

Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen

Lk 1: $M_{j,b,Ed} = -20.00 \text{ kNm}$ $V_{j,b,Ed} = 20.00 \text{ kN}$

$N_{j,c1,Ed} = -20.00 \text{ kN}$ $M_{j,c1,Ed} = -20.00 \text{ kNm}$ (berechnet)

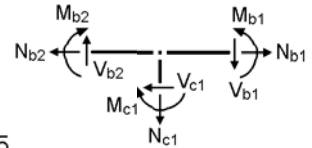
Materialsicherheitsbeiwerte

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

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

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

Vorspannung hochfester Schrauben $\gamma_{M7} = 1.10$



Hinweise

Die Querschnittsprofile werden nicht nachgewiesen.

Die Schweißnähte werden bei Ermittlung der T-Stummel-Tragfähigkeit nicht berücksichtigt.

Die lokale Schweißnahttragfähigkeit wird nicht berücksichtigt.

Platten- und Schubbeulen wird nicht untersucht.

Die Berechnung der T-Stummel-Tragfähigkeit erfolgt mit dem Standard-Verfahren.

Datencheck

ok

Schraubenabstände am Stirnblech

horizontal: $e_2 = 60.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,

horizontal: $p_2 = 100.0 \text{ mm} > 2.4 \cdot d_0 = 52.8 \text{ mm}$,

oben-unten: $e_1 = 50.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,

oben-unten: $e_1 = 50.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,

oben-unten: $p_1 = 100.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$,

oben-unten: $e_1 = 75.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,

Schraubenabstand vom Stützenrand

horizontal: $e_2 = 60.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,

$e_2 = 60.0 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 100.0 \text{ mm}$

$p_2 = 100.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$

$e_1 = 50.0 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 100.0 \text{ mm}$

$e_1 = 50.0 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 100.0 \text{ mm}$

$p_1 = 100.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$

$e_1 = 75.0 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 100.0 \text{ mm}$

$e_2 = 60.0 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 100.0 \text{ mm}$

2. Ergebnistabelle

Ausnutzung/Rotation

Lk	U_m	U_v	U_{wp}	U_{bw}	U_{ep}	U_{sb}	U	$S_{j,1ni}$	S_j	φ_j
--	---	---	---	---	---	---	---	MNm/rad	MNm/rad	°
1	0.406	0.038	0.323	0.102	0.065	0.214	0.406*	7.7	7.7	0.132

U_m : Ausnutzung aus Biegung; U_v : Ausnutzung aus Abscheren/Lochleibung; U_{wp} : Ausnutzung aus Schub im Stützensteg

U_{bw} : Ausnutzung aus Schub im Trägersteg; U_{ep} : Ausnutzung aus Schub im Stirnblech; U_{sb} : Ausnutzung aus Schweißnaht

U : Ausnutzung der Verbindung; $S_{j,ini}$: Anfangsrotationssteifigkeit; S_j : Rotationssteifigkeit

φ_j : Verdrehung

*) maximale Ausnutzung

3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung:

$\max U = 0.406 < 1$ ok

Minimale Rotationssteifigkeit:

$\min S_j = 7.7 \text{ MNm/rad}$, $S_{j,ini} = 7.7 \text{ MNm/rad}$, $\varphi_j = 0.132^\circ$

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 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025

EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe April 2026

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

Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025

EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe April 2026

EN 1993-1-5, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile;

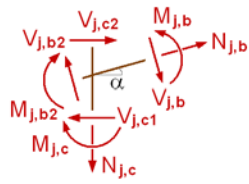
Deutsche Fassung EN 1993-1-5:2006 + AC:2009 + A1:2017 + A2:2019, Ausgabe Oktober 2019

EN 1993-1-5/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-5, Ausgabe Dezember 2010

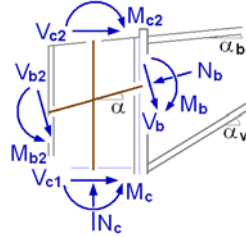
5. Lk 1 (maßgebend)

