



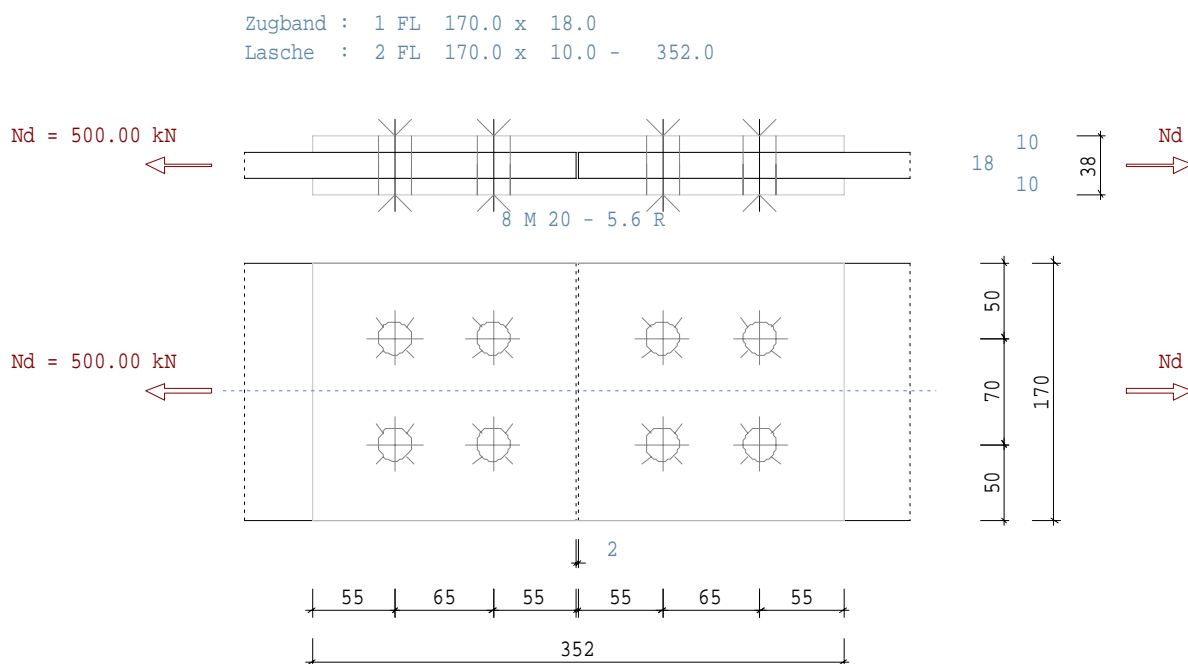
Programmausgabe

Position: ST9_001_Handrechnung, Beispiel: Verbindungen im Stahl- und Verbundbau, 3. Auflage, S.64 ff.

Schraubanschlüsse Stahl (x64) ST9 01/2021E (Frilo R-2023-1/P05)
ZUGSTOSS DIN EN 1993

Maßstab 1 : 5

Die zur Handrechnung zugehörige Stelle im Programmausdruck finden Sie über einen Klick auf die blauen Nummernfelder.



SYSTEM : Profil	n	Dicke t	Höhe h	Länge L	Versatz (mm)
Zugband	1	18.0	170.0		2.0
Lasche	2	10.0	170.0	352.0	

MATERIAL : S235	fyk	fuk	E_Modul	G_Modul (N/mm2)
	235	360	210000	80769

SCHRAUBE : 8 M 20 - 5.6 R	fybk	fubk	F_Klasse	Fv (kN/cm2,kN)
Schaft in Fuge	300.0	500.0	5.6	-

EINWIRKUNG : (Zug positiv)	Nd(kN)	GammaM0	GammaM2
	500.00	1.00	1.25

SCHRAUBENBILD : p1(Mitte)	e1 (Rand)	e2 (Rand)	p2 (Mitte)	(mm)
Zugband	65.0	55.0	50.0	70.0
Lasche	65.0	55.0	50.0	70.0



