

STAHLBETON III – ÜBUNG 2

(101-0127-00L)

Thema: Platten

Schief gelagerte Platte

Es soll nach den Grundsätzen der Normen SIA 260 und 262 eine schief gelagerte Platte bemessen werden. Die in Bild 1 dargestellte, schief gelagerte Platte erfährt neben ihrer Eigenlast eine Auflast $g_{lk} = 3 \text{ kPa}$ und eine Nutzlast von $q_k = 15 \text{ kPa}$ (charakteristische Werte, vollflächig auf die ganze Platte wirkend). Bemessen sie die Platte für den Grenzzustand Typ 2 gemäss SIA 260 und 262 auf Biegung sowie Querkraft und berücksichtigen Sie dabei, dass die Bewehrung randparallel verlegt werden soll. Gehen Sie dabei wie folgt vor:

- a) Wählen Sie eine vernünftige Plattenstärke.
- b) Bestimmen Sie die Mindestbewehrung der Platte und deren Biege- resp. Querkraftwiderstände.
- c) Bemessen Sie die Platte mit Hilfe der Streifenmethode.
- d) Bemessen Sie die Platte mit Hilfe der abgegebenen elastischen Berechnungstabeln (Bilder 2 bis 21), [1].
- e) Bemessen Sie die Platte mit Hilfe der abgegebenen elastischen FEM-Berechnung (Bilder 22 bis 28), [2].
- f) Erstellen Sie eine saubere Bewehrungsskizze im Massstab 1:50 der erforderlichen Biege- resp. Querkraftbewehrung.
- g) Bestimmen Sie mit Hilfe der Fliessgelenklinienmethode einen oberen Grenzwert der Traglast.
- h) Diskutieren Sie die verschiedenen Methoden gemäss Punkt c), d), e) und g).

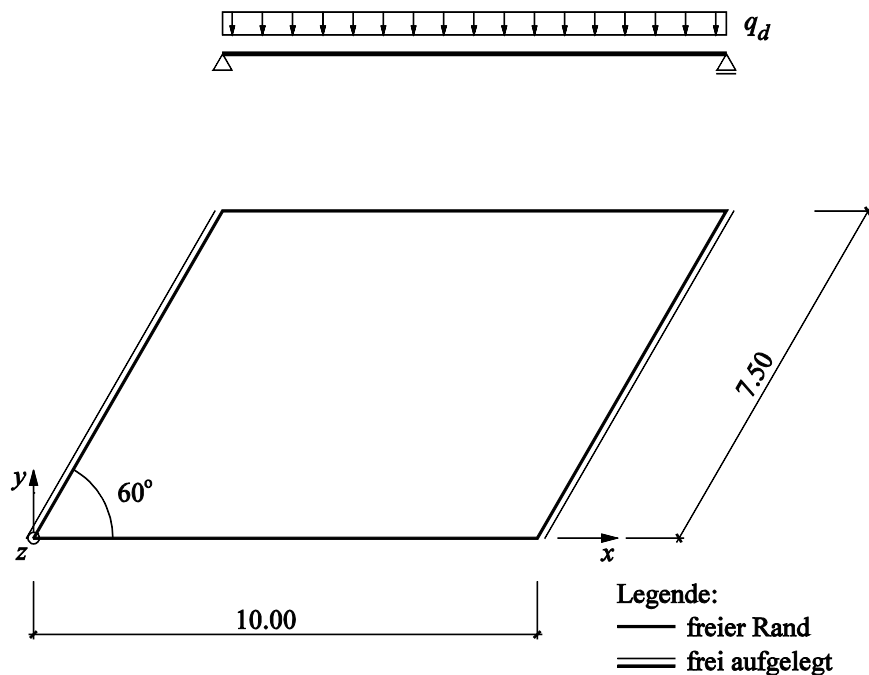


Bild 1 Schief gelagerte Platte, Abmessungen in m, Massstab 1:150.




Ausgabe : 07. November 2013, 10:00 Uhr, HIL E7

Abgabe : 28. November 2013, 11:45 Uhr, HIL E7

[1] Bares R., „Berechnungstabeln für Platten und Wandscheiben“, Bauverlag GmbH, Berlin, 1971, pp. 626.
 [2] FEM-Software, Cedrus-5, Cubus AG, Zürich.

1.5 Tabellen für die Berechnung schiefwinkliger Parallelogrammplatten

1.5 Tables for the analysis of skew parallelogram plates

Tab.	Auflagerung und Belastungsart Bearing conditions and nature of loading	Belastung Loading	Quer- dehnungs- zahl Poisson's ratio μ	Berechnete Werte Calculated values	Teilung Division
1.134a-d		gleichmäßig verteilt uni- formly distrib- uted	0	<ol style="list-style-type: none"> Hauptbiegungs- momente in der Mitte der Platte und in 3 Punkten am freien Rande Richtung der Hauptmomente in diesen Punkten <ol style="list-style-type: none"> Principal bending moments at centre of plate and at three points of the unsupported edge Directions of the principal moments at these points 	Für γ im Bereich 0,4-1,0 je ein Zehntel, für λ im Bereich 0,4-1,0 je ein Zehntel; die Schiefe φ im Bereich 5°-70° je fünf Grad Increments of 0,1 for γ in the range from 0,4 to 1,0; increments of 0,1 for λ in the range from 0,4 to 1,0; increments of 5 degrees for the skew angle φ in the range from 5 to 70 degrees
1.135a-c					
1.136a-e		Einzel- last Concen- trated load		Durchbiegungen, Hauptbiegungs- momente, ihre Richtungen und Auflagerkräfte in den Gitterpunkten	Für $\gamma = 0,5; 1,0;$ $2,0$; für die Schiefe $\sin \varphi = 0; 0,25;$ $0,5; 0,7; 0,9$
1.137a-e				Deflections, principal bending moments, their directions, and reactions at the grid points	For $\gamma = 0,5; 1,0;$ $2,0$; for the skew angle $\varphi = 0; 0,25$ $0,5; 0,7; 0,9$

Umfangreiche Tabellen für die Berechnung der Einflußfelder schiefwinkliger isotroper Platten sind in der Literatur [8, 14, 66, 68, 93, 94, 96, 106] angegeben.

Umfangreiche Tabellen für die Berechnung der schiefwinkligen, isotropen durchlaufenden Platten sind in der Broschüre [78, 95] enthalten.

Für gewisse Fälle von schiefwinkligen orthotropen Platten sind im Buche [14] die zugehörigen Einflußfelder enthalten.

Comprehensive tables for the calculation of the influence surfaces for isotropic skew plates are given in the literature [8, 14, 66, 68, 93, 94, 96, 106].

Comprehensive tables for the analysis of isotropic continuous skew plates are contained in the booklet [78, 95].

The influence surfaces for certain cases of orthotropic skew plates are given in the book [14].

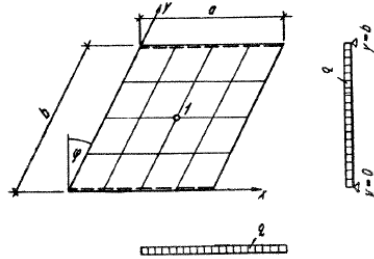
Bild 2 Übersicht für die Berechnung schiefwinkliger Parallelogrammplatten [1].

Tab. 1.134 a/1

$\mu = 0$

$\gamma = \frac{a}{b}$

$\lambda = \frac{b}{a}$



		M_{11}					
φ		5°	10°	15°	20°	25°	30°
γ	0,4	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,096
	0,5	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,096
	0,6	0,123	0,121	0,116	0,111	0,103	0,095
	0,7	0,123	0,121	0,116	0,111	0,103	0,095
	0,8	0,123	0,121	0,116	0,110	0,103	0,095
	0,9	0,123	0,121	0,116	0,110	0,103	0,095
	1,0	0,123	0,121	0,116	0,110	0,103	0,094
λ	0,9	0,123	0,121	0,116	0,110	0,103	0,094
	0,8	0,123	0,121	0,116	0,110	0,103	0,094
	0,7	0,123	0,121	0,116	0,110	0,103	0,094
	0,6	0,123	0,121	0,116	0,110	0,103	0,094
	0,5	0,123	0,121	0,116	0,110	0,103	0,094
	0,4	0,123	0,121	0,116	0,110	0,103	0,094
V.f.		qb^2					
M.f.							

M_{11}							
35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
0,086	0,077	0,068	0,059	0,049	0,040	0,030	0,020
0,086	0,077	0,067	0,058	0,048	0,039	0,029	0,020
0,086	0,077	0,067	0,057	0,048	0,038	0,028	0,019
0,086	0,076	0,066	0,057	0,047	0,037	0,028	0,019
0,085	0,076	0,066	0,057	0,047	0,037	0,027	0,019
0,085	0,076	0,065	0,056	0,046	0,036	0,026	0,019
0,085	0,075	0,055	0,055	0,045	0,035	0,026	0,018
0,085	0,075	0,065	0,055	0,045	0,035	0,025	0,018
0,084	0,074	0,064	0,055	0,044	0,034	0,025	0,018
0,084	0,074	0,064	0,054	0,044	0,034	0,025	0,018
0,084	0,074	0,064	0,054	0,043	0,034	0,024	0,017
0,084	0,074	0,063	0,053	0,043	0,033	0,024	0,017
0,084	0,074	0,063	0,053	0,042	0,033	0,023	0,017
qb^2							

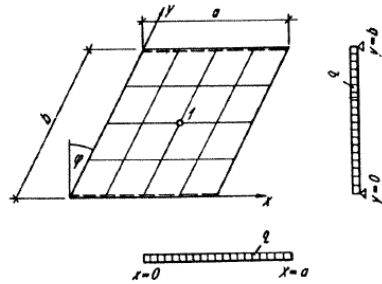
Bild 3 Berechnungstafel für ein Hauptbiegemoment im Punkt 1 [1].

Tab. 1.134a/3

$\mu = 0$

$\gamma = \frac{a}{b}$

$\lambda = \frac{b}{a}$



		α_1^0					
φ		5°	10°	15°	20°	25°	30°
γ	0,4	91	92	93	94	95	97
	0,5	91	92	93	94	95	96
	0,6	91	91	92	93	94	95
	0,7	91	91	92	93	94	94
	0,8	90	91	92	92	93	94
	0,9	90	91	91	92	92	93
λ	1,0	90	91	91	92	92	93
	0,9	90	91	91	91	92	92
	0,8	90	91	91	91	91	92
	0,7	90	91	91	91	91	91
	0,6	90	90	91	91	91	91
	0,5	90	90	91	91	91	91
0,4	90	90	90	91	91	91	

α_1^0							
35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
99	101	102	104	106	108	111	113
98	99	101	102	104	106	108	110
96	98	99	101	102	104	106	108
95	97	98	99	100	102	104	106
95	95	97	98	99	100	102	104
94	95	95	97	98	99	100	102
93	94	95	95	96	98	98	100
93	93	94	95	95	96	97	98
92	92	93	94	94	95	96	97
92	92	92	93	93	94	95	96
91	91	92	92	92	93	94	94
91	91	91	91	92	92	92	93
91	91	91	91	91	91	91	92

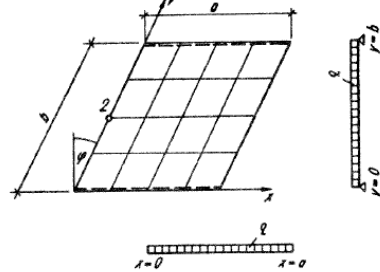
Bild 5 Berechnungstafel für die Hauptmomentenrichtung im Punkt 1 [1].

