

AST**ED. AST & CO.**
Baugesellschaft m.b.H.
Konstruktionsbüro

Bauherr: SKODA

Bauvorhaben: SKO-ENERGO s.r.o

Statische Berechnung

Inhalt: Aschesilos

Teil: Silo Fundamente zw. Achsen
X21.1-24.2 / Y-45.8-46.9

Projekt Nr.:

aufgestellt: TU

Datum: 97-10

KB-Nr.: 2588
2467gesehen KB-PL: *wh*

Datum: 97-10

Statik-Nr.: ~~17/040~~
17/10018gesehen KB: *Rn*

Datum: 97-10

4. SKO-ENERGO

4.1. SILO-FUNDAMENTE

4.2 ZWISCHEN KESSELHAUS UND DOPPELSILO - FUNDAMENTE

Silo-Füllhöhen:

<u>Punkt:</u>	vertikale Belastung [kN]	horizontale Belastung [kN]	
		+ X	+ Y
Y46.9 - X 27.7	28,3	2,7	2,8
- X 27.6	2697,2	26,7	85,9
- X 22.6	4030,2	174,4	15,11
- X 23.2	1652,6	7,2	6,5
- X 23.8	2096,5	179,8	55,8
- X 24.2	25,8	2,7	2,7
Y45.8 - X 27.7	25,7	2,7	2,8
- X 27.6	1588,9	3,4	50,8
- X 22.7	2455,7	0,7	12,7
- X 22.6	2679,4	166,7	93,7
- X 23.2	1595,8	0,9	8,9
- X 23.8	2166,5	162,6	53,6
- X 24.2	25,5	2,7	2,8

erforderliche Anzahl der Bohrspähle:

$$\phi 120 \text{ cm} \quad A = 7,73 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{ZHL, \text{SPITZENDRUCK}} = 7500 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ZHL, \phi 120} = 7696 \text{ kN}$$

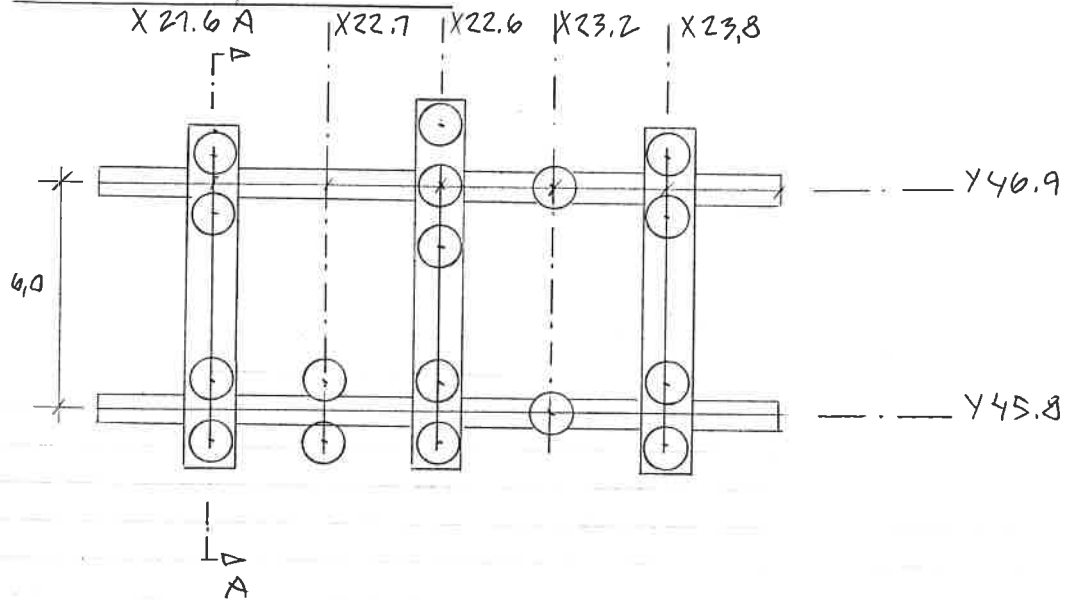
<u>Punkt:</u>	<u>vertikale Belastung</u> <u>[kN]</u>	<u>erf. Anzahl Bohrspähle</u>
Y 46.9 - X 21.7	28,3	—
- X 21.6	2697,2	2
- X 22.6	4030,2	3
- X 23.2	7652,6	7
- X 23.8	2096,5	2
- X 24.2	25,8	—
Y 45.8 - X 21.7	25,7	—
- X 21.6	1588,9	7
- X 22.7	2455,7	2
- X 22.6	2679,4	2
- X 23.2	1595,8	7
- X 23.8	2766,5	2
- X 24.2	25,5	—

2388

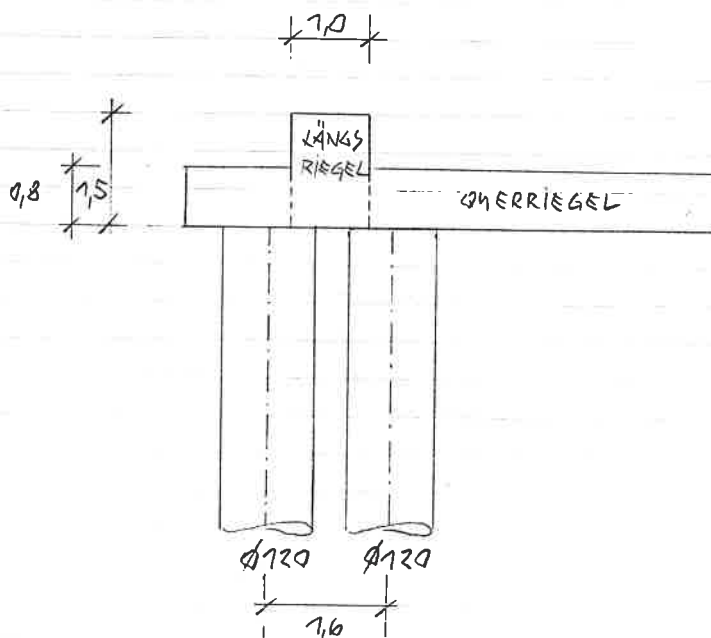
28.07.98

Gesamtsystem Silo Fundament:

GRUNDRISS, M=1:200



SNITT A-A, M=1:100

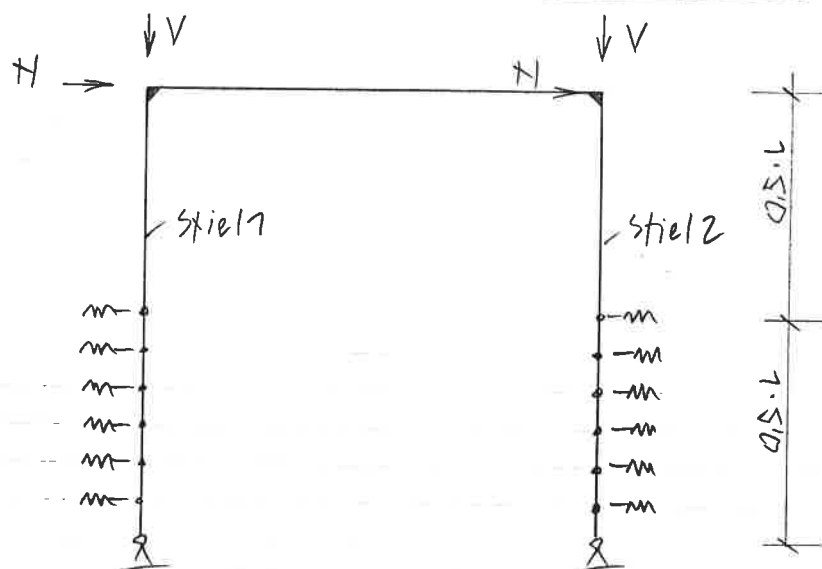


Längsriegel : 100/150

Querriegel : 140/80

Statisches System :

Rahmen in Achse X-22.6 (Querriegel) :



$$c = 60\,000 \text{ kN/m}$$

System :

IX. Ruckzug :

unterschiedliche Steifigkeiten d. Stiele wirken sich nur dann aus,
wenn der Anzugs- und Einspannungspunkt betrachtet werden könnte...

2589

AST & Co
Konstruktionsbüro
Graz/Feldkirchen

Projekt: Sko-Energo

Seite:

1

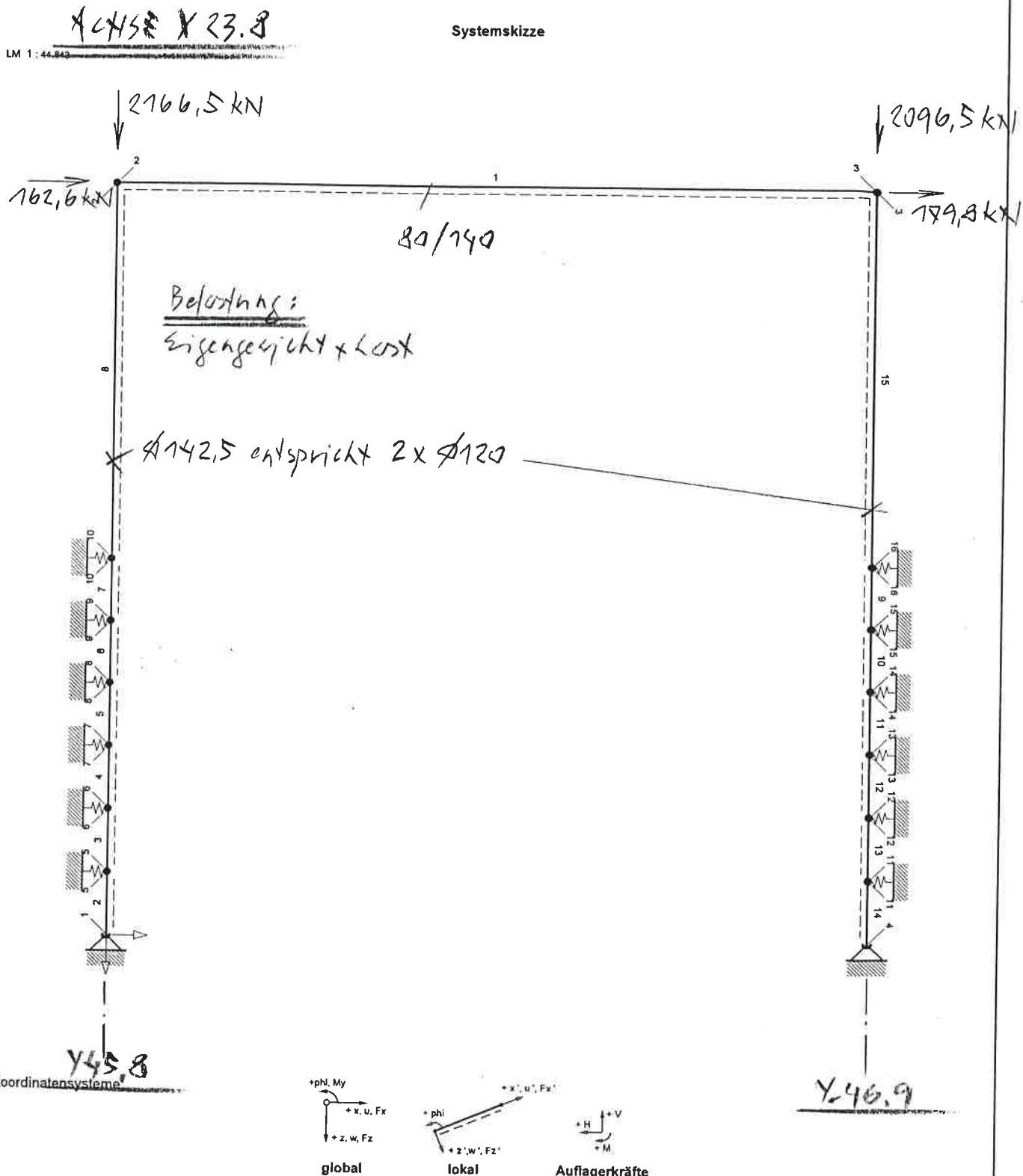
Bauteil: Silo - Fundamentrahmen

27.1.1998

15:25:06

Systemangaben

Systemskizze



System besteht aus:

16 Hauptknoten, 16 internen Knoten, 15 Stäben, 14 Auflagern, 0 Kopplungsbedingungen, 44 Freiheitsgraden
(Auflager = Knoten mit mind. einem gesperrten Freiheitsgrad, Gelenke werden als Mehrfachknoten modelliert)

Knotenkoordinaten

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.000	0.000
2	0.000	-6.000
3	6.000	-6.000

Knoten	x [m]	z [m]
4	6.000	0.000
5	0.000	-0.500
6	0.000	-1.000

Knoten	x [m]	z [m]
7 - 16	0.000	-1.500

Stabelemente

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
1	2	3	1	1	6.000
2	1	5	2	1	0.500
3	5	6	2	1	0.500
4	6	7	2	1	0.500
5	7	8	2	1	0.500

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
6	8	9	2	1	0.500
7	9	10	2	1	0.500
8	10	2	2	1	3.000
9	16	15	2	1	0.500
10	15	14	2	1	0.500

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
11	14	13	2	1	0.500
12	13	12	2	1	0.500
13	12	11	2	1	0.500
14	11	4	2	1	0.500
15	3	16	2	1	3.000

Auflager

Knoten	u [kN/m]	w [kN/m]	phi [kNm/rad]
1	gesperrt	gesperrt	frei
4	gesperrt	gesperrt	frei
5	3000.000	frei	frei
6	3000.000	frei	frei
7	3000.000	frei	frei
8	3000.000	frei	frei
9	3000.000	frei	frei

Knoten	u [kN/m]	w [kN/m]	phi [kNm/rad]
10	3000.000	frei	frei
11	3000.000	frei	frei
12	3000.000	frei	frei
13	3000.000	frei	frei
14	3000.000	frei	frei
15	3000.000	frei	frei
16	3000.000	frei	frei

Anmerkung: Zahlenwerte bei u, w, phi bezeichnen die Federsteifigkeiten.

Querschnitte

Q-Nr.	A [cm ²]	J [cm ⁴]	Bezeichnung
1	11200.000	5.973e+006	Rechteckig 140/80

Q-Nr.	A [cm ²]	J [cm ⁴]	Bezeichnung
2	15950.000	2.024e+007	Kreis 142.5

Materialien

M-Nr.	E-Modul [kN/m ²]	G-Modul [kN/m ²]	Alpha [1/K]	Gamma [kN/m ³]	Norm	Bezeichnung
1	2.750e+007	1.350e+007	1.000e-005	25.00	OeNORM B4700	Beton neu B20

Lastfallüberlagerungen

2588

C:\RUCKZUCK\ZUGUNOGLUKS\SILO1.RZF [3]

AST & Co
Konstruktionsbüro
Graz/Feldkirchen

Projekt: Sko-Energo

Seite:

3

Bauteil: Silo - Fundamentrahmen

27.1.1998

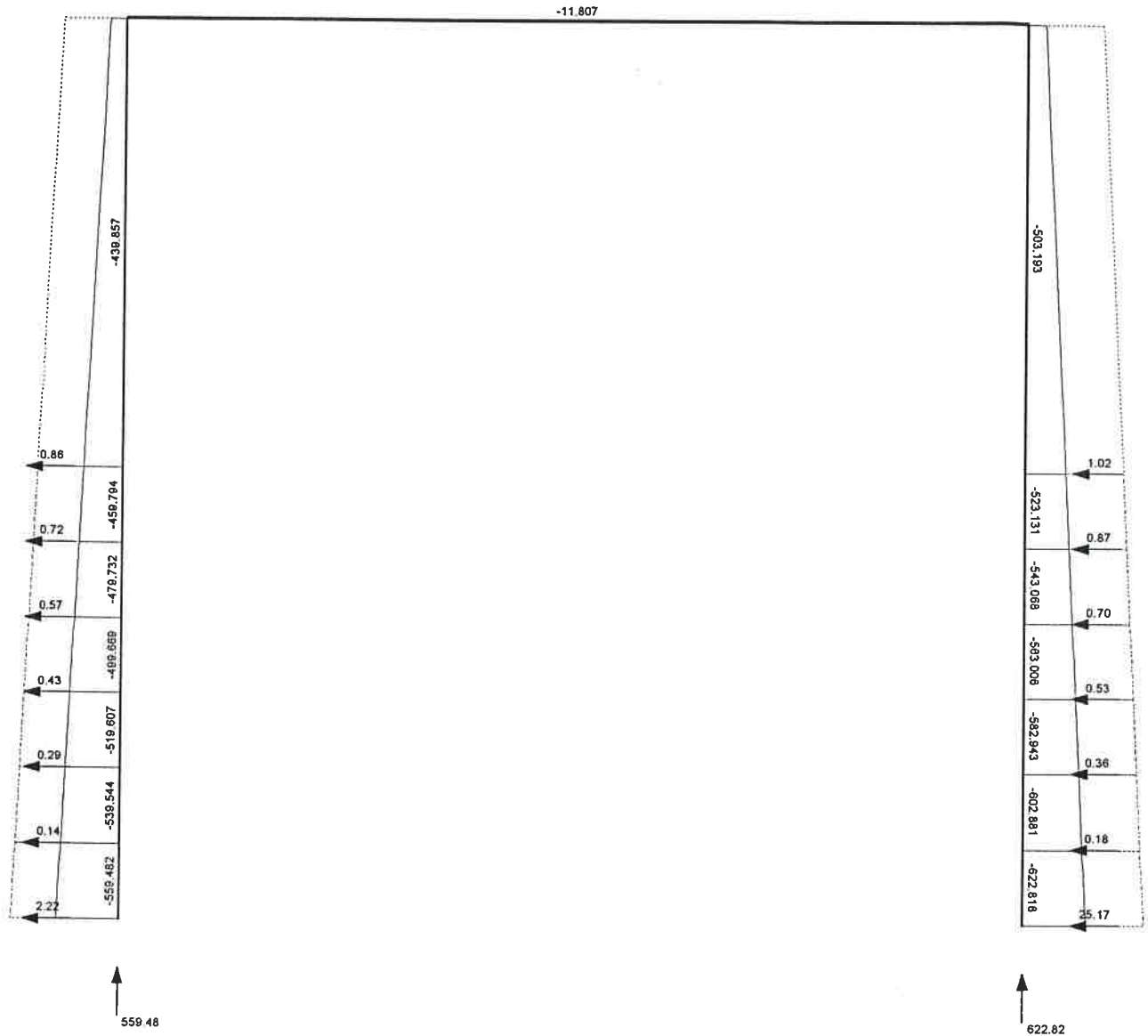
15:25:07

Überlagerungsgruppe: Gesamt

führend N

LM 1 : 44.843

NM 1 cm = 348.010 mm



Izengiert für: Firma Ed. Ast & Co.

2588

C:\RUCKZUCK\KUZUNOGLANSKOLO1.RZF [4]

AST & Co
Konstruktionsbüro
Graz/Feldkirchen

Projekt: Sko-Energo

Bauteil: Silo - Fundamentrahmen

Seite:

