

Verfasser / Author:		 MAX BÖGL Fortschritt baut man aus Ideen	Proj.-Nr. / No.: 21683-EXX
WEA / WT: EP5-E175	NH / HH: 162 m		Datum / Date: 21.09.2022
		Hybridturm / Hybrid Tower: EXX	

Fundamentdatenblatt / *Foundation datasheet*

EP5 DE E175 162m RT2.0

Projektnummer /
Project number: 21683-EXX

Documentnummer /
Document number D02770677-0

Anlagenhersteller /
Turbine manufacturer: ENERCON GmbH
 Dreekamp 5
 DE-26605 Aurich

Windenergieanlage /
Wind turbine: EP5-E175

Nabenhöhe /
Hub height: 162 m

Bauteil /
Component: Entwurf Fundament /
Foundation draft

Verfasser / *Author:* Max Bögl Wind AG
 Max-Bögl-Str. 1
 DE-92369 Sengenthal

Datum / *Date:* 21.09.2022

Revision / *Revision:* 00

Bauteil / <i>Component:</i> Fundament / <i>Foundation</i>	
Block / <i>Chapter:</i>	

Verfasser / Author:		 MAX BÖGL Fortschritt baut man aus Ideen	Proj.-Nr. / No.: 21683-EXX
WEA / WT: EP5-E175	NH / HH: 162 m		Datum / Date: 21.09.2022
		Hybriddturm / Hybrid Tower: EXX	

Änderungsverzeichnis / Table of revision

Revision / Revision	Datum / Date	Beschreibung / Description	Bearbeiter / Author
-	21.09.2022	Erstausgabe / First release	J. Goycoolea

Datum / Date: 21.09.2022

Aufgestellt /
Prepared by:


i.A. Joaquin Goycoolea Castillo

Geprüft /
Checked by:


i.A. Pablo-Angel Plou Nogueira

Geprüft und freigegeben /
Checked and approved by:


i.A. Thorsten Betz

Bauteil / Component:	Fundament / Foundation	Seite/ Page: 2
Block / Chapter:	Änderungsverzeichnis / Table of revision	

Verfasser / Author:		 MAX BÖGL Fortschritt baut man aus Ideen	Proj.-Nr. / No.: 21683-EXX
WEA / WT: EP5-E175	NH / HH: 162 m		Datum / Date: 21.09.2022
		Hybridenturm / Hybrid Tower: EXX	

Inhaltsverzeichnis / Table of contents

Änderungsverzeichnis / Table of revision	2
Inhaltsverzeichnis / Table of contents.....	3
1 Allgemeines / General.....	4
2 Geometrie, Material und Massen / Geometry, material and dimensions	5
3 Belastung / Loading	7
3.1 Eigengewicht, Erdüberschüttung und Auftrieb / Own weight, soil cover and buoyancy	7
3.2 Turmlasten / Tower loads	8
3.2.1 BS-P, BS-T und BS-A / BS-P, BS-T and BS-A.....	8
3.2.2 GZT und GZG / ULS and SLS	9
4 Anforderungen an den Baugrund / Soil requirements	10

Bauteil / Component:	Fundament / Foundation	Seite/ Page:	3
Block / Chapter:	Inhaltsverzeichnis / Table of contents		

Verfasser / Author:		 MAX BÖGL Fortschritt baut man aus Ideen	Proj.-Nr. / No.: 21683-EXX
WEA / WT: EP5-E175	NH / HH: 162 m		Datum / Date: 21.09.2022
		Hybriddturm / Hybrid Tower: EXX	

1 Allgemeines / General

In diesem Dokument werden die sich aus der Vorbemessung ergebende Kennwerte des Fundamentes für die nachfolgend angegebene Windenergieanlage zusammengefasst.

This document summarizes the properties of the foundation for the following wind turbine, which result of the preliminary design.

