

Zeitschrift: IABSE publications = Mémoires AIPC = IVBH Abhandlungen
Band: 34 (1974)

Artikel: Dreiseitig gelagerte isotrope Rechteckplatten mit linear veränderlicher Dicke
Autor: Eisenbiegler, Günter / Mouhtasseb, Zeid
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-26283>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Dreiseitig gelagerte isotrope Rechteckplatten mit linear veränderlicher Dicke

Isotropic Rectangular Plates of Linearly Variable Thickness Supported on Three Sides

Dalles rectangulaires isotropes à épaisseur linéairement variable appuyées sur trois côtés

GÜNTER EISENBIEGLER

Dr.-Ing., Wiss. Rat und Professor,
Universitäten Karlsruhe und Stuttgart

ZEID MOUHTASSEB

Dipl.-Ing., Wiss. Mitarbeiter, Universität
Karlsruhe

1. Einleitung

Die Platten zählen heute im konstruktiven Ingenieurbau zu den wichtigsten Tragelementen. Aus der Fülle geometrischer Formen und Lagerungsfälle stellen die zwei-, drei- und vierseitig randgelagerten Rechteckplatten die Gruppe mit der grössten Verwendungshäufigkeit dar. Soweit diese Plattentypen konstante Dicke aufweisen, stehen zu ihrer Berechnung und Bemessung bereits umfangreiche Tafelwerke zur Verfügung, so z.B. von BARES [1], BITTNER [2], CZERNY [3], ERTÜRK [4], STIGLAT/WIPPEL [5] u. a.

Dreiseitig gelagerte Rechteckplatten werden nun oft aus konstruktiven, funktionellen oder gestalterischen Gründen mit einer vom freien Rand aus linear ansteigenden Dicke ausgebildet. Dies ist beispielsweise bei Balkonplatten, bei Dachdecken, bei Stützmauern, bei Behälterwänden usw. der Fall. Für diese Platten mit einachsiger veränderlicher Dicke fehlen bislang genaue Berechnungsunterlagen. Dabei interessiert vor allem, inwieweit die Momentengrössen in der Aussenzone längs des freien Randes durch die abliegenden steiferen Bereiche beeinflusst bzw. vermindert werden; denn hier sind zur Momentenaufnahme die kleinsten Querschnittsdicken vorhanden.

Allgemein sind über Platten mit veränderlicher Dicke bisher nur wenige systematische Untersuchungen bekannt geworden. Ausser den Einflussflächenzusammenstellungen von HOMBERG/ROPERS [6], HOMBERG [7] und BERGFELDER [8], findet man in der Literatur wie z.B. in den Arbeiten von GRAN

OLSSON [9], NARUOKA [10], FAVRE/GILG [11], FAVRE/SCHUMANN [12], BUCHHOLZ [13] u. a. nur Berechnungsansätze und Ergebnisse einzelner Plattenbeispiele. Für den praktisch tätigen Ingenieur sind die letzteren Angaben noch zu speziell, um damit alle anfallenden Aufgaben lückenlos bearbeiten zu können. In dem vorliegenden Aufsatz werden daher neben einer allgemeinen und systematischen Berechnungsmethode vornehmlich Momententabellen für dreiseitig gelagerte Rechteckplatten mit einachsiger linear veränderlicher Dicke unter Gleichlast und Dreieckslast angegeben, die mit verschiedenen Parametern einen weiten Anwendungsbereich erfassen.

2. Berechnungsmethode

2.1. Isotrope Rechteckplatte mit konstanter Dicke

Für gleichbleibend dicke Rechteckplatten mit Navierschen Randbedingungen an zwei gegenüberliegenden Rändern lässt sich mit Hilfe der Operatorenrechnung [14] bei beliebiger Belastung eine allgemeine und vollständige Lösung der Kirchhoffschen Bipotentialgleichung

$$\Delta \Delta w = \frac{p(x, y)}{K} \quad (1)$$

entwickeln [15], [16]. In fertiger Form lautet diese für die in Fig. 1 dargestellte Platte unter gleichförmiger und hydrostatischer Belastung:

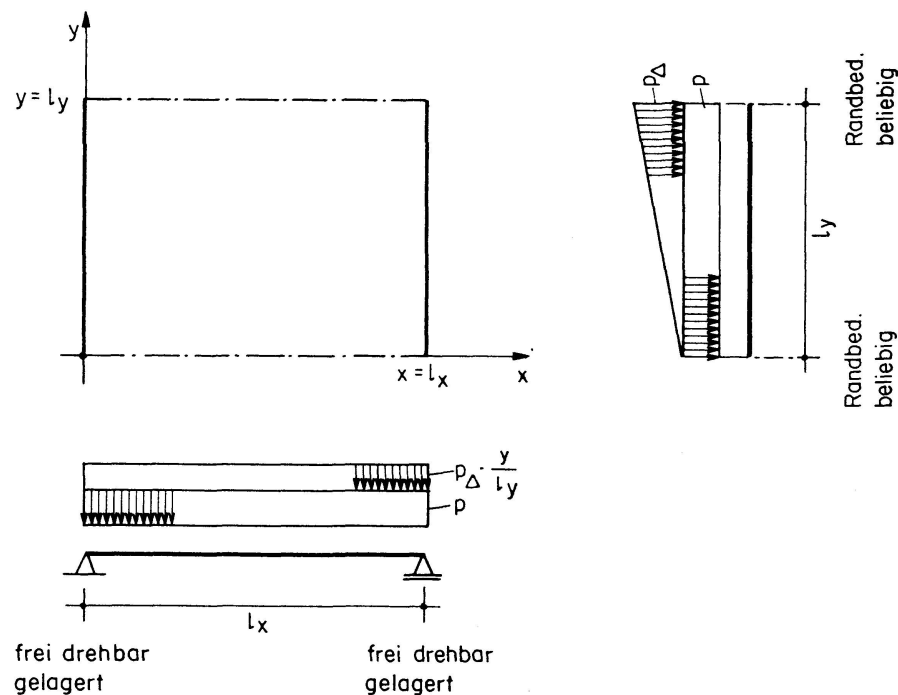


Fig. 1. Rechteckplatte mit konstanter Dicke.

$$\begin{aligned}
w(x, y) = \sum_{m=1,3,5,\dots}^{\infty} \left\{ [\psi_3(\alpha, y) - 2\alpha^2 \psi_1(\alpha, y)] w_y(\alpha, 0) \right. \\
+ [\psi_2(\alpha, y) - 2\alpha^2 \psi_0(\alpha, y)] w_y'(\alpha, 0) \\
+ \psi_1(\alpha, y) \cdot w_y''(\alpha, 0) \\
+ \psi_0(\alpha, y) \cdot w_y'''(\alpha, 0) \\
\left. + \underbrace{\psi_{-1}(\alpha, y) \frac{p}{K} + \psi_{-2}(\alpha, y) \frac{p_{\Delta}}{l_y K}}_{w_y(\alpha, y)} \right\} \underbrace{\frac{4}{\alpha l_x} \sin(\alpha x)}_{w_x(\alpha, x)}, \quad (2)
\end{aligned}$$

$$w(x, y) = \sum_{m=1,3,5,\dots}^{\infty} w_y(\alpha, y) w_x(\alpha, x), \quad \text{mit} \quad \alpha = \frac{m\pi}{l_x}. \quad (3)$$

Dabei bedeuten:

$$\left. \begin{aligned} &w_y(\alpha, 0) \\ &w_y'(\alpha, 0) \\ &w_y''(\alpha, 0) \\ &w_y'''(\alpha, 0) \end{aligned} \right\} \quad \begin{aligned} &\text{Funktion } w_y(\alpha, y) \text{ und ihre ersten drei Ableitungen nach } y \\ &\text{an der Stelle } y=0 \end{aligned}$$

$$p [\text{Mp/m}^2] \quad \text{Ordinate der Gleichlast}$$

$$p_{\Delta} [\text{Mp/m}^2] \quad \text{Endordinate der Dreieckslast}$$

$$K = \frac{E d^3}{12(1-\mu^2)} \quad \text{Plattensteifigkeit}$$

$$E \quad \text{Elastizitätsmodul}$$

$$\mu \quad \text{Querkontraktionszahl}$$

$$\text{und} \quad \psi_{-2}(\alpha, y) = \frac{1}{2} \left[\frac{2y}{\alpha^4} + \frac{y}{\alpha^4} \cosh(\alpha y) - \frac{3}{\alpha^5} \sinh(\alpha y) \right] = \psi_{-2,y}, \quad (4.1)$$

$$\psi_{-1}(\alpha, y) = \frac{1}{2} \left[\frac{2}{\alpha^4} - \frac{2}{\alpha^4} \cosh(\alpha y) + \frac{y}{\alpha^3} \sinh(\alpha y) \right] = \psi_{-1,y} = \psi_{-2,y}', \quad (4.2)$$

$$\psi_0(\alpha, y) = \frac{1}{2} \left[\frac{y}{\alpha^2} \cosh(\alpha y) - \frac{1}{\alpha^3} \sinh(\alpha y) \right] = \psi_{0,y} = \psi_{-1,y}', \quad (4.3)$$

$$\psi_1(\alpha, y) = \frac{1}{2} \left[\frac{y}{\alpha} \sinh(\alpha y) \right] = \psi_{1,y} = \psi_{0,y}', \quad (4.4)$$

$$\psi_2(\alpha, y) = \frac{1}{2} \left[y \cosh(\alpha y) + \frac{1}{\alpha} \sinh(\alpha y) \right] = \psi_{2,y} = \psi_{1,y}', \quad (4.5)$$

$$\psi_3(\alpha, y) = \frac{1}{2} \left[2 \cosh(\alpha y) + \alpha y \sinh(\alpha y) \right] = \psi_{3,y} = \psi_{2,y}', \quad (4.6)$$

$$\psi_4(\alpha, y) = \frac{1}{2} \left[3 \alpha \sinh(\alpha y) + \alpha^2 y \cosh(\alpha y) \right] = \psi_{4,y} = \psi_{3,y}', \quad (4.7)$$

$$\psi_5(\alpha, y) = \frac{1}{2} \left[4 \alpha^2 \cosh(\alpha y) + \alpha^3 y \sinh(\alpha y) \right] = \psi_{5,y} = \psi_{4,y}', \quad (4.8)$$

$$\psi_6(\alpha, y) = \frac{1}{2} \left[5 \alpha^3 \sinh(\alpha y) + \alpha^4 y \cosh(\alpha y) \right] = \psi_{6,y} = \psi_{5,y}'. \quad (4.9)$$

Aus der Durchbiegung w (Gl. (2)) ergeben sich die weiteren Verformungen (Biegewinkel) und die inneren Schnittgrößen (Biegemomente, Drillmomente, Querkräfte, Stützkkräfte) durch partielles Differenzieren. Mit den vereinbarten ψ -Funktionen geht hier der Differentiationsvorgang für die y -Richtung besonders einfach vor sich. Soll die Funktion $w_y(\alpha, y)$ in Gl. (3), und damit $w(x, y)$ selbst, n -mal nach y abgeleitet werden, so sind lediglich die Indizes der enthaltenen ψ -Funktionen um die Zahl n zu erhöhen. Bei Ableitungen nach der x -Richtung müssen nur einfache Kreisfunktionen differenziert werden.

