



Buchentorstraße 11
D - 49536 Lienen - Kattenvenne
Telefon: 0 54 84 / 93 93 - 0
Telefax: 0 54 84 / 93 93 93

Technische Dokumentation

Statische Berechnung

Stahlblechrundsilo mit Profilstahlunterstützung

Projekt	Siloaufstellung	1996	Datum	Name	Seite 1
Kunde	Großtagebau Kamsdorf	erstellt	04.12.	J. Weiß	von 1
Kom.-Nr.:	96 / 3731	geprüft	04.12.	J. Weiß	963731AD.DOC

Inhalt

1) Allgemeines	Seite	3
2) Eingabedaten	Seite	4
3) Zwischenwerte	Seite	8
4) Fundamentlasten	Seite	10
5) Verankerung	Seite	12
6) Silolasten	Seite	13
7) Berechnung des Zylinders	Seite	14
8) Berechnung des Trichters	Seite	18
9) Bandage (Übergang Trichter - Zylinder)	Seite	20
10) Pratzten	Seite	21
11) Silorandstützen	Seite	22
12) Berechnung der Trennwände	Seite	entfällt
13) Siloaufbau	Seite	entfällt
14) Silodach	Seite	25
15) Bühne in der Unterstützung	Seite	entfällt
16) Unterstützung	Seite	57
17) Verkleidung der Unterstützung	Seite	entfällt

1) Allgemeines

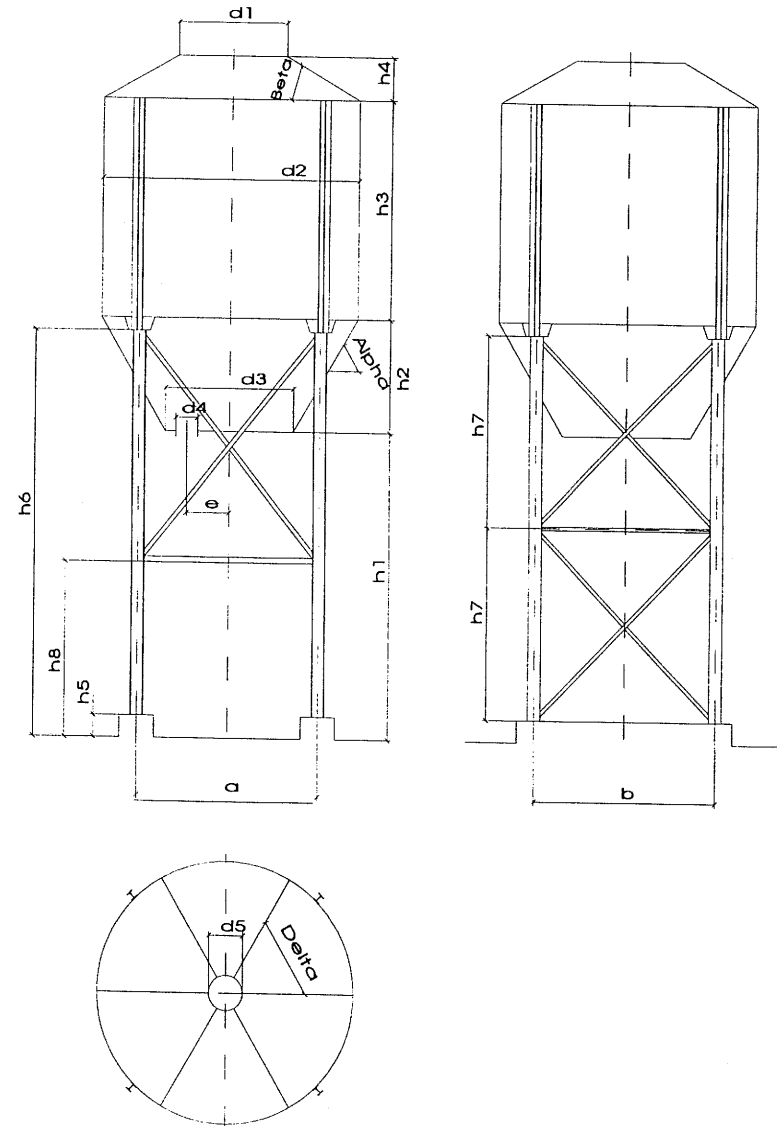
Vorgaben	Zeichnung Nr. 005 393-10 Silo-Thorwesten
Berechnungsgrundlagen	DIN 1050 , 1055 , 4114 , 18800 , EN 10025
Literatur	Lindner, Scheer, Schmidt - Stahlbauten, Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1 bis Teil 4 Hünensen, Fritzsche - Stahlbau in Beispielen Martens - Silohandbuch DASt/DSTV - Typisierte Verbindungen
Werkstoff	wenn nicht anders vermerkt: Profile und Bleche : S235JRG2 DIN EN 10025 Schrauben : Güte 4.6 DIN 7990
Aufstellungsort	im Freien, Windbelastung nach DIN
Bemerkungen	Anpralllasten werden nicht berücksichtigt, bauseits sind geeignete Maßnahmen zu treffen. Seitlich am Silo stehende Bauteile können nur in Höhe des Dacheckringes und der Trichterbandage abgestützt werden. Geschlossene Silos ohne Berücksichtigung eines Unterdruckes müssen eine Belüftung erhalten. Das Siloeigengewicht wird ermittelt: $\text{Mantelfläche} \times \text{Duchmesser} / 1000 \times 8$ $\text{m}^2 \quad \times \quad \text{mm} \quad \times \text{kg/m}^2/\text{mm}$ Das Gerüstgewicht wird ermittelt: (Omega x Gamma / Sigma = ca. 0,0017) (V-Last/Stützenszahl+Wind über Eck) x Stützenszahl x 0,0017 Für Wind auf Gerüst wird eine Angriffsbreite von 1/20 x Silodurchmesser x Stützenszahl bei angegebenem Windbeiwert gerechnet. Als Stabilisierungslast wird ein angegebener %- Anteil der V-Last in Schwerpunkthöhe angreifend angenommen. Die errechneten Wandstärken beinhalten keine Verschleißzugabe.

2) Eingabedaten

a. Abmessungen

Plateaudurchmesser	d1	5730 mm
Silodurchmesser:	d2	5730 mm
Trichterbodendurchmesser:	d3	400 mm
Auslaufdurchmesser:	d4	400 mm
Außermittigkeit des Auslaufs	e	0 mm
Achsabstand A-B (Durchfahrt)	a	4050 mm
Achsabstand 1 - 2	b	4050 mm
Auslaufhöhe ab ±0	h1	5250 mm
Trichterhöhe	h2	4616 mm
Zylinder-/Kubushöhe	h3	2000 mm
Dachhöhe	h4	0 mm
Unterkante Stütze ab ± 0	h5	500 mm
Pratzenhöhe ab ± 0	h6	9482 mm
maximale y-Knicklänge	h7	4500 mm
untere Stiellänge	h8	3700 mm
Trichterneigung	Alpha	60 °
Dachneigung	Beta	0 °
Zellenwinkel	Delta	360 °
Pratzenanzahl	n1	4
Stützenanzahl	n2	4

Silo mit Randstützen



Das Systembild dient nur als Datenerklärung.
Für den einzelnen Auftrag können Komponenten hinzugefügt oder entfernt worden sein.

b. Belastungen

Füllgut:	Filterstaub
Förderart:	geblasen
Füllguteigenschaften:	anorganisch, körnig, ohne Brückenbildung
Stabilisierung:	1,0 % V-Last
Schüttgewicht:	14,0 kN/m ³
max. Schüttwinkel:	27,0 °
Dachverkehrslast:	2,50 kN/m ²
c-Dach	0,70
c-Zylinder	1,30
c-Trichter	1,30
c-Unterstützung	1,60

V-Lasten auf Silo:

Nr.	EG	WL	e → x	e → y	(kN,mm)
1	59,00	20,00	-925	0	Filter
2	26,00	52,00	1646	-800	Ventilator
3	17,00	0,00	856	-800	Kamin
4	9,70	0,00	1646	-2300	Reingasrohr
5	8,00	8,00	3180	0	Ventilatorantrieb
6	5,00	5,00	1646	485	Antriebswelle Ventilator
7	0,00	0,00	0	0	
8	0,00	0,00	0	0	
9	0,00	0,00	0	0	
10	0,00	0,00	0	0	

V-Lasten am Gerüst:

Nr.	EG	WL	e → x	e → y	(kN,mm)
1	0,00	0,00	0	0	
2	0,00	0,00	0	0	
3	0,00	0,00	0	0	
4	0,00	0,00	0	0	
5	0,00	0,00	0	0	
6	0,00	0,00	0	0	
7	0,00	0,00	0	0	
8	0,00	0,00	0	0	
9	0,00	0,00	0	0	
10	0,00	0,00	0	0	

H-Lasten am Silo und Gerüst:

Nr.	H x	H y	Höhe	e → x	e → y	Wechsel 0/1(kN,mm)
1	37,44	20,80	15115	-925	0	1 Filter
2	0,00	8,00	13115	1646	-800	1 Ventilator
3	9,29	9,29	17949	856	-800	1 Kamin
4	0,00	0,00	0	0	0	1
5	0,00	0,00	0	0	0	1
6	0,00	0,00	0	0	0	1
7	0,00	0,00	0	0	0	1
8	0,00	0,00	0	0	0	1
9	0,00	0,00	0	0	0	1
10	0,00	0,00	0	0	0	1

Wechsel = 1: H-Lasten aus Wind ± wirkend
 Wechsel = 0: richtungsgebundene H-Lasten

Windlasten:

Nr.	Staudruck [kN/m ²]	bis Höhe [m]
1	0,50	8
2	0,80	20
3	1,10	100
4	1,30	200

3) Zwischenwerte

Siloinhalt und -gewicht

Nr.	Volumen [m³]	Gewicht [kN]	Schwerpunkt [mm]
1 Kegel	0,0	0,0	12231
2 Zylinder	51,6	722,0	10866
3 Trichter	42,6	597,0	8627
4 Summe	94,2	1319,0	9852

Siloeigengewicht:

Nr.	Mantelfl. [m²]	Gewicht [kN]
1 Dach	25,79	11,82
2 Zylinder	36,00	16,50
3 Trichter	51,32	23,53
4 Summe	113,11	51,85

Schwerpunkthöhe der Silolast über ± 0: 9852 mm
 Füllgut-Streichmaß über/unter (±) Silorand: 0 mm
 Gerüstgewicht: 32,1 kN
 Dachverkehrslast ohne Schnee: 64,5 kN

Wind auf Silo: (Momente bezogen auf ±0)

	***** in x-Richtung *****				##### in y-Richtung #####			
	Fläche [m²]	H-Last [kN]	Moment [kNm]	Höhe [m]	Fläche [m²]	H-Last [kN]	Moment [kNm]	Höhe [m]
Dach	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
Zylinder	11,46	11,9	129,50	10,87	11,46	11,9	129,50	10,87
Trichter	14,15	12,6	106,14	8,44	14,15	12,6	106,14	8,44
Gerüst	10,73	9,6	53,67	5,58	10,73	9,6	53,67	5,58

Horizontallasten: (Momente bezogen auf ±0)

	***** in + x-Richtung *****				##### in + y-Richtung #####			
	H-Last [kN]	Moment [kNm]	Mt-hor. [kNm]	Torsion	H-Last [kN]	Moment [kNm]	Mt-hor. [kNm]	Torsion
Silorand	46,7	732,7	7,43		38,1	586,1	1,88	
Pratzen	71,2	968,3	7,43		62,6	821,7	1,88	
Stützen	80,8	1022,0	7,43		72,2	875,4	1,88	

	***** in - x-Richtung *****				##### in - y-Richtung #####			
	H-Last [kN]	Moment [kNm]	Mt-hor. [kNm]	Torsion	H-Last [kN]	Moment [kNm]	Mt-hor. [kNm]	Torsion
Silorand	-46,7	-732,7	-7,43		-38,1	-586,1	-1,88	
Pratzen	-71,2	-968,3	-7,43		-62,6	-821,7	-1,88	
Stützen	-80,8	-1022,0	-7,43		-72,2	-875,4	-1,88	

Stabi/Erdbeben

	***** in x-Richtung *****				##### in y-Richtung #####			
	H-Last [kN]	Moment [kNm]	Mt-hor. [kNm]	Torsion	H-Last [kN]	Moment [kNm]	Mt-hor. [kNm]	Torsion
Silorand	2,7	32,53	1,53		2,7	32,53	-0,93	
Pratzen	16,5	167,59	1,53		16,5	167,59	-0,93	
Stützen	16,8	169,26	1,53		16,8	169,26	-0,93	

Das Moment im Punkt i (Höhe hi) errechnet sich zu: $M_i = (M/H - h_i) * H$

Gesamtlast

in Höhe	Silorand V[kN]	Pratzen V[kN]	Stützen U.K. V[kN]
E-Gewich	124,7	176,6	208,7
Wechsel.	149,5	1468,5	1468,5

H-Lastresultierende aus +Hx h = 12,64 m
 H-Lastresultierende aus +Hy h = 12,12 m
 H-Lastresultierende aus -Hx h = 12,64 m
 H-Lastresultierende aus -Hy h = 12,12 m

4) Fundamentlasten

Die errechneten Fundamentlasten beinhalten 10% Sicherheitszuschlag (Stützenlast * 1,1)

Es sind jeweils die größeren Werte von stabilis. Last und Wind maßgebend und werden für die weitere Berechnung zusammen mit evtl. vorhandenen richtungsgebundenen H-Lasten berücksichtigt.

Erklärung der Abkürzungen:

FR = Fachwerkrahmen

X = Diagonalkreuz

R = Rahmen

/D = Einzeldiagonale A bzw. 1 unten

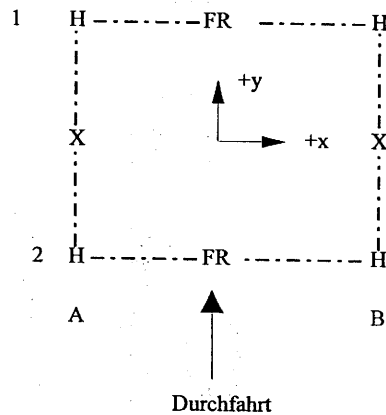
K = K-Verband

D/ = Einzeldiagonale B bzw. 2 unten

H-Last = richtungsgebundene Horizontallast

Stabi. = Stabilisierungslast

Wind Eck und Stabi. Eck sind wechselnde Lasten (\pm)



Fundamentlasten:

Belastung in Höhe Unterkante Stütze (Aktionskräfte) [kN]

	A 1			A 2		
	V	H x	H y	V	H x	H y
Eigengewicht	48,2	./.	./.	52,4	./.	./.
Verkehr	389,1	./.	./.	391,1	./.	./.
Wind über Eck	174,8	./.	./.	174,8	./.	./.
Stabi.Eck	30,9	./.	./.	30,9	./.	./.
Wind +x	-133,3	21,7	-1,0	-133,3	22,7	0,0
Wind -x	133,3	-21,7	0,0	133,3	-22,7	1,0
Wind +y	114,0	-0,1	0,0	-114,0	0,1	39,5
Wind -y	-114,0	0,1	-39,5	114,0	-0,1	0,0
Stabi.+x	-21,8	4,5	-0,2	-21,8	4,7	0,0
Stabi.-x	21,8	-4,5	0,0	21,8	-4,7	0,2
Stabi.+y	21,8	0,1	0,0	-21,8	-0,1	9,4
Stabi.-y	-21,8	-0,1	-9,4	21,8	0,1	0,0

	B 1			B 2		
	V	H x	H y	V	H x	H y
Eigengewicht	51,9	./.	./.	77,2	./.	./.
Verkehr	407,9	./.	./.	427,2	./.	./.
Wind über Eck	174,8	./.	./.	174,8	./.	./.
Stabi.Eck	30,9	./.	./.	30,9	./.	./.
Wind +x	133,3	21,7	0,0	133,3	22,7	1,0
Wind -x	-133,3	-21,7	-1,0	-133,3	-22,7	0,0
Wind +y	114,0	-0,1	0,0	-114,0	0,1	40,0
Wind -y	-114,0	0,1	-40,0	114,0	-0,1	0,0
Stabi.+x	21,8	4,5	0,0	21,8	4,7	0,2
Stabi.-x	-21,8	-4,5	-0,2	-21,8	-4,7	0,0
Stabi.+y	21,8	0,1	0,0	-21,8	-0,1	9,1
Stabi.-y	-21,8	-0,1	-9,1	21,8	0,1	0,0

5) Verankerung

Betonpressung	$\beta_R =$	1,75 kN/cm ²	$\gamma =$	1,3	DIN 1045
max. $N_d =$	744,9 kN	1,35 x G + 1,5 x max Q	Betongüte B 25		
max. $N_d =$	916,9 kN	1,35 x G + 1,35 x (Q + max. Wind)			
min. $N_d =$	-214,1 kN	1,0 x G - 1,5 x max Z			
max. $H_d =$	60,0 kN	1,5 x max H			

Überschlägig geschätztes Stützenprofil: **HEA 280**

Fußplatte: (nach typ. Verbindungen im Stahlbau, DSTV/DASt)

Auswahlliste für die Fußplatten Überstände für Beton B 25
Maße in mm

Dicke dp	Überstände		Rippenüberstand aR bei Rippendicke t=				
	aF	aS	10	12	15	20	25
20	56,9	33,0	43,8	52,5	65,7	87,5	109,4
25	71,1	41,1	54,7	65,6	82,0	109,4	136,7
30	85,4	49,5	65,7	78,8	98,5	131,4	164,2
40	113,9	66,1	87,6	105,1	131,4	175,2	219,0
50	142,4	82,6	109,5	131,4	164,3	219,1	273,8

Dicke dp	Fußplattegröße		Rippengröße			Druck- fläche A [cm ²]	Betonpressung	
	Länge lp	Breite bp	4 Rippen t	b	h		N_d/A	$\beta R/\gamma$
20	350	500	0	0	0	712	0,96	<1
25	350	500	0	0	0	787	0,87	<1
30	300	500	0	0	0	713	0,95	<1
40	300	500	0	0	0	817	0,83	<1
50	300	500	0	0	0	840	0,81	<1

Aussteifung der Fußplatte durch Verbreiterung der Stützenflansche

Auswahlliste für Zuganker

Stück	Festigkeit 4.6		Festigkeit 5.6		Festigkeit 8.8			
	Anker	N / $N_{R,d}$	Stück	Anker	N / $N_{R,d}$	Stück	Anker	N / $N_{R,d}$
2	M 30	0,96	2	M 30	0,77	2	M 20	0,83
4	M 24	0,76	4	M 20	0,88	4	M 16	0,64

Schubknagge: HEA 100 50 mm im Beton

Profillänge 100 mm 50 mm im Unterguß

Betonpressung $\sigma =$ 12,49 N/mm² $\sigma / \sigma_B =$ 0,93 <1

Spannung in Knagge $\sigma =$ 167,77 N/mm² $\sigma / \sigma_{R,d} =$ 0,77 <1

6) Ermittlung der Silolasten nach DIN 1055 T6 Mai 87

Gerechnet wird auf einem IBM-AT-kompatiblen Rechner mit eigenen Programmen unter Verwendung der in der Norm/richtlinie aufgeführten Bezeichnungen und Formeln.

