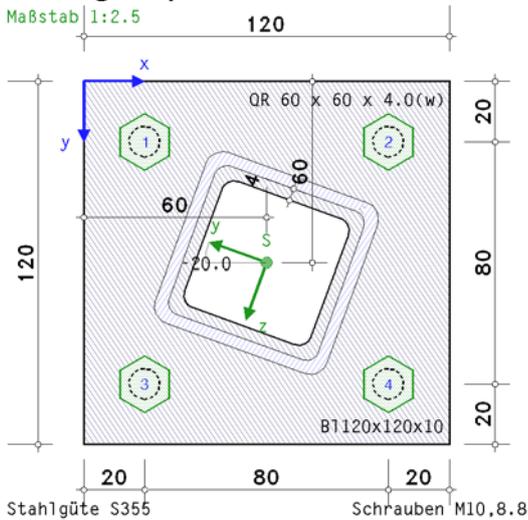


# POS. 15: RECKPLATTE RECKPROFIL GEDREHT

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

4H-EC3FS Version: 2/2025-1b

## 1. Eingabeprotokoll



### Stahlsorte

Stahlgüte S355

### Schrauben

Festigkeitsklasse 8.8, Schraubengröße M10, normale Schlüsselweite

Gewinde in der Scherfuge

### Verbindung

Stirnplatte (rechteckig): Dicke  $t_p = 10.0$  mm, Breite  $b_p = 120.0$  mm, Länge  $l_p = 120.0$  mm

Träger: Profil QR 60 x 60 x 4.0(w)

Verdrehung des Querschnitts um den Profilschwerpunkt  $\beta = -20.0^\circ$

Stirnplatte im Inneren des Hohlprofils ausschneiden

Träger-Stirnplatte: umlaufende Kehlnaht, Nahtdicke  $a = 4.0$  mm

Trägerprofil mittig auf der Stirnplatte (Trägerschwerpunkt in Plattenmitte)

Koordinaten des Trägerschwerpunkts auf der Stirnplatte  $x_s = 60.0$  mm,  $y_s = 60.0$  mm

Schrauben:

gleichmäßige Anordnung der Schrauben, 2 vertikale und 2 horizontale Reihen

Randabstände oben, unten  $e_o = e_u = 20.0$  mm, Schraubenabstände  $p_y = 80.0$  mm

Randabstände links, rechts  $e_l = e_r = 20.0$  mm, Schraubenabstände  $p_x = 80.0$  mm

### Berechnung

Nachweisführung:

Schnittgrößenermittlung (FEM) und Tragfähigkeitsnachweise

Nachweis der Stirnplatte mit dem plastischen Verfahren, Kontaktpressungen nachweisen

Nachweis des Trägerquerschnitts mit dem elastischen Verfahren

Nachweis der Schweißnähte mit dem richtungsbezogenen Verfahren

Nachweis der Schrauben, die Abstände werden überprüft

FEM-Berechnung:

Die Schrauben werden plastisch berechnet, Federkonstante der Schrauben  $c_f = 4066.8$  kN/cm

plastische Grenzkraft  $F_{t,f} = f_{t,f} \cdot F_{t,Rd} = 31.7$  kN,  $f_{t,f} = 0.950$ ,  $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 33.41$  kN,  $k_2 = 0.90$

wirksame Bruchdehnung  $\epsilon_{t,f} = f_{t,\epsilon} \cdot \epsilon_{ub} = 3.0\%$ ,  $f_{t,\epsilon} = 0.250$ ,  $\epsilon_{ub} = 12.0\%$

ohne Vorspannung ( $F_{p,c} = 0$ )

rechnerischer Bettungsmodul der Stirnplatte  $c_b = 21000.0$  kN/cm<sup>3</sup>

Anzahl / Größe der finiten Elemente je Richtung  $n_x / \Delta x = 30 / 4.0$  mm,  $n_y / \Delta y = 30 / 4.0$  mm

max. 50 Iterationsschritte bei einer Toleranzgrenze von 5%

**Schnittgrößen** bezogen auf die Querschnittsachsen

Lk 1:  $N_{Ed} = -0.35$  kN,  $M_{y,Ed} = 0.38$  kNm,  $V_{z,Ed} = 0.23$  kN

$M_z,Ed = 0.00$  kNm,  $V_{y,Ed} = 0.00$  kN

Lk 2:  $N_{Ed} = -2.36$  kN,  $M_{y,Ed} = 1.22$  kNm,  $V_{z,Ed} = -5.40$  kN

$M_z,Ed = -0.03$  kNm,  $V_{y,Ed} = -0.02$  kN

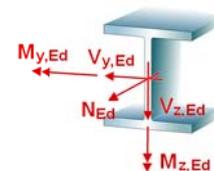
Lk 3:  $N_{Ed} = -3.50$  kN,  $M_{y,Ed} = 3.51$  kNm,  $V_{z,Ed} = 4.45$  kN

$M_z,Ed = 0.04$  kNm,  $V_{y,Ed} = 0.02$  kN

### Materialsicherheitsbeiwerte

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

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



Lokale Beanspruchungen insbesondere des Trägers und der Schweißnähte werden nicht berücksichtigt !

