

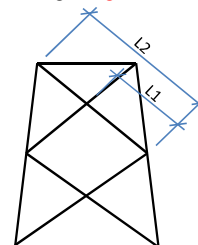
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 1	Position: 268, 269, 311, 312
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-10,73	kN	Lastfall: Ha-1 (Vert.-Last *1,35)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	9,04	kN	Lastfall: Ha-1 (Vert.-Last *1,00)
Stützkraft	S_d	=	6,87	kN	
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)

Ausfachungsart: **gekreuzte Diagonalen**



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

Querschnittswerte:	A	=	4,80	cm ²	Herstellungsort = 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:

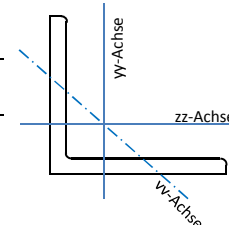
2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

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: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 4,80 \text{ cm}^2$
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -155,01 \text{ Druckkraft } -10,73 \text{ kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)}$

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

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$	$S_d / N_d = 0,64 < 2/3$
	Stützkraft ist Zugkraft
Biegeknicke um die X-Achse (yy-Achse): $\lambda_{BK,x} = \lambda_2 \Rightarrow$ siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	$57,01 < 200$
Biegeknicke 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: $\gamma_{M1} = 1,10$

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

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

2.3) Biegedrillknicke (BDK):

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

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

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

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicke: $N_d / N_{R,d} = 0,09 < 1$ Auslastung: 9%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

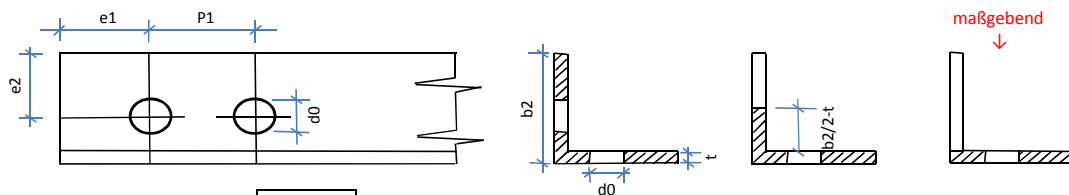
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 1	Position: 268, 269, 311, 312
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

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

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

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t = 1,60$ cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t = 2,85$ cm ²	nicht maßgebend
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d0 * t) = 2,70$ cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} = 4,80 / 1,60 = 3,00$	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



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

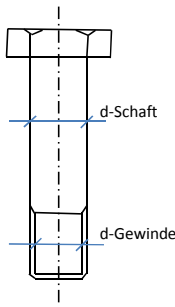
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 = 45,72$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,20 < 1$ Auslastung: 20%

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

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

maßgebende Normalkraft maxN: 10,73 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,22 < 1$ Auslastung: 22%

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**

$\alpha_b = 1.20 * e1 / d0 = 1,67$

$\alpha_b = 1.85 * (e1 / d0 - 0.5) = 1,64$

$\alpha_b = 2.30 * (e2 / d0 - 0.5) = 2,04$

$\alpha_b = 0.96 * (p1 / d0 - 0.5) = \text{entfällt}$

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 maxN: 10,73 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,26 < 1$ Auslastung: 26%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

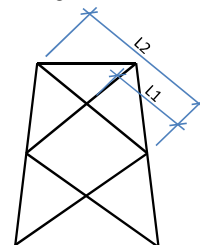
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 2	Position: 270, 271, 313, 314
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-52,20	kN	Lastfall: J-2 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	52,36	kN	Lastfall: J-2 Voll
Stützkraft	S_d	=		kN	Achtung keine Stützkraft!

Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	1,0	*	912	=	912 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	1,0	*	912	=	912 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: einfache Diagonalen



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

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

2.) Stabilitätsnachweise:

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

Schenkel 1:

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

Schenkel 2:

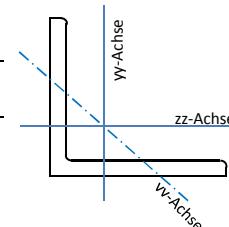
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} = b2 / t = 60 / 6 = 10,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,91$ cm²
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -222,97$ Druckkraft -52,2 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): $\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3 $52,78$ < 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	$L_1 / i_{vv} = 78,02$ < 200
max $\lambda = 78,02$	



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

Knicksbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -117,69$ kN

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

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

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

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

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

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

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

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

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,31 < 1$ Auslastung: 31%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

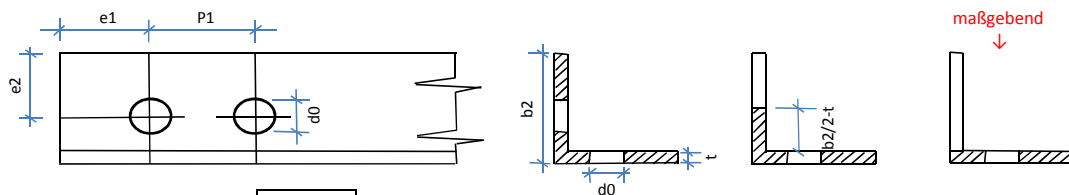
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 2	Position: 270, 271, 313, 314
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 20	Güte 5.6	Schnittigkeit S_y 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 => bei S335 maßgebend!



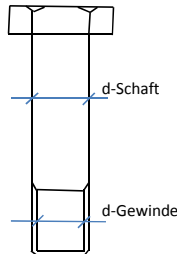
Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} :	1,25
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ =	$(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 = 65,16$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)
Zugbeanspruchungsnachweis:	$N_z / N_{R,z} = 0,80 < 1$ Auslastung: 80%

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
			↓ * n Schrauben
			Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = 75,36$ kN

maßgebende Normalkraft maxN : 52,36 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis:	$maxN / F_{v,Rd} = 0,69 < 1$	Auslastung: 69%
-----------------------------------	------------------------------	-----------------

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 → * n Schrauben = **60,13** kN

maßgebende Normalkraft maxN : 52,36 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis:	$maxN / F_{b,Rd} = 0,87 < 1$	Auslastung: 87%
-----------------------------------	------------------------------	-----------------

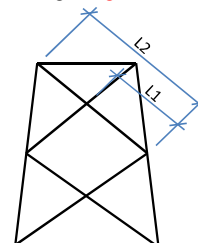
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 3	Position: 272, 273, 315, 316
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-50,53	kN	Lastfall: J-2 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	51,56	kN	Lastfall: J-2 Voll
Stützkraft	S_d	=	51,56	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	1891	=	1702 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	977	=	879 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: **gekreuzte Diagonalen**



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

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

2.) Stabilitätsnachweise:

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

Schenkel 1:

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

Schenkel 2:

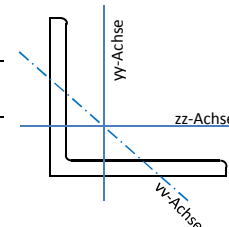
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} = b2 / t = 60 / 6 = 10,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,91$ cm²
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -222,97$ Druckkraft -50,53 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 $\alpha = 0,49$

	$S_d / N_d = 1,02$	$\geq 2/3$
	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	75,22 < 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow L_1 / i_{vv}$	= 75,22 < 200
	max $\lambda = 75,22$	



Bezugsschlankheitsgrad	$\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$	[1]
bezogene Schlankheit	$\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,98$	[1]
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,18$	[1]	
$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,55$	[1]	Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -122,42$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,41 < 1$ Auslastung: 41%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

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

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

Bezugsschlankheitsgrad	$\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$	[1]
bezogene Schlankheit	$\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,65$	[1]
$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,83$	[1]	
$K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,75$	[1]	Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

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

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,30 < 1$ Auslastung: 30%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

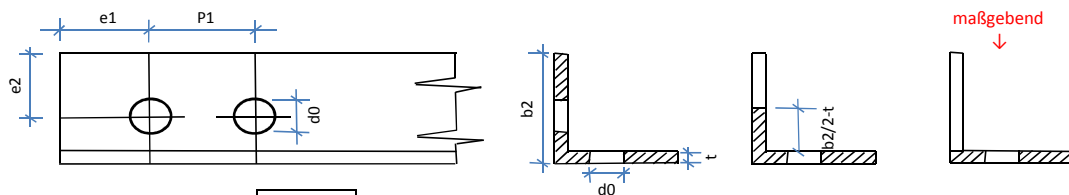
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 3	Position: 272, 273, 315, 316
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 20	Güte 5.6	Schnittigkeit S_y 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 => bei S335 maßgebend!



