Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 25/26 (1895)
Heft: 25

Artikel: Ein specieller Fall von Knickfestigkeit
Autor: Streuli, Heinrich
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-19338

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: 18.05.2025

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

Schmitz, eiserne Träger: J. Schoch & Cie, dekorative Spenglerarbeiten: Ad. Schulthess, eiserne Ständer, Gitter etc.: Suter-Strehler & Cie, Kunstschlosserarbeiten: O. Theiler, elektr. Beleuchtungsnetz: Telephongesellschaft, Zimmerarbeiten: Paul Ulrich, Marmortreppen: Wildi, Glasmalerarbeiten: Wehrli und Berbig, Glaserarbeiten: F. Kissling in Horgen, W. Schmidt und A. Weisheit in Zürich, Parkettboden: Parkettfabrik Interlaken, einfache Spenglerarbeiten: A. Bänninger, Tapeziererarbeiten: Wolf & Aschbacher und J. Keller, grobe Schmiedearbeiten: C. Girsberger, Kunssteinlieferung: A. Greppi, Kücheneinrichtung: Keller-Trüeb, Fensterbeschläge: J. Kisling, Flachmalerarbeiten: Schmidt & Söhne, Schlösser- und Thürbeschläge: C. F. Ulrich, Orgelrenovation: Th. Kuhn in Männedorf und Orgelgehäuse: Meyer & Hinnen in Zürich.

In dem Masse, in welchem der Zeitpunkt der Eröffnungsfeierlichkeiten herannahte, wurden auch die noch im Rückstand befindlichen Arbeiten bewältigt, so dass am 19. Oktober die neue Tonhalle nach Aussen und Innen vollendet zur Aufnahme der zahlreich erschienenen Gäste bereit war. (Schluss folgt.)

Ein specieller Fall von Knickfestigkeit.

Von Ingenieur *Heinrich Streuli* in Burgdorf.

Für Stäbe, die auf Knickfestigkeit in Anspruch genommen sind, unterscheidet man die in Fig. 1 dargestellten vier verschiedenen Befestigungsarten der Stab-Enden. Bei Benützung der Tetmajer-Euler'schen Formeln (Schweiz. Bauzeitung Bd. XVI Nr. 18 p. 112) ist hiebei für die freie Knicklänge l_o zu setzen:

Im ersten Falle $l_o = 2\,l$

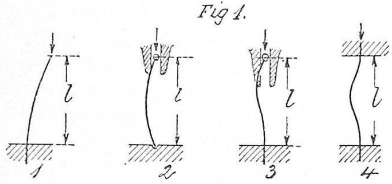
„ zweiten „ $l_o = l$

„ dritten „ $l_o = \frac{l}{\sqrt{2}}$

„ vierten „ $l_o = \frac{l}{2}$

Es können nun aber Fälle sich zeigen, für welche keiner der obigen vier Werte für l_o ohne weiteres anwendbar ist. Ein solcher Fall möge hier besprochen werden.

Fig 1.



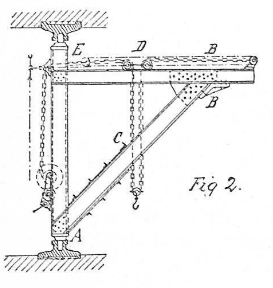


Fig 2.

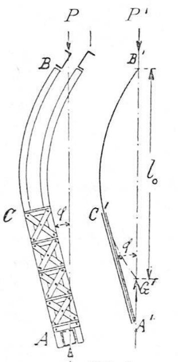


Fig 3.

Um die Knickfestigkeit der Strebe A-B des in Fig. 2 schematisch dargestellten Krans zu erhöhen, wird man die beiden ⊔-Balken, aus denen sie besteht, in wirksamer Weise unter sich verbinden und versteifen. Wird aber verlangt, dass der Kranwagen bis zum Punkte D sich der Kransäule AE soll nähern können, so muss mit dieser Verbindung der beiden ⊔-Balken bei C abgebrochen werden. Eine Knickung der Strebe in seitlicher Richtung wird daher unter den in Fig. 3 angedeuteten Deformations-Erscheinungen erfolgen, denn es ist nicht wahrscheinlich, dass der Ausleger bei der beträchtlichen Länge des Teiles EB der Torsion zu widerstehen vermag, zu der er durch die sich ausbiegende Strebe gezwungen wird. Ebensowenig wird die Kransäule infolge der beträchtlichen Länge des Teiles EA eine Ausbiegung der Strebe zu verhindern im Stande sein. Der Teil AC der Strebe wird infolge der wirksamen Versteifung und des dadurch erlangten, bedeutend grössern Trägheits-Radius geradlinig bleiben. Die Frage ist nun, wie wir die freie Knicklänge des Stückes BC zu beurteilen haben.

