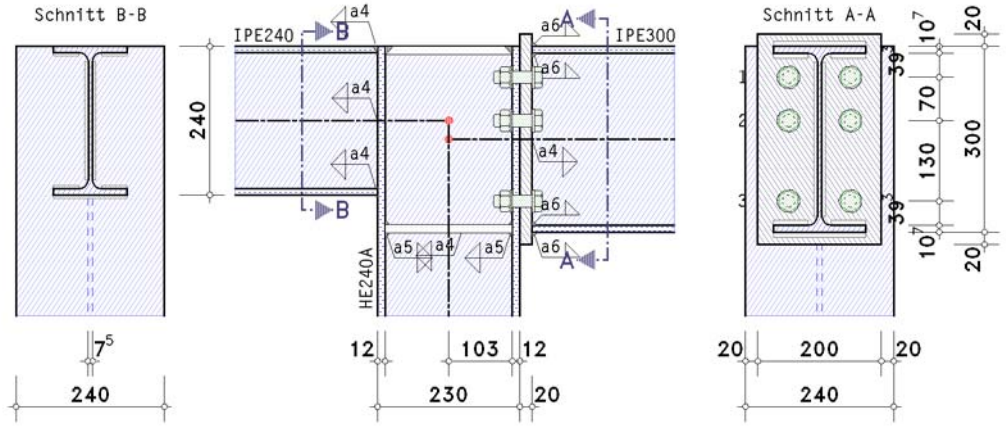
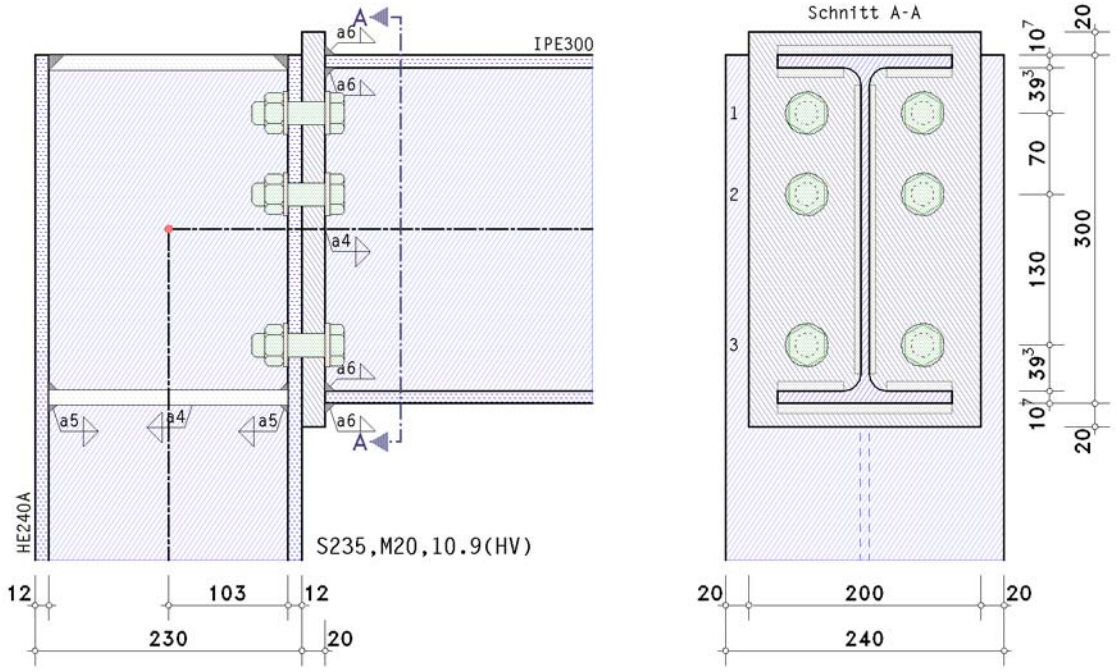
POS. 11: BEISPIEL T-ANSCHLUSS

