

Statische Berechnung

Projektnummer: 50180-163

Bauvorhaben: VENSYS Windenergieanlage
3,8 MW VS126 HH137 m IEC IIIA
Hybridturm Y23

Thema: Anforderungen an das Fundamentdesign

Auftraggeber: MAX BÖGL WIND AG
Postfach 1120
92301 Neumarkt

Verfasser: grbv wind GmbH
Expo Plaza 10
30539 Hannover
Tel.: 0511 / 9 84 94 – 0
Fax: 0511 / 9 84 94 – 20

Datum: 11.12.2020

Revision 00

VERFASSER grbv wind GmbH, Expo Plaza 10, 30539 Hannover, Tel.: 0511/98494-0	
BAUWERK VENSYS 3,8 MW VS126 HH 137 m - Hybridturm Y23	Datum: 11.12.2020

Revisionsverzeichnis

Revision	Datum	Beschreibung	Bearbeiter
00	11.12.2020	Erstausgabe	Bock

BAUTEIL: Flachgründung	Seite 1
BLOCK: Revisionsverzeichnis	
VORGANG:	

VERFASSER	grbv wind GmbH, Expo Plaza 10, 30539 Hannover, Tel.: 0511/98494-0	
BAUWERK	VENSYS 3,8 MW VS126 HH 137 m - Hybridturm Y23	Datum: 11.12.2020

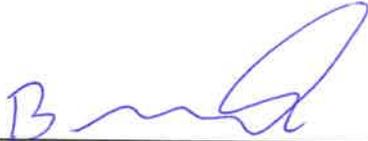
Aufstellernachweis

Block	Seiten
0. Revisionsverzeichnis, Aufstellernachweis, Inhaltsverzeichnis	1, 2, 3
1 Allgemeines	4 bis 5
2 Schnittstelle Turm - Fundament	6 bis 14

insgesamt 14 Seiten

grbv wind GmbH
Hannover, den 11.12.2020

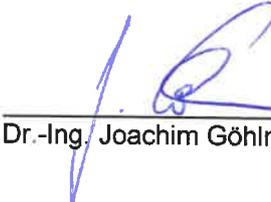
Aufgestellt:


Hendrik Bock, M.Sc.

Geprüft und qualitätsgesichert:


Tobias Schulz, M.Sc.

Geprüft und freigegeben:


Dr.-Ing. Joachim Göhlmann

BAUTEIL:	Flachgründung	Seite 2
BLOCK:	Aufstellernachweis	
VORGANG:		

VERFASSER grbv wind GmbH, Expo Plaza 10, 30539 Hannover, Tel.: 0511/98494-0	
BAUWERK VENSYS 3,8 MW VS126 HH 137 m - Hybridturm Y23	Datum: 11.12.2020

Inhaltsverzeichnis

	Revisionsverzeichnis	1
	Aufstellernachweis	2
	Inhaltsverzeichnis	3
1	Allgemeines	4
1.1	Vorbemerkungen	4
1.2	Technische Vorschriften und Literatur	5
2	Schnittstelle Turm - Fundament	6
2.1	Belastung	6
2.2	Spannglieder	14
2.3	Ermüdungsschädigung durch wirbelerregte Querschwingungen	14
2.4	Erdüberschüttung und Grundwasser	14
2.5	Minstdrehfedersteifigkeit	14
2.6	Sonstige Anforderungen	14

BAUTEIL: Flachgründung	Seite 3
BLOCK: Inhaltsverzeichnis	
VORGANG:	

VERFASSER grbv wind GmbH, Expo Plaza 10, 30539 Hannover, Tel.: 0511/98494-0	
BAUWERK VENSYS 3,8 MW VS126 HH 137 m - Hybridturm Y23	Datum: 11.12.2020

1 Allgemeines

1.1 Vorbemerkungen

Für die Winnergieanlage 3,8 MW VS126 des Anlagenherstellers VENSYS auf dem Max Bögl Hybridturm Y23 mit einer Nabenhöhe von 137 m werden im Folgenden die Lasten und Anforderungen für die Fundamentbemessung zusammengefasst. Die Angaben ergeben sich aus dem Lastenheft des Anlagenherstellers [I] und der vorliegenden statischen Berechnung des Betonturmes [III].

Die Gesamtlänge des Turmes beträgt 133,101 m wobei der Spannbetonschaft mit einer Länge von 69,500 m und der Stahlrohrturm mit einer Länge von 63,601 m ausgeführt wird.

