

STANDORTSPEZIFISCHE LASTRECHNUNG

WÖSTENWIND GMBH & Co. KG

GLANDORF 39 / DEUTSCHLAND

PROJEKT # 1035786

4 x 3.6-137/ 131.4 m / 50 Hz

Gepower.com
Visit us at
<https://renewables.gepower.com>



Die Ergebnisse dieser Berechnung unterliegen der möglichen Änderung durch fortschreitende technische Entwicklung!

Urheber- und Verwertungsrechte

Dieses Dokument ist vertraulich zu behandeln. Es soll nur befugten Personen zugänglich gemacht werden. Eine Überlassung an Dritte darf nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Zustimmung von GE Renewable Energy erfolgen.

Alle Unterlagen sind im Sinne des Urheberrechtsgesetzes geschützt. Die Weitergabe sowie die Vervielfältigung von Unterlagen, auch auszugsweise, sowie eine Verwertung und Mitteilung ihres Inhaltes sind nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich schriftlich zugestanden. Zuwiderhandlungen sind strafbar und verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte zur Ausübung von gewerblichen Schutzrechten behalten wir uns vor.

© 2017 GE Renewable Energy. Alle Rechte vorbehalten.

GE und  sind Warenzeichen und Dienstleistungsmarken von GE Renewable Energy.

Andere, in diesem Dokument genannte Unternehmens- oder Produktnamen sind ggf. Warenzeichen bzw. eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Unternehmen.

REVISIONSVERLAUF

Dokument	Rev.	Ausgabedatum (JJJJ-MM-TT)	Betroffene Seiten	Änderung
MLA_Glandorf_39_1035786_4x3.6-137-131.4mHH_Rev00	00	2017-05-04	Alle	Originalausgabe

INHALTSVERZEICHNIS

1.	GRUNDLEGENDE ANNAHMEN.....	4
2.	ZUSAMMENFASSUNG.....	5
3.	EINLEITUNG.....	6
4.	PROJEKTSPEZIFISCHE INFORMATIONEN.....	7
4.1.	Windrose und Windgeschwindigkeitsverteilung.....	7
4.2.	Turbulenzintensität.....	8
4.3.	Extremwindbedingungen.....	9
4.4.	Weitere Windbedingungen.....	9
4.4.1.	Anströmwinkel.....	9
4.4.2.	Windprofil.....	9
4.4.3.	Luftdichte.....	9
4.5.	Windparkplanung.....	10
5.	STANDORTSPEZIFISCHE LASTBEWERTUNG.....	11
5.1.	Betriebslasten.....	11
5.2.	Extremlasten.....	12
5.3.	Anlageneignung.....	12
6.	SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	13
	ANHANG I - WEA-SPEZIFISCHE INFORMATIONEN.....	15
	ANHANG II - EFFEKTIVE TURBULENZINTENSITÄT – WÖHLERLINIENSTEIGUNG 4/10.....	16
	ANHANG III - WINDROSE.....	17
	ANHANG IV – STUNDENVERTEILUNG.....	18

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

1. GRUNDLEGENDE ANNAHMEN

Die standortspezifische Lastrechnung (MLA – Mechanical Loads Assessment) wurde basierend auf den vom Kunden, also WÖSTENWIND GMBH & CO. KG, zur Verfügung gestellten Winddaten, Standort und Windenergieanlagen (WEA) - Positionen durchgeführt. GE hat die Korrektheit dieser mitgeteilten Informationen nicht selbst überprüft, sondern hat diese Daten, sowie vom Kunden zur Verfügung gestellt, verwendet. Eine Änderung dieser Daten führt in der Regel auch zu einer Änderungen der in diesem Dokument berichteten Ergebnisse. GE übernimmt daher ausdrücklich keine Gewährleistung oder Garantie für die vom Kunden zur Verfügung gestellten Daten oder Informationen. Im übrigen gelten auch die Formulierungen aus dem Haftungsausschluss in diesem Dokument.

