

8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

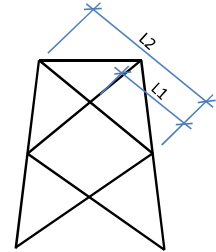
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 1	Position: 182, 183, 220, 221
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-16,74	kN
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	19,06	kN
Stützkraft	S_d	=	17,19	kN

Lastfall: F Teil (Vert.-Last *1,35)
 Lastfall: D Teil (Vert.-Last *1,00)

Ausfuchungsart: **gekreuzte Diagonalen**



Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k	
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	1727	=	1554	mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	893	=	804	mm (um vv-Achse)

Profil:	L	50	x	50	x	5	mm
---------	----------	-----------	----------	-----------	----------	----------	-----------

Querschnittswerte:	A	=	4,80	cm ²
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,44	cm
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	0,97	cm

Herstellungstyp	=	warm gewalzt
Stabstahlgüte	=	S355
Streckgrenze f_y	=	355 N/mm ²
Zugfestigkeit f_u	=	490 N/mm ²
E-Modul	=	210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:
 Plattenschlankeit: $\lambda_{p,1} = b1 / t = 50 / 5 = 10,00 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
 bezogene Plattenschlankeit: $\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660 \Rightarrow \rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:
 Plattenschlankeit: $\lambda_{p,2} = b2 / t = 50 / 5 = 10,00 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
 bezogene Plattenschlankeit: $\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660 \Rightarrow \rho_2 = 1,00$

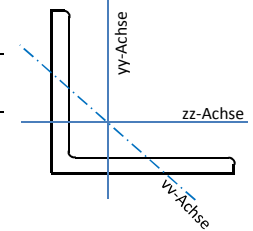
Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 4,80 \text{ cm}^2$

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -155,01 \text{ Druckkraft } -16,74 \text{ kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)}$

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C \Rightarrow Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$
 $S_d / N_d = 1,03 \geq 2/3$
 Stützkraft ist Zugkraft

Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 \Rightarrow$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	82,60	< 200
Biegeknicken um die ζ -Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow$	L_1 / i_{vv}	= 82,60	< 200
			max $\lambda = 82,60$	



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]
 bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,08$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,30$ [1]
 $K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,49$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -76,64 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,22 < 1$ Auslastung: 22%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C \Rightarrow Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} \Rightarrow 5 * b / t = 50,00$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]
 bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,65$ [1]

$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,83$ [1]
 $K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,75$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -116,67 \text{ kN}$

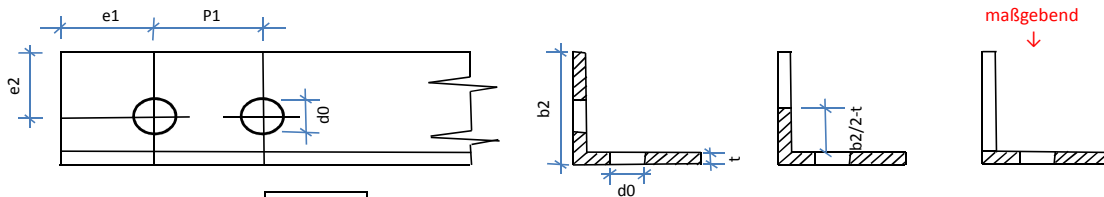
Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,14 < 1$ Auslastung: 14%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 1	Position: 182, 183, 220, 221
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
	Stabstahlgüte = S355				
	Streckgrenze $f_y = 355$ N/mm ²				
	Zugfestigkeit $f_u = 490$ N/mm ²				
Nettofläche A_{net}:	<i>(EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)</i>				
Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b_1 - d_0) * t = 1,60$ cm ²		maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)		
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t = 2,85$ cm ²		nicht maßgebend		
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0,9 * (A - 2 * d_0 * t) = 2,70$ cm ²		nicht maßgebend		
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} = 4,80 / 1,60 = 3,00$		$> 1,14 \Rightarrow$ bei S335 maßgebend!		

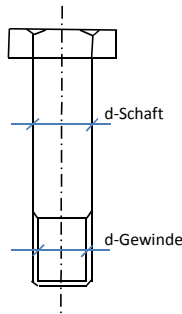


Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} :	1,25
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z} =$	$(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 45,72$ kN <i>(EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)</i>
Zugbeanspruchungsnachweis:	$N_z / N_{R,z} = 0,42 < 1$ Auslastung: 42%

4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:



Schraubengröße :	M 16	Güte :	5.6
Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²
Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} :	1,25		
Scherfläche liegt im	Schnitt 1 Schaft	ggf. Schnitt 2 Schaft	
Faktor α_v :	0,6	0,6	
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01	cm ²
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 48,24$		$\rightarrow \Sigma = 48,24$ kN	\downarrow * n Schrauben
		Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = 48,24$ kN	
maßgebende Normalkraft max N :	19,06 kN (Betrag ohne Vorzeichen)		
Zugbeanspruchungsnachweis:	$maxN / F_{v,Rd} = 0,40 < 1$	Auslastung:	40%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Abstände der Bohrung	Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} :	1,25
e1 = 25 mm	$\alpha_b = 1,20 * e1 / d_0 = 1,67$	
e2 = 25 mm	$\alpha_b = 1,85 * (e1 / d_0 - 0,5) = 1,64$	
P1 = entfällt	$\alpha_b = 2,30 * (e2 / d_0 - 0,5) = 2,04$	
	$\alpha_b = 0,96 * (p1 / d_0 - 0,5) =$ entfällt	
	maßgebend min $\alpha_b = 1,64$	(nach EN 50 341-1)
Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd} = \min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0,8 = 41,26$ kN \rightarrow * n Schrauben = 41,26 kN		
maßgebende Normalkraft max N :	19,06 kN (Betrag ohne Vorzeichen)	
Zugbeanspruchungsnachweis:	$maxN / F_{b,Rd} = 0,46 < 1$	Auslastung: 46%

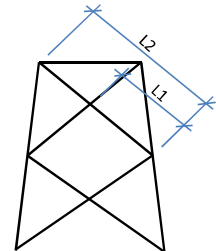
8.2 Ausfachung des Mastschafes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 2	Position: 184, 185, 222, 223
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-57,32	kN	Lastfall: J-2 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	44,52	kN	Lastfall: J-2 Voll
Stützkraft	S_d	=	44,52	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	1824	=	1642 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	942	=	848 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: gekreuzte Diagonalen



Profil:	L	b1	x	b2	x	t	mm
		60		60		6	

Querschnittswerte:	A	=	6,91	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,73	cm	Stabstahlgröße = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	1,17	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlantheit:	$\lambda_{p,1} =$	$b1 / t = 60 / 6 = 10,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlantheit:	$\lambda'_{p,1} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

Plattenschlantheit:	$\lambda_{p,2} =$	$b2 / t = 60 / 6 = 10,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlantheit:	$\lambda'_{p,2} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,91 \text{ cm}^2$
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -222,97 \text{ Druckkraft } -57,32 \text{ kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)}$

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

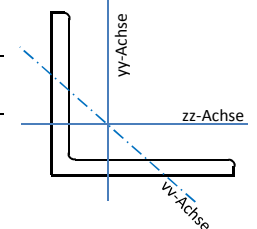
Knickschwerachse C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

	$S_d / N_d =$	0,78	$\geq 2/3$
	Stützkraft ist Zugkraft		
Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	72,52 < 200
Biegeknicken um die Z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	$L_1 / i_{vv} =$	72,52 < 200
		max $\lambda =$	72,52

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]
 bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,95$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,13$ [1]
 $K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{ \Phi^2 - \lambda' * \lambda' }) = 0,57$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ 1,10



Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -127,09 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} =$ 0,45 < 1 Auslastung: 45%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickschwerachse C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} => 5 * b / t = 50,00$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]
 bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,65$ [1]

$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,83$ [1]
 $K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{ \Phi^2 - \lambda' * \lambda' }) = 0,75$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ 1,10

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -167,83 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} =$ 0,34 < 1 Auslastung: 34%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

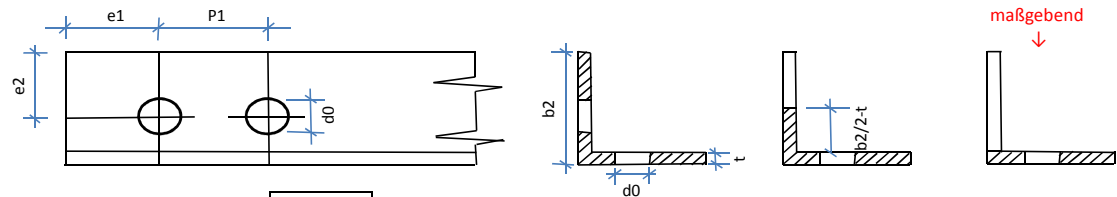
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 2	Position: 184, 185, 222, 223
---------	--	--------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 20	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 22 mm				
				Stabstahlgüte = S355	
				Streckgrenze $f_y = 355$ N/mm ²	
				Zugfestigkeit $f_u = 490$ N/mm ²	

