

3.3.1.1 Rahmenecke ohne Voute

Erläuterung:

Die hier vorliegende Version befaßt sich mit Rahmenkonstruktionen, bei denen in der Werkstatt einzelne Bauteile vorgefertigt werden und dann auf der Baustelle zusammengeschaubt. Die Verbindung erfolgt über einen Stirnplattenstoß mit nicht vorgespannten Schrauben. Zur Unterstützung der Stützengurte werden Vollsteifen angeschweißt.
Die vorgeschlagenen Schweißnähte sind zu überprüfen.

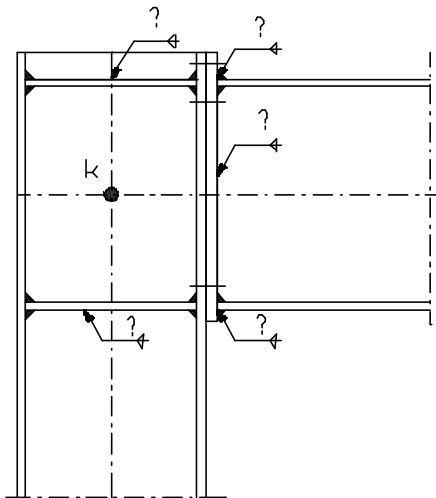
Aufgabenstellung:

Es werden aus einer statischen Berechnung die Schnittkräfte $N_{kd} = -280 \text{ kN}$, $V_{kd} = -25 \text{ kN}$ und $M_{kd} = -595 \text{ kNm}$ entnommen.

Das Stützenprofil soll ein doppelsymmetrisches Walzprofil HEA500 und das Riegelprofil soll ein doppelsymmetrisches Walzprofil IPE600 beide aus ST 37-2 sein. Für die Befestigung an der Stirnplatte werden 4 Schraubenreihen mit je 3 nicht vorgespannten hochfesten Rohschrauben gewählt. Die Schrauben sollen einen Durchmesser von M20, eine Festigkeit von 10.9 haben und der Schaft soll in der Scherfuge liegen.

Die Stirnplatte orientiert sich an den konstruktiven Grenzwerten und hat eine Breite $b_p = 260 \text{ mm}$, Höhe $h_p = 700 \text{ mm}$ und eine Dicke $d_p = 30 \text{ mm}$. Die Abstände der Schrauben auf der Stirnplatte betragen zum oberen Rand $e_1 = 30 \text{ mm}$ und untereinander $e_2 = 100 \text{ mm}$.

Die Steifen in der Stütze werden als Vollsteifen ausgeführt und haben außer den konstruktiv abhängigen Werten, den Kontaktbereich an der schmalen Seite $s_1 = 83 \text{ mm}$.



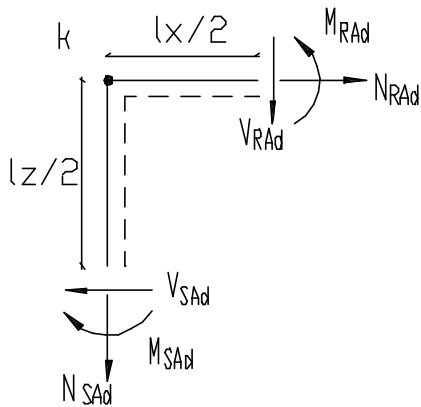
Ansicht Bild 3.3.1.1-1

Schnittkräfte:

Schnittgrößen im Systempunkt k, dem Schnittpunkt der Mittellinie der Stütze und des Riegels in Designgröße. Schnittkräfte in der Stütze:

Normalkraft	$N_{kd} := -280 \text{ kN}$
Querkraft	$V_{kd} := -25 \text{ kN}$
Moment	$M_{kd} := -595 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Statisches System:



Statik beim Anschluß Bild 3.3.1.1-2

Eingeben der Profile und Schrauben:

Profil für Stütze wählen:

HEA 500

Material für Stütze:

Stahl := "St37-2"

$b := 300 \cdot \text{mm}$

$r := 27 \cdot \text{mm}$

$h := 490 \cdot \text{mm}$

$t_g := 23 \cdot \text{mm}$

$t_s := 12 \cdot \text{mm}$



maximale Blechstärke $t := \max(t_{ss}, t_{sg})$ $t = 23.00 \text{ mm}$

Streckgrenze

$$S_{fyk}(\text{Stahl}, t) = 240.00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Materialsicherheitsbeiwert