## Ausnutzungen

In der Ausnutzung der Schrauben aus Zug  $U_{t,s}$  ist die minimale plastische Ausnutzung der Verbindung  $U_{pl}$  sowie die plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte  $U_{pl,s}$  enthalten.

Lk	$U_p$	$U_\sigma$	$U_b$	$U_{pl,s}$	$U_{pl,t,s}$	$U_{wt,s}$	$U_{t,s}$	$U_{vt,s}$	$U_{b,s}$	$U_q$	$U_{c/t}$	$U_w$	$U$
1	0.154	0.154	0.045	0.047	0.119	0.018	0.034	0.096	0.001	0.072	0.084	0.074	0.154
2	0.479	0.479	0.140	0.137	0.278	0.056	0.107	0.339	0.027	0.242	0.150	0.247	0.479
3	1.578	1.578	0.760	0.429	0.869	0.391	0.247	0.684	0.035	0.670	0.253	0.688	1.578*

$U_p$ : Ausnutzung der Stirnplatte;  $U_\sigma$ : Ausnutzung der Stirnplatte aus Spannung;  $U_b$ : Ausnutzung der Stirnplatte aus Kontaktpressung  
 $U_{pl,s}$ : minimale plast. Ausnutzung der Verbindung;  $U_{pl,t,s}$ : plast. Ausnutzung der Schraubenzugkräfte;  $U_{wt,s}$ : Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung  
 $U_{t,s}$ : Ausnutzung der Schrauben aus Zug;  $U_{vt,s}$ : Ausnutzung der Schrauben aus Abscheren;  $U_{b,s}$ : Ausnutzung der Schrauben aus Lochleibung  
 $U_q$ : Spannungsausnutzung des Trägers;  $U_{c/t}$ : c/t-Ausnutzung des Trägers;  $U_w$ : Ausnutzung der Schweißnähte  
 $U$ : Gesamtausnutzung  
 \*) maximale Ausnutzung

## 2. Endergebnis

### Maximale Ausnutzung der Stirnplatte aus 3 Lk: max $U_p$ mit Zugehörigen

Kno	x mm	y mm	$u_z$ mm	$b_z$ N/mm <sup>2</sup>	$m_{xx}$ kNm/m	$m_{yy}$ kNm/m	$m_{xy}$ kNm/m	$q_x$ kN/m	$q_y$ kN/m	$U_p$
517	64.0	80.0	0.374	0.00	-10.19	0.25	-1.50	1927.10	838.92	1.578 > 1

x,y: Knotenkoordinaten;  $u_z$ : Verformungen (abhebend positiv);  $b_z$ : Kontaktpressungen (Druck positiv);  $m_{xx}, m_{yy}, m_{xy}$ : Momente  
 $q_x, q_y$ : Querkkräfte;  $q_x, q_y$ : Querkkräfte;  $U_p$ : Ausnutzung der Stirnplatte

### Maximale Ausnutzung der Schrauben aus 3 Lk: max $U_s$ mit Zugehörigen

	x mm	y mm	$F_t$ kN	$U_{wt}$	$U_{vt}$	$U_b$	$U_s$
1	20.0	20.0	5.94	0.024	0.219	0.035	0.247
2	100.0	20.0	0.49	0.002	0.105	0.035	0.247
3	20.0	100.0	31.74	0.391	0.684	0.002	0.684
4	100.0	100.0	30.69	0.221	0.664	0.003	0.664

x,y: Schraubenkoordinaten;  $F_t$ : Schraubenkraft;  $U_{wt}$ : Ausnutzung aus Dehnung;  $U_{vt}$ : Ausnutzung aus Abscheren  
 $U_b$ : Ausnutzung aus Lochleibung;  $U_s$ : Ausnutzung der Schrauben

