Die Statik im Stahlbetonbau

Beyer, Kurt

Berlin [u.a.], 1956

Zahlenbeispiel

Die Einflußlinien der Anschlußmomente $M_J^{(i)}$ lassen sich auf Grund einer Zerlegung des Anteils $M_{J*}^{(i)}$ nach (552) oft noch einfacher angeben.

$$M_J^{(i)} = M_{J0}^{(i)} + \frac{2}{l_i'}\,(2\varphi_{J0} + \varphi_{(J-1)0}) + \frac{2}{l_i'}\,(2\varphi_{J1} + \varphi_{(J-1)1})\,\psi_1\,. \tag{574}$$

Für $\psi_1 = 0$ ist

$$M_{J0,*}^{(i)} = M_{J0}^{(i)} + \frac{2}{l_i'}\,(2\varphi_{J0} + \varphi_{(J-1)0}) \tag{575}$$

das Anschlußmoment des durchgehenden Trägers mit elastisch drehbaren Stützen, dessen Einflußlinien auch in anderer Weise bestimmt werden können (S. 240). Die Ordinaten der Einflußlinie des zweiten Anteils von $M_J^{(i)}$ sind ein Vielfaches der Ordinaten der Einflußlinie von ψ_1, die Vorzahl von ψ_1 ist das Anschlußmoment $M_{J1}^{(i)}$ für $\psi_1 = 1$. Es ist nach (568) mit $\varphi_{J1}, \varphi_{(J-1)1}$, oft aber auch durch andere Rechnungen bekannt.

Die Einflußlinie $M_{J0,*}^{(i)}$ kann selbstverständlich aber ebenso wie die Einflußlinie von $M_J^{(i)}$ auf S. 333 als Biegelinie einer ausgezeichneten Belastung (Ji) mit $\mathsf{M}_J = 4/l_i'$, $\mathsf{M}_{J-1} = 2/l_i'$ aufgetragen werden. Sie betrifft hier jedoch die Riegel $\overline{(H-1), H} \equiv l_h$ des geometrisch unbestimmten Hauptsystems ($\psi_1 = 0$). Die Belastung (Ji) erzeugt die Knotendrehwinkel $\varphi_{(H-1),Ji}^{**}$, $\varphi_{H,Ji}^{**}$, die unmittelbar mit den Vorzahlen der konjugierten Matrix der ersten Stufe des Ansatzes $\delta A_J = 0$, $\psi_1 = 0$ angeschrieben werden können.

$$\left.\begin{aligned} -\varphi_{(H-1),Ji}^{**} &= \frac{2}{l_i'}\,(\beta_{(H-1)(J-1)} + 2\beta_{(H-1)J})\,, \\ -\varphi_{H,Ji}^{**} &= \frac{2}{l_i'}\,(\beta_{H(J-1)} + 2\beta_{HJ})\,. \end{aligned}\right\} \tag{576}$$

Die Gleichung der Einflußlinie $M_{J0,*}^{(i)}$ lautet darnach im Bereich l_h folgendermaßen:

$$M_{J0,*}^{(i)} = l_h\,(\varphi_{(H-1),Ji}^{**}\,\omega_r' - \varphi_{H,Ji}^{**}\,\omega_r)\,. \tag{577}$$

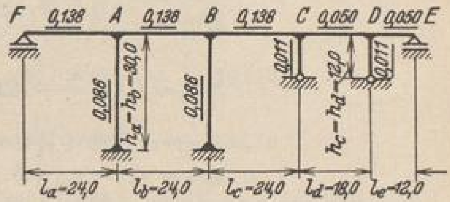

Abb. 315. Die unterstrichenen Zahlen geben die Trägheitsmomente an.

Durchgehender Rahmen mit verschiedener Lagerung der Pfosten.