4

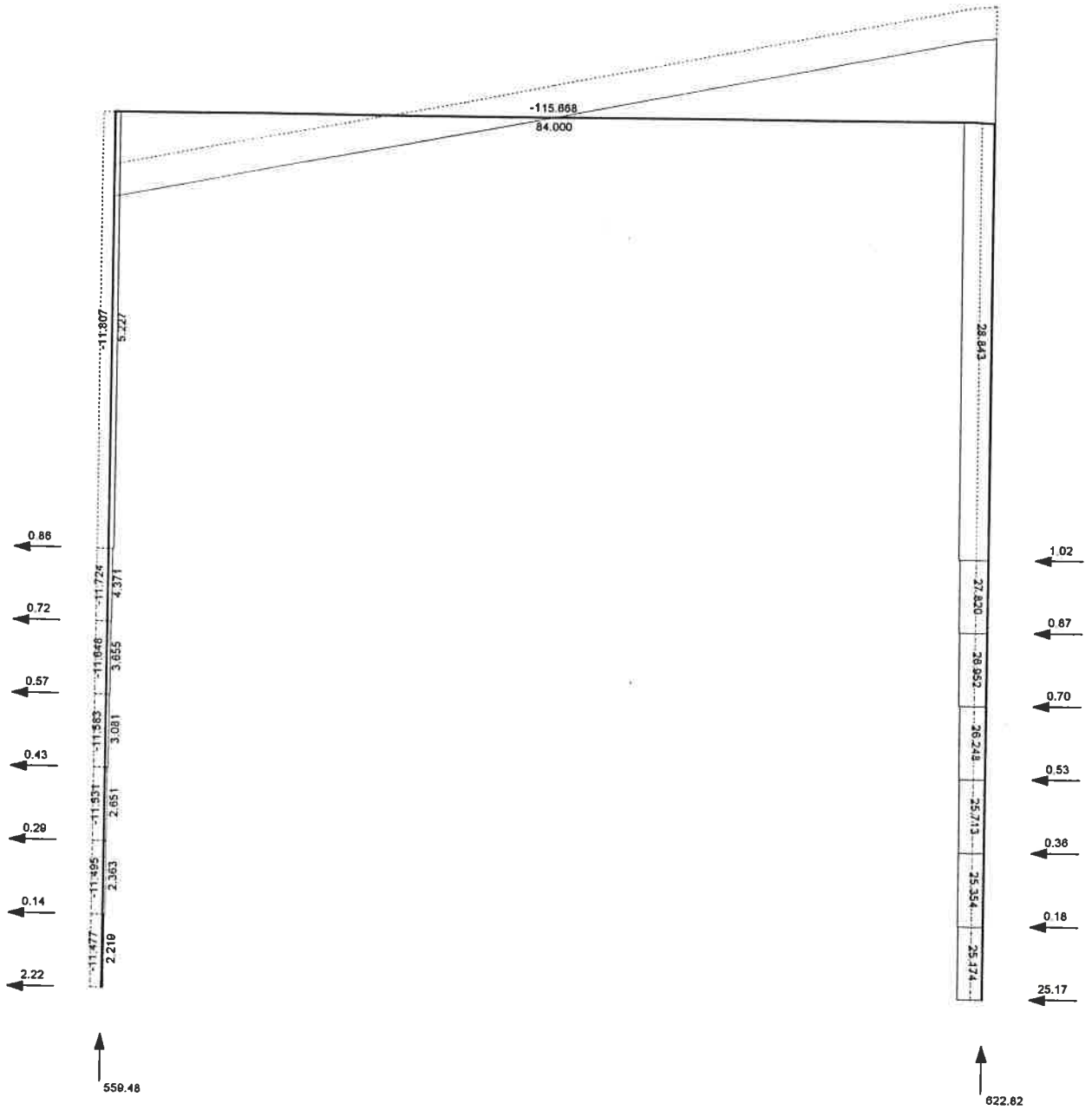
27.1.1998

15:25:07

führend Q

LM 1 : 44.843

QM 1 cm = 64.260 *10*



Spezialiert für: Firma Ed. Ast & Co.

2588

C:\RUCKZUCK\KUZUNOGLUSKOILO1.RZF [5]

AST & Co
Konstruktionsbüro
Graz/Feldkirchen

Projekt: Sko-Energo

Seite:

5

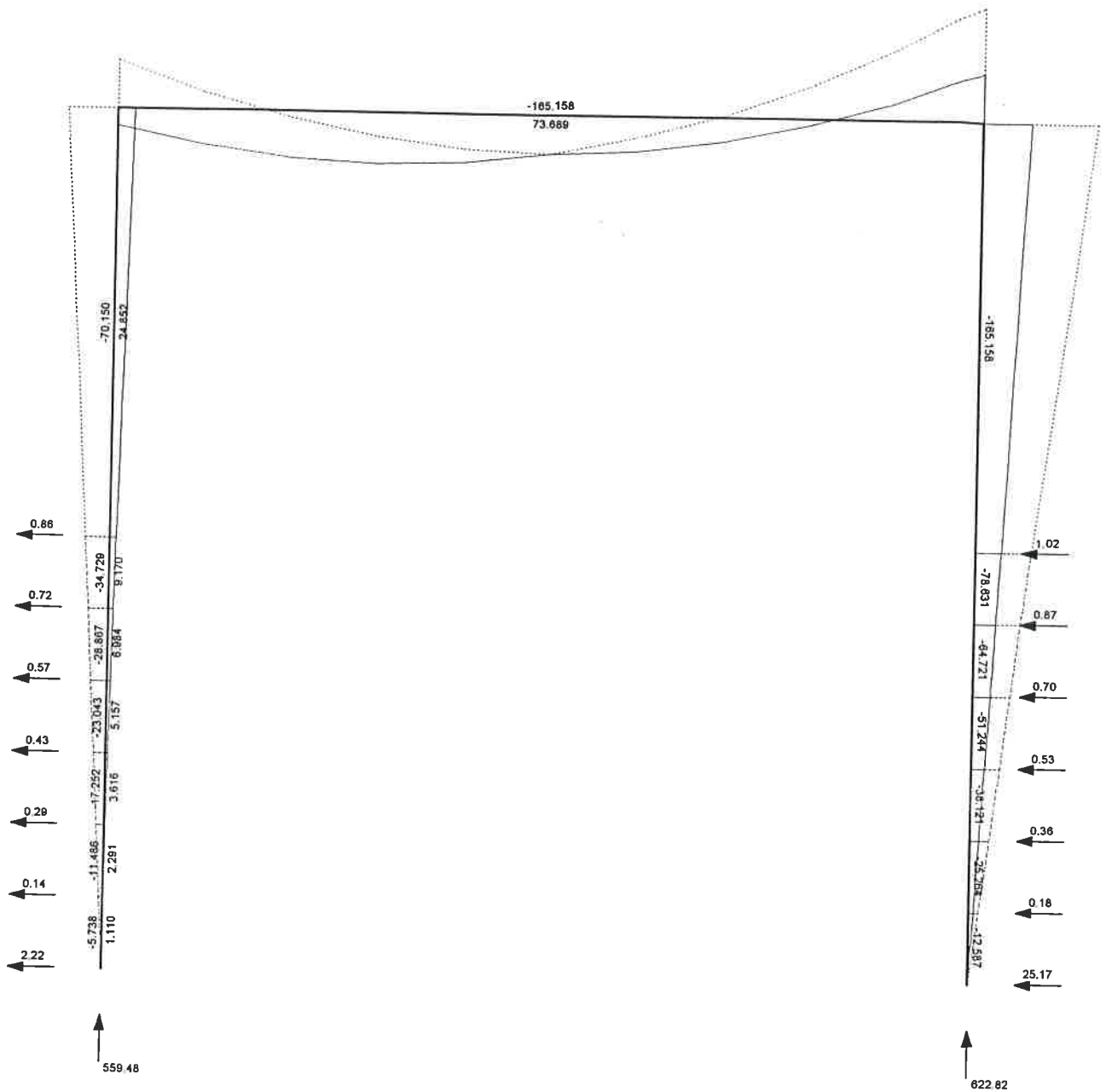
Bauteil: Silo - Fundamentrahmen

27.1.1998

15:25:08

führend M

LM 1 : 44,843

MM 1 cm = 91,755 mm *tam*

Lizenziert für: Firma Ed. Ast & Co.

Bemessung der Bohrpfähle:

für die ungünstigste Achse X 23.8 :

$$M_{\max} \text{ Eckmoment} = 1050 \text{ kNm}$$

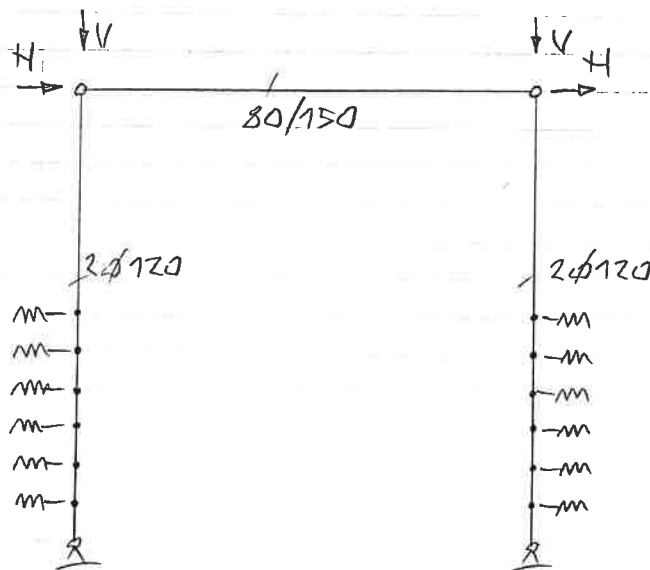
teile ich auf die zwei Bohrpfähle auf ..

$$M_{\max} M_{\text{PRO PFÄHL}} = 825 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{ik}} N_{\text{PFÄHL}} = 1394,5 \text{ kN} \quad \text{H. Tabelle DIN 1045-05 378}$$

$$A_{s, \text{erf}} = 90,42 \text{ cm}^2 \quad (\text{Mindestbewehrung..}) \quad \text{gew. } 20 \phi 25$$

im ungünstigsten Fall kann das Rahmeneck versagen,
d.h. es steht:



$$q = 60.000 \text{ kN/m}^3$$

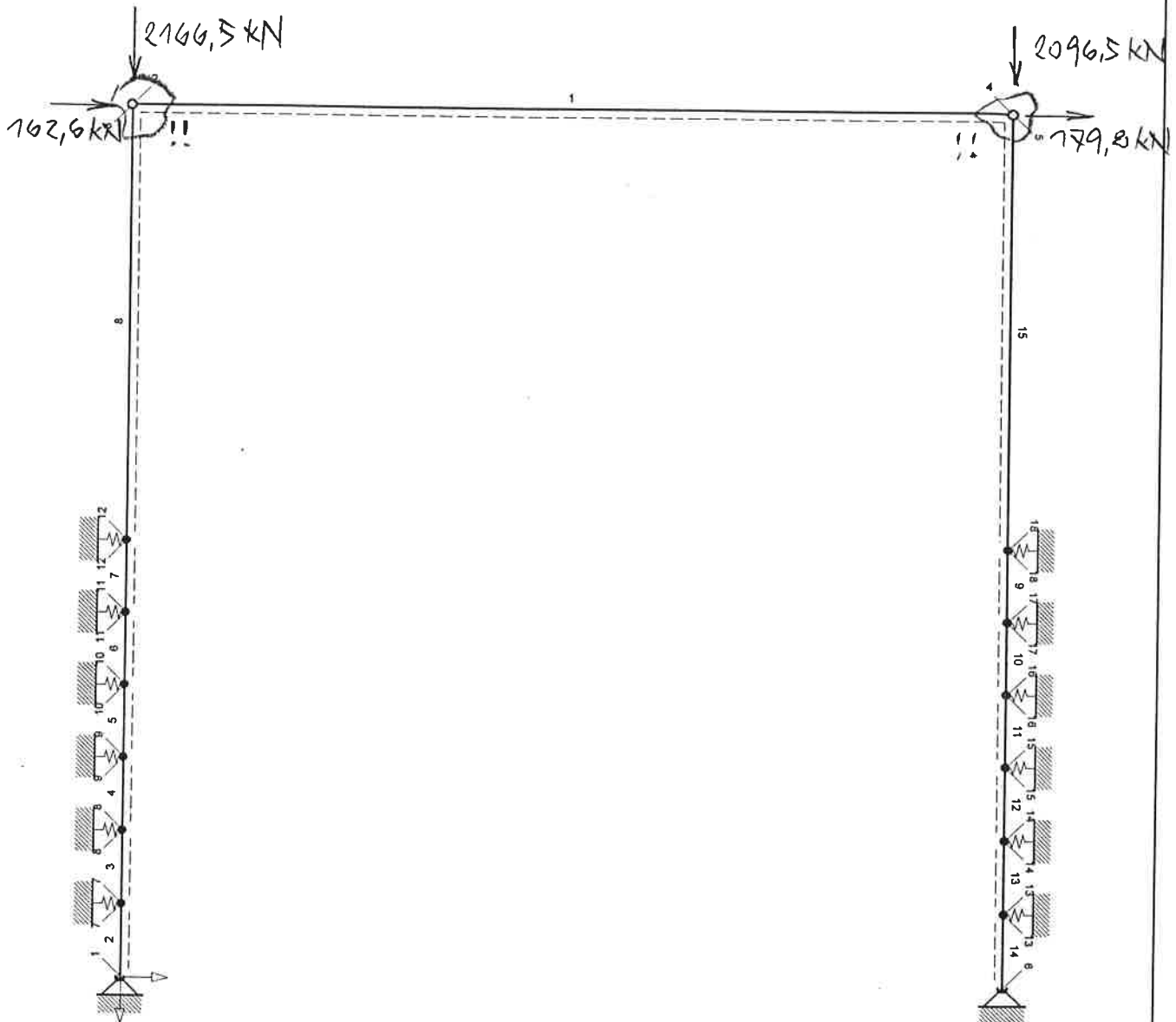
$$M_{\max} M_{\text{IM PFÄHL}} = 570 \text{ kNm}$$

