

Durchlaufende Eisenbetonkonstruktionen in elastischer Verbindung mit den Zwischenstützen

(Plattenbalkendecken und Pilzdecken)

Einflußlinientafeln und Zahlentafeln für die maximalen
Biegemomente und Auflagerdrücke infolge ständiger und
veränderlicher Belastung unter Berücksichtigung der
Stützeinspannung (Winklersche Zahlen)
nebst Anwendungsbeispielen

von

Baurat Dr.-Ing. **F. Kann**

Wismar

Mit 47 Textabbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1926

Durchlaufende Eisenbetonkonstruktionen in elastischer Verbindung mit den Zwischenstützen

(Plattenbalkendecken und Pilzdecken)

Einflußlinientafeln und Zahlentafeln für die maximalen
Biegemomente und Auflagerdrücke infolge ständiger und
veränderlicher Belastung unter Berücksichtigung der
Stützeinspannung (Winklersche Zahlen)
nebst Anwendungsbeispielen

von

Baurat Dr.-Ing. **F. Kann**

Wismar

Mit 47 Textabbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1926

ISBN 978-3-662-32234-5 ISBN 978-3-662-33061-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-33061-6

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Vorwort.

Der Inhalt der vorliegenden Schrift soll einen Beitrag bieten zu den Tabellenwerken über durchlaufende Träger, indem hier — im Hinblick auf die Erfordernisse des Eisenbetonbaues — Formeln und Zahlentafeln für durchlaufende Eisenbetonkonstruktionen auf elastisch-drehbaren Zwischenstützen gebracht werden, und zwar einerseits für die Maximal- und Minimalmomente und Auflagerdrücke und andererseits für die Einflußordinaten bei verschiedenen Spannweitenverhältnissen und Einspannungsgraden für 2 und 3 Öffnungen. Dabei wird der Zusammenhang mit den Stützen des unmittelbar unter und über dem Durchlaufträger liegenden Stockwerkes berücksichtigt, wie dies nach den neuen Eisenbetonvorschriften besonders für Pilzdecken in Betracht kommt.

Man rechnet in der Praxis des Eisenbetonbaues — abgesehen von wichtigeren Ausführungen, also besonders bei allen überschläglichen Ermittlungen und Vorprojekten — meist angenähert mit den für Pendelstützenlagerung geltenden Behelfen (Winklersche Zahlen, Tabellen von Griot und von Kapferer), indem man gewöhnlich darauf hinweist, daß die Pendelstützenlagerung ja ungünstiger ist als die elastische Einspannung in die Zwischenstützen, was übrigens durchaus nicht immer zutrifft. Bietet also eine genaue Berechnung der Momente unter Berücksichtigung der elastischen Einspannung meistens wirtschaftliche Vorteile gegenüber derjenigen unter Annahme gelenkiger Lagerung über den Stützen (die im Eisenbetonhochbau ja niemals vorhanden ist), so ist doch auch wieder zu beachten, daß in manchen Fällen die Pendelstützenlagerung günstiger ist, also kleinere Momentenwerte liefert als die elastische Einspannung, z. B. für das größte Feldmoment infolge ständiger Last g in der kleineren von 2 oder 3 verschiedenen großen Öffnungen oder — wie allgemein bekannt — bei 3 gleichen Öffnungen für das Größtmoment im Mittelfeld infolge ständiger Last u. a. m. Hier handelt es sich somit um die Sicherheit der Konstruktion (z. B. beträgt in dem erwähnten Falle von 2 ungleichen Öffnungen mit dem Spannweitenverhältnis 1:2 das Größtmoment infolge g in der kleineren Öffnung für einen mittleren Einspannungsgrad etwa das $3\frac{1}{4}$ -fache, bei 3 Öffnungen 1:2:1 noch zirka das 1,7-fache des Momentes bei Pendelstützenlagerung).

Aus dem Gesagten geht hervor, daß nicht nur die Statiker der Eisenbetonbauunternehmungen, die möglichst wirtschaftlich konstruieren wollen, sondern auch der die Sicherheit nachprüfende Statiker der Baupolizei oder sonstigen Behörde in vorliegender Schrift ein Hilfsmittel haben, die tatsächlich vorhandene elastische Einspannung bei mit den Säulen fest ver-

bundenen Unterzügen und bei Pilzdecken schnell und einfach in der Berechnung zu berücksichtigen. Die Pendelstützenlagerung ist ja schließlich nur ein Grenzfall, genau so wie die vollkommen starre Einspannung in die Zwischenstützen, und es ist gewiß nicht logisch, immer nur den einen Grenzfall der Rechnung zugrunde zu legen, zum mindesten hat der Statiker auch die Pflicht, zu untersuchen, ob der zweite Grenzfall — d. i. hier die starre Einspannung — nicht ungünstigere Werte für die statischen Größen liefert. Durch Benützung des vorliegenden Tabellenwerkes aber ist es möglich, jeden gewünschten Grad der elastischen Einspannung in Rechnung zu stellen.

Was die Genauigkeit der Zahlentafeln betrifft, so möchte ich hier noch erwähnen, daß die Tafeln mit der logarithmischen Rechenwalze von Nestler (Lahr i. Baden), die die Genauigkeit eines 1,60 m langen Rechenschiebers besitzt, berechnet worden sind. Dabei muß die 4. Stelle (nicht 4. Dezimale!) durch Schätzung ermittelt werden, und es ist daher diese Stelle unter Umständen nicht mehr ganz zuverlässig, sondern kann um 1—2 Einheiten nach oben oder unten verschieden sein. Für die praktische Anwendung der Tafeln ist dies selbstredend belanglos.

Auf Wunsch des Verlages wurde auch die möglichst vollständige Ableitung der vorkommenden Formeln in das Buch aufgenommen, damit jeder Fachmann in der Lage ist, die Richtigkeit der Formeln und Tafeln selbst nachzuprüfen. Durch ausführliche Zahlenbeispiele (am Schlusse) sollen der Gebrauch der Tafeln gezeigt und die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten des Werkchens erläutert werden.

Bei den zeichnerischen Hilfsarbeiten, sowie beim Lesen der Korrekturen haben mich die Herren Fr. Hühnerjäger und Fr. Gödert in dankenswerter Weise unterstützt. Zum Schlusse gestatte ich mir noch der Verlagsbuchhandlung, die durch ihre Anregungen auf den endgültigen Inhalt des Werkes einen wesentlichen Einfluß ausgeübt und durch die gewohnte tadellose Ausstattung in der äußeren Form das ihrige zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat, den besten Dank auszusprechen.

Wismar, im September 1926.

Dr.-Ing. Felix Kann.

Inhaltsübersicht.

| | Seite |
|--|-------|
| Einleitung | 1 |
| Erster Abschnitt. | |
| 1. Gleichungen der Einflußlinien für die Biegemomente | 3 |
| 2. Gleichungen der Maximal- und Minimalmomente und Auflagerdrücke infolge ständiger und veränderlicher Belastung | 16 |
| Zweiter Abschnitt. | |
| 1. Zahlentafeln und Kurven für die Maximal- und Minimalmomente und Auflagerdrücke. („Erweiterte Winklersche Zahlen“) | 23 |
| 2. Zahlentafeln für die Einflußlinien | 39 |
| Dritter Abschnitt. | |
| Rechnungsbeispiele. | |
| Beispiel 1: Pilzdecke | 61 |
| Beispiel 2: Berechnung der größten Momente eines durchlaufenden Trägers über 3 Öffnungen mit Einzelbelastung unter Be- rücksichtigung der elastischen Stützeinspannung | 67 |
| Beispiel 3: Durchlaufender Hauptträger mit „Randsäulen“ | 71 |

Einleitung.

Durch die neuen Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton vom September 1925 gewinnt die Berechnung der durchlaufenden Eisenbetonkonstruktionen auf elastisch-eingespannten, d. h. fest verbundenen Zwischenstützen immer mehr an Bedeutung, da mit ihr erhebliche Verringerungen des Baustoffaufwandes und somit wirtschaftliche Vorteile verbunden sind. Wie ja bekannt ist und in den folgenden Darlegungen noch zahlenmäßig veranschaulicht wird, hat die biegungssteife Verbindung zwischen durchlaufendem Balken und Zwischenstütze in den weitaus meisten Fällen eine Verkleinerung der Absolutwerte der Feld- und Stützenmomente gegenüber den Werten bei gelenkiger Auflagerung (Pendelstützen) zur Folge, deren Betrag einerseits von dem Grade der Einspannung, andererseits von dem Spannweitenverhältnis abhängig ist. Dazu kommt aber weiter, daß nach § 19, Ziffer 4 der genannten Eisenbetonbestimmungen für „Teile rahmenartiger Tragwerke, wenn diese ausführlich nach der Rahmentheorie berechnet werden“, höhere Spannungen zugelassen sind (Spalte a statt b, Tafel IV) und daß auch bei der gleichfalls durch höhere Spannungen belohnten Ausführung der Pilzdecke gemäß § 17, Ziffer 9 der Bestimmungen, wenn keine genaue Untersuchung nach der Plattentheorie durchgeführt wird, die trägerlosen Decken als durchlaufende Balken mit elastisch eingespannten Stützen zu behandeln sind.

Der wirtschaftliche Vorteil einer genauen Berechnung unter Berücksichtigung der Stützeinspannung ist somit ein zweifacher: einerseits erhält man kleinere Momente als bei freier Auflagerung über den Zwischenstützen, andererseits werden höhere Spannungen zugelassen. Allerdings erhalten nun die Stützen Biegung und Druck, anstatt mittigen Druck, dafür können aber die höheren Spannungen der Tafel IV, Spalte a statt der Werte der Tafel II (für mittigen Druck) in Rechnung gestellt werden¹⁾. Man wird also im allgemeinen bei Berücksichtigung des Einflusses der Stützeinspannung zwar schwächere Balken (bzw. Platten bei Pilzdecken), jedoch nicht stärkere Säulenquerschnitte benötigen. Es ist ferner einleuchtend, daß die Ersparnisse bei Hochbauten um so beträchtlicher werden, je tiefer bei vieltöckigen Gebäuden das betreffende Geschoß liegt (z. B. bei Kellergeschossen), da man hier mit Rücksicht auf die mittigen Lasten ohnehin schon gewöhnlich sehr umfangreiche Stützen braucht und der Grad der Einspannung daher ein höherer ist als in den oberen Geschossen.

¹⁾ Siehe § 19, Ziffer 4 der neuen Eisenbetonbestimmungen vom September 1925.
Kann, Eisenbetonkonstruktionen.

Wenn diese Tatsachen in der Praxis bisher insbesondere bei Aufstellung von Vorprojekten nicht genügend ausgenutzt worden sind, so liegt der Grund dafür darin, daß eine genaue Berechnung meist zu zeitraubend ist und die vorhandenen Tabellenwerke¹⁾ nur für gelenkige Auflagerung (Pendelstützen) berechnet sind. Fertige Zahlentafeln für die Einflußlinien und für die Größtmomente infolge ständiger und veränderlicher Last, aufgestellt unter Berücksichtigung der Stützeinspannung für verschiedene Spannweitenverhältnisse und Einspannungsgrade, wie solche in vorliegender Schrift gebracht werden, sollen daher diesem Mangel abhelfen und somit besonders im gesteigerten Wettbewerb eine sicherlich willkommene Unterstützung des Eisenbetonstatikers bieten.

¹⁾ Vorhandene Tabellenwerke: Dr.-Ing. Lederer, A.: Analytische Ermittlung und Anwendung von Einflußlinien. — Griot, G.: Interpolierbare Tabellen zum raschen Auftragen von Einflußlinien für Momente und Scherkräfte, sowie der Kurven für verteilte Lasten. Zürich: Schultheß. — Dipl.-Ing. Kapferer, W.: Tabellen der Maximalquerkräfte und Maximalmomente durchlaufender Träger mit 2, 3 und 4 Öffnungen verschied. Weite bei gleichmäßig verteilter Belastung. Berlin: W. Ernst & Sohn 1920. — Außerdem die in der Hütte und Försters Taschenbuch für Bauingenieure enthaltenen Winklerschen Zahlen sowie die Tabellen von Fuchs und Skall im Betonkalender. — Mörsch: Eisenbetonbau, 5. Aufl., I. Bd., 2. Hälfte, S. 446—459. — Löser: Bemessungsverfahren zu den Eisenbetonbestimmungen, S. 10—14. 1925.

Erster Abschnitt.

1. Gleichungen der Einflußlinien für die Biegemomente.

Anschließend an einen Aufsatz von Professor Kayser¹⁾, Darmstadt, hat der Verfasser in der Zeitschrift „Beton & Eisen“ 1922, Heft 10 und 12, ein Verfahren zur Berechnung der Einflußlinien für die Biegemomente von Durchlaufträgern mit elastisch-drehbaren Stützen entwickelt²⁾. Das Verfahren besteht darin, daß für die Ermittlung der Einflußlinien statisch unbestimmte Hauptssysteme gebildet werden, indem in demjenigen Querschnitt des Trägers, für den die Einflußlinie ermittelt werden soll, ein gedachtes Gelenk eingeschaltet wird. Man belastet dann den Träger beiderseits des Gelenkes mit dem Moment $M = 1$ und erhält die gesuchte Einflußlinie als Biegelinie des Hauptsystems, wobei — wie bekannt — noch der Multiplikator $\mu = \frac{1}{\delta_{aa}}$ voranzusetzen ist. Nachstehend soll die Anwendung durchgeführt werden und zwar für Balken über 2 und 3 Feldern, wobei das Verhältnis der Spannweiten zueinander bei 2 Öffnungen beliebig, bei 3 Öffnungen dagegen so angenommen wird, daß die beiden Endfelder gleich lang sind. Dieser Fall kommt sowohl für die Anwendung im Hoch- als auch im Brückenbau in erster Linie in Betracht, da man es hier gewöhnlich mit symmetrischer Anordnung der meist etwas kürzeren Endfelder zu tun hat.

Die allgemeinen Formeln für die Einflußlinien können alsdann in zweifacher Art ausgewertet und zur Aufstellung von Tabellen benützt werden und zwar zur Berechnung:

a) der maximalen und minimalen Werte der Momente (Feld- und Stützmomente) und Auflagerdrücke infolge ständiger und veränderlicher Last für bestimmte Spannweitenverhältnisse und Einspannungsgrade³⁾. (Erweiterte Winklersche Zahlen);

b) der Zahlentafeln für die Einflußlinien der Biegemomente der einzelnen Balkenquerschnitte, in bestimmten gleichen Abständen voneinander, für verschiedene Spannweitenverhältnisse und Einspannungsgrade.

¹⁾ Kayser, H.: Verfahren zur Ermittlung von Einflußlinien der Biegemomente durchlaufender Träger. Beton Eisen 1922, Heft 4 und 6.

²⁾ Kann, F.: Über den Einfluß der Stützeinspannung auf die Biegemomente durchlauf. Balken mit fest verbundenen Stützen a. a. O.

³⁾ Auf diese Weise wird der reduzierende Einfluß der elastischen Verbindung des Balkens mit der Stütze auf die Balkenfeldmomente zahlenmäßig veranschaulicht. Diese Abminderung ist in den betr. Tabellen in Prozenten angegeben (siehe II. Abschn.).

Im folgenden kann auf die angezogenen Abhandlungen Bezug genommen werden und die Ableitung der Formeln daher — soweit bereits in den erwähnten Aufsätzen enthalten — in möglichster Kürze mitgeteilt werden.

Entsprechend dem Zuvorgesagten gliedern sich sämtliche Formeln und Tabellen in zwei Hauptabschnitte und zwar:

A. Träger über 2 Öffnungen.

B. Träger über 3 Öffnungen.

Für Träger über mehr als 3 Öffnungen sind Tabellen nicht berechnet worden, man wird hier ohne erheblichen Fehler für End- und Mittelfelder die Zahlenwerte des Balkens über 3 Öffnungen übernehmen können. Im lot-rechten Sinne wird für die Rahmenwirkung nur der Biegungswiderstand der Stützen des unmittelbar anschließenden oberen und unteren Stockwerkes berücksichtigt, so daß demnach die folgenden Systeme in Betracht kommen¹⁾.

Abschnitt A.

- | | |
|--|--|
| a) Stützenenden oben und unten gelenkig bzw. bei | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zwischendecke} \\ \text{Dachdecke} \end{array} \right.$ |
| Dachdecke nur unten; | |
| b) Stützenenden oben und unten vollkommen ein- | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zwischendecke} \\ \text{Dackdecke.} \end{array} \right.$ |
| gespannt, bzw. nur unten. | |

Abschnitt B.

Einteilung wie bei Abschnitt A (vgl. Abb. 1 bis 8). Jeder Abschnitt ent-

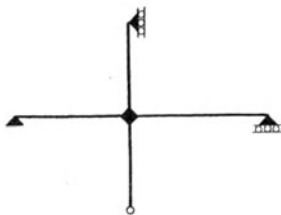


Abb. 1.

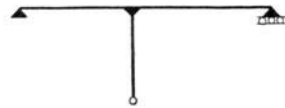


Abb. 2.

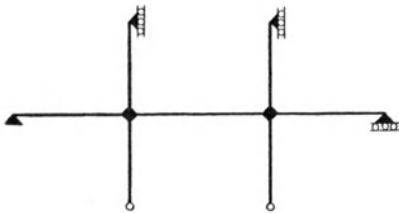


Abb. 3. „Zwischendecke“

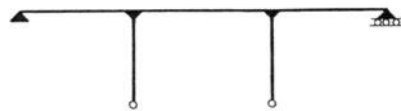


Abb. 4. „Dachdecke“.

¹⁾ Nach § 17, Ziffer 9 der neuen Eisenbetonbestimmungen dürfen Pilzdecken „mittels der stellvertretenden Rahmen so berechnet werden, daß für die Momentenermittlung nur der Biegungswiderstand der Stützen des unmittelbar anschließenden oberen und unteren Stockwerkes berücksichtigt wird“. Jedoch wird es auch für Plattenbalkendecken auf elastisch eingespannten Stützen genügen, den Zusammenhang in gleicher Weise wie bei Pilzdecken anzunehmen. Vgl. auch Mörsch: Eisenbetonbau, 5. Aufl., II. Bd., S. 472/473, wo die gleichen Systeme auf graphischem Wege nach Prof. W. Ritter behandelt werden, und Marcus: Die Theorie elastischer Gewebe, S. 328. Berlin 1924.

hält somit vier verschiedene Fälle. Es wird später gezeigt werden, daß alle vier Fälle eines Abschnitts sich auf ein und dieselbe Formel bringen lassen.

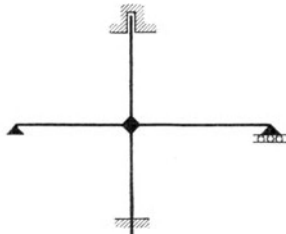


Abb. 5.

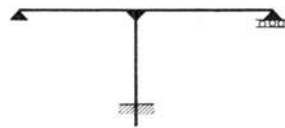


Abb. 6.

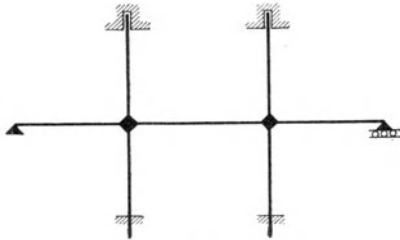


Abb. 7. „Zwischendecke“.



Abb. 8. „Dachdecke“.

A. Träger über 2 Öffnungen.

a) Stützen am oberen und unteren Ende gelenkig.

1. Zwischendecke (Abb. 9 und 10).

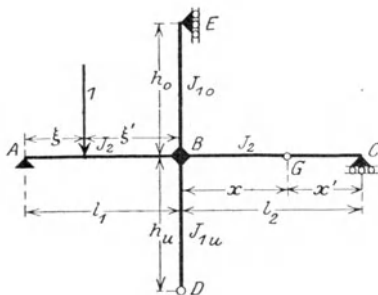


Abb. 9.

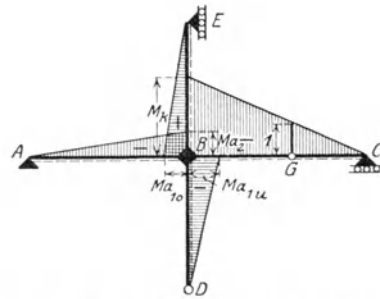


Abb. 10. Die gestrichelte Linie ist die „Zugseite“ bei positivem Moment.

Es bezeichne im folgenden stets

$$k_o = \frac{J_2}{J_{1o}} \cdot \frac{h_o}{l_1} \quad \text{und} \quad k_u = \frac{J_2}{J_{1u}} \cdot \frac{h_u}{l_1}$$

die Steifigkeitsziffern. Hierin bedeuten:

- J_{1o} , J_{1u} die Trägheitsmomente des oberen bzw. unteren Stieles,
- J_2 das Trägheitsmoment des Balkens (für sämtliche Balkenfelder längs der ganzen Länge konstant),
- h_o und h_u die Höhen der anschließenden (oberen bzw. unteren) Stiele,
- l_1 , l_2 die Länge der einzelnen Balkenfelder.

Weiter wird festgelegt mit:

$$n = \frac{l_2}{l_1} \quad \text{das Spannweitenverhältnis,}$$

$$\varphi = \frac{\xi}{l} \quad \text{und} \quad \varphi' = \frac{\xi'}{l} \quad \text{die Laststellung und mit}$$

$$\gamma = \frac{x}{l} \quad \text{und} \quad \gamma' = \frac{x'}{l} \quad \text{der Querschnittsort, wobei stets}$$

$$\varphi + \varphi' = 1 \quad \text{und} \quad \gamma + \gamma' = 1.$$

Einflußlinie für das Biegemoment eines Balkenquerschnittes G in der 2. Öffnung.

Wir schalten bei G ein Gelenk ein und führen das Biegemoment X_a als Überzählige ein. Der hierdurch entstehende Gelenkträger ist zweifach unbestimmt, die Momente M_a sind folgende (s. Abb. 10):

Kragmoment

$$M_k = - \frac{l_2}{x'}. \quad (1)$$

Säulenkopfmoment der unteren Säule

$$M_{a1u} = - \frac{1}{k_u + 1 + \left(\frac{k_u}{k_o}\right)} \cdot \frac{l_2}{x'}. \quad (2)$$

Säulenfußmoment der oberen Säule

$$M_{a1o} = + \frac{1}{k_o + 1 + \left(\frac{k_o}{k_u}\right)} \cdot \frac{l_2}{x'}. \quad (3)$$

Als positiv wird hierbei ein Moment angenommen, welches im Stiel links Druck und rechts Zug erzeugt.

Stützenmoment links vom Knoten

$$M_{a2} = - \frac{k_u}{k_u + 1 + \left(\frac{k_u}{k_o}\right)} \cdot \frac{l_2}{x'} = - \alpha \frac{l_2}{x'}, \quad (4)$$

worin

$$\alpha = \frac{k_u}{k_u + 1 + \left(\frac{k_u}{k_o}\right)}. \quad (5)$$

Ferner ist der Nenner

$$\delta_{aa} = \frac{1}{3 E J_2} \cdot M_{a2}^2 \cdot l_1 + \frac{1}{3 E J_{1u}} \cdot M_{a1u}^2 \cdot h_u + \frac{1}{3 E J_{1o}} \cdot M_{a1o}^2 \cdot h_o + \frac{1}{3 E J_2} \cdot M_k^2 \cdot l_2$$

oder nach Einsetzung der Werte aus 1) bis 4):

$$E J_2 \cdot \delta_{aa} = \frac{l_2^2}{3 x'^2} \cdot (\alpha l_1 + l_2). \quad (6)$$

Nun berechnet man die Ordinaten der Momentenlinie des mit der Momentenfläche M_a belasteten Hauptsystems und erhält nachstehende Gleichungen der Einflußlinien:

Die Last wandert von A bis B .

$$\text{Einflußordinate } z = \frac{E J_2 \cdot \delta_{ma}}{E J_2 \cdot \delta_{aa}} = - \frac{\omega_D \cdot \alpha \cdot \gamma'}{2 n (\alpha + n)}. \quad (7)$$

für $l_2 = 1$ $(\omega_D = \varphi - \varphi^3)$

Die Last wandert von B bis G (Kragarm am Hauptsystem).

$$\text{Einflußordinate } z = \frac{E J_2 \cdot \delta_{ma}}{E J_2 \cdot \delta_{aa}} = \frac{(3 \varphi^2 n - \varphi^3 n + 2 \alpha \varphi) \cdot \gamma'}{2 \cdot (\alpha + n)}. \quad (8)$$

für $l_2 = 1$

Die Last wandert von G bis C (Koppelträger am Hauptsystem).

Die Durchbiegung setzt sich hier aus 2 Teilen zusammen und zwar:

1. aus der Durchbiegung am Koppelträger $G - C$ unter der Annahme, daß G eine feste Stütze ist, und

2. aus der Zusatzverschiebung, die infolge des Umstandes hinzutritt, daß G als Endpunkt des Kragarmes BG eine gewisse Durchsenkung erleidet.

$$\text{Einflußordinate } z = \frac{E J_2 \cdot \delta_{ma}}{E J_2 \cdot \delta_{aa}} = - \frac{\omega'_D \cdot \gamma'^4 n}{2 \cdot (\alpha + n)} + z_G \cdot \frac{\varphi'}{\gamma'}, \quad (9)$$

für $l_2 = 1$ $(\omega'_D = \frac{\varphi'}{\gamma'} - \frac{\varphi'^3}{\gamma'^3})$

worin z_G , die Spitzenordinate (Ordinate unter G), sich ergibt zu (mit $\varphi = \gamma$ in Gl. 8):

$$z_G = \frac{(3 \gamma^2 \cdot n - \gamma^3 \cdot n + 2 \alpha \gamma) \cdot \gamma'}{2 \cdot (\alpha + n)}. \quad (10)$$

2. Dachdecke.

Die Dachdecke ergibt sich unmittelbar als Sonderfall der Zwischendecke, indem für J_{1_0} Null, also für k_0 unendlich gesetzt wird, so daß man nun für α entsprechend Gl. 5) erhält:

$$\alpha = \frac{k_u}{k_u + 1}. \quad (5a)$$

Im übrigen gelten sämtliche Gleichungen für die Einflußordinaten \approx unverändert, nur daß für α der Wert aus 5a) anstatt aus 5) genommen wird. Setzt man in Gl. 5)

$$k_0 = k_u = \infty,$$

so wird $\alpha = 1$ und man erhält den bekannten Grenzfall der gelenkigen Auflagerung über der Zwischenstütze (Pendelstütze).

Hingegen liefert

$$k_0 = 0 \quad \text{oder} \quad k_u = 0$$

für $\alpha = 0$ und somit, da jetzt die Trägheitsmomente der Säulen unendlich groß sind, den Grenzfall der vollkommenen (starren) Einspannung des Balkens in die Zwischenstütze. Zwischen diesen Grenzen liegen alle anderen möglichen Fälle der elastischen Einspannung in die Stützen.

Die Zahl α , welche daher in der vorliegenden Abhandlung von grundlegender Bedeutung ist, wird als Einspannungsgrad bezeichnet.

Durch Einführung der Größe α , die neben dem Spannweitenverhältnis n als unabhängig Veränderliche in allen hier verwendeten Formeln auftritt, ist es also möglich, alle Fälle des durchlaufenden Trägers auf eine und dieselbe Formel zu bringen. Auch die Fälle mit Einspannung der oberen und unteren Stützenden führen — wie gezeigt wird — auf die gleichen Formeln, wenn man den Einspannungsgrad α durch einen anderen Wert β ersetzt¹⁾.

b) Stützen am oberen und unteren Ende eingespannt; Zwischendecke.

(Abb. 11 und 12.)

Das Gelenk bei G eingeschaltet, ergibt ein 4 fach unbestimmtes Hauptsystem. Wird der Rahmen $ABDE$ am Ausleger mit einem Drehmoment M_k belastet, so erhält man mittels der Clapeyronschen Gleichung, da

$$M_k = -\frac{l_2}{x'}:$$

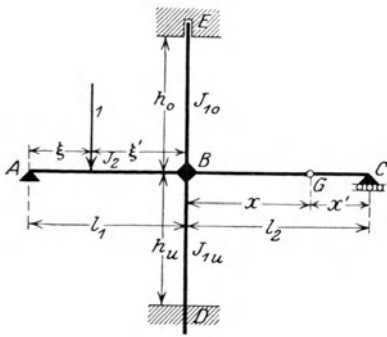


Abb. 11.

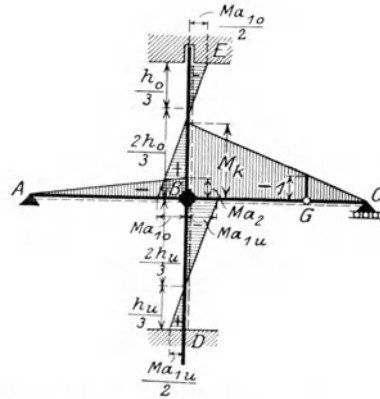


Abb. 12. Die gestrichelte Linie ist die „Zugseite“ bei positivem Moment.

Säulenkopfmoment der unteren Säule

$$M_{a1u} = -\frac{4}{3k_u + 4 + 4\left(\frac{k_u}{k_o}\right)} \cdot \frac{l_2}{x'}. \quad (11)$$

Säulenfußmoment der oberen Säule

$$M_{a1o} = +\frac{4}{3k_o + 4 + 4\left(\frac{k_o}{k_u}\right)} \cdot \frac{l_2}{x'}. \quad (12)$$

Stützenmoment links vom Knoten

$$M_{a2} = -\frac{3k_u}{3k_u + 4 + 4\left(\frac{k_u}{k_o}\right)} \cdot \frac{l_2}{x'} = -\beta \cdot \frac{l_2}{x'}, \quad (13)$$

¹⁾ Es ist gewiß bemerkenswert, daß durch Einführung des Einspannungsgrades α nun alle möglichen Fälle der Stützeinspannung in dem kleinen Bereich von $\alpha = 0$ bis $\alpha = 1,0$ eingeschlossen sind. In dem obenerwähnten Aufsatz des Verfassers in „Beton und Eisen“ 1922 waren die Werte für die Maximalmomente als Funktionen der Steifigkeitsziffer k berechnet worden, die alle Werte von $k = 0$ bis $k = \infty$ einschließt.

wobei

$$\beta = \frac{3 k_u}{3 k_u + 4 + 4 \left(\frac{k_u}{k_o} \right)}. \quad (14)$$

Ferner ist

$$\delta_{aa} = \frac{1}{3 E J_2} \cdot M_{a2}^2 \cdot l_1 + \frac{1}{4 E J_{1u}} \cdot M_{a1u}^2 \cdot h_u + \frac{1}{4 E J_{1o}} \cdot M_{a1o}^2 \cdot h_o + \frac{1}{3 E J_2} \cdot M_k^2 \cdot l_2$$

und nach Einsetzung obiger Werte für M_{a1o} , M_{a1u} , M_{a2} und M_k :

$$E J_2 \cdot \delta_{aa} = \frac{l_2^2}{3 x'^2} \cdot (\beta l_1 + l_2). \quad (15)$$

Vergleicht man den Ausdruck 15) mit Gleichung 6), durch die δ_{aa} für den Fall der „Stützen mit oberem und unterem Gelenkanschuß“ dargestellt wird, so erkennt man sofort, daß diese beiden Gleichungen genau übereinstimmen mit dem einzigen Unterschiede, daß jetzt der Einspannungsgrad

$$\alpha = \frac{k_u}{k_u + 1 + \left(\frac{k_u}{k_o} \right)}$$

durch

$$\beta = \frac{3 k_u}{3 k_u + 4 + 4 \left(\frac{k_u}{k_o} \right)}$$

ersetzt erscheint. Man hat somit auch in allen Gleichungen der Einflußordinaten (Gl. 7—10 und allen folgenden) nur α durch β zu ersetzen, um die entsprechenden Werte für die Einflußordinaten bei eingespannten Stützenenden zu erhalten.

Für die Dachdecke ergibt sich (da $k_o = \infty$)

$$\beta = \frac{3 k_u}{3 k_u + 4}. \quad (14a)$$

Es ist demnach der Einspannungsgrad nach einer der 4 Formeln

| |
|------------------------|
| 5), 5a), 14) oder 14a) |
|------------------------|

zu ermitteln.

Einflußlinien für besondere Querschnitte. Stützenmoment rechts vom Knoten B .

Mit $\gamma = 0$ und $\gamma' = 1$ findet man aus Gl. 7) bzw. 9):

Strecke AB

$$z = - \frac{\omega_D \cdot \alpha}{2 n (\alpha + n)} \quad (16)$$

bzw. Strecke BC

$$z = - \frac{\omega_D' \cdot n}{2 (\alpha + n)}. \quad (17)$$

Sämtliche Ordinatenwerte für $l_2 = 1$; ω_D und ω_D' wie angegeben.

Stielmomente (Abb. 13).

Zwischendecke: Zwischen den 4 Momenten eines unverschieblichen Knotens bestehen folgende Beziehungen:

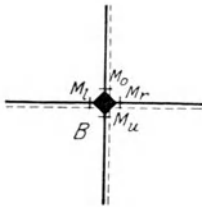


Abb. 13.

$$\left. \begin{aligned} M_u &= + (M_r - M_l) \cdot \frac{k_o}{k_o + k_u} \\ M_o &= - (M_r - M_l) \cdot \frac{k_u}{k_o + k_u} \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

d. h. die Differenz der Stützenmomente rechts und links der Stütze ist im umgekehrten Verhältnisse der Steifigkeitszahlen k_o und k_u aufzuteilen, um die absoluten Werte des Kopfmomentes der unteren $[M_u]$ und des Fußmomentes der oberen Säule $[M_o]$ zu erhalten. Dabei ist M_o mit entgegengesetztem Vorzeichen einzusetzen.

Für die Dachdecke ($k_o = \infty$) wird

$$\left. \begin{aligned} M_u &= M_r - M_l \\ M_o &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Während also in allen bisher abgeleiteten Einflußliniengleichungen für die Momente in Balkenquerschnitten (Gl. 7—9 und 16, 17) die Steifigkeitsziffern k_o und k_u selbst gar nicht mehr vorkommen, sondern nur der aus diesen berechnete Einspannungsgrad $\alpha(\beta)$, enthalten die Gleichungen für die Stielmomente der „Zwischendecke“ (Gl. 18) die Steifigkeitsziffern selbst. In den nachstehenden Formeln und den vom Verfasser berechneten, im II. Abschnitt dieser Schrift mitgeteilten Tabellen und Kurven ist daher die Aufteilung der Differenz $(M_r - M_l)$ in Kopf- und Fußmoment nicht vorgenommen, vielmehr unter „Stielmoment“ stets nur das volle Säulenkopfmoment der „Dachdecke“ angegeben, das, wie gesagt, nur vom Einspannungsgrad abhängig ist. Für die „Zwischendecke“ hat man das Stielmoment noch im umgekehrten Verhältnisse der Ziffern k aufzuteilen.

