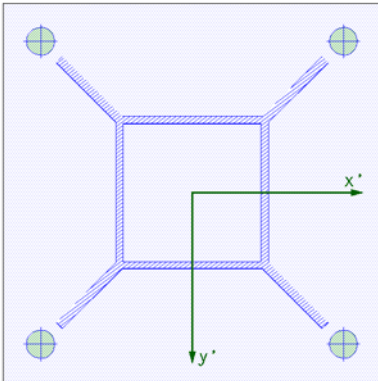


Stahlstützenfuß mit Fußplatte

Stahlnachweise nach DIN EN 1993-1:2010-12 mit NA-Deutschland

Draufsicht Fußplatte
Maßstab 1:10



Stützenquerschnitt

frei definiertes Profil: MSH200X200X8+KN, der Güte S355

Fußplatte

$b_x = 500 \text{ mm}$ $b_y = 500 \text{ mm}$ $t = 20 \text{ mm}$, der Güte S355

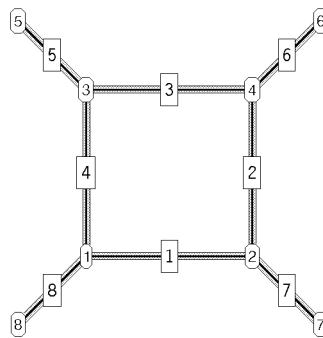
Untergrund/Bettung

Entsprechend des Betons C25/30

Anker

4 Anker, FK 4.8, M20, ohne Schaft
mit einer Länge von 500 mm
Randabstände $a_x/a_y = 50/50 \text{ mm}$

Querschnittsbeschreibung des Stützenprofils (MSH200X200X8+KN)



Knotenkoordinaten

Nr.	x' mm	y' mm
1	-96.0	96.0
2	96.0	96.0
3	-96.0	-96.0
4	96.0	-96.0
5	-175.0	-175.0
6	175.0	-175.0
7	175.0	175.0
8	-175.0	175.0

Linienlemente

Nr.	KnoA	KnoE	Dicke mm
1	1	2	8.0
2	2	4	8.0
3	4	3	8.0
4	3	1	8.0
5	3	5	10.0
6	4	6	10.0
7	2	7	10.0
8	1	8	10.0

1. Belastung

1.1. Bemessungswerte der Stützenlast

Angriffspunkt im Schwerpunkt der Stütze

LK	N _{St,d} kN	H _{x,St,d} kN	H _{y,St,d} kN	M _{x,St,d} kNm	M _{y,St,d} kNm	Bemessungssit.
1	8.10	0.00	16.80	55.44	0.00	ständig

2. Nachweis

2.1. Materialsicherheitsbeiwerte

Bemessungssit.	γ_{M0}	γ_{M2}	γ_c	γ_μ
ständig	1.10	1.10	1.50	1.20

2.2. Schweißnaht zwischen Stützenschaft und Fußplatte

Bemessung nach dem vereinfachten Verfahren entsprechend Abschnitt 4.5.3.3

$F_{w,Ed} = \sigma_w \cdot y \cdot a_w$
 $F_{w,Rd} = f_{w,d} \cdot a_w$
 $f_{w,d} = (f_u/30.5) / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$
 $U = F_{w,Ed} / F_{w,Rd}$

Die Verbindung wird mit einer **umlaufenden Kehlnaht** ausgeführt.
Die Normalkraft wird zu 100 % durch die Schweißnaht übertragen.