Der Turmaußendurchmesser am Turmfuß beträgt 7887,5 mm bei einer Wandstärke von 300 mm. Die Fundamentoberkante liegt bei 1,810 m über GOK.

Die genaue Geometrie des Hybridturmes kann dem Übersichtsplan DE_Y23_001_XX_X_Übersicht entnommen werden.

BAUTEIL: Flachgründung	Seite 4
BLOCK: 1 Allgemeines	
VORGANG: 1.1 Vorbemerkungen	

VERFASSER grbv wind GmbH, Expo Plaza 10, 30539 Hannover, Tel.: 0511/98494-0	
BAUWERK VENSYS 3,8 MW VS126 HH 137 m - Hybridturm Y23	Datum: 11.12.2020

1.2 Technische Vorschriften und Literatur

Dokumente und Gutachten:

- [I] VENSYS Energy AG: VENSYS VS126P38T137K3ABEBT616_Extremlasten_RevE Rev. E
28.11.2020
- [II] VENSYS Energy AG: Markov-Matrizen (in elektronischer Form vorliegend)
- [III] grbv wind GmbH: Statische Berechnung "VENSYS Windenergieanlage 3,8 MW VS126 HH
137 m IEC IIIA, Hybridturm Y23, Statische Bemessung des Spannbetonfertigteilschaftes mit
externer Vorspannung", Revision 00, 11.12.2020
- [IV] Drahtspannsystem SUSPA-Draht EX für externe Vorspannung mit 66 bis 84
Spannstahldrähten nach DIN 1045-1, DIN EN 1992-1-1 und DIN-Fachbericht 102:
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, Zulassungsnummer: Z-13.3-139, Deutschland
- [V] SUSPA Draht EX für Windenergieanlagen: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung,
Zulassungsnummer: Z-13.3-141, Deutschland
- [VI] Kaltgezogener Spannstahldraht St 1570/1770 - rund, glatt - Nenndurchmesser: 7,0 mm:
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, Zulassungsnummer: Z-12.2-117, Deutschland

BAUTEIL: Flachgründung	Seite 5
BLOCK: 1 Allgemeines	
VORGANG: 1.2 Technische Vorschriften und Literatur	

VERFASSTER grbv wind GmbH, Expo Plaza 10, 30539 Hannover, Tel.: 0511/98494-0	
BAUWERK VENSYS 3,8 MW VS126 HH 137 m - Hybridturm Y23	Datum: 11.12.2020

2 Schnittstelle Turm - Fundament

Im Folgenden werden die Lasten und Anforderungen für die Fundamentbemessung zusammengefasst. Die Angaben ergeben sich aus dem Lastenheft des Anlagenherstellers [I] und der statischen Berechnung des Betonturmes [III].

2.1 Belastung

Das Fundament muss für die nachfolgend angegebenen Lasten an der OK Fundament bemessen werden. Die Biegemomente enthalten die Zusatzmomente infolge der Schiefstellung gemäß DIBt-Richtlinie.

Extremlasten inkl. SF:

Maximales Biegemoment (inkl. SF):

$$\begin{aligned}
 F_{z,Ed} &= 17942,45 \text{ kN} \\
 F_{r,Ed} &= 2735,36 \text{ kN} \\
 M_{r,Ed} &= 141482,70 + 6108,76 \cdot 1,35 = 149729,53 \text{ kNm} \\
 M_{z,Ed} &= 2101,09 \text{ kNm} \\
 \text{Teilsicherheitsbeiwert:} \\
 \gamma_E &= 1,35
 \end{aligned}$$

Extremales Torsionsmoment (inkl. SF):

$$\begin{aligned}
 F_{z,Ed} &= 17749,70 \text{ kN} \\
 F_{r,Ed} &= 1042,94 \text{ kN} \\
 M_{r,Ed} &= 77810,90 + 5151,85 \cdot 1,35 = 84765,90 \text{ kNm} \\
 M_{z,Ed} &= 9057,58 \text{ kNm} \\
 \text{Teilsicherheitsbeiwert:} \\
 \gamma_{E,N} &= 1,35
 \end{aligned}$$

Quasi-ständige EWK (DLC D.3):

$$\begin{aligned}
 F_{z,k} &= 13202,62 \text{ kN} \\
 F_{r,k} &= 757,57 \text{ kN} \\
 M_{r,k} &= 78476,21 + 5586,20 = 84062,41 \text{ kNm} \\
 M_{z,k} &= 2519,15 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

