

### 3.2.1.2 Unausgesteifte, überstehende Fußplatte

#### Erläuterung:

Überstehende Fußplatten werden bei Rahmenkonstruktionen eingesetzt, bei denen die Stützen gelenkig gelagert werden. D.h. es können nur Horizontal- und Vertikalkräfte aufgenommen werden. Für das Abtragen der Vertikalkräfte wird ein Schubdübel nach Kapitel 3.2.3 angeordnet.

Der Überstand sollte nur so groß gewählt werden, daß keine Plattendicken über 80 mm erforderlich werden, sollte die Plattendicke doch größer werden, so sind ausgesteifte Fußplatten oder das Einschalten von Trägerstücken zwischen Fußplatte und Beton zu verwenden. In der vorliegenden Version werden die beiden letztgenannten nicht behandelt.

#### Aufgabenstellung:

Es werden aus einer statischen Berechnung die Schnittkräfte  $N_d = 581 \text{ kN}$  und  $V_d = 100 \text{ N}$  entnommen.

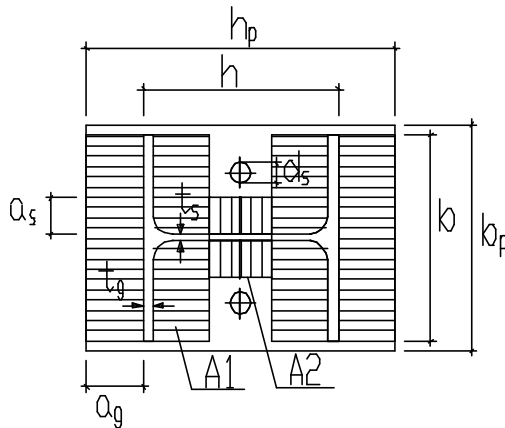
Das Stützenprofil soll ein doppelsymmetrisches Walzprofil HEA200 aus ST 37-2 sein.

Der Überstand am Gurt soll 60 mm betragen.

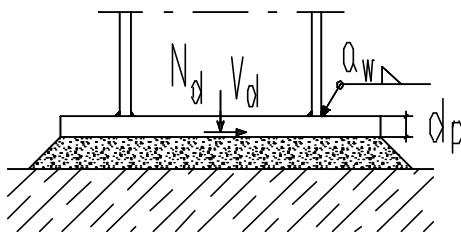
Für die Befestigung der Stütze sind zwei Löcher mit einem Durchmesser von 20 mm vorzusehen.

Der verwendete Fundamentbeton soll der Festigkeitsklasse B35 entsprechen.

Die vorgeschlagenen Schweißnähte sind zu prüfen.



Draufsicht Bild 3.2.1.2-1



Ansicht Bild 3.2.1.2-2

**Schnittgrößen:**

Normalkraft	$N_d := 581 \cdot \text{kN}$
Querkraft	$V_d := 100 \cdot \text{N}$



Überprüfung ob die Querkraft mit Hilfe eines Schubdübels Kapitel 3.2.3 abgetragen werden muß.

erforderlich = "ja"

**Profil für Stütze auswählen:**

$b := 200 \text{ mm}$	$t_s := 6.5 \text{ mm}$
$h := 190 \text{ mm}$	$t_g := 10 \text{ mm}$
$A := 5380 \text{ mm}^2$	

**Aussparungen für Befestigung:**

Lochdurchmesser	$d_L := 20 \text{ mm}$
Anzahl Befestigungsmittel	$n_z := 2$

**Material :**

Baustahl	Stahl := "St37-2"
Betonfestigkeitsklasse	Beton := "B35"
maximale Blechstärke	$t := \max(t_s, t_g)$

$t = 10.00 \text{ mm}$

Streckgrenze

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

Materialsicher-  
heitsbeiwert

$$\gamma_M := 1.1$$

Bemessungswert  
der Streckgrenze

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

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

**a) Betonspannung im Fundament:**

**Randbedingungen für  $a_s$  und  $a_g$ :**

$$\max_{a_g} := \frac{h}{2} - t_g$$

$$\max_{a_g} = 85.00 \text{ mm}$$

$$a_g := 60 \cdot \text{mm}$$

$$a_s := a_g \cdot \frac{t_s}{t_g}$$

$$a_s = 39.00 \text{ mm}$$

$$A_1 := b \cdot (2 \cdot a_g + t_g)$$

$$A_1 = 2.60 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

$$A_2 := [h - 2 \cdot (t_g + a_g)] \cdot (2 \cdot a_s + t_s)$$

$$A_2 = 4.23 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

Aussparungen für Befestigungen werden, auf der sicheren Seite liegend, in der Fläche zur Ermittlung der Spannung abgezogen:

Abzug für Befestigungsmittel  $\Delta A := n_z \cdot \frac{d_L^2 \cdot \pi}{4}$   $\Delta A = 628.32 \text{ mm}^2$

Nettofläche für die Fußplatte  $A_a := 2 \cdot A_1 + A_2 - \Delta A$   $A_a = 5.56 \times 10^4 \text{ mm}^2$

vorhandene Spannung im Beton  $\text{vorh\_}\sigma_b := \frac{N_d}{A_a}$   $\text{vorh\_}\sigma_b = 10.45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Druckfestigkeit des Betons  $S_{\beta R}(\text{Beton}) = 23.0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Zulässige Druckfestigkeit  $\text{zul\_}\sigma_b := \frac{S_{\beta R}(\text{Beton})}{1.3}$   $\text{zul\_}\sigma_b = 17.69 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

