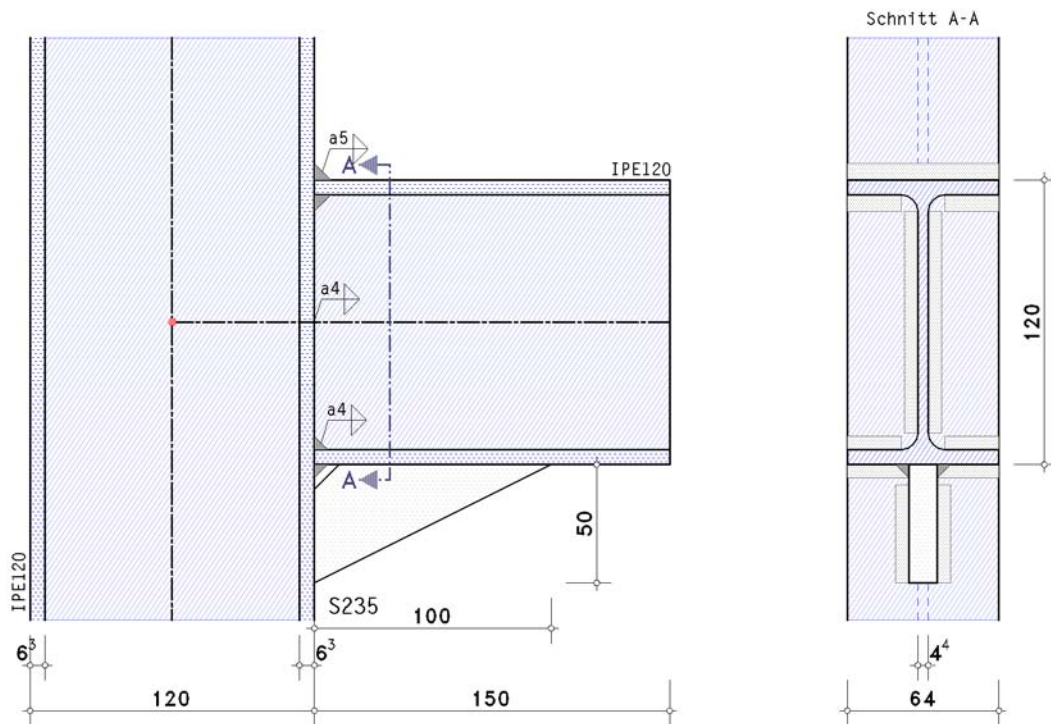
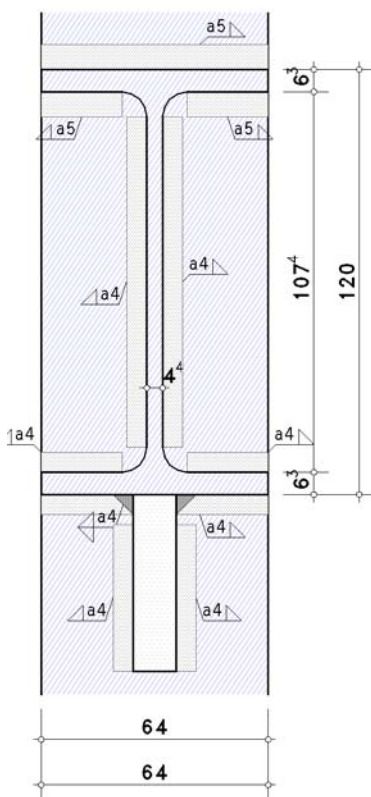


1. Eingabeprotokoll



Details (Schnitt A - A)



Stahlsorte

Stahlgüte S235

Parameter der Stütze

Profil IPE120

Parameter des Trägers

Profil IPE120

Schweißnähte

Trägerflansch oben: Kehlnaht, Nahtdicke $a = 5.0$ mm

Trägersteg: Kehlnaht, Nahtdicke $a = 4.0$ mm
 Trägerflansch unten: Kehlnaht, Nahtdicke $a = 4.0$ mm
 75% der Druckspannung wird über Kontakt abgetragen

Dreieckrippe (unten)

Dicke $t_R = 12.0$ mm, Breite $b_R = 100.0$ mm, Länge $l_R = 50.0$ mm
 Schweißnähte an Stütze und Träger: Kehlnaht, Nahtdicke $a_R = 4.0$ mm

