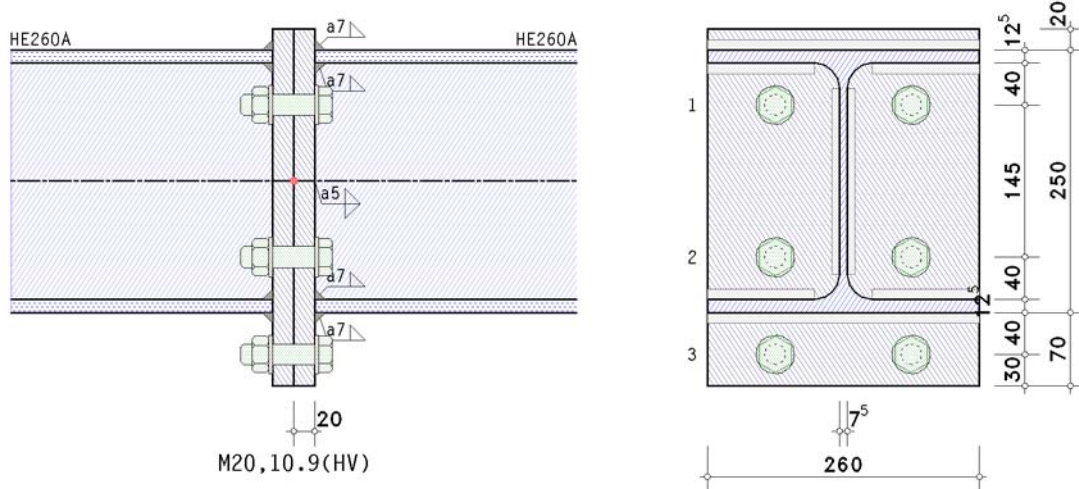
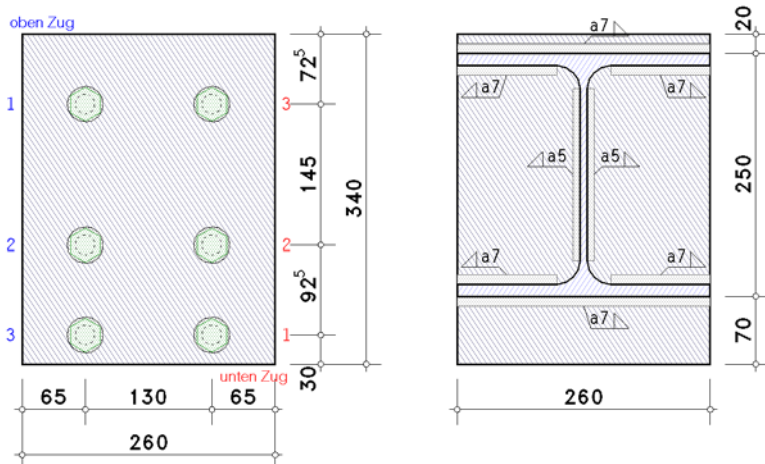


Biegesteifer Trägerstoß EC 3-1-8 (12.10), NA: Deutschland

1. Eingabeprotokoll



Details (Schnitt A - A)



Schrauben

Festigkeitsklasse 10.9, Schraubengröße M20

große Schlüsselweite (HV-Schraube), vorgespannt (zur Info: Regelvorspannkraft $F_{p,c^*} = 0.7 \cdot f_{yb} \cdot A_s = 154.3 \text{ kN}$)

Schaft in der Scherfuge

Parameter des Trägers

Profil HE260A, Stahlgüte S235

Nachweisparameter

geschraubter Stirnblechanschluss:

Dicke $t_p = 20.0 \text{ mm}$, Breite $b_p = 260.0 \text{ mm}$, Länge $l_p = 340.0 \text{ mm}$, Stahlgüte S355

Überstände $h_{p,o} = 20.0 \text{ mm}$, $h_{p,u} = 70.0 \text{ mm}$

Schrauben im Anschluss:

3 Schraubenreihen mit je 2 Schrauben

davon 1 Schraubenreihe oben unter Zugbelastung (Reihe 1)

und 1 Schraubenreihe zur Querkraftübertragung oben (Reihe 3)

davon 2 Schraubenreihen unten unter Zugbelastung (Reihen 2-3)

und 1 Schraubenreihe zur Querkraftübertragung unten (Reihe 3)

Achsabstand der Schrauben zum seitlichen Rand des Stirnblechs $e_2 = 65.0 \text{ mm}$

Achsabstand der ersten Schraubenreihe zum oberen Rand des Stirnblechs (Endreihe) $e_o = 72.5 \text{ mm}$

Achsabstand der letzten Schraubenreihe zum unteren Rand des Stirnblechs (Endreihe) $e_u = 30.0 \text{ mm}$

Achsabstand der Schraubenreihen voneinander $p_{1-2} = 145.0 \text{ mm}$, $p_{2-3} = 92.5 \text{ mm}$

Schweißnähte im Anschluss:

Trägerflansch oben: Kehlnaht, Nahtdicke $a = 7.0 \text{ mm}$

Trägersteg: Kehlnaht, Nahtdicke $a = 5.0 \text{ mm}$

Trägerflansch unten: Kehlnaht, Nahtdicke $a = 7.0 \text{ mm}$

Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen

Lk 1: $M_{j,b,Ed} = 145.00 \text{ kNm}$ $V_{j,b,Ed} = 100.00 \text{ kN}$

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 $\gamma_{M7} = 1.10$



Datencheck

ok

Abstände der Schraubenreihen am Stirnblech

horizontal: $e_2 = 65.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,

horizontal: $p_2 = 130.0 \text{ mm} > 2.4 \cdot d_0 = 52.8 \text{ mm}$,

vertikal: $e_1 = 72.5 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,

vertikal: $p_1 = 145.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$,

vertikal: $p_1 = 92.5 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$,

vertikal: $e_1 = 30.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,

$e_2 = 65.0 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$

$p_2 = 130.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$

$e_1 = 72.5 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$

$p_1 = 145.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$

$p_1 = 92.5 \text{ mm} < \min(14 \cdot t, 200 \text{ mm}) = 200.0 \text{ mm}$

$e_1 = 30.0 \text{ mm} < 4 \cdot t + 40 \text{ mm} = 120.0 \text{ mm}$

Hinweise

Es sind einzelne Grundkomponenten ausgewählt, die ggf. die Gesamttragfähigkeit der Verbindung nicht gewährleisten. Die Schweißnähte der Verbindung werden nicht nachgewiesen.

2. Lk 1

Hinweise

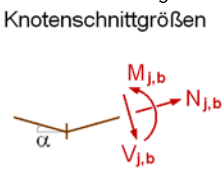
Der Nachweis der Verbindung nach EC 3-1-8 erfolgt ohne Berücksichtigung der Vorspannkräfte.

Verbindungen können jedoch mit vorgespannten HV-Schrauben ausgeführt werden.

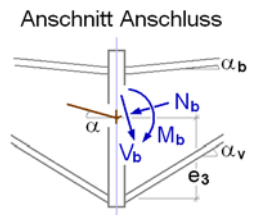
Die Berechnung der T-Stummel-Tragfähigkeit erfolgt mit dem Standard-Verfahren.

2.1. Bemessungsgrößen

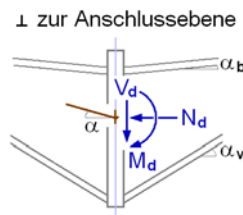
Knotenschnittgrößen



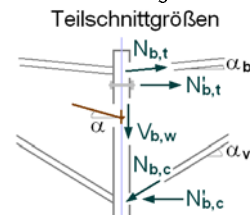
Anschnitt Anschluss



⊥ zur Anschlussebene



Teilschnittgrößen



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

Schnittgrößen senkrecht zu den Anschlussebenen

Anschnitt Träger

$M_d = -145.00 \text{ kNm}$, $V_d = 100.00 \text{ kN}$

negatives Biegemoment $M_d \Rightarrow$ Modell wird gespiegelt

$M_d = 145.00 \text{ kNm}$, $V_d = -100.00 \text{ kN}$

Teilschnittgrößen bezogen auf das gespiegelte Modell

Schnittgrößen im Anschnitt Stirnblech-Träger: $M'_d = M_d - V_d \cdot t_{ep} = 147.00 \text{ kNm}$

$N_{b,t} = -N_d \cdot z_{bu}/z_b + M'_d/z_b = 618.95 \text{ kN}$, $z_b = 237.5 \text{ mm}$, $z_{bu} = 118.8 \text{ mm}$

$N_{b,c} = N_d \cdot z_{bo}/z_b + M'_d/z_b = 618.95 \text{ kN}$, $z_b = 237.5 \text{ mm}$, $z_{bo} = 118.8 \text{ mm}$

$V_{b,w} = V_d = -100.00 \text{ kN}$

2.2. Querschnittstragfähigkeit

plastischer Querschnittsnachweis für $M_y = -147.00 \text{ kNm}$, $V_z = -100.00 \text{ kN}$

zul. Normal-/Schubspannung: zul $\sigma_{Rd} = 23.50 \text{ kN/cm}^2$, zul $\tau_{Rd} = 13.57 \text{ kN/cm}^2$

Obergurt: Grenznormalkräfte $N_{max,O} = 763.75 \text{ kN}$, $N_{min,O} = -763.75 \text{ kN}$

Untergurt: Grenznormalkräfte $N_{max,U} = 763.75 \text{ kN}$, $N_{min,U} = -763.75 \text{ kN}$

Steg: Querkraft $V_s = -100.00 \text{ kN}$, Schubspannung $\tau_s = 5.61 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U_{\tau,s} = 0.414$

Grenznormalkräfte $N_{max,s} = 381.08 \text{ kN}$, $N_{min,s} = -381.08 \text{ kN}$