(je Anschluss) dLoch 22.0 Schraubenreihen 2 Schrauben je Reihe 2 Schrauben gesamt 4

NACHWEIS : 2 - schnittige Verbindung mit 2 * 4 Schrauben (kN)

		Abscheren FvRd	Zugband FbRd,Z	Lasche FbRd,L	min FRd	Anz
Randschraube	Zugband	150.72	216.00	211.64	150.72	2
Randschraube	Lasche	150.72	190.47	240.00	150.72	2
				SUMME :	602.88	

mit Beiwerten		Alphav	Alphad,Z	k1,Z	Alphad,L	k1,L
Randschraube	Zugband	0.60	0.83	2.50	0.73	2.50
Randschraube	Lasche	0.60	0.73	2.50	0.83	2.50

Beanspruchungsgrad Eta = 0.83 Nd / SUMME(VRd) = 500.00 / 602.88 <= 1 Nachweis erfüllt

ZUGSPANNUNG	A	A,netto	Nd	NRd	Eta
	(cm2)	(cm2)	(kN)	(kN)	
Zugband	30.60	22.68	500.00	587.87	0.85 gebohrt
Lasche	34.00	25.20	500.00	653.18	0.77 gebohrt

BLOCKVERSAGEN	Anv	Ant	Veff,Rd	Eta
	(cm2)	(cm2)	(kN)	
Zugband	31.32	8.64	673.8	0.74
Lasche	34.80	9.60	748.6	0.67

MAXIMALE AUSLASTUNG DER VERBINDUNG

Zugbeanspruchung Zugband Eta = 0.85 <= 1



Handrechnung

Die zur Handrechnung zugehörige Stelle im Programmausdruck finden Sie über einen Klick auf die blauen Nummernfelder.

Bemessung eines Zugstoßes aus Flachstählen

Die Handrechnung des Stirnplattenstoßes erfolgt anhand des Beispiels aus „Verbindungen im Stahl- und Verbundbau“, Rolf Kindmann, Michael Stracke, 3. Auflage, S.64 ff.

1) Nachweis auf Abscheren

Schraube M20 5.6 (Schaft in der Scherfuge):

$$F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot \frac{A_s}{\gamma_{M2}} = 0,6 \cdot 50 \text{ kN/cm}^2 \cdot \frac{3,14 \text{ cm}^2}{1,25} = 75,4 \text{ kN}$$

Zweischnittige Verbindung: $\Sigma F_{v,Rd} = 2 \cdot 4 \cdot 75,4 \text{ kN} = 603 \text{ kN}$

$$\text{Nachweis: } \eta = \frac{F_v}{\Sigma F_{v,Rd}} = \frac{500 \text{ kN}}{603 \text{ kN}} = \mathbf{0,83}$$

2) Nachweis auf Lochleibung

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot \frac{t}{\gamma_{M2}}$$

Außenliegende Schrauben

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{55}{3 \cdot 22}; \frac{500}{360}; 1,0 \right\} = \min \{0,833; 1,38; 1,0\} = \mathbf{0,833}$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 = 2,8 \cdot \frac{50}{22} - 1,7 = 4,66 \\ 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7 = 1,4 \cdot \frac{70}{22} - 1,7 = 2,75 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \mathbf{2,5}$$

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t = 2,5 \cdot 0,833 \cdot 36 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \cdot 2,0 \text{ cm} \cdot 1,8 \text{ cm} \cdot \frac{1}{1,25} = 216 \text{ kN}$$

Innenliegende Schrauben:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{65}{3 \cdot 22} - \frac{1}{4}; \frac{500}{360}; 1,0 \right\} = \min \{0,735; 1,38; 1,0\} = \mathbf{0,735}$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7 = 1,4 \cdot \frac{70}{22} - 1,7 = 2,75 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \mathbf{2,5}$$



$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t = 2,5 \cdot 0,735 \cdot 36 \frac{kN}{cm^2} \cdot 2,0cm \cdot 1,8cm \cdot \frac{1}{1,25} = \mathbf{190,5kN}$$