Tab. 1.134b/1

$\mu = 0$

$\gamma = \frac{a}{b}$

$\lambda = \frac{b}{a}$



		M_{12}					
φ		5°	10°	15°	20°	25°	30°
γ	0,4	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,096
	0,5	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,096
	0,6	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,095
	0,7	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,095
	0,8	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,095
	0,9	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,095
	1,0	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,095
λ	0,9	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,095
	0,8	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,095
	0,7	0,123	0,121	0,116	0,111	0,104	0,095
	0,6	0,123	0,121	0,117	0,111	0,104	0,095
	0,5	0,123	0,121	0,117	0,112	0,104	0,095
	0,4	0,123	0,121	0,117	0,112	0,104	0,095
V.f.		qb^2					
M.f.		qb^2					

		M_{12}							
φ		35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
γ	0,4	0,086	0,076	0,066	0,057	0,047	0,037	0,027	0,019
	0,5	0,085	0,076	0,066	0,056	0,046	0,036	0,026	0,017
	0,6	0,085	0,075	0,065	0,055	0,045	0,035	0,024	0,016
	0,7	0,085	0,075	0,065	0,055	0,044	0,034	0,023	0,016
	0,8	0,085	0,075	0,065	0,054	0,043	0,033	0,022	0,016
	0,9	0,085	0,075	0,064	0,054	0,043	0,032	0,021	0,016
	1,0	0,085	0,075	0,064	0,054	0,043	0,032	0,021	0,015
	1,1	0,085	0,075	0,064	0,053	0,042	0,032	0,021	0,015
λ	0,9	0,085	0,075	0,064	0,053	0,043	0,032	0,021	0,015
	0,8	0,085	0,075	0,064	0,053	0,043	0,032	0,021	0,015
	0,7	0,085	0,075	0,064	0,053	0,043	0,032	0,021	0,015
	0,6	0,085	0,075	0,064	0,053	0,043	0,032	0,021	0,015
	0,5	0,085	0,075	0,064	0,053	0,043	0,032	0,021	0,015
	0,4	0,086	0,075	0,064	0,054	0,043	0,032	0,021	0,015
	0,3	0,086	0,076	0,065	0,054	0,043	0,032	0,021	0,015
	0,2	0,086	0,076	0,065	0,054	0,043	0,032	0,021	0,015
V.f.		qb^2							
M.f.		qb^2							

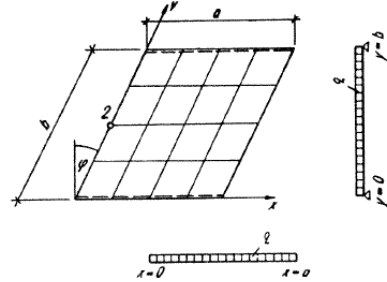
Bild 6 Berechnungstafel für ein Hauptbiegemoment im Punkt 2 [1].

Tab. 1.134b/2

$\mu = 0$

$\gamma = \frac{a}{b}$

$\lambda = \frac{b}{a}$



		M_{II2}					
φ		5°	10°	15°	20°	25°	30°
γ	0,4	-0,0011	-0,0027	-0,0048	-0,0077	-0,0106	-0,0144
	0,5	-0,0012	-0,0028	-0,0049	-0,0080	-0,0114	-0,0155
	0,6	-0,0013	-0,0030	-0,0051	-0,0082	-0,0118	-0,0160
	0,7	-0,0013	-0,0031	-0,0053	-0,0083	-0,0120	-0,0163
	0,8	-0,0014	-0,0032	-0,0054	-0,0085	-0,0122	-0,0165
	0,9	-0,0014	-0,0033	-0,0056	-0,0087	-0,0124	-0,0166
	1,0	-0,0015	-0,0034	-0,0058	-0,0089	-0,0126	-0,0166
λ	0,9	-0,0015	-0,0036	-0,0060	-0,0091	-0,0128	-0,0168
	0,8	-0,0016	-0,0037	-0,0062	-0,0093	-0,0130	-0,0170
	0,7	-0,0017	-0,0038	-0,0064	-0,0095	-0,0133	-0,0172
	0,6	-0,0018	-0,0040	-0,0066	-0,0097	-0,0137	-0,0176
	0,5	-0,0019	-0,0041	-0,0068	-0,0100	-0,0140	-0,0181
	0,4	-0,0020	-0,0042	-0,0070	-0,0104	-0,0144	-0,0187
V.f.		qb^2					
M.f.							

		M_{II2}							
		35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
	-0,0173	-0,0200	-0,0206	-0,0205	-0,0198	-0,0174	-0,0152	-0,0128	
	-0,0189	-0,0212	-0,0220	-0,0216	-0,0203	-0,0182	-0,0157	-0,0127	
	-0,0198	-0,0217	-0,0223	-0,0218	-0,0202	-0,0179	-0,0154	-0,0121	
	-0,0201	-0,0218	-0,0223	-0,0217	-0,0200	-0,0174	-0,0150	-0,0113	
	-0,0201	-0,0219	-0,0223	-0,0215	-0,0198	-0,0169	-0,0141	-0,0106	
	-0,0201	-0,0220	-0,0223	-0,0213	-0,0195	-0,0165	-0,0135	-0,0102	
	-0,0202	-0,0221	-0,0223	-0,0213	-0,0194	-0,0164	-0,0131	-0,0100	
	-0,0203	-0,0222	-0,0224	-0,0214	-0,0195	-0,0163	-0,0129	-0,0098	
	-0,0205	-0,0223	-0,0226	-0,0216	-0,0196	-0,0162	-0,0128	-0,0095	
	-0,0207	-0,0225	-0,0228	-0,0220	-0,0200	-0,0164	-0,0129	-0,0096	
	-0,0210	-0,0228	-0,0230	-0,0223	-0,0204	-0,0167	-0,0130	-0,0098	
	-0,0214	-0,0233	-0,0236	-0,0229	-0,0208	-0,0173	-0,0135	-0,0100	
	-0,0219	-0,0237	-0,0242	-0,0236	-0,0214	-0,0181	-0,0142	-0,0102	
		qb^2							

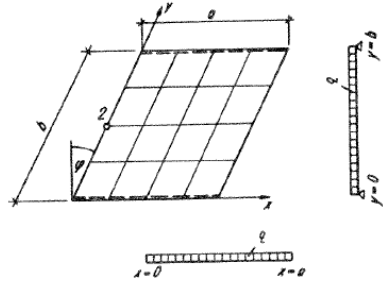
Bild 7 Berechnungstafel für ein Hauptbiegemoment im Punkt 2 [1].

Tab. 1.134b/3

$\mu = 0$

$\gamma = \frac{a}{b}$

$\lambda = \frac{b}{a}$



		α_2^0					
φ		5°	10°	15°	20°	25°	30°
γ	0,4	91	92	93	95	96	98
	0,5	91	92	93	95	96	98
	0,6	91	92	93	94	96	98
	0,7	91	92	93	94	96	98
	0,8	91	92	93	94	96	98
	0,9	91	92	92	94	95	97
	1,0	91	91	92	94	95	97
λ	0,9	91	91	92	94	95	97
	0,8	91	91	92	93	95	97
	0,7	91	91	92	93	95	97
	0,6	91	91	92	93	95	97
	0,5	91	91	92	93	94	96
	0,4	91	91	92	93	94	96

α_2^0							
35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
100	102	105	108	111	114	118	123
100	102	105	108	111	114	118	123
100	102	105	108	111	114	118	123
100	102	105	107	111	114	118	123
100	102	105	107	111	114	118	122
100	102	104	107	111	114	118	122
99	102	104	107	111	114	118	122
99	102	104	107	110	114	118	122
99	102	104	107	110	114	118	122
99	101	104	107	110	114	117	122
99	101	104	107	110	114	117	122
99	101	104	107	110	114	117	122
99	101	104	107	110	114	117	122

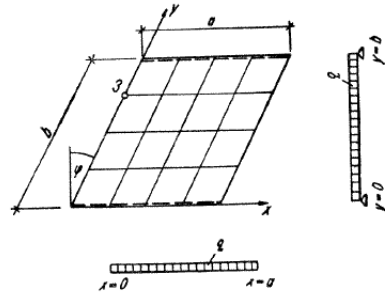
Bild 8 Berechnungstafel für die Hauptmomentenrichtung im Punkt 2 [1].

Tab. 1.134c/1

$\mu = 0$

$\gamma = \frac{a}{b}$

$\lambda = \frac{b}{a}$



		M_{13}					
φ		5°	10°	15°	20°	25°	30°
γ	0,4	0,093	0,097	0,098	0,096	0,093	0,088
	0,5	0,094	0,099	0,100	0,098	0,094	0,090
	0,6	0,095	0,100	0,101	0,100	0,095	0,091
	0,7	0,096	0,102	0,103	0,101	0,096	0,092
	0,8	0,097	0,102	0,103	0,101	0,097	0,092
	0,9	0,098	0,101	0,102	0,101	0,098	0,092
λ	1,0	0,098	0,101	0,102	0,101	0,098	0,092
	0,9	0,097	0,101	0,102	0,101	0,097	0,091
	0,8	0,096	0,100	0,101	0,100	0,095	0,091
	0,7	0,096	0,100	0,100	0,098	0,094	0,090
	0,6	0,096	0,100	0,101	0,097	0,093	0,089
	0,5	0,095	0,099	0,100	0,096	0,092	0,088
	0,4	0,094	0,098	0,099	0,095	0,092	0,087
V.f.		qb^2					
M.f.							

		M_{13}							
φ		35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
	0,81	0,072	0,064	0,054	0,044	0,036	0,031	0,026	
	0,83	0,075	0,065	0,056	0,045	0,036	0,030	0,024	
	0,84	0,076	0,066	0,056	0,045	0,036	0,029	0,022	
	0,85	0,076	0,067	0,056	0,045	0,035	0,028	0,020	
	0,86	0,077	0,067	0,057	0,045	0,035	0,027	0,018	
	0,85	0,077	0,067	0,057	0,045	0,035	0,026	0,017	
	0,85	0,076	0,066	0,056	0,045	0,034	0,025	0,016	
	0,84	0,076	0,066	0,056	0,044	0,034	0,024	0,016	
	0,84	0,076	0,065	0,055	0,044	0,034	0,024	0,015	
	0,83	0,074	0,065	0,055	0,043	0,033	0,024	0,015	
	0,81	0,073	0,064	0,054	0,043	0,033	0,024	0,015	
	0,80	0,071	0,063	0,053	0,042	0,033	0,024	0,015	
	0,80	0,071	0,063	0,053	0,042	0,033	0,024	0,015	
	0,79	0,070	0,062	0,052	0,041	0,032	0,023	0,015	
	0,79	0,070	0,062	0,052	0,041	0,032	0,023	0,015	
	0,79	0,070	0,062	0,052	0,041	0,032	0,023	0,015	
V.f.		qb^2							
M.f.									

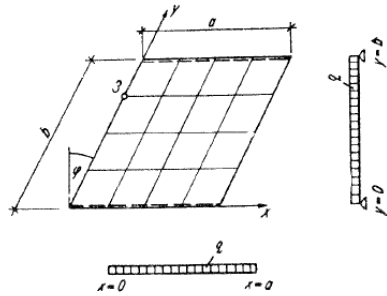
Bild 9 Berechnungstafel für ein Hauptbiegemoment im Punkt 3 [1].

Tab. 1.134c/3

$\mu = 0$

$\gamma = \frac{a}{b}$

$\lambda = \frac{b}{a}$



		α_3^0					
φ		5°	10°	15°	20°	25°	30°
γ	0,4	90	90,5	91	91	92	94
	0,5	90	90,5	91	91	92	94
	0,6	90	90,5	91	91	92	94
	0,7	90	90,5	91	91	92	94
	0,8	90	90,5	91	91	92	94
	0,9	90	90,5	91	91	92	94
	1,0	90	90,5	91	91	92	94
λ	0,9	90	90,5	91	91	92	94
	0,8	90	90,5	91	91	92	94
	0,7	90	90,5	91	91	92	94,5
	0,6	90	90,5	91	91	92	94,5
	0,5	90	90,5	91	91	92,5	94,5
	0,4	90	90,5	91	91	92,5	94,5

α_3^0							
35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
96,5	99	101,5	105	108	111,5	116	120
96	98,5	101,5	104,5	108	111,5	115,5	119,5
96	98,5	101,5	104,5	108	111,5	115,5	119,5
96	98,5	101,5	104,5	108	111,5	115,5	119,5
96	98,5	101,5	104,5	108	111,5	115,5	119,5
96	98,5	101,5	104,5	108	111,5	115,5	119,5
96	98,5	101,5	104,5	108	111,5	115,5	119,5
96	98,5	101,5	104,5	108	111,5	115,5	119,5
96,5	98,5	101,5	105	108	111,5	115,5	119,5
96,5	99	101,5	105	108	111,5	115,5	119,5
96,5	99	101,5	105	108	111,5	115,5	119,5
96,5	99	102	105	108	111,5	115,5	120
96,5	99	102	105	108,5	111,5	116	120
97	99,5	102	105,5	108,5	112	116	120

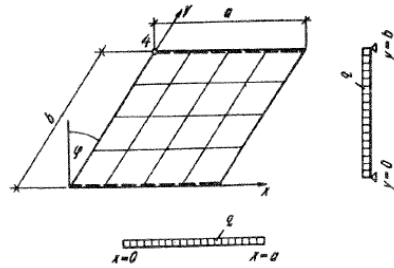
Bild 11 Berechnungstafel für die Hauptmomentenrichtung im Punkt 3 [1].

