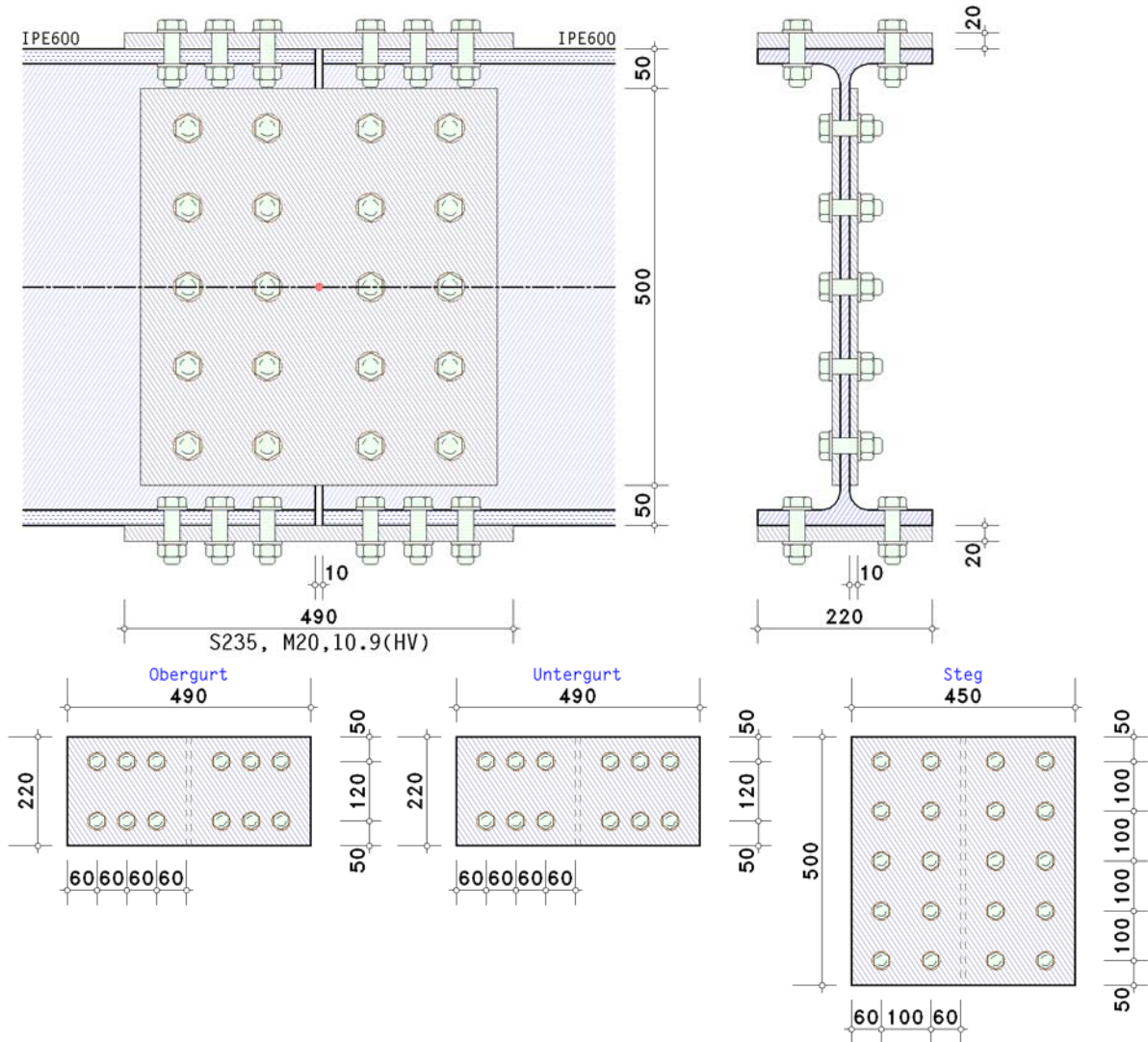


Biegesteifer Trägerstoß

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



Stahlsorte

Stahlgüte S235

Schrauben

Festigkeitsklasse 10.9, Schraubengröße M20

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

Träger

Profil IPE600

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 $t = 20.0 \text{ mm}$, Breite $b = 220.0 \text{ mm}$, Länge $l = 490.0 \text{ mm}$

