



ARCHITEKTEN INGENIEURE

# Statische Berechnung

Bauvorhaben: **Fundament für ein Auftriebskraftwerk**

Aufsteller: **Ingenieurgemeinschaft igk Krabbe GmbH & Co. KG**  
Am Mühlengarten 5  
49076 Osnabrück

Osnabrück, 21.11.2014

Dipl.-Ing. H. Drees



ingenieurgemeinschaft igk Krabbe GmbH & Co. KG  
Am Mühlengarten 5 · D-49076 Osnabrück  
Telefon 05 41-9 12 12-0 · Telefax 05 41-9 12 12-20  
E-Mail: [info@igk-krabbe.de](mailto:info@igk-krabbe.de) · [www.igk-krabbe.de](http://www.igk-krabbe.de)

INGENIEURGEMEINSCHAFT IGK KRABBE GMBH & CO. KG

Generalplanung · Statik · Ausschreibung · Bauleitung · Projektmanagement

Am Mühlengarten 5 · D-49076 Osnabrück · Telefon (05 41) 9 12 12-0 · Telefax (05 41) 9 12 12-20

[info@igk-krabbe.de](mailto:info@igk-krabbe.de) · [www.igk-krabbe.de](http://www.igk-krabbe.de) · Bank: Sparkasse Osnabrück (BLZ 265 501 05) Konto 51961

Handelsregister HRA 6355 · Amtsgericht Osnabrück · Persönlich haftende Gesellschafterin: igk Krabbe Beteiligungsgesellschaft mbH, Osnabrück  
Geschäftsführer: Uwe Krabbe, Architekt · Christoph Dieckmann, Architekt · Handelsregister HRB 16955 · Amtsgericht Osnabrück

**Vorbemerkung:**

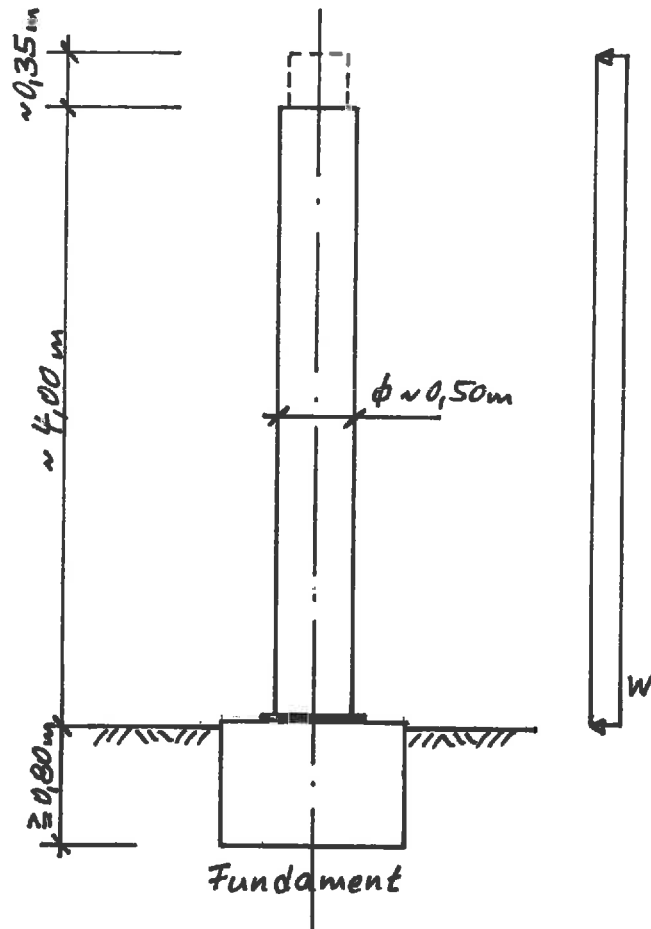
Inhalt dieser Berechnung sind die Nachweise für ein Fundament unter einem Auftriebskraftwerk.

Auf dem Fundament wird ein Zylinder mit ca. 0,50 m Durchmesser und rund 4,00 m Höhe verankert. Der Zylinder ist in Betriebszustand mit Wasser gefüllt. Auf der Oberseite befinden sich technische Aufbauten von etwa 0,35 m Höhe.

Bei der vorliegenden Berechnung wird ein Standort im Freien zu Grunde gelegt. Das Fundament ist frostfrei auf tragfähigem Baugrund zu gründen. Als zulässige Bodenpressungen wird  $\sigma_k = 100 \text{ kN/m}^2$  bzw.  $\sigma_d = 140 \text{ kN/m}^2$  angenommen.

Maßgebend für die erforderlichen Fundamentabmessungen ist die Windbelastung. Deshalb werden die Nachweise getrennt für die einzelnen Windzonen in Deutschland geführt.

**Systemskizze:**



### Belastung:

Ständige Lasten: Eigengewicht Behälter (Annahme)  $G = 0,50 \text{ kN}$

Betriebslasten: Wasserfüllung:  $(\pi \times 0,50^2 / 4) \times 4,00 \text{ m} \times 10 \text{ kN/m}^3$   $Q = 7,85 \text{ kN}$

Schnee: Ist für die Fundamentbemessung nicht maßgebend

### Wind:

Windzonen I und II:  $q_p = 1,5 \times 0,39 \text{ kN/m}^2 = 0,59 \text{ kN/m}^2$   
 $(0,80 + 0,50) \times 0,59 \text{ kN/m}^2 \times \sim 0,50 \text{ m}$   $w = 0,38 \text{ kN/m}$

$0,38 \text{ kN/m} \times 4,35 \text{ m}$   $H = 1,65 \text{ kN}$   
 $0,38 \text{ kN/m} \times 4,35^2 / 2$   $M = 3,60 \text{ kNm}$

Windzone III:  $q_p = 2,3 \times 0,47 \text{ kN/m}^2 \times (4,35 / 10)^{0,27} = 0,86 \text{ kN/m}^2$   
 $(0,80 + 0,50) \times 0,86 \text{ kN/m}^2 \times \sim 0,50 \text{ m}$   $w = 0,56 \text{ kN/m}$

$0,56 \text{ kN/m} \times 4,35 \text{ m}$   $H = 2,44 \text{ kN}$   
 $0,56 \text{ kN/m} \times 4,35^2 / 2$   $M = 5,30 \text{ kNm}$

Windzone IV:  $q_p = 2,6 \times 0,56 \text{ kN/m}^2 \times (4,35 / 10)^{0,19} = 1,24 \text{ kN/m}^2$   
 $(0,80 + 0,50) \times 1,24 \text{ kN/m}^2 \times \sim 0,50 \text{ m}$   $w = 0,81 \text{ kN/m}$

$0,81 \text{ kN/m} \times 4,35 \text{ m}$   $H = 3,52 \text{ kN}$   
 $0,81 \text{ kN/m} \times 4,35^2 / 2$   $M = 7,66 \text{ kNm}$

### Baustoffe:

Beton: C 25/30  
 Expositionsklassen: XC4, XF1  
 Feuchtigkeitsklasse: WF

Wenn stahl- oder betonangreifende Umweltbedingungen vorliegen  
 (z. B. Tausalz, salzhaltige Luft bzw. Wasser, chem. angreifendes Grundwasser),  
 sind ggf. höhere Betongüten und entsprechende Expositionsklassen zu wählen!

Bewehrung: Betonstahl BSt 500

Bewehrung der Fundamente z. B. durch Bügel,  $d = 10 \text{ mm}$ ,  $a = 25 \text{ cm}$ , (kreuzweise),  
 oder Bügelmatte Q335A

### Zusammenfassung der Ergebnisse:

	Fundamentabmessungen ohne Auftrieb	Fundamentabmessungen im Grundwasser unter Auftrieb
Windzone I und II Binnenland	Breite x Länge: <b>0,95 m x 0,95 m</b> Höhe: <b>&gt;= 0,80 m</b> (frostfrei)	Breite x Länge: <b>1,20 m x 1,20 m</b> Höhe: <b>&gt;= 0,80 m</b> (frostfrei)
Windzone III Binnenland und küstennahe Gebiete	Breite x Länge: <b>1,10 m x 1,10 m</b> Höhe: <b>&gt;= 0,80 m</b> (frostfrei)	Breite x Länge: <b>1,40 m x 1,40 m</b> Höhe: <b>&gt;= 0,80m</b> (frostfrei)
Windzone IV Küsten und Inseln der Nord- und Ostsee	Breite x Länge: <b>1,25 m x 1,25 m</b> Höhe: <b>&gt;= 0,80 m</b> (frostfrei)	Breite x Länge: <b>1,55 m x 1,55 m</b> Höhe: <b>&gt;= 0,80 m</b> (frostfrei)

Übersicht der Windzonen siehe folgende Seite

### Verankerung auf dem Fundament:

Gewählt: **6 Dübel M12**  
in einem Durchmesser von ca. 570 mm gleichmäßig um den Zylinder verteilt:

z. B.: 6 x Fischer Ankerbolzen FAZ II, M12 (oder gleichwertig)

Nachweis für die max. Belastung aus Windzone IV siehe Ausdruck am Ende dieser Berechnung



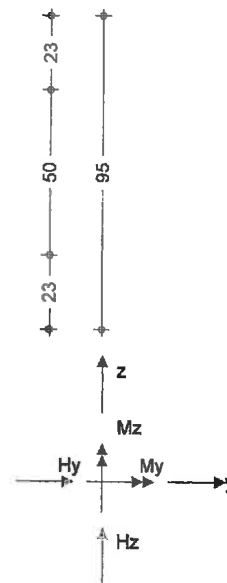
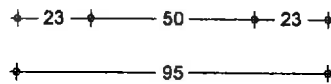
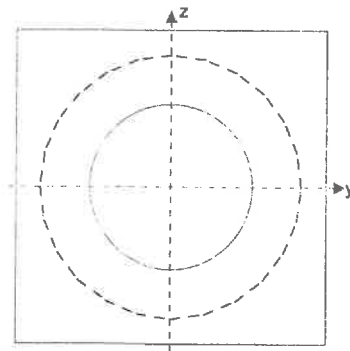
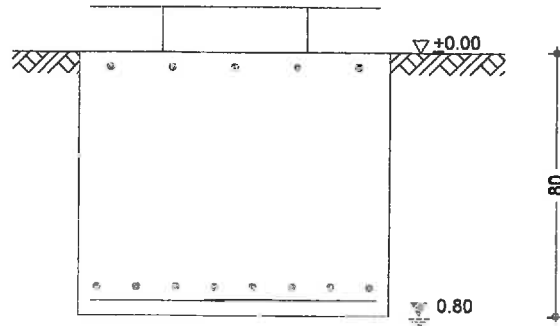
Pos. WZ 1+2 o.A.