$\gamma_M := 1.1$

Bemessungswert der Streckgrenze $f_{yd} := \frac{S_{fyk}(\text{Stahl}, t)}{\gamma_M}$

$$f_{yd} = 218.18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Profil für Riegel wählen:

IPE 600

Material für Riegel:

Stahl := "St37-2"

$b := 220 \cdot \text{mm}$

$r := 24 \cdot \text{mm}$

$h := 600 \cdot \text{mm}$

$t_g := 19 \cdot \text{mm}$

$t_s := 12 \cdot \text{mm}$



maximale Blechstärke $t := \max(t_{Rs}, t_{Rg})$ $t = 19.00 \text{ mm}$

Streckgrenze

$$S_{fyk}(\text{Stahl}, t) = 240.00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Materialsicherheitsbeiwert

$\gamma_M := 1.1$

Bemessungswert
der Streckgrenze

$$f_{yd} := \frac{S_{fyk}(\text{Stahl}, t)}{\gamma_M}$$

$$f_{yd} = 218.18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Schrauben wählen:

Anzahl Schrauben in einer Reihe

$n_z := 4$

Größe

Schraubengröße := "M20"

Festigkeit

Festigkeitsklasse := "10.9"

Art (R, HR, P, HP)

Schraubenart := "HR"

Welcher Teil der Schraube in der
Scherfuge liegt

Querschnittsfläche := "Asch"

Eckenmaß

$\min_e := S_{\min_e}(\text{Schraubengröße}, \text{Schraubenart})$

Platte für Stirnplattenstoß:

Grenzwerte:

$\max_{bp} := b_S$

$\max_{bp} = 300.00 \text{ mm}$

$b_p := 260 \cdot \text{mm}$

$\min_{hp} := h_S + \min_e + 20 \cdot \text{mm}$

$\min_{hp} = 545.03 \text{ mm}$

$h_p := 700 \cdot \text{mm}$

$\min_{dp} := 15 \text{ mm}$

$d_p := 30 \text{ mm}$

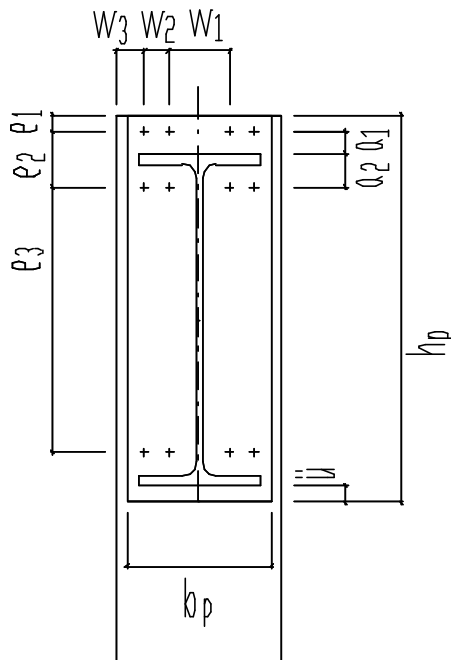
Abstände wählen:

Abstand zum oberen Rand

$e_1 := 30 \text{ mm}$

Abstand der beiden oberen Schraubenreihen

$e_2 := 100 \text{ mm}$



Stirnplatte mit Schrauben Bild 3.3.1.1-3

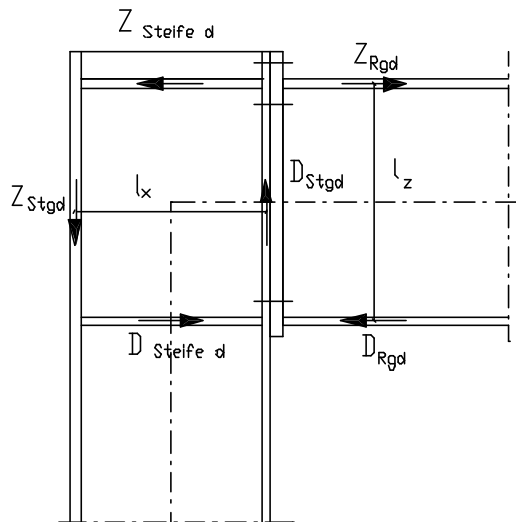
a) Umrechnen der Schnittkräfte auf die Anschnittkräfte der Rahmenecke:

Hebelarme am Detail k:	$l_x := h_S - t_{Sg}$	$l_x = 467.00 \text{ mm}$
	$l_z := h_R - t_{Rg}$	$l_z = 581.00 \text{ mm}$
Riegelanschnittkräfte:	$N_{RA,d} := V_{kd}$	$N_{RA,d} = -25.00 \text{ kN}$
	$V_{RA,d} := -N_{kd}$	$V_{RA,d} = 280.00 \text{ kN}$
	$M_{RA,d} := M_{kd} + V_{RA,d} \cdot \frac{l_x}{2}$	$M_{RA,d} = -529.62 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Stützenanschnittkräfte:	$N_{SA,d} := N_{kd}$	$N_{SA,d} = -280.00 \text{ kN}$
	$V_{SA,d} := V_{kd}$	$V_{SA,d} = -25.00 \text{ kN}$
	$M_{SA,d} := M_{kd} - V_{SA,d} \cdot \frac{l_z}{2}$	$M_{SA,d} = -587.74 \text{ kN} \cdot \text{m}$

b.) Nachweis der Schrauben:

Kräfte für den Nachweis einer Schraube:

Es werden vereinfachend den oberen Schrauben eine Zugkraft aus $M_{RA,d}$ und $N_{RA,d}$ zugewiesen und den unteren Schrauben die Querkraft $V_{RA,d}$. D. h. eine Interaktion ist nicht erforderlich.



Ansicht mit Kräften Bild 3.3.1.1-4

Obere Schraubenreihe auf Zug

	$Z_{Rgd} := \frac{ M_{RA,d} }{l_z} + \frac{N_{RA,d}}{2}$	$Z_{Rgd} = 899.07 \text{ kN}$
Erhöhung um klaffende Fuge zu vermeiden	$Z_d := \frac{Z_{Rgd}}{0.8}$	$Z_d = 1123.83 \text{ kN}$
Zugkraft auf eine Schraube	$Z_{1d} := \frac{Z_d}{n_z \cdot 2}$	$Z_{1d} = 140.48 \text{ kN}$

Untere Schraubenreihe auf Abscheren

$$V_{ad} := V_{RAd} \quad V_{ad} = 280.00 \text{ kN}$$

$$\text{Querkraft auf eine Schraube} \quad V_{1ad} := \frac{V_{ad}}{n_z} \quad V_{1ad} = 70.00 \text{ kN}$$

Grenzabscherkraft

$$A := S_A(\text{Schraubengröße, Schraubenart, Querschnittsfläche}) \quad A = 3.14 \text{ cm}^2$$

$$\alpha_a := S_a(\text{Festigkeitsklasse, Querschnittsfläche}) \quad \alpha_a = 0.55$$

$$f_{ubk} := S_f_{ubk}(\text{Festigkeitsklasse}) \quad f_{ubk} = 1000.00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$V_{aRd} := A \cdot \alpha_a \cdot \frac{f_{ubk}}{\gamma_M} \quad V_{aRd} = 157.00 \text{ kN}$$

Nachweis

$$\text{Nachweis} \left(\frac{V_{1ad}}{V_{aRd}}, 1 \right) = \text{"Nachweis erfüllt!"}$$

Grenzzugkraft

$$A_{sch} := S_A(\text{Schraubengröße, Schraubenart, "Asch"}) \quad A_{sch} = 3.14 \text{ cm}^2$$

$$f_{ybk} := S_f_{ybk}(\text{Festigkeitsklasse}) \quad f_{ybk} = 900.00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{1Rd} := \frac{f_{ybk}}{1.1 \cdot \gamma_M} \quad \sigma_{1Rd} = 743.80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_{sp} := S_A(\text{Schraubengröße, Schraubenart, "Asp"}) \quad A_{sp} = 2.45 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{2Rd} := \frac{f_{ubk}}{1.25 \cdot \gamma_M} \quad \sigma_{2Rd} = 727.27 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$N_{Rd} := \min(A_{sch} \cdot \sigma_{1Rd}, A_{sp} \cdot \sigma_{2Rd}) \quad N_{Rd} = 178.18 \text{ kN}$$