Die vier Koeffizienten $w_y(\alpha, 0)$, $w_y'(\alpha, 0)$, $w_y''(\alpha, 0)$ und $w_y'''(\alpha, 0)$ in Gl. (2) sind zunächst noch freie Größen, solange die Randbedingungen am Plattenanfang (d. h. $y=0$) und am Plattenende (d. h. $y=l_y$) nicht festgelegt sind. An jedem natürlichen Plattenrand sind nun zwei der vier Koeffizienten stets Null. Die beiden restlichen können explizit aus den Nullbedingungen für das Plattenende bestimmt werden, womit in jedem Einzelfalle die vollständige Lösung gefunden ist.

2.2. Isotrope Rechteckplatte mit einachsig beliebig veränderlicher Dicke

Bei der Berechnung von Platten mit einachsig veränderlicher Dicke wird zunächst der Dickenverlauf $d=d(y)$ durch eine inhaltsgleiche Treppenkurve approximiert. Die Gesamtplatte setzt sich danach aus mehreren Plattenstreifen mit jeweils konstanter, aber unterschiedlich grosser Dicke zusammen (Fig. 2). Für jeden dieser Streifen stellt die Gl. (2) wiederum die allgemeine Lösung dar. Da der Lösungsanteil $w_x(\alpha, x)$ bei allen Streifen gleich ist, und

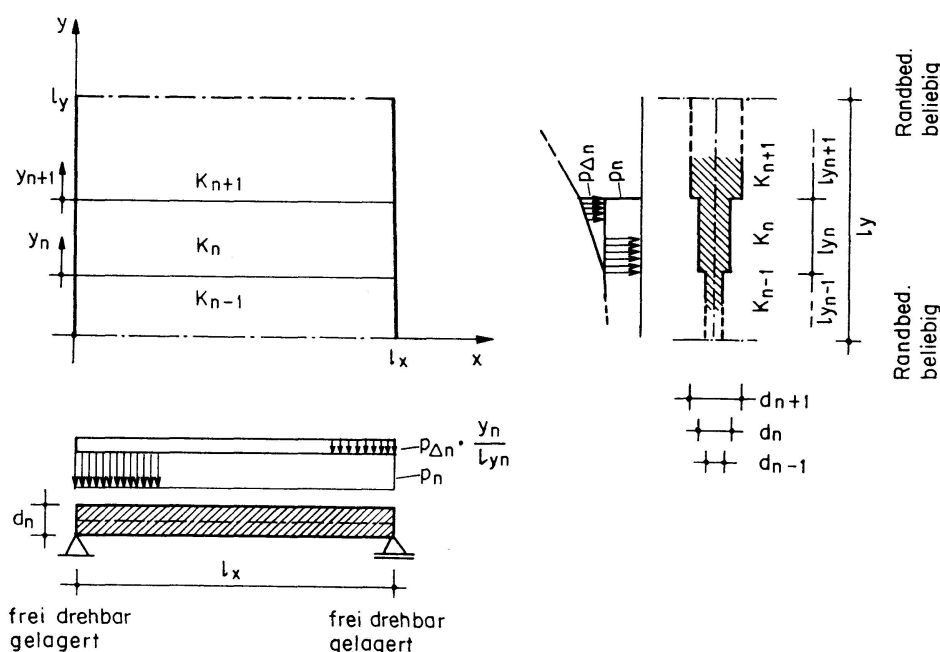


Fig. 2. Rechteckplatte mit veränderlicher Dicke.

daher der Anteil $w_y(\alpha, y)$ unabhängig davon betrachtet werden kann, bietet es sich an, die Koppelung der Einzelabschnitte mit Hilfe von Übertragungsmatrizen zu formulieren [17], [18], [19].

Über die Differentialbeziehungen für die Komponenten des Zustandsvektors $\mathbf{z}$

$$\mathbf{z} = \begin{bmatrix} w \\ \varphi_y \\ m_y \\ q_y^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w \\ w' \\ -K(w'' + \mu w''') \\ -K[w'''' + (2 - \mu)w'''] \end{bmatrix}, \quad (5.1)$$

$$\mathbf{z} = \sum_{m=1,3,5,\dots}^{\infty} \begin{bmatrix} w_y(\alpha, y) \\ w_y'(\alpha, y) \\ -K[w_y''(\alpha, y) - \mu \alpha^2 w_y(\alpha, y)] \\ -K[w_y'''(\alpha, y) - (2 - \mu) \alpha^2 w_y'(\alpha, y)] \end{bmatrix} w_x(\alpha, x) = \sum_{m=1,3,5,\dots}^{\infty} \mathbf{z}_y(\alpha, y) w_x(\alpha, x). \quad (5.2)$$

erhält man aus Gl. (2) unmittelbar die charakteristische Feldmatrix $\mathbf{F}_y(\alpha)$ und die Belastungsvektoren $\mathbf{B}_y(\alpha)$ zufolge einer gleich- bzw. dreiecksförmigen Belastung.

Die Feldmatrix $\mathbf{F}_y(\alpha)$ lautet:

$$\mathbf{F}_y(\alpha) = \begin{bmatrix} \psi_{3,y} - (2 - \mu) \alpha^2 \psi_{1,y} \\ \psi_{4,y} - (2 - \mu) \alpha^2 \psi_{2,y} \\ -(1 - \mu^2) (\psi_{5,y} - 2 \alpha^2 \psi_{3,y}) K \\ -[\psi_{6,y} - 2 (2 - \mu) \alpha^2 \psi_{4,y} + (2 - \mu)^2 \alpha^4 \psi_{2,y}] K \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} \psi_{2,y} - \mu \alpha^2 \psi_{0,y} & -\psi_{1,y} \frac{1}{K} & -\psi_{0,y} \frac{1}{K} \\ \psi_{3,y} - \mu \alpha^2 \psi_{1,y} & -\psi_{2,y} \frac{1}{K} & -\psi_{1,y} \frac{1}{K} \\ -(\psi_{4,y} - 2 \mu \alpha^2 \psi_{2,y} + \mu^2 \alpha^4 \psi_{0,y}) K & \psi_{3,y} - \mu \alpha^2 \psi_{1,y} & \psi_{2,y} - \mu \alpha^2 \psi_{0,y} \\ -(1 - \mu^2) (\psi_{5,y} - 2 \alpha^2 \psi_{3,y}) K & \psi_{4,y} - (2 - \mu) \alpha^2 \psi_{2,y} & \psi_{3,y} - (2 - \mu) \alpha^2 \psi_{1,y} \end{bmatrix}.$$

Analog den Feldmatrizen für andere Tragsysteme ist auch die Matrix (6) spiegelbildlich zur steigenden Diagonale aufgebaut. Dieser spezielle Aufbau resultiert generell aus der inneren Symmetrie der Verschiebungsfunktionen ideal elastischer Systeme.

Die Belastungsvektoren $\mathbf{B}_y(\alpha)$ lauten:

für Gleichlast

$$\mathbf{B}_y^G(\alpha) = \begin{bmatrix} \psi_{-1,y} \frac{1}{K} \\ \psi_{0,y} \frac{1}{K} \\ -(\psi_{1,y} - \mu \alpha^2 \psi_{-1,y}) \\ -(\psi_{2,y} - (2 - \mu) \alpha^2 \psi_{0,y}) \end{bmatrix} p, \quad (7.1)$$

für Dreieckslast

$$\mathbf{B}_y^D(\alpha) = \begin{bmatrix} \psi_{-2,y} \frac{1}{K} \\ \psi_{-1,y} \frac{1}{K} \\ -(\psi_{0,y} - \mu \alpha^2 \psi_{-2,y}) \\ -[\psi_{1,y} - (2 - \mu) \alpha^2 \psi_{-1,y}] \end{bmatrix} \frac{p\Delta}{l_y}. \quad (7.2)$$

Betrachtet man jetzt von der in Fig. 2 dargestellten Rechteckplatte einen beliebigen Streifen n , so erhält man den Zustandsvektor

$$\mathbf{z}_{yn}(\alpha) = \begin{bmatrix} w_y \\ \varphi_{yy} \\ m_{yy} \\ q_{yy}^* \end{bmatrix}_n \quad \text{aus dem Zustandsvektor } \mathbf{z}_{yn-1}(\alpha) = \begin{bmatrix} w_y \\ \varphi_{yy} \\ m_{yy} \\ q_{yy}^* \end{bmatrix}_{n-1}.$$

(am rechten Rand des Streifens n) (am linken Rand des Streifens n)

aus der Bedingung

$$\mathbf{z}_{yn} = \mathbf{F}_{yn} \mathbf{z}_{yn-1} + \mathbf{B}_{yn}^G + \mathbf{B}_{yn}^D. \quad (8)$$

Da die vier Komponenten w, φ_y, m_y, q_y^* des Zustandsvektors $\mathbf{z}$ links und rechts einer Dickensprungstelle jeweils gleich sind (aus Gründen der Verformungskontinuität und des Kräftegleichgewichts) kann die Koppelung sämtlicher Streifen vom Plattenanfang ($y=0$) bis zum Plattenende ($y=l_y$) über einen fortlaufenden Matrizenmultiplikationszyklus gemäss Gl. (8) vollzogen werden.

Die Berechnung der Platten mit sprunghaft veränderlicher Dicke geht nun derart vor sich, dass die jeweils zwei unbekannten, von Null verschiedenen Anfangsgrößen vermöge der Feldmatrizen und Belastungsvektoren zum Rand $y=l_y$ übertragen werden. Dort muss die allgemeine Lösung wiederum den vorhandenen Randbedingungen genügen, was zu den zwei Bestimmungsgleichungen für die beiden Freiößen des Anfangsvektors $\mathbf{z}_{y0}$ führt. Nach

dem Einsetzen der explizit ermittelten Anfangsgrößen in Gl. (2) bzw. (8) ist die vollständige Lösung des Plattenproblems gefunden.

3. Numerische Ergebnisse

3.1. Aufstellung von Momententabellen

Für die beiden in Fig. 3 dargestellten Typen dreiseitig gelagerter Rechteckplatten mit linear veränderlicher Dicke unter Gleichlast und Dreieckslast

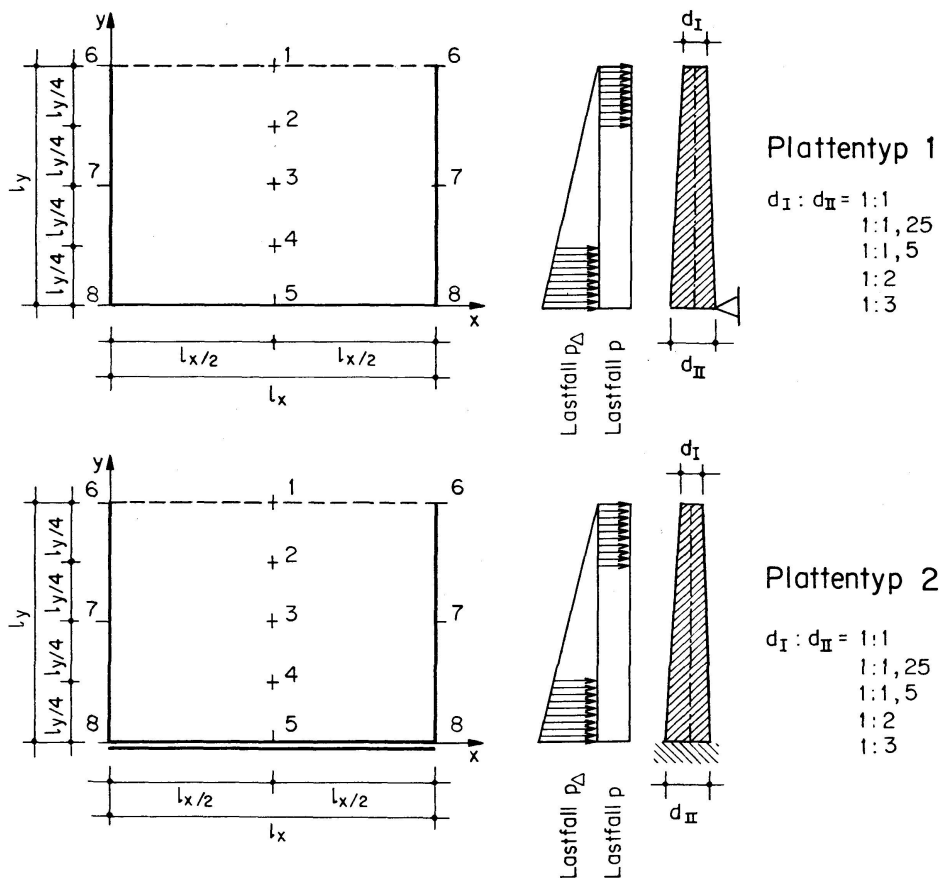


Fig. 3. Dreiseitig gelagerte Rechteckplatten mit linear veränderlicher Dicke (Querdehnung $\mu=0$).