Parameter der Verbindung

geschweißter Anschluss

Abstand der Querbewehrung $\Delta a = 130.0$ mm

Nachweis der Lasteinleitung:

Querbewehrung auf dem Obergurt der Konsole mit der Lasteinleitungslänge $s_s = 30.0$ mm

Nachweis der Ermüdung:

Schadensäquivalenzfaktoren $\lambda_\sigma = 1.000$, $\lambda_\tau = 1.000$

Ermittlung der Tragfähigkeiten

Nachweis der Konsole-Stützenverbindung, Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

Nachweis der Lasteinleitung, Trägerkreuzung, Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

Ermüdungsnachweise der Verbindung sowie des Konsolprofils, Grenzzustand der Ermüdung (GZE)

Konsolbelastung und Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen (GZT)

Lk	$F_{1,Ed}$ kN
--	--
1	40.00

$F_{1,Ed}$: Belastung der Konsole

Konsolbelastung (GZE)

Lk	$F_{1,Ed}$ kN
--	--
1	5.00
2	15.00

$F_{1,Ed}$: Belastung der Konsole

Material Sicherheitsbeiwerte (GZT)

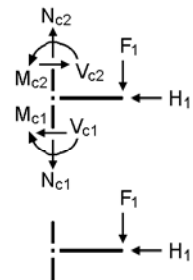
Beanspruchbarkeit von Querschnitten $\gamma_{M0} = 1.00$

Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen $\gamma_{M1} = 1.10$

Beanspruchbarkeit von Schrauben, Schweißnähten, Blechen auf Lochleibung $\gamma_{M2} = 1.25$

Material Sicherheitsbeiwert (GZE)

Bemessungskonzept: Schadenstoleranz, Schadensfolgen: hoch $\Rightarrow$ Ermüdungsfestigkeit $\gamma_{Mf} = 1.15$



2. Nachweise

2.1. Ergebnistabelle (GZT)

2.1.1. Ausnutzungen

Lk	U_j	U_i	$U_{j,b}$	$U_{j,\sigma}$	$U_{j,\tau}$	$U_{j,w}$	$U_{j,r}$	$U_{1,\sigma}$	$U_{1,b}$	$U_{1,i}$	U
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1	0.696	0.884	0.640	0.696	0.594	0.448	0.147	0.828	0.575	0.884	0.884*

U_j : res. Ausnutzung aus Träger-Stütze-Anschluss; U_i : res. Ausnutzung aus Lasteinleitung; $U_{j,b}$: Querschnittsausnutzung Träger

$U_{j,\sigma}$: Ausnutzung aus Biegung; $U_{j,\tau}$: Ausnutzung aus Querkraft; $U_{j,w}$: Ausnutzung aus Schweißnaht

$U_{j,r}$: Ausnutzung aus Steifen/Rippen; $U_{1,\sigma}$: Ausnutzung aus Spannungen am Steganschnitt; $U_{1,b}$: Ausnutzung aus Querlastbeulen

$U_{1,i}$: Ausnutzung aus Interaktion; U : Ausnutzung der Verbindung

*) maximale Ausnutzung

2.2. Anschluss an die Stütze (GZT)

Biegesteifer Trägeranschluss EC 3-1-8 (12.10), NA: Deutschland

Datencheck

ok

2.2.1. Ergebnistabelle

Ausnutzung

Lk	$U_{\sigma,b}$	U_m	U_{wp}	U_{cf}	U_{sb}	U_{ss}	U
--	--	--	--	--	--	--	--
1	0.640	0.696	0.594	0.501	0.448	0.147	0.696*

$U_{\sigma,b}$: Spannungsausnutzung am Träger; U_m : Ausnutzung aus Biegung; U_{wp} : Ausnutzung aus Schub im Stützensteg

U_{cf} : Ausnutzung aus Schub im Stützenflansch; U_{sb} : Ausnutzung aus Schweißnaht; U_{ss} : Ausnutzung aus Steifen/Rippen