5.1. Bemessungsgrößen

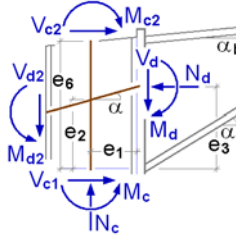
Knotenschnittgrößen



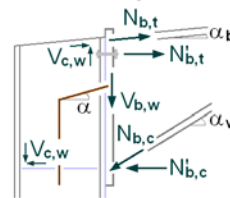
Anschnitt Anschluss



⊥ zur Anschlussebene



Teilschnittgrößen



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

Abstände: $e_1 = 110.0 \text{ mm}$, $e_3 = 102.0 \text{ mm}$, $e_2 = 102.0 \text{ mm}$, $e_6 = 202.0 \text{ mm}$

Schnittgrößen senkrecht zu den Anschlussebenen

Anschnitt Träger

$M_d = 17.80 \text{ kNm}$, $V_d = 20.00 \text{ kN}$

Anschnitt Stütze (unten, berechnet)

$N_c = 20.00 \text{ kN}$, $M_c = 20.00 \text{ kNm}$

Teilschnittgrößen

Schnittgrößen im Anschnitt Stirnblech-Träger: $M'_d = M_d - V_d \cdot t_p = 17.50 \text{ kNm}$

$N_{b,t} = -N_d \cdot z_{bu}/z_b + M'_d/z_b = 87.06 \text{ kN}$, $z_b = 201.0 \text{ mm}$, $z_{bu} = 102.0 \text{ mm}$

$N_{b,c} = N_d \cdot z_{bo}/z_b + M'_d/z_b = 87.06 \text{ kN}$, $z_b = 201.0 \text{ mm}$, $z_{bo} = 99.0 \text{ mm}$

$V_{b,t} = -N_{b,t} \cdot \sin(\alpha_b) = 0.00 \text{ kN}$, $V_{b,c} = N_{b,c} \cdot \sin(\alpha_b) = 0.00 \text{ kN}$, $V_{b,w} = V_d - V_{b,t} - V_{b,c} = 20.00 \text{ kN}$

5.2. Anschluss Tragfähigkeit

Übertragungsparameter: $\beta_j = 1.00$

5.2.1. Biegetragfähigkeit

Abstand der Zug-Schraubenreihen vom Druckpunkt: $h_1 = 156.0 \text{ mm}$, $h_2 = 56.0 \text{ mm}$

Tragfähigkeit je Schraubenreihe (Zug)

Reihe 1: $F_{tr,Rd} = 274.5 \text{ kN}$

Reihe 2: $F_{tr,Rd} = 90.2 \text{ kN}$

$\Sigma F_{tr,Rd}^* = 364.8 \text{ kN}$

Tragfähigkeit je Schraubenreihe (Biegung)

Reihe 1: $F_{tr,Rd} = 274.5 \text{ kN}$

Reihe 2: $F_{tr,Rd} = 18.5 \text{ kN}$

$\Sigma F_{tr,Rd} = 293.0 \text{ kN}$

Mögliches Versagen durch Grundkomponente 2, 3, 5

Tragfähigkeit der Flansche (Druck)

$\Sigma F_{c,Rd}^* = 571.3 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = \Sigma (F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 43.9 \text{ kNm}$

Zugtragfähigkeit

$N_{j,t,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd}^* = 364.8 \text{ kN}$

Drucktragfähigkeit

$N_{j,c,Rd} = \Sigma F_{c,Rd}^* = 571.3 \text{ kN}$

5.2.2. Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe (Abscheren/Lochleibung)

Reihe 1: $F_{vr,Rd} = 133.8 \text{ kN}$

Reihe 2: $F_{vr,Rd} = 290.3 \text{ kN}$

$\Sigma F_{vr,Rd} = 424.1 \text{ kN}$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 424.1 \text{ kN}$

