

Bauvorhaben: Elektrifizierung Busflotte Remscheid
Bauherr: Stadtwerke Remscheid GmbH
Bauwerk: Fundamente

Statische Berechnung

Unterlagen: Entwurfspläne: Ingenieurbüro Rademacher und Partner
Ingenieurberatung GmbH

Vorschriften: DIN EN 1992 (EC-2)

Baustoffe: Baustahl:
Betongüte: C25/30
Betonstahl: B500A
Expositionsklasse:
Überwachungsklasse:
Schrauben:

Baugrund: Bodengutachten: Grundwasserstand:

Nutzlasten: DIN 1991-2

Literatur:

EDV-Programme: Frilo

Aufgestellt: Hagen im Dezember 2024

Rademacher + Partner
Ingenieurberatung GmbH
Böhmersir. 2, 58095 Hagen

Assthor



Inhaltsverzeichnis	Seite
Allgemeines	2
Pos.F1 Randfundament	4-11
Pos.F2 Innenfundament	2-16

Allgemeines:

Für die Trafostationen ist als Gründung ein Streifenfundament vorgesehen. Die Trafostationen werden als Fertigteile geliefert, und die Gründung als Streifenfundament wird in Ortbeton hergestellt. Insgesamt sind vier Stationen geplant, wobei jeweils zwei Stationen ein gemeinsames Streifenfundament erhalten.

Die Belastung ist nach Angaben des Bauherrn wie folgt:

Die Stationen wiegen jeweils 39.730 Kg

Die Trafos 5.850 Kg

Die Ladegeräte 5.080 Kg

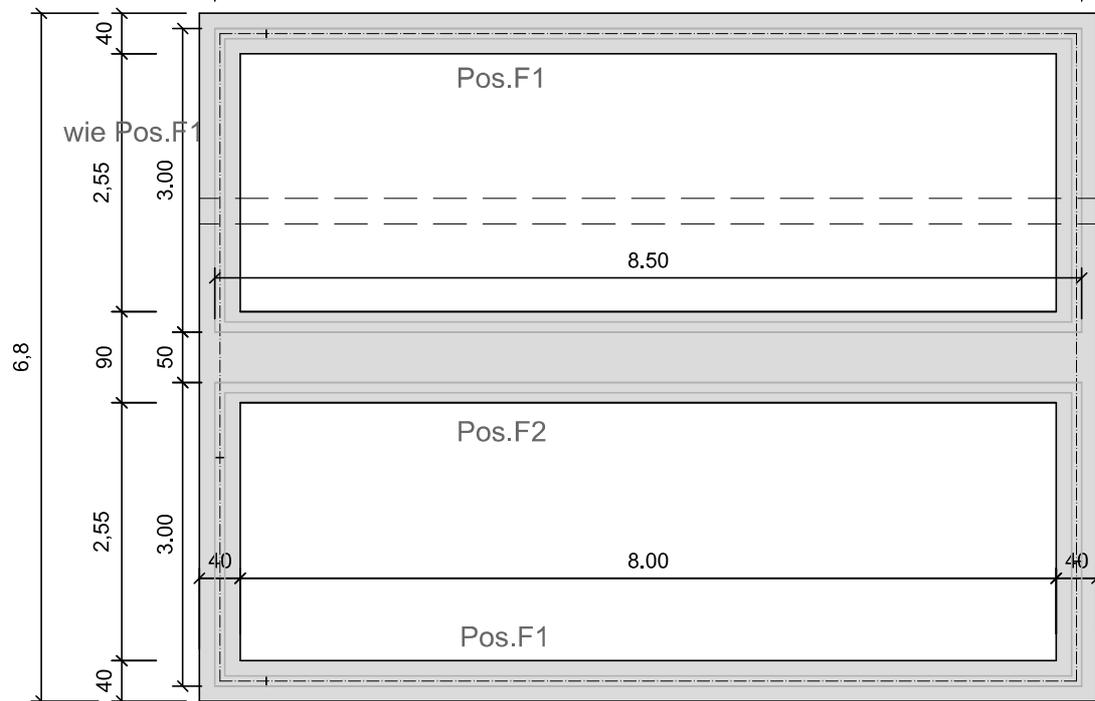
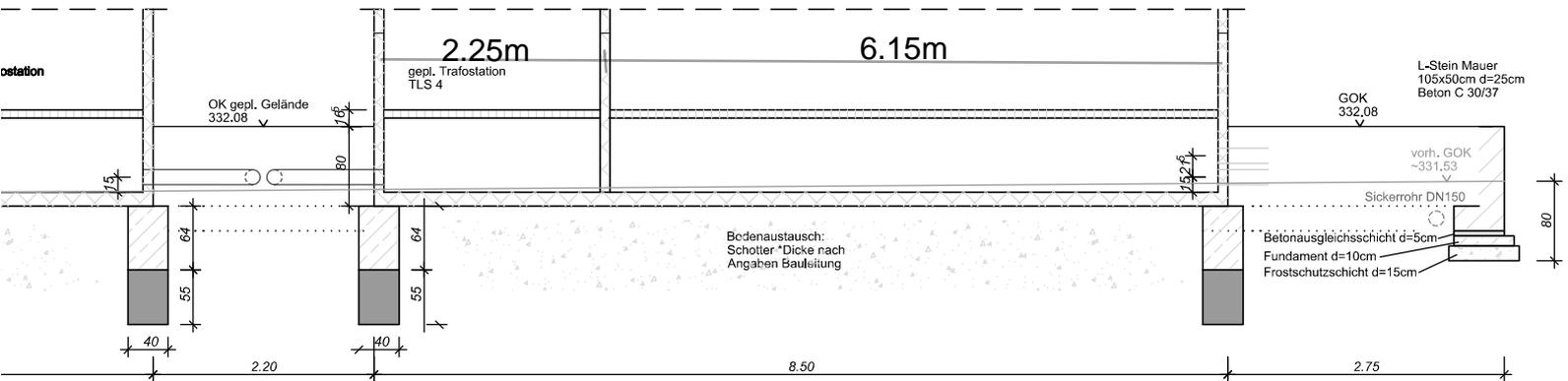
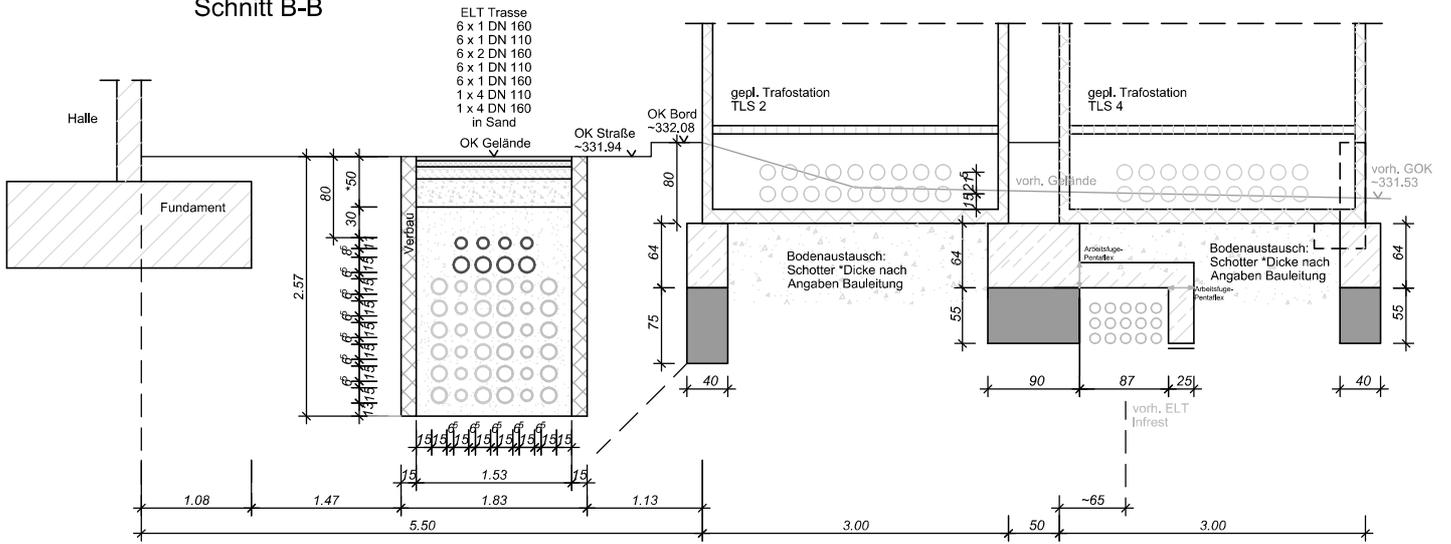
NSHV 1.200 Kg