U : Ausnutzung der Verbindung

*) maximale Ausnutzung

2.2.2. Endergebnis

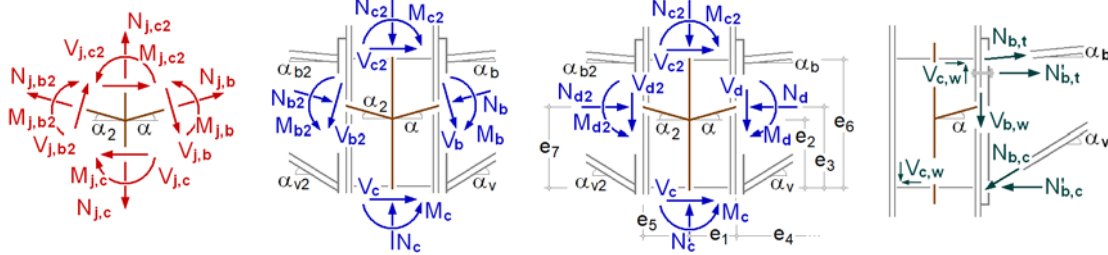
Maximale Ausnutzung: max $U = 0.696 < 1$ ok

2.2.3. Lk 1 (maßgebend)

2.2.3.1. Bemessungsgrößen

Knotenschnittgrößen Anschnitt Anschluss $\perp$ zur Anschlussebene

Teilschnittgrößen



Neigungswinkel: $\alpha_b = \alpha = \alpha_v = 0^\circ$

Abstände: $e_1 = 60.0 \text{ mm}$, $e_3 = 56.8 \text{ mm}$, $e_2 = 56.8 \text{ mm}$, $e_6 = 113.7 \text{ mm}$

Schnittgrößen senkrecht zu den Anschlussebenen

Anschnitt Träger

$M_d = 5.20 \text{ kNm}$, $V_d = 40.00 \text{ kN}$

Teilschnittgrößen

$N_{b,t} = -N_d \cdot z_{bu} / z_b + M_d / z_b = 45.73 \text{ kN}$, $z_b = 113.7 \text{ mm}$, $z_{bu} = 56.9 \text{ mm}$

$N_{b,c} = N_d \cdot z_{bo} / z_b + M_d / z_b = 45.73 \text{ kN}$, $z_b = 113.7 \text{ mm}$, $z_{bo} = 56.9 \text{ mm}$

$V_{b,t} = -N_{b,t} \cdot \sin(\alpha_b) = 0.00 \text{ kN}$, $V_{b,c} = N_{b,c} \cdot \sin(\alpha_v) = 0.00 \text{ kN}$, $V_{b,w} = V_d - V_{b,t} - V_{b,c} = 40.00 \text{ kN}$

2.2.3.2. Querschnittstragfähigkeit im Anschnitt

elastischer Spannungsnachweis für $M_y = -5.20 \text{ kNm}$, $V_z = 40.00 \text{ kN}$

Nachweis: $\sigma_v = 150.35 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{v,Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_\sigma = 0.640 < 1$ ok

c/t-Verhältnis: einseitig gestützt: Ausnutzung $U_{c/t} = 0.165 < 1$ ok

beidseitig gestützt: Ausnutzung $U_{c/t} = 0.098 < 1$ ok

2.2.3.3. Anschlussstragfähigkeit

Übertragungsparameter: $\beta_j = 1.00$

2.2.3.3.1. Biegetragfähigkeit

Abstand der Zugkraft vom Druckpunkt: $z = 113.7 \text{ mm}$

Tragfähigkeit

$F_{Rd} = 65.7 \text{ kN}$

Tragfähigkeit der Flansche (Druck)

$\Sigma F_{c,Rd}^* = 131.4 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = F_{Rd} \cdot z = 7.5 \text{ kNm}$

Zugtragfähigkeit

$N_{j,t,Rd} = F_{t,Rd} = 73.9 \text{ kN}$

Drucktragfähigkeit

$N_{j,c,Rd} = \Sigma F_{c,Rd}^* = 131.4 \text{ kN}$

2.2.3.3.2. Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stützenflanschs

$V_{cf,Rd} = 79.84 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit des Stützenstegs

$V_{wp,Rd} = 77.0 \text{ kN}$

2.2.3.3.3. Gesamt

$M_{j,Rd} = 7.5 \text{ kNm}$ $N_{j,t,Rd} = 73.9 \text{ kN}$ $N_{j,c,Rd} = 131.4 \text{ kN}$ $V_{wp,Rd} = 77.0 \text{ kN}$ $V_{cf,Rd} = 79.8 \text{ kN}$