T-Verbindung EC 3-1-8 (12.10), NA: Deutschland

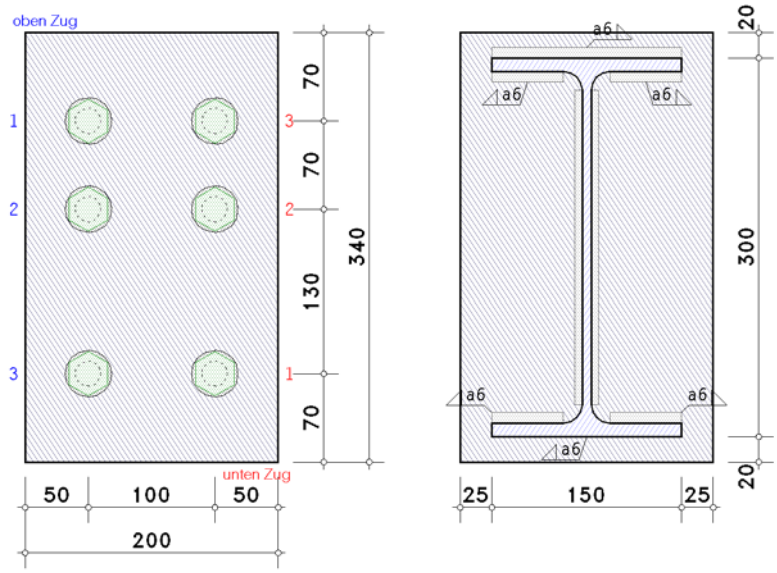
1. Eingabeprotokoll



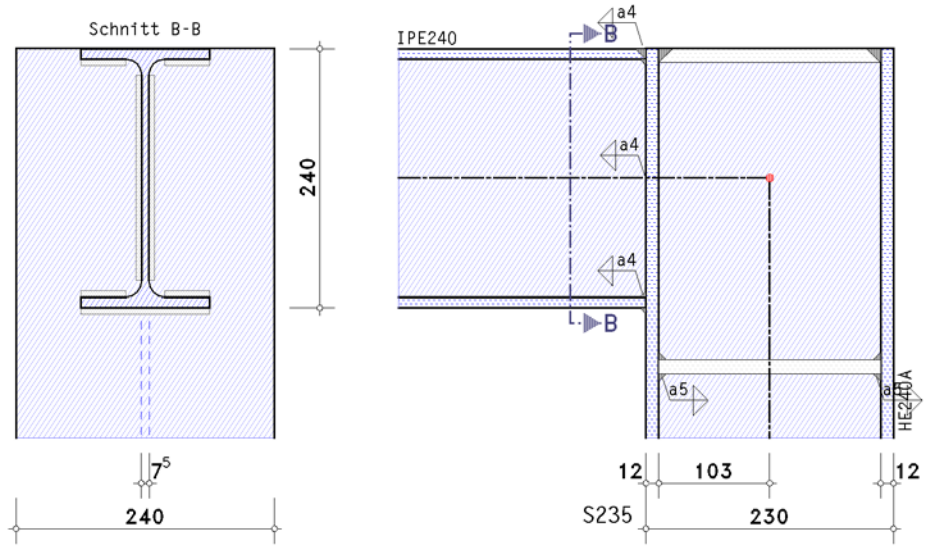
Anschluss rechts



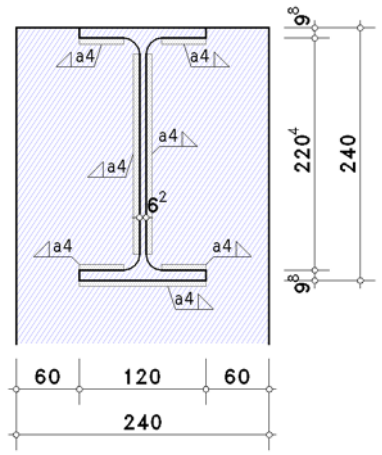
Details (Schnitt A - A)



Anschluss links



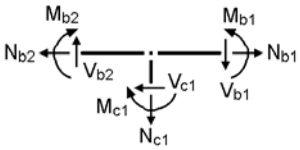
Details (Schnitt B - B)



Nach EC 3-1-8, 5.3 wird bei zweiseitigen Träger-Stützen-Verbindungen jede Anschlussseite unabhängig von der anderen untersucht.
Die Systemlinien der Träger treffen sich nicht in einem Punkt (Δ = 30.0 mm) !!

Stahlsorte
Stahlgüte S235
Parameter der Stütze
Profil HE240A
Verstärkung des Profils durch Quersteifen (Stegsteifen in Höhe des max. Trägerzug- und -druckflanschs, d_{st} = 288.1 mm):
Dicke t_{st} = 13.0 mm, Breite b_{st} = 116.3 mm, Länge l_{st} = 206.0 mm
Aussparung an den Steifen c_{st} = 31.5 mm
Schweißnähte $a_{st,f}$ = 5.0 mm, $a_{st,w}$ = 4.0 mm

