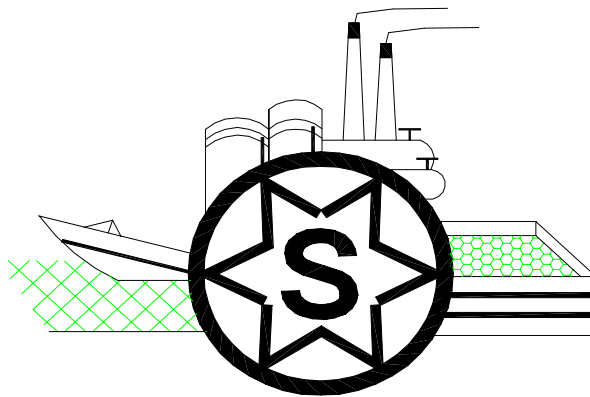


Design industrial constructions

M.I.P. COMPOSITES NV



Unterstützungskonstruktion

MLR 7-28-50-4

Datum: 10-07-06
Werk: 2127
Name: Ing. Joss Rijkx

Rijksweg 981
3650 Dilsen - Stokkem
Belgie

Tel: +32-89-56 98 50
Fax: +32-89-56 98 57
E-mail: mail@desicon.be

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Voraussetzungen	2
Windlasten	3
Daten und Annahmen	4
Auflagerkräfte und Fundamentslasten	5
Stabkräfte	7
Spannungsnachweiss	9
Verankerung und Silo-auflager	11
Auflagerdetail silo	12
Fundament übersicht	13
Bewehrung	14
Bodenpressung	15

Voraussetzungen :

- Lastannahmen nach DIN 1055

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_F = 1,35$ Eigen gewichten und Schüttgut
 $\gamma_F = 1,50$ Windlasten und Dachlasten

Oberkante Silo liegt maximal 20 m über Gelände. (Staudruck = $0,8 \text{ kN/m}^2$)

Maximum Schüttgewicht = 700 kg/m^3

- Stahlberechnungen nach DIN 18800 Teil 1 u. 2 (Ausgabe Nov. 1990)

Teilsicherheitsbeiwert Stahl: $\gamma_M = 1,1$

Stahlqualität min. S235JR

Schrauben Festigkeitsklasse 8.8

Randabstände (e1) :

> 2,5 x Lochdiam

Lochabstände (e) :

> 3,0 x Lochdiam

- Betonberechnungen nach DIN 1045 T1

Teilsicherheitsbeiwert Beton $\gamma_C = 1,5$
 Bewehrungsstahl $\gamma_S = 1,15$

Betongüte C25/30

Bewehrung BSt 500M

Expositionsklasse XC4 - XF1 - XA1

- Konstruktion ist nicht bemessen für Erdbeben.

- Konstruktion muss geschützt werden für Anpralllasten.

- Maximal zulässige Bodenpressung = 100 kN/m^2 (excl. γ Bauseits prüfen)

- Abmessungen, Gewichte und übrige Daten :

- Auslauftteil unter Trichter : 100 kg
- Eigengewicht Silo : 1177 kg
- Eigengewicht Unterstützung : 496 kg
- Dachlast :

Schneelast	}	616 kg	(= 100 kg/m^2)
Verkehrslast			
Filter			

Windlastannahmen :

- Wind: Staudruck = 0,8 kN/m² (Beiwerte nach DIN 18914)

Beiwert für freistehende Silos = 0,7

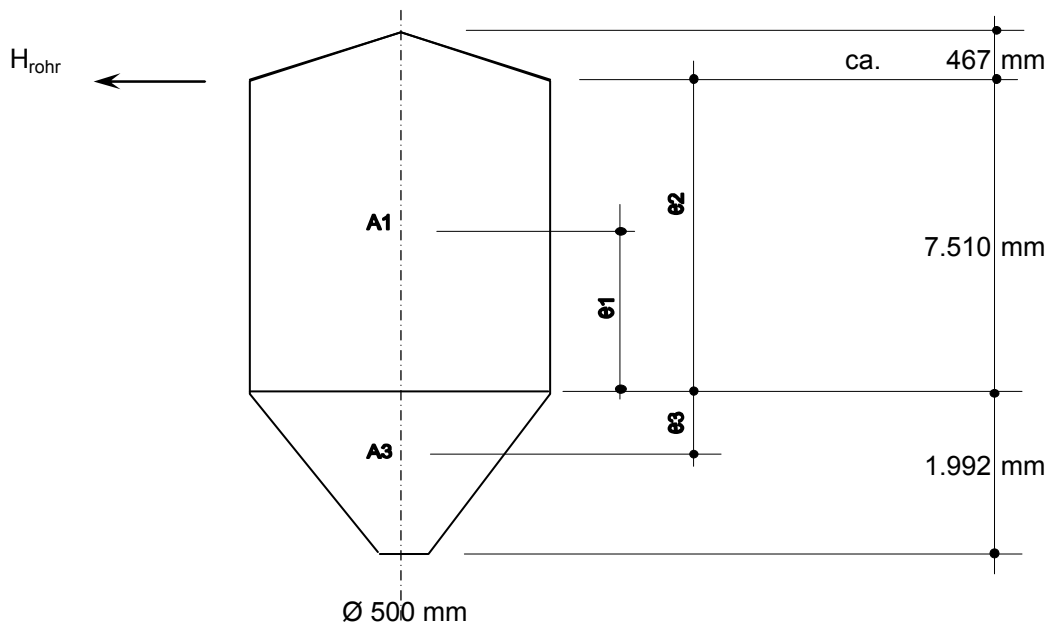
Minimale Zwischenabstand bei mehrere Silos > 0,5 x Diam
Beiwert für mehrere Silos $C_f < 0,78$