5.2.3. Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs

Stirnblech: $V_{ep,Rd} = 309.34 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit des Trägerstegs

Trägersteg: $V_{bw,Rd} = 195.92 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit des Stützenstegs

$V_{wp,Rd} = 424.89 \text{ kN}$

5.2.4. Gesamt

$M_{j,Rd} = 43.9 \text{ kNm}$ $N_{j,t,Rd} = 364.8 \text{ kN}$ $N_{j,c,Rd} = 571.3 \text{ kN}$ $V_{j,Rd} = 424.1 \text{ kN}$ $V_{wp,Rd} = 424.9 \text{ kN}$ $V_{ep,Rd} = 309.3 \text{ kN}$
 $V_{bw,Rd} = 195.9 \text{ kN}$

5.3. Nachweise

5.3.1. Nachweis der Anschlusstragfähigkeit mit der Komponentenmethode

Biegemoment: $M_{Ed} = M_d = 17.80 \text{ kNm}$
Querkraft: $V_{Ed} = |V_d| = 20.00 \text{ kN}$
Schubkraft: $V_{c,w,Ed} = (M_{d1} - M_{d2})/z - V_d/2 = 137.36 \text{ kN}$, $z = 129.6 \text{ mm}$
Schubkraft: $V_{b,w,Ed} = 20.00 \text{ kN}$

$M_{Ed}/M_{j,Rd} = 0.406 < 1$ ok
 $V_{Ed}/V_{j,Rd} = 0.047 < 1$ ok
 $V_{c,w,Ed}/V_{wp,Rd} = 0.323 < 1$ ok
 $V_{b,w,Ed}/V_{bw,Rd} = 0.102 < 1$ ok
 $V_{b,w,Ed}/V_{ep,Rd} = 0.065 < 1$ ok

5.3.2. Nachweis der Schweißnähte am Trägerprofil

Naht 1: Trägerflansch mit Zug außen

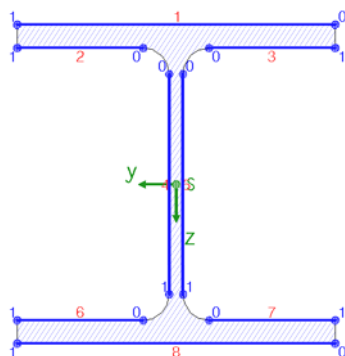
Nähte 2,3: Trägerflansch mit Zug innen

Naht 8: Trägerflansch mit Druck außen

Nähte 4,5: Trägersteg beidseitig

Nähte 6,7: Trägerflansch mit Druck innen

Berechnungsquerschnitt:



Naht 1:	$a_w = 4.0 \text{ mm}$	$l_w = 220.0 \text{ mm}$
Naht 2:	$a_w = 4.0 \text{ mm}$	$l_w = 87.3 \text{ mm}$
Naht 3:	siehe Naht 2	
Naht 4:	$a_w = 4.0 \text{ mm}$	$l_w = 152.0 \text{ mm}$
Naht 5:	siehe Naht 4	
Naht 6:	$a_w = 4.0 \text{ mm}$	$l_w = 87.3 \text{ mm}$
Naht 7:	siehe Naht 6	
Naht 8:	$a_w = 4.0 \text{ mm}$	$l_w = 220.0 \text{ mm}$

Bemessungsgrößen bezogen auf den Schwerpunkt des Profils:

$M_{y,Ed} = -17.80 \text{ kNm}$, $V_{z,Ed} = 20.00 \text{ kN}$

Querschnittswerte bezogen auf den Schwerpunkt des Linienquerschnitts:

$\Sigma A_w = 43.72 \text{ cm}^2$, $A_{w,z} = 12.16 \text{ cm}^2$, $\Sigma l_w = 109.3 \text{ cm}$
 $I_{w,y} = 3597.23 \text{ cm}^4$, $I_{w,z} = 1416.20 \text{ cm}^4$, $\Delta z_w = 0.0 \text{ mm}$