wurde die in Abschnitt 2.2 beschriebene Methode benutzt, um die für eine Bemessung massgebenden Biege- und Drillmomente zu berechnen. Der stetige Verlauf der Plattendicke $d=d(y)$ wurde dabei durch eine flächengleiche Treppenkurve mit zehn gleich breiten Intervallen ersetzt. Die Dichte dieser Intervallaufteilung gewährleistete eine ausreichend genaue Wiedergabe des tatsächlichen Steifigkeitsverhaltens, und die Konstanz der Streifenbreiten führte zu einem kurzen übersichtlichen Computerprogramm und zu kurzen Rechenzeiten. Die gesamte numerische Auswertung wurde auf der Rechanlage

Univac 1108 am Rechenzentrum der Universität Karlsruhe durchgeführt; die Rechenzeit betrug ca. 9 Minuten.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind für den Plattentyp 1 in den Tabellen I.1 bis I.10 und für den Plattentyp 2 in den Tabellen II.1 bis II.10 zusammengestellt. Auf Grund der zwei Lastfälle Gleichlast und Dreieckslast und der fünf ausgewählten Dickenverhältnisse $d_I : d_{II} = 1 : 1; 1 : 1,25; 1 : 1,5; 1 : 2$ und $1 : 3$ ergeben sich jeweils zehn Einzeltabellen, in denen nur noch das Stützweitenverhältnis l_y/l_x variiert ist. Die Tabellen selbst beinhalten die Momentenwerte an acht festen Punkten der Platte (Fig. 3). Im massgebenden Mittelschnitt $x=l_x/2$ sind die Biegemomente m_x bzw. m_y jeweils in den Viertelpunkten angegeben, um genügend Stützwerte zur Beschreibung des ganzen Momentenverlaufes zu besitzen. Dies ist bei den vorliegenden Platten mit veränderlicher Dicke besonders wichtig; denn im Unterschied zu den Platten

Tabelle I.1. Plattentyp 1 – Lastfall Gleichlast – $d_I : d_{II} = 1 : 1$

Faktor: $p l_x^2$

l_y/l_x	$\frac{m_{x_{\text{fcm}}}}{m_{x_1}}$	m_{x_2}	$\frac{m_{x_m}}{m_{x_3}}$	m_{x_4}	m_{y_2}	$\frac{m_{y_m}}{m_{y_3}}$	m_{y_4}	$\frac{+m_{xy_{\text{fre}}}}{+m_{xy_6}}$	$+m_{xy_7}$	$\frac{+m_{xy_e}}{+m_{xy_8}}$
0,4	0,0363	0,0285	0,0199	0,0103	0,0113	0,0152	0,0118	0,0253	0,0327	0,0418
0,5	0,0512	0,0413	0,0296	0,0156	0,0140	0,0192	0,0154	0,0248	0,0356	0,0491
0,6	0,0651	0,0538	0,0395	0,0212	0,0156	0,0218	0,0182	0,0228	0,0367	0,0549
0,7	0,0772	0,0654	0,0491	0,0268	0,0160	0,0230	0,0203	0,0200	0,0365	0,0591
0,8	0,0875	0,0756	0,0580	0,0322	0,0156	0,0232	0,0217	0,0170	0,0354	0,0621
0,9	0,0962	0,0844	0,0660	0,0373	0,0146	0,0227	0,0226	0,0142	0,0336	0,0642
1,0	0,1023	0,0917	0,0731	0,0421	0,0133	0,0217	0,0232	0,0116	0,0315	0,0655
1,1	0,1076	0,0979	0,0731	0,0466	0,0119	0,0204	0,0235	0,0093	0,0292	0,0664
1,2	0,1115	0,1028	0,0849	0,0508	0,0105	0,0190	0,0237	0,0075	0,0268	0,0670
1,3	0,1154	0,1061	0,0897	0,0547	0,0091	0,0175	0,0237	0,0059	0,0244	0,0673
1,4	0,1171	0,1104	0,0939	0,0585	0,0078	0,0161	0,0235	0,0046	0,0222	0,0675
1,5	0,1187	0,1132	0,0977	0,0620	0,0067	0,0147	0,0233	0,0036	0,0200	0,0676
1,75	0,1223	0,1178	0,1051	0,0701	0,0044	0,0115	0,0223	0,0019	0,0153	0,0678
2,0	0,1237	0,1208	0,1105	0,0772	0,0028	0,0088	0,0210	0,0010	0,0115	0,0678

Tabelle I.2. Plattentyp 1 – Lastfall Gleichlast – $d_I : d_{II} = 1 : 1,25$

Faktor: $p l_x^2$

l_y/l_x	$\frac{m_{x_{\text{fcm}}}}{m_{x_1}}$	m_{x_2}	$\frac{m_{x_m}}{m_{x_3}}$	m_{x_4}	m_{y_2}	$\frac{m_{y_m}}{m_{y_3}}$	m_{y_4}	$\frac{+m_{xy_{\text{fre}}}}{+m_{xy_6}}$	$+m_{xy_7}$	$\frac{+m_{xy_e}}{+m_{xy_8}}$
0,4	0,0264	0,0237	0,0193	0,0116	0,0081	0,0105	0,0079	0,0201	0,0349	0,0524
0,5	0,0378	0,0346	0,0287	0,0174	0,0104	0,0134	0,0104	0,0206	0,0387	0,0610
0,6	0,0489	0,0456	0,0386	0,0237	0,0120	0,0155	0,0124	0,0199	0,0409	0,0676
0,7	0,0591	0,0561	0,0482	0,0299	0,0127	0,0165	0,0139	0,0186	0,0418	0,0724
0,8	0,0680	0,0656	0,0572	0,0359	0,0128	0,0168	0,0150	0,0169	0,0416	0,0757
0,9	0,0756	0,0741	0,0655	0,0415	0,0125	0,0166	0,0137	0,0151	0,0407	0,0777
1,0	0,0820	0,0815	0,0729	0,0467	0,0118	0,0159	0,0162	0,0134	0,0393	0,0789
1,1	0,0876	0,0877	0,0794	0,0515	0,0110	0,0150	0,0166	0,0119	0,0376	0,0794
1,2	0,0922	0,0931	0,0852	0,0560	0,0101	0,0139	0,0168	0,0105	0,0357	0,0795
1,3	0,0957	0,0978	0,0902	0,0601	0,0091	0,0128	0,0169	0,0093	0,0337	0,0793
1,4	0,0988	0,1017	0,0946	0,0639	0,0082	0,0117	0,0170	0,0083	0,0318	0,0790
1,5	0,1014	0,1049	0,0985	0,0674	0,0073	0,0107	0,0169	0,0075	0,0298	0,0786
1,75	0,1066	0,1109	0,1061	0,0752	0,0054	0,0082	0,0165	0,0058	0,0253	0,0773
2,0	0,1098	0,1149	0,1114	0,0820	0,0040	0,0061	0,0158	0,0047	0,0215	0,0761

Tabelle I.3. Plattentyp 1 – Lastfall Gleichlast – $d_I : d_{II} = 1 : 1,5$ Faktor: $p l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	$\pm m_{xyfre}$ $\pm m_{xy6}$	$\pm m_{xy7}$	$\pm m_{xye}$ $\pm m_{xy8}$
0,4	0,0198	0,0201	0,0187	0,0126	0,0057	0,0067	0,0046	0,0161	0,0363	0,0614
0,5	0,0287	0,0295	0,0279	0,0189	0,0075	0,0086	0,0061	0,0171	0,0409	0,0710
0,6	0,0377	0,0393	0,0376	0,0256	0,0088	0,0099	0,0072	0,0172	0,0440	0,0784
0,7	0,0462	0,0489	0,0472	0,0323	0,0096	0,0106	0,0081	0,0168	0,0457	0,0837
0,8	0,0540	0,0579	0,0563	0,0387	0,0100	0,0108	0,0088	0,0160	0,0464	0,0872
0,9	0,0609	0,0660	0,0648	0,0448	0,0100	0,0105	0,0093	0,0150	0,0463	0,0892
1,0	0,0670	0,0733	0,0724	0,0504	0,0097	0,0100	0,0097	0,0141	0,0456	0,0902
1,1	0,0725	0,0798	0,0792	0,0555	0,0092	0,0093	0,0100	0,0130	0,0445	0,0905
1,2	0,0772	0,0854	0,0853	0,0601	0,0086	0,0085	0,0103	0,0121	0,0431	0,0902
1,3	0,0810	0,0902	0,0905	0,0644	0,0079	0,0076	0,0105	0,0112	0,0415	0,0895
1,4	0,0845	0,0951	0,0952	0,0682	0,0073	0,0068	0,0107	0,0105	0,0399	0,0887
1,5	0,0874	0,0983	0,0992	0,0718	0,0066	0,0059	0,0108	0,0098	0,0382	0,0877
1,75	0,0940	0,1053	0,1071	0,0794	0,0051	0,0041	0,0110	0,0084	0,0340	0,0851
2,0	0,0984	0,1103	0,1123	0,0858	0,0038	0,0025	0,0110	0,0073	0,0301	0,0828