Fundament für Auftriebskraftwerk (windzone I u. II, ohne Auftrieb)

System

Einzelfundament

M 1:23



Abmessungen  
 Mat./Querschnitt

h [m]	$Z_F$ [m]	Material [-]	$b_y/b_z$ [m]
0.80	0.80	C 25/30	0.95/0.95
Stützenabmessung		$C_y =$	0.44 m
		$C_z =$	0.39 m
Wasserstand von OKG		GW =	0.80 m

**Baugrund**

Schicht	x [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Boden1	0.00	18.5	8.5	35.0	0.0
Boden2	5.00	18.5	8.5	0.0	0.0

**Belastungen**

**Eigengewicht**

Automatisch generierte Eigengewichte

EW	Kommentar	$\gamma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	G [kN]
Gk.A	Eigengew. Fundament	25.00	18.05
Gk.B	Eigengew. Fundament *	24.00	17.33

\* : Eigengewichte für 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]
Gk	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.Q	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.w	0.00	0.00	3.60	1.65	0.00
Qk.w.090	0.00	-2.55	2.55	1.17	1.17

**Char. Schnittgrößen**

Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)

Ort	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Einw. Gk	Sohle	0.50	0.00	0.00	0.00
	Stütze	0.50	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.Q	Sohle	7.85	0.00	0.00	0.00
	Stütze	7.85	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.w	Sohle	0.00	0.00	4.92	1.65
	Stütze	0.00	0.00	3.60	1.65
Einw. Qk.w.090	Sohle	0.00	-3.49	3.49	1.17
	Stütze	0.00	-2.55	2.55	1.17
Einw. Gk.A	Sohle	18.05	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.B	Sohle	17.33	0.00	0.00	0.00

**Kombinationen**

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990 und DIN EN 1997-1, Darstellung der maßgebenden Kombinationen

EK	Typ	$\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
6	BS-P	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.00*Qk.w
15	BS-P	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.50*Qk.w.090
68	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.50*Qk.w
70	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.50*Qk.w.090
74	GK	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.50*Qk.w
83	GK	1.00*Gk+1.35*Gk.A+1.50*Qk.w.090
95	GK	1.35*Gk+1.00*Gk.A+1.50*Qk.Q +1.50*Qk.w.090
98	GK	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.50*Qk.w
105	GK	1.35*Gk+1.50*Qk.Q

**Bem.-schnittgrößen**

**DIN EN 1997-1**

Nachweis der Kippsicherheit

E <sub>k</sub>	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
68	16.05	0.00	7.38	2.48	0.00
70	16.05	-5.23	5.23	1.76	1.76

DIN EN 1997-1 Nachweis der 2. Kernweite

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
6	18.55	0.00	4.92	1.65	0.00
8	18.55	-3.49	3.49	1.17	1.17

DIN EN 1997-1 Nachweis der Gleitsicherheit

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
15	25.04	-5.23	5.23	1.76	1.76

DIN EN 1997-1 Nachweis des Sohldrucks

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
15	25.04	-5.23	5.23	1.76	1.76

DIN EN 1992-1-1 Biegebemessung

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
74	25.04	0.00	7.38	2.48	0.00
83	24.87	-5.23	5.23	1.76	1.76
95	30.50	-5.23	5.23	1.76	1.76
98	18.55	0.00	7.38	2.48	0.00

DIN EN 1992-1-1 Durchstanznachweis

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
105	12.45	0.00	0.00	0.00	0.00

Mat./Querschnitt Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30	25.0	-	31000
B 500SA		500.0	200000

Achsabstände

Bauteil	$d'_y$ [cm]	$d'_z$ [cm]
Fundament	4.50	6.50

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1997-1-1, DIN 1054

Standicherheit Stand sicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1:2009-09

Kippen nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ EQU

Ek	Achse	$M_{Ed}$ [kNm]	$F_{xEd}$ [kN]	$e_i/b_i$ [-]	$\max e/b$ [-]	$\eta$ [-]
68	y	7.38	16.05	0.484	1/2	0.97
70	z	-5.23	16.05	0.343	1/2	0.69

1. Kernweite nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS  
keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt



2. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS

Ek	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$e/b$ [m]	$\max e/b$ [m]	$\eta$ [-]
6	4.92	18.55	0.279	1/3	0.84

Mittlerer Sohldruck

nach DIN 1054:2010-12

Maßg. Beanspruchung	Kombination Ek 15	
Bemessungssituation BS-P		
Ausmittigkeit	$e_y / e_z = 0.209 / -0.209$	m
reduzierte Breite	$b'_y / b'_z = 0.532 / 0.532$	m
Bemessungswert Sohlbruck	$\sigma_{E,d} = 88.35$	kN/m <sup>2</sup>
Bemessungswert Sohlwiderstand	$\sigma_{R,d} = 150.00$	kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$	88.352	$\leq 150.000$

Gleiten

in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ GEO-2

Maßg. Beanspruchung	Kombination Ek 15		
Bemessungssituation BS-P			
Sohlreibungswinkel	$\delta_k = 35.00$	°	
$H_d$ [kN]	$R_k$ [kN]	$\gamma_{R,h}$ [-]	$R_d$ [kN]
2.48	12.99	1.10	11.81
$H_d \leq R_d$	2.482	$\leq$	11.808

Bemessung (GZT)  
BiegebemessungStahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
der Platte an den Stützenanschnitten

Ek 95	My max =	1.34 kNm
Ek 83	My min =	-0.81 kNm
Ek 98	Mz max =	2.66 kNm
Ek 74	Mz min =	-0.83 kNm

## erf. Bewehrung

ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur  
Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens

	$A_{sy}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{sz}$ [cm <sup>2</sup> ]
unten	0.08	0.04
oben	0.02	0.02

## Mindestbewehrung

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

	$\eta_y$ [-]	$a_{sy,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effz}$ [m]	$\eta_z$ [-]	$a_{sz,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effy}$ [m]
unten	0.125	0.04	0.95	0.125	0.04	0.95
oben	-	-	-	-	-	-

## Bewehrungswahl

mit Betonstabstahl

## Unten

Verteilung der Bewehrung nach Heft 240, Tafel 2.9

Ri	Streifen [m]	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds [mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.00 - 0.12	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.12 - 0.24	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.24 - 0.36	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.36 - 0.48	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.48 - 0.59	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.59 - 0.71	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.71 - 0.83	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.83 - 0.95	0.01	1 ∅ 10	0.79
z	0.00 - 0.12	0.00 <sub>v</sub>	1 ∅ 10	0.79
	0.12 - 0.24	0.00	1 ∅ 10	0.79
	0.24 - 0.36	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.36 - 0.48	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.48 - 0.59	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.59 - 0.71	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.71 - 0.83	0.00	1 ∅ 10	0.79
	0.83 - 0.95	0.00 <sub>v</sub>	1 ∅ 10	0.79

Oben

Gleichmäßige Verteilung der Bewehrung oben

Ri	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds [mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.02	5 ∅ 10 <sub>k</sub>	3.93
z	0.02	5 ∅ 10 <sub>k</sub>	3.93

V Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 6.4.5

K Konstruktive Bewehrung nach DIN EN 1992-1-1, 9.3.1.1(3)

Durchstanznachweis

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

Ek 105

mittlere statische Nutzhöhe	d =	74.50	cm
Abstand des kritischen Rundschnitts vom Stützenrand	a <sub>crit</sub> =	0.2 d	
Beiwert für nichtrotationssymmetrische Querkraftverteilung (genau)	β =	1.10	-
Aufzunehmende Querkraft	V <sub>Ed</sub> =	12.45	kN
Bodenpressung	σ <sub>0d</sub> =	13.80	kN/m <sup>2</sup>
Abzugsfläche	A =	5001.45	cm <sup>2</sup>
reduzierte Querkraft	V <sub>Ed,red</sub> =	5.55	kN
Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l,z</sub> =	0.09	%
Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l,y</sub> =	0.09	%
mittl. Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l</sub> =	0.09	%

Rund-schnitt	Abstand [m]	u [m]	v <sub>Ed</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	v <sub>Rd,c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
U <sub>crit</sub>	0.15	2.51	0.003	2.595

Nachweis v<sub>Ed</sub>/v<sub>Rd,c</sub> 0.0013 <= 1.0

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis

			$\eta$
			$[-]$
Kippen	OK	0.97	
Sohl Druck	OK	0.59	
Gleiten	OK	0.21	

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis

			$\eta$
			$[-]$
2. Kernweite	OK	0.84	

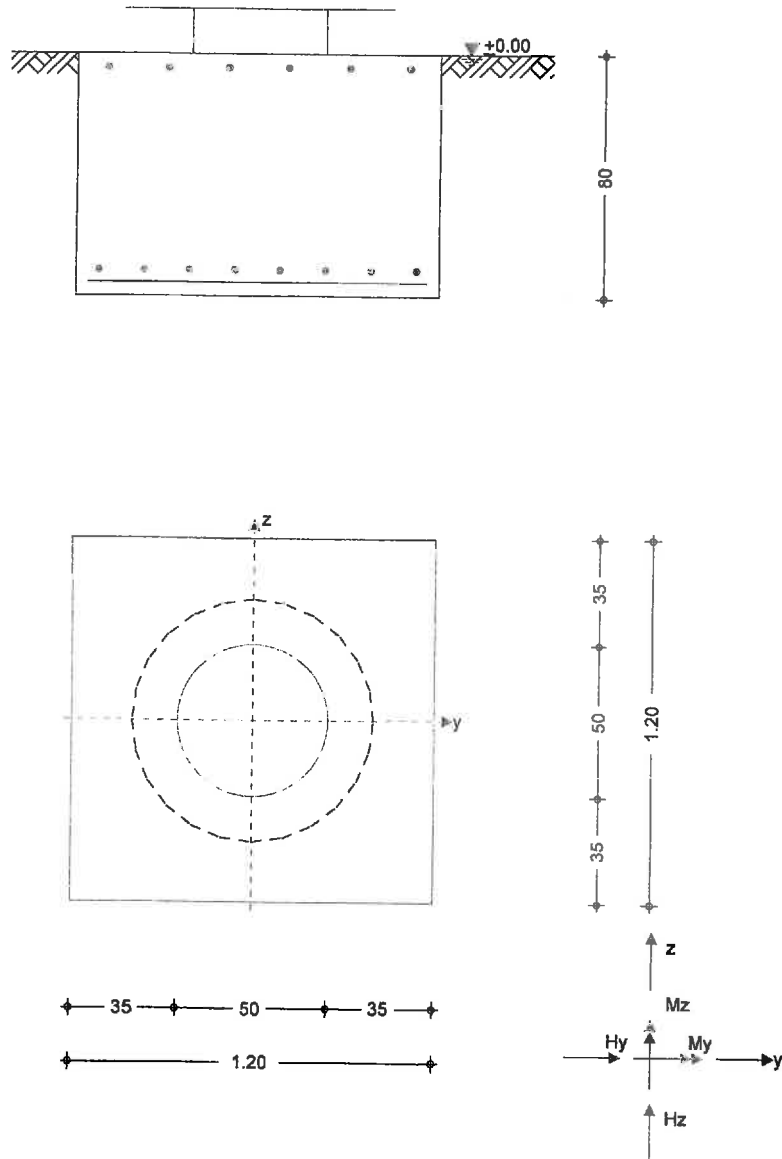
Pos. WZ 1+2 m.A.

