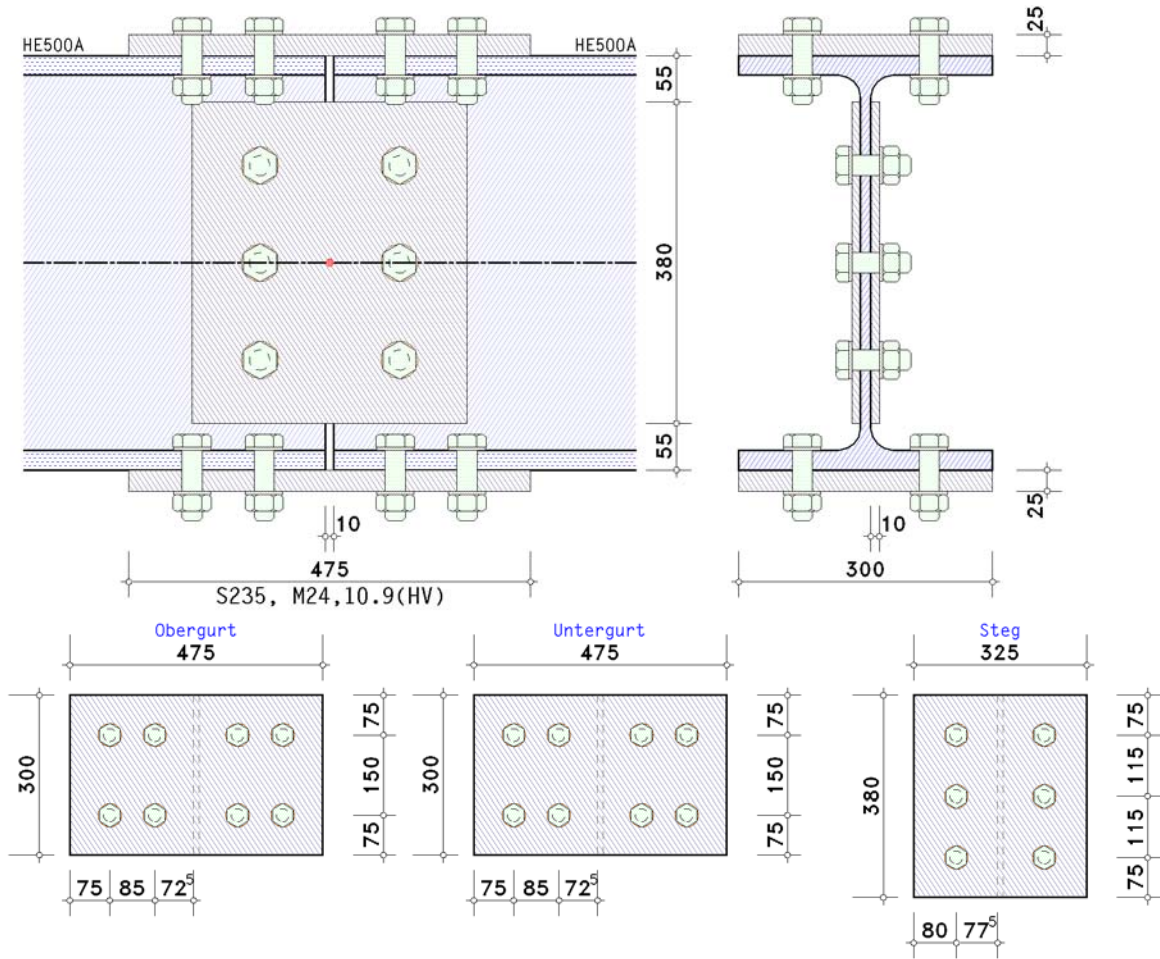


Biegesteifer Trägerstoß

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



Stahlsorte

Stahlgüte S235

Schrauben

Festigkeitsklasse 10.9, Schraubengröße M24

große Schlüsselweite (HV-Schraube), planmäßig vorgespannt, Regelvorspannkraft $F_{p,c^*} = 0.7 \cdot f_{yb} \cdot A_s = 222.4 \text{ kN}$