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 : $(b1 - d0) * t = 2,28$ cm² maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)
 Anzahl (n) der Schrauben > 1 : $(b1 - d0 + (b2/2)) * t = 4,08$ cm² nicht maßgebend
 Anschluss an beiden Schenkeln: $0,9 * (A - 2 * d0 * t) = 3,84$ cm² nicht maßgebend
 Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend? $A / A_{net} = 6,91 / 2,28 = 3,03 > 1,14 \Rightarrow$ bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 65,16$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

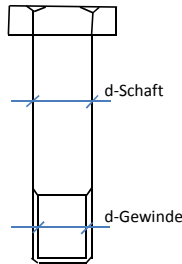
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,68 < 1$ Auslastung: 68%

4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
 Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)



Schraubengröße:	M 20	Güte:	5.6
Schaftquerschnitt A_{sch} :	3,14 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	2,45 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1 Schaft	ggf. Schnitt 2 Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	3,14	3,14 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: $\alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 75,36$ kN

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: **75,36** kN

maßgebende Normalkraft max N : 57,32 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,76 < 1$ Auslastung: 76%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Abstände der Bohrung

e1 =	30	mm
e2 =	30	mm
P1 =		entfällt

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

$\alpha_b = 1,20 * e1 / d0 =$	1,64
$\alpha_b = 1,85 * (e1 / d0 - 0,5) =$	1,60
$\alpha_b = 2,30 * (e2 / d0 - 0,5) =$	1,99
$\alpha_b = 0,96 * (p1 / d0 - 0,5) =$	entfällt

maßgebend min $\alpha_b = 1,60$ (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd}$: $min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0,8 = 60,13$ kN \rightarrow * n Schrauben = **60,13** kN

maßgebende Normalkraft max N : 57,32 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,95 < 1$ Auslastung: 95%

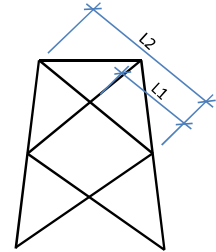
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 3	Position: 186, 187, 224, 225
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-42,38	kN	Lastfall: J-2 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	54,98	kN	Lastfall: J-2 Voll
Stützkraft	S_d	=	54,98	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	1959	=	1763 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1012	=	911 mm (um vv-Achse)

Ausfuchungsart: gekreuzte Diagonalen



Profil:	L	60	x	60	x	6	mm
---------	----------	-----------	----------	-----------	----------	----------	-----------

Querschnittswerte:	A	=	6,91	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,73	cm	Stabstahlgröße = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	1,17	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1} =$	$b1 / t = 60 / 6 = 10,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} =$	$b2 / t = 60 / 6 = 10,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,91 \text{ cm}^2$

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -222,97 \text{ Druckkraft } -42,38 \text{ kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)}$

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

	$S_d / N_d = 1,30$	$\geq 2/3$
	Stützkraft ist Zugkraft	

Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 \Rightarrow$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	77,91	< 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow$	L_1 / i_{vv}	= 77,91	< 200
		max $\lambda = 77,91$		

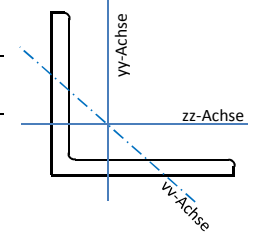
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,02$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,22$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,53$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$



Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -117,86 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,36 < 1$ Auslastung: 36%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} \Rightarrow 5 * b / t = 50,00$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,65$ [1]

$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,83$ [1]

$K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,75$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -167,83 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,25 < 1$ Auslastung: 25%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

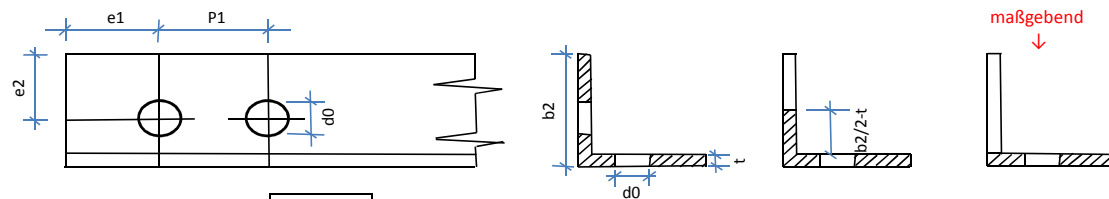
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 3	Position: 186, 187, 224, 225
---------	--	--------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 20	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 22 mm				
				Stabstahlgüte = S355	
				Streckgrenze f_y = 355	N/mm ²
				Zugfestigkeit f_u = 490	N/mm ²

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 : $(b1 - d0) * t = 2,28 \text{ cm}^2$ maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)
 Anzahl (n) der Schrauben > 1 : $(b1 - d0 + (b2/2)) * t = 4,08 \text{ cm}^2$ nicht maßgebend
 Anschluss an beiden Schenkeln: $0,9 * (A - 2 * d0 * t) = 3,84 \text{ cm}^2$ nicht maßgebend
 Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend? $A / A_{net} = 6,91 / 2,28 = 3,03 > 1,14 \Rightarrow$ bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 65,16 \text{ kN}$ (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,84 < 1$ Auslastung: 84%

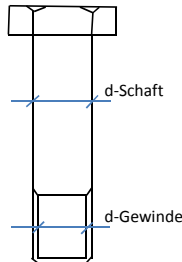
4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
 Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)

Schraubengröße: **M 20** Güte: **5.6**



Schaftquerschnitt A_{sch} : 3,14 cm² Streckgrenze f_{yb} : 300 N/mm²
 Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} : 2,45 cm² Zugfestigkeit f_{ub} : 500 N/mm²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
	↓	↓
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	3,14	3,14 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: $\alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 75,36$ → $\Sigma = 75,36 \text{ kN}$
 ↓ * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: **75,36 kN**

maßgebende Normalkraft max N : 54,98 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,73 < 1$ Auslastung: 73%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Abstände der Bohrung
e1 = **30** mm
e2 = **30** mm
P1 = entfällt

$\alpha_b = 1,20 * e1 / d0 = 1,64$
 $\alpha_b = 1,85 * (e1 / d0 - 0,5) = 1,60$
 $\alpha_b = 2,30 * (e2 / d0 - 0,5) = 1,99$
 $\alpha_b = 0,96 * (p1 / d0 - 0,5) = \text{entfällt}$
maßgebend min $\alpha_b = 1,60$ (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd}$: $min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0,8 = 60,13 \text{ kN} \rightarrow * n \text{ Schrauben} = 60,13 \text{ kN}$

maßgebende Normalkraft max N : 54,98 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,91 < 1$ Auslastung: 91%

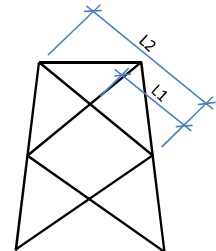
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 4	Position: 188, 189, 226, 227
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-45,32	kN	Lastfall: J-2 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	51,30	kN	Lastfall: J-2 Teil
Stützkraft	S_d	=	42,40	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2063	=	1857 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1065	=	959 mm (um vv-Achse)

Ausfuchungsart: gekreuzte Diagonalen



Profil:	L	50	x	50	x	5	mm
---------	---	----	---	----	---	---	----

Querschnittswerte:	A	=	4,80	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,44	cm	Stabstahlgröße = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	0,97	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1} = b1 / t = 50 / 5 = 10,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	=> $\rho_1 = 1,00$

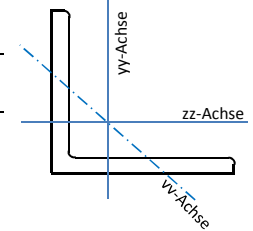
Schenkel 2:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} = b2 / t = 50 / 5 = 10,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 4,80$ cm²
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -155,01$ Druckkraft -45,32 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knicksprungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$	$S_d / N_d = 0,94$	$\geq 2/3$
	Stützkraft ist Zugkraft	
Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse): $\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$ siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	98,51	< 200
Biegeknicken um die Z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	$L_1 / i_{vv} = 98,51$	< 200
	max $\lambda = 98,51$	



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,29$	[1]
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,60$	[1]
$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,39$	[1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -60,98$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,74 < 1$ Auslastung: 74%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knicksprungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$	
Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} => 5 * b / t = 50,00$	

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,65$	[1]
$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,83$	[1]
$K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,75$	[1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -116,67$ kN

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,39 < 1$ Auslastung: 39%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

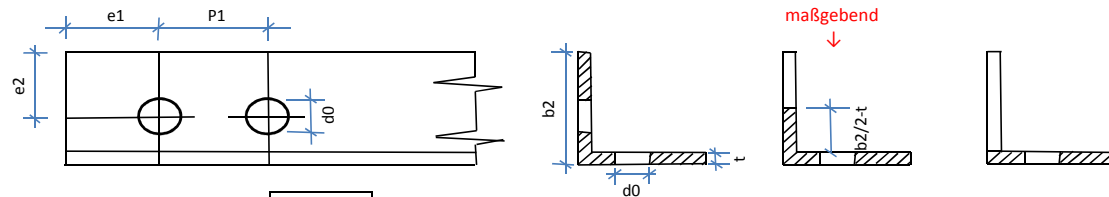
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 4	Position: 188, 189, 226, 227
---------	--	--------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 2	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
	Stabstahlgüte = S355				
	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²				
	Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²				

