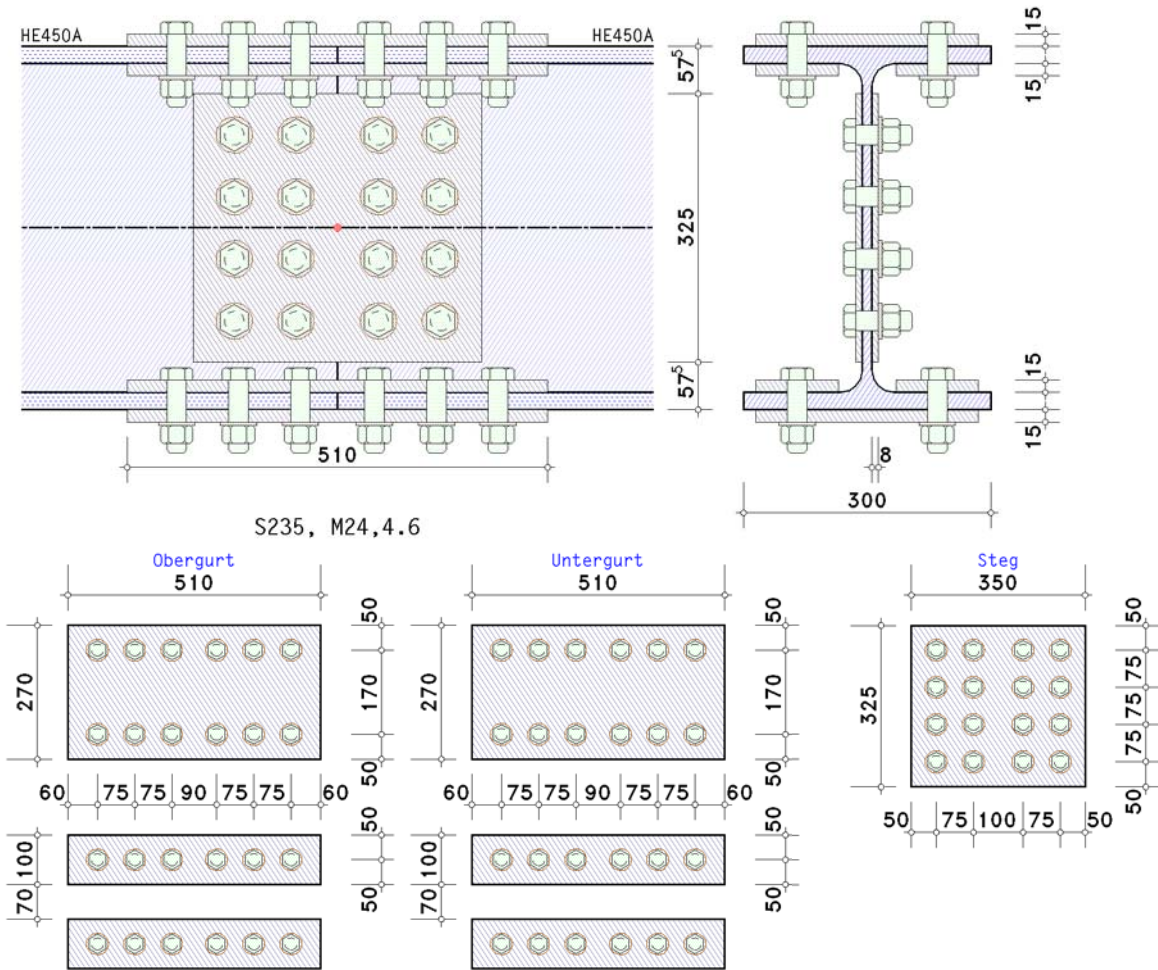


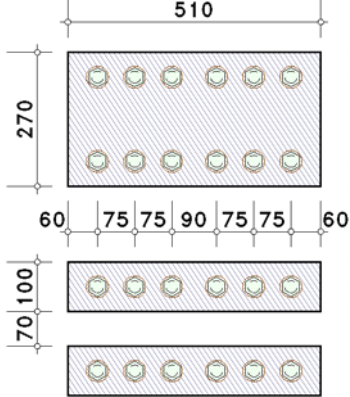
Biegesteifer Trägerstoß

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

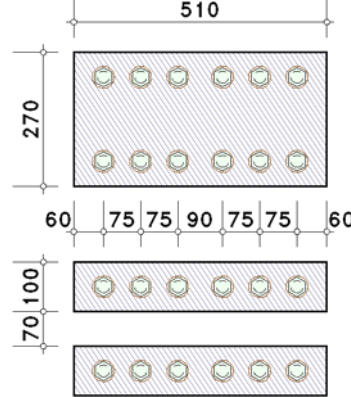


S235, M24, 4.6

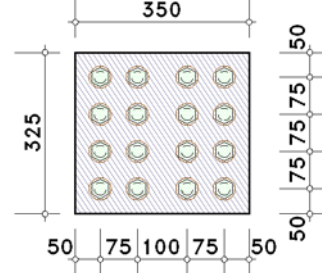
Obergurt



Untergurt



Steg



Stahlsorte

Stahlgüte S235

Schrauben

Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M24

Träger

Profil HE450A

Nachweisparameter

geschraubter Laschenanschluss:

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

Laschen am Obergurt:

Außenlasche: Dicke $t = 15.0$ mm, Breite $b = 270.0$ mm, Länge $l = 510.0$ mm

Innenlasche: Dicke $t = 15.0$ mm, Breite $b = 100.0$ mm, Länge $l = 510.0$ mm

Schrauben im Obergurt:

3 x 1 Schrauben je Gurthälfte

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, $e_{11} = 45.0$ mm

Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $p_1 = 75.0$ mm

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $w_1 = 90.0$ mm

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen quer zur Zugrichtung $w_2 = 170.0$ mm

Laschen am Untergurt:

Außenlasche: Dicke $t = 15.0$ mm, Breite $b = 270.0$ mm, Länge $l = 510.0$ mm

Innenlasche: Dicke $t = 15.0$ mm, Breite $b = 100.0$ mm, Länge $l = 510.0$ mm

Schrauben im Untergurt:

3 x 1 Schrauben je Gurthälfte

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, $e_{11} = 45.0$ mm

Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $p_1 = 75.0$ mm

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $w_1 = 90.0$ mm

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen quer zur Zugrichtung $w_2 = 170.0$ mm

Laschen am Steg:

2 Laschen: Dicke $t = 8.0$ mm, Breite $b = 325.0$ mm, Länge $l = 350.0$ mm

Abstand Oberkante Lasche von Oberkante Träger (links) $\Delta z_{LW} = 57.5$ mm (Laschen mittig)

Schrauben im Steg:

2 x 4 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 $e_1 = 50.0$ mm, $e_{11} = 50.0$ mm

Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $p_1 = 75.0$ mm

Achsabstand der Schraubenreihen quer zur Zugrichtung $p_2 = 75.0$ mm

mittiger Achsabstand der Schraubenreihen in Zugrichtung $w_1 = 100.0$ mm

Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen (Statik-KOS)

Lk 1: $N_{j,b,Ed} = 300.00$ kN $M_{j,b,Ed} = 400.00$ kNm $V_{j,b,Ed} = 120.00$ kN

Materialsicherheitsbeiwerte

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

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

Laschenstoß

Hinweise

Beulen wird nicht untersucht.

Abstände der Schraubenreihen am Obergurt

Randabstand:	$e_2 = 50.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_2 = 50.0$ mm $< 4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 100.0 mm
Randabstand:	$e_2 = 50.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_2 = 50.0$ mm $< 4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 100.0 mm
Lochabstand:	$p_2 = 170.0$ mm $> 2.4 \cdot d_0 = 62.4$ mm,	$p_2 = 170.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 60.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_1 = 60.0$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 100.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 75.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,	$p_1 = 75.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 45.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_1 = 45.0$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 100.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 90.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,	$p_1 = 90.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm

Abstände der Schraubenreihen am Steg

Randabstand:	$e_2 = 50.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_2 = 50.0$ mm $< 4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 72.0 mm
Lochabstand:	$p_2 = 75.0$ mm $> 2.4 \cdot d_0 = 62.4$ mm,	$p_2 = 75.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 112.0 mm
Randabstand:	$e_2 = 50.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_2 = 50.0$ mm $< 4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 72.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 50.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_1 = 50.0$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 72.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 75.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,	$p_1 = 75.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 112.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 50.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_1 = 50.0$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 72.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 100.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,	$p_1 = 100.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 112.0 mm

Abstände der Schraubenreihen am Untergurt

Randabstand:	$e_2 = 50.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_2 = 50.0$ mm $< 4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 100.0 mm
Randabstand:	$e_2 = 50.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_2 = 50.0$ mm $< 4 \cdot t_{\min} + 40$ mm = 100.0 mm
Lochabstand:	$p_2 = 170.0$ mm $> 2.4 \cdot d_0 = 62.4$ mm,	$p_2 = 170.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 60.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_1 = 60.0$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 100.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 75.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,	$p_1 = 75.0$ mm $< \min(14 \cdot t_{\min}, 200$ mm) = 200.0 mm
Randabstand:	$e_1 = 45.0$ mm $> 1.2 \cdot d_0 = 31.2$ mm,	$e_1 = 45.0$ mm $< 4 \cdot t_1 + 40$ mm = 100.0 mm
Lochabstand:	$p_1 = 90.0$ mm $> 2.2 \cdot d_0 = 57.2$ mm,	$p_1 = 90.0$ 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