Sämtliche Formeln, Zahlentabellen und Kurven enthalten daher neben dem Spannweitenverhältnis n nur noch als Veränderliche den Einspannungsgrad $\alpha(\beta)$.

Stielmoment $(M_r - M_l)$.

Last auf Strecke AB. Einflußordinate für $l_1 = 1$:

$$z = + \frac{\omega_D}{2} \cdot \frac{n(1-\alpha)}{\alpha+n} \quad (20)$$

Last auf Strecke BC für $l_2 = 1$:

$$z = - \frac{\omega'_D}{2} \cdot \frac{n(1-\alpha)}{\alpha+n} \quad (21)$$

B. Träger über 3 Öffnungen mit gleich langen Endfeldern.

Der Rechnungsgang ist der gleiche wie bei 2 Öffnungen und soll nur in gedrängter Kürze hier behandelt werden, damit jeder Fachmann in der

Lage ist, die Richtigkeit der Formeln und Tabellen nachzukontrollieren. Hauptsächlich sollen für jeden Fall die Momente M_a am Hauptsystem mitgeteilt werden, aus denen sich dann leicht der Nenner δ_{aa} und die Einflußordinaten berechnen lassen. Es läßt sich auch hier zeigen, daß ebenso wie im Abschnitt A die beiden Fälle — Stützen mit unterem und oberem Gelenkabschluß und Stützen mit unterer und oberer Einspannung — ineinander übergeführt werden, indem der Einspannungsgrad α gemäß Formel 5) oder 5a) berechnet, durch β nach Formel 14) oder 14a) ersetzt wird.

Der allgemeinere Fall ist wieder jener der „Zwischendecke“, aus der sich die „Dachdecke“ als Sonderfall mit $k_o = \infty$ ergibt.

1. Einflußlinie für das Biegemoment eines Balkenquerschnitts G in der Mittelöffnung (Abb. 14 und 15).

Der statisch unbestimmte Gelenkdruck V_b ergibt sich mit den in Abb. 14 eingeschriebenen Bezeichnungen zu:

$$V_b = \frac{3(x'^3 - x^3) + 2\alpha l_1(x' - x)}{2(x^3 + x'^3) + 2\alpha l_1(x^2 + x'^2)} \quad (22)$$

α ist hierbei wieder der Einspannungsgrad.

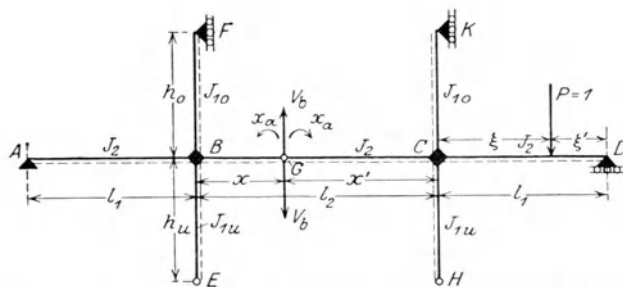


Abb. 14. Die gestrichelte Linie ist die „Zugseite“ bei positivem Moment.

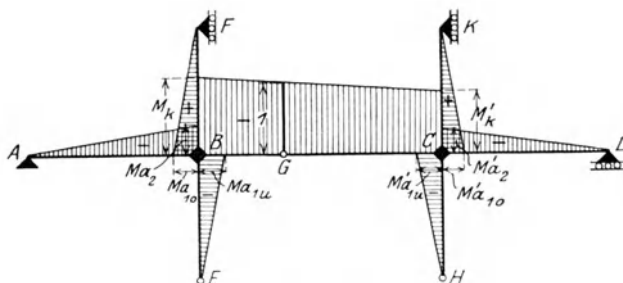


Abb. 15.

Mit

$$x = \gamma \cdot l_2$$

$$x' = \gamma' \cdot l_2$$

und

$$l_2 = n \cdot l_1$$

findet man durch Umformung für V_b den einfachen Ausdruck

$$V_b = \frac{1}{2} \cdot \frac{\gamma' - \gamma}{\varrho - \gamma \cdot \gamma'} \cdot \frac{1}{l_2}, \quad \left. \begin{array}{l} \text{worin} \\ \varrho = \frac{\alpha + n}{2\alpha + 3n} \end{array} \right\} \quad (22a)$$

Nun setzt man

$$\mu = 1 + x \cdot V_b = \frac{2\varrho - \gamma}{2(\varrho - \gamma\gamma')} \quad \left. \begin{array}{l} \text{und} \\ \nu = 1 - x' \cdot V_b = \frac{2\varrho - \gamma'}{2(\varrho - \gamma\gamma')} \end{array} \right\} \quad (23)$$

Momente M_a . Der positive Momentensinn ist aus Abb. 14 ersichtlich. (Im Stiel außen Druck, innen Zug.)

$$\left. \begin{array}{l} M_k = -\mu, \\ M_{a1u} = -\frac{1}{k_u + 1 + \left(\frac{k_u}{k_o}\right)} \cdot \mu \\ M_{a1o} = +\frac{1}{k_o + 1 + \left(\frac{k_o}{k_u}\right)} \cdot \mu \\ M_{a2} = -\alpha \cdot \mu \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} M'_k = -\nu \\ M'_{a1u} = -\frac{1}{k_u + 1 + \left(\frac{k_u}{k_o}\right)} \cdot \nu \\ M'_{a1o} = +\frac{1}{k_o + 1 + \left(\frac{k_o}{k_u}\right)} \cdot \nu \\ M'_{a2} = -\alpha \cdot \nu \end{array} \right\} \quad (24)$$

Nun ist der Nenner der Einflußordinaten

$$EJ_2 \cdot \delta_{aa} = \frac{\alpha l_1}{3} \left[\mu^2 + \nu^2 + \frac{n}{\alpha} (\mu^2 + \mu\nu + \nu^2) \right], \quad (25)$$

während der Zähler wieder als Durchbiegung am Hauptsystem ermittelt wird. Sämtliche Ordinaten für $l_2 = 1$.

Last wandert von A bis B:

$$z = -\frac{\omega_D \cdot \mu}{2n \left[\mu^2 + \nu^2 + \frac{n}{\alpha} (\mu^2 + \mu\nu + \nu^2) \right]}. \quad (26)$$

Last wandert von C bis D:

$$z = -\frac{\omega_{D'} \cdot \nu}{2n \left[\mu^2 + \nu^2 + \frac{n}{\alpha} (\mu^2 + \mu\nu + \nu^2) \right]}. \quad (27)$$

Last wandert von B bis G:

$$z = \frac{3\mu\varphi^2 n - (\mu - \nu) \cdot \varphi^3 n + 2\alpha\mu\varphi}{2\alpha \left[\mu^2 + \nu^2 + \frac{n}{\alpha} (\mu^2 + \mu\nu + \nu^2) \right]}. \quad (28)$$

Last wandert von G bis C:

$$z = \frac{3\nu\varphi'^2 n + (\mu - \nu) \cdot \varphi'^3 n + 2\alpha\nu\varphi'}{2\alpha \left[\mu^2 + \nu^2 + \frac{n}{\alpha} (\mu^2 + \mu\nu + \nu^2) \right]}. \quad (29)$$

Spitzenordinate (unter G):

$$\varphi = \gamma, \quad \varphi' = \gamma'$$

$$z_G = \frac{(2\mu + 1) \cdot \gamma^2 \cdot n + 2\alpha\mu\gamma}{2\alpha \left[\mu^2 + \nu^2 + \frac{n}{\alpha} (\mu^2 + \mu\nu + \nu^2) \right]} = \frac{(2\nu + 1) \cdot \gamma'^2 n + 2\alpha\nu\gamma'}{2\alpha \left[\mu^2 + \nu^2 + \frac{n}{\alpha} (\mu^2 + \mu\nu + \nu^2) \right]}. \quad (30)$$

In allen Formeln (26 bis 30) ist bei eingespannten Enden der Stiele α mit β zu vertauschen.

Setzt man in den Formeln 26) bis 30) für μ und ν die Werte aus 23) ein, so ergeben sich nach einiger Zwischenrechnung und Kürzung die nachstehenden einfachen Formeln 26a) bis 30a) und zwar:

Last wandert von A bis B :

$$z = - \frac{\omega_D \cdot \alpha}{n} \cdot \frac{2\varrho - \gamma}{2\alpha + n}. \quad (26a)$$

Last wandert von C bis D :

$$z = - \frac{\omega'_D \cdot \alpha}{n} \cdot \frac{2\varrho - \gamma'}{2\alpha + n}. \quad (27a)$$

Last wandert von B bis G :

$$z = \frac{(3\varphi^2 \cdot n + 2\alpha \cdot \varphi) \cdot (2\varrho - \gamma) + (\gamma - \gamma') \cdot \varphi^3 \cdot n}{2\alpha + n}. \quad (28a)$$

Last wandert von G bis C :

$$z = \frac{(3\varphi'^2 \cdot n + 2\alpha \cdot \varphi') \cdot (2\varrho - \gamma') + (\gamma' - \gamma) \cdot \varphi'^3 \cdot n}{2\alpha + n}. \quad (29a)$$

Spitzenordinate für $\varphi = \gamma$ und $\varphi' = \gamma'$:

$$z_G = \left. \begin{aligned} & \frac{(3\gamma^2 \cdot n + 2\alpha\gamma) \cdot (2\varrho - \gamma) + (\gamma - \gamma') \cdot \gamma^3 \cdot n}{2\alpha + n} = \\ & = \frac{(3\gamma'^2 \cdot n + 2\alpha\gamma') \cdot (2\varrho - \gamma') + (\gamma' - \gamma) \cdot \gamma'^3 \cdot n}{2\alpha + n} \end{aligned} \right\} \quad (30a)$$

2. Einflußlinie für das Biegemoment eines Balkenquerschnitts G in der 1. (oder 3.) Öffnung (Abb. 16).

Momente M_a am Hauptsystem.

$$\left. \begin{aligned} M_k &= - \frac{l_1}{x} \\ M_{a1} &= + \frac{4n(\alpha + n) - n^2}{4 \left(\frac{\alpha}{1 - \alpha} + n \right) \cdot (\alpha + n) - n^2} \cdot \left(\frac{l_1}{x} \right) \\ M_{a2} &= - \frac{4 \cdot (\alpha + n)}{4 \left(\frac{\alpha}{1 - \alpha} + n \right) \cdot (\alpha + n) - n^2} \cdot \left(\frac{\alpha}{1 - \alpha} \right) \left(\frac{l_1}{x} \right) \\ M_{a3} &= + \frac{2 \cdot n}{4 \left(\frac{\alpha}{1 - \alpha} + n \right) \cdot (\alpha + n) - n^2} \cdot \left(\frac{\alpha}{1 - \alpha} \right) \left(\frac{l_1}{x} \right) \\ M_{a4} &= + M_{a3} (1 - \alpha) \\ M_{a5} &= + M_{a3} \cdot \alpha. \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

Unter Fortlassung der etwas mühseligen Zwischenrechnung, die analog wie bei den bisherigen Fällen durchgeführt wird, findet man nach entsprechender

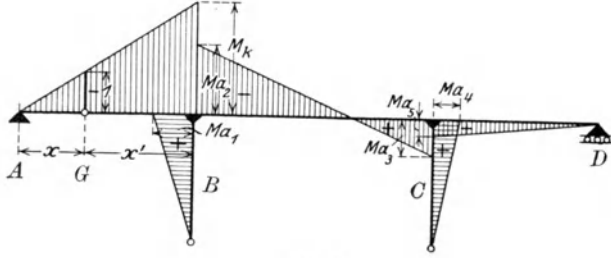


Abb. 16.

Kürzung die nachstehenden einfachen Ausdrücke für die Einflußordinaten (sämtliche Ordinaten für $l_1 = 1$).

Last wandert von D bis C :

$$z = + \omega'_D \cdot \frac{\alpha^2 n}{(2\alpha + 3n) \cdot (2\alpha + n)} \cdot \gamma. \quad (32)$$

Last wandert von C bis B :

$$z = \frac{\alpha n^2 \cdot [3\omega_R \cdot n - \omega'_D \cdot (2\alpha + 3n)]}{(2\alpha + 3n)(2\alpha + n)} \cdot \gamma. \quad (33)$$

Hierin ist

$$\left. \begin{aligned} \omega_R &= \varphi - \varphi^2 \\ \omega'_D &= \varphi' - \varphi'^3 \end{aligned} \right\}$$

Last wandert von B bis G :

$$z = \frac{2\alpha n(4\alpha + 3n) \cdot \varphi' + (3\varphi'^2 - \varphi'^3) [4\alpha^2(1-n) + \alpha n(8-3n) + 3n^2]}{2(2\alpha + 3n)(2\alpha + n)} \cdot \gamma. \quad (34)$$

Last wandert von G bis A :

$$z = z_G \cdot \frac{\varphi}{\gamma} - \omega_D \cdot \gamma^4 \cdot \frac{4\alpha^2(1-n) + \alpha n(8-3n) + 3n^2}{2(2\alpha + 3n)(2\alpha + n)}. \quad (35)$$

Dabei ist jetzt

$$\omega_D = \left(\frac{\varphi}{\gamma}\right) - \left(\frac{\varphi}{\gamma}\right)^3$$

und z_G , die Spitzenordinate, für

$$\varphi = \gamma \quad \text{und} \quad \varphi' = \gamma'$$

$$z_G = \frac{2\alpha n(4\alpha + 3n)\gamma' + (3\gamma'^2 - \gamma'^3) \cdot [4\alpha^2(1-n) + \alpha n(8-3n) + 3n^2]}{2(2\alpha + 3n)(2\alpha + n)} \cdot \gamma. \quad (36)$$

3. Einflußlinien für besondere Querschnitte. Stützenmoment bei B innen (gegen das Mittelfeld zu).

Ordinaten für $l_2 = 1$.

$$\gamma = 0, \quad \gamma' = 1, \quad \mu = 1, \quad \nu = -\frac{n}{2(\alpha + n)}.$$

Last zwischen A und B (s. Gl. 26)

$$z = -\frac{\omega_D}{n} \cdot \frac{2(\alpha+n) \cdot \alpha}{(2\alpha+n) \cdot (2\alpha+3n)}. \quad (37)$$

Last zwischen B und C (s. Gl. 29)

$$z = \frac{n[3n \cdot \omega_R - \omega'_D(2\alpha+3n)]}{(2\alpha+3n) \cdot (2\alpha+n)}. \quad (38)$$

Last zwischen C und D (s. Gl. 27)

$$z = +\omega'_D \cdot \frac{\alpha}{(2\alpha+3n)(2\alpha+n)}. \quad (39)$$

Stützenmoment bei B außen (gegen das Endfeld zu).

Ordinaten für $l_1 = 1$

$$\gamma = 1, \quad \gamma' = 0.$$

Last zwischen A und B (s. Gl. 35/36)

$$z_G = 0, \\ z = -\omega_D \cdot \frac{4\alpha^2(1-n) + \alpha n(8-3n) + 3n^2}{2(2\alpha+3n)(2\alpha+n)}, \quad (40)$$

$$\omega_D = \varphi - \varphi^3.$$

Last zwischen B und C (s. Gl. 33)

$$z = \frac{\alpha n^2 \cdot [3\omega_R \cdot n - \omega'_D(2\alpha+3n)]}{(2\alpha+3n)(2\alpha+n)}. \quad (41)$$

Last zwischen C und D (s. Gl. 32)

$$z = \omega'_D \cdot \frac{\alpha^2 n}{(2\alpha+3n)(2\alpha+n)}. \quad (42)$$

Stielmomente.

Hier gilt wieder das im Abschnitt A auf S. 10 über die Aufteilung der Differenz der zwei Stützenmomente beiderseits vom Knoten B Gesagte. Im folgenden sind daher nur die Einflußlinien für die Differenz der Stützenmomente bei B innen und außen ($M_i - M_a$)¹⁾ angegeben, bei „Zwischendecke“ rechnet man nach 18) die Momentenanteile des unteren Kopfmomentes und oberen Fußmomentes zu:

$$\left. \begin{aligned} M_u &= + (M_i - M_a) \cdot \frac{k_o}{k_o + k_u} \\ M_o &= - (M_i - M_a) \cdot \frac{k_u}{k_o + k_u} \end{aligned} \right\} \quad (18 a)$$

Last wandert von A bis B (s. Gl. 37 und 40)

$$z = +\frac{\omega_D}{2} \cdot \frac{n(1-\alpha) \cdot (4\alpha+3n)}{(2\alpha+3n) \cdot (2\alpha+n)} \quad (43)$$

für $l_1 = 1$.

¹⁾ Anstatt M_r und M_l (bei 2 Öffnungen) ist hier richtiger M_i und M_a geschrieben, da sich die Momentenbezeichnung am Knoten C spiegelbildlich wiederholt.

Last wandert von B bis C (s. Gl. 38 und 41)

$$z = \frac{n(1-\alpha) \cdot [3n \cdot \omega_R - \omega_D' \cdot (2\alpha + 3n)]}{(2\alpha + n)(2\alpha + 3n)} \quad (44)$$

für $l_2 = 1$.

Last wandert von C bis D (s. Gl. 39 und 42)

$$z = + \omega_D' \cdot \frac{n(1-\alpha) \cdot \alpha}{(2\alpha + 3n) \cdot (2\alpha + n)} \quad (45)$$

für $l_1 = 1$.

2. Gleichungen der Maximal- und Minimalmomente und Auflagerdrücke infolge ständiger und veränderlicher Belastung.

Die allgemeinen Formeln für die Einflußlinien der Biegemomente sollen nun zunächst dazu verwendet werden, um

- a) einerseits für gleichmäßig verteilte Vollbelastung mittels der Einflußflächen die Grenzwerte der Momente und aus diesen jene der Stützendrücke¹⁾ infolge ständiger Last g und veränderlicher Last p ,
- b) andererseits für Einzellasten in den Feldmitten unmittelbar mittels der betreffenden Einflußordinaten die Größt- und Kleinstmomente und hieraus die Auflagerkräfte¹⁾ infolge G und P

als Funktion der beiden Veränderlichen: Einspannungsgrad $\alpha(\beta)$ und Spannweitenverhältnis n zu erhalten. Von einer Auswertung der Einflußlinien für regelmäßig gruppierte gleiche Einzellasten (also in den Drittel-, Viertelpunkten usw.) in Form von Formeln wurde hier Abstand genommen, weil diese Lastfälle sich sehr einfach unter Benützung der Zahlentabellen (im II. Abschnitt unter 2) für die Einflußlinien erledigen lassen. Im 1. Teil des II. Abschnittes sind die auf Grund der so erhaltenen Formeln errechneten Zahlentabellen und Kurven mitgeteilt, und zwar für die Spannweitenverhältnisse $n=1, 1,5$ und 2 und sechs verschiedene Einspannungsgrade. Aus diesen Tabellen läßt sich der Einfluß der elastischen Stützeinspannung auf Momente und Stützendrücke zahlenmäßig verfolgen. Selbstredend ist auch in allen Formeln dieses Kapitels der Einspannungsgrad α mit β zu vertauschen, wenn die anschließenden Stützen oben und unten nicht gelenkig, sondern vollkommen eingespannt sind.

¹⁾ Die Stützendrücke werden übrigens nur für die Berechnung der Schubspannungen Verwendung finden, da die Säulenbelastungen laut § 17 Ziffer 13 und 16 der Eisenbetonbestimmungen wie bei freier Auflagerung der Balken über den Innenstützen zu ermitteln sind. Es haben daher in erster Linie die Endauflagerdrücke praktische Bedeutung, trotzdem wurden — der Vollständigkeit halber — auch die Mittelstützendrücke, jedoch nur für gleiche Feldweiten, angegeben. Vgl. auch Fußnote auf S. 38.

A. Träger über 2 Öffnungen¹⁾.

(Hierzu Abb. 17 bis 20.)

a) Gleichmäßig verteilte Last g und p .**b) Einzellasten G und P in Feldmitte ($\frac{G}{n}$ und $\frac{P}{n}$ in Feld l_1)²⁾.****1. Minimales Stützenmoment rechts von B (bei l_2).**

Belastung gemäß Abb. 17 bzw. 19.

$$\text{a) } M_{(g+p) \text{ rechts}} = - \frac{(\alpha + n^3)}{8 n^2 (\alpha + n)} \cdot g l_2^2, \quad (46)$$

$$\text{b) } M_{(G+P) \text{ rechts}} = - \frac{3 (\alpha + n^3)}{16 n^2 (\alpha + n)} \cdot Q \cdot l_2. \quad (47)$$

Um das minimale Stützenmoment links von B zu erhalten, ist l_1 mit l_2 wechselweise zu vertauschen.

Sonderfall: gleiche Feldweiten $n = 1$

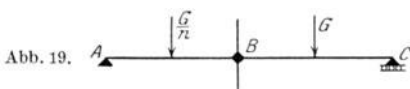
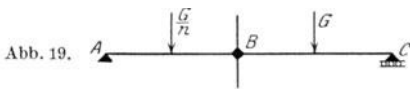
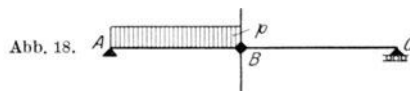
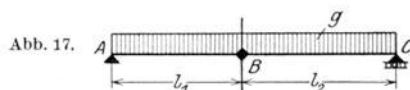
$$\text{a) } M_{(g+p)} = - \frac{1}{8} g l^2, \quad (46 \text{ a})$$

$$\text{b) } M_{(G+P)} = - \frac{3}{16} Q \cdot l. \quad (47 \text{ a})$$

2. Maximale Feldmomente und Auflagerdrücke am Ende.(Abb. 17/18 und 19/20)³⁾.Im Feld l_2 :

$$\text{a) } M_{g \text{ max}} = \frac{1}{128} \cdot \left[\frac{4 \alpha + 3 n - \left(\frac{\alpha}{n^2}\right)}{\alpha + n} \right]^2 \cdot g l_2^2, \quad (48)$$

$$\text{b) } M_{G \text{ max}} = \frac{8 \alpha + 5 n - 3 \left(\frac{\alpha}{n^2}\right)}{32 (\alpha + n)} \cdot G l_2; \quad (49)$$



¹⁾ Es sind hier unmittelbar die fertigen Formeln hingeschrieben, es wird jedoch dem fachmännisch gebildeten Leser nicht schwer fallen, unter Bezugnahme auf die in den folgenden Abbildungen dargestellten ungünstigsten Belastungsweisen die Formeln mittels der Gleichungen des Kapitels 1 nachzurechnen.

²⁾ Bei verschiedenen Feldweiten werden die durch Nebenträger auf die Hauptträger übertragenen Einzellasten meist den Feldweiten proportional sein. Aus diesem Grunde wurde die obige Belastung mit Einzellasten durchgerechnet, bei der sich die Lasten wie die zugehörigen Feldweiten verhalten.

³⁾ In den Abb. 18 und 20 ist die ungünstigste Belastung für die Größtmomente im Feld l_1 und für die Stützdrücke bei A dargestellt.

$$\text{a)} \quad M_{p \max} = \frac{1}{128} \left(\frac{4\alpha + 3n}{\alpha + n} \right)^2 \cdot p l_2^2, \quad (50)$$

$$\text{b)} \quad M_{P \max} = \frac{8\alpha + 5n}{32(\alpha + n)} \cdot P l_2. \quad (51)$$

Stützendruck bei C :

$$\text{a)} \quad C_g = \frac{4\alpha + 3n - \left(\frac{\alpha}{n^2}\right)}{8(\alpha + n)} \cdot g l_2, \quad (52)$$

$$\text{b)} \quad C_G = \frac{8\alpha + 5n - 3\left(\frac{\alpha}{n^2}\right)}{16(\alpha + n)} \cdot G; \quad (53)$$

$$\text{a)} \quad C_{p \max} = \frac{4\alpha + 3n}{8(\alpha + n)} \cdot p l_2, \quad (54)$$

$$\text{b)} \quad C_{P \max} = \frac{8\alpha + 5n}{16(\alpha + n)} \cdot P. \quad (55)$$

Für $n = 1$:

$$\text{a)} \quad M_{g \max} = \frac{9}{128} \cdot g l^2, \quad (48 \text{ a})$$

$$\text{b)} \quad M_{G \max} = \frac{5}{32} \cdot G l; \quad (49 \text{ a})$$

$$\text{a)} \quad M_{p \max} = \frac{1}{128} \cdot \left(\frac{4\alpha + 3}{\alpha + 1} \right)^2 \cdot p l^2, \quad (50 \text{ a})$$

$$\text{b)} \quad M_{P \max} = + \frac{8\alpha + 5}{32(\alpha + 1)} \cdot P l; \quad (51 \text{ a})$$

$$\text{a)} \quad C_g = A_g = \frac{3}{8} \cdot g l, \quad (52 \text{ a})$$

$$\text{b)} \quad C_G = A_G = \frac{5}{16} \cdot G; \quad (53 \text{ a})$$

$$\text{a)} \quad C_{p \max} = A_{p \max} = \frac{1}{8} \cdot \frac{4\alpha + 3}{\alpha + 1} \cdot p l, \quad (54 \text{ a})$$

$$\text{b)} \quad C_{P \max} = A_{P \max} = \frac{8\alpha + 5}{16(\alpha + 1)} \cdot P. \quad (55 \text{ a})$$

3. Maximale Stielmomente (vgl. Bemerkung auf S. 10). (Säulenkopfmomente für „Dachdecken“.)

$$\text{a)} \quad M_{k_g} = + \frac{1}{8} \cdot \frac{n(1-\alpha)}{\alpha + n} \cdot (1 - n^2) \cdot g l_1^2, \quad (56)$$

$$\text{b)} \quad M_{K_G} = + \frac{3}{16} \cdot \frac{(1-\alpha)}{\alpha + n} \cdot (1 - n^2) \cdot G l_1; \quad (57)$$

$$\text{a)} \quad M_{k_p \min} = \pm \frac{1}{8} \cdot \frac{n(1-\alpha)}{\alpha + n} \cdot p \begin{cases} l_1^2 \\ l_2^2 \end{cases}, \quad (58)$$

$$\text{b)} \quad M_{K_P \min} = \pm \frac{3}{16} \cdot \frac{(1-\alpha)}{\alpha + n} \cdot P \begin{cases} l_1 \\ l_2 \cdot n \end{cases}. \quad (59)$$

Für $n = 1$:

$$\text{a) } M_{kg} = 0, \quad (56 \text{ a})$$

$$\text{b) } M_{KG} = 0; \quad (57 \text{ a})$$

$$\text{a) } M_{kp}^{\max} = \pm \frac{1-\alpha}{8(\alpha+1)} \cdot pl^2, \quad (58 \text{ a})$$

$$\text{b) } M_{KP}^{\max} = \pm \frac{3}{16} \cdot \frac{(1-\alpha)}{(\alpha+1)} \cdot Pl. \quad (59 \text{ a})$$

4. Maximale Stützendrücke über der Mittelstütze (bei B) nur für gleiche Feldweiten berechnet.

Für $n = 1$:

$$\text{a) } B_{(g+p)\max} = \frac{5}{4} \cdot ql, \quad (60 \text{ a})$$

$$\text{b) } B_{(G+P)\max} = \frac{11}{8} \cdot Q. \quad (61 \text{ a})$$

B. Träger über 3 Öffnungen.

(Hierzu Abb. 21 bis 28.)

a) Gleichmäßig verteilte Last g und p .b) Einzellasten G und P in Feldmitte ($\frac{G}{n}$ und $\frac{P}{n}$ in Feld l_1).

1. Minimale Stützenmomente.

(Belastung gemäß Abb. 21/24, 25/28.)

Stützenmomente außen (am Endfeld):

$$\text{a) } M_{ga} = - \frac{(2\alpha + 3n) - \alpha n(3 - 2n^2)}{8(2\alpha + 3n)} \cdot gl_1^2, \quad (62)$$

$$\text{b) } M_{Ga} = - \frac{3[(2\alpha + 3n) - \alpha n(3 - 2n^2)]}{16(2\alpha + 3n)n} \cdot Gl_1; \quad (63)$$

$$\text{a) } M_{pa} = - \frac{4\alpha^2(1 - n + n^3) + \alpha n(8 - 3n + 2n^3) + 3n^3}{8(2\alpha + 3n) \cdot (2\alpha + n)} \cdot pl_1^2, \quad (64)$$

$$\text{b) } M_{Pa} = - \frac{3[4\alpha^2(1 - n + n^3) + \alpha n(8 - 3n + 2n^3) + 3n^3]}{16(2\alpha + 3n) \cdot (2\alpha + n)n} \cdot Pl_1. \quad (65)$$

Für $n = 1$ (gleiche Feldweiten):

$$\text{a) } M_{ga} = - \frac{\alpha + 3}{8(2\alpha + 3)} \cdot gl^2, \quad (62 \text{ a})$$

$$\text{b) } M_{Ga} = - \frac{3(\alpha + 3)}{16(2\alpha + 3)} \cdot Gl; \quad (63 \text{ a})$$

$$\text{a) } M_{pa} = - \frac{(4\alpha^2 + 7\alpha + 3)}{8(2\alpha + 3) \cdot (2\alpha + 1)} \cdot pl^2, \quad (64 \text{ a})$$

$$\text{b) } M_{Pa} = - \frac{3(4\alpha^2 + 7\alpha + 3)}{16(2\alpha + 3) \cdot (2\alpha + 1)} \cdot Pl. \quad (65 \text{ a})$$

Stützenmomente innen (am Mittelfeld):

$$\text{a) } M_{gi} = -\frac{\alpha + n^3}{4n^2(2\alpha + 3n)} \cdot gl_2^2, \quad (66)$$

$$\text{b) } M_{Gi} = -\frac{3(\alpha + n^3)}{8n^2(2\alpha + 3n)} \cdot Gl_2; \quad (67)$$

$$\text{a) } M_{pi} = -\frac{2\alpha(\alpha + n) + n^3(2\alpha + n)}{4n^2 \cdot (2\alpha + n) \cdot (2\alpha + 3n)} \cdot pl_2^2, \quad (68)$$

$$\text{b) } M_{Pi} = -\frac{3[2\alpha(\alpha + n) + n^3(2\alpha + n)]}{8n^2(2\alpha + n) \cdot (2\alpha + 3n)} \cdot Pl_2. \quad (69)$$

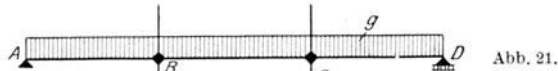


Abb. 21.

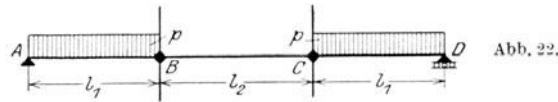


Abb. 22.

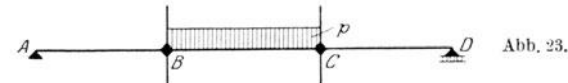


Abb. 23.

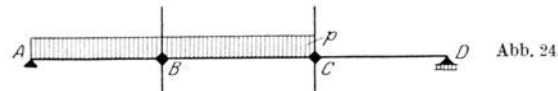


Abb. 24.

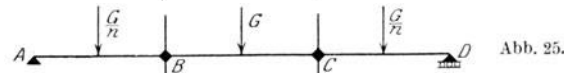


Abb. 25.

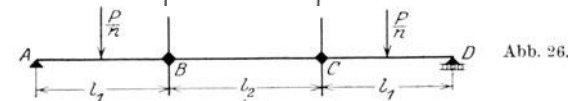


Abb. 26.

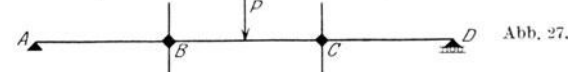


Abb. 27.

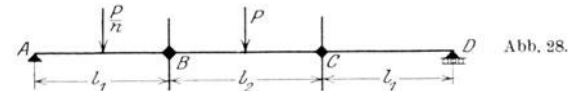


Abb. 28.

