

Statische Berechnung

Fundament; Magnum 9,3x9,3m

Bauvorhaben : Fundamentstatik Sonnenschirm 9,3x9,3
Modell M3193

Bauherr : beauftragt durch Fa. Bahama GmbH
Gewerbeparkstr. 34
51580 Reichshof

Architekt:

Attendorn, 05.11.2018

Seiten 1 bis 15

Unterschrift: Dipl.-Ing. Stephan Epe, M.Eng



STATIK ←
BRANDSCHUTZ ←
WÄRMESCHUTZ ←
SCHALLSCHUTZ ←
BERATUNG | BAUKONSTRUKTION

DIPL.-ING. STEPHAN EPE

M.ENG. BAULICHER BRANDSCHUTZ

Niederste Str. 9 · 57439 Attendorn

Tel. 027 22-43 46 · Fax 027 22-48 30
info@ing-epe.de · www.ing-epe.de

Inhaltsverzeichnis

Position	Beschreibung	Seite
TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
-	Vorbemerkung	3
Schirm	Darstellung	4
W-1	Windlastannahme	5
W-2	vertikale Windlastverteilung	6
W-3	resultierende vertikale Windkräfte	8
W-4	resultierende horizontale Windkräfte	9
F-1	Einzelfundament	10
--	letzte Seite	15

Pos. -**Vorbemerkung****Allgemeines:**

Die folgende Berechnung hat eine Fundamentbemessung zum Ziel.
Die Schirmelemente und der Ankerkorb sind nicht Gegenstand der Berechnungen.

Das Fundament soll für Windlasten bis zu einer Windgeschwindigkeit von 130km/h ausgelegt werden.

Unterlagen:

Geometrieangaben der Firma Bahama

Vorschriften:

Alle zur Zeit gültigen Normen und Vorschriften

Baustoffe:

Stahlbeton C20/25

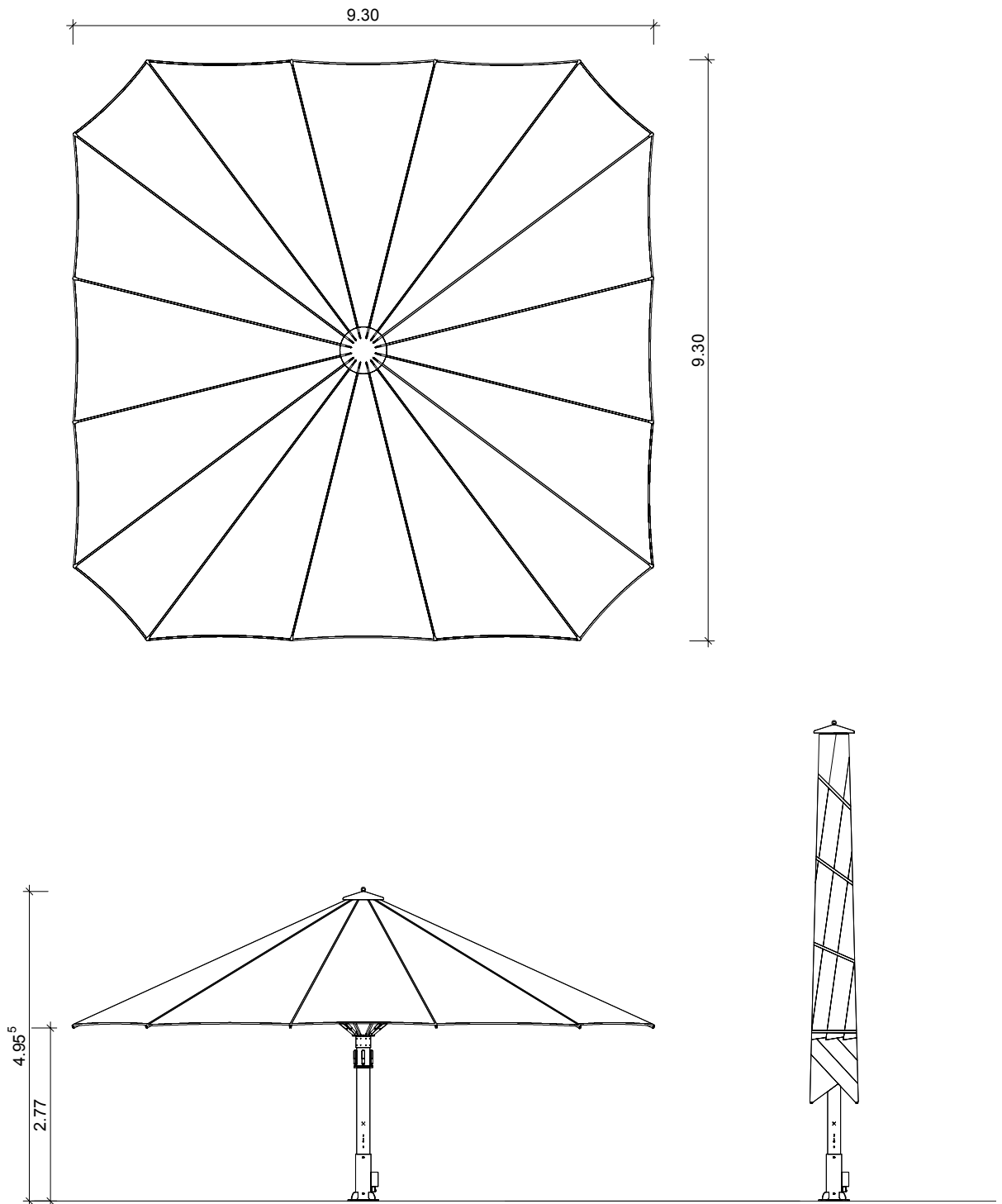
Gründung:

Die größte rechnerische Bodenpressung von $\sigma_{,Rd}=210\text{kN/m}^2 \approx \sigma_{,k}=150\text{kN/m}^2$ ist vor Baubeginn vom verantwortlichen Bauleiter zu prüfen.

Alle Fundamente sind frostfrei und auf ausreichend tragfähigem Boden zu gründen.

Pos. Schirm

Darstellung



mb-Viewer Version 2018 - Copyright 2017 - mbAEC Software GmbH

Pos. W-1**Windlastannahme**

Die Firma Bahama möchte eine Bemessung für eine maximale Windgeschwindigkeit von 130km/h. Daher kann die klassische Bemessung durch die Wahl von Windlastzonen nicht erfolgen.

Die Windlast ergibt sich aus der Windgeschwindigkeit wie folgt:

$$q_p = 1/2 * \rho * v_b^2 * 10^{-3}$$

q_p : Basiswindgeschwindigkeitsdruck in kN/m^2

ρ : Dichte der Luft, wird mit $1,25\text{kg/m}^3$ angenommen

v_b : Basiswindgeschwindigkeit in m/s

$$v_b: 130\text{km/h} = 130/3,6 = 36,1\text{m/s}$$

$$q_p = 1/2 * 1,25 * 36,1^2 * 10^{-3} = 0,82\text{kN/m}^2$$

Pos. W-2

vertikale Windlastverteilung

System

Abmessungen

Gebäudedaten

Gebäudebreite

B = 9.30 m

Gebäudelänge

L = 9.30 m

Gebäudehöhe

H = 5.00 m

Geograf. Angaben

Geländehöhe über NN

A = 100.00 m

Geometrie

freistehendes Satteldach

Neigung

$\alpha = 24.50^\circ$

Einwirkungen

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Qk.S

Schnee

Schnee- und Eislasten für Orte bis NN + 1000 m

Qk.S (min/max Werte)

Qk.W

Wind

Windlasten

Qk.W (min/max Werte)