BAUTEIL: Flachgründung	Seite 6
BLOCK: 2 Schnittstelle Turm - Fundament	
VORGANG: 2.1 Belastung	

VERFASSER grbv wind GmbH, Expo Plaza 10, 30539 Hannover, Tel.: 0511/98494-0	
BAUWERK VENSYS 3,8 MW VS126 HH 137 m - Hybridturm Y23	Datum: 11.12.2020

Charakteristische Lastfälle für bodenmechanische Nachweise:

BS-P (exkl. SF):

$$F_{z,k} = 13291,10 \text{ kN}$$

$$F_{r,k} = 1017,56 \text{ kN}$$

$$M_{r,k} = 104802,00 + 6111,29 = 110913,29 \text{ kNm}$$

Teilsicherheitsbeiwert gemäß DIBt-Richtlinie:

$$\gamma_{E,BS_P} = 1,35$$

BS-T (exkl. SF):

$$F_{z,k} = 13211,10 \text{ kN}$$

$$F_{r,k} = 682,09 \text{ kN}$$

$$M_{r,k} = 79462,50 + 5660,99 = 85123,49 \text{ kNm}$$

Teilsicherheitsbeiwert gemäß DIBt-Richtlinie:

$$\gamma_{E,BS_T} = 1,50$$

BS-A (exkl. SF):

$$F_{z,k} = 13290,70 \text{ kN}$$

$$F_{r,k} = 2735,36 \text{ kN}$$

$$M_{r,k} = 141866,00 + 6766,00 = 148632,00 \text{ kNm}$$

Teilsicherheitsbeiwert gemäß DIBt-Richtlinie:

$$\gamma_{E,BS_A} = 1,10$$

Quasi-ständige EWK (DLC D.3) für Nachweis der klaffenden Fuge:

$$F_{z,k} = 13202,62 \text{ kN}$$

$$F_{r,k} = 757,57 \text{ kN}$$

$$M_{r,k} = 78476,21 + 4205,77 = 82681,98 \text{ kNm}$$

$$M_{z,k} = 2519,15 \text{ kNm}$$

BAUTEIL: Flachgründung	Seite 7
BLOCK: 2 Schnittstelle Turm - Fundament	
VORGANG: 2.1 Belastung	

Ermüdungslasten:

Die Ermüdungsnachweise sind mit der folgenden Markovmatrix gemäß [II] für My an der Fundamentoberkante zu führen.

Range	Mean	N-tot	Range	Mean	N-tot	Range	Mean	N-tot
kNm	kNm	Anzahl	kNm	kNm	Anzahl	kNm	kNm	Anzahl
1250	-48750	140	1250	-13750	1383	8750	1250	210627
1250	-41250	60	3750	-13750	40660	11250	1250	86179
11250	-41250	140	6250	-13750	240	13750	1250	89093
1250	-38750	280	8750	-13750	200	16250	1250	15560
3750	-38750	140	21250	-13750	40	18750	1250	25757
1250	-36250	680	1250	-11250	90126	21250	1250	14033
3750	-36250	260	3750	-11250	81168	23750	1250	13082
1250	-33750	400	6250	-11250	240	26250	1250	40
6250	-33750	340	8750	-11250	40	28750	1250	656
8750	-33750	140	11250	-11250	120	31250	1250	596
11250	-33750	200	16250	-11250	40	33750	1250	308
13750	-33750	200	21250	-11250	80	36250	1250	308
16250	-33750	200	1250	-8750	87092400	1250	3750	17270600
18750	-33750	140	3750	-8750	369583	3750	3750	4162140
1250	-31250	780	6250	-8750	320	6250	3750	2083220
3750	-31250	40	8750	-8750	740	8750	3750	1738890
6250	-31250	120	11250	-8750	320	11250	3750	1379090
8750	-31250	460	13750	-8750	40	13750	3750	1159490
11250	-31250	240	28750	-8750	40	16250	3750	762602
13750	-31250	120	1250	-6250	122030	18750	3750	329746
16250	-31250	140	3750	-6250	19564	21250	3750	170207
1250	-28750	240	6250	-6250	2268	23750	3750	97327
3750	-28750	240	8750	-6250	540	26250	3750	49571
6250	-28750	60	16250	-6250	40	28750	3750	36856
11250	-28750	40	21250	-6250	40000	31250	3750	496
1250	-26250	320	1250	-3750	559125	33750	3750	991
3750	-26250	140	3750	-3750	40030	36250	3750	743
6250	-26250	300	6250	-3750	16252	38750	3750	248
8750	-26250	260	8750	-3750	648	41250	3750	40
23750	-26250	40	11250	-3750	248	1250	6250	22324200
1250	-23750	320	18750	-3750	248	3750	6250	6174830
3750	-23750	120	23750	-3750	40	6250	6250	2451770
6250	-23750	120	31250	-3750	40	8750	6250	2589840
1250	-21250	420	36250	-3750	40	11250	6250	2280140
3750	-21250	460	48750	-3750	60	13750	6250	1770930
6250	-21250	520	1250	-1250	3016670	16250	6250	1500480
8750	-21250	40	3750	-1250	402437	18750	6250	677132
11250	-21250	240	6250	-1250	78762	21250	6250	394649
1250	-18750	680	8750	-1250	5031	23750	6250	201969
3750	-18750	40	11250	-1250	24510	26250	6250	34369
6250	-18750	40	13750	-1250	13002	28750	6250	46027
8750	-18750	120	16250	-1250	783	31250	6250	18194
11250	-18750	60	18750	-1250	248	33750	6250	16813
21250	-18750	40	21250	-1250	496	36250	6250	1982
1250	-16250	956	23750	-1250	248	38750	6250	496
3750	-16250	40400	26250	-1250	616	41250	6250	743
6250	-16250	140	31250	-1250	248	43750	6250	248
8750	-16250	240	38750	-1250	60	46250	6250	496
11250	-16250	200	1250	1250	8319550	1250	8750	21906600
16250	-16250	40	3750	1250	1933140	3750	8750	5637200
26250	-16250	60	6250	1250	402363	6250	8750	2025320