Für $n = 1$:

$$\text{a) } M_{gi} = -\frac{1}{4} \cdot \frac{\alpha + 1}{2\alpha + 3} \cdot gl^2, \quad (66 \text{ a})$$

$$\text{b) } M_{Gi} = -\frac{3(\alpha + 1)}{8(2\alpha + 3)} \cdot Gl; \quad (67 \text{ a})$$

$$\text{a) } M_{pi} = -\frac{2\alpha^2 + 4\alpha + 1}{4(2\alpha + 3)(2\alpha + 1)} \cdot pl^2, \quad (68 \text{ a})$$

$$\text{b) } M_{Pi} = -\frac{3(2\alpha^2 + 4\alpha + 1)}{8(2\alpha + 3)(2\alpha + 1)} \cdot Pl. \quad (69 \text{ a})$$

2. Maximale Feldmomente im Endfeld und Endauflagerdrücke
(Abb. 21/22 und 25/26).

$$a) \quad M_{\alpha 1 \max} = + \frac{1}{128} \cdot \left[\frac{3(2\alpha + 3n) + \alpha n(3 - 2n^2)}{2\alpha + 3n} \right]^2 \cdot g l_1^2, \quad (70)$$

$$b) \quad M_{G_1 \max} = + \frac{5(2\alpha + 3n) + 3\alpha n(3 - 2n^2)}{32(2\alpha + 3n)n} \cdot G l_1; \quad (71)$$

$$a) \quad M_{p_1 \max} = + \frac{9}{128} \cdot \left(\frac{2\alpha + 3n + \alpha n}{2\alpha + 3n} \right)^2 \cdot p l_1^2, \quad (72)$$

$$b) \quad M_{P_1 \max} = + \frac{5(2\alpha + 3n) + 9\alpha n}{32(2\alpha + 3n)n} \cdot P l_1. \quad (73)$$

Auflagerdrücke A

$$a) \quad A_g = \frac{3(2\alpha + 3n) + \alpha n(3 - 2n^2)}{8(2\alpha + 3n)} \cdot g l_1, \quad (74)$$

$$b) \quad A_G = \frac{5(2\alpha + 3n) + 3\alpha n(3 - 2n^2)}{16(2\alpha + 3n)n} \cdot G; \quad (75)$$

$$a) \quad A_{p \max} = \frac{3(2\alpha + 3n + \alpha n)}{8(2\alpha + 3n)} \cdot p l_1, \quad (76)$$

$$b) \quad A_{P \max} = \frac{5(2\alpha + 3n) + 9\alpha n}{16(2\alpha + 3n)n} \cdot P. \quad (77)$$

Für gleiche Feldweiten ($n = 1$):

$$a) \quad M_{g_1 \max} = \frac{1}{128} \cdot \left(\frac{7\alpha + 9}{2\alpha + 3} \right)^2 \cdot g l^2, \quad (70 a)$$

$$b) \quad M_{G_1 \max} = \frac{13\alpha + 15}{32(2\alpha + 3)} \cdot G l; \quad (71 a)$$

$$a) \quad M_{p_1 \max} = \frac{81}{128} \cdot \left(\frac{\alpha + 1}{2\alpha + 3} \right)^2 \cdot p l^2, \quad (72 a)$$

$$b) \quad M_{P_1 \max} = \frac{19\alpha + 15}{32(2\alpha + 3)} \cdot P l; \quad (73 a)$$

$$a) \quad A_g = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{7\alpha + 9}{2\alpha + 3} \right) \cdot g l, \quad (74 a)$$

$$b) \quad A_G = \frac{13\alpha + 15}{16(2\alpha + 3)} \cdot G; \quad (75 a)$$

$$a) \quad A_{p \max} = \frac{9}{8} \cdot \left(\frac{\alpha + 1}{2\alpha + 3} \right) \cdot p l, \quad (76 a)$$

$$b) \quad A_{P \max} = \frac{19\alpha + 15}{16(2\alpha + 3)} \cdot P. \quad (77 a)$$

3. Maximale und minimale Feldmomente im Mittelfeld
(Abb. 21 bis 23 und 25 bis 27).

$$a) \quad M_{g_2 \max} = + \frac{1}{8n^2} \cdot \frac{2\alpha(n^2 - 1) + n^3}{2\alpha + 3n} \cdot g l_2^2, \quad (78)$$

$$b) \quad M_{G_2 \max} = + \frac{3n^3 + 4\alpha n^2 - 3\alpha}{8(2\alpha + 3n)n^2} \cdot G l_2; \quad (79)$$

$$\text{a)} \quad M_{p^2 \max} = + \frac{1}{8} \cdot \frac{2\alpha + n}{2\alpha + 3n} \cdot p l_2^2, \quad (80)$$

$$\text{b)} \quad M_{P_2 \max} = + \frac{4\alpha + 3n}{8(2\alpha + 3n)} \cdot P l_2; \quad (81)$$

$$\text{a)} \quad M_{p^2 \min} = - \frac{1}{4n^2} \cdot \frac{\alpha}{2\alpha + 3n} \cdot p l_2^2, \quad (82)$$

$$\text{b)} \quad M_{P_2 \min} = - \frac{3\alpha}{8n^2(2\alpha + 3n)} \cdot P l_2. \quad (83)$$

Für $n = 1$:

$$\text{a)} \quad M_{g^2 \max} = + \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2\alpha + 3} \cdot g l^2, \quad (78 \text{ a})$$

$$\text{b)} \quad M_{G_2 \max} = + \frac{1}{8} \cdot \frac{\alpha + 3}{2\alpha + 3} \cdot G l; \quad (79 \text{ a})$$

$$\text{a)} \quad M_{p^2 \max} = + \frac{1}{8} \cdot \frac{2\alpha + 1}{2\alpha + 3} \cdot p l^2, \quad (80 \text{ a})$$

$$\text{b)} \quad M_{P_2 \max} = + \frac{1}{8} \cdot \frac{4\alpha + 3}{2\alpha + 3} \cdot P l; \quad (81 \text{ a})$$

$$\text{a)} \quad M_{p^2 \min} = - \frac{1}{4} \cdot \frac{\alpha}{2\alpha + 3} \cdot p l^2, \quad (82 \text{ a})$$

$$\text{b)} \quad M_{P_2 \min} = - \frac{3}{8} \cdot \frac{\alpha}{2\alpha + 3} \cdot P l. \quad (83 \text{ a})$$

4. Maximale und minimale Stielmomente (vgl. Bemerkung auf S. 10)

(Abb. 21 bis 23 und 25 bis 27).

$$\text{a)} \quad M_{kg} = + \frac{(1-\alpha)n \cdot (3-2n^2)}{8(2\alpha + 3n)} \cdot g l_1^2, \quad (84)$$

$$\text{b)} \quad M_{KG} = + \frac{3(1-\alpha) \cdot (3-2n^2)}{16(2\alpha + 3n)} \cdot G l_1; \quad (85)$$

$$\text{a)} \quad M_{kp \max} = + \frac{3}{8} \cdot \frac{(1-\alpha) \cdot n}{(2\alpha + 3n)} \cdot p l_1^2, \quad (86)$$

$$\text{b)} \quad M_{KP \max} = + \frac{9(1-\alpha)}{16(2\alpha + 3n)} \cdot P l_1; \quad (87)$$

$$\text{a)} \quad M_{kp \min} = - \frac{1}{4} \cdot \frac{(1-\alpha) \cdot n}{(2\alpha + 3n)} \cdot p l_2^2, \quad (88)$$

$$\text{b)} \quad M_{KP \min} = - \frac{3(1-\alpha) \cdot n}{8 \cdot (2\alpha + 3n)} \cdot P l_2. \quad (89)$$

Für $n = 1$:

$$\text{a)} \quad M_{kg} = + \frac{1}{8} \cdot \frac{1-\alpha}{2\alpha + 3} \cdot g l^2, \quad (84 \text{ a})$$

$$\text{b)} \quad M_{KG} = + \frac{3}{16} \cdot \frac{1-\alpha}{2\alpha + 3} \cdot G l; \quad (85 \text{ a})$$

$$\text{a)} \quad M_{kp \max} = + \frac{3}{8} \cdot \frac{1-\alpha}{2\alpha + 3} \cdot p l^2, \quad (86 \text{ a})$$

$$\text{b)} \quad M_{KP \max} = + \frac{9}{16} \cdot \frac{1-\alpha}{2\alpha + 3} \cdot P l; \quad (87 \text{ a})$$

$$\text{a)} \quad M_{kp \min} = - \frac{1}{4} \cdot \frac{1-\alpha}{2\alpha + 3} \cdot p l^2, \quad (88 \text{ a})$$

$$\text{b)} \quad M_{KP \min} = - \frac{3}{8} \cdot \frac{1-\alpha}{2\alpha + 3} \cdot P l. \quad (89 \text{ a})$$

5. Maximale Stützendrücke der Innenstützen B und C
(Belastung nach Abb. 21/24 und 25/28)

nur für gleiche Feldweiten berechnet.

Für $n = 1$

$$\text{a) } B_g = \frac{1}{8} \cdot \frac{17\alpha + 27}{2\alpha + 3} \cdot gl, \quad (90a)$$

$$\text{b) } B_G = \frac{35\alpha + 57}{16(2\alpha + 3)} \cdot G; \quad (91a)$$

$$\text{a) } B_{p \max} = \frac{1}{8} \cdot \frac{40\alpha^2 + 77\alpha + 27}{(2\alpha + 3)(2\alpha + 1)} \cdot pl, \quad (92a)$$

$$\text{b) } B_{P \max} = \frac{88\alpha^2 + 167\alpha + 57}{16(2\alpha + 3)(2\alpha + 1)} \cdot P. \quad (93a)$$

Zweiter Abschnitt.

I. 25 Zahlentafeln für die Größt- und Kleinstmomente und die größten Auflagerdrücke

a) infolge gleichmäßig verteilter ständiger Last g und veränderlicher Last p und

b) infolge Einzellasten in den Feldmitten und zwar ständiger Last $G \left(\frac{G}{n}\right)$ und veränderlicher Last $P \left(\frac{P}{n}\right)^1$

für 2 und 3 Öffnungen gemäß Abb. 1 bis 8, für die Spannweitenverhältnisse $n = 1,0, 1,5$ und $2,0$, sowie für verschiedene Einspannungsgrade $\alpha(\beta)$ berechnet, einschließlich der beiden Grenzfälle

$\alpha(\beta) = 0$ (vollkommene Einspannung in die Zwischenstützen) und

$\alpha(\beta) = 1$ (Pendelzwischenstützen).

Erweiterte „Winklersche Zahlen“

(hierzu Abb. 29 bis 38 auf Seite 34 bis 37).

Erläuterung zum Gebrauch der Zahlentafeln. Der Einspannungsgrad $\alpha(\beta)$ wird nach Gleichung 5), 5a), 14) oder 14a) ermittelt und mit diesem und dem gegebenen Spannweitenverhältnis $n = \frac{l_2}{l_1}$ in die Tafeln eingegangen. Für Zwischenwerte von n bzw. $\alpha(\beta)$ kann geradlinig eingeschaltet werden. Bei Berechnung von $\alpha(\beta)$ aus den Steifigkeitsziffern k_o und k_u ist darauf zu achten, daß bei ungleichen Öffnungen stets l_1 (und nicht l_2) im Nenner einzusetzen ist. Positiver Momentensinn gemäß Abb. 10, 12 und 14. Aufteilung der Stielmomente bei Zwischendecken gemäß Gleichung 18).

Sämtliche Werte für 3 Öffnungen gelten auch näherungsweise, wenn anstatt einer Mittelöffnung beliebig viele gleiche Mittelfelder vorhanden sind.

¹⁾ Siehe Bemerkung im Text auf S. 17.

24 Zahlentafeln für die Größt- und Kleinstmomente und die größten Auflagerdrücke.

A. 2 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1:1,0).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungsgrad α (β) | Größte Feldmomente $\max M_p$ | Gefährlicher Querschnitt x_1 | Größte Feldmomente $\max M_g$ | Gefährlicher Querschnitt x_1 |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | $+0,0703 \cdot p l^2$ | $0,375 \cdot l$ | $+0,0703 \cdot g l^2$ | $0,375 \cdot l$ |
| $\frac{1}{6}$ | $+0,0772$ | 0,393 | $+0,0703$ | 0,375 |
| $\frac{1}{3}$ | $+0,0825$ | 0,406 | $+0,0703$ | 0,375 |
| $\frac{1}{2}$ | $+0,0869$ | 0,417 | $+0,0703$ | 0,375 |
| $\frac{2}{3}$ | $+0,0903$ | 0,425 | $+0,0703$ | 0,375 |
| $\frac{5}{6}$ | $+0,0933$ | 0,432 | $+0,0703$ | 0,375 |
| 1,0 | $+0,0957 \cdot p l^2$ | $0,438 \cdot l$ | $+0,0703 \cdot g l^2$ | $0,375 \cdot l$ |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme —, Zunahme +) | -9,20% | — | 0% | — |

A. 2 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,5$ (1:1,5).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungsgrad α (β) | Größte Feldmomente I. Feld $\max M_{p1}$ | Gefährl. Querschnitt x_1 | Größte Feldmomente II. Feld $\max M_{p2}$ | Gefährl. Querschnitt x_1' | Größte Feldmomente I. Feld $\max M_{g1}$ | Gefährl. Querschnitt x_1 | Größte Feldmomente II. Feld $\max M_{g2}$ | Gefährl. Querschnitt x_1' |
|---|---|-------------------------------|--|--------------------------------|---|-------------------------------|--|--------------------------------|
| 0 | $+0,0703 \cdot p l_1^2$ | $0,375 \cdot l_1$ | $+0,0703 \cdot p l_2^2$ | $0,375 \cdot l_2$ | $+0,0703 \cdot g l_1^2$ | $0,375 \cdot l_1$ | $+0,0703 \cdot g l_2^2$ | $0,375 \cdot l_2$ |
| $\frac{1}{6}$ | $+0,0775$ | 0,394 | $+0,0751$ | 0,388 | $+0,0618$ | 0,352 | $+0,0730$ | 0,382 |
| $\frac{1}{3}$ | $+0,0837$ | 0,409 | $+0,0791$ | 0,398 | $+0,0553$ | 0,332 | $+0,0752$ | 0,388 |
| $\frac{1}{2}$ | $+0,0890$ | 0,422 | $+0,0825$ | 0,406 | $+0,0501$ | 0,317 | $+0,0770$ | 0,392 |
| $\frac{2}{3}$ | $+0,0936$ | 0,433 | $+0,0855$ | 0,414 | $+0,0459$ | 0,303 | $+0,0786$ | 0,396 |
| $\frac{5}{6}$ | $+0,0977$ | 0,442 | $+0,0881$ | 0,420 | $+0,0424$ | 0,291 | $+0,0798$ | 0,400 |
| 1,0 | $+0,1013 \cdot p l_1^2$ | $0,450 \cdot l_1$ | $+0,0903 \cdot p l_2^2$ | $0,425 \cdot l_2$ | $+0,0396 \cdot g l_1^2$ | $0,281 \cdot l_1$ | $+0,0811 \cdot g l_2^2$ | $0,403 \cdot l_2$ |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme —, Zunahme +) | -12,14% | — | -8,64% | — | +26,5% | — | -5,06% | — |

x_1 Abstand vom linken, x_1' Abstand vom rechten Ende.

A. 2 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1:1,0).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | Minimale Stützenmomente | | Größte und kleinste Stielmomente | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------|
| | links $\min M_{(g+p)l}$ | rechts $\min M_{(g+p)r}$ | \max $\min M_{kp}$ | M_{kg} |
| 0 | $-0,1250 \cdot q l^3$ | $-0,1250 \cdot q l^3$ | $\pm 0,1250 \cdot p l^2$ | 0 |
| $\frac{1}{6}$ | -0,1250 | -0,1250 | $\pm 0,0893$ | 0 |
| $\frac{1}{3}$ | -0,1250 | -0,1250 | $\pm 0,0625$ | 0 |
| $\frac{1}{2}$ | -0,1250 | -0,1250 | $\pm 0,0417$ | 0 |
| $\frac{2}{3}$ | -0,1250 | -0,1250 | $\pm 0,0250$ | 0 |
| $\frac{5}{6}$ | -0,1250 | -0,1250 | $\pm 0,0114 \cdot p l^2$ | 0 |
| 1,0 | $-0,1250 \cdot q l^2$ | $-0,1250 \cdot q l^2$ | 0 | 0 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme -, Zunahme +) | 0 ⁰ / ₀ | 0 ⁰ / ₀ | (+ ∞) | — |

A. 2 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,5$ (1:1,5).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | Minimale Stützenmomente | | Größte und kleinste Stielmomente | |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------|
| | links $\min M_{(g+p)l}$ | rechts $\min M_{(g+p)r}$ | \max $\min M_{kp}$ | M_{kg} |
| 0 | $-0,1250 \cdot q l_1^2$ | $-0,1250 \cdot q l_2^2$ | $\pm 0,1250 \cdot \begin{cases} p l_1^2 \\ p l_2^2 \end{cases}$ | $-0,1563 \cdot g l_1^2$ |
| $\frac{1}{6}$ | -0,1484 | -0,1181 | $\pm 0,0938$ | -0,1172 |
| $\frac{1}{3}$ | -0,1677 | -0,1123 | $\pm 0,0682$ | -0,0852 |
| $\frac{1}{2}$ | -0,1836 | -0,1077 | $\pm 0,0469$ | -0,0586 |
| $\frac{2}{3}$ | -0,1971 | -0,1036 | $\pm 0,0288$ | -0,0361 |
| $\frac{5}{6}$ | -0,2088 | -0,1002 | $\pm 0,0134 \cdot \begin{cases} p l_1^2 \\ p l_2^2 \end{cases}$ | $-0,0167 \cdot g l_1^2$ |
| 1,0 | $-0,2188 \cdot q l_1^2$ | $-0,0972 \cdot q l_2^2$ | 0 | 0 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme -, Zunahme +) | -16,1 ⁰ / ₀ | +10,8 ⁰ / ₀ | (+ ∞) | (+ ∞) |

A. 2 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 2,0$ (1:2,0).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | Größte Feld- momente I. Feld $\max M_{p1}$ | Gefährl. Quer- schnitt x_1 | Größte Feld- momente II. Feld $\max M_{p2}$ | Gefährl. Quer- schnitt x'_1 | Größte Feld- momente I. Feld $\max M_{g1}$ | Gefährl. Quer- schnitt x_1 | Größte Feld- momente II. Feld $\max M_{g2}$ | Gefährl. Quer- schnitt x'_1 |
|---|---|---------------------------------------|--|--|---|---------------------------------------|--|--|
| 0 | $+0,0703 \cdot p l_1^2$ | $0,375 \cdot l_1$ | $+0,0703 \cdot p l_2^2$ | $0,375 \cdot l_2$ | $+0,0703 \cdot g l_1^2$ | $0,375 \cdot l_1$ | $+0,0703 \cdot g l_2^2$ | $0,375 \cdot l_2$ |
| $\frac{1}{6}$ | $+0,0777$ | 0,394 | $+0,0740$ | 0,385 | $+0,0503$ | 0,317 | $+0,0730$ | 0,382 |
| $\frac{1}{3}$ | $+0,0844$ | 0,411 | $+0,0772$ | 0,393 | $+0,0359$ | 0,268 | $+0,0754$ | 0,388 |
| $\frac{1}{2}$ | $+0,0903$ | 0,425 | $+0,0800$ | 0,400 | $+0,0253$ | 0,225 | $+0,0776$ | 0,394 |
| $\frac{2}{3}$ | $+0,0957$ | 0,438 | $+0,0825$ | 0,406 | $+0,0176$ | 0,188 | $+0,0793$ | 0,398 |
| $\frac{5}{6}$ | $+0,1005$ | 0,449 | $+0,0848$ | 0,412 | $+0,0119$ | 0,154 | $+0,0810$ | 0,403 |
| 1,0 | $+0,1050 \cdot p l_1^2$ | $0,458 \cdot l_1$ | $+0,0868 \cdot p l_2^2$ | $0,417 \cdot l_2$ | $+0,0078 \cdot g l_1^2$ | $0,125 \cdot l_1$ | $+0,0825 \cdot g l_2^2$ | $0,406 \cdot l_2$ |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme -, Zunahme +) | -14,0 ⁰ / ₀ | — | -7,83 ⁰ / ₀ | — | +224,4 ⁰ / ₀ | — | -5,94 ⁰ / ₀ | — |

A. 2 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1:1,0).

| Einspannungs- grad α (β) | Größte Feld- momente $\max M_p$ | Größte Feld- momente $\max M_G$ |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0 | $+0,1562 \cdot Pl$ | $+0,1562 \cdot Gl$ |
| $\frac{1}{6}$ | $+0,1697$ | $+0,1562$ |
| $\frac{1}{3}$ | $+0,1797$ | $+0,1562$ |
| $\frac{1}{2}$ | $+0,1875$ | $+0,1562$ |
| $\frac{2}{3}$ | $+0,1938$ | $+0,1562$ |
| $\frac{5}{6}$ | $+0,1989$ | $+0,1562$ |
| 1,0 | $+0,2031 \cdot Pl$ | $+0,1562 \cdot Gl$ |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme -, Zunahme +) | -7,7 ⁰ / ₀ | 0 ⁰ / ₀ |

A. 2 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,5$ (1:1,5).

| Einspannungs- grad α (β) | Größte Feldmomente | | Größte Feldmomente | |
|---|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | I. Feld $\max M_{p1}$ | II. Feld $\max M_{p2}$ | I. Feld $\max M_{g1}$ | II. Feld $\max M_{g2}$ |
| 0 | $+0,1042 \cdot Pl_1$ | $+0,1562 \cdot Pl_2$ | $+0,1042 \cdot Gl_1$ | $+0,1562 \cdot Gl_2$ |
| $\frac{1}{6}$ | $+0,1136$ | $+0,1657$ | $+0,0925$ | $+0,1615$ |
| $\frac{1}{3}$ | $+0,1212$ | $+0,1733$ | $+0,0828$ | $+0,1658$ |
| $\frac{1}{2}$ | $+0,1277$ | $+0,1797$ | $+0,0750$ | $+0,1692$ |
| $\frac{2}{3}$ | $+0,1330$ | $+0,1851$ | $+0,0681$ | $+0,1722$ |
| $\frac{5}{6}$ | $+0,1376$ | $+0,1898$ | $+0,0623$ | $+0,1748$ |
| 1,0 | $+0,1417 \cdot Pl_1$ | $+0,1938 \cdot Pl_2$ | $+0,0573 \cdot Gl_1$ | $+0,1771 \cdot Gl_2$ |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme -, Zunahme +) | -9,9 ⁰ / ₀ | -7,3 ⁰ / ₀ | +30,9 ⁰ / ₀ | -4,5 ⁰ / ₀ |

Zahlentafeln für die Größt- und Kleinstmomente und die größten Auflagerdrücke. 27

A. 2 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 2,0$ (1:2,0).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungsgrad α (β) | Minimale Stützenmomente | | Größte und kleinste Stielmomente | |
|---|----------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|
| | links $\min M_{(G+P)l}$ | rechts $\min M_{(G+P)r}$ | \max $\min M_{KP}$ | M_{KG} |
| 0 | $-0,1250 \cdot q l_1^2$ | $-0,1250 \cdot q l_2^2$ | $\pm 0,1250 \cdot p \left\{ \frac{l_1^2}{l_2^2} \right.$ | $-0,3750 \cdot g l_1^2$ |
| $\frac{1}{6}$ | $-0,1827$ | $-0,1178$ | $\pm 0,0962$ | $-0,2885$ |
| $\frac{1}{3}$ | $-0,2321$ | $-0,1117$ | $\pm 0,0714$ | $-0,2142$ |
| $\frac{1}{2}$ | $-0,2750$ | $-0,1063$ | $\pm 0,0500$ | $-0,1500$ |
| $\frac{2}{3}$ | $-0,3125$ | $-0,1016$ | $\pm 0,0313$ | $-0,0938$ |
| $\frac{5}{6}$ | $-0,3457$ | $-0,0974$ | $\pm 0,0147 \cdot p \left\{ \frac{l_1^2}{l_2^2} \right.$ | $-0,0441 \cdot g l_1^2$ |
| 1,0 | $-0,3750 \cdot q l_1^2$ | $-0,0938 \cdot q l_2^2$ | 0 | 0 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme -, Zunahme +) | $-26,67\%$ | $+13,33\%$ | (+ ∞) | (+ ∞) |

b) Einzellasten in Feldmitten.

| Minimale Stützenmomente | | Größte und kleinste Stielmomente | |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| links $\min M_{(G+P)l}$ | rechts $\min M_{(G+P)r}$ | \max $\min M_{KP}$ | M_{KG} |
| $-0,1875 \cdot Q l$ | $-0,1875 \cdot Q l$ | $\pm 0,1875 \cdot P l$ | 0 |
| $-0,1875$ | $-0,1875$ | $\pm 0,1339$ | 0 |
| $-0,1875$ | $-0,1875$ | $\pm 0,0938$ | 0 |
| $-0,1875$ | $-0,1875$ | $\pm 0,0625$ | 0 |
| $-0,1875$ | $-0,1875$ | $\pm 0,0375$ | 0 |
| $-0,1875$ | $-0,1875$ | $\pm 0,0171 \cdot P l$ | 0 |
| $-0,1875 \cdot Q l$ | $-0,1875 \cdot Q l$ | 0 | 0 |
| 0 ⁰ / ₀ | 0 ⁰ / ₀ | (+ ∞) | 0 ⁰ / ₀ |

b) Einzellasten in Feldmitten.

| Minimale Stützenmomente | | Größte und kleinste Stielmomente | | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| links $\min M_{(G+P)l}$ | rechts $\min M_{(G+P)r}$ | $\max M_{KP}$ | $\min M_{KP}$ | M_{KG} |
| $-0,1250 \cdot Q l_1$ | $-0,1875 \cdot Q l_2$ | $+0,1250 \cdot P l_1$ | $-0,1875 \cdot P l_2$ | $-0,1563 \cdot G l_1$ |
| $-0,1484$ | $-0,1772$ | $+0,0938$ | $-0,1407$ | $-0,1172$ |
| $-0,1677$ | $-0,1685$ | $+0,0682$ | $-0,1023$ | $-0,0852$ |
| $-0,1836$ | $-0,1616$ | $+0,0469$ | $-0,0703$ | $-0,0586$ |
| $-0,1971$ | $-0,1554$ | $+0,0288$ | $-0,0433$ | $-0,0361$ |
| $-0,2088$ | $-0,1503$ | $+0,0134 \cdot P l_1$ | $-0,0201 \cdot P l_2$ | $-0,0167 \cdot G l_1$ |
| $-0,2188 \cdot Q l_1$ | $-0,1458 \cdot Q l_2$ | 0 | 0 | 0 |
| $-16,1\%$ | $+10,8\%$ | (+ ∞) | (+ ∞) | (+ ∞) |

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1 : 1,0 : 1).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | Größte Feld- momente Endfeld max M_{p1} | Gefährl. Quer- schnitt x_1 | Größte Feld- momente Endfeld max M_{g1} | Gefährl. Quer- schnitt x_1 | Größte und kleinste Feldmomente Mittelfeld | | |
|---|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---|-------------------|-------------------|
| | | | | | max M_{p2} | min M_{p2} | max M_{g2} |
| 0 | + 0,0703 · pl^2 | 0,375 · l | + 0,0703 · gl^2 | 0,375 · l | + 0,0417 · pl^2 | 0 | + 0,0417 · gl^2 |
| $\frac{1}{6}$ | + 0,0775 | 0,394 | + 0,0726 | 0,381 | + 0,0500 | - 0,0125 · pl^2 | + 0,0375 |
| $\frac{1}{3}$ | + 0,0836 | 0,409 | + 0,0747 | 0,386 | + 0,0568 | - 0,0227 | + 0,0341 |
| $\frac{1}{2}$ | + 0,0890 | 0,422 | + 0,0763 | 0,391 | + 0,0625 | - 0,0313 | + 0,0313 |
| $\frac{2}{3}$ | + 0,0936 | 0,433 | + 0,0778 | 0,394 | + 0,0672 | - 0,0384 | + 0,0288 |
| $\frac{5}{6}$ | + 0,0975 | 0,442 | + 0,0789 | 0,397 | + 0,0715 | - 0,0447 | + 0,0268 |
| 1,0 | + 0,1013 · pl^2 | 0,450 · l | + 0,0800 · gl^2 | 0,400 · l | + 0,0750 · pl^2 | - 0,0500 · pl^2 | + 0,0250 · gl^2 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme —, Zunahme +) | - 12,14 % | | - 4,63 % | | - 16,67 % | - 37,40 % | + 25,20 % |

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,5$ (1 : 1,5 : 1).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | Größte Feld- momente Endfeld max M_{p1} | Gefährl. Quer- schnitt x_1 | Größte Feld- momente Endfeld max M_{g1} | Gefährl. Quer- schnitt x_1 | Größte und kleinste Feldmomente Mittelfeld | | |
|---|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---|---------------------|---------------------|
| | | | | | max M_{p2} | min M_{p2} | max M_{g2} |
| 0 | + 0,0703 · pl_1^2 | 0,375 · l_1 | + 0,0703 · gl_1^2 | 0,375 · l_1 | + 0,0417 · pl_2^2 | 0 | + 0,0417 · gl_2^2 |
| $\frac{1}{6}$ | + 0,0778 | 0,394 | + 0,0667 · | 0,365 | + 0,0474 | - 0,0038 · pl_2^2 | + 0,0436 |
| $\frac{1}{3}$ | + 0,0794 | 0,398 | + 0,0637 · | 0,357 | + 0,0524 | - 0,0072 | + 0,0452 |
| $\frac{1}{2}$ | + 0,0908 | 0,426 | + 0,0611 · | 0,349 | + 0,0568 | - 0,0101 | + 0,0467 |
| $\frac{2}{3}$ | + 0,0965 | 0,439 | + 0,0588 | 0,343 | + 0,0607 | - 0,0127 | + 0,0480 |
| $\frac{5}{6}$ | + 0,1017 | 0,451 | + 0,0568 | 0,337 | + 0,0642 | - 0,0150 | + 0,0492 |
| 1,0 | + 0,1065 · pl_1^2 | 0,462 · l_1 | + 0,0550 · gl_1^2 | 0,332 · l_1 | + 0,0673 · pl_2^2 | - 0,0171 · pl_2^2 | + 0,0502 · gl_2^2 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme —, Zunahme +) | - 14,7 % | — | + 11,1 % | — | - 15,6 % | - 40,9 % | - 7,0 % |

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1:1,0:1).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | Minim. Stützenmomente an der Mittelöffnung | | Minim. Stützenmomente an der Endöffnung | | Größe und kleinste Stielmomente | | |
|---|---|----------------------|--|----------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|
| | min M_{pi} | min M_{gi} | min M_{pa} | min M_{ga} | max M_{kp} | min M_{kp} | M_{kg} |
| 0 | $-0,0833 \cdot pl^2$ | $-0,0833 \cdot gl^2$ | $-0,1250 \cdot pl^2$ | $-0,1250 \cdot gl^2$ | $+0,1250 \cdot pl^2$ | $-0,0833 \cdot pl^2$ | $+0,0417 \cdot gl^2$ |
| $\frac{1}{6}$ | -0,0969 | -0,0875 | -0,1203 | -0,1188 | +0,0938 | -0,0625 | +0,0313 |
| $\frac{1}{3}$ | -0,1046 | -0,0909 | -0,1182 | -0,1137 | +0,0682 | -0,0455 | +0,0227 |
| $\frac{1}{2}$ | -0,1093 | -0,0938 | -0,1172 | -0,1093 | +0,0469 | -0,0313 | +0,0156 |
| $\frac{2}{3}$ | -0,1127 | -0,0962 | -0,1168 | -0,1058 | +0,0288 | -0,0192 | +0,0096 |
| $\frac{5}{6}$ | -0,1150 | -0,0982 | -0,1167 | -0,1027 | +0,0134 · pl^2 | -0,0089 · pl^2 | +0,0045 · gl^2 |
| 1,0 | $-0,1167 \cdot pl^2$ | $-0,1000 \cdot gl^2$ | $-0,1167 \cdot pl^2$ | $-0,1000 \cdot gl^2$ | 0 | 0 | 0 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{6}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme —, Zunahme +) | -6,34% ₀ | -6,20% ₀ | +0,43% ₀ | +9,30% ₀ | (+ ∞) | (+ ∞) | (+ ∞) |

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,5$ (1:1,5:1).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | Minimale Stützenmomente an der Mittelöffnung | | Minimale Stützenmomente an der Endöffnung | | Größe und kleinste Stielmomente | | |
|---|--|------------------------|---|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|
| | min M_{pi} | min M_{gi} | min M_{pa} | min M_{ga} | max M_{kp} | min M_{kp} | M_{kg} |
| 0 | $-0,0833 \cdot pl_3^2$ | $-0,0833 \cdot gl_3^2$ | $-0,1250 \cdot pl_1^2$ | $-0,1250 \cdot gl_1^2$ | $+0,1250 \cdot pl_1^2$ | $-0,0833 \cdot pl_3^2$ | $-0,0625 \cdot gl_1^2$ |
| $\frac{1}{6}$ | -0,0846 | -0,0814 | -0,1313 | -0,1347 | +0,0970 | -0,0647 | -0,0485 |
| $\frac{1}{3}$ | -0,0847 | -0,0798 | -0,1469 | -0,1431 | +0,0726 | -0,0484 | -0,0363 |
| $\frac{1}{2}$ | -0,0843 | -0,0783 | -0,1573 | -0,1506 | +0,0511 | -0,0341 | -0,0256 |
| $\frac{2}{3}$ | -0,0837 | -0,0770 | -0,1672 | -0,1571 | +0,0321 | -0,0214 | -0,0161 |
| $\frac{5}{6}$ | -0,0829 | -0,0758 | -0,1763 | -0,1630 | +0,0152 · pl_1^2 | -0,0101 · pl_3^2 | -0,0076 · gl_1^2 |
| 1,0 | $-0,0821 \cdot pl_3^2$ | $-0,0748 \cdot gl_3^2$ | $-0,1848 \cdot pl_1^2$ | $-0,1683 \cdot gl_1^2$ | 0 | 0 | 0 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{6}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme —, Zunahme +) | +2,68% ₀ | +4,68% ₀ | -14,88% ₀ | -10,52% ₀ | (+ ∞) | (+ ∞) | (+ ∞) |

30 Zahlentafeln für die Größt- und Kleinstmomente und die größten Auflagerdrücke.

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 2,0$ (1:2,0:1).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | Größte Feld- momente Endfeld $\max M_{p1}$ | Gefährl. Quer- schnitt x_1 | Größte Feld- momente Endfeld $\max M_{g1}$ | Gefährl. Quer- schnitt x_1 | Größte und kleinste Feldmomente Mittelfeld | | |
|---|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|-------------------------|-------------------------|
| | | | | | $\max M_{p2}$ | $\min M_{p2}$ | $\max M_{g2}$ |
| 0 | $+0,0703 \cdot p l_1^2$ | $0,375 \cdot l_1$ | $+0,0703 \cdot g l_1^2$ | $0,375 \cdot l_1$ | $+0,0417 \cdot p l_2^2$ | 0 | $+0,0417 \cdot g l_2^2$ |
| $\frac{1}{6}$ | +0,0779 | 0,395 | +0,0585 | 0,342 | +0,0460 | $-0,0016 \cdot p l_2^2$ | +0,0444 |
| $\frac{1}{3}$ | +0,0851 | 0,413 | +0,0488 | 0,313 | +0,0500 | -0,0031 | +0,0469 |
| $\frac{1}{2}$ | +0,0919 | 0,429 | +0,0408 | 0,286 | +0,0536 | -0,0045 | +0,0491 |
| $\frac{2}{3}$ | +0,0982 | 0,443 | +0,0342 | 0,261 | +0,0568 | -0,0057 | +0,0511 |
| $\frac{5}{6}$ | +0,1042 | 0,457 | +0,0286 | 0,239 | +0,0598 | -0,0068 | +0,0530 |
| 1,0 | $+0,1099 \cdot p l_1^2$ | $0,469 \cdot l_1$ | $+0,0239 \cdot g l_1^2$ | $0,219 \cdot l_1$ | $+0,0625 \cdot p l_2^2$ | $-0,0078 \cdot p l_2^2$ | $+0,0547 \cdot g l_2^2$ |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme $-$, Zunahme $+$) | -16,38% | — | +70,7% | — | -14,23% | -42,3% | -10,24% |

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1:1,0:1).

b) Einzellasten in Feldmitten.