$$A_{s, \text{erf}} = 90,42 \text{ cm}^2 \quad (\text{Mindestbewehrung}) \quad \text{gew. } 20 \phi 25$$

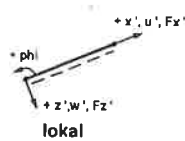
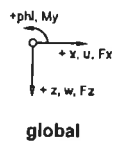
Systemangaben

Systemskizze

LM 1:44.843



Koordinatensysteme:



System besteht aus:

16 Hauptknoten, 18 internen Knoten, 15 Stäben, 14 Auflagern, 2 Kopplungsbedingungen, 46 Freiheitsgraden
(Auflager = Knoten mit mind. einem gesperrten Freiheitsgrad, Gelenke werden als Mehrfachknoten modelliert)

Knotenkoordinaten

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.000	0.000
2 - 3	0.000	-6.000
4 - 5	6.000	-6.000
6	6.000	0.000

Knoten	x [m]	z [m]
7	0.000	-0.500
8	0.000	-1.000
9	0.000	-1.500
10	0.000	-2.000

Knoten	x [m]	z [m]
11	0.000	-2.500
12	0.000	-3.000
13	6.000	-0.500
14	6.000	-1.000

Knoten	x [m]	z [m]
15	6.000	-1.500
16	6.000	-2.000

Knoten	x [m]	z [m]
17	6.000	-2.500
18	6.000	-3.000

Knoten	x [m]	z [m]

Stabelemente

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
1	2	4	1	1	6.000
2	1	7	2	1	0.500
3	7	8	2	1	0.500
4	8	9	2	1	0.500
5	9	10	2	1	0.500

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
6	10	11	2	1	0.500
7	11	12	2	1	0.500
8	12	3	2	1	3.000
9	18	17	2	1	0.500
10	17	16	2	1	0.500

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
11	16	15	2	1	0.500
12	15	14	2	1	0.500
13	14	13	2	1	0.500
14	13	6	2	1	0.500
15	5	18	2	1	3.000

Auflager

Knoten	u [kN/m]	w [kN/m]	phi [kNm/rad]
1	gesperrt	gesperrt	frei
6	gesperrt	gesperrt	frei
7	3000.000	frei	frei
8	3000.000	frei	frei
9	3000.000	frei	frei
10	3000.000	frei	frei
11	3000.000	frei	frei

Knoten	u [kN/m]	w [kN/m]	phi [kNm/rad]
12	3000.000	frei	frei
13	3000.000	frei	frei
14	3000.000	frei	frei
15	3000.000	frei	frei
16	3000.000	frei	frei
17	3000.000	frei	frei
18	3000.000	frei	frei

Anmerkung: Zahlenwerte bei u, w, phi bezeichnen die Federsteifigkeiten.

Kopplungsbedingungen

Knoten	u	w	phi
3	2	2	frei

Knoten	u	w	phi
5	4	4	frei

Anmerkung: Zahlenwerte bei u, w, phi bezeichnen den Anschlußknoten.

Querschnitte

Q-Nr.	A [cm ²]	J [cm ⁴]	Bezeichnung
1	11200.000	5.973e+006	Rechteckig 140/80

Q-Nr.	A [cm ²]	J [cm ⁴]	Bezeichnung
2	15950.000	2.024e+007	Kreis 142.5

Materialien

M-Nr.	E-Modul [kN/m ²]	G-Modul [kN/m ²]	Alpha [1/K]	Gamma [kN/m ³]	Norm	Bezeichnung
1	2.750e+007	1.350e+007	1.000e-005	25.00	OeNORM B4700	Beton neu B20

Lastfallüberlagerungen

C:\RUCKZUCK\KUZUNOS\KOSILO1.RZF [3]

AST & Co
Konstruktionsbüro
Graz/Feldkirchen

Projekt: Sko-Energo

Bauteil: Silo - Fundamentrahmen

Seite:

3

27.1.1998

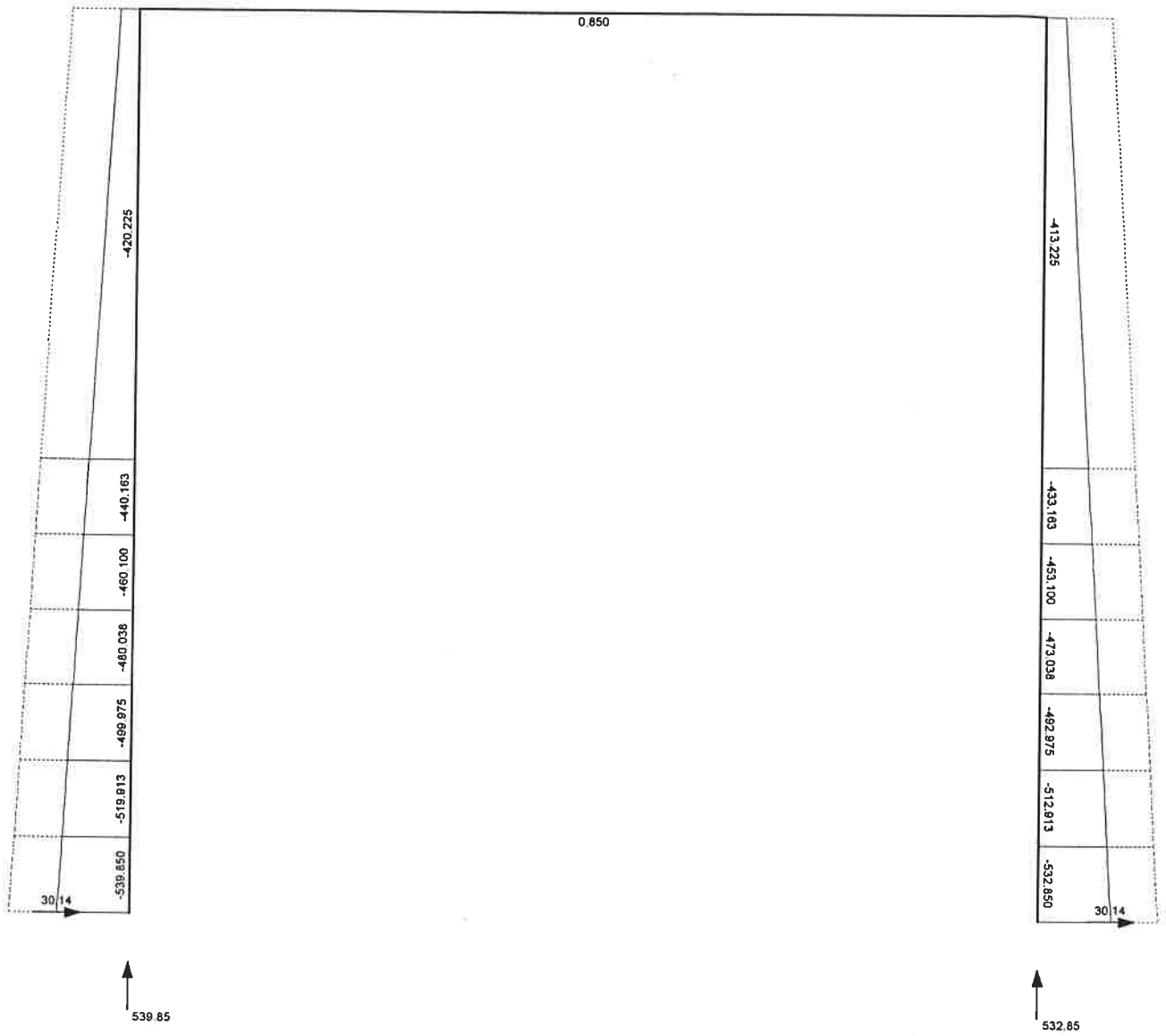
16:11:04

Überlagerungsgruppe: Gesamt

führend N

LM 1 : 44.843

NM 1 cm = 289.917 kN



bestellt für: Firma Ed. Ast & Co.