Silofüllung:	Filterstaub	
Zylinderdurchmesser	d2	5730 mm
Auslaufdurchmesser	d4	400 mm
Trichterhöhe	h2	4616 mm
Schafthöhe (Zylinderhöhe)	h3	2000 mm
Überschütthöhe	h	0 mm
Zellenwinkel	Delta	360,0 °
Dichte	Gamma	14,0 kN/cbm
Horizontallastverhältnis	Lambda	0,7
Wandreibungsbeiwert	My	0,5
Entleerungslastfaktor	e _h	1,2
Schüttgutbeiwert	Beta g	0,5
Schüttwinkel	Rho	27,0 °
Außermittigkeit des Auslaufs	a	0 mm
Blechdicke	t	5,0 mm

Anstelle der Teilflächenlast wird nach Abschnitt 3.3.3.3 mit einer Erhöhung der gleichförmigen Horizontallast gerechnet

h [mm]	z(0)[mm]	A/U [mm]	h/d	r/t	a/r	2,5*My	5*My
6616	4407,7	1432,5	1,1546	573,00	0,0000	1,2500	2,5000
f(p _{we})	e _h	Beta h	Beta a	Beta r	Beta	Kappa	p _{vf} /Gamma [m]
1,0000	1,0000	1,0309	1,00	0,05	0,0258	1,0831	3,4252

Die Bedingungen für die Anwendbarkeit der Norm ist erfüllt!

Ergebnisse: Tiefe: ab oberem Silorand
Z: Schüttgutsäule mit eingeebnetem Schüttkegel

Tiefe [m]	Z [m]	Phi	P _{wf} [kN/m]	P _{hf} [kN/m ²]	P _{vf} [kN/m ²]	P _{we} [kN/m]	P _{he} [kN/m ²]
0,00	0,000	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	0,200	0,0444	0,09	1,78	2,74	0,09	1,93
0,40	0,400	0,0868	0,35	3,48	5,35	0,35	3,77
0,60	0,600	0,1273	0,78	5,10	7,85	0,78	5,53
0,80	0,800	0,1660	1,37	6,66	10,24	1,37	7,21
1,00	1,000	0,2030	2,11	8,14	12,53	2,11	8,82
1,20	1,200	0,2383	3,00	9,56	14,71	3,00	10,35
1,40	1,400	0,2721	4,02	10,91	16,79	4,02	11,82
1,60	1,600	0,3044	5,18	12,21	18,78	5,18	13,22
1,80	1,800	0,3353	6,46	13,45	20,69	6,46	14,57
2,00	2,000	0,3648	7,87	14,63	22,51	7,87	15,85
6,62	6,616	0,7771	63,99	31,17	47,95	63,99	33,76

7) Berechnung des Zylinders nach DIN 18800 Teil 4 Ausg. 11.90

Gerechnet wird auf einem IBM-AT-kompatiblen Rechner mit eigenen Programmen unter Verwendung der in der Norm aufgeführten Bezeichnungen und Formeln.

Eingabewerte:

Zylinderdurchmesser	d2	5730 mm
Schafthöhe (Zylinderhöhe)	h3	2000 mm
Silorandhöhe über +-0	h0	11866 mm
Auflast Eigengewicht	G	124,7 kN
Auflast Verkehr + Schnee	P	149,5 kN
Horizontallast	H	46,7 kN
Höhe der H-Last über Silorand	h9	3812 mm
Windbeiwert	cf	1,30
Werkstoff:	St 37-2	$f_{y,k} = 240 \text{ N/mm}^2$

Es wird ein überlappt geschraubter Silozylinder mit abgestuften Blechstärken berechnet.

Gewünschte Mindestblechstärke $\min t = 2 \text{ mm}$
Erfolgt kein Eintrag, wird mit $\min t = 5 \text{ mm}$ gerechnet.

Es sind nachfolgend aufgeführte Mindestblechstärken bei der angegebenen Höhe von Oberkante Zylinderrand gemessen einzusetzen.

Zylinderbereich		erforderliche Blechstärke [mm]
von [mm]	bis [mm]	
0	1200	3
1200	1800	4
1800	2000	5

Nachweis der Zylinderbleche in den angegebenen Höhen

Bemessungswerte:

Einwirkungskombination 1 (EK1): $1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,5 \cdot \text{Füllung}$

Einwirkungskombination 2 (EK2): $1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,5 \cdot 0,9 \cdot (\text{Füllung} + \text{Aufbau} + \text{Schnee} + \text{Windlast})$

Randbedingungen:

oberer Zylinderrand : RB2 Beiwert $\eta = 1$

unterer Zylinderrand RB2

Voraussetzungen:

$$l/r = 0,70$$

Druckbeanspruchung in Axialrichtung	Druckbeanspruchung in Umfangsrichtung	Schubbeanspruchung
$0,5 \cdot \sqrt{(r/t)} = 18,92$	$1,63 \cdot C_{\varphi} \cdot \sqrt{(r/t)} = 61,69$	$8,7 \cdot \sqrt{(r/t)} = 329,28$

Kein langer Kreiszyylinder

Kein langer Kreiszyylinder

Kein langer Kreiszyylinder

Tiefe: Tiefe ab oberen Silorand

G: Summe der Eigengewichte aus Aufbau und der Silozelle oberhalb des Schnittes.

P: Summe der Verkehrslasten aus Aufbau + Wind oberhalb des Schnittes

H: Summe der H-Lasten aus Aufbau + Wind auf Siloabschnitt

Nachweis bei Druckbeanspruchung in Axialrichtung und Schub Beanspruchungen und Maßgebende Membranspannungen

Tiefe m	Blechdicke mm	G kN/m	P_{we} kN/m	P kN/m	H kN	EK1		EK2	
						σ_x N/mm ²	τ N/mm ²	σ_x N/mm ²	τ N/mm ²
1,20	3	7,17	2,11	17,14	52,69	4,75	0,00	12,49	0,00
1,80	4	7,41	6,46	18,85	57,46	4,92	0,00	11,04	0,00
2,00	5	7,49	7,87	19,30	58,65	4,38	0,00	9,36	0,00

Ermittlung der Beanspruchbarkeiten

EK1

Tiefe	m	1,20	1,80	2,00
Blechdicke	mm	3	4	5
C_x		1,00	1,00	1,00
σ_{xSi}	N/mm ²	133,04	177,38	221,73
λ_{sx}		1,34	1,16	1,04
κ_2		0,12	0,19	0,27
red κ_2		0,05	0,09	0,15
$q_{i,k}$	kN/m ²	3,18	4,48	4,87
$q_{i,d}$	kN/m ²	4,78	6,72	7,31
κ_{2q}		0,07	0,12	0,18
$\sigma_{xS,R,k}$	N/mm ²	16,86	28,97	42,75
γ_{M2}		1,32	1,28	1,26
$\sigma_{xS,R,d}$	N/mm ²	12,78	22,59	33,98

EK2

$q_{i,d}$	kN/m ²	4,30	6,05	6,58
κ_{2q}		0,07	0,12	0,18
$\sigma_{xS,R,k}$	N/mm ²	16,68	28,71	42,43
γ_{M2}		1,32	1,28	1,26
$\sigma_{xS,R,d}$	N/mm ²	12,65	22,39	33,73

C_1		1,00	1,01	1,01
τ_{Si}	N/mm ²	35,63	51,15	67,76
λ_{st}		1,97	1,65	1,43
κ_1		0,17	0,24	0,32
$\tau_{S,R,k}$	N/mm ²	23,16	33,25	44,04
γ_{M1}		1,10	1,10	1,10
$\tau_{S,R,d}$	N/mm ²	21,06	30,23	40,04

Beulsicherheitsnachweise

EK1	$\sigma_x / \sigma_{xS,R,d}$	0,37	0,22	0,13
EK2	$\sigma_x / \sigma_{xS,R,d}$	0,99	0,49	0,28
EK2	$\tau / \tau_{S,R,d}$	0,00	0,00	0,00
Interaktion	$\sigma + \tau$	0,98	0,41	0,20

Ermittlung der erforderlichen Anzahl von Schrauben im Silozylinder

Berechnung nach DIN 18800 Teil 1 Ausgabe 11.90

Schrauben nach DIN 7990 GüT 4.6

Scherquerschnitt = Schaftquerschnitt

$f_{y,b,k}$	$f_{u,b,k}$	α_a	e_1	e_2	e_3	γ_M	γ_F
240	400	0,60	40	40	100	1,1	1,5

Vertikale Schraubenreihe

n Schrauben/m

Lochleibung unter Berücksichtigung von Element 807

Tiefe [m]	PHE*D/2 [kN/m]	M 16		M 20		M 24	
		Abscher.	Lochleib.	Abscher.	Lochleib.	Abscher.	Lochleib.
0,40	10,80	1	1	1	1	1	1
0,80	20,66	1	2	1	2	1	2
1,20	29,66	2	3	1	3	1	3
1,60	37,89	2	3	1	3	1	3
2,00	45,40	2	3	1	3	1	3

Horizontale Schraubenreihe

n Schrauben/m

Lochleibung unter Berücksichtigung von Element 807

Tiefe [m]	K1 u. EK [kN/m]	M 16		M 20		M 24	
		Abscher.	Lochleib.	Abscher.	Lochleib.	Abscher.	Lochleib.
0,40	31,50	2	3	1	3	1	3
0,80	34,06	2	3	1	3	1	3
1,20	37,48	2	4	1	4	1	4
1,60	41,75	2	3	1	3	1	3
2,00	46,78	2	3	2	3	1	3

8) Berechnung des Trichters nach DIN 1055 T6 Mai 87.

Gerechnet wird auf einem IBM-AT-kompatiblen Rechner mit eigenen Programmen unter Verwendung der in der Norm/richtlinie aufgeführten Bezeichnungen und Formeln.

Schaftdurchmesser		5730	mm
Auslaufdurchmesser		400	mm
Außermittigkeit		0	mm
Trichterhöhe	HT	4616	mm
Kegelhöhe	HK	4962	mm
Fläche/Umfang		1433	mm
Dichte	Gamma	14,0	kN/m ³
Horizontallastverhältnis	Lambda	0,7	
Wandreibungsbeiwert	My	0,5	
Faktor für Siloboden	cb	1,5	
am Übergang Trichter/Zylinder	p _{vf}	22,51	kN/m ²
am Übergang Trichter/Zylinder	p _{hf}	14,63	kN/m ²
Werkstoff : St 37-2	f _{y,k}	240	N/mm ²
für Trichterneigung Alpha =	60,00	° gilt:	
nach Formel 16	p _n	33,18	kN/m ²
nach Formel 18	p _{no}	27,82	kN/m ²
nach Formel 19	p _{nu}	8,44	kN/m ²
im 1/4-Punkt p _n +p _{no}		56,16	kN/m ²

$$\gamma_M = 1,1$$

Da es sich um ein Kernflußsilo handelt, wird PS vernachlässigt

Tiefe	= ab Übergang Trichter/Zylinder
Radius	= Schalenkrümmung im Höhenschnitt
σ_φ	= p _n *Radius/Blehdicke
σ_x	= (G+P _w)/Blehdicke
σ_v	= Wurzel ($\sigma_\varphi^2 + \sigma_x^2 - \sigma_\varphi * \sigma_x$)
$\sigma_{R,d}$	218,18 N/mm ²

Einwirkungskombination I (EK1): 1,35 * Eigengewicht + 1,5 * Füllung

Tiefe [m]	Radius [m]	p _n [kN/m ²]	P _w [kN/m]	σ_φ [N/mm ²]	σ_x [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	max σ/σ_R	Blehdicke [mm]
0,000	3,308	27,82	126,56	28,19	37,97	34,15	0,17	5
0,620	2,895	41,99	114,06	36,96	34,22	35,67	0,17	5
1,241	2,481	56,16	96,49	42,22	28,95	37,40	0,19	5
1,861	2,068	53,74	76,81	33,68	23,04	29,82	0,15	5
2,481	1,654	51,31	58,00	25,73	17,40	22,74	0,12	5
3,101	1,241	48,89	40,06	18,39	12,02	16,17	0,08	5
3,722	0,827	46,47	22,98	11,64	6,89	10,14	0,05	5
4,342	0,414	44,05	6,77	5,50	2,03	4,82	0,03	5
4,616	0,231	41,62	0,00	2,88	0,00	2,88	0,01	5

Ermittlung der erforderlichen Anzahl von Schrauben im Silotrichter

Berechnung nach DIN 18800 Teil 1 Ausgabe 11.90

Schrauben nach DIN 7990 GüT 4.6

Scherquerschnitt = Schaftquerschnitt

f _{y,b,k}	f _{u,b,k}	α_a	e ₁	e ₂	e ₃	γ_M	γ_F
240	400	0,60	40	40	100	1,1	1,5

Vertikale Schraubenreihe n Schrauben/m

Lochleibung unter Berücksichtigung von Element 807

Tiefe [m]	N*Radius [kN/m]	M 16		M 20		M 24	
		Abscher.	Lochleib.	Abscher.	Lochleib.	Abscher.	Lochleib.
0,620	121,55	5	6	3	6	2	7
1,241	139,34	5	7	4	7	3	7
1,861	111,11	4	6	3	6	2	6
3,101	60,65	3	3	2	3	1	3
4,342	18,21	1	1	1	1	1	1

Horizontale Schraubenreihe n Schrauben/m

Lochleibung unter Berücksichtigung von Element 807

Tiefe [m]	PW + G [kN/m]	M 16		M 20		M 24	
		Abscher.	Lochleib.	Abscher.	Lochleib.	Abscher.	Lochleib.
0,620	115,91	4	6	3	6	2	6
1,241	98,05	4	5	3	5	2	5
1,861	78,08	3	4	2	4	2	4
3,101	40,76	2	2	1	2	1	3
4,342	6,90	1	1	1	1	1	1

9) Berechnung der Bandage

P_w	126,56 kN/m
Alpha	60,00 °
P_h	63,28 kN/m
H	181,30 kN

	Breite	Dicke	Fläche
Flachstahl	150	10	15,0 cm ²
Werkstoff	RSt 37-2	$f_{y,k}$	240 N/mm ²
		γ_M	1,1
		γ_F	1,5

$$\sigma = 18,13 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma / \sigma_{R,d} = 0,83 < 1$$

unberücksichtigt bleiben:

- mittragende Breite von Zylinder und Trichter
- aussteifende Wirkung des Schüttgutes

Zusätzliche Lasten am Übergang Zylinder - Trichter

Alpha	60,00 °
My	0,50

90° - Alpha	30,00 °
-------------	---------

Zusätzliche Lasten am Übergang Zylinder - Trichter treten nicht auf, da es sich um ein Kernflußsilo handelt.

DIN 1055, Teil 6, Beiblatt 1, Bild 3

ps1	Kernfluß	kN/m ²
ps2	Kernfluß	kN/m ²

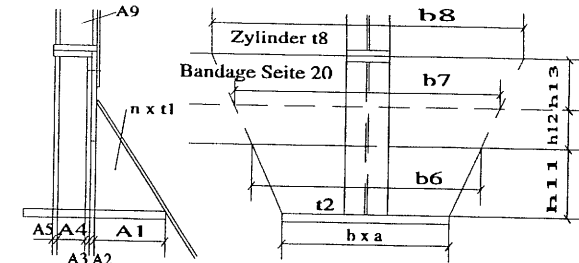
min ps	Kernfluß	kN/m ²
--------	----------	-------------------

bs	1,72 m
----	--------

10) Prätzen

Werkstoff RSt 37-2

$f_{y,k}$	240 N/mm ²
γ_M	1,1
γ_F	1,5



Stützenprofil	HEA 280	Prätzenplatte $a_p \times b_p$	420	420
		t	20	mm

Druckbelastung Höhe I

Druckfläche [cm ²]	Länge [mm]	Dicke [mm]	Anzahl [Stck]
A1	a1	t1	2
A2	bp	t2	1
A3	b3	t3	0
A4	a4	t4	1
A5	b5	t5	1
A(I)	107,6	erforderlich min A(I) 30,5 cm ²	

Einwirkungskombinationen: Belastung für die am höchsten belastete Prätze:

$$\text{EK1} \quad 1,35 \times G + 1,5 \times Q = 654,0 \text{ kN}$$

$$\text{EK2} \quad 1,35 \times G + 1,5 \times V_{\text{Wind}} = 136,3 \text{ kN}$$

$$\text{EK3} \quad 1,35 \times G + 1,5 \times 0,9 \times (Q + V_{\text{Wind}}) = 665,3 \text{ kN}$$

Drucklasten siehe Seite 9, Belastungspunkt: Prätze

$$G = EG/n + Mx/(2xb) + My/(2xa)$$

$$Q = WL/n + Mx/(2xb) + My/(2xa)$$

$$V_{\text{Wind}} = \max(M/H-h6) * H/d2$$

$$\max P(I) = 665 \text{ kN}$$

$$\sigma(I) = P(I) / A(I) = 61,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma(I) / \sigma_{R,d} = 0,28 < 1$$

Druckbelastung Höhe II

h11	289 mm	b6 =	753 mm
h12	75 mm	b7 =	840 mm
h13	75 mm	b8 =	927 mm

Druckfläche [cm ²]	Länge [mm]	Dicke [mm]
A8	b8	t8
A9	927	5
A(II)	77,7	Stützträger Profil HEA 140

direkt aus Trichter in Prätze

$$P = P_w * \sin \text{Alpha} * b7 \quad \text{Seite 18}$$

$$P = 92,1 \text{ kN}$$

$$P(II) = P(I) - P * \gamma_F = 541 \text{ kN}$$

$$\text{EK3} \quad \gamma_F = 1,35$$

$$\sigma(II) = P(II) / A(II) = 69,60 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma(II) / \sigma_{R,d} = 0,32 < 1$$

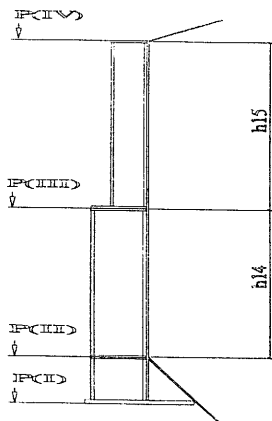
11) Silorandstützen

Randstützenprofil unten Profil A9: HEA 140 oben Profil A10: HEA 140

Die Silorandstütze dient zur Aufnahme der Silo- und Aufbauasten und deren Weiterleitung in die Pratte. Ein Stützenflansch ist kontinuierlich durch Schrauben oder Schweißen mit dem Silozylinder verbunden. Es wird davon ausgegangen, daß sich die Silolast gleichmäßig in die Randstütze und einem anteiligen Zylinderbereich abträgt. Durch die Befestigung der Randstütze am Silozylinder wird die schwache Achse des Trägers so ausgesteift, daß sich ein Knicknachweis in diese Richtung erübrigt.