Turm / Tower

Beschreibung / Description

Turmtyp / Tower type

Turbinenhersteller / Manufacturer

Land / Country

WEA / Wind turbine

Nabenhöhe / Hub height

System / System

Max Bögl hybrid tower

Enercon

DE

E-175 EP5

162 m

RT 2.0

Die Turmgeometrie ist in der folgenden Entwurfszeichnung von Max Bögl angegeben:

The tower geometry is defined in the following Max Bögl pre-design drawing:

Enercon_DE_X,XMW_E-175_162m_RT2,0_-

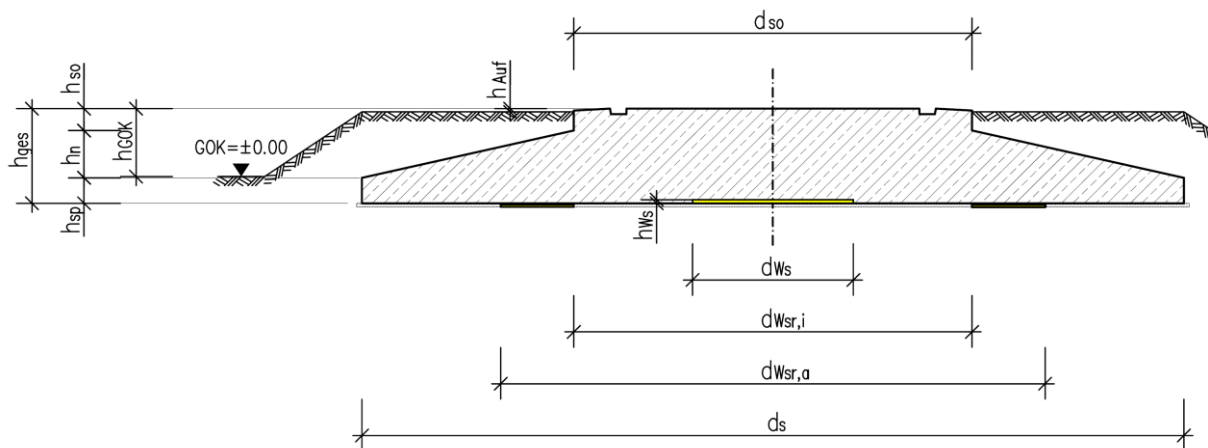
Bauteil / Component:	Fundament / Foundation	Seite/ Page:	4
Block / Chapter:	1 Allgemeines / General		

Verfasser / Author:			Proj.-Nr. / No.: 21683-EXX
			Datum / Date: 21.09.2022
WEA / WT: EP5-E175	NH / HH: 162 m	Hybridturm / Hybrid Tower: EXX	

2 Geometrie, Material und Massen / Geometry, material and dimensions

Die Geometrie, das Material und die Massen des Fundamententwurfes werden nachfolgend angegeben.

The geometry, material and dimensions for the foundation draft are defined in this chapter.



Geometrie / Geometry

Betonkörper / Concrete body

Außendurchmesser / Outer diameter	d_s	=	27,50 m
Sockeldurchmesser / Base diameter	d_{so}	=	10,90 m
Weichschichtdurchmesser / Soft layer diameter	d_{ws}	=	4,40 m
Innere Weichschichtsrindurchmesser / Soft layer ring inner diameter	$d_{Wsr,i}$	=	10,90 m
Äußere Weichschichtsrindurchmesser / Soft layer ring outer diameter	$d_{Wsr,a}$	=	14,90 m
Fundamenthöhe / Foundation height	h_{ges}	=	2,90 m
Spornhöhe / Outer height	h_{sp}	=	0,70 m
Spornneigungshöhe / Nose incline height	h_n	=	1,60 m
Sockelhöhe / Base height	h_{so}	=	0,60 m
Abstand Fundamentoberkante - Grundoberkante / Separation foundation top edge - ground level	h_{GOK}	=	2,179 m
Abstand Fundamentoberkante - Überschüttungoberkante / Separation foundation top edge - soil cover top edge	h_{Auf}	=	0,10 m
Weichschichtsdicke / Soft layer thickness	h_{ws}	=	0,05 m

Material und Massen / Material and dimensions

Beton / Concrete

Gesamtvolumen / Total volume	V_C	=	963,1 m ³
Volumen Sockelbereich / Volumen base area	V_{BG1}	=	56,0 m ³
Betongüte Sockelbereich / Concrete strength base area			C40/50 ¹⁾
Volumen Plattenbereich / Volumen plate area	V_{BG2}	=	907,1 m ³
Betongüte Plattenbereich / Concrete strength plate area			C30/37 ¹⁾