} → $C_f = 0,78$

Wegen Rohren, zusatzlast @ Traufhöhe 1,00 kN

Projektionsfläche Unterstützung = 10% x Umrissfläche
Beiwert für Unterstützung $C_f = 1,5$

Windflächen auf Silo



Gesamtes Windmoment auf silo =

- + Wind A1 x e_1
- + H_{rohr} x e_2
- Wind A3 x e_3

Daten und Annahmen :

Vertikallasten	Gesamt kg	pro Stütze kN	
e.g. Silo =	1177	2,94	
e.g. Unterstützung =	496	1,24	
e.g. Füllrohr =	64	0,64	
e.g. Auslaufteil =	100	0,25	
Schüttgut =	35000	87,50	700 kg/m ³
Verkehrs - Schneelast =	616	1,54	
Füllrohr voll =	114	1,14	

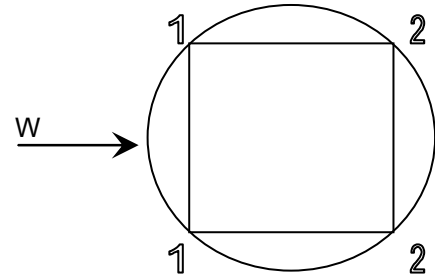
Windlasten	0,80 kN/m ²	Windfläche m ²	Schwerpunkt m	Cf
Silo oberhalb Standzarge =		21,73	3,880	
Silo unterhalb Standzarge =		3,29	-0,747	
Gesamt =		25,01 m ²	3,27 m	0,78
		Hsilo = 15,6 kN	Msilo = 51,1 kNm	
		Hrohr = 1,00 kN	7,5 kNm	
		Hges= 16,6 kN	Mges= 58,6 kNm	
Windfläche Unterstützung =		6,54 m ²	* 10% = 0,65 m ²	1,50
		Hges= 0,8 kN	Mges= 1,2 kNm	

Uebrige Daten

Silo diameter =	2.800 mm		
Silo höhe =	7.510 mm		
Stützenkreis =	2.938 mm	s maß =	2.077 mm
Höhe Unterstützung =	3.150 mm	L diag =	3.367 mm
Ueberkringung o+u =	250 mm		

Auflagerkräfte Silo bei Wind auf Luv-Seite :

Ständige Lasten	V =	5,2 kN
Schüttgut	V =	119,7 kN
Verkehr - Schnee	V =	2,3 kN
Windlasten	M =	87,9 kNm
	H1 =	0,0 kN
	H2 =	12,5 kN
	V1 =	-21,2 kN
	V2 =	21,2 kN



Gesamtlasten	Vmin =	-16,0 kN	Vmax =	146,0 kN
	H =	0,0 kN	H =	12,5 kN

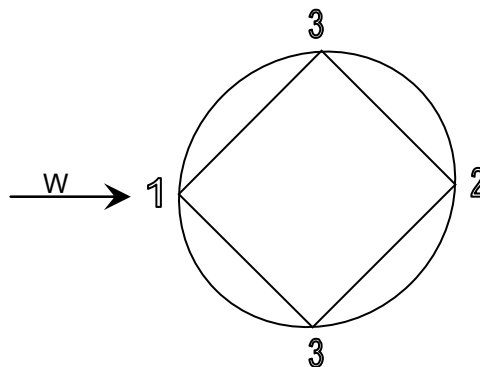
Fundamentlasten bei Wind auf Luv-Seite :