Vergleichen wir (Fig. 3) das Stück BC eines der beiden ⊔-Balken mit dem Teil $B'C'$ des um seine Enden frei drehbaren, auf Knicken beanspruchten Stabes $B'G'$, wobei C' so gewählt sein möge, dass die Tangente daselbst mit $B'G'$ den gleichen Winkel φ bildet, wie AC mit AB, dann ersehen wir, dass in BC der gleiche Spannungszustand herrscht, wie in $B'C'$, sofern der Querschnitt des Stabes $B'G'$ kongruent demjenigen unseres ⊔-Balkens ist und sofern $P' = P$.

Die ⊔-Balken unserer Strebe sind daher zu berechnen, wie Stäbe mit frei drehbaren Enden; es handelt sich jetzt nur noch um die freie Knicklänge l_o dieser letztern. Diese ergiebt sich wie folgt (Fig 4):

Der Stab befinde sich in nur wenig deformiertem Zustande, sodass wir die einzelnen Längsteile mit ihren Projektionen auf die Richtung AB vertauschen dürfen. F sei derjenige Punkt, dessen Tangente parallel AGB sei.

Nun lautet die Euler'sche Gleichung des Stückes FB der elastischen Linie:

$$y = a\left[1 - \cos\frac{\pi x}{l_o}\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(Gl. 1)}$$

daher ist

$$\frac{dy}{dx} = a \sin\left(\frac{\pi \,.\, x}{l_o}\right) \cdot \frac{\pi}{l_o} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(Gl. 2)}$$

Für den zu C_2 symmetrisch gelegenen Punkt C ergiebt sich daher:

$$c = a\left[1 - \cos\frac{\pi v}{l_o}\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(Gl. 3)}$$

$$\frac{dy}{dv} = a \sin\left(\frac{\pi v}{l_o}\right)\frac{\pi}{l_o} = \operatorname{tg}\varphi \quad . \quad . \quad \text{(Gl. 4)}$$

Weil nun zufolge Fig. 4 $b + c = a$, so ergiebt sich durch Einsetzung obiger Werte und unter Beachtung von $b = g \operatorname{tg}\varphi = g\,\frac{dy}{dv}$

$$g \,.\, \sin\left(\frac{\pi v}{l_o}\right)\frac{\pi}{l_o} + 1 - \cos\left(\frac{\pi v}{l_o}\right) = 1$$

$$g\,\frac{\pi}{l_o} \operatorname{tg}\left(\frac{\pi v}{l_o}\right) - 1 = 0 \quad \text{(Gl. 5)}$$

Diese Gleichung ermöglicht mit der folgenden

$$g + v + \frac{l_o}{2} = L \quad \text{(Gl. 6)}$$

die Bestimmung von v und von l_o, da L und g als gegeben zu betrachten sind.

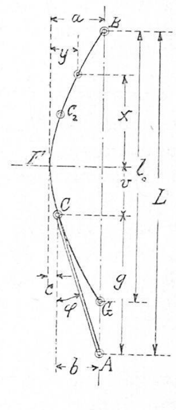


Fig 4.

Es sei z. B.

$$L = 5\,m$$
$$g = 2\,m,$$

so folgt aus Gl. 5 u. 6

$$\frac{g\,\pi}{2\,[L - g - v]} \operatorname{tg}\left(\frac{\pi v}{2\,[L - g - v]}\right) = 1$$

$$\frac{\pi}{3 - v} \cdot \operatorname{tg}\left[1{,}57\,\frac{v}{3 - v}\right] = 1.$$

Die Ausrechnung ergiebt:

$$v = 0{,}83\,m,$$

so dass

$$l_o = 4{,}34\,m.$$

Für n-fache Sicherheit wären demnach die zwei schmiedeisernen ⊔-Balken, welche eine Strebe von 5 m Länge bilden und die auf eine in einem Endpunkt beginnende Länge von 2 m zuverlässig unter sich verbunden und versteift sind, nach der Formel

$$f = \frac{P \,.\, n}{19\,740\,000\left(\frac{k}{434}\right)^2}\,cm^2$$

zu berechnen, sofern $\frac{k}{434} < \frac{1}{112{,}5}$.