Maximale Ausnutzung der Stirnplatte [Lk 3]	max $U_p = 1.578 > 1$ <b>nicht ok !!</b>
Maximale Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Lk 3]	max $U_{wt,s} = 0.391 < 1$ <b>ok</b>
Maximale Ausnutzung der Schrauben [Lk 3]	max $U_s = 0.869 < 1$ <b>ok</b>
Maximale Ausnutzung des Trägers [Lk 3]	max $(U_q, U_{c/t}) = 0.670 < 1$ <b>ok</b>
Maximale Ausnutzung der Schweißnähte [Lk 3]	max $U_w = 0.688 < 1$ <b>ok</b>
Maximale Ausnutzung [Lk 3]	max $U = 1.578 > 1$ <b>nicht ok !!</b>

## Tragfähigkeit nicht gewährleistet !!

## 3. 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 1993-1-1:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010  
 EN 1993-1-1/A1, Ergänzungen zur EN 1993-1-1, Ausgabe Juli 2014  
 EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Dezember 2018

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

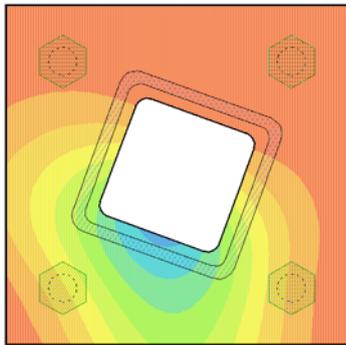
## 4. Lk 3 (maßgebend)

### 4.1. Stirnplatte

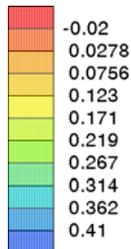
Bemessungsgrößen:  $N = -3.50$  kN,  $M_y = 3.51$  kNm,  $M_z = 0.04$  kNm

### Verformungen $u_z$ [mm]

min  $u_z = -0.0202$  mm, max  $u_z = 0.4079$  mm

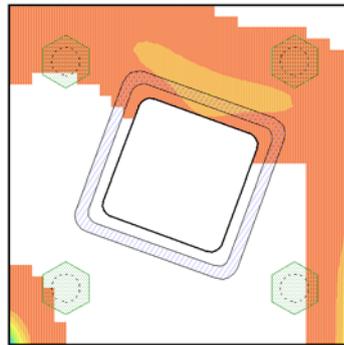


Verformungen abgehend positiv

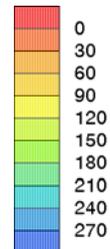


### Kontaktpressungen $b_z$ [N/mm<sup>2</sup>]

min  $b_z = 0.00$  N/mm<sup>2</sup>, max  $b_z = 269.97$  N/mm<sup>2</sup>

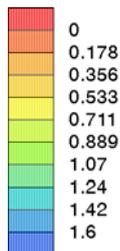
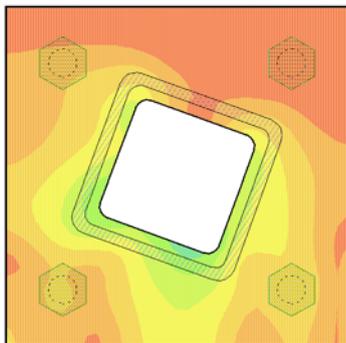


Kontaktpressungen Druck positiv



### Ausnutzung der Stirnplatte $U_p$

min  $U_p = 0.000$ , max  $U_p = 1.578$



### Ausnutzung der Stirnplatte

Kno	x mm	y mm	$u_z$ mm	$b_z$ N/mm <sup>2</sup>	$U_p$
31	0.0	120.0	-0.020	269.97	0.760
454	56.0	76.0	0.408	0.00	1.327 > 1
517	64.0	80.0	0.374	0.00	1.578 > 1

x,y: Knotenkoordinaten;  $u_z$ : Verformungen (abgehend positiv);  $b_z$ : Kontaktpressungen (Druck positiv);  $U_p$ : Ausnutzung der Stirnplatte

### Ausnutzung der Schrauben

	x mm	y mm	w <sub>t</sub> mm	F <sub>t</sub> kN	$\epsilon_{wt}$ %	U <sub>wt</sub>
1	20.0	20.0	0.007	5.94	0.073	0.024
2	100.0	20.0	0.000	0.49	0.005	0.002
3	20.0	100.0	0.117	31.74	1.173	0.391
4	100.0	100.0	0.066	30.69	0.662	0.221

x,y: Schraubenkoordinaten; w<sub>t</sub>: Verformung (Zug positiv); F<sub>t</sub>: Schraubenkraft;  $\epsilon_{wt}$ : Dehnung  
U<sub>wt</sub>: Ausnutzung aus Dehnung