Tab. 1.134d/1

$\mu = 0$

$\gamma = \frac{a}{b}$

$\lambda = \frac{b}{a}$



		M_{14}					
φ		5°	10°	15°	20°	25°	30°
γ	0,4	0,0183	0,0223	0,0263	0,0300	0,0321	0,0329
	0,5	0,0203	0,0244	0,0283	0,0318	0,0336	0,0341
	0,6	0,0226	0,0272	0,0305	0,0334	0,0351	0,0353
	0,7	0,0255	0,0296	0,0327	0,0352	0,0366	0,0365
	0,8	0,0287	0,0322	0,0350	0,0369	0,0381	0,0376
	0,9	0,0322	0,0350	0,0372	0,0388	0,0396	0,0387
	1,0	0,0353	0,0384	0,0404	0,0417	0,0418	0,0398
λ	0,9	0,0396	0,0429	0,0446	0,0453	0,0447	0,0427
	0,8	0,0455	0,0478	0,0490	0,0488	0,0479	0,0453
	0,7	0,0514	0,0528	0,0536	0,0530	0,0510	0,0478
	0,6	0,0570	0,0579	0,0580	0,0568	0,0542	0,0465
	0,5	0,0632	0,0629	0,0625	0,0610	0,0572	0,0533
	0,4	0,0696	0,0683	0,0670	0,0644	0,0595	0,0550
V.f.		qb^2					
M.f.							

M_{14}							
35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
0,0317	0,0295	0,0270	0,0241	0,0210	0,0174	0,0135	0,0098
0,0326	0,0302	0,0275	0,0244	0,0212	0,0177	0,0136	0,0095
0,0335	0,0310	0,0281	0,0248	0,0215	0,0178	0,0136	0,0095
0,0346	0,0319	0,0286	0,0252	0,0218	0,0179	0,0136	0,0095
0,0356	0,0328	0,0294	0,0256	0,0220	0,0180	0,0136	0,0095
0,0367	0,0337	0,0301	0,0263	0,0223	0,0182	0,0136	0,0095
0,0380	0,0348	0,0311	0,0271	0,0226	0,0183	0,0137	0,0094
0,0394	0,0363	0,0321	0,0274	0,0229	0,0187	0,0138	0,0093
0,0415	0,0374	0,0331	0,0281	0,0234	0,0189	0,0139	0,0093
0,0432	0,0388	0,0344	0,0289	0,0239	0,0190	0,0140	0,0092
0,0461	0,0410	0,0355	0,0298	0,0244	0,0191	0,0142	0,0091
0,0476	0,0423	0,0369	0,0307	0,0250	0,0194	0,0143	0,0091
0,0491	0,0440	0,0385	0,0319	0,0257	0,0197	0,0144	0,0092
qb^2							

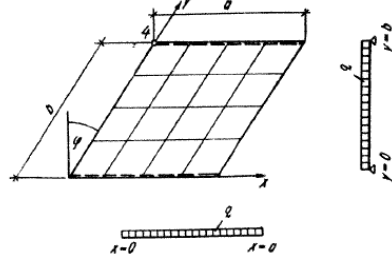
Bild 12 Berechnungstafel für ein Hauptbiegemoment im Punkt 4 [1].

Tab. 1.134d/2

$\mu = 0$

$\gamma = \frac{a}{b}$

$\lambda = \frac{b}{a}$



		M_{II4}					
φ		5°	10°	15°	20°	25°	30°
γ	0,4	-0,012	-0,029	-0,046	-0,062	-0,079	-0,096
	0,5	-0,016	-0,032	-0,049	-0,065	-0,082	-0,099
	0,6	-0,020	-0,036	-0,053	-0,069	-0,085	-0,102
	0,7	-0,024	-0,041	-0,056	-0,073	-0,088	-0,106
	0,8	-0,029	-0,045	-0,060	-0,076	-0,092	-0,109
	0,9	-0,034	-0,050	-0,065	-0,080	-0,096	-0,114
	1,0	-0,039	-0,055	-0,070	-0,087	-0,102	-0,120
λ	0,9	-0,046	-0,061	-0,077	-0,093	-0,110	-0,127
	0,8	-0,053	-0,068	-0,084	-0,100	-0,118	-0,135
	0,7	-0,061	-0,076	-0,091	-0,107	-0,125	-0,143
	0,6	-0,070	-0,083	-0,098	-0,115	-0,133	-0,151
	0,5	-0,076	-0,091	-0,106	-0,123	-0,141	-0,158
	0,4	-0,082	-0,098	-0,112	-0,130	-0,147	-0,164
V.f.		qb^2					
M.f.							

		M_{II4}							
		35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
	-0,116	-0,135	-0,157	-0,183	-0,213	-0,248	-0,292	-0,339	
	-0,119	-0,139	-0,160	-0,185	-0,215	-0,248	-0,290	-0,333	
	-0,123	-0,142	-0,163	-0,189	-0,217	-0,248	-0,287	-0,327	
	-0,126	-0,145	-0,167	-0,192	-0,220	-0,249	-0,284	-0,322	
	-0,130	-0,150	-0,172	-0,195	-0,222	-0,250	-0,283	-0,317	
	-0,135	-0,155	-0,176	-0,199	-0,224	-0,251	-0,283	-0,312	
	-0,140	-0,159	-0,181	-0,204	-0,227	-0,254	-0,282	-0,310	
	-0,146	-0,165	-0,187	-0,208	-0,231	-0,257	-0,281	-0,308	
	-0,154	-0,172	-0,193	-0,213	-0,236	-0,259	-0,282	-0,306	
	-0,161	-0,180	-0,201	-0,220	-0,241	-0,262	-0,283	-0,305	
	-0,169	-0,188	-0,207	-0,227	-0,247	-0,266	-0,285	-0,305	
	-0,177	-0,195	-0,213	-0,233	-0,252	-0,269	-0,287	-0,305	
	-0,184	-0,202	-0,220	-0,240	-0,257	-0,273	-0,290	-0,306	
		qb^2							

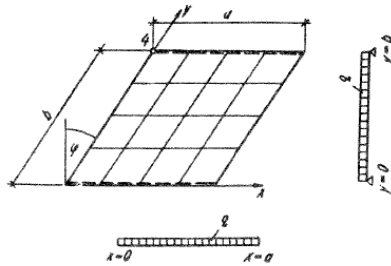
Bild 13 Berechnungstafel für ein Hauptbiegemoment im Punkt 4 [1].

Tab. 1.134d/3

$$\mu = 0$$

$$\gamma = \frac{a}{b}$$

$$\lambda = \frac{b}{a}$$



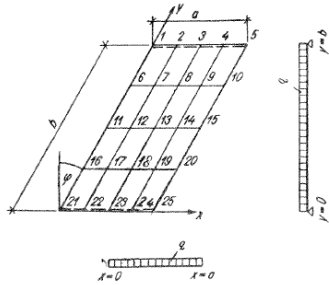
		α_4^0					
φ		5°	10°	15°	20°	25°	30°
γ	0,4	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	0,5	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	0,6	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	0,7	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	0,8	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	0,9	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	1,0	47,5	50	52,5	55	57,5	60
λ	0,9	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	0,8	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	0,7	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	0,6	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	0,5	47,5	50	52,5	55	57,5	60
	0,4	47,5	50	52,5	55	57,5	60

α_4^0							
35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80
62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80
62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80
62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80
62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80
62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80
62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80
62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80
62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80
62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80

Bild 14 Berechnungstafel für die Hauptmomentenrichtung im Punkt 4 [1].

Tab. 1.135 a)

$\mu = 0$
 $\gamma = \frac{a}{b} = 0,5$

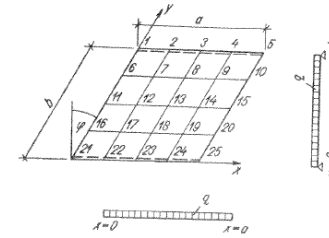


sin φ	V.L./M.L.					sin φ	V.L./M.L.				
	0	0,25	0,5	0,7	0,9		0	0,25	0,5	0,7	0,9
M ₁₁	+0,0156	+0,0292	+0,0337	+0,0280	+0,0146	w ₆	0,11719	0,10840	0,07686	0,04306	0,01062
M ₁₂	0	+0,0064	+0,0110	+0,0108	+0,0058	w ₇	0,11719	0,10568	0,07217	0,03885	0,00912
M ₁₃	0	+0,0047	+0,0054	+0,0029	+0,0002	w ₈	0,11719	0,10375	0,06972	0,03725	0,00873
M ₁₄	0	+0,0036	+0,0017	+0,0024	+0,0036	w ₉	0,11719	0,10226	0,06866	0,03732	0,00907
M ₁₅	+0,0156	+0,0019	+0,0022	+0,0015	+0,0219	w ₁₀	0,11719	0,10115	0,06863	0,03854	0,00992
M ₁₆	+0,0937	+0,0995	+0,0895	+0,0667	+0,0284	w ₁₁	0,16406	0,14699	0,10257	0,05768	0,01449
M ₁₇	+0,0937	+0,0929	+0,0786	+0,0579	+0,0280	w ₁₂	0,16406	0,14617	0,09880	0,05417	0,01289
M ₁₈	+0,0937	+0,0875	+0,0699	+0,0491	+0,0217	w ₁₃	0,16406	0,14588	0,09891	0,05304	0,01238
M ₁₉	+0,0937	+0,0826	+0,0622	+0,0414	+0,0160	w ₁₄	0,16406	0,14617	0,09980	0,05417	0,01289
M ₁₁₀	+0,125	+0,0779	+0,0555	+0,0359	+0,0141	w ₁₅	0,16406	0,14699	0,10257	0,05768	0,01449
M ₁₁₁	+0,125	+0,1174	+0,0952	+0,0673	+0,0276	R ₁	+0,0625	+0,1507	+0,2336	+0,2663	+0,2549
M ₁₁₂	+0,125	+0,1175	+0,0952	+0,0673	+0,0292	R ₂	+0,1250	+0,1075	+0,0491	-0,0167	-0,0879
M ₁₁₃	+0,125	+0,1176	+0,0955	+0,0682	+0,0309	R ₃	+0,1250	+0,1141	+0,0873	+0,0572	+0,0078
M ₁₁₄	+0,125	+0,1175	+0,0952	+0,0673	+0,0292	R ₄	+0,1250	+0,1059	+0,0781	+0,0642	+0,0229
M ₁₁₅	+0,125	+0,1174	+0,0952	+0,0673	+0,0276	R ₅	+0,0625	+0,0058	-0,0151	-0,0143	+0,0201
M ₁₁₁	-0,0156	-0,0487	-0,1011	-0,1586	-0,2779	a ₁	45°	52°14'	60°	67°13'	77°5'
M ₁₁₂	0	-0,0064	-0,0110	-0,0108	-0,0058	a ₂	—	45°	45°	45°	45°
M ₁₁₃	0	-0,0047	-0,0054	-0,0029	-0,0002	a ₃	—	45°	45°	45°	45°
M ₁₁₄	0	-0,0036	-0,0017	-0,0024	-0,0036	a ₄	—	45°	45°	135°	135°
M ₁₁₅	-0,0156	-0,0011	-0,0065	-0,0085	-0,0012	a ₅	135°	124°14'	60°	67°13'	167°5'
M ₁₁₆	0	-0,0064	-0,0213	-0,0287	-0,0194	a ₆	90°	90°16'	94°	101°10'	114°35'
M ₁₁₇	0	-0,0043	-0,0123	-0,0152	-0,0083	a ₇	90°	90°12'	92°38'	97°26'	104°51'
M ₁₁₈	0	-0,0024	-0,0075	-0,0101	-0,0064	a ₈	90°	90°23'	93°8'	98°28'	107°26'
M ₁₁₉	0	-0,0041	-0,0090	-0,0099	-0,0069	a ₉	90°	90°49'	95°4'	102°25'	115°19'
M ₁₁₁₀	0	-0,0048	-0,0157	-0,0222	-0,0164	a ₁₀	90°	91°32'	97°56'	106°41'	119°6'
M ₁₁₁₁	0	-0,0034	-0,0115	-0,0162	-0,0106	a ₁₁	90°	93°2'	97°55'	104°34'	116°34'
M ₁₁₁₂	0	-0,0030	-0,0105	-0,0147	-0,0091	a ₁₂	90°	92°45'	96°36'	101°46'	110°19'
M ₁₁₁₃	0	-0,0030	-0,0105	-0,0147	-0,0091	a ₁₃	90°	92°34'	95°52'	100°23'	107°31'
M ₁₁₁₄	0	-0,0034	-0,0115	-0,0162	-0,0106	a ₁₄	90°	92°45'	96°36'	101°46'	110°19'
M ₁₁₁₅	0	-0,0048	-0,0157	-0,0222	-0,0164	a ₁₅	90°	93°2'	97°55'	104°34'	116°34'

¹⁾ Die Tabellen 1.135 a bis 1.137 c sind nach [66] bearbeitet.
²⁾ Tables 1.135a to 1.137c are adapted from [66].