Range	Mean	N-tot	Range	Mean	N-tot	Range	Mean	N-tot
kNm	kNm	Anzahl	kNm	kNm	Anzahl	kNm	kNm	Anzahl
8750	8750	2354810	13750	16250	791959	61250	21250	1155
11250	8750	2191620	16250	16250	624746	1250	23750	10847600
13750	8750	1624250	18750	16250	214544	3750	23750	5404150
16250	8750	938075	21250	16250	133701	6250	23750	3781690
18750	8750	693072	23750	16250	36825	8750	23750	3132590
21250	8750	340335	26250	16250	19456	11250	23750	2141040
23750	8750	209305	28750	16250	6135	13750	23750	1613440
26250	8750	139389	31250	16250	16772	16250	23750	750667
28750	8750	185156	33750	16250	17200	18750	23750	322832
31250	8750	46121	36250	16250	15964	21250	23750	299748
33750	8750	32227	46250	16250	31928	23750	23750	79018
36250	8750	16459	58750	16250	194	26250	23750	99221
38750	8750	496	116250	16250	120	28750	23750	20855
41250	8750	496	1250	18750	12499000	31250	23750	87090
43750	8750	248	3750	18750	4879200	33750	23750	18826
101250	8750	40	6250	18750	2559450	36250	23750	5777
113750	8750	200	8750	18750	1911630	38750	23750	1096
1250	11250	19350900	11250	18750	1321620	41250	23750	2251
3750	11250	4407150	13750	18750	957994	43750	23750	5777
6250	11250	1917580	16250	18750	623742	46250	23750	514
8750	11250	1504580	18750	18750	238627	48750	23750	17215
11250	11250	1388470	21250	18750	92487	51250	23750	19893
13750	11250	1561520	23750	18750	75154	53750	23750	194
16250	11250	833204	26250	18750	52166	56250	23750	33266
18750	11250	365612	28750	18750	17535	58750	23750	194
21250	11250	207994	31250	18750	4255	63750	23750	194
23750	11250	110169	33750	18750	17021	68750	23750	1155
26250	11250	126329	36250	18750	518	1250	26250	12033600
28750	11250	496	38750	18750	321	3750	26250	5053810
31250	11250	17643	41250	18750	194	6250	26250	3779960
36250	11250	15964	43750	18750	194	8750	26250	2855920
1250	13750	15210000	48750	18750	194	11250	26250	1982410
3750	13750	3727830	118750	18750	40	13750	26250	1480650
6250	13750	1715560	126250	18750	60	16250	26250	731203
8750	13750	1328640	143750	18750	140	18750	26250	494653
11250	13750	1085580	1250	21250	10935800	21250	26250	288908
13750	13750	702459	3750	21250	4516550	23750	26250	254972
16250	13750	433514	6250	21250	3112730	26250	26250	110931
18750	13750	339553	8750	21250	2418260	28750	26250	53778
21250	13750	95822	11250	21250	1772310	31250	26250	45178
23750	13750	33262	13750	21250	1163280	33750	26250	22278
26250	13750	48948	16250	21250	665093	36250	26250	42714
28750	13750	18395	18750	21250	219740	38750	26250	21738
31250	13750	60	21250	21250	150381	41250	26250	3968
33750	13750	32639	23750	21250	46162	43750	26250	7760
38750	13750	15964	26250	21250	77698	46250	26250	6841
41250	13750	17964	28750	21250	28042	48750	26250	5279
43750	13750	15964	31250	21250	43256	51250	26250	18049
46250	13750	1155	33750	21250	36089	53750	26250	708
56250	13750	194	36250	21250	22045	56250	26250	3581
1250	16250	13589600	38750	21250	34980	58750	26250	1222
3750	16250	3941810	41250	21250	388	61250	26250	321
6250	16250	2042060	43750	21250	518	63750	26250	1669
8750	16250	1717480	46250	21250	1326	68750	26250	60
11250	16250	1168670	53750	21250	16827	81250	26250	1155

