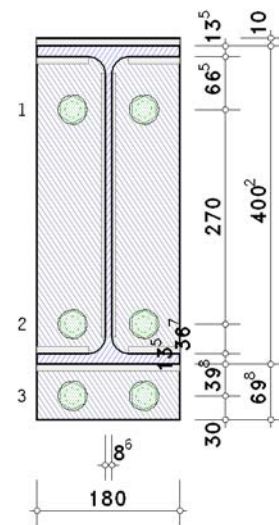
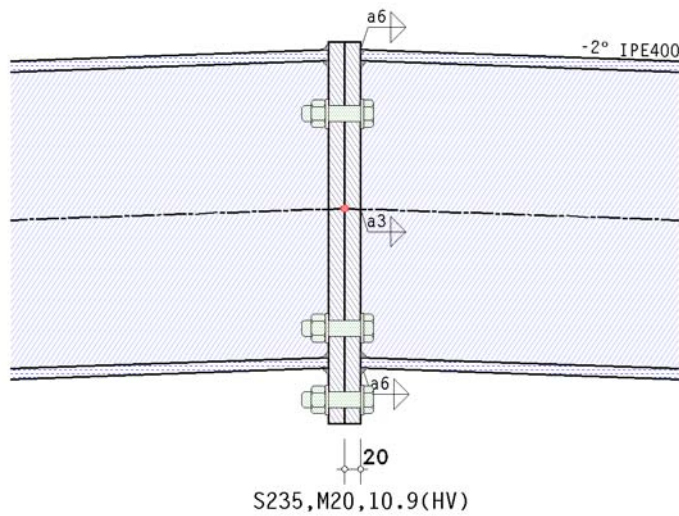


POS. 6: KINDMANN/KRÜGER 11.5.10

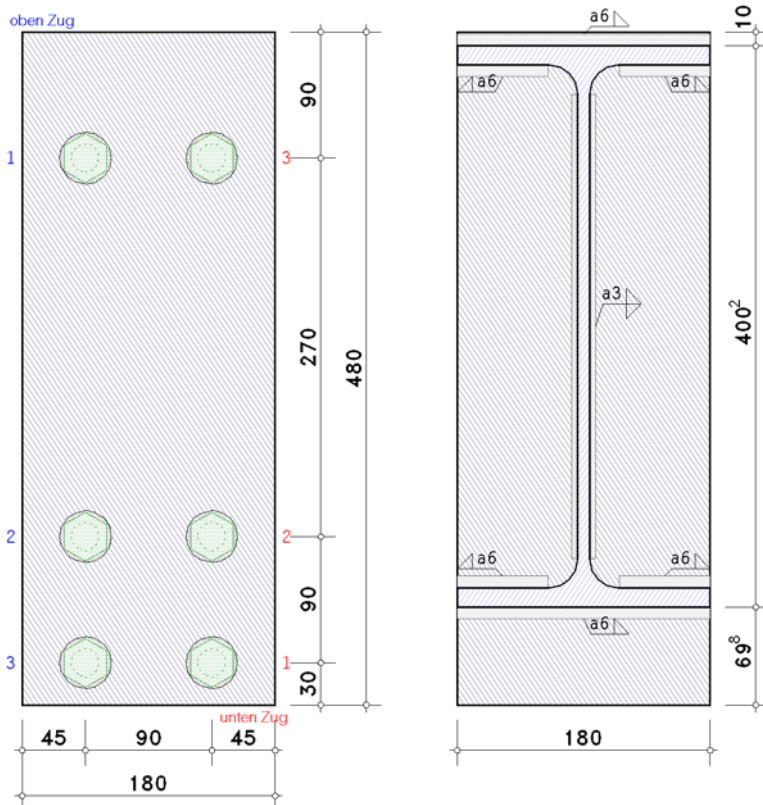
Biegesteifer Trägerstoß EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

4H-EC3BT Version: 10/2019-2w

1. Eingabeprotokoll



Details (Schnitt A - A)



Stahlsorte

Stahlgüte S235

Schrauben

Festigkeitsklasse 10.9, Schraubengröße M20

große Schlüsselweite (HV-Schraube), vorgespannt (zur Info: Regelvorspannkraft $F_{p,c^*} = 0.7 \cdot f_{yb} \cdot A_s = 154.2 \text{ kN}$)

Schaft in der Scherfuge

Parameter des Trägers

Profil IPE400

Neigungswinkel des Profils gegen die Horizontale $\alpha_b = -2.00^\circ$

Nachweisparameter

geschraubter Stirnblechanschluss

Dicke $t_p = 20.0 \text{ mm}$, Breite $b_p = 180.0 \text{ mm}$, Länge $l_p = 480.0 \text{ mm}$

Überstände $h_{p,o} = 10.0 \text{ mm}$, $h_{p,u} = 69.8 \text{ mm}$

Schrauben im Anschluss:

3 Schraubenreihen mit je 2 Schrauben

davon 1 Schraubenreihe oben unter Zugbelastung (Reihe 1)

und 2 Schraubenreihen zur Querkraftübertragung oben (Reihen 2-3)
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 $e_2 = 45.0$ mm
Achsabstand der ersten Schraubenreihe zum oberen Rand des Stirnblechs (Endreihe) $e_o = 90.0$ mm
Achsabstand der letzten Schraubenreihe zum unteren Rand des Stirnblechs (Endreihe) $e_u = 30.0$ mm
Achsabstand der Schraubenreihen voneinander $p_{1-2} = 270.0$ mm, $p_{2-3} = 90.0$ mm

Schweißnähte im Anschluss:

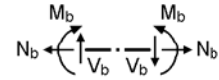
Trägerflansch oben: Kehlnaht, Nahtdicke $a = 6.0$ mm, Öffnungswinkel $\varphi = 92^\circ$

Trägersteg: Kehlnaht, Nahtdicke $a = 3.0$ mm

Trägerflansch unten: Kehlnaht, Nahtdicke $a = 6.0$ mm, Öffnungswinkel $\varphi = 88^\circ$

Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen

Lk 1: $N_{j,b,Ed} = -30.10$ kN $M_{j,b,Ed} = 184.50$ kNm $V_{j,b,Ed} = 0.80$ 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 $\gamma_{M7} = 1.10$

Hinweise

Es sind einzelne Grundkomponenten ausgewählt, die ggf. die Tragfähigkeit der Verbindung nicht gewährleisten !

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

Verbindungen können jedoch mit vorgespannten HV-Schrauben ausgeführt werden.

Die Querschnittsprofile werden nicht nachgewiesen.

Datencheck

ok

Schraubenabstände am Stirnblech

horizontal: $e_2 = 45.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,

$e_2 = 45.0$ mm $< 4 \cdot t + 40$ mm = 120.0 mm

horizontal: $p_2 = 90.0$ mm $> 2.4 \cdot d_0 = 52.8$ mm,

$p_2 = 90.0$ mm $< \min(14 \cdot t, 200$ mm) = 200.0 mm

oben-unten: $e_1 = 90.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,

$e_1 = 90.0$ mm $< 4 \cdot t + 40$ mm = 120.0 mm

oben-unten: $p_1 = 270.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 48.4$ mm,

$p_1 = 270.0$ mm $> \min(14 \cdot t, 200$ mm) = 200.0 mm !!

oben-unten: $p_1 = 90.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 48.4$ mm,

$p_1 = 90.0$ mm $< \min(14 \cdot t, 200$ mm) = 200.0 mm

oben-unten: $e_1 = 30.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,

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

Maximale Rand- und Lochabstände sollten zur Vermeidung von Korrosion sowie zur Verhinderung lokalen Beulens eingehalten werden.

2. Ergebnistabelle

Ausnutzung

Lk	U
--	---
1	0.834*

U: Ausnutzung der Verbindung

*) maximale Ausnutzung

3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.834 < 1$ ok

Nachweis erbracht

Die Gesamttragfähigkeit der Verbindung ist ggf. nicht gewährleistet (s. Hinweise) !

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 Oktober 2022

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

Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;

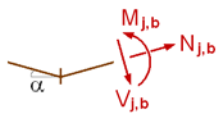
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025

EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

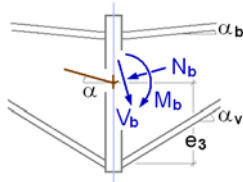
5. Lk 1 (maßgebend)

5.1. Bemessungsgrößen

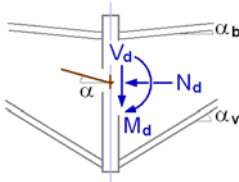
Knotenschnittgrößen



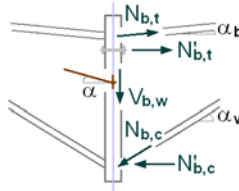
Anschnitt Anschluss



⊥ zur Anschlussebene



Teilschnittgrößen



Neigungswinkel: $\alpha_b = \alpha_v = \alpha = -2.00^\circ$

Schnittgrößen senkrecht zu den Anschlussebenen

Anschnitt Träger

$N_d = 30.11 \text{ kN}$, $M_d = -184.50 \text{ kNm}$, $V_d = -0.25 \text{ kN}$

negatives Biegemoment $M_d \Rightarrow$ Modell wird gespiegelt ($\alpha_b = \alpha_v = \alpha = 2.00^\circ$)

$N_d = 30.11 \text{ kN}$, $M_d = 184.50 \text{ kNm}$, $V_d = 0.25 \text{ kN}$

Teilschnittgrößen bezogen auf das gespiegelte Modell

Schnittgrößen im Anschnitt Stirnblech-Träger: $M'_d = M_d + N_d \cdot t_p \cdot \tan(\alpha) - V_d \cdot t_p = 184.52 \text{ kNm}$