| Einspannungs- grad α (β) | Größte Feldmomente Endfeld $\max M_{p1}$ | Größte Feldmomente Endfeld $\max M_{g1}$ | Größte und kleinste Feldmomente Mittelfeld | | |
|---|---|---|---|---------------------|---------------------|
| | | | $\max M_{p2}$ | $\min M_{p2}$ | $\max M_{g2}$ |
| 0 | $+0,1562 \cdot P l$ | $+0,1562 \cdot G l$ | $+0,1250 \cdot P l$ | 0 | $+0,1250 \cdot G l$ |
| $\frac{1}{6}$ | +0,1702 | +0,1609 | +0,1375 | $-0,0188 \cdot P l$ | +0,1188 |
| $\frac{1}{3}$ | +0,1818 | +0,1648 | +0,1478 | -0,0341 | +0,1137 |
| $\frac{1}{2}$ | +0,1914 | +0,1680 | +0,1563 | -0,0470 | +0,1094 |
| $\frac{2}{3}$ | +0,1995 | +0,1707 | +0,1634 | -0,0576 | +0,1058 |
| $\frac{5}{6}$ | +0,2065 | +0,1730 | +0,1697 | -0,0670 | +0,1027 |
| 1,0 | $+0,2125 \cdot P l$ | $+0,1750 \cdot G l$ | $+0,1750 \cdot P l$ | $-0,0750 \cdot P l$ | $+0,1000 \cdot G l$ |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme $-$, Zunahme $+$) | -9,93% | -4,0% | -10,7% | -37,3% | +9,4% |

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 2,0$ (1 : 2,0 : 1).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | Minimale Stützenmomente an der Mittelöffnung | | Minimale Stützenmomente an der Endöffnung | | Größe und kleinste Stielmomente | | |
|---|--|------------------------|---|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|
| | $\min M_{P_i}$ | $\min M_{G_i}$ | $\min M_{P_a}$ | $\min M_{G_a}$ | $\max M_{K_P}$ | $\min M_{K_P}$ | M_{K_G} |
| 0 | $-0,0833 \cdot pl_2^2$ | $-0,0833 \cdot gl_2^2$ | $-0,1250 \cdot pl_1^2$ | $-0,1250 \cdot gl_1^2$ | $+0,1250 \cdot pl_1^2$ | $-0,0833 \cdot pl_2^2$ | $-0,2083 \cdot gl_1^2$ |
| $\frac{1}{6}$ | -0,0820 | -0,0806 | -0,1589 | -0,1579 | +0,0987 | -0,0658 | -0,1645 |
| $\frac{1}{3}$ | -0,0805 | -0,0781 | -0,1907 | -0,1875 | +0,0750 | -0,0500 | -0,1250 |
| $\frac{1}{2}$ | -0,0789 | -0,0759 | -0,2202 | -0,2142 | +0,0536 | -0,0357 | -0,0893 |
| $\frac{2}{3}$ | -0,0773 | -0,0739 | -0,2478 | -0,2387 | +0,0341 | -0,0227 | -0,0568 |
| $\frac{5}{6}$ | -0,0757 | -0,0720 | -0,2731 | -0,2609 | $+0,0163 \cdot pl_1^2$ | $-0,0109 \cdot pl_2^2$ | $-0,0272 \cdot gl_1^2$ |
| 1,0 | $-0,0742 \cdot pl_2^2$ | $-0,0703 \cdot gl_2^2$ | $-0,2969 \cdot pl_1^2$ | $-0,2812 \cdot gl_1^2$ | 0 | 0 | 0 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme —, Zunahme +) | + 6,33% | + 7,97% | - 25,83% | - 23,82% | (+ ∞) | (+ ∞) | (+ ∞) |

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1 : 1,0 : 1).

b) Einzellasten in Feldmitten.

| Einspannungs- grad α (β) | Min. Stützenmomente an der Mittelöffnung | | Min. Stützenmomente an der Endöffnung | | Größe und kleinste Stiel- momente | | |
|---|---|--------------------|--|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | $\min M_{P_i}$ | $\min M_{G_i}$ | $\min M_{P_a}$ | $\min M_{G_a}$ | $\max M_{K_P}$ | $\min M_{K_P}$ | M_{K_G} |
| 0 | $-0,1250 \cdot Pl$ | $-0,1250 \cdot Gl$ | $-0,1875 \cdot Pl$ | $-0,1875 \cdot Gl$ | $+0,1875 \cdot Pl$ | $-0,1250 \cdot Pl$ | $+0,0625 \cdot Gl$ |
| $\frac{1}{6}$ | -0,1453 | -0,1312 | -0,1804 | -0,1781 | +0,1407 | -0,0938 | +0,0469 |
| $\frac{1}{3}$ | -0,1569 | -0,1363 | -0,1773 | -0,1705 | +0,1023 | -0,0682 | +0,0341 |
| $\frac{1}{2}$ | -0,1640 | -0,1407 | -0,1759 | -0,1640 | +0,0704 | -0,0469 | +0,0235 |
| $\frac{2}{3}$ | -0,1690 | -0,1443 | -0,1751 | -0,1587 | +0,0432 | -0,0288 | +0,0144 |
| $\frac{5}{6}$ | -0,1725 | -0,1472 | -0,1750 | -0,1540 | $+0,0201 \cdot Pl$ | $-0,0134 \cdot Pl$ | $+0,0067 \cdot Gl$ |
| 1,0 | $-0,1750 \cdot Pl$ | $-0,1500 \cdot Gl$ | $-0,1750 \cdot Pl$ | $-0,1500 \cdot Gl$ | 0 | 0 | 0 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme —, Zunahme +) | - 6,3% | - 6,2% | + 0,5% | + 9,3% | (+ ∞) | (+ ∞) | (+ ∞) |

32 Zahlentafeln für die Größt- und Kleinstmomente und die größten Auflagerdrücke.

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,5$ (1 : 1,5 : 1).

b) Einzellasten in Feldmitten.

| Einspannungsgrad α (β) | Größte Feldmomente Endfeld $\max M_{P_1}$ | Größte Feldmomente Endfeld $\max M_{G_1}$ | Größte und kleinste Feldmomente Mittelfeld | | |
|---|--|--|--|-------------------|-------------------|
| | | | $\max M_{P_2}$ | $\min M_{P_2}$ | $\max M_{G_2}$ |
| 0 | + 0,1042 · Pl_1 | + 0,1042 · Gl_1 | + 0,1250 · Pl_2 | 0 | + 0,1250 · Gl_2 |
| $\frac{1}{6}$ | + 0,1139 | + 0,0994 | + 0,1337 | - 0,0057 · Pl_2 | + 0,1280 |
| $\frac{1}{3}$ | + 0,1223 | + 0,0951 | + 0,1411 | - 0,0108 | + 0,1303 |
| $\frac{1}{2}$ | + 0,1298 | + 0,0914 | + 0,1478 | - 0,0152 | + 0,1326 |
| $\frac{2}{3}$ | + 0,1363 | + 0,0881 | + 0,1536 | - 0,0190 | + 0,1346 |
| $\frac{5}{6}$ | + 0,1421 | + 0,0852 | + 0,1588 | - 0,0225 | + 0,1363 |
| 1,0 | + 0,1475 · Pl_1 | + 0,0825 · Gl_1 | + 0,1635 · Pl_2 | - 0,0256 · Pl_2 | + 0,1379 · Gl_2 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme —, Zunahme +) | - 12,0% | + 10,8% | - 9,6% | - 40,6% | - 3,8% |

A. 2 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1 : 1,0).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungsgrad α (β) | Größte Auflagerdrücke Endauflager | Größte Auflagerdrücke | Größte Auflagerdrücke Mittelstütze | Größte Auflagerdrücke |
|--|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|
| | $\max A_p$ | A_g | $\max B_p$ | B_g |
| 0 | 0,3750 · pl | 0,3750 · gl | 1,2500 · pl | 1,2500 · gl |
| $\frac{1}{6}$ | 0,3930 | 0,3750 | 1,2500 | 1,2500 |
| $\frac{1}{3}$ | 0,4062 | 0,3750 | 1,2500 | 1,2500 |
| $\frac{1}{2}$ | 0,4169 | 0,3750 | 1,2500 | 1,2500 |
| $\frac{2}{3}$ | 0,4250 | 0,3750 | 1,2500 | 1,2500 |
| $\frac{5}{6}$ | 0,4320 | 0,3750 | 1,2500 | 1,2500 |
| 1,0 | 0,4375 · pl | 0,3750 · gl | 1,2500 · pl | 1,2500 · gl |

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1 : 1,0 : 1).

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungsgrad α (β) | Größte Auflagerdrücke Endauflager | Größte Auflagerdrücke | Größte Auflagerdrücke Mittelstütze | Größte Auflagerdrücke |
|--|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|
| | $\max A_p$ | A_g | $\max B_p$ | B_g |
| 0 | 0,3750 · pl | 0,3750 · gl | 1,125 · pl | 1,125 · gl |
| $\frac{1}{6}$ | 0,3938 | 0,3811 | 1,151 | 1,119 |
| $\frac{1}{3}$ | 0,4090 | 0,3864 | 1,168 | 1,114 |
| $\frac{1}{2}$ | 0,4220 | 0,3906 | 1,180 | 1,110 |
| $\frac{2}{3}$ | 0,4328 | 0,3942 | 1,189 | 1,106 |
| $\frac{5}{6}$ | 0,4418 | 0,3972 | 1,195 | 1,103 |
| 1,0 | 0,4500 · pl | 0,4000 · gl | 1,200 · pl | 1,100 · gl |

B. 3 Öffnungen Spannweitenverhältnis $n = 1,5$ (1:1,5:1).

b) Einzellasten in Feldmitten.

| Einspannungsgrad α (β) | Min. Stützenmomente an der Mittelöffnung | | Min. Stützenmomente an der Endöffnung | | Größe und kleinste Stielmomente | | |
|---|--|----------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|
| | min M_{Pi} | min M_{Gi} | min M_{Pa} | min M_{Ga} | max M_{KP} | min M_{KP} | M_{KG} |
| 0 | $-0,1250 \cdot Pl_2$ | $-0,1250 \cdot Gl_2$ | $-0,1250 \cdot Pl_1$ | $-0,1250 \cdot Gl_1$ | $+0,1250 \cdot Pl_1$ | $-0,1250 \cdot Pl_2$ | $-0,0625 \cdot Gl_1$ |
| $\frac{1}{6}$ | -0,1269 | -0,1221 | -0,1313 | -0,1347 | +0,0970 | -0,0971 | -0,0485 |
| $\frac{1}{3}$ | -0,1271 | -0,1197 | -0,1469 | -0,1431 | +0,0726 | -0,0726 | -0,0363 |
| $\frac{1}{2}$ | -0,1265 | -0,1175 | -0,1573 | -0,1506 | +0,0511 | -0,0511 | -0,0256 |
| $\frac{2}{3}$ | -0,1255 | -0,1155 | -0,1672 | -0,1571 | +0,0321 | -0,0321 | -0,0161 |
| $\frac{5}{6}$ | -0,1244 | -0,1137 | -0,1763 | -0,1630 | +0,0152 · Pl_1 | -0,0152 · Pl_2 | -0,0076 · Gl_1 |
| 1,0 | $-0,1232 \cdot Pl_2$ | $-0,1122 \cdot Gl_2$ | $-0,1848 \cdot Pl_1$ | $-0,1683 \cdot Gl_1$ | 0 | 0 | 0 |
| Unterschied zwischen den Werten für α (β) = $\frac{1}{2}$ und α (β) = 1,0 in Prozenten der letzteren (Abnahme -, Zunahme +) | + 2,7% | + 4,7% | - 14,9% | - 10,5% | (+ ∞) | (+ ∞) | (+ ∞) |

A. 2 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1:1,0).

b) Einzellasten in Feldmitten.

| Einspannungsgrad α (β) | Größe Auflagerdrücke Endauflager | Größe Auflagerdrücke Mittelstütze | Größe Auflagerdrücke Endauflager | Größe Auflagerdrücke Mittelstütze |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | max AP | AG | max BP | BG |
| 0 | $0,3124 \cdot P$ | $0,3124 \cdot G$ | $1,3750 \cdot P$ | $1,3750 \cdot G$ |
| $\frac{1}{6}$ | 0,3394 | 0,3124 | 1,3750 | 1,3750 |
| $\frac{1}{3}$ | 0,3594 | 0,3124 | 1,3750 | 1,3750 |
| $\frac{1}{2}$ | 0,3750 | 0,3124 | 1,3750 | 1,3750 |
| $\frac{2}{3}$ | 0,3876 | 0,3124 | 1,3750 | 1,3750 |
| $\frac{5}{6}$ | 0,3978 | 0,3124 | 1,3750 | 1,3750 |
| 1,0 | $0,4062 \cdot P$ | $0,3124 \cdot G$ | $1,3750 \cdot P$ | $1,3750 \cdot G$ |

B. 3 Öffnungen. Spannweitenverhältnis $n = 1,0$ (1:1,0:1).

b) Einzellasten in Feldmitten.

| Einspannungsgrad α (β) | Größe Auflagerdrücke Endauflager | Größe Auflagerdrücke Mittelstütze | Größe Auflagerdrücke Endauflager | Größe Auflagerdrücke Mittelstütze |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | max AP | AG | max BP | BG |
| 0 | $0,3124 \cdot P$ | $0,3124 \cdot G$ | $1,1875 \cdot P$ | $1,1875 \cdot G$ |
| $\frac{1}{6}$ | 0,3404 | 0,3218 | 1,2273 | 1,1781 |
| $\frac{1}{3}$ | 0,3636 | 0,3296 | 1,2523 | 1,1705 |
| $\frac{1}{2}$ | 0,3828 | 0,3360 | 1,2695 | 1,1640 |
| $\frac{2}{3}$ | 0,3990 | 0,3414 | 1,2823 | 1,1586 |
| $\frac{5}{6}$ | 0,4130 | 0,3460 | 1,2921 | 1,1540 |
| 1,0 | $0,4250 \cdot P$ | $0,3500 \cdot G$ | $1,3000 \cdot P$ | $1,1500 \cdot G$ |

Kann, Eisenbetonkonstruktionen.

Größte und kleinste Momente und Auflagerdrücke bei gleichmäßig verteilter Belastung g und p für 2 und 3 gleiche Öffnungen ($n = 1$) und die Einspannungsgrade $\alpha(\beta) = 0$ bis $\alpha(\beta) = 1$.

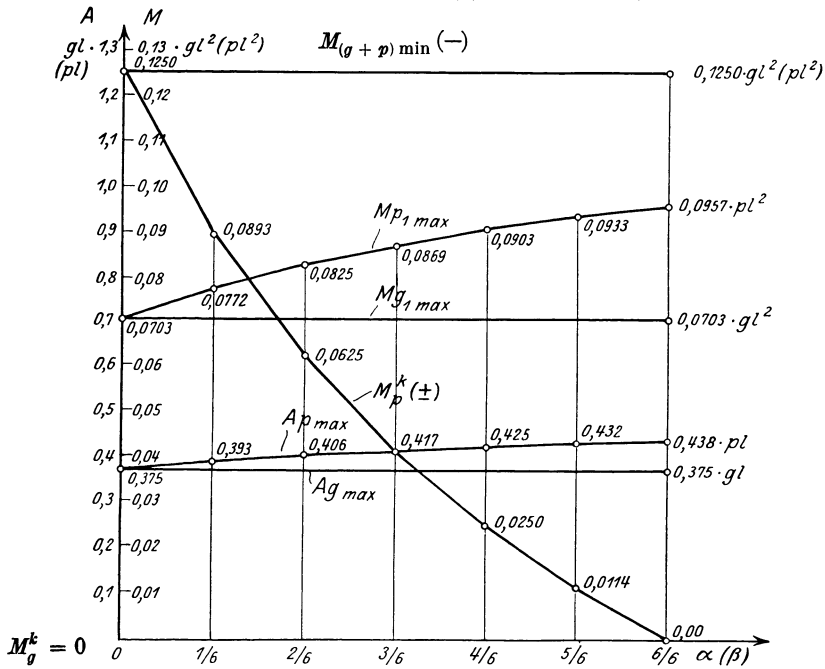


Abb. 29. 2 gleiche Öffnungen. Feld-, Stützen- und Stielmomente; Auflagerdrücke.

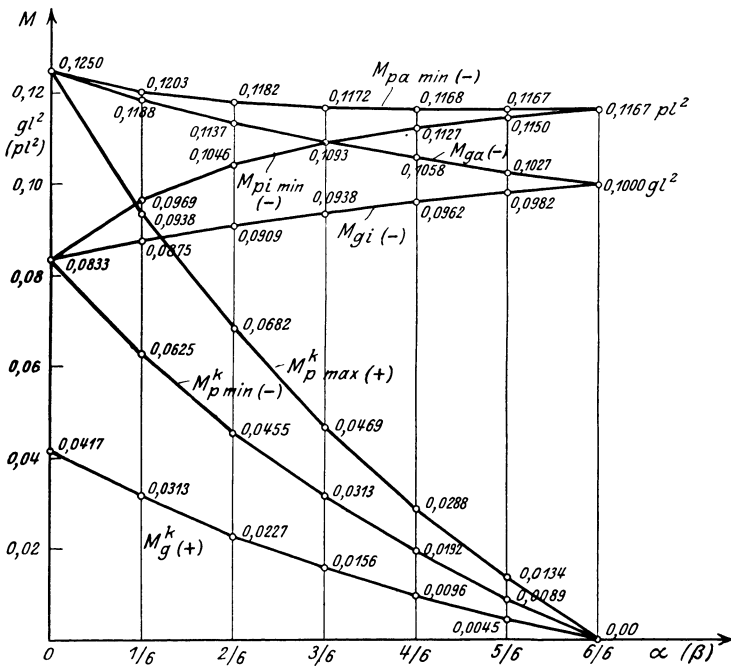


Abb. 32. 3 gleiche Öffnungen. Stützen- und Stielmomente.

Größte und kleinste Momente und Auflagerdrücke bei gleichmäßig verteilter Belastung g und p für 2 und 3 gleiche Öffnungen ($n = 1$) und die Einspannungsgrade $\alpha(\beta) = 0$ bis $\alpha(\beta) = 1$.

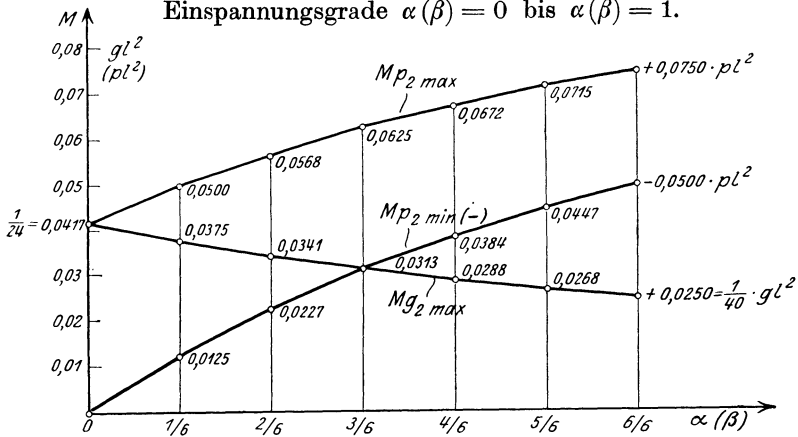


Abb. 30. 3 gleiche Öffnungen. Momente im Mittelfeld.

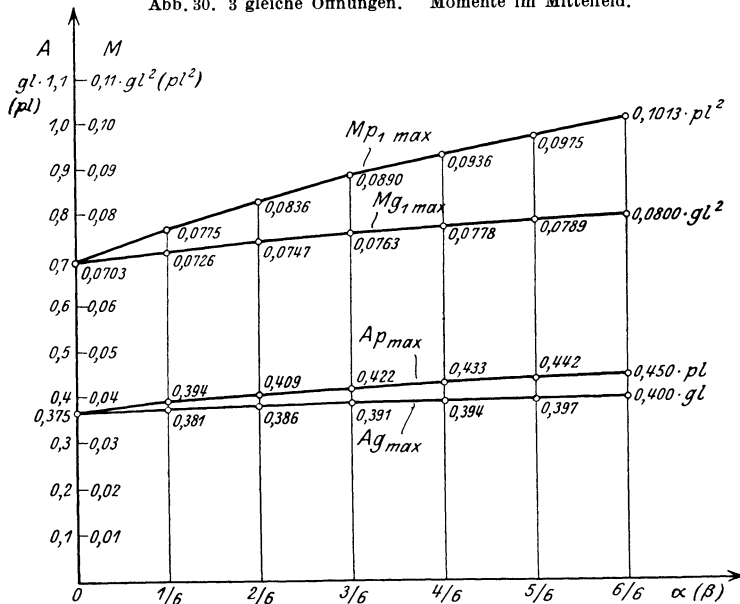


Abb. 31. 3 gleiche Öffnungen. Momente im Endfeld; Auflagerdrücke am Ende.

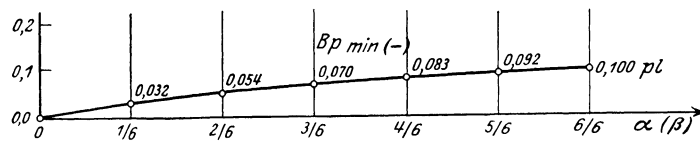
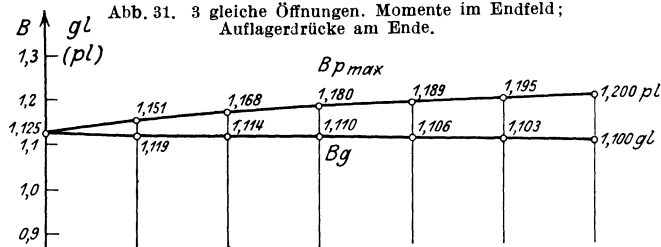


Abb. 33. 3 gleiche Öffnungen. Mittelstützendrücke.

GröÙte und kleinste Momente und Auflagerdrücke bei Einzelbelastung in Feldmitten G und P für 2 und 3 gleiche Öffnungen ($n = 1$) und die Einspannungsgrade $\alpha(\beta) = 0$ bis $\alpha(\beta) = 1$.

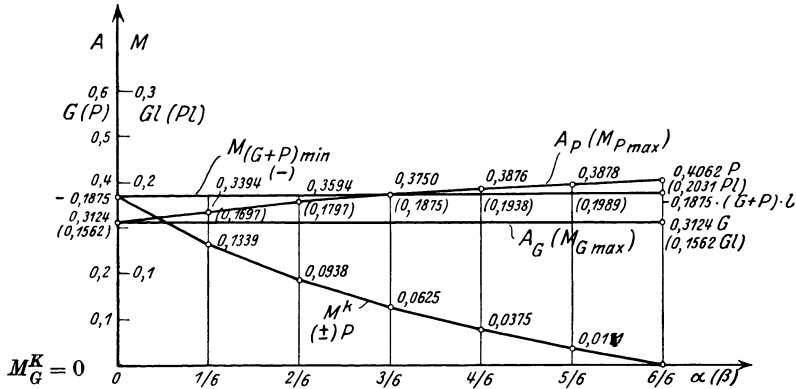


Abb. 34. 2 gleiche Öffnungen. Feld-, Stützen- und Stielmomente; Auflagerdrücke. (Feldmomente eingeklammert.)

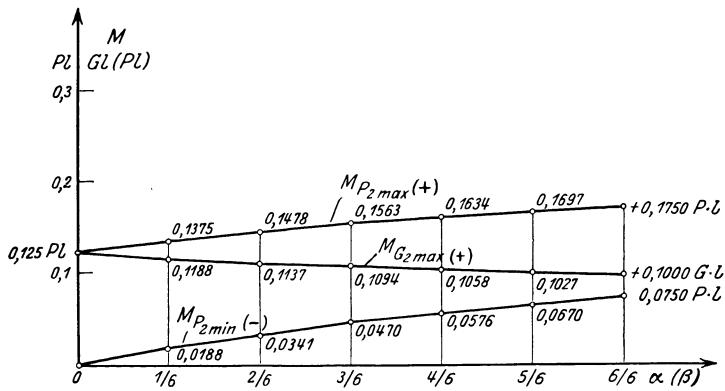


Abb. 35. 3 gleiche Öffnungen. Momente im Mittelfeld.

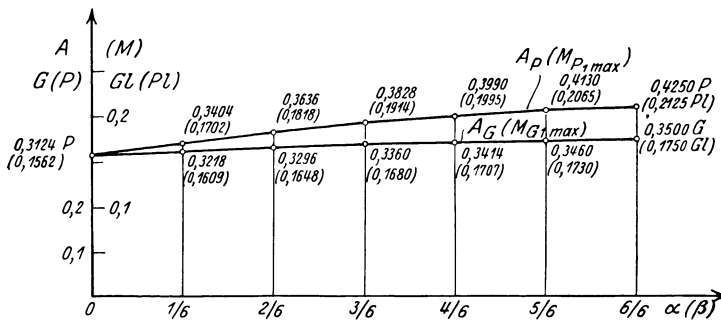


Abb. 36. 3 gleiche Öffnungen. Momente im Endfeld; Auflagerdrücke. (Momente eingeklammert.)

Größe und kleinste Momente und Auflagerdrücke bei Einzelbelastung in Feldmitten G und P für 2 und 3 gleiche Öffnungen ($n = 1$) und die Einspannungsgrade $\alpha(\beta) = 0$ bis $\alpha(\beta) = 1$.

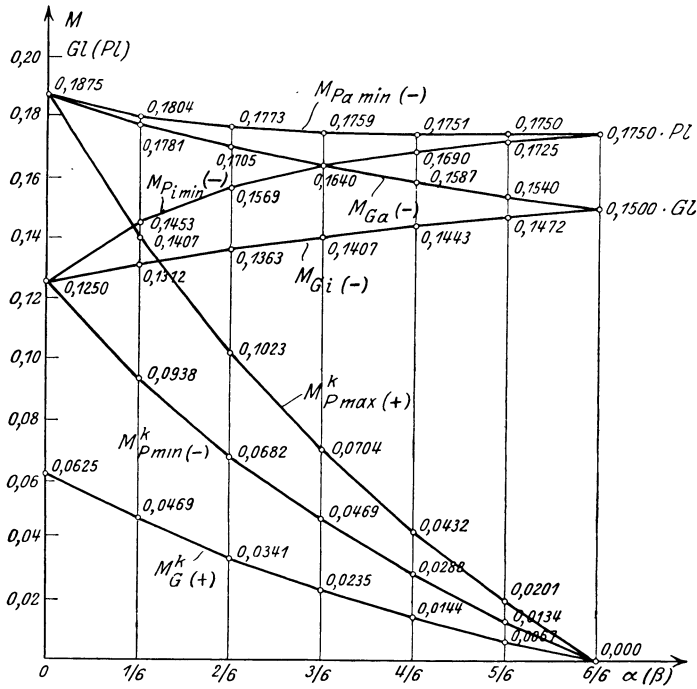


Abb. 37. 3 gleiche Öffnungen. Stützen- und Stielmomente.

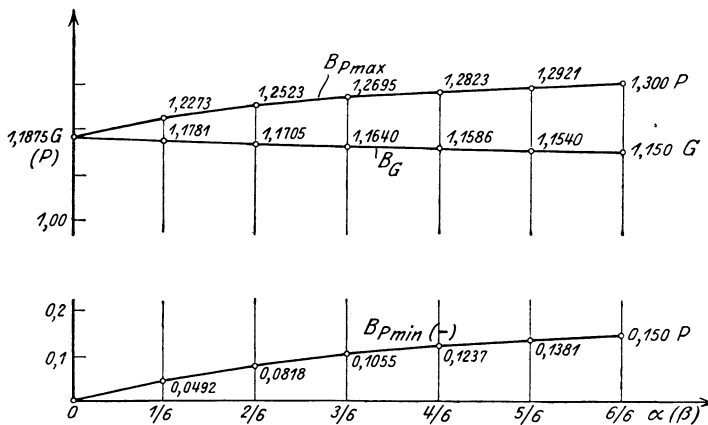


Abb. 38. 3 gleiche Öffnungen. Mittelstützendrücke.

38 Zahlentafeln für die Größt- und Kleinstmomente und die größten Auflagerdrücke.

A. 2 Öffnungen. } Spannweitenverhältnis $n = 1,5$ (1:1,5) bzw. (1:1,5:1).¹⁾
 B. 3 Öffnungen. }

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | 2 Öffnungen Größte Auflagerdrücke | | | | 3 Öffnungen Größte Auflagerdrücke | | |
|---|--------------------------------------|----------------------|---|------------------------|--------------------------------------|--|---------------------|
| | Endauflager | | Mittelstütze | | Endauflager | Mittelstütze | |
| | A_g | C_g | B_g | | A_g | B_g | |
| 0 | $0,3750 \cdot g l_1$ | $0,3750 \cdot g l_2$ | $0,6250 \cdot g l_1 + 0,6250 \cdot g l_2$ | | $0,3750 \cdot g l_1$ | $0,6250 \cdot g l_1 + 0,5 \cdot g l_2$ | |
| $\frac{1}{6}$ | 0,3515 | 0,3820 | 0,6485 | + 0,6180 | 0,3652 | 0,6348 | + 0,5 |
| $\frac{1}{3}$ | 0,3323 | 0,3878 | 0,6677 | + 0,6122 | 0,3569 | 0,6431 | + 0,5 |
| $\frac{1}{2}$ | 0,3165 | 0,3922 | 0,6835 | + 0,6078 | 0,3494 | 0,6506 | + 0,5 |
| $\frac{2}{3}$ | 0,3029 | 0,3963 | 0,6971 | + 0,6037 | 0,3429 | 0,6571 | + 0,5 |
| $\frac{5}{6}$ | 0,2912 | 0,3995 | 0,7088 | + 0,6005 | 0,3370 | 0,6630 | + 0,5 |
| 1,0 | $0,2813 \cdot g l_1$ | $0,4029 \cdot g l_2$ | $0,7187 \cdot g l_1$ | + $0,5971 \cdot g l_2$ | $0,3318 \cdot g l_1$ | $0,6682 \cdot g l_1$ | + $0,5 \cdot g l_2$ |

A. 2 Öffnungen. } Spannweitenverhältnis $n = 2,0$ (1:2,0) bzw. (1:2,0:1).¹⁾
 B. 3 Öffnungen. }

a) Gleichmäßig verteilte Belastung.

| Einspannungs- grad α (β) | 2 Öffnungen Größte Auflagerdrücke | | | | 3 Öffnungen Größte Auflagerdrücke | | |
|---|--------------------------------------|----------------------|---|------------------------|--------------------------------------|--|---------------------|
| | Endauflager | | Mittelstütze | | Endauflager | Mittelstütze | |
| | A_g | C_g | B_g | | A_g | B_g | |
| 0 | $0,3750 \cdot g l_1$ | $0,3750 \cdot g l_2$ | $0,6250 \cdot g l_1 + 0,6250 \cdot g l_2$ | | $0,3750 \cdot g l_1$ | $0,6250 \cdot g l_1 + 0,5 \cdot g l_2$ | |
| $\frac{1}{6}$ | 0,3172 | 0,3821 | 0,6828 | + 0,6179 | 0,3421 | 0,6579 | + 0,5 |
| $\frac{1}{3}$ | 0,2680 | 0,3883 | 0,7320 | + 0,6117 | 0,3125 | 0,6875 | + 0,5 |
| $\frac{1}{2}$ | 0,2250 | 0,3938 | 0,7750 | + 0,6062 | 0,2858 | 0,7142 | + 0,5 |
| $\frac{2}{3}$ | 0,1875 | 0,3984 | 0,8125 | + 0,6016 | 0,2614 | 0,7386 | + 0,5 |
| $\frac{5}{6}$ | 0,1544 | 0,4026 | 0,8456 | + 0,5974 | 0,2391 | 0,7609 | + 0,5 |
| 1,0 | $0,1250 \cdot g l_1$ | $0,4062 \cdot g l_2$ | $0,8750 \cdot g l_1$ | + $0,5938 \cdot g l_2$ | $0,2188 \cdot g l_1$ | $0,7812 \cdot g l_1$ | + $0,5 \cdot g l_2$ |

A. 2 Öffnungen. } Spannweitenverhältnis $n = 1,5$ (1:1,5) bzw. (1:1,5:1).¹⁾
 B. 3 Öffnungen. }

b) Einzellasten in Feldmitten.

| Einspannungs- grad α (β) | 2 Öffnungen Größte Auflagerdrücke | | | | 3 Öffnungen Größte Auflagerdrücke | | |
|---|--------------------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| | Endauflager | | Mittelstütze | | Endauflager | Mittelstütze | |
| | A_g | C_g | B_g | | A_g | B_g | |
| 0 | $0,2084 \cdot G$ | $0,3124 \cdot G$ | von l_1 : $0,4583 \cdot G$ | von l_2 : $0,6876 \cdot G$ | $0,2084 \cdot G$ | von l_1 : $0,4583 \cdot G$ | von l_2 : $0,5 \cdot G$ |
| $\frac{1}{6}$ | 0,1850 | 0,3230 | 0,4817 | + 0,6770 | 0,1988 | 0,4679 | + 0,5 |
| $\frac{1}{3}$ | 0,1656 | 0,3316 | 0,5011 | + 0,6684 | 0,1902 | 0,4765 | + 0,5 |
| $\frac{1}{2}$ | 0,1500 | 0,3384 | 0,5167 | + 0,6616 | 0,1828 | 0,4839 | + 0,5 |
| $\frac{2}{3}$ | 0,1362 | 0,3444 | 0,5305 | + 0,6556 | 0,1762 | 0,4905 | + 0,5 |
| $\frac{5}{6}$ | 0,1246 | 0,3496 | 0,5421 | + 0,6504 | 0,1704 | 0,4963 | + 0,5 |
| 1,0 | $0,1146 \cdot G$ | $0,3542 \cdot G$ | $0,5521 \cdot G$ | + $0,6458 \cdot G$ | $0,1650 \cdot G$ | $0,5017 \cdot G$ | + $0,5 \cdot G$ |

¹⁾ Auflagerdrücke nur für ständige Belastung mit Rücksicht auf § 17, Ziff. 12 der „Bestimmungen“ vom September 1925.

II. 29 Zahlentafeln zum raschen Auftragen der Einflußlinien für die Biegemomente in den Sechstelpunkten.

für 2 und 3 Öffnungen gemäß Abb. 1—8 mit verschiedenen Spannweitenverhältnissen n und für verschiedene Einspannungsgrade¹⁾ berechnet.

(Hierzu Bezeichnungsskizzen Abb. 39 bis 42).

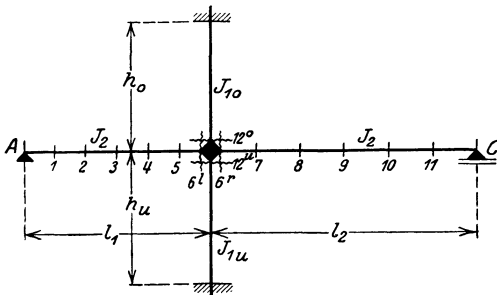


Abb. 39. 12° und 12^u nach Gl. (18).