Kabel und Sonstiges 2.500 Kg

Insgesamt also 54.360 Kg

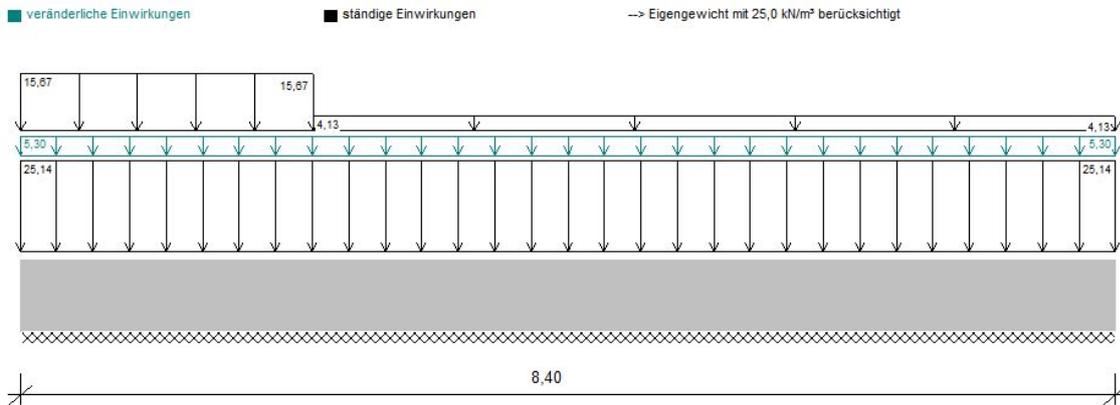
Die Nutzlast wird gemäß der Typenstatik auf Seite 71 mit 5,3 kN/m angesetzt.

Schnitt B-B



Position: F1

Elastisch gebetteter Stahlbetonbalken nach EC2 + NA Deutschland



Einwirkungen:

LF1

-Eigengewicht Gammer 25.00kN/m³

-Station 397.3kN+ 25Kabel und sonstiges / 2x(6.15m+2.25m)=25.14kN/m

-Trafo (58.5kN+12kN(NSHV)) / (2x2.25)=15.67kN/m

-Ladegeräte 50.80kN / (2x6.15)=4.13kN/m

LF2 Nutzlast aus Typenstatik 5.30kN/m

Systemwerte :

Die Berechnung erfolgt ohne Zugfederausschaltung!

Abschnitt	Länge [m]	b [cm]	h [cm]	ks [kN/m ³]
1	8,400	40,00	64,00	25000,00

Belastung: -> Psi0 - Werte nicht berücksichtigt !

g über Gesamtlänge = 25,140 kN/m

q über Gesamtlänge = 5,300 kN/m

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt

Lastarten : 1 = Einzellast 2 = Einzelmoment 3 = Teilblocklast bzw. Gleichlast

Nr.	Art	G links	Q links	G rechts	Q rechts	Abstand [m]	Lastlänge [m]	Faktor	Bemerkung
1	3	15,670	0,000	15,670	0,000	0,000	2,250	1,000	
2	3	4,130	0,000	4,130	0,000	2,250	6,150	1,000	

Schnittgrößen/Bodenpressungen (gamma-fach) / Setzungen (gamma=1,00):

