

8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

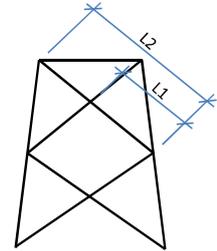
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 1	Position: 182, 183, 220, 221
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

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)

	b1		b2		t	
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:
 Plattenschlantheit: $\lambda_{p,1} = b1 / t = 50 / 5 = 10,00 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
 bezogene Plattenschlantheit: $\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660 \Rightarrow \rho_1 = 1,00$

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

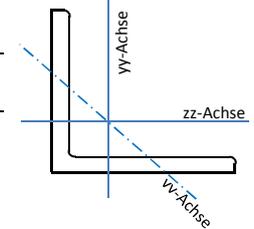
Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 4,80 \text{ cm}^2$

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

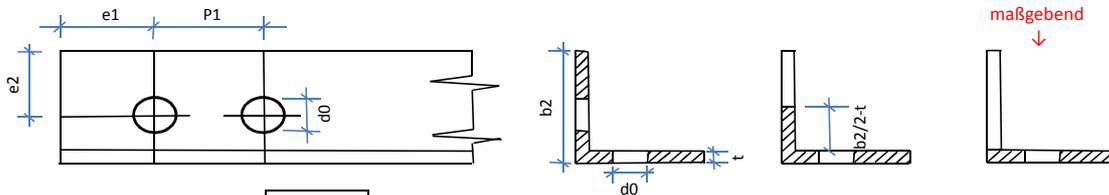
Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,14 < 1$ Auslastung: 14%

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}:	(EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)				
Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b_1 - d_0) * t = 1,60$ 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!		

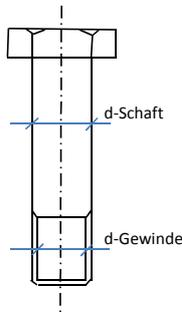


Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} :	1,25	
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ =	$(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 =$	45,72 kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)
Zugbeanspruchungsnachweis:	$N_z / N_{R,z} =$	0,42 < 1 Auslastung: 42%

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	
e1 =	25 mm
e2 =	25 mm
P1 =	entfällt

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
$\alpha_b = 0,96 * (p_1 / d_0 - 0,5) =$	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%
-----------------------------------	---------------------	--------------------	-----------------

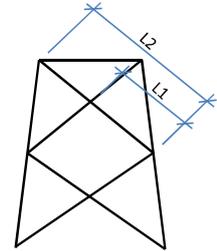
8.2 Ausfachung des Mastschafes - Wand X

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	
		60		60		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:

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): $\lambda_{BKX} = \lambda_2 \Rightarrow$ siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3 $72,52 < 200$

Biegeknicken um die Z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BKz} = \lambda_1 \Rightarrow$ $L_1 / i_{vv} = 72,52 < 200$

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]

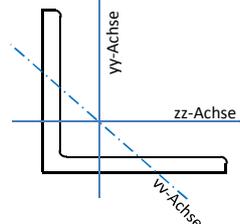
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,13$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,57$ [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: $\lambda_{BDK} \Rightarrow 5 * b / t = 50,00$

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

8.2 Ausfachung des Mastchaftes - Wand X

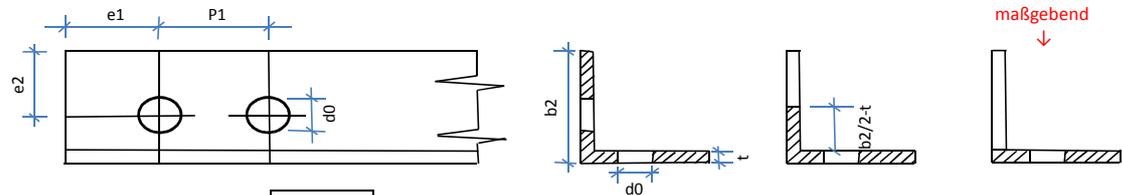
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 2	Position: 184, 185, 222, 223
---------	--	--------------------------	------------------------------

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 : $(b_1 - d_0) * t = 2,28$ cm² maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)
 Anzahl (n) der Schrauben > 1 : $(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t = 4,08$ cm² nicht maßgebend
 Anschluss an beiden Schenkeln: $0,9 * (A - 2 * d_0 * t) = 3,84$ cm² nicht maßgebend
 Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend? $A / A_{net} = 6,91 / 2,28 = 3,03 > 1,14 \Rightarrow$ bei S335 maßgebend!