Nachweis

$$\text{Nachweis} \left(\frac{Z_{1d}}{N_{Rd}}, 1 \right) = \text{"Nachweis erfüllt!"}$$

c) Bemessung der Schweißnähte zwischen Riegel und Stirnplatte

Die Kräfte werden den Schweißnähten vereinfachend folgendermaßen zugewiesen
a.) Moment und Normalkraft den Gurtschweißnähten
b.) Querkraft den Stegchweißnähten

Grenzschweißnahtspannung $\alpha_W := 0.95$

$$\sigma_{WRd} := \alpha_W \cdot f_{yd} \quad \sigma_{WRd} = 207.27 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Stegschweißnaht :

Aufzunehmende Kraft $F_d := V_{RAd} \quad F_d = 280.00 \text{ kN}$

$$\min_t := \min(t_s, d_p) \quad \min_t = 12.00 \text{ mm}$$

$$\max_t := \max(t_s, d_p) \quad \max_t = 30.00 \text{ mm}$$

$$\min_{a_W} := \max(2 \cdot \text{mm}, \sqrt{\max_t \cdot \text{mm}} - 0.5 \cdot \text{mm}) \quad \min_{a_W} = 4.98 \text{ mm}$$

$$\max_{a_W} := 0.7 \cdot \min_t \quad \max_{a_W} = 8.40 \text{ mm}$$

$$\text{erf}_{a_W} := \frac{F_d}{\sigma_{WRd} \cdot 2 \cdot [h_R - [2 \cdot (r_R + t_{Rg})]]} \quad \text{erf}_{a_W} = 1.31 \text{ mm}$$



empfohlene Schweißnaht $a_{Ws} := \text{ceil}(a) \cdot \text{mm} \quad a_{Ws} = 5.00 \text{ mm}$

$$A_{Ws} := 2 \cdot [h_R - [2 \cdot (r_R + t_{Rg})]] \cdot a_{Ws} \quad A_{Ws} = 5140.00 \text{ mm}^2$$

Schweißnahtspannung : $\sigma_{Wsd} := \frac{F_d}{A_{Ws}} \quad \sigma_{Wsd} = 54.47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Nachweis $\text{Nachweis}\left(\frac{\sigma_{Wsd}}{\sigma_{WRd}}, 1\right) = \text{"Nachweis erfüllt!"}$

Gurtschweißnaht :

Aufzunehmende Kraft $F_d := Z_{Rgd} \quad F_d = 899.07 \text{ kN}$

$$\min_t := \min(t_g, d_p) \quad \min_t = 19.00 \text{ mm}$$

$$\max_t := \max(t_g, d_p) \quad \max_t = 30.00 \text{ mm}$$

$$\min_{a_W} := \max(2 \cdot \text{mm}, \sqrt{\max_t \cdot \text{mm}} - 0.5 \cdot \text{mm}) \quad \min_{a_W} = 4.98 \text{ mm}$$

$$\max_{a_W} := 0.7 \cdot \min_t \quad \max_{a_W} = 13.30 \text{ mm}$$

$$\text{erf}_{a_W} := \frac{F_d}{\sigma_{WRd} \cdot [b_R + 2 \cdot t_{Rg} + (b_R - t_{Rs})]} \quad \text{erf}_{a_W} = 9.31 \text{ mm}$$



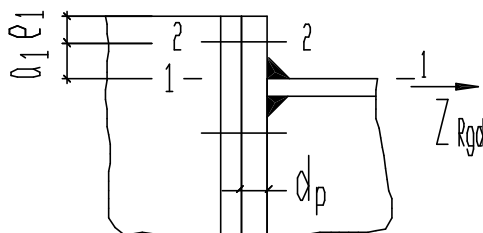
empfohlene Schweißnaht $a_{Wg} = 10.00 \text{ mm}$

$$A_{Wg} := [b_R + 2 \cdot t_{Rg} + (b_R - t_{Rs})] \cdot a_{Wg} \quad A_{Wg} = 4660.00 \text{ mm}^2$$