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

2. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde eine standortspezifische Lastrechnung (MLA - Mechanical Loads Assessment) durchgeführt, um die Standorteignung der WEA GE 3.6-137 mit 131.4 m Nabenhöhe (NH) Stahl-Turm für das Projekt Glandorf 39 in Deutschland zu ermitteln. Für dieses Projekt sind 4 WEA geplant. Im Rahmen der MLA wurden sowohl Betriebs- als auch Extremlasten berücksichtigt. Die zur MLA verwendeten Eingangsdaten sind vom Kunden, also WÖSTENWIND GMBH & CO. KG, zur Verfügung gestellt worden und beinhalten Winddaten, Standortinformationen und WEA-Positionen. Die Extremlasten wurden auf der Tatsache verifiziert, dass die standortspezifische Referenzwindgeschwindigkeit (V_{ref}) für Glandorf 39 unterhalb des entsprechenden Auslegungswertes liegt. Das MLA belegt, dass die WEA GE 3.6-137 mit einer NH von 131.4 m und Stahl-Turm für das Projekt Glandorf 39 geeignet ist. Diese Schlussfolgerung gilt nur für die in der Untersuchung betrachteten Eingangsdaten (siehe Referenzen) und ist abhängig von den durch den Kunden zur Verfügung gestellten standortspezifischen Informationen.

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

3. EINLEITUNG

WÖSTENWIND GMBH & CO. KG plant die Aufstellung von 4 x 3.6-137 WEA mit 131.4 m NH Stahl-Turm am Standort des Projekts Glandorf 39 in Deutschland. Der vorliegende Bericht erläutert das MLA für die projektierten WEA gemäß der vom Kunden zur Verfügung gestellten Winddaten, Standortinformationen und WEA-Positionen.

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

4. PROJEKTSPEZIFISCHE INFORMATIONEN

Dieses Kapitel dokumentiert die Eingangsdaten zur standortspezifischen Lastrechnung.

4.1. WINDROSE UND WINDGESCHWINDIGKEITSVERTEILUNG

Mit den vom Kunden bereitgestellten standortspezifischen Winddaten und der WindPRO-Software [1] hat GE die sektorbezogene Weibull-Verteilung für jedem WEA-Standort ermittelt, falls diese vom Kunden nur für einen Referenzpunkt zur Verfügung gestellt wurden. Die Parameter der Windrose für die am stärksten belastete WEA WEA3 (Kunden ID) ist in Anhang IV aufgeführt. Die Hauptwindrichtungen am Standort in Nabenhöhe sind Westsüdwest (WSW), Südsüdwest (SSW) und Süd (S) wie in Abbildung 1 dargestellt. In Abbildung 2 ist die entsprechende Weibullverteilung aufgeführt.

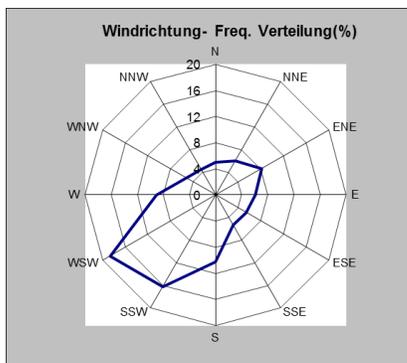


Abbildung 1: Windrose am Standort Glandorf 39

In Abbildung 2 ist die entsprechende Windgeschwindigkeitsverteilung dargestellt.

