

Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **125/126 (1945)**

Heft 14

PDF erstellt am: **12.07.2024**

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.

Inhalt: Diagramme und Verfahren zur Berechnung beliebig belasteter, elastisch gestützter Balken. — Rückblick auf die Jubiläums-Generalversammlung 1944 der G.E.P. — Probleme der Energieverteilung in der Schweiz. — Der Schweiz. Energie-Konsumenten-Verband zur schweizerischen Energiepolitik. — Metall-Trockengleichrichter. — Mitteilungen: Das neue Forschungslaboratorium von Gebrüder Sulzer. Normung auf dem

Gebiete des Schweissens. Pfeilersetzungen bei einem gemauerten Viadukt. Stand der Baukosten. Die Betonstrassen in der Schweiz. Der Schweiz. Autostrassen-Verein. Die neue Maschinenanlage des M.S. «Säntis». Eidg. Technische Hochschule. — Nekrologe: Werner Lang. Felix Weber. Jakob Buchli. — Wettbewerbe. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Band 125

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. 14

Diagramme und Verfahren zur Berechnung beliebig belasteter, elastisch gestützter Balken

Von Ing. Dr. A. MANGER, in Firma Ed. Züblin & Cie., A.-G., Zürich

Schluss von Seite 140

6. Balken auf Stützen mit verschiedenem elastischem Senkmass

a) Diese Systeme können, wenn sie sonst normal sind, mit den Diagrammen verhältnismässig rasch untersucht werden.

Wir bezeichnen das wirkliche System mit «W.S.», das zugehörige Normal-System dagegen als «G.S.» (Grundsystem), die beliebigen anormalen Stützen mit A, B, ... und ihr elastisches Senkmass mit e_a, e_b, ... ± e. Alle Grössen des G.S. werden mit C, M, c, μ usw. bezeichnet, diejenigen des W.S. dagegen mit C', M', c', μ' usw. (Die c', μ' sind dann nicht zu verwechseln mit c', μ' in Gl. (4) (5) und in den Diagrammen).

Betrachtet man eine normale Stütze als eine Gruppe von Federn, so lässt sie sich, durch Wegnehmen einer Feder oder Hinzufügen einer Zusatzfeder in eine anormale Stütze mit gegebenem e_a verwandeln. Man kann also das W.S. durch das G.S. ersetzen, wenn man das letzte, ausser mit den gegebenen Lasten, mit den Kräften X_a, X_b, ... belastet, die die Zusatzfedern erzeugen, d. h. die zur Umwandlung des Verhaltens der Normalstützen A, B, ... in dasjenige der anormalen Stützen A, B, ... notwendig sind.

b) Die Kräfte X_a, X_b, ... sind proportional zu den dann im G.S. entstehenden Stützendrücken C*_a, C*_b, ... der Anormalstützen A, B, ... und es wird z. B. X_a positiv, d. h. nach unten auf den Balken wirkend, wenn e_a > e ist.

Jeder Kraft X am Balken entspricht eine, am Stützenfuss wirkende, entgegengesetzte Kraft -X. Der wirkliche Druck einer anormalen Stütze A wird also

C'_a = C*_a - X_a (18)

Setzt man die Senkung einer anormalen Stütze A im G.S. derjenigen im W.S. gleich, so folgt eC*_a = e_a C', d. h. mit

C*_a = C_a + X_a . c_aa + X_b c_ab +

und unter Beachtung von Gl. (18):

e[C_a + X_a c_aa + X_b c_ab + . . .] = e_a [C_a + X_a (c_aa - 1) + X_b c_ab + . . .] (19)

und daraus leicht, mit

c*_aa = c_aa + e_a / (e - e_a) (20)

X_a c*_aa + X_b c_ab + = -C_a (21)

Für jede Unbekannte kann man eine solche Gleichung aufstellen und somit X_a, X_b, . . . aus den Auflagerdrücken C_a, C_b, . . . des G.S. berechnen.

c) Wenn nur zwei anormale Stützen A, B vorhanden sind (die natürlich z. B. auch C und E sein können) ergibt sich folgender Vorgang:

Mit den Senkmassen e, e_a, e_b der normalen und anormalen Stützen und den, aus dem Diagramm des G.S. entnommenen Werten c_aa, c_bb, c_ab berechnet man die Festwerte

c*_aa = c_aa + e_a / (e - e_a), c*_bb = c_bb + e_b / (e - e_b) . . . (22)

v = c*_aa c*_bb - c_ab^2 (23)

v_a = c*_aa / v, v_b = c*_bb / v, v' = c_ab / v (24)

Dann ermittelt man die im betreffenden Lastfall entstehenden Stützdrücke C_a und C_b des G.S. und berechnet

X_a = -C_a v_b + C_b v' / X_b = -C_b v_a + C_a v' (25)

Diese Kräfte lässt man nun als zusätzliche Lasten (positiv nach unten) auf den Balken des G.S. wirken und erhält Zusatz-Stützdrücke ΔC und -Momente ΔM. Die endgültigen Stützen-Drücke C' und Momente M' werden dann, unter Beachtung von Gl. (18):

bei normalen Stützen: C' = C + ΔC
bei anormalen Stützen: C' = C + ΔC - X
Momente: M' = M + ΔM } (26)

d) Ist eine anormale Stütze, z. B. A starr (e_a = 0) so wird in Gl. (22) c*_aa = c_aa. Setzt man andererseits e_a = ∞, so wird c*_aa = c_aa - 1. Die Stütze A des G.S. fällt dann im W.S. ganz weg. Man kann also auch Systeme untersuchen, bei denen gewisse Spannweiten doppelt so gross wie die anderen sind.

e) Aus c) ergibt sich folgender Vorgang für die Umwandlung der Einflusslinien des G.S. in diejenigen des W.S. mit zwei anormalen Stützen A, B, . . .

