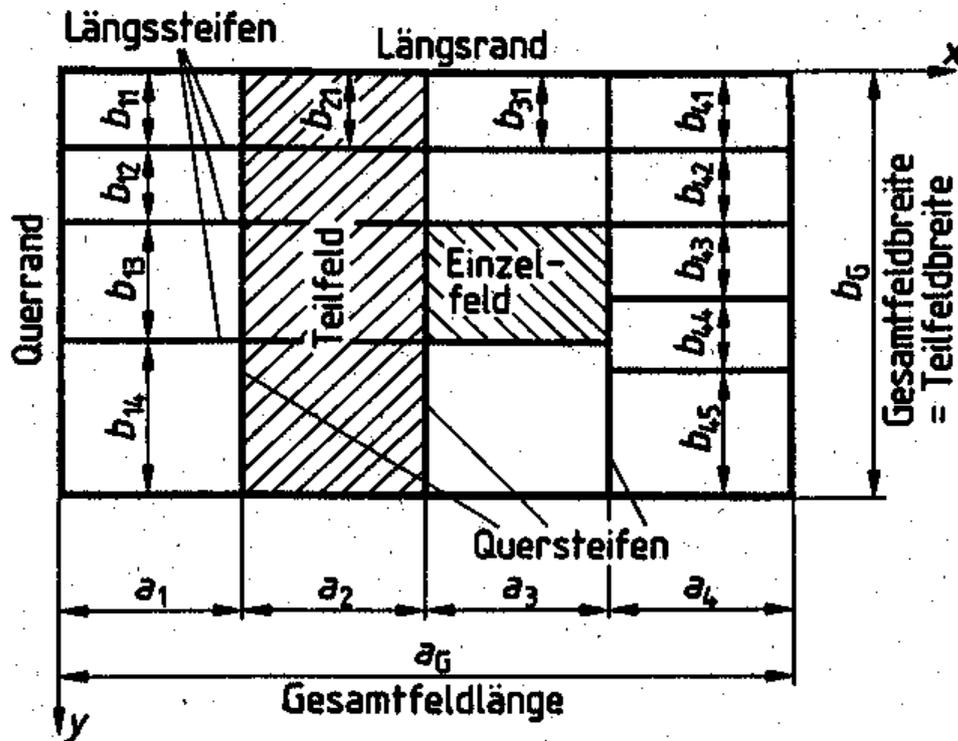


Beulsicherheitsnachweis für Platten nach DIN 18800 Teil 3 - Druckspannungen

(Formular P-Beul-Druck_07-07-05.mcd)



DIN 18800-3
 Bild 1

bild3

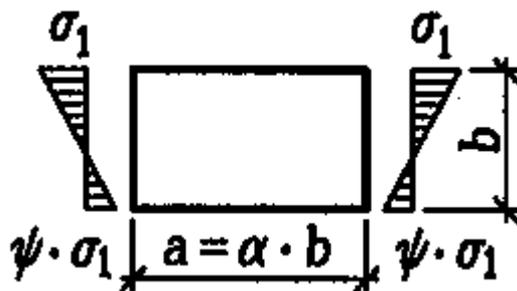
Geometrie

Länge des Beulfeldes (in Richtung der Druckspannungen) $a := 2500\text{mm}$
 Breite des Beulfeldes $b := 400\text{mm}$
 Blechdicke $t := 4\text{mm}$

Werkstoff

Streckgrenze: $f_{y,k} := 240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
 E-Modul $E := 2.1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
 Querdehnzahl $\mu := 0.3$
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M := 1.1$

Vorhandene Beanspruchung an den Querrändern



aus Schneider Bautabellen

bild4

Betragsmäßig größere (Eck-)Druckspannung (positiv)

$$\sigma_{1d} := 120 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

andere (Eck-)Druckspannung (positiv)

$$\sigma_{2d} := 120 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Parameter

Seitenverhältnis (Elm 113)