C:\RUCKZUCK\UNOGLANSKO\ILO1.RZF [4]

AST & Co
Konstruktionsbüro
Graz/Feldkirchen

Projekt: Sko-Energo

Bauteil: Silo - Fundamentrahmen

Seite:

4

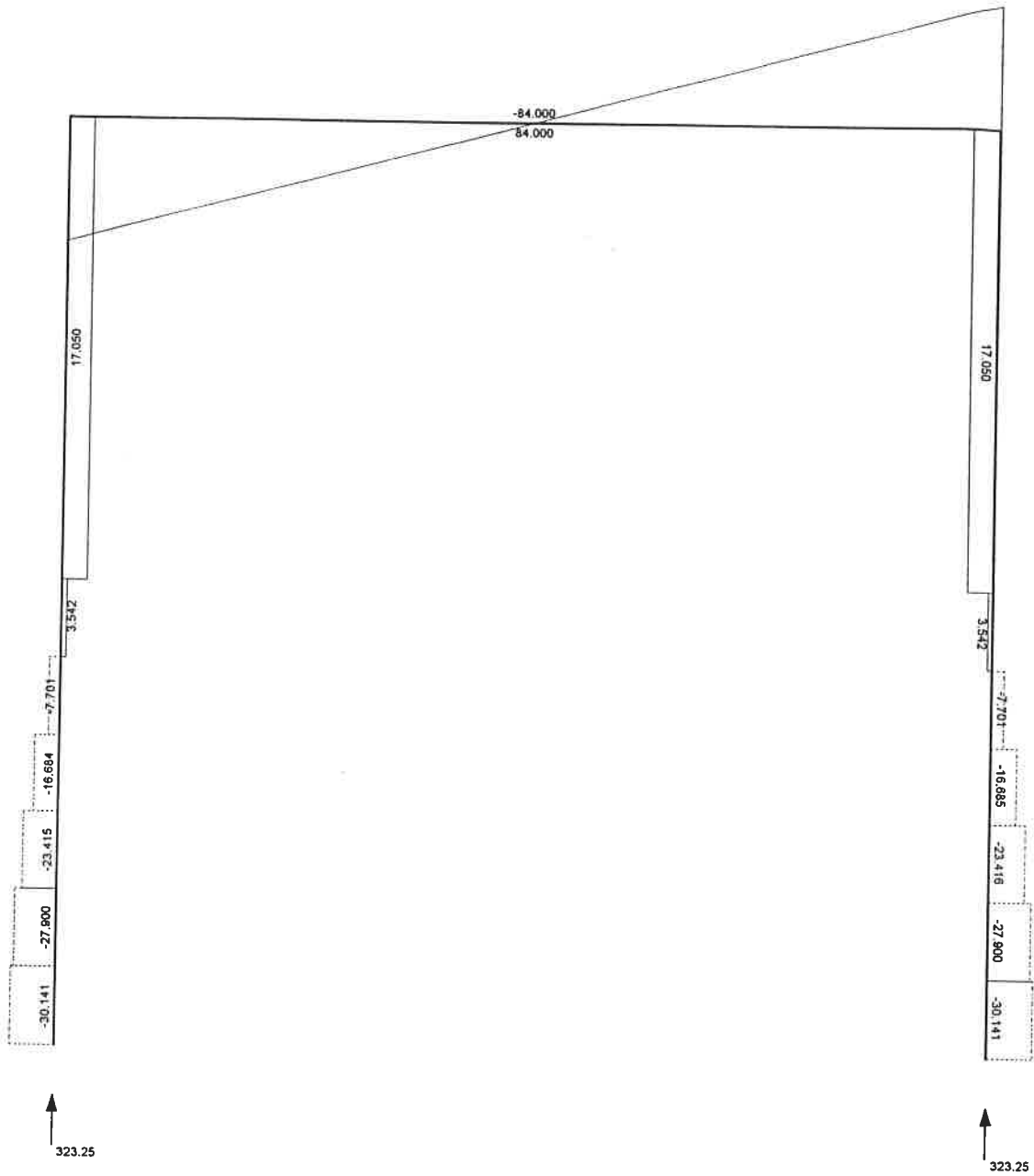
27.1.1998

16:11:04

führend Q

LM 1 : 44.843

QM 1 cm = 46.667 kN

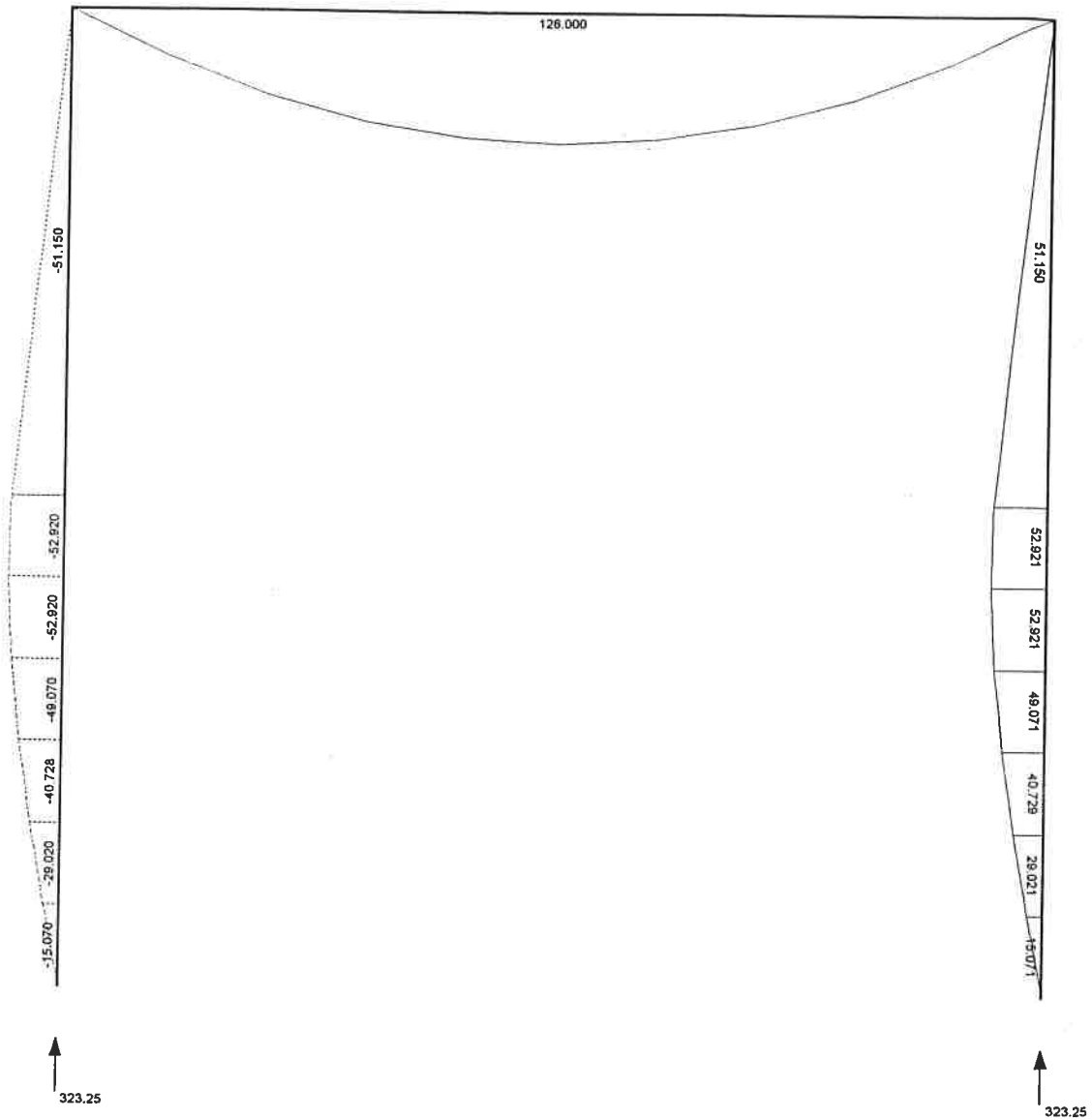


Berechnet für: Firma Ed. Asl & Co.

führend M

LM 1 : 44.843

MM 1 cm = 70.000 kWh



BETONBEMESSUNG mit ConDim™ V 3.1a

Position:	Bohrpfahl X 23.8 / Y 46.9	Bemessungsschnittgrößen:	Gebrauchsschnittgrößen:
Norm:	DIN 1045	M _d = 1443.75 kNm	M = 825.00 kNm
Beton:	B25	N _d = -2441.25 kN	N = -1395.00 kN
Bewehrung:	BSt 420	Q _d = 0.00 kN	Q = 0.00 kN
	Lastsicherheit: $\gamma_f = 1.75$	T _d = 0.00 kNm	T = 0.00 kNm

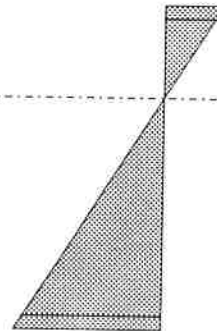
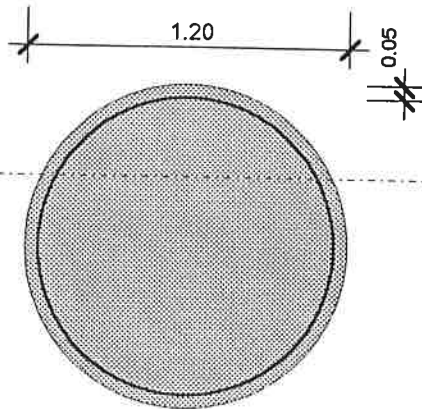
Querschnitt Maße in [m]

Dehnungen

Betonspannungen

eps_o = -2.11 ‰
eps_{so} = -1.80 ‰

sig_{bo} = -17.50 MN/m²



min As = 90.42 cm² = 26.16 cm²/m

eps_{su} = 5.00 ‰
eps_u = 5.31 ‰

Querschnittswerte

E-Modul Beton:	E _c = 30000 MN/m²
Fläche Betonquerschnitt:	A _c = 1.1302 m²
Trägheitsmoment Betonquerschnitt:	I _c = 0.101654 m⁴
Schwerpunktsabstand Betonquerschnitt unten:	y _{su} = 0.600 m

Bemessung für Biegung und Längskraft

Bewehrung:	As =	23.35 cm²	=	6.76 cm²/m	
Mindestbewehrung:	minAs =	90.42 cm²	=	26.16 cm²/m	
Maximalbewehrung:	maxAs =	1017.21 cm²	=	294.35 cm²/m	
Stahldehnung:	eps_su =	5.00 ‰		eps_so =	-1.80 ‰
Randdehnung:	eps_u =	5.31 ‰		eps_o =	-2.11 ‰

Stabilitätsberechnung:

Druckglieder mit mäßiger Schlankheit nach DIN1045 / 17.4.3			
Knicklänge:	L _k = 6.90 m (1.6,0 m x 7,15)	Ausmittmaß:	e/d = 0.493
Schlankheit:	lam = 23	zusätzliche Ausmitte:	f = 0.023 m

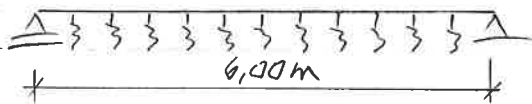
gev. 20 Ø 25
Nebeldbewehrung Ø 8

Bemessung des Querriegels Achse X-22.6 :

Bemessung nur!! als Träger einer Fundamentplatte, nicht als Riegel eines Rahmens, bestehend aus Bohrpfehl-Riegel-Bohrpfehl...