Zweiseitiger Träger-Stützenanschluss, rechts
Schrauben
Festigkeitsklasse 10.9, Schraubengröße M20
große Schlüsselweite (HV-Schraube), vorgespannt (zur Info: Regelvorspannkraft $F_{p,C}^* = 0.7 \cdot f_{yb} \cdot A_s = 154.3$ kN)
Schaft in der Scherfuge
Parameter des Trägers
Profil IPE300
Nachweisparameter
geschraubter Stirnblechanschluss:
Dicke $t_p = 20.0$ mm, Breite $b_p = 200.0$ mm, Länge $l_p = 340.0$ mm
Überstände $h_{p,o} = 20.0$ mm, $h_{p,u} = 20.0$ mm
Schrauben im Anschluss:
3 Schraubenreihen mit je 2 Schrauben
alle Schraubenreihen einzeln betrachtet
alle Schraubenreihen zur Querkraftübertragung (Reihen 1-3)
Schraubengruppen automatisch bilden, Berücks. aller Gruppen bzgl. Reihe 1
Achsabstand der Schrauben zum seitlichen Rand des Stirnblechs $e_2 = 50.0$ mm
Achsabstand der ersten Schraubenreihe zum oberen Rand des Stirnblechs (Endreihe) $e_o = 70.0$ mm
Achsabstand der letzten Schraubenreihe zum unteren Rand des Stirnblechs (Endreihe) $e_u = 70.0$ mm
Achsabstand der ersten Schraubenreihe zum freien Rand der Stütze (Endreihe) $e_1' = 50.0$ mm
Achsabstand der Schraubenreihen voneinander $p_{1-2} = 70.0$ mm, $p_{2-3} = 130.0$ mm
Schweißnähte im Anschluss:
Trägerflansch oben: Kehlnaht, Nahtdicke a = 6.0 mm
Trägersteg: Kehlnaht, Nahtdicke a = 4.0 mm
Trägerflansch unten: Kehlnaht, Nahtdicke a = 6.0 mm
Zweiseitiger Träger-Stützenanschluss, links
Parameter des Trägers
Profil IPE240
Nachweisparameter
Schweißnähte im Anschluss:
Trägerflansch oben: Kehlnaht, Nahtdicke a = 4.0 mm
Trägersteg: Kehlnaht, Nahtdicke a = 4.0 mm
Trägerflansch unten: Kehlnaht, Nahtdicke a = 4.0 mm
Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen
Lk 1: Import LK 1
$N_{j,b1,Ed} = -25.08$ kN $M_{j,b1,Ed} = -53.71$ kNm $V_{j,b1,Ed} = 61.01$ kN (rechts)
$N_{j,b2,Ed} = -17.20$ kN $M_{j,b2,Ed} = -46.12$ kNm $V_{j,b2,Ed} = -60.20$ kN (links)
$N_{j,c1,Ed} = -121.21$ kN $M_{j,c1,Ed} = -7.58$ kNm $V_{j,c1,Ed} = -7.59$ kN (unten)



Materialsicherheitsbeiwerte
Beanspruchbarkeit von Querschnitten $\gamma_{M0} = 1.00$
Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen $\gamma_{M1} = 1.10$
Beanspruchbarkeit von Schrauben, Schweißnähten, Blechen auf Lochleibung $\gamma_{M2} = 1.25$

Hinweise
Die Querschnittsprofile werden nicht nachgewiesen.

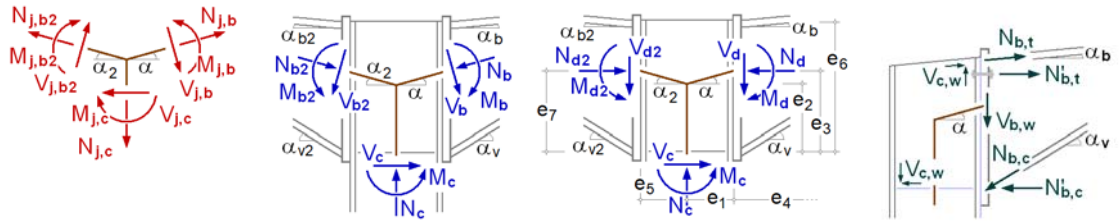
2. Lk 1: Import LK 1

2.1. Anschluss rechts

Hinweise
Der Nachweis der Verbindung nach EC 3-1-8 erfolgt ohne Berücksichtigung der Vorspannkräfte.
Verbindungen können jedoch mit vorgespannten HV-Schrauben ausgeführt werden.

2.1.1. Bemessungsgrößen

Knotenschnittgrößen Anschnitt Anschluss ⊥ zur Anschlussebene Teilschnittgrößen



Neigungswinkel: $\alpha_b = \alpha = \alpha_v = 0°$
Abstände: $e_1 = 115.0$ mm, $e_3 = 144.6$ mm, $e_2 = 144.6$ mm, $e_5 = 115.0$ mm, $e_7 = 174.6$ mm, $e_6 = 288.1$ mm

Schnittgrößen senkrecht zu den Anschlussebenen
Anschnitt Träger (rechts)
$N_d = 25.08$ kN, $M_d = 46.69$ kNm, $V_d = 61.01$ kN

Anschnitt Träger (links)
N_{d2} = 17.20 kN, M_{d2} = 39.20 kNm, V_{d2} = 60.20 kN
Anschnitt Stütze (unten)
N_c = 121.21 kN, M_c = 6.48 kNm, V_c = 7.59 kN
Teilschnittgrößen
Schnittgrößen im Anschnitt Stirnblech-Träger: $M'_d = M_d - V_d \cdot t_{ep}$ = 45.47 kNm
$N_{b,t} = -N_d \cdot z_{bu}/z_b + M'_d/z_b$ = 144.63 kN, z_b = 289.3 mm, z_{bu} = 144.6 mm
$N_{b,c} = N_d \cdot z_{bo}/z_b + M'_d/z_b$ = 169.71 kN, z_b = 289.3 mm, z_{bo} = 144.6 mm

Grundkomponente 1 wurde nicht berechnet !!

