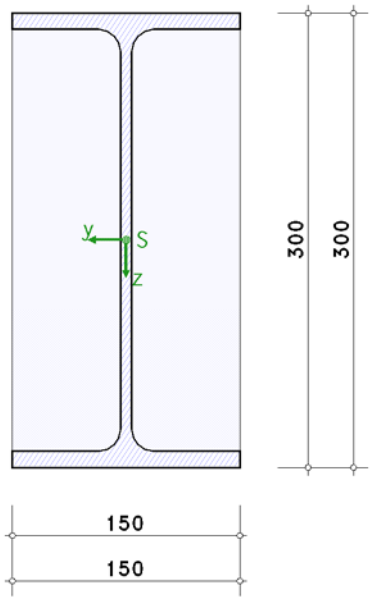
Eingespannter Stahlstützenfuß

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

Querschnitt, Maßstab 1:5



Stützenquerschnitt
genormtes Profil: IPE300, der Güte S355

Fußplatte
b = 150 mm h = 300 mm t = 10 mm, der Güte S355

Mörtelfuge unter Fußplatte
h_f = 40 mm

Fundament
Betongüte C25/30
Höhe = 100.0 cm
Spaltzugbewehrung ist vorhanden

1. Belastung

1.1. Bemessungswerte der Stützenlast

Angriffspunkt im Schwerpunkt der Stütze

LK	Bezeichnung.	Bemessungssit.	$N_{St,d}$ kN	$M_{y,St,Ed}$ kNm	$H_{z,St,Ed}$ kN	$M_{z,St,Ed}$ kNm	$H_{y,St,Ed}$ kN
1	neuer Bem.lastfall	ständig u.v.	98.00	164.00	63.00	0.00	0.00

2. Nachweis

2.1. Materialsicherheitsbeiwerte

Bemessungssit.	γ_{M0}	γ_{M2}	γ_c
ständig	1.00	1.25	1.50

2.2. Einspanntiefe

Ermittlung der erforderlichen Einspanntiefe entsprechend [1]

2.2.1. Erforderliche Einspanntiefe für Biegung um die y-Achse

Beiwert mitwirkenden Breite	α_m	= 1.23
Mitwirkenden Breite	b_m	= 150.0 mm
Resultierende Pressung	p	= 21.25 kN/cm
red. plastische Querkraft	red $V_{pl,z}$	= 485.69 kN

Erforderliche Einspanntiefe

LK	D_o kN	D_u kN	$D_u/V_{pl,z}$ -	f_{erf} cm
1	548.69	485.69	1.00	**60.5**

D_o/D_u - res. Druckkraft oben/unten f_{erf} - erf. Einspanntiefe

Maximal erforderliche Einspanntiefe für Biegung um die y-Achse $f_{erf,y}$ = 60.5 cm

2.2.2. Einspanntiefe festlegen

erforderlich	f_{erf}	= 60.5 cm	(aus LK 1, Bieg. um y-Achse)
Mindestwert	f_{min} = 1.5·30.00	= 45.0 < 60.5 cm	
Höchstwert	f_{max} = 4.0·30.00	= 120.0 > 60.5 cm	
gewählt	f_{gew}	= **61.0** > 60.5 cm	