BAUTEIL: Flachgründung

BLOCK: 2 Schnittstelle Turm - Fundament

VORGANG: 2.1 Belastung

Range	Mean	N-tot	Range	Mean	N-tot	Range	Mean	N-tot
kNm	kNm	Anzahl	kNm	kNm	Anzahl	kNm	kNm	Anzahl
1250	28750	12219700	53750	31250	22755	8750	36250	2645830
3750	28750	3900430	56250	31250	13703	11250	36250	2206140
6250	28750	3644650	58750	31250	15076	13750	36250	1708600
8750	28750	2513070	61250	31250	12518	16250	36250	1174200
11250	28750	2031890	63750	31250	8260	18750	36250	919624
13750	28750	999763	66250	31250	2188	21250	36250	736348
16250	28750	721555	68750	31250	5723	23750	36250	686140
18750	28750	449465	71250	31250	1290	26250	36250	564180
21250	28750	328210	73750	31250	2269	28750	36250	521440
23750	28750	245663	76250	31250	514	31250	36250	344178
26250	28750	204801	78750	31250	388	33750	36250	361801
28750	28750	99257	81250	31250	2235	36250	36250	252083
31250	28750	85399	83750	31250	194	38750	36250	209377
33750	28750	66207	86250	31250	388	41250	36250	159214
36250	28750	98930	88750	31250	514	43750	36250	95086
38750	28750	49911	96250	31250	194	46250	36250	95830
41250	28750	45108	1250	33750	12740400	48750	36250	68940
43750	28750	20795	3750	33750	4171450	51250	36250	46913
46250	28750	14575	6250	33750	3022450	53750	36250	36051
48750	28750	13566	8750	33750	2676030	56250	36250	24472
51250	28750	15720	11250	33750	2143240	58750	36250	25406
53750	28750	11640	13750	33750	1370670	61250	36250	18623
56250	28750	8092	16250	33750	900363	63750	36250	34255
58750	28750	6401	18750	33750	681955	66250	36250	12126
61250	28750	2769	21250	33750	547675	68750	36250	22852
63750	28750	1547	23750	33750	541201	71250	36250	5593
66250	28750	1483	26250	33750	358539	73750	36250	4264
68750	28750	905	28750	33750	361973	76250	36250	22050
73750	28750	1543	31250	33750	278383	83750	36250	321
76250	28750	388	33750	33750	188825	91250	36250	641
81250	28750	194	36250	33750	225133	1250	38750	12916500
83750	28750	2194	38750	33750	193198	3750	38750	3613550
91250	28750	194	41250	33750	117188	6250	38750	3231290
103750	28750	194	43750	33750	130456	8750	38750	3170070
1250	31250	11006500	46250	33750	65552	11250	38750	2472840
3750	31250	3771740	48750	33750	53217	13750	38750	1954310
6250	31250	3262030	51250	33750	46816	16250	38750	1427200
8750	31250	2362700	53750	33750	59737	18750	38750	992655
11250	31250	1748780	56250	33750	22185	21250	38750	939013
13750	31250	1197700	58750	33750	31069	23750	38750	696650
16250	31250	724067	61250	33750	18913	26250	38750	650286
18750	31250	602905	63750	33750	34444	28750	38750	547180
21250	31250	384646	66250	33750	12915	31250	38750	434609
23750	31250	306466	68750	33750	8079	33750	38750	336349
26250	31250	270408	71250	33750	11089	36250	38750	289654
28750	31250	210284	73750	33750	4313	38750	38750	182765
31250	31250	183050	76250	33750	1871	41250	38750	221828
33750	31250	117720	78750	33750	4909	43750	38750	111663
36250	31250	155449	83750	33750	321	46250	38750	100923
38750	31250	72457	86250	33750	1430	48750	38750	81298
41250	31250	97199	91250	33750	1155	51250	38750	87895
43750	31250	77038	96250	33750	1830	53750	38750	31371
46250	31250	45811	1250	36250	14237000	56250	38750	31276
48750	31250	38761	3750	36250	4134040	58750	38750	29139
51250	31250	43181	6250	36250	3656320	61250	38750	20531