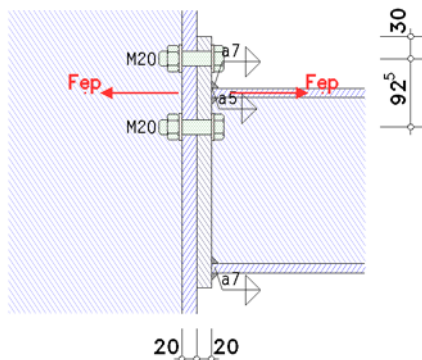
Hauptbieg.: Moment $M_y = -147.00 \text{ kNm}$, Grenzmomente $M_{y,max} = 204.02 \text{ kNm}$, $M_{y,min} = -204.02 \text{ kNm} \Rightarrow U_{M_y} = 0.721$

Gesamt (ggf. aus Laststeigerung): max $U = 0.732 < 1$ ok

Ausnutzungen: Tragfähigkeit $U_\sigma = 0.732 < 1$ ok, c/t-Verhältnis $U_{c/t} = 0.501 < 1$ ok

2.3. Grundkomponenten

2.3.1. Gk 5: Stirnblech mit Biegung



In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.

Überstehender Teil des Stirnblechs

Im überstehenden Teil des Stirnblechs wird nur eine Schraubenreihe ($n_b = 1$) betrachtet.

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Stirnblech):

für Modus 1: $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp}) = 130.0 \text{ mm}$, $l_{eff,cp} = 201.6 \text{ mm}$

für Modus 2: $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 130.0 \text{ mm}$

Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:

für Modus 1+2: $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 4.62 \text{ kNm}$

für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd} = 352.80 \text{ kN}$

Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs

$F_{T,1,Rd} = (4 \cdot M_{pl,1,Rd}) / m = 575.43 \text{ kN}$

Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs

$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n) = 319.17 \text{ kN}$

Modus 3: Schraubenversagen

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 352.80 \text{ kN}$

Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 319.17 \text{ kN}$

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0 \text{ N/mm}^2$

Zugtragfähigkeit der Schweißnähte: $F_{T,w,Rd} = 2^{1/2} \cdot f_{1w,d} \cdot a \cdot l_{eff} = 463.30 \text{ kN}$ ($\geq 319.17 \text{ kN}$, nicht maßgebend)

Tragfähigkeit und effektive Länge eines Stirnblechs mit Biegung (Überstand)

$F_{t,ep,Rd,1} = 319.17 \text{ kN}$, $l_{eff,1} = 130.0 \text{ mm}$

Teil des Stirnblechs zwischen den Trägerflanschen

Äquivalenter T-Stummelflansch (jede einzelne Schraubenreihe):

hier: Anzahl Schraubenreihen $n_b = 1$

Reihe 2

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Stirnblech):

für Modus 1: $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp}) = 349.3 \text{ mm}$, $l_{eff,cp} = 349.3 \text{ mm}$

für Modus 2: $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 386.2 \text{ mm}$

Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:

für Modus 1: $M_{pl,1,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff,1} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 12.40 \text{ kNm}$

für Modus 2: $M_{pl,2,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff,2} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 13.71 \text{ kNm}$

für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd} = 352.80 \text{ kN}$

Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs

$F_{T,1,Rd} = (4 \cdot M_{pl,1,Rd}) / m = 892.21 \text{ kN}$

Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs

$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n) = 417.51 \text{ kN}$

Modus 3: Schraubenversagen

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 352.80 \text{ kN}$

Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 352.80 \text{ kN}$

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0 \text{ N/mm}^2$

Zugtragfähigkeit der Schweißnähte: $F_{T,w,Rd} = 2^{1/2} \cdot f_{1w,d} \cdot a \cdot l_{eff} = 889.18 \text{ kN}$ ($\geq 352.80 \text{ kN}$, nicht maßgebend)

Tragfähigkeiten und effektive Längen eines Stirnblechs mit Biegung (je Schraubenreihe):

$F_{ep,Rd,2} = 352.80 \text{ kN}$, $l_{eff,2} = 349.3 \text{ mm}$

2.4. Nachweise

2.4.1. Nachweis der Anschlusstragfähigkeit mit Teilschnittgrößen

Zugkraft in den Schraubenreihen:

$N'_{b,t} = (-N_d \cdot z_{bu} + M_d) / z = 610.53 \text{ kN}$, $z = z_{eq} = 237.5 \text{ mm}$, $z_{bu} = 118.8 \text{ mm}$

Gk 5: $F_{Rd} = \Sigma F_{t,ep,Rd,i} = 665.4 \text{ kN}$, $F_{Ed} = N'_{b,t} = 610.53 \text{ kN}$

$F_{Ed} = 610.5 \text{ kN} < F_{Rd} = 665.4 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.918 < 1$ **ok**

Ausnutzung Teilschnittgrößen $U_{Gk} = 0.918 < 1$ **ok**

2.4.2. Nachweisergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.918 < 1$ **ok**

3. Endergebnis

Ausnutzung der Verbindung

Lk	U_j	Gleichgewicht		
		ΣH kN	ΣV kN	ΣM kNm
1	0.918*	0.00	100.00	145.00

U_j : Ausnutzung der Verbindung; Gleichgewichtstoleranzen 1 kN / 1 kNm

*) maximale Ausnutzung

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.918 < 1$ **ok**

Nachweis erbracht