Stelle x [m]	MEd [kNm]	VEd - links [kN]	VEd - rechts [kN]	f [cm]	SigmaB,d [kN/m²]
0,000	0,00	0,00	0,00	0,5219	178,12
0,122	0,00	0,00	0,00	0,5190	177,16
0,243	0,00	-0,20	-0,20	0,5162	176,21
0,365	0,00	-0,37	-0,37	0,5134	175,25
0,487	0,00	-0,59	-0,59	0,5105	174,28
0,609	-0,11	-0,85	-0,85	0,5077	173,32
0,730	-0,23	-1,16	-1,16	0,5048	172,37
0,852	-0,39	-1,51	-1,51	0,5020	171,41
0,974	-0,60	-1,92	-1,92	0,4991	170,44
1,096	-0,87	-2,37	-2,37	0,4963	169,49
1,217	-1,18	-2,86	-2,86	0,4935	168,53
1,339	-1,56	-3,41	-3,41	0,4906	167,58
1,461	-2,01	-4,00	-4,00	0,4878	166,62
1,583	-2,54	-4,64	-4,64	0,4850	165,67
1,704	-3,14	-5,31	-5,31	0,4822	164,73
1,826	-3,83	-6,04	-6,04	0,4794	163,79
1,948	-4,62	-6,82	-6,82	0,4766	162,85
2,070	-5,50	-7,64	-7,64	0,4739	161,92
2,191	-6,54	-8,50	-8,50	0,4712	161,01
2,250	-7,06	-8,93	-8,93	0,4699	160,56
2,313	-7,56	-8,43	-8,43	0,4685	160,09
2,435	-8,53	-7,48	-7,48	0,4658	159,19
2,557	-9,38	-6,58	-6,58	0,4631	158,30
2,678	-10,13	-5,73	-5,73	0,4606	157,43
2,800	-10,78	-4,91	-4,91	0,4580	156,57
2,922	-11,33	-4,14	-4,14	0,4555	155,72
3,043	-11,78	-3,41	-3,41	0,4531	154,90
3,165	-12,16	-2,71	-2,71	0,4506	154,08
3,287	-12,45	-2,06	-2,06	0,4483	153,28
3,409	-12,66	-1,44	-1,44	0,4460	152,51
3,530	-12,80	-0,87	-0,87	0,4437	151,75
3,652	-12,87	-0,33	-0,33	0,4415	151,01
3,774	-12,88	0,18	0,18	0,4394	150,28
3,896	-12,83	0,65	0,65	0,4373	149,58
4,017	-12,72	1,09	1,09	0,4353	148,89
4,139	-12,57	1,49	1,49	0,4333	148,22
4,261	-12,36	1,86	1,86	0,4314	147,57
4,383	-12,11	2,21	2,21	0,4295	146,94
4,504	-11,83	2,51	2,51	0,4277	146,32
4,626	-11,50	2,79	2,79	0,4259	145,72
4,748	-11,15	3,05	3,05	0,4242	145,14
4,870	-10,76	3,27	3,27	0,4225	144,57
4,991	-10,35	3,47	3,47	0,4208	144,02

Fortsetzung Schnittgrößen / Setzungen / Bodenpressungen :

5,113	-9,92	3,64	3,64	0,4193	143,48
5,235	-9,47	3,78	3,78	0,4177	142,96
5,357	-9,00	3,90	3,90	0,4162	142,45
5,478	-8,52	3,99	3,99	0,4147	141,96
5,600	-8,03	4,07	4,07	0,4133	141,47
5,722	-7,53	4,11	4,11	0,4119	141,00
5,843	-7,03	4,14	4,14	0,4105	140,54
5,965	-6,52	4,14	4,14	0,4092	140,08
6,087	-6,02	4,12	4,12	0,4079	139,64
6,209	-5,52	4,08	4,08	0,4066	139,21
6,330	-5,03	4,02	4,02	0,4053	138,78
6,452	-4,54	3,94	3,94	0,4041	138,36
6,574	-4,07	3,83	3,83	0,4028	137,95
6,696	-3,61	3,71	3,71	0,4016	137,54
6,817	-3,17	3,57	3,57	0,4005	137,14
6,939	-2,74	3,41	3,41	0,3993	136,74
7,061	-2,34	3,22	3,22	0,3981	136,35
7,183	-1,96	3,02	3,02	0,3970	135,96
7,304	-1,61	2,81	2,81	0,3958	135,57
7,426	-1,28	2,57	2,57	0,3947	135,19
7,548	-0,98	2,31	2,31	0,3935	134,81
7,670	-0,72	2,04	2,04	0,3924	134,42
7,791	-0,49	1,74	1,74	0,3913	134,05
7,913	-0,29	1,43	1,43	0,3902	133,67
8,035	-0,14	1,10	1,10	0,3890	133,29
8,157	0,00	0,75	0,75	0,3879	132,91
8,278	0,00	0,39	0,39	0,3868	132,53
8,400	0,00	0,00	0,00	0,3857	132,15

min.MEd = -12,88 kNm bei x = 3,774 m

max.MEd = 0,00 kNm bei x = 0,000 m

min.VEd = -8,93 kN bei x = 2,250 m

max.VEd = 4,14 kN bei x = 5,965 m

min.f = 0,3857 cm bei x = 8,400 m

max.f = 0,5219 cm bei x = 0,000 m

min.SigmaB,d = 132,15 kN/m² bei x = 8,400 m

max.SigmaB,d = 178,12 kN/m² bei x = 0,000 m

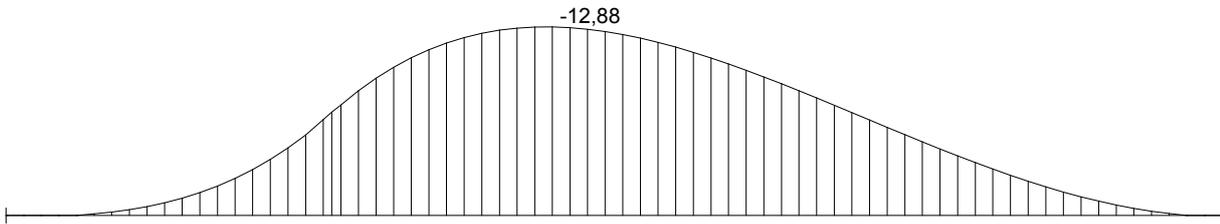
linkes Trägerende: M aus LF g = 0,00 kNm

linkes Trägerende: M aus LF q = 0,00 kNm

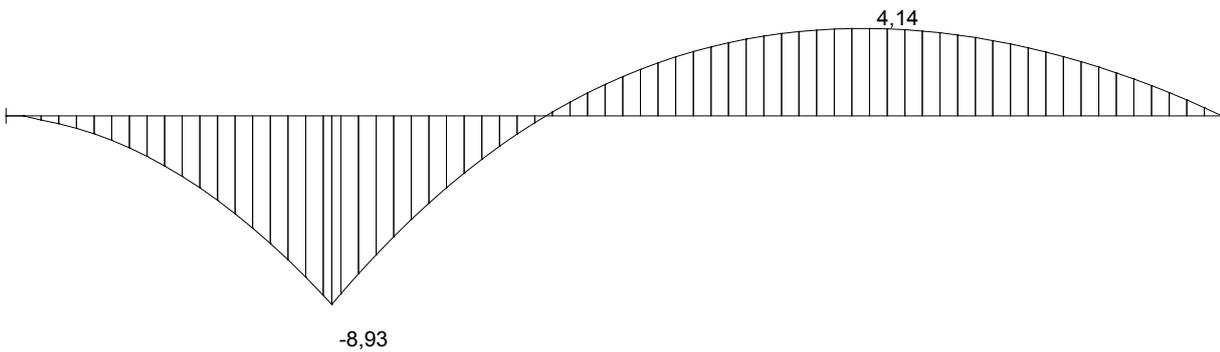
rechtes Trägerende: M aus LF g = 0,00 kNm

rechtes Trägerende: M aus LF q = 0,00 kNm

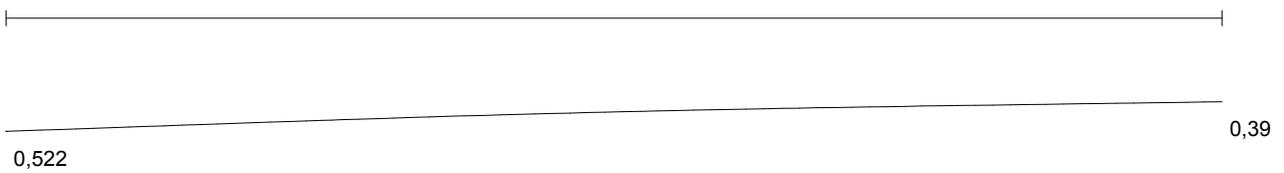
MEd - Linie [kNm]