Tab. 1.135 b

$\mu = 0$
 $\gamma = \frac{a}{b} = 1$

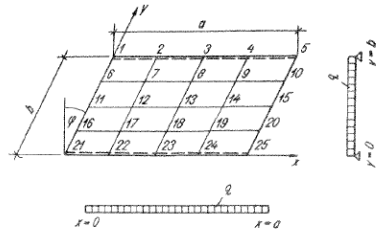


sin φ	V.L./M.L.					sin φ	V.L./M.L.				
	0	0,25	0,5	0,7	0,9		0	0,25	0,5	0,7	0,9
M ₁₁	+0,313	+0,0402	+0,0401	+0,0314	+0,0144	w ₆	0,11719	0,10894	0,07728	0,04256	0,00921
M ₁₂	0	+0,0040	+0,0078	+0,0086	+0,0046	w ₇	0,11719	0,10490	0,06961	0,03515	0,00671
M ₁₃	0	+0,0021	+0,0022	+0,0009	+0,0002	w ₈	0,11719	0,10309	0,06718	0,03339	0,00624
M ₁₄	0	+0,0017	+0,0005	+0,0038	+0,0033	w ₉	0,11719	0,10185	0,06676	0,03423	0,00683
M ₁₅	+0,0313	+0,0201	+0,0134	+0,0154	+0,0442	w ₁₀	0,11719	0,10058	0,06787	0,03740	0,00839
M ₁₆	+0,0937	+0,1014	+0,0921	+0,0679	+0,0255	w ₁₁	0,16406	0,14674	0,10188	0,05614	0,01232
M ₁₇	+0,0937	+0,0922	+0,0772	+0,0566	+0,0270	w ₁₂	0,16406	0,14510	0,09624	0,04911	0,00957
M ₁₈	+0,0937	+0,0875	+0,0695	+0,0481	+0,0200	w ₁₃	0,16406	0,14469	0,09479	0,04723	0,00882
M ₁₉	+0,0937	+0,0831	+0,0627	+0,0407	+0,0140	w ₁₄	0,16406	0,14510	0,09624	0,04911	0,00957
M ₁₁₀	+0,0937	+0,0766	+0,0539	+0,0343	+0,0116	w ₁₅	0,16406	0,14674	0,10188	0,05614	0,01232
M ₁₁₁	+0,1250	+0,1175	+0,0950	+0,0657	+0,0233	R ₁	+0,0625	+0,1037	+0,1390	+0,1496	+0,1257
M ₁₁₂	+0,1250	+0,1172	+0,0942	+0,0654	+0,0266	R ₂	+0,1250	+0,1165	+0,0886	+0,0544	+0,0137
M ₁₁₃	+0,1250	+0,1177	+0,0945	+0,0665	+0,0289	R ₃	+0,1250	+0,1187	+0,1004	+0,0766	+0,0405
M ₁₁₄	+0,1250	+0,1172	+0,0942	+0,0654	+0,0266	R ₄	+0,1250	+0,1140	+0,0896	+0,0634	+0,0176
M ₁₁₅	+0,1250	+0,1175	+0,0950	+0,0657	+0,0233	R ₅	+0,0625	+0,0312	+0,0155	+0,0129	+0,0203
M ₁₁₁	-0,0313	-0,0669	-0,1204	-0,1782	-0,2742	a ₁	45°	52°14'	60°	67°13'	77°5'
M ₁₁₂	0	-0,0040	-0,0078	-0,0086	-0,0046	a ₂	—	45°	45°	45°	45°
M ₁₁₃	0	-0,0021	-0,0022	-0,0009	-0,0002	a ₃	—	45°	45°	45°	45°
M ₁₁₄	0	-0,0017	-0,0005	-0,0038	-0,0033	a ₄	—	45°	45°	135°	135°
M ₁₁₅	-0,0313	-0,0121	-0,0045	-0,0027	-0,0023	a ₅	—	45°	135°	135°	135°
M ₁₁₆	0	-0,0066	-0,0219	-0,0292	-0,0174	a ₆	135°	142°14'	150°	157°13'	167°5'
M ₁₁₇	0	-0,0030	-0,0070	-0,0077	-0,0030	a ₇	90°	90°17'	94°1'	101°10'	114°38'
M ₁₁₈	0	-0,0007	-0,0027	-0,0037	-0,0018	a ₈	90°	90°4'	90°54'	92°52'	95°33'
M ₁₁₉	0	-0,0001	-0,0023	-0,0043	-0,0032	a ₉	90°	90°7'	91°12'	93°48'	97°49'
M ₁₁₁₀	0	-0,0040	-0,0088	-0,0093	-0,0056	a ₁₀	90°	90°29'	93°28'	99°21'	109°20'
M ₁₁₁₁	0	-0,0054	-0,0169	-0,0225	-0,0139	a ₁₁	90°	91°33'	98°3'	106°53'	119°16'
M ₁₁₁₂	0	-0,0018	-0,0060	-0,0081	-0,0040	a ₁₂	90°	92°21'	97°8'	104°7'	116°29'
M ₁₁₁₃	0	-0,0016	-0,0041	-0,0055	-0,0025	a ₁₃	90°	91°35'	93°55'	97°14'	101°50'
M ₁₁₁₄	0	-0,0018	-0,0060	-0,0081	-0,0040	a ₁₄	90°	91°8'	92°34'	94°37'	97°20'
M ₁₁₁₅	0	-0,0054	-0,0169	-0,0225	-0,0139	a ₁₅	90°	91°35'	93°55'	97°14'	101°50'

Bild 15 Berechnungstafel für die die Gitternetzpunkte 1 bis 25 [1].

Tab. 1.135c

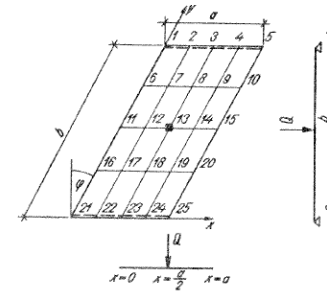
$\mu = 0$
 $\gamma = \frac{a}{b} = 2$



sin φ	V.L./M.L.					sin φ	V.L./M.L.				
	0	0,25	0,5	0,7	0,9		0	0,25	0,5	0,7	0,9
M ₁₁	+0,0625	+0,0627	+0,0533	+0,0377	+0,0150	w ₆	0,11719	0,10787	0,07578	0,04168	0,00909
M ₁₂	0	+0,0017	+0,0038	+0,0050	+0,0032	w ₇	0,11719	0,10358	0,06713	0,03224	0,00539
M ₁₃	0	+0,0004	+0,0004	+0,0001	+0,0003	w ₈	0,11719	0,10288	0,06595	0,03106	0,00493
M ₁₄	0	+0,0007	+0,0008	+0,0030	+0,0027	w ₉	0,11719	0,10235	0,06605	0,03236	0,00582
M ₁₅	+0,0625	+0,0573	+0,0537	+0,0563	+0,0735	w ₁₀	0,11719	0,10095	0,06803	0,03746	0,00845
M ₁₆	+0,0937	+0,0989	+0,0877	+0,0639	+0,0241	w ₁₁	0,16406	0,14621	0,10078	0,05544	0,01224
M ₁₇	+0,0937	+0,0895	+0,0733	+0,0526	+0,0242	w ₁₂	0,14606	0,14431	0,09358	0,04549	0,00789
M ₁₈	+0,0937	+0,0877	+0,0699	+0,0477	+0,0188	w ₁₃	0,16406	0,14411	0,09252	0,04362	0,00690
M ₁₉	+0,0937	+0,0857	+0,0665	+0,0441	+0,0161	w ₁₄	0,16406	0,14431	0,09358	0,04549	0,00789
M ₁₁₀	+0,0937	+0,0783	+0,0574	+0,0376	+0,0131	w ₁₅	0,16406	0,14621	0,10078	0,05544	0,01224
M ₁₁₁	+0,1250	+0,1178	+0,0954	+0,0661	+0,0235	R ₁	+0,0625	+0,0809	+0,0922	+0,0896	+0,0653
M ₁₁₂	+0,1250	+0,1171	+0,0937	+0,0648	+0,0264	R ₂	+0,1250	+0,1196	+0,1036	+0,0819	+0,0469
M ₁₁₃	+0,1250	+0,1171	+0,0938	+0,0647	+0,0264	R ₃	+0,1250	+0,1207	+0,1069	+0,0873	+0,0542
M ₁₁₄	+0,1250	+0,1171	+0,0937	+0,0648	+0,0264	R ₄	+0,1250	+0,1185	+0,0992	+0,0744	+0,0346
M ₁₁₅	+0,1250	+0,1178	+0,0954	+0,0661	+0,0235	R ₅	+0,0625	+0,0443	+0,0310	+0,0236	+0,0169
M ₁₁₁	-0,0625	-0,1045	-0,1598	-0,2135	-0,2848	α ₁	45°	52°14'	60°	67°13'	77°5'
M ₁₁₂	0	-0,0017	-0,0038	-0,0050	-0,0032	α ₂	—	45°	45°	45°	45°
M ₁₁₃	0	-0,0004	-0,0004	-0,0001	-0,0003	α ₃	—	45°	45°	135°	135°
M ₁₁₄	0	-0,0007	-0,0008	-0,0030	-0,0027	α ₄	—	45°	135°	135°	135°
M ₁₁₅	-0,0625	-0,0344	-0,0179	-0,0099	-0,0039	α ₅	135°	142°14'	150°	157°13'	167°5'
M ₁₁₆	0	-0,0061	-0,0200	-0,0266	-0,0161	α ₆	90°	90°30'	94°29'	101°36'	114°50'
M ₁₁₇	0	-0,0011	-0,0025	-0,0028	-0,0014	α ₇	90°	89°58'	89°53'	89°56'	90°25'
M ₁₁₈	0	-0,0001	-0,0004	-0,0008	-0,0005	α ₈	90°	90°	90°12'	90°58'	92°47'
M ₁₁₉	0	-0,0003	-0,0007	-0,0016	-0,0012	α ₉	90°	90°11'	91°40'	95°3'	100°59'
M ₁₁₁₀	0	-0,0041	-0,0104	-0,0116	-0,0069	α ₁₀	90°	91°14'	96°59'	105°25'	118°12'
M ₁₁₁₁	0	-0,0062	-0,0184	-0,0237	-0,0143	α ₁₁	90°	91°38'	96°18'	103°32'	116°15'
M ₁₁₁₂	0	-0,0007	-0,0021	-0,0029	-0,0013	α ₁₂	90°	90°41'	91°36'	93°5'	94°18'
M ₁₁₁₃	0	-0,0007	-0,0021	-0,0029	-0,0013	α ₁₃	90°	90°14'	90°30'	91°1'	92°11'
M ₁₁₁₄	0	-0,0007	-0,0021	-0,0029	-0,0013	α ₁₄	90°	90°41'	91°36'	93°5'	94°18'
M ₁₁₁₅	0	-0,0062	-0,0184	-0,0237	-0,0143	α ₁₅	90°	91°38'	96°18'	103°32'	116°15'

