

Fundamentdatenblatt

Foundation Data Sheet

E-138 EP3 E2-HT-149-ES-C-02

Flachgründung mit Auftrieb
Flat Foundation with Buoyancy

WZ 2, GKII (DIBt-Richtlinie, Fassung Oktober 2012)
WTC WK IIIA (IEC 61400-1, 3rd edition, 2005-08)

Herausgeber	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360
Urheberrechtshinweis	<p>Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
Geschützte Marken	Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.
Publisher	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Germany Phone: +49 4941 927-0 ▪ Fax: +49 4941 927-109 E-mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Managing Directors: Hans-Dieter Kettwig Local court: Aurich ▪ Company registration number: HRB 411 VAT ID no.: DE 181 977 360
Copyright notice	<p>The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.</p> <p>ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.</p> <p>The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.</p> <p>If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.</p>
Registered trademarks	Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.
Reservation of right of modification	ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.

Dokumentinformation / Document details

Dokument-ID Document ID	D0890552 /0
Vermerk Note	Originaldokument Original document

Datum Date	Sprache Language	DCC	Werk / Abteilung Plant / Department
2019-11-05	de;eng	DA	WRD / Türme und Fundamente WRD / Towers and Foundations

Ergänzende Angaben / Additional notes

Angaben zum Original (ger;eng) Original document details		Angaben zur Übersetzung (--) Translation details	
Erstellt/Datum: Created/Date:	Papagiannis M./ 2019-11-06	Übersetzt/Datum: Translated/Date:	
Geprüft/Datum: Checked/Date:	Meyerhoff, F. / 2019-11-08	Geprüft/Datum: Checked/Date:	

Revisionen / Revisions

Rev.	Datum/Date	Änderung/Change	Erstellt/Created
0	2019-11-05	Dokument erstellt (Entwurf) Document created (Preliminary)	MIP



Dieses Dokument wurde auf Anfrage bzw. für einen bestimmten Auftrag verschickt. Der Empfänger wurde nicht registriert. Der Empfänger wird bei Änderung nicht automatisch informiert.

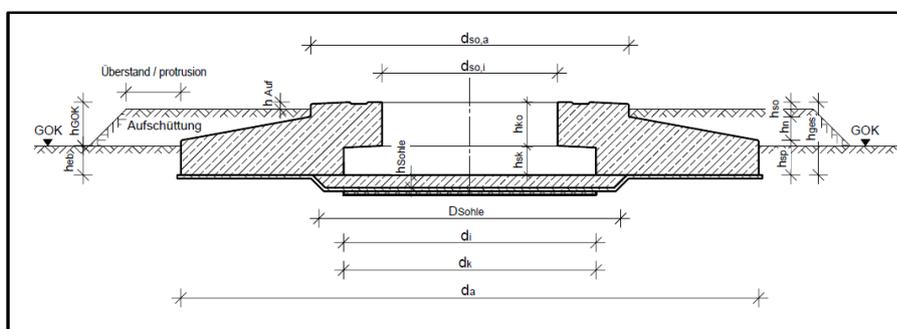
This document has been forwarded upon request or with regard to a specific order. The recipient has not been registered. The recipient will not be automatically notified about any amendments.

1 Allgemeine Angaben / General information

Typenstatik	H+P Ingenieure GmbH	<i>Design-specific structural analysis</i>
Flachgründung mit Auftrieb	Ø 23,10 m	<i>Flat Foundation with Buoyancy</i>
Auftrag / Datum	E19-031 / 2.8.19	<i>Order no./ date</i>

