

Zweiter Abschnitt.

Tabellarische Momentenübersicht für Rahmen mit ξ von demselben Wert.

Vorbemerkungen zur Anwendung der Momententabellen.

In diesem Abschnitt werden die Rechnungsergebnisse von Knotenmomenten für Rahmen mit ξ von demselben Wert tabellenförmig angegeben.

Die Arbeit umfaßt:

in Kapitel I die symmetrischen Rahmen mit beliebigen symmetrischen bzw. vertikalen Belastungssystemen auf den Balken¹,

in Kapitel II die symmetrischen Rahmen mit waagerechter Einzellast in dem Knotenpunkt auf der vertikalen linken Seite des Rahmengebilde.

Als Zahlenbeispiel zur Anwendung der Momententabellen möge im nachfolgenden die Berechnung verschiedener Stockwerkrahmen mit verschiedenen Belastungssystemen vorgeführt werden.

a) Beispiel zu Kapitel I.

Gesucht sind die Knotenpunktmomente nach dem in Abb. 84 skizzierten Rahmen, der auf den Balken vertikale, symmetrische, wie in Abb. 84 dargestellte Belastungen trägt.

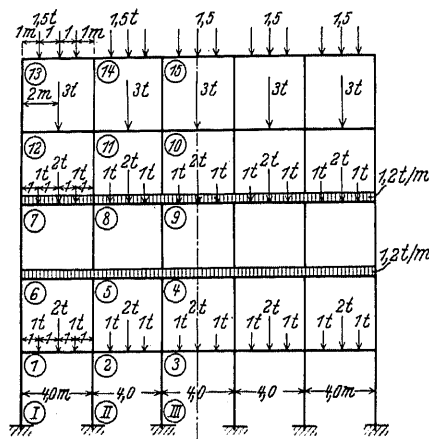


Abb. 84.

Das Beispiel kann durch Zusammenlegung der in Abb. 85 bis 89 skizzierten fünf Rahmenbeispiele berechnet werden.

Mit Bezug auf Abb. 85 erhält man aus Tabelle Ib

$$\mathfrak{M} = \frac{5}{16} Pl = \frac{5}{16} (1,5) (4,0) = 1,875 \text{ t} \cdot \text{m}$$

¹ Für Rahmen mit ξ von demselben Wert können folgende Ausdrücke als Grundgleichungen für Knotenpunktmomente sich als nutzbringend erweisen:

$$M_{ks} = 2 \varphi_k + \varphi_s + \mu_{ks} - \mathfrak{M}_{ks},$$

$$M_{sk} = 2 \varphi_s + \varphi_k + \mu_{ks} + \mathfrak{M}_{sk},$$

worin

$$\varphi_k = 2 E \xi \vartheta_k, \quad \varphi_s = 2 E \xi \vartheta_s,$$

$$\mu_{ks} = -6 E \xi \Psi_{ks}.$$

Im allgemeinen ist es das letzte Erfordernis, die Knotenpunktmomente zu finden, und dafür können statt φ und μ in Gl. (I) im ersten Abschnitt die vorstehenden Unbekannten φ und μ gute Dienste leisten.

und aus der Momententabelle 54 ergibt sich:

am Knotenpunkt I:

$$M_{1-2}^{(a)} = 0,0005 \mathfrak{M} = 0,0005 (1,875) = 0,00094 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{1-6}^{(a)} = -0,0011 \mathfrak{M} = -0,0011 (1,875) = -0,00206 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{1-I}^{(a)} = 0,0006 \mathfrak{M} = 0,0006 (1,875) = 0,00113 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 2:

$$M_{2-1}^{(a)} = 0,00005 \mathfrak{M} = 0,00005 (1,875) = 0,00009 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-3}^{(a)} = -0,00019 \mathfrak{M} = -0,00019 (1,875) = -0,00036 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-5}^{(a)} = 0,00038 \mathfrak{M} = 0,00038 (1,875) = 0,00071 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-II}^{(a)} = -0,00025 \mathfrak{M} = -0,00025 (1,875) = -0,00047 \text{ t} \cdot \text{m} \text{ usw.}$$

Mit Bezug auf Abb. 86 erhält man aus Tabelle Ib

$$\mathfrak{M} = \frac{Pl}{8} = \frac{3(4,0)}{8} = 1,5 \text{ t} \cdot \text{m};$$

die Momententabelle 55 zeigt, daß

am Knotenpunkt I:

$$M_{1-2}^{(b)} = -0,0018 \mathfrak{M} = -0,0018 (1,5) = -0,00270 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{1-6}^{(b)} = 0,0039 \mathfrak{M} = 0,0039 (1,5) = 0,00585 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{1-I}^{(b)} = -0,0021 \mathfrak{M} = -0,0021 (1,5) = -0,00315 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 2:

$$M_{2-1}^{(b)} = -0,0003 \mathfrak{M} = -0,0003 (1,5) = -0,00045 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-3}^{(b)} = 0,0006 \mathfrak{M} = 0,0006 (1,5) = 0,00090 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-5}^{(b)} = -0,0011 \mathfrak{M} = -0,0011 (1,5) = -0,00165 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-II}^{(b)} = 0,0008 \mathfrak{M} = 0,0008 (1,5) = 0,00120 \text{ t} \cdot \text{m} \text{ usw.}$$

Mit Bezug auf Abb. 87 erhält man aus Tabelle Ib:

$$\mathfrak{M} = \frac{gl^2}{12} + \frac{(a+b)}{l^2} \{2P_1 a(a+2b) + P_2(a+b)^2\}$$

$$= \frac{1,2(4,0)^2}{12} + \frac{2}{(4,0)^2} \{2(3) + 2(2)^2\} = 3,35 \text{ t} \cdot \text{m}$$

und aus der Momententabelle 56 läßt sich ablesen

am Knotenpunkt I:

$$M_{1-2}^{(c)} = 0,0097 \mathfrak{M} = 0,0097 (3,35) = 0,03250 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{1-6}^{(c)} = -0,0211 \mathfrak{M} = -0,0211 (3,35) = -0,07069 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{1-I}^{(c)} = 0,0114 \mathfrak{M} = 0,0114 (3,35) = 0,03819 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 2:

$$M_{2-1}^{(c)} = 0,0023 \mathfrak{M} = 0,0023 (3,35) = 0,00771 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-3}^{(c)} = -0,0030 \mathfrak{M} = -0,0030 (3,35) = -0,01005 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-5}^{(c)} = 0,0042 \mathfrak{M} = 0,0042 (3,35) = 0,01407 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-II}^{(c)} = -0,0035 \mathfrak{M} = -0,0035 (3,35) = -0,01173 \text{ t} \cdot \text{m} \text{ usw.}$$

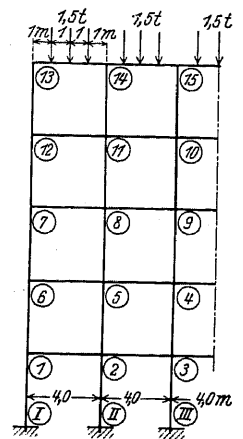


Abb. 85.

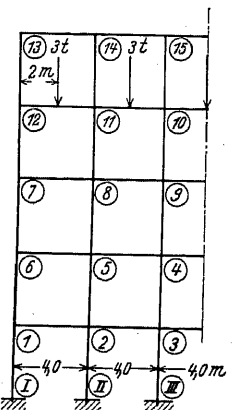


Abb. 86.

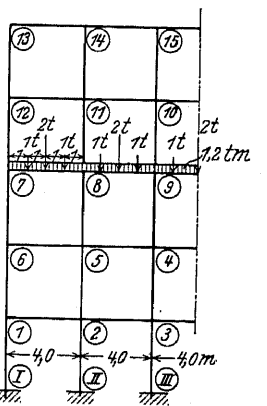


Abb. 87.

Nach Abb. 88 erhält man aus Tabelle Ib:

$$M = \frac{g l^2}{12} = \frac{1,2(4,0)^2}{12} = 1,6 \text{ t} \cdot \text{m}$$

und aus der Momententabelle 57:

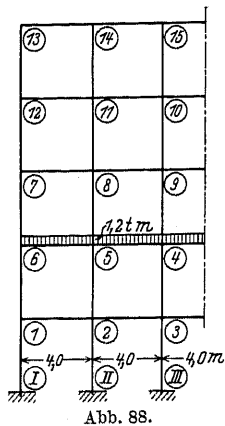


Abb. 88.

am Knotenpunkt 1:

$$\begin{aligned} M_{1-2}^{(d)} &= -0,0557 M = -0,0557(1,6) = -0,08912 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{1-6}^{(d)} &= 0,1186 M = 0,1186(1,6) = 0,18976 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{1-I}^{(d)} &= -0,0629 M = -0,0629(1,6) = -0,10064 \text{ t} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 2:

$$\begin{aligned} M_{2-1}^{(d)} &= -0,0169 M = -0,0169(1,6) = -0,02704 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{2-3}^{(d)} &= 0,0129 M = 0,0129(1,6) = 0,02064 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{2-5}^{(d)} &= -0,0105 M = -0,0105(1,6) = -0,01680 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{2-II}^{(d)} &= 0,0145 M = 0,0145(1,6) = 0,02320 \text{ t} \cdot \text{m} \text{ usw.} \end{aligned}$$

Gemäß Abb. 89 erhält man aus Tabelle Ib:

$$\begin{aligned} M &= \frac{(a+b)^2}{l^2} \{2P_1 a(a+2b) + P_2(a+b)^2\} \\ &= \frac{2}{(4)^2} \{2(3) + 2(2)^2\} = 1,75 \text{ t} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

und aus der Momententabelle 58 ergibt sich:

am Knotenpunkt 1:

$$\begin{aligned} M_{1-2}^{(e)} &= -0,6717 M = -0,6717(1,75) = -1,17548 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{1-6}^{(e)} &= 0,3201 M = 0,3201(1,75) = 0,56018 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{1-I}^{(e)} &= 0,3516 M = 0,3516(1,75) = 0,61530 \text{ t} \cdot \text{m}, \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 2:

$$\begin{aligned} M_{2-1}^{(e)} &= 1,1291 M = 1,1291(1,75) = 1,97593 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{2-3}^{(e)} &= -1,0431 M = -1,0431(1,75) = -1,82543 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{2-5}^{(e)} &= -0,0394 M = -0,0394(1,75) = -0,06895 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{2-II}^{(e)} &= -0,0467 M = -0,0467(1,75) = -0,08173 \text{ t} \cdot \text{m} \text{ usw.} \end{aligned}$$

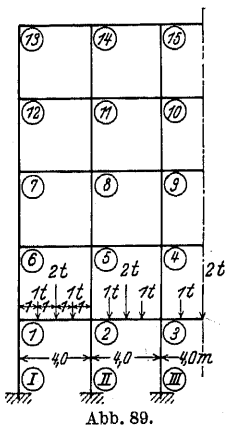


Abb. 89.

Damit wird durch die Zusammenlegung der vorliegenden fünf einzelnen Fälle:

am Knotenpunkt 1 (Abb. 84):

$$\begin{aligned} M_{1-2} &= M_{1-2}^{(a)} + M_{1-2}^{(b)} + M_{1-2}^{(c)} + M_{1-2}^{(d)} + M_{1-2}^{(e)} = \sum_{n=a}^e M_{1-2}^{(n)} \\ &= 0,00094 - 0,00270 + 0,03250 - 0,08912 - 1,17548 = -1,23 \text{ t} \cdot \text{m}, \end{aligned}$$

$$M_{1-6} = \sum_{n=a}^e M_{1-6}^{(n)} = -0,00206 + 0,00585 - 0,07069 + 0,18976 + 0,56018 = 0,68 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{1-I} = \sum_{n=a}^e M_{1-I}^{(n)} = 0,00113 - 0,00315 + 0,03819 - 0,10064 + 0,61530 = 0,55 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 2 (Abb. 84):

$$M_{2-1} = \sum_{n=a}^e M_{2-1}^{(n)} = 0,00009 - 0,00045 + 0,00771 - 0,02704 + 1,97593 = 1,95 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-3} = \sum_{n=a}^e M_{2-3}^{(n)} = -0,00036 + 0,00090 - 0,01005 + 0,02064 - 1,82543 = -1,81 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-5} = \sum_{n=a}^e M_{2-5}^{(n)} = 0,00071 - 0,00165 + 0,01407 - 0,01680 - 0,06895 = -0,07 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-II} = \sum_{n=a}^e M_{2-II}^{(n)} = -0,00047 + 0,00120 - 0,01173 + 0,02320 - 0,08173 = -0,07 \text{ t} \cdot \text{m}.$$

In analoger Weise wird

am Knotenpunkt 3:

$$\begin{aligned} M_{3-3'} &= -1,74 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{3-2} &= 1,7 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{3-4} &= 0,02 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{3-III} &= 0,01 \text{ t} \cdot \text{m}, \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 4:

$$\begin{aligned} M_{4-4'} &= -1,60 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{4-5} &= 1,59 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{4-9} &= 0,01 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{4-3} &= 0,002 \text{ t} \cdot \text{m}. \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 5:

$$\begin{aligned} M_{5-4} &= -1,61 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{5-6} &= 1,73 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{5-8} &= -0,08 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{5-2} &= -0,04 \text{ t} \cdot \text{m}, \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 6:

$$\begin{aligned} M_{6-5} &= -1,34 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{6-7} &= 0,80 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{6-1} &= 0,54 \text{ t} \cdot \text{m}, & & \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 7:

$$\begin{aligned} M_{7-8} &= -2,4 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{7-12} &= 1,2 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{7-6} &= 1,2 \text{ t} \cdot \text{m}, & & \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 8:

$$\begin{aligned} M_{8-9} &= -3,48 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{8-7} &= 3,75 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{8-11} &= -0,13 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{8-5} &= -0,14 \text{ t} \cdot \text{m}, \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 9:

$$\begin{aligned} M_{9-9'} &= -3,3 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{9-3} &= 3,28 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{9-10} &= 0,02 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{9-4} &= 0,01 \text{ t} \cdot \text{m}, \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 10:

$$\begin{aligned} M_{10-10'} &= -1,51 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{10-11} &= 1,50 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{10-15} &= 0,01 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{10-9} &= 0,00 \text{ t} \cdot \text{m}, \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 11:

$$\begin{aligned} M_{11-10} &= -1,49 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{11-12} &= 1,60 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{11-14} &= -0,06 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{11-8} &= -0,05 \text{ t} \cdot \text{m}, \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 12:

$$\begin{aligned} M_{12-11} &= -1,33 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{12-13} &= 0,63 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{12-7} &= 0,69 \text{ t} \cdot \text{m}, & & \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 13:

$$M_{13-14} = -1,02 \text{ t} \cdot \text{m}, \quad M_{13-12} = 1,02 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 14:

$$\begin{aligned} M_{14-15} &= -2,02 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{14-13} &= 2,18 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{14-11} &= -0,16 \text{ t} \cdot \text{m}, & & \end{aligned}$$

am Knotenpunkt 15:

$$\begin{aligned} M_{15-15'} &= -1,86 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{15-14} &= 1,83 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{15-10} &= 0,03 \text{ t} \cdot \text{m}, & & \end{aligned}$$

am eingespannten Punkt:

$$\begin{aligned} M_{I-1} &= 0,28 \text{ t} \cdot \text{m}, & M_{II-2} &= -0,06 \text{ t} \cdot \text{m}, \\ M_{III-3} &= 0,005 \text{ t} \cdot \text{m}, & & \end{aligned}$$

Die Gleichgewichtsbedingungen $\sum M_r = 0$ sind in den einzelnen Knoten bis auf geringfügige Abweichungen erfüllt.
Mit diesen Werten sind in Abb. 90 die Biegemomente eingetragen.

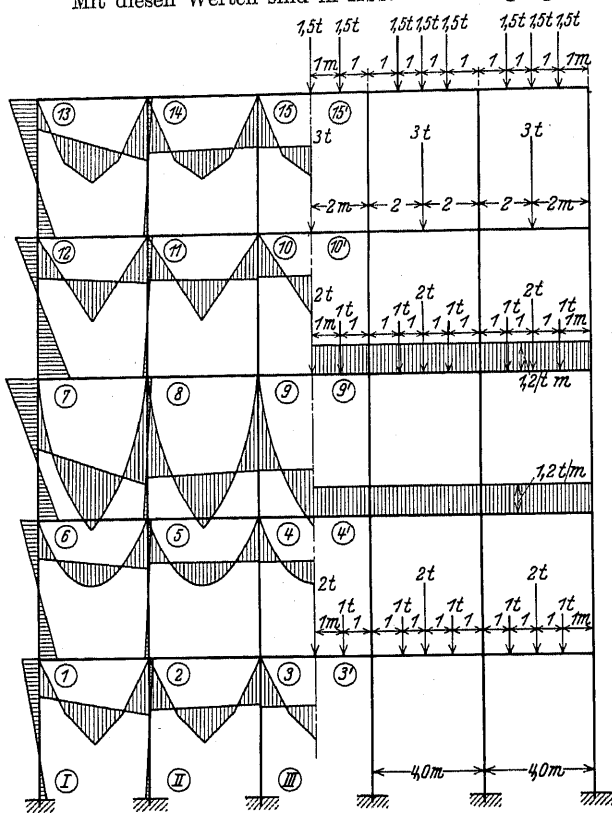


Abb. 90.

Damit sind auch die verschiedenen symmetrischen, vertikalen Belastungssysteme fünfgeschossiger Rahmen mit fünf gleichen Feldweiten durch die Anwendung der Momententabellen bei verhältnismäßig geringem Rechenaufwand erledigt.

b) Beispiel zu Kapitel II.

Als Zahlenbeispiel zur Anwendung der Momententabellen in Kapitel II möge im folgenden die Berechnung des in Abb. 91 dargestellten Rahmens vorgeführt werden. Er trägt eine waagerechte Einzellast in jedem Knotenpunkt auf seiner linken, vertikalen Seite.

Das Beispiel wird aus der

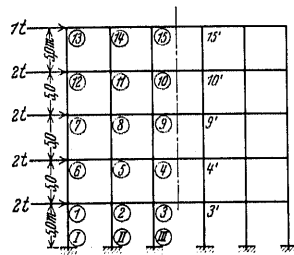


Abb. 91.