2.1.2. Anschlusstragfähigkeit

Übertragungsparameter: β_j = 0.141

2.1.2.1. Biegetragfähigkeit

Abstand der Zug-Schraubenreihen vom Druckpunkt: h_1 = 244.6 mm, h_2 = 174.6 mm, h_3 = 44.6 mm

Tragfähigkeit je Schraubenreihe (Zug)
Reihe 1: $F_{tr,Rd}$ = 254.8 kN
Reihe 2: $F_{tr,Rd}$ = 196.0 kN
Reihe 3: $F_{tr,Rd}$ = 255.2 kN
$\Sigma F_{tr,Rd}^*$ = 706.0 kN

Tragfähigkeit je Schraubenreihe (Biegung)
Reihe 1: $F_{tr,Rd}$ = 254.8 kN
Reihe 2: $F_{tr,Rd}$ = 196.0 kN
Reihe 3: $F_{tr,Rd}$ = 59.4 kN
$\Sigma F_{tr,Rd}$ = 510.1 kN
Mögliches Versagen durch Grundkomponente 4, 7

Tragfähigkeit der Flansche
$\Sigma F_{c,Rd}^*$ = 1020.3 kN

Biegetragfähigkeit
$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r)$ = 99.2 kNm
Zugtragfähigkeit
$N_{j,t,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd}^*$ = 706.0 kN
Drucktragfähigkeit
$N_{j,c,Rd} = \Sigma F_{c,Rd}^*$ = 1020.3 kN

2.1.2.2. Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe
Reihe 1: $F_{vr,Rd}$ = 146.0 kN
Reihe 2: $F_{vr,Rd}$ = 169.0 kN
Reihe 3: $F_{vr,Rd}$ = 265.3 kN
$\Sigma F_{vr,Rd}$ = 580.4 kN

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit
$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd}$ = 580.4 kN

2.1.2.3. Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs
Stirnblech: $V_{ep,Rd}$ = 674.59 kN
Schweißnähte: $F_{w,Rd}$ = 413.36 kN
Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: $V_{ep,Rd} = F_{w,Rd}$ = 413.36 kN

2.1.2.4. Gesamt

$M_{j,Rd}$ = 99.2 kNm $N_{j,t,Rd}$ = 706.0 kN $N_{j,c,Rd}$ = 1020.3 kN $V_{j,Rd}$ = 580.4 kN $V_{ep,Rd}$ = 413.4 kN

2.1.3. Nachweise

2.1.3.1. Nachweis der Anschlusstragfähigkeit mit der Komponentenmethode

Normalkraft: $N_{b,Ed} = |N_d| = 25.08$ kN $<$ $5\% \cdot N_{pl,Rd} = 63.23$ kN $\Rightarrow$ Biegetragfähigkeit
Biegemoment: $M_{Ed} = M_d - N_d \cdot z_{bu} = 43.06$ kNm, $z_{bu} = 144.6$ mm
Querkraft: $V_{Ed} = |V_d| = 61.01$ kN

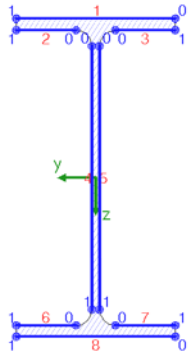
$M_{Ed}/M_{j,Rd} = 0.434 < 1$ ok
Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit bei nur 43.4%-iger Ausnutzung der Biegetragfähigkeit $V_{j,Rd} = 751.8$ kN
$V_{Ed}/V_{j,Rd} = 0.081 < 1$ ok
$V_{Ed}/V_{ep,Rd} = 0.148 < 1$ ok

2.1.3.2. Nachweis der Schweißnähte am Trägerprofil

Naht 1: Trägerflansch mit Zug außen
Naht 8: Trägerflansch mit Druck außen

Nähte 2,3: Trägerflansch mit Zug innen
Nähte 4,5: Trägersteg beidseitig
Nähte 6,7: Trägerflansch mit Druck innen

Berechnungsquerschnitt:



Naht 1:	$a_w = 6.0$ mm	$l_w = 150.0$ mm
Naht 2:	$a_w = 6.0$ mm	$l_w = 56.5$ mm
Naht 3:	siehe Naht 2	
Naht 4:	$a_w = 4.0$ mm	$l_w = 248.6$ mm
Naht 5:	siehe Naht 4	
Naht 6:	$a_w = 6.0$ mm	$l_w = 56.5$ mm
Naht 7:	siehe Naht 6	
Naht 8:	$a_w = 6.0$ mm	$l_w = 150.0$ mm

Bemessungsgrößen bezogen auf den Schwerpunkt des Profils:
$N_{Ed} = -25.08$ kN, $M_{y,Ed} = -46.69$ kNm, $V_{z,Ed} = 61.01$ kN
Querschnittswerte bezogen auf den Schwerpunkt des Linienquerschnitts:
$\Sigma A_w = 51.44$ cm², $A_{w,z} = 19.89$ cm², $\Sigma l_w = 102.3$ cm
$I_{w,y} = 7703.18$ cm⁴, $I_{w,z} = 672.40$ cm⁴, $W_{w,t} = 43.05$ cm³, $\Delta z_w = 0.0$ mm
Nachweise in den Endpunkten der Nähte:

Naht 1,	Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = 86.04$ N/mm²		$\Rightarrow U_w = 0.338 < 1$ ok
Naht 2,	Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = 79.55$ N/mm²		$\Rightarrow U_w = 0.313 < 1$ ok
Naht 4,	Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = 70.46$ N/mm²	$\tau_{w,z} = 30.68$ N/mm²	$\Rightarrow U_w = 0.314 < 1$ ok
	Pkt. 1:	$\sigma_{w,x} = -80.21$ N/mm²	$\tau_{w,z} = 30.68$ N/mm²	$\Rightarrow U_w = 0.348 < 1$ ok
Naht 6,	Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = -89.31$ N/mm²		$\Rightarrow U_w = 0.351 < 1$ ok
Naht 8,	Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = -95.79$ N/mm²		$\Rightarrow U_w = 0.376 < 1$ ok

Ergebnis:
Naht 8, Pkt. 0: $\sigma_{w,x} = -95.79$ N/mm²
Max: $\sigma_{1,w,Ed} = 13.55$ kN/cm² $< f_{1w,d} = 36.00$ kN/cm²,
$\sigma_{2,w,Ed} = 6.77$ kN/cm² $< f_{2w,d} = 25.92$ kN/cm² $\Rightarrow U_w = 0.376 < 1$ ok

2.1.3.3. Nachweis der Stegsteifen

Drucksteife
$F_{c,Ed} = 241.81$ kN
Kräfte je Rippe
$F = 0.5 \cdot F_{c,Ed} \cdot (b_f - 2 \cdot r - t_w)/b_f = 96.0$ kN, $H = F \cdot e_F/e_H = 34.4$ kN
Voraussetzung: Steifen nicht beulgefährdet: $c/t = 8.9 \cdot \varepsilon \leq 33 \cdot \varepsilon \Rightarrow$ Q-Klasse $1 \leq 2$ ok
Querschnitt am Flansch
Drucktragfähigkeit $N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 258.91$ kN
Bemessungsgröße: $F_{Ed} = (F^2 + 3 \cdot H^2)^{1/2} = 113.0$ kN
$F_{Ed} = 113.0$ kN $< F_{Rd} = 258.9$ kN $\Rightarrow U = 0.436 < 1$ ok
Querschnitt am Steg
Schubtragfähigkeit $V_{Rd} = 363.34$ kN
Bemessungsgröße: $F_{Ed} = F = 96.0$ kN
$F_{Ed} = 96.0$ kN $< F_{Rd} = 363.3$ kN $\Rightarrow U = 0.264 < 1$ ok
Schweißnähte am Flansch
Bemessungsgrößen: $F_{Ed}(\sigma_s) = F / (2 \cdot b_1) = 5.66$ kN/cm, $F_{Ed}(\tau_p) = H / (2 \cdot b_1) = 2.03$ kN/cm, $b_1 = 84.8$ mm
0% Spannungsabtrag über Druckkontakt
$\sigma_{1,w,Ed} = 13.33$ kN/cm² $< f_{1w,d} = 36.00$ kN/cm² $\Rightarrow U = 0.370 < 1$ ok
$\sigma_{2,w,Ed} = 11.32$ kN/cm² $< f_{2w,d} = 25.92$ kN/cm² $\Rightarrow U = 0.437 < 1$ ok
Schweißnähte am Steg
Bemessungsgröße: $F_{Ed}(\tau_p) = F / (2 \cdot l_1) = 3.36$ kN/cm, $l_1 = 143.0$ mm
0% Spannungsabtrag über Druckkontakt
$\sigma_{1,w,Ed} = 14.53$ kN/cm² $< f_{1w,d} = 36.00$ kN/cm² $\Rightarrow U = 0.404 < 1$ ok