Tab. 1.136a

$\mu = 0$
 $\gamma = \frac{a}{b} = 0,5$



sin φ	V.L./M.L.					sin φ	V.L./M.L.				
	0	0,25	0,5	0,7	0,9		0	0,25	0,5	0,7	0,9
M ₁₁	+0,0169	+0,0715	+0,1074	+0,1123	+0,0970	w ₆	0,3700	0,3580	0,2845	0,1914	0,0752
M ₁₂	+0,0118	+0,0161	+0,0391	+0,0475	+0,0407	w ₇	0,3756	0,3529	0,2698	0,1745	0,0650
M ₁₃	0	+0,0248	+0,0337	+0,0248	+0,0065	w ₈	0,3788	0,3463	0,2591	0,1660	0,0619
M ₁₄	+0,0118	+0,0313	+0,0294	+0,0094	+0,0165	w ₉	0,3756	0,3348	0,2479	0,1612	0,0629
M ₁₅	+0,0169	+0,0181	+0,0195	+0,0142	+0,0183	w ₁₀	0,3700	0,3236	0,2400	0,1609	0,0673
M ₁₆	+0,2567	+0,2904	+0,2970	+0,2689	+0,1876	w ₁₁	0,5485	0,5068	0,3928	0,2647	0,1055
M ₁₇	+0,2524	+0,2615	+0,2508	+0,2259	+0,1808	w ₁₂	0,5629	0,5175	0,3927	0,2547	0,0953
M ₁₈	+0,2426	+0,2358	+0,2151	+0,1854	+0,1361	w ₁₃	0,5757	0,5283	0,3979	0,2544	0,0927
M ₁₉	+0,2524	+0,2253	+0,1824	+0,1415	+0,0880	w ₁₄	0,5629	0,5175	0,3927	0,2547	0,0953
M ₁₁₀	+0,2567	+0,2066	+0,1467	+0,1060	+0,0718	w ₁₅	0,5485	0,5068	0,3928	0,2647	0,1055
M ₁₁₁	+0,4761	+0,4613	+0,4149	+0,3492	+0,2223	R ₁	+0,0338	+0,1845	+0,3722	+0,5345	+0,8452
M ₁₁₂	+0,4995	+0,4830	+0,4324	+0,3643	+0,2493	R ₂	+0,1382	+0,1370	+0,0674	-0,0494	-0,3218
M ₁₁₃	+0,5250	+0,5131	+0,4832	+0,4118	+0,2973	R ₃	+0,1559	+0,1421	+0,1113	+0,0808	-0,0078
M ₁₁₄	+0,4995	+0,4830	+0,4324	+0,3643	+0,2493	R ₄	+0,1382	+0,0832	+0,0166	+0,0016	-0,0240
M ₁₁₅	+0,4761	+0,4613	+0,4149	+0,3492	+0,2223	R ₅	+0,0338	-0,0467	-0,0675	-0,0676	+0,0084
M ₁₁₁	-0,0169	-0,1191	-0,3223	-0,6362	-1,8421	α ₁	45°	52°14'	60°	67°13'	77°5'
M ₁₁₂	-0,0118	-0,0161	-0,0391	-0,0475	-0,0407	α ₂	135°	45°	45°	45°	45°
M ₁₁₃	0	-0,0248	-0,0337	-0,0248	-0,0065	α ₃	—	45°	45°	45°	45°
M ₁₁₄	-0,0118	-0,0313	-0,0294	-0,0094	-0,0165	α ₄	45°	45°	45°	45°	135°
M ₁₁₅	-0,0169	-0,0302	-0,0585	-0,0805	-0,0010	α ₅	135°	142°14'	150°	157°13'	167°5'
M ₁₁₆	-0,0014	-0,0113	-0,0621	-0,1114	-0,1276	α ₆	94°17'	93°18'	95°26'	101°41'	114°38'
M ₁₁₇	+0,0113	+0,0071	-0,0218	-0,0496	-0,0525	α ₇	94°20'	92°54'	93°21'	97°18'	104°46'
M ₁₁₈	+0,0346	+0,0258	+0,0017	-0,0216	-0,0359	α ₈	90°	88°10'	89°40'	95°25'	106°16'
M ₁₁₉	+0,0113	-0,0018	-0,0172	-0,0307	-0,0471	α ₉	85°40'	86°18'	91°42'	101°20'	117°54'
M ₁₁₁₀	-0,0014	-0,0193	-0,0305	-0,0298	-0,0331	α ₁₀	85°43'	87°30'	95°29'	106°30'	119°59'
M ₁₁₁₁	0	-0,0183	-0,0666	-0,1134	-0,1310	α ₁₁	90°	93°13'	98°10'	104°45'	116°39'
M ₁₁₁₂	+0,0084	-0,0022	-0,0339	-0,0657	-0,0713	α ₁₂	90°	87°14'	96°16'	100°41'	108°11'
M ₁₁₁₃	+0,1367	+0,1158	+0,0453	-0,0057	-0,0412	α ₁₃	90°	89°16'	98°43'	93°55'	101°16'
M ₁₁₁₄	+0,0084	-0,0022	-0,0339	-0,0657	-0,0713	α ₁₄	90°	87°14'	96°16'	100°41'	108°11'
M ₁₁₁₅	0	-0,0183	-0,0666	-0,1134	-0,1310	α ₁₅	90°	93°13'	98°10'	104°45'	116°39'

Bild 16 Berechnungstafel für die die Gitternetzpunkte 1 bis 25 [1].

Beispiel 1.25

Es sind die Hauptbiegemomente und ihre Richtungen in der Mitte und am freien Rande einer an zwei gegenüberliegenden Rändern frei aufliegenden schiefwinkligen Parallelogrammplatte mit gleichmäßig verteilter Belastung zu berechnen. Abmessungen der Platte: $a = 10,0$ m, $b = 16,7$ m, Schiefe $\varphi = 35^\circ$, Belastung $q = 2,0$ Mp/m².

Aus den Tab. 1.134a und 1.134b für $\gamma = 0,6$ bekommen wir für die Mitte der Platte

$$\begin{aligned} M_{I1} &= 0,086 \cdot 2,0 \cdot 16,7^2 = 48,0 \text{ tm/m}' \\ M_{II1} &= -0,0116 \cdot 2,0 \cdot 16,7^2 = -6,48 \text{ tm/m}' \\ \alpha_1 &= 96^\circ \end{aligned}$$

und in der Mitte des freien Randes

$$\begin{aligned} M_{I2} &= 0,085 \cdot 2,0 \cdot 16,7^2 = 47,5 \text{ tm/m}' \\ M_{II2} &= -0,0198 \cdot 2,0 \cdot 16,7^2 = -11,05 \text{ tm/m}' \\ \alpha_2 &= 100^\circ \end{aligned}$$

Beispiel 1.26

Es sind der Verlauf der Hauptbiegemomente und ihrer Richtungen auf den Mittenachsen und die Auflagerkräfte einer schiefwinkligen Parallelogrammplatte zu bestimmen, die gleichmäßig mit der Last $q = 1,0$ Mp/m² und mit der Einzellast $Q = 10$ Mp in ihrer Mitte belastet wird. Abmessungen: $a = 6,0$ m, $b = 12,0$ m. Schiefe: $\varphi = 30^\circ$. Man setzt für die Berechnung der Auflagerkräfte (so wie es bei der Berechnung der Tabellen der Fall war) voraus, daß die Platte auf jedem Rande auf fünf Auflagern, die Teilumdrehungen ermöglichen, aufgelagert wird.

Aus den Tab. 1.135a und 1.136a für $\gamma = 0,5$ und $\sin \varphi = 0,5$ erhalten wir die Biegemomente auf der Achse $x = a/2$:

$$\begin{aligned} M_{I3} &\doteq 0,0337 \cdot 10 + 0,0054 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 0,337 + 0,778 = 1,115 \text{ tm/m}' \\ M_{I8} &\doteq 0,2151 \cdot 10 + 0,0699 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 2,151 + 10,08 = 12,231 \text{ tm/m}' \\ M_{II3} &\doteq 0,4832 \cdot 10 + 0,0955 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 4,832 + 13,75 = 18,582 \text{ tm/m}' \\ M_{II8} &\doteq -0,0337 \cdot 10 - 0,0054 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = -0,337 - 0,778 = -1,115 \text{ tm/m}' \\ M_{I18} &\doteq 0,0017 \cdot 10 - 0,0075 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 0,017 - 1,08 = -1,063 \text{ tm/m}' \\ M_{II18} &\doteq 0,0453 \cdot 10 - 0,0105 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 0,453 - 1,51 = -1,057 \text{ tm/m}' \end{aligned}$$

Example 1.25

Determine the principal bending moments and their directions at the centre and at the unsupported edge of a skew parallelogram plate which is freely supported at two opposite edges and carries a uniformly distributed load $q = 2,0$ t/m². Dimensions of plate: $a = 10,0$ m, $b = 16,7$ m; angle of skew: $\varphi = 35^\circ$.

From Tables 1.134a and 1.134b we obtain for $\gamma = 0,6$ the following values for the centre of the plate:

$$\begin{aligned} M_{I1} &= 0,086 \cdot 2,0 \cdot 16,7^2 = 48,0 \text{ tm/m}' \\ M_{II1} &= -0,0116 \cdot 2,0 \cdot 16,7^2 = -6,48 \text{ tm/m}' \\ \alpha_1 &= 96^\circ \end{aligned}$$

and at the centre of the unsupported edge:

$$\begin{aligned} M_{I2} &= 0,085 \cdot 2,0 \cdot 16,7^2 = 47,5 \text{ tm/m}' \\ M_{II2} &= -0,0198 \cdot 2,0 \cdot 16,7^2 = -11,05 \text{ tm/m}' \\ \alpha_2 &= 100^\circ \end{aligned}$$

Example 1.26

Determine the principal bending moments and their directions at the centre-lines, and also the reactions, for a skew parallelogram plate carrying a uniformly distributed load $q = 1,0$ t/m² and a concentrated load $Q = 10$ t. The latter acts at the centre of the plate. Dimensions: $a = 6,0$ m, $b = 12,0$ m; angle of skew: $\varphi = 30^\circ$. For the calculation of the reactions it will be assumed that at each edge the plate is supported on five bearings permitting partial rotations (the coefficients given in the tables were calculated on the same assumption).

From Tables 1.135a and 1.136a we obtain, for $\gamma = 0,5$ and $\sin \varphi = 0,5$, the bending moments at the centre-line $x = a/2$:

$$\begin{aligned} M_{I3} &\doteq 0,0337 \cdot 10 + 0,0054 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 0,337 + 0,778 = 1,115 \text{ tm/m}' \\ M_{I8} &\doteq 0,2151 \cdot 10 + 0,0699 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 2,151 + 10,08 = 12,231 \text{ tm/m}' \\ M_{II3} &\doteq 0,4832 \cdot 10 + 0,0955 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 4,832 + 13,75 = 18,582 \text{ tm/m}' \\ M_{II8} &\doteq -0,0337 \cdot 10 - 0,0054 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = -0,337 - 0,778 = -1,115 \text{ tm/m}' \\ M_{I18} &\doteq 0,0017 \cdot 10 - 0,0075 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 0,017 - 1,08 = -1,063 \text{ tm/m}' \\ M_{II18} &\doteq 0,0453 \cdot 10 - 0,0105 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 0,453 - 1,51 = -1,057 \text{ tm/m}' \end{aligned}$$

$$\alpha_3 \doteq \frac{1}{2} (45^\circ + 45^\circ) = 45^\circ$$

$$\alpha_8 \doteq \frac{1}{2} (89^\circ 40' + 93^\circ 8') = 91^\circ 24'$$

$$\alpha_{13} \doteq \frac{1}{2} (98^\circ 43' + 95^\circ 52') = 97^\circ 17'$$

Die Biegemomente auf der Achse $y = b/2$: The bending moments at the centre-line $y = b/2$ are:

$$\begin{aligned} M_{I11} &\doteq 0,4149 \cdot 10 + 0,0952 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 4,149 + 13,7 = 17,849 \text{ tm/m}' \\ M_{I12} &\doteq 0,4324 \cdot 10 + 0,0952 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 4,324 + 13,7 = 18,024 \text{ tm/m}' \\ M_{I13} &\doteq 0,4832 \cdot 10 + 0,0955 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 4,832 + 13,75 = 18,582 \text{ tm/m}' \\ M_{II11} &\doteq -0,0666 \cdot 10 - 0,0157 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = -0,666 - 2,26 = -2,926 \text{ tm/m}' \\ M_{II12} &\doteq -0,0339 \cdot 10 - 0,0115 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = -0,339 - 1,65 = -1,989 \text{ tm/m}' \\ M_{II13} &\doteq 0,0453 \cdot 10 - 0,0105 \cdot 1,0 \cdot 12,0^2 = 0,453 - 1,51 = -1,057 \text{ tm/m}' \end{aligned}$$

$$\alpha_{11} \doteq \frac{1}{2} (98^\circ 10' + 97^\circ 55') = 98^\circ 02'$$

$$\alpha_{12} \doteq \frac{1}{2} (96^\circ 16' + 96^\circ 36') = 96^\circ 26'$$

$$\alpha_{13} \doteq \frac{1}{2} (98^\circ 43' + 95^\circ 52') = 97^\circ 17'$$

Die Auflagerkräfte in den fünf Punkten: The reactions at the five points are:

$$\begin{aligned} R_1 &= 0,3722 \cdot 10 + 0,2336 \cdot 1,0 \cdot 6,0 \cdot 12,0 = 3,722 + 16,8 = 20,522 \text{ t} \\ R_2 &= 0,0674 \cdot 10 + 0,0491 \cdot 1,0 \cdot 6,0 \cdot 12,0 = 0,674 + 3,54 = 4,214 \text{ t} \\ R_3 &= 0,1113 \cdot 10 + 0,0873 \cdot 1,0 \cdot 6,0 \cdot 12,0 = 1,113 + 6,29 = 7,403 \text{ t} \\ R_4 &= 0,0166 \cdot 10 + 0,0781 \cdot 1,0 \cdot 6,0 \cdot 12,0 = 0,166 + 5,62 = 5,786 \text{ t} \\ R_5 &= -0,0675 \cdot 10 - 0,0151 \cdot 1,0 \cdot 6,0 \cdot 12,0 = -0,675 - 1,086 = -1,761 \text{ t} \end{aligned}$$

Bild 17 Berechnungsbeispiel mit den Berechnungstafeln [1].