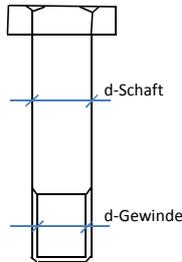
Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} : **1,25**

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:

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:



Der Nachweis erfolgt für "rohe Schrauben", für Passschrauben ist ein gesonderter Nachweis zu führen!
 Eine planmäßige Vorspannung der Schrauben wird nicht berücksichtigt!
 (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 $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 75,36$ 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**

$\alpha_b = 1,20 * e_1 / d_0 = 1,64$
 $\alpha_b = 1,85 * (e_1 / d_0 - 0,5) = 1,60$
 $\alpha_b = 2,30 * (e_2 / d_0 - 0,5) = 1,99$
 $\alpha_b = 0,96 * (p_1 / d_0 - 0,5) =$ 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%

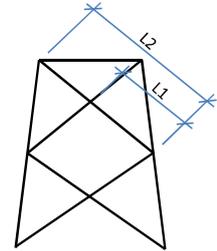
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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	b1	x	b2	x	t	
		60		60		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:	$\lambda_{p,1} =$	$b1 / t = 60 / 6 = 10,00$	$< 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} =$	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	$\Rightarrow \rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

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

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)

Knickschwerachse C \Rightarrow 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	

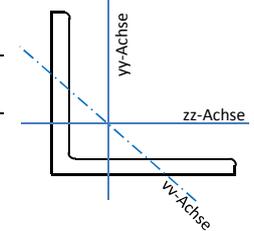
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

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):

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

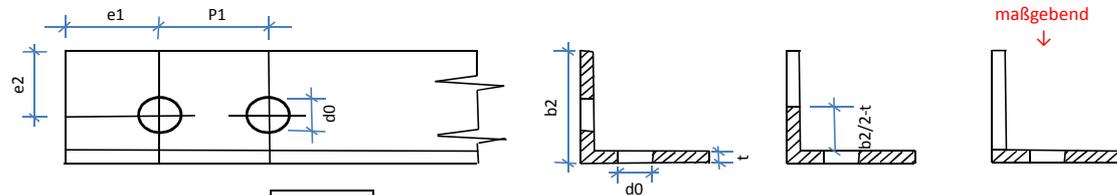
Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} =$ 0,25 < 1 Auslastung: 25%

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 :	$(b1 - d0) * t = 2,28$ cm ²		maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)		
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t = 4,08$ cm ²		nicht maßgebend		
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d0 * t) = 3,84$ cm ²		nicht maßgebend		
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} = 6,91 / 2,28 = 3,03$		$> 1,14 \Rightarrow$ bei S335 maßgebend!		



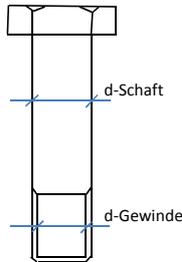
Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} :	1,25	
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ =	$(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 = 65,16$ kN	(EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)
Zugbeanspruchungsnachweis:	$N_z / N_{R,z} = 0,84 < 1$	Auslastung: 84%

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 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 $F_{v,Rd} = \alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 75,36$		$\rightarrow \Sigma = 75,36$ kN	\downarrow * 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)

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 : 54,98 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

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

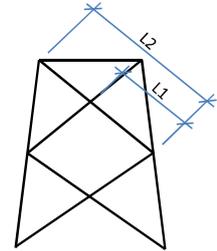
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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	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:

Plattenschlantheit:	$\lambda_{p,1} = b1 / t = 50 / 5 = 10,00$	< 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:	$\lambda_{p,2} = b2 / t = 50 / 5 = 10,00$	< 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: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 4,80$ 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)

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

$S_d / N_d = 0,94$	$\geq 2/3$	Stützkraft ist Zugkraft
--------------------	------------	-------------------------

Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse): $\lambda_{BK,x} = \lambda_2 \Rightarrow$ siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3 $98,51 < 200$

Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow$ $L_1 / i_{vv} = 98,51 < 200$

max $\lambda = 98,51$

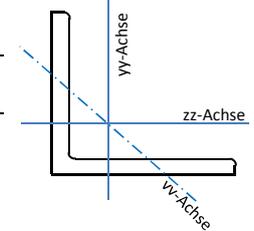
Bezugsschlankeitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankeit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,29$ [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):