Bauteil / Component: Fundament / Foundation		Seite/ Page: 5
Block / Chapter: 2 Geometrie, Material und Massen / Geometry, material and dimensions		

Verfasser / Author:			Proj.-Nr. / No.: 21683-EXX
			Datum / Date: 21.09.2022
WEA / WT: EP5-E175	NH / HH: 162 m	Hybridturm / Hybrid Tower: EXX	

Betonstahl / Reinforcement steel

Betonstahlgüte / Reinforcement strength

B 500B

Bewehrungsgehalt / Reinforcement ratio

120 kg/m³ ¹⁾

Bewehrungstonnage / Reinforcement weight

95,8 t

- ¹⁾ Die Werte wurden abgeschätzt und können sich in Zuge der Ausführungsplanung ändern /

The values have been estimated and can vary in the course of the detailed design

Bauteil / Component:	Fundament / Foundation	Seite/ Page:	6
Block / Chapter:	2 Geometrie, Material und Massen / Geometry, material and dimensions		

Verfasser / Author:		 Fortschritt baut man aus Ideen	Proj.-Nr. / No.: 21683-EXX
WEA / WT: EP5-E175	NH / HH: 162 m		Datum / Date: 21.09.2022
		Hybridturm / Hybrid Tower: EXX	

3 Belastung / Loading

Die folgenden Lasten wurden in der Fundamentvorbemessung angesetzt.

The followings loads were applied in the foundation pre-design.

Die Belastung aus der Windenergieanlage wurden gemäß der Enercon Lastrechnung angesetzt.

The loads from the wind turbine were applied according to Enercon load calculation.

3.1 Eigengewicht, Erdüberschüttung und Auftrieb / Own weight, soil cover and buoyancy

Betonvolumen / Concrete weight

Betonwichte / Concrete specific weight	γ_c	=	25,0 kN/m ³
Betongewicht / Concrete weight	G_c	=	24 078 kN

Erdüberschüttung / Backfill

Höhe Erdüberschüttung innen / Inner thickness backfill	$t_{\text{ÜS,inn}}$	=	0,500 m
Höhe Erdüberschüttung außen / Outer thickness backfill	$t_{\text{ÜS,aus,max}}$	=	2,100 m
Bodenwichte / Soil specific weight	$\gamma_{\text{ÜS}}$	=	18,0 kN/m ³
Gewicht Erdüberschüttung / Soil cover weight	$G_{\text{ÜS,max}}$	=	12 754 kN

Auftrieb / Buoyancy

Höhe Wassersäule / Buoyancy height	$h_{\text{GW,max}}$	=	0,721 m
Auftriebskraft / Buoyancy force	$G_{\text{GW,max}}$	=	-4 282 kN

Bauteil / Component: Fundament / Foundation	Seite/ Page: 7
Block / Chapter: 3 Belastung / Loading	

Verfasser / Author:		 Fortschritt baut man aus Ideen	Proj.-Nr. / No.: 21683-EXX
WEA / WT: EP5-E175	NH / HH: 162 m		Datum / Date: 21.09.2022

3.2 Turmlasten / Tower loads

3.2.1 BS-P, BS-T und BS-A / BS-P, BS-T and BS-A

Die folgenden Lasten wurden für die Ermittlung der maximalen Kantenpressungen angesetzt.

Es handelt sich um charakteristische Werte an der Unterkante der Gründung. Erdüberschüttung und Auftrieb sind in den angegebenen Werten nicht enthalten und müssen entsprechend auf die Normalkraft addiert werden.

The next loads were applied for the calculation of the maximum soil edge pressure.

Those are characteristic values at the foundation bottom. Soil cover and buoyancy are not included in these values and must be added accordingly.