Statisches System :

Einflussbreite 3,25 m



$$c = 50.000 \text{ kN/m}^3$$

B25, Bst 420

Belastung :

60 to LKW $\hat{=}$ Stützflächenlast nach DIN 1072, 3.3.3 = 33,3 kN/m²
 Fahrzeugbreite nach DIN 1072, 3.3.3 = 3,0 m

0,5 m Straßenschulden mit 22 kN/m³

$$q = 33,3 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,0 \text{ m} = 99,90 \text{ kN/m}$$

$$q = 0,5 \text{ m} \cdot 22 \text{ kN/m}^3 \cdot 3,25 \text{ m} = 35,75 \text{ kN/m}$$

IX. Ruckruck :

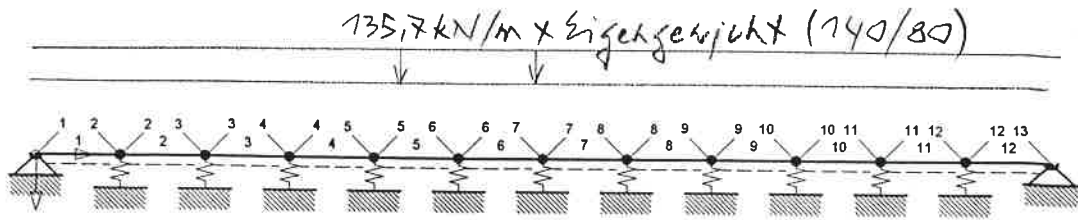
max M = 517,7 kNm bei einem Querschnitt mit 140/80

$$A_{s,erf} \hat{= 30,5 \text{ cm}^2/\text{m}}$$

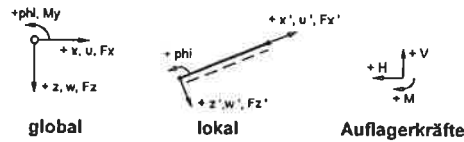
Systemangaben

Systemskizze

LM 1: 44,843



Koordinatensysteme:



System besteht aus:

13 Hauptknoten, 13 internen Knoten, 12 Stäben, 13 Auflagern, 0 Kopplungsbedingungen, 35 Freiheitsgraden
(Auflager = Knoten mit mind. einem gesperrten Freiheitsgrad, Gelenke werden als Mehrfachknoten modelliert)

Knotenkoordinaten

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.000	0.000
2	0.500	0.000
3	1.000	0.000
4	1.500	0.000
5	2.000	0.000

Knoten	x [m]	z [m]
6	2.500	0.000
7	3.000	0.000
8	3.500	0.000
9	4.000	0.000
10	4.500	0.000

Knoten	x [m]	z [m]
11	5.000	0.000
12	5.500	0.000
13	6.000	0.000

Stabelemente

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
1	1	2	1	1	0.500
2	2	3	1	1	0.500
3	3	4	1	1	0.500
4	4	5	1	1	0.500

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
5	5	6	1	1	0.500
6	6	7	1	1	0.500
7	7	8	1	1	0.500
8	8	9	1	1	0.500

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
9	9	10	1	1	0.500
10	10	11	1	1	0.500
11	11	12	1	1	0.500
12	12	13	1	1	0.500

Auflager

Knoten	u [kN/m]	w [kN/m]	phi [kNm/rad]
1	gesperrt	gesperrt	frei
2	frei	25000.000	frei
3	frei	25000.000	frei
4	frei	25000.000	frei
5	frei	25000.000	frei
6	frei	25000.000	frei
7	frei	25000.000	frei

Knoten	u [kN/m]	w [kN/m]	phi [kNm/rad]
8	frei	25000.000	frei
9	frei	25000.000	frei
10	frei	25000.000	frei
11	frei	25000.000	frei
12	frei	25000.000	frei
13	gesperrt	gesperrt	frei

Anmerkung: Zahlenwerte bei u, w, phi bezeichnen die Federsteifigkeiten.

Querschnitte

Q-Nr.	A [cm ²]	J [cm ⁴]	Bezeichnung
1	11200.000	5.973e+006	Rechteckig 140/80

Materialien

M-Nr.	E-Modul [kN/m ²]	G-Modul [kN/m ²]	Alpha [1/K]	Gamma [kN/m ³]	Norm	Bezeichnung
1	2.750e+007	1.350e+007	1.000e-005	25.00	OeNORM B4700	Beton neu B20

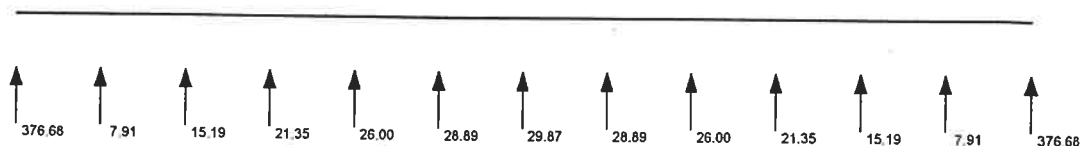
Lastfallüberlagerungen

Überlagerungsgruppe: Gesamt

führend N

LM 1 : 44.843

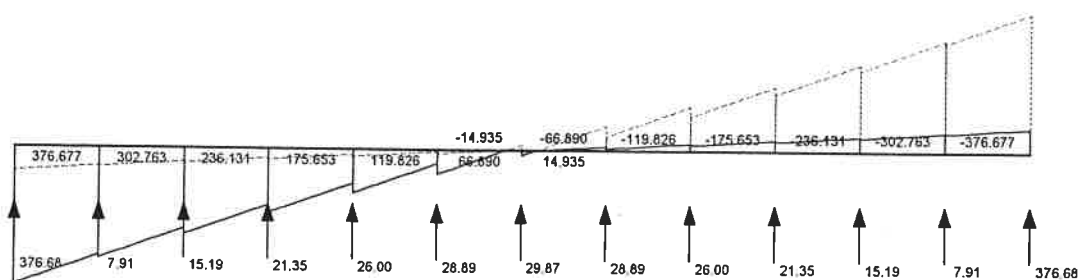
NM 1 cm = 0.000 kN



führend Q

LM 1 : 44.843

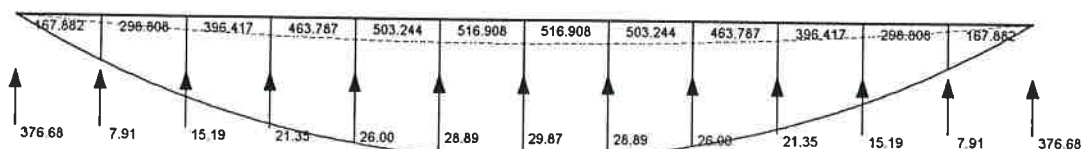
QM 1 cm = 209.285 kN



führend M

LM 1 : 44.843

MM 1 cm = 287.171 kNm



BETONBEMESSUNG mit ConDim™ V 3.1a

Position:	Querträger Achse X 22.6	Bemessungsschnittgrößen:	Gebrauchsschnittgrößen:
Norm:	DIN 1045	M _d = 904.75 kNm	M = 517.00 kNm
Beton:	B25	N _d = 0.00 kN	N = 0.00 kN
Bewehrung:	BSt 420	Q _d = 0.00 kN	Q = 0.00 kN
	Lastsicherheit: $\gamma_f = 1.75$	T _d = 0.00 kNm	T = 0.00 kNm

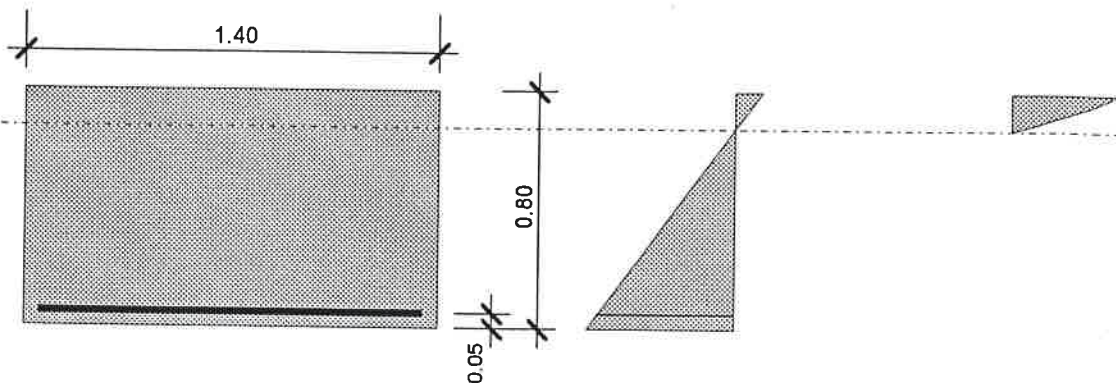
Querschnitt Maße in [m]

Dehnungen

Betonspannungen

$$\epsilon_{s_o} = -1.00 \text{ ‰}$$

$$\sigma_{b_o} = -13.14 \text{ MN/m}^2$$



$$A_{s_u} = 30.45 \text{ cm}^2$$

$$\epsilon_{s_u} = 5.00 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{s_o} = 5.40 \text{ ‰}$$

Querschnittswerte

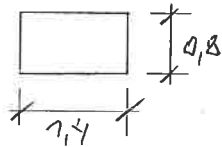
E-Modul Beton:	E _c = 30000 MN/m²
Fläche Betonquerschnitt:	A _c = 1.1200 m²
Trägheitsmoment Betonquerschnitt:	I _c = 0.059733 m⁴
Schwerpunktsabstand Betonquerschnitt unten:	y _{su} = 0.400 m

Bemessung für Biegung und Längskraft

Bewehrung:	A _{s_u} = 30.45 cm²	
Mindestbewehrung:	minA _{s_u} = 19.02 cm²	
Maximalbewehrung:	maxA _{s_u} = 504.00 cm²	
Stahlidehnung:	ε _{s_u} = 5.00 ‰	
Randdehnung:	ε _{s_o} = 5.40 ‰	ε _{s_o} = -1.00 ‰

Bemessung des Querriegels über 3 Pfählen:

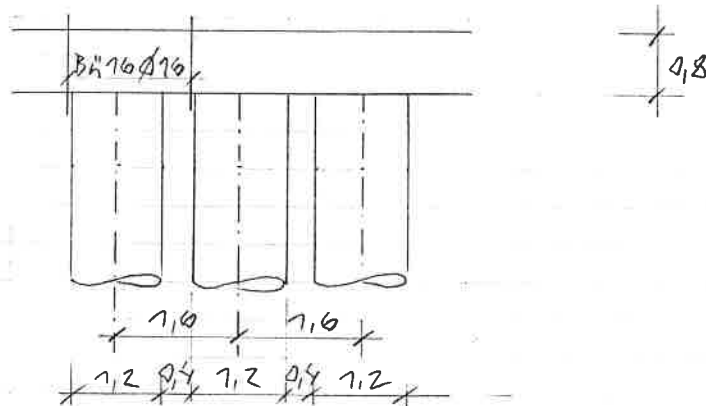
Abmessungen:



B25, Bst 420

Schubberechnung im Dhkx X 22.6 / Y 46.9 :