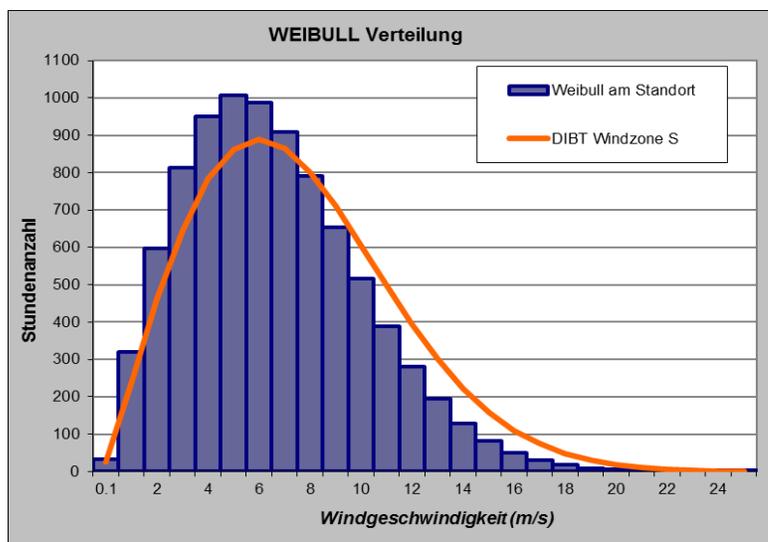


Abbildung 2: Weibullverteilung am Standort Glandorf 39

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

In Tabelle 1 ist für die höchstbelastetste WEA die jährliche mittlere Windgeschwindigkeit v_{ave} und der Weibull Formfaktor k in Nabenhöhe angegeben. Die entsprechende Stundenverteilung ist in Anhang IV beigefügt.

Turbinen ID Nummer	v_{ave} [3]	k [4]
[Kunde]	[m/s]	[-]
WEA3	6.56	2.0

Tabelle 1: Parameter der Weibullverteilung am Standort Glandorf 39

4.2. TURBULENZINTENSITÄT

Turbulenzen erhöhen die auf eine WEA einwirkenden, mechanischen Lasten. Für die Berechnung der Ermüdungslasten wurden die effektiven Turbulenzintensitäten (ETI) der Anlagenposition mit den höchsten Werten zugrunde gelegt. Der Einfluss von nachlaufinduzierter Turbulenz und eine mögliche Geländekomplexität wird hierbei berücksichtigt, zusammen mit einem Wahrscheinlichkeitswert von 90% für die Umgebungsturbulenzintensität [2, 6]. Die effektive Turbulenzintensitätsverteilung für die Wöhlerkoeffizienten $m=4$ und $m=10$ am Standort Glandorf 39 ist in Abbildung 3 [3] für die am höchsten belasteten Anlage(n) dargestellt. Diese Abbildung zeigt auch den Verlauf nach DIBT Windzone S für welche die GE 3.6-137 ausgelegt wurde.