Für die Auflagerkraft C'_z = c'_z P bei irgend einer Stütze Z wird die Einflussordinate c'_zx an der Stelle x

c'_zx = c_zx + Δc_zx (27)

worin

Δc_zx = c_ax λ_za + c_bx λ_zb (28)

und

λ_za = v' c_zb - v_b c_za
λ_zb = v' c_za - v_a c_zb } (29)

Die Gl. (27 bis 29) gelten für alle Stützen Z (= A, B, C, . . .) mit folgender, der Gl. (18) entsprechender Einschränkung:

Bei den anormalen Stützen A bzw. B, also wenn z = a oder z = b, d. h. wenn c_za = c_aa bzw. c_zb = c_bb, ist in den Gl. (29) c_aa durch c_aa - 1 bzw. c_bb durch c_bb - 1 zu ersetzen.

Die Zusatz-Ordinaten Δc_zx (Gl. 27) lassen sich damit tabellarisch sehr einfach ermitteln. Man berechnet zuerst für alle Stützen Z (= A, B, C, . . .) d. h. für z = a, b, c, . . ., die λ_za, λ_zb mit Gl. (29, 29 a), in denen v', v_a, v_b, die Festwerte aus Gl. (22 bis 24) und die c_za, c_zb den c_z-Linien des G.S. bei A bzw. B (anormale Stützen) entnommen werden. Dann folgen die Δc_zx für alle Stützen Z aus Gl. (28). Darin sind c_ax, c_bx die Ordinaten der c_a- bzw. c_b-Linien des G.S. bei x, d. h. bei den Laststellungen x = A, 1, B, 2, C, 3, . . ., und Δc_zx nach Gl. (27) die Zusatzordinaten zu c_zx, ebenfalls bei A, 1, B, 2, C, . . .

Im Laufe der Rechnung ergeben sich folgende wertvolle Kontrollmöglichkeiten:

- 1. Es ist Σ c_za = Σ c_zb = 1, (z = a, b, c, d, . . .)
2. Es ist c_ba = c_ab nach Maxwell, weil im G.S. e_a = e_b = e ist.
3. Es ist Σ λ_za = Σ λ_zb = 0, (z = a, b, c, d, . . .)
4. Es ist Σ Δc_zx = 0 (z = a, b, c, d, . . .) bei jeder Lastlage x.

Aus den c_z-Einflusslinien des G.S. folgen endlich die gesuchten c'_z-Linien des W.S. durch Addieren der Δc_z.

Abb. 6a zeigt z. B. das Ergebnis für einen Balken ABCD mit k = 2, bei dem das elastische Senkmass bei der Stütze A doppelt so gross und bei der Stütze C halb so gross wie dasjenige der Normalstützen B und D angenommen wurde. Die gestrichelten Kurven gelten für das zugehörige normale System.

Für ein Moment M'_s = μ'_s Pl im W.S. folgt analog an der Stelle x

μ'_sx = μ_sx + Δμ_sx (31)

Aus Gl. (11) ergibt sich nun, dass Δμ_sx linear von den Δc_zx abhängt. Wir betrachten ein beliebiges Feld n, dessen linkes Auflager mit L und rechtes Auflager mit R bezeichnet wird. Für L, R und für die Feldmitte n heissen dann in Gl. (31):

die μ_sx des G.S.: μ_lx, μ_rx, μ_nx
die Δμ_sx des G.S.: Δμ_ex, Δμ_fx, Δμ_nx

Für die letzten ergibt die Entwicklung aus Gl. (11) die Formeln:

Δμ_fx = Δμ_lx + Σ_{z=a}^z Δc_zx μ_zx (32)

Δμ_nx = (Δμ_lx + Δμ_rx) / 2 (33)

Mit Gl. (32) folgen also die Zusatz-Ordinaten für jedes Auflagermoment M'_r aus denjenigen des links vorgehenden M'_l, wobei die Δc_zx bereits aus Gl. (28) bekannt sind. Nach Gl. (33) sind ferner die Zusatzordinaten für M'_n die Mittelwerte derjenigen für M'_l und M'_r. Die tabellarische Auswertung der Gl. (32, 33) für die verschiedenen Lastlagen x, d. h. bei A, 1, B, 2, C, . . . ist einfach, da für das erste Auflager A alle Δμ_ax = 0 sind. Daraus folgen die Δμ_bx mit Gl. (32) und die Δμ_lx mit Gl. (33). Aus den Δμ_bx ergeben sich dann analog die Δμ_cx und Δμ_2x usw. Als Schlusskontrolle müssen, wie bei A,

*) Bezüglich l vgl. Fussnote 4.