PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Industrie Service

Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.

Prüfbescheid für eine Typenprüfung

Datum: 23.04.2021

Prüfnummer: **3367434-16-d**

Objekt: **Turm und Fundamente TCS164B-00 (N20)**
Windenergieanlage Nordex N149/4.0-4.5
Rotorblatt Typ NR74.5-1, NR74.5-2 und NR74.5-3
Nabenhöhe 164 m
Windzone S, Erdbebenzone 3

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

Hersteller und Konstruktion WEA: Nordex Energy SE & Co. KG
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg

Konstruktion und Berechnung Betonteil und Fundament: Max Bögl Wind AG
Max-Bögl-Straße 1
92369 Sengenthal

Konstruktion und Berechnung Stahlteil: Nordex Energy SE & Co. KG
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg

k2 E+C GmbH
Ditmar-Koel-Str. 24
20459 Hamburg

Auftraggeber: Nordex Energy SE & Co. KG
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg

Gültig bis: 31.03.2026

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/CST

Dokument:
3367434-16-d_Nordex_N149_4.0-4.5_TCS164B-00 (N20)_TPB.docx

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	23.04.2021	Erstfassung

Inhaltsverzeichnis

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

Industrie Service

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 Gutachterlichen 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 Nordex Delta4000 N149/4.0-4.5 mit 164 m Nabenhöhe besteht aus einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor der über die Rotorwelle mit dem Hauptgetriebe verbunden ist.

Die Anlage wird mittels Blattwinkelverstellung und variabler Rotordrehzahl geregelt.

Umgebungsbedingungen und Daten der Maschine gemäß Herstellerangaben:

Nennleistung	4000 kW / 4380 kW / 4500 kW
Windzone	S
Erdbebenzone nach DIN 4149	3
Nabenhöhe	164 m
Rotorblatttyp	NR74.5-1, NR74.5-2 und NR74.5-3
Rotordrehzahlbereich (Produktionsbetrieb)	6,43 – 12,25 U/min
Rotornenndrehzahl	9,8 U/min (4000 kW) 10,7 U/min (4380 kW) 11,0 U/min (4500 kW)
Nennwindgeschwindigkeit, V_r (1 Sekunden Mittelwert)	11 m/s
Einschaltwindgeschwindigkeit, V_{in} (10 Minuten Mittelwert)	3 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit, V_{out} (10 Minuten Mittelwert)[1]	20 m/s

[1] Bei Anlagenvarianten, die über einen ESCO-Modus verfügen, wird zwischen 20 m/s und 26 m/s die Leistung schrittweise reduziert.

Jahresmittel der Windgeschwindigkeit (abhängig von Turbulenzkategorie, siehe [3])	7,5 m/s bzw. 7,2 m/s
Extremer 50-Jahres-Wind, V_{ref} (10 Minuten Mittelwert)	40,3 m/s
Lebensdauer[2]	25 Jahre

Tabelle 1

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

Nabenhöhe	164 m
Turmkonstruktion	Hybridturm [1]
Fundament	Flachgründung mit Auftrieb [2]

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 61400-1:2011 „Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010“

/3/ IEC 61400-1:2005 „Wind turbines – Part 1: Design requirements”

/4/ Änderungen 1 (2010) zur Norm IEC 61400-1:2005 „Wind Turbines – Part 1: Design requirements“

Nach den Anerkennungsnotizen im Vorwort von /2/ entspricht die Norm /2/ inhaltlich /3/ und /4/. Entsprechend kann in den in Abschnitt 5 gelisteten Gutachterlichen Stellungnahmen gleichwertig /2/ oder /3/ in Kombination mit /4/ als Prüfgrundlage verwendet werden.

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

[2] Die Anlage kann projektspezifisch mit einer erweiterten Lebensdauer von bis zu 30 Jahren betrieben werden. Für eine Lebensdauer von mehr als 20 Jahren müssen die Bedingungen aus der Gutachtlichen Stellungnahme [13] erfüllt sein.

Industrie Service

4. Prüfberichte zur bautechnischen Prüfung

Gegenstand der Typenprüfung ist die Prüfung der Standsicherheitsnachweise sowie die Prüfung der zugehörigen Konstruktionszeichnungen für den Turm 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 des Turmes ist nicht Bestandteil dieser Typenprüfung.