Fundament für Auftriebskraftwerk (Windzone I u. II, mit Auftrieb)

System

Einzelfundament

M 1:25



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

$h$ [m]	$Z_F$ [m]	Material [-]	$b_y/b_z$ [m]
0.80	0.80	C 25/30	1.20/1.20
Stützenabmessung		$C_y =$	0.44 m
		$C_z =$	0.39 m
Wasserstand von OKG		GW =	0.00 m

Baugrund

Schicht	x [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Boden1	0.00	18.5	8.5	35.0	0.0
Boden2	5.00	18.5	8.5	0.0	0.0

BelastungenEigengewicht

Automatisch generierte Eigengewichte

EW	Kommentar	$\gamma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	G [kN]
Gk.A	Eigengew. Fundament	25.00	28.80
Gk.B	Eigengew. Fundament *	24.00	27.65
Gk.F	Auftrieb Fundament		-11.52

\* : Eigengewichte für 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]
Gk	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.Q	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.W	0.00	0.00	3.60	1.65	0.00
Qk.W.090	0.00	-2.55	2.55	1.17	1.17

Char. Schnittgrößen

Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)

	Ort	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Einw. Gk	Sohle	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	Stütze	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.Q	Sohle	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
	Stütze	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.W	Sohle	0.00	0.00	4.92	1.65	0.00
	Stütze	0.00	0.00	3.60	1.65	0.00
Einw. Qk.W.090	Sohle	0.00	-3.49	3.49	1.17	1.17
	Stütze	0.00	-2.55	2.55	1.17	1.17
Einw. Gk.A	Sohle	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.B	Sohle	27.65	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.F	Sohle	-11.52	0.00	0.00	0.00	0.00

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990 und DIN EN 1997-1, Darstellung der maßgebenden Kombinationen

EK	Typ	$\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
6	BS-P	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.00*Gk.F+1.00*Qk.W
14	BS-P	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.35*Gk.F+1.50*Qk.Q +1.50*Qk.W.090
15	BS-P	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.35*Gk.F +1.50*Qk.W.090
124	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.10*Gk.F+1.50*Qk.W
126	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.10*Gk.F +1.50*Qk.W.090
159	GK	1.35*Gk+1.00*Gk.A+1.35*Gk.F+1.50*Qk.Q +1.50*Qk.W.090
162	GK	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.35*Gk.F+1.50*Qk.W
178	GK	1.00*Gk+1.35*Gk.A+1.00*Gk.F+1.50*Qk.W
179	GK	1.00*Gk+1.35*Gk.A+1.00*Gk.F +1.50*Qk.W.090
201	GK	1.35*Gk+1.50*Qk.Q

Bem.-schnittgrößen

DIN EN 1997-1 Nachweis der Kippsicherheit

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
124	12.66	0.00	7.38	2.48	0.00
126	12.66	-5.23	5.23	1.76	1.76

DIN EN 1997-1 Nachweis der 2. Kernweite

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
6	17.78	0.00	4.92	1.65	0.00
7	25.63	-3.49	3.49	1.17	1.17

DIN EN 1997-1 Nachweis der Gleitsicherheit

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
15	24.00	-5.23	5.23	1.76	1.76

DIN EN 1997-1 Nachweis des Sohldrucks

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
14	35.78	-5.23	5.23	1.76	1.76

DIN EN 1992-1-1 Biegebemessung

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
159	25.70	-5.23	5.23	1.76	1.76
162	13.75	0.00	7.38	2.48	0.00
178	27.86	0.00	7.38	2.48	0.00
179	27.86	-5.23	5.23	1.76	1.76

DIN EN 1992-1-1 Durchstanznachweis

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
201	12.45	0.00	0.00	0.00	0.00

Mat./Querschnitt Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30	25.0	-	31000
B 500SA		500.0	200000

Achsabstände Bauteil Fundament

Bauteil	$d'_y$ [cm]	$d'_z$ [cm]
Fundament	4.50	6.50

Nachweise (GZ) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1997-1-1, DIN 1054

Standicherheit Standsicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1:2009-09

Kippen nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ EQU

Ek	Achse	$M_{Ed}$ [kNm]	$F_{xEd}$ [kN]	$e_i/b_i$ [-]	$\max e/b$ [-]	$\eta$ [-]
124	y	7.38	12.66	0.486	1/2	0.97
126	z	-5.23	12.66	0.344	1/2	0.69

### 1. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS

Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt

### 2. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS

Ek	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$e/b$ [m]	$\max e/b$ [m]	$\eta$ [-]
6	4.92	17.78	0.231	1/3	0.69

### Mittlerer Sohl Druck

nach DIN 1054:2010-12

Maßg. Beanspruchung Kombination Ek 14  
 Bemessungssituation BS-P  
 Ausmittigkeit  $e_y / e_z = 0.146 / -0.146$  m  
 reduzierte Breite  $b'_y / b'_z = 0.908 / 0.908$  m  
 Bemessungswert Sohl Druck  $\sigma_{E,d} = 43.42$  kN/m<sup>2</sup>  
 Bemessungswert Sohlwiderstand  $\sigma_{R,d} = 150.00$  kN/m<sup>2</sup>

$\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$       43.424 ≤ 150.000

### Gleiten

in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ GEO-2

Maßg. Beanspruchung Kombination Ek 15  
 Bemessungssituation BS-P  
 Sohlreibungswinkel  $\delta_k = 35.00$  °

$H_d$ [kN]	$R_k$ [kN]	$\gamma_{R,h}$ [-]	$R_d$ [kN]
2.48	12.45	1.10	11.32

$H_d \leq R_d$       2.482 ≤ 11.318

### Bemessung (GZT) Biegebemessung

Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
der Platte an den Stützenanschnitten

Ek 159	$M_y \max =$	1.98 kNm
Ek 179	$M_y \min =$	-1.20 kNm
Ek 162	$M_z \max =$	3.55 kNm
Ek 178	$M_z \min =$	-1.58 kNm

### erf. Bewehrung

ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur  
Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens

	$A_{Sy}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{Sz}$ [cm <sup>2</sup> ]
unten	0.10	0.06
oben	0.04	0.03

### Mindestbewehrung

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

	$\eta_y$ [-]	$a_{sy,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effz}$ [m]	$\eta_z$ [-]	$a_{sz,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effy}$ [m]
unten	0.125	0.04	1.20	0.125	0.04	1.20
oben	-	-	-	-	-	-

Bewehrungswahl

mit Betonstabstahl

Unten

Verteilung der Bewehrung nach Heft 240, Tafel 2.9

Ri	Streifen [m]	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.00 - 0.15	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.15 - 0.30	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.30 - 0.45	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.45 - 0.60	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.60 - 0.75	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.75 - 0.90	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.90 - 1.05	0.01	1 Ø 10	0.79
	1.05 - 1.20	0.01	1 Ø 10	0.79
z	0.00 - 0.15	0.01 <sub>v</sub>	1 Ø 10	0.79
	0.15 - 0.30	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.30 - 0.45	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.45 - 0.60	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.60 - 0.75	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.75 - 0.90	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.90 - 1.05	0.01	1 Ø 10	0.79
	1.05 - 1.20	0.01 <sub>v</sub>	1 Ø 10	0.79

Oben

Gleichmäßige Verteilung der Bewehrung oben

Ri	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.04	6 Ø 10 <sub>k</sub>	4.71
z	0.03	6 Ø 10 <sub>k</sub>	4.71

V Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 6.4.5

K Konstruktive Bewehrung nach DIN EN 1992-1-1, 9.3.1.1(3)

Durchstanznachweis

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

Ek 201

mittlere statische Nutzhöhe	d =	74.50	cm
Abstand des kritischen Rundschnitts vom Stützenrand	$a_{crit}$ =	0.2 d	
Beiwert für nichtrotationssymmetrische Querkraftverteilung (genau)	$\beta$ =	1.10	-
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed}$ =	12.45	kN
Bodenpressung	$\sigma_{0d}$ =	8.65	kN/m <sup>2</sup>
Abzugsfläche	A =	5001.45	cm <sup>2</sup>
reduzierte Querkraft	$V_{Ed,red}$ =	8.13	kN
Längsbewehrungsgrad	$\rho_{l,z}$ =	0.07	%
Längsbewehrungsgrad	$\rho_{l,y}$ =	0.07	%
mittl. Längsbewehrungsgrad	$\rho_l$ =	0.07	%

Rund- schnitt	Abstand [m]	u [m]	$v_{Ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$v_{Rd,c}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
U <sub>crit</sub>	0.15	2.51	0.005	2.595

Nachweis  $v_{Ed}/v_{Rd,c}$  0.0018 <= 1.0



Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis

			<sup>n</sup> [-]
Kippen	OK	0.97	
Sohldruck	OK	0.29	
Gleiten	OK	0.22	

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis

			<sup>n</sup> [-]
2. Kernweite	OK	0.69	

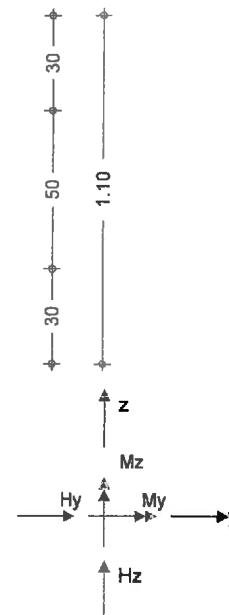
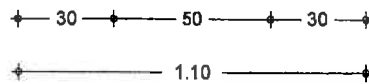
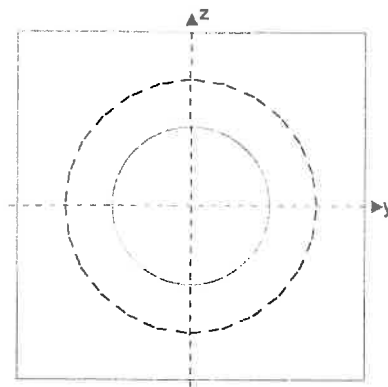
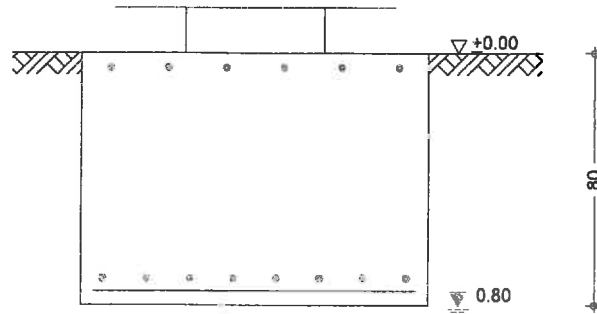
**Pos. WZ 3 o.A.**

**Fundament für Auftriebskraftwerk (Windzone III, ohne Auftrieb)**

**System**

**Einzelfundament**

M 1:24



Abmessungen  
 Mat./Querschnitt

$h$ [m]	$Z_F$ [m]	Material [-]	$b_y/b_z$ [m]
0.80	0.80	C 25/30	1.10/1.10

Stützenabmessung

$C_y$	=	0.44	m
$C_z$	=	0.39	m

Wasserstand von OKG

GW	=	0.80	m
----	---	------	---

**Baugrund**

Schicht	x [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Boden1	0.00	18.5	8.5	35.0	0.0
Boden2	5.00	18.5	8.5	0.0	0.0

**Belastungen**

**Eigengewicht**

Automatisch generierte Eigengewichte

EW	Kommentar	$\gamma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	G [kN]
Gk.A	Eigengew. Fundament	25.00	24.20
Gk.B	Eigengew. Fundament *	24.00	23.23

\* : Eigengewichte für 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]
Gk	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.Q	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.w	0.00	0.00	5.30	2.44	0.00
Qk.w.090	0.00	-3.75	3.75	1.73	1.73

**Char. Schnittgrößen**

Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)