↓ 4030 kN



$$F = 4030 \text{ kN}$$

$$F_{\text{PRO PFAHL}} = 1350 \text{ kN}$$

$$\tau_0 = \frac{1350}{0.9 \cdot 1.4 \cdot 0.8} = 1340 \text{ kN/m}^2 \leq 10.400 \text{ kN/m}^2 \text{ für B 300}$$

$$T = 1340 \text{ kN/m}^2 \cdot 1.4 \text{ m} = 1875 \text{ kN}$$

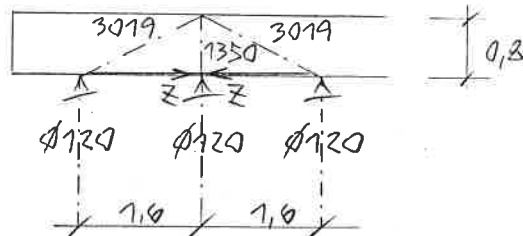
$$\text{erf } a_s = \frac{1.75 \cdot 1875}{42} = 78.1 \text{ cm}^2$$

vierschmittige Verbügelung, Bst 10 Ø 16 (20.11 cm²)

Zugbewehrung im Bereich der Kräfteleitung:

B25, Bst 420

↓ 4030 kN



$$Z = 3019 \cdot \cos \alpha = 2700 \text{ kN}$$

$$\text{erf } a_s = \frac{1,75 \cdot 2700}{42} = 112,5 \text{ cm}^2 \quad 16 \text{ } \phi 30 \quad (113,10 \text{ cm}^2)$$

Bemessung des Querriegels über 2 Pfählen:

Subbberechnung:

$$F_{\text{MAX, 2 PFÄHLE}} = 2697 \text{ kN}$$

$$F_{\text{PRO PFÄHLE}} = 1346 \text{ kN}$$

$$\gamma_0 = \frac{1346}{0,9 \cdot 1,4 \cdot 0,8} = 1335 \text{ kN/m}^2$$

$$T = 1335 \cdot 1,4 = 1869 \text{ kN/m}$$

$$\text{erf } a_s = \frac{1,75 \cdot 1869}{42} = 77,88 \text{ cm}^2$$

vierschnittige Verbügelung, B $\ddot{u}$ 10 $\varnothing 16$ (20,11 cm 2)

Ringberechnung im Bereich d. Kräfteleitung:

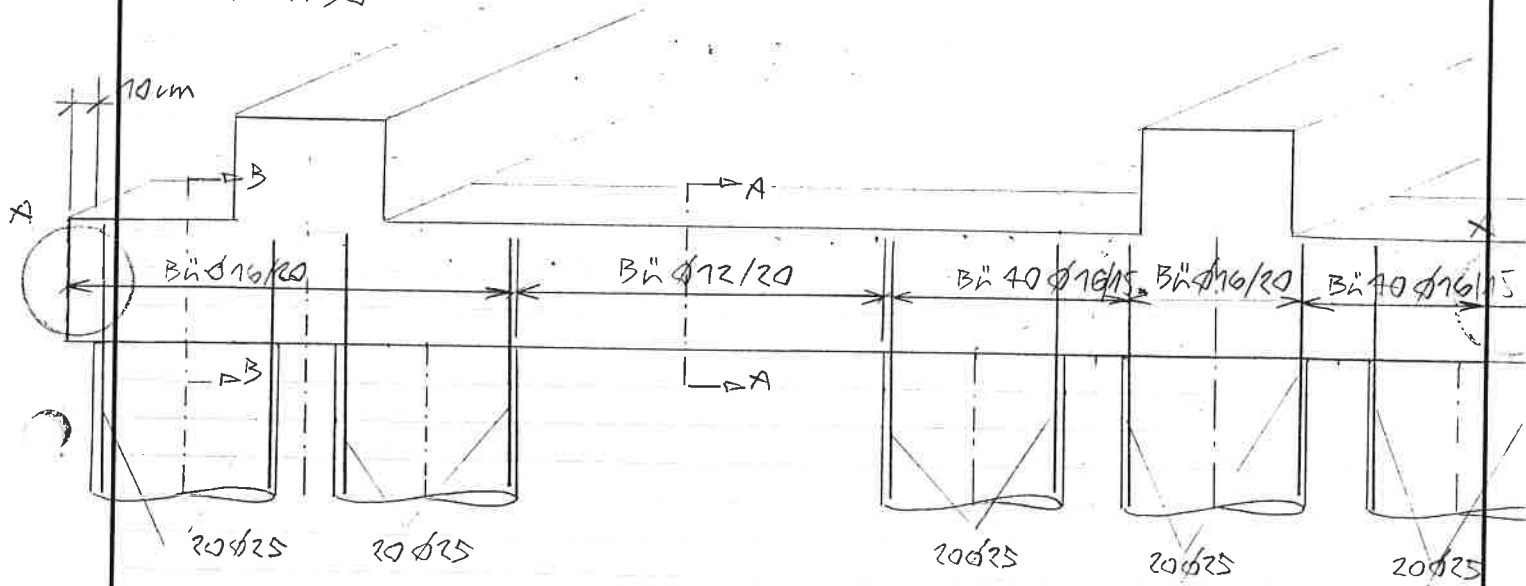
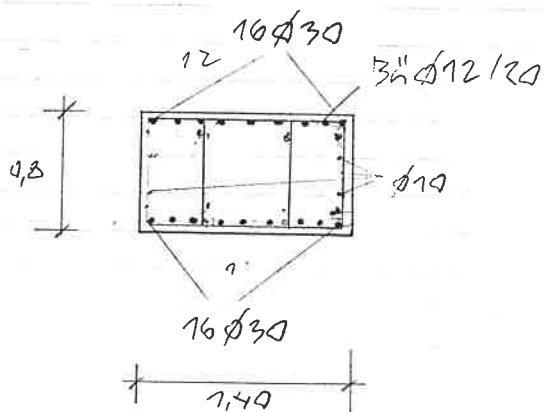
$$F_{\text{MAX, 2 PFÄHLE}} = 2697 \text{ kN}$$

$$Z = 2697 \text{ kN}$$

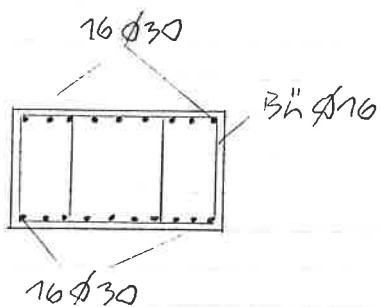
$$\text{erf } a_s = \frac{1,75 \cdot 2697}{42} = 112,2 \text{ cm}^2 \quad 16 \varnothing 30 \text{ (113,10 cm}^2\text{)}$$

Bewehrung Querriegel:

Achse X-22.6 - im meisten Bewehrung erforderlich

 $M = 1:50$ Schnitt A-A:

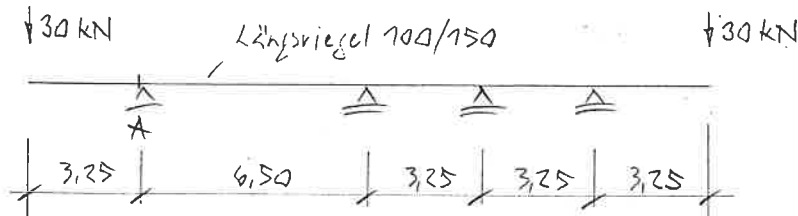
A

Ende des Querriegels
mit Ø16/20 verheften!Schnitt B-B:

Bemessung d. Längsriegels:

Als Durchlaufträger betrachtet;

Stützmoment in A:



B25, Bst 420

max. Stützmoment $M_s = -296 \text{ kNm}$

$$A_{s, \text{erf}} = \frac{1,7 \cdot 296}{0,9 \cdot 1,4 \cdot 42} = 9,5 \text{ cm}^2 \quad (\text{nicht maßgebend...})$$

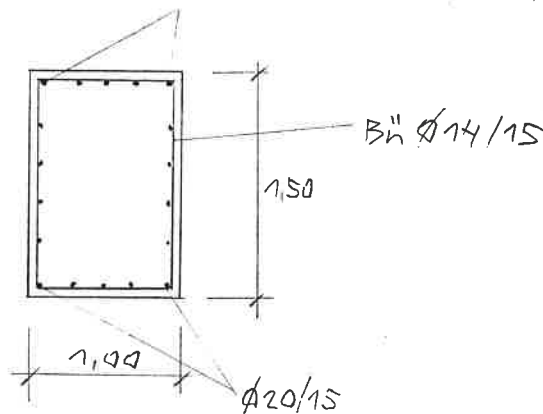
Mindestbewehrung: (maßgebend...)

> B300, Bst 420 $\min \mu_0 = 7,4 \text{ ‰}$

$$\text{Mindestlängsbewehrung } A_{s, \text{min}} = 100 \cdot 140 \cdot \frac{7,4 \text{ ‰}}{1000} = 19,6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Mindestquerbewehrung } A_{s, \text{min}} = \frac{85 \cdot 0,4 \cdot 100}{420} = 8,1 \text{ cm}^2/\text{m je Seite}$$

$\phi 20/15$ (mit 7 $\phi 20$)

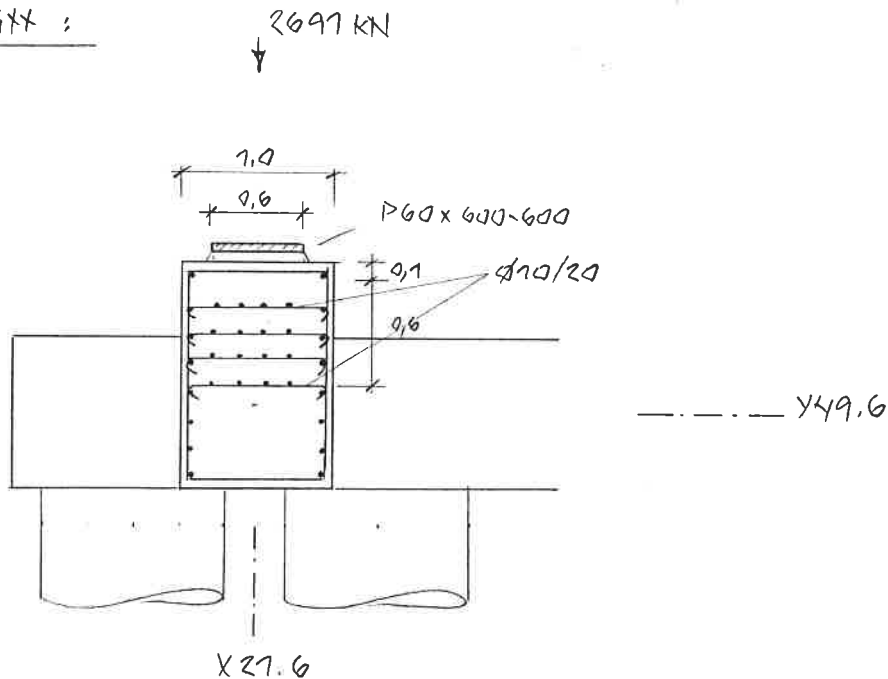


Aufnahme d. Spaltungskräfte:

Verankerung K4:

maßgebend, weil kleinste Lasteinleitungsfläche im Verhältnis zur Längsriegelbreite. Ausführung für alle Verspannungen!! gleich..