Hiebei ist P = Kraft, die den zu berechnenden einen Balken beansprucht, f dessen Querschnitt und k dessen Trägheitsradius.

Ist $g = 0$, so wird natürlich

$$l_o = L \text{ und } v = \frac{L}{2}.$$

Gl. 5 ergiebt dasselbe, nämlich:

$$0 \,.\, \operatorname{tg}\left(\frac{\pi \,.\, v}{l_o}\right) - 1 = 0,$$

also muss $$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi v}{l_o}\right) = \infty \text{ sein,}$$

also $$\frac{\pi v}{l_o} = \frac{\pi}{2},$$

also $$v = \frac{l_o}{2}, \text{ so dass } l_o = L.$$

Für $g = L$ muss $v = l_o = 0$ werden.

Hiebei ist zu bemerken, dass, je mehr der Wert g sich demjenigen von L nähert, die Strebe, insbesondere deren geradliniger Teil von der Länge g, der Vertikalen AGB immer näher kommt. Das Uebergangsstück CF, d. h. der Bogen v, wird daher sehr kurz im Vergleich zum Bogen FB und im Grenzfalle, wo $g = L$, ist daher der Quotient $\frac{CF}{FB} = 0$, also auch $\frac{v}{l_o} = 0$, obgleich sowohl $v = 0$ und $l_o = 0$, wie sich nun zeigen wird.

Gl. 5 lautet in diesem Falle:

$$g \frac{\pi}{l_o} \operatorname{tg}(0) - 1 = 0,$$

daher muss $$g \frac{\pi}{l_o} = \infty, \text{ also } l_o = 0 \text{ sein.}$$

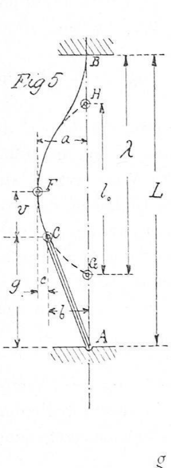
Daher wird erst recht $v = 0$.

Gestützt auf obige Grenzfälle liegt die Vermutung nahe, dass die im Uebrigen willkürlich angenommene Formel

$$l_o = \left[L - g\right]\left[1 + \frac{g}{L}\right] \quad . \quad . \quad . \quad \text{(Gl. 7)}$$

keine sehr abweichenden Resultate ergeben werde. Die nachstehende Tabelle giebt hierüber Aufschluss. Um den genauen Verlauf von l_o darzustellen, wurden für g auch solche Werte angenommen, die eine praktische Bedeutung nicht mehr haben.

$g : L$		0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,00
$v : L$		0,4503	0,4013	0,311	0,238	0,166	0,112	0,0701	0,0387	0,0170	0,0042	0,00051	0
$\frac{l_o}{L}$	nach Gl. 5	0,9994	0,9974	0,978	0,924	0,868	0,776	0,6598	0,5226	0,3660	0,1916	0,0990	0
	nach Gl. 7	0,9975	0,990	0,960	0,910	0,840	0,750	0,640	0,510	0,360	0,190	0,0975	0



Der in Fig. 5 dargestellte Fall, wo das Ende des geradlinigen Teiles frei drehbar befestigt, das andere Balken-Ende festgeklemmt ist, lässt sich in ähnlicher Weise erledigen. Der Spannungszustand in dem am stärksten beanspruchten, weil am stärksten gekrümmten Teil CF stimmt überein mit demjenigen des Stückes CF des Stabes $GCFH$. Von letzterem Stabe ist bekannt, dass

$$l_o = \frac{\lambda}{\sqrt{2}}.$$

Gleichung 5 ist auch hier ohne weiteres wieder anwendbar, dagegen ist an Stelle von Gleichung 6 zu setzen:

$$g + v + l_o\left[\sqrt{2} - \frac{1}{2}\right] = L. \quad . \quad . \quad \text{(Gl. 8)}$$

