

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 1/2 (1883)
Heft: 5

Artikel: Statische Berechnung der Versteifungsfachwerke der Hängebrücken
Autor: Ritter, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-11025>

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: 17.04.2026

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

Figurengruppe auf dem Gebäude der schweiz. Creditanstalt in Zürich.



Gruppe auf der Seitenfäçade: Gewerbe mit zwei schwebenden Genien.

Ausgeföhrt von Ch. Iguel, Bildhauer in Genf.

Statische Berechnung der Versteifungsfachwerke der Hängebrücken.

Von Professor W. Ritter in Zürich.

(Fortsetzung.)

XII. Beanspruchung der Kette.

Die Beanspruchung, welche die Kette unter den besprochenen verschiedenartigen Einflüssen erleidet, ihre Maximal- und Minimalbelastung ergeben sich eigentlich von selbst. In jedem Fall, bei jeder Belastung hat die Kette gleichförmig vertheilte Belastung zu tragen, und zwar infolge des Eigengewichts die Last βg , infolge der zufälligen Belastung die Last βp und infolge der Temperaturschwankungen die Last $\pm r_t$.

Es ergibt sich somit:

$$\text{die Minimalbelastung } q_{\min} = \beta g - r_t, \quad (25)$$

$$\text{die Maximalbelastung } q_{\max} = \beta (g + p) + r_t. \quad (26)$$

Wie man aus diesen Werthen auf die Kettenspannungen übergeht, ist eine bekannte Sache; es wird

$$1) \text{ die Spannung im Scheitel } = \frac{q l^2}{8f};$$

$$2) \text{ die Spannung am Pilonenaufleger } = \frac{q l^2}{8f} \sqrt{1 + \frac{16f^2}{l^2}};$$

$$3) \text{ die Spannung in der Spannkette } = \frac{q l^2}{8f} \sqrt{1 + \frac{n^2}{m^2}};$$

Dabei ist q_{\min} oder q_{\max} einzusetzen, je nachdem man die kleinste oder die grösste Spannung haben will.

XIII. Beispiel.

Ein Zahlenbeispiel möge nun noch die Verwerthung der im Vorstehenden entwickelten Resultate klarmachen. Wir wählen dazu den Kettensteg über die Aare bei Bern. (Bauern-

feinds Vorlegeblätter.) Die Dimensionen dieses Bauwerks sind:

$$\text{Spannweite } l = 57^m = 5700^{\text{cm}}.$$

$$\text{Pfeilhöhe } f = 3.8^m.$$

$$\text{Länge der Tragkette } s = 57.67^m.$$

$$\text{Länge der Spannkette (Mittel von links und rechts)} \\ s_1 = 18^m.$$

$$\text{Horizontalprojection derselben } m = 16^m.$$

$$\text{Verticalprojection derselben } n = 8.2^m.$$

$$\text{Halbe Brückenbreite } = 1.1^m.$$

$$\text{Kettenquerschnitt } F = 54^{\text{qcm}}.$$

$$\text{Fachwerkshöhe } h = 1^m = 100^{\text{cm}}.$$

$$\text{Streckbaumquerschnitt } = 36^{\text{qcm}}.$$

$$\text{Trägheitsmoment des Fachwerks (in Centimetern)}$$

$$J = \frac{36 \cdot 100^2}{2} = 180\,000.$$

$$\text{Elastitätsmodul für beide Theile } \varepsilon = \varepsilon' = 1800'.$$

Hieraus berechnet man zunächst

$$\text{Gleichung (11) } \dots \dots k = 275^m.$$

$$\text{„ (13) } \dots \dots \beta = 0.934.$$

Eine annähernde Gewichtsrechnung ergibt das Eigengewicht der halben Brücke $g = 0.25'$. Daraus findet man das vom Eigengewicht herrührende Biegemoment in der Mitte gleich $\frac{1}{8} (1 - \beta) g l^2 = 6.7^{\text{mt}}$. Diese Grösse ist in Figur 15 im Maassstab $1^{\text{mt}} = 2^{\text{mm}}$ aufgetragen worden und ergibt die punktirte Momentenparabel des Eigengewichts.