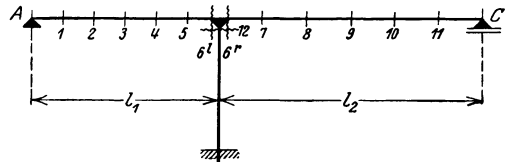


Abb. 40. $12 = 6^r - 6^l$.

Positiver Momentensinn gemäß Abb. 10 und 12.

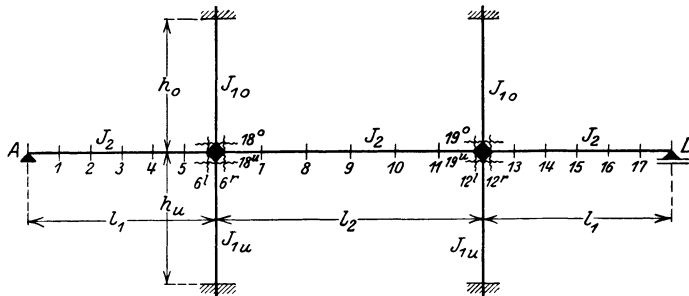


Abb. 41. 18° und 18^u nach Gl. (18).

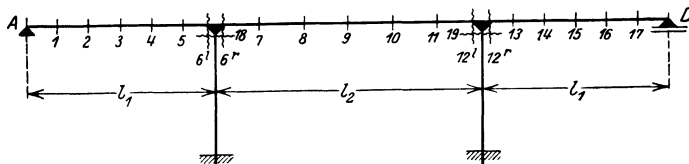


Abb. 42. $18 = 6^r - 6^l$.

Positiver Momentensinn gemäß Abb. 14.

¹⁾ Die Zahlentafeln für den Grenzfall $\alpha (\beta) = 0$ (vollkommene Einspannung in die Zwischenstütze) wurden hier auch aufgenommen, dagegen die Tafeln für den Grenzfall $\alpha (\beta) = 1$ (Pendelzwischenstützen) weggelassen, weil für diesen die bekannten, sehr ausführlichen Tafeln von Griot vorhanden sind.

Erläuterung zum Gebrauch der Zahlentafeln.

Die Einflußlinie für ein Querschnittsmoment wird erhalten, indem man die Ordinaten aus der mit der Nummer des Querschnittes bezeichneten senkrechten Spalte der Tafel entnimmt. Bei den Trägern über 3 Öffnungen (siehe Bezeichnungsskizze Abb. 41 und 42) sind die Einflußlinien für die Querschnittsmomente 10 bis 17 die Spiegelbilder der Einflußlinien für die Querschnittsmomente 8 bis 1, und jene für Querschnitt 19 (Säulenkopf) das Spiegelbild von 18. Man hat also die betreffenden Zahlenwerte in umgekehrter Reihenfolge, d. h. von unten nach oben zu entnehmen (siehe auch III. Abschnitt, Rechnungsbeispiele, Beispiel 2). Die sogen. „Spitzenordinaten“ (Last steht über dem Querschnitt) sind durch Fettdruck gekennzeichnet. Der Einspannungsgrad α (β) ist nach den Gleichungen 5), 5a), 14) oder 14a) zu ermitteln. Für zwischenliegende Werte von n kann zwischen den in Frage kommenden Tafeln mit einer für die praktische Anwendung hinreichenden Genauigkeit geradlinig eingeschaltet werden, ebenso für zwischenliegende Querschnitte innerhalb einer Tafel. Für den Einspannungsgrad α (β) wird man im allgemeinen von einer Einschaltung absehen und die nächstliegende Tafel benutzen (vgl. auch die Bemerk. zum 2. Rechnungsbeispiel, III. Abschnitt, S. 68.) Aufteilung der Stielmomente nach Gleichung 18).

$\alpha(\beta) = 0$ (Grenzfall s. S. 7).

$n =$ beliebig (1 : n)

Querschnitt:

| | | Anlage A (2 Öffnungen). | | | | | | | | | | | |
|---|----|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| | | 6 ^r | 6 ^l | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | |
| A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | + 0,0841 | + 0,0428 | + 0,0015 | + 0,0397 | + 0,0810 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,0810 |
| | 3 | + 0,1254 | + 0,0926 | + 0,0124 | - 0,0680 | - 0,1481 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,1481 |
| | 4 | + 0,0864 | + 0,1728 | + 0,0417 | - 0,0731 | - 0,1875 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,1875 |
| | 5 | + 0,0521 | + 0,1042 | + 0,0988 | - 0,0433 | - 0,1852 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,1852 |
| | 6 | + 0,0247 | + 0,0494 | + 0,0197 | + 0,0328 | - 0,1274 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,1274 |
| B | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,0262 | + 0,0197 | + 0,0131 | + 0,0066 | + 0,01274 | - 0,1274 | - 0,1274 |
| | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0988 | 0,0741 | 0,0494 | 0,0247 | 0,1852 | 0,1852 | 0,1852 |
| | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0417 | 0,1562 | 0,1042 | 0,0521 | 0,1875 | 0,1875 | 0,1875 |
| | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0124 | 0,0926 | 0,0864 | 0,0864 | 0,1481 | 0,1481 | 0,1481 |
| | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0015 | 0,0428 | 0,1254 | 0,1254 | 0,0810 | 0,0810 | 0,0810 |

Laaststellung:

$\alpha(\beta) = \frac{1}{3}$

$n = 1,0$ (1 : n)

Querschnitt:

| | | Anlage A (2 Öffnungen). | | | | | | | | | | | |
|---|----|-------------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 6 ^r | 6 ^l | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | |
| A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | + 0,1288 | + 0,0909 | + 0,0150 | - 0,0228 | - 0,0608 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,0406 |
| | 3 | + 0,0926 | + 0,1852 | + 0,0370 | - 0,0370 | - 0,1111 | - 0,0247 | - 0,0185 | - 0,0062 | - 0,0062 | - 0,0062 | - 0,0062 | + 0,0740 |
| | 4 | + 0,0599 | + 0,1198 | + 0,0729 | - 0,0338 | - 0,1407 | - 0,0391 | - 0,0235 | - 0,0078 | - 0,0078 | - 0,0078 | - 0,0078 | + 0,0938 |
| | 5 | + 0,0324 | + 0,0648 | + 0,0972 | - 0,0045 | - 0,1389 | - 0,0463 | - 0,0386 | - 0,0309 | - 0,0154 | - 0,0077 | - 0,0077 | + 0,0926 |
| | 6 | + 0,0119 | + 0,0238 | + 0,0357 | + 0,0595 | - 0,0955 | - 0,0319 | - 0,0267 | - 0,0107 | - 0,0053 | - 0,0053 | - 0,0053 | + 0,0640 |
| B | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 8 | - 0,0053 | - 0,0107 | - 0,0160 | - 0,0267 | - 0,0319 | + 0,0476 | + 0,0357 | + 0,0238 | + 0,0119 | + 0,0640 | - 0,0640 | - 0,0640 |
| | 9 | - 0,0077 | - 0,0154 | - 0,0232 | - 0,0386 | - 0,0493 | 0,1296 | 0,0972 | 0,0648 | 0,0324 | 0,0926 | 0,0926 | 0,0926 |
| | 10 | - 0,0078 | - 0,0156 | - 0,0235 | - 0,0391 | - 0,0469 | 0,0729 | 0,1797 | 0,1198 | 0,0599 | 0,0938 | 0,0938 | 0,0938 |
| | 11 | - 0,0062 | - 0,0123 | - 0,0185 | - 0,0247 | - 0,0370 | 0,0370 | 0,1111 | 0,1852 | 0,0926 | 0,0926 | 0,0926 | 0,0926 |
| | 12 | - 0,0034 | - 0,0068 | - 0,0101 | - 0,0169 | - 0,0203 | 0,0150 | 0,0530 | 0,0909 | 0,1288 | 0,1288 | 0,0406 | 0,0406 |

Laaststellung:

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

Querschnitt:

Anlage A (2 Öffnungen).

$\alpha(\beta) = \frac{1}{2}$
 $n = 1,2 (1:n)$

| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | + 0,1290 | + 0,0913 | + 0,0535 | + 0,0156 | - 0,0222 | - 0,0599 | - 0,0147 | - 0,0123 | - 0,0099 | - 0,0074 | - 0,0049 | - 0,0025 | + 0,0423 |
| 2 | + 0,0930 | + 0,1860 | + 0,1120 | + 0,0382 | - 0,0358 | - 0,1094 | - 0,0268 | - 0,0223 | - 0,0179 | - 0,0134 | - 0,0089 | - 0,0045 | + 0,0773 |
| 3 | + 0,0603 | + 0,1206 | + 0,1809 | + 0,0744 | - 0,0322 | - 0,1387 | - 0,0340 | - 0,0283 | - 0,0227 | - 0,0170 | - 0,0113 | - 0,0057 | + 0,0978 |
| 4 | + 0,0328 | + 0,0656 | + 0,0984 | + 0,1312 | - 0,0030 | - 0,1370 | - 0,0335 | - 0,0280 | - 0,0224 | - 0,0168 | - 0,0112 | - 0,0056 | + 0,0966 |
| 5 | + 0,0121 | + 0,0242 | + 0,0363 | + 0,0484 | + 0,0605 | - 0,0941 | - 0,0231 | - 0,0193 | - 0,0155 | - 0,0116 | - 0,0077 | - 0,0039 | + 0,0664 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0067 | - 0,0134 | - 0,0200 | - 0,0267 | - 0,0334 | - 0,0399 | - 0,0997 | + 0,0560 | + 0,0448 | + 0,0336 | + 0,0224 | + 0,0112 | - 0,0664 |
| 8 | - 0,0097 | - 0,0194 | - 0,0290 | - 0,0387 | - 0,0484 | - 0,0580 | - 0,1450 | - 0,0997 | + 0,1256 | + 0,0942 | + 0,0628 | + 0,0314 | - 0,0966 |
| 9 | - 0,0098 | - 0,0196 | - 0,0294 | - 0,0392 | - 0,0490 | - 0,0587 | - 0,1468 | - 0,0390 | + 0,0688 | + 0,1763 | + 0,1175 | + 0,0588 | - 0,0978 |
| 10 | - 0,0077 | - 0,0154 | - 0,0232 | - 0,0309 | - 0,0386 | - 0,0464 | - 0,1160 | - 0,0412 | + 0,0338 | + 0,1086 | + 0,1832 | + 0,0917 | - 0,0773 |
| 11 | - 0,0042 | - 0,0085 | - 0,0127 | - 0,0169 | - 0,0212 | - 0,0254 | - 0,0634 | - 0,0251 | + 0,0133 | + 0,0516 | + 0,0899 | + 0,1282 | - 0,0423 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

Querschnitt:

Anlage A (2 Öffnungen).

$\alpha(\beta) = \frac{1}{4}$
 $n = 1,4 (1:n)$

| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | + 0,1290 | + 0,0913 | + 0,0537 | + 0,0160 | - 0,0215 | - 0,0592 | - 0,0111 | - 0,0093 | - 0,0075 | - 0,0056 | - 0,0037 | - 0,0019 | + 0,0436 |
| 2 | + 0,0930 | + 0,1860 | + 0,1126 | + 0,0390 | - 0,0348 | - 0,1083 | - 0,0204 | - 0,0170 | - 0,0136 | - 0,0102 | - 0,0068 | - 0,0034 | + 0,0798 |
| 3 | + 0,0605 | + 0,1210 | + 0,1815 | + 0,0753 | - 0,0310 | - 0,1371 | - 0,0258 | - 0,0215 | - 0,0172 | - 0,0129 | - 0,0086 | - 0,0043 | + 0,1010 |
| 4 | + 0,0330 | + 0,0660 | + 0,0990 | + 0,1320 | - 0,0017 | - 0,1353 | - 0,0254 | - 0,0211 | - 0,0169 | - 0,0127 | - 0,0084 | - 0,0042 | + 0,0997 |
| 5 | + 0,0123 | + 0,0245 | + 0,0368 | + 0,0491 | + 0,0614 | - 0,0931 | - 0,0175 | - 0,0146 | - 0,0117 | - 0,0088 | - 0,0058 | - 0,0029 | + 0,0686 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0080 | - 0,0160 | - 0,0240 | - 0,0320 | - 0,0400 | - 0,0480 | - 0,1028 | + 0,0532 | + 0,0426 | + 0,0319 | + 0,0213 | + 0,0106 | - 0,0686 |
| 8 | - 0,0116 | - 0,0233 | - 0,0349 | - 0,0465 | - 0,0582 | - 0,0698 | - 0,1496 | - 0,0136 | + 0,1225 | + 0,0919 | + 0,0612 | + 0,0306 | - 0,0997 |
| 9 | - 0,0118 | - 0,0236 | - 0,0354 | - 0,0472 | - 0,0590 | - 0,0707 | - 0,1515 | - 0,0430 | + 0,0657 | + 0,1743 | + 0,1162 | + 0,0381 | - 0,1010 |
| 10 | - 0,0093 | - 0,0186 | - 0,0279 | - 0,0372 | - 0,0465 | - 0,0558 | - 0,1197 | - 0,0442 | + 0,0313 | + 0,1060 | + 0,1824 | + 0,0912 | - 0,0798 |
| 11 | - 0,0051 | - 0,0102 | - 0,0153 | - 0,0204 | - 0,0255 | - 0,0305 | - 0,0654 | - 0,0268 | + 0,0119 | + 0,0506 | + 0,0893 | + 0,1280 | - 0,0436 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

Querschnitt:

$\alpha(\beta) = \frac{1}{3}$
 $n = 1,6 (1 : n)$

| | | Anlage A (2 Öffnungen). | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|-------------------------|----------|----------|---|----|----|----|---|---|---|----------------|----------------|---|---|---|----|----|----|
| | | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | |
| | | 6 ^l | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ^l | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| <i>A</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | + 0,1290 | + 0,0915 | + 0,0540 | + 0,0163 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | + 0,0932 | + 0,1864 | + 0,1130 | + 0,0395 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | + 0,0607 | + 0,1214 | + 0,1821 | + 0,0760 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | + 0,0332 | + 0,0664 | + 0,0996 | + 0,1328 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | + 0,0124 | + 0,0248 | + 0,0372 | + 0,0496 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0094 | - 0,0187 | - 0,0281 | - 0,0375 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | - 0,0136 | - 0,0272 | - 0,0409 | - 0,0545 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | - 0,0138 | - 0,0276 | - 0,0414 | - 0,0552 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | - 0,0109 | - 0,0218 | - 0,0327 | - 0,0436 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | - 0,0060 | - 0,0119 | - 0,0179 | - 0,0239 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>C</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

Querschnitt:

$\alpha(\beta) = \frac{1}{3}$
 $n = 1,8 (1 : n)$

| | | Anlage A (2 Öffnungen). | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|-------------------------|----------|----------|---|----|----|----|---|---|---|----------------|----------------|---|---|---|----|----|----|
| | | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | |
| | | 6 ^l | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ^l | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| <i>A</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | + 0,1291 | + 0,0916 | + 0,0543 | + 0,0167 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | + 0,0933 | + 0,1866 | + 0,1135 | + 0,0402 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | + 0,0609 | + 0,1218 | + 0,1827 | + 0,0769 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | + 0,0334 | + 0,0668 | + 0,1002 | + 0,1336 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | + 0,0125 | + 0,0250 | + 0,0375 | + 0,0500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0108 | - 0,0215 | - 0,0323 | - 0,0431 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | - 0,0156 | - 0,0312 | - 0,0469 | - 0,0625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | - 0,0158 | - 0,0316 | - 0,0475 | - 0,0633 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | - 0,0125 | - 0,0250 | - 0,0375 | - 0,0500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | - 0,0068 | - 0,0137 | - 0,0205 | - 0,0273 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>C</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha(\beta) = \frac{1}{3}$
 $n = 2,0 (1 : n)$

Querschnitt:

| | | Anlage A (2 Öffnungen). | | | | | | | | | | | | |
|----|----------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|----------|
| | | 6* | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| | | 6 ¹ | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| | | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| | | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | + 0,1202 | + 0,0918 | + 0,0544 | + 0,0169 | 0 | - 0,0205 | - 0,0577 | - 0,0058 | - 0,0050 | 0 | - 0,0030 | - 0,0020 | 0 | 0 |
| 2 | + 0,0935 | + 0,1870 | + 0,1137 | + 0,0406 | - 0,0327 | - 0,1058 | - 0,0106 | - 0,0090 | - 0,0054 | - 0,0036 | - 0,0018 | - 0,0010 | 0 | + 0,0463 |
| 3 | + 0,0610 | + 0,1220 | + 0,1830 | + 0,0774 | - 0,0285 | - 0,1340 | - 0,0134 | - 0,0110 | - 0,0088 | - 0,0044 | - 0,0022 | - 0,0018 | 0 | + 0,0846 |
| 4 | + 0,0335 | + 0,0670 | + 0,1005 | + 0,1340 | - 0,0007 | - 0,1320 | - 0,0132 | - 0,0110 | - 0,0088 | - 0,0044 | - 0,0022 | - 0,0015 | 0 | + 0,1072 |
| 5 | + 0,0126 | + 0,0252 | + 0,0378 | + 0,0504 | + 0,0630 | - 0,0910 | - 0,0901 | - 0,0075 | - 0,0060 | - 0,0045 | - 0,0030 | - 0,0015 | 0 | + 0,1056 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,0727 |
| 7 | - 0,0122 | - 0,0243 | - 0,0365 | - 0,0486 | - 0,0608 | - 0,0727 | - 0,1090 | + 0,0480 | + 0,0384 | + 0,0288 | + 0,0192 | + 0,0096 | 0 | - 0,0727 |
| 8 | - 0,0176 | - 0,0352 | - 0,0528 | - 0,0704 | - 0,0880 | - 0,1058 | - 0,1585 | - 0,0212 | + 0,1164 | + 0,0873 | + 0,0582 | + 0,0291 | 0 | - 0,1056 |
| 9 | - 0,0179 | - 0,0358 | - 0,0537 | - 0,0716 | - 0,0895 | - 0,1073 | - 0,1610 | - 0,0507 | + 0,0595 | + 0,1095 | + 0,1130 | + 0,0565 | 0 | - 0,1072 |
| 10 | - 0,0142 | - 0,0284 | - 0,0426 | - 0,0568 | - 0,0710 | - 0,0849 | - 0,1272 | - 0,0503 | + 0,0265 | + 0,1031 | + 0,1796 | + 0,0898 | 0 | - 0,0846 |
| 11 | - 0,0077 | - 0,0154 | - 0,0231 | - 0,0308 | - 0,0385 | - 0,0464 | - 0,0696 | - 0,0301 | + 0,0092 | + 0,0486 | + 0,0878 | + 0,1272 | 0 | - 0,0463 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

$\alpha(\beta) = \frac{1}{2}$
 $n = 1,0 (1 : n)$

Querschnitt:

| | | Anlage A (2 Öffnungen). | | | | | | | | | | | | |
|----|----------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|----------|
| | | 6* | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| | | 6 ¹ | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| | | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| | | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | + 0,1300 | + 0,0930 | + 0,0565 | + 0,0196 | - 0,0683 | - 0,0540 | - 0,0270 | - 0,0225 | - 0,0180 | - 0,0135 | - 0,0090 | - 0,0045 | 0 | 0 |
| 2 | + 0,0945 | + 0,1890 | + 0,1170 | + 0,0452 | - 0,0267 | - 0,0984 | - 0,0492 | - 0,0410 | - 0,0328 | - 0,0246 | - 0,0164 | - 0,0082 | 0 | + 0,0270 |
| 3 | + 0,0625 | + 0,1250 | + 0,1875 | + 0,0833 | - 0,0208 | - 0,1248 | - 0,0624 | - 0,0520 | - 0,0416 | - 0,0312 | - 0,0208 | - 0,0104 | 0 | + 0,0492 |
| 4 | + 0,0350 | + 0,0700 | + 0,1050 | + 0,1400 | + 0,0082 | - 0,1236 | - 0,0618 | - 0,0515 | - 0,0412 | - 0,0309 | - 0,0206 | - 0,0103 | 0 | + 0,0624 |
| 5 | + 0,0136 | + 0,0272 | + 0,0408 | + 0,0544 | + 0,0680 | - 0,0850 | - 0,0425 | - 0,0354 | - 0,0283 | - 0,0212 | - 0,0142 | - 0,0071 | 0 | + 0,0618 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,0425 |
| 7 | - 0,0071 | - 0,0142 | - 0,0212 | - 0,0283 | - 0,0354 | - 0,0425 | - 0,0850 | + 0,0680 | + 0,0544 | + 0,0408 | + 0,0272 | + 0,0136 | 0 | - 0,0425 |
| 8 | - 0,0103 | - 0,0206 | - 0,0309 | - 0,0412 | - 0,0515 | - 0,0618 | - 0,1236 | + 0,0082 | + 0,1400 | + 0,1050 | + 0,0700 | + 0,0350 | 0 | - 0,0618 |
| 9 | - 0,0104 | - 0,0208 | - 0,0312 | - 0,0416 | - 0,0520 | - 0,0624 | - 0,1248 | - 0,0208 | - 0,0833 | - 0,1875 | - 0,1250 | - 0,0625 | 0 | - 0,0624 |
| 10 | - 0,0082 | - 0,0164 | - 0,0246 | - 0,0328 | - 0,0410 | - 0,0492 | - 0,0984 | - 0,0267 | + 0,0452 | + 0,1170 | + 0,1890 | + 0,0945 | 0 | - 0,0492 |
| 11 | - 0,0045 | - 0,0090 | - 0,0135 | - 0,0180 | - 0,0225 | - 0,0270 | - 0,0540 | - 0,0683 | + 0,0196 | + 0,0565 | + 0,0930 | + 0,1300 | 0 | - 0,0492 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,0270 |

Laststellung:

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

Querschnitt:

Anlage A (2 Öffnungen).

$\alpha(\beta) = \frac{1}{2}$
 $n = 1,2 (1:n)$

| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | + 0,1302 | + 0,0930 | + 0,0572 | + 0,0206 | - 0,0159 | - 0,0524 | - 0,0199 | - 0,0166 | - 0,0132 | - 0,0099 | - 0,0066 | - 0,0033 | + 0,0286 |
| 2 | + 0,0954 | + 0,1908 | + 0,1189 | + 0,0473 | - 0,0244 | - 0,0955 | - 0,0362 | - 0,0302 | - 0,0242 | - 0,0181 | - 0,0121 | - 0,0060 | + 0,0523 |
| 3 | + 0,0632 | + 0,1264 | + 0,1896 | + 0,0859 | - 0,0179 | - 0,1212 | - 0,0459 | - 0,0383 | - 0,0306 | - 0,0230 | - 0,0153 | - 0,0077 | + 0,0662 |
| 4 | + 0,0356 | + 0,0712 | + 0,1068 | + 0,1424 | + 0,0111 | - 0,1195 | - 0,0453 | - 0,0378 | - 0,0302 | - 0,0227 | - 0,0151 | - 0,0076 | + 0,0053 |
| 5 | + 0,0140 | + 0,0280 | + 0,0420 | + 0,0560 | + 0,0700 | - 0,0821 | - 0,0311 | - 0,0260 | - 0,0208 | - 0,0156 | - 0,0104 | - 0,0052 | + 0,0449 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0090 | - 0,0180 | - 0,0270 | - 0,0360 | - 0,0450 | - 0,0539 | - 0,0899 | + 0,0641 | + 0,0513 | + 0,0385 | + 0,0256 | + 0,0128 | - 0,0449 |
| 8 | - 0,0131 | - 0,0261 | - 0,0392 | - 0,0523 | - 0,0654 | - 0,1307 | - 0,1307 | + 0,0022 | + 0,1352 | + 0,1014 | + 0,0676 | + 0,0338 | - 0,0653 |
| 9 | - 0,0133 | - 0,0265 | - 0,0398 | - 0,0530 | - 0,0663 | - 0,0795 | - 0,1323 | - 0,0260 | + 0,0785 | + 0,1836 | + 0,1224 | + 0,0613 | - 0,0662 |
| 10 | - 0,0105 | - 0,0209 | - 0,0314 | - 0,0418 | - 0,0523 | - 0,0627 | - 0,1045 | - 0,0317 | + 0,0415 | + 0,1142 | + 0,1874 | + 0,0937 | - 0,0523 |
| 11 | - 0,0057 | - 0,0114 | - 0,0172 | - 0,0229 | - 0,0286 | - 0,0343 | - 0,0572 | - 0,0199 | + 0,0174 | + 0,0548 | + 0,0921 | + 0,1294 | - 0,0286 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

Querschnitt:

Anlage A (2 Öffnungen).

$\alpha(\beta) = \frac{1}{2}$
 $n = 1,4 (1:n)$

| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | + 0,1302 | + 0,0939 | + 0,0577 | + 0,0213 | - 0,0149 | - 0,0511 | - 0,0152 | - 0,0127 | - 0,0101 | - 0,0076 | - 0,0051 | - 0,0025 | + 0,0298 |
| 2 | + 0,0954 | + 0,1908 | + 0,1197 | + 0,0486 | - 0,0224 | - 0,0935 | - 0,0278 | - 0,0232 | - 0,0185 | - 0,0139 | - 0,0093 | - 0,0046 | + 0,0545 |
| 3 | + 0,0635 | + 0,1270 | + 0,1905 | + 0,0875 | - 0,0154 | - 0,1185 | - 0,0352 | - 0,0294 | - 0,0235 | - 0,0176 | - 0,0117 | - 0,0059 | + 0,0600 |
| 4 | + 0,0360 | + 0,0720 | + 0,1080 | + 0,1440 | + 0,0137 | - 0,1169 | - 0,0347 | - 0,0289 | - 0,0231 | - 0,0173 | - 0,0116 | - 0,0058 | + 0,0681 |
| 5 | + 0,0144 | + 0,0288 | + 0,0432 | + 0,0576 | + 0,0720 | - 0,0804 | - 0,0240 | - 0,0200 | - 0,0160 | - 0,0120 | - 0,0080 | - 0,0040 | + 0,0471 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0109 | - 0,0219 | - 0,0328 | - 0,0437 | - 0,0546 | - 0,0656 | - 0,0940 | + 0,0605 | + 0,0484 | + 0,0363 | + 0,0242 | + 0,0121 | - 0,0471 |
| 8 | - 0,0159 | - 0,0318 | - 0,0477 | - 0,0636 | - 0,0795 | - 0,0954 | - 0,1364 | - 0,0029 | + 0,1312 | + 0,0984 | + 0,0656 | + 0,0328 | - 0,0681 |
| 9 | - 0,0161 | - 0,0322 | - 0,0483 | - 0,0644 | - 0,0805 | - 0,0967 | - 0,1382 | - 0,0322 | + 0,0745 | + 0,1809 | + 0,1206 | + 0,0603 | - 0,0690 |
| 10 | - 0,0127 | - 0,0254 | - 0,0381 | - 0,0508 | - 0,0635 | - 0,0763 | - 0,1092 | - 0,0356 | + 0,0383 | + 0,1121 | + 0,1858 | + 0,0929 | - 0,0545 |
| 11 | - 0,0070 | - 0,0139 | - 0,0209 | - 0,0279 | - 0,0349 | - 0,0418 | - 0,0596 | - 0,0221 | + 0,0157 | + 0,0555 | + 0,0912 | + 0,1290 | - 0,0298 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

Querschnitt:

Anlage A (2 Öffnungen).

$\alpha(\beta) = \frac{1}{2}$
 $n = 1,6 (1 : n)$

| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | + 0,1304 | + 0,0943 | + 0,0582 | + 0,0220 | - 0,0140 | - 0,0501 | - 0,0121 | 0 | - 0,0080 | - 0,0060 | - 0,0040 | 0 | 0,0309 |
| 2 | + 0,0957 | + 0,1014 | + 0,1206 | + 0,0498 | - 0,0210 | - 0,0916 | - 0,0221 | - 0,0185 | - 0,0148 | - 0,0111 | - 0,0074 | 0,0020 | + 0,0564 |
| 3 | + 0,0639 | + 0,1278 | + 0,1917 | + 0,0891 | - 0,0137 | - 0,1160 | - 0,0279 | - 0,0233 | - 0,0186 | - 0,0140 | - 0,0093 | - 0,0047 | + 0,0715 |
| 4 | + 0,0364 | + 0,0728 | + 0,1092 | + 0,1456 | + 0,0153 | - 0,1147 | - 0,0275 | - 0,0230 | - 0,0184 | - 0,0138 | - 0,0092 | - 0,0046 | + 0,0705 |
| 5 | + 0,0146 | + 0,0292 | + 0,0438 | + 0,0584 | + 0,0730 | - 0,0788 | - 0,0190 | - 0,0160 | - 0,0128 | - 0,0096 | - 0,0064 | - 0,0032 | + 0,0485 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0129 | - 0,0259 | - 0,0388 | - 0,0517 | - 0,0647 | - 0,0776 | - 0,0970 | + 0,0580 | + 0,0348 | + 0,0316 | + 0,0232 | + 0,0116 | - 0,0485 |
| 8 | - 0,0188 | - 0,0376 | - 0,0565 | - 0,0753 | - 0,0941 | - 0,1129 | - 0,1410 | - 0,0066 | + 0,0954 | + 0,0931 | + 0,0636 | + 0,0318 | - 0,0705 |
| 9 | - 0,0191 | - 0,0381 | - 0,0572 | - 0,0762 | - 0,0953 | - 0,1143 | - 0,1429 | - 0,0359 | + 0,1785 | + 0,1785 | + 0,1190 | + 0,0595 | - 0,0715 |
| 10 | - 0,0151 | - 0,0301 | - 0,0452 | - 0,0602 | - 0,0753 | - 0,0903 | - 0,1128 | - 0,0386 | + 0,0354 | + 0,1102 | + 0,1844 | + 0,0922 | - 0,0564 |
| 11 | - 0,0082 | - 0,0165 | - 0,0247 | - 0,0329 | - 0,0412 | - 0,0494 | - 0,0617 | - 0,0237 | + 0,0141 | + 0,0525 | + 0,0904 | + 0,1288 | - 0,0309 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

$P \cdot l_1$ $P \cdot l_2$

Querschnitt:

Anlage A (2 Öffnungen).