Träger

Profil HE500A

Nachweisparameter

geschraubter Laschenanschluss:

Spalt zwischen den Trägern $\Delta s = 10.0 \text{ mm}$

Höhenversatz der Trägeroberkanten $\Delta z_{Tr} = 0.0 \text{ mm}$ (Träger mittig)

Laschen am Obergurt:

Außenlasche: Dicke $t = 25.0 \text{ mm}$, Breite $b = 300.0 \text{ mm}$, Länge $l = 475.0 \text{ mm}$

Schrauben im Obergurt:

2 x 1 Schrauben je Gurthälfte

Schaft in der Scherfuge

Achsabstände der Schrauben quer zum Zugrand $e_2 = 75.0 \text{ mm}$, $e_{22} = 0.0 \text{ mm}$

Achsabstände der Schrauben zum Zugrand $e_1 = 75.0 \text{ mm}$, $e_{11} = 72.5 \text{ mm}$

Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $p_1 = 85.0 \text{ mm}$

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $w_1 = 155.0 \text{ mm}$

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen quer zur Zugrichtung $w_2 = 150.0 \text{ mm}$

Laschen am Untergurt:

Außenlasche: Dicke $t = 25.0 \text{ mm}$, Breite $b = 300.0 \text{ mm}$, Länge $l = 475.0 \text{ mm}$

Schrauben im Untergurt:

2 x 1 Schrauben je Gurthälfte

Schaft in der Scherfuge

Achsabstände der Schrauben quer zum Zugrand $e_2 = 75.0 \text{ mm}$, $e_{22} = 0.0 \text{ mm}$

Achsabstände der Schrauben zum Zugrand $e_1 = 75.0 \text{ mm}$, $e_{11} = 72.5 \text{ mm}$

Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $p_1 = 85.0 \text{ mm}$

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $w_1 = 155.0 \text{ mm}$

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen quer zur Zugrichtung $w_2 = 150.0 \text{ mm}$

Laschen am Steg:

2 Laschen: Dicke $t = 10.0$ mm, Breite $b = 380.0$ mm, Länge $l = 325.0$ mm

Abstand Oberkante Lasche von Oberkante Träger (links) $\Delta z_{LW} = 55.0$ mm (Laschen mittig)

Schrauben im Steg:

1 x 3 Schrauben

Gewinde in der Scherfuge

Achsabstände der Schrauben quer zum Zugrand $e_2 = 75.0$ mm, $e_{22} = 75.0$ mm

Achsabstände der Schrauben zum Zugrand $e_1 = 80.0$ mm, $e_{11} = 77.5$ mm

Achsabstand der Schraubenreihen quer zur Zugrichtung $p_2 = 115.0$ mm

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $w_1 = 165.0$ mm

Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen (Statik-KOS)

Lk 1: $N_{j,b,Ed} = 120.00$ kN $M_{j,b,Ed} = 250.00$ kNm $V_{j,b,Ed} = 90.00$ kN

Materialsicherheitsbeiwerte

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

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

Laschenstoß

Hinweise

HV-Schrauben sind planmäßig vorzuspannen, Schraubenkategorie D (für Zug), A (für Abscheren).

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

Die Querschnittsprofile werden nicht nachgewiesen.

Beulen wird nicht untersucht.

Abstände der Schraubenreihen am Obergurt

Randabstand: $e_2 = 75.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,

$e_2 = 75.0$ mm $< 4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 132.0 mm

Lochabstand: $p_2 = 150.0$ mm $> 2.4 \cdot d_0 = 62.4$ mm,

$p_2 = 150.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm

Randabstand: $e_1 = 75.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,

$e_1 = 75.0$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 140.0 mm

Lochabstand: $p_1 = 85.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,

$p_1 = 85.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm

Randabstand: $e_1 = 72.5$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,

$e_1 = 72.5$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 140.0 mm

Lochabstand: $p_1 = 155.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,

$p_1 = 155.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm

Abstände der Schraubenreihen am Steg

Randabstand: $e_2 = 75.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,

$e_2 = 75.0$ mm $< 4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 80.0 mm