Belastungsannahmen:

- Bei leerem Silo ruhen nur die Aufbau- und/oder Dachlasten auf der Silorandstütze. Bedingt durch die steigende Windlast entsteht ein trapezförmiger Lastanstieg. Es wird ein Knicknachweis mit reduzierter Knicklänge nach DIN 4114 um die starke Stützenachse geführt. Wird das Stützenprofil bei hohen Silozylindern in seinem Verlauf nach oben abgemindert, so wird der Nachweis mit dem schwächeren Profil geführt.
- Bei gefülltem Silo kommt zu den unter Punkt 1 aufgeführten Lasten noch die Silolast hinzu. Es ergibt sich wiederum ein trapezförmiger Lastanstieg. Aus Erfahrung ist die Aussteifung des Lagergutes ausreichend, so daß auf einen Knicknachweis der gesamten Stütze unter Vollast verzichtet werden kann. Lediglich in den aufgelockerten Bereichen, die sich maximal über 2 - 3m erstrecken, wie sie z. B. beim Entleeren entstehen, wird die Stütze auf Knicken belastet.
Bei Silos mit einer Zylinderhöhe bis zu 3m wird ein Knicknachweis mit reduzierter Zylinderhöhe nach DIN 4114 geführt. Bei Silos mit größerer Zylinderhöhe als 3m wird ein Knicknachweis mit einer Knicklänge von 3m und der maximalen Stützenlast geführt.
Wird das Stützenprofil in seinem Verlauf nach oben abgemindert, wird ein Knicknachweis für jedes Profil mit einer Knicklänge von 3m und der aus der trapezförmigen Gesamtlastverteilung geometrisch ermittelten Maximallast des jeweiligen Profils geführt.



Profil A10

Zylinder t9 Breite b9

Profil A9 Seite 21

Zylinder t8 Breite b8 Seite 21

Zylinderhöhe h3 2000 mm h14 = 2000 mm
max. rechnerische Höhe 2000 mm h15 = 0 mm

Einwirkungskombinationen: Dachlasten

Belastung für die am höchsten belastete Stütze

EK1 1,35 x G + 1,5 x Q = 158,2 kN
EK2 1,35 x G + 1,5 x V_{Wind} = 117,0 kN
EK3 1,35 x G + 1,5 x 0,9 x (Q + V_{Wind}) = 191,4 kN

P(IV) = 191,4 kN Auflast auf Silo + Dach + evtl. max Wind

P(III) = 0,0 kN

P(II) = 541,0 kN Seite 21

1. Silo leer Profil **HEA 140**

EK1 1,35 x G + 1,5 x Q = 171,7 kN

EK2 1,35 x G + 1,5 x V_{Wind} = 160,5 kN

EK3 1,35 x G + 1,5 x 0,9 x (Q + V_{Wind}) = 231,9 kN

max P = 231,9 kN ohne Berücksichtigung der mitragenden Zylinderwand

s_K = 1916 mm λ_{kz} = 33,45 λ̄_k = 0,36 κ = 0,92

Verkürzung der Knicklänge nach DIN 4114 Bl.2 Tafel 5 Punkt 6 mit h3, P(IV) und max P

N/(κ*N_{pl,d}) = 0,37 < 1

N_{Ki,d} = 5284 kN η_{Ki} = 22,8 > 1,2

2. Silo voll

Gesamtprofil bzw. Profil unten **HEA 140**

P(II)' = 218,5 kN Sigma(II) x A9 (mittragende Zylinderwand berücksichtigt)

sk = 2000 mm

λ_{kz} = 34,90 λ̄_k = 0,38 κ = 0,91

N/(κ*N_{pl,d}) = 0,35 < 1

Belastung Höhe P(III)

Blech t9= 5 mm

Profil oben

Breite b9

3236 mm $\leq d_2 \cdot \pi / 4$

HEA 140

Querschnittsflächen

Blech 161,8 cm²

Profil A1 31,4 cm²

Summe 193,2 cm²

Sigma (III) 0,00 kN/cm²

P(III)' = 0,0 kN

Sigma(III) x A10 (mittragende Zylinderwand berücksichtigt)

sk = 2000 mm

$\lambda_{kz} = 34,90$

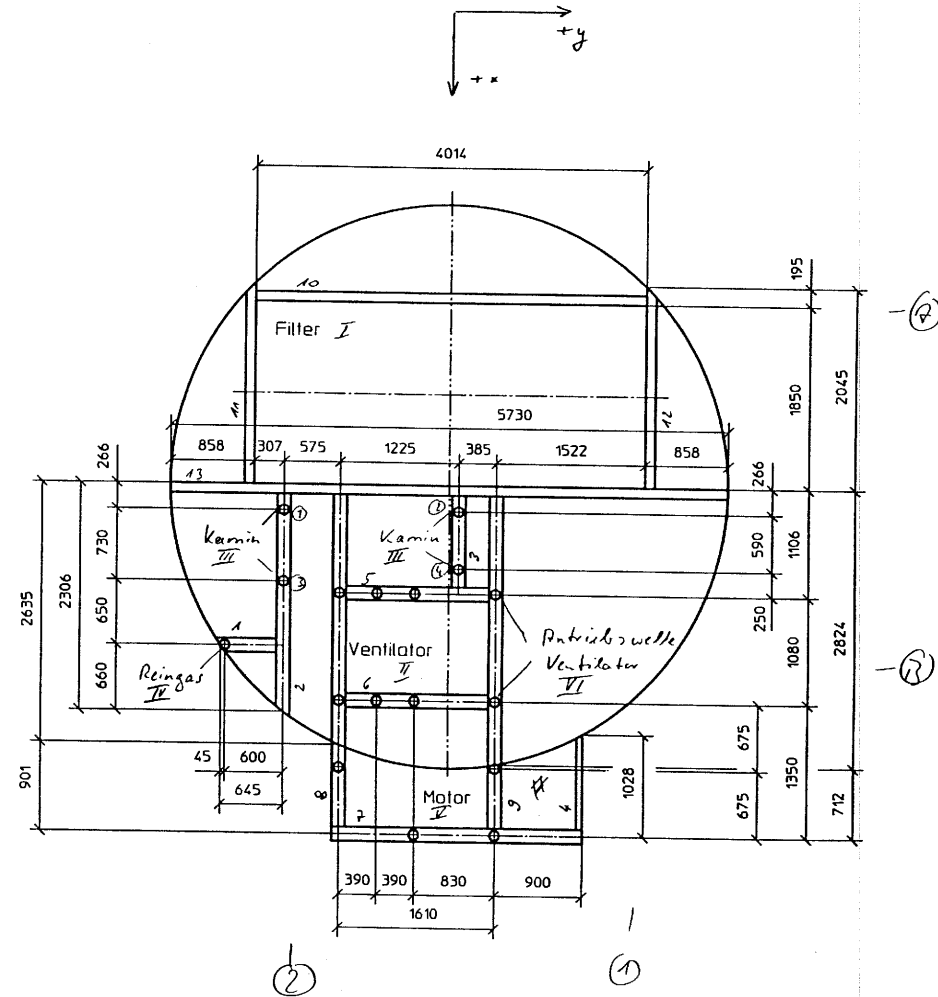
$\bar{\lambda}_k = 0,38$

$\kappa = 0,91$

$N / (\kappa \cdot N_{pl,d}) = 0,00$

< 1

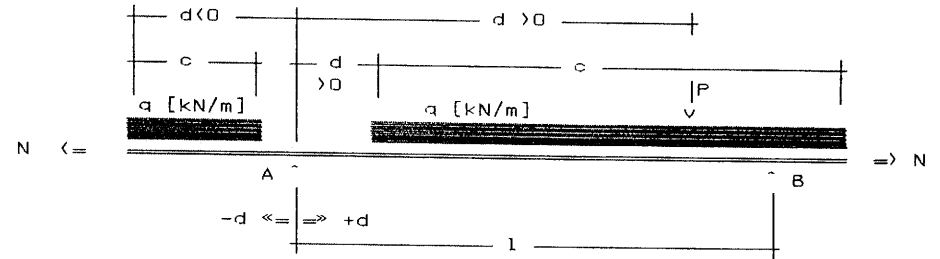
14) Silodach



Definition der Stäbe

Daten für Knicksicherheits-Nachw.

Pos	wie Pos	l [m]	von Pos Pos	nach Pos Pos	Pro fil	St ahi	a-d zul	s-kioo	delta	Zeta	beta	seiti Stv	l/fzul
1		0.65		1	0.66	HEA 37	14.0	1.71	1.0	1.12	1.00		300.0
2		2.31		13	1.17	HEA 37	14.0	1.71	1.0	1.12	1.00		300.0
3		1.11	5	1.22	13	2.96	HEA 37	14.0	1.71	1.0	1.12	1.00	300.0
4		1.07	7	2.51		U 37	14.0						300.0
5		1.61	3	1.53	9	1.72	HEA 37	14.0	1.71	1.0	1.12	1.00	300.0
6		1.51	3	0.45	9	0.64	HEA 37	14.0	1.71	1.0	1.12	1.00	300.0
7		1.61	3	-0.90	9	-0.71	HEA 37	14.0	1.71	1.0	1.12	1.00	300.0
8		2.64		13	1.74	HEA 37	14.0	1.71	1.0	1.12	1.00		300.0
9		2.31		13	3.35	HEA 37	14.0	1.71	1.0	1.12	1.00		300.0
10		4.01	11	1.85	12	1.35	U 37	14.0					300.0
11		2.05	13	0.36		U 37	14.0						300.0
12		2.65	13	4.57		U 37	14.0						300.0
13		5.71				U 37	14.0						300.0



N und My wirken über die ganze Länge konstant
 My ist immer positiv einzugeben!

Stab-Lasten

- LF 1 G
- LF 2 Q
- LF 3 Wind +x
- LF 4 Wind -x

Pos	Typ	LF	d [m]	c [m]	Last	N [kN]	My [kNm]
1	q	1	0.00	0.65	0.25		Träger
1	P	1	0.05		9.70		Rüchrohr
2	q	1	0.00	2.31	0.25		Träger
2	P	1	1.31		6.15		Kamin G
2	P	1	2.04		2.33		
2	P	3	1.31		38.71		Kamin Wind +x
2	P	4	1.71		-38.71		
2	P	3	2.04		-38.71		
2	P	4	2.04		38.71		
3	q	1	0.00	1.11	0.25		Kamin G
3	P	1	0.25		7.64		
3	P	1	0.84		0.87		Kamin Wind +x
3	P	3	0.25		47.90		
3	P	4	0.25		-47.90		
3	P	3	0.84		-47.90		
3	P	4	0.84		47.90		
4	q	1	0.00	1.03	0.13		Bühne Veranker
4	q	1	0.00	1.03	0.25		
4	q	2	0.00	1.03	1.25		
5	q	1	0.00	1.61	0.25		Ventilator
5	P	1	0.39		4.34		
5	P	1	0.39		8.67		
5	P	1	0.78		4.34		
5	P	2	0.78		8.67		
6	q	1	0.00	1.61	0.25		

Stab-Lasten

Pos	Typ	LF	d[m]	c[m]	Last	N[kN]	My[kNm]
6	P	1	0.39		4.34		
6	P	2	0.39		8.67		
6	P	1	0.78		4.34		
6	P	2	0.78		8.67		
7	a	1	0.00	2.51	0.25		
7	P	1	0.78		2.00		
7	P	2	0.78		2.00		
7	P	1	1.61		2.00		
7	P	2	1.61		2.00		
8	a	1	-0.90	2.74	0.30		
8	P	1	-0.23		2.00		
8	P	2	-0.23		2.00		
8	P	1	0.45		4.34		
8	P	2	0.45		8.67		
8	P	1	1.53		4.34		
8	P	2	1.53		8.67		
9	a	1	-0.71	3.54	0.30		
9	a	1	-0.71	0.71	0.25		
9	a	2	-0.71	0.71	1.25		
9	P	1	-0.04		2.00		
9	P	2	-0.04		2.00		
9	P	1	0.64		2.50		
9	P	2	0.64		2.50		
9	P	1	1.72		2.50		
9	P	2	1.72		2.50		
10	a	1	0.00	4.01	0.46		
10	a	1	0.00	4.01	0.20		
10	a	2	0.00	4.01	1.00		
10	a	1	0.00	4.01	5.03		
10	a	2	0.00	4.01	1.71		
10	a	3	0.00	4.01	-16.39		
10	a	4	0.00	4.01	16.39		
11	a	1	0.00	2.05	0.46		
11	a	1	0.00	2.05	0.20		
11	a	2	0.00	2.05	1.00		
11	a	1	0.00	1.85	5.03		
11	a	2	0.00	1.85	1.71		
12	a	1	0.00	2.05	0.46		

Stab-Lasten

Pos	Typ	LF	d[m]	c[m]	Last	N[kN]	My[kNm]
12	a	1	0.00	2.05	0.20		
12	a	2	0.00	2.05	1.00		
12	a	1	0.00	1.85	5.03		
12	a	2	0.00	1.85	1.71		
13	a	1	0.00	5.73	0.80		
13	a	1	0.00	5.73	0.73		
13	a	2	0.00	5.73	3.63		
13	a	1	0.86	4.01	5.03		
13	a	2	0.86	4.01	1.71		
13	a	3	0.86	4.01	-16.39		
13	a	4	0.86	4.01	16.39		

Lastfall-Kombination für die Bemessung

Lastf.-Kombination 1 : LF 1 * 1.35 + LF 2 * 1.50 + LF 3 * 0.00
+ LF 4 * 0.00

Auflager-Kräfte

Pos	Lastfall	A	B
1	Lastfall : 1	A = 9.04 kN	B = 0.83 kN
	Lastfall : 2	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 3	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 4	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 12.20 kN	B = 1.12 kN
2	Lastfall : 1	A = 3.33 kN	B = 6.09 kN
	Lastfall : 2	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 3	A = 12.23 kN	B = -12.23 kN
	Lastfall : 4	A = -12.23 kN	B = 12.23 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 5.17 kN	B = 5.22 kN
3	Lastfall : 1	A = 6.27 kN	B = 2.52 kN
	Lastfall : 2	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 3	A = 25.46 kN	B = -25.46 kN
	Lastfall : 4	A = -25.46 kN	B = 25.46 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 8.46 kN	B = 3.40 kN
4	Lastfall : 1	A = 0.20 kN	B = 0.20 kN
	Lastfall : 2	A = 0.64 kN	B = 0.64 kN
	Lastfall : 3	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 4	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 1.23 kN	B = 1.23 kN
5	Lastfall : 1	A = 7.25 kN	B = 8.11 kN
	Lastfall : 2	A = 11.04 kN	B = 6.30 kN
	Lastfall : 3	A = 6.17 kN	B = 19.29 kN
	Lastfall : 4	A = -6.17 kN	B = -19.29 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 26.34 kN	B = 20.39 kN
6	Lastfall : 1	A = 5.73 kN	B = 3.36 kN
	Lastfall : 2	A = 11.04 kN	B = 6.30 kN
	Lastfall : 3	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 4	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 24.29 kN	B = 13.98 kN

Pos	Lastfall	A	B
7	Lastfall : 1	A = 1.06 kN	B = 3.76 kN
	Lastfall : 2	A = 0.67 kN	B = 3.97 kN
	Lastfall : 3	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 4	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 2.44 kN	B = 11.04 kN
8	Lastfall : 1	A = 17.49 kN	B = 8.04 kN
	Lastfall : 2	A = 27.71 kN	B = 14.38 kN
	Lastfall : 3	A = 2.59 kN	B = 3.57 kN
	Lastfall : 4	A = -2.59 kN	B = -3.57 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 65.18 kN	B = 32.42 kN
9	Lastfall : 1	A = 16.27 kN	B = 7.20 kN
	Lastfall : 2	A = 13.24 kN	B = 6.22 kN
	Lastfall : 3	A = 7.53 kN	B = 11.77 kN
	Lastfall : 4	A = -7.53 kN	B = -11.77 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 49.31 kN	B = 19.06 kN
10	Lastfall : 1	A = 11.41 kN	B = 11.41 kN
	Lastfall : 2	A = 5.43 kN	B = 5.43 kN
	Lastfall : 3	A = -32.86 kN	B = -32.86 kN
	Lastfall : 4	A = 32.86 kN	B = 32.86 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 23.55 kN	B = 23.55 kN
11	Lastfall : 1	A = 6.90 kN	B = 15.17 kN
	Lastfall : 2	A = 3.29 kN	B = 7.36 kN
	Lastfall : 3	A = -3.21 kN	B = -29.66 kN
	Lastfall : 4	A = 3.21 kN	B = 29.66 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 14.25 kN	B = 31.51 kN
12	Lastfall : 1	A = 6.90 kN	B = 15.17 kN
	Lastfall : 2	A = 3.29 kN	B = 7.36 kN
	Lastfall : 3	A = -3.21 kN	B = -29.66 kN
	Lastfall : 4	A = 3.21 kN	B = 29.66 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 14.25 kN	B = 31.51 kN
13	Lastfall : 1	A = 36.02 kN	B = 30.56 kN
	Lastfall : 2	A = 29.72 kN	B = 25.13 kN
	Lastfall : 3	A = 14.99 kN	B = 21.97 kN
	Lastfall : 4	A = -14.99 kN	B = -21.97 kN
	Lf-Komb. : 1	A = 93.20 kN	B = 78.94 kN

