



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Prüfbescheid für eine Typenprüfung

Datum: 25.11.2022

Prüfnummer: 3416407-42-d

Objekt: Turm und Fundamente
eno160 120m T1
eno160 165m Q21
Windenergieanlage eno160-6.0 mit 6.0 MW
Rotorblatt Typ LM 78.3 P GenC
Nabenhöhe 120 m und 165 m
Windzone S (basierend WZ 3 + GK II)

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

Hersteller und Konstruktion WEA, Stahlurm NH 124m und Fundament: eno energy systems GmbH
Am Strande 2e
18055 Rostock

Hersteller und Konstruktion Hybrid-turm NH 165m und Fundament: Max Bögl Wind AG
Max-Bögl-Straße 1
92369 Sengenthal

Auftraggeber: eno energy systems GmbH
Am Strande 2e
18055 Rostock

Gültig bis: 18.08.2027

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/SRA

Dokument:
3416407-42-
d_TPB_eno160_120m_165m.do
cx

Das Dokument besteht aus
9 Seiten.
Seite 1 von 9

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.



Industrie Service

Revision	Datum	Änderungen
0	25.11.2022	Erstfassung

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeine Bestimmungen.....	3
2.	Anlagenbeschreibung	3
3.	Prüfgrundlage	4
4.	Prüfberichte zur bautechnischen Prüfung.....	4
5.	Gutachtliche Stellungnahmen.....	5
6.	Zusammenfassung.....	7
7.	Auflagen.....	7
	Anlage 1:.....	9



1. Allgemeine Bestimmungen

Die Typenprüfung für die in Abschnitt 2 beschriebene Windenergieanlage besteht aus den unter Abschnitt 4 aufgeführten Prüfberichten sowie diesem Typenprüfbescheid. Grundlage der Typenprüfung sind die in Abschnitt 5 gelisteten gutachtlichen Stellungnahmen.

Die Typenprüfung bestätigt die Prüfung der Standsicherheit der gelisteten Türme und Gründungen.

Dieser Prüfbescheid zur Typenprüfung ersetzt nicht die Bestätigung des Auflagenvollzugs. Er ersetzt keine für die Durchführung von Bauvorhaben erforderlichen Genehmigungen.

Bei Abweichungen von diesem Prüfbescheid zur Typenprüfung oder den unter Abschnitt 4 und 5 aufgeführten zugehörigen Prüfberichten und Stellungnahmen sowie den darin geprüften Unterlagen und gelisteten Prüfgrundlagen ist die Standsicherheit im Einzelfall nachzuweisen und zu prüfen.

Es wird davon ausgegangen, dass Hersteller und Betreiber ihren Verpflichtungen zur Gewährleistung des sicheren Betriebes der Anlage nachkommen und über im Betrieb festgestellte, auslegungsrelevante Auffälligkeiten, wie z.B. Schwingungsphänomene, berichten und gegebenenfalls veranlassen, dass entsprechende Untersuchungen durchgeführt und neue Berechnungen zur Prüfung vorgelegt werden.

2. Anlagenbeschreibung

Die hier behandelte Windenergieanlage vom Typ eno160 mit 120 m und 165 m Nabenhöhe besteht aus einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor, der über die Rotorwelle in einer 4-Punkt-Lager-Anordnung mit dem Hauptgetriebe verbunden ist.

Die Anlage wird mittels Blattwinkelverstellung und variabler Rotordrehzahl geregelt.

Umgebungsbedingungen und Daten der Maschine gemäß Herstellerangaben:

Nennleistung	6,0 MW
Windzone	S (basierend 3)
Geländekategorie	S (basierend II)
Erdbebenzone nach DIN 4149	Nicht zutreffend
Nabenhöhe	120 m und 165 m
Rotorblatttyp	LM 78.3 P GenC
Rotordrehzahlbereich (Produktionsbetrieb)	3,85 – 11,27 U/min
Nennwindgeschwindigkeit, V_r (1 Sekunden Mittelwert)	12,7 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit (10 Minuten Mittelwert)	24 m/s
Einschaltwindgeschwindigkeit (10 Minuten Mittelwert)	3 m/s
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit (1 Jahres Mittelwert)	7,37 m/s gerechnet mit 7,5 m/s (120m)
	7,75 m/s (165m)
Extremer 50-Jahres-Wind, V_{ref} (10 Minuten Mittelwert)	40,93 m/s (120m)
	41,0 m/s (165m)
Turbulenzkategorie	A
Lebensdauer	20 Jahre

Tabelle 1



In der folgenden Tabelle sind die möglichen Turm- und Gründungsvarianten mit den entsprechenden Prüfberichten gelistet:

Nabenhöhe	120 m	165 m
Turm	Stahlrohrturm mit längsgeteilten Sektionen [1]	Hybridturm mit Beton- und Stahlrohrsegmenten [3]
Fundament	Flachgründung mit Auftrieb [2]	Flachgründung mit Auftrieb [4]

Tabelle 2

Detaillierte Beschreibungen der Bauteile Turm und Fundament sind in den zitierten Prüfberichten zu finden.