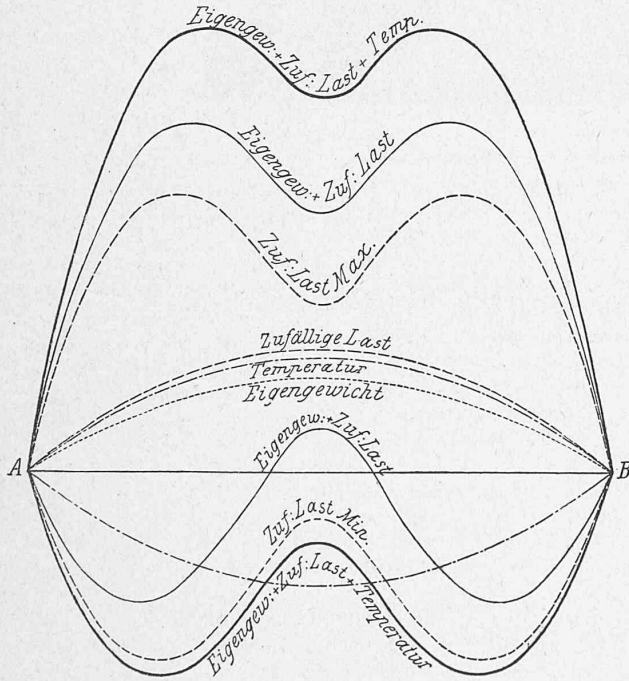
Die zufällige Last betrage pro Quadratmeter $0.3'$; das gibt $p = 0.33'$ und $p l = 18.81'$. Mit Hilfe der Tabelle berechnen sich nun die folgenden u und M :

$a:l$	u	$l-u$	M
0.0	24.4 ^m	32.6 ^m	0.0 ^{mt}
0.3	28.8 ^m	28.2 ^m	2.1 ^{mt}
0.4	32.8 ^m	24.2 ^m	5.9 ^{mt}
0.5	39.1 ^m	17.9 ^m	11.8 ^{mt}
0.55	43.5 ^m	13.5 ^m	13.9 ^{mt}
0.6	49.2 ^m	7.8 ^m	12.2 ^{mt}
0.65	56.8 ^m	0.2 ^m	0.5 ^{mt}

Die Werthe von M sind in Figur 15 ebenfalls aufgetragen und ergeben die gestrichelte Curve der Minimalmomente der zufälligen Last. Die gleichfalls gestrichelte Curve der Totalbelastung hat in der Mitte der Spannweite die Ordinate $\frac{1}{8}(1-\beta)pl^2 = 8,8^{mt}$. Aus der Vereinigung beider findet man die Curve der Maximalmomente der zufälligen Last.

Nimmt man drittens die Temperaturschwankung aufwärts und abwärts gleich 30° C. an und setzt den Ausdehnungscoefficienten gleich 0,000012, so wird nach Gleichung (23) $r_t = 0,0217'$ und hieraus das Moment aus der Temperaturschwankung gleich $\pm 8,4^{mt}$, wonach in Fig. 15 die strichpunktirten Curven gezeichnet sind. (Hierbei ist wegen der eisernen Pilonen k' nach Gleichung (24) = 260' und $\beta = 0,937$ genommen worden.)

Fig. 15.



Addirt man nun die Ordinaten der beiden gestrichelten Curven (Maximum und Minimum der zufälligen Last) zu denjenigen der punktirten Curve, so erhält man die schwach ausgezogenen Curven; fügt man zu diesen noch — oben positiv, unten negativ — die Ordinaten der strichpunktirten Curve hinzu, so entstehen die stark ausgezogenen Linien.

Das grösste positive Moment liegt etwas seitwärts von der Mitte und ist = 32,5^{mt}, das grösste negative = 14,9^{mt}.

Die grösste Beanspruchung der Streckbäume wird hier nach, wenn man 4^{qcm} für Nietlöcher abzieht, $\sigma = \frac{32,5}{32 \cdot 1} = 1,02'$ pro Q_{cm} , die kleinste = 0,47'.

In gleicher Weise sind in Figur 16 die Curven der Maximalkräfte im Maassstab 1' = 10^{mm} gezeichnet worden.

Die grösste Ordinate der punktirten Eigengewichtslinie wird gleich $\frac{1}{2}(1-\beta)gl = 0,47'$.

