

Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **107/108 (1936)**

Heft 6

PDF erstellt am: **25.09.2024**

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

<http://www.e-periodica.ch>

INHALT: Der Formänderungseinfluss beim versteiften Stabbogen. — Das «Z-Verfahren» als neuer Beitrag zur Abwasser-Reinigung. — Mutationen zur Stromrückgewinnung bei Nutzbremmung. — Unerlaubte Architekten-Reklameschriften. — Nebenarbeit von Staats-Angestellten im Bauwesen. — Ueber Warenhäuser. — Mitteilungen: Arbeitsmöglichkeiten für Techniker auf den Philippinen. Ueberströmstück und Wirkungsgrad bei mehrstufigen Kreiselpumpen. «Ablegereife» von Drahtseilen. Dieselram-

men. Drehfedernde Kupplungen. Strassenbahn und Autobus. Dammbruch in U.S.A. Keine Arbeitsmöglichkeiten für technisches Personal in Abyssinien. Die Olympiade-Bauten in Berlin. Ausbau der Alpenstrassen. Subventionen an Hochbau-Renovationsarbeiten. — Wettbewerbe: Neumbauung des Hauptplatzes der Hauptstadt Quito in Ecuador. — Nekrologe: Louis Blériot. — Literatur. — Einführungskurs über Abwasserreinigung. — Mitteilungen der Vereine.

Band 108

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 6

Der Formänderungseinfluss beim versteiften Stabbogen.

Von Dr. sc. techn. FRITZ STÜSSI, Privatdozent an der E. T. H., Zürich.

1. Es ist seit längerer Zeit bekannt, dass bei verankerten Hängebrücken die elastischen Formänderungen, d. h. die Durchbiegungen, eine Entlastung des Versteifungsträgers bewirken. Diese Abweichungen gegenüber den Ergebnissen der technischen Elastizitätslehre, die die Kräfte am unverformten System wirkend annimmt, sind dort oft so gross, dass die Anwendung der noch häufig als üblich bezeichneten Berechnungsweise einer unververtretbaren Materialverschwendung gleichkommt oder überhaupt eine vernünftige Bauausführung verunmöglichen würde. Bei Bogenträgern zeigen die Fehler der Elastizitätslehre entgegengesetztes Vorzeichen, da hier eine Vergrösserung der Bogenmomente infolge der Systemverformungen eintritt, was mit einer Abnahme der Tragwerksicherheit gleichbedeutend ist. In dieser Beziehung besteht ein grundsätzlicher Unterschied zwischen Tragwerken mit aufgehobenem Horizontalschub, bei denen diese Formänderungseinflüsse nicht bestehen, und eigentlichen Bogen- und Hängebrücken.

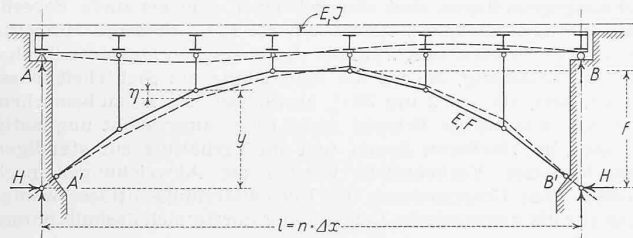


Abb. 1

Der versteifte Stabbogen (Abb. 1) nimmt unter den Bogenträgern insofern eine besondere Stellung ein, als sich hier diese Formänderungseinflüsse besonders einfach berechnen lassen. Dies deshalb, weil als massgebende Formänderungen hier die lotrechten Durchbiegungen des Versteifungsträgers auftreten, während bei gewöhnlichen Bogenträgern die Verschiebungsrichtung nicht von vornherein gegeben ist, sodass dort genau genommen mit zwei Verschiebungskomponenten zu rechnen ist. Der versteifte Stabbogen wird gerade in unsern Verhältnissen oft die zweckmässige Lösung darstellen. Da aber die Durchbiegungsvorschrift unserer neuen Verordnung (S. I. A.-Norm 112) bei üblicher Berechnung nach der Elastizitätslehre nicht genügt, um die Einflüsse der Formänderungen auf die Tragwerksicherheit genügend klein zu halten, scheint die Angabe einer einfachen Methode zur genaueren Berechnung dieser Tragwerksform gerechtfertigt.

2. Wir setzen einen gelenkigen Stabbogen voraus, auf den der Versteifungsträger mit Pendelstützen abgestützt sei. Ueberzählige Grösse X sei der Horizontalschub H des Stabbogens. Bezeichnen wir das Moment der äussern Belastung im einfachen Balken A—B (Grundsystem) mit M_0 , so beträgt das Biegemoment M im wirklichen Tragwerk

$$M = M_0 - H \cdot (y - \eta), \dots (1)$$

wo η zunächst die Durchbiegung des Stabbogens bezeichnet. Da die elastischen Verkürzungen der Stützen vernachlässigbar klein sind, sind in den Knotenpunkten die Durchbiegungen η von Stabbogen und Versteifungsträger gleich gross. Wenn wir uns nun auch die Biegelinie η des Versteifungsträgers polygonal, bestimmt durch die Durchbiegungen in den Knotenpunkten, vorstellen, so liefert uns die Differentialgleichung der elastischen Linie für den Versteifungsträger die Beziehung

$$M = -E J \eta'' = M_0 - H \cdot (y - \eta). \dots (2)$$

Den polygonalen Verlauf der Durchbiegungen können wir uns auch so entstanden denken, dass die Verformungen (Winkeländerungen) des Versteifungsträgers in den Knotenpunkten konzentriert angenommen werden. Dieser gedachte Versteifungsträger sei als Ersatzträger bezeichnet.