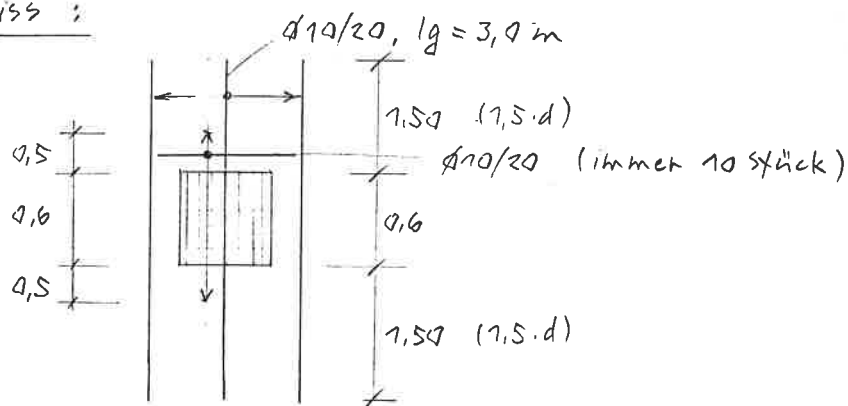
Schnitt :



$$Z_1 = 0.3.2697 \text{ kN} \cdot \left(1 - \frac{0.6}{1.8}\right) = 323 \text{ kN}$$

$$A_{s, \text{erf}} = \frac{7,75 \cdot 323}{42} = 13,5 \text{ cm}^2$$

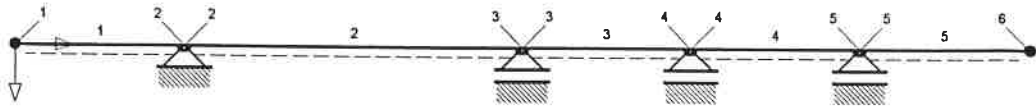
Skizzenriss :



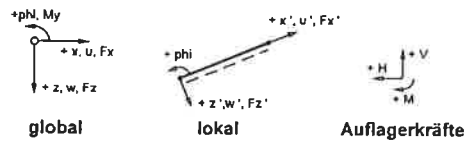
Systemangaben

Systemskizze

LM 1 : 145.710



Koordinatensysteme:



System besteht aus:

6 Hauptknoten, 6 internen Knoten, 5 Stäben, 4 Auflagern, 0 Kopplungsbedingungen, 13 Freiheitsgraden
(Auflager = Knoten mit mind. einem gesperrten Freiheitsgrad, Gelenke werden als Mehrfachknoten modelliert)

Knotenkoordinaten

Knoten	x [m]	z [m]
1	0.000	0.000
2	3.250	0.000

Knoten	x [m]	z [m]
3	9.750	0.000
4	13.000	0.000

Knoten	x [m]	z [m]
5	16.250	0.000
6	19.500	0.000

Stabelemente

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
1	1	2	1	1	3.250
2	2	3	1	1	6.500

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
3	3	4	1	1	3.250
4	4	5	1	1	3.250

Stab	von	nach	Q-Nr.	M-Nr.	Länge [m]
5	5	6	1	1	3.250

Auflager

Knoten	u [kN/m]	w [kN/m]	phi [kNm/rad]
2	gesperrt	gesperrt	frei
3	frei	gesperrt	frei

Knoten	u [kN/m]	w [kN/m]	phi [kNm/rad]
4	frei	gesperrt	frei
5	frei	gesperrt	frei

Querschnitte

Q-Nr.	A [cm ²]	J [cm ⁴]	Bezeichnung
1	15000.000	2.813e+007	Rechteckig 100/150

Materialien

M-Nr.	E-Modul [kN/m ²]	G-Modul [kN/m ²]	Alpha [1/K]	Gamma [kN/m ³]	Norm	Bezeichnung
1	2.900e+007	1.260e+007	1.000e-005	25.00	OeNORM B4700	Beton neu B25

Lastfallüberlagerungen

Überlagerungsgruppe: Gesamt

führend N

LM 1 : 145.710

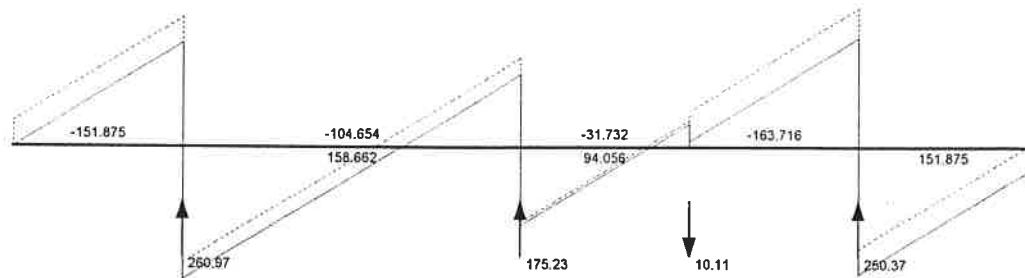
NM 1 cm = 0.000 kN



führend Q

LM 1 : 145.710

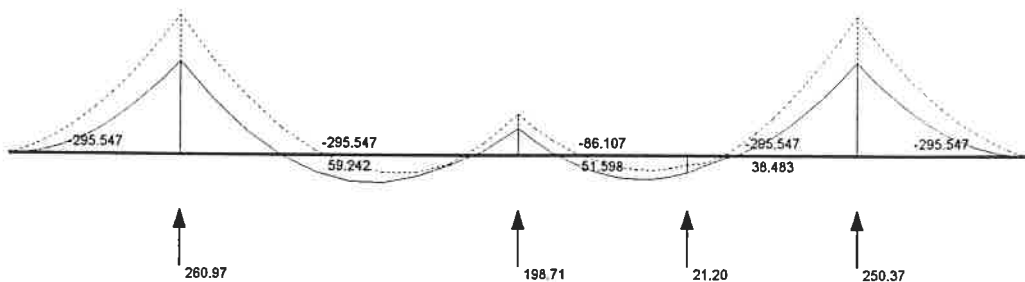
QM 1 cm = 90.953 kN



führend M

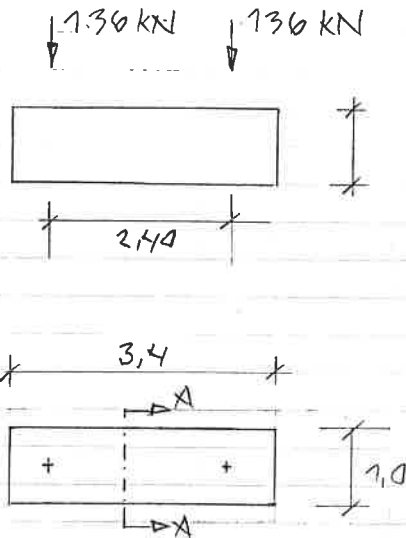
LM 1 : 145.710

MM 1 cm = 164.193 kWhm



Zwischen Kesselhaus und Doppelsilo:51:Längen: (Lm Tabelle, Plk 1-03.05 317)

B25, Bst 420



$$\text{Bodenpressung } \Delta p = \frac{272 \text{ kN}}{3.4 \text{ m} \cdot 1.0 \text{ m}} + 25 \text{ kN/m}^2 \geq 105 \text{ kN/m}^2$$

$$\max M = \frac{q l^2}{8} = \frac{105 \cdot 2.4^2}{8} = 76 \text{ kNm}$$

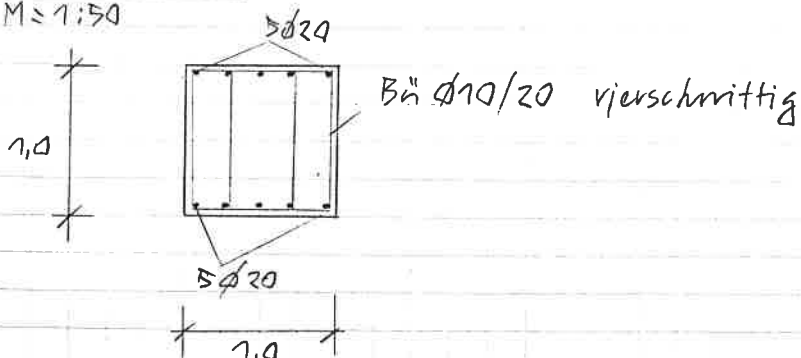
$$\text{erf } A_s = \frac{1.75 \cdot 76}{0.9 \cdot 0.90 \cdot 42} = 3.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\min A_s = 15.92 \text{ cm}^2$$

$$5 \phi 20 (15.71 \text{ cm}^2)$$

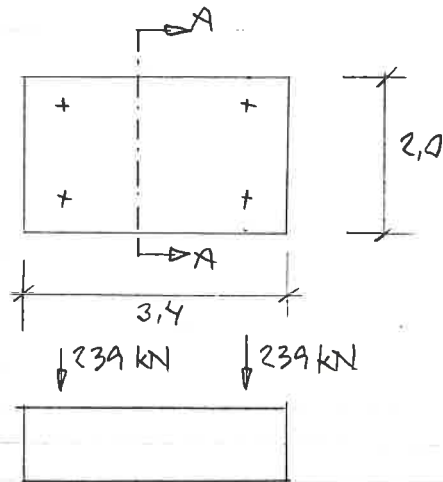
Schnitt A-A:

$$M = 1.50$$



52 :

(Kosten aus Tabelle, Plan 7-03-05 317)



$$\text{Bodenpressung } \sigma_p = \frac{4 \cdot 239 \text{ kN}}{2.0 \text{ m} \cdot 3.4 \text{ m}} + 25 \text{ kN/m}^2 = 165 \text{ kN/m}^2$$

$$\max M = \frac{q l^2}{8} = \frac{165 \cdot 2.0^2}{8} = 119 \text{ kNm/m}$$

$$\text{erf } A_s = \frac{1.75 \cdot 119}{0.9 \cdot 0.9 \cdot 42} = 6.2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{mit } A_s = 31.84 \text{ cm}^2$$

Schnitt A-A :