Momententabelle 95 sehr leicht berechnet. Mit Bezug auf Abb. 91 ergibt sich:

$$\frac{W \cdot h}{2} = \frac{2 \cdot (5,0)}{2} = 5,0 \text{ t} \cdot \text{m}$$

und aus der Momententabelle 95 erhält man am Knotenpunkt 1:

$$M_{1-2} = 0,85 \frac{W \cdot h}{2} = 0,85 (5,0) = 4,25 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{1-6} = -0,37 \frac{W \cdot h}{2} = -0,37 (5,0) = -1,85 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{1-I} = -0,48 \frac{W \cdot h}{2} = -0,48 (5,0) = -2,40 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 2:

$$M_{2-1} = 0,74 \frac{W \cdot h}{2} = 0,74 (5,0) = 3,70 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-3} = 0,64 \frac{W \cdot h}{2} = 0,64 (5,0) = 3,20 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-5} = -0,67 \frac{W \cdot h}{2} = -0,67 (5,0) = -3,35 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{2-II} = -0,71 \frac{W \cdot h}{2} = -0,71 (5,0) = -3,55 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 3:

$$M_{3-2} = 0,65 \frac{W \cdot h}{2} = 0,65 (5,0) = 3,25 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{3-3'} = 0,67 \frac{W \cdot h}{2} = 0,67 (5,0) = 3,35 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{3-4} = -0,64 \frac{W \cdot h}{2} = -0,64 (5,0) = -3,20 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{3-III} = -0,68 \frac{W \cdot h}{2} = -0,68 (5,0) = -3,40 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 4:

$$M_{4-4'} = 0,56 \frac{W \cdot h}{2} = 0,56 (5,0) = 2,80 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{4-5} = 0,56 \frac{W \cdot h}{2} = 0,56 (5,0) = 2,80 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{4-3} = -0,68 \frac{W \cdot h}{2} = -0,68 (5,0) = -3,40 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{4-9} = -0,44 \frac{W \cdot h}{2} = -0,44 (5,0) = -2,20 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 5:

$$M_{5-4} = 0,55 \frac{W \cdot h}{2} = 0,55 (5,0) = 2,75 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{5-6} = 0,62 \frac{W \cdot h}{2} = 0,62 (5,0) = 3,10 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{5-8} = -0,46 \frac{W \cdot h}{2} = -0,46 (5,0) = -2,30 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{5-2} = -0,70 \frac{W \cdot h}{2} = -0,70 (5,0) = -3,50 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 6:

$$M_{6-5} = 0,69 \frac{W \cdot h}{2} = 0,69 (5,0) = 3,45 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{6-7} = -0,25 \frac{W \cdot h}{2} = -0,25 (5,0) = -1,25 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{6-1} = -0,44 \frac{W \cdot h}{2} = -0,44 (5,0) = -2,20 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 7:

$$M_{7-8} = 0,47 \frac{W \cdot h}{2} = 0,47 (5,0) = 2,35 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{7-12} = -0,13 \frac{W \cdot h}{2} = -0,13 (5,0) = -0,65 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{7-6} = -0,34 \frac{W \cdot h}{2} = -0,34 (5,0) = -1,70 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 8:

$$M_{8-9} = 0,37 \frac{W \cdot h}{2} = 0,37 (5,0) = 1,85 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{8-7} = 0,42 \frac{W \cdot h}{2} = 0,42 (5,0) = 2,10 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{8-11} = -0,27 \frac{W \cdot h}{2} = -0,27 (5,0) = -1,35 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{8-5} = -0,52 \frac{W \cdot h}{2} = -0,52 (5,0) = -2,60 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 9:

$$M_{9-9'} = 0,38 \frac{W \cdot h}{2} = 0,38 (5,0) = 1,90 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{9-8} = 0,37 \frac{W \cdot h}{2} = 0,37 (5,0) = 1,85 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{9-10} = -0,25 \frac{W \cdot h}{2} = -0,25 (5,0) = -1,25 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{9-4} = -0,50 \frac{W \cdot h}{2} = -0,50 (5,0) = -2,50 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 10:

$$M_{10-10'} = 0,20 \frac{W \cdot h}{2} = 0,20 (5,0) = 1,0 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{10-11} = 0,19 \frac{W \cdot h}{2} = 0,19 (5,0) = 0,95 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{10-15} = -0,08 \frac{W \cdot h}{2} = -0,08 (5,0) = -0,40 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{10-9} = -0,31 \frac{W \cdot h}{2} = -0,31 (5,0) = -1,55 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 11:

$$M_{11-10} = 0,19 \frac{W \cdot h}{2} = 0,19 (5,0) = 0,95 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{11-12} = 0,21 \frac{W \cdot h}{2} = 0,21 (5,0) = 1,05 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{11-14} = -0,08 \frac{W \cdot h}{2} = -0,08 (5,0) = -0,40 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{11-8} = -0,32 \frac{W \cdot h}{2} = -0,32 (5,0) = -1,60 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 12:

$$M_{12-11} = 0,24 \frac{W \cdot h}{2} = 0,24 (5,0) = 1,20 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{12-13} = -0,02 \frac{W \cdot h}{2} = -0,02 (5,0) = -0,10 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{12-7} = -0,22 \frac{W \cdot h}{2} = -0,22 (5,0) = -1,10 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 13:

$$M_{13-14} = 0,08 \frac{W \cdot h}{2} = 0,08 (5,0) = 0,40 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{13-12} = -0,08 \frac{W \cdot h}{2} = -0,08 (5,0) = -0,40 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 14:

$$M_{14-15} = 0,06 \frac{W \cdot h}{2} = 0,06 (5,0) = 0,30 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{14-13} = 0,07 \frac{W \cdot h}{2} = 0,07 (5,0) = 0,35 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{14-11} = -0,13 \frac{W \cdot h}{2} = -0,13 (5,0) = -0,65 \text{ t} \cdot \text{m},$$

am Knotenpunkt 15:

$$M_{15-15'} = 0,06 \frac{W \cdot h}{2} = 0,06 (5,0) = 0,30 \text{ t} \cdot \text{m},$$

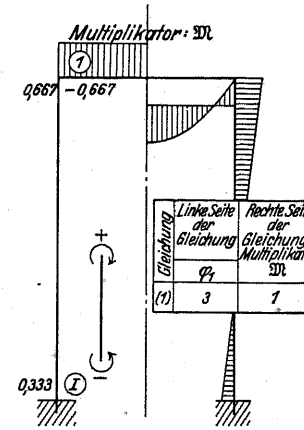
$$M_{15-14} = 0,06 \frac{W \cdot h}{2} = 0,06 (5,0) = 0,30 \text{ t} \cdot \text{m},$$

$$M_{15-10} = -0,12 \frac{W \cdot h}{2} = -0,12 (5,0) = -0,60 \text{ t} \cdot \text{m}.$$

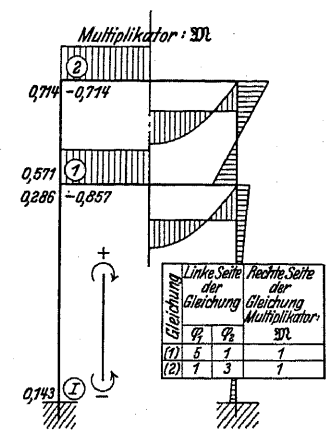
In der Momententabelle 95 sind die Biegemomente übersichtlich eingetragen.

Erstes Kapitel.

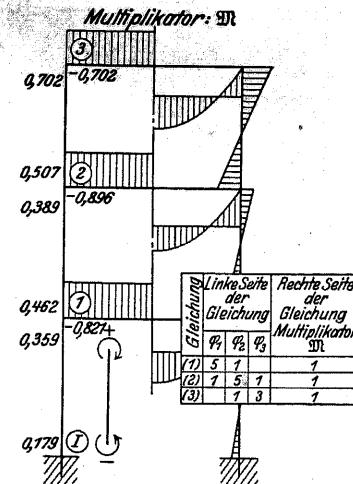
Eingespannter, symmetrischer Rahmen mit beliebiger, symmetrischer vertikaler Belastung auf den Balken.



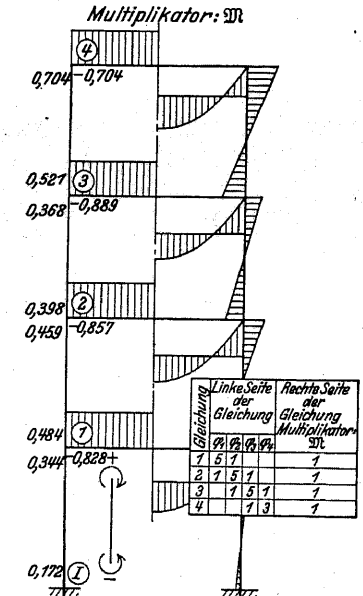
Momententabelle 1.



Momententabelle 2.

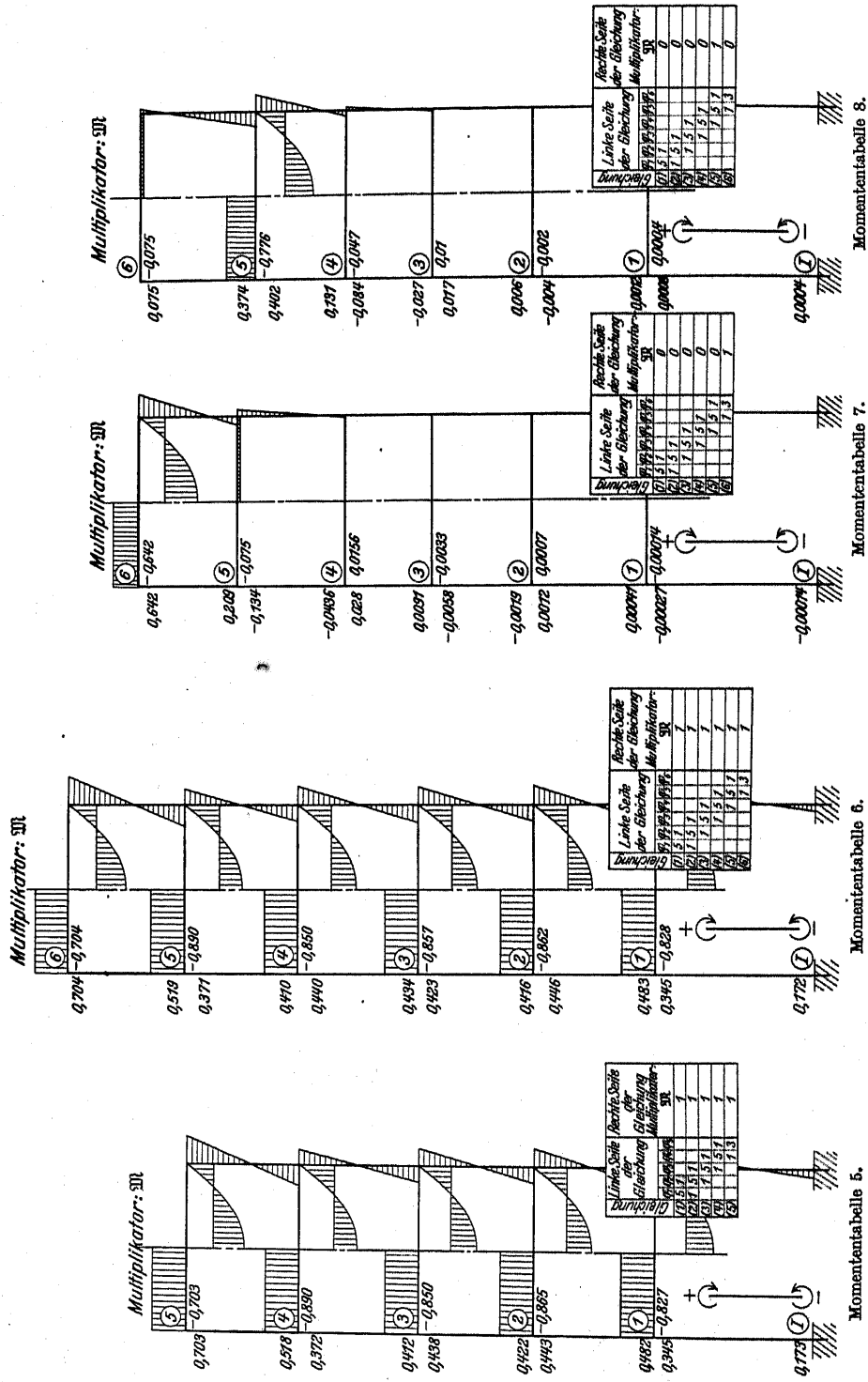


Momententabelle 3.

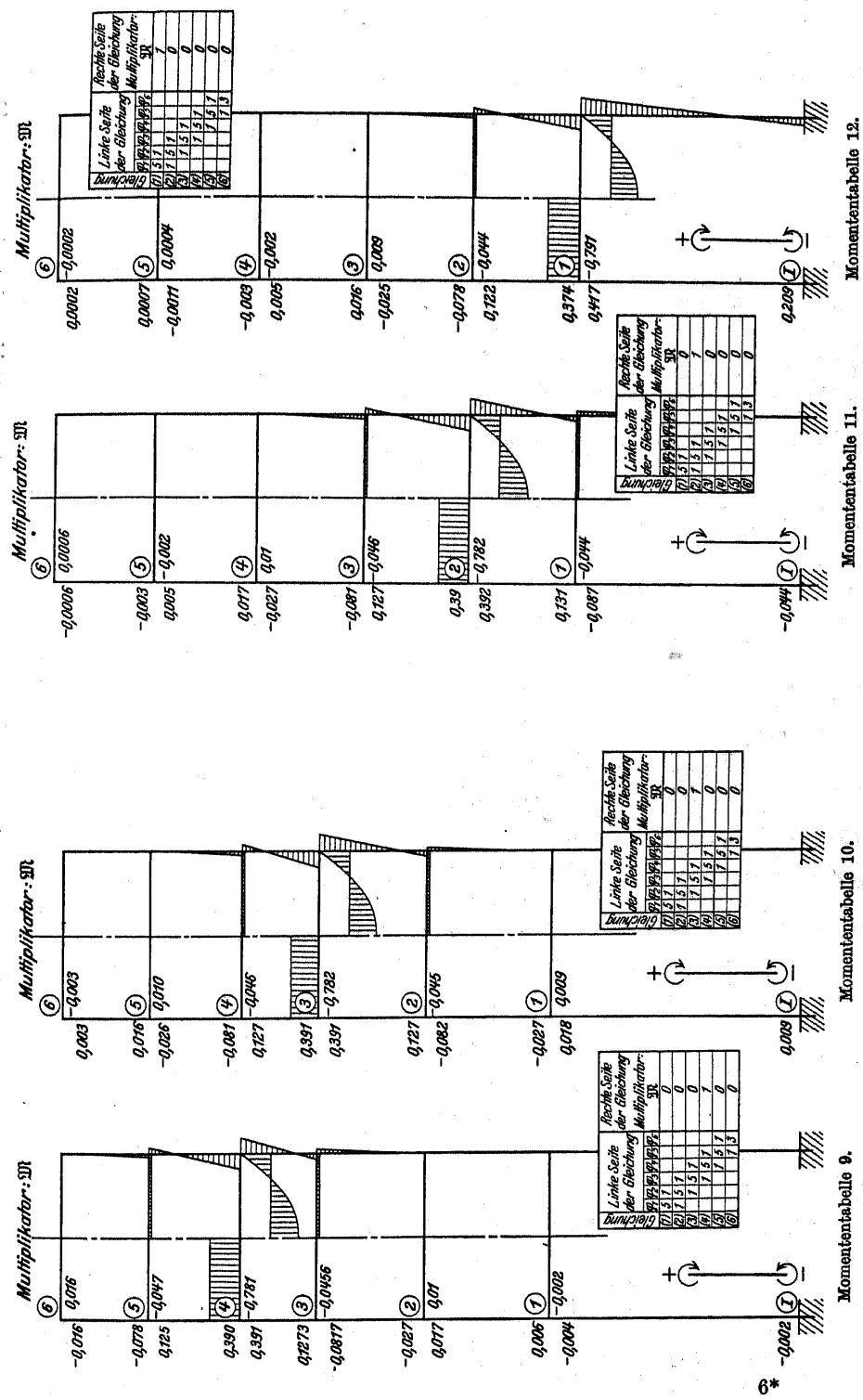


Momententabelle 4.

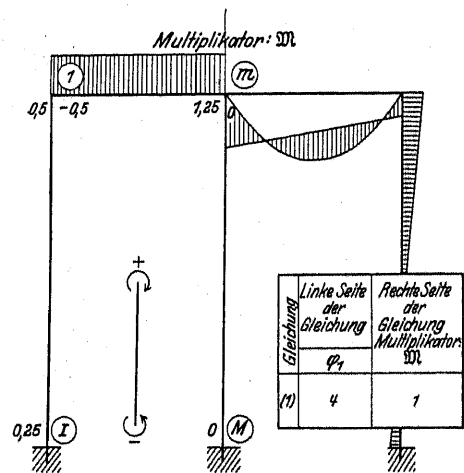
Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib. Takabeys, Rahmentafeln.



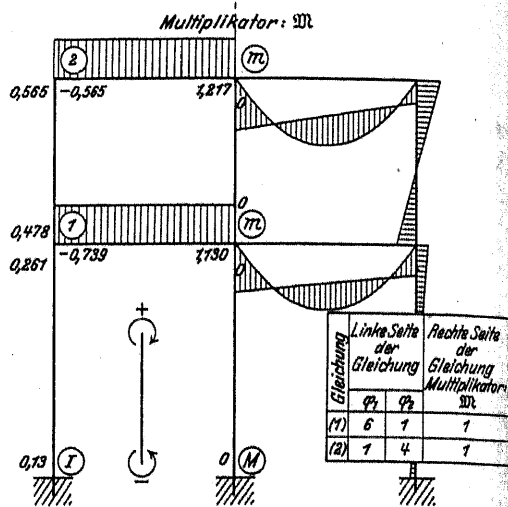
Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle I b.



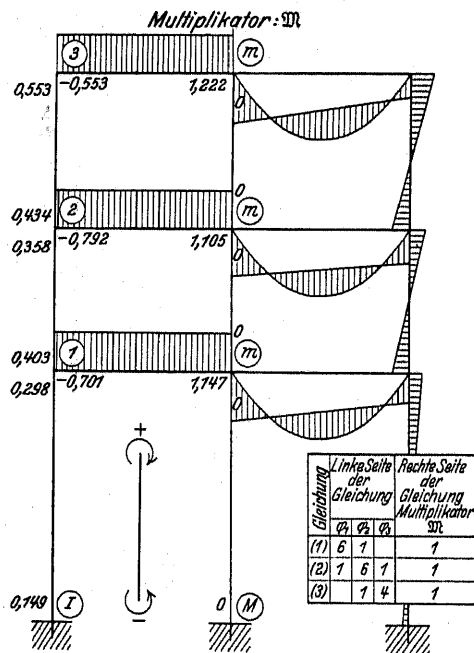
Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle I b.



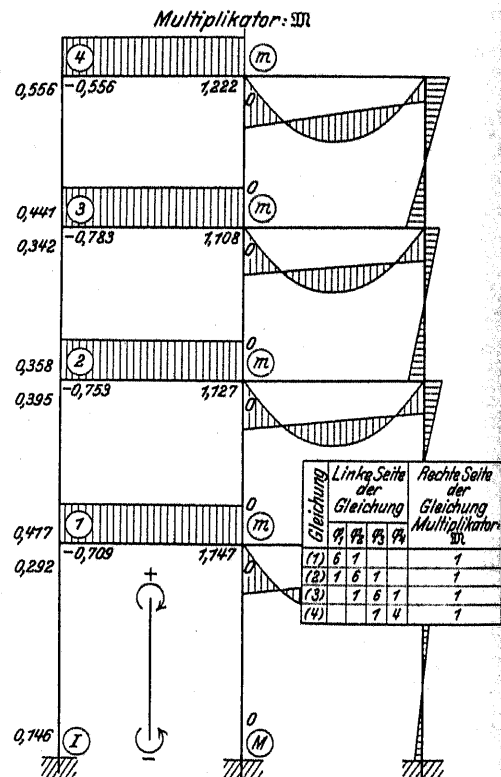
Momententabelle 13.



Momententabelle 14.

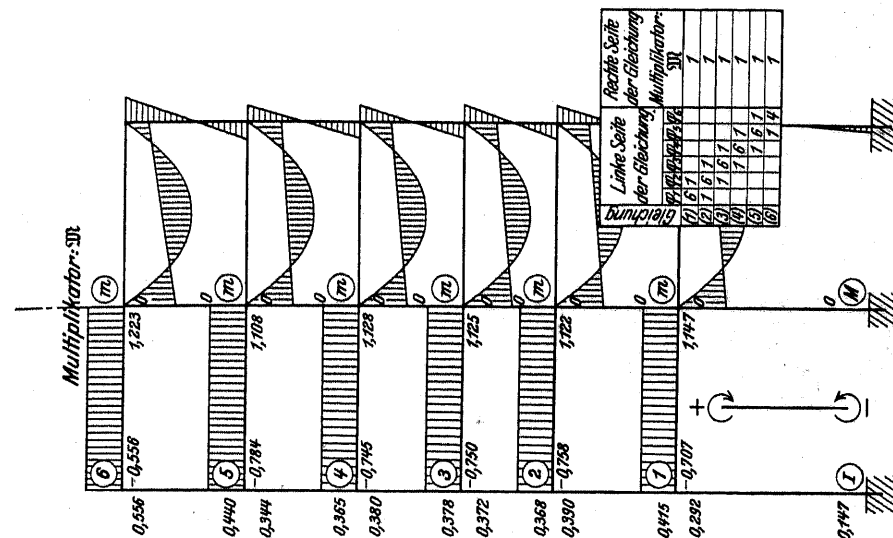


Momententabelle 15.