Ständige Lasten	V =	6,8 kN
Schüttgut	V =	119,7 kN
Verkehr - Schnee	V =	2,3 kN
Windlasten	M =	168,2 kNm
	H1 =	13,0 kN
	H2 =	0,0 kN
	V1 =	-40,5 kN
	V2 =	40,5 kN

Gesamtlasten	Vmin =	-33,6 kN	Vmax =	167,0 kN
	H =	13,0 kN	H =	0,0 kN

Auflagerkräfte Silo bei Wind über Eck :

Ständige Lasten	V =	5,2 kN
Schüttgut	V =	119,7 kN
Verkehr - Schnee	V =	2,3 kN
Windlasten	M =	87,9 kNm
	H1 =	0,0 kN
	H2 =	12,5 kN
	H3 =	8,8 kN
	V1 =	-29,9 kN
	V2 =	29,9 kN
	V3 =	0,0 kN



Gesamtlasten	Vmin =	-24,7 kN	Vmax =	154,8 kN
	H =	0,0 kN	H =	12,5 kN

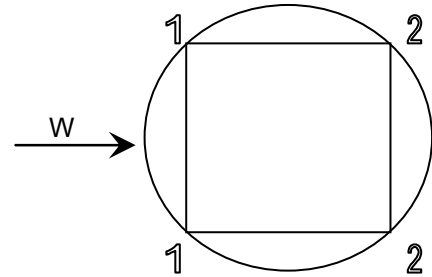
Fundamentlasten bei Wind über Eck :

Ständige Lasten	V =	6,8 kN
Schüttgut	V =	119,7 kN
Verkehr - Schnee	V =	2,3 kN
Windlasten	M =	168,2 kNm
	H1 =	13,0 kN
	H2 =	0,0 kN
	H3 =	9,2 kN
	V1 =	-57,3 kN
	V2 =	57,3 kN
	V3 =	0,0 kN

Gesamtlasten	Vmin =	-50,4 kN	Vmax =	183,8 kN
	H =	13,0 kN	H =	0,0 kN

Stabkräfte bei Wind auf Luv-Seite :

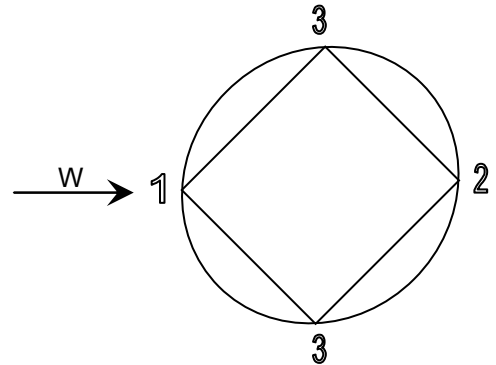
Ständige Lasten	N =	6,8 kN
Schüttgut	N =	119,7 kN
Verkehr - Schnee	N =	2,3 kN
Windlasten	N1 =	-40,5 kN
	Q1 =	13,0 kN
	M1 =	3,3 kNm
	N2 =	40,5 kN
	Q2 =	13,0 kN
	M2 =	3,3 kNm
	Ndiag =	20,7 kN



Silo leer + Wind	Nmin =	-33,6 kN
	Qmax =	13,0 kN
	Mmax =	3,3 kNm
	Nmax =	47,3 kN
	Qmax =	13,0 kN
	Mmax =	3,3 kNm
Silo gefüllt + Wind	Nmin =	86,0 kN
	Qmax =	13,0 kN
	Mmax =	3,3 kNm
	Nmax =	167,0 kN
	Qmax =	13,0 kN
	Mmax =	3,3 kNm

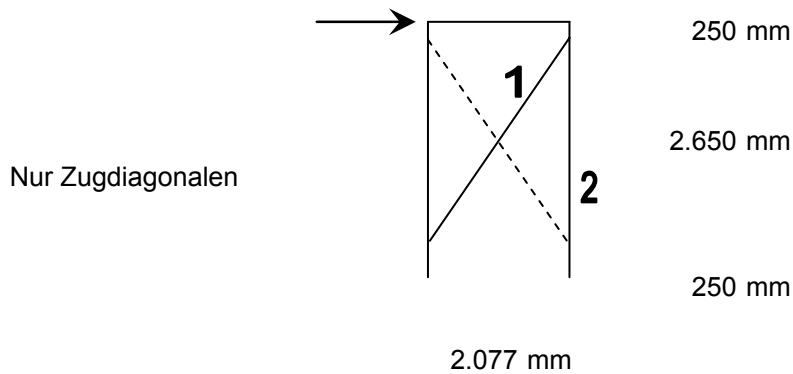
Stabkräfte bei Wind über Eck :