Tabelle I.4. Plattentyp 1 – Lastfall Gleichlast – $d_I : d_{II} = 1 : 2$ Faktor: $p l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	$\pm m_{xyfre}$ $\pm m_{xy6}$	$\pm m_{xy7}$	$\pm m_{xye}$ $\pm m_{xy8}$
0,4	0,0119	0,0151	0,0176	0,0139	0,0024	0,0012	-0,0003	0,0108	0,0377	0,0753
0,5	0,0176	0,0226	0,0263	0,0208	0,0033	0,0014	-0,0006	0,0121	0,0435	0,0867
0,6	0,0238	0,0307	0,0358	0,0282	0,0041	0,0013	-0,0010	0,0130	0,0479	0,0953
0,7	0,0299	0,0389	0,0453	0,0357	0,0046	0,0011	-0,0013	0,0135	0,0511	0,1014
0,8	0,0359	0,0469	0,0546	0,0429	0,0049	0,0006	-0,0016	0,0137	0,0532	0,1053
0,9	0,0416	0,0544	0,0633	0,0496	0,0050	0,0000	-0,0017	0,0136	0,0544	0,1074
1,0	0,0468	0,0615	0,0713	0,0558	0,0050	-0,0006	-0,0016	0,0135	0,0550	0,1081
1,1	0,0518	0,0680	0,0786	0,0613	0,0048	-0,0013	-0,0014	0,0132	0,0550	0,1079
1,2	0,0563	0,0738	0,0850	0,0664	0,0045	-0,0020	-0,0011	0,0130	0,0545	0,1069
1,3	0,0602	0,0790	0,0908	0,0709	0,0042	-0,0026	-0,0008	0,0126	0,0537	0,1055
1,4	0,0639	0,0839	0,0958	0,0749	0,0038	-0,0032	-0,0003	0,0123	0,0526	0,1038
1,5	0,0673	0,0881	0,1002	0,0785	0,0034	-0,0037	0,0002	0,0120	0,0514	0,1020
1,75	0,0749	0,0971	0,1088	0,0860	0,0024	-0,0047	0,0014	0,0112	0,0479	0,0973
2,0	0,0808	0,1033	0,1144	0,0918	0,0015	-0,0053	0,0024	0,0105	0,0442	0,0930

Tabelle I.5. Plattentyp 1 – Lastfall Gleichlast – $d_I : d_{II} = 1 : 3$ Faktor: $p l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	$\pm m_{xyfre}$ $\pm m_{xy6}$	$\pm m_{xy7}$	$\pm m_{xye}$ $\pm m_{xy8}$
0,4	0,0053	0,0100	0,0158	0,0152	-0,0007	-0,0047	-0,0062	0,0058	0,0384	0,0924
0,5	0,0082	0,0153	0,0240	0,0229	-0,0010	-0,0069	-0,0089	0,0070	0,0454	0,1062
0,6	0,0115	0,0214	0,0330	0,0311	-0,0013	-0,0091	-0,0115	0,0080	0,0515	0,1166
0,7	0,0150	0,0278	0,0424	0,0394	-0,0016	-0,0112	-0,0137	0,0090	0,0566	0,1239
0,8	0,0188	0,0344	0,0517	0,0475	-0,0019	-0,0131	-0,0155	0,0098	0,0607	0,1284
0,9	0,0226	0,0410	0,0607	0,0551	-0,0022	-0,0148	-0,0167	0,0104	0,0639	0,1307
1,0	0,0269	0,0475	0,0692	0,0621	-0,0025	-0,0162	-0,0175	0,0110	0,0663	0,1312
1,1	0,0298	0,0537	0,0771	0,0684	-0,0029	-0,0174	-0,0177	0,0114	0,0680	0,1304
1,2	0,0337	0,0596	0,0842	0,0739	-0,0032	-0,0183	-0,0176	0,0118	0,0690	0,1287
1,3	0,0371	0,0651	0,0906	0,0788	-0,0035	-0,0190	-0,0171	0,0121	0,0695	0,1263
1,4	0,0404	0,0700	0,0963	0,0831	-0,0038	-0,0195	-0,0164	0,0123	0,0695	0,1235
1,5	0,0436	0,0751	0,1013	0,0868	-0,0042	-0,0199	-0,0155	0,0125	0,0692	0,1205
1,75	0,0514	0,0854	0,1112	0,0943	-0,0049	-0,0201	-0,0129	0,0126	0,0671	0,1130
2,0	0,0580	0,0938	0,1178	0,0997	-0,0056	-0,0197	-0,0102	0,0127	0,0638	0,1061

Tabelle I.6. Plattentyp 1 – Lastfall Dreieckslast – $d_I : d_{II} = 1 : 1$ Faktor: $p \Delta l_x^2$

l_y/l_x	$m_{x1}^{x_{frm}}$	m_{x2}	$m_{x3}^{x_m}$	m_{x4}	m_{y2}	$m_{y3}^{y_m}$	m_{y4}	$\pm m_{xy6}^{xy_{fre}}$	$\pm m_{xy7}$	$\pm m_{xy8}^{xy_e}$
0,4	0,0121	0,0097	0,0069	0,0036	0,0047	0,0080	0,0074	0,0071	0,0102	0,0164
0,5	0,0170	0,0142	0,0105	0,0057	0,0058	0,0104	0,0101	0,0061	0,0107	0,0202
0,6	0,0214	0,0186	0,0144	0,0081	0,0063	0,0122	0,0126	0,0047	0,0105	0,0235
0,7	0,0251	0,0227	0,0183	0,0106	0,0062	0,0134	0,0147	0,0029	0,0098	0,0265
0,8	0,0278	0,0262	0,0222	0,0133	0,0058	0,0140	0,0165	0,0011	0,0087	0,0292
0,9	0,0297	0,0292	0,0258	0,0161	0,0050	0,0141	0,0180	-0,0005	0,0073	0,0315
1,0	0,0309	0,0316	0,0292	0,0189	0,0042	0,0139	0,0192	-0,0019	0,0058	0,0336
1,1	0,0315	0,0334	0,0323	0,0218	0,0032	0,0135	0,0201	-0,0031	0,0042	0,0355
1,2	0,0316	0,0348	0,0352	0,0247	0,0023	0,0129	0,0208	-0,0040	0,0026	0,0372
1,3	0,0313	0,0359	0,0379	0,0276	0,0015	0,0122	0,0213	-0,0047	0,0010	0,0388
1,4	0,0308	0,0366	0,0403	0,0304	0,0008	0,0115	0,0216	-0,0052	-0,0005	0,0403
1,5	0,0301	0,0371	0,0426	0,0333	0,0001	0,0107	0,0217	-0,0056	-0,0018	0,0417
1,75	0,0280	0,0375	0,0473	0,0402	-0,0011	0,0087	0,0214	-0,0060	-0,0047	0,0448
2,0	0,0256	0,0372	0,0511	0,0468	-0,0017	0,0070	0,0204	-0,0059	-0,0069	0,0474

Tabelle I.7. Plattentyp 1 – Lastfall Dreieckslast – $d_I : d_{II} = 1 : 1,25$ Faktor: $p \Delta l_x^2$

l_y/l_x	$m_{x1}^{x_{frm}}$	m_{x2}	$m_{x3}^{x_m}$	m_{x4}	m_{y2}	$m_{y3}^{y_m}$	m_{y4}	$\pm m_{xy6}^{xy_{fre}}$	$\pm m_{xy7}$	$\pm m_{xy8}^{xy_e}$
0,4	0,0088	0,0080	0,0066	0,0040	0,0037	0,0064	0,0061	0,0055	0,0109	0,0201
0,5	0,0124	0,0117	0,0101	0,0063	0,0047	0,0086	0,0085	0,0051	0,0117	0,0244
0,6	0,0158	0,0155	0,0138	0,0088	0,0053	0,0103	0,0107	0,0042	0,0119	0,0282
0,7	0,0187	0,0191	0,0177	0,0116	0,0055	0,0115	0,0126	0,0030	0,0115	0,0316
0,8	0,0210	0,0222	0,0214	0,0145	0,0054	0,0122	0,0143	0,0018	0,0107	0,0345
0,9	0,0228	0,0250	0,0250	0,0175	0,0050	0,0126	0,0159	0,0006	0,0097	0,0370
1,0	0,0240	0,0273	0,0284	0,0205	0,0045	0,0127	0,0168	-0,0005	0,0084	0,0392
1,1	0,0247	0,0291	0,0315	0,0235	0,0039	0,0125	0,0177	-0,0014	0,0071	0,0412
1,2	0,0250	0,0306	0,0344	0,0265	0,0033	0,0121	0,0184	-0,0022	0,0057	0,0429
1,3	0,0251	0,0317	0,0371	0,0295	0,0027	0,0117	0,0189	-0,0028	0,0044	0,0445
1,4	0,0250	0,0326	0,0395	0,0324	0,0022	0,0111	0,0192	-0,0033	0,0031	0,0459
1,5	0,0246	0,0332	0,0417	0,0353	0,0017	0,0105	0,0194	-0,0036	0,0018	0,0472
1,75	0,0233	0,0340	0,0464	0,0422	0,0007	0,0090	0,0192	-0,0041	-0,0009	0,0499
2,0	0,0218	0,0340	0,0502	0,0486	0,0001	0,0074	0,0184	-0,0043	-0,0030	0,0521

Tabelle I.8. Plattentyp 1 – Lastfall Dreieckslast – $d_I : d_{II} = 1 : 1,5$ Faktor: $p \Delta l_x^2$

l_y/l_x	$m_{x1}^{x_{frm}}$	m_{x2}	$m_{x3}^{x_m}$	m_{x4}	m_{y2}	$m_{y3}^{y_m}$	m_{y4}	$\pm m_{xy6}^{xy_{fre}}$	$\pm m_{xy7}$	$\pm m_{xy8}^{xy_e}$
0,4	0,0065	0,0067	0,0064	0,0044	0,0029	0,0052	0,0050	0,0043	0,0113	0,0233
0,5	0,0093	0,0099	0,0097	0,0067	0,0038	0,0070	0,0070	0,0041	0,0123	0,0280
0,6	0,0120	0,0132	0,0133	0,0094	0,0045	0,0086	0,0089	0,0036	0,0128	0,0322
0,7	0,0144	0,0164	0,0171	0,0124	0,0048	0,0097	0,0107	0,0028	0,0127	0,0358
0,8	0,0163	0,0192	0,0208	0,0154	0,0049	0,0105	0,0122	0,0020	0,0123	0,0389
0,9	0,0179	0,0218	0,0243	0,0186	0,0047	0,0110	0,0135	0,0011	0,0115	0,0416
1,0	0,0190	0,0240	0,0277	0,0217	0,0044	0,0112	0,0146	0,0003	0,0105	0,0439
1,1	0,0198	0,0259	0,0308	0,0248	0,0041	0,0112	0,0154	-0,0004	0,0094	0,0458
1,2	0,0203	0,0273	0,0337	0,0279	0,0037	0,0110	0,0161	-0,0010	0,0082	0,0475
1,3	0,0205	0,0285	0,0364	0,0310	0,0032	0,0107	0,0166	-0,0016	0,0070	0,0490
1,4	0,0206	0,0295	0,0388	0,0339	0,0028	0,0103	0,0169	-0,0020	0,0059	0,0503
1,5	0,0205	0,0302	0,0410	0,0368	0,0025	0,0098	0,0171	-0,0023	0,0047	0,0515
1,75	0,0198	0,0313	0,0457	0,0437	0,0017	0,0085	0,0171	-0,0029	0,0022	0,0539
2,0	0,0188	0,0320	0,0495	0,0500	0,0011	0,0073	0,0165	-0,0032	0,0002	0,0558