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 : $(b1 - d0) * t = 1,60 \text{ cm}^2$ nicht maßgebend
 Anzahl (n) der Schrauben > 1 : $(b1 - d0 + (b2/2)) * t = 2,85 \text{ cm}^2$ maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
 Anschluss an beiden Schenkeln: $0,9 * (A - 2 * d0 * t) = 2,70 \text{ cm}^2$ nicht maßgebend
 Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend? $A / A_{net} = 4,80 / 2,85 = 1,69 > 1,14 \Rightarrow$ bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

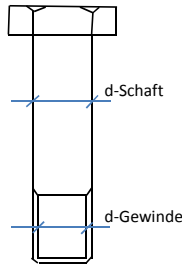
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 81,44 \text{ kN}$ (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,63 < 1$ Auslastung: 63%

4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
 Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:



(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)

Schraubengröße: **M 16** Güte: **5.6**

Schaftquerschnitt A_{sch} : 2,01 cm² Streckgrenze f_{yb} : 300 N/mm²
 Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} : 1,57 cm² Zugfestigkeit f_{ub} : 500 N/mm²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
	↓	↓
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: $\alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 48,24$ → $\Sigma = 48,24 \text{ kN}$
 ↓ * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: **96,48 kN**

maßgebende Normalkraft max N : 51,3 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,53 < 1$ Auslastung: 53%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Abstände der Bohrung

e1 =	25	mm
e2 =	25	mm
p1 =	50	mm

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

$\alpha_b = 1,20 * e1 / d0 = 1,67$
 $\alpha_b = 1,85 * (e1 / d0 - 0,5) = 1,64$
 $\alpha_b = 2,30 * (e2 / d0 - 0,5) = 2,04$
 $\alpha_b = 0,96 * (p1 / d0 - 0,5) = 2,19$
maßgebend min $\alpha_b = 1,64$ (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd}$: $min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0,8 = 41,26 \text{ kN} \rightarrow * n \text{ Schrauben} = 82,51 \text{ kN}$

maßgebende Normalkraft max N : 51,3 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,62 < 1$ Auslastung: 62%

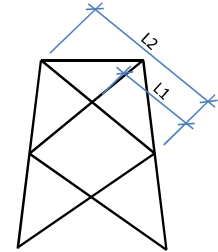
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 5	Position: 190, 191, 228, 229
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-65,91	kN	Lastfall: J-1 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	56,49	kN	Lastfall: J-1 Voll
Stützkraft	S_d	=	56,49	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2004	=	1804 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1029	=	926 mm (um vv-Achse)

Ausfuchungsart: gekreuzte Diagonalen



Profil:	L	b1	x	b2	x	t	
		50		50		6	mm

Querschnittswerte:	A	=	5,69	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy} =$		1,43	cm	Stabstahlgröße = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv} =$		0,97	cm	Streckgrenze $f_y =$ 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit $f_u =$ 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1} =$	$b1 / t = 50 / 6 = 8,33$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,550$	=> $\rho_1 = 1,00$

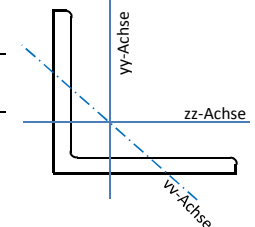
Schenkel 2:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} =$	$b2 / t = 50 / 6 = 8,33$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,550$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 5,69 \text{ cm}^2$
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -183,73 \text{ Druckkraft } -65,91 \text{ kN zulässig!} \quad (EN 50341-1:2001 J.4.3)$

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knicksprunglinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49	$S_d / N_d =$ 0,86	$\geq 2/3$
		Stützkraft ist Zugkraft	
Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	95,63 < 200
Biegeknicken um die Z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	$L_1 / i_{vv} =$	95,63 < 200
		max $\lambda =$	95,63



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	1,25	[1]
$\Phi_{bk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	1,54	[1]
$K_{bk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{ \Phi^2 - \lambda' * \lambda' }) =$	0,41	[1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ 1,10

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -75,31 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} =$ 0,88 < 1 Auslastung: 88%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knicksprunglinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49
Biegedrillknicken:	$\lambda_{BDK} => 5 * b / t = 41,67$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	0,55	[1]
$\Phi_{bdk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	0,73	[1]
$K_{bdk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{ \Phi^2 - \lambda' * \lambda' }) =$	0,82	[1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ 1,10

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -150,16 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} =$ 0,44 < 1 Auslastung: 44%

8.2 Ausfachung des Mastchaftes - Wand X

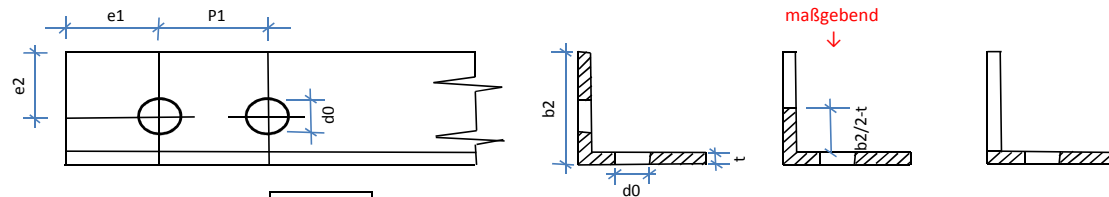
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 5	Position: 190, 191, 228, 229
---------	--	--------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 2	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
				Stabstahlgüte = S355	
				Streckgrenze $f_y = 355$ N/mm ²	
				Zugfestigkeit $f_u = 490$ N/mm ²	

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b_1 - d_0) * t =$	1,92 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t =$	3,42 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d_0 * t) =$	3,18 cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} =$	5,69 / 3,42 = 1,66	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **97,73 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

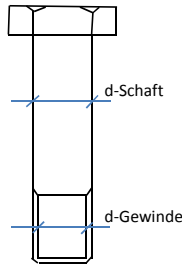
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,58 < 1** Auslastung: 58%

4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)



Schraubengröße : **M 16** Güte : **5.6**

Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} =$ 48,24 - $\rightarrow \Sigma =$ 48,24 kN
↓ * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ 96,48 kN

maßgebende Normalkraft max N : 65,91 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ **0,68 < 1** Auslastung: 68%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Abstände der Bohrung

e1 =	25 mm
e2 =	25 mm
P1 =	50 mm

$\alpha_b = 1.20 * e_1 / d_0 =$	1,67
$\alpha_b = 1.85 * (e_1 / d_0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b = 2.30 * (e_2 / d_0 - 0.5) =$	2,04
$\alpha_b = 0.96 * (p_1 / d_0 - 0.5) =$	2,19
maßgebend min $\alpha_b =$	1,64 (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd} = \min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0.8 =$ 49,51 kN \rightarrow * n Schrauben = 99,01 kN

maßgebende Normalkraft max N : 65,91 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} =$ **0,67 < 1** Auslastung: 67%

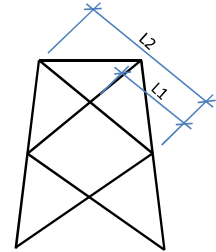
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 6	Position: 192, 193, 230, 231
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-55,15	kN	Lastfall: J-1 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	61,42	kN	Lastfall: J-1 Voll
Stützkraft	S_d	=	61,42	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2135	=	1922 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1096	=	986 mm (um vv-Achse)

Ausfuchungsart: gekreuzte Diagonalen



Profil:	L	50	x	50	x	6	mm
---------	----------	-----------	----------	-----------	----------	----------	-----------

Querschnittswerte:	A	=	5,69	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,43	cm	Stabstahlgröße = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	0,97	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1} = b1 / t = 50 / 6 = 8,33$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,550$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} = b2 / t = 50 / 6 = 8,33$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,550$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 5,69$ cm²

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -183,73$ Druckkraft -55,15 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 1,11$	$\geq 2/3$
Stützkraft ist Zugkraft	

Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	101,86	< 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	L_1 / i_{vv}	= 101,86	< 200
		max $\lambda = 101,86$		

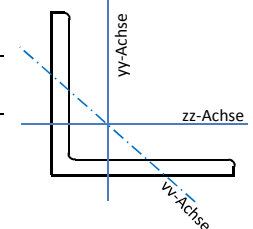
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,33$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,67$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{ \Phi^2 - \lambda' * \lambda' }) = 0,38$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$



Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -68,93$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,80 < 1$ Auslastung: 80%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} => 5 * b / t = 41,67$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,55$ [1]

$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,73$ [1]

$K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{ \Phi^2 - \lambda' * \lambda' }) = 0,82$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -150,16$ kN

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,37 < 1$ Auslastung: 37%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

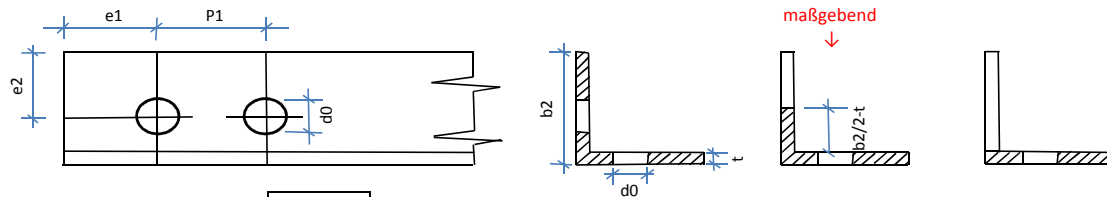
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 6	Position: 192, 193, 230, 231
---------	--	--------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 2	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
	Stabstahlgüte = S355				
	Streckgrenze $f_y = 355$ N/mm ²				
	Zugfestigkeit $f_u = 490$ N/mm ²				