LF / LC	BS-P	BS-T	BS-A
V_k [kN]	47 904	-	48 524
H_k [kN]	1 393	-	1 712
$M_{b,k}$ [kNm]	225 564	-	297 847

Lasten an Fundamentunterkante / Loads at the foundation bottom

Legende / Legend:

- V_k : Normalkraft (vertikal) / Normal force (vertical)
- H_k : Querkraft (horizontal) / Shear force (horizontal)
- $M_{b,k}$: Biegemoment / Bending moment

Bauteil / Component:	Fundament / Foundation	Seite/ Page: 8
Block / Chapter:	3 Belastung / Loading	

Verfasser / Author:		 MAX BÖGL Fortschritt baut man aus Ideen	Proj.-Nr. / No.: 21683-EXX
WEA / WT: EP5-E175	NH / HH: 162 m		Datum / Date: 21.09.2022
		Hybriddturm / Hybrid Tower: EXX	

3.2.2 GZT und GZG / ULS and SLS

Die folgenden Turmlasten werden für die Berechnung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit des Fundaments benutzt.

Es handelt sich um Designlasten inkl. des angegebenen Teilsicherheitsbeiwert an der Oberkante der Gründung. Fundamenteigenwicht, Turmvorspannung, Erdüberschüttung, Auftrieb und etwaige Anbauteilen sind nicht in diesen Lasten enthalten.

The next loads are considered for the calculation of the resistance and serviceability of the foundation.

These are design loads at the foundation top. Foundation own weight, tower prestressing, soil cover, buoyancy and possible mounting parts are not included in these loads.

LF / LC	GZT / ULS	D.3
V_{Ed} [kN]	24 446	23 847
H_{Ed} [kN]	1 712	1 193
$M_{b,Ed}$ [kNm]	292 822	190 413
$M_{t,Ed}$ [kNm]	19 266	4 646
γ_E	1,35	1,00

Lasten an Fundamentoberkante / Loads at the foundation top

Legende / Legend:

- V_{Ed} : Normalkraft (vertikal) / Normal force (vertical)
- H_{Ed} : Querkraft (horizontal) / Shear force (horizontal)
- $M_{b,Ed}$: Biegemoment / Bending moment
- $M_{t,Ed}$: Torsionsmoment / Torsional moment
- γ_E : Sicherheitsfaktor / Safety factor

Bauteil / Component:	Fundament / Foundation	Seite/ Page: 9
Block / Chapter:	3 Belastung / Loading	

Verfasser / Author:		 MAX BÖGL Fortschritt baut man aus Ideen	Proj.-Nr. / No.: 21683-EXX
WEA / WT: EP5-E175	NH / HH: 162 m		Datum / Date: 21.09.2022
		Hybridturm / Hybrid Tower: EXX	

4 Anforderungen an den Baugrund / Soil requirements

Der Baugrund am geplanten Standort muss mindestens die nachfolgenden Anforderungen erfüllen. Die Eignung des geplanten Standorts ist durch den Bodengutachter nachzuweisen.

The soil at the planned site has to comply with the following requirements. The suitability of the planned site must be proven by the soil expert.

Drehfedersteifigkeit / Rotation spring stiffness

Mindestwert / Minimal value

Statische Drehfeder / Static rotational spring

$$K_{\phi, \text{stat}} = 40\,000 \text{ MNm/rad}$$

Dynamische Drehfeder / Dynamic rotational spring

$$K_{\phi, \text{dyn}} = 200\,000 \text{ MNm/rad}$$

Zulässige Schiefstellung / Allowed out-of-vertical deviation

Maximal zulässige Schiefstellung

/ Maximal allowed out-of-vertical inclination

$$\Delta s_{\text{max}} = 3 \text{ mm/m}$$

Bodenpressung / Soil bearing pressure

Maximale charakteristische Randspannung im BS-P

/ Maximum characteristic soil pressure in BS-P

$$\sigma_{\text{max, BS-P}} = 211 \text{ kN/m}^2$$

Maximale charakteristische Randspannung im BS-A

/ Maximal characteristic soil pressure in BS-A

$$\sigma_{\text{max, BS-A}} = 270 \text{ kN/m}^2$$

Diese Werte sind vom Bodengutachter zu bestätigen.

/ These values must be confirmed by the geotechnical expert

Bauteil / Component:	Fundament / Foundation	Seite/ Page: 10
Block / Chapter:	4 Anforderungen an den Baugrund / Soil requirements	