Tabelle I.9. Plattentyp 1 – Lastfall Dreieckslast – $d_I : d_{II} = 1 : 2$ Faktor: $p \Delta l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	$\pm m_{xy6}^{xyfre}$	$\pm m_{xy7}$	$\pm m_{xy8}$
0,4	0,0039	0,0050	0,0060	0,0048	0,0019	0,0034	0,0034	0,0028	0,0117	0,0280
0,5	0,0056	0,0075	0,0090	0,0073	0,0026	0,0048	0,0048	0,0028	0,0131	0,0334
0,6	0,0074	0,0101	0,0125	0,0103	0,0031	0,0060	0,0062	0,0026	0,0139	0,0382
0,7	0,0090	0,0127	0,0161	0,0134	0,0035	0,0069	0,0076	0,0023	0,0143	0,0422
0,8	0,0105	0,0151	0,0196	0,0167	0,0038	0,0077	0,0088	0,0019	0,0143	0,0456
0,9	0,0117	0,0174	0,0232	0,0201	0,0039	0,0082	0,0099	0,0014	0,0140	0,0485
1,0	0,0127	0,0194	0,0265	0,0234	0,0038	0,0085	0,0108	0,0009	0,0134	0,0509
1,1	0,0135	0,0212	0,0297	0,0267	0,0037	0,0086	0,0115	0,0005	0,0127	0,0529
1,2	0,0141	0,0226	0,0326	0,0299	0,0036	0,0086	0,0122	0,0001	0,0119	0,0545
1,3	0,0144	0,0238	0,0353	0,0331	0,0034	0,0084	0,0126	-0,0003	0,0110	0,0559
1,4	0,0147	0,0250	0,0378	0,0361	0,0032	0,0082	0,0130	-0,0006	0,0101	0,0571
1,5	0,0149	0,0259	0,0401	0,0391	0,0030	0,0079	0,0133	-0,0009	0,0091	0,0581
1,75	0,0149	0,0274	0,0447	0,0460	0,0025	0,0071	0,0135	-0,0014	0,0070	0,0599
2,0	0,0145	0,0283	0,0486	0,0521	0,0021	0,0061	0,0132	-0,0017	0,0052	0,0612

Tabelle I.10. Plattentyp 1 – Lastfall Dreieckslast – $d_I : d_{II} = 1 : 3$ Faktor: $p \Delta l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	m_{y5}^{ym}	$\pm m_{xy6}^{xyfre}$	$\pm m_{xy7}$
0,4	0,0017	0,0014	0,0010	0,0004	0,0008	-0,0007	-0,0073	-0,0225	0,0018	0,0046
0,5	0,0035	0,0032	0,0024	0,0009	0,0017	0,0003	-0,0087	-0,0315	0,0024	0,0066
0,6	0,0057	0,0056	0,0045	0,0018	0,0026	0,0018	-0,0090	-0,0402	0,0027	0,0084
0,7	0,0082	0,0084	0,0070	0,0031	0,0035	0,0035	-0,0085	-0,0482	0,0027	0,0099
0,8	0,0105	0,0113	0,0100	0,0046	0,0041	0,0052	-0,0074	-0,0555	0,0023	0,0110
0,9	0,0127	0,0142	0,0133	0,0064	0,0045	0,0067	-0,0057	-0,0619	0,0018	0,0116
1,0	0,0145	0,0169	0,0166	0,0085	0,0047	0,0079	-0,0038	-0,0674	0,0012	0,0118
1,1	0,0160	0,0194	0,0200	0,0107	0,0047	0,0089	-0,0018	-0,0723	0,0006	0,0117
1,2	0,0171	0,0216	0,0233	0,0131	0,0045	0,0095	0,0002	-0,0765	-0,0001	0,0112
1,3	0,0179	0,0236	0,0264	0,0156	0,0042	0,0100	0,0022	-0,0802	-0,0007	0,0105
1,4	0,0185	0,0252	0,0294	0,0182	0,0038	0,0102	0,0040	-0,0834	-0,0012	0,0096
1,5	0,0188	0,0266	0,0323	0,0209	0,0035	0,0102	0,0057	-0,0863	-0,0016	0,0087
1,75	0,0189	0,0289	0,0386	0,0277	0,0026	0,0097	0,0091	-0,0922	-0,0024	0,0061
2,0	0,0181	0,0301	0,0438	0,0344	0,0018	0,0087	0,0114	-0,0968	-0,0029	0,0037

Tabelle II.1. Plattentyp 2 – Lastfall Gleichlast – $d_I : d_{II} = 1 : 1$ Faktor: $p l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	m_{y5}^{ym}	$\pm m_{xy6}^{xyfre}$	$\pm m_{xy7}$
0,4	0,0136	0,0093	0,0050	0,0015	0,0035	-0,0037	-0,0228	-0,0562	0,0153	0,0176
0,5	0,0257	0,0183	0,0104	0,0032	0,0072	-0,0001	-0,0249	-0,0735	0,0191	0,0241
0,6	0,0396	0,0294	0,0175	0,0057	0,0108	0,0044	-0,0244	-0,0879	0,0210	0,0295
0,7	0,0536	0,0413	0,0256	0,0088	0,0135	0,0087	-0,0220	-0,0992	0,0211	0,0334
0,8	0,0667	0,0530	0,0341	0,0122	0,0151	0,0124	-0,0184	-0,1076	0,0199	0,0358
0,9	0,0782	0,0640	0,0427	0,0159	0,0158	0,0151	-0,0143	-0,1135	0,0179	0,0368
1,0	0,0880	0,0738	0,0508	0,0197	0,0156	0,0169	-0,0101	-0,1176	0,0155	0,0367
1,1	0,0958	0,0823	0,0585	0,0236	0,0148	0,0179	-0,0060	-0,1203	0,0131	0,0358
1,2	0,1026	0,0897	0,0655	0,0275	0,0137	0,0183	-0,0021	-0,1221	0,0109	0,0342
1,3	0,1074	0,0960	0,0719	0,0313	0,0124	0,0182	0,0013	-0,1232	0,0089	0,0323
1,4	0,1114	0,1011	0,0777	0,0351	0,0110	0,0177	0,0044	-0,1239	0,0072	0,0302
1,5	0,1145	0,1054	0,0828	0,0388	0,0097	0,0170	0,0071	-0,1243	0,0057	0,0279
1,75	0,1200	0,1130	0,0936	0,0478	0,0067	0,0146	0,0121	-0,1248	0,0032	0,0223
2,0	0,1225	0,1173	0,1018	0,0563	0,0044	0,0120	0,0152	-0,1250	0,0017	0,0174

Tabelle II.2. Plattentyp 2 – Lastfall Gleichlast – $d_I : d_{II} = 1 : 1,25$ Faktor: $p l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	m_{y5}^{yem}	$\pm m_{xy6}^{xyfre}$	$\pm m_{xy7}$
0,4	0,0091	0,0069	0,0042	0,0014	0,0013	-0,0072	-0,0268	-0,0604	0,0116	0,0178
0,5	0,0181	0,0144	0,0093	0,0032	0,0041	-0,0053	-0,0311	-0,0802	0,0153	0,0250
0,6	0,0289	0,0239	0,0160	0,0058	0,0071	-0,0021	-0,0323	-0,0972	0,0177	0,0314
0,7	0,0403	0,0344	0,0240	0,0091	0,0097	0,0015	-0,0312	-0,1107	0,0186	0,0365
0,8	0,0513	0,0452	0,0326	0,0128	0,0115	0,0048	-0,0284	-0,1208	0,0185	0,0401
0,9	0,0614	0,0556	0,0413	0,0168	0,0126	0,0076	-0,0247	-0,1281	0,0176	0,0423
1,0	0,0704	0,0651	0,0498	0,0210	0,0130	0,0097	-0,0205	-0,1331	0,0162	0,0432
1,1	0,0781	0,0736	0,0578	0,0253	0,0128	0,0111	-0,0162	-0,1363	0,0146	0,0431
1,2	0,0844	0,0811	0,0652	0,0295	0,0123	0,0120	-0,0120	-0,1382	0,0130	0,0422
1,3	0,0905	0,0877	0,0719	0,0336	0,0115	0,0123	-0,0081	-0,1392	0,0116	0,0408
1,4	0,0942	0,0932	0,0780	0,0377	0,0105	0,0123	-0,0046	-0,1396	0,0102	0,0391
1,5	0,0975	0,0979	0,0834	0,0416	0,0096	0,0120	-0,0014	-0,1396	0,0090	0,0372
1,75	0,1048	0,1066	0,0946	0,0510	0,0072	0,0105	0,0048	-0,1386	0,0068	0,0320
2,0	0,1089	0,1118	0,1030	0,0595	0,0052	0,0087	0,0089	-0,1373	0,0052	0,0271

Tabelle II.3. Plattentyp 2 – Lastfall Gleichlast – $d_I : d_{II} = 1 : 1,5$ Faktor: $p l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	m_{y5}^{yem}	$\pm m_{xy6}^{xyfre}$	$\pm m_{xy7}$
0,4	0,0064	0,0054	0,0037	0,0013	-0,0001	-0,0096	-0,0296	-0,0633	0,0092	0,0178
0,5	0,0132	0,0118	0,0084	0,0032	0,0018	-0,0091	-0,0356	-0,0852	0,0125	0,0255
0,6	0,0218	0,0200	0,0149	0,0058	0,0042	-0,0071	-0,0384	-0,1042	0,0149	0,0327
0,7	0,0312	0,0295	0,0228	0,0093	0,0065	-0,0044	-0,0385	-0,1195	0,0164	0,0388
0,8	0,0406	0,0394	0,0314	0,0132	0,0083	-0,0016	-0,0366	-0,1312	0,0169	0,0434
0,9	0,0494	0,0492	0,0402	0,0176	0,0095	0,0010	-0,0333	-0,1397	0,0166	0,0465
1,0	0,0576	0,0584	0,0489	0,0221	0,0102	0,0030	-0,0293	-0,1455	0,0160	0,0483
1,1	0,0647	0,0668	0,0572	0,0266	0,0103	0,0057	-0,0250	-0,1492	0,0150	0,0490
1,2	0,0707	0,0743	0,0649	0,0311	0,0101	0,0078	-0,0206	-0,1512	0,0140	0,0488
1,3	0,0765	0,0811	0,0719	0,0355	0,0097	0,0063	-0,0164	-0,1522	0,0129	0,0480
1,4	0,0806	0,0867	0,0783	0,0398	0,0091	0,0066	-0,0125	-0,1524	0,0119	0,0466
1,5	0,0847	0,0919	0,0840	0,0440	0,0083	0,0066	-0,0090	-0,1520	0,0110	0,0450
1,75	0,0924	0,1014	0,0956	0,0536	0,0065	0,0058	-0,0018	-0,1498	0,0091	0,0402
2,0	0,0977	0,1083	0,1042	0,0623	0,0048	0,0046	0,0033	-0,1472	0,0078	0,0354

Tabelle II.4. Plattentyp 2 – Lastfall Gleichlast – $d_I : d_{II} = 1 : 2$ Faktor: $p l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	m_{y5}^{yem}	$\pm m_{xy6}^{xyfre}$	$\pm m_{xy7}$
0,4	0,0035	0,0037	0,0030	0,0012	-0,0019	-0,0125	-0,0332	-0,0670	0,0062	0,0178
0,5	0,0078	0,0084	0,0072	0,0031	-0,0011	-0,0142	-0,0417	-0,0918	0,0088	0,0261
0,6	0,0135	0,0151	0,0134	0,0059	0,0002	-0,0143	-0,0471	-0,1138	0,0110	0,0344
0,7	0,0200	0,0230	0,0210	0,0095	0,0017	-0,0133	-0,0493	-0,1321	0,0127	0,0418
0,8	0,0269	0,0316	0,0295	0,0138	0,0030	-0,0117	-0,0489	-0,1463	0,0138	0,0480
0,9	0,0337	0,0404	0,0385	0,0186	0,0041	-0,0099	-0,0467	-0,1568	0,0144	0,0527
1,0	0,0404	0,0489	0,0475	0,0235	0,0048	-0,0082	-0,0432	-0,1640	0,0145	0,0560
1,1	0,0464	0,0569	0,0563	0,0286	0,0052	-0,0068	-0,0391	-0,1685	0,0144	0,0580
1,2	0,0518	0,0645	0,0644	0,0336	0,0053	-0,0056	-0,0346	-0,1710	0,0141	0,0589
1,3	0,0563	0,0713	0,0720	0,0384	0,0052	-0,0048	-0,0301	-0,1720	0,0137	0,0590
1,4	0,0612	0,0773	0,0789	0,0431	0,0048	-0,0042	-0,0257	-0,1719	0,0132	0,0585
1,5	0,0654	0,0826	0,0850	0,0476	0,0045	-0,0039	-0,0216	-0,1710	0,0128	0,0575
1,75	0,0738	0,0933	0,0974	0,0577	0,0034	-0,0036	-0,0128	-0,1670	0,0117	0,0536
2,0	0,0801	0,1014	0,1059	0,0666	0,0022	-0,0038	-0,0062	-0,1621	0,0107	0,0490