Nachweise in den Endpunkten der Nähte:

Naht 1, Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = 54.43 \text{ N/mm}^2$	$\Rightarrow U_w = 0.214 < 1$ ok
Naht 2, Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = 46.51 \text{ N/mm}^2$	$\Rightarrow U_w = 0.183 < 1$ ok
Naht 4, Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = 37.61 \text{ N/mm}^2$	$\tau_{w,z} = 16.45 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_w = 0.168 < 1$ ok
	Pkt. 1: $\sigma_{w,x} = -37.61 \text{ N/mm}^2$	$\tau_{w,z} = 16.45 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_w = 0.168 < 1$ ok
Naht 6, Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = -46.51 \text{ N/mm}^2$	$\Rightarrow U_w = 0.183 < 1$ ok
Naht 8, Pkt. 0:	$\sigma_{w,x} = -54.43 \text{ N/mm}^2$	$\Rightarrow U_w = 0.214 < 1$ ok

Ergebnis:

Naht 1, Pkt. 0: $\sigma_{w,x} = 54.43 \text{ N/mm}^2$

Max: $\sigma_{1,w,Ed} = 76.98 \text{ N/mm}^2 < f_{1w,d} = 360.00 \text{ N/mm}^2$,

$\sigma_{2,w,Ed} = 38.49 \text{ N/mm}^2 < f_{2w,d} = 259.20 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_w = 0.214 < 1$ ok

5.3.3. Nachweisergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.406 < 1$ **ok**

5.4. Rotationssteifigkeit

Steifigkeitskoeffizienten

äquivalenter Steifigkeitskoeffizient für 2 Zug-Schraubenreihen:

1: $k_3 = 8.48 \text{ mm}$, $k_4 = 24.34 \text{ mm}$, $k_5 = 11.51 \text{ mm}$, $k_{10} = 7.87 \text{ mm} \Rightarrow k_{\text{eff},1} = 1 / \Sigma(1/k_{i,1}) = 2.682 \text{ mm}$

2: $k_3 = 8.48 \text{ mm}$, $k_4 = 24.34 \text{ mm}$, $k_5 = 11.51 \text{ mm}$, $k_{10} = 7.87 \text{ mm} \Rightarrow k_{\text{eff},2} = 1 / \Sigma(1/k_{i,2}) = 2.682 \text{ mm}$

äquivalenter innerer Hebelarm $z_{\text{eq}} = \Sigma(k_{\text{eff},r} \cdot h_r^2) / \Sigma(k_{\text{eff},r} \cdot h_r) = 129.58 \text{ mm}$

äquivalenter Steifigkeitskoeffizient $k_{\text{eq}} = \Sigma(k_{\text{eff},r} \cdot h_r) / z_{\text{eq}} = 4.387 \text{ mm}$

$k_1 = 0.38 \cdot A_{\text{vc}} / (\beta \cdot z) = 8.19 \text{ mm}$

$k_2 = 0.7 \cdot b_{\text{eff},c,wc} \cdot t_{wc} / d_c = 9.52 \text{ mm}$

Rotationssteifigkeit

Anfangsrotationssteifigkeit: $S_{j,\text{ini}} = (E \cdot z^2) / \Sigma(1/k_i) = 7748.6 \text{ kNm/rad}$, $z = z_{\text{eq}} = 129.6 \text{ mm}$, $\Sigma(1/k_i) = 0.455 \text{ mm}^{-1}$

$|M_{j,\text{Ed}}| = 17.80 \text{ kNm} \leq 2/3 M_{j,\text{Rd}} = 29.24 \text{ kNm} \Rightarrow \mu = 1$

Rotationssteifigkeit: $S_{j,\text{Rd}} = S_{j,\text{ini}} / \mu = 7748.6 \text{ kNm/rad}$

Verdrehung: $\varphi_{j,\text{Ed}} = M_{j,\text{Ed}} / S_{j,\text{Rd}} = 0.132^\circ$