

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 119/120 (1942)
Heft: 11

Inhaltsverzeichnis

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: 16.05.2025

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

INHALT: Zur Berechnung des gelenklosen, versteiften Stabbogens. — Schraubenverbindungen - Stand der Technik. — Das Haus zum Grossen Pelikan in Zürich. — Mitteilungen: Erfahrungen und Forderungen im Museumsbau. Ueberspannungsschutz von Hausinstallationen. Die «Tonne».

Schweizerische Landesplanungskommission. Walliser Volksheilstätte Montana. — Nekrologe: Maurice Landry. Walter Huber. Fritz Locher. — Korrespondenz. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Band 119

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. 11

Zur Berechnung des gelenklosen, versteiften Stabbogens

Von Dipl. Ing. W. SCHIBLER, Thun

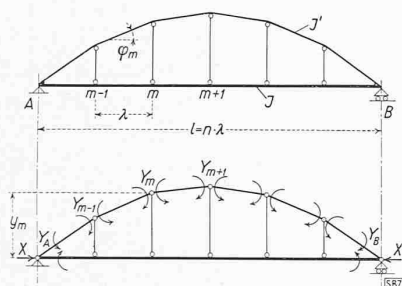


Abb. 1. System und Grundsystem

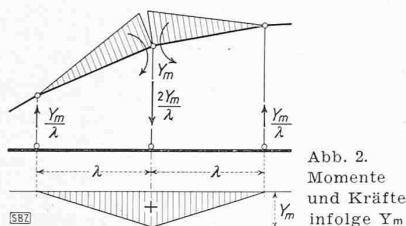


Abb. 2. Momente und Kräfte infolge Ym

Allgemeines. Bei der gewöhnlichen Berechnung des versteiften Stabbogens wird angenommen, dass der Bogen an den Anschlussstellen der Hängestangen oder der Ständer, sowie bei seinem Anschluss an den Versteifungsträger Gelenke besitze. Diese Voraussetzung trifft in Wirklichkeit nicht zu, da man — einmal aus konstruktiven Gründen, dann wegen der räumlichen Steifigkeit — den Bogen gelenklos ausbildet. Nur beim Stabbogen unter dem Versteifungsträger werden an den Kämpfern meist Gelenke vorgesehen.

Es treten im Bogen, neben den Normalkräften, Momente und Biegespannungen auf; die letzten können nicht, wie beim Fachwerk mit steifen Knoten, als Nebenspannungen betrachtet werden: der Bogen beteiligt sich nämlich an der Momentenaufnahme und entlastet dadurch den Versteifungsträger.

Berechnung. Das folgende einfache Berechnungsverfahren wird am Stabbogen mit aufgehobenem Horizontalschub (Langerbalken) gezeigt; für den Stabbogen unter der Fahrbahn mit Kämpfergelenken gilt sinngemäss das Gleiche. Voraussetzungen: 1. Das Trägheitsmoment J des Versteifungsträgers und dasjenige J' des Bogens sind über die Feldweite λ konstant. 2. Die Feldweite λ ist unveränderlich. 3. Die Lasten greifen an den Knoten an. 4. Die Normal- und Querkräfte können bei der Berechnung der Formänderungen vernachlässigt werden. 5. Die Hängestangen sind an ihren beiden Enden gelenkig angeschlossen. (In Wirklichkeit ist dies meistens nicht der Fall, aber das Trägheitsmoment — seien die Hänger als Rundstab oder als I ausgebildet — ist so klein, dass diese Annahme berechtigt ist).

Bei Nichterfüllung einer oder mehrerer der Voraussetzungen 1 bis 4 ist die nachstehende Berechnung ebenfalls gültig, nur erhält man für die Verschiebungsgrössen weniger einfache Ausdrücke.

Als Grundsystem wird der einfache Balken AB (Abb. 1) eingeführt; die Ueberschlägen sind der Horizontalschub X und die Bogenmomente $Y_A, Y_1, \dots, Y_m, \dots, Y_{n-1}, Y_B$, deren Wirkungsweise aus Abb. 2 hervorgeht. Die Elastizitätsgleichungen lauten dann

$$\delta, \alpha_A, \alpha_1, \dots, \alpha_m, \dots, \alpha_{n-1}, \alpha_B = 0$$

Unser System ist somit bei $n+2$ -fach statisch unbestimmt. Das endgültige Versteifungsträgermoment bei m beträgt:

$$M_m = M_0 - X y_m + Y_m \quad (1)$$

Führen wir irgend ein konstantes Trägheitsmoment J_c ein, und

setzen wir $\frac{6 E J_c}{\lambda} = \mu, \frac{J_c}{J_m} = i_m, \frac{J_c}{J'_m} = i'_m$, so betragen die μ -fachen Verschiebungsgrössen:

$$\begin{aligned} \mu \delta_0 &= - \sum_{m=1}^n (2 M_0 y_{m-1} + M_0 y_m + M_0 y_{m+1} + 2 M_0 y_m) i_m \\ \mu \alpha_{A0} &= + M_0 i_1 \\ \mu \alpha_{B0} &= + M_0 i_{n-1} \\ \mu \alpha_{m0} &= + \left[M_0 y_{m-1} i_m + 2 M_0 (i_m + i_{m+1}) + M_0 y_{m+1} i_{m+1} \right] \\ \mu \delta_x &= + 2 \sum (y_{m-1}^2 + y_m^2 + y_{m+1}^2) i_m \\ \mu \alpha_{Ax} &= - y_1 i_1 = \mu \delta_A \\ \mu \alpha_{Bx} &= - y_{n-1} i_n = \mu \delta_B \\ \mu \alpha_{mx} &= - [y_{m-1} i_m + 2 y_m (i_m + i_{m+1}) + y_{m+1} i_{m+1}] = \mu \delta_m \\ \mu \alpha_m &= + 2 (i_m + i'_m \sec \varphi_m + i'_{m+1} \sec \varphi_{m+1} + i_{m+1}) \\ \mu \alpha_{m-1}, m &= i_m + i'_m \sec \varphi_m = \mu \alpha_{m-1} \\ \mu \alpha_{AA} &= + 2 (i_1 + i'_1 \sec \varphi_1) \\ \mu \alpha_{BB} &= + 2 (i_n + i'_n \sec \varphi_n) \end{aligned}$$