Tabelle II.5. Plattentyp 2 – Lastfall Gleichlast – $d_I : d_{II} = 1 : 3$ Faktor: $p l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	m_{y5}^{yem}	$\pm m_{xy6}^{xyfre}$	$\pm m_{xy7}$
0,4	0,0014	0,0021	0,0023	0,0011	-0,0034	-0,0153	-0,0366	-0,0704	0,0035	0,0177
0,5	0,0034	0,0053	0,0059	0,0029	-0,0039	-0,0195	-0,0481	-0,0985	0,0051	0,0266
0,6	0,0064	0,0101	0,0115	0,0058	-0,0040	-0,0222	-0,0567	-0,1244	0,0068	0,0360
0,7	0,0100	0,0161	0,0188	0,0097	-0,0039	-0,0237	-0,0618	-0,1463	0,0083	0,0450
0,8	0,0141	0,0230	0,0272	0,0144	-0,0036	-0,0243	-0,0639	-0,1639	0,0096	0,0530
0,9	0,0184	0,0304	0,0363	0,0196	-0,0033	-0,0242	-0,0636	-0,1771	0,0106	0,0598
1,0	0,0227	0,0379	0,0456	0,0252	-0,0031	-0,0237	-0,0613	-0,1864	0,0113	0,0651
1,1	0,0272	0,0452	0,0549	0,0309	-0,0030	-0,0231	-0,0578	-0,1923	0,0119	0,0691
1,2	0,0313	0,0523	0,0636	0,0365	-0,0030	-0,0224	-0,0535	-0,1956	0,0123	0,0718
1,3	0,0352	0,0590	0,0719	0,0420	-0,0031	-0,0218	-0,0488	-0,1968	0,0125	0,0734
1,4	0,0389	0,0652	0,0794	0,0472	-0,0033	-0,0212	-0,0440	-0,1965	0,0127	0,0741
1,5	0,0425	0,0708	0,0862	0,0521	-0,0036	-0,0207	-0,0393	-0,1950	0,0128	0,0741
1,75	0,0508	0,0828	0,1001	0,0631	-0,0043	-0,0196	-0,0286	-0,1887	0,0129	0,0720
2,0	0,0576	0,0926	0,1101	0,0723	-0,0051	-0,0187	-0,0199	-0,1811	0,0128	0,0682

Tabelle II.6. Plattentyp 2 – Lastfall Dreieckslast – $d_I : d_{II} = 1 : 1$ Faktor: $p_{\Delta} l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	m_{y5}^{yem}	$\pm m_{xy6}^{xyfre}$	$\pm m_{xy7}$
0,4	0,0037	0,0026	0,0014	0,0004	0,0018	0,0009	-0,0054	-0,0205	0,0033	0,0046
0,5	0,0071	0,0053	0,0031	0,0010	0,0031	0,0028	-0,0055	-0,0281	0,0039	0,0063
0,6	0,0110	0,0086	0,0054	0,0019	0,0043	0,0050	-0,0048	-0,0352	0,0039	0,0076
0,7	0,0149	0,0123	0,0083	0,0030	0,0051	0,0072	-0,0034	-0,0418	0,0034	0,0085
0,8	0,0184	0,0160	0,0114	0,0044	0,0056	0,0090	-0,0016	-0,0476	0,0024	0,0089
0,9	0,0214	0,0195	0,0148	0,0061	0,0056	0,0105	0,0005	-0,0527	0,0013	0,0089
1,0	0,0237	0,0227	0,0182	0,0080	0,0053	0,0115	0,0027	-0,0572	0,0006	0,0084
1,1	0,0254	0,0254	0,0215	0,0100	0,0048	0,0122	0,0048	-0,0613	-0,0011	0,0076
1,2	0,0266	0,0277	0,0247	0,0122	0,0041	0,0125	0,0068	-0,0649	-0,0022	0,0066
1,3	0,0272	0,0297	0,0278	0,0145	0,0034	0,0126	0,0087	-0,0682	-0,0030	0,0054
1,4	0,0275	0,0312	0,0308	0,0169	0,0026	0,0124	0,0104	-0,0713	-0,0038	0,0042
1,5	0,0275	0,0324	0,0336	0,0194	0,0019	0,0121	0,0119	-0,0740	-0,0043	0,0029
1,75	0,0265	0,0343	0,0398	0,0258	0,0004	0,0108	0,0147	-0,0801	-0,0052	-0,0002
2,0	0,0247	0,0354	0,0451	0,0323	-0,0006	0,0092	0,0164	-0,0851	-0,0054	-0,0028

Tabelle II.7. Plattentyp 2 – Lastfall Dreieckslast – $d_I : d_{II} = 1 : 1,25$ Faktor: $p_{\Delta} l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	m_{y5}^{yem}	$\pm m_{xy6}^{xyfre}$	$\pm m_{xy7}$
0,4	0,0024	0,0019	0,0012	0,0004	0,0012	-0,0001	-0,0066	-0,0217	0,0024	0,0046
0,5	0,0049	0,0040	0,0027	0,0010	0,0023	0,0014	-0,0074	-0,0301	0,0030	0,0065
0,6	0,0078	0,0068	0,0049	0,0018	0,0034	0,0032	-0,0072	-0,0381	0,0033	0,0081
0,7	0,0108	0,0100	0,0076	0,0030	0,0042	0,0051	-0,0063	-0,0455	0,0030	0,0094
0,8	0,0137	0,0132	0,0106	0,0045	0,0048	0,0069	-0,0048	-0,0521	0,0025	0,0101
0,9	0,0162	0,0164	0,0139	0,0063	0,0051	0,0085	-0,0029	-0,0579	0,0017	0,0105
1,0	0,0183	0,0194	0,0173	0,0083	0,0051	0,0097	-0,0009	-0,0630	0,0009	0,0104
1,1	0,0199	0,0220	0,0206	0,0104	0,0049	0,0103	0,0012	-0,0675	0,0000	0,0099
1,2	0,0211	0,0243	0,0239	0,0127	0,0045	0,0111	0,0033	-0,0714	-0,0008	0,0092
1,3	0,0219	0,0262	0,0271	0,0151	0,0040	0,0114	0,0052	-0,0749	-0,0016	0,0083
1,4	0,0223	0,0278	0,0301	0,0176	0,0035	0,0114	0,0070	-0,0781	-0,0022	0,0072
1,5	0,0225	0,0291	0,0329	0,0202	0,0030	0,0113	0,0086	-0,0809	-0,0026	0,0061
1,75	0,0222	0,0313	0,0391	0,0268	0,0018	0,0104	0,0117	-0,0869	-0,0036	0,0033
2,0	0,0210	0,0319	0,0443	0,0335	0,0009	0,0092	0,0138	-0,0917	-0,0039	0,0008

Tabelle II.8. Plattentyp 2 – Lastfall Dreieckslast – $d_I : d_{II} = 1 : 1,5$ Faktor: $p \Delta l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	$\pm m_{xyfre}$ $\pm m_{xy6}$	$\pm m_{xy7}$	$\pm m_{xye}$ $\pm m_{xy8}$
0,4	0,0017	0,0033	0,0053	0,0052	0,0009	0,0015	0,0015	0,0014	0,0117	0,0338
0,5	0,0026	0,0050	0,0081	0,0079	0,0013	0,0022	0,0021	0,0015	0,0135	0,0401
0,6	0,0035	0,0069	0,0113	0,0111	0,0017	0,0028	0,0029	0,0015	0,0149	0,0455
0,7	0,0044	0,0088	0,0147	0,0145	0,0020	0,0034	0,0036	0,0015	0,0158	0,0501
0,8	0,0052	0,0107	0,0181	0,0181	0,0022	0,0038	0,0043	0,0014	0,0164	0,0539
0,9	0,0060	0,0126	0,0215	0,0217	0,0024	0,0042	0,0050	0,0012	0,0167	0,0571
1,0	0,0067	0,0143	0,0249	0,0253	0,0025	0,0044	0,0056	0,0010	0,0167	0,0596
1,1	0,0073	0,0159	0,0280	0,0288	0,0026	0,0045	0,0062	0,0008	0,0165	0,0616
1,2	0,0078	0,0172	0,0310	0,0322	0,0026	0,0046	0,0067	0,0007	0,0162	0,0632
1,3	0,0082	0,0185	0,0338	0,0355	0,0026	0,0046	0,0071	0,0005	0,0157	0,0644
1,4	0,0086	0,0197	0,0363	0,0387	0,0026	0,0045	0,0075	0,0003	0,0152	0,0654
1,5	0,0088	0,0207	0,0387	0,0417	0,0025	0,0043	0,0078	0,0002	0,0146	0,0661
1,75	0,0093	0,0227	0,0437	0,0487	0,0024	0,0039	0,0083	-0,0002	0,0130	0,0673
2,0	0,0095	0,0242	0,0477	0,0547	0,0022	0,0033	0,0084	-0,0004	0,0115	0,0678

Tabelle II.9. Plattentyp 2 – Lastfall Dreieckslast – $d_I : d_{II} = 1 : 2$ Faktor: $p \Delta l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	m_{y5}^{ym}	$\pm m_{xyfre}$ $\pm m_{xy6}$	$\pm m_{xy7}$
0,4	0,0009	0,0010	0,0008	0,0003	0,0003	-0,0015	-0,0083	-0,0235	0,0012	0,0045
0,5	0,0020	0,0022	0,0020	0,0009	0,0009	-0,0011	-0,0104	-0,0333	0,0016	0,0066
0,6	0,0034	0,0041	0,0039	0,0018	0,0016	-0,0001	-0,0115	-0,0430	0,0019	0,0088
0,7	0,0050	0,0063	0,0063	0,0031	0,0023	0,0011	-0,0117	-0,0521	0,0020	0,0106
0,8	0,0069	0,0087	0,0091	0,0047	0,0030	0,0025	-0,0111	-0,0602	0,0019	0,0122
0,9	0,0083	0,0112	0,0123	0,0066	0,0034	0,0038	-0,0099	-0,0675	0,0017	0,0132
1,0	0,0097	0,0136	0,0156	0,0088	0,0038	0,0050	-0,0083	-0,0737	0,0014	0,0139
1,1	0,0109	0,0158	0,0190	0,0112	0,0039	0,0060	-0,0065	-0,0792	0,0010	0,0142
1,2	0,0120	0,0179	0,0223	0,0137	0,0040	0,0067	-0,0045	-0,0838	0,0006	0,0141
1,3	0,0127	0,0198	0,0255	0,0164	0,0039	0,0073	-0,0026	-0,0878	0,0002	0,0138
1,4	0,0133	0,0214	0,0286	0,0191	0,0038	0,0076	-0,0006	-0,0912	-0,0001	0,0132
1,5	0,0137	0,0228	0,0315	0,0219	0,0036	0,0078	0,0011	-0,0942	-0,0005	0,0125
1,75	0,0142	0,0254	0,0379	0,0289	0,0031	0,0077	0,0048	-0,1000	-0,0011	0,0105
2,0	0,0142	0,0274	0,0432	0,0358	0,0026	0,0071	0,0076	-0,1041	-0,0015	0,0083

