Werthe M und m , ersterer für den stromaufwärts, letzterer für den stromabwärts gelegenen Träger wurden (mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate?) gefunden zu

$$M = 0,12 mm; \quad m = 0,03 mm.$$

Die Gleichungen 1) lauten also für diese Brücke

$$F = T + 0,12 T_u; \quad f = t + 0,03 t_u.$$

Hieraus bestimmte sich in Verbindung mit den Höhenmessungen in erster Linie die Höhendifferenz zwischen der mittleren Höhenmarke und der Verbindungslinie der seitlichen Festpunkte an der stromaufwärts gelegenen Tragwand zu $-15,53 \text{ mm}$, an der stromabwärts gelegenen Tragwand zu $-25,50 \text{ mm}$, was natürlich immer mit zu berücksichtigen ist.

In der seinem Aufsätze beigelegten Tafel hat der Verfasser die für die ganze Beobachtungszeit aus den Ablesungen der Thermometer berechneten Wärmepfeile graphisch aufgetragen und durch einen Linienzug verbunden, der die Schwankungen der Brückenmitte unter dem Einfluss der Wärmeänderungen darstellt. In diese Linie sollten nun alle directen Höhenbeobachtungen hineinpassen, was natürlich nicht immer, im Ganzen aber in befriedigender Weise und in vielen Fällen sehr genau zutrifft. Als Beispiel wollen wir hier eine dieser Beobachtungsreihen geben.

Am 11. Februar 1888 Morgens ergab eine Höhenmessung am stromabgelegenen Träger, dass um $10^h 2^{m} 13^{m}$ und 16^{m} die Mittelmarke um $14,4 \text{ mm}$ unter der Verbindungslinie der beiden Endmarken lag. Da die Mittelmarke aber, wie oben angegeben, ohnehin $15,53 \text{ mm}$ unter dieser Linie liegt, so bleibt eine Hebung der Brückenmitte $+1,13 \text{ mm}$

Die Wärmemessungen ergaben im Mittel die folgenden Temperaturen

	T_o	T_u	$T' = T_o - T_u$
um 10^h	$5,2^0$	$4,7^0$	$+0,5^0$
um $10^h 30^m$	$5,8^0$	$5,2^0$	$+0,6^0$

Daraus folgen aus Gleichung $F = T + 0,12 T_u$ die Wärmepfeile um $10^h = +1,06 \text{ mm}$ und um $10^h 30^m = +1,22 \text{ mm}$, zwischen welche Werthe der direct gemessene von $1,13 \text{ mm}$ genau passt.

Am Vormittag des 9. August 1887 waren die Träger sehr ungleich erwärmt, weil der Untergurt des stromabwärts gelegenen Trägers im Schatten der Fahrbahn lag, während die übrigen Träger von der Sonne beschienen wurden. Es musste also nach Formel 2) gerechnet werden, indem man aus $\frac{t + 0,03 t_u + T + 0,12 T_u}{2}$ die Hebung der mittleren

Brückenaxe bestimmte. Die Höhenmessungen hätten nun ergeben sollen, dass der eine Gurt um den nämlichen Werth (C in Gleichung 2) sich über diese Lage erhob, während gleichzeitig der andere um so viel zurückblieb. Es zeigte sich aber, dass die aus der Temperatur berechnete Pfeilhöhe der Brückenmitte um $0,3 \text{ mm}$ grösser war, als das Mittel aus den directen Beobachtungen beider Trägerwände ergab.

Messungen bei so ungleichen Temperaturen sind daher in der That zur Bestimmung so kleiner Grössen, wie es bleibende Einsenkungen an Brücken sind, nicht geeignet.

Um ein genaueres Bild der erreichten Uebereinstimmung zu geben, wollen wir erwähnen, dass von 22 Höhenmessungen 15 überraschend gut mit den berechneten Wärmedeformationen harmoniren, „nämlich die Messungen 1, 3, 4, 5 und 6 am 11. Februar, 3, 4 und 5 am 9. August an dem stromab gelegenen Träger, ferner die Messungen 1, 2, 3, 4 am 11. Februar, sowie 1, 3 und 4 am 8. und 9. August an dem stromauf gelegenen Träger. Abweichungen bis zu $0,3 \text{ mm}$ zeigen am 11. Februar 2 und am 9. August ebenfalls 2 Messungen. Abweichungen nicht ganz bis zu 1 mm ergeben für den 11. Februar nur die Höhenmessung 6 am stromab gelegenen, sowie für den August 1887 nur die Messung 1 am stromab gelegenen und 5 am stromauf gelegenen Träger, mithin 3 von 22 Messungen.“ Diese Fehler mögen theils von Ablesefehlern herrühren, theils in den noch verbesserungsfähigen Gleichungen 1) und den Werthen M, m und n ihre Ursache haben. Der Verfasser glaubt annehmen zu dürfen, dass in den Endergebnissen der beobachteten und auf 0^0 reduzierten Wärmeerhebungen der Brückenmitte grössere Fehler als $0,3 \text{ mm}$ nicht enthalten sein werden, die erreichte Genauigkeit also $\frac{1}{120000}$ der Spannweite betrage. Es wird dies zugegeben werden können,