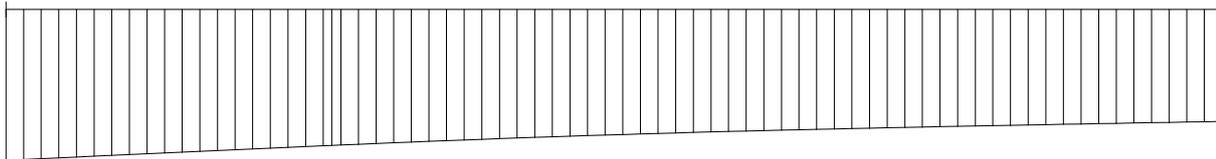
VEd - Linie [kN]



f - Linie [cm] Zustand I (Gamma=1,00)



SigmaB,d [kN/m²](gamma-fach)



178,12

132,15

Bemessung:

Beton : C20/25

Betonstahl: B500 (A,B)

d1 = 5,00 cm (Achsabstand Bewehrung unten) --> Betondeckung c,vl,unten = 3,5 cm

d2 = 5,00 cm (Achsabstand Bewehrung oben) --> Betondeckung c,vl,oben = 3,5 cm

- Grenze $x/d \leq 0.45$ eingehalten (Biegung)
- Mindestbewehrung berücksichtigt

Biegebewehrung:

Stelle x [m]	erf.As oben [cm ²]	erf.As unten [cm ²]	min.As [cm ²]
0,000	0,00	0,00	2,26
0,122	0,00	0,00	2,26
0,243	0,00	0,00	2,26
0,365	0,00	0,00	2,26
0,487	0,00	0,00	2,26
0,609	0,00	0,00	2,26
0,730	0,01	0,00	2,26
0,852	0,01	0,00	2,26
0,974	0,02	0,00	2,26
1,096	0,03	0,00	2,26
1,217	0,04	0,00	2,26
1,339	0,06	0,00	2,26
1,461	0,08	0,00	2,26
1,583	0,09	0,00	2,26
1,704	0,12	0,00	2,26
1,826	0,14	0,00	2,26
1,948	0,17	0,00	2,26
2,070	0,21	0,00	2,26

Fortsetzung Biegebewehrung :

2,191	0,24	0,00	2,26
2,250	0,26	0,00	2,26
2,313	0,28	0,00	2,26
2,435	0,32	0,00	2,26
2,557	0,35	0,00	2,26
2,678	0,38	0,00	2,26
2,800	0,40	0,00	2,26
2,922	0,42	0,00	2,26
3,043	0,44	0,00	2,26
3,165	0,46	0,00	2,26
3,287	0,47	0,00	2,26
3,409	0,47	0,00	2,26
3,530	0,48	0,00	2,26
3,652	0,48	0,00	2,26
3,774	0,48	0,00	2,26
3,896	0,48	0,00	2,26
4,017	0,48	0,00	2,26
4,139	0,47	0,00	2,26
4,261	0,46	0,00	2,26
4,383	0,45	0,00	2,26
4,504	0,44	0,00	2,26
4,626	0,43	0,00	2,26
4,748	0,42	0,00	2,26
4,870	0,40	0,00	2,26
4,991	0,39	0,00	2,26
5,113	0,37	0,00	2,26
5,235	0,35	0,00	2,26
5,357	0,34	0,00	2,26
5,478	0,32	0,00	2,26
5,600	0,30	0,00	2,26
5,722	0,28	0,00	2,26
5,843	0,26	0,00	2,26
5,965	0,24	0,00	2,26
6,087	0,23	0,00	2,26
6,209	0,21	0,00	2,26
6,330	0,19	0,00	2,26
6,452	0,17	0,00	2,26
6,574	0,15	0,00	2,26
6,696	0,13	0,00	2,26
6,817	0,12	0,00	2,26
6,939	0,10	0,00	2,26
7,061	0,09	0,00	2,26
7,183	0,07	0,00	2,26
7,304	0,06	0,00	2,26
7,426	0,05	0,00	2,26

Fortsetzung Biegebewehrung :

7,548	0,04	0,00	2,26
7,670	0,03	0,00	2,26
7,791	0,02	0,00	2,26
7,913	0,01	0,00	2,26
8,035	0,01	0,00	2,26
8,157	0,00	0,00	2,26
8,278	0,00	0,00	2,26
8,400	0,00	0,00	2,26

max.As oben = 0,48cm² bei x = 3,774 m

max.As unten = 0,00cm² bei x = 0,000 m

Querkraftbewehrung: (VRd,c,min wird berücksichtigt, ggfs. gewählte Bewehrung wird angesetzt)

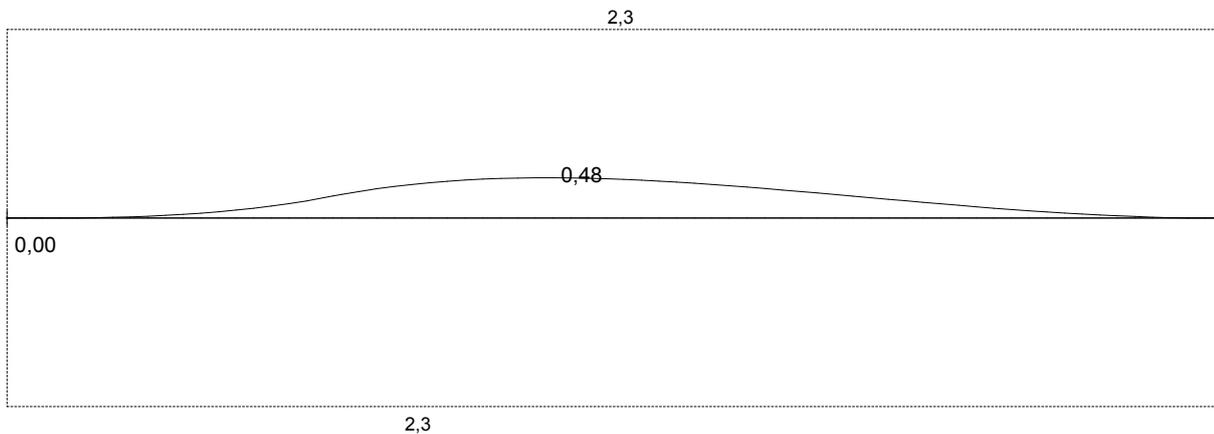
Keine Querkraftbewehrung erforderlich ! (Mindestbewehrung beachten!)