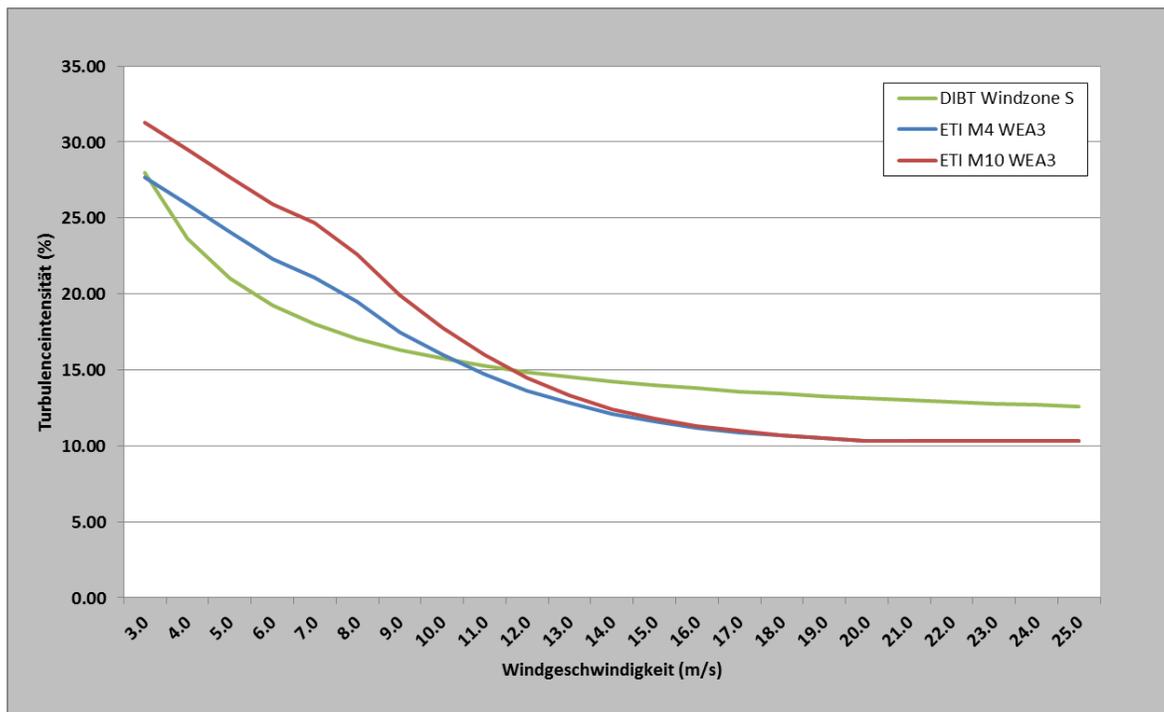


Abbildung 3: Verteilung der effektiven Turbulenzintensität

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

4.3. EXTREMWINDBEDINGUNGEN

Die Extremwindbedingungen werden mit der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe mit einem Wiederkehrungszeitraum von 50 Jahren [2] ausgedrückt. Diese wird als Referenzwindgeschwindigkeit (V_{ref}) bezeichnet und als 10 Minuten Mittelwert angegeben.

Die 50-Jahre Sturmwindgeschwindigkeit V_{ref} für Deutschland wird anhand der DIBt 2012 Kapitel 7.3.2.1 [6] ermittelt und ist abhängig von der Jahresmittelwindgeschwindigkeit und der regionalen Klassifizierung am Standort, welche in Deutschland als Windzone definiert ist (WZ).

Das Projekt Glandorf 39 befindet sich in Windzone 2, womit sich ein Wert für V_{ref} von 37.7 m/s [3] in Nabenhöhe ergibt.

4.4. WEITERE WINDBEDINGUNGEN

Die weiteren Windbedingungen umfassen den Anströmwinkel, das Windprofil und die Luftdichte. Diese Werte werden für jeden WEA Standort ermittelt.

4.4.1. ANSTRÖMWINKEL

Die Steigung des Geländes beeinflusst den Anströmwinkel des Windes am Rotor und wirkt sich somit auf die mechanischen Lasten aus, denen die WEA unterliegt. GE bestimmt den Anströmwinkel für jeden 30°-Sektor jedes WEA-Standortes mit Hilfe der WAsP Engineering Software [4]. Der maximale ermittelte Anströmwinkel für diesen Standort beträgt 0.1 Grad [3].

4.4.2. WINDPROFIL

Die vertikale Windscherung $V(z)$ wird durch den Höhenexponenten (α) und das exponentielle Windprofil definiert.

$$V_2(z) = V_1 \left(\frac{z_2}{z_1} \right)^\alpha$$

Anhand der Nabenhöhe Z_1 und der Windgeschwindigkeit in dieser Höhe, V_1 , lässt sich die Geschwindigkeit in Höhe Z bestimmen. GE hat das Windprofil am Rotor für jede der Anlagenpositionen mit Hilfe der WindPRO-Software [1] berechnet. Der maximale vertikale Höhenexponent (α) im Bereich des Rotors für diesen Standort beträgt 0.28 [3].

4.4.3. LUFTDICHTE

Zur Bestimmung der jährlichen mittleren Luftdichte lagen keine standortspezifischen Daten vor. Daher wurden die Bedingungen der Standardatmosphäre gemäß ISO 2523:1975 zugrunde gelegt. Die maximale jährliche Durchschnittsluftdichte für den Standort wurde zu 1.223 kg/m³ ermittelt [3].

4.5. WINDPARKPLANUNG

Die WEA-Positionen für das Projekt Glandorf 39 sind in Abbildung 4 dargestellt und die WEA-Koordinaten in ANHANG I. Der kleinste Abstand zwischen einer neu geplanten WEA zu einer anderen WEA beträgt 340 Meter. Falls existierende WEA Einfluss auf die neu geplanten WEA aufzeigen werden diese für die Untersuchung in Betracht gezogen.