Für den aus Fig. 5 ersichtlichen Fall ergiebt sich aus Gl. 5 und Gl. 8 folgende Tabelle:

$g : L$		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$v : L$		0,354	0,3110	0,2715	0,2325	0,1962	0,1604	0,1260	0,0930	0,0610	0,0300	0
$\frac{l_o}{L}$	n. Gl. 5 u. 8	0,707	0,645	0,579	0,511	0,441	0,372	0,300	0,2265	0,1520	0,077	0
	nach Gl. 9	0,707	0,643	0,577	0,510	0,440	0,371	0,300	0,227	0,1527	0,0771	0

Die in der letzten Zeile stehenden Werte sind berechnet nach der, die Grenzfälle berücksichtigenden, sonst aber willkürlich angenommenen Gleichung

$$l_o = \sqrt{0{,}5}\,(L - g)\left(1 + \frac{g}{10\,L}\right) \quad . \quad . \quad \text{(Gl. 9)}$$

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass selbstverständlich auch hier jeweilen zu untersuchen ist, ob der Wert $\frac{l_o}{k}$ grösser oder kleiner ist, als jene Zahl, die sich z. B. für Schweisseisen zu 112,5, für Flusseisen zu 105,0 ergeben hat und die bestimmend für die Berechnung der zulässigen Knick- resp. Druckspannung ist.

Auf jenen allgemeinen Fall, wo das versteifte, also geradlinige Stück eine beliebige Lage in der Strebe hat, sich also nicht bis ans eine Ende derselben erstreckt, behalten wir uns vor, später zurückzukommen.

Der Kongress der französischen Sanitäts-Ingenieure und Architekten in Paris 1895.

Im Zusammenhang mit einer internationalen hygieinischen Ausstellung veranstaltete die junge Vereinigung der französischen Sanitäts-Ingenieure und -Architekten unter dem Patronat mehrerer Ministerien und der Stadt Paris vom 7.—13. Juli d. J. daselbst einen Special-Kongress, auf dem wichtige, die Hygieine der Wohnungen und Städte betreffende Fragen zur Behandlung kamen. Da die Arbeiten dieses Kongresses teilweise ein über die lokalen Verhältnisse hinausgehendes allgemeines Interesse bieten, so scheint es angezeigt, auch im Auslande den Beratungen und Beschlüssen desselben Beachtung zu schenken. In folgendem geben wir mit Benutzung eines Referates der „Oesterr. Monatsschrift für den öffentl. Baudienst" eine gedrängte Uebersicht der dort gepflogenen Verhandlungen.

Was zunächst die Hygieine der Wohnungen betrifft, so wurden besprochen:

1. Die Bedingungen der Anwendung von Siphonverschlüssen bei Hausinstallationen. Von M. *L. George*, Architekt.

Angenommene Resolution:

a) Jedes mit der Kanalisation in Verbindung gebrachte Gefäss soll, ob es Abwasser empfängt oder nicht, mit einem vollständig cylindrischen, ohne jeden Mechanismus funktionierenden Siphon versehen sein, durch welchen ein permanenter Wasserverschluss gebildet wird.

b) Zur Herstellung der Abfallrohre soll ein nicht oxydierbares Material gewählt werden; dieselben sollen innen glatt sein und mit grosser Sorgfalt versetzt werden. Vor Gebrauchnahme derselben sollen sie auf ihre Dichtheit erprobt werden.

c) Alle Rohrleitungen sollen ebenso wie alle Siphonabzweigungen richtig ventiliert werden.

d) Rohrleitungen, Reservoirs und Siphons sollen durch eigene, als definitive Konstruktionen auszuführende Einrichtungen gegen das Einfrieren geschützt werden.

e) Es ist notwendig, auch weiterhin jene Massnahmen zu studieren, welche erforderlich sind, um das Einfrieren von Hilfs-Reservoirs (sei es durch Anwendung von Salzlösungen oder durch andere Mittel) auf jeden Fall zu verhindern. Zusatz: Es sind auch Vorkehrungen zu treffen, damit zur Frostzeit weder Rohre einfrieren, noch Ventile in den Wasser-Closets versagen.

2. Die Notwendigkeit einer wirksamen Kontrolle der sanitären Einrichtungen in den Wohnhäusern. Von M. *Morin-Gaustiaux*, Architekt,