Ort	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Einw. Gk	sohle	0.50	0.00	0.00	0.00
	Stütze	0.50	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.Q	sohle	7.85	0.00	0.00	0.00
	Stütze	7.85	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.w	sohle	0.00	0.00	7.25	2.44
	Stütze	0.00	0.00	5.30	2.44
Einw. Qk.w.090	sohle	0.00	-5.13	5.13	1.73
	Stütze	0.00	-3.75	3.75	1.73
Einw. Gk.A	sohle	24.20	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.B	sohle	23.23	0.00	0.00	0.00

**Kombinationen**

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990 und DIN EN 1997-1, Darstellung der maßgebenden Kombinationen

EK	Typ	$\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
6	BS-P	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.00*Qk.w
15	BS-P	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.50*Qk.w.090
68	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.50*Qk.w
70	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.50*Qk.w.090
74	GK	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.50*Qk.w
83	GK	1.00*Gk+1.35*Gk.A+1.50*Qk.w.090
95	GK	1.35*Gk+1.00*Gk.A+1.50*Qk.Q +1.50*Qk.w.090
98	GK	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.50*Qk.w
105	GK	1.35*Gk+1.50*Qk.Q

**Bem.-schnittgrößen**

DIN EN 1997-1

Nachweis der Kippsicherheit

EK	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
68	21.36	0.00	10.88	3.66	0.00
70	21.36	-7.70	7.70	2.60	2.60

DIN EN 1997-1 Nachweis der 2. Kernweite

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
6	24.70	0.00	7.25	2.44	0.00
8	24.70	-5.13	5.13	1.73	1.73

DIN EN 1997-1 Nachweis der Gleitsicherheit

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
15	33.35	-7.70	7.70	2.60	2.60

DIN EN 1997-1 Nachweis des Sohldrucks

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
15	33.35	-7.70	7.70	2.60	2.60

DIN EN 1992-1-1 Biegebemessung

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
74	33.35	0.00	10.88	3.66	0.00
83	33.17	-7.70	7.70	2.60	2.60
95	36.65	-7.70	7.70	2.60	2.60
98	24.70	0.00	10.88	3.66	0.00

DIN EN 1992-1-1 Durchstanznachweis

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
105	12.45	0.00	0.00	0.00	0.00

Mat./Querschnitt Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30	25.0	-	31000
B 500SA	-	500.0	200000

Achsabstände

Bauteil	$d'_y$ [cm]	$d'_z$ [cm]
Fundament	4.50	6.50

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1997-1-1, DIN 1054

Standicherheit Stand sicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1:2009-09

Kippen nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ EQU

Ek	Achse	$M_{Ed}$ [kNm]	$F_{xEd}$ [kN]	$e_i/b_i$ [-]	$\max e/b$ [-]	$\eta$ [-]
68	y	10.88	21.36	0.463	1/2	0.93
70	z	-7.70	21.36	0.328	1/2	0.66

1. Kernweite nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS

Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
 Der Nachweis entfällt

**2. Kernweite**

nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS

Ek	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$e/b$ [m]	$\max e/b$ [m]	$\eta$ [-]
6	7.25	24.70	0.267	1/3	0.80

**Mittlerer Sohlldruck**

nach DIN 1054:2010-12

Maßg. Beanspruchung	Kombination Ek 15
Bemessungssituation BS-P	
Ausmittigkeit $e_y / e_z =$	0.231 / -0.231 m
reduzierte Breite $b'_y / b'_z =$	0.638 / 0.638 m
Bemessungswert Sohlldruck $\sigma_{E,d} =$	81.89 kN/m <sup>2</sup>
Bemessungswert Sohlwiderstand $\sigma_{R,d} =$	150.00 kN/m <sup>2</sup>
 $\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$  81.894 ≤ 150.000	

**Gleiten**

in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ GEO-2

Maßg. Beanspruchung	Kombination Ek 15
Bemessungssituation BS-P	
Sohlreibungswinkel	$\delta_k = 35.00^\circ$
 $H_d$ [kN]	$R_k$ [kN]
3.67	17.30
	$\gamma_{R,h}$ [-]
	1.10
	$R_d$ [kN]
	15.72
 $H_d \leq R_d$  3.670 ≤ 15.723	

**Bemessung (GZT)  
Biegebemessung**

Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01 der Platte an den Stützenanschnitten

Ek 95	My max =	2.28 kNm
Ek 83	My min =	-1.53 kNm
Ek 98	Mz max =	4.22 kNm
Ek 74	Mz min =	-1.61 kNm

**erf. Bewehrung**

ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens

	$A_{sy}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{sz}$ [cm <sup>2</sup> ]
unten	0.12	0.07
oben	0.04	0.04

**Mindestbewehrung**

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

	$\eta_y$ [-]	$a_{sy,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effz}$ [m]	$\eta_z$ [-]	$a_{sz,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effy}$ [m]
unten	0.125	0.04	1.10	0.125	0.04	1.10
oben	-	-	-	-	-	-

**Bewehrungswahl**

mit Betonstabstahl

**Unten**

Verteilung der Bewehrung nach Heft 240, Tafel 2.9

Ri	streifen [m]	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.00 - 0.14	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.14 - 0.28	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.28 - 0.41	0.02	1 ∅ 10	0.79
	0.41 - 0.55	0.02	1 ∅ 10	0.79
	0.55 - 0.69	0.02	1 ∅ 10	0.79
	0.69 - 0.83	0.02	1 ∅ 10	0.79
	0.83 - 0.96	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.96 - 1.10	0.01	1 ∅ 10	0.79
z	0.00 - 0.14	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.14 - 0.28	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.28 - 0.41	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.41 - 0.55	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.55 - 0.69	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.69 - 0.83	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.83 - 0.96	0.01	1 ∅ 10	0.79
	0.96 - 1.10	0.01	1 ∅ 10	0.79

oben Gleichmäßige Verteilung der Bewehrung oben

Ri	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.04	6 ∅ 10 <sub>k</sub>	4.71
z	0.04	6 ∅ 10 <sub>k</sub>	4.71

K Konstruktive Bewehrung nach DIN EN 1992-1-1, 9.3.1.1(3)

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

*Ek 105*

mittlere statische Nutzhöhe	d =	74.50	cm
Abstand des kritischen Rundschnitts vom Stützenrand	a <sub>crit</sub> =	0.2 d	
Beiwert für nichtrotationssymmetrische Querkraftverteilung (genau)	β =	1.10	-
Aufzunehmende Querkraft	V <sub>Ed</sub> =	12.45	kN
Bodenpressung	σ <sub>0d</sub> =	10.29	kN/m <sup>2</sup>
Abzugsfläche	A =	5001.45	cm <sup>2</sup>
reduzierte Querkraft	V <sub>Ed, red</sub> =	7.30	kN
Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l, z</sub> =	0.08	%
Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l, y</sub> =	0.08	%
mittl. Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l</sub> =	0.08	%

Rund-schnitt	Abstand [m]	u [m]	vEd [N/mm <sup>2</sup> ]	vRd, c [N/mm <sup>2</sup> ]
U <sub>crit</sub>	0.15	2.51	0.004	2.595

Nachweis vEd/vRd, c 0.0017 <= 1.0

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis

		$\eta$
		[-]
Kippen	OK	0.93
Sohldruck	OK	0.55
Gleiten	OK	0.23

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis

		$\eta$
		[-]
2. kernweite	OK	0.80

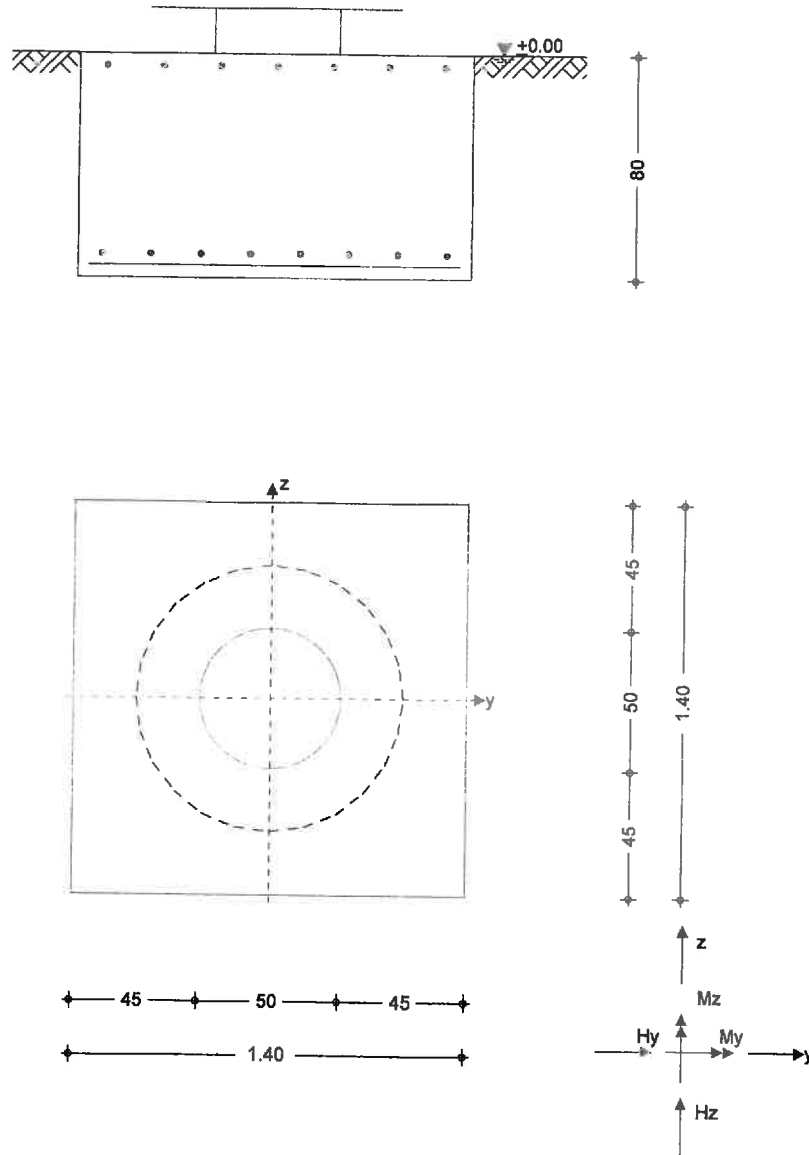
**Pos. WZ 3 m.A.**

**Fundament für Auftriebskraftwerk (Windzone III, mit Auftrieb)**

**System**

**Einzel Fundament**

M 1:27



Abmessungen  
Mat./Querschnitt

$h$ [m]	$Z_F$ [m]	Material [-]	$b_y/b_z$ [m]
0.80	0.80	C 25/30	1.40/1.40
Stützenabmessung		$C_y =$	0.44 m
		$C_z =$	0.39 m
Wasserstand von OKG		GW =	0.00 m



Baugrund	Schicht	x [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	Boden1	0.00	18.5	8.5	35.0	0.0
	Boden2	5.00	18.5	8.5	0.0	0.0

### Belastungen

Eigengewicht	Automatisch generierte Eigengewichte	$\gamma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	G [kN]
EW	Kommentar		
Gk.A	Eigengew. Fundament	25.00	39.20
Gk.B	Eigengew. Fundament *	24.00	37.63
Gk.F	Auftrieb Fundament		-15.68