$\alpha(\beta) = \frac{1}{3}$
 $n = 1,8 (1 : n)$

| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | + 0,1307 | + 0,0948 | + 0,0589 | + 0,0227 | - 0,0133 | - 0,0496 | - 0,0098 | 0 | - 0,0065 | - 0,0049 | - 0,0033 | 0 | 0,0318 |
| 2 | + 0,0962 | + 0,1024 | + 0,1220 | + 0,0511 | - 0,0196 | - 0,0906 | - 0,0179 | - 0,0149 | - 0,0119 | - 0,0089 | - 0,0060 | 0,0016 | + 0,0581 |
| 3 | + 0,0645 | + 0,1290 | + 0,1935 | + 0,0906 | - 0,0118 | - 0,1149 | - 0,0224 | - 0,0190 | - 0,0152 | - 0,0114 | - 0,0076 | - 0,0038 | + 0,0734 |
| 4 | + 0,0368 | + 0,0736 | + 0,1104 | + 0,1472 | + 0,0172 | - 0,1132 | - 0,0227 | - 0,0187 | - 0,0149 | - 0,0112 | - 0,0075 | - 0,0037 | + 0,0725 |
| 5 | + 0,0149 | + 0,0298 | + 0,0447 | + 0,0596 | + 0,0745 | - 0,0780 | - 0,0154 | - 0,0129 | - 0,0103 | - 0,0077 | - 0,0052 | - 0,0026 | + 0,0498 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0149 | - 0,0299 | - 0,0449 | - 0,0599 | - 0,0749 | - 0,0898 | - 0,0997 | + 0,0560 | + 0,0448 | + 0,0336 | + 0,0224 | + 0,0112 | - 0,0498 |
| 8 | - 0,0218 | - 0,0435 | - 0,0653 | - 0,0871 | - 0,1089 | - 0,1306 | - 0,1450 | - 0,0097 | + 0,1256 | + 0,0942 | + 0,0628 | + 0,0314 | - 0,0725 |
| 9 | - 0,0220 | - 0,0441 | - 0,0661 | - 0,0881 | - 0,1102 | - 0,1322 | - 0,1468 | - 0,0390 | + 0,0688 | + 0,0474 | + 0,0176 | + 0,0388 | - 0,0734 |
| 10 | - 0,0174 | - 0,0347 | - 0,0521 | - 0,0695 | - 0,0869 | - 0,1043 | - 0,1161 | - 0,0412 | + 0,0338 | + 0,0186 | + 0,01832 | + 0,0917 | - 0,0581 |
| 11 | - 0,0095 | - 0,0190 | - 0,0285 | - 0,0380 | - 0,0475 | - 0,0570 | - 0,0634 | - 0,0251 | + 0,0133 | + 0,0516 | + 0,0899 | + 0,1282 | - 0,0318 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

$P \cdot l_1$ $P \cdot l_2$

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

Querschnitt:

$\alpha(\beta) = \frac{1}{2}$
 $n = 2,0 (1:n)$

Anlage A (2 Öffnungen).

| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | + 0,1308 | + 0,0949 | + 0,0590 | + 0,0231 | - 0,0128 | - 0,0486 | - 0,0081 | - 0,0068 | - 0,0054 | - 0,0041 | - 0,0027 | - 0,0014 | + 0,0324 |
| 2 | + 0,0963 | + 0,1926 | + 0,1223 | + 0,0518 | - 0,0186 | - 0,0888 | - 0,0148 | - 0,0124 | - 0,0099 | - 0,0074 | - 0,0049 | - 0,0025 | + 0,0592 |
| 3 | + 0,0646 | + 0,1292 | + 0,1938 | + 0,0916 | - 0,0106 | - 0,1125 | - 0,0188 | - 0,0157 | - 0,0125 | - 0,0094 | - 0,0063 | - 0,0031 | + 0,0752 |
| 4 | + 0,0370 | + 0,0740 | + 0,1110 | + 0,1480 | + 0,0183 | - 0,1110 | - 0,0185 | - 0,0154 | - 0,0123 | - 0,0092 | - 0,0062 | - 0,0031 | + 0,0740 |
| 5 | + 0,0150 | + 0,0300 | + 0,0450 | + 0,0600 | + 0,0750 | - 0,0766 | - 0,0128 | - 0,0107 | - 0,0085 | - 0,0064 | - 0,0043 | - 0,0021 | + 0,0512 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0170 | - 0,0340 | - 0,0511 | - 0,0681 | - 0,0851 | - 0,1021 | + 0,1021 | + 0,0540 | + 0,0432 | + 0,0324 | + 0,0216 | + 0,0108 | - 0,0512 |
| 8 | - 0,0247 | - 0,0493 | - 0,0740 | - 0,0986 | - 0,1235 | - 0,1480 | - 0,1480 | - 0,124 | - 0,1236 | + 0,0927 | + 0,0618 | + 0,0309 | - 0,0740 |
| 9 | - 0,0250 | - 0,0500 | - 0,0750 | - 0,1000 | - 0,1250 | - 0,1504 | - 0,1504 | - 0,0417 | - 0,0668 | + 0,1749 | + 0,1166 | + 0,0583 | - 0,0752 |
| 10 | - 0,0197 | - 0,0395 | - 0,0592 | - 0,0790 | - 0,0987 | - 0,1184 | - 0,1184 | - 0,0434 | + 0,0322 | + 0,1073 | + 0,1826 | + 0,0913 | - 0,0592 |
| 11 | - 0,0108 | - 0,0216 | - 0,0324 | - 0,0432 | - 0,0540 | - 0,0648 | - 0,0648 | - 0,0262 | + 0,0124 | + 0,0509 | + 0,0894 | + 0,1281 | - 0,0324 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

Querschnitt:

$\alpha(\beta) = \frac{2}{3}$
 $n = 1,0 (1:n)$

Anlage A (2 Öffnungen).

| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | + 0,1308 | + 0,0949 | + 0,0590 | + 0,0231 | - 0,0127 | - 0,0486 | - 0,0324 | - 0,0270 | - 0,0216 | - 0,0162 | - 0,0108 | - 0,0054 | + 0,0162 |
| 2 | + 0,0963 | + 0,1926 | + 0,1223 | + 0,0518 | - 0,0185 | - 0,0888 | - 0,0592 | - 0,0495 | - 0,0396 | - 0,0297 | - 0,0198 | - 0,0099 | + 0,0296 |
| 3 | + 0,0646 | + 0,1292 | + 0,1938 | + 0,0916 | - 0,0104 | - 0,1125 | - 0,0750 | - 0,0625 | - 0,0500 | - 0,0375 | - 0,0250 | - 0,0125 | + 0,0375 |
| 4 | + 0,0370 | + 0,0740 | + 0,1110 | + 0,1480 | + 0,0187 | - 0,1110 | - 0,0740 | - 0,0615 | - 0,0492 | - 0,0369 | - 0,0246 | - 0,0123 | + 0,0370 |
| 5 | + 0,0151 | + 0,0302 | + 0,0453 | + 0,0604 | + 0,0755 | - 0,0766 | - 0,0510 | - 0,0425 | - 0,0340 | - 0,0255 | - 0,0170 | - 0,0085 | + 0,0255 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0085 | - 0,0170 | - 0,0255 | - 0,0340 | - 0,0425 | - 0,0510 | - 0,0766 | + 0,0755 | + 0,0604 | + 0,0453 | + 0,0302 | + 0,0151 | - 0,0255 |
| 8 | - 0,0123 | - 0,0246 | - 0,0369 | - 0,0492 | - 0,0615 | - 0,0740 | - 0,1110 | - 0,0187 | - 0,1480 | + 0,1110 | + 0,0740 | + 0,0370 | - 0,0370 |
| 9 | - 0,0125 | - 0,0250 | - 0,0375 | - 0,0500 | - 0,0625 | - 0,0750 | - 0,1125 | - 0,1014 | + 0,0916 | + 0,1938 | + 0,1292 | + 0,0646 | - 0,0375 |
| 10 | - 0,0099 | - 0,0198 | - 0,0297 | - 0,0396 | - 0,0495 | - 0,0592 | - 0,0888 | - 0,0185 | + 0,0518 | + 0,1223 | + 0,1926 | + 0,0963 | - 0,0296 |
| 11 | - 0,0054 | - 0,0108 | - 0,0162 | - 0,0216 | - 0,0270 | - 0,0324 | - 0,0486 | - 0,0127 | + 0,0231 | + 0,0590 | + 0,0949 | + 0,1308 | - 0,0162 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

Querschnitt:

Anlage A (2 Öffnungen)

$\alpha(\beta) = \frac{2}{3}$
 $n = 1,2 (1:n)$

| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | + 0,1311 | + 0,0957 | + 0,0602 | + 0,0248 | - 0,0107 | - 0,0463 | - 0,0241 | 0 | - 0,0201 | - 0,0121 | - 0,0080 | - 0,0040 | + 0,0174 |
| 2 | + 0,0970 | + 0,1940 | + 0,1244 | + 0,0549 | - 0,0149 | - 0,0846 | - 0,0441 | - 0,0368 | - 0,0295 | - 0,0221 | - 0,0147 | - 0,0074 | + 0,0317 |
| 3 | + 0,0655 | + 0,1310 | + 0,1965 | + 0,0955 | - 0,0059 | - 0,1072 | - 0,0558 | - 0,0405 | - 0,0372 | - 0,0279 | - 0,0186 | - 0,0093 | + 0,0402 |
| 4 | + 0,0380 | + 0,0760 | + 0,1140 | + 0,1520 | + 0,0231 | - 0,1058 | - 0,0551 | - 0,0460 | - 0,0368 | - 0,0276 | - 0,0184 | - 0,0092 | + 0,0397 |
| 5 | + 0,0157 | + 0,0314 | + 0,0471 | + 0,0628 | + 0,0785 | - 0,0728 | - 0,0379 | - 0,0318 | - 0,0253 | - 0,0190 | - 0,0128 | - 0,0063 | + 0,0273 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0109 | - 0,0218 | - 0,0328 | - 0,0437 | - 0,0546 | - 0,0655 | - 0,0818 | + 0,0705 | + 0,0564 | + 0,0423 | + 0,0282 | + 0,0141 | - 0,0273 |
| 8 | - 0,0159 | - 0,0317 | - 0,0476 | - 0,0635 | - 0,0793 | - 0,0952 | - 0,1190 | + 0,0118 | + 0,1428 | + 0,1071 | + 0,0714 | + 0,0357 | - 0,0397 |
| 9 | - 0,0161 | - 0,0321 | - 0,0482 | - 0,0643 | - 0,0803 | - 0,0964 | - 0,1206 | - 0,0173 | + 0,0863 | + 0,1896 | + 0,1264 | + 0,0632 | - 0,0402 |
| 10 | - 0,0127 | - 0,0254 | - 0,0381 | - 0,0508 | - 0,0635 | - 0,0761 | - 0,0952 | - 0,0239 | + 0,0476 | + 0,1190 | + 0,1904 | + 0,0952 | - 0,0317 |
| 11 | - 0,0070 | - 0,0139 | - 0,0209 | - 0,0279 | - 0,0348 | - 0,0417 | - 0,0521 | - 0,0156 | + 0,0208 | + 0,0573 | + 0,0937 | + 0,1301 | - 0,0174 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

Querschnitt:

Anlage A (2 Öffnungen)

$\alpha(\beta) = \frac{2}{3}$
 $n = 1,4 (1:n)$

| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | + 0,1314 | + 0,0963 | + 0,0611 | + 0,0259 | - 0,0093 | - 0,0444 | - 0,0187 | - 0,0156 | - 0,0125 | - 0,0094 | - 0,0062 | - 0,0031 | + 0,0183 |
| 2 | + 0,0976 | + 0,1952 | + 0,1261 | + 0,0569 | - 0,0123 | - 0,0812 | - 0,0341 | - 0,0285 | - 0,0228 | - 0,0171 | - 0,0114 | - 0,0057 | + 0,0334 |
| 3 | + 0,0662 | + 0,1324 | + 0,1986 | + 0,0980 | - 0,0026 | - 0,1028 | - 0,0432 | - 0,0360 | - 0,0288 | - 0,0216 | - 0,0144 | - 0,0072 | + 0,0424 |
| 4 | + 0,0386 | + 0,0772 | + 0,1158 | + 0,1544 | + 0,0263 | - 0,1015 | - 0,0426 | - 0,0355 | - 0,0284 | - 0,0213 | - 0,0142 | - 0,0071 | + 0,0418 |
| 5 | + 0,0161 | + 0,0322 | + 0,0483 | + 0,0644 | + 0,0805 | - 0,0698 | - 0,0294 | - 0,0245 | - 0,0196 | - 0,0147 | - 0,0098 | - 0,0049 | + 0,0288 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0134 | - 0,0268 | - 0,0403 | - 0,0537 | - 0,0671 | - 0,0805 | - 0,0863 | + 0,0670 | + 0,0536 | + 0,0402 | + 0,0268 | + 0,0134 | - 0,0288 |
| 8 | - 0,0195 | - 0,0390 | - 0,0585 | - 0,0780 | - 0,0975 | - 0,1170 | - 0,1254 | + 0,0065 | + 0,1384 | + 0,1038 | + 0,0692 | + 0,0346 | - 0,0418 |
| 9 | - 0,0198 | - 0,0395 | - 0,0593 | - 0,0791 | - 0,0988 | - 0,1185 | - 0,1270 | - 0,0226 | + 0,0819 | + 0,1863 | + 0,1242 | + 0,0621 | - 0,0424 |
| 10 | - 0,0156 | - 0,0312 | - 0,0468 | - 0,0624 | - 0,0780 | - 0,0936 | - 0,1003 | - 0,0281 | + 0,0441 | + 0,1164 | + 0,1888 | + 0,0944 | - 0,0334 |
| 11 | - 0,0085 | - 0,0171 | - 0,0256 | - 0,0341 | - 0,0427 | - 0,0512 | - 0,0549 | - 0,0179 | + 0,0189 | + 0,0558 | + 0,0928 | + 0,1297 | - 0,0183 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha(\beta) = \frac{r}{s}$
 $n = 1,6 (1 : n)$

Querschnitt:

| | | Anlage A (2 Öffnungen). | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------|-----------------------------|----------|----------|----------------|----------------|----------|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|--|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 ^l | | | | | | P ^l ₂ | | | | | | P ^l ₁ | | | | | | |
| | | P ^l ₁ | | | | | | P ^l ₂ | | | | | | P ^l ₁ | | | | | | |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ^l | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 1 | + 0,1317 | + 0,0968 | + 0,0618 | + 0,0269 | 0 | - 0,0429 | - 0,0125 | - 0,0100 | - 0,0075 | - 0,0050 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 2 | + 0,0680 | + 0,1060 | + 0,1273 | + 0,0588 | - 0,0784 | - 0,0272 | - 0,0226 | - 0,0181 | - 0,0136 | - 0,0091 | - 0,0045 | + 0,0348 | | | | | | | | |
| 3 | + 0,0667 | + 0,1334 | + 0,2001 | + 0,1004 | - 0,0993 | - 0,0345 | - 0,0288 | - 0,0231 | - 0,0173 | - 0,0115 | - 0,0058 | + 0,0441 | | | | | | | | |
| 4 | + 0,0392 | + 0,0784 | + 0,1176 | + 0,1568 | - 0,0980 | - 0,0340 | - 0,0283 | - 0,0227 | - 0,0170 | - 0,0113 | - 0,0057 | + 0,0436 | | | | | | | | |
| 5 | + 0,0165 | + 0,0330 | + 0,0495 | + 0,0660 | - 0,0674 | - 0,0234 | - 0,0195 | - 0,0156 | - 0,0117 | - 0,0078 | - 0,0039 | + 0,0300 | | | | | | | | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 7 | - 0,0160 | - 0,0320 | - 0,0480 | - 0,0640 | - 0,0959 | - 0,0899 | + 0,0640 | + 0,0512 | + 0,0384 | + 0,0256 | + 0,0128 | - 0,0300 | | | | | | | | |
| 8 | - 0,0232 | - 0,0405 | - 0,0698 | - 0,0930 | - 0,1395 | - 0,1307 | + 0,0022 | + 0,0104 | + 0,0124 | + 0,0076 | + 0,0338 | - 0,0436 | | | | | | | | |
| 9 | - 0,0235 | - 0,0471 | - 0,0706 | - 0,0941 | - 0,1177 | - 0,1323 | - 0,0270 | + 0,0785 | + 0,1836 | + 0,1224 | + 0,0612 | - 0,0441 | | | | | | | | |
| 10 | - 0,0186 | - 0,0372 | - 0,0558 | - 0,0744 | - 0,1115 | - 0,1045 | - 0,0316 | + 0,0415 | + 0,1142 | + 0,1874 | + 0,0937 | - 0,0348 | | | | | | | | |
| 11 | - 0,0102 | - 0,0204 | - 0,0305 | - 0,0407 | - 0,0509 | - 0,0572 | - 0,0198 | + 0,0174 | + 0,0547 | + 0,0921 | + 0,1293 | - 0,0191 | | | | | | | | |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |

Laststellung:

Kann, Eisenbetonkonstruktionen.

$\alpha(\beta) = \frac{r}{s}$
 $n = 1,8 (1 : n)$

Querschnitt:

| | | Anlage A (2 Öffnungen). | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------|-----------------------------|----------|----------|----------------|----------------|----------|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|--|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 ^l | | | | | | P ^l ₂ | | | | | | P ^l ₁ | | | | | | |
| | | P ^l ₁ | | | | | | P ^l ₂ | | | | | | P ^l ₁ | | | | | | |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ^l | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 1 | + 0,1320 | + 0,0972 | + 0,0625 | + 0,0278 | - 0,0069 | - 0,0122 | - 0,0102 | - 0,0081 | - 0,0061 | - 0,0041 | - 0,0020 | + 0,0197 | | | | | | | | |
| 2 | + 0,0684 | + 0,1060 | + 0,1287 | + 0,0604 | - 0,0078 | - 0,0222 | - 0,0185 | - 0,0148 | - 0,0111 | - 0,0074 | - 0,0037 | + 0,0360 | | | | | | | | |
| 3 | + 0,0673 | + 0,1346 | + 0,2019 | + 0,1025 | + 0,0031 | - 0,0281 | - 0,0235 | - 0,0188 | - 0,0141 | - 0,0094 | - 0,0047 | + 0,0456 | | | | | | | | |
| 4 | + 0,0397 | + 0,0794 | + 0,1191 | + 0,1588 | + 0,0319 | - 0,0278 | - 0,0232 | - 0,0185 | - 0,0139 | - 0,0093 | - 0,0046 | + 0,0450 | | | | | | | | |
| 5 | + 0,0169 | + 0,0338 | + 0,0507 | + 0,0676 | - 0,0654 | - 0,0191 | - 0,0160 | - 0,0128 | - 0,0096 | - 0,0064 | - 0,0032 | + 0,0310 | | | | | | | | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 7 | - 0,0186 | - 0,0372 | - 0,0558 | - 0,0744 | - 0,0930 | - 0,0929 | + 0,0615 | + 0,0492 | + 0,0369 | + 0,0246 | + 0,0123 | - 0,0310 | | | | | | | | |
| 8 | - 0,0270 | - 0,0540 | - 0,0811 | - 0,1081 | - 0,1351 | - 0,1351 | - 0,0015 | - 0,0124 | + 0,0993 | + 0,0662 | + 0,0331 | - 0,0450 | | | | | | | | |
| 9 | - 0,0274 | - 0,0547 | - 0,0821 | - 0,1095 | - 0,1368 | - 0,1369 | - 0,0308 | - 0,0756 | + 0,1821 | + 0,1214 | + 0,0607 | - 0,0456 | | | | | | | | |
| 10 | - 0,0216 | - 0,0432 | - 0,0648 | - 0,0864 | - 0,1080 | - 0,1081 | - 0,0346 | + 0,0392 | + 0,1130 | + 0,1868 | + 0,0934 | - 0,0360 | | | | | | | | |
| 11 | - 0,0118 | - 0,0236 | - 0,0355 | - 0,0473 | - 0,0591 | - 0,0591 | - 0,0215 | + 0,0162 | + 0,0339 | + 0,0917 | + 0,1294 | - 0,0197 | | | | | | | | |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |

Laststellung:

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha(\beta) = \frac{2}{3}$
 $n = 2.0 (1 : n)$

| | | Anlage A (2 Öffnungen). | | | | | | | | | | | | |
|----|----------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | Querschnitt: | | | | | | Anlage A (2 Öffnungen). | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | + 0,1321 | + 0,0975 | + 0,0631 | + 0,0285 | - 0,0059 | - 0,0404 | - 0,0101 | - 0,0085 | - 0,0068 | - 0,0051 | - 0,0034 | - 0,0017 | - 0,0003 | + 0,0203 |
| 2 | + 0,0987 | + 0,1974 | + 0,1296 | + 0,0617 | - 0,0062 | - 0,0740 | - 0,0185 | - 0,0155 | - 0,0124 | - 0,0093 | - 0,0062 | - 0,0031 | - 0,0017 | + 0,0370 |
| 3 | + 0,0677 | + 0,1354 | + 0,2031 | + 0,1041 | + 0,0052 | - 0,0936 | - 0,0234 | - 0,0195 | - 0,0156 | - 0,0117 | - 0,0078 | - 0,0039 | - 0,0027 | + 0,0469 |
| 4 | + 0,0401 | + 0,0802 | + 0,1203 | + 0,1604 | + 0,0340 | - 0,0924 | - 0,0231 | - 0,0190 | - 0,0152 | - 0,0114 | - 0,0076 | - 0,0038 | - 0,0027 | + 0,0463 |
| 5 | + 0,0172 | + 0,0344 | + 0,0516 | + 0,0688 | + 0,0860 | - 0,0637 | - 0,0159 | - 0,0133 | - 0,0106 | - 0,0080 | - 0,0053 | - 0,0027 | - 0,0018 | + 0,0318 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0213 | - 0,0425 | - 0,0638 | - 0,0850 | - 0,1063 | - 0,1275 | - 0,0955 | + 0,0595 | + 0,0476 | + 0,0357 | + 0,0238 | + 0,0119 | + 0,0018 | - 0,0318 |
| 8 | - 0,0308 | - 0,0616 | - 0,0924 | - 0,1232 | - 0,1540 | - 0,1848 | - 0,1389 | - 0,0945 | + 0,1296 | + 0,0972 | + 0,0648 | + 0,0324 | + 0,0018 | - 0,0463 |
| 9 | - 0,0312 | - 0,0624 | - 0,0936 | - 0,1248 | - 0,1560 | - 0,1872 | - 0,1407 | - 0,0338 | + 0,0729 | + 0,0370 | + 0,1797 | + 0,1198 | + 0,0599 | - 0,0469 |
| 10 | - 0,0247 | - 0,0494 | - 0,0741 | - 0,0988 | - 0,1235 | - 0,1480 | - 0,1111 | - 0,0370 | + 0,0370 | + 0,0111 | + 0,1852 | + 0,0926 | + 0,0370 | - 0,0203 |
| 11 | - 0,0135 | - 0,0270 | - 0,0405 | - 0,0540 | - 0,0675 | - 0,0808 | - 0,0608 | - 0,0228 | + 0,0150 | + 0,0330 | + 0,0909 | + 0,1287 | + 0,0909 | - 0,0203 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

$P \cdot l_1$

$P \cdot l_2$

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha(\beta) = 0$ (Grenzfall).
 $n = \text{beliebig (1 : } n : 1)$

| | | Querschnitt: | | | | | | | | | | Anlage B (3 Öffnungen). | | |
|----|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|-------------------------|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 18 | | |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 1 | + 0,1254 | + 0,0841 | + 0,0428 | + 0,0015 | - 0,0397 | - 0,0810 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 2 | + 0,0864 | + 0,1728 | + 0,0926 | + 0,0124 | - 0,0680 | - 0,1481 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,0810 | | |
| 3 | + 0,0521 | + 0,1042 | + 0,1562 | + 0,0417 | - 0,0731 | - 0,1875 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,1481 | | |
| 4 | + 0,0247 | + 0,0494 | + 0,0741 | + 0,0988 | - 0,0433 | - 0,1852 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,1875 | | |
| 5 | + 0,0066 | + 0,0131 | + 0,0197 | + 0,0262 | + 0,0328 | - 0,1274 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,1852 | | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + 0,1274 | | |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - 0,1158 | + 0,0386 | + 0,0262 | + 0,0139 | - 0,1158 | | |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - 0,1481 | - 0,0247 | + 0,0988 | + 0,0556 | - 0,1481 | | |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - 0,1250 | - 0,0417 | + 0,0417 | + 0,1250 | - 0,1250 | | |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - 0,0740 | - 0,0309 | + 0,0123 | + 0,0556 | - 0,0740 | | |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - 0,0231 | - 0,0108 | + 0,0015 | + 0,0139 | - 0,0231 | | |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |

Laststellung:

$P \cdot l_1$ (links), $P \cdot l_2$ (rechts), $P \cdot l_3$ (unten)

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha(\beta) = \frac{1}{8}$
 $n = 1,0 \quad (1 : n : 1)$

Querschnitt:

Anlage B (3 Öffnungen).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6* | 7 | 8 | 9 | 18 |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | + 0,1285 | + 0,0904 | + 0,0524 | + 0,0143 | - 0,0238 | - 0,0620 | - 0,0236 | - 0,0182 | 0 | - 0,0074 | + 0,0380 |
| 2 | + 0,0922 | + 0,1844 | + 0,1102 | + 0,0357 | - 0,0387 | - 0,1129 | - 0,0430 | - 0,0332 | - 0,0233 | - 0,0135 | + 0,0607 |
| 3 | + 0,0595 | + 0,1190 | + 0,1785 | + 0,0713 | - 0,0360 | - 0,1431 | - 0,0545 | - 0,0421 | - 0,0296 | - 0,0170 | + 0,0883 |
| 4 | + 0,0320 | + 0,0640 | + 0,0960 | + 0,1280 | - 0,0067 | - 0,1412 | - 0,0538 | - 0,0415 | - 0,0292 | - 0,0168 | + 0,0876 |
| 5 | + 0,0116 | + 0,0232 | + 0,0348 | + 0,0464 | + 0,0580 | - 0,0976 | - 0,0372 | - 0,0287 | - 0,0202 | - 0,0116 | + 0,0608 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | - 0,0048 | - 0,0095 | - 0,0143 | - 0,0190 | - 0,0238 | - 0,0285 | - 0,0854 | + 0,0636 | + 0,0451 | + 0,0265 | - 0,0569 |
| 8 | - 0,0063 | - 0,0126 | - 0,0188 | - 0,0251 | - 0,0314 | - 0,0377 | - 0,1130 | + 0,0053 | + 0,1239 | + 0,0758 | - 0,0753 |
| 9 | - 0,0057 | - 0,0114 | - 0,0170 | - 0,0227 | - 0,0284 | - 0,0341 | - 0,1022 | - 0,0190 | + 0,0644 | + 0,1478 | - 0,0681 |
| 10 | - 0,0038 | - 0,0076 | - 0,0115 | - 0,0153 | - 0,0191 | - 0,0229 | - 0,0686 | - 0,0206 | + 0,0276 | + 0,0758 | - 0,0457 |
| 11 | - 0,0016 | - 0,0032 | - 0,0049 | - 0,0065 | - 0,0081 | - 0,0097 | - 0,0290 | - 0,0105 | + 0,0080 | + 0,0265 | - 0,0193 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | + 0,0008 | + 0,0016 | + 0,0023 | + 0,0031 | + 0,0039 | + 0,0047 | + 0,0140 | + 0,0054 | - 0,0031 | - 0,0116 | + 0,0093 |
| 14 | + 0,0011 | + 0,0022 | + 0,0034 | + 0,0045 | + 0,0056 | + 0,0067 | + 0,0202 | + 0,0079 | - 0,0045 | - 0,0168 | + 0,0135 |
| 15 | + 0,0011 | + 0,0023 | + 0,0034 | + 0,0045 | + 0,0057 | + 0,0068 | + 0,0204 | + 0,0080 | - 0,0045 | - 0,0170 | + 0,0136 |
| 16 | + 0,0009 | + 0,0018 | + 0,0027 | + 0,0036 | + 0,0045 | + 0,0054 | + 0,0101 | + 0,0063 | - 0,0036 | - 0,0135 | + 0,0107 |
| 17 | + 0,0005 | + 0,0010 | + 0,0014 | + 0,0019 | + 0,0024 | + 0,0029 | + 0,0088 | + 0,0034 | - 0,0020 | - 0,0074 | + 0,0059 |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Laststellung:

$\underbrace{\hspace{10em}}_{P \cdot l_1}$
 $\underbrace{\hspace{10em}}_{P \cdot l_2}$
 $\underbrace{\hspace{10em}}_{P \cdot l_3}$

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha(\beta) = \frac{1}{3}$
 $n = 1,5 (1 : n : 1)$

| | | Querschnitt: | | | | | | | | | | Anlage B (3 Öffnungen). | | | |
|-----------------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|-------------------------|---------------|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 18 | | | |
| Laststellungen: | A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $P \cdot l_1$ | | |
| | 1 | + 0,1289 | + 0,0012 | + 0,0534 | + 0,0155 | - 0,0221 | - 0,0599 | - 0,0118 | - 0,0090 | - 0,0063 | 0 | 0 | | | |
| | 2 | + 0,0929 | + 0,1857 | + 0,1120 | + 0,0381 | - 0,0358 | - 0,1095 | - 0,0216 | - 0,0165 | - 0,0114 | - 0,0064 | - 0,0422 | | | |
| | 3 | + 0,0602 | + 0,1205 | + 0,1807 | + 0,0742 | - 0,0323 | - 0,1387 | - 0,0273 | - 0,0209 | - 0,0145 | - 0,0081 | + 0,0772 | | | |
| | 4 | + 0,0327 | + 0,0655 | + 0,0982 | + 0,1309 | - 0,0030 | - 0,1370 | - 0,0270 | - 0,0206 | - 0,0143 | - 0,0080 | + 0,0977 | | | |
| | 5 | + 0,0121 | + 0,0242 | + 0,0363 | + 0,0484 | + 0,0605 | - 0,0942 | - 0,0185 | - 0,0142 | - 0,0098 | - 0,0055 | + 0,0665 | | | |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $P \cdot l_2$ | | |
| | 7 | - 0,0077 | - 0,0154 | - 0,0232 | - 0,0309 | - 0,0386 | - 0,0463 | - 0,0925 | + 0,0570 | + 0,0399 | + 0,0229 | - 0,0616 | | | |
| | 8 | - 0,0102 | - 0,0204 | - 0,0307 | - 0,0409 | - 0,0511 | - 0,0613 | - 0,1225 | - 0,0029 | + 0,1168 | + 0,0699 | - 0,0816 | | | |
| | 9 | - 0,0091 | - 0,0181 | - 0,0272 | - 0,0363 | - 0,0454 | - 0,0544 | - 0,1088 | - 0,0256 | + 0,0576 | + 0,1411 | - 0,0726 | | | |
| | 10 | - 0,0059 | - 0,0119 | - 0,0178 | - 0,0237 | - 0,0297 | - 0,0356 | - 0,0711 | - 0,0242 | + 0,0228 | + 0,0699 | - 0,0474 | | | |
| | 11 | - 0,0024 | - 0,0047 | - 0,0071 | - 0,0095 | - 0,0119 | - 0,0142 | - 0,0284 | - 0,0113 | + 0,0057 | + 0,0229 | - 0,0190 | | | |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $P \cdot l_1$ | | | |
| 13 | + 0,0006 | + 0,0013 | + 0,0019 | + 0,0025 | + 0,0032 | + 0,0038 | + 0,0076 | + 0,0032 | - 0,0011 | - 0,0055 | + 0,0076 | | | | |
| 14 | + 0,0009 | + 0,0018 | + 0,0028 | + 0,0037 | + 0,0046 | + 0,0055 | + 0,0110 | + 0,0047 | - 0,0016 | - 0,0080 | + 0,0110 | | | | |
| 15 | + 0,0009 | + 0,0019 | + 0,0028 | + 0,0037 | + 0,0047 | + 0,0056 | + 0,0112 | + 0,0048 | - 0,0017 | - 0,0081 | + 0,0112 | | | | |
| 16 | + 0,0007 | + 0,0015 | + 0,0022 | + 0,0029 | + 0,0037 | + 0,0044 | + 0,0088 | + 0,0038 | - 0,0013 | - 0,0064 | + 0,0088 | | | | |
| 17 | + 0,0004 | + 0,0008 | + 0,0012 | + 0,0016 | + 0,0020 | + 0,0024 | + 0,0048 | + 0,0021 | - 0,0007 | - 0,0035 | + 0,0048 | | | | |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $P \cdot l_2$ | | | |

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha (\beta) = \frac{1}{3}$
 $n = 2,0 (1 : n : 1)$

| | | Anlage B (3 Öffnungen). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|-------------------------|----------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|----------|
| | | Querschnitt: | | | | | | | | | Anlage B (3 Öffnungen). | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 18 | | | | | | | | | | |
| Laststellung: | A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $P \cdot I_1$ | | | | | | | | | |
| | 1 | + 0,1290 | + 0,0915 | + 0,0540 | + 0,0164 | - 0,0212 | - 0,0587 | - 0,0071 | - 0,0054 | - 0,0037 | - 0,0020 | 0 | | | | | | | | | | + 0,0445 |
| | 2 | + 0,0932 | + 0,1864 | + 0,1130 | + 0,0395 | - 0,0340 | - 0,1074 | - 0,0130 | - 0,0099 | - 0,0068 | - 0,0037 | - 0,0020 | | | | | | | | | | + 0,0815 |
| | 3 | + 0,0607 | + 0,1214 | + 0,1821 | + 0,0760 | - 0,0300 | - 0,1360 | - 0,0164 | - 0,0125 | - 0,0086 | - 0,0047 | - 0,0032 | + 0,1032 | | | | | | | | | |
| | 4 | + 0,0332 | + 0,0663 | + 0,0995 | + 0,1327 | - 0,0008 | - 0,1343 | - 0,0162 | - 0,0123 | - 0,0085 | - 0,0046 | - 0,0032 | + 0,1018 | | | | | | | | | |
| | 5 | + 0,0124 | + 0,0248 | + 0,0372 | + 0,0496 | + 0,0621 | - 0,0923 | - 0,0111 | - 0,0085 | - 0,0058 | - 0,0032 | - 0,0020 | + 0,0701 | | | | | | | | | |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 7 | - 0,0108 | - 0,0216 | - 0,0324 | - 0,0432 | - 0,0540 | - 0,0648 | - 0,0972 | + 0,0533 | + 0,0370 | + 0,0208 | + 0,0208 | - 0,0648 | | | | | | | | | |
| | 8 | - 0,0142 | - 0,0284 | - 0,0427 | - 0,0569 | - 0,0711 | - 0,0853 | - 0,1280 | - 0,0075 | + 0,1130 | + 0,0667 | + 0,0667 | - 0,0853 | | | | | | | | | |
| | 9 | - 0,0125 | - 0,0250 | - 0,0375 | - 0,0500 | - 0,0625 | - 0,0750 | - 0,1125 | - 0,0292 | + 0,0542 | + 0,1375 | + 0,1375 | - 0,0750 | | | | | | | | | |
| | 10 | - 0,0080 | - 0,0161 | - 0,0241 | - 0,0321 | - 0,0402 | - 0,0482 | - 0,0723 | - 0,0259 | + 0,0204 | + 0,0667 | + 0,0667 | - 0,0482 | | | | | | | | | |
| | 11 | - 0,0031 | - 0,0062 | - 0,0092 | - 0,0123 | - 0,0154 | - 0,0185 | - 0,0277 | - 0,0116 | + 0,0046 | + 0,0208 | + 0,0208 | - 0,0184 | | | | | | | | | |
| | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 13 | + 0,0005 | + 0,0011 | + 0,0016 | + 0,0021 | + 0,0027 | + 0,0032 | + 0,0048 | + 0,0021 | - 0,0005 | - 0,0032 | - 0,0032 | + 0,0064 | | | | | | | | | |
| | 14 | + 0,0008 | + 0,0015 | + 0,0023 | + 0,0031 | + 0,0039 | + 0,0046 | + 0,0069 | + 0,0031 | - 0,0008 | - 0,0046 | - 0,0046 | + 0,0092 | | | | | | | | | |
| | 15 | + 0,0008 | + 0,0016 | + 0,0023 | + 0,0031 | + 0,0039 | + 0,0047 | + 0,0070 | + 0,0031 | - 0,0008 | - 0,0047 | - 0,0047 | + 0,0093 | | | | | | | | | |
| | 16 | + 0,0006 | + 0,0012 | + 0,0019 | + 0,0025 | + 0,0031 | + 0,0037 | + 0,0056 | + 0,0025 | - 0,0006 | - 0,0037 | - 0,0037 | + 0,0075 | | | | | | | | | |
| | 17 | + 0,0003 | + 0,0007 | + 0,0010 | + 0,0013 | + 0,0017 | + 0,0020 | + 0,0030 | + 0,0013 | - 0,0003 | - 0,0020 | - 0,0020 | + 0,0040 | | | | | | | | | |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha(\beta) = \frac{1}{2}$
 $n = 1,0 (1 : n : 1)$

| | | Anlage B (3 Öffnungen). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|-------------------------|----------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|----------|
| | | Querschnitt: | | | | | | | | | Anlage B (3 Öffnungen). | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 18 | | | | | | | | | | |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $P \cdot l_1$ | | | | | | | | | |
| 1 | + 0,1295 | + 0,0925 | + 0,0555 | + 0,0183 | - 0,0186 | - 0,0557 | - 0,0304 | - 0,0236 | - 0,0169 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | + 0,0253 |
| 2 | + 0,0941 | + 0,1882 | + 0,1159 | + 0,0432 | - 0,0294 | - 0,1018 | - 0,0355 | - 0,0432 | - 0,0308 | - 0,0185 | - 0,0101 | + 0,0463 | | | | | | | | | | |
| 3 | + 0,0619 | + 0,1238 | + 0,1857 | + 0,0806 | - 0,0242 | - 0,1289 | - 0,0703 | - 0,0547 | - 0,0391 | - 0,0234 | - 0,0185 | + 0,0586 | | | | | | | | | | |
| 4 | + 0,0343 | + 0,0686 | + 0,1029 | + 0,1372 | + 0,0050 | - 0,1272 | - 0,0694 | - 0,0540 | - 0,0385 | - 0,0231 | - 0,0159 | + 0,0578 | | | | | | | | | | |
| 5 | + 0,0132 | + 0,0264 | + 0,0396 | + 0,0528 | + 0,0660 | - 0,0876 | - 0,0478 | - 0,0371 | - 0,0265 | 0 | 0 | + 0,0398 | | | | | | | | | | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $P \cdot l_2$ | | | | | | | | | |
| 7 | - 0,0063 | - 0,0126 | - 0,0188 | - 0,0251 | - 0,0314 | - 0,0377 | - 0,0753 | + 0,0714 | + 0,0513 | + 0,0313 | + 0,0313 | - 0,0376 | | | | | | | | | | |
| 8 | - 0,0085 | - 0,0170 | - 0,0255 | - 0,0340 | - 0,0425 | - 0,0510 | - 0,1020 | + 0,0155 | + 0,1327 | + 0,0833 | + 0,0833 | - 0,0510 | | | | | | | | | | |
| 9 | - 0,0078 | - 0,0156 | - 0,0235 | - 0,0313 | - 0,0391 | - 0,0469 | - 0,0938 | - 0,0104 | + 0,0729 | + 0,1563 | + 0,1563 | - 0,0469 | | | | | | | | | | |
| 10 | - 0,0054 | - 0,0108 | - 0,0163 | - 0,0217 | - 0,0271 | - 0,0325 | - 0,0649 | - 0,0154 | + 0,0340 | + 0,0833 | + 0,0833 | - 0,0324 | | | | | | | | | | |
| 11 | - 0,0024 | - 0,0048 | - 0,0073 | - 0,0097 | - 0,0121 | - 0,0145 | - 0,0289 | - 0,0089 | + 0,0112 | + 0,0313 | + 0,0313 | - 0,0144 | | | | | | | | | | |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $P \cdot l_1$ | | | | | | | | | |
| 13 | + 0,0013 | + 0,0027 | + 0,0040 | + 0,0053 | + 0,0067 | + 0,0080 | + 0,0159 | + 0,0053 | - 0,0053 | - 0,0159 | - 0,0159 | + 0,0079 | | | | | | | | | | |
| 14 | + 0,0019 | + 0,0039 | + 0,0058 | + 0,0077 | + 0,0097 | + 0,0116 | + 0,0231 | + 0,0077 | - 0,0077 | - 0,0231 | - 0,0231 | + 0,0115 | | | | | | | | | | |
| 15 | + 0,0020 | + 0,0039 | + 0,0059 | + 0,0078 | + 0,0098 | + 0,0117 | + 0,0234 | + 0,0078 | - 0,0078 | - 0,0234 | - 0,0234 | + 0,0117 | | | | | | | | | | |
| 16 | + 0,0016 | + 0,0031 | + 0,0047 | + 0,0062 | + 0,0078 | + 0,0093 | + 0,0185 | + 0,0062 | - 0,0062 | - 0,0185 | - 0,0185 | + 0,0092 | | | | | | | | | | |
| 17 | + 0,0009 | + 0,0017 | + 0,0026 | + 0,0034 | + 0,0043 | + 0,0051 | + 0,0101 | + 0,0034 | - 0,0034 | - 0,0101 | - 0,0101 | + 0,0050 | | | | | | | | | | |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $P \cdot l_2$ | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