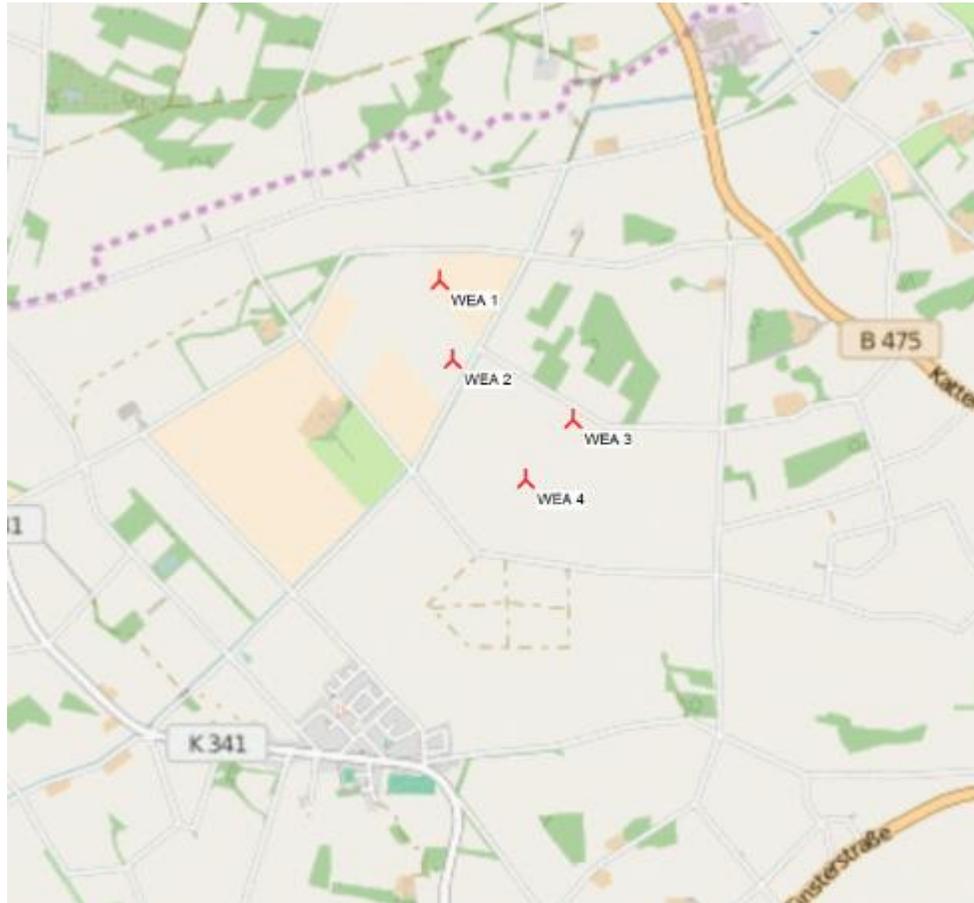


Abbildung 4: Layout für das Projekt Glandorf 39

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

5. STANDORTSPEZIFISCHE LASTBEWERTUNG

5.1. BETRIEBSLASTEN

Der erste Schritt im Rahmen einer Analyse der Ermüdungslasten besteht darin zu ermitteln, welche WEA innerhalb des Windparks den höchsten Belastungen ausgesetzt ist bzw. sind. Zu diesem Zweck wird ein Computermodell namens TBONTB eingesetzt, das als Input die WEA-Positionen, die charakteristische Verteilung der Umgebungsturbulenzintensität und die Windrose jeder einzelnen bzw. der energetischsten WEA-Position verwendet. TBONTB berechnet zunächst den relativen Abstand und die Ausrichtung aller WEA zueinander und anschließend, mit Hilfe der Sten-Frandsen-Methode [5], die Sektorbreite, -häufigkeit und nachlaufinduzierte Turbulenz pro Windrichtungssektor für jede WEA. Im nächsten Schritt werden anhand einer in TBONTB enthaltenen Dauerbeanspruchungs-Datenbank die folgenden schädigungsäquivalenten Lasten (Damage Equivalent Loads, DELs) für alle WEA berechnet:

MyB1:	Schlagbiegemoment außerhalb der Rotorebene
MzB1:	Schwenkbiegemoment in der Rotorebene
FyR0:	Scherkraft Nabe
MyR0:	Nickmoment Nabe
MzR0:	Drehmoment Triebstrang
FzK2:	Schub Turmkopf
MxK2:	Torsion Turmkopf
MyK2:	Nickmoment Turmkopf

Die schädigungsäquivalenten Lasten (DELs) sind vom Anstieg der S-N-Kurve (Wöhlerkurve) des Komponentenmaterials abhängig. Die Ergebnisse der S-N-Kurve für die Koeffizienten $m=4$ und $m=10$ werden mit den Auslegungslasten des untersuchten WEA-Typs verglichen. Die Auslegungslasten entsprechen dabei denen einer 20-jährigen Lebensdauer der WEA. Die DEL-Spanne für jede Komponente wird mit Hilfe folgender Gleichung berechnet:

$$\text{Margin} = \left(1 - \frac{\text{Site Specific Loads}}{\text{Envelope Loads}} \right) \cdot 100\%$$

Die DELs wurden miteinander verglichen und als am stärksten belasteten WEA wurde WEA3 (Kunden ID) ermittelt. Standardmäßig werden die Ergebnisse aus TBONTB nur zur relativen Bewertung der Anlagen verwendet. Die endgültigen DEL-Werte wurden mittels einer detaillierteren Analyse unter Verwendung eines Programms zur aeroelastischen WEA-Simulation namens Flex5 ermittelt. Im Rahmen der Flex5-Analyse werden folgende DELs berechnet:

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

MyBS:	Schlagbiegemoment Blattwurzel
MzBS:	Schwenkbiegemoment Blattwurzel
MyB:	Schlagbiegemoment außerhalb der Rotorebene
MzB:	Schwenkbiegemoment in der Rotorebene
MyR0:	Nickmoment der Nabe, Rotation
MzR0:	Drehmoment des Triebstrangs, Rotation
MxR1:	Giermoment der Nabe, feststehend
MyR1:	Nickmoment der Nabe, feststehend
MyK2:	Nickmoment des Turmkopfes
MyTB:	Nickmoment des Turmfußes

Die mit Flex5 gewonnenen Ergebnisse für WEA3 (Kunden ID) zeigen, dass die DELs innerhalb der Auslegungslasten für eine 20-jährige WEA-Lebensdauer liegen. Es ist zu beachten, dass die Unterschiede in TBONTB und Flex5 in Bezug auf die betrachteten DELs nicht die Auswahl der höchstbelasteten WEA beeinflussen.

5.2. EXTREMLASTEN

Eine Berechnung der Extremlasten ist notwendig, wenn die standortspezifische Referenzwindgeschwindigkeit den Auslegungswert nach DIBT [6] der betreffenden WEA übersteigt.

Nachfolgend sind die Auslegungswert der betreffenden WEA sowie die am Standort vorherrschenden Bedingungen dargestellt:

DIBT Windzone S:

- Vref: 50-yr, 10-Min.-Mittelwert 39.3 m/s

Standortbedingungen:

- Vref: 50-yr, 10-Min.-Mittelwert 37.7 m/s

Die standortspezifische Referenzwindgeschwindigkeit (Vref) für das Projekt Glandorf 39 liegt unter der Auslegungswindgeschwindigkeit Vref [6] der WEA. Somit ist die Standorteignung hinsichtlich der Extremlasten der GE 3.6-137 mit 131.4 m NH Stahl-Turm gemäß DIBt 2012 Abschnitt 16.2 [6] nachgewiesen.