Ständige lasten	N =	6,8 kN
Schüttgut	N =	119,7 kN
Verkehr - Schnee	N =	2,3 kN
Windlasten	N1 =	-57,3 kN
	Q1 =	13,0 kN
	M1 =	3,3 kNm
	N2 =	57,3 kN
	Q2 =	13,0 kN
	M2 =	3,3 kNm
	N3 =	13,7 kN
	Q3 =	9,2 kN
	M3 =	0,0 kNm
	Ndiag =	14,6 kN



Silo leer + Wind	Nmin =	-50,4 kN
	Qmax =	13,0 kN
	Mmax =	3,3 kNm
	Nmax =	64,1 kN
	Qmax =	13,0 kN
	Mmax =	3,3 kNm
Silo gefüllt + Wind	Nmin =	69,3 kN
	Qmax =	13,0 kN
	Mmax =	3,3 kNm
	Nmax =	183,8 kN
	Qmax =	13,0 kN
	Mmax =	3,3 kNm

Spannungsnachweis :



1 L 50 x 5 M 12 kwal.8.8

Nd = 14,6 kN bei Wind über Eck
Nd = 20,7 kN bei Wind auf Luv-Seite

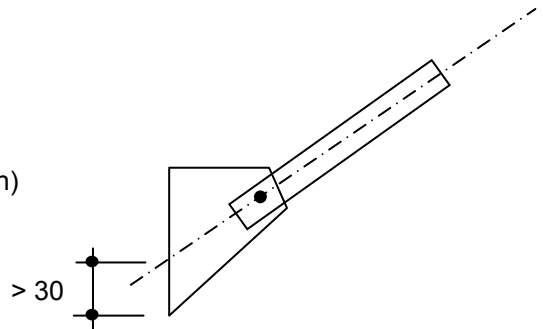
Anet = 130,00 mm²
Nrd = 130 * 360 / 1,1 / 1,25 = 34,0 kN

Nd / Nrd = 0,61 < 1,00

Schrauben M 12
Va,R,d = 36,7 kN > 20,7 kN
Vl,R,d = 26,7 kN > 20,7 kN

Anschweisblech am Stütze: 6 mm (praktisch)

Schweisnaht a = 3mm
Ft > 2 x 3 x 60 x 207 / 1.000.000 = 74 kN > 20,7 kN



Spannungsnachweis :

2 Ø 114,3 x 4,5

A =	1.552 mm ²	Wel =	41,0 cm ³	a = 1,32
I _{yy} =	234,3 cm ⁴	Wpl =	54,3 cm ³	
Nd =	183,8 kN	Npl =	338,7 kN	
Qd =	13,0 kN	Qpl =	124,6 kN	
Md =	3,3 kNm	Mpl =	11,8 kNm	

$$\sigma = N_d / A = 118 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 2 \times Q / A = 17 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_v = 122 \text{ N/mm}^2 \quad (\ll 214 \text{ N/mm}^2)$$

Stabilitätsnachweis :

Sk =	2.900 mm	$\lambda_{\kappa} =$	74,64	knicklinie a: k =	0,89
i _y =	38,85 mm	$\bar{\lambda}_{\kappa} =$	0,80	$\kappa =$	0,79
NK _{i,d} =	525 kN	$\eta_{\kappa} =$	2,86	$\beta_M >$	0,65
		$\psi =$	0,00	$\beta_M >$	0,44

Nd / ($\kappa * N_{pl}$) =	0,68	}	0,96	(< 1,00)
Md * β / Mpl =	0,18			
$\Delta n =$	0,10			

Verankerungsdetail : (nur Anker mit gültigen Zulassung verwenden)

Verankerung mit 2 Anker Blech 15 mm - 150 x 300 in ungerissener beton

Nd = 50,4 kN
Vd = 13,0 kN



Dübelnachweis nach ETA Anhang C (Bemessungsverfahren)

← 220 →

		NRk,p		γ_{Mp}		
UPAT EXA M20	NS,d =	52,0 kN	/	1,80	x 2 =	57,8 kN
$h_{eff} = 103 \text{ mm}$	NS,c =	29,3 kN	x	1,71	=	50,1 kN
	VS,d =	75,0 kN	/	1,31	x 2 =	114,5 kN

Dübel UPAT oder gleichwertig.