Zugsteife
$F_{t,Ed}$ = 216.73 kN
Kräfte je Rippe
$F = 0.5 \cdot F_{t,Ed} \cdot (b_f - 2 \cdot r - t_w)/b_f$ = 86.0 kN, $H = F \cdot e_F/e_H$ = 30.8 kN
Querschnitt am Flansch
Zugtragfähigkeit $N_{t,Rd}$ = 258.91 kN
Bemessungsgröße: $F_{Ed} = (F^2 + 3 \cdot H^2)^{1/2}$ = 101.3 kN
F_{Ed} = 101.3 kN < F_{Rd} = 258.9 kN ⇒ U = 0.391 < 1 ok
Querschnitt am Steg
Schubtragfähigkeit V_{Rd} = 363.34 kN
Bemessungsgröße: F_{Ed} = F = 86.0 kN
F_{Ed} = 86.0 kN < F_{Rd} = 363.3 kN ⇒ U = 0.237 < 1 ok

2.1.3.4. Elastischer Schubfeldnachweis

Stützensteg
Anforderungen an die Steifen: s. Nachweis der Stegsteifen
Anforderungen an das Schubfeld: Schubbeulen: $h_p/t_p = 27.47 \leq 72/(\eta \cdot \varepsilon) = 60.00$ ok
Schnittgrößen am Stegfeld (Statik-Vorzeichen):
N_1 = -17.20 kN, M_1 = -39.56 kNm, V_1 = -60.20 kN
N_3 = -121.21 kN, M_3 = -6.48 kNm, V_3 = -7.59 kN
N_4 = -25.08 kN, M_4 = -47.05 kNm, V_4 = 61.01 kN
Abmessungen des Schubfelds: h_b = 213.5 mm, h_t = 206.0 mm, h_l = 217.0 mm, h_r = 276.1 mm
Spannungen im Schubfeld:
τ_b = 8.3 N/mm², τ_t = 8.5 N/mm², τ_l = 48.1 N/mm², τ_r = 36.1 N/mm²
Nachweis des Schubfelds:
max τ_{Ed} = 48.1 N/mm² < τ_{Rd} = 135.7 N/mm² ⇒ U = 0.355 < 1 ok

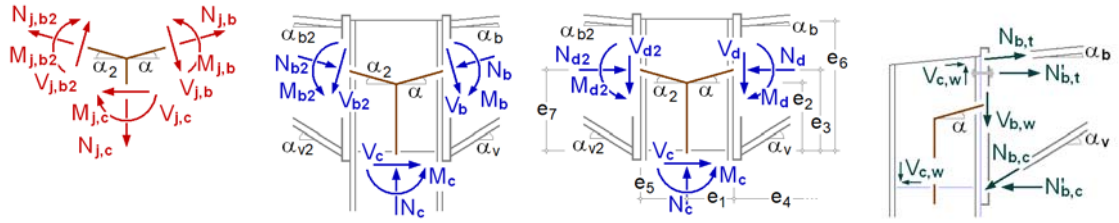
2.1.3.5. Nachweisergebnis

Maximale Ausnutzung: max U = 0.437 < 1 ok

2.2. Anschluss links

2.2.1. Bemessungsgrößen

Knotenschnittgrößen Anschnitt Anschluss ⊥ zur Anschlussebene Teilschnittgrößen



Neigungswinkel: $\alpha_b = \alpha = \alpha_v = 0°$
Abstände: e_1 = 115.0 mm, e_3 = 174.6 mm, e_2 = 174.6 mm, e_5 = 115.0 mm, e_7 = 144.6 mm, e_6 = 288.1 mm

Schnittgrößen senkrecht zu den Anschlussebenen
Anschnitt Träger (rechts)
N_d = 17.20 kN, M_d = 39.20 kNm, V_d = 60.20 kN
Anschnitt Träger (links)
N_{d2} = 25.08 kN, M_{d2} = 46.69 kNm, V_{d2} = 61.01 kN
Anschnitt Stütze (unten)
N_c = 121.21 kN, M_c = -6.26 kNm, V_c = -7.59 kN
Teilschnittgrößen
$N_{b,t} = -N_d \cdot z_{bu}/z_b + M_d/z_b$ = 161.69 kN, z_b = 230.2 mm, z_{bu} = 115.1 mm
$N_{b,c} = N_d \cdot z_{bo}/z_b + M_d/z_b$ = 178.89 kN, z_b = 230.2 mm, z_{bo} = 115.1 mm

Grundkomponente 1 wurde nicht berechnet !!