Laststellung:

$\alpha(\beta) = \frac{1}{4}$
 $n = 1,5 (1 : n : 1)$

| | | Querschnitt: | | | | | | | | | | Anlage B (3 Öffnungen). | | | | |
|---------------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|-------------------------|----------|----------|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ² | 7 | 8 | 9 | 18 | | | | |
| Laststellung: | A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1 | + 0,1303 | + 0,0937 | + 0,0573 | + 0,0207 | - 0,0159 | - 0,0520 | - 0,0157 | - 0,0121 | - 0,0085 | - 0,0049 | 0 | 0 | 0,0285 | | |
| | 2 | + 0,0952 | + 0,1904 | + 0,1191 | + 0,0475 | - 0,0242 | - 0,0951 | - 0,0287 | - 0,0221 | - 0,0155 | - 0,0090 | 0 | 0 | + 0,0523 | | |
| | 3 | + 0,0633 | + 0,1266 | + 0,1899 | + 0,0861 | - 0,0176 | - 0,1266 | - 0,0363 | - 0,0281 | - 0,0197 | - 0,0113 | 0 | 0 | + 0,0662 | | |
| | 4 | + 0,0357 | + 0,0714 | + 0,1071 | + 0,1428 | + 0,0115 | - 0,1191 | - 0,0359 | - 0,0277 | - 0,0195 | - 0,0112 | 0 | 0 | + 0,0657 | | |
| | 5 | + 0,0141 | + 0,0282 | + 0,0423 | + 0,0564 | + 0,0705 | - 0,0824 | - 0,0247 | - 0,0191 | - 0,0135 | - 0,0077 | 0 | 0 | + 0,0456 | | |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 7 | - 0,0107 | - 0,0214 | - 0,0320 | - 0,0427 | - 0,0534 | - 0,0641 | - 0,0854 | + 0,0636 | + 0,0451 | + 0,0265 | + 0,0265 | 0 | - 0,0427 | | |
| | 8 | - 0,0141 | - 0,0283 | - 0,0424 | - 0,0565 | - 0,0707 | - 0,0848 | - 0,1130 | + 0,0053 | + 0,1239 | + 0,0758 | + 0,0758 | 0 | - 0,0565 | | |
| | 9 | - 0,0128 | - 0,0256 | - 0,0383 | - 0,0511 | - 0,0639 | - 0,0767 | - 0,1022 | - 0,0190 | + 0,0044 | + 0,1478 | + 0,1478 | 0 | - 0,0511 | | |
| | 10 | - 0,0086 | - 0,0172 | - 0,0257 | - 0,0343 | - 0,0429 | - 0,0515 | - 0,0686 | - 0,0266 | + 0,0276 | + 0,0758 | + 0,0758 | 0 | - 0,0343 | | |
| | 11 | - 0,0036 | - 0,0073 | - 0,0109 | - 0,0145 | - 0,0182 | - 0,0218 | - 0,0290 | - 0,0105 | + 0,0080 | + 0,0265 | + 0,0265 | 0 | - 0,0145 | | |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 13 | + 0,0012 | + 0,0024 | + 0,0035 | + 0,0047 | + 0,0059 | + 0,0071 | + 0,0093 | + 0,0036 | - 0,0021 | - 0,0077 | - 0,0077 | 0 | + 0,0070 | | | |
| 14 | + 0,0017 | + 0,0034 | + 0,0050 | + 0,0067 | + 0,0084 | + 0,0101 | + 0,0135 | + 0,0053 | - 0,0030 | - 0,0112 | - 0,0112 | 0 | + 0,0101 | | | |
| 15 | + 0,0017 | + 0,0034 | + 0,0051 | + 0,0068 | + 0,0085 | + 0,0102 | + 0,0136 | + 0,0053 | - 0,0030 | - 0,0113 | - 0,0113 | 0 | + 0,0102 | | | |
| 16 | + 0,0014 | + 0,0027 | + 0,0041 | + 0,0054 | + 0,0068 | + 0,0081 | + 0,0107 | + 0,0042 | - 0,0024 | - 0,0090 | - 0,0090 | 0 | + 0,0080 | | | |
| 17 | + 0,0007 | + 0,0015 | + 0,0022 | + 0,0029 | + 0,0037 | + 0,0044 | + 0,0059 | + 0,0023 | - 0,0013 | - 0,0049 | - 0,0049 | 0 | + 0,0044 | | | |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha(\beta) = \frac{1}{3}$
 $n = 2,0$ (1 : n : 1)

| | | Querschnitt: | | | | | | | | | | Anlage B (3 Öffnungen): | | | | | | |
|---------------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|----------|----------|-----------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 7 | 8 | 9 | 18 | | | | | | | |
| Laststellung: | A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1 | + 0,1304 | + 0,0944 | + 0,0583 | + 0,0221 | - 0,0140 | - 0,0502 | - 0,0074 | - 0,0051 | - 0,0029 | + 0,0310 | } $P \cdot l_1$ | | | | | | |
| | 2 | + 0,0958 | + 0,1916 | + 0,1209 | + 0,0501 | - 0,0208 | - 0,0917 | - 0,0135 | - 0,0094 | - 0,0053 | + 0,0565 | | | | | | | |
| | 3 | + 0,0640 | + 0,1280 | + 0,1920 | + 0,0894 | - 0,0133 | - 0,1161 | - 0,0171 | - 0,0119 | - 0,0067 | + 0,0715 | | | | | | | |
| | 4 | + 0,0365 | + 0,0730 | + 0,1095 | + 0,1460 | + 0,0158 | - 0,1145 | - 0,0169 | - 0,0118 | - 0,0066 | + 0,0705 | | | | | | | |
| | 5 | + 0,0147 | + 0,0294 | + 0,0441 | + 0,0588 | + 0,0735 | - 0,0788 | - 0,0116 | - 0,0081 | - 0,0045 | + 0,0484 | | | | | | | |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| | 7 | - 0,0151 | - 0,0301 | - 0,0452 | - 0,0602 | - 0,0753 | - 0,0903 | + 0,0585 | + 0,0413 | + 0,0238 | - 0,0452 | } $P \cdot l_2$ | | | | | | |
| | 8 | - 0,0200 | - 0,0400 | - 0,0600 | - 0,0800 | - 0,1000 | - 0,1200 | - 0,0007 | + 0,1188 | + 0,0714 | - 0,0000 | | | | | | | |
| | 9 | - 0,0179 | - 0,0357 | - 0,0536 | - 0,0714 | - 0,0893 | - 0,1071 | - 0,0239 | + 0,0595 | + 0,1429 | - 0,0336 | | | | | | | |
| | 10 | - 0,0118 | - 0,0235 | - 0,0353 | - 0,0471 | - 0,0589 | - 0,0706 | - 0,0233 | + 0,0241 | + 0,0714 | - 0,0353 | | | | | | | |
| | 11 | - 0,0048 | - 0,0095 | - 0,0143 | - 0,0190 | - 0,0238 | - 0,0285 | - 0,0112 | + 0,0063 | + 0,0238 | - 0,0243 | | | | | | | |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 13 | + 0,0010 | + 0,0020 | + 0,0031 | + 0,0041 | + 0,0051 | + 0,0061 | + 0,0025 | - 0,0010 | - 0,0045 | + 0,0061 | } $P \cdot l_1$ | | | | | | | |
| 14 | + 0,0015 | + 0,0029 | + 0,0044 | + 0,0059 | + 0,0074 | + 0,0088 | + 0,0037 | - 0,0015 | - 0,0066 | + 0,0088 | | | | | | | | |
| 15 | + 0,0015 | + 0,0030 | + 0,0044 | + 0,0059 | + 0,0074 | + 0,0089 | + 0,0037 | - 0,0015 | - 0,0067 | + 0,0089 | | | | | | | | |
| 16 | + 0,0012 | + 0,0024 | + 0,0035 | + 0,0047 | + 0,0059 | + 0,0071 | + 0,0029 | - 0,0012 | - 0,0053 | + 0,0071 | | | | | | | | |
| 17 | + 0,0007 | + 0,0013 | + 0,0020 | + 0,0026 | + 0,0033 | + 0,0039 | + 0,0016 | - 0,0006 | - 0,0029 | + 0,0039 | | | | | | | | |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha(\beta) = \frac{2}{3}$
 $n = 1,0 \text{ (} 1:n:1 \text{)}$

| | | Querschnitt: | | | | | | | | | | Anlage B (3 Öffnungen). | | | | | | |
|----------------------|--|--------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|----------|----------|-------------------------|-----------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6 ^r | 7 | 8 | 9 | 18 | | | | | | |
| Laststellung: | | A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | | + 0,1304 | + 0,0941 | + 0,0580 | + 0,0217 | 0 | - 0,0145 | - 0,0356 | - 0,0279 | - 0,0202 | - 0,0125 | + 0,0151 | } $P \cdot l_1$ | | | | | |
| 2 | | + 0,0956 | + 0,1912 | + 0,1203 | + 0,0492 | - 0,0218 | - 0,0928 | - 0,0651 | - 0,0510 | - 0,0369 | - 0,0228 | + 0,0277 | | | | | | |
| 3 | | + 0,0638 | + 0,1275 | + 0,0883 | + 0,0883 | - 0,0146 | - 0,1174 | - 0,0825 | - 0,0645 | - 0,0467 | - 0,0288 | + 0,0349 | | | | | | |
| 4 | | + 0,0362 | + 0,0724 | + 0,1086 | + 0,1448 | + 0,0145 | - 0,1160 | - 0,0813 | - 0,0637 | - 0,0462 | - 0,0285 | + 0,0347 | | | | | | |
| 5 | | + 0,0145 | + 0,0290 | + 0,0435 | + 0,0580 | + 0,0725 | - 0,0797 | - 0,0560 | - 0,0438 | - 0,0317 | - 0,0196 | + 0,0237 | | | | | | |
| 6 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| 7 | | - 0,0075 | - 0,0151 | - 0,0226 | - 0,0301 | - 0,0377 | - 0,0452 | - 0,0678 | + 0,0775 | + 0,0564 | + 0,0353 | - 0,0226 | } $P \cdot l_2$ | | | | | |
| 8 | | - 0,0103 | - 0,0206 | - 0,0310 | - 0,0413 | - 0,0516 | - 0,0619 | - 0,0929 | + 0,0236 | + 0,1399 | + 0,0897 | - 0,0310 | | | | | | |
| 9 | | - 0,0096 | - 0,0192 | - 0,0289 | - 0,0385 | - 0,0481 | - 0,0577 | - 0,0866 | - 0,0032 | + 0,0800 | + 0,1634 | - 0,0289 | | | | | | |
| 10 | | - 0,0068 | - 0,0136 | - 0,0203 | - 0,0271 | - 0,0339 | - 0,0407 | - 0,0611 | - 0,0108 | + 0,0394 | + 0,0897 | - 0,0204 | | | | | | |
| 11 | | - 0,0031 | - 0,0062 | - 0,0094 | - 0,0125 | - 0,0156 | - 0,0187 | - 0,0281 | - 0,0071 | + 0,0141 | + 0,0353 | - 0,0094 | | | | | | |
| 12 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| 13 | | + 0,0019 | + 0,0037 | + 0,0056 | + 0,0075 | + 0,0094 | + 0,0112 | + 0,0168 | + 0,0047 | - 0,0075 | - 0,0196 | + 0,0056 | } $P \cdot l_1$ | | | | | |
| 14 | | + 0,0027 | + 0,0054 | + 0,0082 | + 0,0109 | + 0,0136 | + 0,0163 | + 0,0244 | + 0,0068 | - 0,0109 | - 0,0285 | + 0,0081 | | | | | | |
| 15 | | + 0,0028 | + 0,0055 | + 0,0083 | + 0,0110 | + 0,0138 | + 0,0165 | + 0,0247 | + 0,0069 | - 0,0110 | - 0,0288 | + 0,0082 | | | | | | |
| 16 | | + 0,0022 | + 0,0043 | + 0,0065 | + 0,0087 | + 0,0109 | + 0,0130 | + 0,0195 | + 0,0054 | - 0,0087 | - 0,0298 | + 0,0065 | | | | | | |
| 17 | | + 0,0012 | + 0,0024 | + 0,0035 | + 0,0047 | + 0,0059 | + 0,0071 | + 0,0107 | + 0,0030 | - 0,0047 | - 0,0125 | + 0,0036 | | | | | | |
| D | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

$\alpha(\beta) = \frac{2}{3}$
 $n = 1,5 (1 : n : 1)$

| | Anlage B (3 Öffnungen). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|----------|----------|----------|----|---------------|---|--|--|--|--|---------------|---|--|--|--|--|---------------|----|--|--|--|--|
| | Querschnitt: | | | | | | 7 | | | | | | 8 | | | | | | 9 | | | | | | 18 | | | | |
| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 ¹ | 6* | 7 | 8 | 9 | 18 | $P \cdot l_1$ | | | | | | $P \cdot l_2$ | | | | | | $P \cdot l_1$ | | | | | |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 0 | | | | | | 0 | | | | | |
| 1 | + 0,1312 | + 0,0958 | + 0,0604 | + 0,0250 | - 0,0104 | - 0,0459 | - 0,0189 | - 0,0146 | - 0,0104 | - 0,0062 | 0 | - 0,0146 | | | | | | - 0,0104 | | | | | | - 0,0062 | | | | | |
| 2 | + 0,0971 | + 0,1941 | + 0,1248 | + 0,0551 | - 0,0145 | - 0,0839 | - 0,0345 | - 0,0268 | - 0,0190 | - 0,0113 | 0 | - 0,0268 | | | | | | - 0,0190 | | | | | | - 0,0113 | | | | | |
| 3 | + 0,0656 | + 0,1313 | + 0,1969 | + 0,0958 | - 0,0053 | - 0,1063 | - 0,0437 | - 0,0339 | - 0,0241 | - 0,0143 | 0 | - 0,0339 | | | | | | - 0,0241 | | | | | | - 0,0143 | | | | | |
| 4 | + 0,0381 | + 0,0761 | + 0,1142 | + 0,1523 | + 0,0236 | - 0,1050 | - 0,0431 | - 0,0335 | - 0,0238 | - 0,0141 | 0 | - 0,0335 | | | | | | - 0,0238 | | | | | | - 0,0141 | | | | | |
| 5 | + 0,0158 | + 0,0315 | + 0,0473 | + 0,0630 | + 0,0788 | - 0,0722 | - 0,0297 | - 0,0230 | - 0,0164 | - 0,0097 | 0 | - 0,0230 | | | | | | - 0,0164 | | | | | | - 0,0097 | | | | | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 0 | | | | | | 0 | | | | | |
| 7 | - 0,0130 | - 0,0260 | - 0,0391 | - 0,0521 | - 0,0651 | - 0,0781 | - 0,0781 | + 0,0690 | + 0,0494 | + 0,0298 | 0 | + 0,0690 | | | | | | + 0,0494 | | | | | | + 0,0298 | | | | | |
| 8 | - 0,0176 | - 0,0351 | - 0,0527 | - 0,0703 | - 0,0878 | - 0,1054 | - 0,1054 | + 0,0124 | + 0,0130 | + 0,0810 | 0 | + 0,0124 | | | | | | + 0,0130 | | | | | | + 0,0810 | | | | | |
| 9 | - 0,0161 | - 0,0321 | - 0,0482 | - 0,0643 | - 0,0804 | - 0,0964 | - 0,0964 | - 0,0131 | + 0,0703 | + 0,1536 | 0 | - 0,0131 | | | | | | + 0,0703 | | | | | | + 0,1536 | | | | | |
| 10 | - 0,0111 | - 0,0221 | - 0,0332 | - 0,0442 | - 0,0553 | - 0,0663 | - 0,0663 | - 0,0171 | + 0,0319 | + 0,0810 | 0 | - 0,0171 | | | | | | + 0,0319 | | | | | | + 0,0810 | | | | | |
| 11 | - 0,0049 | - 0,0097 | - 0,0146 | - 0,0194 | - 0,0243 | - 0,0291 | - 0,0291 | - 0,0095 | + 0,0102 | + 0,0298 | 0 | - 0,0095 | | | | | | + 0,0102 | | | | | | + 0,0298 | | | | | |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 0 | | | | | | 0 | | | | | |
| 13 | + 0,0017 | + 0,0034 | + 0,0052 | + 0,0069 | + 0,0086 | + 0,0103 | + 0,0103 | + 0,0036 | - 0,0030 | - 0,0097 | 0 | + 0,0036 | | | | | | - 0,0030 | | | | | | - 0,0097 | | | | | |
| 14 | + 0,0025 | + 0,0050 | + 0,0074 | + 0,0099 | + 0,0124 | + 0,0149 | + 0,0149 | + 0,0053 | - 0,0044 | - 0,0141 | 0 | + 0,0053 | | | | | | - 0,0044 | | | | | | - 0,0141 | | | | | |
| 15 | + 0,0025 | + 0,0050 | + 0,0076 | + 0,0101 | + 0,0126 | + 0,0151 | + 0,0151 | + 0,0053 | - 0,0045 | - 0,0143 | 0 | + 0,0053 | | | | | | - 0,0045 | | | | | | - 0,0143 | | | | | |
| 16 | + 0,0020 | + 0,0040 | + 0,0059 | + 0,0079 | + 0,0099 | + 0,0119 | + 0,0119 | + 0,0042 | - 0,0035 | - 0,0113 | 0 | + 0,0042 | | | | | | - 0,0035 | | | | | | - 0,0113 | | | | | |
| 17 | + 0,0011 | + 0,0022 | + 0,0032 | + 0,0043 | + 0,0054 | + 0,0065 | + 0,0065 | + 0,0023 | - 0,0019 | - 0,0062 | 0 | + 0,0023 | | | | | | - 0,0019 | | | | | | - 0,0062 | | | | | |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 0 | | | | | | 0 | | | | | |

$P \cdot l_1$ $P \cdot l_2$

Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

Laststellung:

$\alpha(\beta) = \frac{1}{3}$
 $n = 2,0 (1 : n : 1)$

| | Querschnitt: | | | | | | | | | | | | Anlage B (3 Öffnungen). | | |
|----|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|-------------------------|--|--|
| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6' | 7 | 8 | 9 | 18 | | | | | |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 1 | + 0,1318 | + 0,0959 | + 0,0620 | + 0,0271 | - 0,0078 | - 0,0427 | - 0,0118 | - 0,0091 | - 0,0064 | - 0,0037 | + 0,0190 | | | | |
| 2 | + 0,0981 | + 0,1902 | + 0,1277 | + 0,0591 | - 0,0096 | - 0,0780 | - 0,0215 | - 0,0166 | - 0,0117 | - 0,0068 | + 0,0349 | | | | |
| 3 | + 0,0669 | + 0,1338 | + 0,2007 | + 0,1008 | + 0,0009 | - 0,0989 | - 0,0273 | - 0,0211 | - 0,0148 | - 0,0085 | + 0,0442 | | | | |
| 4 | + 0,0393 | + 0,0786 | + 0,1179 | + 0,1572 | + 0,0297 | - 0,0975 | - 0,0269 | - 0,0208 | - 0,0146 | - 0,0084 | + 0,0438 | | | | |
| 5 | + 0,0166 | + 0,0332 | + 0,0498 | + 0,0664 | + 0,0830 | - 0,0673 | - 0,0185 | - 0,0143 | - 0,0100 | - 0,0058 | + 0,0304 | | | | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 7 | - 0,0190 | - 0,0380 | - 0,0570 | - 0,0760 | - 0,0950 | - 0,1140 | - 0,0854 | + 0,0637 | + 0,0451 | + 0,0265 | - 0,0285 | | | | |
| 8 | - 0,0251 | - 0,0503 | - 0,0754 | - 0,1005 | - 0,1257 | - 0,1508 | - 0,1130 | + 0,0053 | + 0,1239 | + 0,0758 | - 0,0377 | | | | |
| 9 | - 0,0227 | - 0,0455 | - 0,0682 | - 0,0909 | - 0,1137 | - 0,1364 | - 0,1022 | - 0,0190 | + 0,0644 | + 0,1478 | - 0,0341 | | | | |
| 10 | - 0,0153 | - 0,0305 | - 0,0458 | - 0,0611 | - 0,0764 | - 0,0916 | - 0,0686 | - 0,0206 | + 0,0276 | + 0,0758 | - 0,0229 | | | | |
| 11 | - 0,0065 | - 0,0129 | - 0,0194 | - 0,0259 | - 0,0324 | - 0,0388 | - 0,0290 | - 0,0105 | + 0,0080 | + 0,0265 | - 0,0097 | | | | |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 13 | + 0,0016 | + 0,0031 | + 0,0047 | + 0,0063 | + 0,0079 | + 0,0094 | + 0,0070 | + 0,0027 | - 0,0015 | - 0,0058 | + 0,0047 | | | | |
| 14 | + 0,0022 | + 0,0045 | + 0,0067 | + 0,0089 | + 0,0112 | + 0,0134 | + 0,0101 | + 0,0039 | - 0,0022 | - 0,0084 | + 0,0068 | | | | |
| 15 | + 0,0023 | + 0,0045 | + 0,0068 | + 0,0091 | + 0,0114 | + 0,0136 | + 0,0102 | + 0,0040 | - 0,0023 | - 0,0085 | + 0,0068 | | | | |
| 16 | + 0,0018 | + 0,0036 | + 0,0054 | + 0,0072 | + 0,0090 | + 0,0108 | + 0,0081 | + 0,0031 | - 0,0018 | - 0,0068 | + 0,0054 | | | | |
| 17 | + 0,0010 | + 0,0019 | + 0,0029 | + 0,0039 | + 0,0049 | + 0,0058 | + 0,0044 | + 0,0017 | - 0,0010 | - 0,0037 | + 0,0030 | | | | |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |

Laststellung:

$P \cdot l_1$ $P \cdot l_2$
 Skizze mit Bezeichnung der Querschnitte und Erläuterung auf Seite 39 und 40.

Dritter Abschnitt.
Rechnungsbeispiele.

Beispiel 1: Pilzdecke.

Die in Abb. 43 im Grundriß dargestellte **Pilzdecke** mit den Stützweiten $l_x = 5,0$ m und $l_y = 4,0$ m liege an den Umfassungswänden frei auf, laufe über eine größere Anzahl von gleichen Feldern in beiden Richtungen kontinuierlich durch und habe

| | | |
|-------|------------------------|------------------|
| | eine ständige Last von | $g = 400$ kg/qm |
| sowie | eine Nutzlast von | $p = 800$ „ |
| sonit | eine Gesamtlast von | $q = 1200$ kg/qm |

zu tragen. Die Geschoßhöhen des unmittelbar anschließenden oberen bzw. unteren Stockwerkes betragen $h_o = h_u = 4,0$ m (siehe Abb. 44). Die Säulenquerschnitte seien zu $30 \cdot 30$ cm für das obere und zu $40 \cdot 40$ cm für das untere Geschoß, die Deckenstärke zu 20 cm gegeben. Die Decke soll mittels der „stellvertretenden Rahmen“ nach §17 Ziffer 9 der neuen Eisenbetonbestimmungen berechnet werden.

Hinreichend genau kann man als statisches System das in Abb. 7 skizzierte mit 3 Öffnungen annehmen, bei dem die Stützen an der nächst oberen und unteren Decke als eingespannt vorausgesetzt sind¹⁾ (Zwischendecke). Man ermittelt zunächst die Säulenträgheitsmomente

$$J_{1o} = \frac{1}{12} \cdot 30^4 = 67500 \text{ cm}^4$$

und

$$J_{1u} = \frac{1}{12} \cdot 40^4 = 213330 \text{ cm}^4.$$

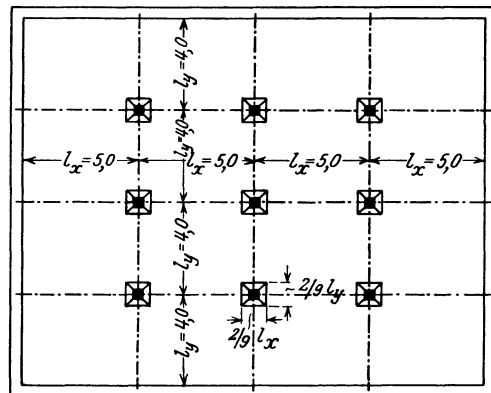


Abb. 43.

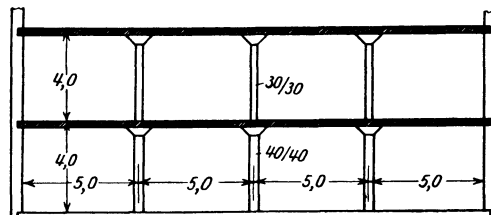


Abb. 44.
Pilzdecke ohne „Kopfplatten“.

¹⁾ Mörsch, E.: Eisenbetonbau Bd. 2, S. 472/473. 5. Aufl.

Nun muß die Rechnung für die beiden Richtungen $l_x = 5,0$ m und $l_y = 4,0$ m vollständig getrennt, also zweimal, durchgeführt werden.

Richtung l_x . (Riegelspannweite $l_1 = l_2 = 5,0$ m.)

Für das Trägheitsmoment des Balkens (Riegels) J_2 ist hier das Trägheitsmoment der Decke J_d von der Höhe $d = 20$ cm und der Querschnittsbreite $l_y = 400$ cm zu nehmen.

$$\text{Daher } J_2 = J_d = \frac{1}{12} \cdot 400 \cdot 20^3 = 267\,000 \text{ cm}^4.$$

Die Steifigkeitsziffern k_o und k_u (siehe S. 5) ergeben sich jetzt mit:

$$k_o = \frac{J_2}{J_{1o}} \cdot \frac{h_o}{l_1} = \frac{J_d}{J_{1o}} \cdot \frac{h_o}{l_x} = \frac{267\,000 \cdot 4,0}{67\,500 \cdot 5,0} = 3,17,$$

$$k_u = \frac{J_2}{J_{1u}} \cdot \frac{h_u}{l_1} = \frac{J_d}{J_{1u}} \cdot \frac{h_u}{l_x} = \frac{267\,000 \cdot 4,0}{213\,330 \cdot 5,0} = 1,00.$$

Da die Fußenden bzw. Kopfenden der Säulen eingespannt sind, rechnet man den Einspannungsgrad β nach Gl. 14)

$$\beta = \frac{3 \cdot k_u}{3 k_u + 4 + 4 \left(\frac{k_u}{k_o}\right)} = \frac{3 \cdot 1,00}{3 \cdot 1,00 + 4 + 4 \cdot \left(\frac{1,00}{3,17}\right)} = 0,363.$$

Andererseits ist das Spannweitenverhältnis $n = 1$, da alle Felder in einer Richtung konstante Spannweite haben sollen. Da in den Zahlentafeln für die Maximalmomente (II. Abschnitt, 1. Teil) nur die Werte für $\alpha(\beta) = \frac{1}{3} = 0,333$ und für $\frac{1}{2} = 0,500$ angegeben sind, so kann man, falls man ganz genau rechnen will, die Momentenwerte für den vorliegenden Wert $\beta = 0,363$ durch geradlinige Einschaltung finden, oder aber man wird sich damit begnügen, näherungsweise die Werte für $\beta = 0,333$ zu nehmen¹⁾, was hier gemacht wurde.

Es ergeben sich dann nachstehende Momente (auf eine Breite $l_y = 4,0$ m):

$$n = 1; \quad \beta = \frac{1}{3} \text{ (näherungsweise)}$$

(Zahlentafeln S. 28/29 oben).

a) Außenfeld (Endfeld):

$$\begin{cases} \max M_{p1} = 0,0836 \cdot 800 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = + 6690 \text{ mkg} \\ \max M_{g1} = 0,0747 \cdot 400 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = + 2990 \text{ „} \end{cases}$$

zusammen $\max M_{g1} = + 9680 \text{ mkg}$

b) Innenfeld (Mittelfeld):

$$\begin{cases} \max M_{p2} = + 0,0568 \cdot 800 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = + 4540 \text{ mkg} \\ \min M_{p2} = - 0,0227 \cdot 800 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = - 1820 \text{ „} \\ \max M_{g2} = + 0,0341 \cdot 400 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = + 1360 \text{ „} \end{cases}$$

¹⁾ Auch die auf Seite 34—37 wiedergegebenen Diagramme für gleiche Spannweiten ($n = 1$) wird man mit Vorteil für Einschaltungszwecke verwenden und die betr. Werte durch Abgreifen finden.

zusammen:

$$\max M_{q_2} = + 5900 \text{ mkg}$$

$$\min M_{q_2} = - 460 \text{ „}$$

Von diesen Feldmomenten hat vorschriftsgemäß der Feldstreifen (Breite $\frac{l_y}{2} = 2,0 \text{ m}$) 45% und die beiden Gurtstreifen (Breite $2 \cdot \frac{l_y}{4} = 2 \cdot 1,0 \text{ m}$) 55% aufzunehmen. Somit:

$$\text{zu a) } \left\{ \begin{array}{l} \text{Feldstreifen im Außenfeld: } M_F = + 0,45 \cdot 9680 = + 4360 \text{ mkg} \\ \text{Gurtstreifen „ „ : } M_G = + 0,55 \cdot 9680 = + 5320 \text{ „} \end{array} \right.$$

zu b) Feldstreifen im Innenfeld:

$$\left\{ \begin{array}{l} M_{F+} = + 0,45 \cdot 5900 = + 2650 \text{ mkg} \\ M_{F-} = - 0,45 \cdot 460 = - 205 \text{ „} \end{array} \right.$$

Gurtstreifen im Innenfeld:

$$\left\{ \begin{array}{l} M_{G+} = + 0,55 \cdot 5900 = + 3250 \text{ mkg} \\ M_{G-} = - 0,55 \cdot 460 = - 255 \text{ „} \end{array} \right.$$

c) Minimale Stützenmomente an der Mittelöffnung (an der Säulenflucht gegen das Innenfeld zu):

$$\left\{ \begin{array}{l} \min M_{pi} = - 0,1046 \cdot 800 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = - 8370 \text{ mkg} \\ \min M_{gi} = - 0,0909 \cdot 400 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = - 3640 \text{ „} \end{array} \right.$$

$$\text{zusammen } \min M_{qi} = - 12010 \text{ mkg}$$

d) Minimale Stützenmomente an der Endöffnung (an der Säulenflucht gegen das Außenfeld):

$$\left\{ \begin{array}{l} \min M_{pa} = - 0,1182 \cdot 800 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = - 9460 \text{ mkg} \\ \min M_{ga} = - 0,1137 \cdot 400 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = - 4550 \text{ „} \end{array} \right.$$

$$\text{zusammen } \min M_{qa} = - 14010 \text{ mkg}$$

Von den negativen Momenten in den Säulenfluchten sind vorschriftsgemäß dem Feldstreifen nur 25%, dem Gurtstreifen dagegen 75% zuzuweisen.

Daher:

zu c) negative Stützenmomente gegen das Innenfeld zu

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Feldstreifen: } M_F = - 0,25 \cdot 12010 = - 3000 \text{ mkg} \\ \text{Gurtstreifen: } M_G = - 0,75 \cdot 12010 = - 9010 \text{ „} \end{array} \right.$$

zu d) negative Stützenmomente gegen das Außenfeld zu:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Feldstreifen: } M_F = - 0,25 \cdot 14010 = - 3500 \text{ mkg} \\ \text{Gurtstreifen: } M_G = - 0,75 \cdot 14010 = - 10510 \text{ „} \end{array} \right.$$

e) Stielmomente.