[1] „Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Hybridturm TCS164B-00 (N20), Windenergieanlage Nordex Delta4000 N149/4.0-4.5, 164 m Nabenhöhe, Windzone S, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 14 Seiten, Dokument Nr. 3367434-3-d-6, Rev. 1, Datum 2021-04-22

[2] „Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Flachgründung, Windenergieanlage Nordex Delta4000 N149/4.0-4.5, Turm: Hybridturm TCS164B-00 (N20), Nabenhöhe: 164 m über GOK, Windzone S, Erdbebenzone 3, Hier: Ø = 24,0 m (rund) mit Auftrieb“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 8 Seiten, Dokument Nr. 3367434-4-d-7, Rev. 0, Datum 2021-04-01

Im Prüfbericht [2] ist die Revision 0 des Turmprüfberichtes [1] zitiert. Die Änderungen in Revision 1 des Turmprüfberichtes [1] haben keinen Einfluss auf die Gültigkeit des Prüfberichtes [2]. Somit ist der Prüfbericht [2] auch in Kombination mit der hier zitierten Revision 1 von [1] gültig.

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

Als Grundlage für die Lastannahmen gelten die folgenden gutachtlichen Stellungnahmen:

[3] „Gutachtliche Stellungnahme – Bewertung der Konstruktion – Lastannahmen, Windenergieanlage Nordex Delta4000 N149/4.0-4.5 50/60 Hz, Rotorblatt Typ NR74.5-1, NR74.5-2 und NR74.5-3, optional mit AIS und Serrations, Nabenhöhe 164 m über Geländeoberkante (Turm TCS164B-00 (N20)), WEA-Klasse S und Windzone S, Erdbebenzone 3, hier: Turm- und Fundamentlasten“ erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 12 Seiten, Dokument Nr. 3367434-1-d-1, Rev. 0, Datum 2021-02-12

[4] „Gutachtliche Stellungnahme – Bewertung der Konstruktion - Lastannahmen Windenergieanlage vom Typ Delta4000, Nordex N149/4.0-4.5 50/60Hz, Rotorblatt Typ

Industrie Service

NR74.5-1, NR74.5-2 und NR74.5-3, optional mit AIS und Serrations,
105 m Nabenhöhe über Geländeoberkante (TS105)
108 m Nabenhöhe über GOK (TS108)
120 m Nabenhöhe über GOK (TS120N)
125 m Nabenhöhe über Geländeoberkante (TS125 und TS125-01)
135 m Nabenhöhe über Geländeoberkante (TS135)
145 m Nabenhöhe über Geländeoberkante (TS145 und TS145-01)
155 m Nabenhöhe über Geländeoberkante (TS155)
164 m Nabenhöhe über Geländeoberkante (TCS164 NV05, TCS164 NV06 und TCS164B-00 (N20))
für WEA Klasse S und für Windzone S, Erdbebenzone 3, hier: Maschinen- und Rotorblattlasten“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 16 Seiten,
Prüfnummer: 2740209-7-d-1, Rev. 7, Datum 2021-02-12

Gutachten [5] bestätigt, dass die mit den Gutachtlichen Stellungnahmen [3] und [4] (in Rev. 2[3]) bestätigten Lasten auch unter Berücksichtigung der in den weiteren Gutachtlichen Stellungnahmen [7] bis [12] implementierten Designänderungen ihre Gültigkeit behalten.

[5] „Gutachtliche Stellungnahme – Bewertung der Konstruktion – Lastannahmen Windenergieanlagen vom Typ Delta4000 Nordex N149/4.0-4.5 50/60Hz Rotorblatt Typ NR74.5-1 optional mit AIS und Serrations, hier: Entwurfsänderungen“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 7 Seiten,
Prüfnummer: 2740209-115-d-1, Rev. 0, Datum 2018-04-18

Gutachten [6] bestätigt, dass die mit den Gutachtlichen Stellungnahmen [3] und [4] (in Rev. 2[2]) bestätigten Lasten auch unter Berücksichtigung des Extended Soft-Cut-Out (ESCO) ihre Gültigkeit behalten.

[6] „Gutachtliche Stellungnahme – Bewertung der Konstruktion – Lastannahmen Windenergieanlage vom Typ Delta4000, Nordex N149/4.0-4.5 50/60Hz, Rotorblatt Typ NR74.5-1, optional mit AIS und Serrations, hier: Extended Soft-Cut-Out (ESCO)“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 7 Seiten,
Prüfnummer: 2740209-117-d-1, Rev. 0, Datum 2018-07-09

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

[7] „Gutachtliche Stellungnahme – Bewertung der Konstruktion – Personensicherheit, Betriebsführung und Sicherheitssystem (CAPS), Handbücher, Windenergieanlagen vom Typ Delta4000 Nordex N149/4.0-4.5, N133/4.8, N149/5.X und N163/5.X 50/60Hz“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 18 Seiten,
Prüfnummer: 2740209-8-d-2, Rev. 15, Datum 2021-04-22