1. Geometrische Grundlagen.

Stablängen und Trägheitsmomente siehe Abb. 315.
Alle Größen beziehen sich auf die Einheiten t und m.
Reduzierte Stablängen ($J_c = 0{,}138\ \mathrm{m}^4$):

$$l_a' = 24{,}0\,,\quad l_b' = 24{,}0\,,\quad l_c' = 24{,}0\,,\quad l_d' = 49{,}68\,,\quad l_e' = 33{,}12\,,$$
$$h_a' = 48{,}14\,,\quad h_b' = 48{,}14\,,\quad h_c' = 150{,}54\,,\quad h_d' = 150{,}54\,.$$

2. Überzählige Größen und statische Bedingungen.

$$a_{AA} = -\left(\frac{3}{l_a'} + \frac{4}{h_a'} + \frac{4}{l_b'}\right) = -0{,}374758\,,\qquad a_{AB} = -\frac{2}{l_b'} = -0{,}083333\,,$$

$$a_{A1} = \frac{6}{h_a'} = +0{,}124636\,,\qquad a_{BB} = -\left(\frac{4}{l_b'} + \frac{4}{h_b'} + \frac{4}{l_c'}\right) = -0{,}416424\,,$$

$$a_{BC} = -\frac{2}{l_c'} = -0{,}083333\,,\qquad a_{B1} = \frac{6}{h_b'}\,\frac{h_a}{h_b} = +0{,}124636\,,$$

$$a_{CC} = -\left(\frac{4}{l_c'} + \frac{3}{h_c'} + \frac{4}{l_d'}\right) = -0{,}267110\,,\qquad a_{CD} = -\frac{2}{l_d'} = -0{,}040258\,,$$

$$a_{C1} = \frac{3}{h_c'}\,\frac{h_a}{h_c} = +0{,}049821\,,\qquad a_{DD} = -\left(\frac{4}{l_d'} + \frac{3}{h_d'} + \frac{3}{l_e'}\right) = -0{,}191023\,,$$

$$a_{D1} = \frac{3}{h_d'}\,\frac{h_a}{h_d} = +0{,}049821\,,$$

$$a_{11} = -12\left(\frac{1}{h_a'} + \frac{h_a^2}{h_b^2\,h_b'}\right) - 3\left(\frac{h_a^2}{h_c^2\,h_c'} + \frac{h_a^2}{h_d^2\,h_d'}\right) = -0{,}747649\,.$$

Matrix der statischen Bedingungen.

	φ_A	φ_B	φ_C	φ_D	ψ_1
A	$-0{,}374758$	$-0{,}083333$			$+0{,}124636$
B	$-0{,}083333$	$-0{,}416424$	$-0{,}083333$		$+0{,}124636$
C		$-0{,}083333$	$-0{,}267110$	$-0{,}040258$	$+0{,}049821$
D			$-0{,}040258$	$-0{,}191023$	$+0{,}049821$
1	$+0{,}124636$	$+0{,}124636$	$+0{,}049821$	$+0{,}049821$	$-0{,}747649$

A. Berechnung mit dem Gaußschen Algorithmus (Abschn. 29).

3. Vorzahlen β_{JK}

	a_{A0}	a_{B0}	a_{C0}	a_{D0}	a_{10}
φ_A	$-2{,}920756$	$+0{,}503428$	$-0{,}226407$	$-0{,}062405$	$-0{,}422223$
φ_B	$+0{,}503428$	$-2{,}772280$	$+0{,}841600$	$-0{,}266009$	$-0{,}339870$
φ_C	$-0{,}226407$	$+0{,}841600$	$-4{,}155719$	$+0{,}845025$	$-0{,}118059$
φ_D	$-0{,}062405$	$-0{,}266009$	$+0{,}845025$	$-5{,}508394$	$-0{,}365497$
ψ_1	$-0{,}422223$	$-0{,}339870$	$-0{,}118059$	$-0{,}365497$	$-1{,}496793$