$N_{Ed} = 300.00$ kN, $M_{y,Ed} = 400.00$ kNm

Spannungen in den Querschnittspunkten:

Pkt. 1:	$y = 0.0$ mm	$z = 48.0$ mm	$\sigma_x = -89.60$ N/mm ²
Pkt. 2:	$y = 0.0$ mm	$z = 392.0$ mm	$\sigma_x = 148.71$ N/mm ²
Pkt. 3:	$y = 150.0$ mm	$z = 10.5$ mm	$\sigma_x = -115.58$ N/mm ²
Pkt. 4:	$y = -150.0$ mm	$z = 10.5$ mm	$\sigma_x = -115.58$ N/mm ²
Pkt. 5:	$y = 150.0$ mm	$z = 429.5$ mm	$\sigma_x = 174.68$ N/mm ²
Pkt. 6:	$y = -150.0$ mm	$z = 429.5$ mm	$\sigma_x = 174.68$ N/mm ²

Lastaufteilung (Profil) am Bruttoquerschnitt

Obergurt: $N_{fo} = -749.95 \text{ kN}$

Steg: $N_w = 79.94 \text{ kN}$, $M_{y,w} = 39.37 \text{ kNm}$, $V_{z,w} = 120.00 \text{ kN}$

Untergurt: $N_{fu} = 970.01 \text{ kN}$

Obergurt

Schnittgrößen im Flansch: $N = N_{fo} = -749.95 \text{ kN}$

Lastanteile: Außenlasche $f_a = 57.4\%$, je Innenlasche $f_i = 21.3\%$

Träger

Druck

maximale Normalspannung: $\sigma_x = 115.58 \text{ N/mm}^2$ (s.o.)

Nachweis: $\sigma_x = 115.58 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.492 < 1$ **ok.**

Außenlasche

Druck

Drucktragfähigkeit $F_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 951.75 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = 749.95 \text{ kN} < F_{c,Rd}/f_a = 1656.75 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.453 < 1$ **ok.**

Innenlaschen

Druck

Drucktragfähigkeit $F_{c,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 352.50 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = 749.95 \text{ kN} < F_{c,Rd}/f_i = 1656.75 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.453 < 1$ **ok.**

Schrauben

Punktequerschnitt

Maximale Beanspruchung $\max T_i = T_1 = 124.99 \text{ kN}$ bei 6 Schrauben

Abscheren

Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = 173.7 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 124.99 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 173.72 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.720 < 1$ **ok.**

Lochleibung

Flansch: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 258.2 \text{ kN}$

Außenlasche: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 184.4 \text{ kN}$

Innenlaschen: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 184.4 \text{ kN}$

Minimale Lochleibungstragfähigkeit: $\min F_{b,Rd} = 209.35 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_3 = 124.99 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 209.35 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.597 < 1$ **ok.**

Untergurt

Schnittgrößen im Flansch: $N = N_{fu} = 970.01 \text{ kN}$

Lastanteile: Außenlasche $f_a = 57.4\%$, je Innenlasche $f_i = 21.3\%$

Träger

Zug

$A_{net} \cdot 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 1349.91 \text{ kN} < A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1480.50 \text{ kN} \Rightarrow$ Lochabzug berücksichtigen

maximale Normalspannung: $\sigma_x = 174.68 \text{ N/mm}^2$ (s.o.)

Nachweis: $\sigma_x = 174.68 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.743 < 1$ **ok.**

Außenlasche

Zug

Zugtragfähigkeit $F_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd}) = 847.58 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = 970.01 \text{ kN} < F_{t,Rd}/f_a = 1475.42 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.657 < 1$ **ok.**

Innenlaschen

Zug

Zugtragfähigkeit $F_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd}) = 287.71 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = 970.01 \text{ kN} < F_{t,Rd}/f_i = 1352.25 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.717 < 1$ **ok.**

Schrauben

Punktequerschnitt

Maximale Beanspruchung $\max T_i = T_6 = 161.67 \text{ kN}$ bei 6 Schrauben

Abscheren

Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = 173.7 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 161.67 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 173.72 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.931 < 1$ **ok.**

Lochleibung

Flansch: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 258.2 \text{ kN}$

Außenlasche: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 184.4 \text{ kN}$