wenn die Beobachtungszeiten günstig gewählt werden. Weitere und länger fortgesetzte Untersuchungen, die jedenfalls sehr wünschenswerth sind, müssen im Uebrigen darthun, wie weit die auseinandergesetzte Methode geeignet ist, kleine sich einstellende bleibende Deformationen an im Gebrauch befindlichen Brücken aufzudecken. Sie kann, wenn einmal mehr Erfahrung und mehr Material vorliegt, im Verein mit andern zu einem wichtigen Hilfsmittel für die Controle solcher Brücken in Bezug auf ihre Festigkeitsverhältnisse werden. Jetzt schon aber kann sie bei gewöhnlichen Brückenproben werthvolle Dienste leisten. Weiss man auch schon längst aus Versuchen, dass die Brücken unter dem Einfluss der steigenden Temperatur ihrer Theile deformiren, so wird man nun bei länger dauernden Probelastungen diesen Einfluss eliminiren können. Wie nothwendig diess werden kann, zeigt die Curve der aufgetragenen Wärmepfeile des 9. August 1887. Während vom frühen Morgen dieses Tages bis gegen Mittag die Temperatur der Eisentheile um etwa $18^0 - 20^0$ stieg, hob sich die Brückenaxe um $5 - 6 \text{ mm}$. Es ist hieraus ersichtlich, welcher störende Einfluss dieser Umstand auf die Messungen der Einsenkung haben kann, falls man den Lastzug behufs vollständiger Ausbildung bleibender Deformationen längere Zeit auf einer Brücke auch mit parallelen Gurten stehen lässt. Bei gebogener Schwerpunktaxe und namentlich beim eigentlichen Bogen sind diese Einflüsse natürlich noch bedeutender.

Zum Schluss wirft der Verfasser die Frage auf, ob nicht diese Beobachtungsmethode die so viel umständlichere Prüfung der Brücken mittelst aufgestellten Probelasten zu ersetzen im Stande wäre und empfiehlt zu diesem Zwecke dringend, dass auch andere Verwaltungen solche Messungen in weitem Umfang unternehmen möchten, welchem Wunsch wir uns nur anschliessen können. G. M.

Notiz zur Frage der Knickfestigkeit des schmiedbaren Constructionseisens.

Von Prof. L. Tetmajer in Zürich.

Nr. 49 der Zeitschrift deutscher Ingenieure vom Jahre 1888 bringt einen Auszug der Verhandlungen der amerikanischen Civilingenieure „über Knickungsversuche mit schmiedeisernen Säulen“, welche Herr Ingenieur C. L. Strobel gelegentlich seines Entwurfes zur Mississippibrücke der Chicago-Milwaukee- und St. Pauleisenbahn bei Kansas-City angeregt hatte. Die Versuche sind an genieteten Säulen aus Γ -Eisen mit ca. $60,0 \text{ cm}^2$ Inhalt und $5,2 \text{ cm}$ kleinsten Trägheitshalbmesser (k) bei satter Flächenlagerung ausgeführt worden. Folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die gewonnenen Resultate:

Nr. des Versuches	Nr. der Säule	Länge <i>cm</i>	Gewicht der Säule <i>kg</i>	Querschnitt <i>cm</i> ²	Längenver- hältniss $l:k$	Beobachtete absolut t	t pro <i>cm</i> ²
1.	3.	333	191	62,8	32,0	158,0	2,59
2.	4.	„	200	64,4	„	157,0	2,43
3.	2.	457	259	61,1	44,0	149,0	2,43
4.	5.	„	255	59,8	„	154,0	2,57
5.	1.	581	317	59,6	56,0	142,0	2,38
6.	6.	„	342	65,2	„	155,0	2,38
7.	7.	670	365	59,9	64,5	129,0	2,16
8.	8.	„	365	59,9	„	124,0	2,08
9.	9.	„	365	59,9	„	129,0	2,16
10.	10.	762	408	59,1	73,0	117,0	1,98
11.	11.	„	420	61,0	„	120,0	1,97
12.	12.	„	422	61,4	„	122,0	1,99
13.	13.	853	465	60,5	82,0	118,0	1,95
14.	14.	„	476	62,2	„	122,0	1,96
15.	15.	„	465	60,5	„	118,0	1,95

Die Werthziffern des Versuchsmaterials (Schweisseisen) wurden ermittelt und es sollen dieselben im Mittel aus einer grösseren Zahl von Einzelproben ergeben haben: eine Zugfestigkeit von $3,5 \text{ t pro m}^2$; eine Dehnung von $12,0$ bis $22,0 \text{ ‰}$; eine Contraction von 15 bis 29 ‰ .

Man schloss daraus, dass das Versuchsmaterial einem