4. Belastung der Felder (a) und (b) durch $p = 4$ t/m. (Abb. 316a).

$$M_{A0}^{(a)} = +\frac{p\,l_a^2}{8} = \frac{4\cdot 24^2}{8} = 288\,, \qquad M_{A0}^{(b)} = -\frac{p\,l_b^2}{12} = -\frac{4\cdot 24^2}{12} = -192\,,$$

$$M_{B0}^{(b)} = +\frac{p\,l_b^2}{12} = +192 \text{ mt}.$$

$$a_{A0} = -(288-192) = -96\,, \qquad a_{B0} = -(+192) = -192\,,$$

$$a_{C0} = a_{D0} = a_{10} = 0\,.$$

Berechnung der überzähligen Größen nach (542):

$$\varphi_A = -183{,}734\,, \qquad \varphi_C = +139{,}852\,, \qquad \psi_1 = -105{,}788\,,$$

$$\varphi_B = -483{,}949\,, \qquad \varphi_D = -57{,}065\,,$$

$$\vartheta_{\bar a} = \vartheta_{\bar b} = \psi_1 = -105{,}788\,, \qquad \vartheta_{\bar c} = \vartheta_{\bar d} = \frac{h_a}{h_c}\psi_1 = -264{,}470\,.$$

$$M_A^{(\bar a)} = \frac{2}{h'_a}(\varphi_A - 3\,\vartheta_{\bar a}) = +\ 5{,}552 \text{ mt},$$

$$M_A^{(a)} = M_{A0}^{(a)} + \frac{3}{l'_a}\varphi_A = +265{,}033 \text{ mt},$$

$$M_A^{(\bar a)} = \frac{2}{h'_a}(2\,\varphi_A - 3\,\vartheta_{\bar a}) = -\ 2{,}082 \text{ mt},$$

$$M_A^{(b)} = M_{A0}^{(b)} + \frac{2}{l'_b}(2\,\varphi_A + \varphi_B) = -262{,}951 \text{ mt},$$

$$M_B^{(b)} = M_{B0}^{(b)} + \frac{2}{l'_b}(2\,\varphi_B + \varphi_A) = +\ 96{,}031 \text{ mt},$$

$$M_B^{(\bar b)} = \frac{2}{h'_b}(2\,\varphi_B - 3\,\vartheta_{\bar b}) = -\ 27{,}027 \text{ mt},$$

$$M_B^{(c)} = \frac{2}{l'_c}(2\,\varphi_B + \varphi_C) = -\ 69{,}004 \text{ mt},$$

$$M_B^{(\bar b)} = \frac{2}{h'_b}(\varphi_B - 3\,\vartheta_{\bar b}) = -\ 6{,}921 \text{ mt}.$$

$$M_C^{(c)} = \frac{2}{l'_c}(2\,\varphi_C + \varphi_B) = -17{,}020 \text{ mt},$$

$$M_C^{(\bar c)} = \frac{3}{h'_c}(\varphi_C - \vartheta_{\bar c}) = +\ 8{,}057 \text{ mt},$$

$$M_C^{(d)} = \frac{2}{l'_d}(2\,\varphi_C + \varphi_D) = +\ 8{,}963 \text{ mt},$$

$$M_D^{(d)} = \frac{2}{l'_d}(2\,\varphi_D + \varphi_C) = +\ 1{,}036 \text{ mt},$$

$$M_D^{(\bar d)} = \frac{3}{h'_d}(\varphi_D - \vartheta_{\bar d}) = +\ 4{,}133 \text{ mt},$$

$$M_D^{(e)} = \frac{3}{l'_e}\varphi_D = -\ 5{,}169 \text{ mt}.$$

5. Temperaturerhöhung des Riegels um $t = 15^0$ (Abb. 316 b).

$$E J_c \alpha_t t = 2100000 \cdot 0{,}138 \cdot 10^{-5} \cdot 15 = 43{,}4700,$$

$$\vartheta_{\bar a t} = 0, \qquad \vartheta_{\bar b t} = E J_c \alpha_t t \frac{L_b}{h_b} = 43{,}47 \frac{24{,}0}{30{,}0} = 34{,}776,$$

$$\vartheta_{\bar c t} = E J_c \alpha_t t \frac{L_c}{h_c} = 43{,}47 \frac{48{,}0}{12{,}0} = 173{,}880, \qquad \vartheta_{\bar d t} = E J_c \alpha_t t \frac{L_d}{h_d} = 43{,}47 \frac{66{,}0}{12{,}0} = 239{,}085,$$