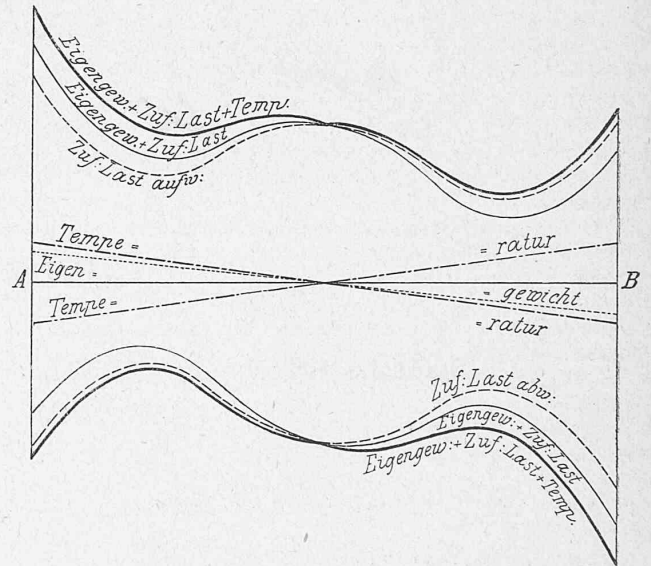
Die Berechnung der Werthe Q_1 und Q_2 zeigt die folgende Tabelle:

$a:l$	Q_2	v	Q_1
0.0	0,00'	40,7 ^m	0,00'
0.1	0,27'	—	—
0.2	0,88'	—	—
0.3	1,57'	42,9 ^m	0,07'
0.4	2,11'	44,9 ^m	0,25'
0.5	2,35'	48,0 ^m	0,66'
0.55	—	50,2 ^m	1,03'
0.6	2,23'	53,1 ^m	1,57'
0.65	—	56,9 ^m	2,38'
0.7	1,82'	—	—
0.8	1,26'	—	—
0.9	0,76'	—	—
1.0	0,62'	—	—

Das richtige Auftragen und Addiren dieser Werthe gibt die gestrichelten Curven. (Die Endordinaten dieser Curven lassen sich leider nicht direct, sondern nur durch Probiren oder Interpoliren berechnen; sie finden sich gleich 3,03 resp. 2,41'.)

Der Temperatureinfluss endlich liefert die Endordinaten $\frac{1}{2}r_t l = \pm 0,59'$ und die beiden strichpunktirten Linien.

Fig. 16.



In derselben Weise wie in Figur 15 erhält man so dann die übrigen Curven.

Die grösste ausserhalb wirkende Kraft ist gleich 4,1', was für die 2^{1/2}^{qcm} starken, in vierfachem System vorhandenen Gitterstäbe einer Spannung von $\sigma = \frac{4,1 \cdot \sqrt{2}}{4 \cdot 2,5} = 0,58'$ pro Q_{cm} entspricht.

Was schliesslich noch die Beanspruchung der Kette betrifft, so wird die Minimalbelastung nach Gleichung (25) $q_{min} = 0,934 \cdot 0,25 - 0,0217 = 0,212'$, die Maximalbelastung $q_{max} = 0,934(0,25 + 0,33) + 0,0217 = 0,563'$. Hieraus findet sich die Spannung am Pilonenaufleger $S_{min} = 23,4'$, $S_{max} = 62,3'$, oder pro Q_{cm} im Minimum = 0,43', im Maximum = 1,15'.*) (Schluss folgt.)

*) Wenn man den Einfluss der Längsausdehnung der Kette vernachlässigt, so gelangt man zu dem Resultat, dass das Eigengewicht, sowie die totale zufällige Last das Fachwerk gar nicht beanspruchen; man erkennt nun aus den Fig. 15 und 16 leicht, dass diese Vernachlässigung ganz unstatthaft ist. Trotzdem hat dieser Umstand bis jetzt selten gebührende Beachtung gefunden; auch die sonst werthvolle Arbeit des Herrn Ingenieur H. F. Müller-Breslau in der Zeitschrift des Hannoverschen Architecten- und Ingenieur-Vereins 1881, S. 57, legt demselben viel zu wenig Gewicht bei. So viel mir bekannt, hat allein Herr Professor Dr. A. Ritter in den neueren Auflagen seiner „Theorie und Berechnung eiserner

Dach- und Brückenconstructions“ (16. Abschnitt) die Kettenverlängerung in vollem Maasse berücksichtigt; leider schliessen sich jedoch die Entwicklungen des geehrten Herrn Verfassers so eng an ein Zahlenbeispiel an, dass dieselben nur mit Mühe auf eine neue Aufgabe angewandt werden können.