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b_1 - d_0) * t =$	1,92 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t =$	3,42 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d_0 * t) =$	3,18 cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} =$	5,69 / 3,42 = 1,66	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **97,73 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,63 < 1** Auslastung: 63%

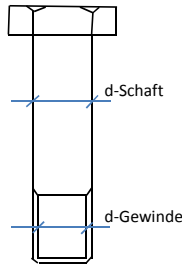
4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)

Schraubengröße : **M 16** Güte : **5.6**



Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} =$ 48,24 - $\rightarrow \Sigma =$ 48,24 kN
 \downarrow * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ 96,48 kN

maßgebende Normalkraft max N : 61,42 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ **0,64 < 1** Auslastung: 64%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Abstände der Bohrung

e1 =	25 mm
e2 =	25 mm
P1 =	52 mm

$\alpha_b = 1.20 * e_1 / d_0 =$	1,67
$\alpha_b = 1.85 * (e_1 / d_0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b = 2.30 * (e_2 / d_0 - 0.5) =$	2,04
$\alpha_b = 0.96 * (p_1 / d_0 - 0.5) =$	2,29
maßgebend min $\alpha_b =$	1,64 (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd} = \min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0.8 =$ 49,51 kN \rightarrow * n Schrauben = 99,01 kN

maßgebende Normalkraft max N : 61,42 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} =$ **0,62 < 1** Auslastung: 62%

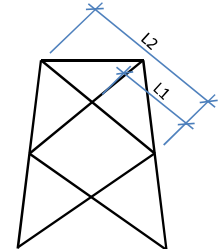
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 7	Position: 194, 195, 232, 233
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-56,63	kN	Lastfall: J-1 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	53,60	kN	Lastfall: J-1 Voll
Stützkraft	S_d	=	53,60	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2208	=	1987 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1132	=	1019 mm (um vv-Achse)

Ausfuchungsart: gekreuzte Diagonalen



Profil:	L	50	x	50	x	t	6	mm
---------	---	----	---	----	---	---	---	----

Querschnittswerte:	A	=	5,69	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,43	cm	Stabstahlgüte = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	0,97	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlantheit:	$\lambda_{p,1} =$	$b1 / t = 50 / 6 = 8,33$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlantheit:	$\lambda'_{p,1} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,550$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

Plattenschlantheit:	$\lambda_{p,2} =$	$b2 / t = 50 / 6 = 8,33$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlantheit:	$\lambda'_{p,2} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,550$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 5,69$ cm²

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -183,73$ Druckkraft -56,63 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickschwerachse C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

	$S_d / N_d = 0,95$	$\geq 2/3$
	Stützkraft ist Zugkraft	

Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	105,20	< 200
Biegeknicken um die Z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	L_1 / i_{vv}	= 105,20	< 200
		max $\lambda =$	105,20	

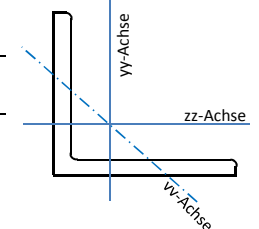
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,38$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,74$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{ \Phi^2 - \lambda' * \lambda' }) = 0,36$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ 1,10



Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -65,76$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} =$ 0,86 < 1 Auslastung: 86%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickschwerachse C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} => 5 * b / t = 41,67$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,55$ [1]

$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,73$ [1]

$K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{ \Phi^2 - \lambda' * \lambda' }) = 0,82$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ 1,10

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -150,16$ kN

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} =$ 0,38 < 1 Auslastung: 38%

8.2 Ausfachung des Mastchaftes - Wand X

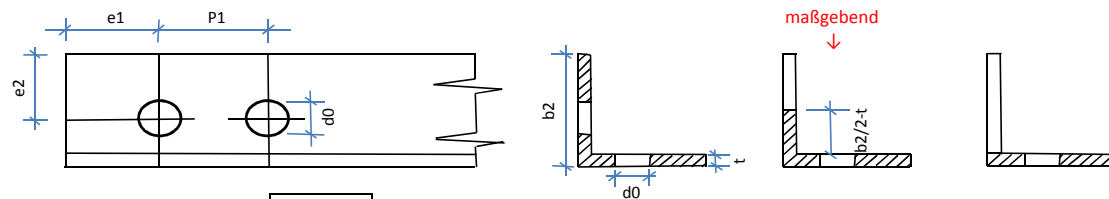
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 7	Position: 194, 195, 232, 233
---------	--	--------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 2	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
	Stabstahlgüte = S355				
	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²				
	Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²				

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b_1 - d_0) * t =$	1,92 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t =$	3,42 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d_0 * t) =$	3,18 cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} =$	5,69 / 3,42 = 1,66	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **97,73 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

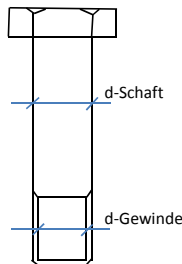
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,55 < 1** Auslastung: 55%

4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)



Schraubengröße : **M 16** Güte : **5.6**

Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} =$ 48,24 - $\rightarrow \Sigma =$ 48,24 kN
↓ * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ 96,48 kN

maßgebende Normalkraft max N : 56,63 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ **0,59 < 1** Auslastung: 59%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Abstände der Bohrung

e1 =	25 mm
e2 =	25 mm
P1 =	52 mm

$\alpha_b =$	$1.20 * e1 / d_0 =$	1,67
$\alpha_b =$	$1.85 * (e1 / d_0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b =$	$2.30 * (e2 / d_0 - 0.5) =$	2,04
$\alpha_b =$	$0.96 * (p1 / d_0 - 0.5) =$	2,29

maßgebend min $\alpha_b =$ 1,64 (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd} = \min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0.8 =$ 49,51 kN \rightarrow * n Schrauben = 99,01 kN

maßgebende Normalkraft max N : 56,63 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} =$ **0,57 < 1** Auslastung: 57%

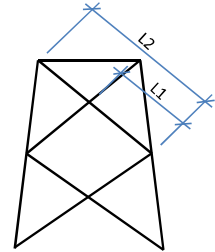
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 8	Position: 196, 197, 234, 235
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-51,75	kN	Lastfall: J-1 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	52,48	kN	Lastfall: J-1 Voll
Stützkraft	S_d	=	52,48	kN	

Ausfachungsart: gekreuzte Diagonalen



Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k	
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2343	=	2109	mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1202	=	1082	mm (um vv-Achse)

Profil:	L	50	x	50	x	6	mm
---------	----------	-----------	----------	-----------	----------	----------	-----------

Querschnittswerte:	A	=	5,69	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,43	cm	Stabstahlgüte = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	0,97	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1} =$	$b1 / t =$	$50 / 6 =$	8,33	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} =$	$0,550$		=> $\rho_1 = 1,00$

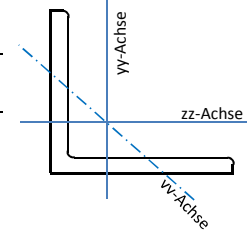
Schenkel 2:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} =$	$b2 / t =$	$50 / 6 =$	8,33	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} =$	$0,550$		=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche:	$A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] =$	5,69	cm ²
Druckspannungsnachweis:	$N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} :$	-183,73	Druckkraft -51,75 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49	$S_d / N_d =$	1,01	$\geq 2/3$
		Stützkraft ist Zugkraft		
Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	111,71	< 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	L_1 / i_{vv}	= 111,71	< 200
		max $\lambda =$	111,71	



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	1,46	[1]
$\Phi_{bk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	1,88	[1]
$K_{bk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$	0,33	[1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ **1,10**

Knickbeanspruchbarkeit BK:	$N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$	-60,11	kN
----------------------------	--	---------------	----

Stabilitätsnachweis Biegeknicken:	$N_d / N_{R,d} =$	0,86 < 1	Auslastung: 86%
-----------------------------------	-------------------	--------------------	------------------------

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49	
Biegedrillknicken:	$\lambda_{BDK} => 5 * b / t =$	41,67

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	0,55	[1]
$\Phi_{bdk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	0,73	[1]
$K_{bdk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$	0,82	[1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ **1,10**

Knickbeanspruchbarkeit BDK:	$N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$	-150,16	kN
-----------------------------	--	----------------	----

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken:	$N_d / N_{R,d} =$	0,34 < 1	Auslastung: 34%
--	-------------------	--------------------	------------------------