$$a_{At} = 0; \qquad a_{Bt} = 6 E J_c \alpha_t t \frac{L_b}{h_b h_b'} = +4{,}33436,$$

$$a_{Ct} = 3 E J_c \alpha_t t \frac{L_c}{h_c h_c'} = +3{,}46513, \qquad a_{Dt} = 3 E J_c \alpha_t t \frac{L_d}{h_d h_d'} = +4{,}76455,$$

$$a_{1t} = -E J_c \alpha_t t \left(\frac{12}{h_b'} \frac{L_b h_a}{h_b^2} + \frac{3}{h_c'} \frac{L_c h_a}{h_c^2} + \frac{3}{h_d'} \frac{L_d h_a}{h_d^2} \right) = -29{,}2429.$$

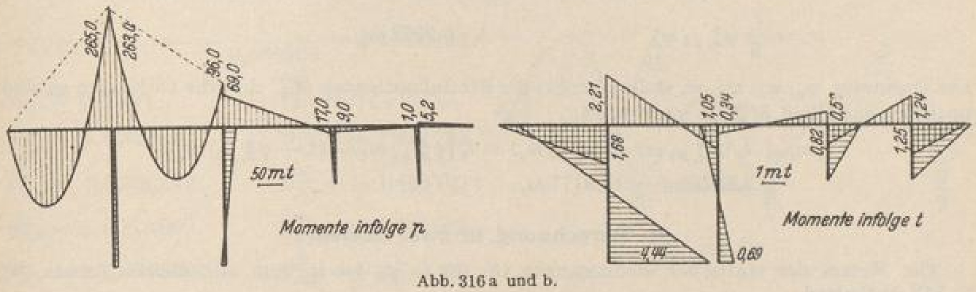

Abb. 316 a und b.

Berechnung der überzähligen Größen nach (542):

$$\varphi_A = -13{,}4472, \qquad \varphi_C = +3{,}2738, \qquad \psi_1 = -40{,}1469,$$
$$\varphi_B = +0{,}4284, \qquad \varphi_D = +13{,}7817.$$

$$\vartheta_{\bar a} = \vartheta_{\bar a t} + \psi_1 = -40{,}147, \qquad \vartheta_{\bar c} = \vartheta_{\bar c t} + \psi_1 \frac{h_a}{h_c} = +\ 73{,}513,$$

$$\vartheta_{\bar b} = \vartheta_{\bar b t} + \psi_1 = -\ 5{,}371, \qquad \vartheta_{\bar d} = \vartheta_{\bar d t} + \psi_1 \frac{h_a}{h_d} = +138{,}718.$$

$M_A^{(a)} = -1{,}681,$	$M_B^{(b)} = -1{,}049,$	$M_C^{(c)} = +0{,}581,$	$M_D^{(d)} = +1{,}241$ mt,
$M_A^{(\bar a)} = +3{,}886,$	$M_B^{(\bar b)} = +0{,}705,$	$M_C^{(\bar c)} = -1{,}400,$	$M_D^{(\bar d)} = -2{,}490$ mt,
$M_A^{(b)} = -2{,}206,$	$M_B^{(c)} = +0{,}344,$	$M_C^{(d)} = +0{,}818,$	$M_D^{(e)} = +1{,}248$ mt,

$$M_A^{(\bar b)} = +4{,}445 \text{ mt}, \qquad M_B^{(\bar b)} = +0{,}687 \text{ mt}.$$

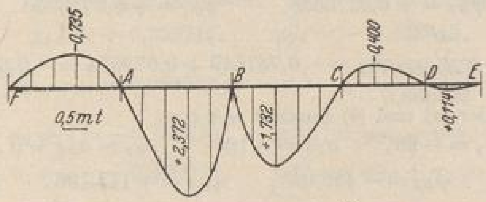

Abb. 317. Einflußlinie $M_B^{(b)}$.