\* : Eigengewichte für Abhebenachweis mit reduzierter Wichte des Betons

### Auflagerlasten

Auflagerlasten aus der Stütze	$F_x$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]
EW					
Gk	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.Q	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.W	0.00	0.00	5.30	2.44	0.00
Qk.W.090	0.00	-3.75	3.75	1.73	1.73

### Char. Schnittgrößen

Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)	Ort					
	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]	
Einw. Gk	Sohle	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	Stütze	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.Q	Sohle	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
	Stütze	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.W	Sohle	0.00	0.00	7.25	2.44	0.00
	Stütze	0.00	0.00	5.30	2.44	0.00
Einw. Qk.W.090	Sohle	0.00	-5.13	5.13	1.73	1.73
	Stütze	0.00	-3.75	3.75	1.73	1.73
Einw. Gk.A	Sohle	39.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.B	Sohle	37.63	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.F	Sohle	-15.68	0.00	0.00	0.00	0.00

### Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990 und DIN EN 1997-1, Darstellung der maßgebenden Kombinationen

EK	Typ	$\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
6	BS-P	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.00*Gk.F+1.00*Qk.W
14	BS-P	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.35*Gk.F+1.50*Qk.Q +1.50*Qk.W.090
15	BS-P	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.35*Gk.F +1.50*Qk.W.090
124	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.10*Gk.F+1.50*Qk.W
126	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.10*Gk.F +1.50*Qk.W.090
159	GK	1.35*Gk+1.00*Gk.A+1.35*Gk.F+1.50*Qk.Q +1.50*Qk.W.090
162	GK	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.35*Gk.F+1.50*Qk.W
178	GK	1.00*Gk+1.35*Gk.A+1.00*Gk.F+1.50*Qk.W
179	GK	1.00*Gk+1.35*Gk.A+1.00*Gk.F +1.50*Qk.W.090
201	GK	1.35*Gk+1.50*Qk.Q

### Bem.-schnittgrößen

DIN EN 1997-1 Nachweis der Kippsicherheit

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
124	17.07	0.00	10.88	3.66	0.00
126	17.07	-7.70	7.70	2.60	2.60

DIN EN 1997-1 Nachweis der 2. Kernweite

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
6	24.02	0.00	7.25	2.44	0.00
7	31.87	-5.13	5.13	1.73	1.73

DIN EN 1997-1 Nachweis der Gleitsicherheit

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
15	32.43	-7.70	7.70	2.60	2.60

DIN EN 1997-1 Nachweis des Sohldrucks

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
14	44.20	-7.70	7.70	2.60	2.60

DIN EN 1992-1-1 Biegebemessung

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
159	30.48	-7.70	7.70	2.60	2.60
162	18.53	0.00	10.88	3.66	0.00
178	37.74	0.00	10.88	3.66	0.00
179	37.74	-7.70	7.70	2.60	2.60

DIN EN 1992-1-1 Durchstanznachweis

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
201	12.45	0.00	0.00	0.00	0.00

Mat./Querschnitt

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

Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30	25.0	-	31000
B 500SA		500.0	200000

Achsabstände

Bauteil	$d'_y$ [cm]	$d'_z$ [cm]
Fundament	4.50	6.50

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1997-1-1, DIN 1054

Standicherheit

Stand sicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1:2009-09

Kippen

nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ EQU

Ek	Achse	$M_{Ed}$ [kNm]	$F_{xEd}$ [kN]	$e_i/b_i$ [-]	$\max e/b$ [-]	$\eta$ [-]
124	y	10.88	17.07	0.455	1/2	0.91
126	z	-7.70	17.07	0.322	1/2	0.64

1. Kernweite nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS  
Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt

2. Kernweite nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS

Ek	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$e/b$ [m]	$\max e/b$ [m]	$\eta$ [-]
6	7.25	24.02	0.216	1/3	0.65

Mittlerer Sohldruck nach DIN 1054:2010-12

Maßg. Beanspruchung Kombination Ek 14  
Bemessungssituation BS-P  
Ausmittigkeit  $e_y / e_z = 0.174 / -0.174$  m  
reduzierte Breite  $b'_y / b'_z = 1.052 / 1.052$  m  
Bemessungswert Sohldruck  $\sigma_{E,d} = 39.97$  kN/m<sup>2</sup>  
Bemessungswert Sohlwiderstand  $\sigma_{R,d} = 150.00$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$  39.974 ≤ 150.000

Gleiten in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ GEO-2

Maßg. Beanspruchung Kombination Ek 15  
Bemessungssituation BS-P  
Sohlreibungswinkel  $\delta_k = 35.00$  °  

$H_d$ [kN]	$R_k$ [kN]	$\gamma_{R,h}$ [-]	$R_d$ [kN]
3.67	16.82	1.10	15.29

 $H_d \leq R_d$  3.670 ≤ 15.290

Bemessung (GZT)  
Biegebemessung

Stahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
der Platte an den Stützenanschnitten

Ek 159	My max =	3.11 kNm
Ek 179	My min =	-2.04 kNm
Ek 162	MZ max =	5.30 kNm
Ek 178	MZ min =	-2.79 kNm

erf. Bewehrung ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur  
Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens

	$A_{sy}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{sz}$ [cm <sup>2</sup> ]
unten	0.15	0.09
oben	0.08	0.05

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

	$\eta_y$ [-]	$a_{sy,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effz}$ [m]	$\eta_z$ [-]	$a_{sz,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effy}$ [m]
unten	0.125	0.04	1.40	0.125	0.04	1.40
oben	-	-	-	-	-	-

Bewehrungswahl

mit Betonstabstahl

Unten

Verteilung der Bewehrung nach Heft 240, Tafel 2.9

Ri	Streifen [m]	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.00 - 0.18	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.18 - 0.35	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.35 - 0.53	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.53 - 0.70	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.70 - 0.88	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.88 - 1.05	0.02	1 Ø 10	0.79
	1.05 - 1.23	0.02	1 Ø 10	0.79
	1.23 - 1.40	0.01	1 Ø 10	0.79
z	0.00 - 0.18	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.18 - 0.35	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.35 - 0.53	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.53 - 0.70	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.70 - 0.88	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.88 - 1.05	0.01	1 Ø 10	0.79
	1.05 - 1.23	0.01	1 Ø 10	0.79
	1.23 - 1.40	0.01	1 Ø 10	0.79

Oben

Gleichmäßige Verteilung der Bewehrung oben

Ri	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.08	7 Ø 10 <sub>K</sub>	5.50
z	0.05	7 Ø 10 <sub>K</sub>	5.50

K Konstruktive Bewehrung nach DIN EN 1992-1-1, 9.3.1.1(3)

Durchstanznachweis

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

Ek 201

mittlere statische Nutzhöhe	d =	74.50	cm
Abstand des kritischen Rundschnitts vom Stützenrand	$a_{crit}$ =	0.3 d	
Beiwert für nichtrotationssymmetrische Querkraftverteilung (genau)	$\beta$ =	1.10	-
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed}$ =	12.45	kN
Bodenpressung	$\sigma_d$ =	6.35	kN/m <sup>2</sup>
Abzugsfläche	A =	7043.52	cm <sup>2</sup>
reduzierte Querkraft	$V_{Ed,red}$ =	7.98	kN
Längsbewehrungsgrad	$\rho_{l,z}$ =	0.06	%
Längsbewehrungsgrad	$\rho_{l,y}$ =	0.06	%
mittl. Längsbewehrungsgrad	$\rho_l$ =	0.06	%

Rund- schnitt	Abstand [m]	u [m]	$v_{Ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$v_{Rd,c}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Ucrit	0.22	2.98	0.004	1.730

Nachweis  $v_{Ed}/v_{Rd,c}$  0.0023 <= 1.0

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis

		$\eta$ [-]
Kippen	OK	0.91
Sohldruck	OK	0.27
Gleiten	OK	0.24

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis

		$\eta$ [-]
2. Kernweite	OK	0.65

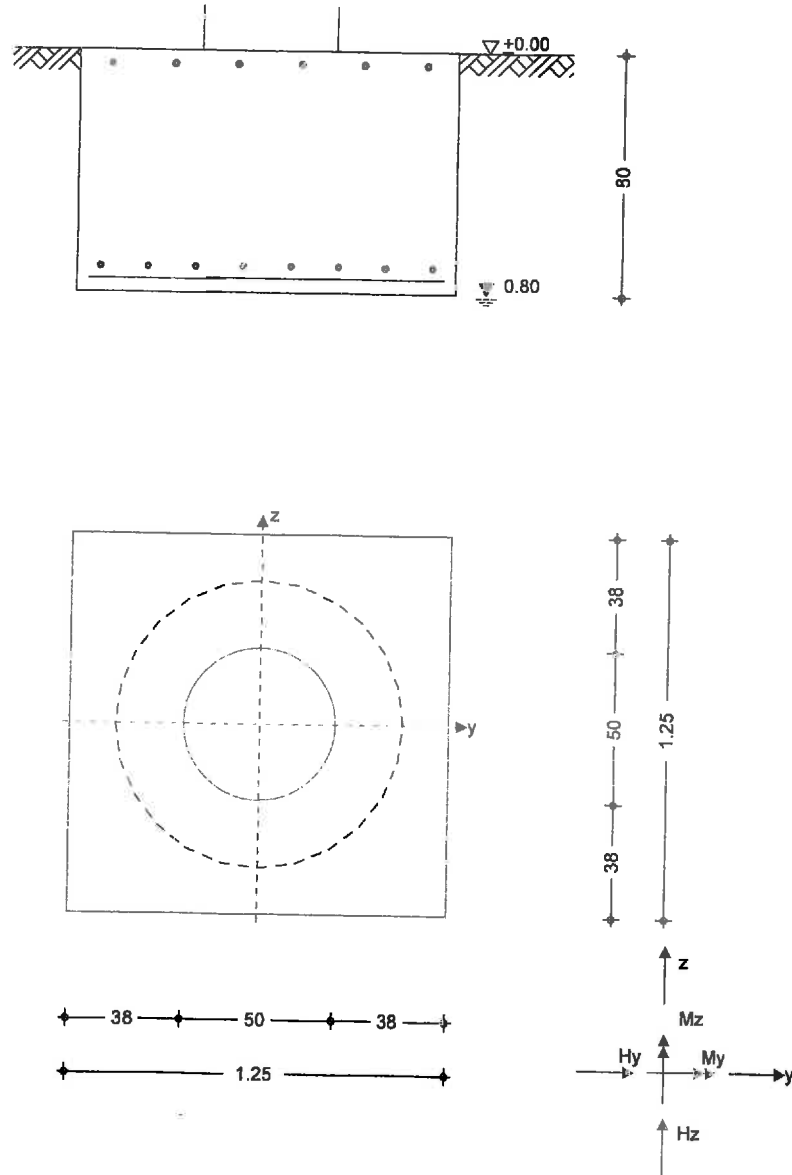
Pos. WZ 4 o.A.