$M_r, M_\varphi, M_{r\varphi}$	– Radial-, Tangential- und Torsionsmomente in Polarkoordinaten – radial, tangential and torsional moments in polar co-ordinates
$M_{x00}, M_{x0a}, M_{x0b}$	– Biegemomente in Richtung X in $x = 0$ und $y = 0, b/2, b$ – bending moments in the direction X at $x = 0$ and $y = 0, b/2, b$
$M_{x0a}, M_{xsa}, M_{xbs}$	– Biegemomente in Richtung X in $x = a/2$ und $y = 0, b/2, b$ – bending moments in the direction X at $x = a/2$ and $y = 0, b/2, b$
$M_{x0a}, M_{xsa}, M_{xba}$	– Biegemomente in Richtung X in $x = a$ und $y = 0, b/2, b$ – bending moments in the direction X at $x = a$ and $y = 0, b/2, b$
$M_{xv0}, M_{xvs}, M_{xvb}$	– Stützmomente in Richtung X in der Einspannung in $y = 0, b/2, b$ – support moments in the direction X at the restrained bearing at $y = 0, b/2, b$
$M_{y00}, M_{y0a}, M_{y0b}$	– Biegemomente in Richtung Y in $y = 0$ und $x = 0, a/2, a$ – bending moments in the direction Y at $y = 0$ and $x = 0, a/2, a$
$M_{y0a}, M_{ybs}, M_{yas}$	– Biegemomente in Richtung Y in $y = b/2$ und $x = 0, a/2, a$ – bending moments in the direction Y at $y = b/2$ and $x = 0, a/2, a$
$M_{y0b}, M_{yvb}, M_{yab}$	– Biegemomente in Richtung Y in $y = b$ und $x = 0, a/2, a$ – bending moments in the direction Y at $y = b$ and $x = 0, a/2, a$
$M_{yv0}, M_{yvs}, M_{yva}$	– Stützmomente in Richtung Y in der Einspannung in $x = 0, a/2, a$ – support moments in the direction Y at the restrained bearing at $x = 0, a/2, a$
M_0	– Biegemomente in den Plattenecken, in Richtung unter 45° zu den Koordinatenachsen – bending moments at corners of slab, acting at 45° to the co-ordinate axes
T_x, T_y	– Querkkräfte parallel zur Z -Achse, bezogen auf die Längeneinheit des zur X - bzw. Y -Achse senkrechten Querschnitts der Platte – shear forces parallel to the Z -axis, per unit length of the plate cross-section perpendicular to the X -axis and to the Y -axis respectively
T_n	– Querkkräfte parallel zur Z -Achse, bezogen auf die Längeneinheit des zur Richtung N senkrechten Querschnitts der Platte – shear force parallel to the Z -axis, per unit length of the plate cross-section perpendicular to the direction N
T_{xy}	– Querkkräfte in Richtung der Y -Achse, bezogen auf die Längeneinheit des zur X -Achse senkrechten Querschnitts der Platte – shear force in the direction of the Y -axis, per unit length of the plate cross-section perpendicular to the X -axis
T_r, T_φ	– Radial- und Tangentialquerkräfte – radial and tangential shear force respectively
N_x, N_y	– Normalkräfte, bezogen auf die Längeneinheit des zur X - bzw. Y -Achse senkrechten Querschnitts der Platte – normal forces per unit length of the plate cross-section perpendicular to the X -axis and to the Y -axis respectively
N_r, N_φ	– Normalkräfte, bezogen auf die Längeneinheit in Radial- bzw. Tangentialrichtung – normal forces per unit length in the radial and the tangential direction respectively

R_x, R_y	– Auflagerkräfte, bezogen auf die Längeneinheit – bearing reactions (support reactions) per unit length
R_0	– Einzelstützkräfte in den Plattenecken – individual reactions at the corners of the plate
$\mathfrak{R}_x, \mathfrak{R}_y$	– gesamte Auflagerdrücke – total bearing reactions
N_{KR}	– kritische Belastung, bei der die Platte ihre Stabilität verliert – critical load at which the plate loses its stability
H, H_x, H_y	– Scheibenkräfte in der Platte – forces acting in the plane of the plate
U	– potentielle Energie der Verformung der Platte – potential strain energy of the plate
T	– kinetische Energie der Schwingung der Platte – kinetic energy of vibration of the plate
p_z	– Beanspruchung des Baugrundes – bearing pressure on subsoil

Äußere Kräfte / External forces

q	– Größe der gesamten Gleichlast – magnitude of total uniformly distributed load
g	– Größe der Dauergleichlast (Eigengewicht) – magnitude of permanent uniformly distributed load (dead load)
p	– Größe der Nutzgleichlast – magnitude of superimposed uniformly distributed load (live load)
Q	– Größe der Einzellast – magnitude of a concentrated load
γ_0	– Volumgewicht – bulk density
m	– Masse – mass
g_z	– Erdbeschleunigung – gravitational acceleration
R	– Arbeit der äußeren Kräfte an der Verformung der Platte – work done by the external forces in the deformation of the plate

Abmessungen / Dimensions

a, b, c	– Plattenabmessungen – dimensions of plate
$\gamma = \frac{a}{b}$	– Plattenseitenverhältnis – ratio of plate edge lengths
$\lambda = \frac{b}{a}$	– Plattenseitenverhältnis – ratio of plate edge lengths
$\beta = \frac{c}{a}$	– Verhältnis der parallelen Grundseiten des Trapezes – ratio of the lengths of the parallel sides of a trapezium

Bild 19 Bezeichnungen in den Berechnungstabellen [1].

$\theta = \frac{u}{a}$	- Verhältnis der Seite der Vierecksäule zur Stützweite des Viereckfeldes der Platte
s_1, s_2	- ratio of side length of square column to span length of square plate bay
s	- Abmessungen der Rechtecksäule
c	- dimensions of rectangular column
d	- Seite der Vierecksäule
a	- side length of square column
b	- Radius der Kreissäule
$\beta = \frac{b}{a}$	- radius of circular column
a_r, b_r	- Entfernung der Last vom Plattenrande
b	- distance of load from edge of plate
r_x, r_y	- bei der Kreisplatte der Radius des Außenrandes
x, y, z	- radius of outer edge of circular plate
r, φ	- bei der Kreisplatte der Radius der Öffnung
$\xi = \frac{x}{a}, \eta = \frac{y}{b}, \varrho = \frac{r}{a}$	- radius of opening in circular plate
	- relative Größe der Öffnung der Kreisplatte
	- relative size of opening in circular plate
	- reduzierte Seitenlängen der Rechteckplatte
	- reduced edge lengths of rectangular plate
	- Plattendicke
	- plate thickness
	- Krümmungsradius der Mittelebene der Platte in Richtung X bzw. Y
	- radius of curvature of middle plane of plate in direction X and Y respectively
	- rechtwinkelige Koordinaten
	- rectangular co-ordinates
	- Polarkoordinaten
	- polar co-ordinates
	- dimensionslose Koordinaten
	- dimensionless co-ordinates

Verformungen / Deformations

u, v, w	- Verschiebungskomponenten in Richtung X, Y, Z
ϵ_x, ϵ_y	- displacements in direction X, Y, Z
γ_{xy}	- relative lineare Verformung in Richtung X, Y
w_s	- strain (relative linear deformation) in direction X, Y
w_{as}, w_{bs}	- Schubverzerrung
ψ	- shear strain
	- Durchbiegung in der Plattenmitte
	- deflection at centre of plate
	- Durchbiegung in der Mitte des freien Randes $y = b, x = a$
	- deflection at centre of unsupported edge $y = b, x = a$
	- Winkeländerung der Auflagerkrafttrichtung
	- angular change of direction of bearing reaction

Übrige Bezeichnungen / Other symbols

E, E_x, E_y	- Elastizitätsmodul für Druck oder für Zug
G	- modulus of elasticity for compression or for tension
μ	- Schubmodul
E_0, μ_0	- shear modulus
$D = \frac{Eb^3}{12(1-\mu^2)}$	- Querdehnungszahl ($< 0,5$)
$D_x, D_y, D_K, D_{xy}, D', H, B_x, B_y, C_x, C_y$	- Poisson's ratio ($< 0,5$)
ϱ_x	- Kompressions-(Elastizitäts-)modul bzw. Querdehnungszahl des Baugrundes
ϱ_T, ϱ_P	- modulus of elasticity (modulus of volume change) and Poisson's ratio for foundation soil
$\delta = \frac{q}{E} \left(\frac{a}{b}\right)^4$	- Biegesteifigkeit der Platte
$\epsilon, \kappa, \vartheta, \alpha$	- flexural rigidity (or stiffness) of the plate
$H = \sqrt[3]{\frac{2D(1-\mu_0^2)}{E_0}}$	- Plattensteifigkeiten der orthotropen Platte
φ	- plate stiffnesses for the orthotropic plate
α	- Spannungskoeffizient
$\alpha, \beta, \kappa, \epsilon, \omega$	- restraint coefficient
ω	- Einheitsbiegesteifigkeiten in Längs- oder Querrichtung
f, t_k	- unit flexural rigidities in longitudinal or transverse direction
\lg	- Plattensteifigkeitsparameter
m'	- plate stiffness parameter
	- Steifigkeitskoeffizienten der orthotropen Platten
	- stiffness coefficients for the orthotropic plate
	- Parameter der relativen Steifigkeit der Platte auf elastisch nachgiebiger Unterlage
	- parameter for the relative stiffness of the plate on a resilient (elastically compressible) base
	- Winkel der Schiefe der Platten
	- angle of skew of a plate
	- der von Hauptmomentenrichtungen und Koordinatenachsen eingeschlossene Winkel
	- angle enclosed by principal moment directions and co-ordinate axes
	- Koeffizienten verschiedener Bedeutung
	- coefficients with various meanings
	- Kreisfrequenz der Eigenschwingung der Platte
	- circular frequency of natural vibration of plate
	- Frequenz und Periode der Schwingung der Platte
	- frequency and period (of the cycle) of plate vibration
	- natürlicher Logarithmus
	- natural logarithm
	- Längeneinheit „Meter“ bei Linienlasten
	- length dimension "meter" for line loads

Bild 20 Bezeichnungen in den Berechnungstafeln [1].

Kraft \times Länge/Länge. Infolge der Voraussetzung 9 ist

$$N_x = N_y = T_{xy} = T_{yx} = 0.$$

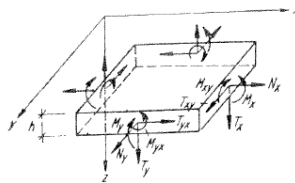


Fig. 1-1

moments are "force \times length/length". By virtue of assumption 9 we have:

(1.2)

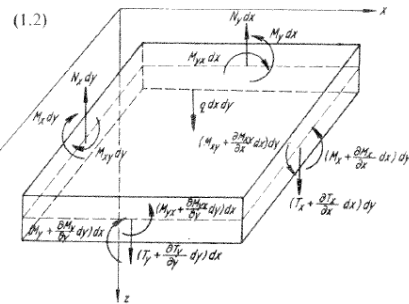


Fig. 1-2

1.1.3 Die Differentialgleichungen des Gleichgewichts

Betrachten wir ein Volumenelement der Platte mit den Abmessungen $dx \cdot dy$ und schreiben wir die Gleichgewichtsbedingungen an (Fig. 1-2). Aus der Momentenbedingung in Richtung X folgt

$$\frac{\partial M_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial M_x}{\partial x} - T_x = 0 \tag{1.3}$$

und aus der Momentenbedingung in Richtung Y

$$\frac{\partial M_{xy}}{\partial x} - \frac{\partial M_y}{\partial y} + T_y = 0. \tag{1.4}$$

Aus der Summenbedingung in Richtung Z ergibt sich

$$\frac{\partial T_x}{\partial x} + \frac{\partial T_y}{\partial y} + q = 0. \tag{1.5}$$

In dieser Gleichung bedeutet q die Belastung, die allgemein eine Funktion von X und Y ist.

1.1.3 Differential equations for equilibrium

Consider a volume element of the plate with the dimensions $dx \cdot dy$. We can write down the equilibrium conditions for this element (Fig. 1-2). From the moment condition in the direction X it follows that:

and from the moment condition in the direction Y :

From condition of summation in the direction Z it follows that:

In this equation q denotes the loading, which in the general case is a function of X and Y .

1.1.4 Die Beziehungen zwischen den Biegemomenten und den Krümmungen

Analog zur technischen Theorie der Biegung der Träger gilt nach der Voraussetzung 6

$$\epsilon_x = \frac{z}{r_x} \text{ und } \epsilon_y = \frac{z}{r_y}, \tag{1.6}$$

wo

r_x, r_y – die Krümmungsradien der Platte in Richtung X bzw. Y bedeuten,
 z – die Entfernung des betrachteten Punktes der Platte von der Mittelebene,

ϵ_x, ϵ_y – die Dehnungen in dem betrachteten Punkte in Richtung X bzw. Y .