Miscellanea.

Concessionirung der Wiener Stadtbahn. Die Ingenieure Bunten & Fogerty haben die Concession für die von ihnen projectirte Stadtbahn am 25. Jänner erhalten. Damit ist eine der wichtigsten Fragen, welche die verschiedensten Kreise Wiens seit mehr als 1½ Jahren beschäftigt, ihrer Lösung zugeführt. Dass aber die Entscheidung in diesem Sinne erfolgt ist, hat um so mehr überrascht, als das Project Fogerty in letzter Zeit so ziemlich im Hintergrunde der Discussion stand, die Gemeindeverwaltung die erforderlichen Schritte eingeleitet hat, um die Concession zum Bau und Betrieb der Stadtbahn selbst zu erwerben und thatsächlich das städtische Bauamt mit der Ausarbeitung eines diesbezüglichen Projectes beauftragt war. Auch hat der österreichische Ingenieur- & Architektenverein, die bevorstehende Entscheidung nicht ahnend, eben wieder eine Discussion über das Wienflussregulirungsproject im Zusammenhange mit der Stadtbahnfrage begonnen. Doch, der Mensch denkt und der Handelsminister lenkt! —

Bezüglich des concessionirten Projectes selbst verweisen wir auf den letzten Jahrgang der „Eisenbahn“ Nr. 4, Band XVI, wo dasselbe beschrieben und durch einen Situationsplan dargestellt ist. Wesentliche Veränderungen sind daran seither nicht vorgenommen worden; es wurde bloss bestimmt, dass die längs des Wienflusses führende Linie in Uebereinstimmung mit dem Berger'schen (Stadtbauamts-) Entwurfe für die Regulirung dieses Flusses ausgeführt werde, und zwar ist die Einwölbung in der Strecke vom Schikanederstege aufwärts bis zum Schlachthause auf Kosten der Stadtbahnunternehmung herzustellen. Die Linie längs des Donauecanals ist, einer diesbezüglichen Forderung der Gemeindeverwaltung gemäss, mit vier Geleisen anzulegen, wovon zwei Geleise für den Localverkehr und zwei für den Externverkehr bestimmt sind. Ferner ist ein Anschluss an die bestehende Verbindungsbahn herzustellen. — Die Gesamtkosten des Werkes sind auf 60 Millionen Gulden veranschlagt; etwa der vierte Theil hiervon entfällt auf die Kosten der Eisenconstructions des Viaductes, welche vertragsgemäss von den Walzwerken Mitkowitz und Teplitz zu liefern sind. Die Bauzeit ist auf vier Jahre festgesetzt.

Ra.

Eidgenössisches Polytechnikum. Der Bundesrath hat in seiner Sitzung vom 30. Januar an Stelle des verstorbenen Dr. Alfred Escher zum Mitgliede des eidg. Schulrathes ernannt: Herrn Oberingenieur *Bridel* in Luzern. Zum Vicepräsidenten dieser Behörde wurde gewählt das bisherige Mitglied derselben, Herr Oberst *Bleuler* in Riesbach.

Concurrenzen.

Concurrenz der Stadt Genf zur Erreichung von Plänen für ein Wasserwerk. Die Stadt Genf beabsichtigt das Gefälle der Rhone für

die Anlage eines grossen Wasserwerkes bei der Coulouvrenière zu benutzen. Zur Gewinnung von Plänen für diese Anlage sowohl, als auch zur Erlangung fester Uebernaahmsofferten für dieselbe, hat sie eine öffentliche Concurrenz ausgeschrieben, deren Programm wir Folgendes entnehmen:

Die Concurrenz erstreckt sich über die Turbinenanlage, die Transmissionen vermittelt Wellbäumen und Drahtseilen (eventuell auch vermittelt der Electricität) zwischen dem Turbinenhaus und den Stellen, wo die Wasserkraft abgegeben wird; ferner über die Anlage und Herstellung der notwendigen Schützen. Sie behält sich das Recht vor, die Vergebung der Arbeiten nach Belieben zu vertheilen. Das zu verwendende System für die Turbinen wird den Concurrenten überlassen, jedoch müssen die Motoren derart construirt sein, dass sie nach Vollendung *der ganzen Anlage* den höchsten Nutzeffect geben. Für die erste Anlage ist eine rohe Wasserkraft von 1200 Pferden vorgesehen, wovon die Motoren vorläufig zwei Drittheile nutzbar machen sollen. Ueber die weitere Ausdehnung der Wasserkraft gibt das Programm genaue Auskunft. Die Concurrenten haben Grundrisse, Schnitte und Ansichten, sowohl des Turbinenhauses, als auch der Motoren und Transmissionen einzugeben, ferner einen Voranschlag über die approximativen Gewichte und die Preise, nebst einem erläuternden Bericht. Termin 15. Mai 1883. Preise 2500, 1500 und 1000 Fr. Die gekrönten Projecte gehen in das Eigenthum der Stadt über. Concurrenz-Programm, Pflichtenheft und Pläne können bezogen werden bei Mr. E. Merle d'Aubigné, ingénieur du service des eaux de la ville de Genève.

Wie bereits oben bemerkt, ist diese Concurrenz keine reine Concurrenz, sondern ein Mittelding zwischen Submission und Concurrenz. Für die Uebnahme der auszuführenden Arbeiten ist ein vollständiges Pflichtenheft ausgearbeitet und die Stadt Genf behält sich vor, den Concurrenten sofort die ganze oder die theilweise Ausführung der Arbeit zuzuschlagen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass derartige gemischte Concurrenzen in der Regel nicht sofort zu einem abschliessenden Resultate gelangen, sondern dass denselben gewöhnlich eine zweite, eventuell dritte Concurrenz folgt. Was wir an der vorliegenden Ausschreibung vermissen, ist die Angabe von Maassstäben für die verlangten Pläne und Zeichnungen, sowie auch die Angabe der Preisrichter. Wir hoffen später auf das ganze grossartige Project der Stadt Genf zurückzukommen, das nach einem Gutachten von Herrn Linthingenieur Legler, nach dessen vollständiger Ausführung, d. h. nach successiver Durchführung von fünf Bauperioden, von welchen das vorliegende Project erst eine Etappe bildet, der Stadt Genf eine verfügbare Wasserkraft von ungefähr 12 000 Pferden zum Preise von 5½—6 Millionen Fr. liefern würde.

Redaction: A. WALDNER.
Claridenstrasse 30, Zürich.

Vereinsnachrichten.

Gesellschaft ehemaliger Studirender

der eidgenössischen polytechnischen Schule zu Zürich.

Gesucht:

Stellenvermittlung.

Ein junger im Brückenbau bewandeter Ingenieur. (326)

Auskunft ertheilt:

Der Secretär: *H. Paur*, Ingenieur,
Bahnhofstrasse-Münzplatz 4, Zürich.

Submissions-Resultate.

Ergebniss der Submission der Jura-Bern-Luzern-Bahn auf Befestigungsmaterial.

Nr.	Namen der Submittenten, bezw. Lieferanten.	Wohnort.	Gegenstand.	Preis für die t.	Anmerkungen.
1	Ludw. v. Roll'sche Eisenwerke	Gerlafingen	20 t eiserne Laschen	Fr. 180. —	
2	" "	"	80 t " Unterlagplatten	" 200. —	12 mm stark.
3	Union	Dortmund	80 t Unterlagplatten aus Flusstahl	" 207. 80	10 " "
4	Hitzler & Karcher	Beckingen a. d. Saar	10 t Laschenbolzen	" 317. 50	
5	"	"	27,6 t Schraubennägel	" 392. —	Verzinkt.
6	"	"	2,4 t Holzschrauben zu Weichen	" 392. —	"

Zu 1 und 2: Ablieferungsort: Biel; schweiz. Eingangszoll im Preis inbegriffen.

Zu 3—6: " Basel; " " zu Lasten der Bahnverwaltung.

P. S. Wir verdanken Herrn Oberingenieur Cuénod die gütige Mittheilung dieser Submissions-Resultate und möchten bei dieser Gelegenheit sämtliche Submissions-Stellen, deren Ausschreibungen wir in unserem Anzeiger bringen, ersuchen, uns von den Resultaten jeweilen in Kenntniss zu setzen.

Die Redaction.