Die sich hier aus der Tafel ergebenden Momente sind die Säulenkopfmomente für den Fall der „Dachdecke“ gemäß Abb. 8 und müssen noch im

umgekehrten Verhältnisse der Steifigkeitsziffern k_o bzw. k_u aufgeteilt werden, um das obere Moment (Kopfmoment) der unteren, bzw. das untere Moment (Fußmoment) der oberen Säule zu erhalten. (Vgl. die Darlegungen auf S. 10, besonders Gl. 18.) Dabei ist stets M_o mit entgegengesetztem Vorzeichen einzusetzen:

$$\begin{aligned} \max M_{kp} &= + 0,0682 \cdot 800 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = + 5460 \text{ mkg} \\ \min M_{kp} &= - 0,0455 \cdot 800 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = - 3640 \text{ ,,} \\ M_{kg} &= + 0,0227 \cdot 400 \cdot 4,0 \cdot 5,0^2 = + 910 \text{ ,,} \\ \hline \text{zusammen } \max M_{kq} &= + 6370 \text{ mkg} \\ \min M_{kq} &= - 2730 \text{ ,,} \end{aligned}$$

Aufteilung in Kopf- und Fußmomente (nach Gl. 18):

$$\left\{ \begin{array}{l} \max M_u = + \frac{6370 \cdot 3,17}{3,17 + 1,00} = + 4840 \text{ mkg} \\ \min M_o = - \frac{6370 \cdot 1,00}{3,17 + 1,00} = - 1530 \text{ ,,} \end{array} \right.$$

und

$$\left\{ \begin{array}{l} \min M_u = - \frac{2730 \cdot 3,17}{3,17 + 1,00} = - 2075 \text{ mkg} \\ \max M_o = + \frac{2730 \cdot 1,00}{3,17 + 1,00} = + 655 \text{ ,,} \end{array} \right.$$

Damit sind sämtliche Momente (Feldmomente, Stützenmomente und Stielmomente) in der Spannrichtung $l_x = 5,0$ m gefunden und es müssen nun in gleicher Weise die Momente für die Richtung $l_y = 4,0$ m ermittelt werden, wobei das Trägheitsmoment der Decke ($J_d = \frac{1}{12} \cdot l_x \cdot d^3$) und sämtliche Lasten für die Breite $l_x = 5,0$ m aufzustellen sind und die Steifigkeitsziffern

$$\left(k_o = \frac{J_d}{J_{1o}} \cdot \frac{h_o}{l_y} \quad \text{und} \quad k_u = \frac{J_d}{J_{1u}} \cdot \frac{h_u}{l_y} \right)$$

sowie der Einspannungsgrad β neuerdings berechnet werden. Die Rechnung selbst ist, da sie nichts Neues bietet, hier weggelassen,

Zum Schlusse erfolgt die Bemessung der Decken- und Säulenquerschnitte (Decken auf Biegung, Säulen auf Biegung und Druck) mit den Spannungen Tafel IV, Spalte a) der neuen Vorschriften.

Die nach den Formeln 12) bis 16) der neuen „Bestimmungen“ ausgeführte Näherungsrechnung würde nachstehende Momentenwerte (auf die Querschnittsbreite 1) ergeben¹⁾:

¹⁾ Die positiven Momentenwerte sind für Decken ohne „Kopfplatten“ noch um 25% zu erhöhen.

Richtung $l_x = 5,0$ m .

a) Außenfeld (Formel 12):

$$M_F = 5,0^2 \cdot \left(\frac{400}{16} + \frac{800}{13} \right) = + 2165 \text{ mkg}$$

$$M_G = 5,0^2 \cdot \left(\frac{400}{13} + \frac{800}{11} \right) = + 2590 \text{ ,,}$$

b) Innenfeld (Formel 13):

$$M_F = 5,0^2 \cdot \left(\frac{400}{32} + \frac{800}{16} \right) = + 1560 \text{ mkg}$$

$$M_G = 5,0^2 \cdot \left(\frac{400}{26} + \frac{800}{13} \right) = + 1925 \text{ ,,}$$

c) Stützenmomente längs der ersten inneren Stützenreihe (Formel 14):

$$M_F = - \frac{5,0^2}{24} \cdot (400 + 800) = - 1250 \text{ mkg}$$

$$M_G = - \frac{5,0^2}{8} \cdot (400 + 800) = - 3750 \text{ ,,}$$

d) Stützenmomente in den übrigen Stützenreihen (Formel 15):

$$M_F = - \frac{5,0^2}{30} \cdot (400 + 800) = - 1000 \text{ mkg}$$

$$M_G = - \frac{5,0^2}{10} \cdot (400 + 800) = - 3000 \text{ ,,}$$

e) Säulenkopf- und Fußmomente (Formel 16):

Man rechnet:

$$c_o = \frac{l_x}{h_o} \cdot \frac{J_{1o}}{J_d} = \frac{1}{k_o} = \frac{1}{3,17} = 0,316$$

und

$$c_u = \frac{l_x}{h_u} \cdot \frac{J_{1u}}{J_d} = \frac{1}{k_u} = \frac{1}{1,00} = 1,00.$$

Die gesamte Verkehrslast eines Feldes mit den Seitenlängen von 5,0 und 4,0 m beträgt:

$$P = 5,0 \cdot 4,0 \cdot 800 = 16000 \text{ kg.}$$

$$M_u = \mp \frac{Pl}{12} \cdot \frac{c_u}{c_o + 1 + c_u} = \mp 16000 \cdot \frac{5,0}{12} \cdot \frac{1,0}{0,316 + 1 + 1,0} = \mp 2880 \text{ mkg.}$$

$$M_o = \pm \frac{Pl}{12} \cdot \frac{c_o}{c_o + 1 + c_u} = \pm 16000 \cdot \frac{5,0}{12} \cdot \frac{0,316}{0,316 + 1 + 1,0} = \pm 910 \text{ mkg.}$$

Um die Momente der amtlichen Vorschriften mit den mittels der „stellvertr. Rahmen“ (Maximalmomententabellen) erhaltenen zu vergleichen, sind die ersteren noch mit 2,0 (der Breite des Feld- bzw. Gurtstreifens) zu multiplizieren. Es zeigt sich im vorliegenden Fall für die Feldmomente im Außenfeld gute Übereinstimmung¹⁾, während die Feldmomente im Innenfeld

¹⁾ Dies gilt jedoch nur für Decken mit „Kopfplatten“ gemäß Abb. 1 oder 2, S. 17 der „Bestimmungen“, wird die Decke nach vorstehender Abb. 43—44 ausgeführt, dann sind die positiven Werte um 25% zu erhöhen.

nach den „Bestimmungen“ größer, die Stützenmomente und Stielmomente durchweg etwas kleiner ausfallen.

Nachstehende Gegenüberstellung läßt dies im einzelnen erkennen:

| | |
|---|---|
| A. Momente mittels des „stellvertr. Rahmens berechnet | B. Momente nach den Näherungsformeln 12) bis 16) der Bestimmungen berechnet |
|---|---|

für 2,0 m Streifenbreite.

a) Außenfeld:

| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| $M_F = + 4360 \text{ mkg}$ | $M_F = + 4330 \text{ mkg (+ 25\%)}$ |
| $M_G = + 5320 \text{ "}$ | $M_G = + 5180 \text{ " "}$ |

b) Innenfeld:

| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| $M_F = + 2650 \text{ mkg}$ | $M_F = + 3120 \text{ mkg (+ 25\%)}$ |
| $M_G = + 3250 \text{ "}$ | $M_G = + 3850 \text{ " "}$ |

c) Stützenmomente gegen das Innenfeld zu:

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| $M_F = - 3000 \text{ mkg}$ | $M_F = - 2500 \text{ mkg}$ |
| $M_G = - 9010 \text{ "}$ | $M_G = - 7500 \text{ "}$ |

d) Stielmomente:

| | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| $\max M_u = + 4840 \text{ mkg}$ | $\max M_u = \pm 2880 \text{ mkg}$ |
| $\min M_u = - 2075 \text{ "}$ | $\min M_u = \pm 2880 \text{ mkg}$ |
| $\max M_o = + 655 \text{ "}$ | $\max M_o = \pm 910 \text{ "}$ |
| $\min M_o = - 1530 \text{ "}$ | $\min M_o = \pm 910 \text{ "}$ |

Es ist einleuchtend, daß diese ziemlich gute Übereinstimmung der Momentenwerte für die Feldmomente nur eine zufällige ist, da ja bei den gleichen Spannweiten und anderen Einspannungsverhältnissen sich im Falle A wesentlich andere Momente ergeben hätten, während im Falle B — angenommen ist Gl. 16) — die elastische Einspannung in die Stützen in keiner Weise berücksichtigt erscheint, also die Momente der Formeln 12) bis 15) unabhängig von der Stützenstärke sind. So z. B. hätte im Falle A die gleiche Decke zwischen stärkeren Stützen, also in einem tiefer liegenden Geschoße eingespannt, da β sich immer mehr dem Wert Null, d. h. der vollen Einspannung, nähert, kleinere Feldmomente und kleinere Stützenmomente an der Mittelöffnung, dagegen größere Stielmomente und größere Stützenmomente an der Endöffnung ergeben¹⁾. Die Näherungsformeln 12) bis 15)

¹⁾ Vgl. hierzu die Darlegungen von Hajnal-Konyi in Beton Eisen 1926, Heft 13 in dem Aufsätze: Bemerkungen zu den „Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton“ vom 9. September 1925 unter besonderer Berücksichtigung der Pilzdecken. (Punkt 4 auf Seite 247.)

stimmen eben nur für Pilzdecken auf verhältnismäßig schwachen Säulen, wie solche in dem vorliegenden Zahlenbeispiel vorausgesetzt waren¹⁾.

Beispiel 2: Berechnung der Größtmomente eines Durchlaufträgers über 3 Öffnungen mit Einzelbelastung unter Berücksichtigung der elastischen Stützeinspannung.

(Hauptunterzug mit Einzellasten durch die Nebenträger, Abb. 45.)

Gegeben:

- Eigengewicht des Trägers $g = 400 \text{ kg/m}$
- Eigengewicht, durch die Nebenträger übertragen . $G = 1500 \text{ kg}$
- Nutzlast, durch die Nebenträger übertragen . . $P = 3000 \text{ kg}$.

Säulenquerschnitte:

- unten $50 \cdot 50 \text{ cm}$
- oben $40 \cdot 40 \text{ cm}$.

Balkenquerschnitt:

$30 \cdot 60 \text{ cm}^2$.

Geschoßhöhen und Feldweiten sind aus der Abb. 45 ersichtlich.

Trägheitsmomente der Säulen:

$$J_{1o} = \frac{1}{12} \cdot 40^4 = 213\,300 \text{ cm}^4,$$

$$J_{1u} = \frac{1}{12} \cdot 50^4 = 521\,000 \text{ cm}^4.$$

Trägheitsmoment des Riegels:

$$J_2 = \frac{1}{12} \cdot 30 \cdot 60^3 = 540\,000 \text{ cm}^4.$$

Steifigkeitsziffern³⁾:

$$k_o = \frac{J_2}{J_{1o}} \cdot \frac{h_o}{l_1} = \frac{540\,000}{213\,300} \cdot \frac{3,5}{3,0} = 2,96,$$

$$k_u = \frac{J_2}{J_{1u}} \cdot \frac{h_u}{l_1} = \frac{540\,000}{521\,000} \cdot \frac{4,5}{3,0} = 1,56.$$

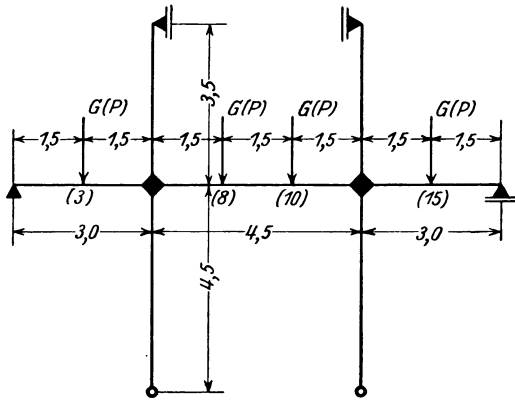


Abb. 45. Hauptunterzug mit Einzellasten.

¹⁾ Nach Dr. Marcus (Theorie elastischer Gewebe und ihre Anwendung auf die Berechnung biegsamer Platten, S. 325) kann man den stellvertretenden Rahmen anstatt für die volle Belastung für die „wirksame“ Belastung berechnen, d. i. eine Streckenbelastung zwischen den Mittelpunkten der halben Stützenköpfe. Dazu wird man vorteilhafterweise die Einflußflächen (II. Abschnitt, 2. Teil) benutzen. Eine nennenswerte Ermäßigung wird dies jedoch nur bei großen Stützenkopfausladungen (Stützen mit „Kopfplatten“) bringen.

²⁾ Für die Aufstellung der Trägheitsmomente soll hier näherungsweise nur der Rechteckquerschnitt — und nicht der Plattenbalken — zugrunde gelegt werden. Eine graphische Tafel zur raschen Ermittlung der Trägheitsmomente von Plattenbalken findet man in Straßner: Der durchlaufende Bogen, S. 204. Berlin 1919; auch in Löser: Bemessungsverfahren, Berlin 1925, wiedergegeben.

³⁾ Es ist besonders darauf zu achten, daß zur Ermittlung der Steifigkeitszahlen für die Riegelspannweite (im Nenner) stets die Feldweite l_1 der gleich langen Endfelder (bei

Einspannungsgrad (da die Säulenenden an den benachbarten Decken oben und unten gelenkig angenommen, gemäß Gl. 5):

$$\alpha = \frac{k_u}{k_u + 1 + \left(\frac{k_u}{k_o}\right)} = \frac{1,56}{1,56 + 1 + \left(\frac{1,56}{2,96}\right)} = 0,505.$$

Für Einspannung der Säulenenden an den benachbarten Decken oben und unten hätte sich ergeben (nach Gl. 14):

$$\beta = \frac{3 k_u}{3 k_u + 4 + 4 \left(\frac{k_u}{k_o}\right)} = \frac{3 \cdot 1,56}{3 \cdot 1,56 + 4 + 4 \cdot \left(\frac{1,56}{2,96}\right)} = 0,433,$$

welcher Wert von α nicht stark abweicht. Man müßte nun, streng genommen, zwischen diesen beiden Werten mitteln, also mit $\frac{\alpha + \beta}{2}$ rechnen. Berücksichtigt man jedoch den Umstand, daß die Trägheitsmomente nicht ganz genau berechnet werden können und daß in Wirklichkeit die Säulenenden in der nächsten oberen und unteren Decke weder vollkommen gelenkig gelagert noch vollkommen eingespannt, sondern auch wieder elastisch-drehbar eingespannt sind, so erkennt man, daß hier eine allzu verfeinerte Rechnung keinen Zweck hat, vielmehr wird man hier einfach $\alpha = \frac{1}{2}$ annehmen und mit diesem Wert die Rechnung durchführen¹⁾.

1. Ermittlung der Größt- und Kleinstmomente infolge der gleichmäßig verteilten Belastung g mittels der Maximalmomententafeln (Zweiter Abschnitt, 1. Teil).

Für $\alpha = \frac{1}{2}$ und $n = \frac{l_2}{l_1} = \frac{4,50}{3,00} = 1,5$ findet man S. 28/29:

a) Endfeld:

$$\max M_{g1} = + 0,0611 \cdot 400 \cdot 3,0^2 = + 220 \text{ mkg.}$$

3 Öffnungen) und des kleineren Feldes (bei 2 Öffnungen) einzusetzen ist. (Vgl. auch die Erläuterung zum Gebrauch der Zahlentafeln, II., Abschn. 1. Teil.)

¹⁾ Insbesondere für alle Überschlagsrechnungen, z. B. zur Ermittlung der Massen für Vorprojekte wird es genügen, ohne den Einspannungsgrad α (β) tatsächlich rechnerisch zu ermitteln, einfach

für mittlere Geschoßdecken

$$\alpha = \frac{1}{3} \text{ bis } \frac{1}{2} \text{ bis } \frac{2}{3},$$

für Dachdecken und obere Geschoßdecken

$$\alpha = \frac{2}{3} \text{ bis } \frac{5}{6} \text{ und}$$

für untere Decken (Kellerdecken)

$$\alpha = \frac{1}{6} \text{ bis } \alpha = 0$$

anzunehmen und mit diesen Werten in die Zahlentafeln einzutreten.

Dies gilt für Trägerdecken. Für Pilzdecken ist das Verhältnis der Trägheitsmomente ein ganz anderes, daher die elastische Einspannung in die Stützen viel wirksamer als bei Trägerdecken und α stets kleiner.

b) Mittelfeld:

$$\max M_{g_2} = + 0,0467 \cdot 400 \cdot 4,50^2 = + 380 \text{ mkg.}$$

c) Negatives Stützenmoment nächst dem Endfeld:

$$\min M_{g_a} = - 0,1506 \cdot 400 \cdot 3,0^2 = - 540 \text{ mkg.}$$

d) Negatives Stützenmoment nächst dem Mittelfeld:

$$\min M_{g_i} = - 0,0783 \cdot 400 \cdot 4,50^2 = - 630 \text{ mkg.}$$

e) Stielmoment:

$$M_{k_g} = - 0,0256 \cdot 400 \cdot 3,0^2 = - 90 \text{ mkg.}$$

Kontrolle:

$$M_{k_g} = M_{g_i} - M_{g_a}.$$

Die Aufteilung des Stielmomentes in Kopfmoment und Fußmoment erfolgt im umgekehrten Verhältnisse der Steifigkeitszahlen (vgl. Gl. 18).

Kopfmoment der unteren Säule:

$$M_{u_g} = - 90 \cdot \frac{2,96}{2,96 + 1,56} = - 59 \text{ mkg.}$$

Fußmoment der oberen Säule:

$$M_{o_g} = + 90 \cdot \frac{1,56}{2,96 + 1,56} = + 31 \text{ mkg.}$$

2. Größtmomente infolge der Einzellasten G und P .

Da hier im Mittelfeld die Lasten sich in den Drittelpunkten übertragen, ermitteln wir die Größtmomente für die ungünstigsten Laststellungen mittels der Einflußlinientafeln (II. Abschnitt, 2. Teil, S. 56).

$$\alpha = \frac{1}{2}, \quad n = \frac{l_2}{l_1} = 1,5.$$

a) Endfeld (Moment bei Punkt 3, s. Bezeichnungsskizze Abb. 41):

$$\begin{aligned} \max M_{G_1} \text{ (Lasten bei 3, 8, 10 und 15)} \\ &= (+ 0,1899 - 0,0424 - 0,0257 + 0,0051) \cdot 1500 \cdot 3,0 \\ &= + 0,1269 \cdot 1500 \cdot 3,0 \qquad \qquad \qquad = + 570 \text{ mkg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max M_{P_1} \text{ (Lasten bei 3 und 15)} \\ &= (+ 0,1899 + 0,0051) \cdot 3000 \cdot 3,0 \\ &= + 0,1950 \cdot 3000 \cdot 3,0 \qquad \qquad \qquad = + 1755 \text{ mkg} \end{aligned}$$

$$\text{zusammen: } \max M_{Q_1} = + 2325 \text{ mkg.}$$

b) Mittelfeld (Moment bei 9):

$$\begin{aligned} \max M_{G_2} \text{ (Lasten bei 3, 8, 10 und 15)} \\ &= (-0,0113 + 0,0758 + 0,0758 - 0,0113) \cdot 1500 \cdot 4,5 \\ &= + 0,1290 \cdot 1500 \cdot 4,5 \qquad \qquad \qquad = + \quad \mathbf{870 \text{ mkg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max M_{P_2} \text{ (Lasten bei 8 und 10)} \\ &= (+ 0,0758 + 0,0758) \cdot 3000 \cdot 4,50 \\ &= + 0,1516 \cdot 3000 \cdot 4,50 \qquad \qquad \qquad = + \quad \mathbf{2050 \text{ mkg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \min M_{P_2} \text{ (Lasten bei 3 und 15)} \\ &= (- 0,0113 - 0,0113) \cdot 3000 \cdot 4,50 \\ &= - 0,0226 \cdot 3000 \cdot 450 \qquad \qquad \qquad = - \quad \mathbf{305 \text{ mkg}} \end{aligned}$$

$$\text{zusammen: } \max M_{Q_2} = + \quad \mathbf{2920 \text{ mkg}}$$

$$\text{(min } M_{Q_2} = + \quad \mathbf{565 \text{ mkg})}$$

c) Minimale Stützenmomente nächst dem Endfeld (bei 6^l):

$$\begin{aligned} \min M_{G_a} \text{ (Lasten bei 3, 8, 10 und 15)} \\ &= (- 0,1206 - 0,0848 - 0,0515 + 0,0102) \cdot 1500 \cdot 3,0 \\ &= - 0,2467 \cdot 1500 \cdot 3,0 \qquad \qquad \qquad = - \quad \mathbf{1110 \text{ mkg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \min M_{P_a} \text{ (Lasten bei 3, 8 und 10)} \\ &= (- 0,1206 - 0,0848 - 0,0515) \cdot 3000 \cdot 3,0 \\ &= - 0,2569 \cdot 3000 \cdot 3,0 \qquad \qquad \qquad = - \quad \mathbf{2310 \text{ mkg}} \end{aligned}$$

$$\text{zusammen: } \min M_{Q_a} = - \quad \mathbf{3420 \text{ mkg}}$$

Minimale Stützenmomente nächst dem Mittelfeld (bei 6^r):

$$\begin{aligned} \min M_{G_i} \text{ (Lasten bei 3, 8, 10 und 15)} \\ &= (- 0,0363 - 0,1130 - 0,0686 + 0,0136) \cdot 1500 \cdot 4,50 \\ &= - 0,2043 \cdot 1500 \cdot 4,50 \qquad \qquad \qquad = - \quad \mathbf{1380 \text{ mkg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \min M_{P_i} \text{ (Lasten bei 3, 8 und 10)} \\ &= (- 0,0363 - 0,1130 - 0,0686) \cdot 3000 \cdot 4,50 \\ &= - 0,2179 \cdot 3000 \cdot 4,50 \qquad \qquad \qquad = - \quad \mathbf{2940 \text{ mkg}} \end{aligned}$$

$$\text{zusammen: } \min M_{Q_i} = - \quad \mathbf{4320 \text{ mkg}}$$

e) Größte und kleinste Stielmomente (bei 18):

$$\begin{aligned} M_{KG} \text{ (Lasten bei 3, 8, 10 und 15)} \\ &= (+ 0,0662 + 0,0102) \cdot 1500 \cdot 3,0 + \\ &\quad + (- 0,0565 - 0,0343) \cdot 1500 \cdot 4,5 \\ &= + 0,0764 \cdot 1500 \cdot 3,0 - 0,0908 \cdot 1500 \cdot 4,5 \qquad \qquad \qquad = - \quad \mathbf{270 \text{ mkg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max M_{KP} \text{ (Lasten bei 3 und 15)} \\ &= (+ 0,0662 + 0,0102) \cdot 3000 \cdot 3,0 \\ &= + 0,0764 \cdot 3000 \cdot 3,0 \qquad \qquad \qquad = + \quad \mathbf{690 \text{ mkg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \min M_{KP} \text{ (Lasten bei 8 und 10)} \\ &= (- 0,0565 - 0,0343) \cdot 3000 \cdot 4,5 \\ &= - 0,0908 \cdot 3000 \cdot 4,5 \qquad \qquad \qquad = - \quad \mathbf{1230 \text{ mkg}} \end{aligned}$$

$$\text{zusammen: } \max M_{kQ} = + \quad \mathbf{420 \text{ mkg}}$$

$$\text{min } M_{kQ} = - \quad \mathbf{1500 \text{ mkg}}$$

Aufteilung (gemäß Gl. 18):

Kopfmoment unten:

$$\max M_{uQ} = + 420 \cdot \frac{2,96}{2,96 + 1,56} = + 275 \text{ mkg},$$

Fußmoment oben:

$$\min M_{oQ} = - 420 \cdot \frac{1,56}{2,96 + 1,56} = - 145 \text{ mkg};$$

Kopfmoment unten:

$$\min M_{uQ} = - 1500 \cdot \frac{2,96}{2,96 + 1,56} = - 980 \text{ mkg},$$

Fußmoment oben:

$$\max M_{oQ} = + 1500 \cdot \frac{1,56}{2,96 + 1,56} = + 520 \text{ mkg}.$$

Der Momentenverlauf längs der Stiele selbst ist für die beiden Fälle „gelenkiger Anschluß der Säulenden in den Nachbardecken“ (oben und unten) und „Einspannung der Säulenden in den Nachbardecken“ aus Abb. 46 a und 46 b ersichtlich.

Es müßte jetzt noch die Ermittlung der Gesamtmomente infolge g und infolge $Q = G + P$, sowie die Bemessung erfolgen, was hier jedoch nicht mehr durchgeführt wird, sondern als bekannt vorausgesetzt werden darf.

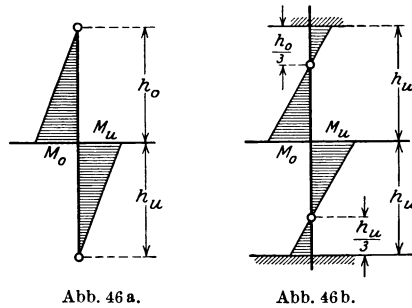


Abb. 46 a.

Abb. 46 b.

Beispiel 3: Durchlaufender Hauptträger mit „Randsäulen“.

(Abb. 47).

Es soll noch kurz der gleiche Hauptträger wie in Beispiel 2 für die gleichen Belastungen unter der Voraussetzung untersucht werden, daß die Endfelder beiderseits mit Randsäulen in biegungssteifer Verbindung stehen.

Die Querschnitte der Randsäulen seien gegeben zu: unten $40 \cdot 40$ cm, oben $30 \cdot 30$ cm.

Nach § 17, Ziffer 15 der „Bestimmungen“ können die Biegemomente näherungsweise am Kopfe und am Fuße der Randsäulen mit Hilfe der Gleichungen¹⁾

$$\begin{cases} M_u = - \frac{q l_1^2}{12} \cdot \frac{c_u}{c_o + 1 + c_u}, \\ M_o = + \frac{q l_1^2}{12} \cdot \frac{c_o}{c_o + 1 + c_u} \end{cases}$$

berechnet werden. Hierbei sind

¹⁾ Vgl. hierzu auch Löser, a. a. O. S. 127/128.

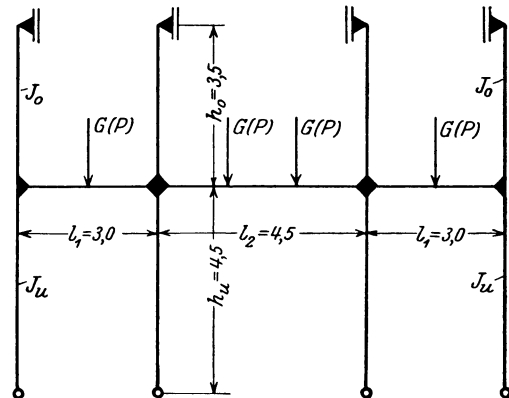


Abb. 47. Hauptträger mit „Randsäulen“.

(mit der hier verwendeten Bezeichnung)

$$c_o = \frac{l_1}{h_o} \cdot \frac{J_o}{J_2} = \frac{1}{k_o}$$

und

$$c_u = \frac{l_1}{h_u} \cdot \frac{J_u}{J_2} = \frac{1}{k_u}$$

die reziproken Werte der Steifigkeitszahlen k_o und k_u (für die Randstützen)¹⁾.

J_2 ist das Trägheitsmoment des Riegels, J_o und J_u die Trägheitsmomente der oberen bzw. unteren Randsäule, l_1 wieder die Feldweite des Endfeldes (s. Abb. 47).

Im vorliegenden Beispiel ist:

$$J_o = \frac{1}{12} \cdot 30^4 = 67\,500 \text{ cm}^4,$$

$$J_u = \frac{1}{12} \cdot 40^4 = 213\,300 \text{ cm}^4,$$

$$J_2 \text{ (wie in Beispiel 2)} = 540\,000 \text{ cm}^4,$$

$$c_o = \frac{3,0}{3,50} \cdot \frac{67\,500}{540\,000} = 0,107,$$

$$c_u = \frac{3,0}{4,50} \cdot \frac{213\,300}{540\,000} = 0,264.$$

Für die Einheitsbelastung q des ersten Riegelfeldes l_1 ist hier, da — Belastung wie in Beispiel 2 angegeben — G und P Einzellasten in Feldmitte sind, einzusetzen:

$$q = g + \frac{12(G+P)}{l_1} = 400 + \frac{2 \cdot 4500}{3,0} = 3400 \text{ kg/m}.$$

Mithin:

$$M_u = - \frac{3400 \cdot 3,0^2}{12} \cdot \frac{0,264}{0,107 + 1 + 0,264} = \sim - 495 \text{ mkg},$$

$$M_o = + \frac{3400 \cdot 3,0^2}{12} \cdot \frac{0,107}{0,107 + 1 + 0,264} = \sim + 200 \text{ mkg}.$$

Das größte Feldmoment im Endfeld, unter der Voraussetzung freier Auflagerung an den Enden berechnet (s. Beispiel 2), wird dann um den Betrag

$$\frac{1}{2} (M_o - M_u) = \frac{1}{2} \cdot 695 = \sim 350 \text{ mkg}$$

vermindert.

¹⁾ J_o und J_u , die Trägheitsmomente der Randsäulen, sind nicht zu verwechseln mit J_{1o} und J_{1u} , den Trägheitsmomenten der Zwischensäulen.

Die Theorie elastischer Gewebe und ihre Anwendung auf die Berechnung biegsamer Platten unter besonderer Berücksichtigung der trägerlosen Pilzdecken. Von Dr.-Ing. **H. Marcus**, Direktor der HUTA, Hoch- und Tiefbau-Aktiengesellschaft, Breslau. Mit 123 Textabbildungen. VIII, 368 Seiten. 1924. RM 21.—; gebunden RM 21.80

Die vereinfachte Berechnung biegsamer Platten. Von Dr.-Ing. **H. Marcus**, Direktor der HUTA, Hoch- und Tiefbau-Aktiengesellschaft, Breslau. Mit 33 Textabbildungen. (Erweiterter Sonderabdruck aus „Der Bauingenieur“, 5. Jahrgang 1924, Heft 20 und 21.) 92 Seiten. 1925. RM 5.10

Die elastischen Platten. Die Grundlagen und Verfahren zur Berechnung ihrer Formänderungen und Spannungen, sowie die Anwendungen der Theorie der ebenen zweidimensionalen elastischen Systeme auf praktische Aufgaben. Von Privatdozent Dr.-Ing. **A. Nádal**, Göttingen. Mit 187 Abbildungen im Text und 8 Zahlentafeln. VIII, 326 Seiten. 1925. Gebunden RM 24.—

Kreisplatten auf elastischer Unterlage. Theorie zentralsymmetrisch belasteter Kreisplatten und Kreisringplatten auf elastisch nachgiebiger Unterlage. Mit Anwendungen der Theorie auf die Berechnung von Kreisplattenfundamenten und die Einspannung in elastische Medien. Von Privatdozent Dr.-Ing. **Ferdinand Schleicher**, Karlsruhe. Mit 52 Textabbildungen. X, 148 Seiten. 1926. RM 13.50; gebunden RM 15.—

Berechnung von Behältern nach neueren analytischen und graphischen Methoden. Für Studierende und Ingenieure und zum Gebrauche im Konstruktionsbureau. Zweite, vollständig umgearbeitete und erweiterte Auflage, mit Benutzung der gemeinsam mit Prof. Dr. K. v. Terzaghi bearbeiteten ersten Auflage herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. **Theodor Pöschl**, Prag. Mit 71 Textabbildungen. VI, 212 Seiten. 1926. Gebunden RM 15.60

Der durchlaufende Träger über ungleichen Öffnungen. Theorie, gebrauchsfertige Formeln, Zahlenbeispiele. Von Prof. Dr.-Ing. **Emil Kammer**, Darmstadt. Mit 303 Abbildungen im Text und auf 4 Tafeln. VIII, 269 Seiten. 1926. RM 25.50; gebunden RM 27.—

Statik der Vierendeelträger. Von Dr.-Ing. **Karl Kriso**, Graz. Mit 185 Textfiguren und 11 Tabellen. X, 288 Seiten. 1922. RM 13.—; gebunden RM 15.—

Theorie des Trägers auf elastischer Unterlage und ihre Anwendung auf den Tiefbau nebst einer Tafel der Kreis- und Hyperbelfunktionen. Von Prof. Dr.-Ing. **Keiichi Hayashi**, Japan. Mit 150 Textfiguren. X, 302 Seiten. 1921. RM 11.—

Zur Berechnung des beiderseits eingemauerten Trägers unter besonderer Berücksichtigung der Längskraft. Von Prof. Dr.-Ing. **Fukuhei Takabeya**, Japan. Mit 28 Textabbildungen und 2 Formeltafeln. IV, 52 Seiten. 1924. RM 3.—

Die Kraftfelder in festen elastischen Körpern und ihre praktischen Anwendungen. Von Dr.-Ing. **Th. Wyss**, Privatdozent, Danzig. Mit 432 Abbildungen im Text und auf 35 Tafeln. X, 368 Seiten. 1926.
Gebunden RM 25.50

Die Knickfestigkeit. Von Dr.-Ing. **Rudolf Mayer**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Mit 280 Textabbildungen und 87 Tabellen. VIII, 502 Seiten. 1921. RM 20.—

Die Statik des ebenen Tragwerkes. Von Prof. **Martin Grüning**, Hannover. Mit 434 Textabbildungen. VIII, 706 Seiten. 1925. Gebunden RM 45.—

Statik für den Eisen- und Maschinenbau. Von Prof. Dr.-Ing. **Georg Unold**, Chemnitz. Mit 606 Textabbildungen. VIII, 342 Seiten. 1925.
Gebunden RM 22.50

Die gewöhnlichen und partiellen Differenzgleichungen in der Baustatik. Von Dr.-Ing. **Friedrich Bleich** und Prof. Dr.-Ing. **Ernst Melan**. Mit etwa 70 Textabbildungen. Erscheint Ende 1926.

Die Berechnung statisch unbestimmter Tragwerke nach der Methode des Viermomentensatzes. Von Dr.-Ing. **Friedrich Bleich**. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 117 Abbildungen im Text. V, 220 Seiten. 1925. Gebunden RM 15.—

Die Tragfähigkeit statisch unbestimmter Tragwerke aus Stahl bei beliebig häufig wiederholter Belastung. Von Prof. **Martin Grüning**, Hannover. Mit 6 Textabbildungen. IV, 30 Seiten. 1926.
RM 3.30

Die Deformationsmethode. Von Prof. Dr. techn. h. c. **A. Ostenfeld**, Kopenhagen. Mit 42 Abbildungen. VI, 118 Seiten. 1926. RM 10.—

Die Sicherheit der Bauwerke und ihre Berechnung nach Grenzkraften anstatt nach zulässigen Spannungen. Von Dr.-Ing. **Max Mayer**, Duisburg. Mit 3 Textabbildungen. VI, 66 Seiten. 1926. RM 2.70