[8] „Gutachtliche Stellungnahme – Bewertung der Konstruktion – Rotorblatt, Typ Nordex NR74.5-1, NR74.5-2 und NR74.5-3, optional mit Serrations (gezackte Endkante), Vortexgeneratoren und Eisschutzsystem, Windenergieanlage Typ Nordex Delta4000 N149/4.0-4.5 und N149/5.X“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 20 Seiten,
Prüfnummer: 2740209-11-d-3, Rev. 6, Datum 2020-12-10

[9] „Gutachtliche Stellungnahme – Typprüfung - Rotorblatt, Nordex NR74.5-1, NR74.5-2 und NR74.5-3 für die Windenergieanlage Delta4000 Nordex N149/4.0-4.5“, erstellt von TÜV

[3] Mit diesem Prüfbescheid wird bestätigt, dass die Aussage auch für Revision 7 von [4] und für den Turm TCS164B-00 (N20) sowie die unten genannten Revisionen von [7] bis [12] ihre Gültigkeit behält.

SÜD Industrie Service GmbH, 7 Seiten,
Prüfnummer: 2740209-83-d-3, Rev. 3, Datum 2020-07-24

[10] „Gutachtliche Stellungnahme – Bewertung der Konstruktion: Maschinenbauliche Strukturen, Maschinenbauliche Komponenten, Maschinenhaus- und Nabenverkleidung, Windenergieanlage vom Typ Delta4000 Nordex N163/5.X, Nordex N149/4.0-4.5, Nordex N149/5.X, Nordex N133/4.8“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 66 Seiten, Prüfnummer: 2740209-47-d-4, Rev. 17, Datum 2021-03-08

[11] „Gutachtliche Stellungnahme – Bewertung der Konstruktion – Turmkopfflansch, Windenergieanlagen vom Typ Delta4000“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 6 Seiten, Prüfnummer: 3114128-100-d-11, Rev. 1, Datum 2020-07-02

[12] „Gutachtliche Stellungnahme – Bewertung der Konstruktion - Elektrische Komponenten und Blitzschutz, Windenergieanlagen vom Typ Delta4000 N149/4.0-4.5, N133/4.8, N149/5.X und N163/5.X, 50/60Hz, Rotorblatt Typ NR74.5, NR65.5-3 und NR81.5, optional mit AIS und Serrations“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 44 Seiten, Prüfnummer: 2740209-54-d-5, Rev. 7, Datum 2021-03-01

[13] „Gutachtliche Stellungnahme – Bewertung der Konstruktion – Verlängerung der Lebensdauer auf 21 bis 30 Jahren, Windenergieanlagen Nordex Delta4000 N149/5.X, N163/5.X, N149/4.0-4.5 und N133/4.8, Hier: Elektrische Komponenten, Blitzschutzsystem, Betriebsführungs- und Sicherheitssystem (CAPS) und Lastgetriebene Komponenten (Strukturkomponenten)“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 8 Seiten, Prüfnummer: 3114128-222-d, Rev. 1, Datum 2020-12-16

Die Zusammenstellung von gutachterlichen Stellungnahmen ist im Sinne der DIBt Richtlinie /1/ Abschnitt 3.I vollständig. Die darin vorgegebenen Werte und Eigenschaften wurden in den Nachweisen von Turm und Gründungen berücksichtigt. Die gutachterlichen Stellungnahmen bestätigen die Übereinstimmung mit den in Abschnitt 3 gelisteten Prüfgrundlagen.

Die Gutachtliche Stellungnahme [9] bestätigt die statischen Tests des Rotorblatts.

6. Zusammenfassung

Die eingereichten Gutachtlichen Stellungnahmen und Prüfberichte für den Turm TCS164B-00 (N20) und die zugehörigen Gründungen der Windenergieanlage vom Typ Nordex Delta4000 N149/4.0-4.5 entsprechen den Anforderungen der DIBt-Richtlinie /1/.

Die Anforderungen an die Standsicherheit des Turmes und der Gründungen sind erfüllt, vorausgesetzt, alle in den Prüfberichten 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.

Der Turm 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.

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.

Industrie Service

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

Der Bearbeiter	Der Leiter
C. Stiglmeier	i.V. S. Mayer

Industrie Service

Anlage 1:

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

[1]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 24
[2]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 12
[3]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 7
[4]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 7
[5]	-
[6]	Kapitel 7, Auflage 1
[7]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 4
[8]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 4
[9]	-
[10]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 8
[11]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 4
[12]	-
[13]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 3