Innenlaschen: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 184.4 \text{ kN}$

Minimale Lochleibungstragfähigkeit: $\min F_{b,Rd} = 209.35 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_3 = 161.67 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 209.35 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.772 < 1$ **ok.**

Steg

Schnittgrößen im Steg: $N = N_w = 79.94 \text{ kN}$, $M = M_{y,w} = 39.37 \text{ kNm}$, $V = V_{z,w} = 120.00 \text{ kN}$

Lastanteile: Je Lasche $f_a = 50\%$

Träger

Biegung und Schub

$A_{net} \cdot 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 715.39 \text{ kN} < A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 929.66 \text{ kN} \Rightarrow$ Lochabzug berücksichtigen

maximale Normal-, Schubspannung: $\sigma_x = 148.71 \text{ N/mm}^2$ (s.o.), $\tau = V/A_{vz} = 18.24 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $\sigma_x = 148.71 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma_x} = 0.633 < 1$ **ok.**

$\tau = 18.24 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = 135.68 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\tau} = 0.134 < 1$ **ok.**

$\sigma_v = 152.02 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.647 < 1$ **ok.**

Lasche



Biegung und Schub

$A_{net} \cdot 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 458.27 \text{ kN} < A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 611.00 \text{ kN} \Rightarrow$ Lochabzug berücksichtigen

Spannungen in den Querschnittspunkten:

Pkt. 1: $y = 0.0 \text{ mm}$ $z = 0.0 \text{ mm}$ $\sigma_x = -165.67 \text{ N/mm}^2$

Pkt. 2: $y = 0.0 \text{ mm}$ $z = 325.0 \text{ mm}$ $\sigma_x = 210.88 \text{ N/mm}^2$

maximale Normal-, Schubspannung: $\sigma_x = 210.88 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 1.5 \cdot V/A = 34.62 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $\sigma_x = 210.88 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\sigma x} = 0.897 < 1$ **ok.**

$\tau = 34.62 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = 135.68 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_{\tau} = 0.255 < 1$ **ok.**

$\sigma_v = 219.24 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.933 < 1$ **ok.**

Schrauben

Punktequerschnitt

Maximale Beanspruchung $\max T_i = T_4 = 102.43 \text{ kN}$ bei 8 Schrauben

Abscheren

Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = 173.7 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 102.43 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 173.72 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.590 < 1$ **ok.**

Lochleibung

Steg: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 132.3 \text{ kN}$

je Lasche: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = 92.0 \text{ kN}$

Minimale Lochleibungstragfähigkeit: $\min F_{b,Rd} = 132.26 \text{ kN}$

Nachweis: $F_{Ed} = T_1 = 102.43 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 132.26 \text{ kN} \Rightarrow U = 0.774 < 1$ **ok.**

Querschnittstragfähigkeit

plastischer Querschnittsnachweis für $N = 300.00 \text{ kN}$, $M_y = 400.00 \text{ kNm}$, $V_z = 120.00 \text{ kN}$

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

Obergurt: Grenznormalkräfte $N_{max,O} = 1480.50 \text{ kN}$, $N_{min,O} = -1480.50 \text{ kN}$

Untergurt: Grenznormalkräfte $N_{max,U} = 1480.50 \text{ kN}$, $N_{min,U} = -1480.50 \text{ kN}$

Steg: Querkraft $V_s = 120.00 \text{ kN}$, Schubspannung $\tau_s = 2.49 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U_{\tau,s} = 0.184$

Grenznormalkräfte $N_{max,s} = 1113.11 \text{ kN}$, $N_{min,s} = -1113.11 \text{ kN}$

Hauptbieg.: Normalkraft $N = 300.00 \text{ kN}$, Grenznormalkräfte $N_{max} = 4074.11 \text{ kN}$, $N_{min} = -4074.11 \text{ kN} \Rightarrow U_N = 0.074$

Moment $M_y = 400.00 \text{ kNm}$, Grenzmomente $M_{y,max} = 728.46 \text{ kNm}$, $M_{y,min} = -728.46 \text{ kNm} \Rightarrow U_{M_y} = 0.549$

Gesamt (ggf. aus Laststeigerung): $\max U = 0.569 < 1$ **ok.**

Ausnutzungen: Tragfähigkeit $U_{\sigma} = 0.569 < 1$ **ok.**, c/t -Verhältnis $U_{c/t} = 0.283 < 1$ **ok.**

Maximale Ausnutzung

Maximale Ausnutzung: $\max U_{rechts} = 0.933 < 1$ **ok.**

Steg - Laschen

Endergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.933 < 1$ **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