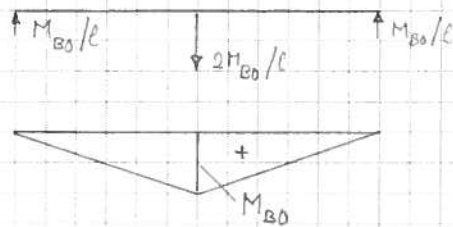


Durchlaufträger über zwei gleich lange Felder (Spannweiten  $l$ ) mit konstanter Biegesteifigkeit  $EI$ , konstantem Biegezugwiderstand  $M_u$  und feldweise konstanten Streckenlasten  $q_1$  und  $q_2$ .

Linear elastisch-ideal plastisches Momenten-Krümmungsdiagramm  $M-\chi$ .

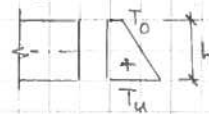
Jede Entlastung erfolgt elastisch, parallel zur initialen Belastungsgeraden (Biegesteifigkeit  $EI$ ).



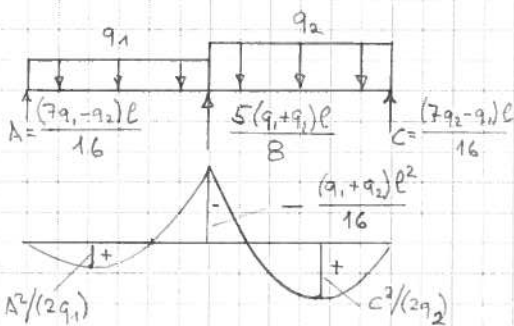
Initialer Zwängungszustand charakterisiert durch  $M_{B0}$ , z.B. infolge Setzung  $w_B$  oder Temperaturgradient  $T_u - T_0$ :

$$M_{B0}(w_B) = 3EIw_B/l^2$$

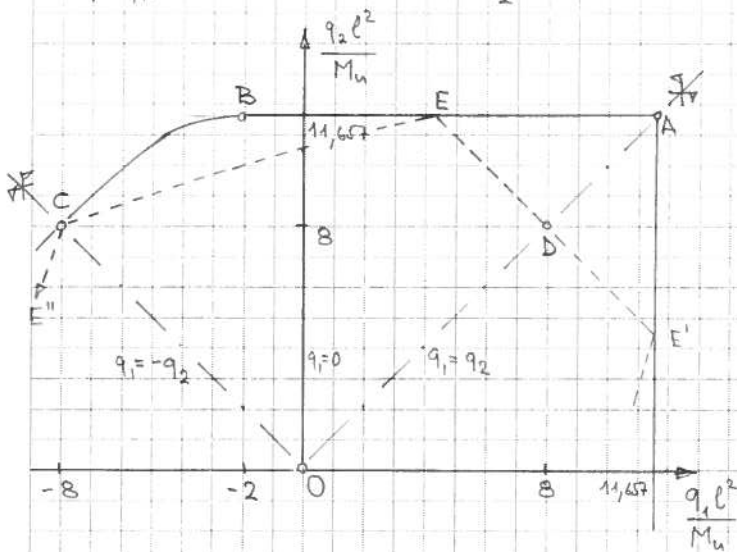
$$M_{B0}(T_u - T_0) = -3EI(T_u - T_0)\alpha_T / (h \cdot 2)$$



Trägerhöhe  
Temperaturausdehnungskoeffizient



Auflagerreaktionen und Biegemomente des elastischen, zwängungsfreien Systems.



Interaktionsdiagramm für  $q_1$  und  $q_2$ :

OA und OC sind Symmetrieachsen.

Betrachtung von  $-1 \leq \frac{q_1}{q_2} \leq 1$  ausreichend.

- DEC = Fließgrenze des elastischen, zwängungsfreien Systems

$$DE \dots M_B = -(q_1 + q_2)l^2/16 = -M_u$$

$$EC \dots M_{BC, \max} = \frac{C^2}{2 \cdot q_2} = M_u$$

$$\text{wobei } C = (7q_2 - q_1)l/16$$

Mit dem Auftreten eines ersten plastischen Gelenks (z.B. beim Zwischenauflager B) ist die Tragfähigkeit des Systems noch nicht erschöpft, die Belastung kann bis zur Traglast weiter gesteigert werden.

- AEBC = Fließgrenze des starr-plastischen Systems (Traglast).