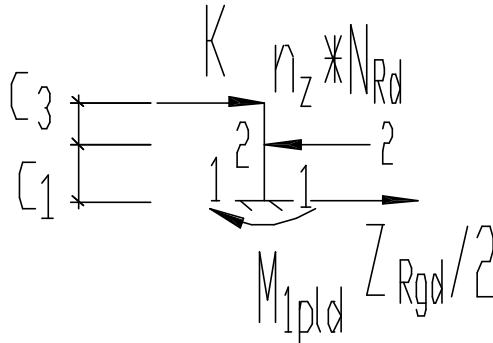
Schweißnahtspannung $\sigma_{Wgd} := \frac{F_d}{A_{Wg}} \quad \sigma_{Wgd} = 192.93 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Nachweis $\text{Nachweis}\left(\frac{\sigma_{Wgd}}{\sigma_{WRd}}, 1\right) = \text{"Nachweis erfüllt!"}$

c) Tragfähigkeit der Stirnplatte:



Detail beim Anschluß Bild 3.3.1.1-5



Statik beim Anschluß Bild 3.3.1.1-6

Vorwerte:

$$a_1 := \frac{e_2 - t_{Rg}}{2}$$

$$a_1 = 40.50 \text{ mm}$$

$d_L := S_{dSch}(\text{Schraubengröße, "P"})$

$$M_{1pld} := f_{yd} \cdot \frac{b_p \cdot d_p^2}{4}$$

$$M_{1pld} = 1276.36 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$M_{2pld} := f_{yd} \cdot \frac{(b_p - n_z \cdot d_L) \cdot d_p^2}{4}$$

$$M_{2pld} = 864.00 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$d_{Sch} := S_{dSch}(\text{Schraubengröße, Schraubenart})$

$$c_1 := a_1 - a_{Wg} \cdot \frac{\sqrt{2}}{3} - \frac{(d_{Sch} + d_p)}{4}$$

$$c_1 = 23.29 \text{ mm}$$

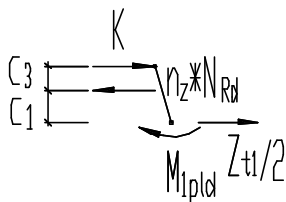
$$c_3 := e_1$$

$$c_3 = 30.00 \text{ mm}$$

Aus Symmetriegründen wird nur der obere Teil der Platte betrachtet.

Versagenszustand 1:

Plastizieren der Stirnplatte im Schnitt 1 und Schraubenversagen

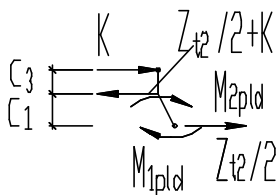


$$Z_{t1} := \frac{2}{c_3 + c_1} \cdot (M_{1pld} + n_z \cdot N_{Rd} \cdot c_3)$$

$$Z_{t1} = 1281.59 \text{ kN}$$

Versagenszustand 2:

Plastizieren der Stirnplatte in Schnitt 1 und 2



$$Z_{t2} := \frac{2}{c_1} \cdot (M_{1pld} + M_{2pld})$$

$$Z_{t2} = 1838.33 \text{ kN}$$

Versagenszustand 3: Schubversagen im Schnitt 1 $\tau_{Rd} := \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$

mit $V_{pd} = \frac{Z_{Rgd}}{2}$ $V_{1pld} := b_p \cdot d_p \cdot \tau_{Rd}$ und $V \leq V_{pld}$

$Z_{t3} := 2 \cdot b_p \cdot d_p \cdot \tau_{Rd}$ $Z_{t3} = 1965.09 \text{ kN}$

$V_{2pld} := (b_p - n_z \cdot d_L) \cdot d_p \cdot \tau_{Rd}$

Nachweis : Iterative Berücksichtigung der M/N-Interaktion im maßgebenden Versagenszustand :

kleinste zulässige Zugkraft: $Z_t := \min(Z_{t1}, Z_{t2}, Z_{t3})$ $Z_t = 1281.59 \text{ kN}$

$Z_{Rd} :=$

$i \leftarrow 1$

$M_{-1_1} \leftarrow 0 \text{ kN} \cdot \text{cm}$

$M_{-1_0} \leftarrow M_{1pld}$

$V_{d_1} \leftarrow \frac{Z_t}{2}$

while $|M_{-1_i} - M_{-1_{i-1}}| \geq 1 \text{ kN} \cdot \text{cm}$

$i \leftarrow i + 1$

$M_{-1_i} \leftarrow M_{1pld} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V_{d_{i-1}}}{V_{1pld}}\right)^2}$