Nachweis Rissbreitenbegrenzung: (wk = 0,30 mm)

Abschnitt	von x [m]	bis x [m]	M,perm [kNm]	SigmaS [N/mm ²]	ds* [mm]	zul.ds [mm]
1	0,000	8,400	-9,55	79,52	41	41

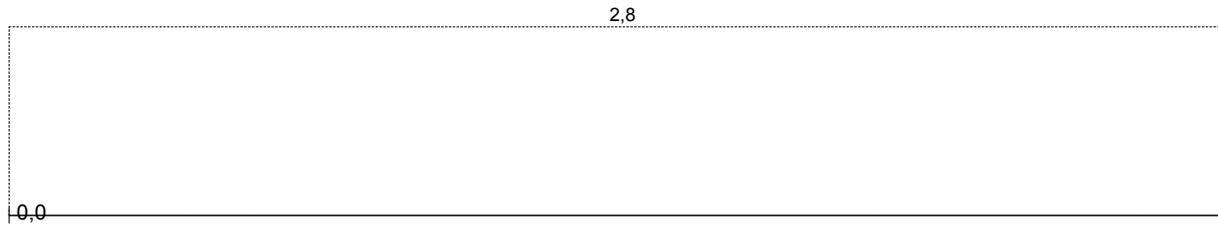
As - Linie [cm²]

..... Mindestbewehrung



asw - Linie [cm²/m]

----- Mindestbewehrung

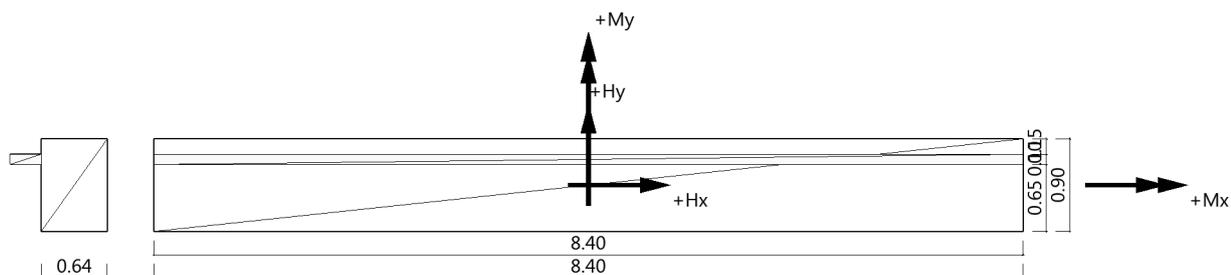


Position: F2-Fundament-EIT-Terrasse-Mitte-

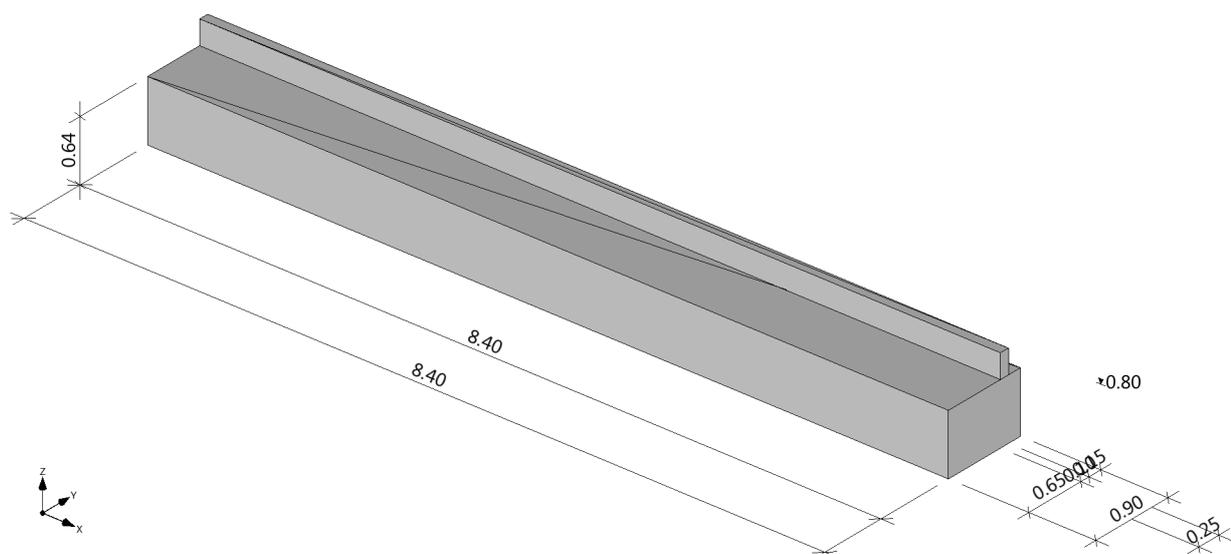
Fundament FD+ 01/2020C (FRILO R-2020-1/P09)

System**Draufsicht**

Maßstab 1 : 74.3

**Isometrie**

Maßstab 1 : 61.2

**Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12**

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	8.40	0.90	0.64
Stütze	C 25/30	B500A	8.40	0.10	0.00

Ausmitte $e_y = 0.25\text{m}$. Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m . Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 350.00\text{ kN/m}^2$.

Boden

Nr	d m	von m	bis m	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ' °	c' kN/m ²
1	1.50	0.80	-0.70	18.50	11.00	30.0	0.00

Kennwerte**Dauerhaftigkeit****Anforderungen Dauerhaftigkeit:**

	oben	unten
Betonangriff	WF	X0
Bewehrungskorrosion	XC2	XC2
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
reduziertes c_{min}	$\geq C 16/20$	$\geq C 16/20$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 15 \text{ mm}$	$c_{min,l} = 15 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 30 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 30 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$

Lasten**Stützenlasten - charakteristisch**

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	A	Lastfall 2	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $4.838 \text{ m}^3 / 120.96 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Linienlasten - charakteristisch