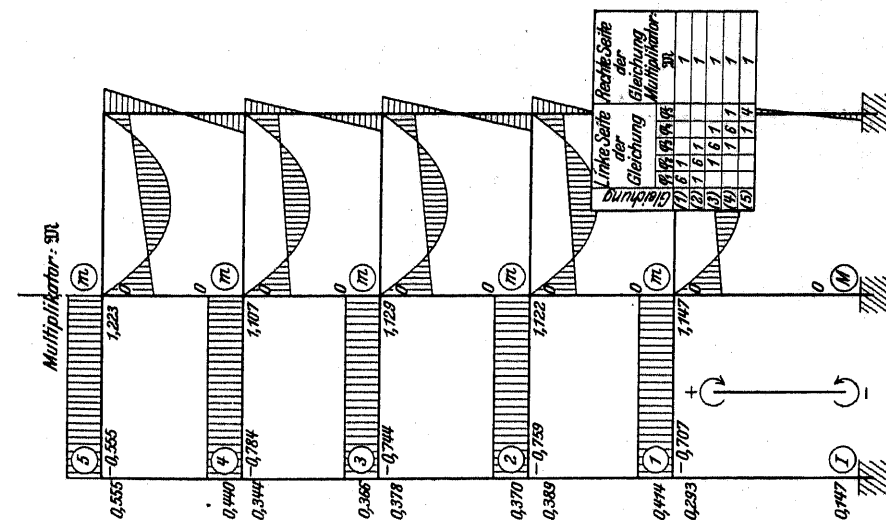


Momententabelle 16.

Bemerkung: Multiplikator M für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

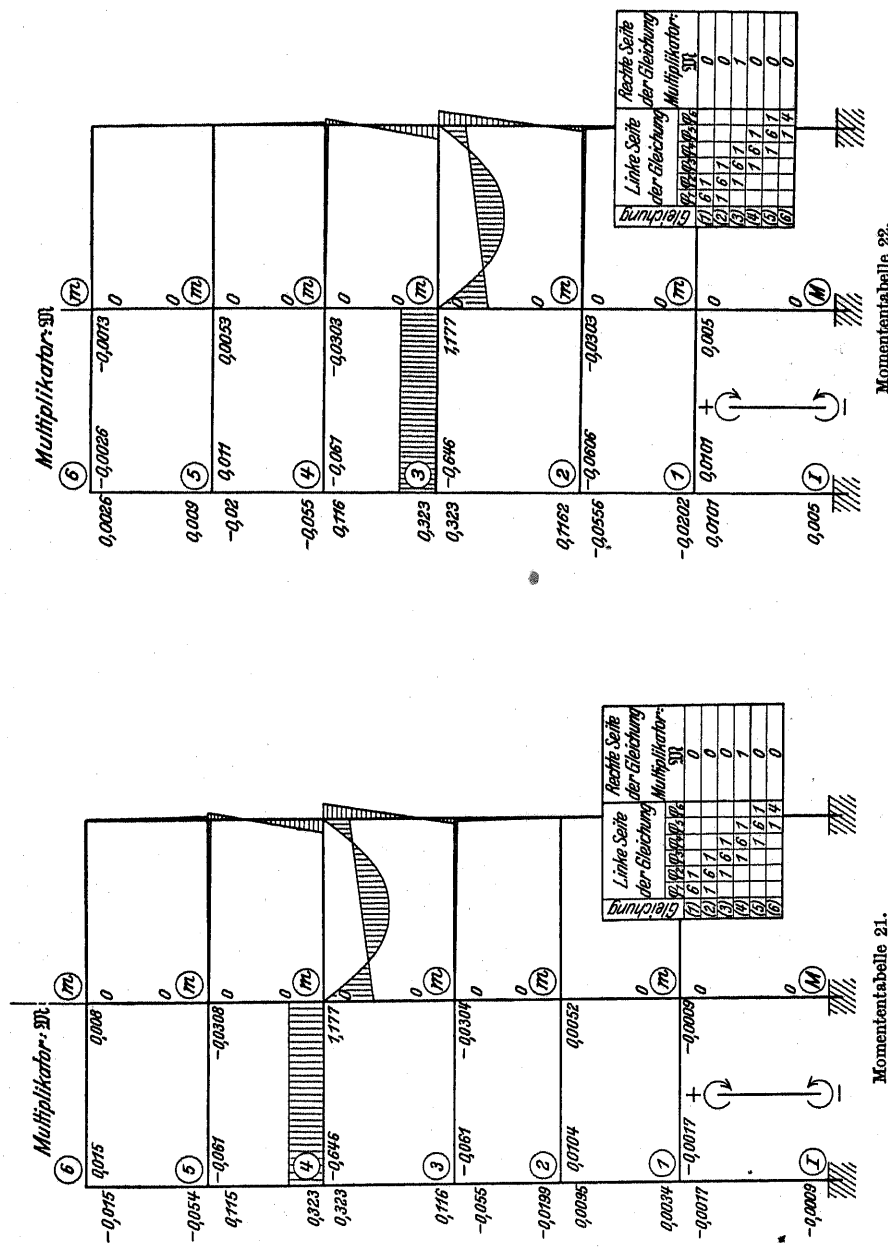
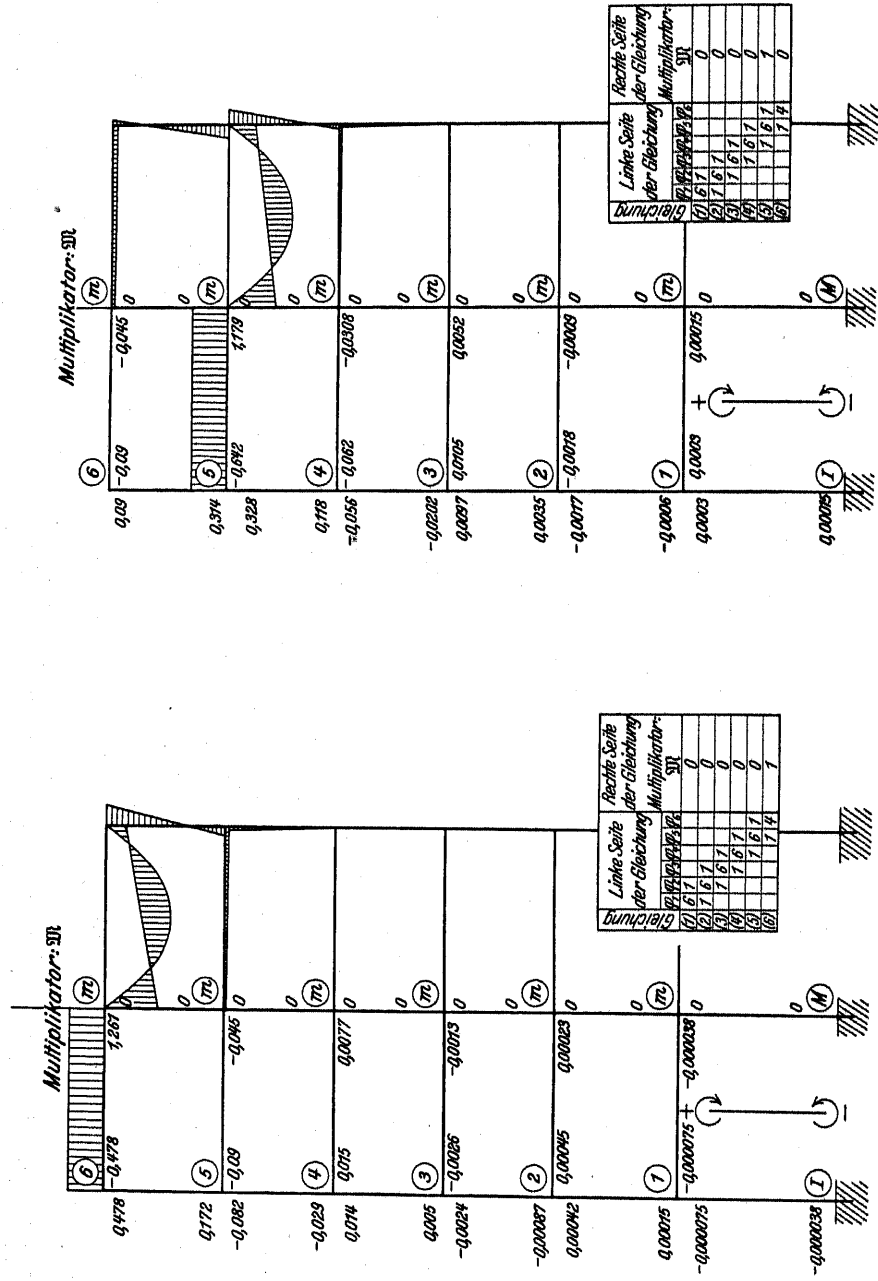


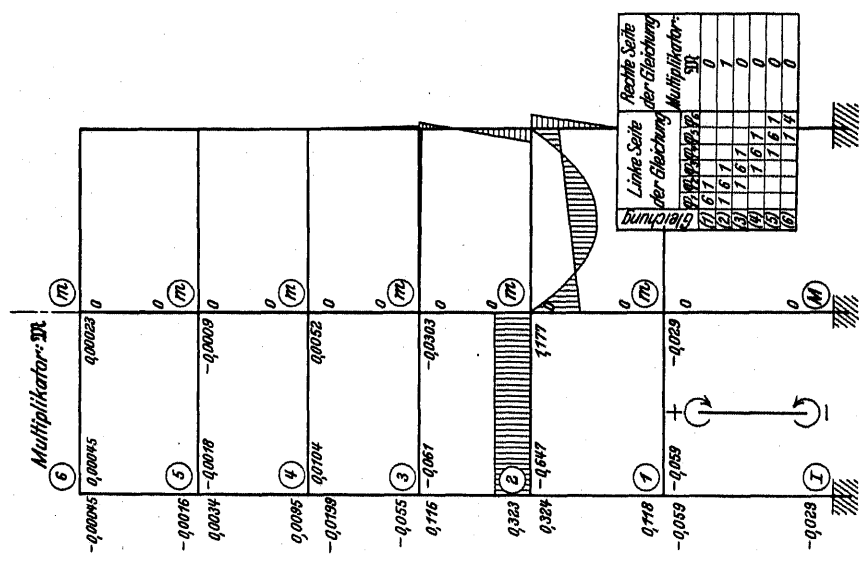
Momententabelle 18.



Momententabelle 17.

Bemerkung: Multiplikator M für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

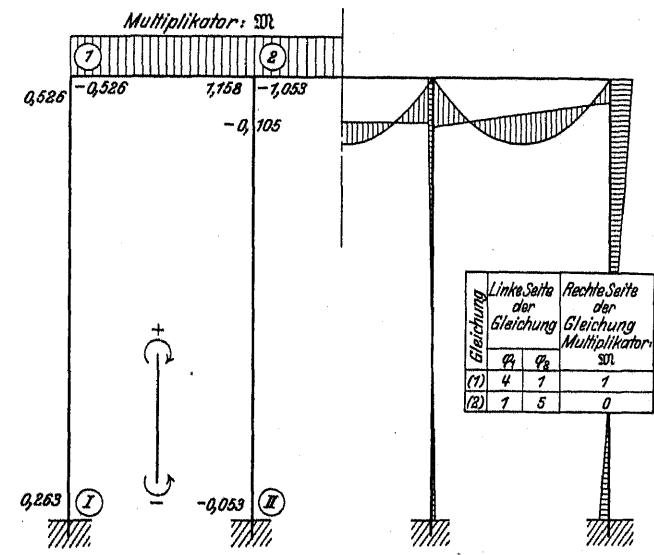
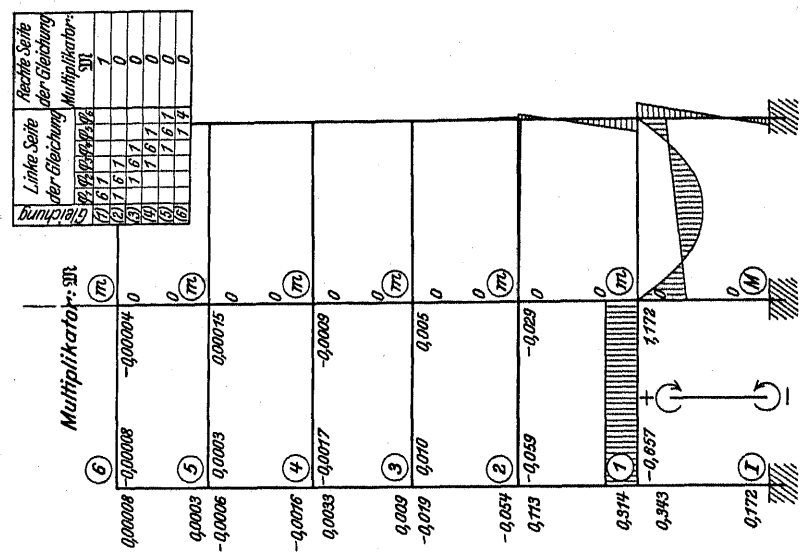




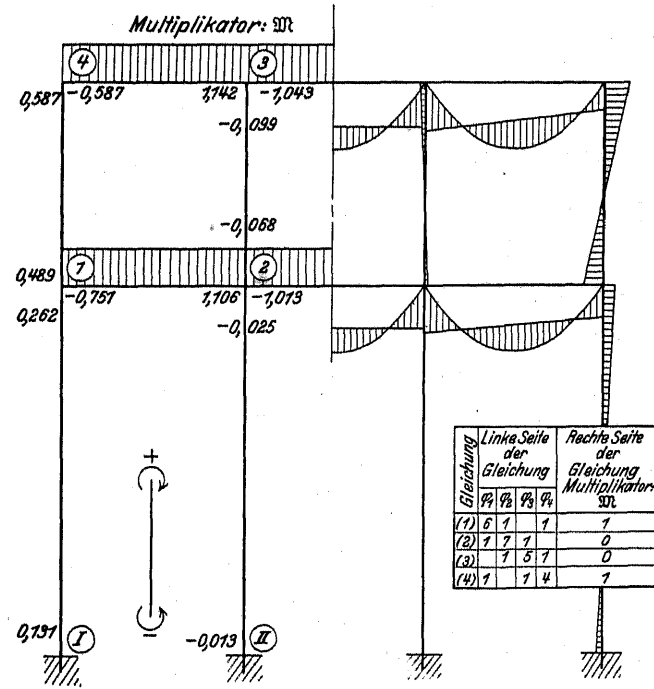
Momententabelle 28.

Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

Momententabelle 24.

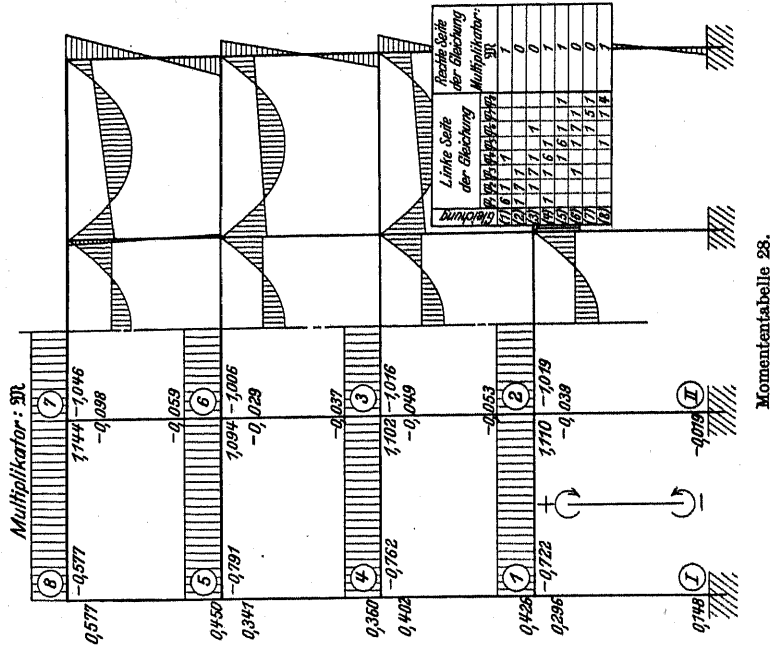


Momententabelle 25.

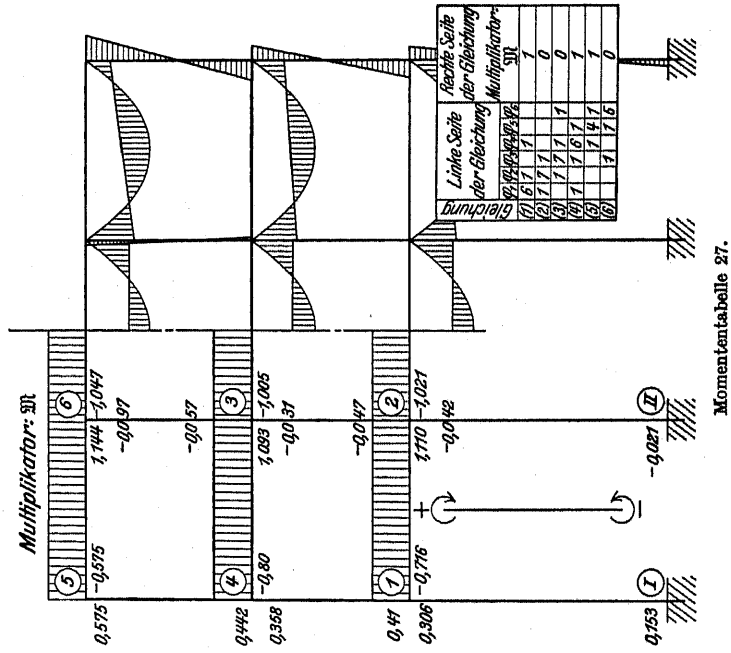


Momententabelle 26.

Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

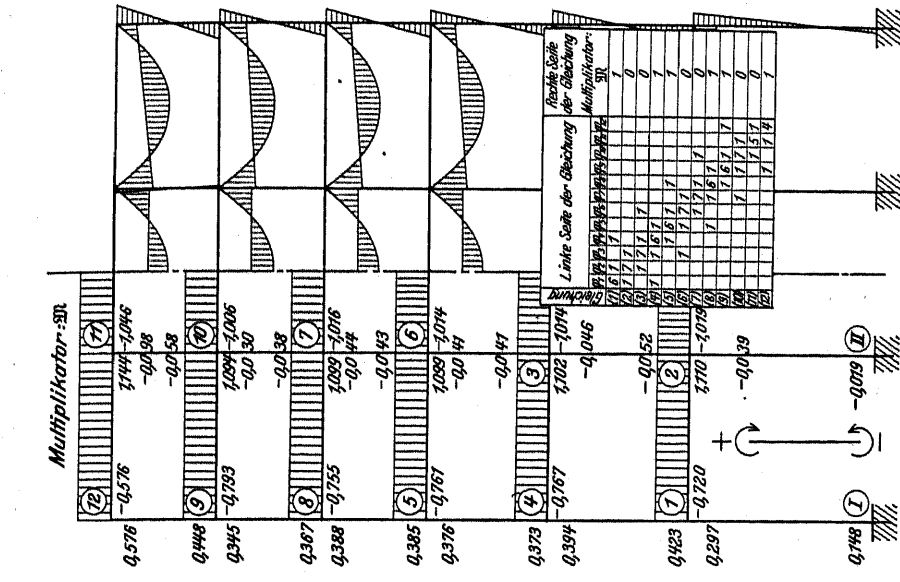


Momententabelle 28.