Betonanker M16	Nr,d =	37,7 kN	x 2 =	75,4 kN
	Vr,d =	34,3 kN	x 2 =	68,6 kN

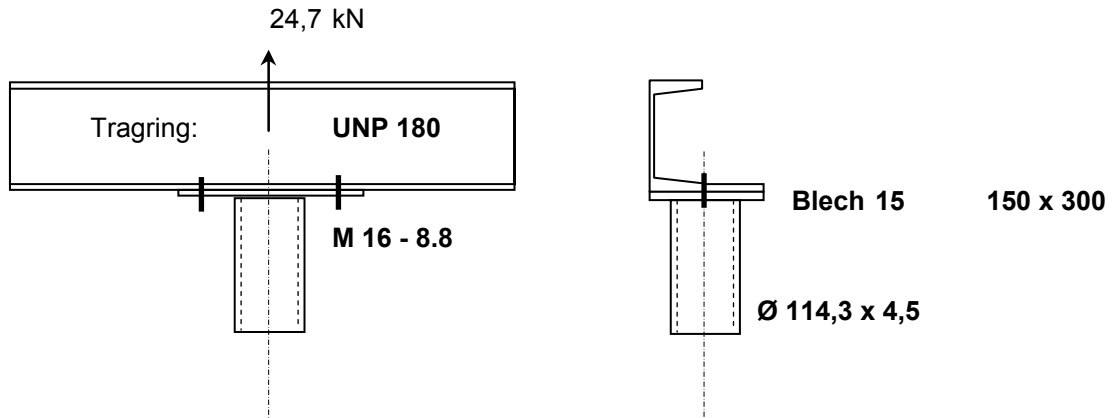
Verankerungslänge: 400,0 mm (Gewindestange, kein glatter stab mit gewinde am ende)

Fussblech 15 mm - 150 x 300

Anker c/c = 220 mm	}	Md = 2,05 kNm	}	Md / Mpl = 1,11
Stütze = 114 mm				
Eff. Br. = 150 mm				
Wpl = 8.438 mm ³		Mpl = 1,84 kNm		

Für Md wird der achsabstand zwischen die Ankers reduziert mit 1/2 x diam. Stütze = 163 mm

Auflagerdetail silo :



Schrauben M 16 - 8.8 c/c 220 mm

$$N_{r,d} = 91 \text{ kN} \times 2 = 183 \text{ kN} > 24,7 \text{ kN}$$

Blech 15 mm

$$M_d = N_d/2 \times \text{exc.} / 2 = 1,01 \text{ kNm} \quad \text{Für } M_d \text{ wird die exc. reduziert mit } 1/4 \times \text{diam. Stütze.}$$

$$W = 1/4 \times b \times t^2 = 8.438 \text{ mm}^3$$

$$M_{r,d} = Wd \times f_{y,d} / \gamma_m = 1,84 \text{ kNm} \quad (> 1,01 \text{ kN})$$

Unterflansch UNP Tragring: 11,0 mm (oder Flanschverbreiter)