2.2.2. Anschlusstragfähigkeit

Übertragungsparameter: β_j = 0.164

2.2.2.1. Biegetragfähigkeit

Abstand der Zugkraft vom Druckpunkt: $z = 230.2$ mm

Tragfähigkeit
$F_{Rd} = 297.5$ kN

Tragfähigkeit der Flansche (Druck)
$\Sigma F_{c,Rd}^{*} = 595.1$ kN

Biegetragfähigkeit
$M_{j,Rd} = F_{Rd} \cdot z = 68.5$ kNm
Zugtragfähigkeit
$N_{j,t,Rd} = F_{t,Rd} = 733.2$ kN
Drucktragfähigkeit
$N_{j,c,Rd} = \Sigma F_{c,Rd}^{*} = 595.1$ kN

2.2.3. Nachweise

2.2.3.1. Nachweis der Anschlusstragfähigkeit mit der Komponentenmethode

Normalkraft: $N_{b,Ed} = |N_d| = 17.20$ kN $<$ $5\% \cdot N_{pl,Rd} = 45.96$ kN $\Rightarrow$ Biegetragfähigkeit
Biegemoment: $M_{Ed} = M_d - N_d \cdot z_{bu} = 37.22$ kNm, $z_{bu} = 115.1$ mm
Querkraft: $V_{Ed} = |V_d| = 60.20$ kN

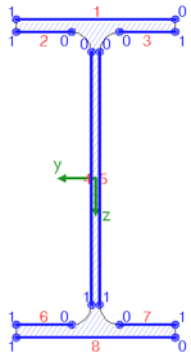
$M_{Ed}/M_{j,Rd} = 0.543 < 1$ ok

2.2.3.2. Nachweis der Schweißnähte am Trägerprofil

Naht 1: Trägerflansch mit Zug außen
Naht 8: Trägerflansch mit Druck außen

Nähte 2,3: Trägerflansch mit Zug innen
Nähte 4,5: Trägersteg beidseitig
Nähte 6,7: Trägerflansch mit Druck innen

Berechnungsquerschnitt:



Naht 1:	$a_w = 4.0$ mm	$l_w = 120.0$ mm
Naht 2:	$a_w = 4.0$ mm	$l_w = 41.9$ mm
Naht 3:	siehe Naht 2	
Naht 4:	$a_w = 4.0$ mm	$l_w = 190.4$ mm
Naht 5:	siehe Naht 4	
Naht 6:	$a_w = 4.0$ mm	$l_w = 41.9$ mm
Naht 7:	siehe Naht 6	
Naht 8:	$a_w = 4.0$ mm	$l_w = 120.0$ mm

Bemessungsgrößen bezogen auf den Schwerpunkt des Profils:
$N_{Ed} = -17.20$ kN, $M_{y,Ed} = -39.20$ kNm, $V_{z,Ed} = 60.20$ kN
Querschnittswerte bezogen auf den Schwerpunkt des Linienquerschnitts:
$\Sigma A_w = 31.54$ cm², $A_{w,z} = 15.23$ cm², $\Sigma l_w = 78.8$ cm
$I_{w,y} = 2656.70$ cm⁴, $I_{w,z} = 228.70$ cm⁴, $W_{w,t} = 31.29$ cm³, $\Delta z_w = 0.0$ mm
Nachweise in den Endpunkten der Nähte:

Naht 1,	Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = 171.61$ N/mm²		$\Rightarrow U_w = 0.674 < 1$ ok
Naht 2,	Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = 157.15$ N/mm²		$\Rightarrow U_w = 0.617 < 1$ ok
Naht 4,	Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = 135.02$ N/mm²	$\tau_{w,z} = 39.52$ N/mm²	$\Rightarrow U_w = 0.563 < 1$ ok
	Pkt. 1:	$\sigma_{w,x} = -145.93$ N/mm²	$\tau_{w,z} = 39.52$ N/mm²	$\Rightarrow U_w = 0.604 < 1$ ok
Naht 6,	Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = -168.06$ N/mm²		$\Rightarrow U_w = 0.660 < 1$ ok
Naht 8,	Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = -182.52$ N/mm²		$\Rightarrow U_w = 0.717 < 1$ ok

Ergebnis:
Naht 8, Pkt. 0: $\sigma_{w,x} = -182.52$ N/mm²
Max: $\sigma_{1,w,Ed} = 25.81$ kN/cm² $<$ $f_{1w,d} = 36.00$ kN/cm²,
$\sigma_{2,w,Ed} = 12.91$ kN/cm² $<$ $f_{2w,d} = 25.92$ kN/cm² $\Rightarrow U_w = 0.717 < 1$ ok

2.2.3.3. Nachweis der Stegsteifen

Drucksteife
$F_{c,Ed} = 180.46$ kN
Kräfte je Rippe
$F = 0.5 \cdot F_{c,Ed} \cdot (b_f - 2 \cdot r - t_w)/b_f = 71.6$ kN, $H = F \cdot e_F/e_H = 25.7$ kN
Voraussetzung: Steifen nicht beulgefährdet: $c/t = 8.9 \cdot \varepsilon \leq 33 \cdot \varepsilon \Rightarrow$ Q-Klasse $1 \leq 2$ ok
Querschnitt am Flansch
Drucktragfähigkeit $N_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 258.91$ kN
Bemessungsgröße: $F_{Ed} = (F^2 + 3 \cdot H^2)^{1/2} = 84.3$ kN
$F_{Ed} = 84.3$ kN $<$ $F_{Rd} = 258.9$ kN $\Rightarrow U = 0.326 < 1$ ok