2.2.3.4. Nachweise

2.2.3.4.1. Nachweis der Anschlusstragfähigkeit mit der Komponentenmethode

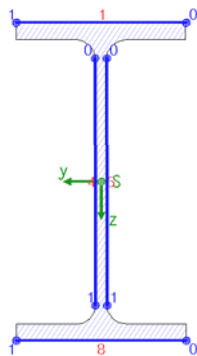
Biegemoment: $M_{Ed} = M_d = 5.20 \text{ kNm}$
Querkraft: $V_{Ed} = |V_d| - \Delta V_R = 32.00 \text{ kN}$, $\Delta V_R = 8.00 \text{ kN}$: Querkraftanteil der Dreieckrippe
Schubkraft: $V_{c,w,Ed} = M_d/z - (V_{c1} - V_{c2})/2 = 45.73 \text{ kN}$, $z = 113.7 \text{ mm}$
Schubkraft: $V_{b,w,Ed} = 40.00 \text{ kN}$

$M_{Ed}/M_{j,Rd} = 0.696 < 1$ ok
 $V_{c,w,Ed}/V_{wp,Rd} = 0.594 < 1$ ok
 $V_{b,w,Ed}/V_{cf,Rd} = 0.501 < 1$ ok

2.2.3.4.2. Nachweis der Schweißnähte am Trägerprofil

Naht 1: Trägerflansch mit Zug außen
Naht 8: Trägerflansch mit Druck außen
Naht 2,3: Trägerflansch mit Zug innen
Naht 4,5: Trägersteg beidseitig
Naht 6,7: Trägerflansch mit Druck innen

Naht 1: Nahtdicke $a = 5.0 \text{ mm} > a_{\max} = 0.7 \cdot t_{\min} = 4.4 \text{ mm}$ (Schweisstechnik, s. DIN 18800) !!
Naht 2: Nahtdicke $a = 5.0 \text{ mm} > a_{\max} = 0.7 \cdot t_{\min} = 4.4 \text{ mm}$ (Schweisstechnik, s. DIN 18800) !!
Naht 2: wirksame Nahtlänge $l_{\text{eff}} = 22.8 \text{ mm} < 30 \text{ mm} \Rightarrow$ statisch nicht wirksam !!
Naht 2: wirksame Nahtlänge $l_{\text{eff}} = 22.8 \text{ mm} < 6 \cdot a = 30.0 \text{ mm} \Rightarrow$ statisch nicht wirksam !!
Naht 4: Nahtdicke $a = 4.0 \text{ mm} > a_{\max} = 0.7 \cdot t_{\min} = 3.1 \text{ mm}$ (Schweisstechnik, s. DIN 18800) !!
Naht 6: wirksame Nahtlänge $l_{\text{eff}} = 22.8 \text{ mm} < 30 \text{ mm} \Rightarrow$ statisch nicht wirksam !!
Naht 6: wirksame Nahtlänge $l_{\text{eff}} = 22.8 \text{ mm} < 6 \cdot a = 24.0 \text{ mm} \Rightarrow$ statisch nicht wirksam !!
Berechnungsquerschnitt:



Naht 1: $a_w = 5.0 \text{ mm}$ $l_w = 64.0 \text{ mm}$
Naht 4: $a_w = 4.0 \text{ mm}$ $l_w = 93.4 \text{ mm}$
Naht 5: siehe Naht 4
Naht 8: $a_w = 4.0 \text{ mm}$ $l_w = 64.0 \text{ mm}$

Bemessungsgrößen bezogen auf den Schwerpunkt des Profils:

$M_{y,Ed} = -5.20 \text{ kNm}$, $V_{z,Ed} = 40.00 \text{ kN}$

Querschnittswerte bezogen auf den Schwerpunkt des Linienquerschnitts:

$\Sigma A_w = 13.23 \text{ cm}^2$, $A_{w,z} = 7.47 \text{ cm}^2$, $\Sigma l_w = 31.5 \text{ cm}$
 $I_{w,y} = 260.56 \text{ cm}^4$, $I_{w,z} = 20.02 \text{ cm}^4$, $\Delta z_w = -2.9 \text{ mm}$

Nachweise in den Endpunkten der Nähte:

75% Spannungsabtrag über Druckkontakt

Naht 1, Pkt. 0: $\sigma_{w,x} = 113.95 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_w = 0.448 < 1$ ok
Naht 4, Pkt. 0: $\sigma_{w,x} = 87.41 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{w,z} = 53.53 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_w = 0.429 < 1$ ok
Pkt. 1: $\sigma_{w,x} = -24.75 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{w,z} = 53.53 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_w = 0.275 < 1$ ok
Naht 8, Pkt. 0: $\sigma_{w,x} = -31.38 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_w = 0.123 < 1$ ok