361 A 9212 Silodach

LFA $1,35 \times G + 1,5 \times Q$

Pos	Profil	σ -max	τ -max	l/f-max	u-k	s-k-s	Q-max	M-max
<u>1</u>	HEA 100	0.84	2.90	25911.0	31.12		12.2	0.61
<u>2</u>	HEA 100	7.91	1.96	624.8	3.24		8.2	5.75
<u>3</u>	HEA 100	2.99	2.01	3800.0	9.00		8.5	2.10
<u>4</u>	U 80	1.21	0.31	6595.6			1.2	0.32
5	HEA 120	12.31	5.19	628.7	2.07		26.3	13.09
6	HEA 120	10.81	4.79	740.7	2.36		24.3	11.49
7	HEA 100	2.43	0.91	3650.9	10.44		3.8	1.80
8	HEA 180	12.26	6.10	565.2	2.04		56.7	36.00
9	HEA 140	13.37	4.70	428.2	1.87		30.7	20.71
10	U 220	9.66	1.41	572.4			23.4	23.62
11	U 140	10.01	3.82	671.6			31.5	8.65
12	U 140	10.01	3.82	671.6			31.5	8.65
13	Schweißprofil !	gesonderter Nachweis erf.					93.1	138.5

LF2 $1,35 \times G + 1,5 \times \text{Wind} + x$

Pos	Profil	σ -max	τ -max	l/f-max	u-k	s-k-s	Q-max	M-max
1	HEA 100	0.84	2.90	25911.0	31.12		12.2	0.61
2	HEA 160	13.56	5.49	669.3	1.85		44.7	29.79
<u>3</u>	HEA 120	10.96	9.19	3912.0	2.34		46.6	11.65
4	U 80	0.23	0.07	32347.7			0.3	0.06
5	HEA 140	10.02	6.10	968.6	2.53		39.9	15.52
6	HEA 100	5.01	1.84	1343.3	5.16		7.7	3.64
7	HEA 100	1.39	0.43	5821.3	18.61		1.8	1.01
8	HEA 140	11.63	3.52	515.5	2.15		23.0	18.01
9	HEA 160	13.60	3.35	504.4	1.83		27.3	29.88
10	U 260	9.16	1.55	713.1			33.9	33.98
11	U 120	7.95	3.44	5071.7			24.2	4.82
12	U 120	7.95	3.44	5071.7			24.2	4.82
13	Schweißprofil !	gesonderter Nachweis erf.					74.2	127.6

*Die unterstrichenen Positionen der einzelnen Lastfälle
sind die Maximalwerte*

361 A 9212 Silodach

LF3 1,35·G + 1,5·Wind-x

Pos	Profil	σ-max	τ-max	l/f-max	u-k	s-k-s	Q-max	M-max
1	HEA 100	0.84	2.90	25911.0	31.12		12.2	0.61
2	HEA 140	11.81	5.35	747.5	2.13		35.0	18.29
3	HEA 120	10.55	8.19	3014.2	2.43		41.6	11.22
4	U 80	0.23	0.07	32347.7			0.3	0.06
5	HEA 100	9.70	4.31	1264.6	2.67		18.1	7.05
6	HEA 100	5.01	1.84	1343.3	5.16		7.7	3.64
7	HEA 100	1.39	0.43	5821.3	13.61		1.8	1.01
8	HEA 100	8.39	3.62	456.4	3.04		15.2	6.10
9	HEA 100	12.32	2.00	367.6	2.06		8.4	8.96
10	U 320	9.55	1.76	842.5			64.7	64.86
11	U 180	8.65	5.39	1142.4			64.9	12.98
12	U 180	8.65	5.39	1142.4			64.9	12.98
13	U 220	10.48	1.83	497.7			30.4	25.64

361 A 9212 Silodach

LF4 1,35·G + 1,35·Q + 1,35·Wind+x

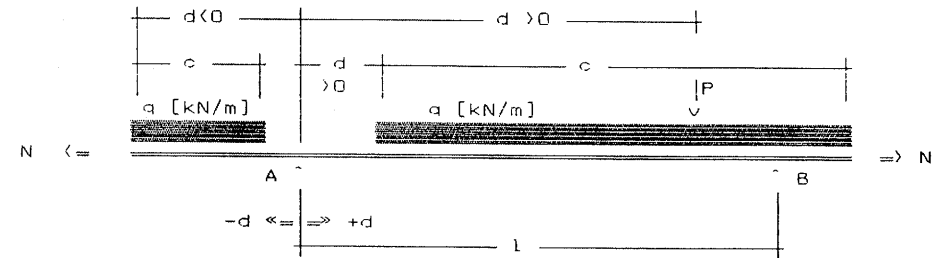
Pos	Profil	σ-max	τ-max	l/f-max	u-k	s-k-s	Q-max	M-max	
1	HEA 100	0.84	2.90	25911.0	31.12		12.2	0.61	
2	HEA 160	12.46	5.00	725.9	2.02		40.7	27.38	
3	HEA 120	10.06	8.44	4102.9	2.55		42.3	10.70	
4	U 80	1.09	0.29	7203.0			1.1	0.29	
5	HEA 140	12.14	6.96	686.6	2.09		45.5	18.80	
6	HEA 120	10.06	4.46	795.3	2.53		22.6	10.70	
7	HEA 100	2.37	0.86	3789.1	10.93		3.6	1.72	
8	HEA 180	13.27	6.07	536.9	1.88		56.4	38.95	
9	HEA 180	12.67	4.21	597.2	1.97		39.2	37.19	
10	U 220	8.86	1.30	624.5			21.5	21.66	
11	U 100	9.37	2.29	617.6			11.6	3.86	
12	U 100	9.37	2.29	617.6			11.6	3.86	
13	Schweißprofil	! gesondelter Nachweis erf.						109.0	179.3

361 A 9212 Silodach

LF 5 $1,35 \times 6 + 1,35 \times 0 + 1,35 \times \text{Wind} - x$

Pos	Profil	σ -max	τ -max	I/I -max	U -k	S -k-s	Q -max	M -max
1	HEA 100	0,84	0,40	25911,0	31,12		12,0	0,61
2	HEA 140	10,25	4,75	870,4	2,45		31,0	15,88
3	HEA 120	9,58	7,44	3226,1	2,53		37,8	10,13
4	I 40	1,09	0,29	7203,0			1,1	0,29
5	HEA 100	3,73	4,56	1034,4	2,96		19,2	8,25
6	HFA 120	10,06	4,46	795,3	2,53		22,6	10,70
7	HFA 100	2,37	0,86	3789,1	10,93		3,5	1,70
8	HFA 150	12,85	6,07	465,4	1,95		49,4	21,24
9	HFA 100	11,33	4,48	945,3	2,24		18,9	8,24
10	I 200	9,90	1,82	812,5			67,1	62,26
11	I 100	9,61	5,34	962,2			70,4	14,41
12	I 130	9,61	5,34	962,2			70,4	14,41
13	I 400	3,52	1,49	849,7			68,5	5,59

361 A 9212 Silodach



N und My wirken über die ganze Länge konstant
My ist immer positiv einzugeben!

Stab-Lasten

LF 1 G
LF 2 Q
LF 3 Wind +y
LF 4 Wind -y

Pos	Typ	LF	a [m]	s [m]	Last	N [kN]	My [kNm]
1	q	1	0,00	0,65	0,25		
1	P	3	0,05		9,70		
2	q	1	0,00	2,31	0,25		
2	P	1	1,31		6,18		
2	P	1	2,04		2,33		
2	P	3	1,31		-12,80		
2	P	4	1,31		-21,80		
2	P	3	2,04		-8,61		
2	P	4	2,04		3,61		
3	q	1	0,00	1,11	0,25		
3	P	1	0,25		7,64		
3	P	1	0,84		0,87		
3	P	3	0,25		-28,21		
3	P	4	0,25		-28,21		
3	P	3	0,84		3,20		
3	P	4	0,84		-3,20		
4	q	1	0,00	1,03	0,13		
4	q	1	0,00	1,03	0,25		
4	q	2	0,00	1,03	1,25		
5	q	1	0,00	1,51	0,25		
5	P	1	0,24		4,34		
5	P	2	0,99		8,87		
5	P	1	0,24		4,34		
5	P	2	0,99		8,87		
5	P	3	0,24		5,41		

Kamin
Wind +y

Kamin
Wind -y

Vent.
Wind +y

Stab-Lasten

Pos	Typ	LF	d[m]	e[m]	Last	N[kN]	My[kNm]
5	P	4	0.78		-6.41		
							<i>Vent. Wind-sy</i>
6	G	1	0.00	1.61	0.25		
6	F	1	0.39		4.34		
6	F	2	0.39		8.67		
6	F	1	0.78		4.34		
6	F	2	0.78		8.67		
6	F	3	0.78		-6.41		
6	F	4	0.78		-6.41		
							<i>Vent. Wind-sy</i>
7	G	1	0.00	1.51	0.05		
7	F	1	0.71		2.00		
7	F	2	0.71		2.00		
7	F	1	1.51		2.00		
7	F	2	1.51		2.00		
8	G	1	-0.90	2.74	0.30		
8	F	1	-0.23		2.00		
8	F	2	-0.23		2.00		
8	F	1	0.45		4.34		
8	F	2	0.45		8.67		
8	F	3	0.45		-6.41		
8	F	4	0.45		-6.41		
							<i>Vent. Wind-sy</i>
8	F	1	1.53		4.34		
8	F	2	1.53		8.67		
8	F	3	1.53		-6.41		
8	F	4	1.53		-6.41		
							<i>Vent. Wind-sy</i>
9	G	1	-0.71	3.54	0.30		
9	G	1	-0.71		0.25		
9	G	2	-0.71		1.25		
9	F	1	-0.04		2.00		
9	F	2	-0.04		2.00		
9	F	1	0.64		2.50		
9	F	2	0.64		2.50		
9	F	1	1.70		2.50		
9	F	2	1.70		2.50		
10	G	1	0.00	4.01	0.48		
10	G	1	0.00		0.20		
10	G	2	0.00		1.00		
10	G	1	0.00		5.03		
10	G	2	0.00		1.71		
11	G	1	0.00	3.05	0.48		

Lastfall-Kombination für die Bemessung

Lastfall-Kombination 1 : LF 1 * 1.35 + LF 2 * 0.00 + LF 3 * 1.50 + LF 4 * 0.00

Auflager-Kräfte

Pos	Lastfall	A	B
Pos 1	Lastfall : 1	A = 9.04 kN	B = 0.07 kN
	Lastfall : 2	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 3	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 4	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	LF-Komb : 1	A = 13.04 kN	B = 0.07 kN
Pos 2	Lastfall : 1	A = 3.75 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 2	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 3	A = -10.71 kN	B = -20.57 kN
	Lastfall : 4	A = 10.00 kN	B = 0.00 kN
	LF-Komb : 1	A = -11.15 kN	B = -20.58 kN
Pos 3	Lastfall : 1	A = 5.07 kN	B = 0.50 kN
	Lastfall : 2	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 3	A = 20.83 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 4	A = -20.83 kN	B = 0.00 kN
	LF-Komb : 1	A = 40.40 kN	B = 0.50 kN
Pos 4	Lastfall : 1	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 2	A = 0.64 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 3	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 4	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	LF-Komb : 1	A = 0.64 kN	B = 0.00 kN
Pos 5	Lastfall : 1	A = 7.05 kN	B = 3.11 kN
	Lastfall : 2	A = 11.04 kN	B = 7.30 kN
	Lastfall : 3	A = 3.79 kN	B = 20.26 kN
	Lastfall : 4	A = -3.79 kN	B = -20.26 kN
	LF-Komb : 1	A = 20.99 kN	B = 31.38 kN
Pos 6	Lastfall : 1	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 2	A = 11.04 kN	B = 7.30 kN
	Lastfall : 3	A = 0.00 kN	B = 0.00 kN
	Lastfall : 4	A = -3.30 kN	B = -7.11 kN
	LF-Komb : 1	A = 12.69 kN	B = 7.30 kN

361 A 9212 Silodach

Pos	7				
Lastfall	: 1	A =	1,06 kN	B =	3,76 kN
Lastfall	: 2	A =	0,17 kN	B =	3,97 kN
Lastfall	: 3	A =	0,00 kN	B =	0,00 kN
Lastfall	: 4	A =	0,00 kN	B =	0,00 kN
Lf-Komb	: 1	A =	1,63 kN	B =	5,08 kN
Pos	8				
Lastfall	: 1	A =	17,14 kN	B =	3,04 kN
Lastfall	: 2	A =	27,71 kN	B =	14,38 kN
Lastfall	: 3	A =	-11,52 kN	B =	0,85 kN
Lastfall	: 4	A =	-1,55 kN	B =	-0,85 kN
Lf-Komb	: 1	A =	21,25 kN	B =	10,13 kN
Pos	9				
Lastfall	: 1	A =	11,17 kN	B =	7,00 kN
Lastfall	: 2	A =	11,04 kN	B =	6,22 kN
Lastfall	: 3	A =	10,10 kN	B =	13,08 kN
Lastfall	: 4	A =	11,40 kN	B =	-14,06 kN
Lf-Komb	: 1	A =	22,41 kN	B =	29,31 kN
Pos	10				
Lastfall	: 1	A =	11,41 kN	B =	11,41 kN
Lastfall	: 2	A =	0,43 kN	B =	0,43 kN
Lastfall	: 3	A =	0,00 kN	B =	0,00 kN
Lastfall	: 4	A =	0,00 kN	B =	0,00 kN
Lf-Komb	: 1	A =	11,40 kN	B =	11,40 kN
Pos	11				
Lastfall	: 1	A =	6,90 kN	B =	15,17 kN
Lastfall	: 2	A =	7,29 kN	B =	7,36 kN
Lastfall	: 3	A =	-9,25 kN	B =	-7,60 kN
Lastfall	: 4	A =	-9,25 kN	B =	-7,60 kN
Lf-Komb	: 1	A =	11,56 kN	B =	9,07 kN
Pos	12				
Lastfall	: 1	A =	6,90 kN	B =	15,17 kN
Lastfall	: 2	A =	7,29 kN	B =	7,36 kN
Lastfall	: 3	A =	-9,25 kN	B =	-7,60 kN
Lastfall	: 4	A =	-9,25 kN	B =	-7,60 kN
Lf-Komb	: 1	A =	11,18 kN	B =	11,89 kN
Pos	13				
Lastfall	: 1	A =	21,72 kN	B =	30,56 kN
Lastfall	: 2	A =	29,22 kN	B =	25,13 kN
Lastfall	: 3	A =	-11,76 kN	B =	14,71 kN
Lastfall	: 4	A =	-1,36 kN	B =	-14,71 kN
Lf-Komb	: 1	A =	29,29 kN	B =	32,31 kN

361 A 9212 Silodach

LF6 1,35 · G + 1,5 · Wind + y

Pos	Profil	n-max	r-max	L/r-max	u-k	v-k	q-max	M-max
1	HEA 100	0,84	2,90	25911,0	31,12		17,2	0,51
1	HEA 140	10,01	3,47	715,4	2,50		12,7	15,01
2	HEA 100	9,46	3,36	1325,6	2,52		12,4	10,59
4	U 80	0,13	0,07	32347,7			0,3	0,04
5	HEA 140	10,39	6,33	332,5	2,44		41,3	16,09
7	HEA 100	10,32	3,02	688,3	2,50		12,7	7,51
7	HEA 100	0,22	0,43	5821,3	12,61		1,8	1,01
9	HEA 100	11,61	3,30	414,9	2,01		12,1	13,46
9	HEA 100	10,93	3,15	627,9	2,09		29,6	32,00
10	U 100	0,17	1,28	449,1			18,4	15,44
11	U 100	0,79	2,27	513,7			9,1	1,37
12	U 130	0,71	2,64	1032,9			31,9	12,59
13	U 160	10,07	1,32	295,1			63,3	110,17

361 A 9212 Silodach

LF7 1,25 x 6 + 1,5 x Wind-y

Pos	Profil	σ-max	τ-max	L/f-max	U-k	s-k-s	Q-max	M-max
1	HEA 100	0,84	2,90	35911,0	31,12		12,2	0,61
2	HEA 120	12,34	4,23	652,1	2,04		39,0	22,12
3	HEA 100	3,77	6,08	1278,1	2,96		25,6	6,32
4	U 80	6,03	0,07	32347,7			0,3	0,06
5	HEA 100	17,47	4,65	103,4	2,47		19,6	7,81
6	HEA 100	1,44	0,80	15912,9	17,90		3,4	1,05
7	HEA 100	1,39	0,43	5821,3	18,61		1,3	1,01
8	HEA 120	10,01	4,23	449,7	2,51		21,5	10,64
9	HEA 120	10,42	2,04	470,3	2,40		10,4	11,06
10	U 120	10,29	1,21	429,6			15,4	15,44
11	U 130	2,39	2,64	1037,6			31,9	12,59
12	U 80	6,79	2,27	413,7			9,1	1,30
13	U 300	17,31	1,23	637,6			62,4	20,00

361 A 9212 Silodach

LF8 1,25 x 6 + 1,25 x Q + 1,25 x Wind-y

Pos	Profil	σ-max	τ-max	L/f-max	U-k	s-k-s	Q-max	M-max
1	HEA 100	0,84	2,90	35911,0	31,12		12,2	0,61
2	HEA 120	12,34	3,36	485,7	1,99		19,8	13,42
3	HEA 120	9,16	7,59	1440,2	2,30		19,6	9,74
4	U 80	1,09	0,09	7203,0			1,3	0,29
5	HEA 140	13,91	7,16	621,9	1,32		35,7	21,55
6	HEA 120	13,34	5,34	613,0	1,91		27,1	14,16
7	HEA 100	2,37	0,66	2730,1	10,43		8,8	1,72
8	HEA 130	11,88	5,41	606,4	2,10		19,1	24,27
9	HEA 130	13,32	4,62	556,7	1,37		22,9	39,11
10	U 320	9,32	1,37	592,1			22,7	20,80
11	U 100	9,64	3,99	379,0			20,1	3,97
12	U 180	9,71	3,37	944,6			40,7	14,57
13	Schweißprofil	gesonderten Nachweise entz.					44,1	156,2