2.3. Querschnittstragfähigkeit

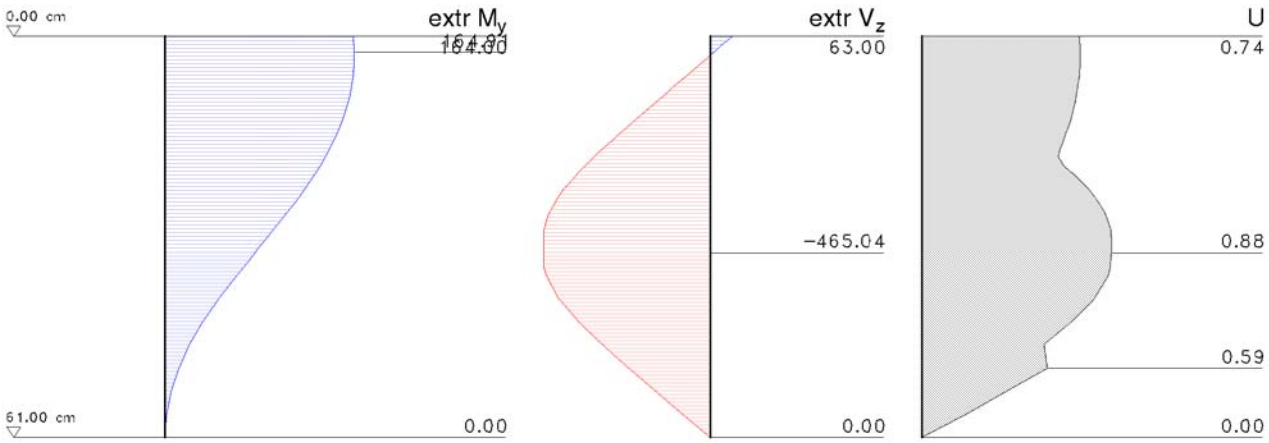
Plastischer Spannungsnachweis erfolgt nach [2], Abs. 6.2.2 bis 6.2.10.

2.3.1. Abstützkräfte

LK	M_y/V_z			
	a_o	a_u	D_o	D_u
	cm	cm	kN	kN
1	30.7	27.1	528.65	465.65

a_o/a_u - Druckbereich oben/unten D_o/D_u - res. Druckkraft oben/unten

2.3.2. Extremale Schnittgrößen



Extremwerte der Normalkraft: N_{Min} / N_{Max} = 98.00 / 98.00 kN

x	extr My		extr Vz		U
	Min	Max	Min	Max	
cm	kNm	kNm	kNm	kNm	
0.00	164.00	164.00	63.00	**63.00**	0.74
2.46	164.91	**164.91**	10.79	10.79	0.74
3.69	164.88	164.88	-15.32	-15.32	0.74
18.43	139.58	139.58	-325.15	-325.15	0.63
30.71	88.63	88.63	**-465.04**	-465.04	**0.88**
46.94	21.20	21.20	-299.84	-299.84	0.57
50.45	11.96	11.96	-226.07	-226.07	0.59*
61.00	**0.00**	0.00	0.00	0.00	0.00*

* Nachweis elastisch geführt

Maximale Ausnutzung U = 0.88 < 1.00

Aus Lastkollektiv 1 an der Stelle x = 30.71 cm

Schnittgrößen: N = 98.00 kN, V_z/M_y = -465.04/88.63 kNm

Ausnutzung: U_σ = 0.88

2.4. Schweißnaht zwischen Stütze und Fußplatte

Bemessung nach dem richtungsbezogenen Verfahren entsprechend Abschnitt 4.5.3.2

$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_\perp^2+3\cdot\tau_\perp^2+3\cdot\tau_{||}^2)^{0.5}$

$\sigma_{2,w,Ed} = \sigma_\perp$

$f_{1,w,Rd} = f_u/(\beta_w\cdot\gamma_{M2})$

$f_{2,w,Rd} = 0.9\cdot f_u/\gamma_{M2}$

$U = \max\{ \sigma_{1,w,Ed}/f_{1,w,Rd}, \sigma_{2,w,Ed}/f_{2,w,Rd} \}$

Die Verbindung wird mit einer **Doppelkehlnaht voll ausgeführt** (keine Endkrater).
Die Normalkraft wird zu 100 % durch die Schweißnaht übertragen.