Fundament für Auftriebskraftwerk (Windzone IV, ohne Auftrieb)

System

Einzel Fundament

M 1:25



Abmessungen  
 Mat./Querschnitt

h [m]	$Z_F$ [m]	Material [-]	$b_y/b_z$ [m]
0.80	0.80	C 25/30	1.25/1.25

Stützenabmessung

$C_y$	=	0.44	m
$C_z$	=	0.39	m

Wasserstand von OKG

GW	=	0.80	m
----	---	------	---

**Baugrund**

Schicht	x [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Boden1	0.00	18.5	8.5	35.0	0.0
Boden2	5.00	18.5	8.5	0.0	0.0

**Belastungen**

**Eigengewicht**

Automatisch generierte Eigengewichte

EW	Kommentar	$\gamma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	G [kN]
Gk.A	Eigengew. Fundament	25.00	31.25
Gk.B	Eigengew. Fundament *	24.00	30.00

\* : Eigengewichte für 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]
Gk	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.Q	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.W	0.00	0.00	7.66	3.52	0.00
Qk.W.090	0.00	-5.42	5.42	2.49	2.49

**Char. Schnittgrößen**

Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)

Ort	$F_{x,k}$ [kN]	$M_{y,k}$ [kNm]	$M_{z,k}$ [kNm]	$F_{y,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
Einw. Gk					
Sohle	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Stütze	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.Q					
Sohle	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Stütze	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.W					
Sohle	0.00	0.00	10.48	3.52	0.00
Stütze	0.00	0.00	7.66	3.52	0.00
Einw. Qk.W.090					
Sohle	0.00	-7.41	7.41	2.49	2.49
Stütze	0.00	-5.42	5.42	2.49	2.49
Einw. Gk.A					
Sohle	31.25	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.B					
Sohle	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Kombinationen**

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990 und DIN EN 1997-1, Darstellung der maßgebenden Kombinationen

EK	Typ	$\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
6	BS-P	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.00*Qk.W
15	BS-P	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.50*Qk.W.090
68	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.50*Qk.W
70	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.50*Qk.W.090
74	GK	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.50*Qk.W
83	GK	1.00*Gk+1.35*Gk.A+1.50*Qk.W.090
95	GK	1.35*Gk+1.00*Gk.A+1.50*Qk.Q +1.50*Qk.W.090
98	GK	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.50*Qk.W
105	GK	1.35*Gk+1.50*Qk.Q

**Bem.-schnittgrößen**

DIN EN 1997-1

Nachweis der Kippsicherheit

EK	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
68	27.45	0.00	15.71	5.28	0.00
70	27.45	-11.12	11.12	3.74	3.74

DIN EN 1997-1 Nachweis der 2. Kernweite

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
6	31.75	0.00	10.48	3.52	0.00
8	31.75	-7.41	7.41	2.49	2.49

DIN EN 1997-1 Nachweis der Gleitsicherheit

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
15	42.86	-11.12	11.12	3.74	3.74

DIN EN 1997-1 Nachweis des Sohldrucks

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
15	42.86	-11.12	11.12	3.74	3.74

DIN EN 1992-1-1 Biegebemessung

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
74	42.86	0.00	15.71	5.28	0.00
83	42.69	-11.12	11.12	3.74	3.74
95	43.70	-11.12	11.12	3.74	3.74
98	31.75	0.00	15.71	5.28	0.00

DIN EN 1992-1-1 Durchstanznachweis

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
105	12.45	0.00	0.00	0.00	0.00

Mat./Querschnitt Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30	25.0	-	31000
B 500SA		500.0	200000

Achsabstände

Bauteil	$d'_y$ [cm]	$d'_z$ [cm]
Fundament	4.50	6.50

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1997-1-1, DIN 1054

Standssicherheit Standssicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1:2009-09

Kippen nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ EQU

Ek	Achse	$M_{Ed}$ [kNm]	$F_{xEd}$ [kN]	$e_i/b_i$ [-]	$\max e/b$ [-]	$\eta$ [-]
68	y	15.71	27.45	0.458	1/2	0.92
70	z	-11.12	27.45	0.324	1/2	0.65

1. Kernweite nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS  
Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt



2. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS

Ek	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$e/b$ [m]	$\max e/b$ [m]	$\eta$ [-]
6	10.48	31.75	0.264	1/3	0.79

Mittlerer Sohl Druck

nach DIN 1054:2010-12

Maßg. Beanspruchung	Kombination Ek 15
Bemessungssituation BS-P	
Ausmittigkeit $e_y / e_z =$	0.259 / -0.259 m
reduzierte Breite $b'_y / b'_z =$	0.731 / 0.731 m
Bemessungswert Sohl Druck $\sigma_{E,d} =$	80.16 kN/m <sup>2</sup>
Bemessungswert Sohlwiderstand $\sigma_{R,d} =$	150.00 kN/m <sup>2</sup>
$\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$	80.163 ≤ 150.000

Gleiten

in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ GEO-2

Maßg. Beanspruchung	Kombination Ek 15		
Bemessungssituation BS-P			
Sohlreibungswinkel	$\delta_k = 35.00^\circ$		
$H_d$ [kN]	$R_k$ [kN]	$\gamma_{R,h}$ [-]	$R_d$ [kN]
5.28	22.23	1.10	20.21
$H_d \leq R_d$	5.282	≤	20.211

Bemessung (GZT)  
BiegebemessungStahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
der Platte an den Stützenanschnitten

Ek 95	$M_y \max =$	3.59 kNm
Ek 83	$M_y \min =$	-2.57 kNm
Ek 98	$M_z \max =$	6.65 kNm
Ek 74	$M_z \min =$	-2.75 kNm

## erf. Bewehrung

ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur  
Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens

	$A_{sy}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{sz}$ [cm <sup>2</sup> ]
unten	0.19	0.11
oben	0.07	0.07

## Mindestbewehrung

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

	$\eta_y$ [-]	$a_{sy,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effz}$ [m]	$\eta_z$ [-]	$a_{sz,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effy}$ [m]
unten	0.125	0.04	1.25	0.125	0.04	1.25
oben	-	-	-	-	-	-

## Bewehrungswahl

mit Betonstabstahl

## Unten

Verteilung der Bewehrung nach Heft 240, Tafel 2.9

Ri	Streifen [m]	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.00 - 0.16	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.16 - 0.31	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.31 - 0.47	0.03	1 Ø 10	0.79
	0.47 - 0.63	0.03	1 Ø 10	0.79
	0.63 - 0.78	0.03	1 Ø 10	0.79
	0.78 - 0.94	0.03	1 Ø 10	0.79
	0.94 - 1.09	0.02	1 Ø 10	0.79
	1.09 - 1.25	0.02	1 Ø 10	0.79
z	0.00 - 0.16	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.16 - 0.31	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.31 - 0.47	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.47 - 0.63	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.63 - 0.78	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.78 - 0.94	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.94 - 1.09	0.01	1 Ø 10	0.79
	1.09 - 1.25	0.01	1 Ø 10	0.79

Oben

Gleichmäßige Verteilung der Bewehrung oben

Ri	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.07	6 Ø 10 <sub>K</sub>	4.71
z	0.07	6 Ø 10 <sub>K</sub>	4.71

K Konstruktive Bewehrung nach DIN EN 1992-1-1, 9.3.1.1(3)

Durchstanznachweis

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

EK 105

mittlere statische Nutzhöhe	d =	74.50	cm
Abstand des kritischen Rundschnitts vom Stützenrand	a <sub>crit</sub> =	0.3 d	
Beiwert für nichtrotationssymmetrische Querkraftverteilung (genau)	β =	1.10	-
Aufzunehmende Querkraft	V <sub>Ed</sub> =	12.45	kN
Bodenpressung	σ <sub>0d</sub> =	7.97	kN/m <sup>2</sup>
Abzugsfläche	A =	7043.52	cm <sup>2</sup>
reduzierte Querkraft	V <sub>Ed,red</sub> =	6.84	kN
Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l,z</sub> =	0.07	%
Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l,y</sub> =	0.07	%
mittl. Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l</sub> =	0.07	%

Rund- schnitt	Abstand [m]	u [m]	vEd [N/mm <sup>2</sup> ]	vRd,c [N/mm <sup>2</sup> ]
Ücrit	0.22	2.98	0.003	1.730

Nachweis vEd/vRd,c 0.0020 &lt;= 1.0

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis

			$\eta$
			$[-]$
Kippen	OK	0.92	
Sohldruck	OK	0.53	
Gleiten	OK	0.26	

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis

			$\eta$
			$[-]$
2. Kernweite	OK	0.79	

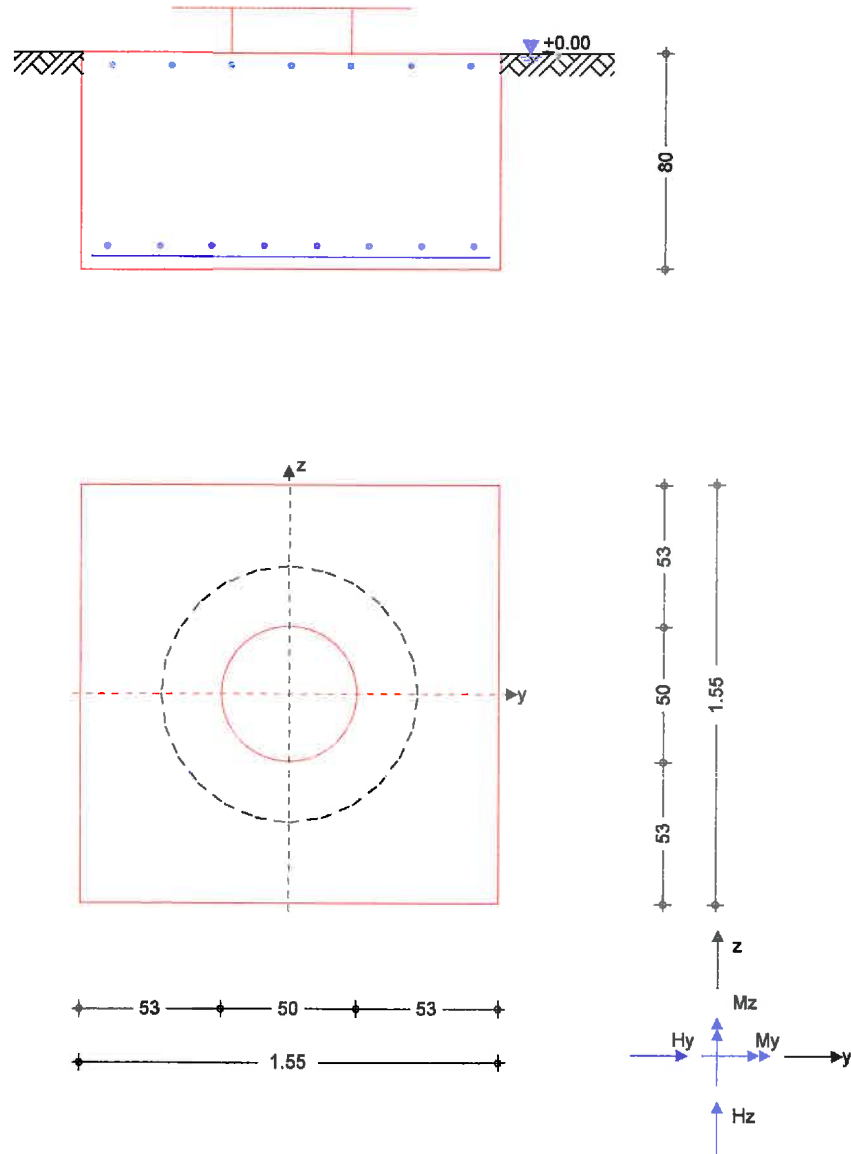
**Pos. WZ 4 m.A.**

**Fundament für Auftriebskraftwerk (Windzone IV, mit Auftrieb)**

System

Einzelfundament

M 1:28



Abmessungen  
 Mat./Querschnitt

$h$ [m]	$z_F$ [m]	Material [-]	$b_y/b_z$ [m]
0.80	0.80	C 25/30	1.55/1.55

Stützenabmessung

$C_y$	=	0.44 m
$C_z$	=	0.39 m

wasserstand von OKG

GW	=	0.00 m
----	---	--------

### Baugrund

Schicht	x [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Boden1	0.00	18.5	8.5	35.0	0.0
Boden2	5.00	18.5	8.5	0.0	0.0