$M_{-2_i} \leftarrow M_{2pld} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V_{d_{i-1}}}{V_{2pld}}\right)^2}$

$Z_i \leftarrow \begin{cases} Z_i \leftarrow \frac{2}{c_3 + c_1} \cdot (M_{-1_i} + n_z \cdot N_{Rd} \cdot c_3) & \text{if } Z_t = Z_{t1} \\ Z_i \leftarrow \frac{2}{c_1} \cdot (M_{-1_i} + M_{-2_i}) & \text{if } Z_t = Z_{t2} \\ Z_i \leftarrow 2 \cdot V_{1pld} & \text{if } Z_t = Z_{t3} \end{cases}$

$V_{d_i} \leftarrow \frac{Z_i}{2}$

break if $i \geq 100$

Z_i

$Z_{Rd} = 1184.72 \text{ kN}$

Es wird nachgewiesen, daß die Kraft im Zuggurt kleiner ist als die zulässige Kraft in der Stirnplatte aufgrund des maßgebenden Versagenszustandes.

$\text{Nachweis}\left(\frac{Z_{Rgd}}{Z_{Rd}}, 1\right) = \text{"Nachweis erfüllt !"}$

e) Bemessung der Steifen und deren Anschluß

Eingeben der Geometrie der Steife:

ohne weiteren Nachweis

$$t_{\text{Steife}} \geq t_{\text{Rg}}$$



empfohlene Plattenstärke

$$t_{\text{Steife}}(t_{\text{Rg}}) = 20.00 \text{ mm}$$

$$s_3 := r_s$$

$$s_3 = 27.00 \text{ mm}$$

$$\max_s_1 := \frac{b_s - t_{ss}}{2} - s_3 \quad \max_s_1 = 117.00 \text{ mm}$$

$$s_1 := 83 \text{ mm}$$

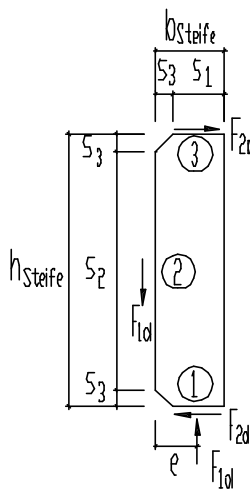
$$s_2 := h_s - 2 \cdot t_{sg} - 2 \cdot s_3$$

$$s_2 = 390.00 \text{ mm}$$

$$b_{\text{Steife}} := s_1 + s_3$$

$$h_{\text{Steife}} := s_2 + 2s_3$$

$$e := \frac{s_1}{2} + s_3$$



Vollsteife Bild 3.3.1.1-7

Ermittlung der Normalkraft, die auf den Gurt der Stütze drückt und anteilig von dem Stützensteg und den Steifen aufgenommen werden muß.

$$N_{\text{Sgd}} := \frac{|M_{\text{RAd}}|}{l_z} - \frac{N_{\text{RAd}}}{2} \quad N_{\text{Sgd}} = 924.07 \text{ kN}$$

Der Anteil der Kraft, die in die Rippe eingeleitet werden muß

$$F_{1d} := N_{\text{Sgd}} \cdot \frac{s_1}{2 \cdot b_{\text{Steife}} + t_{ss}} \quad F_{1d} = 330.59 \text{ kN}$$

$$M_{ed} := F_{1d} \cdot e \quad M_{ed} = 2264.56 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$F_{2d} := \frac{M_{ed}}{s_2 + 2 \cdot s_3} \quad F_{2d} = 51.00 \text{ kN}$$

Nachweis der Schweißnähte:

Grenzsweißnahtspannung $\alpha_W := 0.95$

$$\sigma_{\text{WRd}} := \alpha_W \cdot f_{yd} \quad \sigma_{\text{WRd}} = 207.27 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Schweißnaht 1: Unter Berücksichtigung der Kräfte F_{1d} und F_{2d}

$$\min_t := \min(t_{Sg}, t_{Steife}(t_{Rg})) \quad \min_t = 20.00 \text{ mm}$$

$$\max_t := \max(t_{Sg}, t_{Steife}(t_{Rg})) \quad \max_t = 23.00 \text{ mm}$$

$$\text{erf_aW} := \frac{\sqrt{F_{1d}^2 + F_{2d}^2}}{\sigma_{WRd} \cdot 2 \cdot s_1} \quad \text{erf_aW} = 9.72 \text{ mm}$$