6. Einflußlinie $M_B^{(b)}$ (Abb. 317).

$$M_B^{(b)} = M_{B0}^{(b)} + \frac{2}{l_b'} (2 \varphi_B + \varphi_A) = M_{B0}^{(b)} + M_{B*}^{(b)},$$

$$M_{B0}^{(b)} = l_b \omega_r \text{ im Bereich } (b), \text{ sonst ist } M_{B0}^{(b)} = 0.$$

$M_{B*}^{(b)}$ wird als Biegelinie zu der Belastung $\mathrm{M}_B = 4/l_b'$, $\mathrm{M}_A = 2/l_b'$ aufgezeichnet.

Belastungsglieder:

$$a_{A0} = \frac{2}{l'_b} = +0{,}083\,333, \qquad a_{B0} = \frac{4}{l'_b} = +0{,}166\,667.$$

Berechnung der überzähligen Größen nach (542):

$$\varphi^*_{A,Bb} = +0{,}159491, \quad \varphi^*_{B,Bb} = +0{,}420\,095, \quad \varphi^*_{C,Bb} = -0{,}121\,400,$$
$$\varphi^*_{D,Bb} = +0{,}049\,535, \quad \psi^*_{1,Bb} = +0{,}091\,830.$$

$$w_a = -\frac{l_a}{2}\varphi^*_{A,Bb}\,\omega_D \qquad = - \;1{,}9139\,\omega_D,$$

$$w_b = l_b(\varphi^*_{A,Bb}\,\omega'_\tau - \varphi^*_{B,Bb}\,\omega_\tau) = +\;3{,}8278\,\omega'_\tau - 10{,}0823\,\omega_\tau,$$

$$w_c = l_c(\varphi^*_{B,Bb}\,\omega'_\tau - \varphi^*_{C,Bb}\,\omega_\tau) = +10{,}0823\,\omega'_\tau + \;2{,}9136\,\omega_\tau,$$

$$w_d = l_d(\varphi^*_{C,Bb}\,\omega'_\tau - \varphi^*_{D,Bb}\,\omega_\tau) = -\;2{,}1852\,\omega'_\tau - \;0{,}8916\,\omega_\tau,$$

$$w_e = \frac{l_e}{2}\varphi^*_{D,Bb}\,\omega'_D \qquad = +\;0{,}2972\,\omega'_D.$$

Die Ordinaten w_a, w_c, w_d, w_e stellen bereits die Einflußordinaten $M_B^{(b)}$ dar, die Ordinaten w_b sind noch um das Glied $M_{B0}^{(b)}$ zu vermehren:

$$l_b\,\omega_\tau + l_b(\varphi^*_{A,Bb}\,\omega'_\tau - \varphi^*_{B,Bb}\,\omega_\tau) = l_b[\varphi^*_{A,Bb}\,\omega'_\tau + (1 - \varphi^*_{B,Bb})\,\omega_\tau]$$
$$= 3{,}8278\,\omega'_\tau + 13{,}9177\,\omega_\tau.$$

B. Berechnung in zwei Stufen.

Die Matrix der statischen Bedingungen für $\varphi_A \ldots \varphi_D$ ist in dem allgemeinen Ansatz auf S. 342 enthalten.

3. Vorzahlen β_{JK} des dreigliedrigen Ansatzes für $\psi_1 = 0$ nach S. 230 ff.

	a_{A0}	a_{B0}	a_{C0}	a_{D0}
φ_A	− 2,801 651	+ 0,599 297	− 0,193 102	+ 0,040 696
φ_B	+ 0,599 297	− 2,695 109	+ 0,868 404	− 0,183 016
φ_C	− 0,193 102	+ 0,868 404	− 4,146 405	+ 0,873 853
φ_D	+ 0,040 696	− 0,183 016	+ 0,873 853	− 5,419 136

4. Knotendrehwinkel φ_{J1}.

Belastungsglieder: $a_{A1} = +0{,}124636$, $a_{C1} = +0{,}049821$,

$a_{B1} = +0{,}124636$, $a_{D1} = +0{,}049821$,

$\varphi_{A1} = +0{,}2820856$, $\varphi_{B1} = +0{,}2270668$, $\varphi_{C1} = +0{,}0788750$, $\varphi_{D1} = +0{,}2441887$,

$$a_{11}^{(r)} = a_{11} + \sum_A^D \varphi_{J1}\,a_{1J} = -0{,}747649 + 0{,}079554 = -0{,}668095.$$

