



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Statik im Stahlbetonbau**

**Beyer, Kurt**

**Berlin [u.a.], 1956**

Zahlenbeispiel

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-74292](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-74292)

$(y_h, J_h)$  mit

$$y_h^* = y_h + \Delta y_h, \quad J_h^* = J_h + \Delta J_h \quad (859)$$

derart bestimmt, daß in  $r$  Querschnitten die Bedingungen

$$-\sigma_o = \frac{\max M_{ku}}{W_o} = \frac{\min M_{ko}}{W_u} = \sigma_u; \quad \max M_{ku} = -\sigma_{zul} W_o \quad (860)$$

erfüllt sind. Dies ist für

$$X^* = X + \sum \frac{\partial X}{\partial y_h} \Delta y_h + \sum \frac{\partial X}{\partial J_h} \Delta J_h; \quad M^* = M + \sum \frac{\partial M}{\partial y_h} \Delta y_h + \sum \frac{\partial M}{\partial J_h} \Delta J_h \quad (861)$$

der Fall, so daß bei Vernachlässigung der höheren Potenzen  $2r$  lineare Gleichungen mit  $2r$  unbekanntem geometrischen Bestimmungsstücken  $\Delta y_h, \Delta J_h$  entstehen. Die Lösung ist durch allmähliche Annäherung einfacher. Die Bedingungen (860) werden dann zunächst für die einzelnen Querschnitte ( $h$ ) erfüllt, so daß bei Bogenträgern mit  $W_o = W_u$  folgende Gleichung entsteht.

$$\begin{aligned} -H_q \Delta y_h + \max M_{ku} &= +H_q \Delta y_h + |\min M_{ko}|, \\ -\Delta y_h &= \frac{|\min M_{ko}| - \max M_{ku}}{2H_q}. \end{aligned} \quad (862)$$

Darin enthält  $\min M_{ko}$  den Anteil aus Eigengewicht, Nutzlast, Schwinden, Temperaturabfall ( $t$ ), Ausweichen der Widerlager ( $\Delta l$ ),  $\max M_{ku}$  den Anteil aus Eigengewicht, Nutzlast und Temperaturzunahme ( $t$ ).  $y + \Delta y_h$  ist die Ordinate der verbesserten Bogenform.

#### Bestimmung der Mittellinie eines beiderseits eingespannten Bogenträgers mit $M_c \approx 0, M_k \approx 0$ .

Als Beispiel dient der Bogenträger mit einer Kettenlinie als Achse und  $n = 0,4$  nach S. 538. (Abb. 520). Die Einflußlinien der überzähligen Größen und die Stütz- und Schnittkräfte aus Eigengewicht sind bekannt und werden übernommen.

##### 1. Einflußlinien der Momente im Kämpfer und Scheitel.

$$M_a = 1 \eta_a = X_1 y_{1,0} - X_2 - X_3,$$

$$M_c = 1 \eta_c = M_{0c} - X_1 y_{2,0} - X_3 \quad (\text{Abb. 540}).$$

##### 2. Summeneinflußlinien der Kämpfermomente und Scheitelmomente für zwei symmetrisch angreifende Einzellasten (Abb. 539).

$$\left. \begin{aligned} M_{a\Sigma} &= 1 \cdot \kappa = \eta_a(\xi) + \eta_a(-\xi), \\ M_{c\Sigma} &= 1 \cdot \zeta = \eta_c(\xi) + \eta_c(-\xi) \end{aligned} \right\} \quad (\text{Abb. 541}).$$