Range	Mean	N-tot	Range	Mean	N-tot	Range	Mean	N-tot
kNm	kNm	Anzahl	kNm	kNm	Anzahl	kNm	kNm	Anzahl
63750	38750	17729	26250	43750	654208	1250	48750	10861500
66250	38750	12833	28750	43750	513339	3750	48750	3046260
68750	38750	4460	31250	43750	381558	6250	48750	3253120
71250	38750	2150	33750	43750	308370	8750	48750	2853890
73750	38750	12605	36250	43750	194465	11250	48750	2758710
76250	38750	19052	38750	43750	134651	13750	48750	2314810
78750	38750	2641	41250	43750	123664	16250	48750	2108410
81250	38750	1237	43750	43750	116141	18750	48750	1318150
83750	38750	6313	46250	43750	113871	21250	48750	1171630
91250	38750	1132	48750	43750	96143	23750	48750	906643
96250	38750	194	51250	43750	58907	26250	48750	651388
1250	41250	12860700	53750	43750	49255	28750	48750	535592
3750	41250	3615120	56250	43750	10170	31250	48750	439973
6250	41250	3607610	58750	43750	28332	33750	48750	212916
8750	41250	2988600	61250	43750	6303	36250	48750	190136
11250	41250	2368890	63750	43750	10429	38750	48750	107171
13750	41250	1902670	66250	43750	29628	41250	48750	88379
16250	41250	1641560	68750	43750	18111	43750	48750	64386
18750	41250	1279840	71250	43750	25355	46250	48750	66279
21250	41250	840353	78750	43750	2630	48750	48750	20451
23750	41250	901556	81250	43750	9174	51250	48750	28753
26250	41250	658254	83750	43750	3672	53750	48750	22414
28750	41250	544521	1250	46250	12478700	56250	48750	41754
31250	41250	432527	3750	46250	3105790	58750	48750	10205
33750	41250	339471	6250	46250	3284740	61250	48750	27203
36250	41250	304984	8750	46250	3191400	63750	48750	11507
38750	41250	280532	11250	46250	2789570	68750	48750	11507
41250	41250	199488	13750	46250	2421320	71250	48750	14000
43750	41250	164383	16250	46250	1814620	73750	48750	16482
46250	41250	79218	18750	46250	1549970	76250	48750	10205
48750	41250	86755	21250	46250	976571	78750	48750	9949
51250	41250	79838	23750	46250	872822	81250	48750	11507
53750	41250	59979	26250	46250	656989	86250	48750	8647
56250	41250	33721	28750	46250	500990	106250	48750	3672
58750	41250	24384	31250	46250	336061	1250	51250	9937360
61250	41250	16779	33750	46250	339080	3750	51250	2716750
63750	41250	16779	36250	46250	187637	6250	51250	2661600
66250	41250	30911	38750	46250	219778	8750	51250	3120720
68750	41250	27284	41250	46250	167479	11250	51250	2660830
71250	41250	2630	43750	46250	90400	13750	51250	2579310
73750	41250	8132	46250	46250	58556	16250	51250	2066820
76250	41250	1830	48750	46250	56471	18750	51250	1668680
78750	41250	2630	51250	46250	31294	21250	51250	1208850
81250	41250	19783	53750	46250	12035	23750	51250	1150860
98750	41250	3672	56250	46250	38008	26250	51250	670739
1250	43750	11563600	58750	46250	8647	28750	51250	661480
3750	43750	3335510	61250	46250	9949	31250	51250	413048
6250	43750	3494460	63750	46250	15480	33750	51250	218359
8750	43750	3212650	66250	46250	4974	36250	51250	186127
11250	43750	2460880	68750	46250	7605	38750	51250	145276
13750	43750	2082940	73750	46250	15480	41250	51250	108156
16250	43750	1518200	76250	46250	17310	43750	51250	68751
18750	43750	1257180	78750	46250	19152	46250	51250	68528
21250	43750	1041600	81250	46250	4974	48750	51250	61606
23750	43750	869819	86250	46250	12835	51250	51250	11507