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

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

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

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

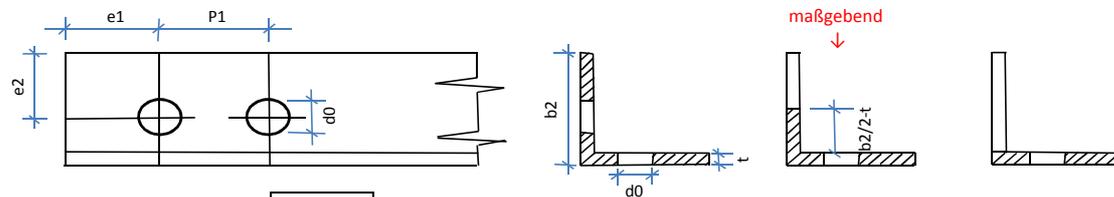
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 4	Position: 188, 189, 226, 227
---------	--	--------------------------	------------------------------

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				
	$d_0 =$ 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 :	$(b_1 - d_0) * t = 1,60$ cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t = 2,85$ cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0,9 * (A - 2 * d_0 * t) = 2,70$ cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} = 4,80 / 2,85 = 1,69$	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



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

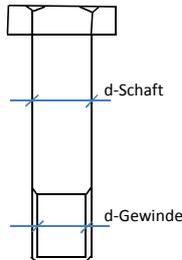
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 =$ **81,44 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

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

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

Abstände der Bohrung

$e_1 =$ 25 mm
$e_2 =$ 25 mm
$P_1 =$ 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 $F_{b,Rd} = \min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0,8 =$ 41,26 kN \rightarrow * n Schrauben = 82,51 kN

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

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

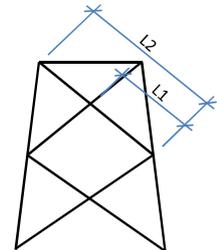
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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	50	x	50	x	t	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:	$\lambda'_{p,1}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,550$	=> $\rho_1 = 1,00$

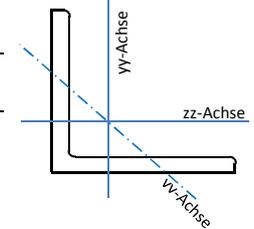
Schenkel 2:

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 -65,91 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	$S_d / N_d =$	0,86	$\geq 2/3$
		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: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -75,31$ kN

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

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

8.2 Ausfachung des Mastchaftes - Wand X

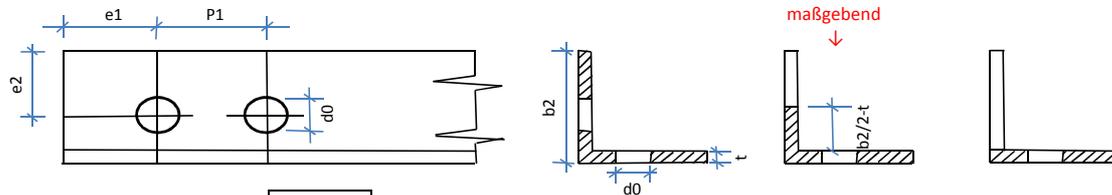
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand X Feld 5	Position: 190, 191, 228, 229
---------	--	--------------------------	------------------------------

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)

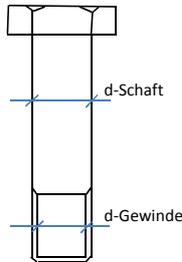
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,58 < 1$ Auslastung: 58%

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

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)

Abstände der Bohrung

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

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

$\alpha_b = 1,20 * e_1 / d_0 = 1,67$
$\alpha_b = 1,85 * (e_1 / d_0 - 0,5) = 1,64$
$\alpha_b = 2,30 * (e_2 / d_0 - 0,5) = 2,04$
$\alpha_b = 0,96 * (p_1 / d_0 - 0,5) = 2,19$
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%

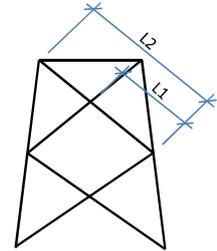
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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

Schenkel 2:

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

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 \Rightarrow Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

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

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

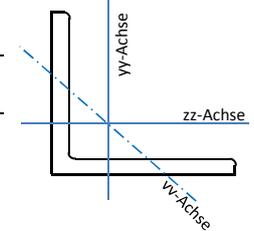
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

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 \Rightarrow Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$

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

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 Mastchaftes - Wand X

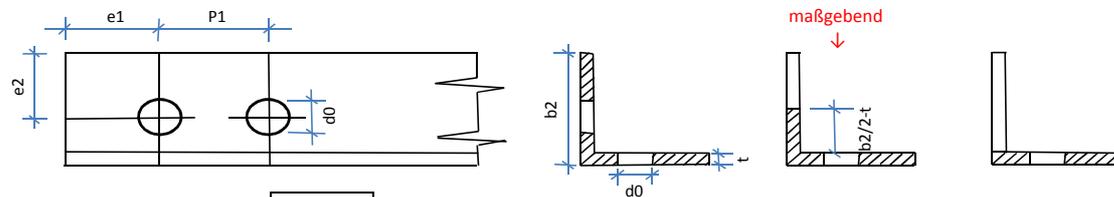
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 6	Position: 192, 193, 230, 231
---------	--	--------------------------	------------------------------

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)

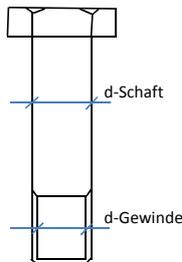
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,63 < 1** Auslastung: 63%

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%

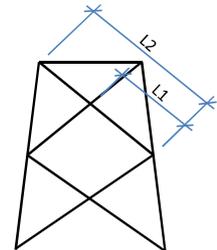
8.2 Ausfachung des Mastschafes - Wand X

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)

Ausfachungsart: 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	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:	$\lambda'_{p,1}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,550$	=> $\rho_1 = 1,00$

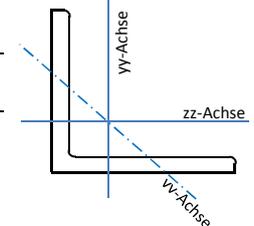
Schenkel 2:

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

Knickspannungslinie 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):

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

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

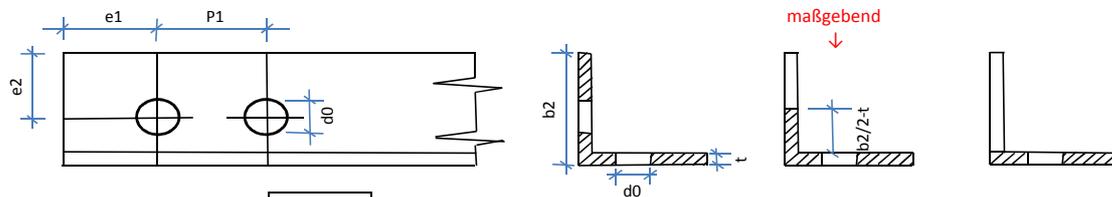
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 7	Position: 194, 195, 232, 233
---------	--	--------------------------	------------------------------

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)

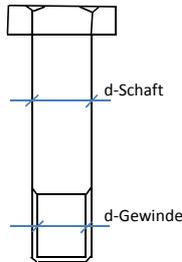
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,55 < 1$ Auslastung: 55%

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 Schaft	ggf. Schnitt 2 Schaft	
Faktor α_v :	0,6	0,6	
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01 cm ²	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 : 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)

Abstände der Bohrung

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

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

$\alpha_b = 1,20 * e_1 / d_0 = 1,67$
$\alpha_b = 1,85 * (e_1 / d_0 - 0,5) = 1,64$
$\alpha_b = 2,30 * (e_2 / d_0 - 0,5) = 2,04$
$\alpha_b = 0,96 * (p_1 / d_0 - 0,5) = 2,29$
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%

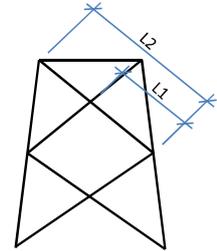
8.2 Ausfachung des Mastschafes - Wand X

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	
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)

Ausfachungsart: 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:

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 -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	

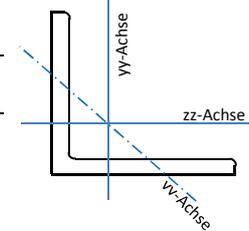
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

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 Mastschaftes - Wand X

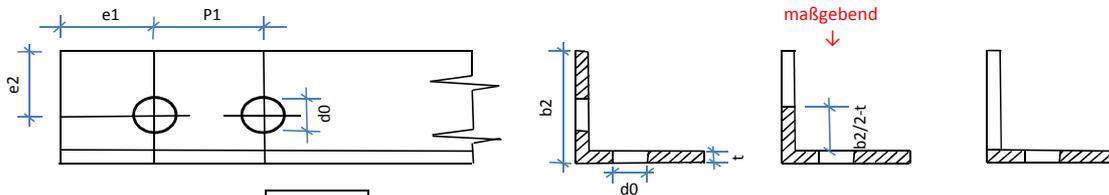
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 8	Position: 196, 197, 234, 235
---------	--	--------------------------	------------------------------

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)

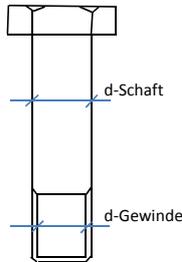
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,54 < 1** Auslastung: 54%

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 - $\rightarrow \Sigma =$ **48,24 kN**
 \downarrow * 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 \rightarrow * 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%

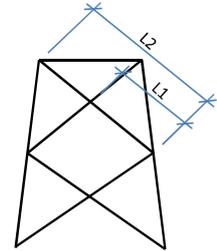
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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	
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)

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

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): $\lambda_{BKX} = \lambda_2 =>$ siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3 $115,33 < 200$

Biegeknicken um die ζ -Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK\zeta} = \lambda_1 =>$ $L_1 / i_{vv} = 115,33 < 200$

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]

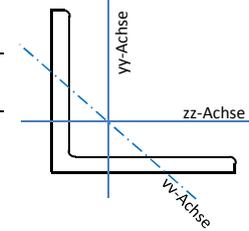
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,96$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{ \Phi^2 - \lambda' * \lambda' }) = 0,31$ [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 Mastchaftes - Wand X

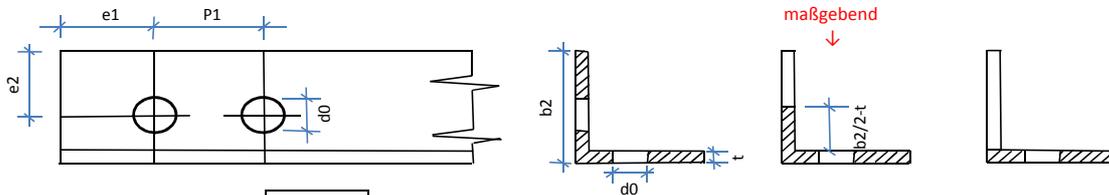
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand X Feld 9	Position: 198, 199, 236, 237
---------	--	--------------------------	------------------------------

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 :	$(b_1 - d_0) * t = 1,92$ 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: $N_z / N_{R,z} = 0,50 < 1$ Auslastung: 50%

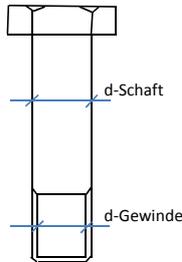
4.) Nachweis der Verbindung:

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 : 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)

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

Abstände der Bohrung

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

$\alpha_b = 1,20 * e_1 / d_0 = 1,67$
$\alpha_b = 1,85 * (e_1 / d_0 - 0,5) = 1,64$
$\alpha_b = 2,30 * (e_2 / d_0 - 0,5) = 2,04$
$\alpha_b = 0,96 * (p_1 / d_0 - 0,5) = 2,24$
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 : 49,28 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

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

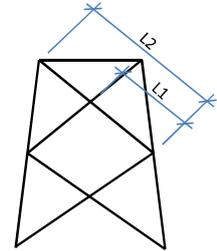
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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:

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

Schenkel 2:

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

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)

Knickschwerachse 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	

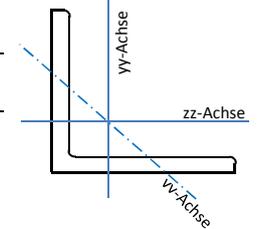
Bezugsschlantheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

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

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

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

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

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

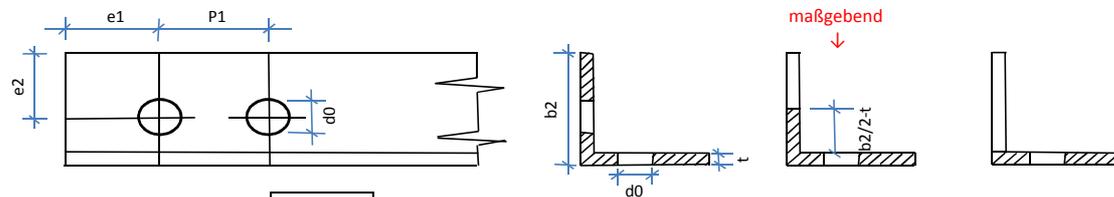
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand X Feld 10	Position: 200, 201, 238, 239
---------	--	---------------------------	------------------------------

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 :	$(b_1 - d_0) * t = 1,85$ 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)

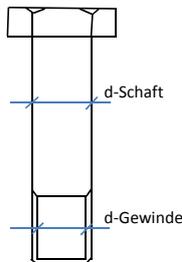
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,50 < 1$ Auslastung: 50%

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

$\alpha_b = 1,20 * e_1 / d_0 =$	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 → * 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%

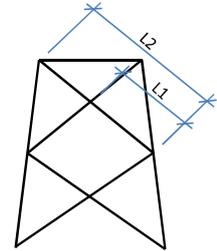
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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	
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)

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

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -171,69 \text{ Druckkraft } -42,72 \text{ kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)}$

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 $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 1,06$	$\geq 2/3$
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	114,06	< 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow$	L_1 / i_{vv}	= 114,06	< 200
		max $\lambda = 114,06$		

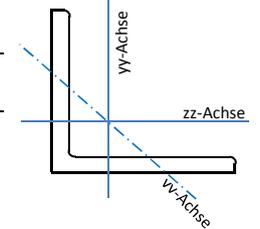
Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

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



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

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

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => 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: $\gamma_{M1} = \mathbf{1,10}$

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

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

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

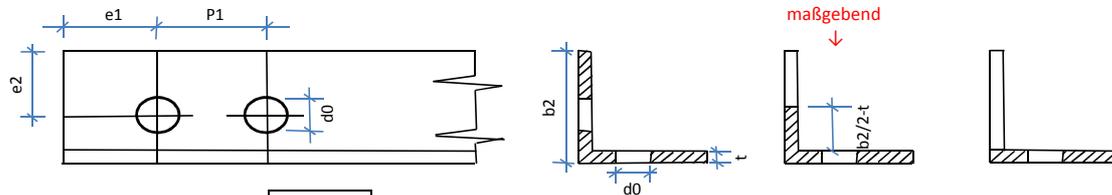
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand X Feld 11	Position: 202, 203, 240, 241
---------	--	---------------------------	------------------------------

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 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**

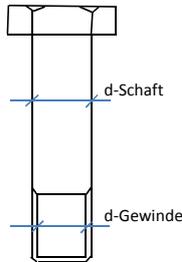
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **92,16 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,49 < 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

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ 96,48 kN (* n Schrauben)

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

$e_1 =$ **25** mm

$e_2 =$ **27** mm

$P_1 =$ **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%

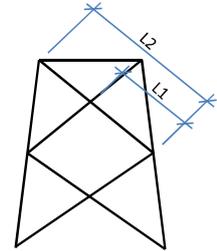
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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	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 -44,18 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 $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 0,92$	$\geq 2/3$	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]

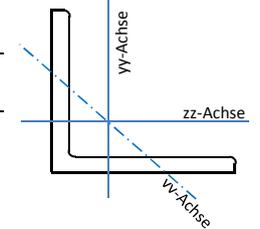
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 2,08$ [1]

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

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

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

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



2.3) Biegedrillknicken (BDK):

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

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

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand X

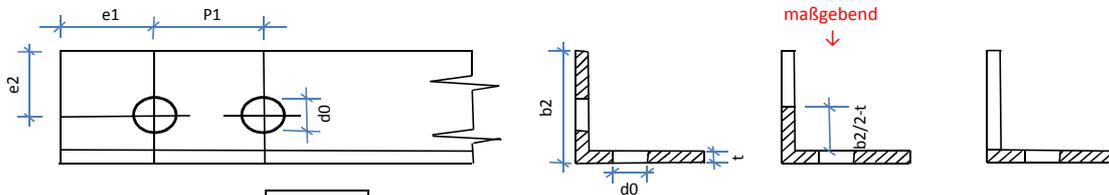
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand X Feld 12	Position: 204, 2042, 205, 2052, 242, 2422, 243, 2432
---------	--	---------------------------	--

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%

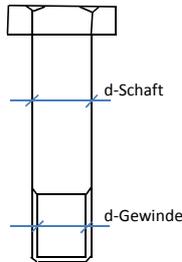
4.) Nachweis der Verbindung:

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

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

$\alpha_b = 1,20 * e1 / d_0 =$	1,67
$\alpha_b = 1,85 * (e1 / d_0 - 0,5) =$	1,64
$\alpha_b = 2,30 * (e2 / d_0 - 0,5) =$	2,04
$\alpha_b = 0,96 * (p1 / d_0 - 0,5) =$	2,03
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 → * n Schrauben = **82,51** kN

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

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

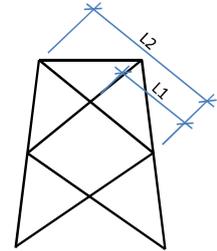
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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

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

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 $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 1,06$	$\geq 2/3$
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 $137,86 < 200$

Biegeknicken um die ζ -Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow$ $L_1 / i_{vv} = 137,86 < 200$

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]

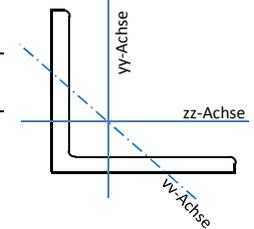
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 2,52$ [1]

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

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

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

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



2.3) Biegedrillknicken (BDK):

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

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

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

8.2 Ausfachung des Mastchaftes - Wand X

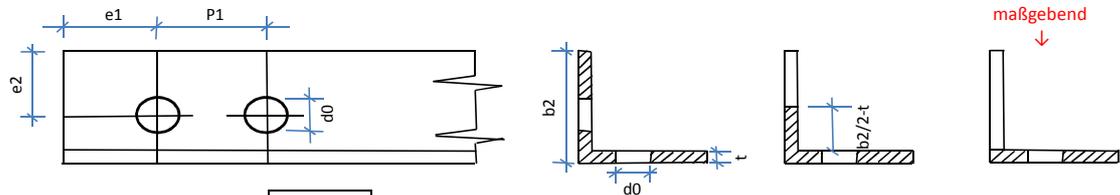
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 4 - Wand X Feld 13	Position: 207, 208, 245, 246
---------	--	---------------------------	------------------------------

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 : $(b_1 - d_0) * t = 1,85 \text{ cm}^2$ maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)
 Anzahl (n) der Schrauben > 1 : $(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t = 3,23 \text{ cm}^2$ nicht maßgebend
 Anschluss an beiden Schenkeln: $0,9 * (A - 2 * d_0 * t) = 3,17 \text{ cm}^2$ nicht maßgebend
 Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend? $A / A_{net} = 5,32 / 1,85 = 2,88 > 1,14 \Rightarrow$ bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 52,87 \text{ kN}$ (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

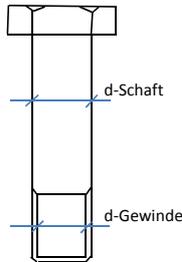
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,60 < 1$ Auslastung: 60%

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 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 $F_{v,Rd}$: **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**

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

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

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

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

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

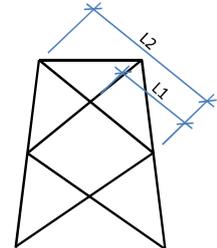
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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:

Plattenschlankheit: $\lambda_{p,1} = b1 / t = 55 / 6 = 9,17 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig

bezogene Plattenschlankheit: $\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605 \Rightarrow \rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

Plattenschlankheit: $\lambda_{p,2} = b2 / t = 55 / 6 = 9,17 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig

bezogene Plattenschlankheit: $\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605 \Rightarrow \rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,31 \text{ cm}^2$

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

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 $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 0,50 < 2/3$
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 $119,79 < 200$

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

max $\lambda = 157,82$

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

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

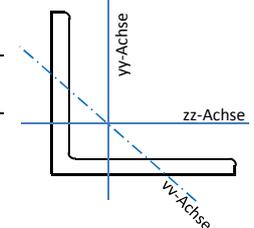
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 3,09 [1]$

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

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

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

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



2.3) Biegedrillknicken (BDK):

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

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

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

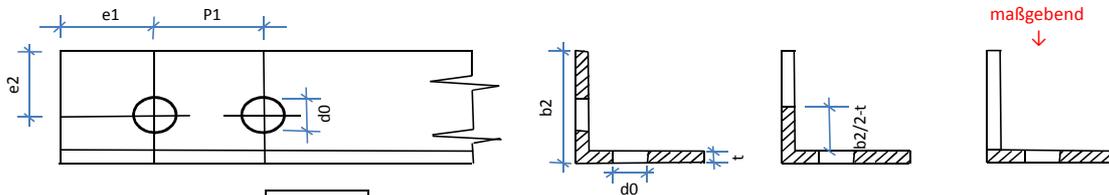
Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,20 < 1$ Auslastung: 20%

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}:	<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 :	$(b1 - d0) * t =$		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!	



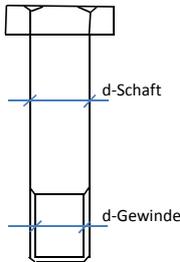
Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} :	1,25	
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ =	$(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$	63,44 kN <i>(EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)</i>
Zugbeanspruchungsnachweis:	$N_z / N_{R,z} =$	0,49 < 1 Auslastung: 49%

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 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 ↓ * n Schrauben
			Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ 48,24 kN

maßgebende Normalkraft max N : 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)

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 $\alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0.8 =$ **49,51 kN** → * n Schrauben = **49,51 kN**

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

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

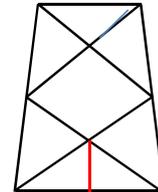
8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand X

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)



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

Querschnittswerte:	A	=	4,80	cm ²	Herstellungstyp =	warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,44	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:

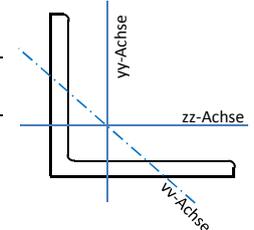
2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:			
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1}$	=	$b1 / t = 50 / 5 = 10,00 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660 \Rightarrow \rho_1 = 1,00$
Schenkel 2:			
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2}$	=	$b2 / t = 50 / 5 = 10,00 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660 \Rightarrow \rho_2 = 1,00$

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

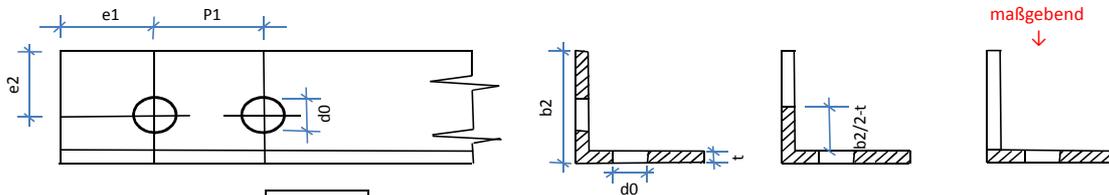
Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} =$ 0,26 < 1 Auslastung: 26%

8.2 Ausfachung des Mastchaftes - 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}:	<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 => bei S335 maßgebend!

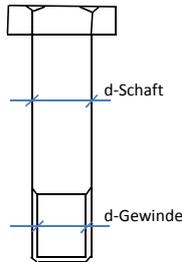


Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} :	1,25	
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ =	$(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$	45,72 kN <i>(EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)</i>
Zugbeanspruchungsnachweis:	$N_z / N_{R,z} =$	0,58 < 1 Auslastung: 58%

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:



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 $F_{v,Rd} = 48,24$ 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)

Abstände der Bohrung	
e1 =	25 mm
e2 =	25 mm
P1 =	entfällt

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} :	1,25		
$\alpha_b =$	$1.20 * e1 / d_0 =$	1,67	
$\alpha_b =$	$1.85 * (e1 / d_0 - 0.5) =$	1,64	
$\alpha_b =$	$2.30 * (e2 / d_0 - 0.5) =$	2,04	
$\alpha_b =$	$0.96 * (p1 / d_0 - 0.5) =$	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%
-----------------------------------	---------------------	--------------------	-----------------