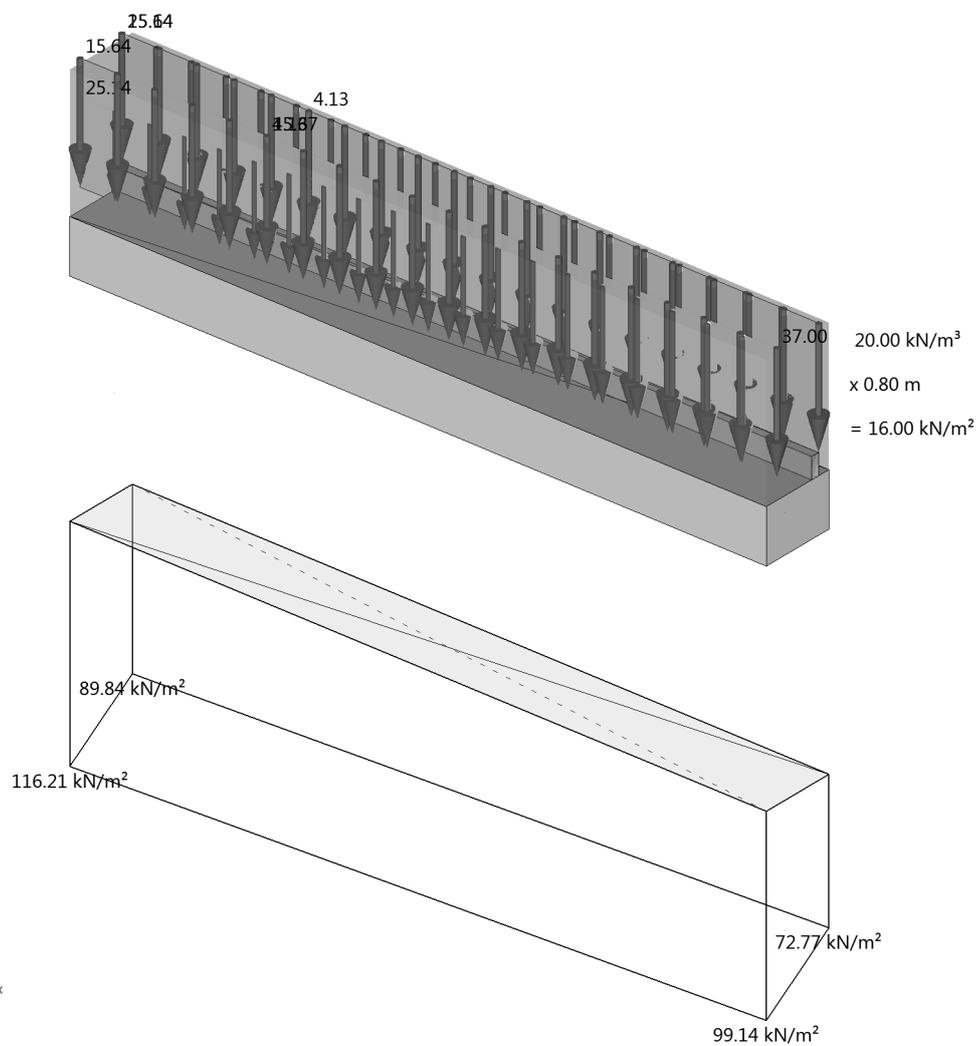
Nr	wirksam in Lastfall	p_1 kN/m	x_1 m	y_1 m	p_2 kN/m	x_2 m	y_2 m
1	1, 2	25.14	-4.20	0.30	25.14	4.20	0.30
2	2	5.30	-4.20	0.30	5.30	4.20	0.30
3	1	25.14	-4.20	-0.30	37.00	4.20	-0.30
4	2	5.30	-4.20	-0.30	5.30	4.20	-0.30
5	1	15.64	-4.20	-0.30	15.67	-1.95	-0.30
6	1	4.13	-1.95	-0.30	4.13	4.20	-0.30
7	1	15.64	-4.20	0.30	15.64	-1.95	0.30
8	1	4.13	-1.95	0.30	4.13	4.20	0.30

Flächenlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	h_E m	γ_E kN/m ³	q kN/m ²
1	1	0.80	20.00	0.00