3. Prüfgrundlage

Der Prüfung wurden die folgenden Normen und Richtlinien zugrunde gelegt:

- /1/ „Richtlinie für Windenergieanlagen“, herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), Version 2012, korrigierte Fassung März 2015
- /2/ DIN EN IEC 61400-1:2019 „Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2019); Deutsche Fassung EN IEC 61400-1:2019“
- /3/ EN IEC 61400-1:2019 „Wind turbines – Part 1: Design requirements“
- /4/ “Stellungnahme DIBt / IEC 61400-1 Ed. 4”, erstellt von DKE, vom 31.08.2020

Nach der Anerkennungsnotiz im Vorwort von /2/ entspricht die Norm /2/ inhaltlich /3/. Entsprechend kann in den in Abschnitt 5 gelisteten gutachtlichen Stellungnahmen gleichwertig /2/ oder /3/ als Prüfgrundlage verwendet werden.

In der DIBt-Richtlinie /1/ sind die älteren Versionen von /2/ aus den Jahren 2004 bzw. 2011 für die Ermittlung der Einwirkungen zugelassen. Mit diesem Prüfbescheid und gemäß Stellungnahme des DKE/AK 383.0.1 /4/ wird bestätigt, dass auch bei Anwendung der neuesten Version der DIN EN IEC 61400-1 in ihrer Gesamtheit das geforderte Sicherheitsniveau der DIBt-Richtlinie /1/ eingehalten wird und somit Konformität mit /1/ besteht.

In den Prüfberichten in Abschnitt 4 und gutachtlichen Stellungnahmen in Abschnitt 5 sind die jeweils zugrunde gelegten Normen und Richtlinien genannt.

4. Prüfberichte zur bautechnischen Prüfung

Gegenstand der Typenprüfung ist die Prüfung der Standsicherheitsnachweise sowie die Prüfung der zugehörigen Konstruktionszeichnungen für die Türme und die zugehörigen Gründungen entsprechend Tabelle 2.

Die im Rahmen der Prüfungen eingereichten Unterlagen sind in den folgenden Prüfberichten aufgelistet.

Die geprüften und mit rundem Prüfstempel versehenen Unterlagen entsprechen den Anforderungen der DIBt-Richtlinie /1/ sowie den in den folgenden Prüfberichten genannten Normen und Richtlinien und sind im Wesentlichen vollständig und richtig.

Die Prüfung der Podeste, Besteigeeinrichtungen und Innenausbauten der Türme ist nicht Bestandteil dieser Typenprüfung.



4.1. Stahlrohrturm mit längsgeteilten Sektionen, Nabenhöhe 120 m

- [1] „Prüfbericht für eine Typenprüfung Prüfung der Standsicherheit – Stahlrohrturm mit längsgeteilten Sektionen eno160 120m T1 Windenergieanlage eno160 6000 kW, 120 m Nabenhöhe Windzone S“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 10 Seiten, Dokument Nr. 3416407-26-d, Rev. 0, Datum 05.10.2022
- [2] „Prüfbericht für eine Typenprüfung Prüfung der Standsicherheit - Flachgründung Windenergieanlage eno160-6.0 Turm: Stahlrohrturm eno160 120m T1 Nabenhöhe: 120m über GOK Windzone S Hier: $\varnothing = 24,65$ m (rund) mit Auftrieb“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 7 Seiten, Dokument Nr. 3637402-1-d, Rev. 0, Datum 05.10.2022

4.2. Hybridturm mit Beton- und Stahlrohrsegmenten, Nabenhöhe 165 m

- [3] „Prüfbericht für eine Typenprüfung Prüfung der Standsicherheit – Hybridturm Q21 Windenergieanlage eno160 6000kW, 165 m Nabenhöhe Windzone S“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 14 Seiten, Dokument Nr. 3555464-10-d, Rev. 0, Datum 19.08.2022
- [4] „Prüfbericht für eine Typenprüfung Prüfung der Standsicherheit - Flachgründung Windenergieanlage: eno160 6000kW Turm: Hybridturm Q21 Nabenhöhe: 165m über GOK Windzone S, Erdbebenzone 0 Hier: $\varnothing = 25,50$ m (rund) mit Auftrieb“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 7 Seiten, Dokument Nr. 3555464-2-d, Rev. 0, Datum 19.08.2022