$$\alpha := \frac{a}{b}$$

$$\alpha = 6.25$$

Randspannungsverhältnis
 Bild 4

$$\psi := \frac{\sigma_{2d}}{\sigma_{1d}}$$

$$\psi = 1.000$$

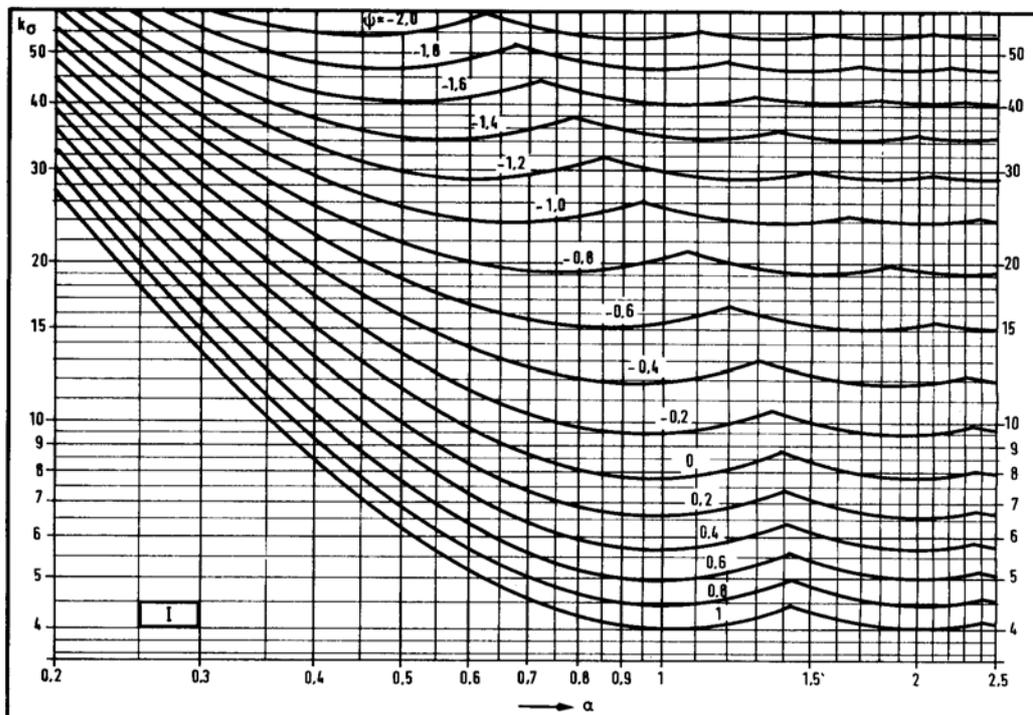
Bezugsspannung (Elm 113)

Eulerspannung für einen **quer** im Beulfeld liegenden Plattenstreifen unter Längsdruck

$$\sigma_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

$$\sigma_e = 19.0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Beulwerte k_σ nach Petersen Statik und Stabilität Tafel 8.4 und 8.5
 (vierseitig gelenkig gelagert)



ψ	
I	
1	4
0.8	4.44
0.6	4.89
0.4	5.68
0.3	6.08
0.2	6.59
0.1	7.10
0	7.81
-0.1	8.55
-0.2	9.49
-0.3	10.57
-0.4	11.86
-0.5	13.40
-0.6	15.13
-0.7	17.10
-0.8	19.23
-0.9	21.51
-1	23.88
-1.1	26.35
-1.2	28.93
-1.3	31.62
-1.4	34.43
-1.5	37.35
-1.6	40.41
-1.7	43.57
-1.8	46.87
-1.9	50.26
-2	53.78

bild1

bild2

Für $\psi = 1.00$ und $\alpha = 6.25$ abgelesen $k_\sigma := 4.0$

Ideale Einzelbeulspannung (Elm 113)

$$\sigma_{xPi} := k_\sigma \cdot \sigma_e$$

$$\sigma_{xPi} = 75.9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Druckspannungen in y-Richtung sowie Schubspannungen werden näherungsweise vernachlässigt.

bezogene Schlankheitsgrad (Elm 113)

$$\lambda_{\text{quer}} := \sqrt{\frac{f_{y,k}}{\sigma_{xPi}}}$$

$$\lambda_{\text{quer}} = 1.778$$

Tabelle 1. Abminderungsfaktoren κ (= bezogene Tragbeulspannungen) bei alleiniger Wirkung von σ_x , σ_y oder τ

	1	2	3	4	5
	Beulfeld	Lagerung	Beanspruchung	Bezogener Schlankheitsgrad	Abminderungsfaktor
1	Einzelfeld	allseitig gelagert	Normalspannungen σ mit dem Randspannungsverhältnis $\psi_T \leq 1$ *)	$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{y,k}}{\sigma_{pi}}}$	$\kappa = c \left(\frac{1}{\bar{\lambda}_p} - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p^2} \right) \leq 1$ mit $c = 1,25 - 0,12 \psi_T \leq 1,25$
2		allseitig gelagert	Schubspannungen τ	$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{y,k}}{\tau_{pi} \cdot \sqrt{3}}}$	$\kappa_\tau = \frac{0,84}{\bar{\lambda}_p} \leq 1$
3	Teil- und Gesamtfeld	allseitig gelagert	Normalspannungen σ mit dem Randspannungsverhältnis $\psi \leq 1$	$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{y,k}}{\sigma_{pi}}}$	$\kappa = c \left(\frac{1}{\bar{\lambda}_p} - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_p^2} \right) \leq 1$ mit $c = 1,25 - 0,25 \psi \leq 1,25$
4		dreiseitig gelagert	Normalspannungen σ	$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{y,k}}{\sigma_{pi}}}$ **)	$\kappa = \frac{1}{\bar{\lambda}_p^2 + 0,51} \leq 1$
5		dreiseitig gelagert	konstante Randverschiebung u	$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{y,k}}{\sigma_{pi}}}$ **)	$\kappa = \frac{0,7}{\bar{\lambda}_p} \leq 1$
6		allseitig gelagert, ohne Längssteifen	Schubspannungen τ	$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{y,k}}{\tau_{pi} \cdot \sqrt{3}}}$	$\kappa_\tau = \frac{0,84}{\bar{\lambda}_p} \leq 1$
7		allseitig gelagert, mit Längssteifen	Schubspannungen τ	$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{y,k}}{\tau_{pi} \cdot \sqrt{3}}}$	$\kappa_\tau = \frac{0,84}{\bar{\lambda}_p} \leq 1$ für $\bar{\lambda}_p \leq 1,38$ $\kappa_\tau = \frac{1,16}{\bar{\lambda}_p^2}$ für $\bar{\lambda}_p > 1,38$