361 A 9212 Silodach

LF9 $1,35 \times 6 + 1,35 \times 0 + 1,35 \cdot \text{Wind-y}$

Pos	Profil	σ -max	τ -max	L/F-max	u-k	s-k-s	Q-max	M-max
1	HEA 100	0,84	2,90	25911,0	31,12		12,2	0,61
2	HEA 160	11,37	4,41	708,4	2,21		35,4	24,98
3	HEA 100	7,62	5,27	1471,3	3,41		12,2	5,54
4	II 80	1,09	0,29	7203,0			1,1	0,29
5	HEA 100	6,84	3,34	1871,3	3,78		14,1	4,97
6	HEA 100	9,93	4,32	846,5	2,60		18,2	7,22
7	HEA 100	2,37	0,86	3739,1	10,93		3,6	1,72
8	HEA 180	11,01	5,92	602,7	2,27		55,1	32,83
9	HEA 100	11,33	4,18	883,3	2,24		17,6	8,24
10	II 220	9,32	1,37	593,1			22,7	22,80
11	U 180	9,71	3,37	893,6			40,7	14,56
12	II 100	9,64	3,99	829,2			20,1	3,97
13	Schweißprofil	! gesonderten Nachweis erbr.					105,7	126,2

Nachweis der Profile

Pos. 1 HEA 100

$M_d = 0,61 \text{ kNm}$ LF1 S. 36

$l = 0,645 \text{ m}$

$\bar{\lambda} = \frac{0,645 \cdot 0,86}{2,56 \cdot 92,9} = 0,23$

$0,5 \cdot \frac{1 \text{ LF1}}{c_1} = 14,8 > \bar{\lambda}$

Anschluß: 2x M16 4,6

$V_d = \frac{12,2}{2} = 6,1 \text{ kN}$

$V_{rd} = 43,9 \text{ kN} > V_d$

$V_{red} = 52,7 \cdot 0,8 = 45,6 \text{ kN} > V_d$
t=8 $\rho_A = 30$

Pos. 2 HEA 140

$M_d = 29,79 \text{ kNm}$ LF2 S. 32

$l = 2,31 \text{ m}$

$\bar{\lambda} = \frac{2,31 \cdot 0,94}{3,75 \cdot 92,9} = 0,62$

$0,5 \cdot \frac{37,87}{21,75} = 0,63 > \bar{\lambda}$

Anschluß: 2x M16 4,6

$V_d = 26,6/2 = 13,3 \text{ kN}$

$V_{rd} \text{ u. } V_{red} > V_d$

Pos. 3 HEA 120

$$0.88 \cdot \frac{11,65}{26,05} + 0.32 \cdot \frac{46,6}{66,8} = \underline{0,66 < 1}$$

Anschluss: 2x M16 4.6

$$V_d = 46,66/2 = 23,33 \text{ kN}$$

Vand u. Vord > Vd

Pos. 4 HEA 100

$$M_d = 0,31 \text{ kNm} \quad \text{LF 1 S. 36}$$

ohne Nachweis

Anschluss: 2x M16 4.6

$$V_d = 1,2/2 = 0,6 \text{ kN}$$

Vand u. Vord > Vd

Pos. 5 HEA 140

$$M_d = 21,55 \text{ kNm} \quad \text{LF 8 S. 48}$$

$$V_d = 46,8 \text{ kN}$$

$$0.88 \cdot \frac{21,55}{37,87} + 0.32 \cdot \frac{46,8}{86,3} = \underline{0,7 < 1}$$

$$l = 1,61 \text{ m}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{161 \cdot 0,94}{375 \cdot 92,9} = \underline{0,44 < 0,5}$$

Anschluss: Schweißnaht a=8mm l=9cm

$$V_d = 46,8 \text{ kN} \quad \bar{\tau}_w = \frac{46,8}{0,7 \cdot 9} = 17,74 \text{ kN/cm}^2$$

$$\bar{\tau}_w = \frac{24}{0,95} = 20,1 \text{ kN/cm}^2 > \bar{\tau}_w$$

Pos. 6 HEA 140

$$M_d = 14,18 \text{ kNm} \quad \text{LF 8 S. 48}$$

$$V_d = 27,1 \text{ kN}$$

$$l = 1,01 \text{ m}$$

Nachweis u. Anschluss wie Pos. 5

Pos. 7 HEA 140

$$M_d = 1,80 \text{ kNm} \quad \text{LF 1 S. 36}$$

ohne Nachweis

Anschluss: Schweißnaht a=7mm l=9cm

$$V_d = 11,04 \text{ kN}$$

$$\bar{\tau}_w = \frac{11,04}{9 \cdot 0,7} = 4,08 \text{ kN/cm}^2 < \bar{\tau}_{w, \text{zul}}$$

Pos. 8 HEA 160

$$M_d = 38,95 \text{ kNm} \quad \text{LF 4 S. 39}$$

$$V_d = 58,4 \text{ kN}$$

$$0.88 \cdot \frac{38,95}{53,67} + 0.32 \cdot \frac{58,4}{108,1} = \underline{0,53 < 1}$$

$$l = 2,64 \text{ m}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{264 \cdot 1,0}{4,26 \cdot 92,9} = 0,62$$

$$0,5 \cdot \frac{53,67}{38,95} = \underline{0,69 > 0,62}$$

Anschluss: 2x M20 4.6

$$V_d = \frac{65,1}{2} = 32,6 \text{ kN} \quad \text{Vand u. Vord} \rightarrow V_d$$

Pos. 9 | HEA 160

$M_{ed} = 37,19 \text{ kNm}$ LF 4 S. 39

$V_{ed} = 39,1 \text{ kN}$

$l = 2,82 \text{ m}$

$\lambda = \frac{252 \cdot 1,0}{4,26 \cdot 92,9} = 0,71$

$0,5 \cdot \frac{53,62}{37,19} = 0,72 > 0,71$

Anschluß: 2x M20 4.6

$V_{ed} = \frac{56,8}{2} = 28,4 \text{ kN}$

$V_{and} \text{ u. } V_{verd} = V_{ed}$

Pos. 10 | U 300

$M_{ed} = 62,26 \text{ kNm}$ LF 5 S. 40

$l = 4,014 \text{ m}$

$M_{red} = \frac{78}{1,1} = 70,9 \text{ kNm} > M_{ed}$

Anschluß: 2x M20 4.6

$V_{ed} = \frac{67,1}{2} = 33,6 \text{ kN}$

$V_{and} \text{ u. } V_{verd} = V_{ed}$

Pos. 11 | U 300

$M_{ed} = 14,56 \text{ kNm}$ LF 9 S. 49

$l = 2,05 \text{ m}$

$M_{red} = \frac{71}{1,1} = 64,5 \text{ kNm} > M_{ed}$

Anschluß: 2x M20 4.6

$V_{ed} = 40,7/2 = 20,35 \text{ kN}$

$V_{and} \text{ u. } V_{verd} > V_{ed}$

Pos. 12 | U 300

$M_{ed} = 14,56 \text{ kNm}$ LF 4 S. 48

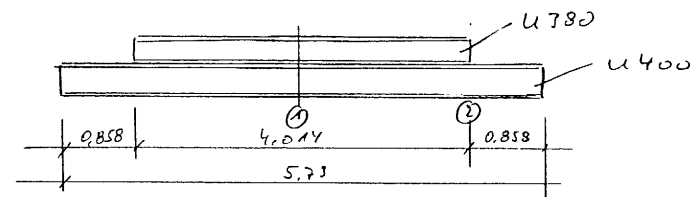
$l = 2,05 \text{ m}$

Nachweis u. Anschluß wie Pos. 11

Pos. 13

① $M_{ed} = 179,3 \text{ kNm}$ LF 4 S. 39

$l = 5,73 \text{ m}$



② $M_{ed} = 91,2 \text{ kNm}$

Flansch U 380

$$\sigma_c = 18980 \cdot \left(\frac{16}{102}\right)^2 = 467 \text{ kN/cm}^2$$

$$\bar{\lambda}_{p5} = \sqrt{\frac{24}{0,43 \cdot \frac{467}{1,1}}} = 0,36 < 0,7 \rightarrow b' = b$$

$$i_{y2} = i_z = 2,77 \quad c = 401,4 \text{ mm}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{401,4 \cdot 1,0}{2,77 \cdot 92,9} = 1,56$$

Steg U 400

$$\sigma_c = 18980 \left(\frac{14}{400-36}\right)^2 = 28 \text{ kN/cm}^2$$

$$\psi \approx 0 \rightarrow R = 2,81$$

$$\bar{\lambda}_{p5} = \sqrt{\frac{24}{2,81 \cdot \frac{28}{1,1}}} = 0,35 < 0,673 \rightarrow b' = b$$

$$J' = 15760 + 20350 + \frac{804 \cdot 91,5}{80,4 + 91,5} \cdot 39^2 = 101202 \text{ cm}^4$$

$$r_d = 39 \text{ cm}$$

$$M'_{pl01} = \frac{101202}{39} \cdot \frac{24}{1,1} = 56616 \text{ kNm}$$

$$0,5 \cdot \frac{56616}{12930} = 1,57 > \bar{\lambda} = 1,56$$

Schnitt ②

$$J' = J = 20350 \text{ cm}^4$$

$$r_d = 20 \text{ cm}$$

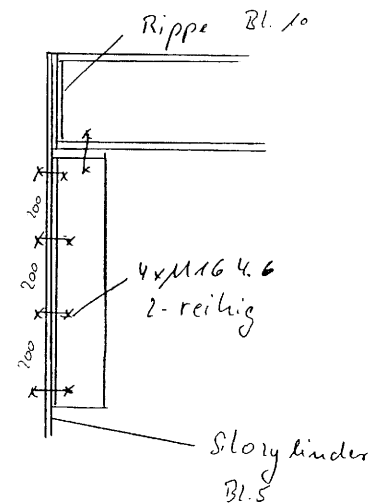
$$M_{pl01} = \frac{20350}{20} \cdot \frac{24}{1,1} = 22200 \text{ kNm}$$

$$\frac{9120}{22200} = 0,41 < 1$$

Oberfläch durch Bodenblech ausgesteift
ohne weiteren Nachweis

Anschluss: auf Konsole aufgelegt.
Konstruktiv 2x M20 4.6

$$V_d = 109 \text{ kN}$$



$$V = \frac{109}{8} = 13,63 \text{ kN}$$

$$V_{ard} = 43,9 \text{ kN} > V$$

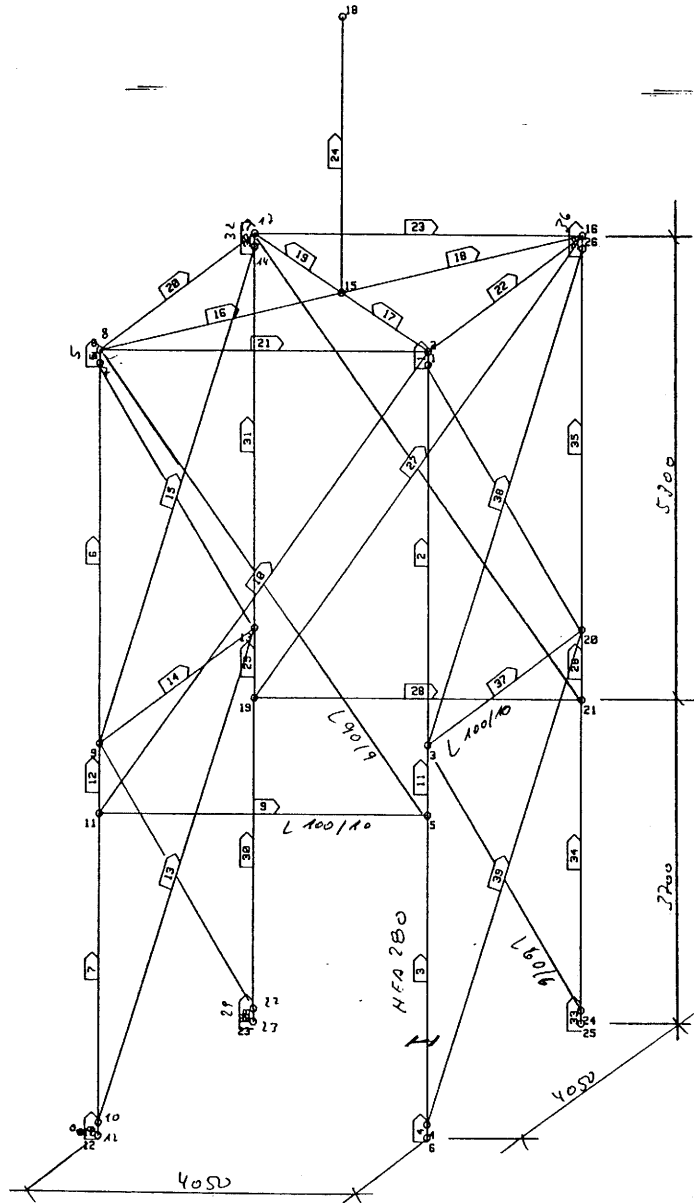
$$V_{erd} = 109 \cdot 0,5 = 52,5 \text{ kN} > V_d$$

$$t = 5 \text{ mm} \quad e \geq 60$$

16) Unterstützung

Seite 52

RAUMLICHER RAHMEN



TRAGWERK

Materialtypen

Materialtyp Nr.	Baustoff (Name)	E-Modul (N/mm ²)	G-Modul (N/mm ²)	Dichte (t/m ³)	Wärmedehn. (1/°C)
1	St 37 DIN	210000.0	81000.0	7.850	.000012
2	St 37 DIN	210000.0	81000.0	.000	.000012

Querschnittstypen

Querschnittstyp Nr.	Name	Materialtyp Nr.
1	IPB1 280	1
2	L 100x10	1
3	L 90x9	1
4	L 60x6	1
5	IPBv1000	2
6	IPE 200	2
7	K: 573/572	2

Knoten

Knoten Nr.	X-Koordinate (m)	Y-Koordinate (m)	Z-Koordinate (m)
1	2.025	-2.025	8.850
2	2.025	-2.025	9.000
3	2.025	-2.025	4.500
4	2.025	-2.025	.150
5	2.025	-2.025	3.700
6	2.025	-2.025	.000
7	-2.025	-2.025	8.850
8	-2.025	-2.025	9.000
9	-2.025	-2.025	4.500
10	-2.025	-2.025	.150
11	-2.025	-2.025	3.700
12	-2.025	-2.025	.000
13	-2.025	2.025	4.500
14	-2.025	2.025	8.850
15	.000	.000	9.000
16	2.025	2.025	9.000
17	-2.025	2.025	9.000
18	.000	.000	12.140

RAUMLICHER RAHMEN

RÄUMLICHER RAHMEN

Knoten Nr	X-Koordinate (m)	Y-Koordinate (m)	Z-Koordinate (m)
19	-2.025	2.025	3.700
20	2.025	2.025	4.500
21	2.025	2.025	3.700
22	-2.025	2.025	.150
23	-2.025	2.025	.000
24	2.025	2.025	.150
25	2.025	2.025	.000
26	2.025	2.025	8.850

Stab Nr	Anfangsknoten Nr	Endknoten Nr	Querschnittstyp Nr	Beta Grad
36	26	16	1	.0
37	3	20	2	.0
38	3	26	4	.0
39	4	20	4	.0

Auflager

Stäbe

Stab Nr	Anfangsknoten Nr	Endknoten Nr	Querschnittstyp Nr	Beta Grad
1	1	2	1	.0
2	3	1	1	.0
3	4	5	1	.0
4	6	4	1	.0
5	7	8	1	.0
6	9	7	1	.0
7	10	11	1	.0
8	12	10	1	.0
9	11	5	2	.0
10	11	2	3	.0
11	5	3	1	.0
12	11	9	1	.0
13	10	13	4	.0
14	9	13	2	.0
15	9	14	4	.0
16	8	15	5	.0
17	2	15	5	.0
18	15	16	5	.0
19	15	17	5	.0
20	8	17	6	.0
21	8	2	6	.0
22	2	16	6	.0
23	17	16	6	.0
24	15	18	7	.0
25	19	13	1	.0
26	21	20	1	.0
27	19	16	3	.0
28	19	21	2	.0
29	23	22	1	.0
30	22	19	1	.0
31	13	14	1	.0
32	14	17	1	.0
33	25	24	1	.0
34	24	21	1	.0
35	20	26	1	.0

Knoten Nr	Verschiebung			Verdrehung		
	X	Y	Z	XX	YY	ZZ
6	1	1	1	0	0	1
12	1	1	1	0	0	1
23	1	1	1	0	0	1
25	1	1	1	0	0	1

gelöste Stäbenden

Stab Nr	Anfangsknoten						Endknoten					
	Verschiebung			Verdrehung			Verschiebung			Verdrehung		
	x	y	z	xx	yy	zz	x	y	z	xx	yy	zz
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
9	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
10	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
13	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
14	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
15	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
16	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
27	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
28	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
37	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
38	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
39	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0

RÄUMLICHER RAHMEN

RÄUMLICHER RAHMEN

L A S T F Ä L L E

Lastfall Nr : 1 Text : EIGENGEWICHT Th.1.Ord.

Eingaben

Knotenlasten

Knoten Nr von Schritt bis	PX (kN)	PY (kN)	PZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
15 1 15	.00	.00	-176.60	54.29	52.41	.00

Seite 9

Eigengewicht

Stab Nr von Schritt bis	GX (m/s2)	GY (m/s2)	GZ (m/s2)
1 1 39	.00	.00	-10.00

Auflagerreaktionen

Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	.0	.0	65.5	.0	.0	.0
12	.0	.0	52.6	.0	.0	.0
23	.0	.0	39.2	.0	.0	.0
25	.0	.0	52.2	.0	.0	.0

Lastfall Nr : 2 Text : FUELLUNG + VERKEHR Th.1.Ord.

Eingaben

Knotenlasten

Knoten Nr von Schritt bis	PX (kN)	PY (kN)	PZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
15 1 15	.00	.00	-1468.50	39.18	100.76	.00

Seite 8

Auflagerreaktionen

Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	.0	.0	384.5	.0	.0	.0
12	.0	.0	359.4	.0	.0	.0
23	.0	.0	349.9	.0	.0	.0
25	.0	.0	374.6	.0	.0	.0

Lastfall Nr : 3 Text : WIND X Th.1.Ord.

Lastfall Nr : 4 Text : WIND Y Th.1.Ord.