5. Gutachtliche Stellungnahmen

Die folgenden gutachtlichen Stellungnahmen gemäß /1/ Abs. 3.I. wurden im Rahmen dieser Typenprüfung vorgelegt:

- Bestätigung der Schnittgrößen für den Nachweis von Turm und Gründung, Rotorblätter und Maschinenbau (Lastgutachten)
- Nachweis der Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsgutachten)
- Nachweis der Rotorblätter
- Nachweis der maschinenbaulichen Komponenten (Maschinengutachten)
- Nachweis der Verkleidung von Maschinenhaus und Nabe
- Nachweis für die elektrotechnischen Komponenten und den Blitzschutz

5.1. Stahlrohrturm mit längsgeteilten Sektionen, Nabenhöhe 120 m

Als Grundlage für die Lastannahmen gilt die folgende gutachtliche Stellungnahme:

- [5] „Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion - Lastannahmen Windenergieanlage eno160-6.0 (6000kW) Rotorblatt Typ LM78.3 P Gen B und LM 78.3 P GenC Nabenhöhe 120 m über Geländeoberkante WEA-Klasse S und Windzone S“ erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 10 Seiten, Dokument Nr. 3555467-2-d, Rev. 3, Datum 17.10.2022

Gutachten und Prüfberichte, die auf Rev. 1 oder Rev. 2 von [5] verweisen, sind auch mit der hier zitierten Rev. 3 gültig.



5.2. Hybridturm mit Beton- und Stahlrohrsegmenten, Nabenhöhe 165 m

Als Grundlage für die Lastannahmen gilt die folgende gutachtliche Stellungnahme:

- [6] „Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion - Lastannahmen Windenergieanlage eno160-6.0 (6000 kW) Rotorblatt Typ LM 78.3 P GenB und LM 78.3 P GenC Nabenhöhe 165 m über Geländeoberkante WEA-Klasse S und Windzone S“ erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 10 Seiten,
Dokument Nr. 3491059-1-d, Rev. 3, Datum 17.10.2022

Gutachten und Prüfberichte, die auf Rev. 2 von [6] verweisen, sind auch mit der hier zitierten Rev. 3 gültig.

5.3. Für alle Varianten gültige gutachtliche Stellungnahmen

Für die weiteren oben genannten Unterlagen gelten die folgenden gutachtlichen Stellungnahmen:

- [7] „Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion – Maschinenbauliche Strukturen Windenergieanlagen eno152 und eno160“ erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 19 Seiten,
Dokument Nr. 3416407-22-d, Rev. 2, Datum 07.11.2022
- [8] „Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion – Maschinenbauliche Strukturen Windenergieanlage eno152-5.6MW, eno160-5.4MW und eno160-6.0MW Hier: Turmkopfflansch“ erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 8 Seiten,
Dokument Nr. 3416407-88-d, Rev. 3, Datum 09.08.2022
- [9] „Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion – Maschinenbauliche Komponenten Windenergieanlagen eno152-5.6MW, eno160-5.4 MW, eno160-6.0MW“ erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 18 Seiten,
Dokument Nr. 3416407-23-d, Rev. 03, Datum 15.09.2022
- [10] „Vorläufige Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion – Betriebsführung und Sicherheitssystem Windenergieanlagenplattform ENO ENOventum Hier: Eno152 5600 kW, 124 m und 165 m Nabenhöhe Eno160 6000kW, 100 m, 120 m und 165 m Nabenhöhe“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 8 Seiten,
Dokument Nr. 3416407-11-d, Rev. 1, Datum 21.11.2022
- [11] „Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion Elektrische Komponenten und Blitzschutz Windenergieanlage eno152-5.6MW eno160-5.4MW eno160-6.0MW ohne Rotorblätter“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 16 Seiten,
Dokument Nr. 3416407-12-d, Rev. 0, Datum 14.02.2022
- [12] „Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion – Rotorblatt Windenergieanlage eno160-6.0 Rotorblatt Typ LM 78.3 P GenC Hier: Integration des Rotorblattes (einschließlich Typprüfung und Bewertung der Herstellung)“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 10 Seiten,
Dokument Nr. 3416407-14-d, Rev. 0, Datum 14.11.2022
- [13] „Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion – Hauptgetriebe Eickhoff EBN 6900 für Windenergieanlage eno160-6.0 Für Normalklimabedingungen“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 15 Seiten,
Dokument Nr. 3654885-1-d, Rev. 0, Datum 07.11.2022
- [14] „Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion – Maschinenbauliche Komponenten Windenergieanlage eno160-6.0 Hier: Analyse der Triebstrangdynamik mit Getriebe Eickhoff EBN 6900“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 6 Seiten,
Dokument Nr. 3416407-19-d, Rev. 1, Datum 25.11.2022