2 Fundamentgeometrie / Foundation dimensions

Außendurchmesser	d_a	23,10	m	Outer diameter
Innendurchmesser	d_i	8,20	m	Inner diameter
Durchmesser der kompressiblen Einlage	d_k	10,20	m	Compressible layer diameter
Sockeldurchmesser - außen	$d_{so,a}$	10,20	m	Base diameter - outside
Sockeldurchmesser - innen	$d_{so,i}$	6,30	m	Base diameter - inside
Fundamenthöhe	h_{ges}	2,45	m	Foundation height
Sockelhöhe	h_{so}	0,40	m	Base height
Höhe Spornneigung	h_n	1,25	m	Spur incline height
Spornhöhe	h_{sp}	0,80	m	Spur height
Höhe Konsole	h_{ko}	1,625	m	corbel height
Höhe Spannraum	h_{sk}	0,825	m	height of prestressing room
Differenz Fundamentoberkante – Oberkante Aufschüttung	h_{Auf}	0,20	m	difference between foundation top edge and backfill
Differenz Fundamentoberkante - GOK	h_{GOK}	1,10	m	Difference between foundation top edge and ground level
Einbindetiefe	h_{eb}	1,35	m	embedment depth
Höhe der Fundamentsohle	h_{Sohle}	0,40	m	Height of foundation bottom
Durchmesser der Fundamentsohle (gemittelt)	d_{Sohle}	10,60	m	Diameter of foundation bottom (averaged)
Betongüte und Volumen	C 35/45	559	m ³	Concrete quality and volume
Betonstahl und Gewicht	B 500B	102,8	t	Reinforcement steel and weight
	B 400B	121,2	t	
Fundamentsohle:				Foundation Bottom:
Betongüte und Volumen	C 35/45	36	m ³	Concrete quality and volume
Betonstahl und Gewicht	B 500B	14,2	t	Reinforcement steel and weight
	B 400B	15,7	t	



Der erforderliche Überstand der Bodenauflast über die Fundamentaußenkanten ist durch einen Baugrundgutachter festzulegen.

The required protrusion of the backfill beyond the outer edges of the foundation must be defined by a geotechnical expert.

3 Mindestdrehfedersteifigkeiten Minimum rotational spring stiffness

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund sind folgende Mindestwerte einzuhalten:

Observe the following minimum values with regard to elastic clamping between foundation and subsoil:

Gesamtsystem / Total system (Turm und Gründung / Tower and foundation)	k_{φ,stat} 13000 MNm/rad
	k_{φ,dyn} 130000 MNm/rad

Die erforderlichen dynamischen Steifemodule (E_{oed,dyn}) ergeben sich in Abhängigkeit von Fundamentgeometrie und Querdehnzahl.

The resulting required dynamic stiffness moduli (E_{oed,dyn}) depend on the foundation dimensions and Poisson's ratio.

Ersatzradius für den gleich steifen Kreis:

Equivalent radius of a circle with the same stiffness:

$$r = 11,44 \text{ m}$$

Für Kreisfundamente gilt:

The following applies to circular foundations:

$$k_{\varphi} = \frac{8 \cdot G \cdot r^3}{3 \cdot (1 - \nu)}$$

daraus folgt:

This means that:

$$E_{\text{oed, dyn}} = k_{\varphi} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - \nu)^2}{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}$$

G = Schubmodul / *Shear modulus* in MN/m²

r = Radius / *Radius* in m

ν = Querdehnzahl / *Poisson's ratio*

4 Zulässige Schiefstellung / Allowed misalignment

Maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung in 25 Jahren bezogen auf den Außendurchmesser.

Maximum allowed misalignment due to subsoil settlement within 25 years, related to the outer diameter.

$$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$$

5 Bodenpressung / Soil bearing pressure

Der anstehende Baugrund muss mindestens folgende Bodenpressung aufnehmen können.

The in-situ subsoil must be able to bear the following minimum pressure.

$$\sigma_{k,\text{vorh}} = 290 \text{ kN/m}^2$$

6 Lasten an der Fundamentunterkante Loads at the bottom edge of the foundation

Die angegebenen F_z Lasten schließen Fundamenteigengewicht $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ und Bodenauf-
last $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ im Trockenzustand ein.

The F_z loads indicated include the dead weight of the foundation $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ and soil weight $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ when dry.

6.1 Charakteristische Lastfälle / Characteristic load cases

Lastfall Load case	(γ_F / γ_F)	F_{XY} in kN	$F_{Z,\min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{Z,\max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{XY} in kNm	M_Z in kNm
NTM DLC D.3	(1.00/1.00)	870	-38280	-31529	105432	-
N / T / DLC 8.2	(1.00/1.00)	1320	-38280	-31529	166684	-9300
N / A / T	(1.00/1.00)	1430	-38310	-31529	169454	10500

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_F = 1,00$)

*Loads do not include partial safety factors
($\gamma_F = 1.00$)*

6.2 Bemessungswerte der Lastfälle / Load case design values

Lastfall Load case	(γ_F / γ_F)	F_{XY} in kN	$F_{Z,\min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{Z,\max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{XY} in kNm	M_Z in kNm
N / A / T	(1.35/0.90)	2000	-47085	-27172	241800	-12550

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_{\text{Auftrieb}} = 1,10$)

*All loads include partial safety factors
($\gamma_{\text{Buoyancy}} = 1.10$)*

7 Koordinatensystem / Coordinate system