N.B.: CE' ...  $M_{AB, \min} = \frac{A^2}{2q_1} = -M_u$   
wobei  $A = (7q_1 - q_2)l/16$

Fließregime AEB → Je ein Fließgelenk bei B ( $-M_u$ ) und im Feld BC ( $+M_u$ )

$$\left\{ \begin{aligned} M_B &= M_{B0} - (q_1 + q_2) \frac{e^2}{16} = -M_u \\ M_{BC, \max} &= \frac{C^2}{2 \cdot q_2} = M_u, \text{ wobei } C = \frac{M_{B0}}{e} + (7q_2 - q_1) \frac{e}{16} \Rightarrow \sqrt{2q_2 M_u} - \frac{M_{B0}}{e} = (7q_2 - q_1) \frac{e}{16} \end{aligned} \right\}$$

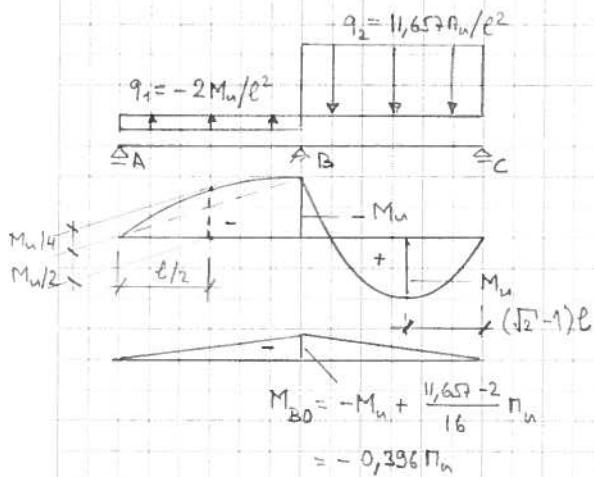
Elimination von  $M_{B0}$  aus den beiden Gleichungen bringt:  $e \sqrt{2q_2 M_u} - (q_1 + q_2) \frac{e^2}{16} + M_u = (7q_2 - q_1) \frac{e^2}{16}$

$q_1$  fällt aus der Rechnung und es verbleibt

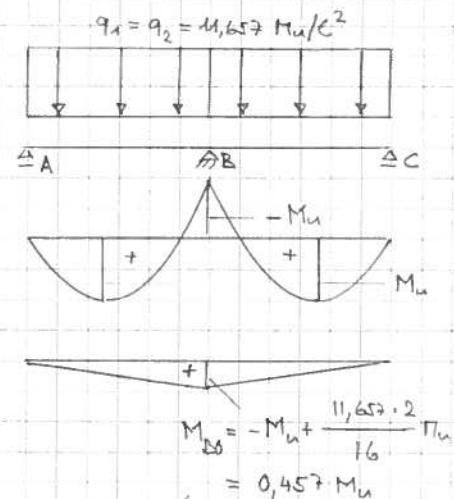
$$e \sqrt{2q_2 M_u} - q_2 \frac{e^2}{2} + M_u = 0$$

Woraus man  $M_u = q_2 \frac{e^2}{2} \left( \frac{3}{2} - \sqrt{2} \right)$  bzw.  $q_2 = \left( \frac{2M_u}{e^2} \right) \cdot (\sqrt{2} - 1)^{-2}$  erhält ( $q_2 = 11,657 M_u / e^2$ ).

Punkt B im Interaktionsdiagramm



Punkt A im Interaktionsdiagramm



nach der vollständigen Entlastung  
verbleibende Zwängungsmomente

Fließregime BC → Je ein Fließgelenk im Feld AB ( $-M_u$ ) und im Feld BC ( $+M_u$ )

$$\left\{ \begin{aligned} M_{AB, \min} &= \frac{A^2}{2q_1} = -M_u, \quad A = \frac{M_{B0}}{e} + (7q_1 - q_2) \frac{e}{16} \rightarrow \sqrt{-2q_1 M_u} - \frac{M_{B0}}{e} = (7q_1 - q_2) \frac{e}{16} \\ M_{BC, \max} &= \frac{C^2}{2q_2} = M_u, \quad C = \frac{M_{B0}}{e} + (7q_2 - q_1) \frac{e}{16} \rightarrow \sqrt{2q_2 M_u} - \frac{M_{B0}}{e} = (7q_2 - q_1) \frac{e}{16} \end{aligned} \right\}$$

Elimination von  $M_{B0}$  aus den beiden Gleichungen:  $\sqrt{2M_u} (\sqrt{-q_1} + \sqrt{q_2}) + (q_1 - q_2) \cdot e/2 = 0$

Wie man leicht nachprüft ist die erhaltene Gleichung für den Bogen BC des Interaktionsdiagramms für B ( $q_1 = -2M_u/e^2$ ,  $q_2 = 11,657 M_u/e^2$ ) und C ( $q_1 = q_2 = 8M_u/e^2$ ) erfüllt, und die Tangenten zu den Bögen in diesen beiden Punkten verlaufen horizontal (B) bzw. unter  $45^\circ$  zu den Achsen  $q_1$  und  $q_2$  (C).

- Je nach dem Zwängungszustand ergibt sich offensichtlich eine andere Fließgrenze des elastisch-plastischen Systems, d.h. im Interaktionsdiagramm resultiert eine Kurvenschar.