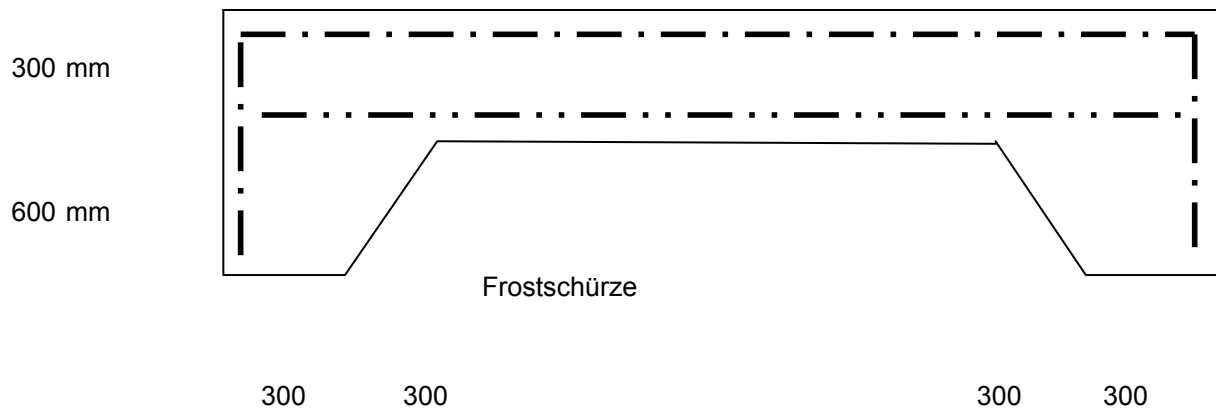
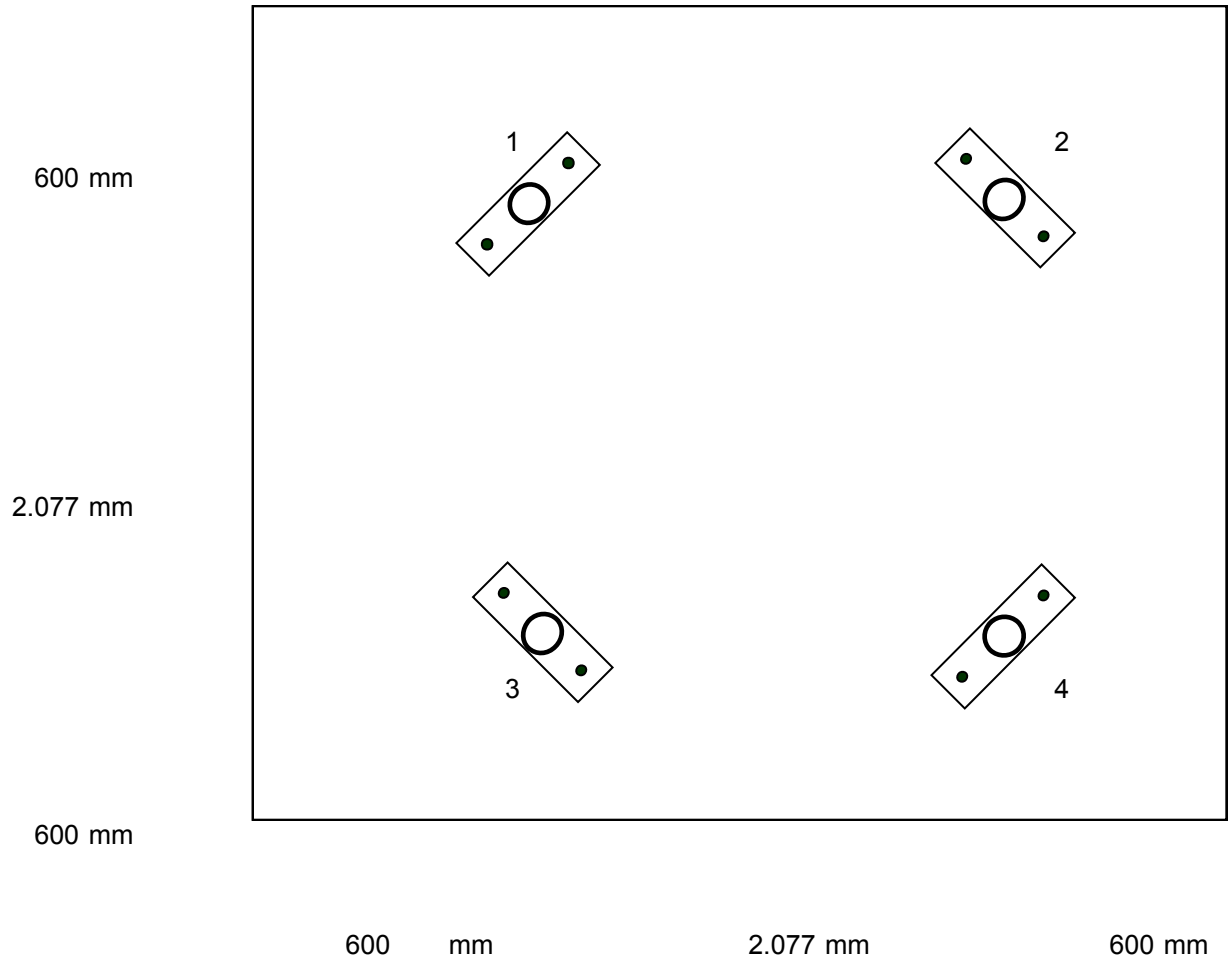
$$M_d = N_d/2 \times b/2 = 0,93 \text{ kNm}$$

$$W = 1/4 \times 2 \times b \times t^2 = 9.075 \text{ mm}^3$$

$$M_{r,d} = W \times f_{y,d} / \gamma_m = 1,98 \text{ kNm} \quad (> 0,93 \text{ kN})$$

praktisch rippen einschweissen

Fundament :



Bewehrung :

Maximum Fundamentlast: 184 kN bei Wind über Eck

Minimum Fundamentlast: -50 kN bei Wind über Eck

Die Grösste Kräfte treten auf bei Wind über Eck, für die weitere Berechnung setzen wir diese Kräfte ein als wären sie die Kräfte auftretend bei Wind auf Luv Seite.
Diese kombination kann eigentlich nicht auftreten aber gibt mit sicherheit die ungünstigste Werten.