Unsere Elastizitätsgleichungen lauten, z. B. für sechs Felder:

$$\begin{aligned} X \delta_x + Y_A \alpha_A + Y_1 \delta_1 + Y_2 \delta_2 + Y_3 \delta_3 + Y_4 \delta_4 + Y_5 \delta_5 + Y_B \delta_B + \delta_0 &= 0 \\ X \alpha_{Ax} + Y_A \alpha_{AA} + Y_1 \alpha_{A1} &+ \alpha_{A0} = 0 \\ X \alpha_{1x} + Y_A \alpha_{1A} + Y_1 \alpha_{11} + Y_2 \alpha_{12} &+ \alpha_{10} = 0 \\ X \alpha_{2x} + Y_1 \alpha_{21} + Y_2 \alpha_{22} + Y_3 \alpha_{23} &+ \alpha_{20} = 0 \\ X \alpha_{3x} + Y_2 \alpha_{32} + Y_3 \alpha_{33} + Y_4 \alpha_{34} &+ \alpha_{30} = 0 \\ X \alpha_{4x} + Y_3 \alpha_{43} + Y_4 \alpha_{44} + Y_5 \alpha_{45} &+ \alpha_{40} = 0 \\ X \alpha_{5x} + Y_4 \alpha_{54} + Y_5 \alpha_{55} + Y_B \alpha_{5B} + \alpha_{50} &= 0 \\ X \alpha_{Bx} + Y_5 \alpha_{B5} + Y_B \alpha_{BB} + \alpha_{B0} &= 0 \end{aligned} \quad I$$

Der Wert von X ist uns aber nahezu bekannt: wir wissen, dass beim gelenkigen Stabbogen der Horizontalschub durch

$$X_s = \frac{\int \frac{M_0 y}{E J} dx}{\int \frac{y^2}{E J} dx} \quad (2)$$

und beim Zweigelenkbogen mit Zugband durch

$$X_z = \frac{\int \frac{M_0 y}{E J} ds}{\int \frac{y^2}{E J} ds} = \frac{\int \frac{M_0 y}{E J} \sec \varphi dx}{\int \frac{y^2}{E J} \sec \varphi dx} \quad (3)$$

gegeben ist. Unser Wert muss offenbar zwischen den voneinander wenig verschiedenen X_s und X_z liegen, da der gelenkige Stabbogen und der Zweigelenkbogen die zwei Grenzfälle unseres Systems darstellen, der erste bei sehr steifem Versteifungsträger, der zweite bei sehr steifem Bogen.

Wir können also für X zunächst einen festen Wert H schätzen, und erhalten dann für die überzähligen Bogenmomente Y ein dreigliedriges Gleichungssystem II, das sich leicht auflösen lässt. Setzen wir

$$L_m = H \alpha_{mx} + \alpha_{m0} \quad (4)$$

so lautet es:

$$\begin{aligned} Y_A \alpha_{AA} + Y_1 \alpha_{A1} &+ L_A = 0 \\ Y_A \alpha_{1A} + Y_1 \alpha_{11} + Y_2 \alpha_{12} &+ L_1 = 0 \\ Y_1 \alpha_{21} + Y_2 \alpha_{22} + Y_3 \alpha_{23} &+ L_2 = 0 \\ Y_2 \alpha_{32} + Y_3 \alpha_{33} + Y_4 \alpha_{34} &+ L_3 = 0 \\ Y_3 \alpha_{43} + Y_4 \alpha_{44} + Y_5 \alpha_{45} &+ L_4 = 0 \\ Y_4 \alpha_{54} + Y_5 \alpha_{55} + Y_B \alpha_{5B} &+ L_5 = 0 \\ Y_5 \alpha_{B5} + Y_B \alpha_{BB} &+ L_B = 0 \end{aligned} \quad II$$

Ein verbesserter Wert $\bar{X}$ für den Horizontalschub ist dann

$$\bar{X} = - \frac{\delta_0 + Y_A \delta_A + \dots + Y_m \delta_m + \dots + Y_B \delta_B}{\delta_x} \quad (5)$$

aus dem sich dann wie oben die neuen Werte $Y_A, Y_1, \dots$ usw. berechnen lassen; meistens wird jedoch ein einziger Rechnungsgang genügen. Die Momente Y_A und Y_B werden sehr klein sein, weil die Hängestangen ungefähr gleiche Biegelinien und Auflagerdrehwinkel des Bogens und des Versteifungsträgers bedingen, sodass die Winkeländerungen α_A und α_B nahezu Null sind. Man könnte somit von vornherein Gelenke bei A und B annehmen. Für die Spannungen im Bogen wird je nach dem Verhältnis von J' zu J und der Kernweite des Bogenquerschnittes Voll- oder Teilbelastung massgebend werden.