Ergebnis:

Naht 1, Pkt. 0: $\sigma_{w,x} = 113.95 \text{ N/mm}^2$
Max: $\sigma_{1,w,Ed} = 161.15 \text{ N/mm}^2 < f_{1w,d} = 360.00 \text{ N/mm}^2$,
 $\sigma_{2,w,Ed} = 80.57 \text{ N/mm}^2 < f_{2w,d} = 259.20 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_w = 0.448 < 1$ ok

2.2.3.4.3. Nachweis der Stegsteifen

Dreieckrippe (Druck)

$F_{c,Ed} = 9.37 \text{ kN}$

Kräfte

$F = F_{c,Ed} = 9.37 \text{ kN}$, $H = F \cdot e_F/e_H = 3.94 \text{ kN}$

Voraussetzung: Steifen nicht beulgefährdet: Q-Klasse 1 ≤ 3 ok

Querschnitt an der Stütze

Drucktragfähigkeit $N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 117.07 \text{ kN}$

Bemessungsgröße: $F_{Ed} = (F^2 + 3 \cdot H^2)^{1/2} = 11.59 \text{ kN}$

$F_{Ed} = 11.59 \text{ kN} < F_{Rd} = 117.07 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.099 < 1$ ok

Querschnitt am Träger

Drucktragfähigkeit $N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 258.07 \text{ kN}$

Bemessungsgröße: $F_{Ed} = (H^2 + 3 \cdot F^2)^{1/2} = 16.70 \text{ kN}$

$F_{Ed} = 16.70 \text{ kN} < F_{Rd} = 258.07 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.065 < 1$ ok

Schweißnähte an der Stütze

Tragfähigkeit einer Schweißnaht: $F_{w,Rd} = 831.38 \text{ kN/m}$

Bemessungsgröße: $F_{Ed} = (F^2 + H^2)^{1/2} / (2 \cdot b_1) = 122.42 \text{ kN/m}$, $b_1 = 41.5 \text{ mm}$

$$F_{Ed} = 122.42 \text{ kN/m} < F_{Rd} = 831.38 \text{ kN/m} \Rightarrow U = 0.147 < 1 \text{ ok}$$

Schweißnähte am Träger

Tragfähigkeit einer Schweißnaht: $F_{w,Rd} = 831.38 \text{ kN/m}$

zweiseitiger Rippenanschluss:

$$\text{Bemessungsgröße: } F_{Ed} = (F^2 + H^2)^{1/2} / (2 \cdot l_1) = 55.53 \text{ kN/m, } l_1 = 91.5 \text{ mm}$$

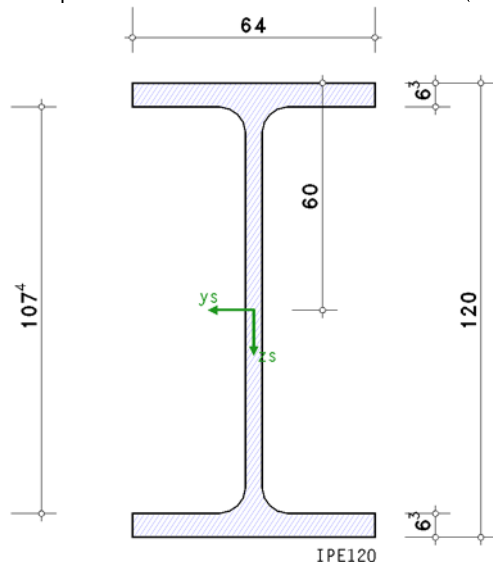
$$F_{Ed} = 55.53 \text{ kN/m} < F_{Rd} = 831.38 \text{ kN/m} \Rightarrow U = 0.067 < 1 \text{ ok}$$

2.2.3.4.4. Nachweisergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.696 < 1 \text{ ok}$

2.3. Lasteinleitung in die Konsole (GZT)

Sonderprobleme nach Eurocode 3 EC 3-1-5 (10.19), NA: Deutschland



Voraussetzung: Flanschinduziertes Stegbeulen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Platten-/Schubbeulen ist ausgeschlossen.