Eingaben

Eingaben

Knotenlasten

Knotenlasten

Knoten Nr von Schritt bis	PX (kN)	PY (kN)	PZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
18 1 18	80.80	.00	.00	.00	.00	7.43

Knoten Nr von Schritt bis	PX (kN)	PY (kN)	PZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
18 1 18	.00	72.20	.00	.00	.00	1.88

Seite 9

Seite 8

Auflagerreaktionen

Auflagerreaktionen

Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	-20.4	-1.1	120.2	.0	.0	.0
12	-20.7	1.1	-120.2	.0	.0	.0
23	-20.0	.0	-122.0	.0	.0	.0
25	-19.7	.0	122.0	.0	.0	.0

Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	-.1	-36.1	-108.1	.0	.0	.0
12	-.1	-35.7	-108.3	.0	.0	.0
23	.1	-.2	108.3	.0	.0	.0
25	.2	-.2	108.1	.0	.0	.0

RÄUMLICHER RAHMEN

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastfall Nr : 5 Text : WIND UEBER ECK Th.1.Ord.

Lastfall Nr : 6 Text : VORVERFORMUNG X Th.1.Ord.

Eingaben

Eingaben

Knotenlasten

Stabvorverformungen

Knoten Nr von Schritt bis	PX (kN)	PY (kN)	PZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
18 1 18	57.13	51.05	.00	.00	.00	6.58

$\frac{M_x}{l_x}$ $\frac{M_y}{l_y}$ $\frac{M_x + M_y}{l_r}$

Auflagerreaktionen

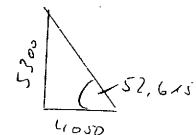
Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	-14.5	-26.3	8.5	.0	.0	.0
12	-14.7	-24.5	-161.5	.0	.0	.0
23	-14.1	-.1	-9.7	.0	.0	.0
25	-13.8	-.1	162.7	.0	.0	.0

Stab Nr von Schritt bis	Krümmung (cm) w-y	Verdrehung (100*Rad) psi-y
1 1 2	.00	.55
3 1 4	.00	.43
5 1 6	.00	.55
7 1 8	.00	.43
11 1 12	.00	.55
25 1 26	.00	.55
29 1 30	.00	.43
31 1 32	.00	.55
33 1 34	.00	.43
35 1 36	.00	.55

Auflagerreaktionen

Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12	.0	.0	.0	.0	.0	.0
23	.0	.0	.0	.0	.0	.0
25	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$l_0 = \frac{1}{200} \cdot \frac{1}{2} \cdot (1 + \sqrt{\frac{1}{2}}) = 0.0043$$



$$l_r = \frac{4}{5300 \cdot \cos 52.613} = 0.0012$$

$$l = 0.0043 + 0.0012 = 0.0055$$

RAUMLICHER RAHMEN

RAUMLICHER RAHMEN

Lastfall Nr : 7 Text : VORVERFORMUNG Y Th.1.0rd.

Lastkoll.Nr : 1 Text : EK 1 Th.2.0rd.

Eingaben

LASTKOLLEKTIVE

Stabvorverformungen

Stab Nr von	Stab Nr Schritt	bis	Krümmung (cm)		Verdrehung (100*Rad)	
			w-y	w-z	psi-y	psi-z
1	1	8	.00	.00	.00	.56
11	1	12	.00	.00	.00	.56
25	1	26	.00	.00	.00	.56
29	1	36	.00	.00	.00	.56

Lastkollektiv-Tabelle

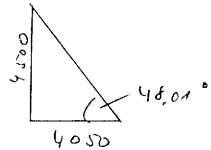
Lastfall	Multiplikator
1	1.350
2	1.500
6	1.000
7	1.000

Auflagerreaktionen

Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12	.0	.0	.0	.0	.0	.0
23	.0	.0	.0	.0	.0	.0
25	.0	.0	.0	.0	.0	.0

Knotenverformungen

Knoten Nr	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	XX (100*Rad)	YY (100*Rad)	ZZ (100*Rad)
1	1.18	.46	-.29	-.04	.01	.00
2	1.18	.47	-.30	-.00	.01	.01
3	.96	.24	-.15	-.05	.12	.00
4	.04	.01	.00	-.06	.26	.00
5	.85	.20	-.12	-.05	.16	.00
6	.00	.00	.00	-.06	.26	.00
7	1.18	.41	-.26	-.04	.01	.00
8	1.18	.41	-.26	-.00	.01	.01
9	.97	.21	-.13	-.05	.12	.00
10	.04	.01	.00	-.05	.26	.00
11	.85	.17	-.11	-.04	.16	.00
12	.00	.00	.00	-.05	.26	.00
13	.92	.20	-.13	-.05	.12	.00
14	1.12	.40	-.25	-.05	.01	.00
15	1.15	.44	-.70	.01	.02	.01
16	1.12	.47	-.29	.00	.01	.01
17	1.12	.41	-.25	.00	.01	.01
18	1.21	.42	-.70	.01	.02	.01
19	.81	.17	-.10	-.05	.15	.00
20	.91	.23	-.15	-.05	.12	.00
21	.80	.19	-.12	-.05	.15	.00
22	.04	.01	.00	-.04	.25	.00
23	.00	.00	.00	-.04	.25	.00
24	.04	.01	.00	-.05	.24	.00
25	.00	.00	.00	-.05	.24	.00
26	1.12	.46	-.28	-.06	.01	.00



$$\rho_0 = 0.0043$$

$$\rho_s = \frac{4}{4050 \cdot \cos 48.01} = 0.0013$$

$$\rho = 0.0043 + 0.0013 = 0.0056$$

RÄUMLICHER RAHMEN

Auflagerreaktionen

Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	.3	-3.8	665.3	.0	.0	.0
12	-.4	-3.4	577.3	.0	.0	.0
23	-.3	3.3	576.7	.0	.0	.0
25	.4	3.9	666.2	.0	.0	.0

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 2

Text : EK 2

Th.2.Ord.

Eingaben

Lastkollektiv-Tabelle

Lastfall	Multiplikator
1	1.350
2	1.350
3	1.350
6	1.000

Knotenverformungen

Knoten Nr	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	XX (100*Rad)	YY (100*Rad)	ZZ (100*Rad)
1	8.06	.38	-.35	-.04	-.28	.00
2	8.01	.38	-.35	.00	.04	.06
3	7.69	.21	-.18	-.04	.80	.00
4	.33	.01	-.01	-.06	2.17	.00
5	6.91	.18	-.15	-.04	1.19	.00
6	.00	.00	.00	-.06	2.17	.00
7	8.08	.14	-.19	-.02	-.28	.00
8	8.04	.14	-.20	.00	.04	.06
9	7.74	.06	-.08	-.02	.80	.00
10	.33	.00	.00	-.01	2.19	.00
11	6.96	.05	-.06	-.02	1.19	.00
12	.00	.00	.00	-.01	2.19	.00
13	7.49	.06	-.08	-.02	-.77	.00
14	7.82	.14	-.18	-.01	-.27	.00
15	7.91	.27	-.65	.01	.06	.07
16	7.76	.42	-.34	.00	.04	.07
17	7.78	.14	-.18	.00	.04	.07
18	8.11	.24	-.65	.01	.06	.07
19	6.73	.05	-.06	-.02	1.15	.00
20	7.44	.21	-.17	-.04	.78	.00
21	6.68	.18	-.14	-.05	1.15	.00
22	.32	.00	.00	-.01	2.12	.00
23	.00	.00	.00	-.01	2.12	.00
24	.32	.01	-.01	-.05	2.10	.00
25	.00	.00	.00	-.05	2.10	.00
26	7.80	.41	-.33	-.05	-.27	.00

RÄUMLICHER RAHMEN

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 3

Text : EK 3

Th.2.0rd.

Auflagerreaktionen

Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	-21.8	-2.4	802.3	.0	.0	.0
12	-33.1	2.0	359.9	.0	.0	.0
23	-32.7	.1	324.6	.0	.0	.0
25	-21.5	.3	778.5	.0	.0	.0

Eingaben

Lastkollektiv-Tabelle

Lastfall	Multiplikator
1	1.350
2	1.350
4	1.350
7	1.000

Knotenverformungen

Knoten Nr	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	XX (100*Rad)	YY (100*Rad)	ZZ (100*Rad)
1	.44	1.58	-.23	-.19	.03	.00
2	.44	1.61	-.23	-.02	.01	.01
3	.27	.81	-.11	-.14	.05	.00
4	.01	.05	.00	-.29	.07	.00
5	.23	.70	-.09	-.13	.05	.00
6	.00	.00	.00	-.29	.07	.00
7	.45	1.53	-.21	-.18	.03	.00
8	.45	1.56	-.21	-.02	.01	.02
9	.28	.78	-.10	-.14	.05	.00
10	.01	.05	.00	-.28	.07	.00
11	.23	.68	-.08	-.13	.05	.00
12	.00	.00	.00	-.28	.07	.00
13	.20	.72	-.15	-.14	.04	.00
14	.38	1.50	-.28	-.29	.04	.00
15	.42	1.59	-.64	-.03	.01	.01
16	.41	1.60	-.31	-.02	.01	.01
17	.39	1.55	-.29	-.02	.01	.02
18	.47	1.68	-.64	-.03	.01	.01
19	.17	.61	-.12	-.15	.04	.00
20	.20	.75	-.16	-.14	.05	.00
21	.17	.63	-.13	-.16	.05	.00
22	.01	.02	-.01	-.17	.05	.00
23	.00	.00	.00	-.17	.05	.00
24	.01	.03	-.01	-.17	.05	.00
25	.00	.00	.00	-.17	.05	.00
26	.40	1.55	-.31	-.30	.05	.00

RÄUMLICHER RAHMEN

Auflagerreaktionen

Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	-17.9	-38.7	632.5	.0	.0	.0
12	-24.9	-38.7	288.1	.0	.0	.0
23	-20.5	3.1	502.7	.0	.0	.0
25	-13.8	5.4	841.9	.0	.0	.0

RÄUMLICHER RAHMEN

LASTKOLLEKTIVE

Lastkoll.Nr : 1 Text : EK 1 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1	Anfang	-672.2	3.7	-6.8	.0	1.0
	Ende	-672.0	3.7	-6.8	.0	.0
	Maximum	-672.0	3.7	-6.8	.0	1.0
	x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0
	Minimum	-672.2	3.7	-6.8	.0	.0
	x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0
2	Anfang	-676.7	-.2	-2.3	.0	13.1
	Ende	-672.2	-.1	-3.1	.0	1.0
	Maximum	-672.2	-.1	-2.3	.0	13.1
	x (cm)	435.0	435.0	.0	.0	.0
	Minimum	-676.7	-.2	-3.1	.0	1.0
	x (cm)	.0	130.5	435.0	.0	435.0
3	Anfang	-673.6	.1	4.4	.0	.2
	Ende	-669.9	.2	3.7	.0	14.9
	Maximum	-669.9	.2	4.4	.0	14.9
	x (cm)	355.0	319.5	.0	.0	355.0
	Minimum	-673.6	.1	3.7	.0	.2
	x (cm)	.0	.0	355.0	.0	.0
4	Anfang	-665.3	-4.2	1.5	.0	.0
	Ende	-665.1	-4.2	1.5	.0	.2
	Maximum	-665.1	-4.2	1.5	.0	.2
	x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0
	Minimum	-665.3	-4.2	1.5	.0	.0
	x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0
5	Anfang	-599.3	3.3	-6.4	.0	1.0
	Ende	-599.2	3.3	-6.4	.0	.0
	Maximum	-599.2	3.3	-6.4	.0	1.0
	x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0
	Minimum	-599.3	3.3	-6.4	.0	.0
	x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0
6	Anfang	-603.8	-.2	-2.4	.0	13.4
	Ende	-599.3	-.1	-3.1	.0	1.0
	Maximum	-599.3	-.1	-2.4	.0	13.4
	x (cm)	435.0	435.0	.0	.0	.0

RÄUMLICHER RAHMEN

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 4

Text : EK 4

Th.2.Ord.

Auflagerreaktionen

Knoten Nr	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)	XX (kNm)	YY (kNm)	ZZ (kNm)
6	-.3	-53.8	443.6	.0	.0	.0
12	-.3	-53.0	390.9	.0	.0	.0
23	.2	4.4	688.4	.0	.0	.0
25	.4	4.9	742.4	.0	.0	.0

Eingaben

Lastkollektiv-Tabelle

Lastfall	Multiplikator
1	1.350
2	1.350
5	1.350
6	1.000
7	1.000

Knotenverformungen

Knoten Nr	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	XX (100*Rad)	YY (100*Rad)	ZZ (100*Rad)
1	6.01	1.29	-.30	-.15	-.19	.00
2	5.98	1.32	-.31	-.01	.03	.03
3	5.69	.68	-.15	-.12	.60	.00
4	.24	.04	.00	-.23	1.60	.00
5	5.10	.59	-.12	-.11	.88	.00
6	.00	.00	.00	-.24	1.60	.00
7	6.03	1.15	-.18	-.14	-.19	.00
8	6.00	1.17	-.19	-.01	.03	.04
9	5.73	.58	-.08	-.11	.59	.00
10	.25	.03	.00	-.20	1.62	.00
11	5.15	.49	-.06	-.10	.89	.00
12	.00	.00	.00	-.20	1.62	.00
13	5.58	.53	-.11	-.11	.58	.00
14	5.87	1.13	-.23	-.22	-.19	.00
15	5.92	1.26	-.66	-.02	.05	.04
16	5.84	1.33	-.36	-.01	.03	.04
17	5.84	1.17	-.24	-.01	.03	.04
18	6.08	1.31	-.66	-.02	.05	.04
19	5.02	.44	-.09	-.12	.86	.00
20	5.55	.63	-.18	-.12	.59	.00
21	4.98	.53	-.15	-.13	.86	.00
22	.24	.02	.00	-.12	1.58	.00
23	.00	.00	.00	-.12	1.58	.00
24	.24	.02	-.01	-.14	1.56	.00
25	.00	.00	.00	-.14	1.56	.00
26	5.87	1.29	-.35	-.24	-.18	.00

RÄUMLICHER RAHMEN

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Minimum	-603.8	-.2	-3.1	.0	1.0	-.5
x (cm)	.0	130.5	435.0	.0	435.0	435.0
7 Anfang	-584.6	.2	4.4	.0	.3	-.6
Ende	-581.0	.2	3.8	.0	15.2	.1
Maximum	-581.0	.2	4.4	.0	15.2	.1
x (cm)	355.0	319.5	.0	.0	355.0	355.0
Minimum	-584.6	.2	3.8	.0	.3	-.6
x (cm)	.0	.0	355.0	.0	.0	.0
8 Anfang	-577.3	-3.7	1.9	.0	.0	.0
Ende	-577.2	-3.7	1.9	.0	.3	-.6
Maximum	-577.2	-3.7	1.9	.0	.3	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	.0
Minimum	-577.3	-3.7	1.9	.0	.0	-.6
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	15.0

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 2

Text : EK 2

Th.2.0rd.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1 Anfang	-798.0	.1	-36.3	.0	5.4	.0
Ende	-797.9	.1	-36.3	.0	.0	.0
Maximum	-797.9	.1	-36.3	.0	5.4	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	15.0
Minimum	-798.0	.1	-36.3	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	.0
2 Anfang	-802.5	.0	-23.2	.0	130.8	-.2
Ende	-798.0	.1	-31.9	.0	5.4	.0
Maximum	-798.0	.1	-23.2	.0	130.8	.0
x (cm)	435.0	435.0	.0	.0	.0	435.0
Minimum	-802.5	.0	-31.9	.0	5.4	-.2
x (cm)	.0	.0	435.0	.0	435.0	.0
3 Anfang	-804.9	.0	42.8	.0	5.9	-.4
Ende	-801.3	.1	34.9	.0	148.1	-.3
Maximum	-801.3	.1	42.8	.0	148.1	-.3
x (cm)	355.0	355.0	.0	.0	355.0	355.0
Minimum	-804.9	.0	34.9	.0	5.9	-.4
x (cm)	.0	.0	355.0	.0	.0	35.5
4 Anfang	-802.3	-2.9	39.4	.0	.0	.0
Ende	-802.1	-2.9	39.4	.0	5.9	-.4
Maximum	-802.1	-2.9	39.4	.0	5.9	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	.0
Minimum	-802.3	-2.9	39.4	.0	.0	-.4
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	15.0
5 Anfang	-502.6	.0	-34.1	.0	5.1	.0
Ende	-502.5	.0	-34.1	.0	.0	.0
Maximum	-502.5	.0	-34.1	.0	5.1	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-502.6	.0	-34.1	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
6 Anfang	-507.1	.0	-25.8	.0	132.9	.1
Ende	-502.6	.0	-31.3	.0	5.1	.0
Maximum	-502.6	.0	-25.8	.0	132.9	.1
x (cm)	435.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-507.1	.0	-31.3	.0	5.1	.0
x (cm)	.0	435.0	435.0	.0	435.0	435.0
7 Anfang	-357.4	.0	42.5	.0	6.2	.3
Ende	-353.7	-.1	39.0	.0	152.7	.1

RAUMLICHER RAHMEN

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Maximum	-353.7	.0	42.5	.0	152.7	.3
x (cm)	355.0	.0	.0	.0	355.0	.0
Minimum	-357.4	-.1	39.0	.0	6.2	.1
x (cm)	.0	355.0	355.0	.0	.0	355.0
8 Anfang	-359.9	2.0	41.1	.0	.0	.0
Ende	-359.8	2.0	41.1	.0	6.2	.3
Maximum	-359.8	2.0	41.1	.0	6.2	.3
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
Minimum	-359.9	2.0	41.1	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	.0

RAUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 3 Text : EK 3 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1 Anfang	-561.4	2.5	-.4	.0	.1	-.4
Ende	-561.3	2.5	-.4	.0	.0	.0
Maximum	-561.3	2.5	-.4	.0	.1	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	15.0
Minimum	-561.4	2.5	-.4	.0	.0	-.4
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	.0
2 Anfang	-565.9	-.4	-.4	.0	1.8	2.3
Ende	-561.4	-.7	-.4	.0	.1	-.4
Maximum	-561.4	-.4	-.4	.0	1.8	2.3
x (cm)	435.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-565.9	-.7	-.4	.0	.1	-.4
x (cm)	.0	391.5	435.0	.0	435.0	435.0
3 Anfang	-507.5	1.9	.6	.0	.1	-8.3
Ende	-503.8	2.6	.5	.0	2.1	.1
Maximum	-503.8	2.6	.6	.0	2.1	.1
x (cm)	355.0	355.0	.0	.0	355.0	355.0
Minimum	-507.5	1.9	.5	.0	.1	-8.3
x (cm)	.0	.0	355.0	.0	.0	.0
4 Anfang	-443.6	-55.2	.6	.0	.0	.0
Ende	-443.5	-55.2	.6	.0	.1	-8.3
Maximum	-443.5	-55.2	.6	.0	.1	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	.0
Minimum	-443.6	-55.2	.6	.0	.0	-8.3
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	15.0
5 Anfang	-507.7	2.2	-.4	.0	.1	-.3
Ende	-507.6	2.2	-.4	.0	.0	.0
Maximum	-507.6	2.2	-.4	.0	.1	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	15.0
Minimum	-507.7	2.2	-.4	.0	.0	-.3
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	.0
6 Anfang	-512.2	-.4	-.3	.0	1.8	2.2
Ende	-507.7	-.6	-.4	.0	.1	-.3
Maximum	-507.7	-.4	-.3	.0	1.8	2.2
x (cm)	435.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-512.2	-.7	-.4	.0	.1	-.3
x (cm)	.0	391.5	435.0	.0	435.0	435.0
7 Anfang	-453.4	1.9	.6	.0	.1	-8.1
Ende	-449.7	2.6	.5	.0	2.0	.2

RÄUMLICHER RAHMEN

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Maximum	-449.7	2.6	.6	.0	2.0	.2
x (cm)	355.0	355.0	.0	.0	355.0	355.0
Minimum	-453.4	1.9	.5	.0	.1	-8.1
x (cm)	.0	.0	355.0	.0	.0	.0
8 Anfang	-390.9	-54.2	.6	.0	.0	.0
Ende	-390.7	-54.2	.6	.0	.1	-8.1
Maximum	-390.7	-54.2	.6	.0	.1	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	.0
Minimum	-390.9	-54.2	.6	.0	.0	-8.1
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	15.0

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 4 Text : EK 4 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1 Anfang	-719.1	3.5	-27.0	.0	4.1	-5.5
Ende	-718.9	3.5	-27.0	.0	.0	.0
Maximum	-718.9	3.5	-27.0	.0	4.1	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	15.0
Minimum	-719.1	3.5	-27.0	.0	.0	-5.5
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	.0
2 Anfang	-723.5	-3.3	-17.4	.0	95.6	1.6
Ende	-719.1	-5.5	-23.1	.0	4.1	-5.5
Maximum	-719.1	-3.3	-17.4	.0	95.6	1.6
x (cm)	435.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-723.5	-5.5	-23.1	.0	4.1	-5.5
x (cm)	.0	348.0	435.0	.0	435.0	435.0
3 Anfang	-680.7	1.2	31.3	.0	4.2	-6.1
Ende	-677.0	2.0	26.4	.0	109.2	.0
Maximum	-677.0	2.0	31.3	.0	109.2	.0
x (cm)	355.0	355.0	.0	.0	355.0	355.0
Minimum	-680.7	1.2	26.4	.0	4.2	-6.1
x (cm)	.0	.0	355.0	.0	.0	.0
4 Anfang	-632.5	-40.4	28.2	.0	.0	.0
Ende	-632.3	-40.4	28.2	.0	4.2	-6.1
Maximum	-632.3	-40.4	28.2	.0	4.2	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	.0
Minimum	-632.5	-40.4	28.2	.0	.0	-6.1
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	15.0
5 Anfang	-489.7	2.3	-25.5	.0	3.8	-3.3
Ende	-489.5	2.3	-25.5	.0	.0	.0
Maximum	-489.5	2.3	-25.5	.0	3.8	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	15.0
Minimum	-489.7	2.3	-25.5	.0	.0	-3.3
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	.0
6 Anfang	-494.1	-3.3	-18.9	.0	97.1	1.6
Ende	-489.7	-5.5	-22.8	.0	3.8	-3.3
Maximum	-489.7	-3.3	-18.9	.0	97.1	1.6
x (cm)	435.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-494.1	-5.5	-22.8	.0	3.8	-3.3
x (cm)	.0	348.0	435.0	.0	435.0	435.0
7 Anfang	-333.7	1.6	31.2	.0	4.4	-5.9
Ende	-330.0	1.9	28.7	.0	112.1	.6

RÄUMLICHER RAHMEN

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Maximum	-330.0	1.9	31.2	.0	112.1	.6
x (cm)	355.0	319.5	.0	.0	355.0	355.0
Minimum	-333.7	1.6	28.7	.0	4.4	-5.9
x (cm)	.0	.0	355.0	.0	.0	.0
8 Anfang	-288.1	-39.4	29.6	.0	.0	.0
Ende	-287.9	-39.4	29.6	.0	4.4	-5.9
Maximum	-287.9	-39.4	29.6	.0	4.4	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	.0
Minimum	-288.1	-39.4	29.6	.0	.0	-5.9
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	15.0

RÄUMLICHER RAHMEN

L A S T K O L L E K T I V E

Lastkoll.Nr : 1 Text : EK 1 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
11 Anfang	-669.5	.2	-2.1	.0	14.9	.0
Ende	-668.7	.2	-2.3	.0	13.1	.2
Maximum	-668.7	.2	-2.1	.0	14.9	.2
x (cm)	80.0	.0	.0	.0	.0	80.0
Minimum	-669.5	.2	-2.3	.0	13.1	.0
x (cm)	.0	80.0	80.0	.0	80.0	.0
12 Anfang	-597.5	.1	-2.2	.0	15.2	.1
Ende	-596.7	.1	-2.4	.0	13.4	.2
Maximum	-596.7	.1	-2.2	.0	15.2	.2
x (cm)	80.0	.0	.0	.0	.0	80.0
Minimum	-597.5	.1	-2.4	.0	13.4	.1
x (cm)	.0	80.0	80.0	.0	80.0	.0

RAUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 2 Text : EK 2 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
11	Anfang	-800.9	.1	-20.1	.0	148.1
	Ende	-800.0	.1	-23.2	.0	130.8
	Maximum	-800.0	.1	-20.1	.0	148.1
	x (cm)	80.0	80.0	.0	.0	80.0
	Minimum	-800.9	.1	-23.2	.0	130.8
	x (cm)	.0	.0	80.0	.0	80.0
	0	.0	.0	.0	.0	.0
12	Anfang	-511.0	.0	-23.7	.0	152.7
	Ende	-510.2	.0	-25.8	.0	132.9
	Maximum	-510.2	.0	-23.7	.0	152.7
	x (cm)	80.0	.0	.0	.0	.0
	Minimum	-511.0	.0	-25.8	.0	132.9
	x (cm)	.0	80.0	80.0	.0	80.0
	0	.0	.0	.0	.0	.0

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 3 Text : EK 3 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
11	Anfang	-503.4	2.7	-.3	.0	2.1
	Ende	-502.6	2.6	-.4	.0	1.8
	Maximum	-502.6	2.7	-.3	.0	2.1
	x (cm)	80.0	.0	.0	.0	80.0
	Minimum	-503.4	2.6	-.4	.0	1.8
	x (cm)	.0	80.0	80.0	.0	80.0
	0	.0	.0	.0	.0	.0
12	Anfang	-451.0	2.6	-.3	.0	2.0
	Ende	-450.1	2.5	-.3	.0	1.8
	Maximum	-450.1	2.6	-.3	.0	2.0
	x (cm)	80.0	.0	.0	.0	80.0
	Minimum	-451.0	2.5	-.3	.0	1.8
	x (cm)	.0	80.0	80.0	.0	80.0
	0	.0	.0	.0	.0	.0

RAUMLICHER RAHMEN

RAUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 4 Text : EK 4 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr		Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
11	Anfang	-676.6	2.0	-15.9	.0	109.2	.0
	Ende	-675.8	2.0	-17.8	.0	95.6	1.6
	Maximum	-675.8	2.0	-15.9	.0	109.2	1.6
	x (cm)	80.0	.0	.0	.0	.0	80.0
	Minimum	-676.6	2.0	-17.8	.0	95.6	.0
	x (cm)	.0	80.0	80.0	.0	80.0	.0
12	Anfang	-448.7	1.3	-18.1	.0	112.1	.6
	Ende	-447.9	1.3	-19.4	.0	97.1	1.6
	Maximum	-447.9	1.3	-18.1	.0	112.1	1.6
	x (cm)	80.0	.0	.0	.0	.0	80.0
	Minimum	-448.7	1.3	-19.4	.0	97.1	.6
	x (cm)	.0	80.0	80.0	.0	80.0	.0

L A S T K O L L E K T I V E

Lastkoll.Nr : 1 Text : EK 1 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr		Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
25	Anfang	-588.4	-.2	-2.0	.0	14.4	-.1
	Ende	-587.6	-.2	-2.3	.0	12.7	-.3
	Maximum	-587.6	-.2	-2.0	.0	14.4	-.1
	x (cm)	80.0	80.0	.0	.0	.0	.0
	Minimum	-588.4	-.2	-2.3	.0	12.7	-.3
	x (cm)	.0	.0	80.0	.0	80.0	80.0
26	Anfang	-662.0	-.2	-1.9	.0	14.1	-.2
	Ende	-661.1	-.2	-2.1	.0	12.5	-.3
	Maximum	-661.1	-.2	-1.9	.0	14.1	-.2
	x (cm)	80.0	80.0	.0	.0	.0	.0
	Minimum	-662.0	-.2	-2.1	.0	12.5	-.3
	x (cm)	.0	.0	80.0	.0	80.0	80.0

RAUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 2 Text : EK 2 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
25	Anfang	-474.1	.1	-23.3	.0	147.8
	Ende	-473.3	.1	-25.1	.0	128.4
	Maximum	-473.3	.1	-23.3	.0	147.8
	x (cm)	80.0	.0	.0	.0	80.0
	Minimum	-474.1	.1	-25.1	.0	128.4
	x (cm)	.0	80.0	80.0	.0	80.0
26	Anfang	-774.3	.0	-19.7	.0	143.3
	Ende	-773.4	.0	-22.6	.0	126.3
	Maximum	-773.4	.0	-19.7	.0	143.3
	x (cm)	80.0	80.0	.0	.0	.0
	Minimum	-774.3	.0	-22.6	.0	126.3
	x (cm)	.0	.0	80.0	.0	80.0

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 3 Text : EK 3 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
25	Anfang	-683.7	-.4	-.1	.0	.3
	Ende	-682.9	-.3	-.1	.0	.3
	Maximum	-682.9	-.3	-.1	.0	.3
	x (cm)	80.0	80.0	.0	.0	.0
	Minimum	-683.7	-.4	-.1	.0	.3
	x (cm)	.0	.0	80.0	.0	80.0
26	Anfang	-738.2	-.4	.0	.0	-.1
	Ende	-737.3	-.3	.0	.0	-.1
	Maximum	-737.3	-.3	.0	.0	-.1
	x (cm)	80.0	80.0	80.0	.0	80.0
	Minimum	-738.2	-.4	.0	.0	-.1
	x (cm)	.0	.0	.0	.0	80.0

RÄUMLICHER RAHMEN

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 4 Text : EK 4 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr		Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
25	Anfang	-609.3	-.8	-16.4	.0	108.8	-.6
	Ende	-608.5	-.8	-18.2	.0	94.9	-1.2
	Maximum	-608.5	-.8	-16.4	.0	108.8	-.6
	x (cm)	80.0	80.0	.0	.0	.0	.0
	Minimum	-609.3	-.8	-18.2	.0	94.9	-1.2
	x (cm)	.0	.0	80.0	.0	80.0	80.0
26	Anfang	-837.7	-.4	-14.3	.0	105.6	-1.1
	Ende	-836.8	-.3	-16.6	.0	93.2	-1.4
	Maximum	-836.8	-.3	-14.3	.0	105.6	-1.1
	x (cm)	80.0	80.0	.0	.0	.0	.0
	Minimum	-837.7	-.4	-16.6	.0	93.2	-1.4
	x (cm)	.0	.0	80.0	.0	80.0	80.0

L A S T K O L L E K T I V E

Lastkoll.Nr : 1 Text : EK 1 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr		Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
29	Anfang	-576.7	3.1	1.7	.0	.0	.0
	Ende	-576.6	3.1	1.7	.0	.3	.5
	Maximum	-576.6	3.1	1.7	.0	.3	.5
	x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
	Minimum	-576.7	3.1	1.7	.0	.0	.0
	x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	.0
30	Anfang	-576.6	-.1	4.2	.0	.3	.5
	Ende	-572.9	-.2	3.6	.0	14.4	-.1
	Maximum	-572.9	-.1	4.2	.0	14.4	.5
	x (cm)	355.0	.0	.0	.0	355.0	.0
	Minimum	-576.6	-.2	3.6	.0	.3	-.1
	x (cm)	.0	319.5	355.0	.0	.0	355.0
31	Anfang	-579.3	.2	-2.3	.0	12.7	-.3
	Ende	-574.8	.2	-2.9	.0	.9	.6
	Maximum	-574.8	.2	-2.3	.0	12.7	.6
	x (cm)	435.0	130.5	.0	.0	.0	435.0
	Minimum	-579.3	.2	-2.9	.0	.9	-.3
	x (cm)	.0	435.0	435.0	.0	435.0	.0
32	Anfang	-566.8	-3.9	-6.1	.0	.9	.6
	Ende	-566.6	-3.9	-6.1	.0	.0	.0
	Maximum	-566.6	-3.9	-6.1	.0	.9	.6
	x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	.0
	Minimum	-566.8	-3.9	-6.1	.0	.0	.0
	x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
33	Anfang	-666.2	3.6	1.3	.0	.0	.0
	Ende	-666.0	3.6	1.3	.0	.2	.5
	Maximum	-666.0	3.6	1.3	.0	.2	.5
	x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
	Minimum	-666.2	3.6	1.3	.0	.0	.0
	x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	.0
34	Anfang	-666.0	-.2	4.1	.0	.2	.5
	Ende	-662.4	-.2	3.5	.0	14.1	-.2
	Maximum	-662.4	-.2	4.1	.0	14.1	.5
	x (cm)	355.0	.0	.0	.0	355.0	.0

RÄUMLICHER RAHMEN

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Minimum	-666.0	-.2	3.5	.0	.2	-.2
x (cm)	.0	284.0	355.0	.0	.0	355.0
35 Anfang	-651.8	.2	-2.2	.0	12.5	-.3
Ende	-647.3	.2	-2.9	.0	1.0	.6
Maximum	-647.3	.2	-2.2	.0	12.5	.6
x (cm)	435.0	130.5	.0	.0	.0	435.0
Minimum	-651.8	.2	-2.9	.0	1.0	-.3
x (cm)	.0	435.0	435.0	.0	435.0	.0
36 Anfang	-638.5	-4.2	-6.5	.0	1.0	.6
Ende	-638.3	-4.2	-6.5	.0	.0	.0
Maximum	-638.3	-4.2	-6.5	.0	1.0	.6
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-638.5	-4.2	-6.5	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	15.0

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 2 Text : EK 2 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
29 Anfang	-324.6	.0	39.7	.0	.0	.0
Ende	-324.4	.0	39.7	.0	6.0	.0
Maximum	-324.4	.0	39.7	.0	6.0	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
Minimum	-324.6	.0	39.7	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	.0
30 Anfang	-324.4	.0	41.0	.0	6.0	.0
Ende	-320.7	.0	37.9	.0	147.8	.1
Maximum	-320.7	.0	41.0	.0	147.8	.1
x (cm)	355.0	.0	.0	.0	355.0	355.0
Minimum	-324.4	.0	37.9	.0	6.0	.0
x (cm)	.0	355.0	355.0	.0	.0	.0
31 Anfang	-474.8	-.1	-25.2	.0	128.4	.2
Ende	-470.4	-.1	-30.1	.0	4.9	-.3
Maximum	-470.4	-.1	-25.2	.0	128.4	.2
x (cm)	435.0	435.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-474.8	-.1	-30.1	.0	4.9	-.3
x (cm)	.0	174.0	435.0	.0	435.0	435.0
32 Anfang	-472.5	2.1	-32.7	.0	4.9	-.3
Ende	-472.4	2.1	-32.7	.0	.0	.0
Maximum	-472.4	2.1	-32.7	.0	4.9	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	15.0
Minimum	-472.5	2.1	-32.7	.0	.0	-.3
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	.0
33 Anfang	-778.5	.0	38.0	.0	.0	.0
Ende	-778.3	.0	38.0	.0	5.7	.0
Maximum	-778.3	.0	38.0	.0	5.7	.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	.0
Minimum	-778.5	.0	38.0	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	15.0
34 Anfang	-778.3	.0	41.3	.0	5.7	.0
Ende	-774.7	.0	33.9	.0	143.3	-.1
Maximum	-774.7	.0	41.3	.0	143.3	.0
x (cm)	355.0	355.0	.0	.0	355.0	.0
Minimum	-778.3	.0	33.9	.0	5.7	-.1
x (cm)	.0	.0	355.0	.0	.0	355.0
35 Anfang	-769.7	.1	-22.6	.0	126.3	-.1
Ende	-765.2	.1	-30.7	.0	5.2	.4

RÄUMLICHER RAHMEN

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Maximum	-765.2	.1	-22.6	.0	126.3	.4
x (cm)	435.0	87.0	.0	.0	.0	435.0
Minimum	-769.7	.1	-30.7	.0	5.2	-.1
x (cm)	.0	435.0	435.0	.0	435.0	.0
36 Anfang	-761.9	-2.8	-34.9	.0	5.2	.4
Ende	-761.8	-2.8	-34.9	.0	.0	.0
Maximum	-761.8	-2.8	-34.9	.0	5.2	.4
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-761.9	-2.8	-34.9	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	15.0