LK	a_w mm	$\sigma_{w,max}$ kN/cm ²	$\tau_{w,max}$ kN/cm ²	$\sigma_{w,v,max}$ kN/cm ²	$F_{w,Ed}$ kN/cm	$F_{w,Rd}$ kN/cm	U
1	4	9.80	0.25	9.80	3.92	13.58	0.29

Maximale Nahtdicke $a_{w,max} = 4 \text{ mm}$

Maximale Ausnutzung $U = 0.29 < 1.00$

a_w - Schweißnahtdicke $\sigma_{w,max}$ - max. Normalspannung in der Schweißnaht $\tau_{w,max}$ - max. Schubspannung in der Schweißnaht
 $\sigma_{w,y,max}$ - max. Vergleichsspannung in der Schweißnaht $F_{w,Ed}$ - Einwirkende Kraft auf die Schweißnaht je Längeneinheit
 $F_{w,Rd}$ - Tragfähigkeit der Schweißnaht je Längeneinheit U - Ausnutzung

2.3. FE-Berechnung

Die Berechnung der Pressungen unter der Fußplatte und der maßgebenden Schnittgrößen in der Fußplatte erfolgt durch eine FEM-Berechnung mit Steifizifferverfahren. Die Anfangsbettung der Platte ergibt sich aus dem E-Modul des Betons unter der Fußplatte. Für die Flächenbettung gilt Zugfederausschaltung. Die Anker werden durch Punktfedern berücksichtigt, die nur auf Zug wirken.

Die Platte wird in 43 Elemente in X-Richtung und 43 Elemente in Y-Richtung eingeteilt.

Die Betonpressung wird begrenzt auf $\lim \sigma_{c,d} = 4.04/\gamma_c \text{ kN/cm}^2$.

Die Ersatzfeder für die Anker wird angesetzt mit $c = E \cdot A/l = 1029.00 \text{ kN/cm}$.

2.3.1. Spannungen in der Fußplatte (Elast.-Elast.)

Schnittgrößen

LK	x _{Fp} cm	y _{Fp} cm	m _{xx} kNcm/cm	m _{yy} kNcm/cm	m _{xy} kNcm/cm	v _x kN/cm	v _y kN/cm
1	43.6	43.6	0.04	0.30	-0.18	0.04	0.30

Spannungen und Ausnutzungen

$$\sigma_V = (\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2))^{0.5}$$

$$\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_{M0}$$

$$\tau_{Rd} = f_y / (30.5 \cdot \gamma_{M0})$$

$$U = \max \{ \sigma_1 / \sigma_{Rd}; \tau_1 / \tau_{Rd}; \sigma_V / \sigma_{Rd} \}$$

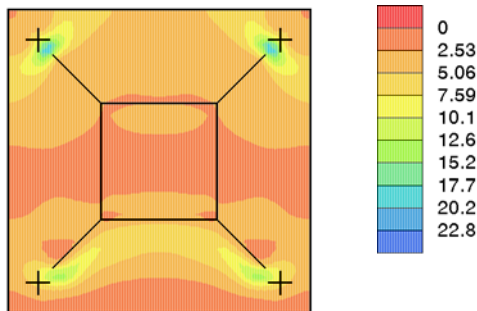
LK	x _{Fp} cm	y _{Fp} cm	σ_1 kN/cm ²	τ_1 kN/cm ²	σ_V kN/cm ²	σ_{Rd} kN/cm ²	τ_{Rd} kN/cm ²	U
1	43.6	43.6	24.64	14.60	25.29	32.27	18.63	0.77

Maximale Ausnutzung $U = 0.77 < 1.00$

x_{Fp}/y_{Fp} - Koordinaten auf der Fußplatte m_{xx}/m_{yy} - Momente m_{xy} - Drillmoment v_x/v_y - Querkraft
 σ_1 - Hauptnormalspannung τ_1 - Hauptschubspannung σ_V - Vergleichsspannung σ_{Rd} - Grenznormalspannung
 U - Ausnutzung

Spannungsverteilung - σ_V [kN/cm²]

LK 1 (max σ_V)



2.3.2. Betonpressung unter der Fußplatte

Der zulässige Anteil der Druckfläche mit Betonpressungen größer als der Bemessungswert der Betondruckfestigkeit (f_{cd}) beträgt 30%.