**Ausnutzung der Stirnplatte [Kno 517]  $U_{max} = 1.578 > 1$  nicht ok !!**

**Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Schraube 3]  $U_{s,max} = 0.391 < 1$  ok**

**minimale plastische Ausnutzung der Schrauben  $U_{pl,s,min} = 0.429 < 1$  ok**

**plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte  $U_{pl,t,s} = 0.869 < 1$  ok**

## 4.2. Schrauben

Bemessungsgrößen: min  $F_t = 0.49$  kN, max  $F_t = 31.74$  kN,  $V_z = 4.45$  kN,  $V_y = 0.02$  kN

### Nachweis der Schrauben

$U_{tp}$  Ausnutzung aus Durchstanzen,  $U_{vt}$  Ausnutzung aus Abscheren mit Zug,  $U_b$  Ausnutzung aus Lochleibung, U Ausnutzung der Schrauben

Schraube 1	$U_{tp,1} = 0.046$	$U_{vt,1} = 0.219$	$U_{b,1} = 0.035$	$U_1 = 0.219$
Schraube 2	$U_{tp,2} = 0.004$	$U_{vt,2} = 0.105$	$U_{b,2} = 0.035$	$U_2 = 0.105$
Schraube 3	$U_{tp,3} = 0.247$	$U_{vt,3} = 0.684$	$U_{b,3} = 0.002$	$U_3 = 0.684$
Schraube 4	$U_{tp,4} = 0.239$	$U_{vt,4} = 0.664$	$U_{b,4} = 0.003$	$U_4 = 0.664$
Gesamt:	$U_{tp} = 0.247$	$U_{vt} = 0.684$	$U_b = 0.035$	$U = 0.684 < 1$ ok

In der Ausnutzung der Schrauben max  $U_s$  ist die minimale plastische Ausnutzung der Schrauben min  $U_{pl,s} = 0.429$  sowie die plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte  $U_{pl,t,s} = 0.869$  enthalten.

**Ausnutzung der Schrauben  $U_{max} = 0.869 < 1$  ok**

### 4.3. Träger

elastischer Spannungsnachweis für  $N = -3.50 \text{ kN}$ ,  $M_y = 3.51 \text{ kNm}$ ,  $V_z = 4.45 \text{ kN}$ ,  $M_z = 0.04 \text{ kNm}$

$V_y = 0.02 \text{ kN}$

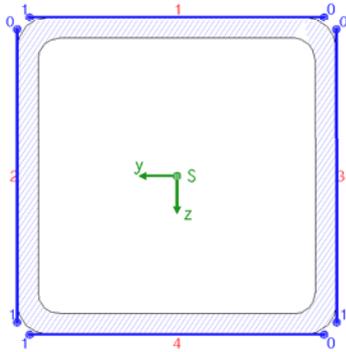
Nachweis:  $\sigma_v = 238.01 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{v,Rd} = 355.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_\sigma = 0.670 < 1$  **ok**

c/t-Nachweis: Ausnutzung  $U_{c/t} = 0.253 < 1$  **ok**

Ausnutzung des Trägers  $\max(U_\sigma, U_{c/t}) = 0.670 < 1$  **ok**

### 4.4. Schweißnähte

Bemessungsgrößen:  $N = -3.50 \text{ kN}$ ,  $M_y = 3.51 \text{ kNm}$ ,  $V_z = 4.45 \text{ kN}$ ,  $M_z = 0.04 \text{ kNm}$ ,  
 $V_y = 0.02 \text{ kN}$



Naht 1:	$a_w = 4.0 \text{ mm}$	$l_w = 55.3 \text{ mm}$
Naht 2:	$a_w = 4.0 \text{ mm}$	$l_w = 55.3 \text{ mm}$
Naht 3:	$a_w = 4.0 \text{ mm}$	$l_w = 55.3 \text{ mm}$
Naht 4:	$a_w = 4.0 \text{ mm}$	$l_w = 55.3 \text{ mm}$

Max:  $\sigma_{1,w,Ed} = 299.86 \text{ N/mm}^2 < f_{1w,d} = 435.56 \text{ N/mm}^2$ ,  
 $\sigma_{2,w,Ed} = 149.93 \text{ N/mm}^2 < f_{2w,d} = 352.80 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_w = 0.688 < 1$  **ok**

Ausnutzung der Schweißnähte  $U_{\max} = 0.688 < 1$  **ok**

### 4.5. Gesamt

Ausnutzung Lk 3  $U_{\max} = 1.578 > 1$  **nicht ok !!**