Jede elementare Schicht parallel zur Mittelebene befindet sich in einem ebenen Spannungszustand. Aus dem Hookeschen Gesetz folgen die Spannungen in Abhängigkeit von den Verzerrungen

$$\sigma_x = \frac{E}{1 - \mu^2} (\epsilon_x + \mu \epsilon_y),$$

$$\sigma_y = \frac{E}{1 - \mu^2} (\epsilon_y + \mu \epsilon_x). \tag{1.7}$$

Durch Einsetzen der Ausdrücke für die Dehnungen (1.6) in diese Gleichung folgt

$$\sigma_x = \frac{E}{1 - \mu^2} \left(\frac{1}{r_x} + \frac{\mu}{r_y} \right) z$$

und / and

$$\sigma_y = \frac{E}{1 - \mu^2} \left(\frac{1}{r_y} + \frac{\mu}{r_x} \right) z. \tag{1.8}$$

Die Gleichungen (1.1d) definieren das Biegemoment mit Hilfe der Spannungen; durch Einsetzen der obigen Ausdrücke in diese Gleichungen erhält man nach der Integration

$$M_x = \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)} \left(\frac{1}{r_x} + \frac{\mu}{r_y} \right)$$

$$M_y = \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)} \left(\frac{1}{r_y} + \frac{\mu}{r_x} \right). \tag{1.9}$$

und / and

1.1.4 Relationships between bending moments and curvatures

In analogy with the well-known theory of the bending of beams, and having regard to assumption 6, we obtain:

where the symbols have the following meanings:

r_x, r_y – the radii of curvature of the plate in the directions X and Y respectively;
 z – the distance from the middle plane of the plate to the point under consideration;

ϵ_x, ϵ_y – the strains, in the directions X and Y respectively, at the point under consideration.

Every elementary layer parallel to the middle plane of the plate is in a plane state of stress. From Hooke's law the stresses can be determined as functions of the strains:

Bild 21 Vorzeichenkonvention in den Berechnungstafeln [1].



Bild 22 Struktur und Lagerung der Platte, Referenzlast $p = -100 \text{ kPa}$ (vollflächig, z -Richtung aus der Ebene), Abmessungen in m, Massstab $\sim 1:75$.

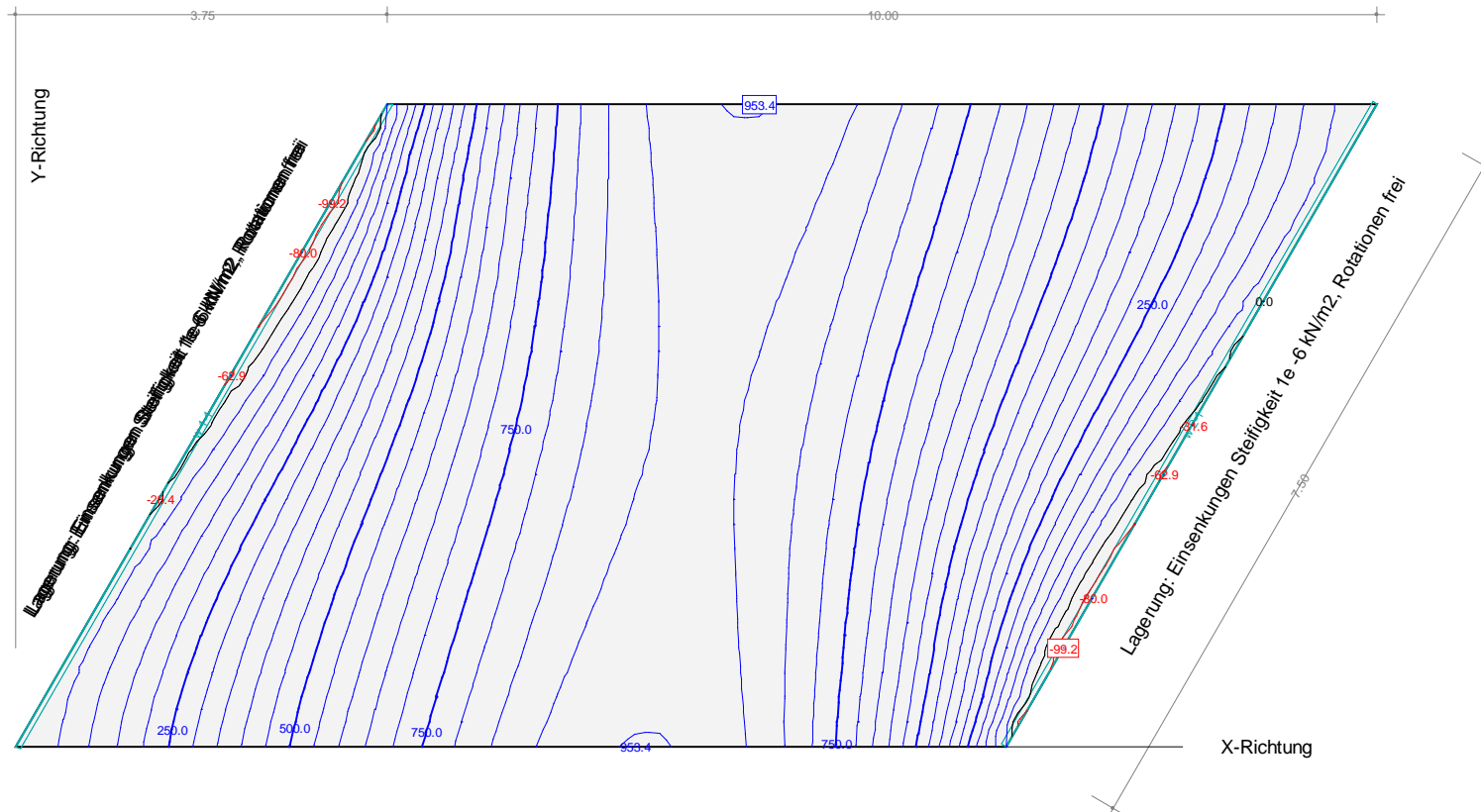


Bild 23 Schnittkraft m_x in kNm/m infolge Referenzlast $p = -100$ kPa, Äquidistanz 50 kNm/m, Abmessungen in m, Massstab $\sim 1:75$.

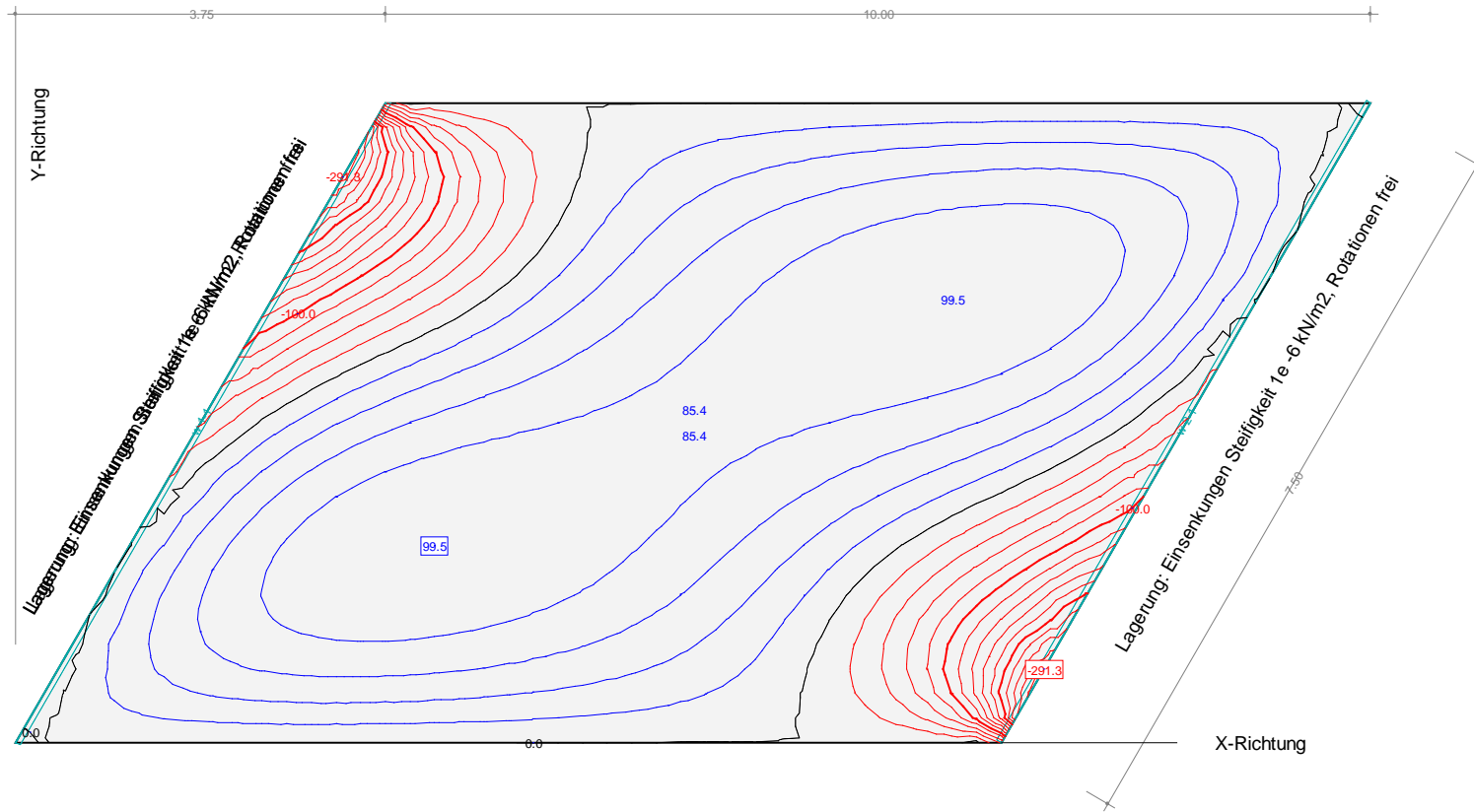


Bild 24 Schnittkraft m_y in kNm/m infolge Referenzlast $p = -100$ kPa, Äquidistanz 20 kNm/m, Abmessungen in m, Massstab $\sim 1:75$.

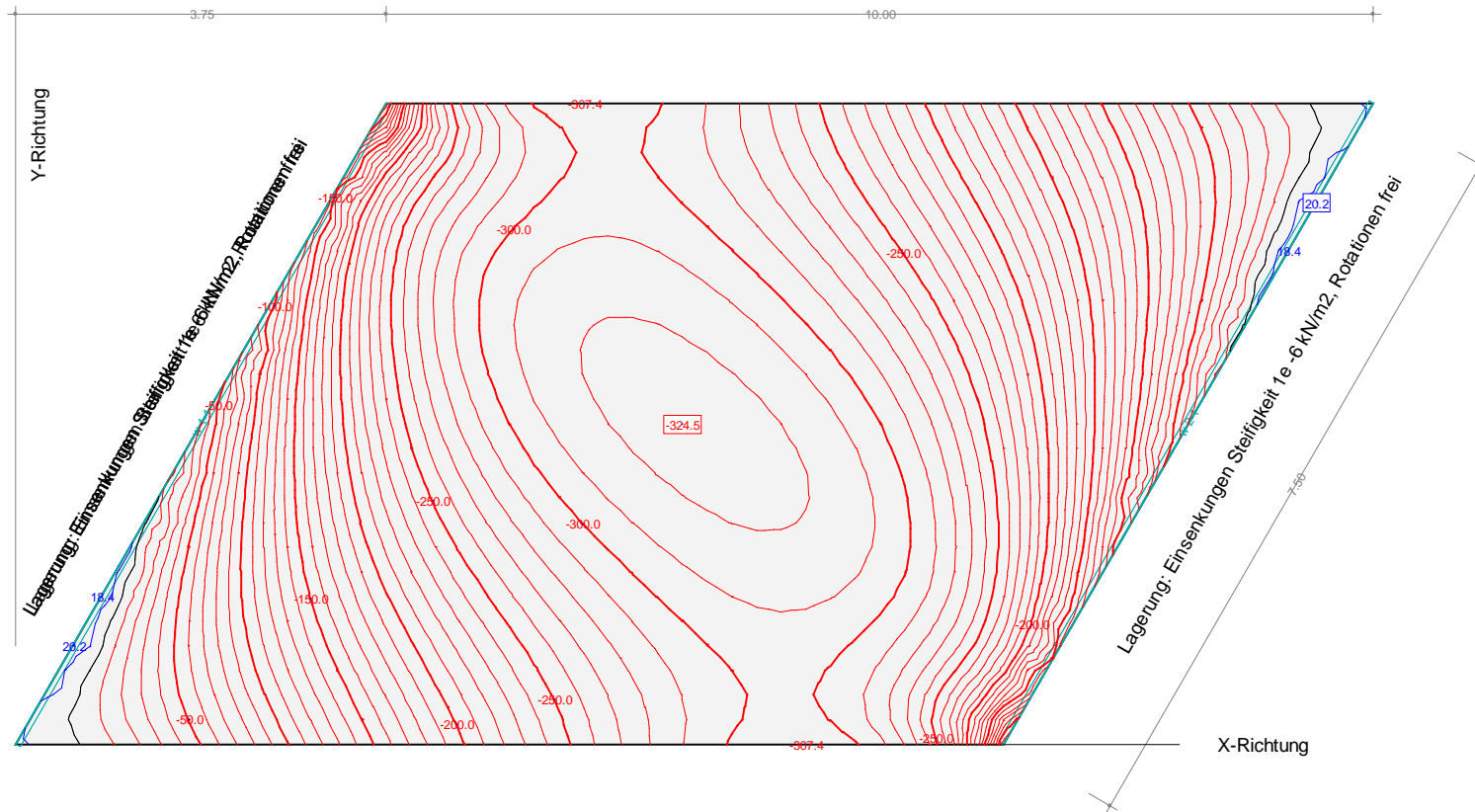


Bild 25 Schnittkraft m_{xy} in kNm/m infolge Referenzlast $p = -100 \text{ kPa}$, Äquidistanz 10 kNm/m , Abmessungen in m, Massstab $\sim 1:75$.