### Belastungen

#### Eigengewicht

Automatisch generierte Eigengewichte

EW	Kommentar	$\gamma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	G [kN]
Gk.A	Eigengew. Fundament	25.00	48.05
Gk.B	Eigengew. Fundament *	24.00	46.13
Gk.F	Auftrieb Fundament		-19.22

\* : Eigengewichte für 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]
Gk	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.Q	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Qk.W	0.00	0.00	7.66	3.52	0.00
Qk.W.090	0.00	-5.42	5.42	2.49	2.49

#### Char. Schnittgrößen

Schnittgrößen je Nachweis-Ort (Umhüllende)

	Ort	$F_{x,k}$	$M_{y,k}$	$M_{z,k}$	$F_{y,k}$	$F_{z,k}$
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Einw. Gk	Sohle	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	Stütze	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.Q	Sohle	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
	Stütze	7.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Qk.W	Sohle	0.00	0.00	10.48	3.52	0.00
	Stütze	0.00	0.00	7.66	3.52	0.00
Einw. Qk.W.090	Sohle	0.00	-7.41	7.41	2.49	2.49
	Stütze	0.00	-5.42	5.42	2.49	2.49
Einw. Gk.A	Sohle	48.05	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.B	Sohle	46.13	0.00	0.00	0.00	0.00
Einw. Gk.F	Sohle	-19.22	0.00	0.00	0.00	0.00

#### Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990 und DIN EN 1997-1, Darstellung der maßgebenden Kombinationen

EK	Typ	$\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
6	BS-P	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.00*Gk.F+1.00*Qk.W
14	BS-P	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.35*Gk.F+1.50*Qk.Q +1.50*Qk.W.090
15	BS-P	1.35*Gk+1.35*Gk.A+1.35*Gk.F +1.50*Qk.W.090
124	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.10*Gk.F+1.50*Qk.W
126	BS-P	0.90*Gk+0.90*Gk.B+1.10*Gk.F +1.50*Qk.W.090
159	GK	1.35*Gk+1.00*Gk.A+1.35*Gk.F+1.50*Qk.Q +1.50*Qk.W.090
162	GK	1.00*Gk+1.00*Gk.A+1.35*Gk.F+1.50*Qk.W
178	GK	1.00*Gk+1.35*Gk.A+1.00*Gk.F+1.50*Qk.W
179	GK	1.00*Gk+1.35*Gk.A+1.00*Gk.F +1.50*Qk.W.090
201	GK	1.35*Gk+1.50*Qk.Q

#### Bem.-schnittgrößen

## DIN EN 1997-1

## Nachweis der Kippsicherheit

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
124	20.82	0.00	15.71	5.28	0.00
126	20.82	-11.12	11.12	3.74	3.74

## DIN EN 1997-1

## Nachweis der 2. Kernweite

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
6	29.33	0.00	10.48	3.52	0.00
7	37.18	-7.41	7.41	2.49	2.49

## DIN EN 1997-1

## Nachweis der Gleitsicherheit

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
15	39.60	-11.12	11.12	3.74	3.74

## DIN EN 1997-1

## Nachweis des Sohldrucks

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
14	51.37	-11.12	11.12	3.74	3.74

## DIN EN 1992-1-1

## Biegebemessung

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
159	34.55	-11.12	11.12	3.74	3.74
162	22.60	0.00	15.71	5.28	0.00
178	46.15	0.00	15.71	5.28	0.00
179	46.15	-11.12	11.12	3.74	3.74

## DIN EN 1992-1-1

## Durchstanznachweis

Ek	$F_{xEd}$ [kN]	$M_{yEd}$ [kNm]	$M_{zEd}$ [kNm]	$F_{yEd}$ [kN]	$F_{zEd}$ [kN]
201	12.45	0.00	0.00	0.00	0.00

Mat./Querschnitt

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

Material

Material	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]
C 25/30	25.0	-	31000
B 500SA		500.0	200000

Achsabstände

Bauteil	$d'_y$ [cm]	$d'_z$ [cm]
Fundament	4.50	6.50

Nachweise (GZT)

## Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1997-1-1, DIN 1054

Standsicherheit

## Standsicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1:2009-09

Kippen

## nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ EQU

Ek	Achse	$M_{Ed}$ [kNm]	$F_{xEd}$ [kN]	$e_i/b_i$ [-]	$\max e/b$ [-]	$\eta$ [-]
124	y	15.71	20.82	0.487	1/2	0.97
126	z	-11.12	20.82	0.344	1/2	0.69

1. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS

Keine maßg. Schnittkräfte vorhanden.  
Der Nachweis entfällt2. Kernweite

nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS

Ek	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$e/b$ [m]	$\max e/b$ [m]	$\eta$ [-]
6	10.48	29.33	0.230	1/3	0.69

Mittlerer sohl Druck

nach DIN 1054:2010-12

Maßg. Beanspruchung Kombination Ek 14  
Bemessungssituation BS-PAusmittigkeit  $e_y / e_z = 0.216 / -0.216$  mreduzierte Breite  $b'_y / b'_z = 1.117 / 1.117$  mBemessungswert Sohl Druck  $\sigma_{E,d} = 41.16$  kN/m<sup>2</sup>Bemessungswert Sohlwiderstand  $\sigma_{R,d} = 150.00$  kN/m<sup>2</sup>

$$\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d} \quad 41.162 \leq 150.000$$

Gleiten

in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ GEO-2

Maßg. Beanspruchung Kombination Ek 15  
Bemessungssituation BS-PSohlrreibungswinkel  $\delta_k = 35.00$  °

$H_d$ [kN]	$R_k$ [kN]	$\gamma_{R,h}$ [-]	$R_d$ [kN]
5.28	20.54	1.10	18.67

$$H_d \leq R_d \quad 5.282 \leq 18.670$$

Bemessung (GZT)  
BiegebemessungStahlbetonnachweise gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01  
der Platte an den Stützenanschnitten

Ek 159	$M_y \max = 4.55$ kNm
Ek 179	$M_y \min = -3.19$ kNm
Ek 162	$M_z \max = 8.53$ kNm
Ek 178	$M_z \min = -4.25$ kNm

## erf. Bewehrung

ohne Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur  
Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens

	$A_{Sy}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{Sz}$ [cm <sup>2</sup> ]
unten	0.25	0.14
oben	0.12	0.08

## Mindestbewehrung

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

	$\eta_y$ [-]	$a_{sy,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effz}$ [m]	$\eta_z$ [-]	$a_{sz,min}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$b_{effy}$ [m]
unten	0.125	0.04	1.55	0.125	0.04	1.55
oben	-	-	-	-	-	-

Bewehrungswahl

mit Betonstabstahl

Unten

Verteilung der Bewehrung nach Heft 240, Tafel 2.9

Ri	Streifen [m]	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.00 - 0.19	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.19 - 0.39	0.03	1 Ø 10	0.79
	0.39 - 0.58	0.03	1 Ø 10	0.79
	0.58 - 0.78	0.04	1 Ø 10	0.79
	0.78 - 0.97	0.04	1 Ø 10	0.79
	0.97 - 1.16	0.03	1 Ø 10	0.79
	1.16 - 1.36	0.03	1 Ø 10	0.79
	1.36 - 1.55	0.02	1 Ø 10	0.79
z	0.00 - 0.19	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.19 - 0.39	0.01	1 Ø 10	0.79
	0.39 - 0.58	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.58 - 0.78	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.78 - 0.97	0.02	1 Ø 10	0.79
	0.97 - 1.16	0.02	1 Ø 10	0.79
	1.16 - 1.36	0.01	1 Ø 10	0.79
	1.36 - 1.55	0.01	1 Ø 10	0.79

Oben

Gleichmäßige Verteilung der Bewehrung oben

Ri	erf.As [cm <sup>2</sup> ]	gewählt n ds[mm]	vorh.As [cm <sup>2</sup> ]
y	0.12	7 Ø 10 <sub>k</sub>	5.50
z	0.08	7 Ø 10 <sub>k</sub>	5.50

K Konstruktive Bewehrung nach DIN EN 1992-1-1, 9.3.1.1(3)

Durchstanznachweis

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

EK 201

mittlere statische Nutzhöhe	d =	74.50	cm
Abstand des kritischen Rundschnitts vom Stützenrand	$a_{crit}$ =	0.3 d	
Beiwert für nichtrotationssymmetrische Querkraftverteilung (genau)	$\beta$ =	1.10	-
Aufzunehmende Querkraft	$V_{Ed}$ =	12.45	kN
Bodenpressung	$\sigma_{0d}$ =	5.18	kN/m <sup>2</sup>
Abzugsfläche	A =	7043.52	cm <sup>2</sup>
reduzierte Querkraft	$V_{Ed,red}$ =	8.80	kN
Längsbewehrungsgrad	$\rho_{l,z}$ =	0.06	%
Längsbewehrungsgrad	$\rho_{l,y}$ =	0.05	%
mittl. Längsbewehrungsgrad	$\rho_l$ =	0.05	%

Rund- schnitt	Abstand [m]	u [m]	$v_{Ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$v_{Rd,c}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
U <sub>crit</sub>	0.22	2.98	0.004	1.730

Nachweis  $v_{Ed}/v_{Rd,c}$  0.0025 <= 1.0



Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis


		$\eta$
Kippen	OK	0.97
Sohldruck	OK	0.27
Gleiten	OK	0.28

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis

		$\eta$
2. Kernweite	OK	0.69

Aufsteller		<b>fischer</b>  BEFESTIGUNGSSYSTEME
Straße		
Plz / Ort		COMPUFIX 8.4
Tel. / Fax		8.4.4671.15999/7/2517
Bauvorhaben	Auftriebskraftwerk	Seite 1 vom Ausdruck Nr. 7
Bauteil	Verankerung auf Fundament	Datum: 21.11.2014
Bemerkung		