→ maßgebend

Lasche

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{55}{3 \cdot 22}; \frac{500}{360}; 1,0 \right\} = \min \{0,833; 1,38; 1,0\} = \mathbf{0,833}$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 = 2,8 \cdot \frac{50}{22} - 1,7 = 4,66 \\ 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7 = 1,4 \cdot \frac{70}{22} - 1,7 = 2,75 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \mathbf{2,5}$$

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t = 2,5 \cdot 0,833 \cdot 36 \frac{kN}{cm^2} \cdot 2,0cm \cdot 1cm \cdot \frac{1}{1,25} = 119,5kN \cdot 2 = \mathbf{240kN}$$

Innenliegende Schrauben:

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\} = \min \left\{ \frac{65}{3 \cdot 22} - \frac{1}{4}; \frac{500}{360}; 1,0 \right\} = \min \{0,735; 1,38; 1,0\} = \mathbf{0,735}$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1,7 = 1,4 \cdot \frac{70}{22} - 1,7 = 2,75 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \mathbf{2,5}$$

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t = 2,5 \cdot 0,735 \cdot 36 \frac{kN}{cm^2} \cdot 2,0cm \cdot 1cm \cdot \frac{1}{1,25} = 105,84kN \cdot 2 = \mathbf{211,6kN}$$

$$\text{Nachweis: } \eta = \frac{500kN/4}{190,5kN} = \mathbf{0,66}$$

3) Nachweis des Zugbandes und der Zuglasche

Zugband:

$$A = 1,8cm \cdot 17cm = 30,6cm^2$$

$$A_{net} = 30,6cm^2 - 2 \cdot 2,2cm \cdot 1,8cm = 22,68cm^2$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 22,68 \cdot 36}{1,25} = \mathbf{587,87kN}$$

$$\text{Nachweis: } \eta = \frac{500kN}{587,87kN} = \mathbf{0,85}$$

Lasche:

$$A = 2 \cdot 1cm \cdot 17cm = 34cm^2$$

$$A_{net} = 34cm^2 - 2 \cdot 2,2cm \cdot 2,0cm = 25,2cm^2$$



$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 25,2 \cdot 36}{1,25} = 653,18kN$$

9

$$\text{Nachweis: } \eta = \frac{500kN}{653,18kN} = 0,77$$

10

4) Blockversagen

Zugband:

$$A_{nt} = [L_h - (n_v - 1,0) \cdot d_0] \cdot t = [7cm - (2 - 1,0) \cdot 2,2cm] \cdot 1,8cm = 8,64cm^2$$

$$A_{nv} = [L_v - 2 \cdot (n_h - 0,5) \cdot d_0] \cdot t = 2 \cdot [5,5cm + 6,5cm - (2 - 0,5) \cdot 2,2cm] \cdot 1,8cm = 31,32cm^2$$

$$V_{eff,Rd} = \frac{f_u \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{f_y \cdot A_{nv}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{36 \cdot 8,64}{1,25} + \frac{23,5 \cdot 31,32}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 673,8kN$$

$$\text{Nachweis: } \eta = \frac{500kN}{673,8kN} = 0,74$$

11

Lasche:

$$A_{nt} = [L_h - (n_v - 1,0) \cdot d_0] \cdot t = [7cm - (2 - 1,0) \cdot 2,2cm] \cdot 2cm = 9,6cm^2$$

$$A_{nv} = [L_v - 2 \cdot (n_h - 0,5) \cdot d_0] \cdot t = 2 \cdot [5,5cm + 6,5cm - (2 - 0,5) \cdot 2,2cm] \cdot 2cm = 34,8cm^2$$

$$V_{eff,Rd} = \frac{f_u \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{f_y \cdot A_{nv}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{36 \cdot 9,6}{1,25} + \frac{23,5 \cdot 34,8}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 748,6kN$$

$$\text{Nachweis: } \eta = \frac{500kN}{748,6kN} = 0,67$$

12