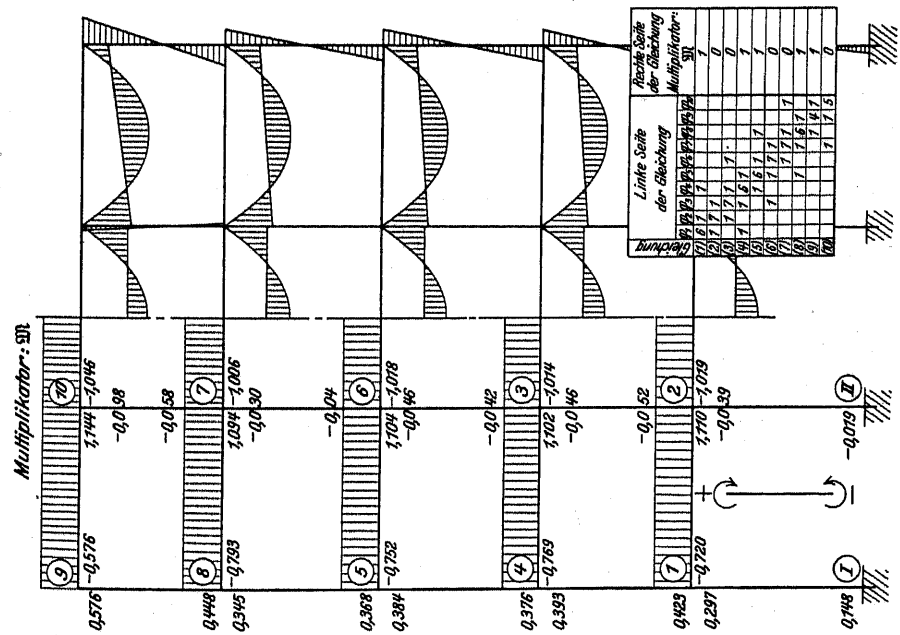


Momententabelle 27.

Bemerkung: Multiplikator 30 für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

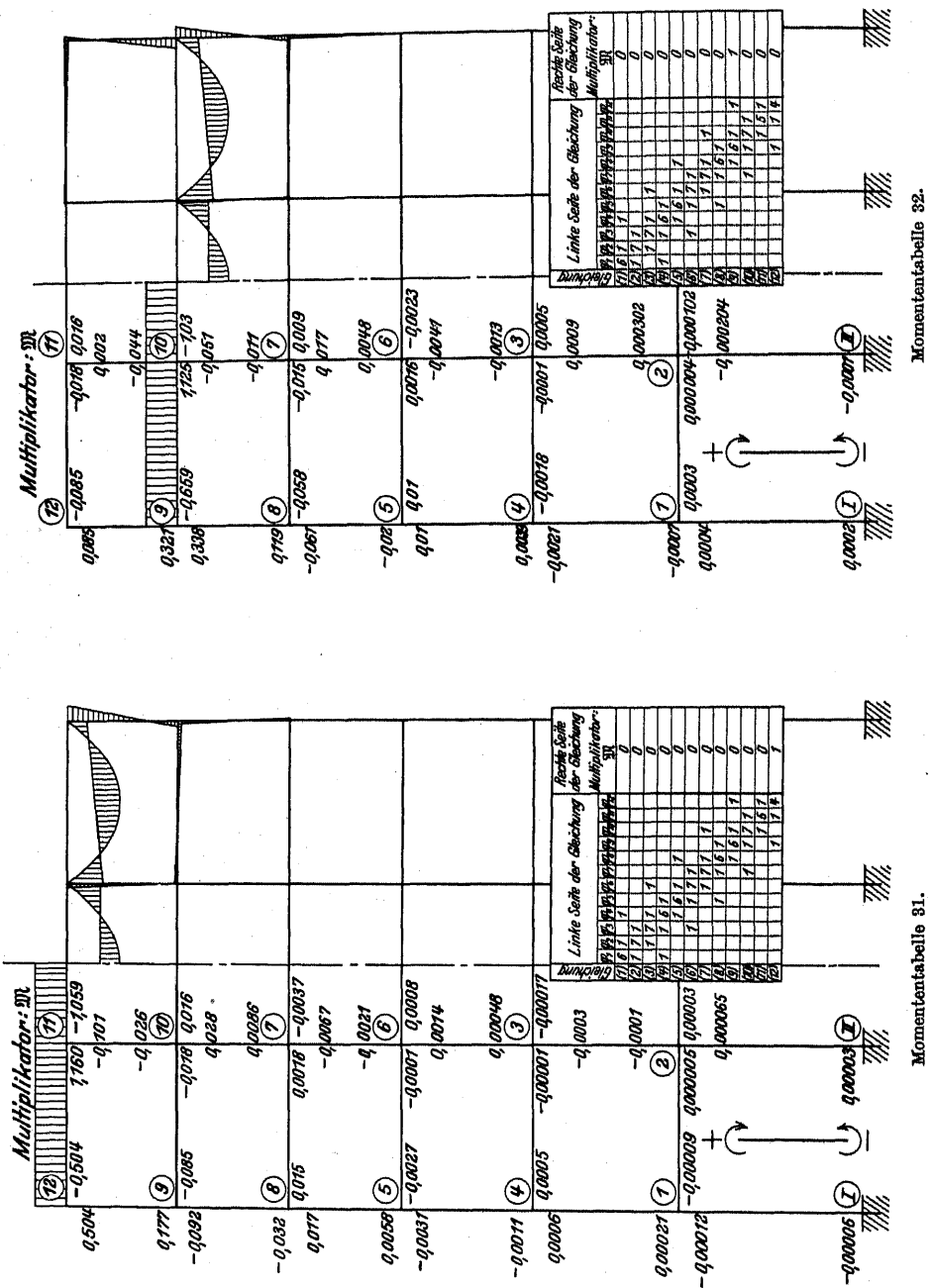


Momententabelle 30.



Momententabelle 29.

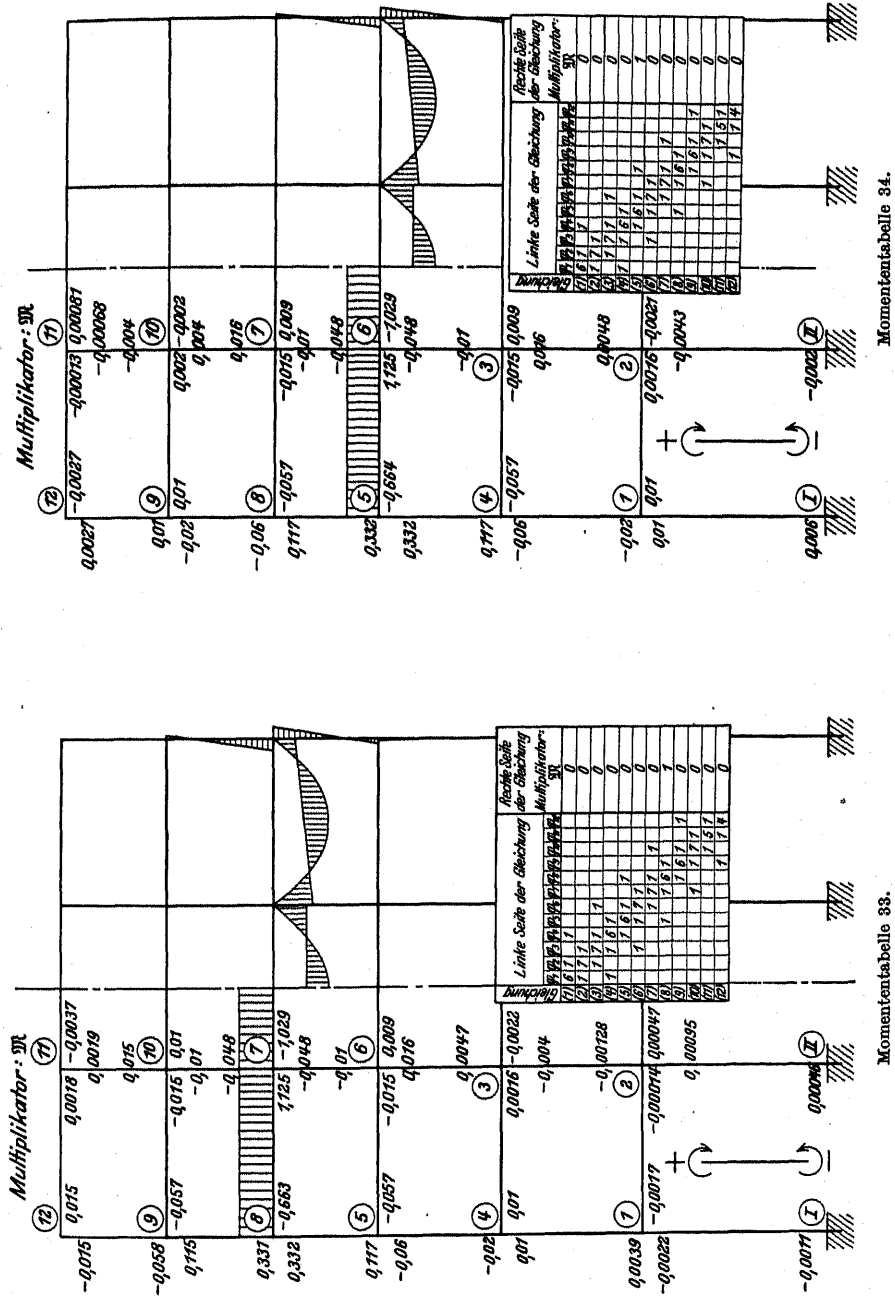
Bemerkung: Multiplikator 30 für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.



Momententabelle 31.

Bemerkung: Multiplikator M für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

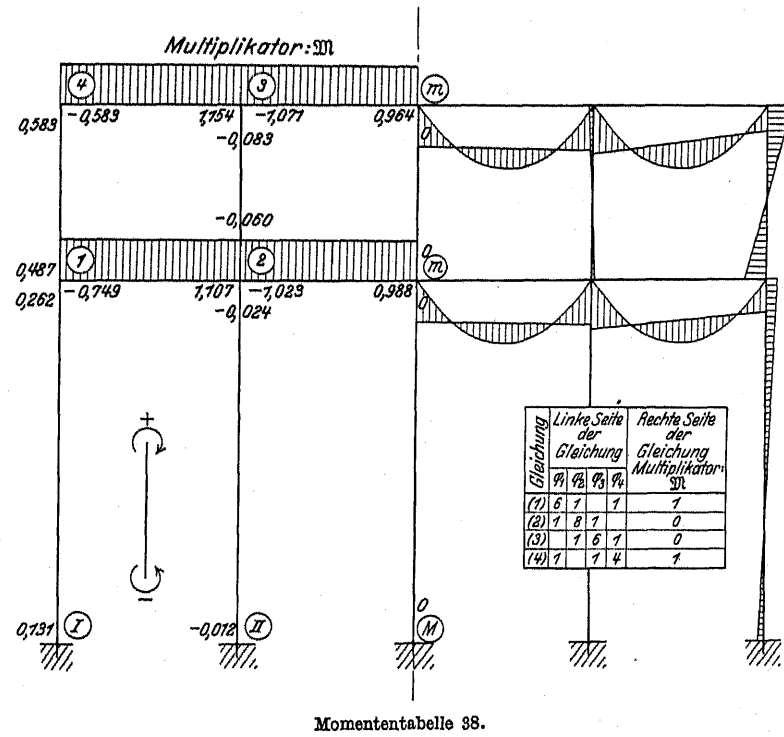
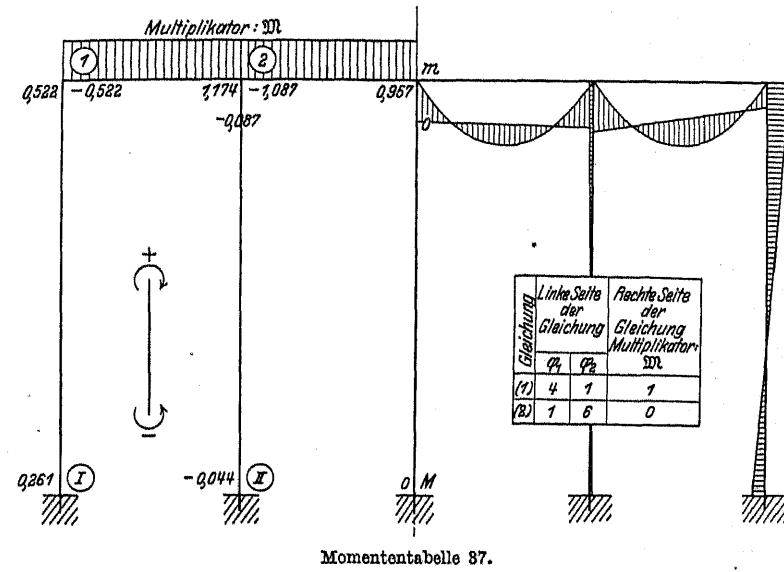
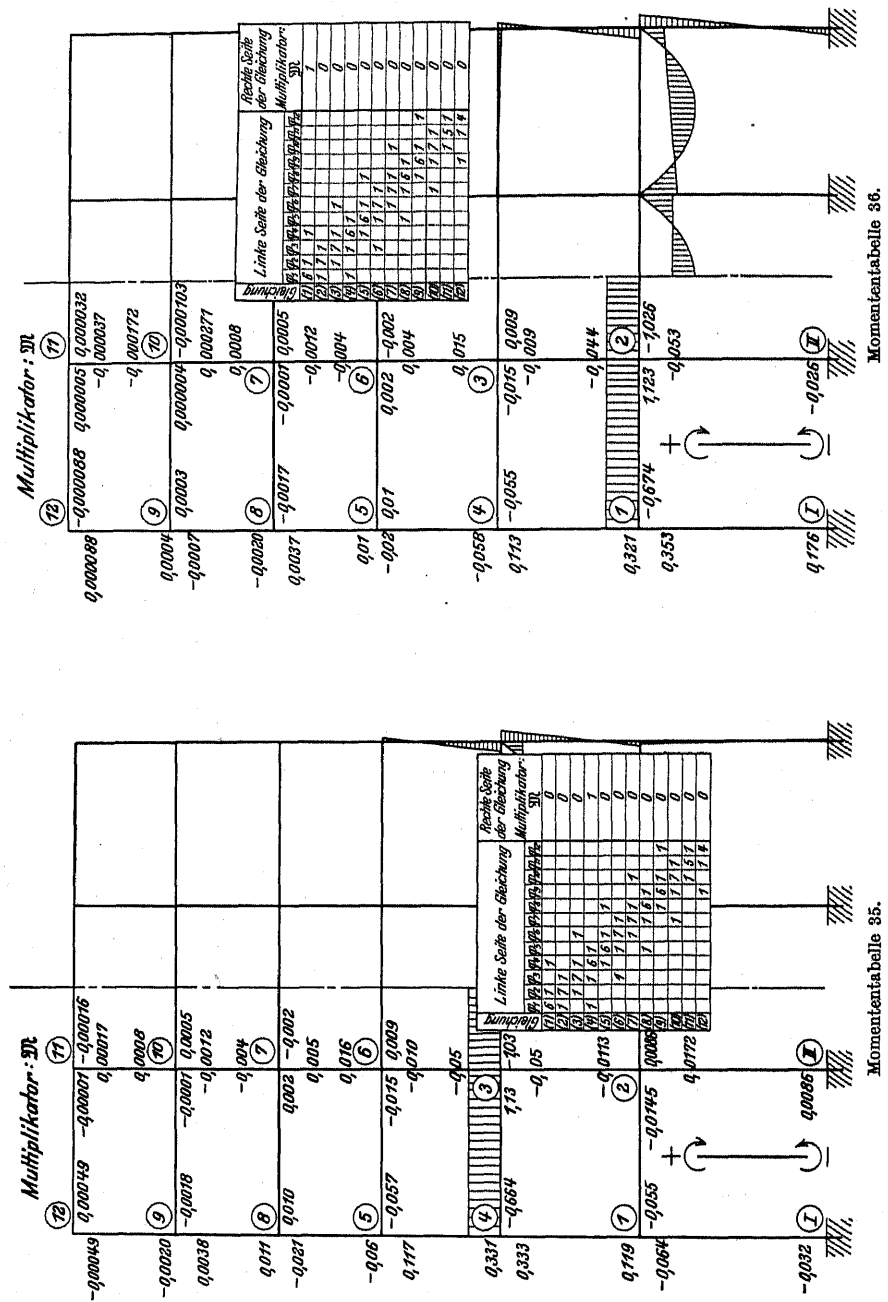
Momententabelle 32.



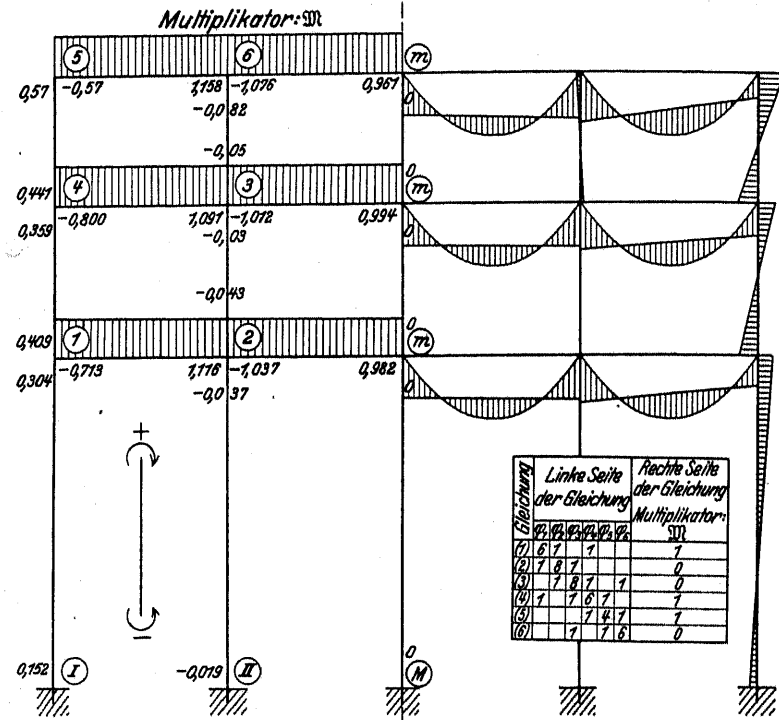
Momententabelle 33.

Bemerkung: Multiplikator M für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

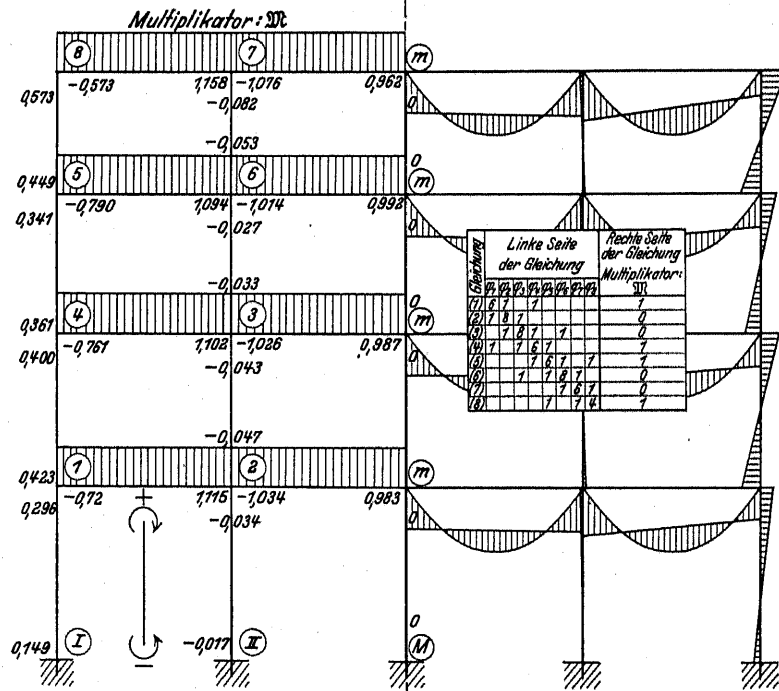
Momententabelle 34.



Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

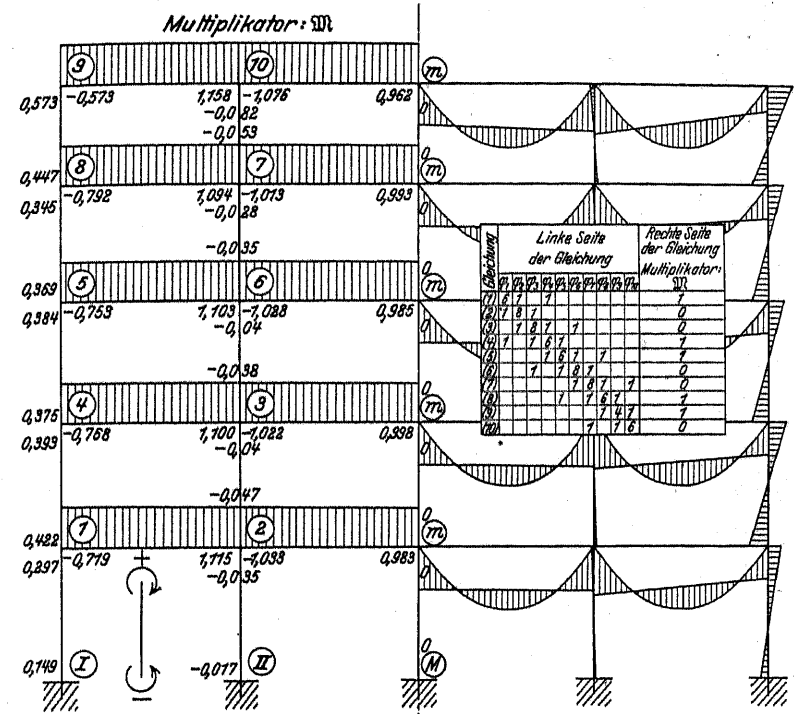


Momententabelle 39.

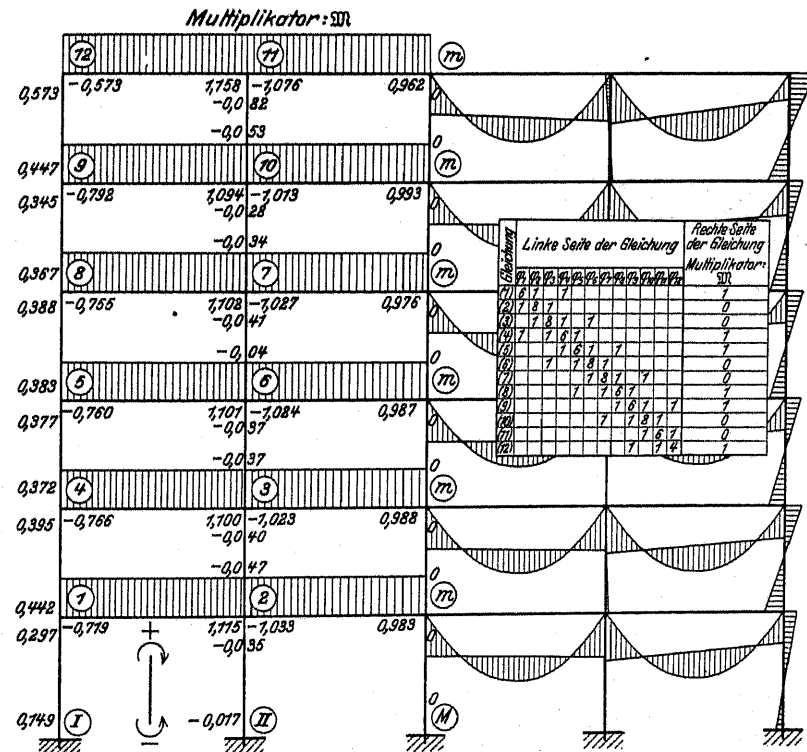


Momententabelle 40.

Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

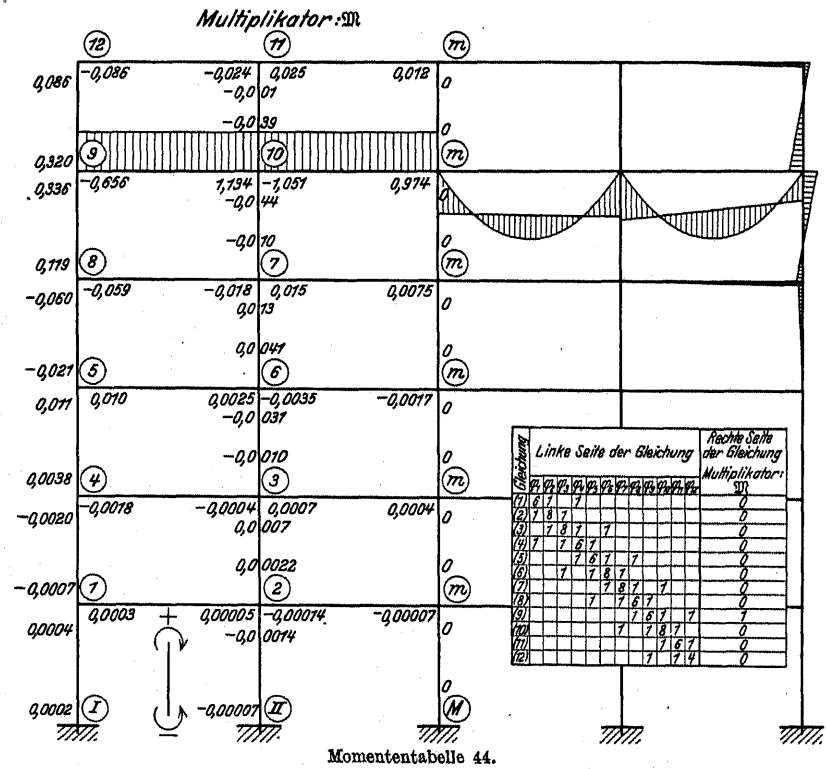
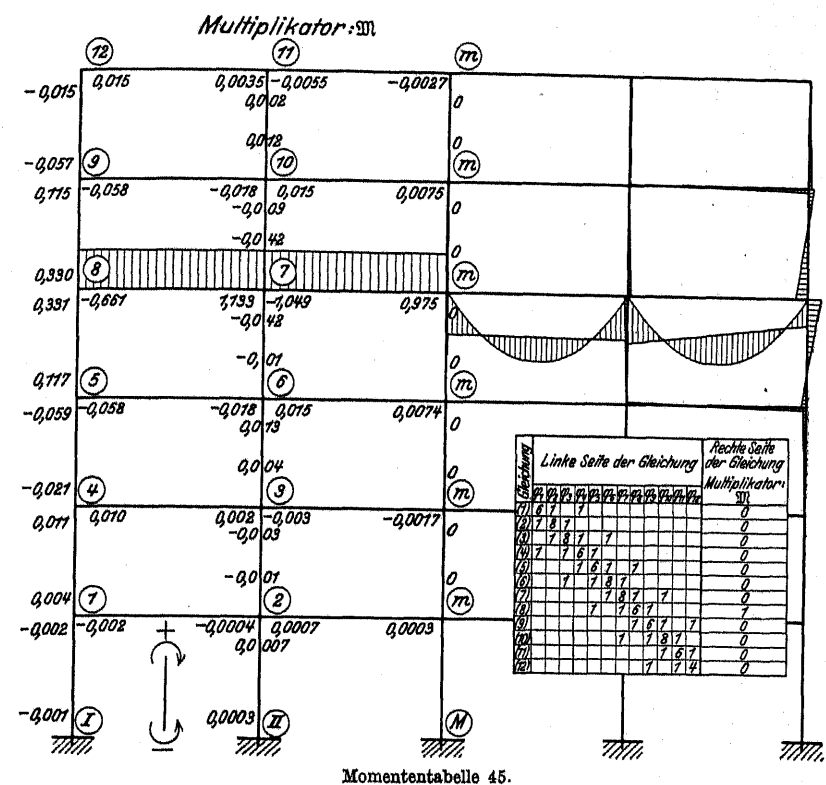
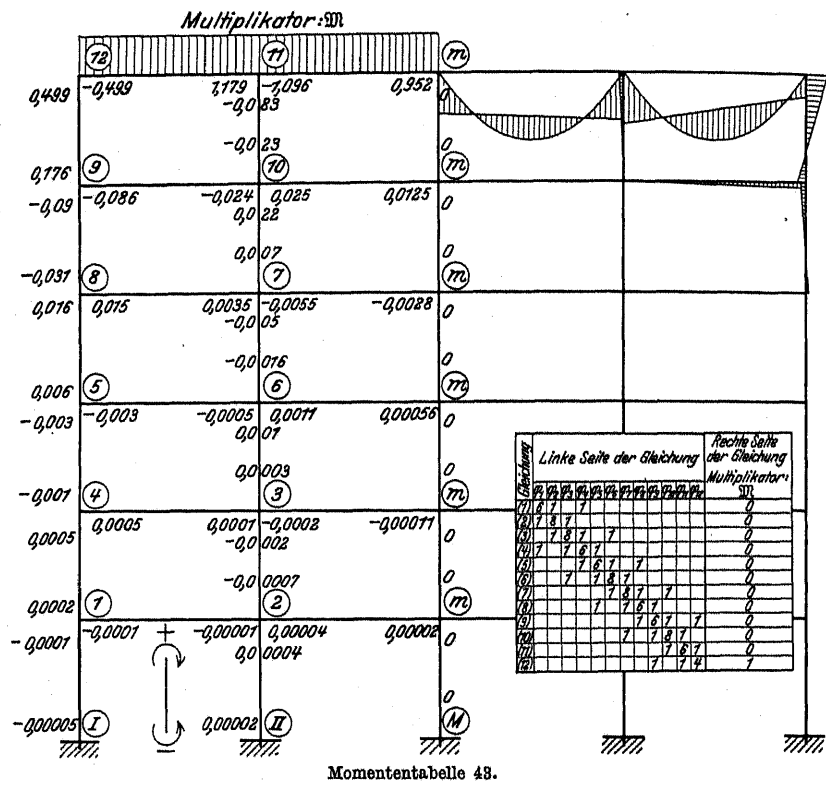


Momententabelle 41.

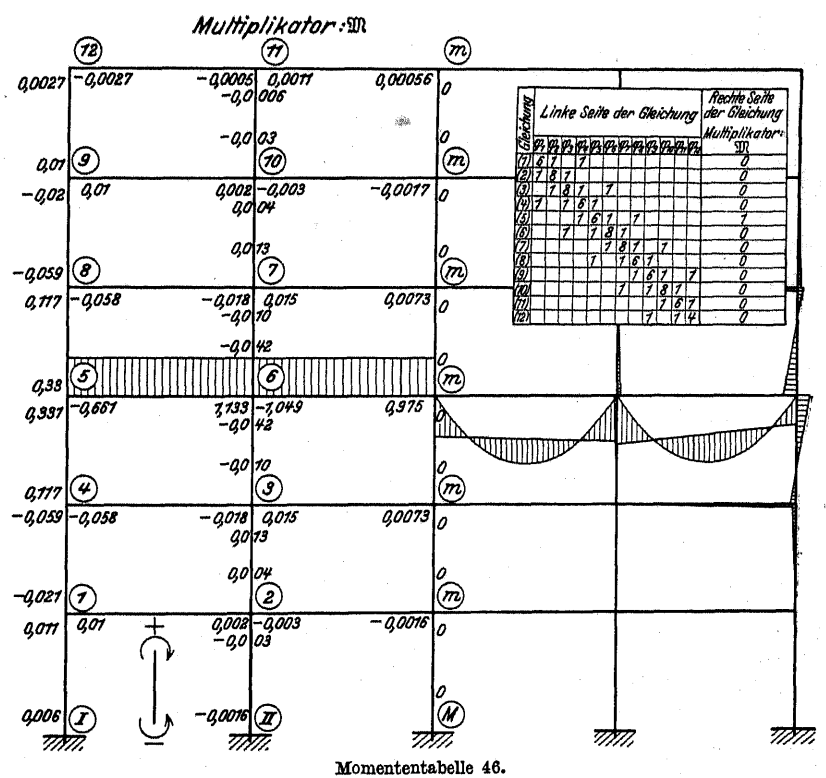


Momententabelle 42.

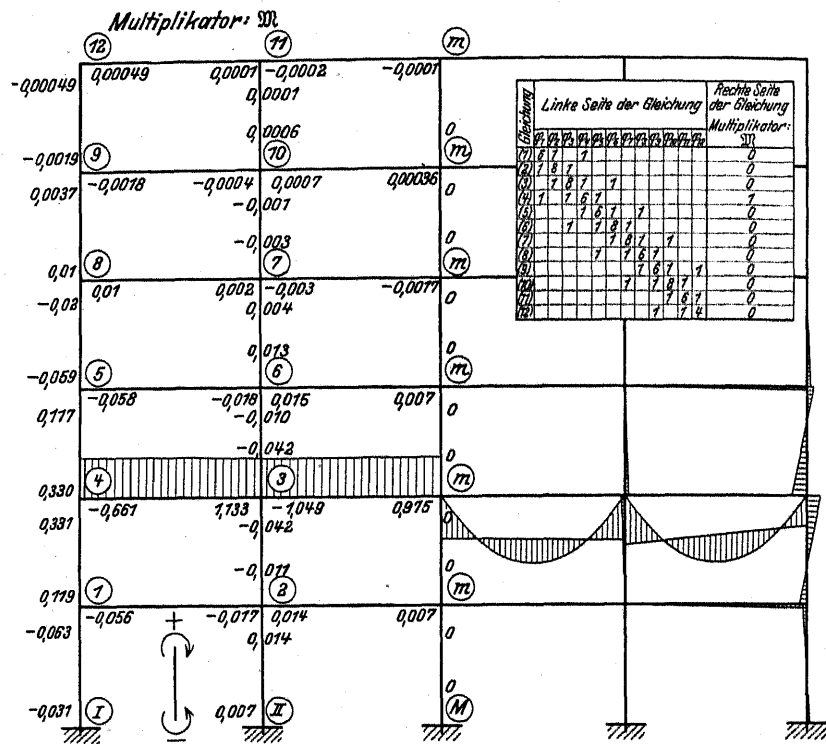
Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.
Takabeya, Rahmentafeln.



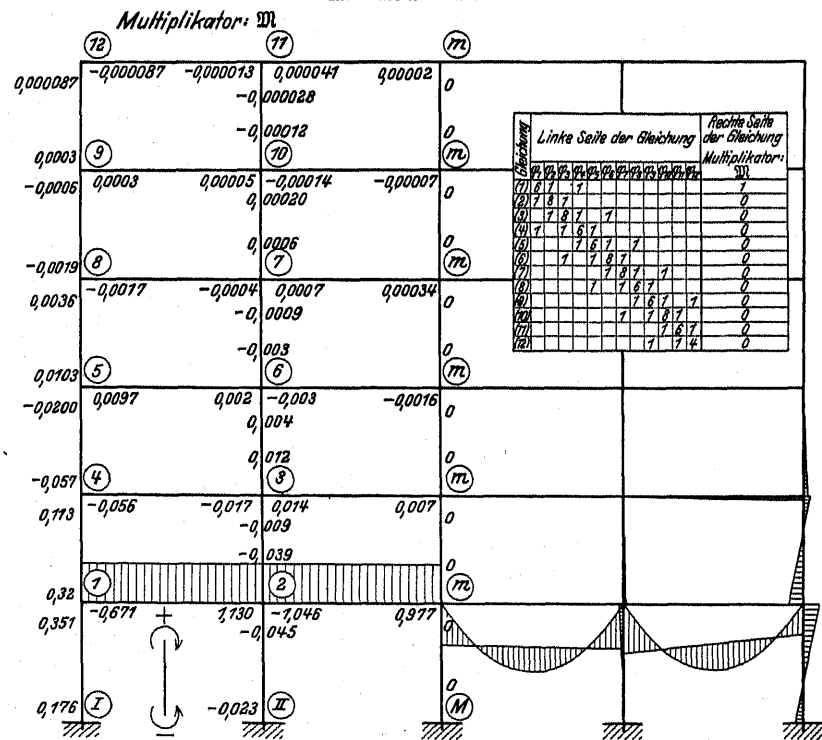
Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle I b.



Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle I b.

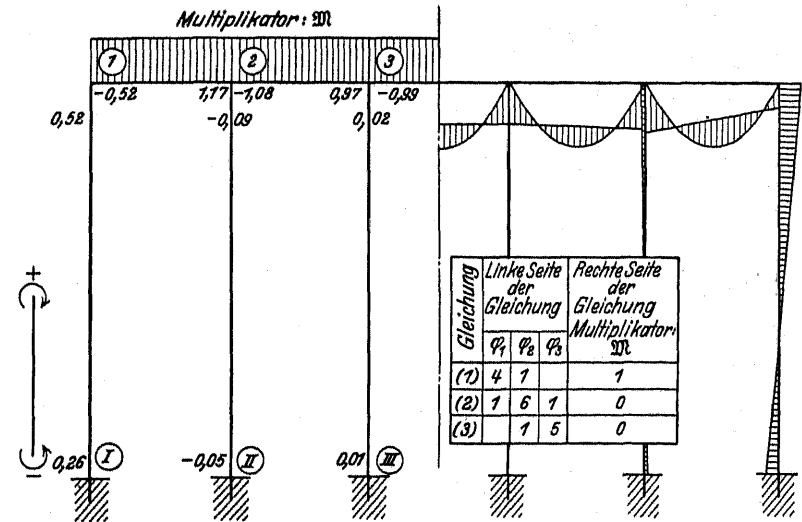


Momententabelle 47.

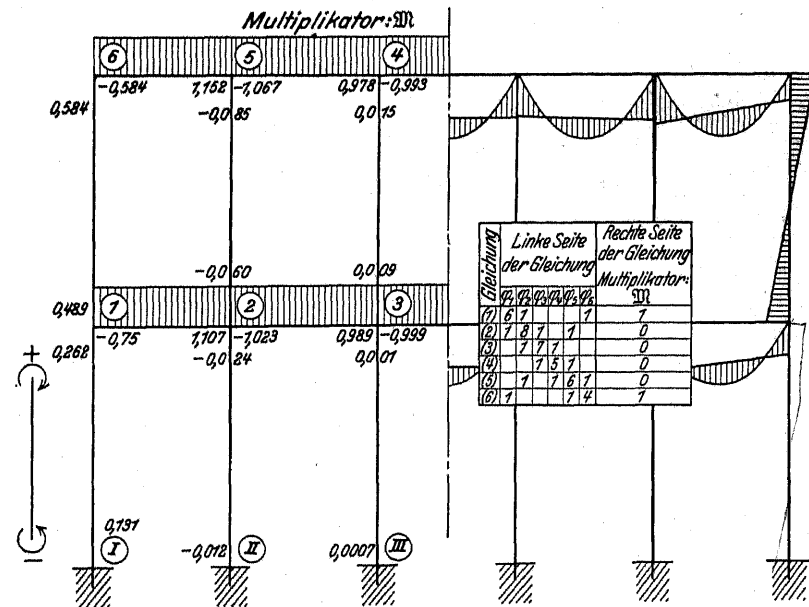


Momententabelle 48.

Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

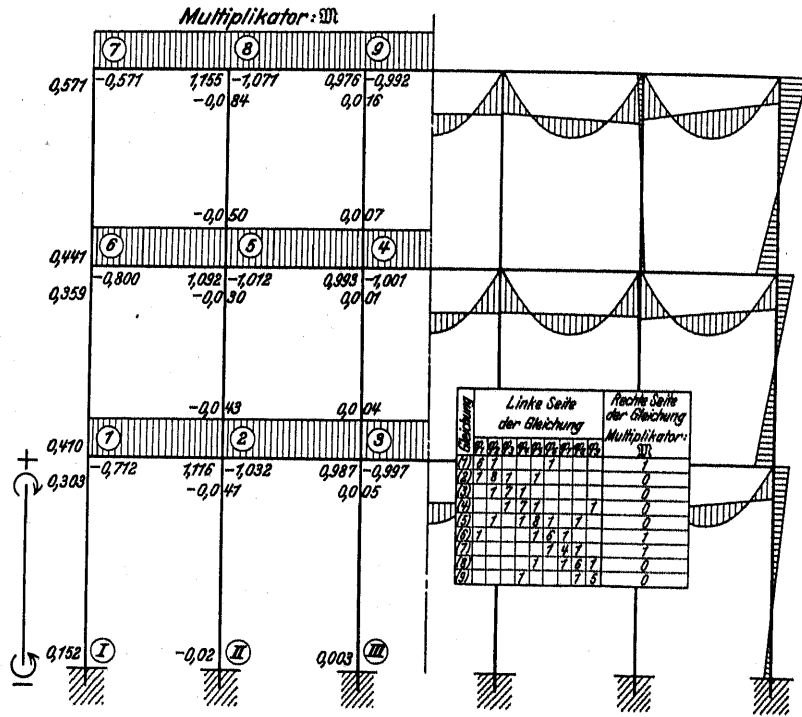


Momententabelle 49.

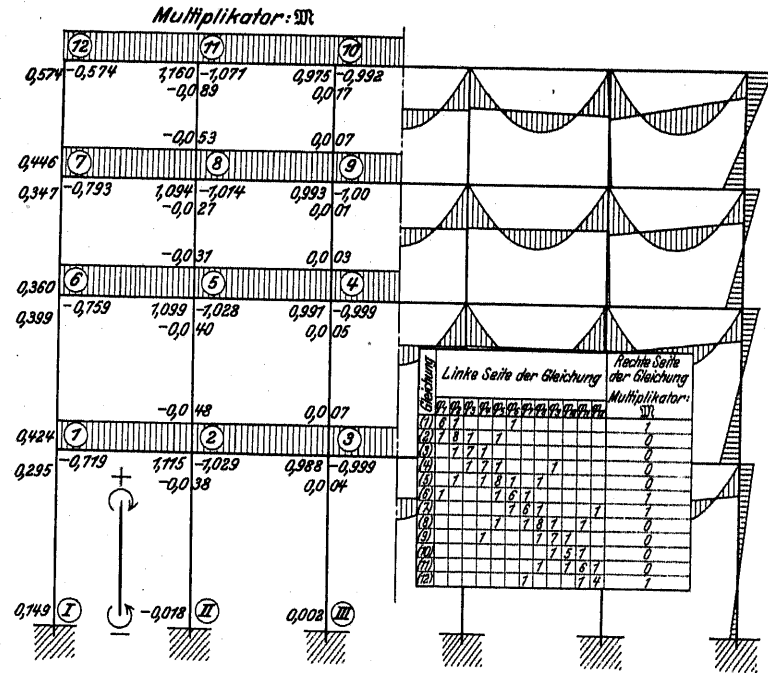


Momententabelle 50.

Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

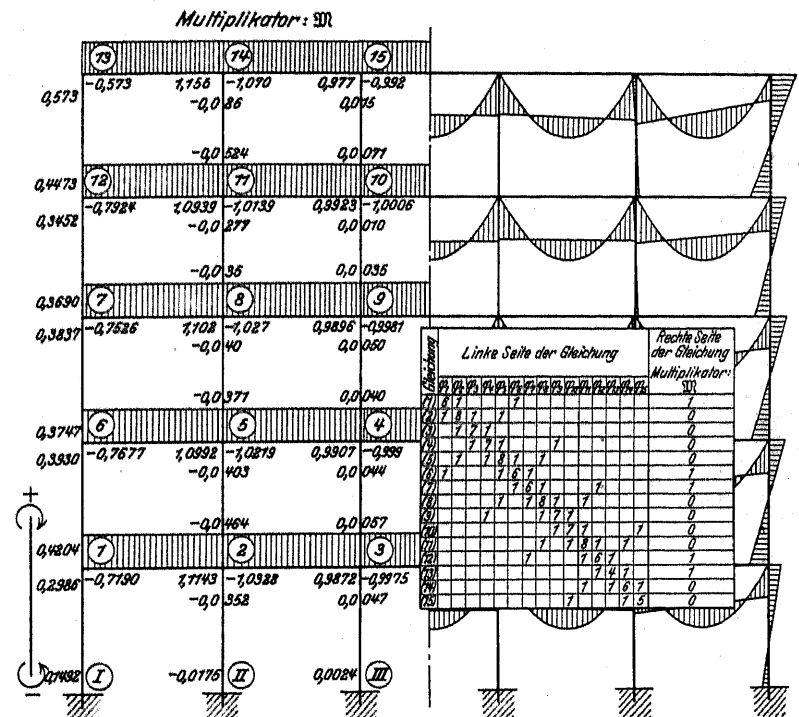


Momententabelle 51.

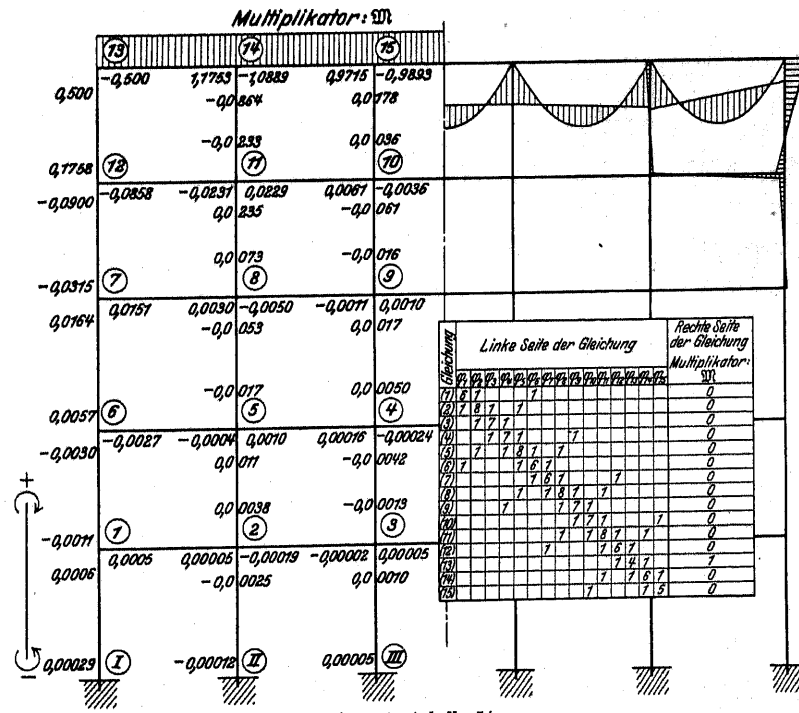


Momententabelle 52.

Bemerkung: Multiplikator M für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

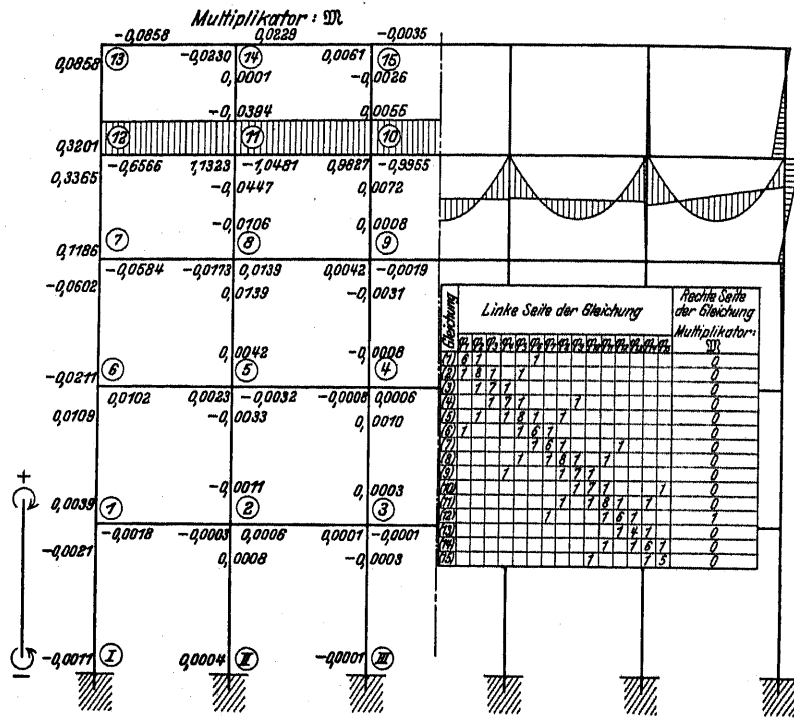


Momententabelle 53.

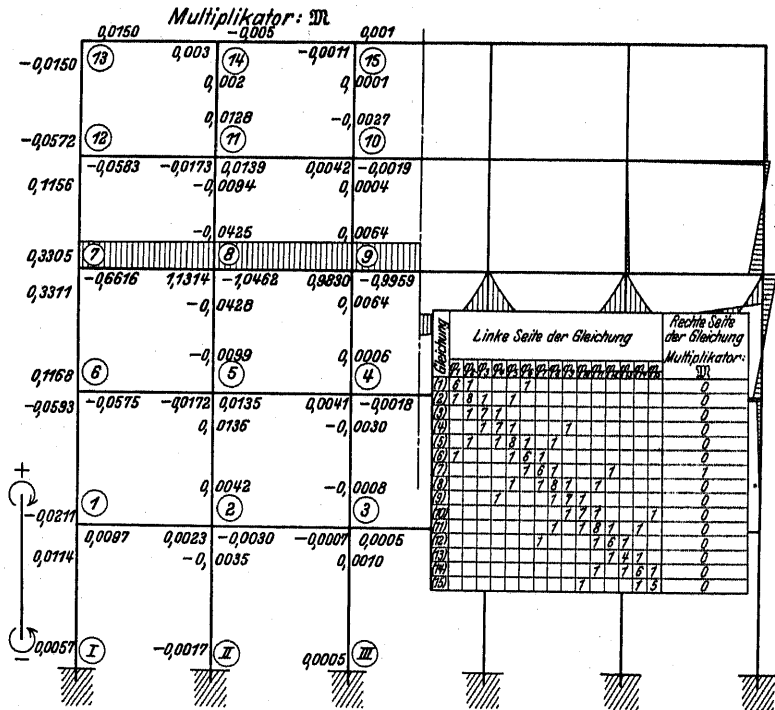


Momententabelle 54.

Bemerkung: Multiplikator M für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

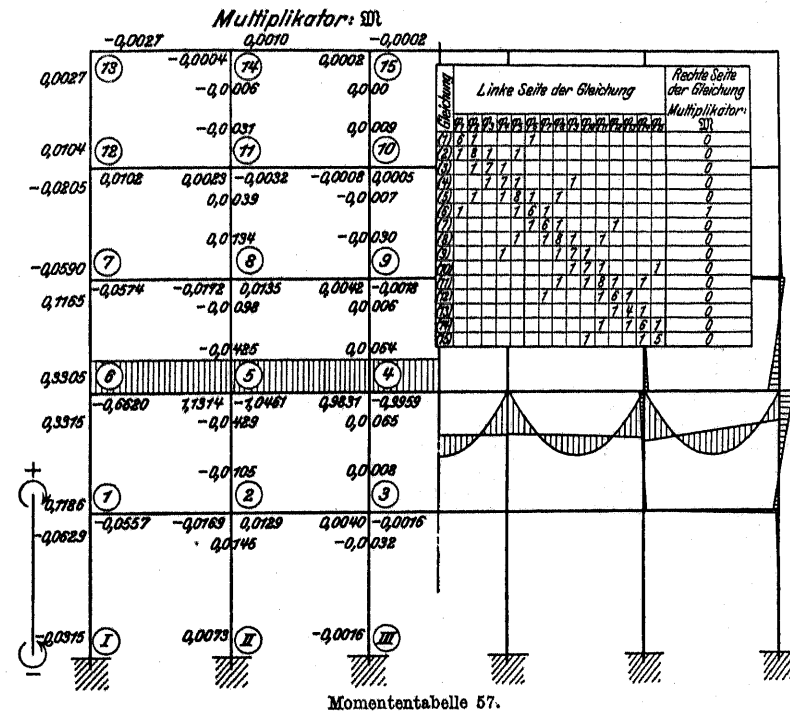


Momententabelle 55.

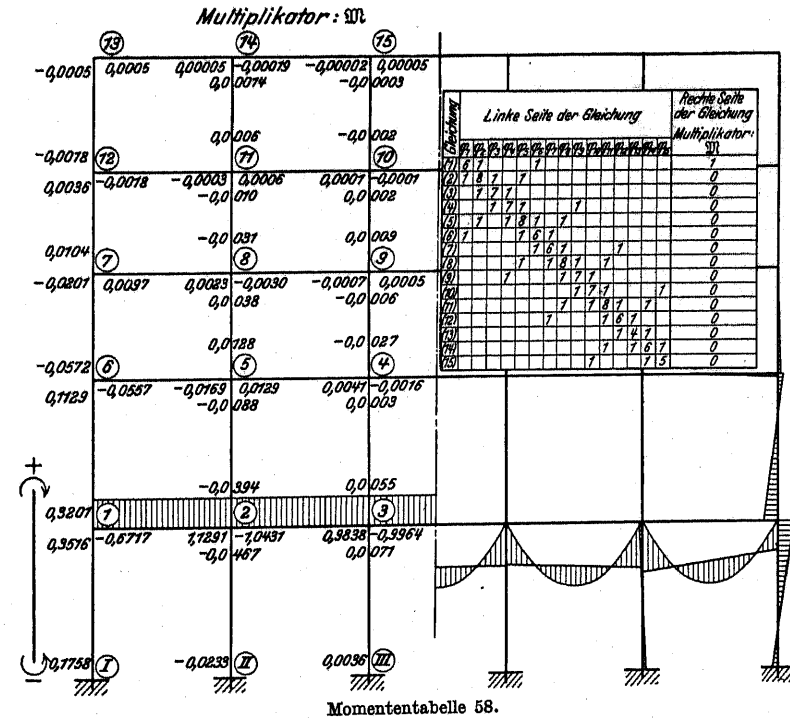


Momententabelle 56.

Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

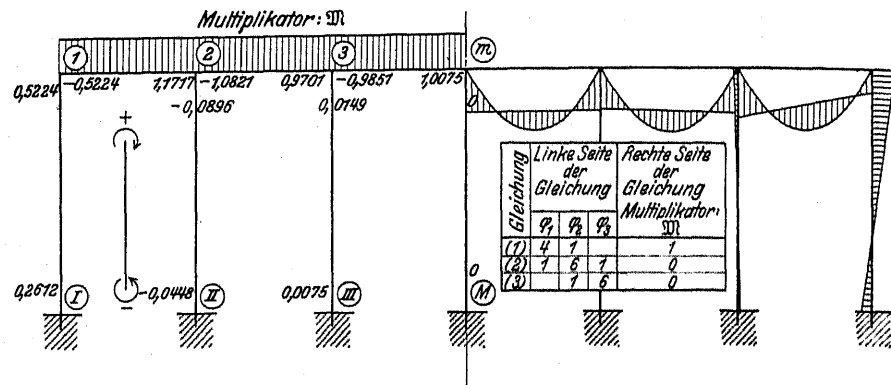


Momententabelle 57.

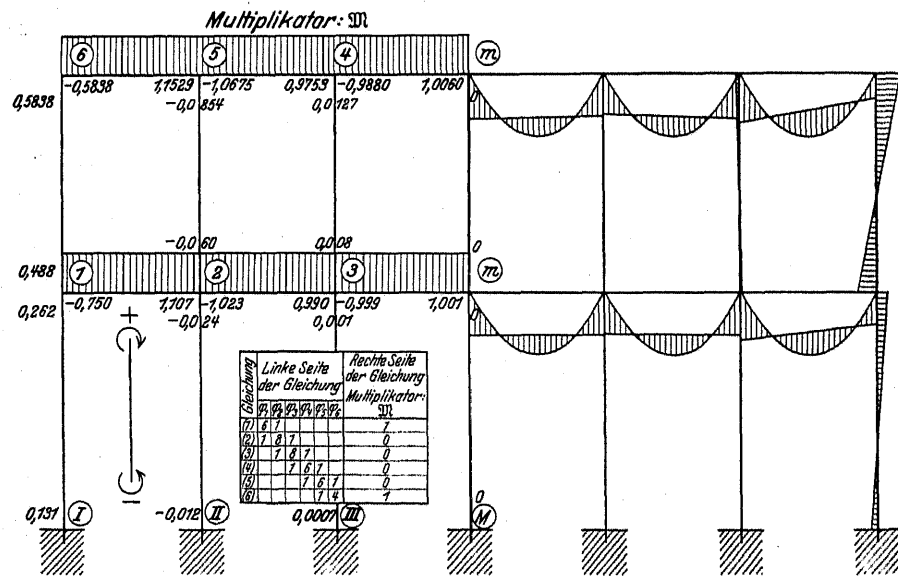


Momententabelle 58.

Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

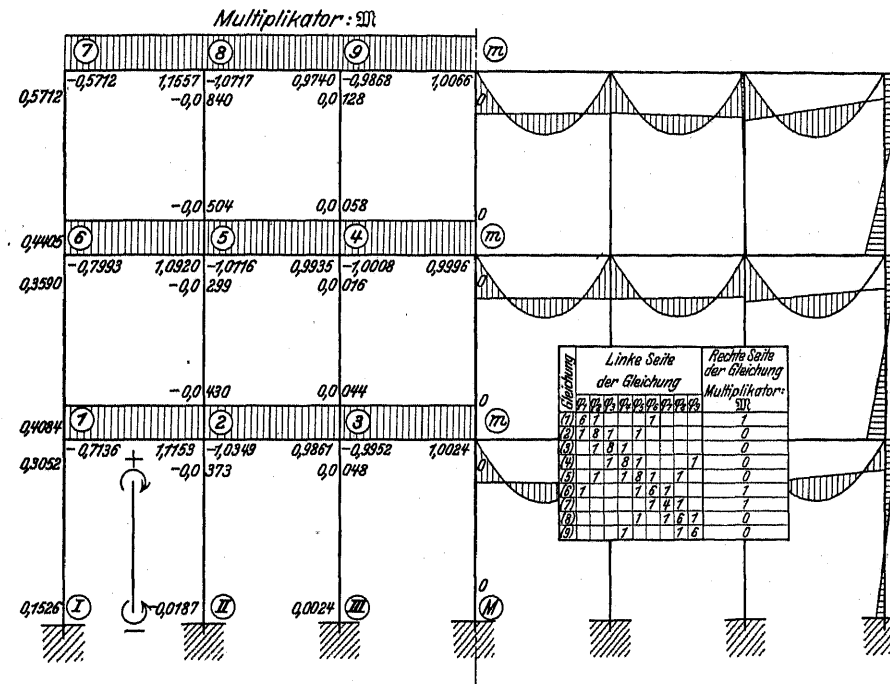


Momententabelle 59.