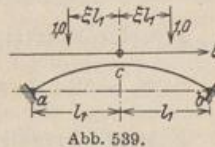
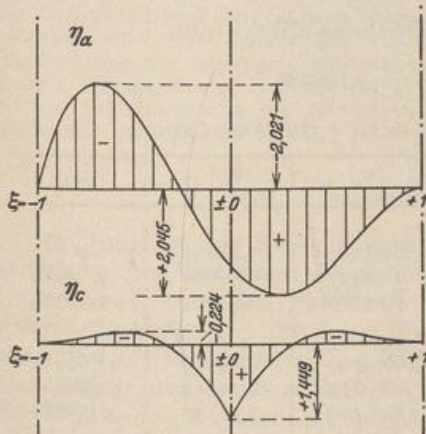
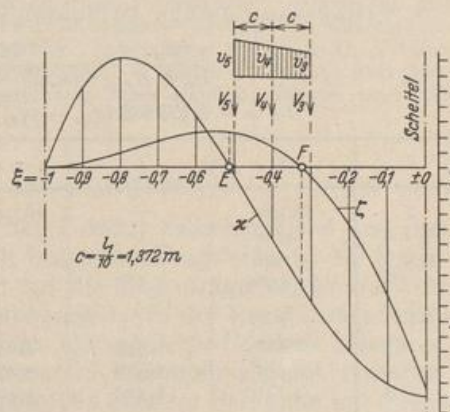


Abb. 539.

Abb. 540. Die Einflußlinien der Biegemomente des Bogenträgers im Kämpfer ( $\eta_a$ ) und Scheitel ( $\eta_c$ ).Abb. 541. Die Summeneinflußlinien der Kämpfermomente ( $\kappa$ ) und Scheitelmomente ( $\zeta$ ) für zwei symmetrisch angreifende Lasten.

$m$	$\xi$	$\eta_a$	$\xi$	$\eta_a$	$\xi$	$\eta_c$	$\kappa_m$	$\zeta_m$
0	$\pm 0,0$	1,49159	$\pm 0,0$	1,49159	$\pm 0,0$	+ 1,44934	+ 2,98318	+ 2,89868
...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	- 0,3	- 0,27915	+ 0,3	+ 2,04547	$\pm 0,3$	+ 0,05682	+ 1,76632	+ 0,11364
4	- 0,4	- 0,93256	+ 0,4	+ 1,89128	$\pm 0,4$	- 0,13679	+ 0,95872	- 0,27358
5	- 0,5	- 1,49927	+ 0,5	+ 1,59751	$\pm 0,5$	- 0,22220	+ 0,09824	- 0,44440
...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	- 0,9	- 1,13420	+ 0,9	+ 0,10490	$\pm 0,9$	- 0,02710	- 1,02930	- 0,05420
10	- 1,0	$\mp 0,00000$	+ 1,0	+ 0,00000	$\pm 1,0$	$\mp 0,00000$	$\mp 0,00000$	$\mp 0,00000$

3. Kämpfer- und Scheitelmoment aus Eigengewicht.

Nach II, 5, c) S. 542 ist:  $M_{a_0} = - 6,07532$ ,  $M_{c_0} = + 1,82462$ .

4. Berechnung von  $v(x)$ ,  $V$  aus (856) und aus der Bedingung  $M_a \approx 0$ ,  $M_c \approx 0$ .  $\Delta M_{a_0} = M_{a_0}$ ,  $\Delta M_{c_0} = M_{c_0}$ . Mit Simpson (S. 95) ist:

$$-\Delta M_{a_0} \approx I_1 \int_{0,3}^{0,5} \kappa v d\xi = \frac{c}{3} \sum_{0,3}^{0,5} \lambda \cdot \kappa v = \frac{c}{3} [\kappa_5 v_5 + 4 \kappa_4 \frac{v_5 + v_3}{2} + \kappa_3 v_3],$$

$$-\Delta M_{c_0} \approx I_1 \int_{0,3}^{0,5} \zeta v d\xi = \frac{c}{3} \sum_{0,3}^{0,5} \lambda \cdot \zeta v = \frac{c}{3} [\zeta_5 v_5 + 4 \zeta_4 \frac{v_5 + v_3}{2} + \zeta_3 v_3],$$