$$\min_aW := \max(2 \cdot \text{mm}, \sqrt{\max_t \cdot \text{mm}} - 0.5 \cdot \text{mm}) \quad \min_aW = 4.30 \text{ mm}$$

$$\max_aW := 0.7 \cdot \min_t \quad \max_aW = 14.00 \text{ mm}$$



empfohlene Schweißnaht $a_{W1} := \text{ceil}(a) \cdot \text{mm} \quad a_{W1} = 10.00 \text{ mm}$

$$A_{W1} := 2 \cdot s_1 \cdot a_{W1} \quad A_{W1} = 1660.00 \text{ mm}^2$$

$$F_d := \sqrt{F_{1d}^2 + F_{2d}^2} \quad F_d = 334.50 \text{ kN}$$

Schweißnahtspannung $\sigma_{W1d} := \frac{F_d}{A_{W1}} \quad \sigma_{W1d} = 201.51 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Nachweis $\text{Nachweis}\left(\frac{\sigma_{W1d}}{\sigma_{WRd}}, 1\right) = \text{"Nachweis erfüllt!"}$

Schweißnaht 2:

$$\min_t := \min(t_{Ss}, t_{Steife}(t_{Rg})) \quad \min_t = 12.00 \text{ mm}$$

$$\max_t := \max(t_{Ss}, t_{Steife}(t_{Rg})) \quad \max_t = 20.00 \text{ mm}$$

$$\text{erf_aW} := \frac{F_{1d}}{\sigma_{WRd} \cdot 2 \cdot s_2} \quad \text{erf_aW} = 2.04 \text{ mm}$$

$$\min_aW := \max(2 \cdot \text{mm}, \sqrt{\max_t \cdot \text{mm}} - 0.5 \cdot \text{mm}) \quad \min_aW = 3.97 \text{ mm}$$

$$\max_aW := 0.7 \cdot \min_t \quad \max_aW = 8.40 \text{ mm}$$



empfohlene Schweißnaht $a_{W2} := \text{ceil}(a) \cdot \text{mm} \quad a_{W2} = 4.00 \text{ mm}$

$$A_{W2} := 2 \cdot s_2 \cdot a_{W2} \quad A_{W2} = 3120.00 \text{ mm}^2$$

$$F_d := F_{1d} \quad F_d = 330.59 \text{ kN}$$

Schweißnahtspannung $\sigma_{W2d} := \frac{F_d}{A_{W2}} \quad \sigma_{W2d} = 105.96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Nachweis $\text{Nachweis}\left(\frac{\sigma_{W2d}}{\sigma_{WRd}}, 1\right) = \text{"Nachweis erfüllt!"}$

Schweißnaht 3:

$$\begin{aligned} \min_t &:= \min(t_{Sg}, t_{Steife}(t_{Rg})) & \min_t &= 20.00 \text{ mm} \\ \max_t &:= \max(t_{Sg}, t_{Steife}(t_{Rg})) & \max_t &= 23.00 \text{ mm} \\ \text{erf}_{a_W} &:= \frac{F_{2d}}{\sigma_{WRd} \cdot 2 \cdot s_1} & \text{erf}_{a_W} &= 1.48 \text{ mm} \\ \min_{a_W} &:= \max(2 \cdot \text{mm}, \sqrt{\max_t \cdot \text{mm}} - 0.5 \cdot \text{mm}) & \min_{a_W} &= 4.30 \text{ mm} \\ \max_{a_W} &:= 0.7 \cdot \min_t & \max_{a_W} &= 14.00 \text{ mm} \end{aligned}$$

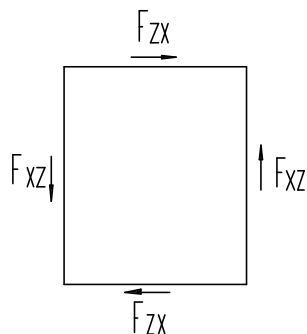


empfohlene Schweißnaht	$a_{W3} := \text{ceil}(a) \cdot \text{mm}$	$a_{W3} = 5.00 \text{ mm}$
	$A_{W3} := 2 \cdot s_1 \cdot a_{W3}$	$A_{W3} = 830.00 \text{ mm}^2$
	$F_d := F_{2d}$	$F_d = 51.00 \text{ kN}$
Schweißnahtspannung	$\sigma_{W3d} := \frac{F_d}{A_{W3}}$	$\sigma_{W3d} = 61.45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Nachweis	$\text{Nachweis}\left(\frac{\sigma_{W3d}}{\sigma_{WRd}}, 1\right) = \text{"Nachweis erfüllt!"}$	