LK	$\lim \sigma_{c,d}$ kN/cm ²	A _{Druck} cm ²	$\sigma_{c,max}$ kN/cm ²	$\sigma_{c,m}$ kN/cm ²	f_{cd} kN/cm ²	U	$\sigma_c(A_D) > f_{cd}$ %
1	2.69	458.4	1.16	0.31	1.42	0.22	0.00

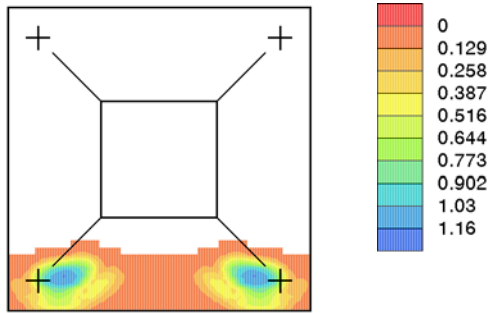
Maximale Ausnutzung $U = 0.22 < 1.00$

Maximaler Anteil der Betonpressung mit $\sigma_c > f_{cd} = 0.00 < 30.00$

A_{Druck} - Fläche mit Betonpressungen $\sigma_{c,max}$ - maximale Betonpressung $\sigma_{c,m}$ - mittlere Betonpressung U - Ausnutzung

Pressungsverteilung [kN/cm²]

LK 1 (max $\sigma_{c,m}$)



2.3.3. Ankerzugkräfte

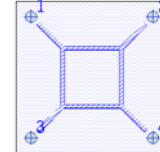
$$F_{t,Rd} = k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$$

$$U = F_{t,Ed,max} / F_{t,Rd}$$

Spannungsquerschnitt für M20: $A_s = 2.45 \text{ cm}^2$

Es werden keine Senkschrauben verwendet: $k_2 = 0.90$

Nummerierung



LK	$F_{t,Ed,1}$ kN	$F_{t,Ed,2}$ kN	$F_{t,Ed,3}$ kN	$F_{t,Ed,4}$ kN	$F_{t,Rd}$ kN	U_{max} -
1	66.69	66.69	---	---	80.18	0.83

Maximale Ausnutzung $U = 0.83 < 1.00$

f_{ub} - Zugfestigkeit des Schraubenwerkstoffes $F_{t,Ed,i}$ - Zugkraft des Ankers $F_{t,Rd}$ - Grenzzugkraft der Anker
 U_{max} - max. Ausnutzung

2.4. Nachweis gegen Gleiten der Fußplatte

$$H_{res,d} = (H_{x,St,d}^2 + H_{y,St,d}^2)^{0.5}$$

$$N_{z,d} = A_{Druck} \cdot \sigma_{c,m}$$

$$H_{Rd} = \mu_k / \gamma_{\mu} \cdot N_{z,d} \text{ mit } \mu_k = 0.6 \text{ entsprechend [1]}$$

LK	$H_{res,d}$ kN	$N_{z,d}$ kN	H_{Rd} kN	U -
1	16.80	141.48	70.74	0.24

Maximale Ausnutzung $U = 0.24 < 1.00$

$H_{res,d}$ - Bemessungswert der resultierende Gleitkraft $N_{z,d}$ - Bemessungswert der Druckkraft in der Gleitfuge
 μ_k - charakt. Wert der Reibungszahl H_{Rd} - Bemessungswert der Grenzgleitkraft U - Ausnutzung

3. Zusammenfassung

Alle geführten Nachweise und Bemessungen konnten erfolgreich durchgeführt werden.

Maximale Ausnutzungen bei den einzelnen Nachweisen

Schweißnaht zwischen Stütze und Fußplatte	29%
Spannungen in der Fußplatte	77%
Pressungen unter der Fußplatte	22%
Ankerzugkräfte	83%
Gleiten der Fußplatte	24%

[1] DIN V 4141-1: Lager im Bauwesen, Teil 1, Mai 2003