Schrauben im Obergurt:

3 x 1 Schrauben je Gurthälfte

Schaft in der Scherfuge

Achsabstände der Schrauben quer zum Zugrand $e_2 = 50.0 \text{ mm}$, $e_{22} = 0.0 \text{ mm}$

Achsabstände der Schrauben zum Zugrand $e_1 = 60.0 \text{ mm}$, $e_{11} = 60.0 \text{ mm}$

Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $p_1 = 60.0 \text{ mm}$

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $w_1 = 130.0 \text{ mm}$

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen quer zur Zugrichtung $w_2 = 120.0 \text{ mm}$

Laschen am Untergurt:

Außenlasche: Dicke $t = 20.0 \text{ mm}$, Breite $b = 220.0 \text{ mm}$, Länge $l = 490.0 \text{ mm}$

Schrauben im Untergurt:

3 x 1 Schrauben je Gurthälfte

Schaft in der Scherfuge

Achsabstände der Schrauben quer zum Zugrand $e_2 = 50.0 \text{ mm}$, $e_{22} = 0.0 \text{ mm}$

Achsabstände der Schrauben zum Zugrand $e_1 = 60.0$ mm, $e_{11} = 60.0$ mm
 Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $p_1 = 60.0$ mm
 mittiger Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $w_1 = 130.0$ mm
 mittiger Achsabstand der Schraubenreihen quer zur Zugrichtung $w_2 = 120.0$ mm

Laschen am Steg:

2 Laschen: Dicke $t = 10.0$ mm, Breite $b = 500.0$ mm, Länge $l = 450.0$ mm
 Abstand Oberkante Lasche von Oberkante Träger (links) $\Delta z_{LW} = 50.0$ mm (Laschen mittig)

Schrauben im Steg:

2 x 5 Schrauben
 Schaft in der Scherfuge
 Achsabstände der Schrauben quer zum Zugrand $e_2 = 50.0$ mm, $e_{22} = 50.0$ mm
 Achsabstände der Schrauben zum Zugrand $e_1 = 60.0$ mm, $e_{11} = 60.0$ mm
 Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $p_1 = 100.0$ mm
 Achsabstand der Schraubenreihen quer zur Zugrichtung $p_2 = 100.0$ mm
 mittiger Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $w_1 = 130.0$ mm

Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen (Statik-KOS)

Lk 1: $M_{j,b,Ed} = 500.00$ kNm $V_{j,b,Ed} = 200.00$ 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 Vorspannkkräfte.
 Die Querschnittsprofile werden nicht nachgewiesen.
 Beulen wird nicht untersucht.

Abstände der Schraubenreihen am Obergurt

Randabstand:	$e_2 = 50.0$ mm > $1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,	$e_2 = 50.0$ mm < $4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 116.0 mm
Lochabstand:	$p_2 = 120.0$ mm > $2.4 \cdot d_0 = 52.8$ mm,	$p_2 = 120.0$ mm < $\min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 60.0$ mm > $1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,	$e_1 = 60.0$ mm < $4 \cdot t_1 + 40$ mm = 120.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 60.0$ mm > $2.2 \cdot d_0 = 48.4$ mm,	$p_1 = 60.0$ mm < $\min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 60.0$ mm > $1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,	$e_1 = 60.0$ mm < $4 \cdot t_1 + 40$ mm = 120.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 130.0$ mm > $2.2 \cdot d_0 = 48.4$ mm,	$p_1 = 130.0$ mm < $\min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm

Abstände der Schraubenreihen am Steg

Randabstand:	$e_2 = 50.0$ mm > $1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,	$e_2 = 50.0$ mm < $4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 80.0 mm
Lochabstand:	$p_2 = 100.0$ mm > $2.4 \cdot d_0 = 52.8$ mm,	$p_2 = 100.0$ mm < $\min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 140.0 mm
Randabstand:	$e_2 = 50.0$ mm > $1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,	$e_2 = 50.0$ mm < $4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 80.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 60.0$ mm > $1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,	$e_1 = 60.0$ mm < $4 \cdot t_1 + 40$ mm = 80.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 100.0$ mm > $2.2 \cdot d_0 = 48.4$ mm,	$p_1 = 100.0$ mm < $\min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 140.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 60.0$ mm > $1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,	$e_1 = 60.0$ mm < $4 \cdot t_1 + 40$ mm = 80.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 130.0$ mm > $2.2 \cdot d_0 = 48.4$ mm,	$p_1 = 130.0$ mm < $\min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 140.0 mm

Abstände der Schraubenreihen am Untergurt

Randabstand:	$e_2 = 50.0$ mm > $1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,	$e_2 = 50.0$ mm < $4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 116.0 mm
Lochabstand:	$p_2 = 120.0$ mm > $2.4 \cdot d_0 = 52.8$ mm,	$p_2 = 120.0$ mm < $\min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 60.0$ mm > $1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,	$e_1 = 60.0$ mm < $4 \cdot t_1 + 40$ mm = 120.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 60.0$ mm > $2.2 \cdot d_0 = 48.4$ mm,	$p_1 = 60.0$ mm < $\min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 60.0$ mm > $1.2 \cdot d_0 = 26.4$ mm,	$e_1 = 60.0$ mm < $4 \cdot t_1 + 40$ mm = 120.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 130.0$ mm > $2.2 \cdot d_0 = 48.4$ mm,	$p_1 = 130.0$ 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

$N_{Ed} = -0.00$ kN, $M_{y,Ed} = 500.00$ kNm

Spannungen in den Querschnittspunkten:

Pkt. 1:	$y = 0.0$ mm	$z = 43.0$ mm	$\sigma_x = -145.79$ N/mm ²
Pkt. 2:	$y = 0.0$ mm	$z = 557.0$ mm	$\sigma_x = 167.84$ N/mm ²
Pkt. 3:	$y = 110.0$ mm	$z = 9.5$ mm	$\sigma_x = -166.23$ N/mm ²
Pkt. 4:	$y = -110.0$ mm	$z = 9.5$ mm	$\sigma_x = -166.23$ N/mm ²
Pkt. 5:	$y = 110.0$ mm	$z = 590.5$ mm	$\sigma_x = 188.28$ N/mm ²
Pkt. 6:	$y = -110.0$ mm	$z = 590.5$ mm	$\sigma_x = 188.28$ N/mm ²

Lastaufteilung (Profil) am Bruttoquerschnitt

Obergurt: $N_{fo} = -687.39 \text{ kN}$

Steg: $M_{y,w} = 100.48 \text{ kNm}$, $V_{z,w} = 200.00 \text{ kN}$

Untergurt: $N_{fu} = 687.39 \text{ kN}$

Obergurt

Schnittgrößen im Flansch: $N = N_{fo} = -687.39 \text{ kN}$

Träger

Druck

maximale Normalspannung: $\sigma_x = 166.23 \text{ N/mm}^2$ (s.o.)

Nachweis: $\sigma_x = 166.23 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.707 < 1$ **ok.**

Lasche

Druck

Drucktragfähigkeit $F_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 1034.00 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = 687.39 \text{ kN} < F_{c,Rd}/f_a = 1034.00 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.665 < 1$ **ok.**

Schrauben

Punktequerschnitt

Maximale Beanspruchung $\max T_i = T_6 = 114.57 \text{ kN}$ bei 6 Schrauben

Abscheren

Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = 150.8 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 114.57 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 150.80 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.760 < 1$ **ok.**

Lochleibung

Flansch: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 180.3 \text{ kN}$

Außenlasche: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 189.8 \text{ kN}$

Minimale Lochleibungstragfähigkeit: $\min F_{b,Rd} = 180.33 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_3 = 114.57 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 180.33 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.635 < 1$ **ok.**

Untergurt

Schnittgrößen im Flansch: $N = N_{fo} = 687.39 \text{ kN}$

Träger

Zug

$A_{net} \cdot 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 866.76 \text{ kN} < A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 982.30 \text{ kN} \Rightarrow$ Lochabzug berücksichtigen

maximale Normalspannung: $\sigma_x = 188.28 \text{ N/mm}^2$ (s.o.)