Mindestwert der Schweißnahtdicke a_{min} = 3 mm

LK	$a_{w,Fl}$	$a_{w,S}$	$\sigma_\perp$	$\tau_\perp$	$\tau_{||}$	$\sigma_{1,w,Ed}$	$f_{1,w,Rd}$	$\sigma_{2,w,Ed}$	$f_{2,w,Rd}$	U
	mm	mm	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	-
1	**3**	**3**	-22.58	-22.58	0.00	45.16	435.56	22.58	352.80	**0.10**

$a_{w,Fl}$ - Flanschnahtdicke $a_{w,S}$ - Stegnahtdicke $\sigma_\perp$ - Normalspannungen senkrecht zur Naht
$\tau_\perp$ - Schubspannungen senkrecht zur Naht $\tau_{||}$ - Schubspannungen parallel zur Naht U - Ausnutzung

Maximale Nahtdicke für den Flansch $a_{w,Fl,max}$ = 3 mm
Maximale Nahtdicke für den Steg $a_{w,S,max}$ = 3 mm
Maximale Ausnutzung U = 0.10 < 1.00

2.5. Einleitung der Normalkraft in das Fundament

Nachweis nach [4], Abschn. 6.2.5 und Tragfähigkeit der Teilflächen nach [3], Abschn.6.7

2.5.1. Anforderung an den Mörtel unter der Fußplatte

0.2fache der kleinsten Plattenabmessung = 30.0 < 40 mm Mörtelhöhe

⇒ Die chark. Festigkeit des Mörtels sollte größer als 20% der des Fundamentbetons sein.
Alternativ ist der Anschlussbeiwert mit β_j < 2/3 anzusetzen.

2.5.2. Lastausbreitung

$c = t\cdot[f_y/3\cdot f_{jd}\cdot\gamma_{M0})]^{0.5} \le 0.5\cdot(h-2\cdot t)$

Es wird von einer ungestörten Lastausbreitung ausgegangen.

Ausbreitungsbreite	c	= 27.2 mm
Belastungsfläche	A_{c0}	= 251.84 cm²
Verteilungsfläche	A_{c1}	= 717.99 cm²

2.5.3. Tragfähigkeit

$F_{C,Rdr} = f_{jd}\cdot A_{c0}$

$f_{jd} = \beta_j\cdot F_{Rdu}/A_{c0}$

$F_{Rdu} = A_{c0}\cdot f_{cd}\cdot(A_{c1}/A_{c0})^{0.5} \le 3.0\cdot f_{cd}\cdot A_{c0}$

Anschlussbeiwert	β_j	= 2/3
Bemessungswert der Mörtelfestigkeit	f_{jd}	= 15.95 N/mm²
Tragfähigkeit auf Druck	$F_{C,Rd}$	= 401.60 kN

2.5.4. Ausnutzung

$U = N_{Ed}/F_{C,Rd}$

Maximale Druckkraft (LK 1) N_{Ed} = 98.00 < 401.60 kN

Ausnutzung U = 0.24 < 1.00

3. Zusammenfassung

Alle geführten Nachweise und Bemessungen konnten erfolgreich durchgeführt werden.

erforderliche Einspanntiefe des Stützenquerschnittes	f_{erf}	= 60.5 cm
gewählte Einspanntiefe	f_{gew}	= 61.0 > 60.5 cm
Tragfähigkeit des Stützenquerschnittes	μ_{max}	= 0.88
Schweißnaht zwischen Stütze und Fußplatte	μ_{max}	= 0.10
Einleitung der Normalkraft	μ_{max}	= 0.24

Literatur und Normen:

[1] Kindmann, Kraus, Laumann, Vette: Verallgem. Berech.methode für in Beton eingesp. Stahlprofile, Stahlbau 92, Heft 1, Ernst & Sohn, 2023
[2] DIN EN 1993-1-1: Eurocode 3: Bem. und Konstr. von Stahlbauten - Teil 1-1: Allg. Bem.regeln u. Regeln für den Hochbau, Dez. 2010
[3] DIN EN 1992-1-1: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1-1, Januar 2011
[4] DIN EN 1993-1-8: Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen, Dez. 2010