### fischer COMPUFIX: Bemessen nach ETAG, Anhang C

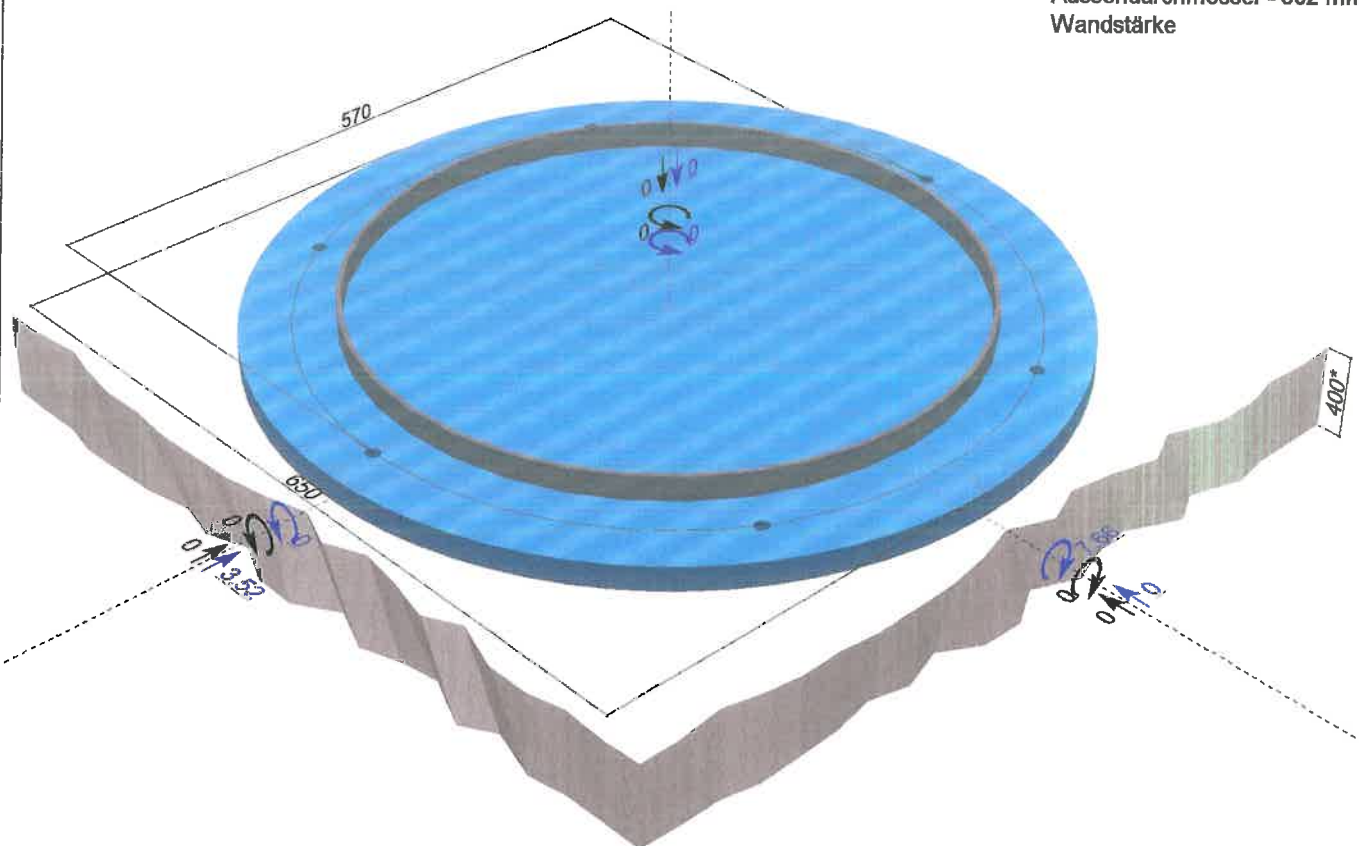
Lastart:	Ruhende Belastung
Dübel:	Ankerbolzen FAZ II 12 / 30 (Art. Nr. 95421) aus galvanisch verzinktem Stahl
Ankergrund:	Gerissener Beton, normal bewehrt Betondruckfestigkeitsklasse: C 25/30
Randbewehrung:	Ohne Einfluss
Dübelbiegung:	Nicht vorhanden
Ankerplatte:	Min. Ankerplattendicke: 15 mm, Stahlgüte der Ankerplatte: S235 (St37) Profiltyp: Rohr, Profilbezeichnung: Eigenes Profil


### Maße/Lasten:

ständige Lasten  
veränderliche Lasten  
 (\*) Maß nicht maßstäblich  
 [mm], [kN], [kNm]



Aussendurchmesser  $\varnothing$ 502 mm  
 Wandstärke



Aufsteller		 <b>fischer</b>  BEFESTIGUNGSSYSTEME
Bauvorhaben	Auftriebskraftwerk	
Bauteil	Verankerung auf Fundament	
Dübel	Ankerbolzen FAZ II 12 / 30	
		Seite 2 vom Ausdruck Nr. 7

**Achtung:**

- Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in COMPUFIX enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit. Der Steifigkeitsnachweis wird von COMPUFIX nicht geführt.
- Der Bemessung liegen umfangreiche dübelspezifische Kennwerte zugrunde. Bei einem Austausch - auch gegen ähnliche Produkte - muß in jedem Fall eine neue Bemessung erfolgen.
- Bei der Verwendung von Langlöchern wird vorausgesetzt, dass die Dübel mittig in den Löchern angeordnet sind.
- Bitte überprüfen Sie, ob die Klemmdicke des Dübels ausreichend ist.
- Maximaler Lochdurchmesser im Anbauteil: 14 mm.
- Zur Gewährleistung der Bauteiltragfähigkeit sind die Nachweise nach Abschnitt 7 der ETAG, Anhang C zu beachten.
- Alle übrigen Bedingungen der Zulassung sind zu beachten.
- Spaltnachweis ist aus folgenden Gründen nicht notwendig:
  - Nachweise wurden für gerissenen Beton geführt.
  - Es ist eine Spaltbewehrung vorhanden, die die Rissbreite unter Berücksichtigung der Spaltkräfte der Dübel nach ETAG 001, Anhang C, Abschnitt 7.3 auf  $w_k = 0.3$  mm begrenzt.

Zuglast, Stahlbruch:					Querlast, Stahlbruch:				
	Einheit	1,35g + 1,50g	1,00g + 1,50g	1,35g		Einheit	1,35g + 1,50g	1,00g + 1,50g	1,35g
$N_{Rk,s}$	kN	41,50	41,50		$V_{Rk,s}$	kN	29,50	29,50	
$\square_{Ms}$	-	1,50	1,50		$\square_{Me}$	-	1,25	1,25	
$N_{Rd,s}$	kN	27,67	27,67		$V_{Rd,s}$	kN	23,60	23,60	
$N_{Sd}$	kN	9,14	9,14		$V_{Sd}$	kN	0,88	0,88	
$\square_{N,s}$	-	0,33	0,33		$\square_{V,s}$	-	0,04	0,04	


Zuglast, Kegelförmiger Betonausbruch:					Querlast, Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite:				
	Einheit	1,35g + 1,50g	1,00g + 1,50g	1,35g		Einheit	1,35g + 1,50g	1,00g + 1,50g	1,35g
$N_{Rk,c}$	kN	23,10	23,10		$N_{Rk,c}$	kN	23,10	23,10	
$A_{c,N}$	cm <sup>2</sup>	441,00	441,00		$A_{c,N}$	cm <sup>2</sup>	441,00	441,00	
$A_{c,N}^0$	cm <sup>2</sup>	441,00	441,00		$A_{c,N}^0$	cm <sup>2</sup>	441,00	441,00	
$A_{c,N} / A_{c,N}^0$	-	1,00	1,00		$A_{c,N} / A_{c,N}^0$	-	1,00	1,00	
$\square_{s,N}$	-	1,00	1,00		$\square_{s,N}$	-	1,00	1,00	
$\square_{ec1,N}$	-	1,00	1,00		$\square_{ec1,N}$	-	1,00	1,00	
$\square_{ec2,N}$	-	1,00	1,00		$\square_{ec2,N}$	-	1,00	1,00	
$\square_{re,N}$	-	1,00	1,00		$\square_{re,N}$	-	1,00	1,00	
$N_{Rk,c}$	kN	23,10	23,10		k	-	2,40	2,40	
$\square_{M,c}$	-	1,50	1,50		$V_{Rk,cp}$	kN	55,43	55,43	
$N_{Rd,c}$	kN	15,40	15,40		$\square_{M,cp}$	-	1,50	1,50	
$N_{Sd}$	kN	9,14	9,14		$V_{Rd,cp}$	kN	36,95	36,95	
$\square_{N,c}$	-	0,59	0,59		$V_{Sd}$	kN	0,88	0,88	
					$\square_{V,cp}$	-	0,02	0,02	

Zuglast, Herausziehen:				
	Einheit	1,35g + 1,50g	1,00g + 1,50g	1,35g
$N_{Rk,p}$	kN	17,60	17,60	
$\square_{Mp}$	-	1,50	1,50	
$N_{Rd,p}$	kN	11,73	11,73	
$N_{Sd}$	kN	9,14	9,14	
$\square_{N,p}$	-	0,78	0,78	


**Interaktion:**

Lastkombination: 1,35 g + 1,50 q	$\square_N + \square_V$	= 0,82	≤ 1,20
Lastkombination: 1,00 g + 1,50 q	$\square_N + \square_V$	= 0,82	≤ 1,20

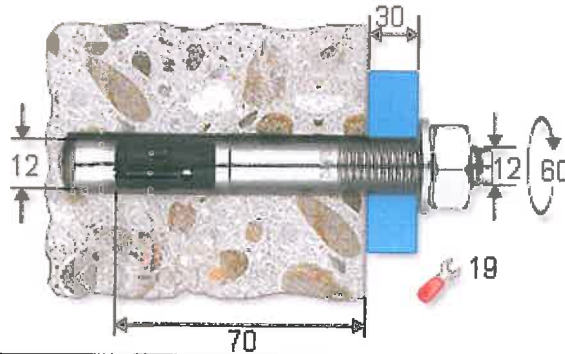
Zuglast	Ausnutzung	Querlast	Ausnutzung	Interaktion	Ausnutzung
Stahlbruch:	33,0 %	Stahlbruch:	3,7 %		68,0 %
Kegelförmiger Betonausbruch:	59,4 %	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite:	2,4 %		
Durchziehen / Herausziehen:	77,9 %				

Aufsteller		<b>fischer</b>  BEFESTIGUNGSSYSTEME
Bauvorhaben	Auftriebskraftwerk	
Bauteil	Verankerung auf Fundament	
Dübel	Ankerbolzen FAZ II 12 / 30	
		Seite 3 vom Ausdruck Nr 7

**Ergebnis:**      **Der rechnerische Nachweis der Dübel ist erbracht**

Aufsteller		<b>fischer</b>  BEFESTIGUNGSSYSTEME Seite 4 vom Ausdruck Nr. 7
Bauvorhaben	Auftriebskraftwerk	
Bauteil	Verankerung auf Fundament	
Dübel	Ankerbolzen FAZ II 12 / 30	

### Montagedaten



Max. Klemmdicke $t_k$	[mm]	30
Gewindedurchmesser M	[mm]	12
Anzugsdrehmoment $M_b$	[Nm]	60
Schlüsselweite	[mm]	19
Durchgangsloch im anzuschliessenden Bauteil $d_r$	[mm]	14
Verankerungstiefe $h_a$	[mm]	70
Bohrlochdurchmesser $d_b$	[mm]	12
Mind. Bohrlochtiefe bei Durchsteckmontage $t_d$	[mm]	125

Aufsteller		<b>fischer</b>  BEFESTIGUNGSSYSTEME
Bauvorhaben	Auftriebskraftwerk	
Bauteil	Verankerung auf Fundament	
Dübel	Ankerbolzen FAZ II 12 / 30	
		Seite 5 vom Ausdruck Nr. 7