5. Belastung der Felder (a) und (b) durch $p = 4$ t/m.

$$a_{A0} = -96, \quad a_{B0} = -192, \quad a_{C0} = a_{D0} = 0,$$

$$\varphi_{A0} = -153{,}893, \quad \varphi_{B0} = -459{,}928, \quad \varphi_{C0} = +148{,}196, \quad \varphi_{D0} = -31{,}232,$$

$$a_{10}^{(r)} = a_{10} + \sum_A^D \varphi_{J0}\,a_{1J} = 0 - 70{,}6769,$$

$$\psi_1 = -\frac{a_{10}^{(r)}}{a_{11}^{(r)}} = -\frac{-70{,}6769}{-0{,}668095} = -105{,}789,$$

$$\varphi_A = \varphi_{A0} + \psi_1\,\varphi_{A1} = -183{,}735, \qquad \varphi_C = \varphi_{C0} + \psi_1\,\varphi_{C1} = +139{,}851,$$
$$\varphi_B = \varphi_{B0} + \psi_1\,\varphi_{B1} = -483{,}947, \qquad \varphi_D = \varphi_{D0} + \psi_1\,\varphi_{D1} = -57{,}064.$$

Die Superposition verläuft wie bei A und unterbleibt daher.

6. Temperaturerhöhung des Riegels um 15°.

$$a_{At} = 0, \quad a_{Bt} = +4{,}33436, \quad a_{Ct} = +3{,}46513, \quad a_{Dt} = +\ 4{,}76455,$$
$$\varphi_{At} = -2{,}122345, \quad \varphi_{Bt} = +9{,}544428, \quad \varphi_{Ct} = +6{,}440343, \quad \varphi_{Dt} = +23{,}584985.$$

$$a_{1t}^{(r)} = a_{1t} + \sum_A^D \varphi_{Jt}\, a_{1J} = -29{,}2429 + 2{,}420951 = -26{,}8219,$$

$$\psi_1 = -\frac{a_{1t}^{(r)}}{a_{11}^{(r)}} = -\frac{-26{,}8219}{-0{,}668095} = -40{,}1468,$$

$$\varphi_A = \varphi_{At} + \psi_1\,\varphi_{A1} = -13{,}4472, \qquad \varphi_C = \varphi_{Ct} + \psi_1\,\varphi_{C1} = +3{,}2737,$$
$$\varphi_B = \varphi_{Bt} + \psi_1\,\varphi_{B1} = +0{,}4284, \qquad \varphi_D = \varphi_{Dt} + \psi_1\,\varphi_{D1} = +13{,}7816.$$

7. Einflußlinie ψ_1 (Abb. 318).

Die Belastung $\mathsf{M}_a = 1$ mt am Pfosten h_a (Abb. 314) führt zu

$$\psi_{1,a}^* = -\frac{1}{a_{11}^{(r)}} = -\frac{1}{-0{,}668095} = +1{,}496793.$$

$$\varphi_{J,a}^* = \psi_{1,a}^*\,\varphi_{J1}, \qquad \vartheta_{h,a}^* = \psi_{1,a}^*\,\vartheta_{h1},$$
$$\varphi_{A,a}^* = +\ 0{,}422224, \qquad \vartheta_{a,a}^* = +\ 1{,}496793,$$
$$\varphi_{B,a}^* = +\ 0{,}339872, \qquad \vartheta_{b,a}^* = +\ 1{,}496793,$$
$$\varphi_{C,a}^* = +\ 0{,}118060, \qquad \vartheta_{c,a}^* = +\ 3{,}741983,$$
$$\varphi_{D,a}^* = +\ 0{,}365500, \qquad \vartheta_{d,a}^* = +\ 3{,}741983.$$