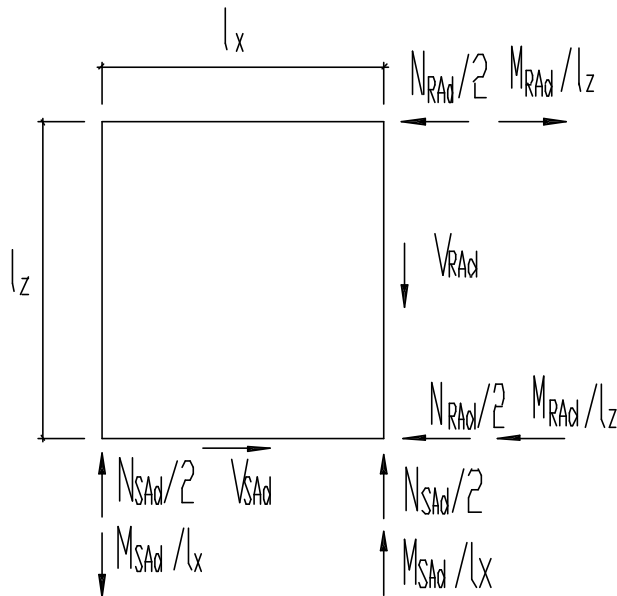
f) Nachweis Schubfeld

Schubkräfte :

$$\begin{aligned} F_{ZX} &:= \frac{|N_{RAAd}|}{2} + \frac{|M_{RAAd}|}{l_z} - |V_{SAAd}| & F_{ZX} &= 899.07 \text{ kN} \\ F_{XZ} &:= \frac{|N_{SAAd}|}{2} + \frac{|M_{SAAd}|}{l_x} - |V_{RAAd}| & F_{XZ} &= 1118.54 \text{ kN} \end{aligned}$$



Schubfeld mit Schubkräften Bild 3.3.1.1-8



Schubfeld Bild 3.3.1.1-9

Schubfluß :

$$T_x := \frac{F_{zx}}{l_x} \quad T_x = 19.25 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

$$T_z := \frac{F_{xz}}{l_z} \quad T_z = 19.25 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$

Schubspannung :

$$\tau_d := \frac{T_x}{t_{Ss}} \quad \tau_d = 16.04 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau_{Rd} = 12.60 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Nachweis

$$\text{Nachweis} \left(\frac{\tau_d}{\tau_{Rd}}, 1 \right) = \text{"Nachweis nicht erfüllt !"}$$

Falls der Nachweis nicht erfüllt ist, kann entweder der Anschluß mit einer Voute ausgeführt werden (siehe Kapitel 3.3.1.2) oder es wird eine Stegverstärkung angebracht. Siehe im Folgenden.

Ermittlung der erforderlichen Gesamtstützenstegstärke

$$\text{erf_}t_{Ss} := \frac{T_x}{\tau_{Rd}} \quad \text{erf_}t_{Ss} = 15.28 \text{ mm}$$

Erforderliche Verstärkung

$$t_{Ssv} := \text{erf_}t_{Ss} - t_{Ss} \quad t_{Ssv} = 3.28 \text{ mm}$$



empfohlene Plattenstärke

$$t(t_{Sv}) = 5.00 \text{ mm}$$

$kN \equiv 1000 \cdot N$

$MN \equiv 1000 \cdot kN$

- ☐ Übersicht:C:_CD-ROM Mathcad\Arbeitsblaetter\MIT\TV_3_51_Charakteristische_Werte.mcd(R)
- ☐ Übersicht:C:_CD-ROM Mathcad\Arbeitsblaetter\MIT\TV_3_52_Nachweis.mcd(R)
- ☐ Übersicht:C:_CD-ROM Mathcad\Arbeitsblaetter\MIT\TV_3_53_Schrauben.mcd(R)