Windlasten

Windlastermittlung nach DIN EN 1991-1-4:2010-12

Bezugshöhe

$z_e = 5.00$ m

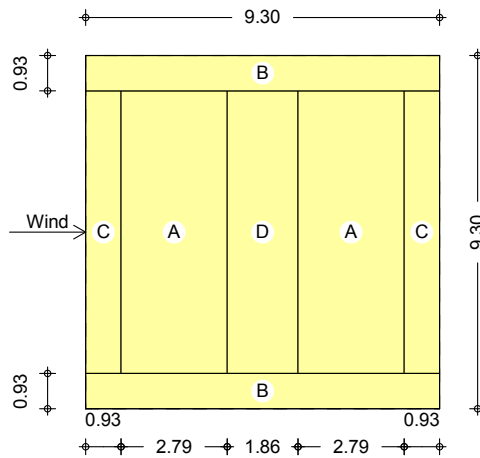
Geschwindigkeitsdruck

$q_p = 0.82$ kN/m²

Qk.W.000

Richtung $\theta=0^\circ$

M 1:200

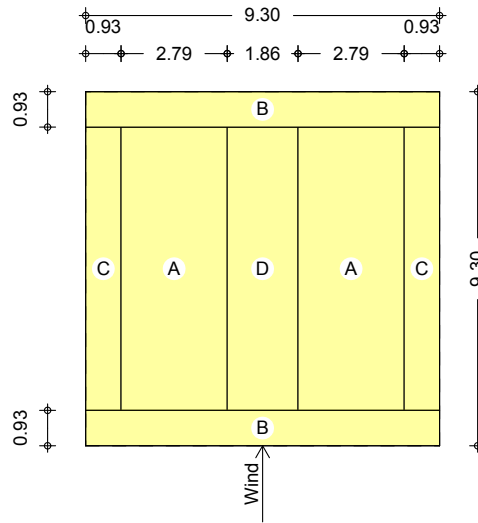


Bereich	d [m]	b [m]	C _{p,net} [-]	W _e [kN/m ²]
A-	2.79	7.44	-1.38	-1.13
A+	2.79	7.44	1.19	0.98
B-	9.30	0.93	-1.89	-1.55
B+	9.30	0.93	1.90	1.56
C-	0.93	7.44	-1.40	-1.15
C+	0.93	7.44	1.59	1.30
D-	1.86	7.44	-2.00	-1.64
D+	1.86	7.44	0.49	0.40

Qk.W.090

Richtung $\Theta=90^\circ$

M 1:200



Bereich	d [m]	b [m]	$C_{p,net}$ [-]	W_e [kN/m ²]
A-	2.79	7.44	-1.38	-1.13
A+	2.79	7.44	1.19	0.98
B-	9.30	0.93	-1.89	-1.55
B+	9.30	0.93	1.90	1.56
C-	0.93	7.44	-1.40	-1.15
C+	0.93	7.44	1.59	1.30
D-	1.86	7.44	-2.00	-1.64
D+	1.86	7.44	0.49	0.40

Pos. W-3**resultierende vertikale Windkräfte**

Die resultierende vertikale windlast beträgt:

abhebend:

$$\begin{aligned} & - 2,79 \cdot 7,44 \cdot 1,13 \cdot 2 \\ & - 9,30 \cdot 0,93 \cdot 1,55 \cdot 2 \\ & - 0,93 \cdot 7,44 \cdot 1,15 \cdot 2 \\ & - 1,86 \cdot 7,44 \cdot 1,64 \\ w_s & = -88,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

drückend:

$$\begin{aligned} & 2,79 \cdot 7,44 \cdot 0,98 \cdot 2 \\ & + 9,30 \cdot 0,93 \cdot 1,56 \cdot 2 \\ & + 0,93 \cdot 7,44 \cdot 1,30 \cdot 2 \\ & + 1,86 \cdot 7,44 \cdot 0,40 \\ w_D & = 91,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

Die horizontalanteile werden hier vernachlässigt und anschließend für die volle Projektionsfläche angesetzt.

Pos. W-4**resultierende horizontale Windkräfte**

Die resultierende horizontale windlast beträgt:

Die vertikale Projektionsfläche beträgt für den Schirm:

$$A_{SS} = 10,3\text{m}^2$$

Die vertikale Projektionsfläche beträgt für den Pfosten:

$$A_{SP} = 0,7\text{m}^2$$

mit einem genäherten c_{pe} gesamt von 1,5 ergeben sich die horizontalen Windlasten zu:

$$W_h = A_s * c_{pe} * q_p$$

$$W_{hS} = 10,3 * 1,5 * 0,82 = 12,7\text{kN}$$

$$W_{hP} = 0,7 * 1,5 * 0,82 = 0,9\text{kN}$$

$$W_{h,gesamt} = 12,7 + 0,9 = 13,6\text{kN}$$

Die Hebenarme der Horizontallasten zu dem Fundament betragen:

$$\text{für den Schirm: } 2,77 + (4,95-2,77) * 1/3 = 3,5\text{m}$$

$$\text{für den Pfosten: } 2,77 / 2 = 1,4\text{m}$$

Daraus ergibt sich das Moment aus horizontallasten zu

$$M_w = 12,7 * 3,5 + 0,9 * 1,4 = 45,7\text{kN/m}$$

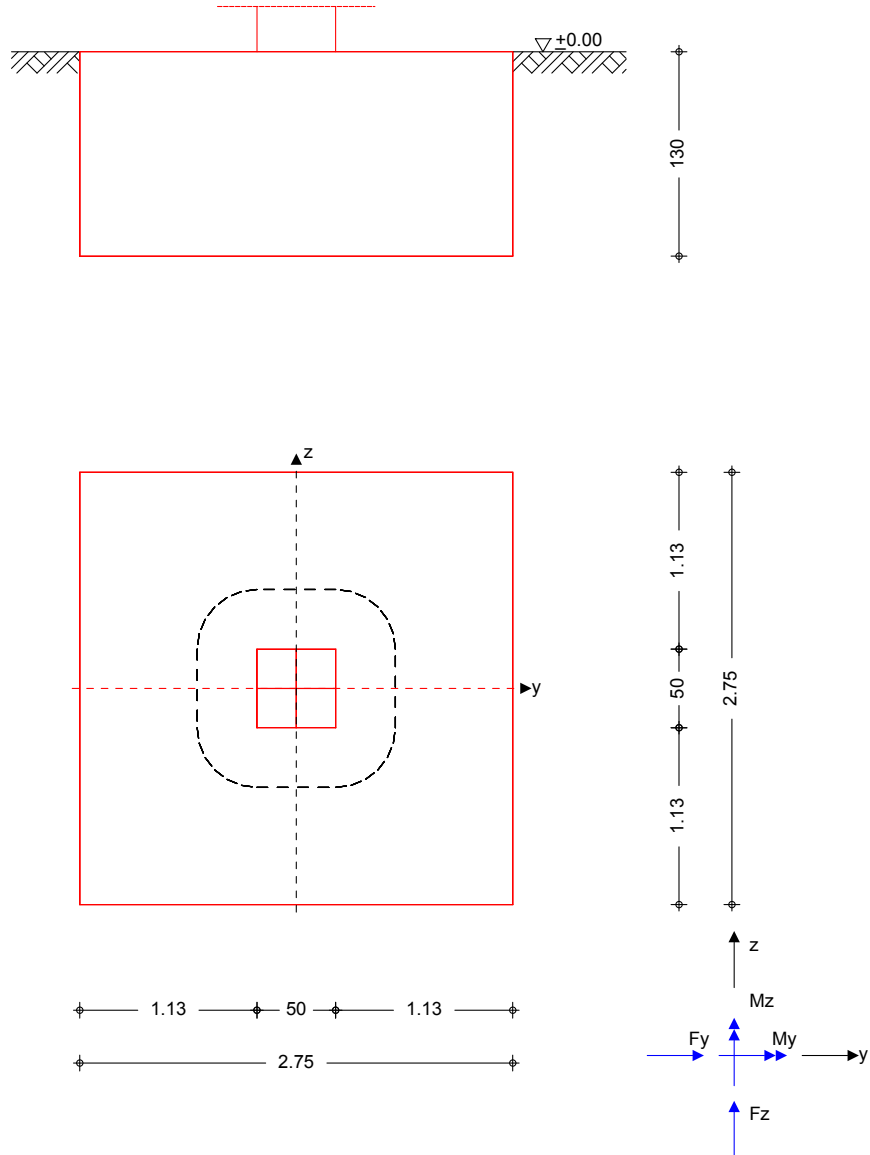
Pos. F-1

Einzelfundament

System

Einzelfundament

M 1:48



Abmessungen
Mat./Querschnitt

h [m]	z_F [m]	Material [-]	b_y/b_z [m]
1.30	1.30	C 20/25	2.75/2.75

Stützenabmessung

c_y	=	0.50	m
c_z	=	0.50	m

Baugrund

Schicht	h [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]
Boden1	999.00	18.0	8.0	25.0	0.0

Proj.Bez	Fundamentstatik Sonnenschirm 9,3x9,3	Seite	11
Bauherr	beauftragt durch Fa. Bahama GmbH	Position	F-1
		Auftrags-Nr.	3587-18

Einwirkungen

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Gk	Eigenlasten
Qk.S	Ständige Einwirkungen
	Schnee
	Schnee- und Eislasten für Orte bis NN + 1000 m
Qk.S	(min/max Werte)
Qk.W	Wind
	Windlasten
Qk.W	(min/max Werte)
Qk.W.000	Anströmrichtung $\theta = 0^\circ$
Qk.W.090	Anströmrichtung $\theta = 90^\circ$
Gk.Fund	# Eigenlast Fundament
	Ständige Einwirkungen
Gk.Fund2	# Eigenlast Fundament mit red. Wichte des Betons
	Ständige Einwirkungen
	# Die Einwirkung wurde automatisch generiert.