8.2 Ausfachung des Mastchaftes - Wand X

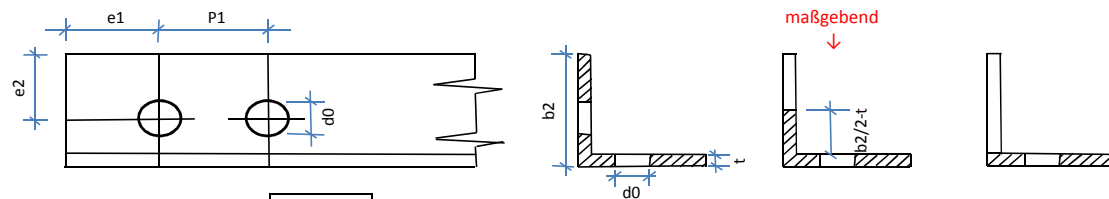
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 8	Position: 196, 197, 234, 235
---------	--	--------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 2	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
	Stabstahlgüte = S355				
	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²				
	Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²				

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b_1 - d_0) * t =$	1,92 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t =$	3,42 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d_0 * t) =$	3,18 cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} =$	5,69 / 3,42 = 1,66	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **97,73 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

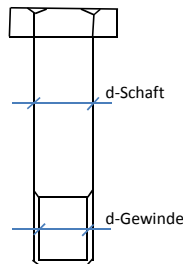
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,54 < 1** Auslastung: 54%

4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)



Schraubengröße : **M 16** Güte : **5.6**

Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} =$ 48,24 → $\Sigma =$ 48,24 kN
↓ * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ 96,48 kN

maßgebende Normalkraft max N : 52,48 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ **0,54 < 1** Auslastung: 54%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Abstände der Bohrung

e1 =	25 mm
e2 =	25 mm
P1 =	52 mm

$\alpha_b = 1.20 * e_1 / d_0 =$	1,67
$\alpha_b = 1.85 * (e_1 / d_0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b = 2.30 * (e_2 / d_0 - 0.5) =$	2,04
$\alpha_b = 0.96 * (p_1 / d_0 - 0.5) =$	2,29
maßgebend min $\alpha_b =$	1,64 (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd} = \min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0.8 =$ 49,51 kN → * n Schrauben = 99,01 kN

maßgebende Normalkraft max N : 52,48 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} =$ **0,53 < 1** Auslastung: 53%

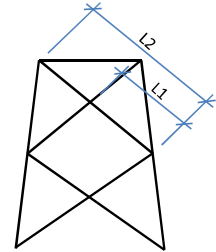
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 9	Position: 198, 199, 236, 237
---------	--	--------------------------	------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-48,94	kN	Lastfall: J-1 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	49,28	kN	Lastfall: J-1 Voll
Stützkraft	S_d	=	49,28	kN	

Ausfuchungsart: gekreuzte Diagonalen



Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k	
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2422	=	2180	mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1241	=	1117	mm (um vv-Achse)

Profil:	L	50	x	50	x	6	mm
---------	----------	-----------	----------	-----------	----------	----------	-----------

Querschnittswerte:	A	=	5,69	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,43	cm	Stabstahlgüte = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	0,97	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1} = b1 / t = 50 / 6 = 8,33$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,550$	=> $\rho_1 = 1,00$

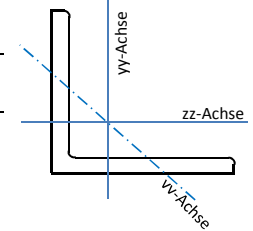
Schenkel 2:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} = b2 / t = 50 / 6 = 8,33$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,550$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche:	$A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] =$	5,69	cm ²
Druckspannungsnachweis:	$N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} :$	-183,73	Druckkraft -48,94 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49	$S_d / N_d = 1,01$	$\geq 2/3$
		Stützkraft ist Zugkraft	
Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	115,33 < 200
Biegeknicken um die Z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	L_1 / i_{vv}	= 115,33 < 200
		max $\lambda = 115,33$	



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	1,51	[1]
$\Phi_{bk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	1,96	[1]
$K_{bk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$	0,31	[1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ 1,10

Knickbeanspruchbarkeit BK:	$N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$	-57,23	kN
----------------------------	--	---------------	----

Stabilitätsnachweis Biegeknicken:	$N_d / N_{R,d} =$	0,86 < 1	Auslastung: 86%
-----------------------------------	-------------------	----------	-----------------

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49	
Biegedrillknicken:	$\lambda_{BDK} => 5 * b / t =$	41,67

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	0,55	[1]
$\Phi_{bdk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	0,73	[1]
$K_{bdk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$	0,82	[1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ 1,10

Knickbeanspruchbarkeit BDK:	$N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$	-150,16	kN
-----------------------------	--	----------------	----

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken:	$N_d / N_{R,d} =$	0,33 < 1	Auslastung: 33%
--	-------------------	----------	-----------------

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

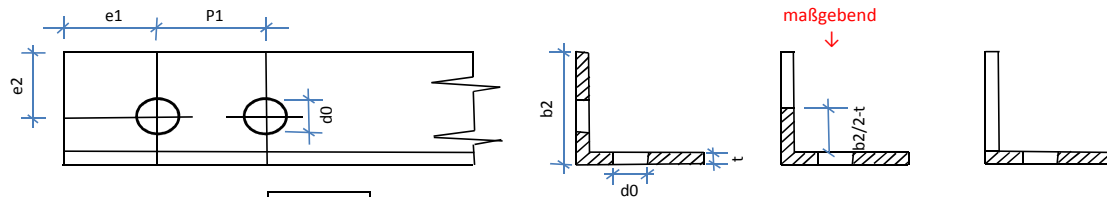
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 9	Position: 198, 199, 236, 237
---------	--	--------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 2	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
	Stabstahlgüte = S355				
	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²				
	Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²				

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 : $(b_1 - d_0) * t = 1,92 \text{ cm}^2$ nicht maßgebend
 Anzahl (n) der Schrauben > 1 : $(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t = 3,42 \text{ cm}^2$ maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
 Anschluss an beiden Schenkeln: $0,9 * (A - 2 * d_0 * t) = 3,18 \text{ cm}^2$ nicht maßgebend
 Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend? $A / A_{net} = 5,69 / 3,42 = 1,66 > 1,14 \Rightarrow$ bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 97,73 \text{ kN}$ (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

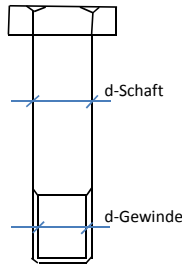
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,50 < 1$ Auslastung: 50%

4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
 Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)



Schraubengröße: **M 16** Güte: **5.6**

Schaftquerschnitt A_{sch} : 2,01 cm² Streckgrenze f_{yb} : 300 N/mm²
 Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} : 1,57 cm² Zugfestigkeit f_{ub} : 500 N/mm²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
	↓	↓
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: $\alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 48,24$ kN

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: $\rightarrow \Sigma = 48,24 \text{ kN}$
 ↓ * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: **96,48 kN**

maßgebende Normalkraft max N : 49,28 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,51 < 1$ Auslastung: 51%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Abstände der Bohrung

e1 = **25** mm
 e2 = **25** mm
 P1 = **51** mm

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

$\alpha_b = 1,20 * e_1 / d_0 = 1,67$
 $\alpha_b = 1,85 * (e_1 / d_0 - 0,5) = 1,64$
 $\alpha_b = 2,30 * (e_2 / d_0 - 0,5) = 2,04$
 $\alpha_b = 0,96 * (p_1 / d_0 - 0,5) = 2,24$

maßgebend min α_b = 1,64 (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd}$: $min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0,8 = 49,51 \text{ kN} \rightarrow * n \text{ Schrauben} = 99,01 \text{ kN}$

maßgebende Normalkraft max N : 49,28 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,50 < 1$ Auslastung: 50%

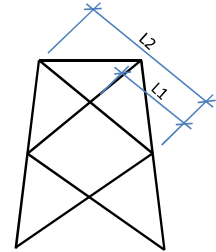
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand X Feld 10	Position: 200, 201, 238, 239
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-47,43	kN	Lastfall: J-1 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	45,80	kN	Lastfall: J-1 Voll
Stützkraft	S_d	=	45,80	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2562	=	2306 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1314	=	1183 mm (um vv-Achse)

Ausfuchungsart: **gekreuzte Diagonalen**



Profil:	L	55	x	55	x	5	mm
---------	----------	-----------	----------	-----------	----------	----------	-----------

Querschnittswerte:	A	=	5,32	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,66	cm	Stabstahlgüte = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	1,07	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1} =$	$b1 / t = 55 / 5 = 11,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,726$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} =$	$b2 / t = 55 / 5 = 11,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,726$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 5,32$ cm²

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -171,69$ Druckkraft -47,43 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

	$S_d / N_d = 0,97$	$\geq 2/3$
	Stützkraft ist Zugkraft	

Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	110,52	< 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	L_1 / i_{vv}	= 110,52	< 200
		max $\lambda = 110,52$		

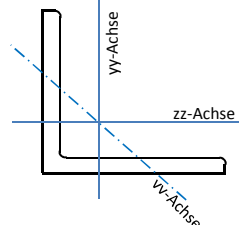
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,45$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,85$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,33$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$



Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -57,09$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,83 < 1$ Auslastung: 83%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} => 5 * b / t = 55,00$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,72$ [1]

$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,89$ [1]

$K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,71$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -122,31$ kN