Tabelle II.10. Plattentyp 2 – Lastfall Dreieckslast – $d_I : d_{II} = 1 : 3$ Faktor: $p \Delta l_x^2$

l_y/l_x	m_{x1}^{xfrm}	m_{x2}	m_{x3}^{xm}	m_{x4}	m_{y2}	m_{y3}^{ym}	m_{y4}	m_{y5}^{ym}	$\pm m_{xyfre}$ $\pm m_{xy6}$	$\pm m_{xy7}$
0,4	0,0003	0,0005	0,0006	0,0003	0,0000	-0,0022	-0,0092	-0,0244	0,0006	0,0044
0,5	0,0008	0,0014	0,0016	0,0008	0,0002	-0,0024	-0,0121	-0,0351	0,0008	0,0067
0,6	0,0015	0,0026	0,0032	0,0017	0,0006	-0,0021	-0,0141	-0,0459	0,0011	0,0090
0,7	0,0024	0,0042	0,0054	0,0030	0,0011	-0,0015	-0,0152	-0,0562	0,0012	0,0113
0,8	0,0033	0,0061	0,0081	0,0047	0,0015	-0,0007	-0,0155	-0,0655	0,0013	0,0133
0,9	0,0042	0,0081	0,0112	0,0068	0,0020	0,0002	-0,0149	-0,0738	0,0013	0,0150
1,0	0,0051	0,0100	0,0144	0,0091	0,0023	0,0011	-0,0138	-0,0810	0,0012	0,0162
1,1	0,0060	0,0120	0,0178	0,0117	0,0025	0,0019	-0,0123	-0,0872	0,0011	0,0170
1,2	0,0067	0,0138	0,0211	0,0144	0,0027	0,0026	-0,0106	-0,0924	0,0009	0,0175
1,3	0,0073	0,0155	0,0244	0,0172	0,0028	0,0032	-0,0087	-0,0968	0,0007	0,0177
1,4	0,0078	0,0170	0,0276	0,0202	0,0029	0,0036	-0,0069	-0,1005	0,0005	0,0176
1,5	0,0083	0,0184	0,0305	0,0231	0,0028	0,0039	-0,0050	-0,1036	0,0004	0,0173
1,75	0,0090	0,0212	0,0371	0,0305	0,0027	0,0042	-0,0009	-0,1093	0,0000	0,0159
2,0	0,0093	0,0235	0,0426	0,0375	0,0025	0,0039	0,0023	-0,1130	-0,0004	0,0142

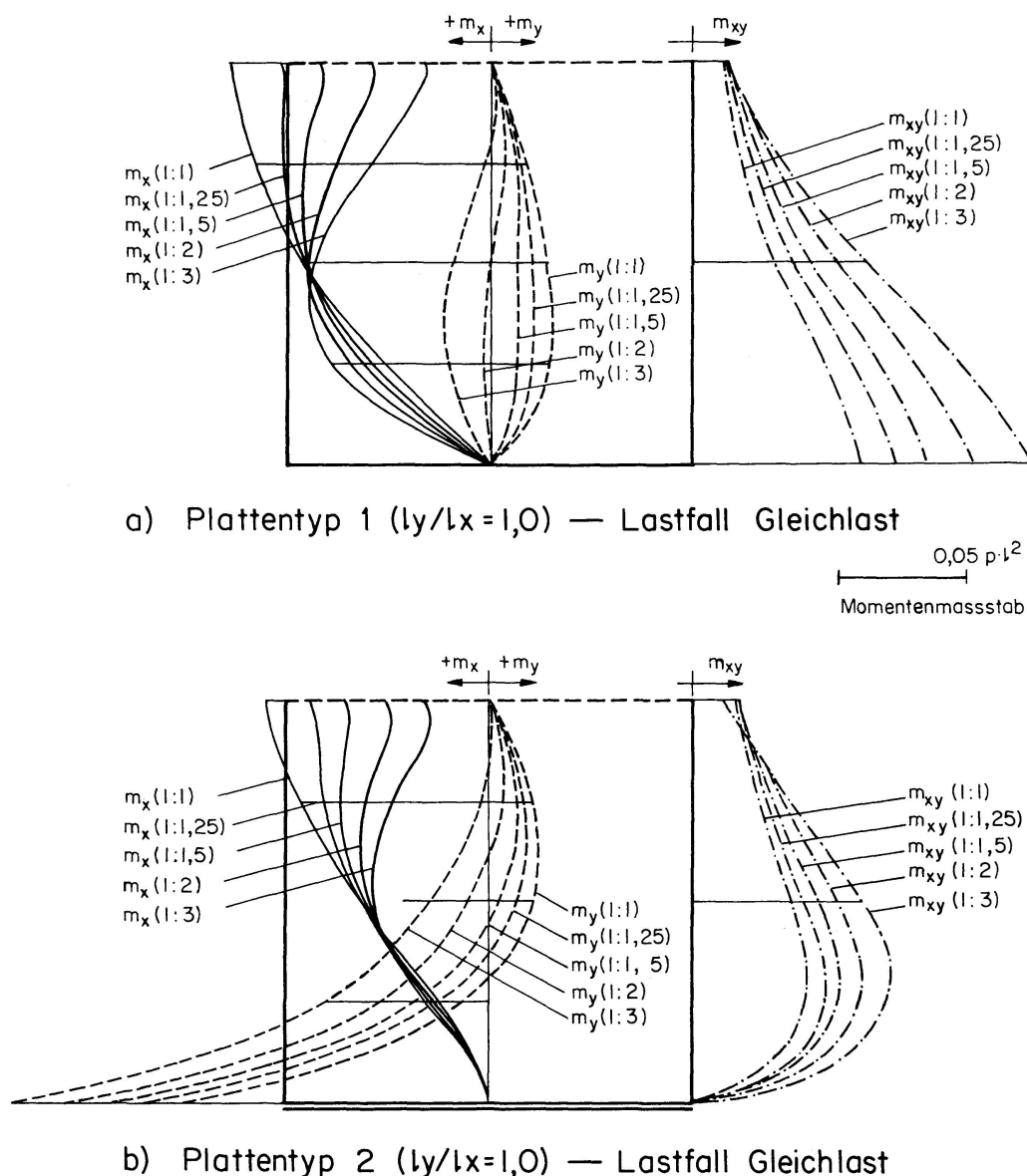


Fig. 4. Biegemomente und Drillmomente.

mit konstanter Dicke, wo an der Stelle des grössten Momentes auch gleichzeitig die grösste Beanspruchung auftritt, müssen hier die ungünstigsten Plattenbeanspruchungen über die Relationen zwischen Moment und Querschnittsdicke erst noch eingegrenzt werden. Somit ist auf die Bestimmung der maximalen bzw. minimalen Feldmomente längs $x=l_x/2$ von vornherein zugunsten vermehrter Zwischenwerte verzichtet worden. Die Angabe der Momente an mehreren festen Punkten bringt ausserdem den Vorteil mit sich, dass verschiedene Lastfälle stets einwandfrei überlagert werden können. Bei der Angabe von Maximal- bzw. Minimalwerten, deren Stelle von Lastfall zu Lastfall sich ändert, ist dies nicht mehr der Fall. Die für eine Plattenbemessung ebenso wichtigen Drillmomente sind in den Eckpunkten und in Randmitte bekannt.

3.2. Diskussion der Ergebnisse

Um zu verdeutlichen, welchen Einfluss die veränderliche Plattendicke auf Grösse und Verteilung der Momente hat, sind in den Fig. 4a und 4b am Beispiel der quadratischen gleichmässig belasteten Platte der Verlauf der Biegemomente m_x und m_y längs $x=l_x/2$ und der Verlauf der Drillmomente m_{xy} längs $x=l_x$ für die verschiedenen Dickenverhältnisse graphisch dargestellt. Man sieht sofort, dass sich die Momente stets zu den steiferen Plattenbereichen hin verlagern. Bemerkenswert ist, dass bereits geringe Unterschiede zwischen den Dicken d_I und d_{II} eine deutliche Veränderung des Momentenbildes verursachen. So ist z. B. beim Plattentyp 1 das Randmoment $m_{x_{frm}}(1:1,25)$ schon um 20,8% und $m_{x_{frm}}(1:1,5)$ schon um 34,5% kleiner als $m_{x_{frm}}(1:1)$. In gewissem Ausgleich dazu erhöht sich das Drillmoment $m_{xy_e}(1:1,25)$ um 20,5% und $m_{xy_e}(1:1,5)$ um 37,7% gegenüber $m_{xy_e}(1:1)$. Diese Prozentsätze zeigen, dass falls solche Platten nach der Elastizitätstheorie zu berechnen sind – und das ist im Stahlbetonbau auch nach DIN 1045 (neu) vorgeschrieben – die veränderliche Biegesteifigkeit berücksichtigt werden muss.

4. Zahlenbeispiele

Beispiel 1

Stahlbeton-Balkonplatte nach Fig. 5

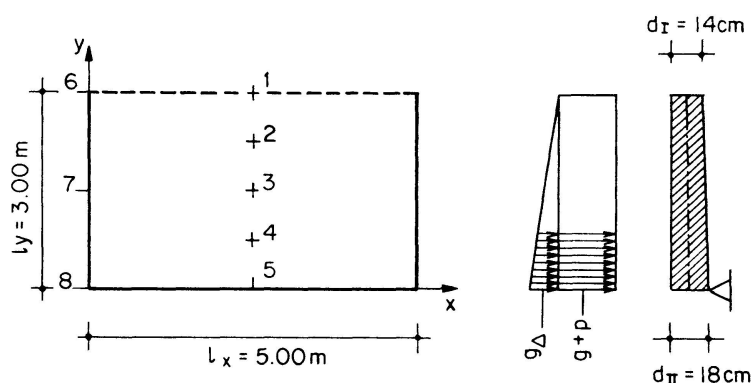


Fig. 5. Systemskizze zu Beispiel 1: Balkonplatte.