Belastungen

Eigengewicht	EW	Kommentar	γ [kN/m ³]	G[kN]
	Gk.Fund	Eigengewicht Fundament	25.00	245.78
	Gk.Fund2	Eigengewicht Fundament*	24.00	235.95

*: Eigengewicht für Kipp- und Abhebenachweis mit reduzierter Wichte des Betons

Auflagerlasten

Auflagerlasten aus der Stütze

EW	F_x [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	F_y [kN]	F_z [kN]
Qk.W.000	-88.50	0.00	45.70	13.60	0.00
Qk.W.090	91.20	0.00	45.70	13.60	0.00
Gk	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.S	73.52	0.00	0.00	0.00	0.00

Zusammenstellungen

Auflagerlasten	Auflagerlasten aus der Stütze			
EW Gk Fx	aus Eigengewicht des Schirmes		9 =	9.00 kN
EW Qk.S Fx	aus Schnee 85kg/m ²		9.3*9.3*0.85 =	73.52 kN

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1997-1
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	Typ	$\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$		
GZ EQU	13	BS-P	0.90*Gk	+ 0.90*Gk.Fund2	+ 1.50*Qk.W.000
GZ SLS: 2. Kernweite	22	BS-P	1.00*Gk	+ 1.00*Gk.Fund	+ 1.00*Qk.W.000
GZ GEO-2	27	BS-P	1.35*Gk	+ 1.35*Gk.Fund	+ 1.50*Qk.S
			+ 0.90*Qk.W.090		
	31	BS-P	1.35*Gk	+ 1.35*Gk.Fund	+ 0.75*Qk.S
			+ 1.50*Qk.W.090		
GZ GEO-2: Gleiten	38	BS-P	1.35*Gk	+ 1.35*Gk.Fund	+ 1.50*Qk.W.000
GZ STR: Fundament	51	BS-P	1.35*Gk	+ 1.35*Gk.Fund	+ 1.50*Qk.S
			+ 0.90*Qk.W.090		
	54	BS-P	1.35*Gk	+ 1.35*Gk.Fund	+ 1.50*Qk.W.000
	55	BS-P	1.35*Gk	+ 1.35*Gk.Fund	+ 0.75*Qk.S
			+ 1.50*Qk.W.090		
GZ STR: Durchstanzen	63	BS-P	1.35*Gk	+ 0.75*Qk.S	+ 1.50*Qk.W.090

Bem.-schnittgrößen

Ort	$F_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	$F_{y,d}$ [kN]	$F_{z,d}$ [kN]
Ek 13	87.71	0.00	95.07	20.40	0.00
Ek 22	166.28	0.00	63.38	13.60	0.00
Ek 27	536.31	0.00	57.04	12.24	0.00

Proj.Bez	Fundamentstatik Sonnenschirm 9,3x9,3	Seite	12
Bauherr	beauftragt durch Fa. Bahama GmbH	Position	F-1
		Auftrags-Nr.	3587-18

Ek 31	Sohle	535.89	0.00	95.07	20.40	0.00
Ek 38	Sohle	211.20	0.00	95.07	20.40	0.00
Ek 51	Sohle	536.31	0.00	57.04	12.24	0.00
Ek 54	Sohle	211.20	0.00	95.07	20.40	0.00
Ek 55	Sohle	535.89	0.00	95.07	20.40	0.00
Ek 63	Stütze	204.09	0.00	68.55	20.40	0.00

Mat./Querschnitt Material

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material	f_{ck} [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C 20/25	20.0	-	30000
B 500SA		500.0	200000

Achsabstände

Bauteil	d'_y [cm]	d'_z [cm]
Fundament oben	3.0	4.0
Fundament unten	3.0	4.0

Nachweise (GZT)

Stand sicherheitsnachweise im GZT nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054

Kippen

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	$M_{z,d}$ [kNm]	$F_{x,d}$ [kN]	e_y/b_y [-]	zul e/b [-]	η [-]
13	95.07	87.71	0.394	1/2	0.79

Abheben

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ EQU

Ek	$G_{stb,d}$ [kN]	$G_{dst,d}$ [kN]	$Q_{dst,d}$ [kN]	η [-]
13	220.46	0.00	-132.75	0.60

$G_{stb,d}$: stabilisierende ständige Lasten
 $G_{dst,d}$: destabilisierende ständige Lasten
 $Q_{dst,d}$: destabilisierende veränderliche Lasten