2.3.1. Ergebnistabelle

Lk	$F_{z,Ed}$ kN	V_{Ed} kN	U_{σ}	U_b	U_i	U
1	40.00	40.00	0.828	0.575	0.884	0.884*

$F_{z,Ed}$: vertikale Einzellast aus einem Lastträger; V_{Ed} : Bemessungsgrößen im Querschnitt; U_{σ} : Ausnutzung aus Spannungen am Steganschnitt

U_b : Ausnutzung aus Querlastbeulen; U_i : Ausnutzung aus Interaktion; U : Ausnutzung aus Lasteinleitung

*) maximale Ausnutzung

2.3.2. Endergebnis

Maximale Ausnutzung [Lk 1]: $\max U = 0.884 < 1 \text{ ok}$

2.3.3. Lk 1 (maßgebend)

Querschnittswerte: $A = 13.21 \text{ cm}^2$, $z_s = 60.0 \text{ mm}$, $I_y = 317.76 \text{ cm}^4$, $y_s = 0.0 \text{ mm}$, $I_z = 27.67 \text{ cm}^4$

Lasteinzugsbreite durch den Träger $s_s' = 2 \cdot t_f + t_w + 1.172 \cdot r = 25.2 \text{ mm}$

Zur Info: Lagerpressung $F_{z,Ed,GZT} / (s_s \cdot s_s') = 52.91 \text{ N/mm}^2$

wirksame Lasteinleitungslänge $l_{eff} = s_s + 2 \cdot t_f = 42.6 \text{ mm}$

Länge der starren Lasteinleitung:

bezogen auf die Flanschaußenkante $s_s = l_{eff} - 2 \cdot t_f = 30.0 \text{ mm}$ / auf den Steganschnitt $s_w = l_{eff} + 2 \cdot r = 56.6 \text{ mm}$

2.3.3.1. Stegpressung (GZT)

zulässige Spannungen: $\sigma_{Rd} = f_y / \gamma_{M0} = 235.0 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Rd} = f_y / (31/2 \cdot \gamma_{M0}) = 135.7 \text{ N/mm}^2$

Einzellastpressung am Steganschnitt:

lokale Spannungen $\sigma_{\sigma z,Ed} = -160.6 \text{ N/mm}^2$

$$|\sigma_{\sigma z,Ed}| = 160.6 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.683 < 1 \text{ ok}$$

Spannungen am Steganschnitt:

Querbelastrung $F_{z,Ed} = 40.0 \text{ kN}$

Schubbeulen: $h_p / t_p = 24.41 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta = 60.00 \text{ ok}$

Lk 1: $V_{z,Ed} = 40.0 \text{ kN}$

Spannungen $\tau_{xz,Ed} = 63.4 \text{ N/mm}^2$

$$|\tau_{xz,Ed}| = 63.4 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = 135.7 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.468 < 1 \text{ ok}$$

$$\sigma_V = 194.6 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.828 < 1 \text{ ok}$$

$$\text{Ausnutzung am Steganschnitt } \max U_\sigma = 0.828 < 1 \text{ ok}$$

$$\text{Maximale Ausnutzung: } \max U = 0.828 < 1 \text{ ok}$$

2.3.3.2. Querlastbeulen (GZT)

$$\text{Schlankheitsgrad } \lambda_F = (F_y/F_{cr})^{1/2} = 0.326, F_y = 76.5 \text{ kN}$$

$$\text{Abminderungsfaktor } \chi_F = 1.000$$

$$\text{Beulwiderstand } F_{z,Rd} = f_y \cdot L_{eff} \cdot t_w / \gamma_{M1} = 69.59 \text{ kN}, L_{eff} = \chi_F \cdot l_y = 74.0 \text{ mm}, l_y = 74.0 \text{ mm}$$

$$\text{Nachweis: } F_{z,Ed}/F_{z,Rd} = 0.575 < 1 \text{ ok}$$

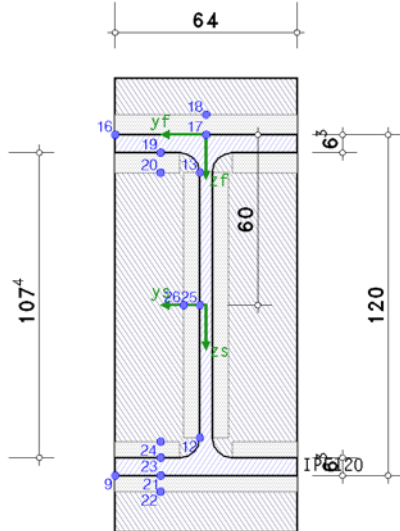
Interaktion (ohne Platten-/Schubbeulen):

$$\text{Querbelastrung und Vergleichsspannung } (\eta_2 + 0.8 \cdot \eta_1) / 1.4 = 0.884 < 1 \text{ ok}$$

$$\text{mit } \eta_2 = F_{z,Ed}/F_{z,Rd} = 0.575, \eta_1 = \max U_\sigma = 0.828$$