BAUTEIL: Flachgründung

BLOCK: 2 Schnittstelle Turm - Fundament

VORGANG: 2.1 Belastung

Range	Mean	N-tot	Range	Mean	N-tot	Range	Mean	N-tot
kNm	kNm	Anzahl	kNm	kNm	Anzahl	kNm	kNm	Anzahl
53750	51250	48779	26250	56250	575476	23750	61250	965498
56250	51250	25224	28750	56250	490579	26250	61250	803966
58750	51250	25084	31250	56250	344728	28750	61250	563651
61250	51250	14798	33750	56250	236733	31250	61250	361579
63750	51250	25273	36250	56250	174517	33750	61250	296539
66250	51250	26353	38750	56250	115710	36250	61250	222265
68750	51250	44536	41250	56250	122130	38750	61250	247231
71250	51250	40720	43750	56250	105537	41250	61250	131720
73750	51250	30626	46250	56250	69855	43750	61250	156809
76250	51250	11507	48750	56250	58480	46250	61250	104658
78750	51250	28846	51250	56250	74027	48750	61250	100768
81250	51250	12188	53750	56250	89730	51250	61250	10238
1250	53750	8912990	56250	56250	29836	53750	61250	9949
3750	53750	2300570	58750	56250	32664	58750	61250	14000
6250	53750	2547440	61250	56250	31472	68750	61250	12188
8750	53750	2710120	63750	56250	20501	1250	63750	7680410
11250	53750	2579440	66250	56250	55967	3750	63750	1682380
13750	53750	2512790	73750	56250	10238	6250	63750	2164390
16250	53750	1985970	81250	56250	8313	8750	63750	2305280
18750	53750	1728940	1250	58750	7105410	11250	63750	2408000
21250	53750	1201440	3750	58750	1990220	13750	63750	2414900
23750	53750	1069920	6250	58750	2499600	16250	63750	1866790
26250	53750	600930	8750	58750	2675290	18750	63750	1698880
28750	53750	509178	11250	58750	2695450	21250	63750	1343650
31250	53750	400582	13750	58750	2957940	23750	63750	1144090
33750	53750	270766	16250	58750	2347990	26250	63750	871536
36250	53750	140449	18750	58750	1608280	28750	63750	877972
38750	53750	196482	21250	58750	1412060	31250	63750	497709
41250	53750	84992	23750	58750	979165	33750	63750	330410
43750	53750	81836	26250	58750	817814	36250	63750	244785
46250	53750	86418	28750	58750	570931	38750	63750	237714
48750	53750	53140	31250	58750	606314	41250	63750	132438
51250	53750	41467	33750	58750	371380	43750	63750	85854
53750	53750	45355	36250	58750	275280	46250	63750	13288
56250	53750	50225	38750	58750	202126	48750	63750	40237
58750	53750	39069	41250	58750	176270	51250	63750	8313
61250	53750	47763	43750	58750	138861	1250	66250	4465450
63750	53750	13288	46250	58750	146089	3750	66250	1301400
66250	53750	18518	48750	58750	112749	6250	66250	1663850
68750	53750	40672	51250	58750	55116	8750	66250	1920230
71250	53750	8313	53750	58750	47680	11250	66250	2110200
73750	53750	20533	56250	58750	55849	13750	66250	2109390
76250	53750	14000	58750	58750	18721	16250	66250	1616270
78750	53750	13066	61250	58750	22426	18750	66250	1444420
81250	53750	6533	63750	58750	8313	21250	66250	1279500
1250	56250	7551560	68750	58750	12188	23750	66250	909379
3750	56250	1960630	1250	61250	8696680	26250	66250	620801
6250	56250	2499970	3750	61250	1700790	28750	66250	509843
8750	56250	2826090	6250	61250	2363410	31250	66250	290249
11250	56250	3128050	8750	61250	2391200	33750	66250	293777
13750	56250	2749220	11250	61250	2514250	36250	66250	192782
16250	56250	2206340	13750	61250	2238140	38750	66250	69118
18750	56250	1535880	16250	61250	2008080	41250	66250	68069
21250	56250	1366640	18750	61250	1907430	43750	66250	15861
23750	56250	1054590	21250	61250	1292540	51250	66250	6533