Geometrie: Plattentyp 1

$$l_x = 5,00 \text{ m}; \quad \epsilon = l_y/l_x = 3,00/5,00 = 0,6$$

$$l_y = 3,00 \text{ m}$$

$$d_I = 0,14 \text{ m}; \quad d_I:d_{II} = 0,14:0,18 = 1:1,29$$

$$d_{II} = 0,18 \text{ m}$$

Belastung:

Gleichlast

$$g = 0,470 \text{ Mp/m}^2 \text{ (Eigengew. + Belag)}$$

$$p = 0,350 \text{ Mp/m}^2 \text{ (Verkehr)}$$

$$q = 0,820 \text{ Mp/m}^2$$

Dreieckslast

$$g_{\Delta} = 0,100 \text{ Mp/m}^2 \text{ (Eigengew.)}$$

$$p_{\Delta} = 0,000 \text{ Mp/m}^2 \text{ (Verkehr)}$$

$$q_{\Delta} = 0,100 \text{ Mp/m}^2$$

Biegemomente (nach Tabelle I.2, I.3, I.7, I.8):

$$m_{x_{f_{rm}}} = m_{x_1} = (0,0471 \cdot 0,820 + 0,0152 \cdot 0,100) \cdot 5,0^2 = 1,00 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{x_2} = (0,0446 \cdot 0,820 + 0,0151 \cdot 0,100) \cdot 5,0^2 = 0,95 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{x_m} = m_{x_3} = (0,0384 \cdot 0,820 + 0,0137 \cdot 0,100) \cdot 5,0^2 = 0,82 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{x_4} = (0,0240 \cdot 0,820 + 0,0089 \cdot 0,100) \cdot 5,0^2 = 0,51 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{y_2} = (0,0115 \cdot 0,820 + 0,0052 \cdot 0,100) \cdot 5,0^2 = 0,25 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{y_m} = m_{y_3} = (0,0146 \cdot 0,820 + 0,0100 \cdot 0,100) \cdot 5,0^2 = 0,32 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{y_4} = (0,0116 \cdot 0,820 + 0,0104 \cdot 0,100) \cdot 5,0^2 = 0,26 \text{ Mpm/m}$$

Drillmomente (nach Tabelle I.2, I.3, I.7, I.8):

$$\pm m_{xy_{f_{re}}} = \pm m_{xy_6} = (0,0195 \cdot 0,820 + 0,0041 \cdot 0,100) \cdot 5,0^2 = 0,41 \text{ Mpm/m}$$

$$= \pm m_{xy_7} = (0,0414 \cdot 0,820 + 0,0120 \cdot 0,100) \cdot 5,0^2 = 0,88 \text{ Mpm/m}$$

$$\pm m_{xy_e} = \pm m_{xy_8} = (0,0693 \cdot 0,820 + 0,0288 \cdot 0,100) \cdot 5,0^2 = 1,49 \text{ Mpm/m}$$

Beispiel 2

Stahlbeton-Stützwand nach Fig. 6

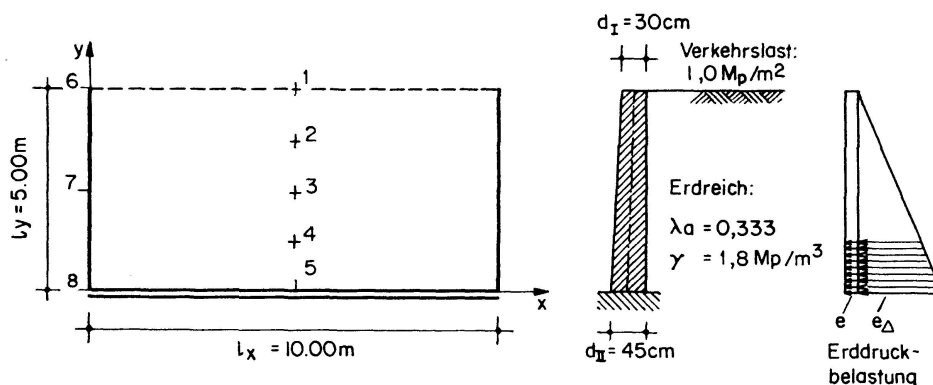


Fig. 6. Systemskizze zu Beispiel 2: Stützwand.

Geometrie: Plattentyp 2

$$l_x = 10,00 \text{ m}; \quad \epsilon = l_y/l_x = 5,00/10,00 = 0,5$$

$$l_y = 5,00 \text{ m}$$

$$d_I = 0,30 \text{ m}; \quad d_I:d_{II} = 0,30:0,45 = 1:1,5$$

$$d_{II} = 0,45 \text{ m}$$

Belastung:

Erddruckkoordinaten

$$e = 0,333 \cdot 1,00/1,8 = 0,185 \text{ Mp/m}^2$$

$$e_{\Delta} = 0,333 \cdot 1,8 \cdot 5,00 = 3,000 \text{ Mp/m}^2$$

Biegemomente (nach Tabelle II.3, II.8):

$$m_{x_{frm}} = m_{x_1} = (0,0132 \cdot 0,185 + 0,0035 \cdot 3,000) \cdot 10,0^2 = 1,29 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{x_2} = (0,0118 \cdot 0,185 + 0,0032 \cdot 3,000) \cdot 10,0^2 = 1,18 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{x_m} = m_{x_3} = (0,0084 \cdot 0,185 + 0,0024 \cdot 3,000) \cdot 10,0^2 = 0,88 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{x_4} = (0,0032 \cdot 0,185 + 0,0009 \cdot 3,000) \cdot 10,0^2 = 0,33 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{y_2} = (0,0018 \cdot 0,185 + 0,0017 \cdot 3,000) \cdot 10,0^2 = 0,54 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{y_m} = m_{y_3} = (-0,0091 \cdot 0,185 + 0,0003 \cdot 3,000) \cdot 10,0^2 = -0,08 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{y_4} = (-0,0356 \cdot 0,185 - 0,0087 \cdot 3,000) \cdot 10,0^2 = -3,27 \text{ Mpm/m}$$

$$m_{y_{em}} = m_{y_5} = (-0,0852 \cdot 0,185 - 0,0315 \cdot 3,000) \cdot 10,0^2 = -11,03 \text{ Mpm/m}$$

Drillmomente (nach Tabelle II.3, II.8):

$$\pm m_{xy_{re}} = \pm m_{xy_6} = (0,0125 \cdot 0,185 + 0,0024 \cdot 3,000) \cdot 10,0^2 = 0,95 \text{ Mpm/m}$$

$$\pm m_{xy_7} = (0,0255 \cdot 0,185 + 0,0066 \cdot 3,000) \cdot 10,0^2 = 2,45 \text{ Mpm/m}$$

Literaturverzeichnis

1. BARES, R.: Berechnungstabellen für Platten und Wandscheiben. Wiesbaden/Berlin: Bauverlag GmbH 1968.
2. BITTNER, E.: Platten und Behälter. Wien/New York: Springer-Verlag 1965.
3. CZERNY, F.: Tafeln für vierseitig und dreiseitig gelagerte Rechteckplatten. Betonkalender 1972 I. Berlin/München/Düsseldorf: Verlag W. Ernst & Sohn, S. 193–260.
4. ERTÜRK, I. N.: Zwei-, drei- und vierseitig gestützte Rechteckplatten. Berlin/München: Verlag W. Ernst & Sohn 1965.
5. STIGLAT, K., WIPPEL, H.: Platten. Berlin/München/Düsseldorf: Verlag W. Ernst & Sohn 1973.
6. HOMBERG, H., ROPERS, W.: Fahrbahnplatten mit veränderlicher Dicke. Band 1. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag 1965.
7. HOMBERG, H.: Fahrbahnplatten mit veränderlicher Dicke. Band 2. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag 1968.
8. BERGFELDER, J.: Einflussflächen für das Einspannmoment des Kragplattenhalbstreifens mit veränderlicher Dicke. Beton- und Stahlbetonbau 62 (1967), H. 12, S. 288–289.
9. GRAN OLSSON, R.: Biegung der Rechteckplatte bei linear veränderlicher Steifigkeit und beliebiger Belastung. Der Bauingenieur 22 (1941), H. 1/2, S. 10–13.
10. NARUOKA, M.: On the solution of a vertically loaded rectangular-plate with variable flexural rigidity. Trans. of Japan Society of Civil Engineers, Vol. 5 (1950), p. 55.
11. FAVRE, H., GILG, B.: La plaque rectangulaire fléchie d'épaisseur linéairement variable. Zeitschrift für angew. Math. und Physik, Vol. III (1952), Nr. 5, S. 354–371.

12. FAVRE, H., SCHUMANN, W.: Etude de la flexion, pour différentes conditions d'appui, des plaques rectangulaires d'épaisseur linéairement variable. Bulletin technique de la Suisse Romande, 81^e année (1955), No. 11, S. 161–173.
13. BUCHHOLZ, E.: Beitrag zur Berechnung der Schnittkräfte und Durchbiegungen von umfangsgelagerten Rechteckplatten mit in einer Spannrichtung veränderlichem Querschnitt. Dissertation Technische Hochschule Karlsruhe 1963.
14. DIMITROV, N., HERBERG, W.: Festigkeitslehre II. Sammlung Götschen, Band 6145. Berlin/New York: Verlag Walter de Gruyter 1972.
15. EISENBIEGLER, G.: Operatorenkalkül zur Berechnung von Stab- und Flächentragwerken. Dissertation Universität Karlsruhe (TH) 1969.
16. EISENBIEGLER, G.: Rechteckplatten mit randparallelen Liniengelenken. Die Bautechnik 51 (1974), H. 4, S. 133–141.
17. EISENBIEGLER, G.: Plattentragwerke mit abschnittsweise unterschiedlichen Dicken und versetzten Mittelflächen. Die Bautechnik 49 (1972), H. 12, S. 425–430.
18. LECKIE, F., PESTEL, E.: Transfer-Matrix Fundamentals. Int. J. Mech. Sci. 2 (1960/61), p. 137–167.
18. UHRIG, R.: Elastostatik und Elastokinetik in Matrizenschreibweise. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag 1973.

Zusammenfassung

Der vorliegende Aufsatz untersucht dreiseitig gelagerte isotrope Rechteckplatten, deren Dicke vom freien Rand aus linear zunimmt. Für die Berechnung wird der stetige Dickenverlauf durch eine inhaltsgleiche Treppenkurve approximiert. Das Aneinanderkoppeln der einzelnen Plattenstreifen mit jeweils konstanter, aber unterschiedlich grosser Dicke, erfolgt mit Hilfe des Verfahrens der Übertragungsmatrizen. Ferner werden die mittels der Operatorenrechnung bzw. der formal identischen Laplace-Transformation schnell und bequem abzuleitende Feldmatrix sowie die zugehörigen Belastungsvektoren mitgeteilt. Für die Lastfälle Gleichlast und Dreieckslast werden bei verschiedenen Dickenverhältnissen Momententabellen aufgestellt, die eine sichere Bemessung solcher Platten ermöglichen.

Summary

The present contribution deals with rectangular isotropic plates, supported on three sides, the thickness of which increases linearly from the free side. For calculating the continuity of the thickness is substituted by a ladder shaped curve of the same surface. The joining of the individual plate strips of momentary constant but variable thickness is realized by means of the transfer matrices method. Moreover, thanks to the operator calculation or to the identical Laplace transformation one obtains rapidly and properly the total matrices and their charge vectors. For constant or linear charges – and for different thickness ratios – moment diagrams are drawn up which allow the reliable dimensioning of the plates.

Résumé

Le texte ci-dessus traite des dalles rectangulaires isotropes appuyées sur trois côtés et dont l'épaisseur augmente linéairement à partir du côté libre. Pour le calcul, on remplace le tracé continu du changement d'épaisseur par une courbe en escalier de même surface. L'action réciproque des éléments d'épaisseur constante mais chaque fois différente est obtenue à l'aide du procédé des matrices de transfert. De plus, grâce aux opérateurs ou aux transformations de Laplace qui leur sont identiques, on obtient rapidement et aisément les matrices totales et leurs vecteurs de charge. Pour des charges constantes ou linéaires, on établit – pour différents rapports d'épaisseur – des diagrammes de moment qui permettent un dimensionnement sûr de ces dalles.