2.4. Ermüdung der Verbindung Konsole-Stütze (GZE)

Sonderprobleme nach Eurocode 3 EC 3-1-9 (12.10), NA: Deutschland



Kerbfälle / zul. Kerbspannungen bei $N = 2 \cdot 10^6$ Schwingspielen:

Pkt	yf mm	zf mm	$\Delta\sigma_{x,Rd}$ N/mm ²	$\Delta\tau_{Rd}$ N/mm ²	$\Delta\sigma_{z,Rd}$ N/mm ²	Kerbpunkt	EC 3-1-9, Tab.
9	32.0	120.0	160.0	0.0	0.0	am Untergurt	8.1(2)
12	2.2	106.7	160.0	100.0	0.0	am Trägersteg	8.1(2) 8.1(6)
13	2.2	13.3	160.0	100.0	160.0	am Trägersteg	8.1(2) 8.1(6) 8.10(1)
16	32.0	0.0	160.0	0.0	0.0	am Obergurt	8.1(2)
° 17	0.0	0.0	36.0	0.0	0.0	am Blech (Obergurt)	8.5(3)
18	0.0	-7.1	80.0	0.0	0.0	am Blech (Obergurt)	8.5(1)
° 19	16.0	6.3	36.0	0.0	0.0	am Blech (Obergurt)	8.5(3)
20	16.0	13.4	80.0	0.0	0.0	am Blech (Obergurt)	8.5(1)
° 21	16.0	120.0	36.0	0.0	0.0	am Blech (Untergurt)	8.5(3)
22	16.0	125.7	80.0	0.0	0.0	am Blech (Untergurt)	8.5(1)
° 23	16.0	113.7	36.0	0.0	0.0	am Blech (Untergurt)	8.5(3)
24	16.0	108.0	80.0	0.0	0.0	am Blech (Untergurt)	8.5(1)
° 25	2.2	60.0	36.0	80.0	0.0	am Blech (Steg)	8.5(3) 8.5(8)
26	7.9	60.0	0.0	100.0	0.0	am Blech (Steg)	8.2(5)

°: Nachweis der Schweißnaht

Belastung

$$\text{Lk 1: } M_{y,Ed} = -0.65 \text{ kNm}, V_{z,Ed} = 5.00 \text{ kN}$$

$$\text{Lk 2: } M_{y,Ed} = -1.95 \text{ kNm}, V_{z,Ed} = 15.00 \text{ kN}$$

2.4.1. Ermüdungsnachweis

$$\text{Querschnittswerte: } A = 13.21 \text{ cm}^2, z_s = 60.0 \text{ mm}, I_y = 317.76 \text{ cm}^4, y_s = 0.0 \text{ mm}, I_z = 27.67 \text{ cm}^4$$

Spannungsschwingbreiten:

$$\text{Pkt. 21: } y_f = 16.0 \text{ mm}, z_f = 120.0 \text{ mm} \quad \Delta\sigma_{x,Ed} = 27.1 \text{ N/mm}^2$$

Spannungsschwingbreiten infolge Ermüdung:

$$\text{Pkt. 21: } y_f = 16.0 \text{ mm}, z_f = 120.0 \text{ mm} \quad \Delta\sigma_{x,f} = 27.1 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis der Kerbspannungen:

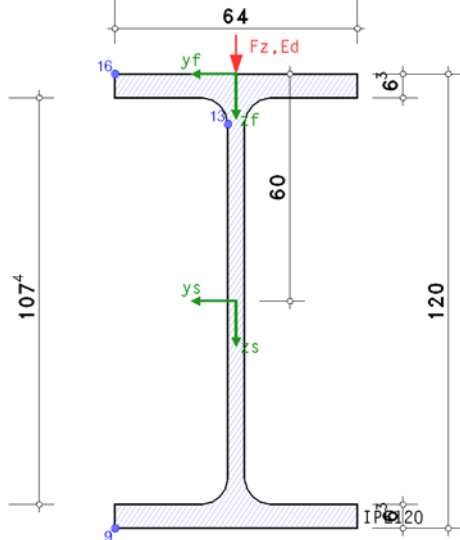


Pkt. 21: $y = 16.0 \text{ mm}$, $z = 120.0 \text{ mm}$ $\Delta\sigma_{x,f} = 27.1 \text{ N/mm}^2 < \Delta\sigma_{x,Rd,f} = 31.3 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\Delta\sigma x} = 0.867$ **ok**