BAUTEIL: Flachgründung

BLOCK: 2 Schnittstelle Turm - Fundament

VORGANG: 2.1 Belastung

Range	Mean	N-tot
kNm	kNm	Anzahl
1250	68750	3534160
3750	68750	1017220
6250	68750	1338550
8750	68750	1319910
11250	68750	1462250
13750	68750	1169330
16250	68750	1283550
18750	68750	1128520
21250	68750	915363
23750	68750	567593
26250	68750	486887
28750	68750	232312
31250	68750	204744
33750	68750	87553
36250	68750	63178
38750	68750	49631
41250	68750	26189
43750	68750	12188
1250	71250	2079590
3750	71250	426252
6250	71250	570084
8750	71250	704800
11250	71250	668065
13750	71250	484852
16250	71250	522654
18750	71250	2278790
21250	71250	501218
23750	71250	161074
26250	71250	108062
28750	71250	71034
31250	71250	44740
33750	71250	39254
36250	71250	17672
38750	71250	12188
1250	73750	887991
3750	73750	183908
6250	73750	325448
8750	73750	260233
11250	73750	182921
13750	73750	212946
16250	73750	110447
18750	73750	102186
21250	73750	107362
23750	73750	38082
26250	73750	10238
28750	73750	28959
1250	76250	438160
3750	76250	62552
6250	76250	48045
8750	76250	60116
11250	76250	48654
13750	76250	18884
16250	76250	23073
21250	76250	11507
28750	76250	6533

Range	Mean	N-tot
kNm	kNm	Anzahl
1250	78750	1127730
3750	78750	10205
8750	78750	28815
11250	78750	19257
16250	78750	14846
1250	81250	1220530
1250	83750	13288
1250	86250	3672

VERFASSE	grbv wind GmbH, Expo Plaza 10, 30539 Hannover, Tel.: 0511/98494-0	
BAUWERK	VENSYS 3,8 MW VS126 HH 137 m - Hybridturm Y23	Datum: 11.12.2020

2.2 Spannglieder

Der Spannbetonturm wird durch 20 SUSPA Spannglieder EX-72 vorgespannt, die im Fundament verankert werden. Die Lage der Spannglied- und Hüllrohrachse sowie die Neigung der Spannglieder ist in dem Übersichtsplan DE_Y23_001_XX_X_Übersicht angegeben und darf nicht verändert werden.

Spannglieder:

Spannglied:	SUSPA – Draht EX-72
Zulassung:	Z-13.3-139 mit Z-13.3-141
Anzahl:	20
Vorspannkraft je Spannglied:	3534 kN

2.3 Ermüdungsschädigung durch wirbelerregte Querschwingungen

Im Bauzustand treten infolge wirbelerregter Querschwingungen keine Schädigungen auf, die bei dem Ermüdungsnachweis im Betriebszustand additiv zu berücksichtigen sind.

2.4 Erdüberschüttung und Grundwasser

Die Erdüberschüttung sowie der zulässige Grundwasserstand sind für den jeweiligen Anlagenstandort mit dem Auftraggeber abzustimmen.

2.5 Mindestdrehfedersteifigkeit

Das Fundament muss die folgenden Steifigkeitsanforderungen erfüllen:

Statische Drehfedersteifigkeit:
 $K_{\varphi,stat} = 32000 \text{ MNm/rad}$

Dynamische Drehfedersteifigkeit:
 $K_{\varphi,dyn} = 160000 \text{ MNm/rad}$

Für Pfahlgründungen ist ggf. eine horizontale Mindestfedersteifigkeit einzuhalten. Diese ist mit dem Anlagenhersteller VENSYS abzustimmen.

2.6 Sonstige Anforderungen

Weitere Anforderungen, wie z.B. die Anordnung von Kabelrohren, sind mit dem Anlagenhersteller VENSYS abzustimmen.

BAUTEIL:	Flachgründung	Seite 14
BLOCK:	2 Schnittstelle Turm - Fundament	
VORGANG:	2.6 Sonstige Anforderungen	