Mittlerer Sohldruck

nach DIN 1054:2010-12

Ek	M_k [kNm]	V_k [kN]	e [m]	b' [m]	V_d [kN]	$\sigma_{E,d}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	η [-]
27	63.4	419.5	0.15	2.45	536.3	79.67	350.00	0.23

Gleiten

in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2

Sohlrreibungswinkel $\delta_k = 25.00^\circ$

Ek	R_k [kN]	$Y_{R,h}$ [-]	H_d [kN]	R_d [kN]	η [-]
38	77.54	1.10	20.40	70.49	0.29

Grundbruch

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ GEO-2

Grundrissform: Quadrat

a' [m]	b' [m]	d [m]	α [°]	β [°]
2.75	2.42	1.30	0.00	0.00
z_{max} [m]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ_1 [kN/m ³]	γ_2 [kN/m ³]
3.04	25.00	0.00	18.00	18.00

T_a [kN]	T_b [kN]	N [kN]	δ [°]	ω [°]	m [-]	
0.00	13.60	382.74	2.04	90.00	1.53	
Einfluß	N_0	v	i	λ	ξ	N
Breite	4.51	0.736	0.912	1.000	1.000	3.03
Tiefe	10.66	1.372	0.946	1.000	1.000	13.84
Kohäsion	20.72	1.410	0.940	1.000	1.000	27.48
Ek	V_d [kN]	R_k [kN]	$\gamma_{R,v}$ [-]	R_d [kN]	η [-]	
31	535.89	3030.16	1.40	2164.40	0.25	

Nachweise (GZG)

Stand sicherheitsnachweise im GZG nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054

1. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.
Der Nachweis entfällt

2. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2014-03, GZ SLS

Ek	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	e/b [-]	zul e/b [-]	η [-]
22	63.38	166.28	0.139	1/3	0.42

Bemessung (GZT) Biegebemessung

Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01
der Platte am Stützenanschnitt

$M_{y,d,min}$ [kNm]	Ek	$M_{y,d,max}$ [kNm]	Ek	$M_{z,d,min}$ [kNm]	Ek	$M_{z,d,max}$ [kNm]	Ek
-27.75	54	47.06	51	-62.47	54	81.68	55

erf. Bewehrung

ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens

	A_{Sy} [cm ²]	A_{Sz} [cm ²]
unten	1.41	0.82
oben	1.08	0.48

Mindestbewehrung

zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 6.4.5
aufzunehmende Querkraft

	η_y [-]	$a_{Sy,min}$ [cm ² /m]	b_{effz} [m]	η_z [-]	$a_{Sz,min}$ [cm ² /m]	b_{effy} [m]
unten	0.125	0.42	1.26	0.125	0.43	1.26
oben	-	-	-	-	-	-

Durchstanzbemessung

gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01, 6.4

mittlere statische Nutzhöhe
Längsbewehrungsgrad
mittl. Längsbewehrungsgrad
Abstand krit. Rundschnitt

d	=	126.50	cm
$\rho_{l,z}/\rho_{l,y}$	=	0.00 /	0.00 %
ρ_l	=	0.00	%
a_{crit}	=	0.30	d

Rund-schnitt	Ek [-]	β [-]	u [m]	V_{Ed} [kN]	σ_{0d} [kN/m ²]	A [cm ²]	$V_{Ed,red}$ [kN]
U_{crit}	63	1.62	4.38	204.1	40.8	12823	151.8

Tragfähigkeit

Rund-schnitt	a [cm]	u [m]	V_{Ed} [N/mm ²]	$V_{Rd,c}$ [N/mm ²]	$V_{Rd,max}$ [N/mm ²]	η [-]
Ek 63 U_{crit}	38.0	4.38	0.044	1.232	1.724	0.04

Proj.Bez	Fundamentstatik Sonnenschirm 9,3x9,3	Seite	14
Bauherr	beauftragt durch Fa. Bahama GmbH	Position	F-1
		Auftrags-Nr.	3587-18

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis

		η [-]
Kippen	OK	0.79
Abheben	OK	0.60
Sohldruck	OK	0.23
Gleiten	OK	0.29
Grundbruch	OK	0.25

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis

		η [-]
1. Kernweite	OK	0.00
2. Kernweite	OK	0.42

Proj.Bez	Fundamentstatik Sonnenschirm 9,3x9,3	Seite	15
Bauherr	beauftragt durch Fa. Bahama GmbH	Position	--
		Auftrags-Nr.	3587-18

Pos. --

letzte Seite

ENDE
der Berechnung