Ermüdungsnachweis [Pkt. 21]: $\max U = 0.867 < 1$ **ok**

2.5. Ermüdung des Konsolprofils (GZE)

Sonderprobleme nach Eurocode 3 EC 3-1-9 (12.10), NA: Deutschland



Kerbfälle / zul. Kerbspannungen bei $N = 2 \cdot 10^6$ Schwingspielen:

Pkt.	y_f mm	z_f mm	$\Delta\sigma_{x,Rd}$ N/mm ²	$\Delta\tau_{Rd}$ N/mm ²	$\Delta\sigma_{z,Rd}$ N/mm ²	Kerbpunkt	EC 3-1-9, Tab.
9	32.0	120.0	160.0	0.0	0.0	am Untergurt	8.1(2)
13	2.2	13.3	160.0	100.0	160.0	am Trägersteg	8.1(2) 8.1(6) 8.10(1)
16	32.0	0.0	160.0	0.0	0.0	am Obergurt	8.1(2)

Belastung

Lk 1: $V_{z,Ed} = 5.00 \text{ kN}$

Lk 2: $V_{z,Ed} = 15.00 \text{ kN}$

Querbelastrung auf dem Obergurt: vertikale Einzellast $F_{z,Ed} = 15.0 \text{ kN}$

2.5.1. Ermüdungsnachweis

Querschnittswerte: $A = 13.21 \text{ cm}^2$, $z_s = 60.0 \text{ mm}$, $I_y = 317.76 \text{ cm}^4$, $y_s = 0.0 \text{ mm}$, $I_z = 27.67 \text{ cm}^4$

wirksame Lasteinleitungslänge $l_{eff} = s_s + 2 \cdot t_f = 42.6 \text{ mm}$

... am Trägersteg $\sigma_{oz} = -60.2 \text{ N/mm}^2$, $\tau_o = 12.0 \text{ N/mm}^2$

Spannungsschwingbreiten:

Pkt. 13: $y_f = 2.2 \text{ mm}$, $z_f = 13.3 \text{ mm}$

$\Delta\tau_{Ed} = 42.3 \text{ N/mm}^2$

$\Delta\sigma_{z,Ed} = 60.2 \text{ N/mm}^2$

Spannungsschwingbreiten infolge Ermüdung:

Pkt. 13: $y_f = 2.2 \text{ mm}$, $z_f = 13.3 \text{ mm}$

$\Delta\tau_f = 42.3 \text{ N/mm}^2$

$\Delta\sigma_{z,f} = 60.2 \text{ N/mm}^2$

Nachweis der Kerbspannungen:

Pkt. 13: $y = 2.2 \text{ mm}$, $z = 13.3 \text{ mm}$

$\Delta\tau_f = 42.3 \text{ N/mm}^2 < \Delta\tau_{Rd,f} = 87.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\Delta\tau} = 0.487$ **ok**

$\Delta\sigma_{z,f} = 60.2 \text{ N/mm}^2 < \Delta\sigma_{z,Rd,f} = 139.1 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\Delta\sigma z} = 0.433$ **ok**

Ermüdungsnachweis [Pkt. 13]: $\max U = 0.487 < 1$ **ok**

3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung:

Lasteinleitung in die Konsole

$\max U = 0.884 < 1$ **ok**

Nachweis erbracht

4. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;

Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010

EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -

Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;

Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
EN 1993-1-1/A1, Ergänzungen zur EN 1993-1-1, Ausgabe Juli 2014
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Dezember 2018

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-5, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile;
Deutsche Fassung EN 1993-1-5:2006 + AC:2009 + A1:2017 + A2:2019, Ausgabe Oktober 2019
EN 1993-1-5/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-5, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-9, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-9: Ermüdung;
Deutsche Fassung EN 1993-1-9:2006 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
EN 1993-1-9/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-9, Ausgabe Dezember 2010