Lastfallgrafiken**Lastfall 1 - ständig**

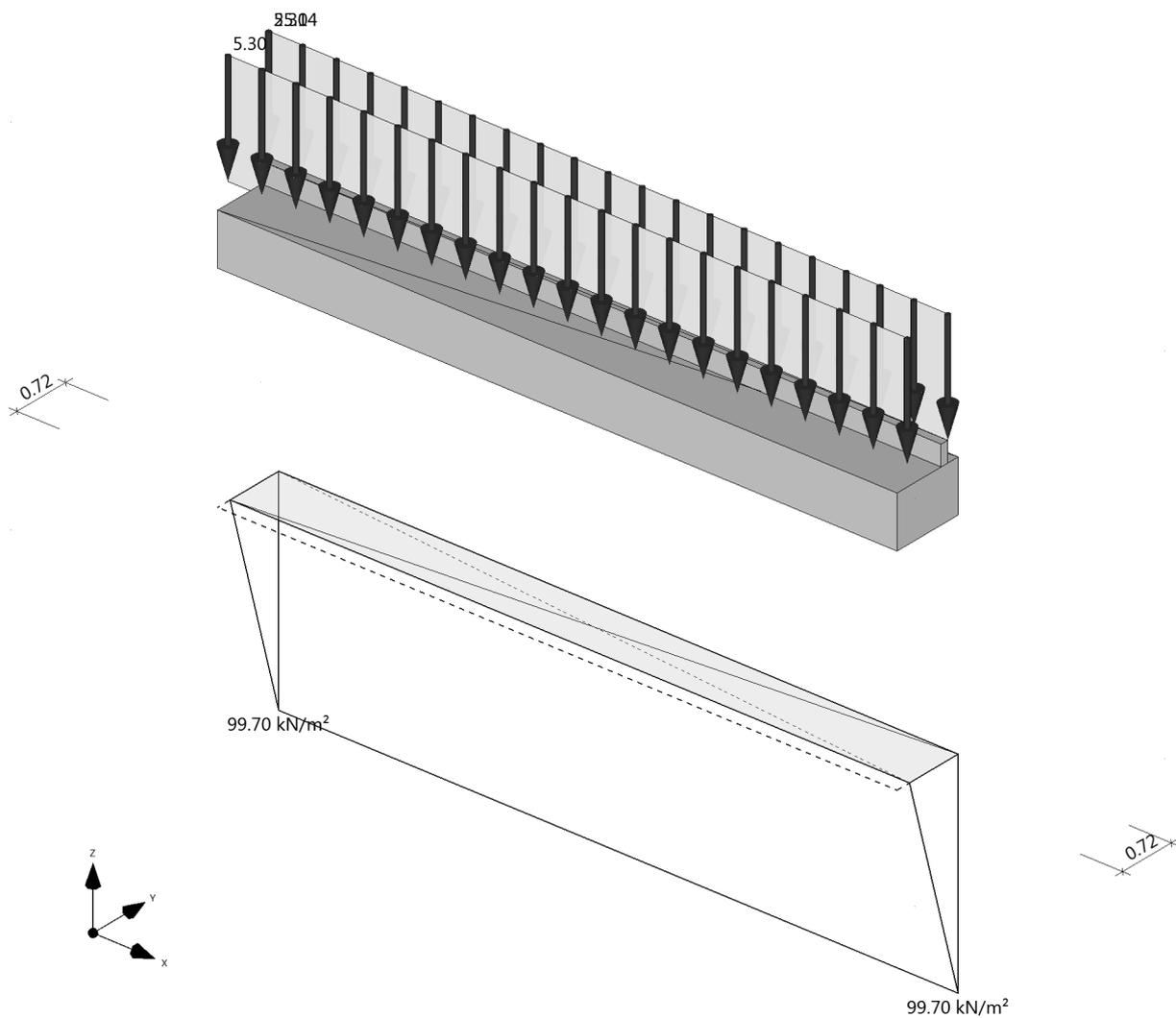
Maßstab 1 : 71.0



Sohldruckfigur ohne Eigengewicht

Lastfall 2 - Kat. A: Wohngebäude

Maßstab 1 : 70.0

**Überlagerung**

Nr	BS	Überlagerung
1	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
2	P	0.9 bzw. 1.1 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.0 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.35 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

DIN 4017:2006 - Grundbruchnachweis Überlagerung 1

d' m	N _{Ek} kN	T _{Ekx} kN	T _{Eky} kN	δ °	ω °	N _{Ed} kN	R _{nk} kN	R _{nd} kN	η
0.80	1135.5 kN	0.0 kN	0.0 kN	0.0	90.0	1578.0 kN	2905.5 kN	2075.4 kN	0.76

Biegung**Bemessung Überlagerungen**

Üb.	M _{yu,Ed} kNm	M _{xu,Ed} kNm	M _{yo,Ed} kNm	M _{xo,Ed} kNm	A _{s,xu} cm ²	A _{s,yu} cm ²	A _{s,xo} cm ²	A _{s,yo} cm ²
3	0.00	0.00	-25.33	-2.36	0.0	0.0	5.9*	56.4*
5	0.00	0.91	-25.33	0.00	0.0	56.4*	5.9*	0.0
6	0.00	0.00	-34.19	-3.19	0.0	0.0	5.9*	56.4*

*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

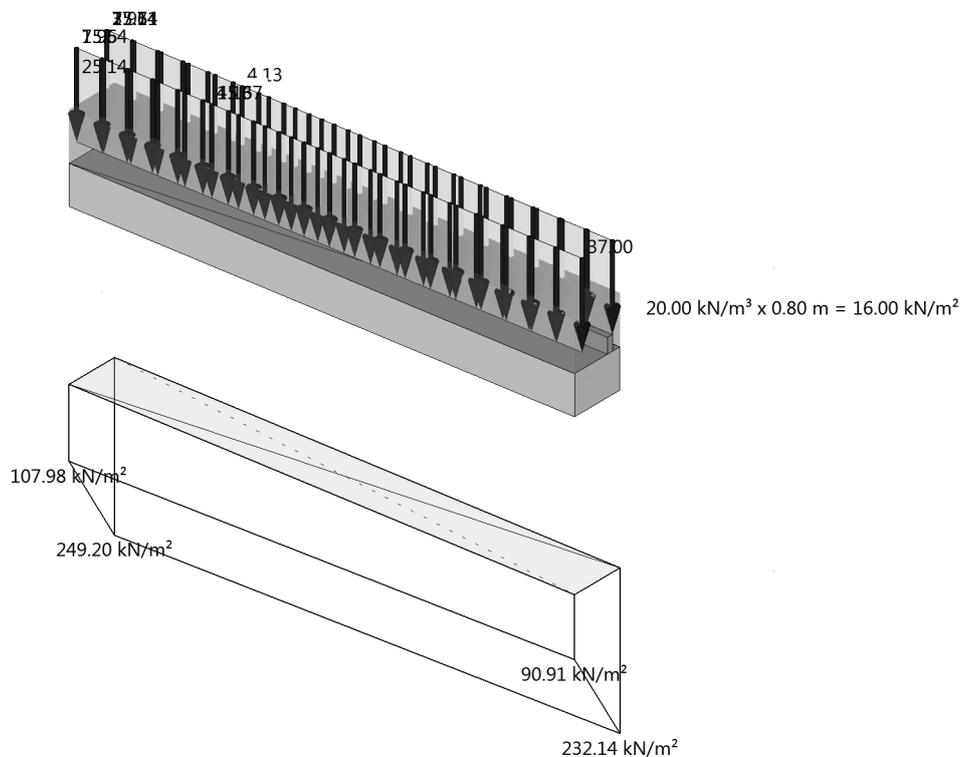
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d_{1,x} = 4.2 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d_{1,y} = 6.0 cm.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	M _{y,min} =	η _x * v _{Ed} * b _{eff,y}	=	0.000 * 0.0 * 0.00	=	0.00 kNm
Mindestbewehrung	A _{s,x,min} =		=		=	0.0 cm ²
Mindestmomente	M _{x,min} =	η _y * v _{Ed} * b _{eff,x}	=	0.000 * 0.0 * 0.00	=	0.00 kNm
Mindestbewehrung	A _{s,y,min} =		=		=	0.0 cm ²