5.3. ANLAGENEIGNUNG

Die Ergebnisse der MLA belegen, dass die 4 WEA des Typs GE 3.6-137 mit 131.4 m NH Stahl-Turm für das Projekt Glandorf 39 geeignet sind.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Betriebs- und Extremlasten der für das Projekt Glandorf 39 geplanten WEA des Typs GE 3.6-137 mit 131.4 m NH Stahl-Turm werden durch die Auslegungswerte (DIBT Windzone S) abgedeckt.

Die Installation und der Betrieb der GE 3.6-137 WEA werden auf der Grundlage aktueller Berechnungsverfahren genehmigt. Diese Schlussfolgerung gilt nur für die in der Untersuchung betrachteten Eingangsdaten und versteht sich in Abhängigkeit von den durch den Kunden bereitgestellten, standortspezifischen Informationen. Jegliche Änderungen der Eingangsdaten müssen von GE daraufhin überprüft werden, ob sich hieraus Auswirkungen auf die Eignung der WEA ergeben.

Benachbarte existierende Anlagen von anderen Herstellern können von GE nicht geprüft werden. Um die Standsicherheit dieser Anlagen nicht zu gefährden, können Betriebsbeschränkungen der neu geplanten Anlagen erforderlich sein, falls dies in einem Turbulenzgutachten so angegeben ist.

Gegenüber der Genehmigungsbehörde ist zusätzlich die Beurteilung eines unabhängigen Dritten erforderlich.

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Die vorliegende Berechnung dient nur zu Referenzzwecken und liefert lediglich eine Gegenüberstellung prognostizierter Standortlasten, die auf vom Kunden beigestellten Daten basieren, mit den prognostizierten Bemessungslasten der in Betracht gezogenen WEA. Die in diesem Dokument enthaltenden Informationen stellen keine Zusicherungen, Gewährleistungen und Garantien dar. Dieses Dokument dient lediglich zu Informationszwecken und begründet keinerlei rechtliche Verpflichtung/ Vereinbarung und Haftung auf Seiten von GE.

Die Berechnung ist in keiner Weise als eine Leistungsgewährleistung oder Leistungsgarantie bzw. als Produktgarantie / Produktbeschreibung auszulegen.

GE gewährt weder irgendwelche ausdrücklichen oder stillschweigenden Zusicherungen / Gewährleistungen / Garantien hinsichtlich der Richtigkeit / Vollständigkeit sämtlicher der in diesem Dokument enthaltenden Informationen noch in Bezug auf die Marktgängigkeit oder der Eignung zu einem bestimmten Zweck.

Die Besonderen Vertragsbedingungen eines noch separat abzuschließenden Vertrages über WEA, enthalten die ausschließlichen Rechte für sämtliche Ansprüche wegen eines Ausfalls oder Mangels in Bezug auf Anlagenteile und Services.

GE schließt ausdrücklich jegliche Haftung für Inhalte dieses Dokuments aus – gleich auf welchem Rechtsgrund basierend (wie z.B. vertraglicher oder gesetzlicher Mängelhaftung, Haftung aus unerlaubter Handlung, auf außervertraglichen Rechtsgründen, auf Gefährdungshaftung oder auf sonstigen Rechtsgründen) und ob Ansprüche entstanden sind oder noch entstehen werden. Der Haftungsausschluss gilt für sämtliche Schäden und Ansprüche, die im Zusammenhang mit der Nutzung der Informationen / Inhalte dieses Dokuments durch den Empfänger, seiner Tochtergesellschaften und /oder deren Vertreter entstehen werden oder aber entstanden sind.

Mit der Entgegennahme dieses Dokuments erklärt der Empfänger seine Zustimmung zu den vorstehenden Bestimmungen.