Gleichung 2 ist identisch mit der Differentialgleichung des Ersatzträgers, wenn dieser ausser durch die Momente M_0 und

— $H \cdot y$ durch eine gedachte axiale Druckkraft $N = H$ belastet ist, wobei N nur die Momente $N \cdot \eta$, aber keine Längsspannungen $N : F$ erzeugt.¹⁾ Für einen bestimmten Festwert von N können wir die Durchbiegungen η in die beiden Anteile infolge M_0 und — $H \cdot y$ zerlegen:

$$\eta = \eta_0 - H \cdot \eta_{H=1} \dots (3)$$

Für jeden Anteil M_k gilt die Differentialgleichung

$$M_k + N \cdot \eta_k = -E J \cdot \eta_k'' \dots (4)$$

Die Lösung dieser Gleichung liefert die Durchbiegungsanteile η_k . Ein einfaches baustatisches Lösungsverfahren für derartige lineare inhomogene Differentialgleichungen zweiter Ordnung wurde an anderer Stelle angegeben.²⁾ Darnach kann die Differentialgleichung ersetzt werden durch ein System von dreigliedrigen Gleichungen, deren Auflösung ja jedem Statiker geläufig ist. Für den hier vorliegenden Fall lässt sich mit den Abkürzungen

$$U = \frac{6 E J_c}{\Delta x^2}, \quad i_m = \frac{J_c}{J_m}$$

und unter der wohl stets die [Steifigkeitsverhältnisse genügend genau erfassenden Annahme feldweise konstanten Trägheitsmoments für jeden Knotenpunkt m die Gleichung anschreiben:

$$\left. \begin{aligned} -\eta_{m-1} (U + i_m \cdot N) + \eta_m \cdot 2 (U - (i_m + i_{m+1}) N) \\ -\eta_{m+1} (U + i_{m+1} \cdot N) \\ = i_m (M_{m-1} + 2 M_m) + i_{m+1} (2 M_m + M_{m+1}) \end{aligned} \right\} (5)$$

Die Randbedingungen lauten: $\eta_A = 0, \eta_B = 0$. Die Feldweiten Δx werden entsprechend den Querträgerabständen gewählt; sie sind also bei Anordnung von Zwischenquerträgern kleiner als die Pfostenabstände. Damit sind die Durchbiegungsanteile η_k infolge der Momentenanteile M_k bestimmbar.

Wir haben noch die Elastizitätsbedingung zur Bestimmung des überzähligen Horizontalschubes H aufzustellen. Sie lautet, dass der Abstand der beiden Auflagergelenkpunkte A' und B' sich nicht ändert. In Abb. 2 ist ein Stabbogenfeld in ursprünglichem Zustand und nach eingetretener Verformung skizziert. Daraus können wir die geometrischen Beziehungen³⁾

$$\begin{aligned} (\Delta x + \Delta \xi)^2 + (\Delta y - \Delta \eta)^2 &= (s + \Delta s)^2 \\ \Delta x^2 + \Delta y^2 &= s^2 \end{aligned}$$

ablesen.³⁾ Unter Vernachlässigung der kleinen Grössen $\Delta \xi$ gegen $\Delta x, \Delta \eta$ gegen Δy und Δs gegen s erhalten wir durch Subtraktion

$$\Delta x \cdot \Delta \xi - \Delta y \cdot \Delta \eta = s \cdot \Delta s$$

oder

$$\Delta \xi = \Delta y \cdot \frac{\Delta \eta}{\Delta x} + s \cdot \frac{\Delta s}{\Delta x} \dots (6)$$

Die Stabverkürzung Δs setzt sich aus der Zusammendrückung infolge der Längskraft $S = H \cdot \cos \alpha$ und aus dem Einfluss der Temperaturänderung zusammen:

¹⁾ Eine ähnliche Umdeutung der Differentialgleichung finden wir bei S. Timoshenko: «Suspension bridges with a continuous stiffening truss», Abhandlungen I. V. B. H. 2. Band, 1933/34, bei der Berechnung von Hängebrücken. Dagegen wird erst durch die gedankliche Trennung von H und dem gedachten Festwert N eine Zerlegung in Teileinflüsse und damit eine zur üblichen Theorie statisch unbestimmter Tragwerke analoge Berechnung möglich.

²⁾ F. Stüssi: «Baustatische Methoden». «SBZ» Bd. 107, S. 277, 20. Juni 1936. S. auch: F. Stüssi: «Die Stabilität des auf Biegung beanspruchten Trägers», Abhandlungen I. V. B. H. 3. Band 1935.

³⁾ Diese Ableitung der Elastizitätsbedingung stimmt, abgesehen von der Zerlegung in Teildurchbiegungen η , mit einer auch bei der genaueren Berechnung von Hängebrücken verwendeten Form überein. Siehe Hans Bleich: «Die Berechnung verankerter Hängebrücken», Wien, Springer, 1935. Uebrigens erlaubt auch bei Hängebrücken die Trennung von N und H eine Vereinfachung der genaueren Berechnung, s. F. Stüssi: «Zur Berechnung verankerter Hängebrücken» Abhandlungen I. V. B. H., 4. Band 1936.

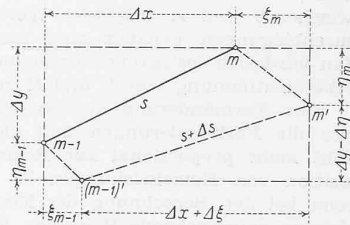


Abb. 2