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 3 Text : EK 3 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
29 Anfang	-688.4	3.3	.1	.0	.0	.0
Ende	-688.2	3.3	.1	.0	.0	.5
Maximum	-688.2	3.3	.1	.0	.0	.5
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
Minimum	-688.4	3.3	.1	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	.0
30 Anfang	-688.2	-.5	.1	.0	.0	.5
Ende	-684.5	-.4	.1	.0	.3	-1.4
Maximum	-684.5	-.4	.1	.0	.3	.5
x (cm)	355.0	355.0	.0	.0	355.0	.0
Minimum	-688.2	-.6	.1	.0	.0	-1.4
x (cm)	.0	106.5	355.0	.0	.0	355.0
31 Anfang	-619.4	2.5	-.1	.0	.3	-1.7
Ende	-614.9	1.5	-.1	.0	.0	8.0
Maximum	-614.9	2.5	-.1	.0	.3	8.0
x (cm)	435.0	87.0	.0	.0	.0	435.0
Minimum	-619.4	1.5	-.1	.0	.0	-1.7
x (cm)	.0	435.0	435.0	.0	435.0	.0
32 Anfang	-552.0	-53.5	-.1	.0	.0	8.0
Ende	-551.8	-53.5	-.1	.0	.0	.0
Maximum	-551.8	-53.5	-.1	.0	.0	8.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-552.0	-53.5	-.1	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
33 Anfang	-742.4	3.6	.0	.0	.0	.0
Ende	-742.2	3.6	.0	.0	.0	.5
Maximum	-742.2	3.6	.0	.0	.0	.5
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	15.0
Minimum	-742.4	3.6	.0	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	.0
34 Anfang	-742.2	-.6	.0	.0	.0	.5
Ende	-738.6	-.4	.0	.0	-.1	-1.4
Maximum	-738.6	-.4	.0	.0	.0	.5
x (cm)	355.0	355.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-742.2	-.6	.0	.0	-.1	-1.4
x (cm)	.0	106.5	.0	.0	355.0	355.0
35 Anfang	-672.5	2.6	.0	.0	-.1	-1.7
Ende	-668.0	1.5	.0	.0	.0	8.2

RÄUMLICHER RAHMEN

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Maximum	-668.0	2.6	.0	.0	.0	8.2
x (cm)	435.0	87.0	435.0	.0	435.0	435.0
Minimum	-672.5	1.5	.0	.0	-1.1	-1.7
x (cm)	.0	435.0	.0	.0	.0	.0
36 Anfang	-603.8	-54.5	.0	.0	.0	8.2
Ende	-603.6	-54.5	.0	.0	.0	.0
Maximum	-603.6	-54.5	.0	.0	.0	8.2
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	.0
Minimum	-603.8	-54.5	.0	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	15.0

RÄUMLICHER RAHMEN

Lastkoll.Nr : 4

Text : EK 4

Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
29 Anfang	-502.7	2.6	28.6	.0	.0	.0
Ende	-502.6	2.6	28.6	.0	4.3	.4
Maximum	-502.6	2.6	28.6	.0	4.3	.4
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
Minimum	-502.7	2.6	28.6	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	.0
30 Anfang	-502.6	-.3	30.7	.0	4.3	.4
Ende	-498.9	-.2	27.1	.0	108.8	-.6
Maximum	-498.9	-.2	30.7	.0	108.8	.4
x (cm)	355.0	355.0	.0	.0	355.0	.0
Minimum	-502.6	-.3	27.1	.0	4.3	-.6
x (cm)	.0	142.0	355.0	.0	.0	355.0
31 Anfang	-561.9	1.8	-18.1	.0	94.9	-1.2
Ende	-557.4	1.2	-22.5	.0	3.8	5.9
Maximum	-557.4	1.8	-18.1	.0	94.9	5.9
x (cm)	435.0	43.5	.0	.0	.0	435.0
Minimum	-561.9	1.2	-22.5	.0	3.8	-1.2
x (cm)	.0	435.0	435.0	.0	435.0	.0
32 Anfang	-510.3	-39.5	-25.4	.0	3.8	5.9
Ende	-510.1	-39.5	-25.4	.0	.0	.0
Maximum	-510.1	-39.5	-25.4	.0	3.8	5.9
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-510.3	-39.5	-25.4	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
33 Anfang	-841.9	4.2	27.1	.0	.0	.0
Ende	-841.8	4.2	27.1	.0	4.1	.6
Maximum	-841.8	4.2	27.1	.0	4.1	.6
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	15.0	15.0
Minimum	-841.9	4.2	27.1	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	.0	.0
34 Anfang	-841.8	-.5	30.7	.0	4.1	.6
Ende	-838.1	-.4	24.8	.0	105.6	-1.1
Maximum	-838.1	-.4	30.7	.0	105.6	.6
x (cm)	355.0	355.0	.0	.0	355.0	.0
Minimum	-841.8	-.5	24.8	.0	4.1	-1.1
x (cm)	.0	142.0	355.0	.0	.0	355.0
35 Anfang	-787.7	1.9	-16.6	.0	93.2	-1.4
Ende	-783.2	1.0	-22.6	.0	4.0	6.0

RÄUMLICHER RAHMEN

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Maximum	-783.2	2.0	-16.6	.0	93.2	6.0
x (cm)	435.0	87.0	.0	.0	.0	435.0
Minimum	-787.7	1.0	-22.6	.0	4.0	-1.4
x (cm)	.0	435.0	435.0	.0	435.0	.0
36 Anfang	-734.6	-39.8	-26.9	.0	4.0	6.0
Ende	-734.4	-39.8	-26.9	.0	.0	.0
Maximum	-734.4	-39.8	-26.9	.0	4.0	6.0
x (cm)	15.0	.0	.0	.0	.0	.0
Minimum	-734.6	-39.8	-26.9	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	15.0	15.0

RÄUMLICHER RAHMEN

L A S T K O L L E K T I V E

Lastkoll.Nr : 2 Text : EK 2 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
9 Anfang	-55.6	.0	.5	.0	.0	.0
Ende	-55.6	.0	-.5	.0	.0	.0
Maximum	-55.6	.0	.5	.0	.5	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	202.5	.0
Minimum	-55.6	.0	-.5	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	405.0	.0	405.0	.0
10 Anfang	198.9	.0	.1	.0	.0	.0
Ende	199.8	.0	-.1	.0	.0	.0
Maximum	199.8	.0	.1	.0	.2	.0
x (cm)	667.0	.0	.0	.0	333.5	.0
Minimum	198.9	.0	-.1	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	667.0	.0	.0	.0

LASTKOLLEKTIVE

Lastkoll.Nr : 2

Text : EK 2

Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
27 Anfang	194.0	.0	.1	.0	.0	.0
Ende	194.9	.0	-.1	.0	.0	.0
Maximum	194.9	.0	.1	.0	.2	.0
x (cm)	667.0	.0	.0	.0	333.5	.0
Minimum	194.0	.0	-.1	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	667.0	.0	667.0	.0
28 Anfang	-54.2	.0	.5	.0	.0	.0
Ende	-54.2	.0	-.5	.0	.0	.0
Maximum	-54.2	.0	.5	.0	.5	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	202.5	.0
Minimum	-54.2	.0	-.5	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	405.0	.0	.0	.0

LASTKOLLEKTIVE

Lastkoll.Nr : 3

Text : EK 3

Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr	Nx (kN)	Qy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
13 Anfang	85.9	.0	.0	.0	.0	.0
Ende	86.2	.0	.0	.0	.0	.0
Maximum	86.2	.0	.0	.0	.0	.0
x (cm)	594.3	.0	.0	.0	297.2	.0
Minimum	85.9	.0	.0	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	594.3	.0	594.3	.0
14 Anfang	-61.0	.0	.5	.0	.0	.0
Ende	-61.0	.0	-.5	.0	.0	.0
Maximum	-61.0	.0	.5	.0	.5	.0
x (cm)	.0	.0	.0	.0	202.5	.0
Minimum	-61.0	.0	-.5	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	405.0	.0	405.0	.0
15 Anfang	85.6	.0	.0	.0	.0	.0
Ende	85.9	.0	.0	.0	.0	.0
Maximum	85.9	.0	.0	.0	.0	.0
x (cm)	594.3	.0	.0	.0	297.2	.0
Minimum	85.6	.0	.0	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	594.3	.0	594.3	.0

RAUMLICHER RAHMEN

LASTKOLLEKTIVE

Lastkoll.Nr : 3 Text : EK 3 Th.2.Ord.

Schnittkräfte

Stab Nr		Nx (kN)	Dy (kN)	Qz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
37	Anfang	-62.3	.0	.5	.0	.0	.0
	Ende	-62.3	.0	-1.5	.0	.0	.0
	Maximum	-62.3	.0	.5	.0	.5	.0
	x (cm)	.0	.0	.0	.0	202.5	.0
	Minimum	-62.3	.0	-1.5	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	405.0	.0	.0	.0	
38	Anfang	87.4	.0	.0	.0	.0	.0
	Ende	87.7	.0	.0	.0	.0	.0
	Maximum	87.7	.0	.0	.0	.0	.0
	x (cm)	594.3	.0	.0	.0	297.2	.0
	Minimum	87.4	.0	.0	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	594.3	.0	.0	.0	
39	Anfang	87.6	.0	.0	.0	.0	.0
	Ende	88.0	.0	.0	.0	.0	.0
	Maximum	88.0	.0	.0	.0	.0	.0
	x (cm)	594.3	594.3	.0	.0	297.2	.0
	Minimum	87.6	.0	.0	.0	.0	.0
x (cm)	.0	.0	594.3	.0	.0	594.3	

Nachweis der Profile

a) Stützen P₀₁ 1-8, 11, 12, 25, 26, 28-36

HEA 280

$$0,9 \frac{148,1}{241,6} + \frac{801,3}{2123} = 0,93 < 1$$

EK 2 P₀₁ 3

max N = 842 kN EK 4 P₀₁ 33

S_{k2} = 4,5 m

$$N_{k,red} = \frac{21000 \cdot \pi^2 \cdot 13620}{450^2 \cdot 1,1} = 12719 \text{ kN}$$

S_{k2} = 9,0 m

$$i_M^2 = 11,9^2 \cdot 2^2 = 190,6$$

$$N_{k,red} = \left(\frac{21000 \cdot \pi^2 \cdot 245400}{900^2} + 8100 \cdot 0,214 \right) \frac{1}{190,6 \cdot 1,1} = 3369 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{2123}{3369}} = 0,8 \rightarrow \chi_c = 0,662$$

$$\frac{842}{0,662 \cdot 2123} = 0,6 < 1$$

b) Diagonalkreuz P₀₁ 10 u 27

L90/9

F = 200 kN

A_N = 15,5 · 22 · 0,9 = 1352 cm²

$$\sigma = \frac{200}{1352} = 18,5 \text{ kN/cm}^2 < 21,5$$

Anschluss: 4x M20 4.6

$$V_d = \frac{200}{4} = 50 \text{ kN}$$

$$V_{\text{ard}} = 68.5 \text{ kN} > V_d$$

$$V_{\text{erd}} = 78.3 \times 1.0 = 78.3 \text{ kN} > V_d$$

$$e_1 = 40 \quad l = 10$$

c) H-Stahl Pos. 9 u. 28

L 100/100

$$N = 55.6 \text{ kN}$$

$$h_k = 4.05 \text{ m}$$

$$\bar{\lambda}_k = \frac{4.05}{1.91 \cdot 91.9} = 2.22 \rightarrow K_c = 0.157$$

$$\frac{55.6}{0.157 \cdot 191 \cdot \frac{24}{4.1}} = 0.85 < 1$$

Anschluss: 2x M20 4.6

$$V_d = \frac{55.6}{2} = 27.8 \text{ kN}$$

$$V_{\text{ard}} \text{ u. } V_{\text{erd}} > V_d$$

d) Diagonalkreuz Pos. 13, 15
38, 39

L 60/60

$$T = 88 \text{ kN}$$

$$A = 6.91 - 1.8 \times 0.6 = 5.83 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{88}{5.83 \cdot 0.8} = 18.87 \text{ kN/cm}^2 < 21.9$$

Anschluss: 3x M16 4.6

$$V_d = \frac{88}{3} = 29.4 \text{ kN}$$

$$V_{\text{ard}} = 43.3 \text{ kN} > V_d$$

$$V_{\text{erd}} = 57.3 \cdot 0.9 = 45.8 \text{ kN} > V_d$$

$$e_1 = 30 \quad l = 8 \text{ mm}$$

e) H-Stahl Pos. 14 u. 37

L 100/100

$$N = 62.3 \text{ kN}$$

$$h_k = 4.05 \text{ m}$$

$$\bar{\lambda}_k = 2.22 \rightarrow K_c = 0.157$$

$$\frac{62.3}{0.157 \cdot 191 \cdot \frac{24}{4.1}} = 0.95 < 1$$

Anschluss: 2x M16 4.6

$$V_d = \frac{62.3}{2} = 31.2 \text{ kN}$$

$$V_{\text{ard}} \text{ u. } V_{\text{erd}} > V_d$$

Belastungen:

a) Vertikallasten

I) Filter

$$G = 59 \text{ kN}$$

$$Q = 20 \text{ kN (Staub)}$$

$$L = 2 \cdot (4,014 + 1,85) = 11,73 \text{ m}$$

$$g = \frac{59}{11,73} = 5,03 \text{ kN/m}$$

$$q = \frac{20}{11,73} = 1,71 \text{ kN/m}$$

II) Ventilator

$$G = 26 \text{ kN}$$

$$Q = 52 \text{ kN}$$

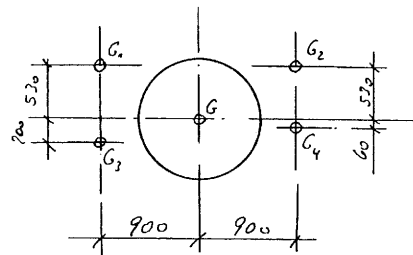
6 Belastungspunkte

$$G_n = \frac{26}{6} = 4,34 \text{ kN}$$

$$Q_n = \frac{52}{6} = 8,67 \text{ kN}$$

III) Kamin

$$G = 17 \text{ kN}$$



$$G_1 = \frac{17}{2} \cdot \frac{200}{730} = 2,33 \text{ kN}$$

$$G_2 = \frac{17}{2} \cdot \frac{60}{530} = 0,87 \text{ kN}$$

$$G_3 = \frac{17}{2} \cdot \frac{530}{730} = 6,18 \text{ kN}$$

$$G_4 = \frac{17}{2} \cdot \frac{530}{530} = 7,64 \text{ kN}$$

IV) Reingasrohr

$$G = 9,7 \text{ kN}$$

V) Ventilatorantrieb

$$G = 8 \text{ kN}$$

$$Q = 8 \text{ kN}$$

4 Belastungspunkte

$$G_n = \frac{8}{4} = 2 \text{ kN}$$

$$Q_n = \frac{8}{4} = 2 \text{ kN}$$

VI) Antriebswelle Ventilator

$$G = 5 \text{ kN}$$

$$Q = 5 \text{ kN}$$

2 Belastungspunkte

$$G_n = 2,5 \text{ kN}$$

$$Q_n = 2,5 \text{ kN}$$

Rückhublast Verkehr $2,5 \text{ kN/m}^2$

b) Horizontallasten

I) Filter

$$b_x \approx 4.5 \text{ m}$$

$$b_y \approx 2.5 \text{ m}$$

$$h \approx 6.5 \text{ m}$$

$$\text{OK Dach } h_0 = 11.865 \text{ m}$$

$$A_x = 4.5 \times 6.5 = 29.25 \text{ m}^2$$

$$H_x = 29.25 \times 0.8 \times 1.6 = 37.44 \text{ kN}$$

$$q_x = \pm 37.44 \cdot \frac{6.5/2}{1.85 \cdot 4.014} = \pm 16.39 \text{ kN/m}$$

$$h_s = 11.865 + \frac{6.5}{2} = 15.115 \text{ m}$$

$$A_y = 2.5 \times 6.5 = 16.25 \text{ m}^2$$

$$H_y = 16.25 \times 0.8 \times 1.6 = 20.8 \text{ kN}$$

$$q_y = \pm 20.8 \cdot \frac{6.5/2}{1.85 \cdot 4.014} = \pm 9.11 \text{ kN/m}$$

$$h_s = 15.115 \text{ m}$$

II) Ventilator

Wind x im Windschatten des
Filter

$$b_y \approx 2.5 \text{ m}$$

$$h \approx 2.5 \text{ m}$$

$$A_y = 2.5 \times 2.5 = 6.25 \text{ m}^2$$

$$H_y = 6.25 \times 0.8 \times 1.6 = 8.0 \text{ kN}$$

$$V_y = \pm 8.0 \cdot \frac{2.5/2}{2.078} = \pm 6.41 \text{ kN}$$

$$h_c = 11.865 + 2.5/2 = 13.115 \text{ m}$$

III) Kamin

$$b_x = b_y \approx 1.3 \text{ m}$$

$$h_u = 11.865 + 2.6 = 14.465 \text{ m}$$

$$h = 7.325 \text{ m}$$

$$h_0 = 14.465 + 7.325 = 21.79 \text{ m}$$

$$H_y = 1.79 \cdot 1.3 \cdot 1.1 \cdot 0.7 = 1.8 \text{ kN}$$

$$h_{15} = 20 + 1.79/1 = 20.9 \text{ m}$$

$$h_1 = 20.9 - 11.865 = 9.035 \text{ m}$$

$$H_z = (20 - 14.465) \cdot 1.3 \cdot 0.8 \cdot 1.3 = 7.49 \text{ kN}$$

$$h_{25} = 14.465 + \frac{5.535}{2} = 17.24 \text{ m}$$

$$h_2 = 17.24 - 11.865 = 5.375 \text{ m}$$

$$\Sigma H = 1.8 + 7.49 = 9.29 \text{ kN}$$

$$M_x = M_y = 1.8 \cdot 9.035 + 7.49 \cdot 5.375 = 56.52 \text{ kNm}$$

$$h_{s1} = \frac{56.52}{9.29} = 6.08 \text{ m} \quad h_s = 11.865 + 6.08 = 17.948 \text{ m}$$

punkte 1-4 aufgeteilt wie Seite 26

$$V_{1x} = \mp \frac{56.52}{2.073} = \mp 38.71 \text{ kN}$$

$$V_{2x} = \mp \frac{56.52}{2.059} = \mp 47.90 \text{ kN}$$

$$V_{3x} = \pm 38.71 \text{ kN}$$

$$V_{4x} = \pm 47.90 \text{ kN}$$

$$V_{1y} = \mp \frac{56.52}{1.8} \cdot \frac{200}{730} = \mp 8.61 \text{ kN}$$

$$V_{2y} = \pm \frac{56.52}{1.8} \cdot \frac{60}{590} = \pm 3.20 \text{ kN}$$

$$V_{3y} = \mp \frac{56.52}{1.8} \cdot \frac{570}{730} = \mp 22.80 \text{ kN}$$

$$V_{4y} = \pm \frac{56.52}{1.8} \cdot \frac{570}{590} = \pm 28.21 \text{ kN}$$