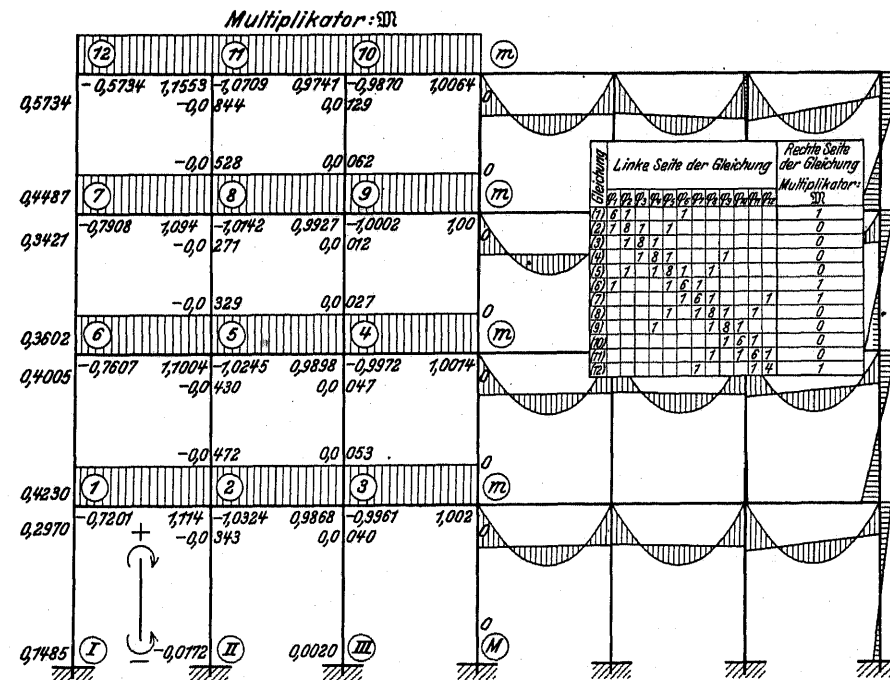


Momententabelle 60.

Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

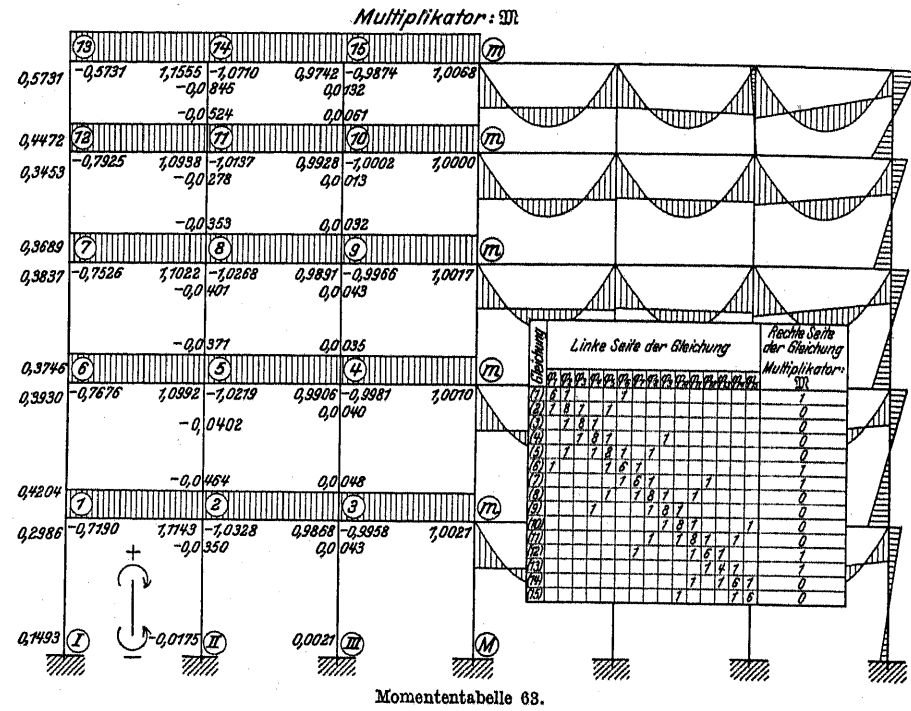


Momententabelle 61.

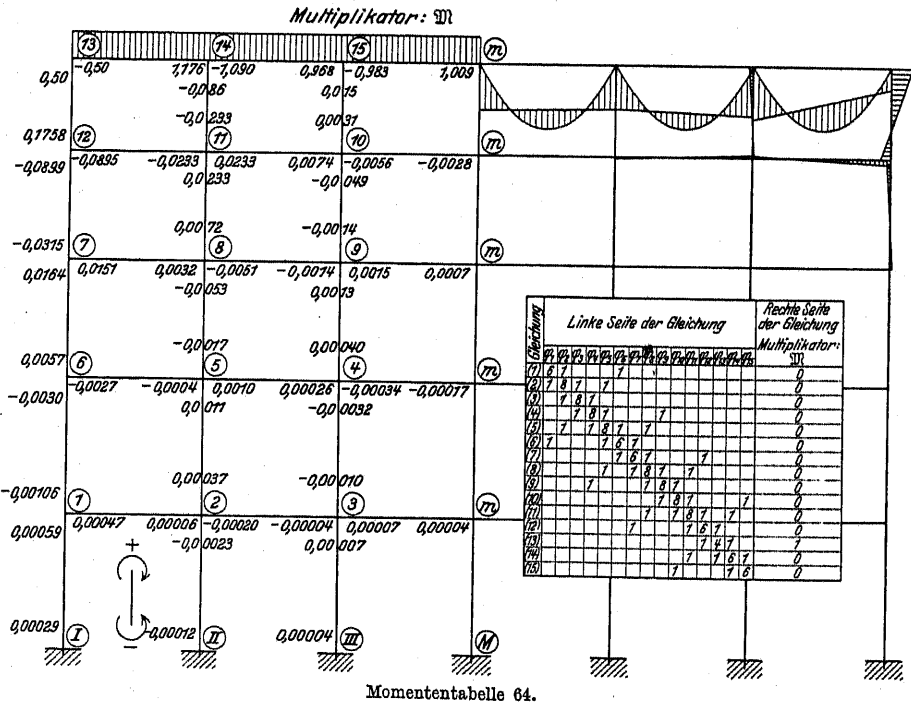


Momententabelle 62.

Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

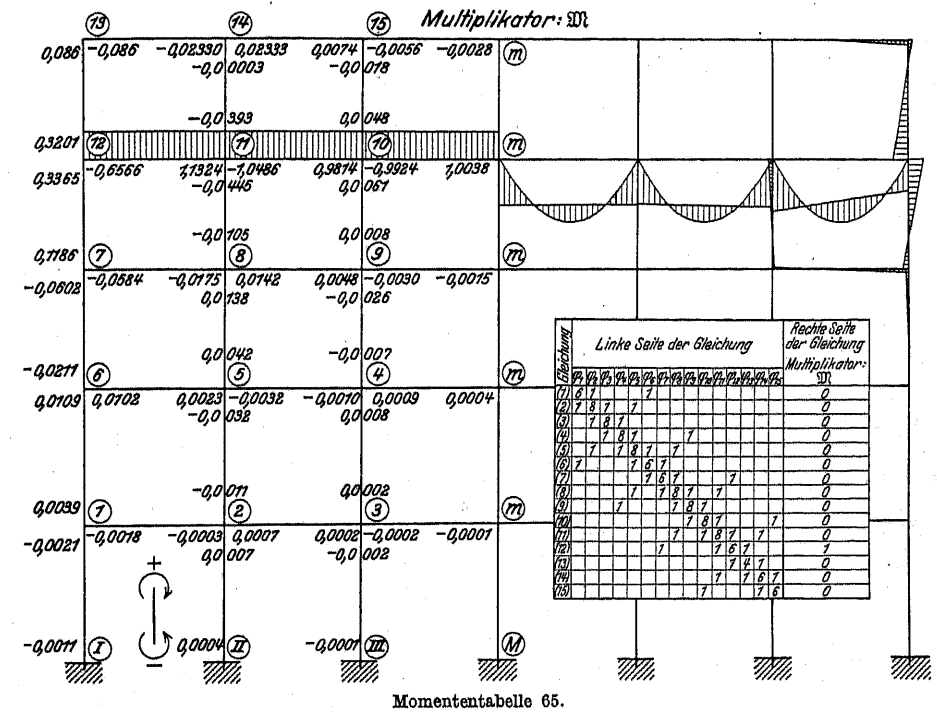


Momententabelle 63.

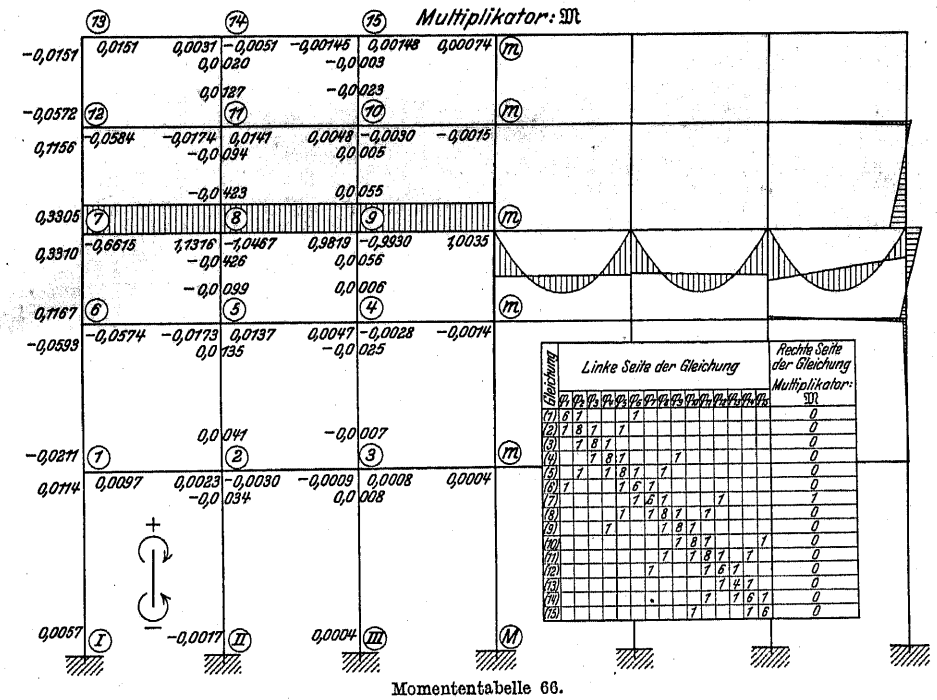


Momententabelle 64.

Bemerkung: Multiplicator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.



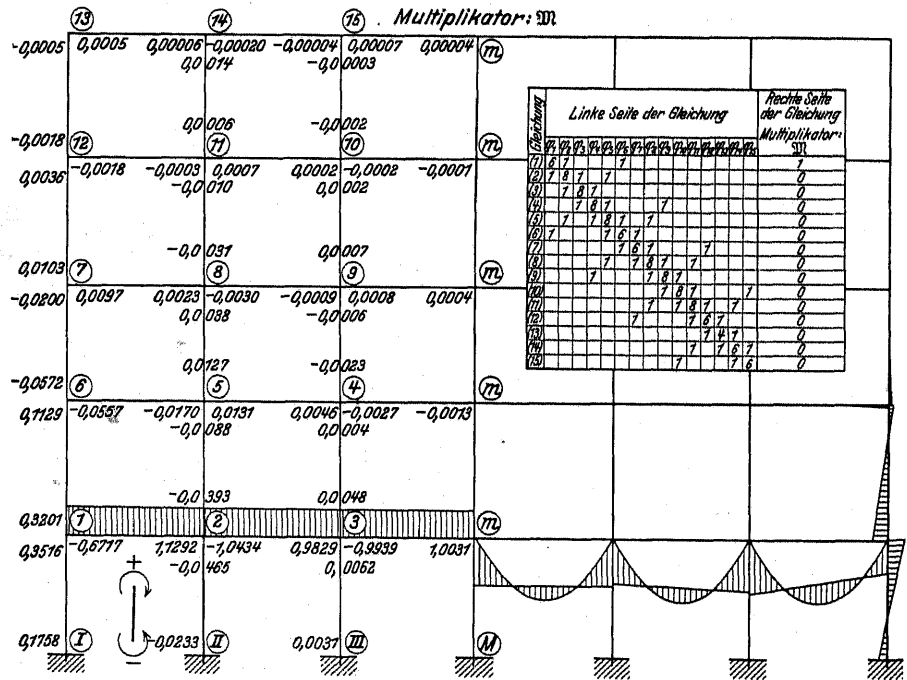
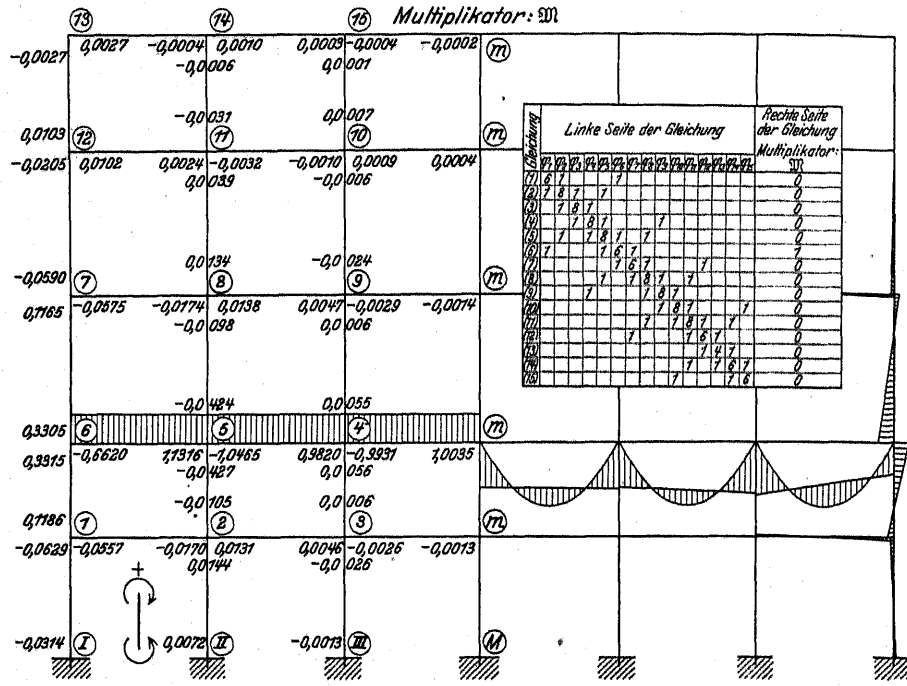
Momententabelle 65.



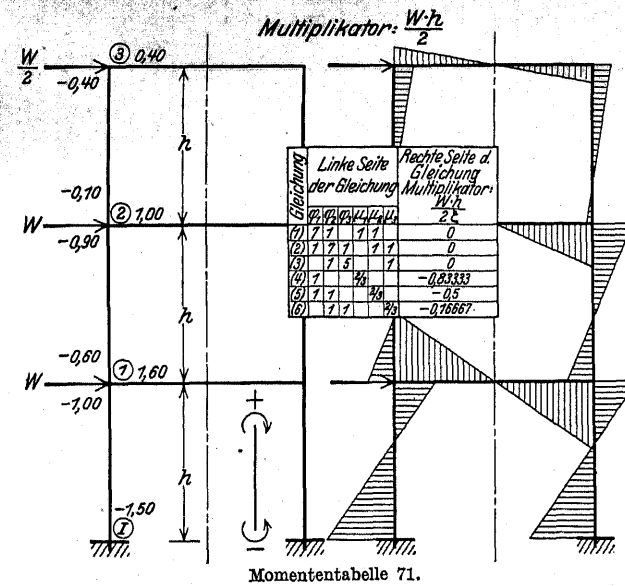
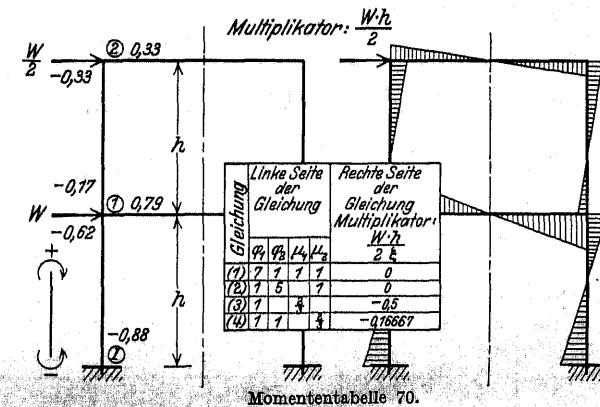
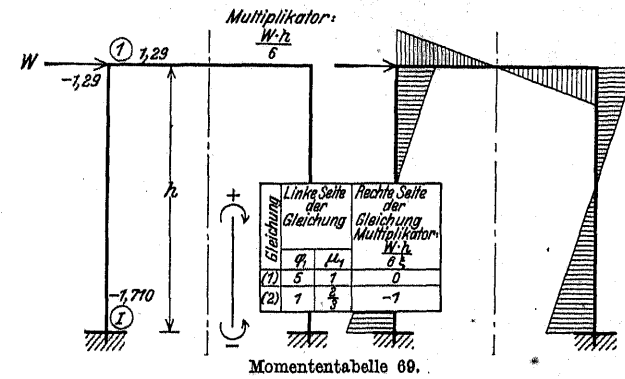
Momententabelle 66.

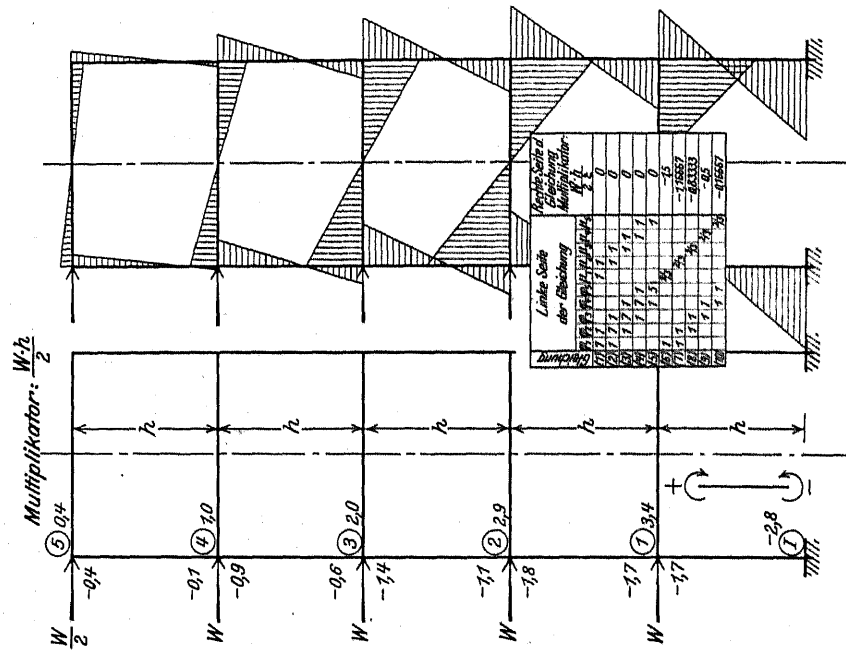
Bemerkung: Multiplicator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

Eingespannter, symmetrischer Rahmen mit waagerechter Einzellast in dem Knotenpunkt auf der vertikalen linken Seite des Rahmengebldes.