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,39 < 1$ Auslastung: 39%

8.2 Ausfachung des Mastchaftes - Wand X

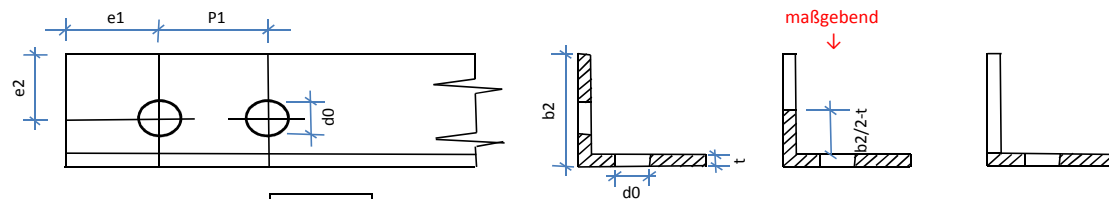
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand X Feld 10	Position: 200, 201, 238, 239
---------	--	---------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 2	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
	Stabstahlgüte = S355				
	Streckgrenze $f_y = 355$ N/mm ²				
	Zugfestigkeit $f_u = 490$ N/mm ²				

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t = 1,85$ cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t = 3,23$ cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0,9 * (A - 2 * d0 * t) = 3,17$ cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} = 5,32 / 3,23 = 1,65$	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 92,16$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

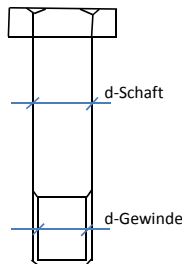
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,50 < 1$ Auslastung: 50%

4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)



Schraubengröße : **M 16** Güte : **5.6**

Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01	cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300	N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57	cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500	N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01
		cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 48,24$ kN

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = 96,48$ kN

maßgebende Normalkraft max N : 47,43 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,49 < 1$ Auslastung: 49%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Abstände der Bohrung

e1 =	25	mm
e2 =	27	mm
P1 =	50	mm

$\alpha_b = 1,20 * e1 / d0 =$	1,67
$\alpha_b = 1,85 * (e1 / d0 - 0,5) =$	1,64
$\alpha_b = 2,30 * (e2 / d0 - 0,5) =$	2,30
$\alpha_b = 0,96 * (p1 / d0 - 0,5) =$	2,19
maßgebend min $\alpha_b =$	1,64 (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd} = \min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0,8 = 41,26$ kN \rightarrow * n Schrauben = 82,51 kN

maßgebende Normalkraft max N : 47,43 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,57 < 1$ Auslastung: 57%

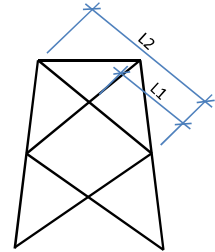
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand X Feld 11	Position: 202, 203, 240, 241
---------	--	---------------------------	------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-42,72	kN	Lastfall: J-1 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	45,32	kN	Lastfall: J-1 Voll
Stützkraft	S_d	=	45,32	kN	

Ausfuchungsart: gekreuzte Diagonalen



Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k	
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2649	=	2384	mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1356	=	1220	mm (um vv-Achse)

Profil:	L	55	x	55	x	5	mm
---------	---	-----------	---	-----------	---	----------	----

Querschnittswerte:	A	=	5,32	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,66	cm	Stabstahlgüte = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	1,07	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1} =$	$b1 / t = 55 / 5 = 11,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{(t * 235 / f_y)} = 0,726$	=> $\rho_1 = 1,00$

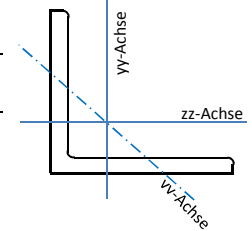
Schenkel 2:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} =$	$b2 / t = 55 / 5 = 11,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{(t * 235 / f_y)} = 0,726$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche:	$A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] =$	5,32	cm ²
Druckspannungsnachweis:	$N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} :$	-171,69	Druckkraft -42,72 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49	$S_d / N_d = 1,06$	$\geq 2/3$
		Stützkraft ist Zugkraft	
Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	114,06 < 200
Biegeknicken um die Z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	L_1 / i_{vv}	= 114,06 < 200
		max $\lambda =$	114,06



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{(E / f_y)} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{(A_{eff} / A)} =$	1,49	[1]
$\Phi_{bk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	1,93	[1]
$K_{bk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{(\Phi^2 - \lambda' * \lambda')}) =$	0,32	[1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ 1,10

Knickbeanspruchbarkeit BK:	$N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$	-54,41	kN
----------------------------	--	--------	----

Stabilitätsnachweis Biegeknicken:	$N_d / N_{R,d} =$	0,79 < 1	Auslastung: 79%
-----------------------------------	-------------------	----------	-----------------

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49
Biegedrillknicken:	$\lambda_{BDK} => 5 * b / t = 55,00$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{(E / f_y)} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{(A_{eff} / A)} =$	0,72	[1]
$\Phi_{bdk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	0,89	[1]
$K_{bdk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{(\Phi^2 - \lambda' * \lambda')}) =$	0,71	[1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ 1,10

Knickbeanspruchbarkeit BDK:	$N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$	-122,31	kN
-----------------------------	--	---------	----

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken:	$N_d / N_{R,d} =$	0,35 < 1	Auslastung: 35%
--	-------------------	----------	-----------------

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

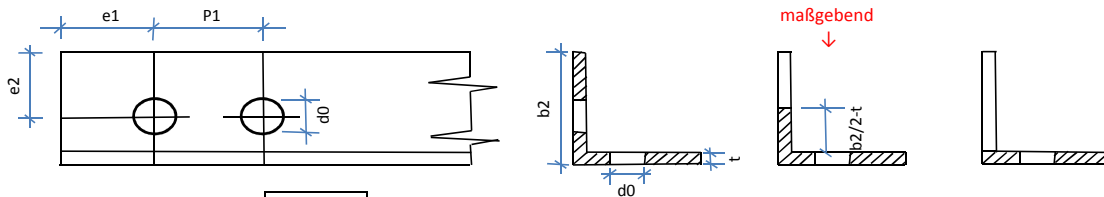
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand X Feld 11	Position: 202, 203, 240, 241
---------	--	---------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 2	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	$d_0 =$ 18 mm				
	Stabstahlgüte = S355				
	Streckgrenze $f_y = 355$ N/mm ²				
	Zugfestigkeit $f_u = 490$ N/mm ²				

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 : $(b_1 - d_0) * t = 1,85$ cm² nicht maßgebend
 Anzahl (n) der Schrauben > 1 : $(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t = 3,23$ cm² maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
 Anschluss an beiden Schenkeln: $0,9 * (A - 2 * d_0 * t) = 3,17$ cm² nicht maßgebend
 Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend? $A / A_{net} = 5,32 / 3,23 = 1,65 > 1,14 \Rightarrow$ bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

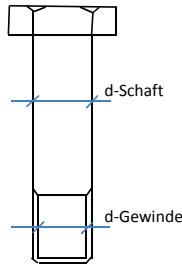
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 92,16$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,49 < 1$ Auslastung: 49%

4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
 Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:



(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)

Schraubengröße: **M 16** Güte: **5.6**

Schaftquerschnitt A_{sch} : 2,01 cm² Streckgrenze f_{yb} : 300 N/mm²
 Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} : 1,57 cm² Zugfestigkeit f_{ub} : 500 N/mm²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: $\alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 48,24$ kN

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: $\rightarrow \Sigma = 96,48$ kN

maßgebende Normalkraft max N : 45,32 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,47 < 1$ Auslastung: 47%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Abstände der Bohrung

e1 =	25	mm
e2 =	27	mm
P1 =	50	mm

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

$\alpha_b = 1,20 * e_1 / d_0 = 1,67$
 $\alpha_b = 1,85 * (e_1 / d_0 - 0,5) = 1,64$
 $\alpha_b = 2,30 * (e_2 / d_0 - 0,5) = 2,30$
 $\alpha_b = 0,96 * (p_1 / d_0 - 0,5) = 2,19$

maßgebend min $\alpha_b = 1,64$ (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd}$: $min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0,8 = 41,26$ kN \rightarrow * n Schrauben = **82,51** kN

maßgebende Normalkraft max N : 45,32 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,55 < 1$ Auslastung: 55%

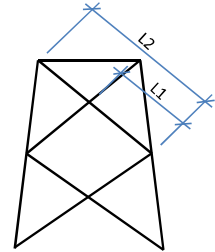
8.2 Ausfuchung des Mastchaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand X Feld 12	Position: 204, 2042, 205, 2052, 242, 2422, 243, 2432
----------------	---	----------------------------------	---

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-44,18	kN	Lastfall: J-1 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	40,43	kN	Lastfall: J-1 Voll
Stützkraft	S_d	=	40,43	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2795	=	2516 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1432	=	1289 mm (um vv-Achse)

Ausfuchungsart: **gekreuzte Diagonalen**



Profil:	L	55	x	55	x	5	mm
---------	---	----	---	----	---	---	----

Querschnittswerte:	A	=	5,32	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,66	cm	Stabstahlgüte = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	1,07	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlantheit: $\lambda_{p,1} = b1 / t = 55 / 5 = 11,00 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig

bezogene Plattenschlantheit: $\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,726 \Rightarrow \rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

Plattenschlantheit: $\lambda_{p,2} = b2 / t = 55 / 5 = 11,00 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig

bezogene Plattenschlantheit: $\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,726 \Rightarrow \rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 5,32 \text{ cm}^2$

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -171,69 \text{ Druckkraft } -44,18 \text{ kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)}$

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C \Rightarrow Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 0,92 \geq 2/3$
Stützkraft ist Zugkraft

Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse): $\lambda_{BK,X} = \lambda_2 \Rightarrow$ siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3 $120,45 < 200$

Biegeknicken um die ζ -Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,\zeta} = \lambda_1 \Rightarrow L_1 / i_{vv} = 120,45 < 200$

max $\lambda = 120,45$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41 [1]$

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,58 [1]$

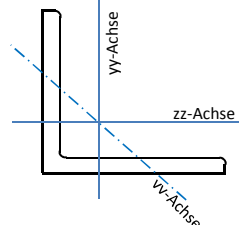
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 2,08 [1]$

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,29 [1]$

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -49,97 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,88 < 1$ Auslastung: 88%



2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C \Rightarrow Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} \Rightarrow 5 * b / t = 55,00$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41 [1]$

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,72 [1]$

$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,89 [1]$

$K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,71 [1]$

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -122,31 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,36 < 1$ Auslastung: 36%

8.2 Ausfachung des Mastchaftes - Wand X

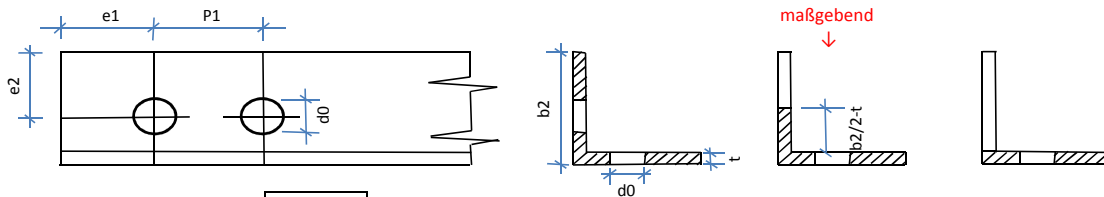
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand X Feld 12	Position: 204, 2042, 205, 2052, 242, 2422, 243, 2432
---------	--	---------------------------	--

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 2	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
	Stabstahlgüte = S355				
	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²				
	Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²				

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b_1 - d_0) * t =$	1,85 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t =$	3,23 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d_0 * t) =$	3,17 cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} =$	5,32 / 3,23 = 1,65	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **92,16 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,44 < 1** Auslastung: 44%

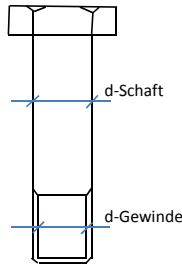
4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)

Schraubengröße : **M 16** Güte : **5.6**



Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} =$ 48,24 $\rightarrow \Sigma =$ **48,24 kN**
 \downarrow * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ 96,48 kN

maßgebende Normalkraft maxN : 44,18 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ **0,46 < 1** Auslastung: 46%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Abstände der Bohrung

e1 =	25 mm
e2 =	25 mm
P1 =	47 mm

$\alpha_b = 1.20 * e_1 / d_0 =$	1,67
$\alpha_b = 1.85 * (e_1 / d_0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b = 2.30 * (e_2 / d_0 - 0.5) =$	2,04
$\alpha_b = 0.96 * (p_1 / d_0 - 0.5) =$	2,03
maßgebend min $\alpha_b =$	1,64 (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd} = \min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0.8 =$ 41,26 kN \rightarrow * n Schrauben = 82,51 kN

maßgebende Normalkraft maxN : 44,18 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} =$ **0,54 < 1** Auslastung: 54%

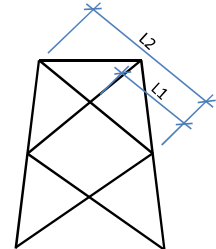
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 4 - Wand X Feld 13	Position: 207, 208, 245, 246
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-29,99	kN	Lastfall: J-1 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	31,78	kN	Lastfall: J-1 Voll
Stützkraft	S_d	=	31,78	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	3053	=	2748 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1639	=	1475 mm (um vv-Achse)

Ausfuchungsart: gekreuzte Diagonalen



Profil:	L 55	x	55	x	5	mm
---------	-------------	----------	-----------	----------	----------	-----------

Querschnittswerte:	A	=	5,32	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,66	cm	Stabstahlgröße = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	1,07	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1} = b1 / t = 55 / 5 = 11,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,726$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} = b2 / t = 55 / 5 = 11,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,726$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 5,32$ cm²

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -171,69$ Druckkraft -29,99 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 1,06$	$\geq 2/3$
Stützkraft ist Zugkraft	

Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	137,86	< 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	L_1 / i_{vv}	= 137,86	< 200
		max $\lambda = 137,86$		

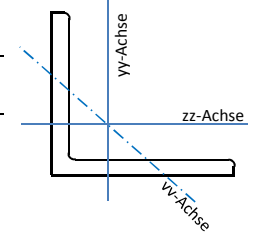
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,80$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 2,52$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,23$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$



Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -40,11$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,75 < 1$ Auslastung: 75%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} => 5 * b / t = 55,00$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,72$ [1]

$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,89$ [1]

$K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,71$ [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -122,31$ kN

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,25 < 1$ Auslastung: 25%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

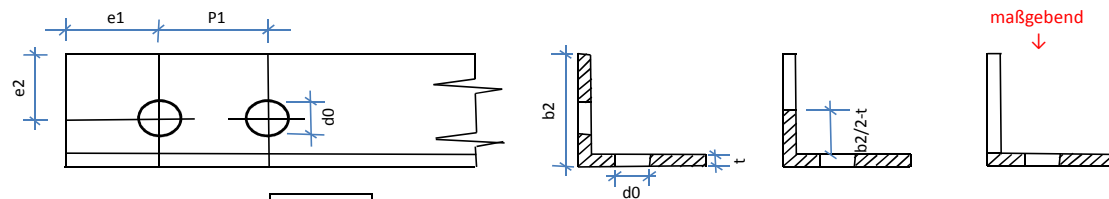
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 4 - Wand X Feld 13	Position: 207, 208, 245, 246
---------	--	---------------------------	------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
				Stabstahlgüte = S355	
				Streckgrenze f_y = 355	N/mm ²
				Zugfestigkeit f_u = 490	N/mm ²

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t =$	1,85 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t =$	3,23 cm ²	nicht maßgebend
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d0 * t) =$	3,17 cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} =$	5,32 / 1,85 = 2,88	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

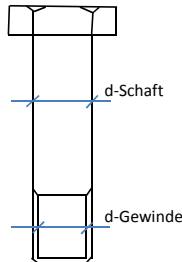
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **52,87 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,60 < 1** Auslastung: 60%

4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:



(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)

Schraubengröße : **M 16** Güte : **5.6**

Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} =$ 48,24 $\rightarrow \Sigma =$ 48,24 kN
 ↓ * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ 48,24 kN

maßgebende Normalkraft max N : 31,78 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ **0,66 < 1** Auslastung: 66%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Abstände der Bohrung

e1 = **25** mm

e2 = **27** mm

P1 = **entfällt**

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

$\alpha_b = 1.20 * e1 / d0 =$	1,67
$\alpha_b = 1.85 * (e1 / d0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b = 2.30 * (e2 / d0 - 0.5) =$	2,30
$\alpha_b = 0.96 * (p1 / d0 - 0.5) =$	entfällt

maßgebend min $\alpha_b =$ 1,64 (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd} = \min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0.8 =$ 41,26 kN \rightarrow * n Schrauben = 41,26 kN

maßgebende Normalkraft max N : 31,78 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} =$ **0,77 < 1** Auslastung: 77%

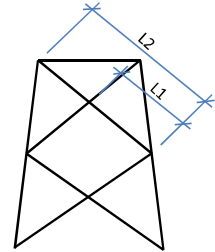
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 4 - Wand X Feld 14	Position: 209, 2092, 210, 2102, 247, 2472, 248, 2482
----------------	---	----------------------------------	---

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-32,69	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	31,13	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,35)
Stützkraft	S_d	=	16,21	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	3492	=	3143 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1871	=	1684 mm (um vv-Achse)

Ausfuchungsart: **gekreuzte Diagonalen**



Profil:	L 55	x	55	x	6	mm
---------	-------------	----------	-----------	----------	----------	-----------

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungstyp = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,58	cm	Stabstahlgüte = S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	1,07	cm	Streckgrenze f_y = 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u = 490 N/mm ²
					E-Modul = 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:

Plattenschlantheit:	$\lambda_{p,1} =$	$b1 / t = 55 / 6 = 9,17$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlantheit:	$\lambda'_{p,1} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

Plattenschlantheit:	$\lambda_{p,2} =$	$b2 / t = 55 / 6 = 9,17$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlantheit:	$\lambda'_{p,2} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] =$ **6,31** cm²

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} :$ **-203,61** Druckkraft **-32,69 kN** zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d =$	0,50	< 2/3
Stützkraft ist Zugkraft		

Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse): $\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$ siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3 **119,79** < 200

Biegeknicken um die ζ -Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$ $L_1 / i_{vv} =$ **157,82** < 200

max $\lambda = 157,82$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} =$ **76,41** [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} =$ **2,07** [1]

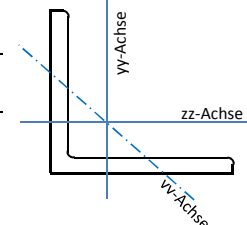
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$ **3,09** [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$ **0,19** [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ **1,10**

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$ **-37,79** kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} =$ **0,87 < 1** Auslastung: **87%**



2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} => 5 * b / t =$ **45,83**

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} =$ **76,41** [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} =$ **0,60** [1]

$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$ **0,78** [1]

$K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$ **0,79** [1]

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$ **1,10**

Knickbeanspruchbarkeit BDK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$ **-159,93** kN

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} =$ **0,20 < 1** Auslastung: **20%**

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

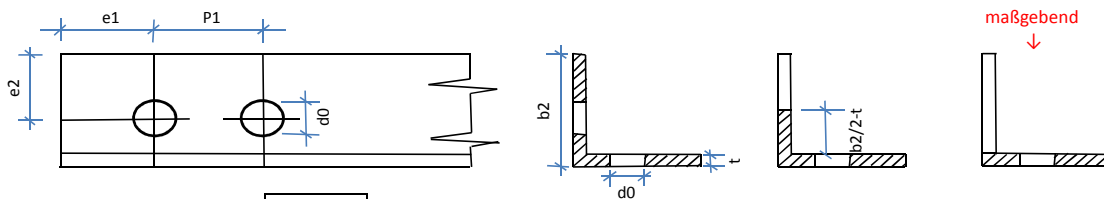
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 4 - Wand X Feld 14	Position: 209, 2092, 210, 2102, 247, 2472, 248, 2482
---------	--	---------------------------	--

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
				Stabstahlgüte = S355	
				Streckgrenze f_y = 355	N/mm ²
				Zugfestigkeit f_u = 490	N/mm ²

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t =$	2,22	cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t =$	3,87	cm ²	nicht maßgebend
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d0 * t) =$	3,73	cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} =$	6,31 / 2,22 =	2,84	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : 1,25

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **63,44 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ 0,49 < 1 Auslastung: 49%

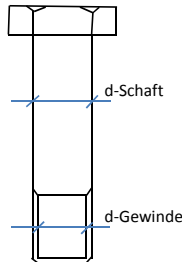
4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)

Schraubengröße : M 16 Güte : 5.6



Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01	cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300	N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57	cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500	N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : 1,25

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01
		cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ $\alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} =$ 48,24 - $\rightarrow \Sigma =$ 48,24 kN
↓ * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ 48,24 kN

maßgebende Normalkraft maxN : 32,69 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ 0,68 < 1 Auslastung: 68%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : 1,25

Abstände der Bohrung

e1 =	25	mm
e2 =	27	mm
P1 =		entfällt

$\alpha_b =$	$1.20 * e1 / d0 =$	1,67
$\alpha_b =$	$1.85 * (e1 / d0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b =$	$2.30 * (e2 / d0 - 0.5) =$	2,30
$\alpha_b =$	$0.96 * (p1 / d0 - 0.5) =$	entfällt

maßgebend min $\alpha_b =$ 1,64 (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd} =$ min $\alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0.8 =$ 49,51 kN \rightarrow * n Schrauben = 49,51 kN

maßgebende Normalkraft maxN : 32,69 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} =$ 0,66 < 1 Auslastung: 66%

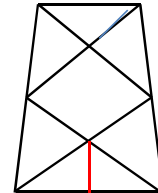
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 4 - Wand X Feld 14	Position: 211, 249
----------------	---	----------------------------------	---------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-30,47	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,35)	Ausfuchungsart:
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	26,48	kN	Lastfall: Ha-1 (Vert.-Last *1,00)	
Stützkraft	S_d	=		kN	Achtung keine Stützkraft!	

Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k	
$S_{k,x} = L_2 =$	1,0	*	1018	=	1018	mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	1,0	*	1018	=	1018	mm (um vv-Achse)



	b1		b2		t	
Profil:	L	50	x	50	x	5 mm

Querschnittswerte:	A	=	4,80	cm ²	Herstellungstyp =	warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,44	cm	Stabstahlqualität =	S355
	$i_{\zeta} = i_{vv}$	=	0,97	cm	Streckgrenze f_y	= 355 N/mm ²
					Zugfestigkeit f_u	= 490 N/mm ²
					E-Modul	= 210000 N/mm ²

2.) Stabilitätsnachweise:

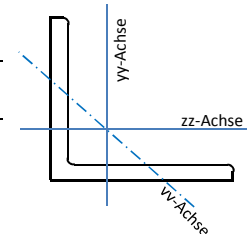
2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:			
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1}$	=	$b1 / t = 50 / 5 = 10,00 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660 \Rightarrow \rho1 = 1,00$
Schenkel 2:			
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2}$	=	$b2 / t = 50 / 5 = 10,00 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660 \Rightarrow \rho2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche:	$A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho1) + b2 * (1-\rho2)] =$	4,80	cm ²
Druckspannungsnachweis:	$N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} :$	-155,01	Druckkraft -30,47 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicken (BK): (EN 50341-1:2001 J.6.3.4 und EN 50341-3-4:2011 J.6.3.4 DE.1)

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49	$S_d / N_d =$	0,00	< 2/3	Stützkraft nicht vorhanden
Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 \Rightarrow$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	70,82	< 200	
Biegeknicken um die Z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow$	L_1 / i_{vv}	= 104,62	< 200	
		max $\lambda =$	104,62		
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]		
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	1,37	[1]		
$\Phi_{bk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	1,72	[1]		
$K_{bk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$	0,36	[1]		
		Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$	1,10		



Knickbeanspruchbarkeit BK:	$N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$	-55,93	kN
Stabilitätsnachweis Biegeknicken:	$N_d / N_{R,d} =$	0,54 < 1	Auslastung: 54%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49		
Biegedrillknicken:	$\lambda_{BDK} \Rightarrow 5 * b / t =$	50,00	
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	0,65	[1]
$\Phi_{bdk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	0,83	[1]
$K_{bdk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$	0,75	[1]
		Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$	1,10
Knickbeanspruchbarkeit BDK:	$N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$	-116,67	kN
Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken:	$N_d / N_{R,d} =$	0,26 < 1	Auslastung: 26%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

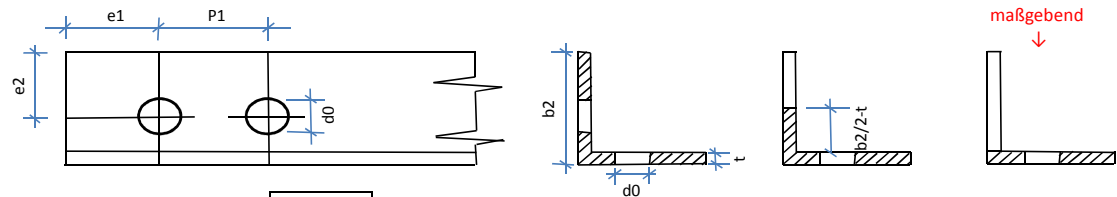
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 4 - Wand X Feld 14	Position: 211, 249
---------	--	---------------------------	--------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 16	Güte 5.6	Schnittigkeit S_v 1	Anzahl der angeschlossenen Schenkel 1
	Lochspiel: 2 mm				
	d0 = 18 mm				
				Stabstahlgüte = S355	
				Streckgrenze $f_y = 355$ N/mm ²	
				Zugfestigkeit $f_u = 490$ N/mm ²	

Nettofläche A_{net} : (EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t = 1,60$ cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t = 2,85$ cm ²	nicht maßgebend
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0,9 * (A - 2 * d0 * t) = 2,70$ cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} = 4,80 / 1,60 = 3,00$	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 45,72$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,58 < 1$ Auslastung: 58%

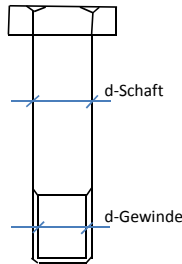
4.) Nachweis der Verbindung:

Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2)

Schraubengröße : **M 16** Güte : **5.6**



Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01	cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300	N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57	cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500	N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mb} : **1,25**

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01
		cm ²

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 48,24$ kN

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = 48,24$ kN

maßgebende Normalkraft max N : 30,47 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,63 < 1$ Auslastung: 63%

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

(EN 50341-1:2001 J.11 Tabelle J.2 und EN 50341-3-4:2011 J.11 DE.1)

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

Abstände der Bohrung

e1 = 25 mm

e2 = 25 mm

P1 = entfällt

$\alpha_b = 1,20 * e1 / d0 = 1,67$
$\alpha_b = 1,85 * (e1 / d0 - 0,5) = 1,64$
$\alpha_b = 2,30 * (e2 / d0 - 0,5) = 2,04$
$\alpha_b = 0,96 * (p1 / d0 - 0,5) =$ entfällt
maßgebend min $\alpha_b = 1,64$ (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd} = \min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0,8 = 41,26$ kN → * n Schrauben = **41,26** kN

maßgebende Normalkraft max N : 30,47 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,74 < 1$ Auslastung: 74%