**Nachweis**  $\text{vorh\_}\sigma_b \leq \text{zul\_}\sigma_b$

$\text{Nachweis}(\text{vorh\_}\sigma_b, \text{zul\_}\sigma_b) = \text{"Nachweis erfüllt!"}$

### **b.) Plattendicke bestimmen**

Elastische Schnittgrößen entlang des Gurtes je Längeneinheit

$\text{max}M_d := \text{vorh\_}\sigma_b \cdot \frac{a_g^2}{2}$   $\text{max}M_d = 188.10 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{cm}}$

$V_d := \text{vorh\_}\sigma_b \cdot a_g$   $V_d = 6.27 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$

Normalspannung  $\sigma_d = \frac{M_d}{W}$  [Gl. 1]

Moment für eingespannten Kragarm aus [5]  $M_d = -q_d \cdot \frac{l^2}{2}$  [Gl. 2]

Plastisches Widerstandsmoment für Rechteckquerschnitt je cm Gurt  $W_{pl} = \frac{1 \text{ cm} \cdot d_p^2}{4}$  [Gl. 3]

In den [Gl. 1 und 2] wird folgende Transformation durchgeführt

$M_d \longrightarrow \text{max}M_d$   
 $W \longrightarrow W_{pl}$   
 $l \longrightarrow a_g$   
 $\sigma_d \longrightarrow f_{yd}$   
 $q_d \longrightarrow \text{vorh\_}\sigma_b$

Damit ergibt sich die erforderliche Plattendicke zu

$\text{erf\_}d_p := a_g \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\text{vorh\_}\sigma_b}{f_{yd}}}$   $\text{erf\_}d_p = 18.57 \text{ mm}$



Plattenmaße :

Plattendicke aufrunden:

$$d_p = 20 \text{ mm}$$

Plattenlänge :

$$h_p := h + 2 \cdot a_g$$

$$h_p = 310.00 \text{ mm}$$

Plattenbreite :

$$b_p := b + 20 \cdot \text{mm}$$

$$b_p = 220.00 \text{ mm}$$

#### Nachweis EL-PL:

Tragsicherheitsnachweis für die Platte nach dem Berechnungsverfahren EI-PI und unter Berücksichtigung der M-V-Interaktion

Plastische Widerstandsgrößen

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

$$M_{pld} = 218.18 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{cm}}$$

$$V_{pld} := \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \cdot d_p$$

$$V_{pld} = 2.52 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

M-V-Interaktion

$$M_{plvd} := M_{pld} \cdot \sqrt{1 - \frac{V_d}{V_{pld}}}$$

$$M_{plvd} = 189.09 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{cm}}$$

Nachweis

$$\frac{\max M_d}{M_{plvd}} \leq 1$$

$$\max M_d = 188.10 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{cm}}$$

$$\text{Nachweis} \left( \frac{\max M_d}{M_{plvd}}, 1 \right) = \text{"Nachweis erfüllt !"}$$

#### **c.) Nachweis der Schweißnaht zwischen Fußplatte und Stütze**

Eine Kraftübertragung direkt über den Kontakt zwischen Fußplatte und Profil wird nicht angesetzt, da sonst die Kontaktbereiche winkeligerecht maschinell zu bearbeiten sind.

Grenzschweißnahtspannung  $\alpha_W := 0.95$

$$\sigma_{WRd} := \alpha_W \cdot f_{yd}$$

$$\sigma_{WRd} = 207.27 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Druckspannung in der Stütze

$$\sigma_d := \frac{N_d}{A}$$

$$\sigma_d = 107.99 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

#### Stegschweißnaht :

$$\min_t := \min(t_s, d_p)$$

$$\min_t = 6.50 \text{ mm}$$

$$\max_t := \max(t_s, d_p)$$

$$\max_t = 20.00 \text{ mm}$$

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

$$\min_{a_W} = 3.97 \text{ mm}$$

$$\max_{a_W} := 0.7 \cdot \min_t$$

$$\max_{a_W} = 4.55 \text{ mm}$$

$$\text{erf}_{a_W} := \frac{\sigma_d \cdot t_s}{2 \cdot \sigma_{WRd}}$$

$$\text{erf}_{a_W} = 1.69 \text{ mm}$$



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

**Spannung**  $\sigma_{Wsd} := \frac{\sigma_d \cdot t_s}{2 \cdot a_{Ws}}$   $\sigma_{Wsd} = 87.74 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

**Nachweis**  $\frac{\sigma_{Wsd}}{\sigma_{WRd}} \leq 1$

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

**Gurtschweißnaht :**

$\min\_t := \min(t_g, d_p)$   $\min\_t = 10.00 \text{ mm}$

$\max\_t := \max(t_g, d_p)$   $\max\_t = 20.00 \text{ mm}$

$\min_{aW} := \max(2 \cdot \text{mm}, \sqrt{\max\_t \cdot \text{mm}} - 0.5 \cdot \text{mm})$   $\min_{aW} = 3.97 \text{ mm}$

$\max_{aW} := 0.7 \cdot \min\_t$   $\max_{aW} = 7.00 \text{ mm}$

$\text{erf}_{aW} := \frac{\sigma_d \cdot t_g}{2 \cdot \sigma_{WRd}}$   $\text{erf}_{aW} = 2.61 \text{ mm}$



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

**Spannung**  $\sigma_{Wgd} := \frac{\sigma_d \cdot t_g}{2 \cdot a_{Wg}}$   $\sigma_{Wgd} = 134.99 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

**Nachweis**  $\frac{\sigma_{Wgd}}{\sigma_{WRd}} \leq 1$

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

$\text{kN} \equiv 1000 \cdot \text{N}$

$\text{MN} \equiv 1000 \cdot \text{kN}$

➔ 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)