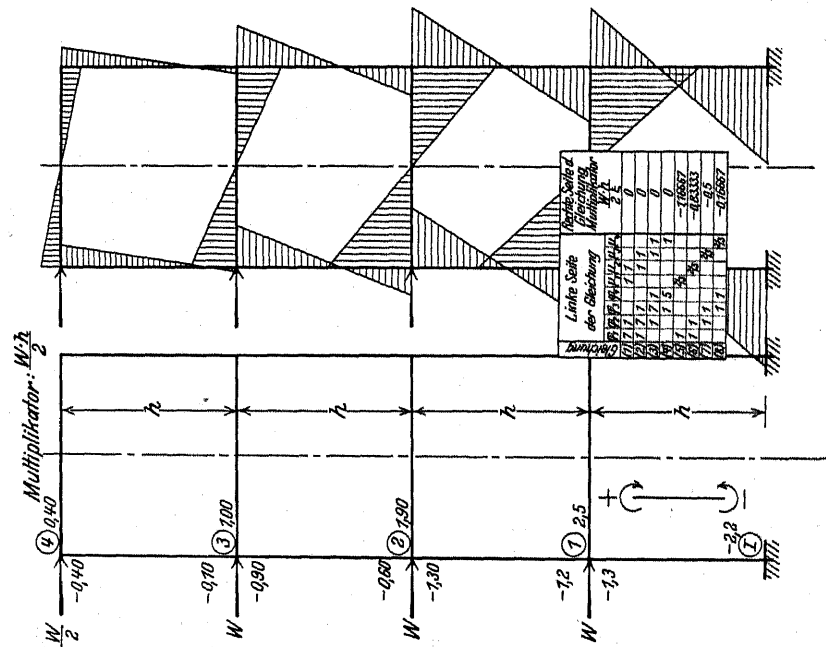


Bemerkung: Multiplikator \mathfrak{M} für beliebige Belastungen s. Tabelle Ib.

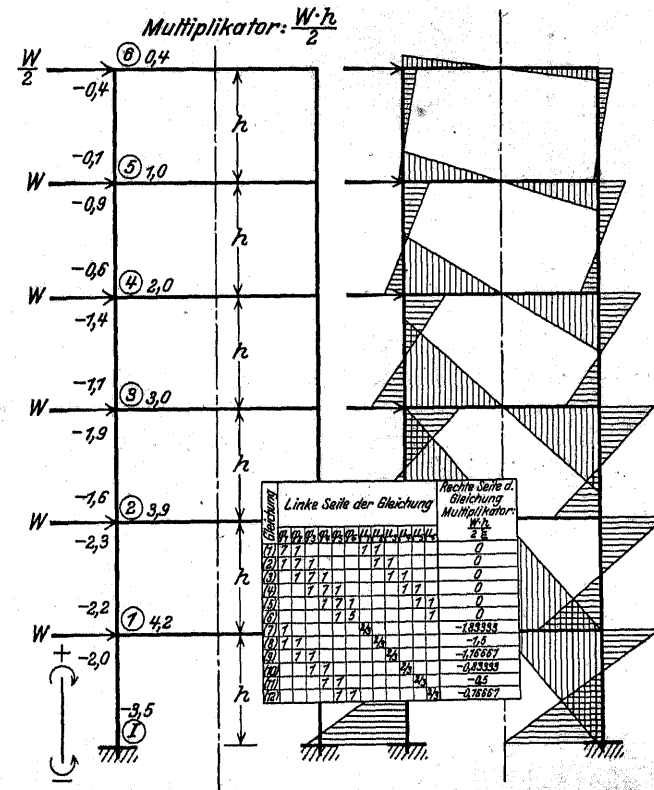




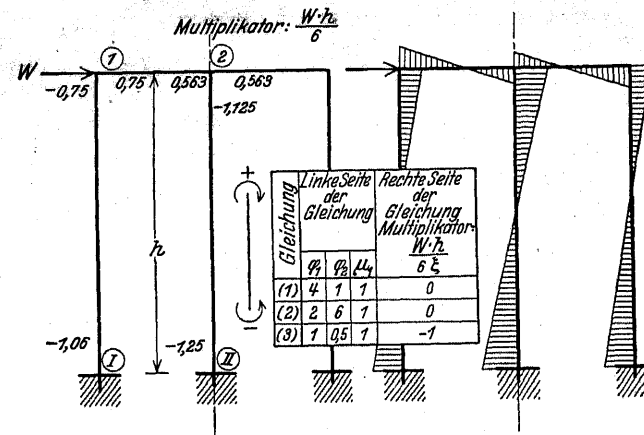
Momententabelle 73.



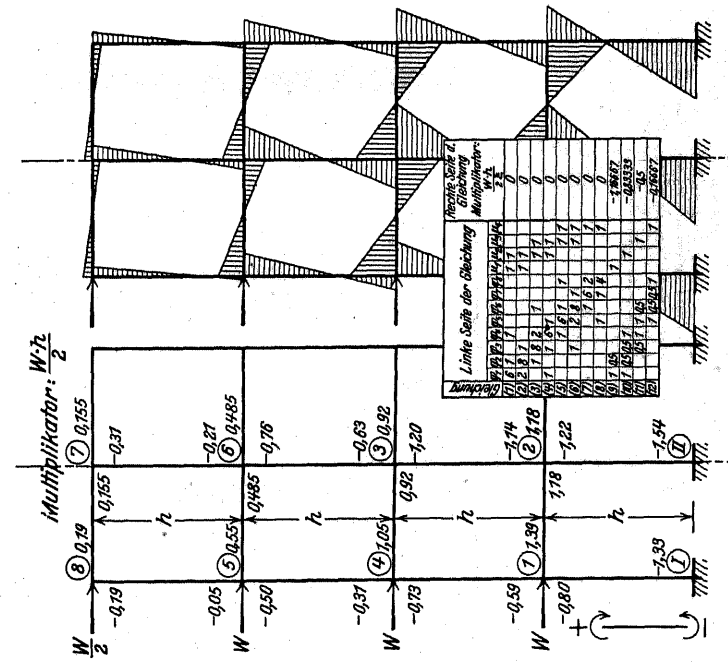
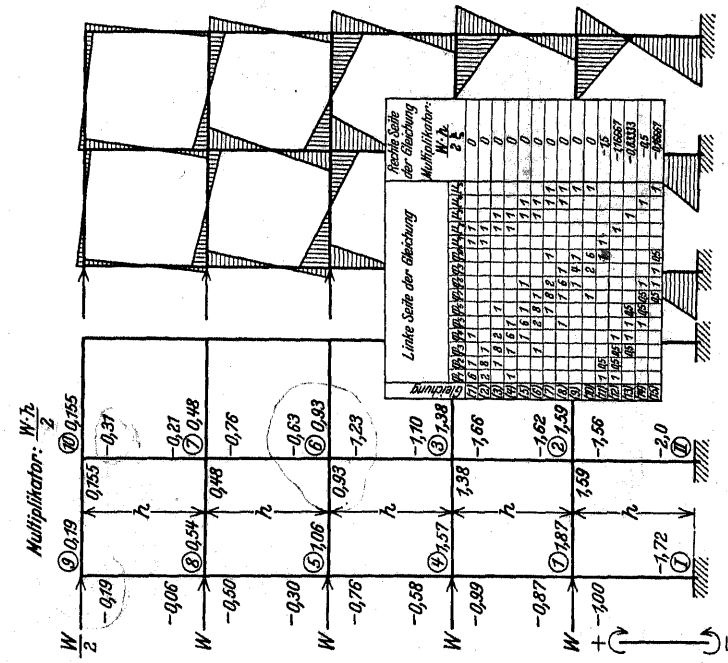
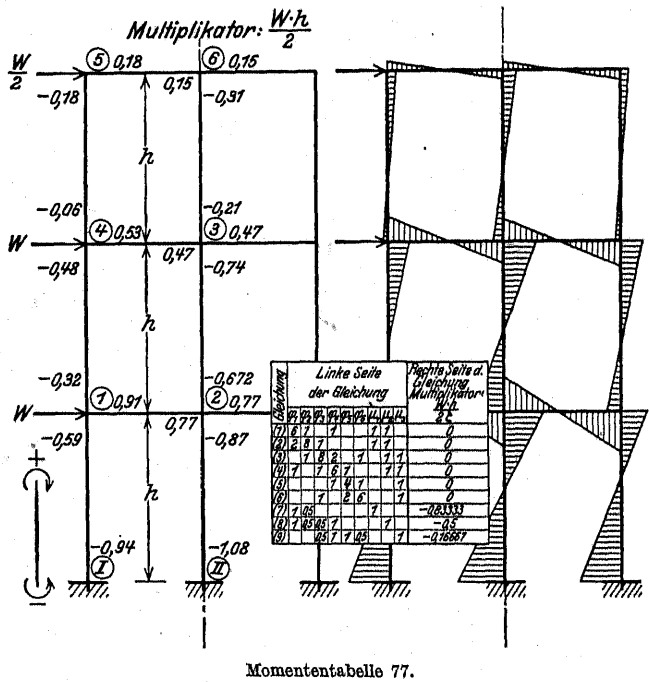
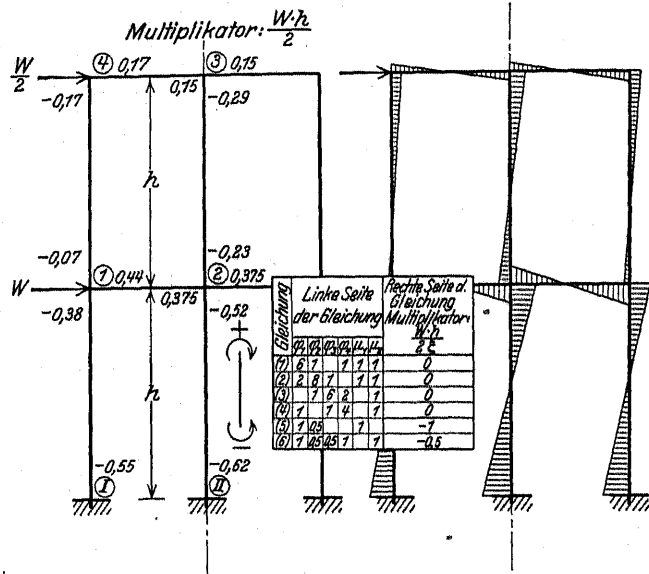
Momententabelle 72.

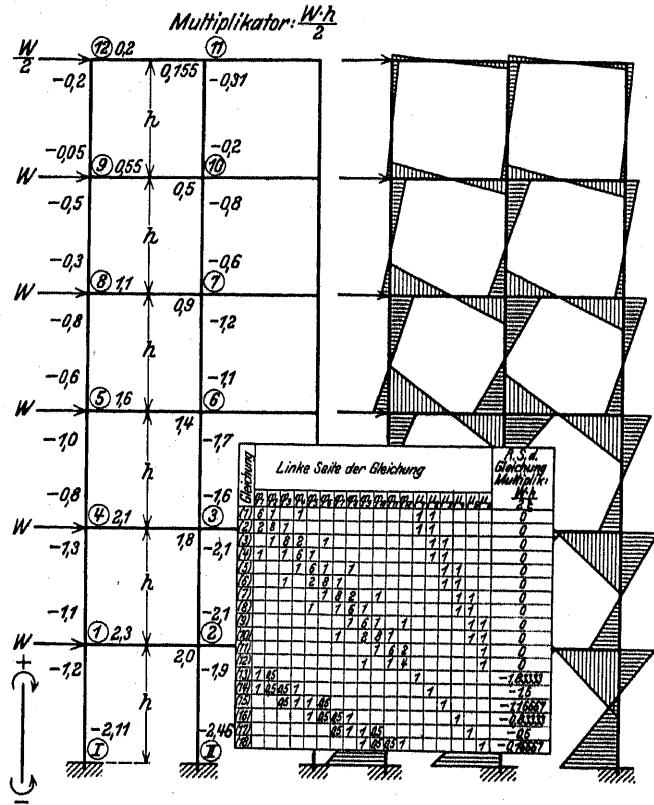


Momententabelle 74.

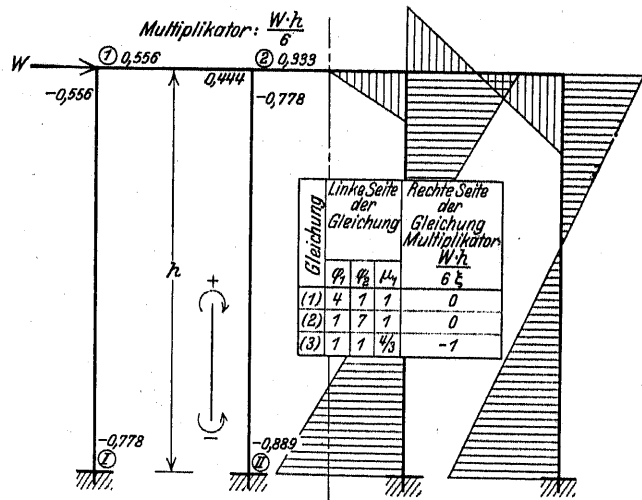


Momententabelle 75.

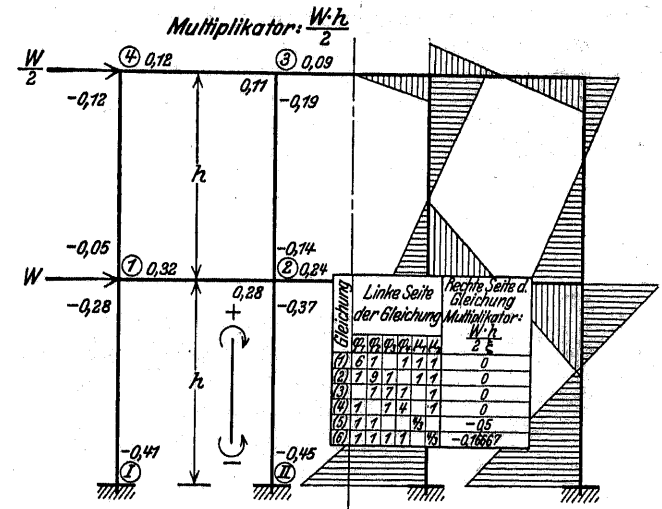




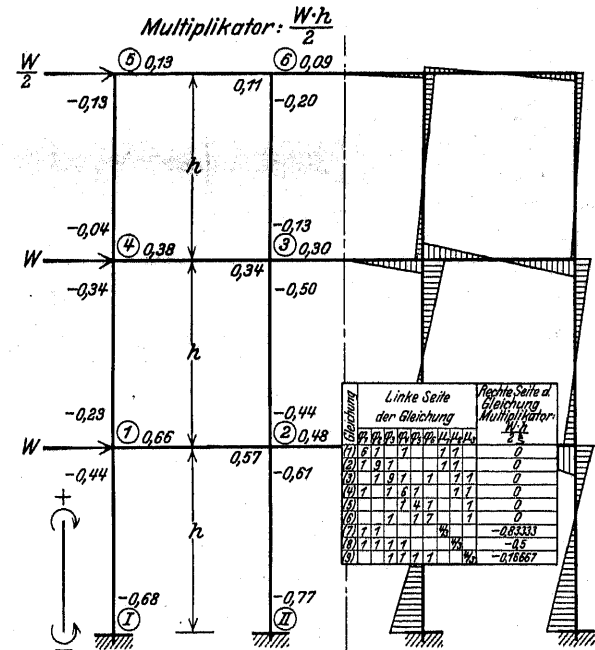
Momententabelle 80.



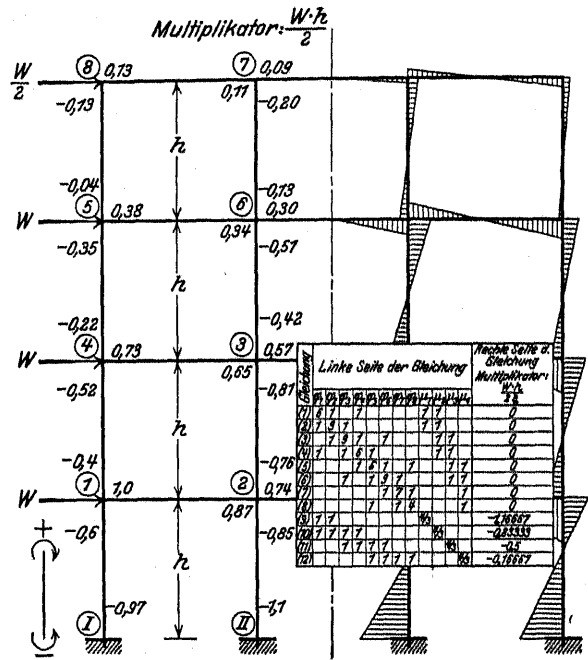
Momententabelle 81.



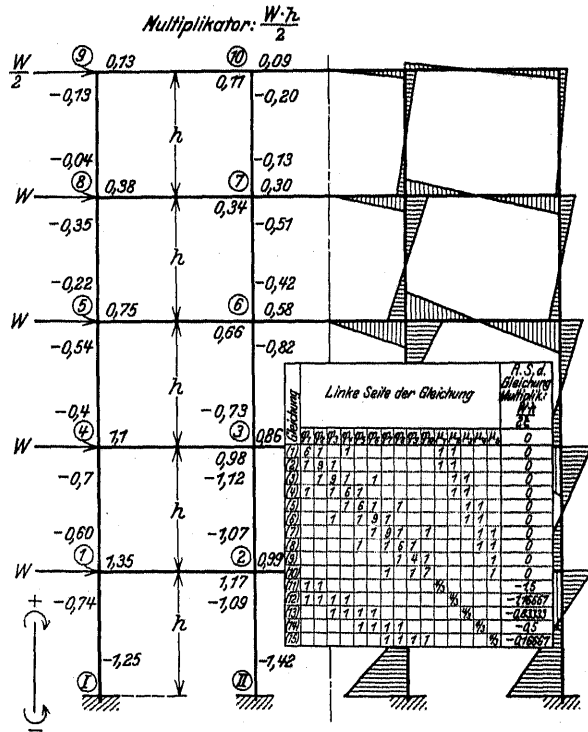
Momententabelle 82.



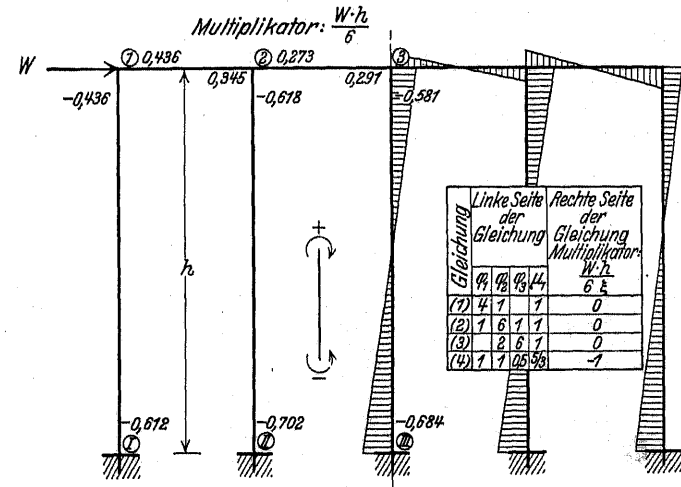
Momententabelle 83.



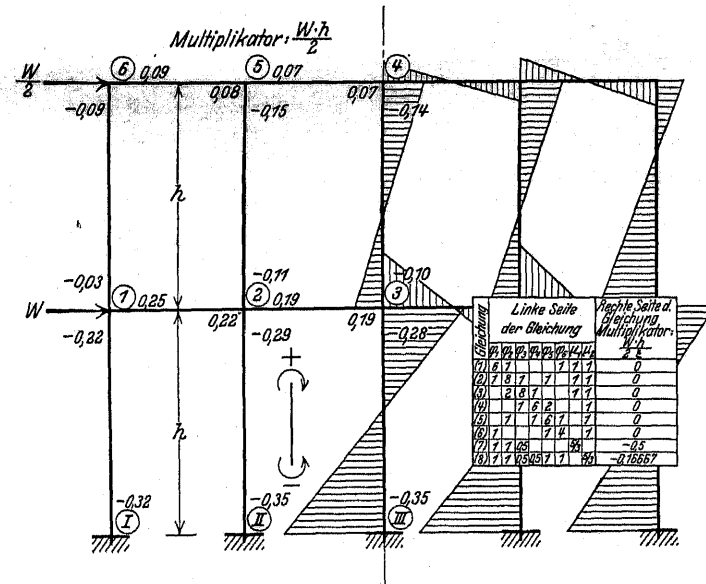
Momententabelle 84.



Momententabelle 85.



Momententabelle 86.



Momententabelle 87.

Druck von Oscar Brandstetter in Leipzig.