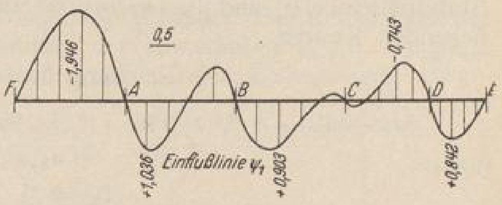

Abb. 318.

$$\text{Feld } a\colon \quad \psi_1 = -\frac{l_a}{2}\,\varphi_{A,a}^*\,\omega_D \qquad = -\ 5{,}0667\,\omega_D,$$
$$\text{Feld } b\colon \quad \psi_1 = l_b\,(\varphi_{A,a}^*\,\omega_\tau' - \varphi_{B,a}^*\,\omega_\tau) = +\ 10{,}1334\,\omega_\tau' - 8{,}1569\,\omega_\tau,$$
$$\text{Feld } c\colon \quad \psi_1 = l_c\,(\varphi_{B,a}^*\,\omega_\tau' - \varphi_{C,a}^*\,\omega_\tau) = +\ 8{,}1569\,\omega_\tau' - 2{,}8334\,\omega_\tau,$$
$$\text{Feld } d\colon \quad \psi_1 = l_d\,(\varphi_{C,a}^*\,\omega_\tau' - \varphi_{D,a}^*\,\omega_\tau) = +\ 2{,}1251\,\omega_\tau' - 6{,}5790\,\omega_\tau,$$
$$\text{Feld } e\colon \quad \psi_1 = \frac{l_e}{2}\,\varphi_{D,a}^*\,\omega_D' \qquad = +\ 2{,}1930\,\omega_D'.$$

8. Einflußlinie $M_B^{(b)}$.

$$M_B^{(b)} = M_{B0}^{(b)} + \frac{2}{l_b'}\,(2\,\varphi_B + \varphi_A) = M_{B0}^{(b)} + M_{B*}^{(b)},$$
$$M_{B*}^{(b)} = \text{Biegelinie infolge } \mathsf{M}_A = 2/l_b', \qquad \mathsf{M}_B = 4/l_b'.$$

Belastungsglieder: $a_{A0} = 2/l_b' = 0{,}083333$, $a_{B0} = 4/l_b' = 0{,}166667$,

$$\varphi_{A0} = +\ 0{,}133587, \quad \varphi_{B0} = +\ 0{,}399245, \quad \varphi_{C0} = -\ 0{,}128643, \quad \varphi_{D0} = +\ 0{,}027111,$$

$$a_{10}^{(r)} = a_{10} + \sum \varphi_{J0}\,a_{1J} = 0{,}061352, \qquad \psi_1 = -\frac{+0{,}061352}{-0{,}668095} = +0{,}091831,$$

$$\varphi_{A,Bb}^* = \varphi_{A0} + \psi_1\,\varphi_{A1} = +0{,}159490, \qquad \varphi_{C,Bb}^* = \varphi_{C0} + \psi_1\varphi_{C1} = -0{,}121400,$$
$$\varphi_{B,Bb}^* = \varphi_{B0} + \psi_1\,\varphi_{B1} = +0{,}420097, \qquad \varphi_{D,Bb}^* = \varphi_{D0} + \psi_1\,\varphi_{D1} = +0{,}049535.$$

Allgemeiner Ansatz zur Untersuchung des Stockwerkrahmens. Der Verschiebungszustand eines Stockwerkrahmens mit n Pfosten und v durchgehenden Riegelstäben (Abb. 319) wird durch $v \cdot n$ Knotendrehwinkel φ_J und $f = v$ unabhängige Komponenten ψ_c beschrieben. Hierfür eignen sich die waagerechten Verschiebungen $u_1 \ldots u_v$ der Riegel und die Drehwinkel $\vartheta_1 \ldots \vartheta_v$ der Abschnitte eines aufgehenden Pfostens. Die Pfostendrehwinkel eines Stockwerks sind bei waagerechten Riegelzügen mit $\varepsilon_{h0} = 0$ und senkrechten Pfosten gleich groß, die Drehwinkel der Riegel Null.