$$+ 6,07532 = 0,45733 [0,09824 v_5 + 2 \cdot 0,95872 v_5 + 2 \cdot 0,95872 v_3 + 1,76632 v_3],$$

$$- 1,82462 = 0,45733 [- 0,44440 v_5 - 2 \cdot 0,27358 v_5 - 2 \cdot 0,27358 v_3 + 0,11364 v_3].$$

$$v_5 = 3,21649, \quad v_3 = 1,84616, \quad \text{nach linearer Einschaltung: } v_4 = 2,53133;$$

$$V_5 = \frac{c}{6} (2 v_5 + v_4) = 2,04984, \quad V_3 = \frac{c}{6} (v_4 + 2 v_3) = 1,42314,$$

$$V_4 = \frac{c}{6} (v_5 + 4 v_4 + v_3) = 3,47299, \quad A_v = \sum_3^5 V_m = 6,94597.$$

5. Mittelkraftlinie nach (135) für die virtuelle Belastung  $\Sigma(-V_m)$ .

$$H_e = M_{0c} \Sigma(-V) / f = \frac{- 56,31940}{4,12} = - 13,66976, \quad y_{1v} = \frac{M_{0c} \Sigma(-V)}{H_e}, \quad (\text{Abb. 542}).$$

6. Mittelkraftlinie aus Eigengewicht ( $q_k, q_s$ ) nach (538).

$$H_e = 84,247 \text{ t (S. 542)}, \quad y_{1e} = y_1 = f - y_2, \quad y_2 \text{ (S. 540)}.$$

7. Verlagerung  $\Delta y$  und Ordinaten  $\bar{y}_1$  der gesuchten Mittellinie.

$$\frac{H_e}{H_e + H_v} = \frac{- 13,670}{84,247 - 13,670} = - 0,193689,$$

$$\Delta y = - 0,193689 (y_{1v} - y_{1e}), \quad \bar{y}_1 = y_{1e} + \Delta y \quad (\text{Abb. 542}).$$

$\xi$	$x$	$c$	$P$	$V_0$	$V_0 \cdot c$	$M_{0e}$
0	13,720	—	(6,94597)	—	—	—
- 1,0	13,720	0	—	6,94597	0,00000	0,00000
- 0,9	12,348	1,372	—	6,94597	9,52987	9,52987
- 0,8	10,976	1,372	—	6,94597	9,52987	19,05974
...	...	...	...	...	...	...
- 0,5	6,860	1,372	2,04984	6,94597	9,52987	47,64935
- 0,4	5,488	1,372	3,47299	4,89613	6,71749	54,36684
- 0,3	4,116	1,372	1,42314	1,42314	1,95255	56,31939
...	...	...	...	...	...	...
0,0	0,000	1,372	—	0,00000	0,00000	56,31939

$\xi$	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	$\mp 0,0$
$y_{1e}$	0,000	1,002	1,804	2,442	2,945	3,337	3,636	3,855	4,004	4,091	4,120
$\bar{y}_1$	0,000	1,062	1,884	2,510	2,975	3,308	3,569	3,803	3,982	4,086	4,120
$\Delta y$	0,000	+ 0,060	+ 0,080	+ 0,068	+ 0,030	- 0,029	- 0,067	- 0,052	- 0,022	- 0,005	0,000

8. Nachprüfung der Ergebnisse. Eine Nachrechnung ergibt, daß die Bedingungen  $M_e \approx 0$ ;  $M_s = M_b \approx 0$  nahezu erfüllt sind (Abb. 542). Der Grad der Annäherung hängt von der Rechengenauigkeit ab.