Für Bodenpressung siehe Seite 14

Moment : $M_d = 16,7 \text{ kNm}$ (=Bodenpressung x Fläche x Exc. x γ (ca 1,5))

Platte: $d = 235 \text{ mm}$

Beton: $k_d = 5,76$

C 25/30

Bewehrung : $k_s = 2,32$

BSt 500 $A_s = 164 \text{ mm}^2$ Mindestbewehrung $0,5 \times 0,83 \times h = 125 \text{ mm}^2$

Gewählt : $A_a = 131 \text{ mm}^2$ # **Rund 5 mm - 150 mm (oben + unten)**

$x = 5,88 \text{ mm}$

$z = 233 \text{ mm}$

$\sigma_{c,d} \sim 12,17 \text{ N/mm}^2$

Begrenzung rissbreite $\sigma_s = A_s / A_a \times 500 = 627 \text{ N/mm}^2$

Tabelle 20 und 21 sind eingehalten.

Stanzen: Maßgebende Rundschnitt ist Rohrdiam + Betonplatte = 564 mm

$V_{s,d} = 184 \text{ kN}$

$u = 1,773 \text{ mm}$

$\beta = 1,05$

$V_{E,d} = 109 \text{ N/mm}$

$\kappa = 1,92$

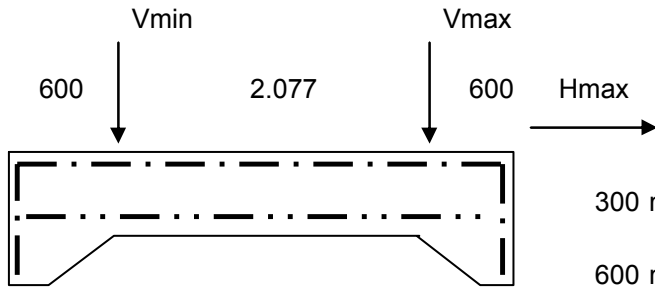
$\rho_l = 0,0009$

$\sigma_{cd} = 0,00 \text{ N/mm}^2$

$f_{c,k} = 25,00 \text{ N/mm}^2$

$V_{Rd,ct} = 82 \text{ N/mm} (> 109 \text{ N/mm})$

Bodenpressung :



Vmin und Vmax sind Kräfte pro Stütze!!
Alle Werte auf diese Seite sind ohne γ_F

1e Kernweite = $b/6 = 0,55$ m
2e Kernweite = $b/3 = 1,09$ m

Gesamt Gewicht: 77 kN (ohne frostschräge)

Silo leer

Vmin	-33 kN	}	Vges	98 kN	Mges	115 kNm
Vmax	43 kN					
Hmax	8,7 kN					
E.g.	77 kN					

$e = M_{ges} / V_{ges} = 1,18$ m ($< 1,09$ m)

Reduzierte Fläche = 1,39 m x 3,28 m = 4,55 m²

Max. kantenpressung = 43 kN/m²
Sohlspannung = 21 kN/m²

Silo gefüllt

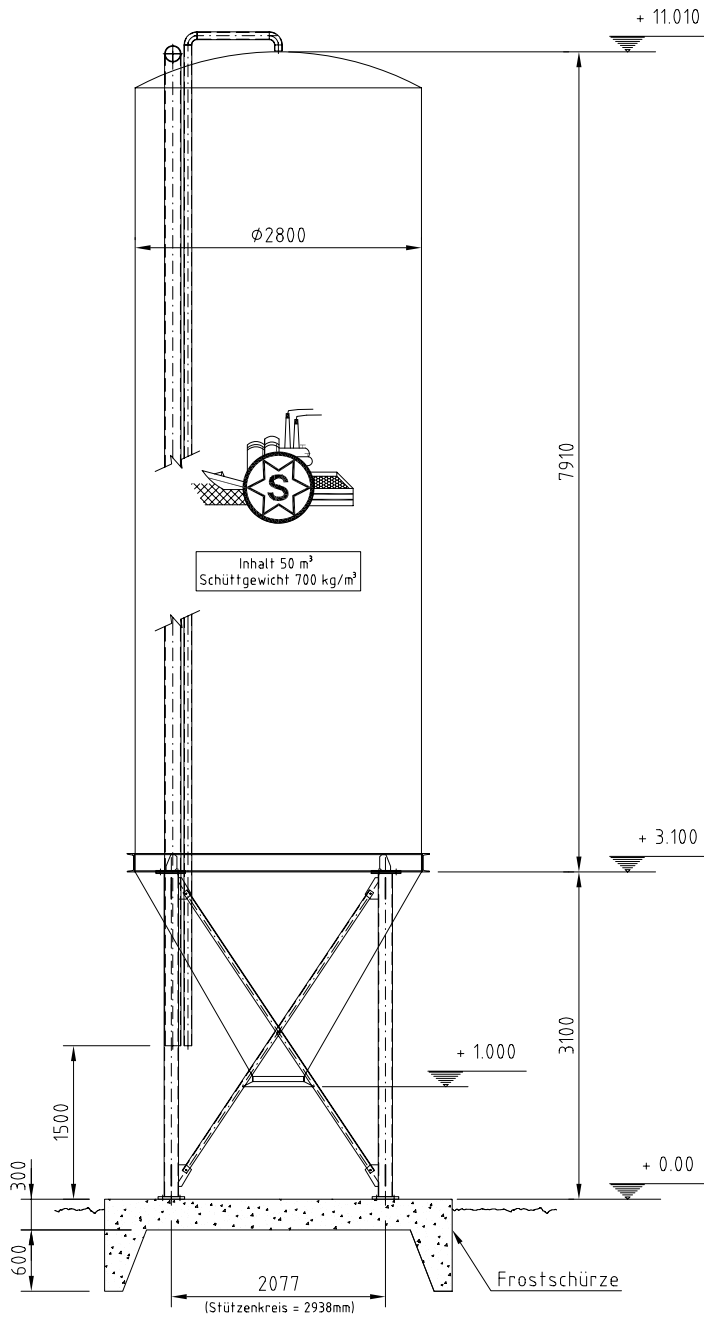
Vmin	56 kN	}	Vges	452 kN	Mges	115 kNm
Vmax	132 kN					
Hmax	8,7 kN					
E.g.	77 kN					