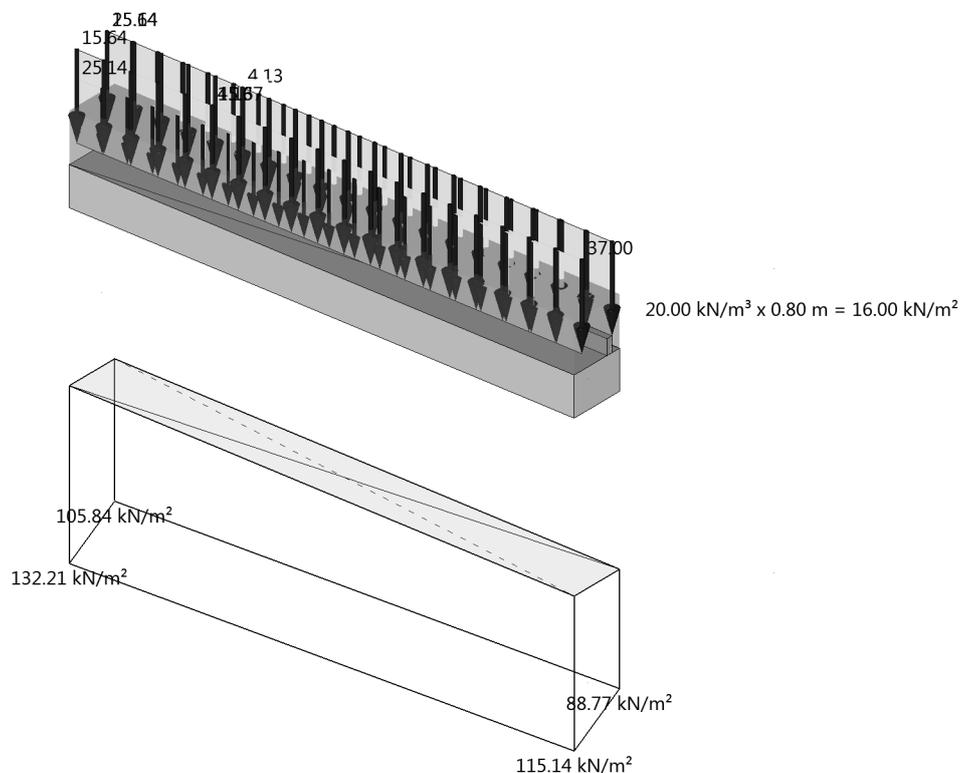
Überlagerung Biegebemessung in x-Richtung

Maßstab 1 : 97.4



Überlagerung Biegebemessung in y-Richtung

Maßstab 1 : 97.6



Bewehrung in x-Richtung unten (m,cm²)

von	-45.0	-22.5	22.5
bis	-22.5	22.5	45.0
Breite	22.5	45.0	22.5
	1Ø14/22.5	2Ø14/22.5	1Ø14/22.5
erf. As	0.0	0.0	0.0
vorh.As	1.5	3.1	1.5
erf.as/m	0.0	0.0	0.0
vorh.as/m	6.8	6.8	6.8
Betondeckung unten: 3.5 cm Betondeckung seitlich und oben: 3.5 cm			

Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 240 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein.

Bewehrung in y-Richtung unten (m,cm²)

von	-420.0	-210.0	210.0
bis	-210.0	210.0	420.0
Breite	210.0	420.0	210.0
	10Ø14/20.0	26Ø12/15.0	10Ø14/20.0
erf. As	14.1	28.2	14.1
vorh.As	15.4	29.4	15.4
erf.as/m	6.7	6.7	6.7
vorh.as/m	7.3	7.0	7.3
Betondeckung unten: 3.5 cm Betondeckung seitlich und oben: 3.5 cm			

Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 240 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein.

Bewehrung in x-Richtung oben (m,cm²)

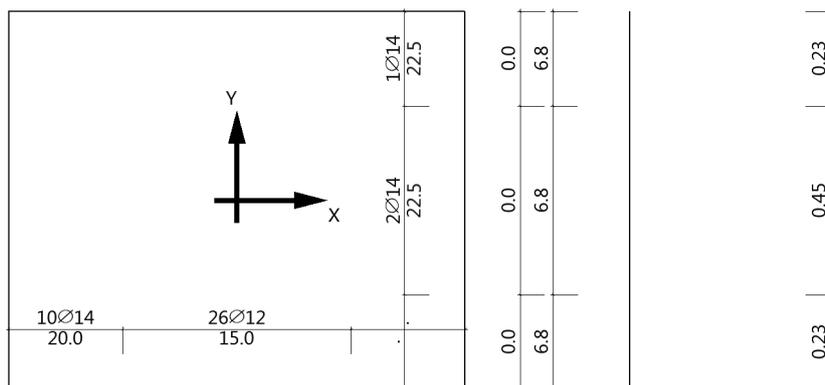
von	-45.0
bis	45.0
Breite	90.0
komplette Breite	4Ø14/22.5
vorh.As	6.2
erf. As	5.9
vorh.as/m	6.8
erf.as/m	6.5

Bewehrung in y-Richtung oben (m,cm²)

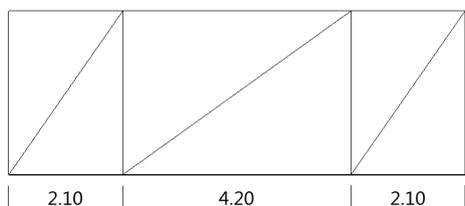
von	-420.0
bis	420.0
Breite	840.0
komplette Breite	50Ø12/17.5
vorh.As	56.5
erf. As	56.4
vorh.as/m	6.7
erf.as/m	6.7

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m

Maßstab 1 : 50



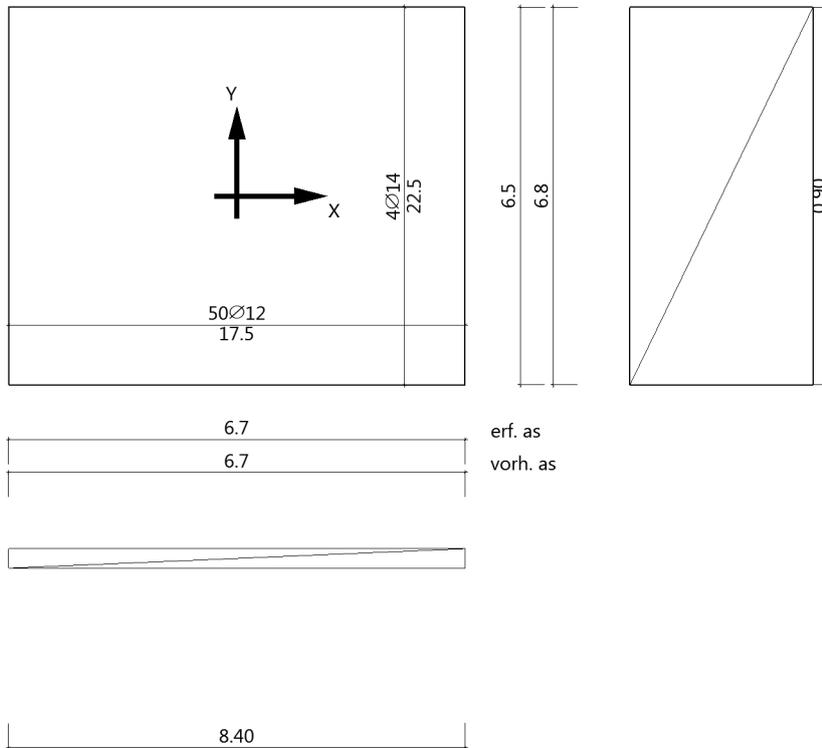
6.7	6.7	6.7	erf. as
7.3	7.0	7.3	vorh. as



Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 240 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m

Maßstab 1 : 50

**Durchstanzen**

Durchstanzen : Keine Ergebnisse vorhanden.