Lochabstand: $p_2 = 115.0$ mm $> 2.4 \cdot d_0 = 62.4$ mm,

$p_2 = 115.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 140.0 mm

Randabstand: $e_2 = 75.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,

$e_2 = 75.0$ mm $< 4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 80.0 mm

Randabstand: $e_1 = 80.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,

$e_1 = 80.0$ mm $\leq 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 80.0 mm

Randabstand: $e_1 = 77.5$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,

$e_1 = 77.5$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 80.0 mm

Lochabstand: $p_1 = 165.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,

$p_1 = 165.0$ mm $> \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 140.0 mm !!

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

Abstände der Schraubenreihen am Untergurt

Randabstand: $e_2 = 75.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,

$e_2 = 75.0$ mm $< 4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 132.0 mm

Lochabstand: $p_2 = 150.0$ mm $> 2.4 \cdot d_0 = 62.4$ mm,

$p_2 = 150.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm

Randabstand: $e_1 = 75.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,

$e_1 = 75.0$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 140.0 mm

Lochabstand: $p_1 = 85.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,

$p_1 = 85.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm

Randabstand: $e_1 = 72.5$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,

$e_1 = 72.5$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 140.0 mm

Lochabstand: $p_1 = 155.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,

$p_1 = 155.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm

Lk 1

Lastaufteilung auf die Laschen über die Profilsteifigkeiten

Es wird nur der rechte Träger betrachtet !!

Elastische Spannungen am Nettoquerschnitt

$N_{Ed} = 120.00$ kN, $M_{y,Ed} = 250.00$ kNm

Spannungen in den Querschnittspunkten:

Pkt. 1: $y = 0.0$ mm $z = 50.0$ mm $\sigma_x = -49.76$ N/mm²

Pkt. 2: $y = 0.0$ mm $z = 440.0$ mm $\sigma_x = 73.39$ N/mm²

Pkt. 3: $y = 150.0$ mm $z = 11.5$ mm $\sigma_x = -61.91$ N/mm²

Pkt. 4: $y = -150.0$ mm $z = 11.5$ mm $\sigma_x = -61.91$ N/mm²

Pkt. 5: $y = 150.0$ mm $z = 478.5$ mm $\sigma_x = 85.54$ N/mm²

Pkt. 6: $y = -150.0$ mm $z = 478.5$ mm $\sigma_x = 85.54$ N/mm²

Lastaufteilung (Profil) am Bruttoquerschnitt

Obergurt: $N_{fo} = -435.91$ kN

Steg: $N_w = 33.43$ kN, $M_{y,w} = 26.03$ kNm, $V_{z,w} = 90.00$ kN

Untergurt: $N_{fu} = 522.49$ kN

Obergurt

Schnittgrößen im Flansch: $N = N_{fo} = -435.91 \text{ kN}$

Träger

Druck

maximale Normalspannung: $\sigma_x = 61.91 \text{ N/mm}^2$ (s.o.)

Nachweis: $\sigma_x = 61.91 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.263 < 1$ **ok.**

Lasche

Druck

Drucktragfähigkeit $F_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 1762.50 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = 435.91 \text{ kN} < F_{c,Rd}/f_a = 1762.50 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.247 < 1$ **ok.**

Schrauben

Punktequerschnitt

Maximale Beanspruchung $\max T_i = T_1 = 108.98 \text{ kN}$ bei 4 Schrauben

Abscheren

Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = 217.1 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 108.98 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 217.15 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.502 < 1$ **ok.**

Lochleibung

Flansch: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 333.7 \text{ kN}$

Außenlasche: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 362.8 \text{ kN}$

Minimale Lochleibungstragfähigkeit: $\min F_{b,Rd} = 333.75 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_2 = 108.98 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 333.75 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.327 < 1$ **ok.**

Untergurt

Schnittgrößen im Flansch: $N = N_{fo} = 522.49 \text{ kN}$

Träger

Zug

$A_{net} \cdot 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 1478.48 \text{ kN} < A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1621.50 \text{ kN} \Rightarrow$ Lochabzug berücksichtigen

maximale Normalspannung: $\sigma_x = 85.54 \text{ N/mm}^2$ (s.o.)