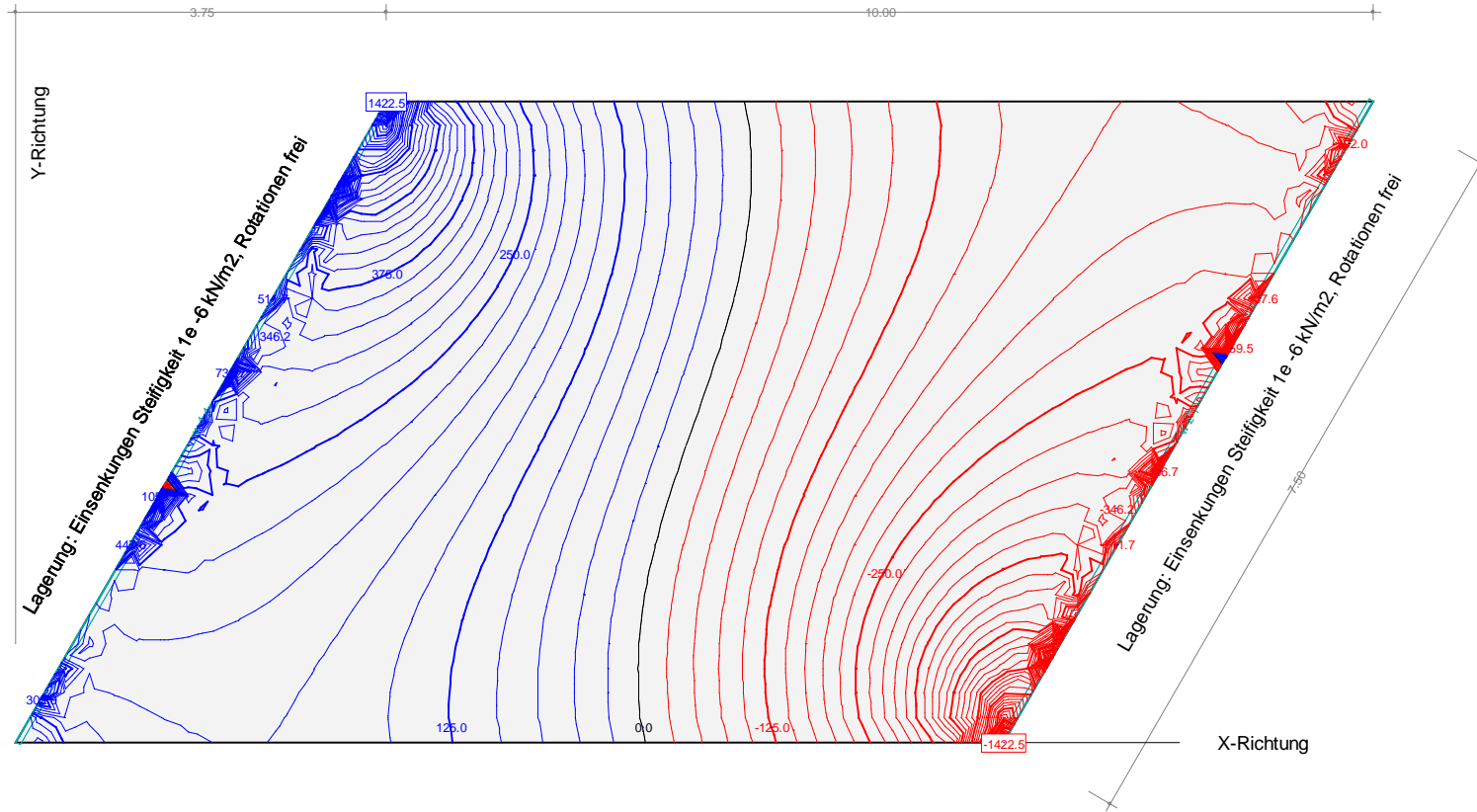


Bild 26 Schnittkraft v_x in kN/m infolge Referenzlast $p = -100$ kPa, Äquidistanz 25 kN/m, Abmessungen in m, Massstab $\sim 1:75$.

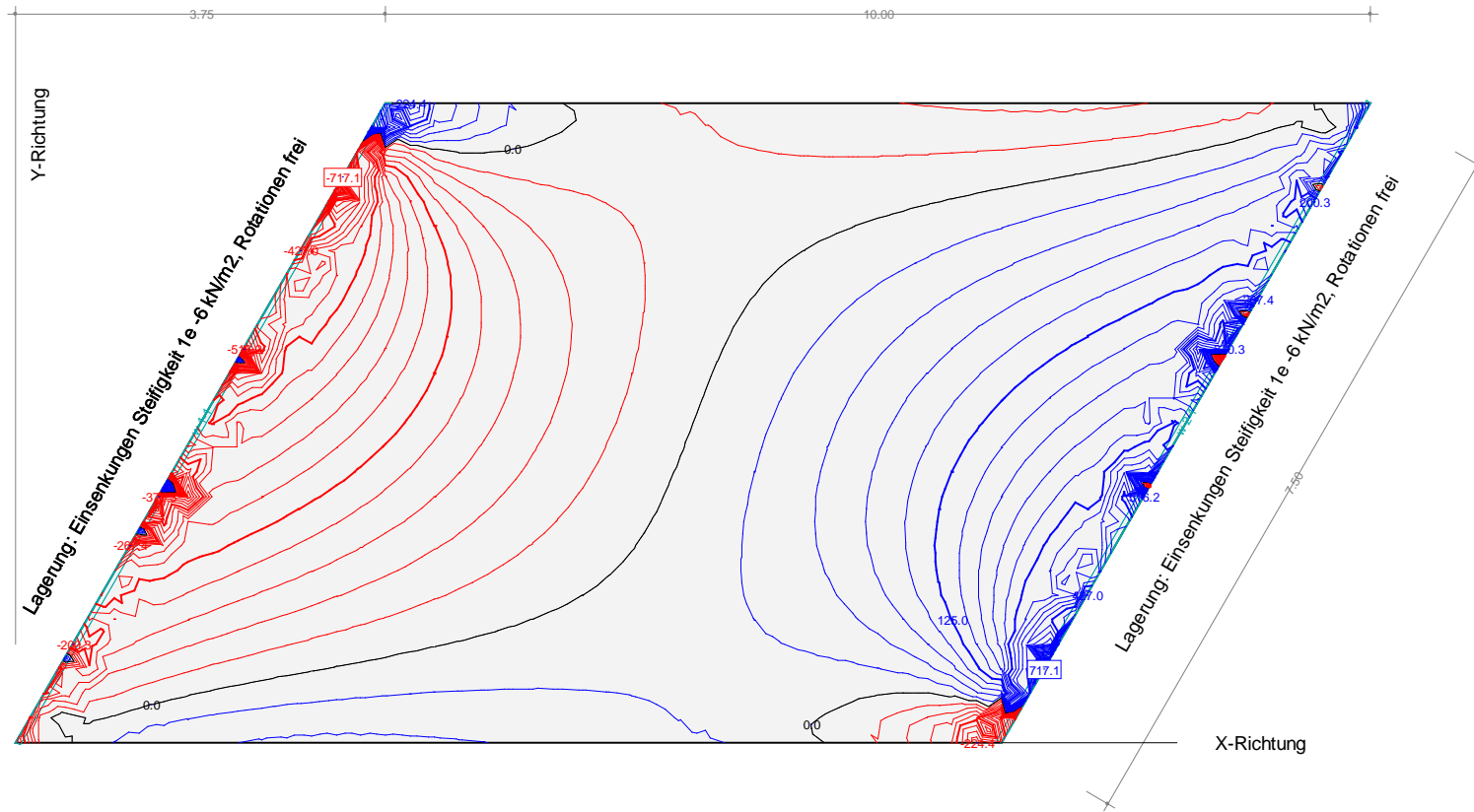


Bild 27 Schnittkraft v_y kN/m infolge Referenzlast $p = -100$ kPa, Äquidistanz 25 kN/m, Abmessungen in m, Massstab $\sim 1:75$.

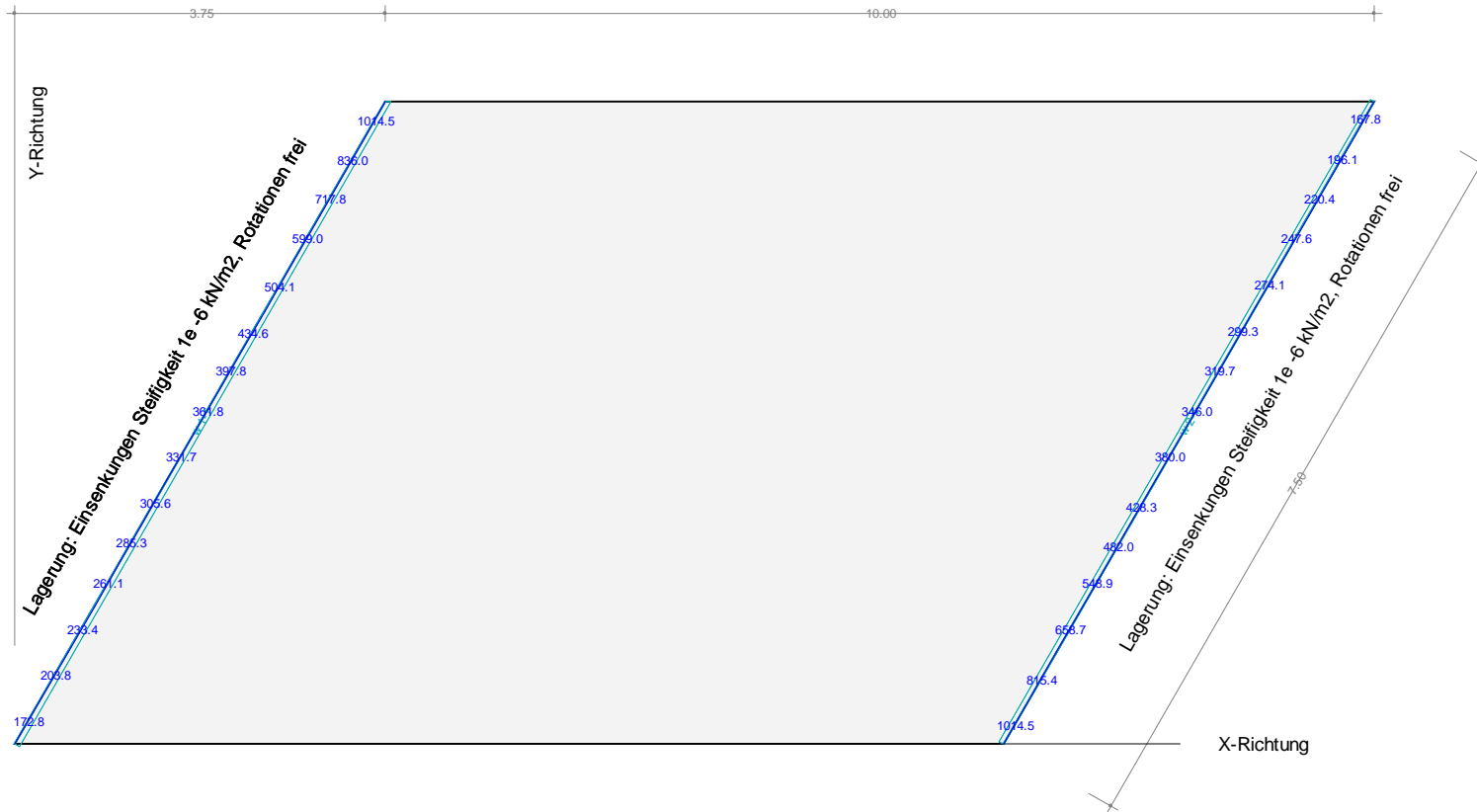


Bild 28 Auflagerreaktion in kN/m infolge Referenzlast $p = -100$ kPa, Abschnittsweise gemittelt, Abmessungen in m, Massstab $\sim 1:75$.