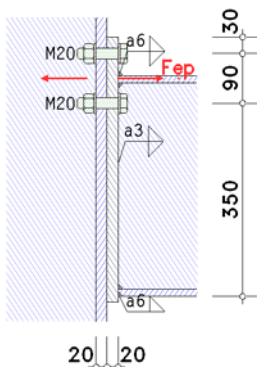
$N_{b,t} = (-N_d \cdot z_{bu} / z_b + M'_d / z_b) / \cos(\alpha_b) = 462.34 \text{ kN}$, $z_b = 386.7 \text{ mm}$, $z_{bu} = 193.4 \text{ mm}$

$N_{b,c} = (N_d \cdot z_{bo} / z_b + M'_d / z_b) / \cos(\alpha_b) = 492.47 \text{ kN}$, $z_b = 386.7 \text{ mm}$, $z_{bo} = 193.4 \text{ mm}$

$V_{b,t} = -N_{b,t} \cdot \sin(\alpha_b) = -16.14 \text{ kN}$, $V_{b,c} = N_{b,c} \cdot \sin(\alpha_v) = 17.19 \text{ kN}$, $V_{b,w} = V_d - V_{b,t} - V_{b,c} = -0.80 \text{ kN}$

5.2. Grundkomponenten

5.2.1. 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: $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp}) = 90.0 \text{ mm}$, $l_{eff,cp} = 193.6 \text{ mm}$

für Modus 2: $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 90.0 \text{ mm}$

Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:

für Modus 1+2: $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 2.11 \text{ kNm}$

$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 176.26 \text{ kN}$, $k_2 = 0.90$

für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd} = 352.51 \text{ kN}$

Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs

$F_{T,1,Rd} = ((8 \cdot n \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}) / (2 \cdot m \cdot n \cdot e_w \cdot (m+n)) = 335.61 \text{ kN}$

Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs

$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n) = 235.21 \text{ kN}$

Modus 3: Schraubenversagen

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 352.51 \text{ kN}$

Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 235.21 \text{ kN}$

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

Zugtragfähigkeit der Schweißnähte: $F_{T,w,Rd} = 2^{1/2} \cdot f_{1w,d} \cdot a \cdot l_{eff} = 274.92 \text{ kN}$ ($\geq 235.21 \text{ kN}$, nicht maßgebend)

Tragfähigkeit und effektive Länge eines Stirnblechs mit Biegung (Überstand)

$F_{t,ep,Rd,1} = 235.21 \text{ kN}$, $l_{eff,1} = 90.0 \text{ mm}$

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: $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp}) = 234.4 \text{ mm}$, $l_{eff,cp} = 234.4 \text{ mm}$

für Modus 2: $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 236.2 \text{ mm}$

Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:

für Modus 1: $M_{pl,1,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff,1} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 5.51 \text{ kNm}$

für Modus 2: $M_{pl,2,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff,2} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 5.55 \text{ kNm}$

$$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 176.26 \text{ kN}, \quad k_2 = 0.90$$

$$\text{für Modus 3: } \Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd} = 352.51 \text{ kN}$$

Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs

$$F_{T,1,Rd} = ((8 \cdot n \cdot 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}) / (2 \cdot m \cdot n \cdot e_w \cdot (m+n)) = 724.57 \text{ kN}$$

Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs

$$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n) = 327.63 \text{ kN}$$

Modus 3: Schraubenversagen

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 352.51 \text{ kN}$$

$$\text{Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: } F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 327.63 \text{ kN}$$

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

$$\text{Zugtragfähigkeit der Schweißnähte: } F_{T,w,Rd} = 2^{1/2} \cdot f_{1w,d} \cdot a \cdot l_{eff} = 358.01 \text{ kN} (\geq 327.63 \text{ kN, nicht maßgebend})$$

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

$$F_{ep,Rd,2} = 327.63 \text{ kN}, \quad l_{eff,2} = 234.4 \text{ mm}$$

5.3. Nachweise

5.3.1. Nachweis der Anschlusstragfähigkeit mit Teilschnittgrößen

Zugkraft in den Schraubenreihen:

$$N'_{b,t} = (-N_d \cdot z_{bu} + M_d) / z = 460.27 \text{ kN}, \quad z = z_{eq} = 388.2 \text{ mm}, \quad z_{bu} = 192.7 \text{ mm}$$

$$\text{Gk 5: } F_{Rd} = \Sigma F_{t,ep,Rd,i} = 552.1 \text{ kN}, \quad F_{Ed} = N'_{b,t} = 460.27 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} = 460.3 \text{ kN} < F_{Rd} = 552.1 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.834 < 1 \text{ ok}$$

Ausnutzung Teilschnittgrößen $U_{Gk} = 0.834 < 1 \text{ ok}$

5.3.2. Nachweisergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.834 < 1 \text{ ok}$