Nachweis: $\sigma_x = 188.28 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.801 < 1$ **ok.**

Lasche

Zug

Zugtragfähigkeit $F_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd}) = 912.38 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = 687.39 \text{ kN} < F_{t,Rd}/f_a = 912.38 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.753 < 1$ **ok.**

Schrauben

Punktequerschnitt

Maximale Beanspruchung $\max T_i = T_6 = 114.57 \text{ kN}$ bei 6 Schrauben

Abscheren

Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = 150.8 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 114.57 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 150.80 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.760 < 1$ **ok.**

Lochleibung

Flansch: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 180.3 \text{ kN}$

Außenlasche: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 189.8 \text{ kN}$

Minimale Lochleibungstragfähigkeit: $\min F_{b,Rd} = 180.33 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_3 = 114.57 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 180.33 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.635 < 1$ **ok.**

Steg

Schnittgrößen im Steg: $M = M_{y,w} = 100.48 \text{ kNm}$, $V = V_{z,w} = 200.00 \text{ kN}$

Lastanteile: Je Lasche $f_a = 50\%$

Träger

Biegung und Schub

$A_{net} \cdot 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 1256.60 \text{ kN} < A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1449.48 \text{ kN} \Rightarrow$ Lochabzug berücksichtigen

maximale Normal-, Schubspannung: $\sigma_x = 167.84 \text{ N/mm}^2$ (s.o.), $\tau = V/A_{vz} = 23.87 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $\sigma_x = 167.84 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.714 < 1$ **ok.**

$\tau = 23.87 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = 135.68 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\tau} = 0.176 < 1$ **ok.**

$\sigma_v = 172.86 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.736 < 1$ **ok.**

Lasche

Biegung und Schub

$A_{net} \cdot 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 1010.88 \text{ kN} < A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1175.00 \text{ kN} \Rightarrow$ Lochabzug berücksichtigen

Spannungen in den Querschnittspunkten:

Pkt. 1: $y = 0.0 \text{ mm}$ $z = 0.0 \text{ mm}$ $\sigma_x = -152.95 \text{ N/mm}^2$

Pkt. 2: $y = 0.0 \text{ mm}$ $z = 500.0 \text{ mm}$ $\sigma_x = 152.95 \text{ N/mm}^2$

maximale Normal-, Schubspannung: $\sigma_x = 152.95 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 1.5 \cdot V/A = 30.00 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $\sigma_x = 152.95 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.651 < 1$ **ok.**

$\tau = 30.00 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = 135.68 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\tau} = 0.221 < 1$ **ok.**

$\sigma_v = 161.53 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.687 < 1$ **ok.**

Schrauben

Punktequerschnitt

Maximale Beanspruchung $\max T_i = T_5 = 119.58 \text{ kN}$ bei 10 Schrauben

Abscheren

Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = 301.6 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 119.58 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 301.59 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.396 < 1 \text{ ok.}$

Lochleibung

Steg: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 172.8 \text{ kN}$

je Lasche: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 144.0 \text{ kN}$

Minimale Lochleibungstragfähigkeit: $\min F_{b,Rd} = 144.0 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 119.58 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 172.80 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.692 < 1 \text{ ok.}$

Maximale Ausnutzung

Maximale Ausnutzung: $\max U_{rechts} = 0.801 < 1 \text{ ok.}$

[Untergurt - Spannungen](#)

Endergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.801 < 1 \text{ ok.}$

Nachweis erbracht