REFERENZEN

1. Software WindPRO. EMD International A/S WindPRO homepage: <http://www.emd.dk/WindPRO/Frontpage>.
2. IEC 61400-1 standard, 'Wind turbine generator systems, Part1: Safety requirements', Edition 2, 1999, including Common Modifications 2003
3. Wind Farm Form, "WFF_forMLA_Glandorf-39_1035786_4_3.6-137_131m_Rev00.xlsx", 14-11-2016
4. Software WAsP Engineering. WAsP Engineering homepage: <http://www.waspenengineering.dk/>.
5. Frandsen, S., and Thøgersen, M., 'Integrated Fatigue Loading for Wind Turbines in Wind Farms by combining Ambient Turbulence and Wakes', Wind Engineering, Volume 23 No. 6 1999
6. DIBt 2012, Wind Turbine Guideline Loads and Stability Verifications for the Tower and Foundation. As amended October 2012 „Fassung Oktober 2012“ Rev. 0 (DRAFT) 22.04.2013

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

ANHANG I - WEA-SPEZIFISCHE INFORMATIONEN

Turbinen ID Nummer [Kunde]	Turbinen ID Nummer [GE]	Koordinatensystem (UTM (north)-WGS84 Zone: 32)		Turbinen Modell	Nabenhöhe (m)
		Rechtswert (m)	Hochwert (m)		
WEA1	1	427,298	5,772,036	3.6-137	131.4
WEA2	2	427,350	5,771,685	3.6-137	131.4
WEA3	3	427,883	5,771,407	3.6-137	131.4
WEA4	5	427,668	5,771,143	3.6-137	131.4

Tabelle 2: Standortinformationen zum Projekt Glandorf 39 - Geplante Anlagen

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

ANHANG II - EFFEKTIVE TURBULENZINTENSITÄT – WÖHLERLINIENSTEIGUNG 4/10

V (m/s)	Effektive TI WEA3 slope4 (%)	Effektive TI WEA3 slope10 (%)
3	27.7	31.3
4	25.9	29.5
5	24.1	27.7
6	22.3	25.9
7	21.1	24.7
8	19.5	22.6
9	17.5	19.9
10	16	17.8
11	14.7	16
12	13.6	14.5
13	12.8	13.3
14	12.1	12.4
15	11.6	11.8
16	11.2	11.3
17	10.9	11
18	10.7	10.7
19	10.5	10.5
20	10.3	10.3
21	10.3	10.3
22	10.3	10.3
23	10.3	10.3
24	10.3	10.3
25	10.3	10.3

Tabelle 3: Verteilung der anlagenspezifischen effektiven Turbulenzintensität für die Wöhlerliniensteigung 4/10

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

ANHANG III - WINDROSE

WEA3	Scale parameter, A (m/s)	Shape parameter, k	Annual frequency
N	5.95	2.084	5
NNE	5.93	2.131	7.07
ENE	7.07	2.209	8.1
E	5.97	1.857	6.1
ESE	4.19	2.037	5.4
SSE	4.44	1.658	5.3
S	6.83	2.123	10.3
SSW	9.35	2.564	16.2
WSW	9.28	2.412	18.7
W	8.21	2.189	9.1
WNW	6.56	2.268	5.2
NNW	6.83	2.256	4.5

Tabelle 4: Daten der Windrose für WEA3 (Kunden ID)

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörperten Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.

ANHANG IV – STUNDENVERTEILUNG

wind speed [m/s]	WEA3
	Stunden [h]
3.0	16583.99
4.0	19314.59
5.0	20273.13
6.0	19713.68
7.0	18028.42
8.0	15639.94
9.0	12934.27
10.0	10224.57
11.0	7735.37
12.0	5601.96
13.0	3881.27
14.0	2569.69
15.0	1623.32
16.0	976.83
17.0	559.02
18.0	303.83
19.0	156.67
20.0	76.59
21.0	35.49
22.0	15.59
23.0	6.50
24.0	2.57
25.0	0.97

Tabelle 5: Stundenverteilung (Kunden ID)

Die auf dieser Seite in Textform wiedergegebenen sowie in Zeichnungen, Modellen, Tabellen etc. verkörpert Informationen bleiben unser ausschließliches Eigentum. Sie werden nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und dürfen zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden. Gedruckte und elektronisch verbreitete Dokumente unterliegen nicht der Änderungskontrolle.