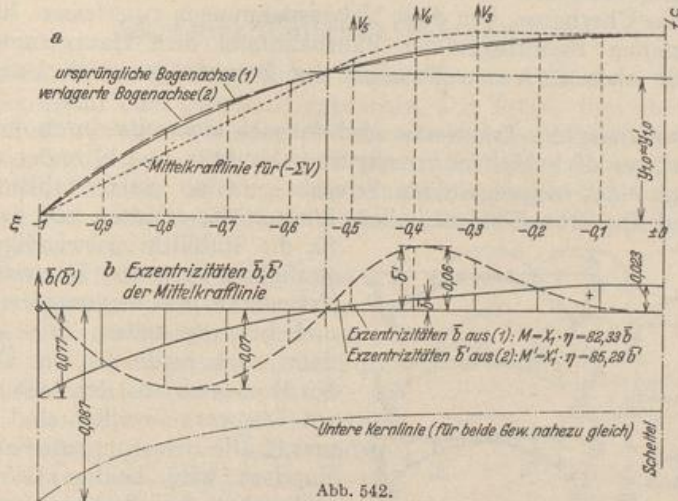


Abb. 542.

Färber: Der Gewölbebau. Neue Hilfsmittel für Berechnung und Bauausführung. Berlin 1916. — Ostenfeld, A.: Die günstigste Bogenform für statisch unbestimmte Bögen. Beton u. Eisen 1923. — Proksch, E.: Verfahren zum Aufsuchen der Bogenlinie gleicher Anstrengungen. Beton u. Eisen 1924 S. 33. — Ritter: Die Formgebung von Brückengewölben. Beitrag zum Internat. Brückenbaukongr. in Zürich 1926. — Krebitz, J.: Die günstigste Form statisch unbestimmter Bogenträger. Verhandlg. des 2. Internat. Kongr. f. Techn. Mech. Zürich 1927 u. Beton u. Eisen 1927 S. 199. — Kögler, F.: Die Formgebung der eingespannten Brückengewölbe. Bauing. 1928 S. 98. — Miozzi, E.: Die rationelle Bestimmung der Stützlinie in Gewölben. Bericht über die 2. Internat. Tagung f. Brückenbau und Hochbau. Wien 1929. — Campus, F.: La fibre moyenne des grandes voutes hyperstatiques. Beitrag zum Internat. Brückenbaukongr. in Lüttich 1930. — Krebitz, J.: Die neue Wandau—Enns-Brücke. Beton u. Eisen 1930 S. 75. — Buschmann, W.: Über die Formgebung eingespannter Gewölbe. Bauing. 1931 S. 198. — Dischinger, F.: Beseitigung der zusätzlichen Biegemomente im Zweigelenbogen mit Zugband. Abhandlung der Internat. Vereinigung f. Brückenbau und Hochbau Bd. 1 S. 69. Zürich 1932 u. Beton u. Eisen 1932 S. 309. — Miozzi, E.: Methode zur Verbesserung des Gleichgewichtszustandes der Gewölbe. Abhandlung der Internat. Vereinigung f. Brückenbau u. Hochbau Bd. 1 S. 337. Zürich 1932. — Mehmel: Bericht über Messungen bei Anwendung des Gewölbeexpansionsverfahrens beim Bau der Brücke über den Roguefluß. Bauing. 1933 S. 247.

## 58. Erweiterung der Aufgabe.

Die Nutzlast der Brücken wird in der Regel durch Zwischenmittel aus Erdschüttung und Betonmauerwerk oder durch besondere Tragwerke in die Bogenträger eingetragen. Die Fahrbahntafel wird auf die Bogenträger abgestützt oder daran aufgehängt und bei der statischen Untersuchung in der Regel derart idealisiert, daß die Schnittkräfte der Bogenträger unabhängig vom Überbau berechnet, also Auflast und Nutzlast dem Bogenträger statisch bestimmt zugeführt werden. Die Schüttung gilt daher als kohäsionslos, der Aufbau quer zur Fahrbahn in Streifen zerlegt, der Überbau als Folge von einzelnen Trägern, die untereinander und mit den Pfosten frei drehbar verbunden sind.