- [15] „Vorläufige Gutachtliche Stellungnahme Bewertung der Konstruktion – Gehäuse Windenergieanlage eno152-5.6MW und eno160-5.4MW WK II_A hier: Nabenverkleidung“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 10 Seiten, Dokument Nr. 3416407-30-d, Rev. 0, Datum 01.08.2022

Die Zusammenstellung von gutachtlichen Stellungnahmen ist im Sinne der DIBt Richtlinie /1/ Abschnitt 3.I vollständig bis auf die in diesem Bericht genannten Auflagen. Die Unterlagen gemäß Abschnitt 3.J, K und L sind mit den genannten gutachtlichen Stellungnahmen noch nicht bestätigt. Die in den gutachtlichen Stellungnahmen vorgegebenen Werte und Eigenschaften wurden in den Nachweisen von Turm und Gründungen berücksichtigt. Die gutachtlichen Stellungnahmen bestätigen die Übereinstimmung mit den in Abschnitt 3 gelisteten Prüfgrundlagen. Aus der fehlenden Vollständigkeit der gutachtlichen Stellungnahmen sowie den unter Kapitel 7 genannten Auflagen ergibt sich kein Einfluss auf die Gültigkeit der Nachweise von Turm und Fundament, sofern die Gültigkeit der Lastgutachten [5] und [6] davon nicht berührt wird.

Die gutachtliche Stellungnahme [12] beinhaltet eine Bestätigung des statischen Tests des Rotorblatts.

6. Zusammenfassung

Die eingereichten gutachtlichen Stellungnahmen und Prüfberichte für die Türme mit 120m bzw. 165m Nabenhöhe und die zugehörigen Gründungen der Windenergieanlage vom Typ eno160 entsprechen den Anforderungen der DIBt-Richtlinie /1/.

Die Anforderungen an die Standsicherheit der Türme und Gründungen sind erfüllt, vorausgesetzt, alle in den Prüfberichten und diesem Prüfbescheid genannten Auflagen sowie alle Auflagen und Bemerkungen der zugehörigen gutachtlichen Stellungnahmen werden beachtet bzw. vollzogen. Eine Übersicht der Auflagen kann Anlage 1 dieses Typenprüfbescheids entnommen werden.

Die Türme und die zugehörigen Gründungen sind mindestens alle 2 Jahre durch einen Sachverständigen für Windenergieanlagen auf den Erhaltungszustand hin zu überprüfen. Wenn von der Herstellerfirma eine laufende (mindestens jährliche) Überwachung und Wartung der Windenergieanlage durchgeführt wird, kann der Zeitraum der Fremdüberwachung auf 4 Jahre verlängert werden. Über die Überprüfung bzw. Überwachung und Wartung ist mindestens alle 2 Jahre ein Bericht zu erstellen.

7. Auflagen

1. Bis zum Baubeginn der ersten Anlage sind vollständige Nachweise und Zeichnungen der Verkleidungen einschließlich deren Unterkonstruktion zur Prüfung vorzulegen. Nach Abschluss der Prüfung ist der Typenprüfbescheid um eine finale gutachtliche Stellungnahme zu den Verkleidungen 0 zu ergänzen.
2. Bis zur Inbetriebnahme der ersten Anlage ist ein gültiges Zertifikat für das Pitchsystem sowie eine abschließende Dokumentation zum Pitchsystem bereitzustellen, so dass eine abschließende gutachtliche Stellungnahme von [10] erstellt werden kann.
3. Bis zur Inbetriebnahme der ersten Anlage ist ein Gutachten mit Bestätigung der Unterlagen gemäß Abschnitt 3.J, K und L der DIBt-Richtlinie /1/ vorzulegen.



Industrie Service

Für die Verlängerung der Typenprüfung sind die eingereichten Unterlagen, insbesondere die Zeichnungen und die Berechnungen für den Turm und die zugehörigen Gründungen, zu einer erneuten Überprüfung hinsichtlich geänderter Vorschriften oder Richtlinien vorzulegen.

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit für die
bautechnische Prüfung von Windenergieanlagen**

Der Bearbeiter

Der Leiter

S. Ackermann

i.V. S. Mayer



Anlage 1:

Detaillierter Verweis auf die einzelnen Auflagen der zugrundeliegenden Prüfberichte und Gutachtlichen Stellungnahmen:

[1]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 15
[2]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 10
[3]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 22
[4]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 10
[5]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 9
[6]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 9
[7]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 4
[8]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 3
[9]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 5
[10]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 6
[11]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 5
[12]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 9
[13]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 8
[14]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 2
[15]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 9