Nachweis: $\sigma_x = 85.54 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.364 < 1$ **ok.**

Lasche

Zug

Zugtragfähigkeit $F_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd}) = 1607.04 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = 522.49 \text{ kN} < F_{t,Rd}/f_a = 1607.04 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.325 < 1$ **ok.**

Schrauben

Punktequerschnitt

Maximale Beanspruchung $\max T_i = T_4 = 130.62 \text{ kN}$ bei 4 Schrauben

Abscheren

Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = 217.1 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 130.62 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 217.15 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.602 < 1$ **ok.**

Lochleibung

Flansch: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 333.7 \text{ kN}$

Außenlasche: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 362.8 \text{ kN}$

Minimale Lochleibungstragfähigkeit: $\min F_{b,Rd} = 333.75 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_2 = 130.62 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 333.75 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.391 < 1$ **ok.**

Steg

Schnittgrößen im Steg: $N = N_w = 33.43 \text{ kN}$, $M = M_{y,w} = 26.03 \text{ kNm}$, $V = V_{z,w} = 90.00 \text{ kN}$

Lastanteile: Je Lasche $f_a = 50\%$

Träger

Biegung und Schub

$A_{net} \cdot 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 970.44 \text{ kN} < A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1099.80 \text{ kN} \Rightarrow$ Lochabzug berücksichtigen

maximale Normal-, Schubspannung: $\sigma_x = 73.39 \text{ N/mm}^2$ (s.o.), $\tau = V/A_v z = 12.05 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $\sigma_x = 73.39 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.312 < 1$ **ok.**

$\tau = 12.05 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = 135.68 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\tau} = 0.089 < 1$ **ok.**

$\sigma_v = 76.29 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.325 < 1$ **ok.**

Lasche

Biegung und Schub

$A_{net} \cdot 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 782.78 \text{ kN} < A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 893.00 \text{ kN} \Rightarrow$ Lochabzug berücksichtigen

Spannungen in den Querschnittspunkten:

Pkt. 1: $y = 0.0 \text{ mm}$ $z = 0.0 \text{ mm}$ $\sigma_x = -58.20 \text{ N/mm}^2$

Pkt. 2: $y = 0.0 \text{ mm}$ $z = 380.0 \text{ mm}$ $\sigma_x = 69.27 \text{ N/mm}^2$

maximale Normal-, Schubspannung: $\sigma_x = 69.27 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 1.5 \cdot V/A = 17.76 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $\sigma_x = 69.27 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.295 < 1$ **ok.**

$\tau = 17.76 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = 135.68 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\tau} = 0.131 < 1$ **ok.**

$\sigma_v = 75.79 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.323 < 1$ **ok.**

Schrauben

Punktequerschnitt

Maximale Beanspruchung $\max T_i = T_3 = 159.46 \text{ kN}$ bei 3 Schrauben

Abscheren

Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = 282.4 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 159.46 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 282.40 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.565 < 1$ **ok.**

Lochleibung

Steg: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 207.4 \text{ kN}$
je Lasche: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 172.8 \text{ kN}$
Minimale Lochleibungstragfähigkeit: $\min F_{b,Rd} = 207.36 \text{ kN}$
Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 159.46 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 207.36 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.769 < 1 \text{ ok.}$

Maximale Ausnutzung

Maximale Ausnutzung: $\max U_{rechts} = 0.769 < 1 \text{ ok.}$
[Steg - Schrauben \(Lochleibung\)](#)

Endergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.769 < 1 \text{ ok.}$

Nachweis erbracht

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

DIN 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
DIN EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1993-1-8, Ausgabe Dezember 2010