*) Bei Einzelfeldern ist ψ_T das Randspannungsverhältnis des Teilfeldes, in dem das Einzelfeld liegt.
 **) Zur Ermittlung von σ_{pi} ist der Beulwert $\min k_\sigma(\alpha)$ für $\psi = 1$ einzusetzen.

bild5

Parameter c für Einzelfeld (Tabelle 1)

$$c1 := \min(1,25 - 0,12 \cdot \psi, 1,25)$$

$$c1 = 1.130$$

Parameter c für Teil- und Gesamtfeld (Tabelle 1)

$$cg := \min(1,25 - 0,25 \cdot \psi, 1,25)$$

$$cg = 1.000$$

gewählt:

$$c := 1.13$$

kappa nach Tab. 1 Zeile 1 bzw. 3

$$\kappa := \min \left[c \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{\text{quer}}} - \frac{0,22}{\lambda_{\text{quer}}^2} \right), 1 \right]$$

$$\kappa = 0.557$$

DIN 18800-3 Bild 9:

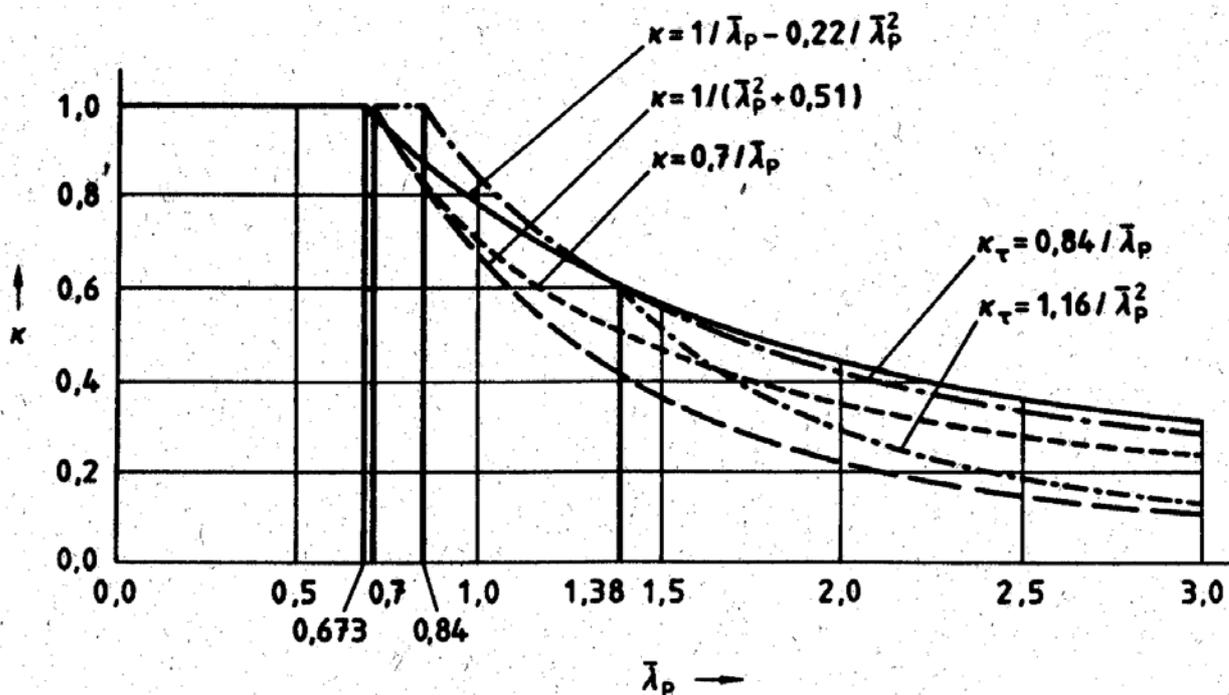


bild6

Grenzbeulspannung (Gl. 11)

$$\sigma_{P.R.d} := \kappa \cdot \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

$$\sigma_{P.R.d} = 121.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Ausnutzungsgrad (Gl. 9):

$$\eta := \frac{\sigma_{1d}}{\sigma_{P.R.d}}$$

$$\eta = 0.988$$