$e = M_{ges} / V_{ges} = 0,25$ m ($< 1,09$ m)

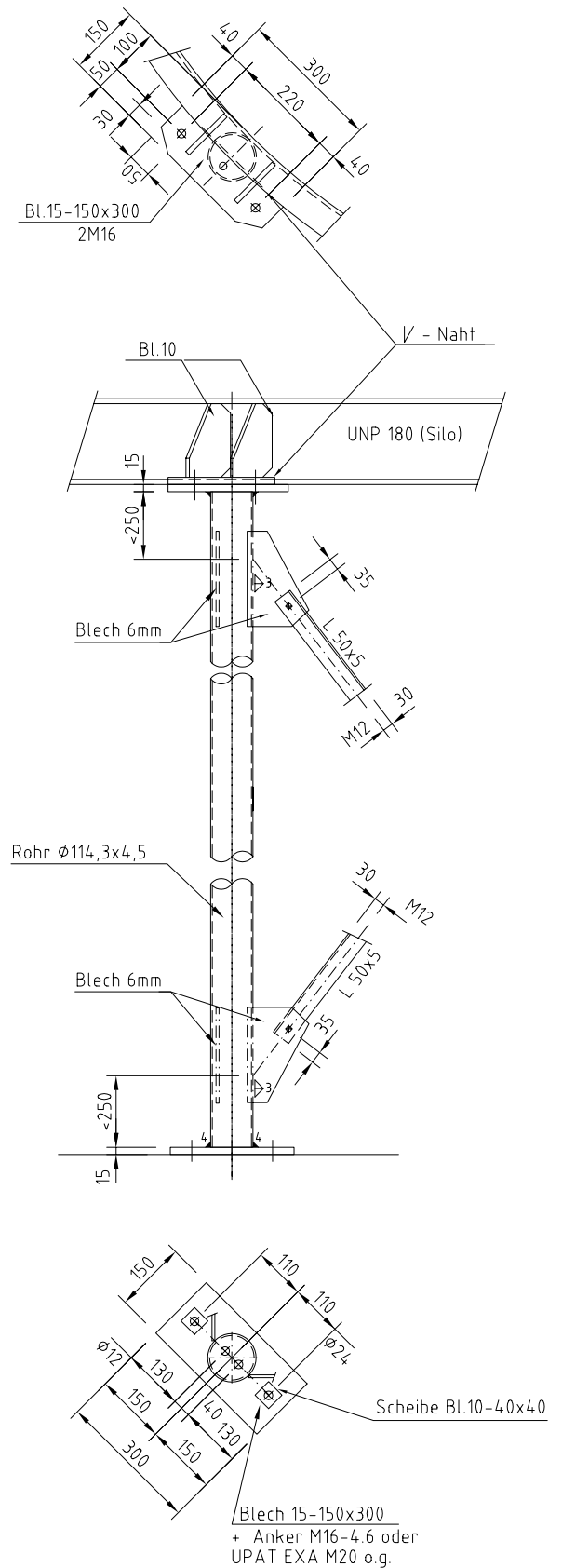
Reduzierte Fläche = 3,28 m x 3,28 m = 10,74 m²

Max. kantenpressung = 62 kN/m²
Sohlspannung = 42 kN/m²

Uebersicht



Anschlussdetails Unterstüztung



Stahl: St. 37-2

Schrauben: Festigkeit 8.8 Randmass > 2,5d