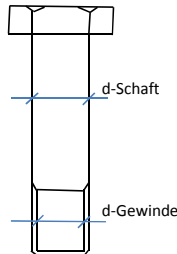
Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} :	1,25
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ =	$(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 = 65,16$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)
Zugbeanspruchungsnachweis:	$N_z / N_{R,z} = 0,79 < 1$ Auslastung: 79%

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
			↓ * n Schrauben
			Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$ = 75,36 kN

maßgebende Normalkraft maxN :	51,56 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 =	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 α_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 → * n Schrauben = 60,13 kN
maßgebende Normalkraft maxN :	51,56 kN (Betrag ohne Vorzeichen)
Zugbeanspruchungsnachweis:	$maxN / F_{b,Rd} = 0,86 < 1$ Auslastung: 86%

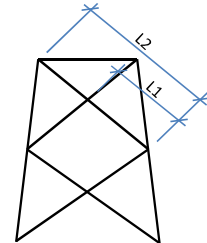
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 4	Position: 274, 275, 276, 277, 317, 318, 319, 320
----------------	---	---------------------------------	---

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-47,88	kN	Lastfall: J-2 Teil
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	47,55	kN	Lastfall: J-2 Voll
Stützkraft	S_d	=	46,70	kN	
Knicklänge: β Eulerfall 2 * l = S_k					
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2011	=	1810 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1032	=	929 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: **gekreuzte Diagonalen**



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

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

2.) Stabilitätsnachweise:

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

Schenkel 1:

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

Schenkel 2:

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

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,91$ cm²

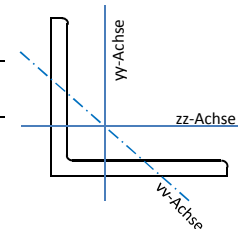
Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -222,97$ Druckkraft **-47,88 kN zulässig!** (EN 50341-1:2001 J.4.3)

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 $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 0,98 \geq 2/3$
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	79,45	< 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow$	$L_1 / i_{vv} = 79,45$	< 200
		max $\lambda = 79,45$	



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

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} = 1,04$ [1]

$$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,25$$

$$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,52$$

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

Knicksbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -115,32$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,42 < 1$ Auslastung: 42%

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]

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

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

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

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

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,29 < 1$ Auslastung: 29%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

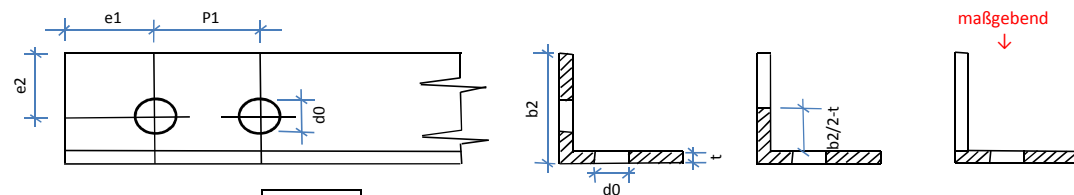
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 4	Position: 274, 275, 276, 277, 317, 318, 319, 320
----------------	---	---------------------------------	---

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 20	Güte 5.6	Schnittigkeit S_y 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 => 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)

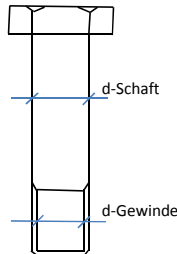
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,73 < 1$ Auslastung: 73%

4.) Nachweis der Verbindung:

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

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

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



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

Schaftquerschnitt A_{sch} : 3,14 cm² Streckgrenze f_{yb} : 300 N/mm²

Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} : 2,45 cm² Zugfestigkeit f_{ub} : 500 N/mm²

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

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2
	Schaft	Schaft
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	3,14	3,14 cm ²
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$:	$\alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 75,36$	$\rightarrow \Sigma = 75,36$ kN
		↓ * n Schrauben
		Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = 75,36$ kN

maßgebende Normalkraft maxN: 47,88 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)

Abstände der Bohrung

e1 = **30** mm

e2 = **30** mm

P1 = **entfällt**

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

$\alpha_b = 1.20 * e1 / d0 = 1,64$

$\alpha_b = 1.85 * (e1 / d0 - 0.5) = 1,60$

$\alpha_b = 2.30 * (e2 / d0 - 0.5) = 1,99$

$\alpha_b = 0.96 * (p1 / d0 - 0.5) = \text{entfällt}$

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

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd}$: $min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0.8 = 60,13$ kN → * n Schrauben = **60,13** kN

maßgebende Normalkraft maxN: 47,88 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,80 < 1$ Auslastung: 80%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

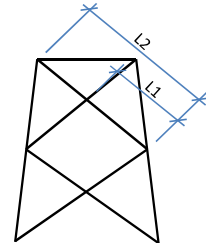
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 5	Position: 278, 279, 321, 322
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-43,35	kN	Lastfall: J-2 Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	44,92	kN	Lastfall: J-2 Voll
Stützkraft	S_d	=		kN	Achtung keine Stützkraft!

Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	1,0	*	1031	=	1031 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	1,0	*	1031	=	1031 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: einfache Diagonalen



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

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

2.) Stabilitätsnachweise:

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

Schenkel 1:

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

Schenkel 2:

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

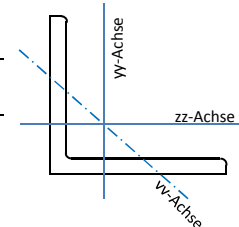
Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,91$ cm²

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -222,97$ Druckkraft -43,35 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicke (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	
Biegeknicke um die X-Achse (yy-Achse): $\lambda_{BK,X} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3 = 59,66 < 200
Biegeknicke um die z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	$L_1 / i_{vv} = 88,20$ < 200
max $\lambda = 88,20$	



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

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} = 1,15$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,40$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,46$ [1]

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

Knicksbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -101,72$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicke: $N_d / N_{R,d} = 0,43 < 1$ Auslastung: 43%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

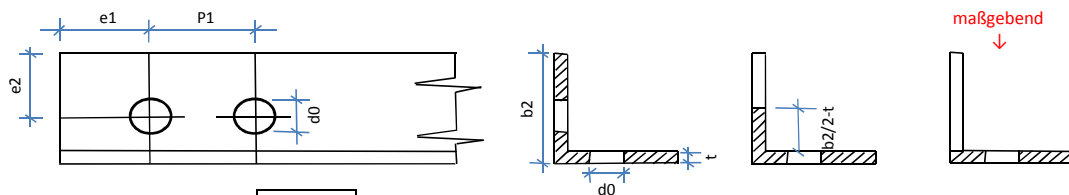
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 5	Position: 278, 279, 321, 322
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 20	Güte 5.6	Schnittigkeit S_y 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 => 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)

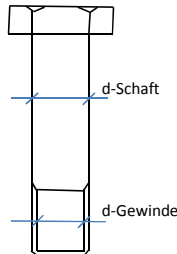
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,69 < 1$ Auslastung: 69%

4.) Nachweis der Verbindung:

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

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

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



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

Schaftquerschnitt A_{sch} : 3,14 cm² Streckgrenze f_{yb} : 300 N/mm²

Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} : 2,45 cm² Zugfestigkeit f_{ub} : 500 N/mm²

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

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

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

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$ = 75,36 kN

maßgebende Normalkraft maxN : 44,92 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,60 < 1$ Auslastung: 60%

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**

$\alpha_b = 1.20 * e1 / d0 = 1,64$
 $\alpha_b = 1.85 * (e1 / d0 - 0.5) = 1,60$
 $\alpha_b = 2.30 * (e2 / d0 - 0.5) = 1,99$
 $\alpha_b = 0.96 * (p1 / d0 - 0.5) = \text{entfällt}$
maßgebend min $\alpha_b = 1,60$ (nach EN 50 341-1)

Lochleibungsbeanspruchbarkeit $F_{b,Rd}$ = $min \alpha_b * d * t * f_u / \gamma_{M2} * 0.8 = 60,13$ kN → * n Schrauben = **60,13 kN**

maßgebende Normalkraft maxN : 44,92 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,75 < 1$ Auslastung: 75%

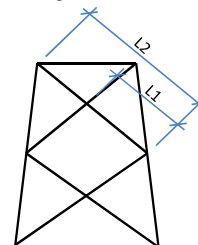
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 5	Position: 280, 281, 323, 324
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-75,42	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,35)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	78,57	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
Stützkraft	S_d	=		kN	Achtung keine Stützkraft!

Ausfachungsart: **einfache Diagonalen**



Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k	
$S_{k,x} = L_2 =$	1,0	*	1003	=	1003	mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	1,0	*	1003	=	1003	mm (um vv-Achse)

	b1		b2		t	
Profil:	L	55	x	55	x	6 mm

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungsort = 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:

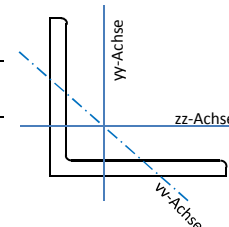
2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:					
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1}$	=	$b1 / t = 55 / 6 = 9,17$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig	
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=>	$\rho_1 = 1,00$
Schenkel 2:					
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2}$	=	$b2 / t = 55 / 6 = 9,17$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig	
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=>	$\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche:	$A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] =$	6,31	cm ²
Druckspannungsnachweis:	$N_D <= A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} :$	-203,61	Druckkraft -75,42 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):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	63,66 < 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	L_1 / i_{vv}	= 94,00 < 200
		max $\lambda =$	94,00



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	1,23	[1]
$\Phi_{bk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	1,51	[1]
$K_{bk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$	0,42	[1]
Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$	1,10		

Knickbeanspruchbarkeit BK:	$N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$	-85,43	kN
----------------------------	--	--------	----

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

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49	
Biegedrillknicken:	$\lambda_{BDK} => 5 * b / t =$	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:	$N_{R,d} = K_{bdk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} =$	-159,93	kN
-----------------------------	---	---------	----

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken:	$N_d / N_{R,d} =$	0,47 < 1	Auslastung: 47%
--	-------------------	----------	-----------------

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

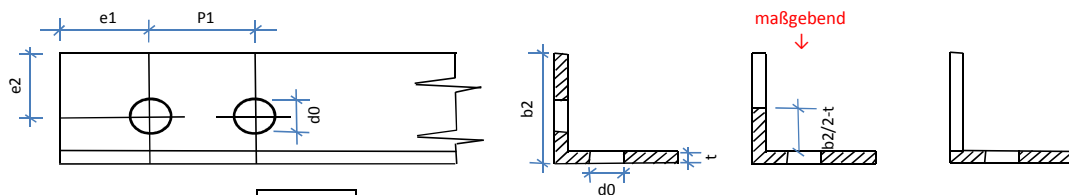
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 1 - Wand Y Feld 5	Position: 280, 281, 323, 324
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

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

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

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t = 2,22$ cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t = 3,87$ cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0,9 * (A - 2 * d0 * t) = 3,73$ cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} = 6,31 / 3,87 = 1,63$	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 110,59$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

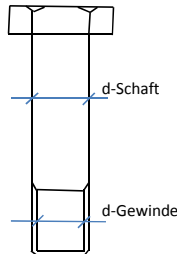
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,71 < 1$ Auslastung: 71%

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

↓ * n Schrauben

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: **96,48 kN**

maßgebende Normalkraft maxN : 78,57 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,81 < 1$ Auslastung: 81%

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 =	30 mm
p1 =	50 mm

Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2}:	1,25
$\alpha_b = 1,20 * e1 / d0 =$	1,67
$\alpha_b = 1,85 * (e1 / d0 - 0,5) =$	1,64
$\alpha_b = 2,30 * (e2 / d0 - 0,5) =$	2,68
$\alpha_b = 0,96 * (p1 / d0 - 0,5) =$	2,19
maßgebend min $\alpha_b =$	1,64 (nach EN 50 341-1)

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

maßgebende Normalkraft maxN : 78,57 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,79 < 1$ Auslastung: 79%

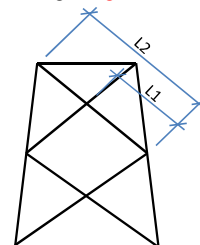
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand Y Feld 6	Position: 282, 283, 325, 326
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-76,24	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,35)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	76,36	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
Stützkraft	S_d	=	76,36	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2070	=	1863 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1062	=	956 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: **gekreuzte Diagonalen**



	b_1		b_2		t	
Profil:	L 55	x	55	x	6	mm

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungsort = 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:

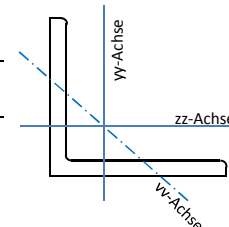
2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:	
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1} = b_1 / t = 55 / 6 = 9,17 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b_1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605 \Rightarrow \rho_1 = 1,00$
Schenkel 2:	
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} = b_2 / t = 55 / 6 = 9,17 < 13,8 \Rightarrow$ bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b_2 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605 \Rightarrow \rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b_1 * (1-\rho_1) + b_2 * (1-\rho_2)] = 6,31 \text{ cm}^2$
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -203,61 \text{ Druckkraft } -76,24 \text{ kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)}$

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 $\alpha = 0,49$	$S_d / N_d = 1,00 \geq 2/3$
	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	$89,58 < 200$
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow$	$L_1 / i_{vv} = 89,58 < 200$
	max $\lambda = 89,58$



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]
bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} = 1,17$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,43$ [1]
 $K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,45$ [1]

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

Knicksbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -91,05 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,84 < 1$ Auslastung: 84%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => 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]

$\Phi_{bdb} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,78$ [1]
 $K_{bdb} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,79$ [1]

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

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

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,48 < 1$ Auslastung: 48%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

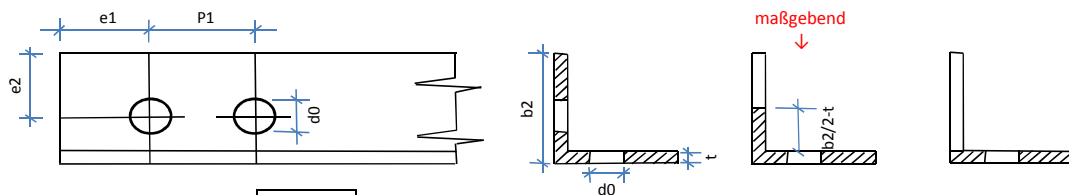
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand Y Feld 6	Position: 282, 283, 325, 326
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

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

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

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t =$	2,22 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t =$	3,87 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
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 / 3,87 = 1,63	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **110,59 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

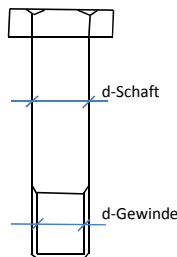
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,69 < 1** Auslastung: 69%

4.) Nachweis der Verbindung:

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

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

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



Schraubengröße:	M 16	Güte:	5.6
Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

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

Scherfläche liegt im	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2	
	Schaft	Schaft	
Faktor α_v :	0,6	0,6	
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²	
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$:	$\alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} =$	48,24	$\rightarrow \Sigma =$ 48,24 kN
			\downarrow * n Schrauben
			Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} =$ 96,48 kN

maßgebende Normalkraft maxN : 76,36 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ **0,79 < 1** Auslastung: 79%

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**

$\alpha_b = 1.20 * e1 / d0 =$	1,67
$\alpha_b = 1.85 * (e1 / d0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b = 2.30 * (e2 / d0 - 0.5) =$	2,04
$\alpha_b = 0.96 * (p1 / d0 - 0.5) =$	2,29
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 maxN : 76,36 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

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

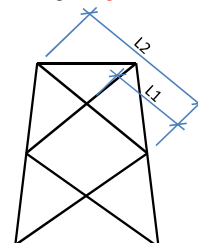
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand Y Feld 7	Position: 284, 285, 327, 328
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-72,02	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	71,25	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,35)
Stützkraft	S_d	=	71,24	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2170	=	1953 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1114	=	1003 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: gekreuzte Diagonalen



	b1		b2		t	
Profil:	L	55	x	55	x	6 mm

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungsort = 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 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

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

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

Druckspannungsnachweis: $N_D <= A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -203,61$ Druckkraft -72,02 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 $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 0,99$	$\geq 2/3$
Stützkraft ist Zugkraft	

Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$ siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	93,96	< 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	$L_1 / i_{vv} = 93,96$	< 200
		max $\lambda = 93,96$	

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

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} = 1,23$ [1]

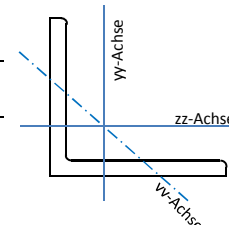
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,51$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,42$ [1]

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

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -85,48$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,84 < 1$ Auslastung: 84%



2.3) Biegedrillknicken (BDK):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.2 Ausfächung des Mastschaftes - Wand Y

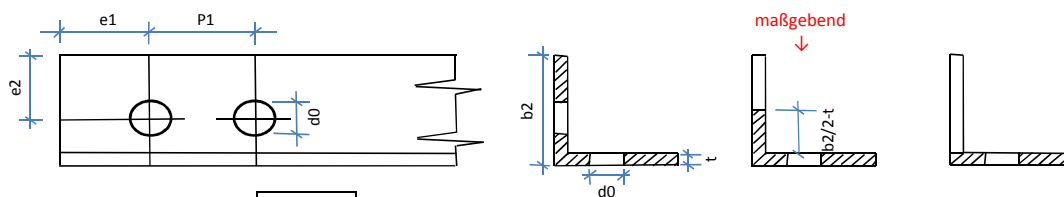
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand Y Feld 7	Position: 284, 285, 327, 328
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

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

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

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t =$	2,22 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t =$	3,87 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
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 / 3,87 = 1,63	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **110,59 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

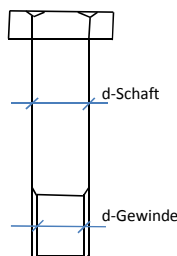
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,64 < 1** Auslastung: 64%

4.) Nachweis der Verbindung:

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

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

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



Schraubengröße:	M 16	Güte:	5.6
Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

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

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

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

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

maßgebende Normalkraft maxN : 72,02 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ **0,75 < 1** Auslastung: 75%

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**

$\alpha_b = 1.20 * e1 / d0 =$	1,67
$\alpha_b = 1.85 * (e1 / d0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b = 2.30 * (e2 / d0 - 0.5) =$	2,04
$\alpha_b = 0.96 * (p1 / d0 - 0.5) =$	2,29
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 maxN : 72,02 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

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

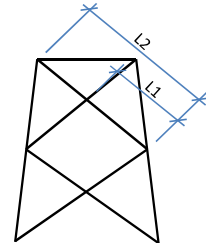
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand Y Feld 8	Position: 286, 287, 329, 330
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-67,51	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,35)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	64,07	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
Stützkraft	S_d	=	64,07	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2275	=	2048 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1167	=	1050 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: **gekreuzte Diagonalen**



	b1		b2		t	
Profil:	L 55	x	55	x	6	mm

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungsort = 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 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

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

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

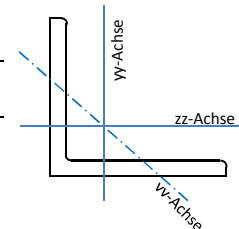
Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -203,61$ Druckkraft -67,51 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

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):	$\lambda_{BK,X} = \lambda_2 \Rightarrow$ siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	98,43	< 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow$	$L_1 / i_{vv} = 98,43$	< 200
		max $\lambda = 98,43$	



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} = 1,29$	[1]

$$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,60 \quad [1]$$

$$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,39 \quad [1]$$

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

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -80,18$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,84 < 1$ Auslastung: 84%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => 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]

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

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

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

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

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,42 < 1$ Auslastung: 42%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand Y Feld 8	Position: 286, 287, 329, 330
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

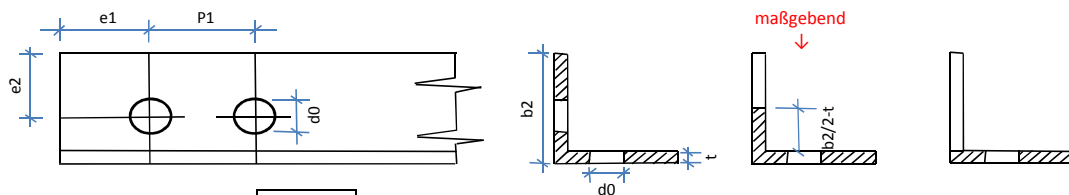
3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

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

Nettofläche A_{net} :

(EN 50341-1:2001 J.4.1 und EN 50341-3-4:2011 J.4.1 DE.1)

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	(b1 - d0) * t =	2,22	cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	(b1 - d0 + (b2/2)) * t =	3,87	cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
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 / 3,87 =	1,63	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = (0.9 * A_{net} * f_u / γ_{M2}) * 0.9 = **110,59 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

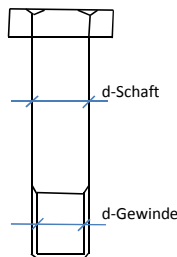
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z}$ = **0,58 < 1** Auslastung: 58%

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**

	Schnitt 1	ggf. Schnitt 2	
Scherfläche liegt im	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

- → Σ = 48,24 kN
↓ * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$ = 96,48 kN

maßgebende Normalkraft maxN : 67,51 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $\max N / F_{v,Rd}$ = **0,70 < 1** Auslastung: 70%

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	
α_b =	1.20 * e1 / d0 =	1,67
α_b =	1.85 * (e1 / d0 - 0.5) =	1,64
α_b =	2.30 * (e2 / d0 - 0.5) =	2,04
α_b =	0.96 * (p1 / d0 - 0.5) =	2,29
maßgebend min α_b = 1,64		(nach EN 50 341-1)

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

maßgebende Normalkraft maxN : 67,51 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $\max N / F_{b,Rd}$ = **0,68 < 1** Auslastung: 68%

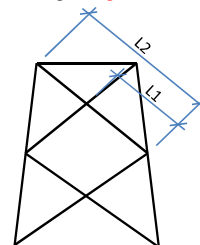
8.2 Ausfachung des Mastschafes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand Y Feld 9	Position: 288, 289, 331, 332
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-64,36	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	64,07	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
Stützkraft	S_d	=	64,07	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2383	=	2145 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1222	=	1100 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: gekreuzte Diagonalen



	b1		b2		t	
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
	$i_z = i_{vv}$	=	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 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

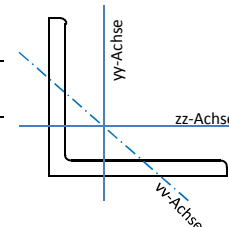
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} = b2 / t = 55 / 6 = 9,17$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,31$ cm²
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -203,61$ Druckkraft -64,36 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 $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 1,00$	$\geq 2/3$
Stützkraft ist Zugkraft	
Biegeknicken um die X-Achse (yy-Achse): $\lambda_{BK,X} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3 $103,07 < 200$
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	$L_1 / i_{vv} = 103,07 < 200$
	max $\lambda = 103,07$



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]
 bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,35$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,69$ [1]
 $K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,37$ [1]

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

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -75,09$ kN

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

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

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

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

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

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,40 < 1$ Auslastung: 40%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

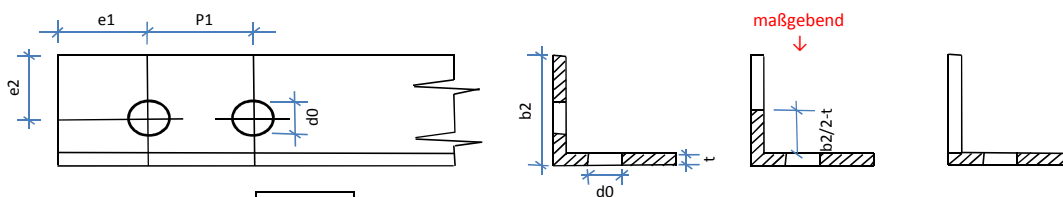
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand Y Feld 9	Position: 288, 289, 331, 332
----------------	---	---------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

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

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

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t =$	2,22 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t =$	3,87 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
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 / 3,87 = 1,63	>1,14 => bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **110,59 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

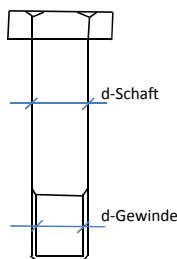
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,58 < 1** Auslastung: 58%

4.) Nachweis der Verbindung:

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

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

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



Schraubengröße:	M 16	Güte:	5.6
Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

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

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

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

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

maßgebende Normalkraft maxN : 64,36 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

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

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

$\alpha_b =$	$1.20 * e1 / d0 =$	1,67
$\alpha_b =$	$1.85 * (e1 / d0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b =$	$2.30 * (e2 / d0 - 0.5) =$	2,04
$\alpha_b =$	$0.96 * (p1 / d0 - 0.5) =$	2,29
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 maxN : 64,36 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} =$ **0,65 < 1** Auslastung: 65%

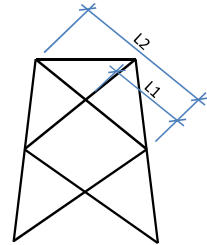
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand Y Feld 10	Position: 290, 291, 333, 334
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-61,14	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,35)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	60,69	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
Stützkraft	S_d	=	60,65	kN	

Ausfachungsart: **gekreuzte Diagonalen**



Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k	
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2492	=	2243	mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1277	=	1149	mm (um vv-Achse)

	b1		b2		t	
Profil:	L	55	x	55	x	6 mm

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungsart = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,58	cm	Stabstahlgüte = S355
	$i_z = i_{vv}$	=	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: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,31$ cm²

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -203,61$ **Druckkraft -61,14 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 $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 0,99 \geq 2/3$
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 $107,71 < 200$

Biegeknicken um die Z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow L_1 / i_{vv} = 107,71 < 200$

max $\lambda = 107,71$

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

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,41$ [1]

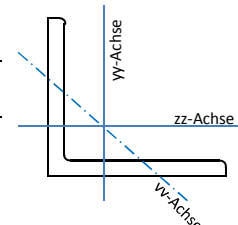
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,79$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,35$ [1]

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

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -70,38$ 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: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -159,93$ kN

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

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

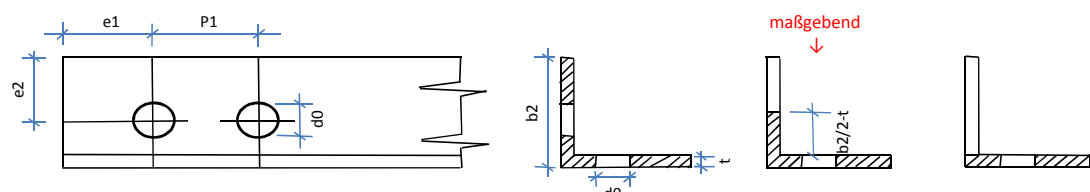
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 2 - Wand Y Feld 10	Position: 290, 291, 333, 334
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

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 :	$(b_1 - d_0) * t = 2,22$ cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t = 3,87$ cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d_0 * t) = 3,73$ cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} = 6,31 / 3,87 = 1,63$	>1,14 => bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 = 110,59$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

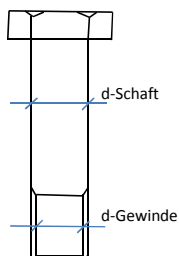
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,55 < 1$ Auslastung: 55%

4.) Nachweis der Verbindung:

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

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

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



Schraubengröße:	M 16	Güte:	5.6
Schaftquerschnitt A_{sch} :	2,01 cm ²	Streckgrenze f_{yb} :	300 N/mm ²
Spannungsquerschnitt (Gewinde) A_{sp} :	1,57 cm ²	Zugfestigkeit f_{ub} :	500 N/mm ²

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

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

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

↓ * n Schrauben

Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$: **96,48 kN**

maßgebende Normalkraft maxN : 61,14 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

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

4.2) Lochleibungsbeanspruchbarkeit:

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

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

Abstände der Bohrung

$e_1 =$	25 mm
$e_2 =$	25 mm
$P_1 =$	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 maxN : 61,14 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

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

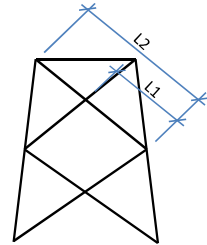
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand Y Feld 11	Position: 292, 293, 335, 336
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-56,70	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,35)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	57,46	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
Stützkraft	S_d	=	57,45	kN	

Ausfachungsart: **gekreuzte Diagonalen**



Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k	
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2606	=	2345	mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1335	=	1202	mm (um vv-Achse)

	b1		b2		t	
Profil:	L	55	x	55	x	6 mm

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungsart = warm gewalzt
	$i_{zz} = i_{yy}$	=	1,58	cm	Stabstahlgüte = S355
	$i_z = i_{vv}$	=	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: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,31$ cm²

Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -203,61$ **Druckkraft -56,7 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 $\alpha = 0,49$

$S_d / N_d = 1,01 \geq 2/3$
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 $112,61 < 200$

Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow L_1 / i_{vv} = 112,61 < 200$

max $\lambda = 112,61$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_0 = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_0) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,47$ [1]

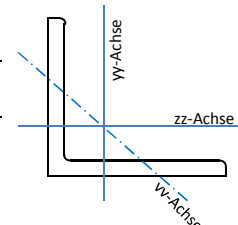
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 1,90$ [1]

$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,32$ [1]

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

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -65,81$ kN

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



2.3) Biegedrillknicken (BDK):

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

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

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_0 = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]

bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_0) * \sqrt{A_{eff} / A} = 0,60$ [1]

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

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

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

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

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

8.2 Ausfuchung des Mastschaftes - Wand Y

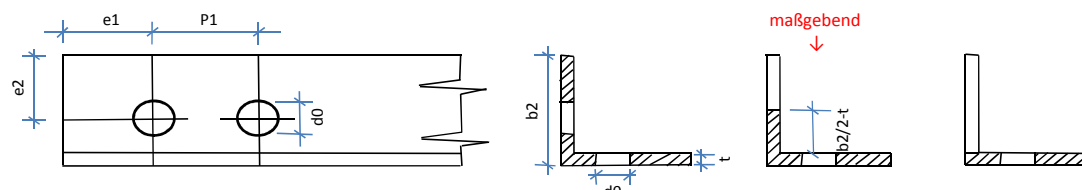
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand Y Feld 11	Position: 292, 293, 335, 336
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

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 :	$(b_1 - d_0) * t =$ 2,22 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b_1 - d_0 + (b_2/2)) * t =$ 3,87 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d_0 * t) =$ 3,73 cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} =$ 6,31 / 3,87 = 1,63	>1,14 => bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z} = (0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **110,59 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

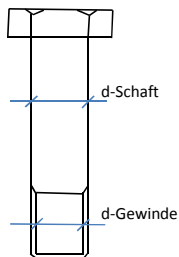
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,52 < 1** Auslastung: 52%

4.) Nachweis der Verbindung:

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

4.1) Scherbeanspruchbarkeit:

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



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

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

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

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

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

maßgebende Normalkraft maxN : 57,46 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ **0,60 < 1** Auslastung: 60%

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
$P_1 =$ 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** \rightarrow * n Schrauben = **99,01 kN**

maßgebende Normalkraft maxN : 57,46 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} =$ **0,58 < 1** Auslastung: 58%

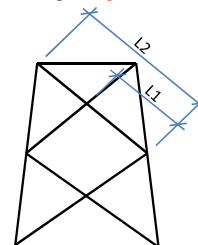
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand Y Feld 12	Position: 294, 295, 337, 338
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-55,90	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	55,06	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,00)
Stützkraft	S_d	=	55,06	kN	
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	2720	=	2448 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1393	=	1254 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: **gekreuzte Diagonalen**



	b1		b2		t	
Profil:	L	55	x	55	x	6 mm

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungsort = 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:

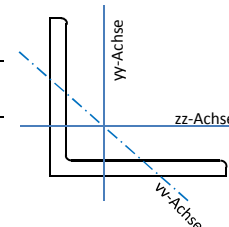
2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

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: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -203,61 \text{ Druckkraft } -55,9 \text{ kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)}$

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 $\alpha = 0,49$	$S_d / N_d = 0,98 \geq 2/3$	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	117,50	< 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 \Rightarrow$	$L_1 / i_{vv} = 117,50$	< 200
	max $\lambda = 117,50$	



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]
 bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} = 1,54$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 2,01$ [1]
 $K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,30$ [1]

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

Knicksbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -61,61 \text{ kN}$

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,91 < 1$ Auslastung: 91%

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => 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]

$\Phi_{bdb} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,78$ [1]
 $K_{bdb} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,79$ [1]

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

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

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

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

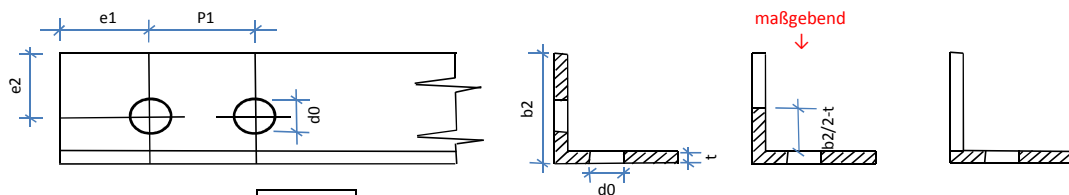
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand Y Feld 12	Position: 294, 295, 337, 338
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

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

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

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t =$	2,22 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t =$	3,87 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
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 / 3,87 = 1,63	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **110,59 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

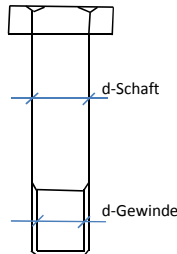
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,50 < 1** Auslastung: 50%

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** (↓ * n Schrauben)

maßgebende Normalkraft maxN : 55,9 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} =$ **0,58 < 1** Auslastung: 58%

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 =	22 mm
p1 =	50 mm

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

$\alpha_b = 1.20 * e1 / d0 =$	1,67
$\alpha_b = 1.85 * (e1 / d0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b = 2.30 * (e2 / d0 - 0.5) =$	1,66
$\alpha_b = 0.96 * (p1 / d0 - 0.5) =$	2,19
maßgebend min $\alpha_b =$	1,64 (nach EN 50 341-1)

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

maßgebende Normalkraft maxN : 55,9 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} =$ **0,56 < 1** Auslastung: 56%

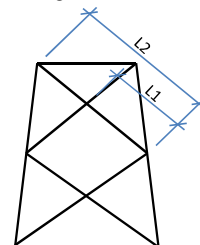
8.2 Ausfachung des Mastschafes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand Y Feld 13	Position: 296, 341, 339, 340
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-51,24	kN	Lastfall: Ha-4 (Vert.-Last *1,35)
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	52,43	kN	Lastfall: Ha-4 (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	*	1396	=	1396 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	1,0	*	1396	=	1396 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: einfache Diagonalen



	b1		b2		t	
Profil:	L	55	x	55	x	6 mm

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungsort = 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:

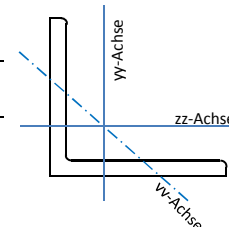
2.1 Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:					
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1}$	=	$b1 / t = 55 / 6 = 9,17$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig	
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=>	$\rho_1 = 1,00$
Schenkel 2:					
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2}$	=	$b2 / t = 55 / 6 = 9,17$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig	
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=>	$\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,31$ cm²
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -203,61$ Druckkraft -51,24 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): $\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	88,61 < 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	L_1 / i_{vv}	= 130,83 < 200
		max $\lambda = 130,83$



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]	
bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} = 1,71$ [1]	
$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 2,34$ [1]	
$K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,25$ [1]	Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -51,86$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,99 < 1$ Auslastung: 99%

2.3 Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha = 0,49$	
Biegedrillknicken: $\lambda_{BDK} => 5 * b / t = 45,83$	

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]	
bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} = 0,60$ [1]	
$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,78$ [1]	
$K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,79$ [1]	Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} = 1,10$

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

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} = 0,32 < 1$ Auslastung: 32%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

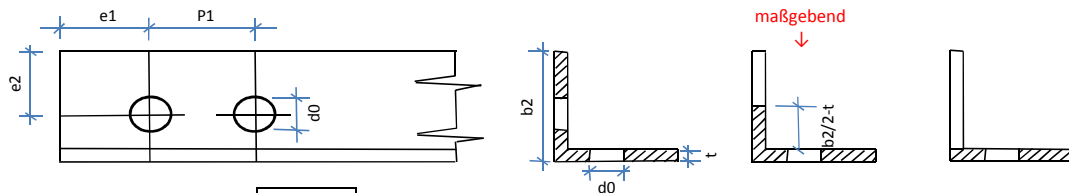
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand Y Feld 13	Position: 296, 341, 339, 340
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

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

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

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t =$	2,22 cm ²	nicht maßgebend
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t =$	3,87 cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n > 1)
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 / 3,87 = 1,63	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$: $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 =$ **110,59 kN** (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

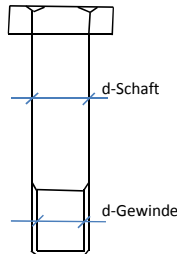
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} =$ **0,47 < 1** Auslastung: 47%

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 (↓ * n Schrauben)

maßgebende Normalkraft maxN : 52,43 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)

Abstände der Bohrung

e1 =	25	mm
e2 =	25	mm
p1 =	47	mm

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

$\alpha_b = 1.20 * e1 / d0 =$	1,67
$\alpha_b = 1.85 * (e1 / d0 - 0.5) =$	1,64
$\alpha_b = 2.30 * (e2 / d0 - 0.5) =$	2,04
$\alpha_b = 0.96 * (p1 / d0 - 0.5) =$	2,03
maßgebend min $\alpha_b =$	1,64 (nach EN 50 341-1)

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

maßgebende Normalkraft maxN : 52,43 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

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

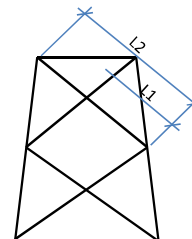
8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 4 - Wand Y Feld 13	Position: 297, 298, 342, 343
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-33,94	kN	Lastfall: J1-Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	32,76	kN	Lastfall: J1-Voll
Stützkraft	S_d	=		kN	Achtung keine Stützkraft!
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	1,0	*	1522	=	1522 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	1,0	*	1522	=	1522 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: **einfache Diagonalen**



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

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

2.) Stabilitätsnachweise:

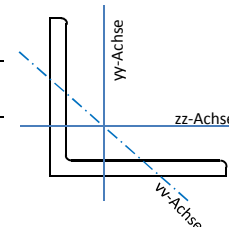
2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:					
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1}$	=	$b1 / t = 60 / 6 = 10,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig	
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	=>	$\rho_1 = 1,00$
Schenkel 2:					
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2}$	=	$b2 / t = 60 / 6 = 10,00$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig	
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,660$	=>	$\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,91$ cm²
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -222,97$ Druckkraft -33,94 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicke (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	
Biegeknicke um die X-Achse (yy-Achse): $\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	88,08 < 200
Biegeknicke um die z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	$L_1 / i_{vv} = 130,20$	< 200
	max $\lambda = 130,20$	



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]
 bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) * \sqrt{A_{eff} / A} = 1,70$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 2,32$ [1]
 $K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,26$ [1]

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

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -57,25$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicke: $N_d / N_{R,d} = 0,59 < 1$ Auslastung: 59%

2.3) Biegedrillknicke (BDK):

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

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

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

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

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

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

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

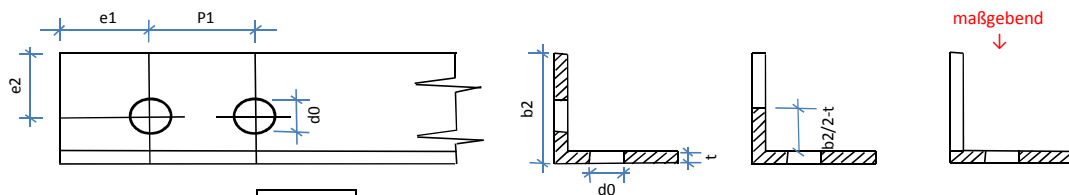
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 4 - Wand Y Feld 13	Position: 297, 298, 342, 343
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

Schraubenverbindung:	Anzahl (n) 1	Größe M 20	Güte 5.6	Schnittigkeit S_y 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 => bei S335 maßgebend!



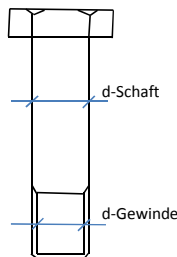
Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} :	1,25
Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ =	$(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 = 65,16$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)
Zugbeanspruchungsnachweis:	$N_z / N_{R,z} = 0,50 < 1$ Auslastung: 50%

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 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	ggf. Schnitt 2
↓	↓
Faktor α_v :	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	3,14 cm ²
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$ =	$\alpha_v * A_v * f_{ub} / \gamma_{Mb} = 75,36$
	- → Σ = 75,36 kN
	↓ * n Schrauben
	Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd}$ = 75,36 kN

maßgebende Normalkraft maxN : 33,94 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis:	$maxN / F_{v,Rd} = 0,45 < 1$	Auslastung: 45%
-----------------------------------	------------------------------	-----------------

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 =	27	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
$\alpha_b = 2.30 * (e2 / d0 - 0.5) =$	1,67
$\alpha_b = 0.96 * (p1 / d0 - 0.5) =$	entfällt
maßgebend min α_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 → * n Schrauben = **60,13 kN**

maßgebende Normalkraft maxN : 33,94 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis:	$maxN / F_{b,Rd} = 0,56 < 1$	Auslastung: 56%
-----------------------------------	------------------------------	-----------------

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

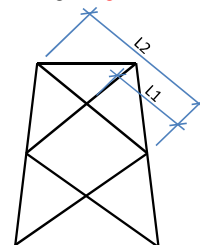
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand Y Feld 14	Position: 299, 300, 344, 345
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-27,37	kN	Lastfall: J1-Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	32,76	kN	Lastfall: J1-Voll
Stützkraft	S_d	=		kN	Achtung keine Stützkraft!

Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	0,9	*	3273	=	2946 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	0,9	*	1755	=	1580 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: **gekreuzte Diagonalen**



	b1		b2		t	
Profil:	L	55	x	55	x	6 mm

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungsort = 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 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=> $\rho_1 = 1,00$

Schenkel 2:

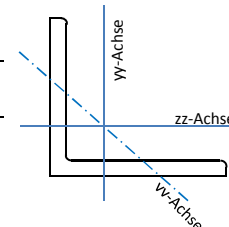
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2} = b2 / t = 55 / 6 = 9,17$	< 13,8 => bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2} = 0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=> $\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche: $A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] = 6,31$ cm²
 Druckspannungsnachweis: $N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} : -203,61$ Druckkraft -27,37 kN zulässig! (EN 50341-1:2001 J.4.3)

2.2) Biegeknicke (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	
Biegeknicke um die X-Achse (yy-Achse): $\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3 $186,97$ < 200
Biegeknicke um die z-Achse (vv-Achse): $\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	$L_1 / i_{vv} = 148,03$ < 200
	max $\lambda = 186,97$



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]
 bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} = 2,45$ [1]

$\Phi_{bk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 4,04$ [1]
 $K_{bk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,14$ [1]

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

Knicksbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -28,03$ kN

Stabilitätsnachweis Biegeknicke: $N_d / N_{R,d} = 0,98 < 1$ Auslastung: 98%

2.3) Biegedrillknicke (BDK):

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

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

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a = \pi * \sqrt{E / f_y} = 76,41$ [1]
 bezogene Schlankheit $\lambda' = (\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} = 0,60$ [1]

$\Phi_{bdk} = 0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] = 0,78$ [1]
 $K_{bdk} = 1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) = 0,79$ [1]

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

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

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicke: $N_d / N_{R,d} = 0,17 < 1$ Auslastung: 17%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

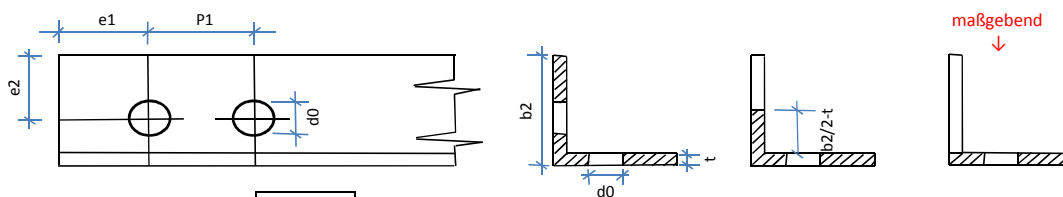
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand Y Feld 14	Position: 299, 300, 344, 345
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

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

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

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t = 2,22 \text{ cm}^2$	maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t = 3,87 \text{ cm}^2$	nicht maßgebend
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0.9 * (A - 2 * d0 * t) = 3,73 \text{ cm}^2$	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 $N_{R,z}$: $(0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0.9 = 63,44 \text{ kN}$ (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

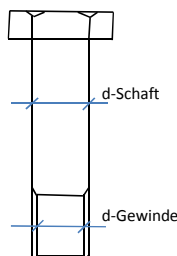
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,52 < 1$ Auslastung: 52%

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

- $\rightarrow \Sigma = 48,24 \text{ kN}$
 \downarrow * n Schrauben
Scherbeanspruchbarkeit $F_{v,Rd} = 48,24 \text{ kN}$

maßgebende Normalkraft maxN : 32,76 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $\max N / F_{v,Rd} = 0,68 < 1$ 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 = **entfällt**

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

$\alpha_b = 1.20 * e1 / d0 = 1,67$
 $\alpha_b = 1.85 * (e1 / d0 - 0.5) = 1,64$
 $\alpha_b = 2.30 * (e2 / d0 - 0.5) = 2,04$
 $\alpha_b = 0.96 * (p1 / d0 - 0.5) = \text{entfällt}$
maßgebend min $\alpha_b = 1,64$ (nach EN 50 341-1)

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

maßgebende Normalkraft maxN : 32,76 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

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

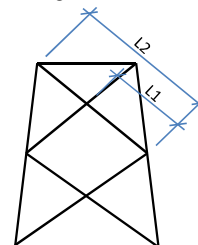
8.2 Ausfachung des Mastschafes - Wand Y

Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand Y Feld 15	Position: 301, 302, 346, 347
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

1.) Maßgebende Querschnittswerte, Kräfte und Knicklängen:

max. Druckkraft	$N_{D,d}$	=	-29,59	kN	Lastfall: J1-Voll
max. Zugkraft	$N_{Z,d}$	=	24,58	kN	Lastfall: J1-Voll
Stützkraft	S_d	=		kN	Achtung keine Stützkraft!
Knicklänge:	β Eulerfall 2	*	l	=	S_k
$S_{k,x} = L_2 =$	1,0	*	1747	=	1747 mm (um yy-Achse)
$S_{k,z} = L_1 =$	1,0	*	1747	=	1747 mm (um vv-Achse)

Ausfachungsart: einfache Diagonalen



	b1		b2		t	
Profil:	L	55	x	55	x	6 mm

Querschnittswerte:	A	=	6,31	cm ²	Herstellungsort =	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:

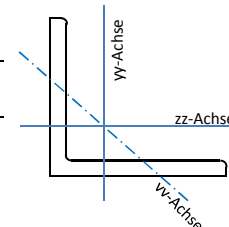
2.1) Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche: (EN 50341-1:2001 J.2.3)

Schenkel 1:					
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,1}$	=	$b1 / t = 55 / 6 = 9,17$	< 13,8 =>	bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,1}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=>	$\rho_1 = 1,00$
Schenkel 2:					
Plattenschlankheit:	$\lambda_{p,2}$	=	$b2 / t = 55 / 6 = 9,17$	< 13,8 =>	bei Stahlgüte S355 keine Reduzierung notwendig
bezogene Plattenschlankheit:	$\lambda'_{p,2}$	=	$0,0537 * b1 / \sqrt{t * 235 / f_y} = 0,605$	=>	$\rho_2 = 1,00$

Wirksame Querschnittsfläche:	$A_{eff} = A - t * [b1 * (1-\rho_1) + b2 * (1-\rho_2)] =$	6,31	cm ²
Druckspannungsnachweis:	$N_D \leq A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} :$	-203,61	Druckkraft -29,59 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):	$\lambda_{BK,x} = \lambda_2 =>$	siehe EN 50341-1:2001 J.6.3.3	110,89 < 200
Biegeknicken um die z-Achse (vv-Achse):	$\lambda_{BK,z} = \lambda_1 =>$	$L_1 / i_{vv} =$	163,73 < 200
		max $\lambda =$	163,73



Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	2,14	[1]
$\Phi_{bk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	3,27	[1]
$K_{bk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$	0,17	[1]
Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$	1,10		

Knickbeanspruchbarkeit BK: $N_{R,d} = K_{bk} * A_{eff} * f_y / \gamma_{M1} = -35,45$ kN

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

2.3) Biegedrillknicken (BDK):

Knickspannungslinie C => Imperfektionsbeiwert $\alpha =$	0,49
Biegedrillknicken:	$\lambda_{BDK} => 5 * b / t = 45,83$

Bezugsschlankheitsgrad $\lambda_a =$	$\pi * \sqrt{E / f_y} =$	76,41	[1]
bezogene Schlankheit $\lambda' =$	$(\lambda / \lambda_a) \sqrt{A_{eff} / A} =$	0,60	[1]
$\Phi_{bdk} =$	$0,5 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda' * \lambda'] =$	0,78	[1]
$K_{bdk} =$	$1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda' * \lambda'}) =$	0,79	[1]
Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_{M1} =$	1,10		

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

Stabilitätsnachweis Biegedrillknicken: $N_d / N_{R,d} =$ 0,19 < 1 Auslastung: 19%

8.2 Ausfachung des Mastschaftes - Wand Y

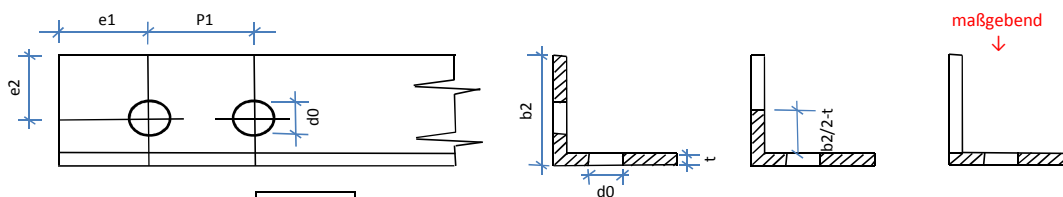
Mast 13	Kräfte einschl. Teilsicherheitsbeiwert	Schuss 3 - Wand Y Feld 15	Position: 301, 302, 346, 347
----------------	---	----------------------------------	-------------------------------------

3.) Nachweis der Zugbeanspruchung:

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

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

Anzahl (n) der Schrauben = 1 :	$(b1 - d0) * t = 2,22$ cm ²	maßgebend (Schraubenanzahl n = 1)
Anzahl (n) der Schrauben > 1 :	$(b1 - d0 + (b2/2)) * t = 3,87$ cm ²	nicht maßgebend
Anschluss an beiden Schenkeln:	$0,9 * (A - 2 * d0 * t) = 3,73$ cm ²	nicht maßgebend
Nachweis am Nettoquerschnitt maßgebend?	$A / A_{net} = 6,31 / 2,22 = 2,84$	> 1,14 => bei S335 maßgebend!



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

Zugbeanspruchbarkeit $N_{R,z}$ = $(0,9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}) * 0,9 = 63,44$ kN (EN 50341-1:2001 J.4.1 und 50341-3-4 J.4.1 DE.1)

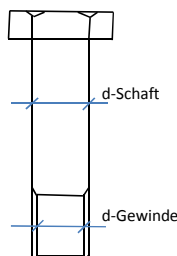
Zugbeanspruchungsnachweis: $N_z / N_{R,z} = 0,39 < 1$ Auslastung: 39%

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	
Faktor α_v :	0,6	0,6
maßgebender Abscherquerschnitt A_v :	2,01	2,01 cm ²

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

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

maßgebende Normalkraft maxN : 29,59 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{v,Rd} = 0,61 < 1$ Auslastung: 61%

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**

$\alpha_b = 1,20 * e1 / d0 = 1,67$
 $\alpha_b = 1,85 * (e1 / d0 - 0,5) = 1,64$
 $\alpha_b = 2,30 * (e2 / d0 - 0,5) = 2,30$
 $\alpha_b = 0,96 * (p1 / d0 - 0,5) = \text{entfällt}$
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 maxN : 29,59 kN (Betrag ohne Vorzeichen)

Zugbeanspruchungsnachweis: $maxN / F_{b,Rd} = 0,60 < 1$ Auslastung: 60%