Querschnitt am Steg
Schubtragfähigkeit V_{Rd} = 363.34 kN
Bemessungsgröße: $F_{Ed} = F$ = 71.6 kN
F_{Ed} = 71.6 kN < F_{Rd} = 363.3 kN ⇒ U = 0.197 < 1 ok
Schweißnähte am Flansch
Bemessungsgrößen: $F_{Ed}(\sigma_s) = F / (2 \cdot b_1)$ = 4.23 kN/cm, $F_{Ed}(\tau_p) = H / (2 \cdot b_1)$ = 1.52 kN/cm, b_1 = 84.8 mm
0% Spannungsabtrag über Druckkontakt
$\sigma_{1,w,Ed}$ = 9.95 kN/cm² < $f_{1w,d}$ = 36.00 kN/cm² ⇒ U = 0.276 < 1 ok
$\sigma_{2,w,Ed}$ = 8.45 kN/cm² < $f_{2w,d}$ = 25.92 kN/cm² ⇒ U = 0.326 < 1 ok
Schweißnähte am Steg
Bemessungsgröße: $F_{Ed}(\tau_p) = F / (2 \cdot l_1)$ = 2.50 kN/cm, l_1 = 143.0 mm
0% Spannungsabtrag über Druckkontakt
$\sigma_{1,w,Ed}$ = 10.84 kN/cm² < $f_{1w,d}$ = 36.00 kN/cm² ⇒ U = 0.301 < 1 ok

Zugsteife
$F_{t,Ed}$ = 163.26 kN
Kräfte je Rippe
$F = 0.5 \cdot F_{t,Ed} \cdot (b_f - 2 \cdot r - t_w)/b_f$ = 64.8 kN, $H = F \cdot e_F/e_H$ = 23.2 kN
Querschnitt am Flansch
Zugtragfähigkeit $N_{t,Rd}$ = 258.91 kN
Bemessungsgröße: $F_{Ed} = (F^2 + 3 \cdot H^2)^{1/2}$ = 76.3 kN
F_{Ed} = 76.3 kN < F_{Rd} = 258.9 kN ⇒ U = 0.295 < 1 ok
Querschnitt am Steg
Schubtragfähigkeit V_{Rd} = 363.34 kN
Bemessungsgröße: $F_{Ed} = F$ = 64.8 kN
F_{Ed} = 64.8 kN < F_{Rd} = 363.3 kN ⇒ U = 0.178 < 1 ok

2.2.3.4. Elastischer Schubfeldnachweis

Stützensteg
Anforderungen an die Steifen: s. Nachweis der Stegsteifen
Anforderungen an das Schubfeld: Schubbeulen: $h_p/t_p = 27.47 \leq 72/(\eta \cdot \varepsilon) = 60.00$ ok
Schnittgrößen am Stegfeld (Statik-Vorzeichen):
N_1 = -25.08 kN, M_1 = -47.05 kNm, V_1 = -61.01 kN
N_3 = -121.21 kN, M_3 = 6.26 kNm, V_3 = 7.59 kN
N_4 = -17.20 kN, M_4 = -39.56 kNm, V_4 = 60.20 kN
Abmessungen des Schubfelds: h_b = 213.3 mm, h_t = 206.0 mm, h_l = 276.1 mm, h_r = 217.0 mm
Spannungen im Schubfeld:
τ_b = 8.3 N/mm², τ_t = 8.5 N/mm², τ_l = 35.6 N/mm², τ_r = 47.4 N/mm²
Nachweis des Schubfelds:
max τ_{Ed} = 47.4 N/mm² < τ_{Rd} = 135.7 N/mm² ⇒ U = 0.350 < 1 ok

2.2.3.5. Nachweisergebnis

Maximale Ausnutzung: max U = 0.717 < 1 ok

3. Endergebnis

Ausnutzung der Verbindung

Lk	U_j	Gleichgewicht ΣH	ΣV	ΣM	
--		kN	kN	kNm	
1	0.717*	0.29	0.00	0.00	ok

U_j: Ausnutzung der Verbindung; Gleichgewichtstoleranzen 1 kN / 1 kNm
*) maximale Ausnutzung

Maximale Ausnutzung: max U = 0.717 < 1 ok

Nachweis erbracht

4. Vorschriften

DIN EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
DIN EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

DIN 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
DIN EN 1993-1-1/A1, Ergänzungen zur DIN EN 1993-1-1, Ausgabe Juli 2014
DIN EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1993-1-1, Ausgabe September 2017

DIN EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -