

Zusammenstellung der typengeprüften Dokumentationen

ENERCON

E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01

ENERCON GmbH
Dreekamp 5
D - 26605 Aurich
Telefon: 0 49 41 – 927–0
Telefax: 0 49 41 – 927–109

Rev. 0

1 Prüfbescheid zur Typenprüfung T-7009/21 Rev. 1 vom 19.08.2021

2 Modularer Stahlrohrturm T-7009/21 - 1 Rev. 0 vom 27.05.2021

2.1 Zusammenstellungsplan Turm Statik 20-015023-B

3 Flachgründung mit Auftrieb Ø 28,00 m 3462038-1-d Rev. 0 vom 04.08.2021

3.1 Fundamentdatenblatt D02375547-2.0

3.2 Schalplan D02169404-1.0

3.3 Bewehrungspläne D02169405-0.0 D02169406-1.0 D02169407-0.0 D02169408-1.0

4 Flachgründung mit Auftrieb Ø 29,40 m Projektspezifische Gründung wird durch das Fundament in Kapitel 3 abgelöst

5 Zusammenstellung der Gutachtlichen Stellungnahmen

5.1 Lastannahmen 8119042164-1 D VI Rev.1 vom 18.05.2021

5.2 Sicherheitssystem und Handbücher 8116000195-2 D Rev.5 vom 31.05.2021

5.3 Rotorblatt 8118796497-3 D Rev.3 vom 18.05.2021

Essen, 19.08.2021

Prüfbescheid zur Typenprüfung

**Windenergieanlage Lagerwey E-160 EP5 E2,
Rotorblatt LM78.3P, Modularer Stahlrohrturm
E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01, NH 166 m,
DIBt Windzone S, Geländekategorie S**

Prüfbescheid Nr.:	T-7009/21 Rev. 1	
Typenentwurf:	Stahlrohrturm und Fundamente für die oben genannte Windenergieanlage gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015)	
Antragsteller und Kooperationspartner:	Lagerwey Wind BV Nijverheidsplein 21 3771 MR Barneveld Niederlande	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Geltungsdauer bis:	30.06.2026	

Dieser Prüfbescheid wird ausschließlich dem oben genannten Antragsteller bzw. Kooperationspartner zur Verfügung gestellt. Eine Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Prüfbescheids ist nur nach vorheriger, schriftlicher Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist nicht gestattet.

Der Prüfbescheid umfasst 10 Seiten und 4 Anlagen, die Bestandteil dieses Prüfbescheides sind.

Revision	Datum	Änderungen
0	01.06.2021	Erstausgabe
1	19.08.2021	<ul style="list-style-type: none">- Redaktionelle Änderungen auf dem Deckblatt (Kooperationspartner und Hinweis auf die Anlagen des Prüfbescheids)- Flachgründung mit Auftrieb ergänzt (geprüft in [4.2.3], beschrieben unter 5.3)- Auflage 9.1 ergänzt (zuvor schon in der Revision 0 des Turmberichts [4.2.1] enthalten)

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Bestimmungen	3
2	Einleitung	3
	2.1 Beschreibung von Änderungen	3
3	Prüfgrundlagen	4
4	Dokumente	4
	4.1 Anlagen zum Prüfbescheid	4
	4.2 Prüfberichte zur Typenprüfung	4
	4.3 Dazugehörige Dokumente	5
	4.4 Gutachtliche Stellungnahmen	5
5	Beschreibung	6
	5.1 Modularer Stahlrohrturm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01	6
	5.2 Flachgründung mit Auftrieb, D=29,40 m	7
	5.3 Flachgründung mit Auftrieb, D=28,00 m	7
6	Umfang der Prüfung	7
7	Baustoffe	8
8	Bemerkungen	8
9	Auflagen	9
10	Zusammenfassung	9

1 Allgemeine Bestimmungen

Diese Typenprüfung entbindet die Bauaufsichtsbehörde zwar von der Verpflichtung zur nochmaligen Prüfung in statischer Hinsicht, nicht jedoch von der Verpflichtung zu überwachen, ob die Bauausführung mit diesem Prüfbescheid zur Typenprüfung und seinen unter Punkt 4 aufgeführten Prüfberichten zur Typenprüfung übereinstimmt.

Bei Abweichungen von diesem Prüfbescheid zur Typenprüfung oder seinen unter Punkt 4 aufgeführten Prüfberichten zur Typenprüfung ist die Standsicherheit im Einzelfall nachzuweisen und zu prüfen.

Der Prüfbescheid ersetzt nicht die Bestätigung des Auflagenvollzugs. Des Weiteren ersetzt er keine für die Durchführung von Bauvorhaben erforderlichen Genehmigungen.

Diese Typenprüfung darf nur vollständig und nicht in Auszügen verwendet oder veröffentlicht werden.

Dieser Prüfbescheid gilt nur in Verbindung mit den unter Punkt 4 genannten Prüfberichten zur Typenprüfung und gutachtlichen Stellungnahmen.

Zur Verlängerung der Geltungsdauer dieses Prüfbescheids zur Typenprüfung ist ein Antrag erforderlich.

Das Recht auf vorzeitigen Widerruf bleibt dem Prüfamts für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH vorbehalten.

2 Einleitung

Gegenstand dieses Prüfbescheids ist die Typenprüfung des modularen Stahlrohrturms E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 und der zugehörigen Fundamente, welche nach der DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) ausgelegt wurden.

2.1 Beschreibung von Änderungen

Mit der Revision 1 des Prüfbescheids werden die folgenden Änderungen berücksichtigt:

- Es wird die im Abschnitt 5.3 beschriebene Flachgründung mit Auftrieb (D=28,00 m) ergänzt, die Flachgründung ist in [4.2.3] geprüft worden.
- Es wird die Auflage zum Nachweis der Standorteignung 9.1 ergänzt. Diese Auflage ist zuvor schon in der Revision 0 des Turmberichts [4.2.1] enthalten gewesen.

3 Prüfgrundlagen

- [3.1] Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt:
„Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, korrigierte Fassung, 03.2015
- [3.2] DIN EN 61400-1:2011-08:
„Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010)“; Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010“

Ferner gelten die in den Prüfberichten zur Typenprüfung genannten Prüfgrundlagen.

4 Dokumente

4.1 Anlagen zum Prüfbescheid

Folgende Anlagen beschreiben die Windenergieanlage dieser Typenprüfung:

Übersichtszeichnungen

- Anlage Nr. 1 Lagerwey Wind BV:
„E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01“, Dokument-Nr.: M00-C7-20-000210,
Blatt 4 von 6, Rev. B, Datum: 25.11.2020
- Anlage Nr. 2 Lagerwey Wind BV:
„E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01“, Dokument-Nr.: M00-C7-20-000210,
Blatt 5 von 6, Rev. B, Datum: 25.11.2020
- Anlage Nr. 3 Lagerwey Wind BV:
„E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01“, Dokument-Nr.: M00-C7-20-000210,
Blatt 6 von 6, Rev. B, Datum: 25.11.2020

Anlagenbeschreibung

- Anlage Nr. 4 Lagerwey Wind BV:
„Data sheet / Datenblatt EP5 E-160 E2 5.5MW-166m MST2 wind class IIIA“, Dokument-Nr.: M90-C5-30-10967-R0, Rev. 0, Datum: 01.10.2020

4.2 Prüfberichte zur Typenprüfung

- [4.2.1] TÜV NORD CERT GmbH:
„Prüfbericht zur Typenprüfung, Windenergieanlage Lagerwey E-160 EP5 E2, Rotorblatt LM78.3P, Nabenhöhe 166 m, DIBt Windzone S, Geländekategorie S, - Modularer Stahlrohrturm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 -“, Prüfbericht Nr.: T-7009/21-1 Rev. 0, Datum: 25.05.2021

[4.2.2] TÜV SÜD Industrie Service GmbH:
„Prüfbericht für eine Typenprüfung, Objekt: Prüfung der Standsicherheit –
Flachgründung, Turm: E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01, Fundament: FlmA
Ø = 29,40 m, Windzone S“,
Prüfnummer: 3437737-1-d Rev. 0, Datum: 27.04.2021

[4.2.3] TÜV SÜD Industrie Service GmbH:
„Prüfbericht für eine Typenprüfung, Objekt: Prüfung der Standsicherheit –
Flachgründung, Turm: Enercon E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01, Fundament:
FlmA Ø = 28,00 m, Windzone S“,
Prüfnummer: 3462038-1-d Rev. 0, Datum: 04.08.2021

4.3 Dazugehörige Dokumente

Betriebsführungs- und Sicherheitssystem

[4.3.1] Lagerwey Wind BV:
Betriebsführungs- und Sicherheitssystem:
„EP5 Description Operation and Safety System“,
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050302-R0, Rev. 0, Datum: 15.01.2020

[4.3.2] Lagerwey Wind BV:
Betriebsführungs- und Sicherheitssystem (Parameter):
„L160 P5500 T166M2 BLM AW7.5 T116.0 Parameters for CS and SS relevant
to loadset and shutdown“,
Dokument-Nr.: M00-C2-30-050445-R1, Rev. 1, Datum: 27.05.2021

Auslegungslasten

[4.3.3] Lagerwey Wind BV:
„L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Design Loads“,
Dokument Nr.: M00-C2-40-050383-R1, Rev. 1, Datum: 11.05.2021

[4.3.4] Lagerwey Wind BV:
„L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Extreme Loads“,
Dokument Nr.: M00-C2-40-050384-R1, Rev. 1, Datum: 11.05.2021

[4.3.5] Lagerwey Wind BV:
„L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Fatigue Equivalent
Loads“,
Dokument Nr.: M00-C2-40-050385-R0, Rev. 0, Datum: 28.03.2021

4.4 Gutachtliche Stellungnahmen

[4.4.1] TÜV NORD CERT GmbH:
„Gutachtliche Stellungnahme, Windenergieanlage EP5 E160 E2, RB LM 78.3 P,
NH 166 m (T166M2) DIBt WZ S GK S, - Lastannahmen -“,
Bericht Nr.: 8119042164-1 D VI, Rev.1, Datum: 18.05.2021

[4.4.2] TÜV NORD CERT GmbH:

„Gutachtliche Stellungnahme, Windenergieanlage Lagerwey LP4 / EP5 / EP5 E2 Plattform nach DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen (2012), - Sicherheitssystem und Handbücher-“,
Bericht Nr.: 8116 000 195 - 2 D Rev. 5, Datum: 31.05.2021

[4.4.3] TÜV NORD CERT GmbH:

„Gutachtliche Stellungnahme, Windenergieanlage Lagerwey/ENERCON E-160 EP5 E2, unterschiedliche Konfigurationen und Nabenhöhen, - Rotorblatt LM 78.3 P -“,
Bericht Nr.: 8118796497-3 D, Rev. 3, Datum: 18.05.2021

[4.4.4] TÜV NORD CERT GmbH:

„Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlagen-plattform LP4 / EP5, - Maschinenbauliche Komponenten -“,
Bericht Nr.: 8116090508-4 D Rev. 6, Datum: 20.05.2021

[4.4.5] TÜV NORD CERT GmbH:

„Gutachtliche Stellungnahme, Windenergieanlage Lagerwey LP4 / EP5 Plattform, - Elektrische Komponenten und Blitzschutz -“,
Bericht Nr.: 8114242475 - 5 D Rev. 4, Datum: 01.03.2021

5 Beschreibung

5.1 Modularer Stahlrohrturm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01

Der Stahlrohrturm mit einer Höhe von 163,382 m (OK Fundament bis OK Kopfflansch) ist aus gekanteten Blechen hergestellt. Der Turm besteht aus 15 Sektionen, die durch vorgespannte Schraubverbindungen miteinander verbunden sind. Jede Sektion besteht aus mehreren Blechen, deren Längsfugen mit vorgespannten Schrauben verbunden sind. Die Sektionen haben einen polygonalen Querschnitt mit jeweils 24 Ecken (15° Winkel). Die oberste Sektion besteht aus einer oberen Schweißkonstruktion (Zylinder auf polygonalem Kegelstumpf) und einer unteren, geschraubten Teilsektion.

Die unterste Sektion (Flanschsegment) ist durch einen angeschweißten T-Flansch und 2 x 144 vorgespannte Ankerbolzen M36-10.9 mit dem Fundament verbunden.

Die folgende Anlagenkonfiguration wurde bei der Prüfung des Turms berücksichtigt:

Nr.	WEA Bezeichnung	Naben- höhe	Nenn- leistung	Rotor- blatt	Rotor- Ø	Windzone (DIBt 2012)	Gelände- kategorie	Gondel- masse
1	E-160 EP5 E2	166 m	5500 kW	LM78.3P*	160 m	WZ S	GK S	308 t

Tabelle 5.1: Geprüfte Konfiguration für Turmnachweise

*) Das Rotorblatt LM78.3P ist mit aerodynamischen Anbauteilen (Serrations Mk. II, Vortexgeneratoren Mk. II und T-Spoilern Mk. II) ausgestattet. Diese Anbauteile sind lastseitig in den Rotorblatt-Profilflächen erfasst und deren strukturelle Integrität und Verklebung mit dem Rotorblatt in [4.4.3] bestätigt. In einigen Dokumenten wird das Rotorblatt LM78.3P auch als LM78.3P Gen B bezeichnet.

5.2 Flachgründung mit Auftrieb, D=29,40 m

Das Kreisfundament weist einen Außendurchmesser von 29,40 m auf und ist über einen Ankerkorb mit dem Turm verbunden.

Die Prüfung der Flachgründung mit Auftrieb (D=29,40 m) wurde durch das Prüfamts für Standsicherheit für die bautechnische Prüfung von Windenergieanlagen der TÜV SÜD Industrie Service GmbH durchgeführt. Bei der Prüfung der Flachgründung mit Auftrieb wurde die gleiche Anlagenkonfiguration wie bei der Turmprüfung berücksichtigt.

5.3 Flachgründung mit Auftrieb, D=28,00 m

Das Kreisfundament weist einen Außendurchmesser von 28,00 m auf und ist über einen Ankerkorb mit dem Turm verbunden.

Die Prüfung der Flachgründung mit Auftrieb (D=28,00 m) wurde durch das Prüfamts für Standsicherheit für die bautechnische Prüfung von Windenergieanlagen der TÜV SÜD Industrie Service GmbH durchgeführt. Bei der Prüfung der Flachgründung mit Auftrieb wurde die gleiche Anlagenkonfiguration wie bei der Turmprüfung berücksichtigt.

6 Umfang der Prüfung

Die bautechnische Prüfung umfasst den modularen Stahlrohrturm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01, den Ankerkorb und die beiden Flachgründungen.

Darüber hinaus wurde die Konformität mit dem Turmmodell aus der Lastrechnung hinsichtlich folgender Punkte überprüft:

- zulässiger Turmeigenfrequenzbereich gemäß [4.4.1], Abschnitt 3
- Turmaußenabmessungen hinsichtlich des verbleibenden Freigangs bei durchgebogenen Rotorblättern

Der Turmkopfflansch einschließlich der Schweißnahtverbindung zum Turm wurde anhand einer Finite-Elemente-Analyse nachgewiesen und in [4.2.1] geprüft.

Die Schraubverbindung zwischen Kopfflansch und Azimutlager ist nicht Bestandteil der bautechnischen Prüfung, sie wurde im Rahmen der gutachtlichen Stellungnahme zu den maschinenbaulichen Komponenten behandelt (s. [4.4.4]).

Lageplan und Baugrundgutachten (s. [3.1], Kapitel 3, Buchstaben B und H) sind nicht Bestandteil der Prüfung, Transportzustände ebenfalls nicht.

Die angesetzten Lasten aus der Windturbine werden in der gutachtlichen Stellungnahme [4.4.1] bestätigt.

Die Bewertung der Sicherheitseinrichtungen und Handbücher, des Rotorblatts, der maschinenbaulichen Komponenten, der Verkleidung von Maschinenhaus und Nabe sowie der elektrischen Komponenten und des Blitzschutzes erfolgt in den gutachtlichen Stellungnahmen [4.4.2] bis [4.4.5].

Die geprüften Dokumente zum Stahlrohrturm, zum Ankerkorb und zu den Gründungen sind jeweils im Abschnitt 1.1 der Prüfberichte [4.2.1] bis [4.2.3] aufgelistet.

7 Baustoffe

Die Auflistung der Baustoffe für den Stahlrohrturm erfolgt im Abschnitt 4.3 des Prüfberichts zur Typenprüfung [4.2.1].

Die Auflistung der Baustoffe für die beiden Flachgründungen erfolgt im Abschnitt 3.1 der Prüfberichte für eine Typenprüfung [4.2.2] und [4.2.3].

8 Bemerkungen

- 8.1 Turmeinbauten (z.B. Arbeitsbühnen, Leitern oder Befahreinrichtungen) sowie zugehörige Schweißanschlüsse oder Verankerungen sind nicht Gegenstand dieser Prüfung. Eine gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen zu den Nachweisen der Turmeinbauten (z.B. Arbeitsbühnen, Leitern oder Befahreinrichtungen) sowie die zugehörigen Schweißanschlüsse oder Verankerungen ist gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015), Kapitel 3, Abschnitt I, nicht erforderlich und dementsprechend auch nicht Gegenstand dieser Typenprüfung.
- 8.2 Bei wiederkehrenden Prüfungen ist Kapitel 15 der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten.
- 8.3 Die Anforderungen der in dem jeweiligen Bundesland geltenden Landesbauordnung zu beachten.
- 8.4 Etwaige Schäden an den in Betrieb genommenen Windenergieanlagen, wie z.B. unzulässige Risse, und daraus abgeleitete Reparatur- bzw. Sanierungsmaßnahmen sind dem Prüfamf für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen.

- 8.5 Ist nach Ablauf der rechnerisch zugrunde gelegten Lebensdauer von 20 Jahren ein Weiterbetrieb der Windenergieanlage geplant, so ist hierzu Kapitel 17 der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten.

9 Auflagen

- 9.1 Für jeden geplanten WEA-Standort ist ein Nachweis der Standorteignung gemäß DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen, Abschnitt 16.2, vorzulegen, dem die in [4.4.1], Abschnitt 4.1, aufgeführten Umgebungsbedingungen zu Grunde liegen.
- 9.2 Durch ein entsprechendes Eiserkennungssystem ist zu gewährleisten, dass die Rotorblätter nicht mit Eis- oder Schneebedeckung im Betrieb sind.
- 9.3 Die Auflagen im Abschnitt 6 der Prüfberichte [4.2.1] bis [4.2.3] und die Auflagen in den gutachtlichen Stellungnahmen [4.4.1] bis [4.4.5] sind zu beachten. Die gutachtlichen Stellungnahmen sind zur Bauakte zu nehmen.
- 9.4 Der Anlagenhersteller hat mittels Erklärung zu bescheinigen, dass die Auflagen in den gutachtlichen Stellungnahmen erfüllt sind und dass die Windenergieanlage gemäß den geprüften Anlagen in den Prüfberichten [4.2.1] bis [4.2.3] errichtet worden ist. Diese Herstellererklärung ist der Bauaufsichtsbehörde vorzulegen und zur Bauakte zu nehmen.
- 9.5 Alle Bescheinigungen und Protokolle sind vom Betreiber aufzubewahren und müssen auf Verlangen der zuständigen Baubehörde vorgelegt werden.
- 9.6 Eine Bescheinigung über die einwandfreie Beschaffenheit der gelieferten Rotorblätter (Werksprüfzeugnis) ist vorzulegen.
- 9.7 In den gutachtlichen Stellungnahmen [4.4.2] und [4.4.5] sind einige Auflagen bezüglich noch vorzulegender Nachweise bzw. Dokumentationen formuliert. Diese Auflagen sind für die Standsicherheit von Turm und Gründung im Wesentlichen nicht relevant, sind jedoch spätestens bis zur Inbetriebnahme der ersten Anlage zu erfüllen und mittels gutachtlicher Stellungnahmen zu bewerten.

10 Zusammenfassung

Der unter Punkt 5 beschriebene, modulare Stahlrohrturm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01, der dazugehörige Ankerkorb und die dazugehörigen Gründungen sind für die in Tabelle 5.1 aufgeführte Windenergieanlagenkonfiguration ausgelegt.

Die unter Punkt 4.4 aufgeführten, gutachtlichen Stellungnahmen sind - unter Beachtung der Auflage 9.7 - hinsichtlich der DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015), Kapitel 3, Abschnitt I, vollständig und können für diese Windenergieanlage verwendet werden.

Alle relevanten Schnittstellen (Maschine/Turm/Fundament) wurden überprüft.

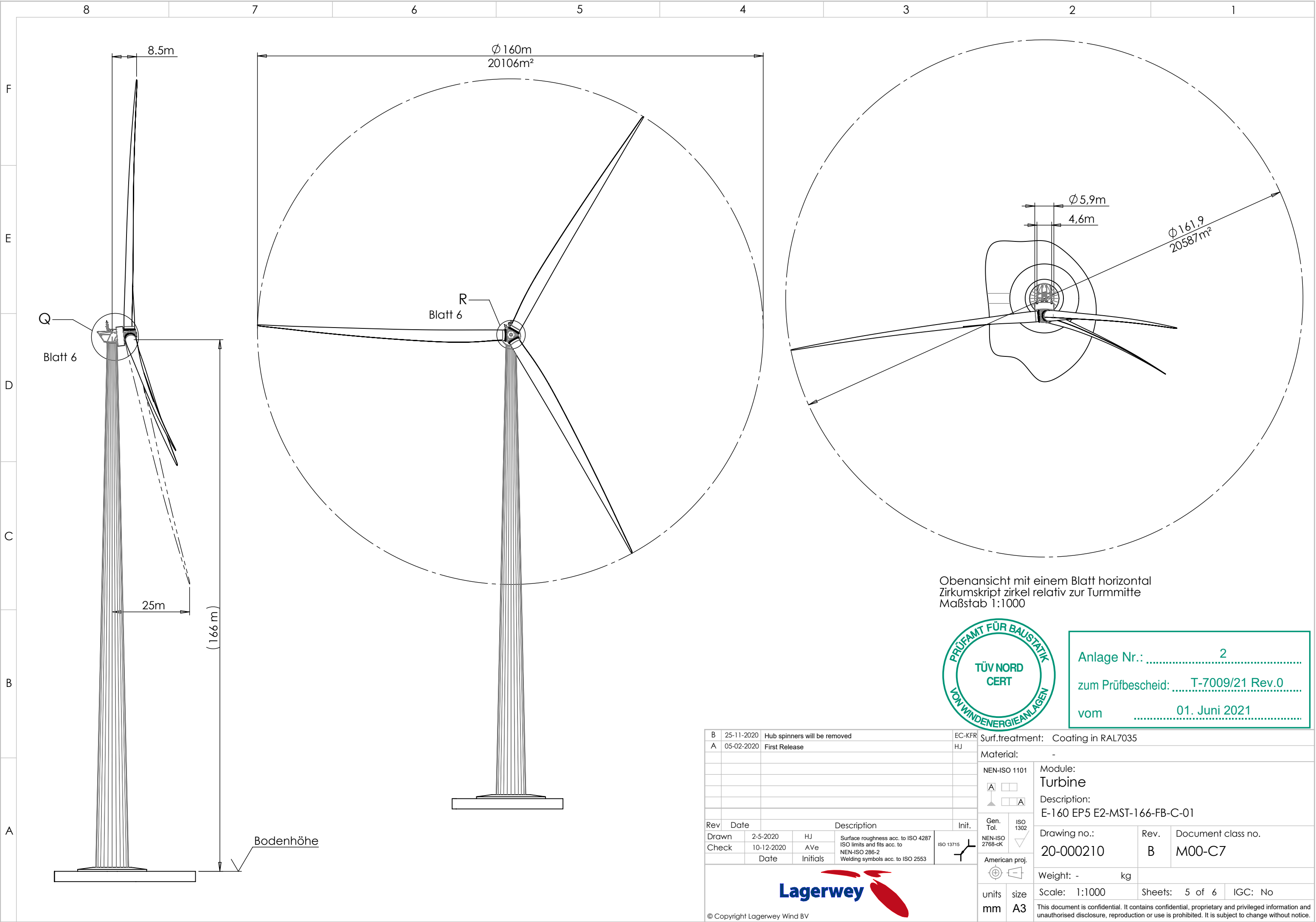
Statisch relevante, konstruktive Änderungen am Turm oder an den Fundamenten sind dem Prüfamts für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen und einer Bewertung zu unterziehen. Ansonsten verliert dieser Prüfbescheid seine Gültigkeit.

Der Leiter

T. Krause

Dipl.-Ing. T. Krause





Anlage Nr.:	2
zum Prüfbescheid:	T-7009/21 Rev.0
vom	01. Juni 2021

B	25-11-2020	Hub spinners will be removed	EC-KFR	Surf.treatment:	Coating in RAL7035
A	05-02-2020	First Release	HJ	Material:	-
				NEN-ISO 1101	Module:
				A	Turbine
				ISO 1302	Description:
				Gen. Tol.	E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01
				ISO 13715	Drawing no.:
				NEN-ISO 2768-cK	20-000210
				American proj.	Rev.
				⊕	B
				units	Document class no.
				mm	M00-C7
				size	Weight: - kg
				A3	Scale: 1:1000
					Sheets: 5 of 6
					IGC: No
					This document is confidential. It contains confidential, proprietary and privileged information and unauthorised disclosure, reproduction or use is prohibited. It is subject to change without notice.



F

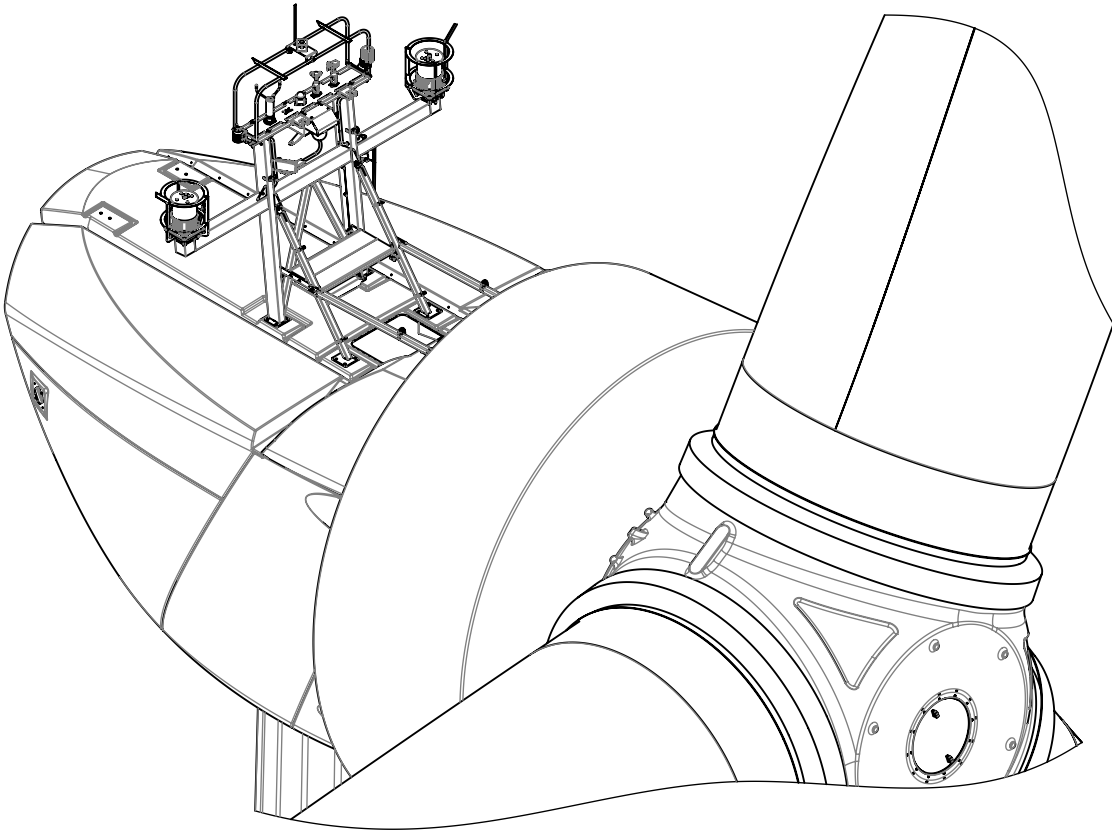
E

D

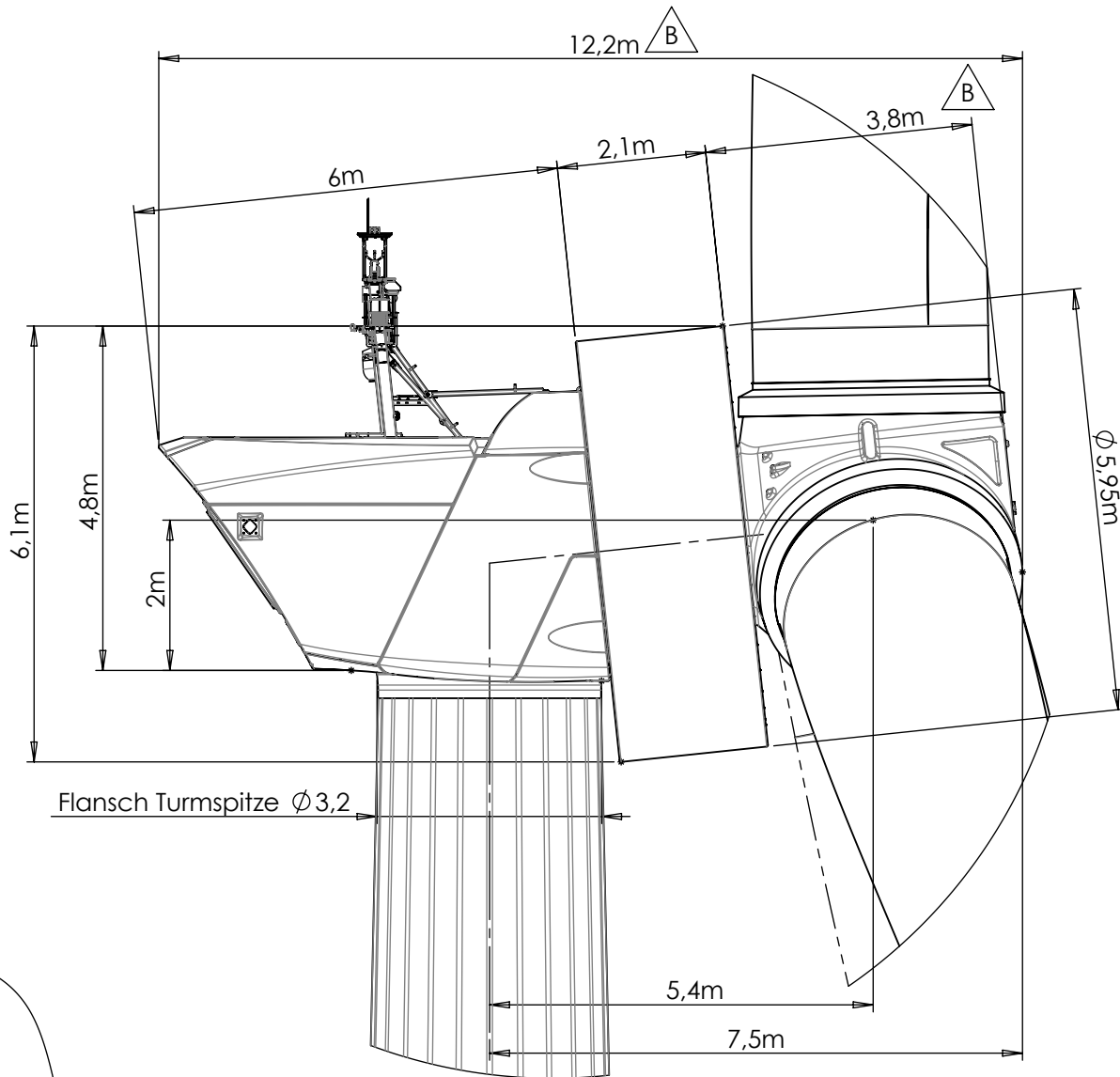
C

B

A

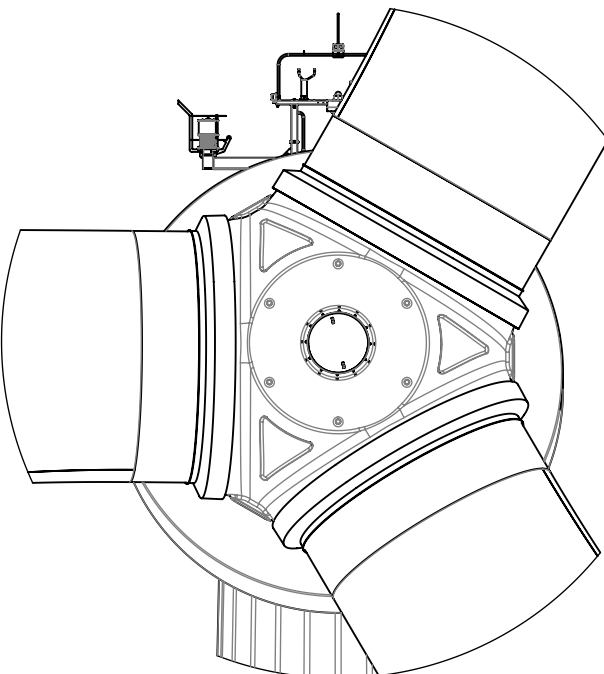


Isometrische Ansicht vom Maschinenkopf



Flansch Turmspitze Ø3,2

DETAIL Q



DETAIL R



Anlage Nr.: 3
zum Prüfbescheid: T-7009/21 Rev.0
vom 01. Juni 2021

B	25-11-2020	Hub spinners will be removed		EC-KFR	Surf.treatment: Coating in RAL7035	
A	05-02-2020	First Release		HJ	Material: -	
					NEN-ISO 1101	Module: Turbine
						Description: E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01
			</			





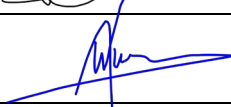
Document Title:

Data sheet / Datenblatt EP5 E-160 E2 5.5MW-166m MST2 wind class IIIA

Document ID:

M90-C5-30-10967-R0

Module : Tooling
Classification : Production
Document Type : Specification
Document Number : 30-10967
Document Revision : R0
Revision Date : 1-10-2020

	Name	Initials	Signature	Date
Author	Ismar Begtasevic	IB		01-10-2020
Co-author				
Checked by	Roderik Vreeke	RV		19-10-2020
Approved by	Albert Waaijenberg	AW		19-10-2020

Lagerwey Wind BV// Nijverheidsplein 21 // 3771 MR Barneveld // The Netherlands // Tel: +31 342 751935 // Fax: +31 342 751939 // info@lagerwey.com // www.lagerwey.com © Copyright LagerweyWind BV. This document is confidential. It contains confidential, proprietary and privileged information. No part of this document may be reproduced or published by print, photocopying, microfilm or any other means without written permission from the author. The document is subject to change without notice.

Anlage Nr.: 4
zum Prüfbescheid: T-7009/21 Rev.0
vom 01. Juni 2021



Document Revision History

Revision	Date	Initials	Short description
R0	01-10-2020	IB	Initial released version

Key to Document Classification

Internal:	Disclosure solely to individuals within the Lagerwey Wind BV organisation.
Certification:	Disclosure solely to individuals within the recipient's certification organisation.
Production Internal:	Disclosure solely to individuals within the Lagerwey Systems BV organisation.
Production:	Disclosure solely to individuals within the recipient's production organisation.
Sales:	Disclosure solely to individuals within the Lagerwey Wind BV organisation.
Web documents:	Disclosure solely to Lagerwey Wind BV approved web pages.



TABLE OF CONTENTS

1	GENERAL / ALGEMEIN	4
2	ROTOR WITH PITCH CONTROL / ROTOR MIT BLATTVERSTELLUNG	4
3	DRIVE TRAIN WITH GENERATOR / ANTRIEBSSTRANG MIT GENERATOR	4
4	NACELLE OVERVIEW / GONDELÜBERSICHT	5
5	OVERALL VIEW / GESAMTANSICHT	6



1 General / Allgemein

Manufacturer	Hersteller	Lagerwey Nijverheidsplein 21 3771 MR Barneveld
Type designation	Typenbezeichnung	EP5 L160 E2 5.5MW-166m MST wind class IIIA
Rated power	Nennleistung	5.5 MW
Rotor diameter	Rotordurchmesser	160 m
Hub height	Nabenhöhe	166 m

2 Rotor with pitch control / Rotor mit Blattverstellung

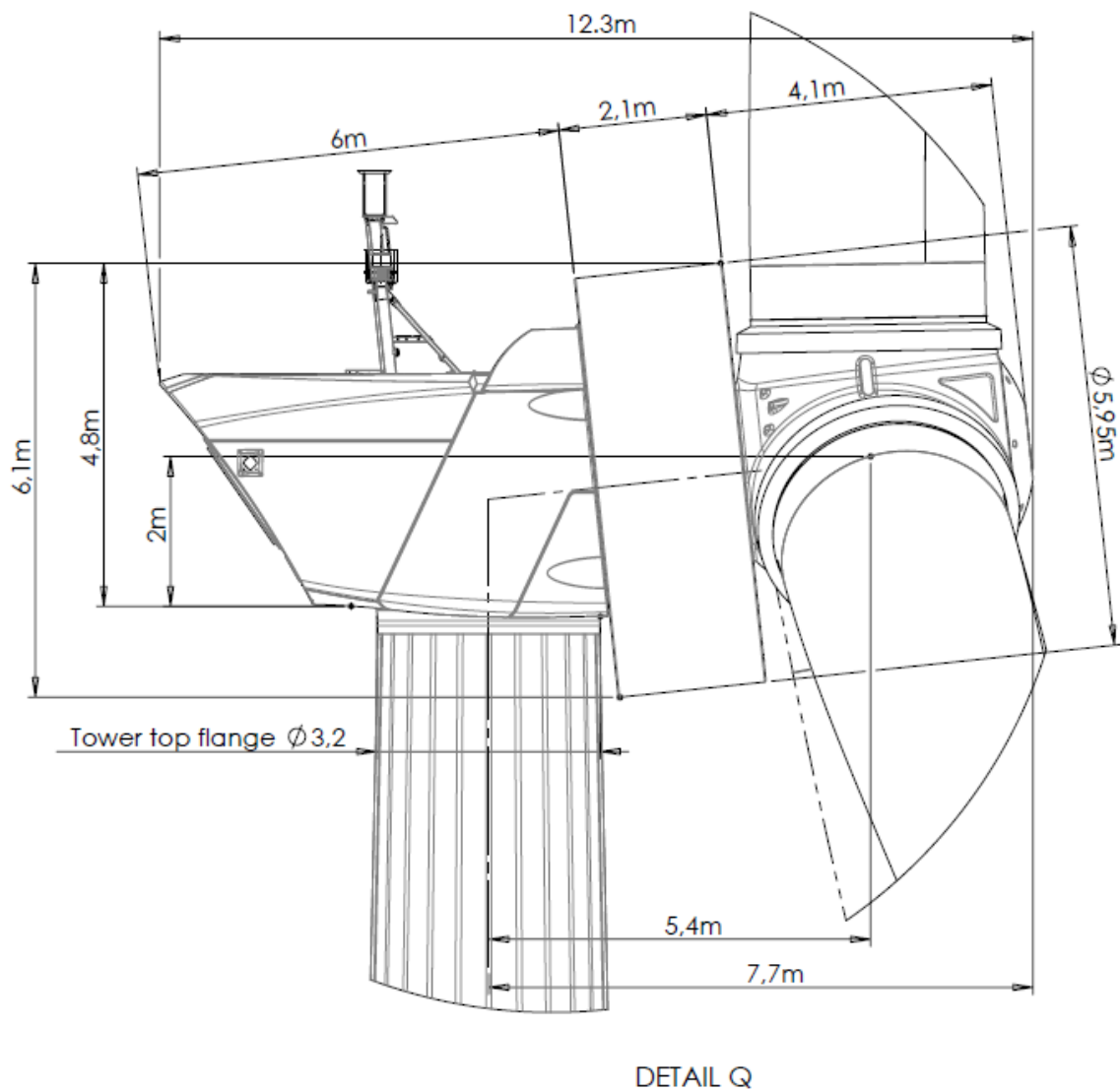
Type	Typ	Upwind turbine with active pitch / Luvläufer mit aktiver Blattverstellung
Rotating direction	Drehrichtung	Clockwise (downwind) / Uhrzeigersinn (windabwärts)
No. of blades	Blattanzahl	3
Blade length	Blattlänge	78,3 m
Swept area	Überstrichene Fläche	20106 m ²
Blade material	Blattmaterial	Glass fiber and polyester / Glassfaser und Polyester
Rotor speed at rated power	Nenndrehzahl	9,3 rpm
Cone angle	Konuswinkel	5 °
Tilt angle	Rotorachswinkel	6 °
Blade pitch	Blattverstellung	3 independent blade pitch systems with individual emergency power supply / Je Rotorblatt ein autarkes Stellsystem mit zugeordneter Notversorgung

3 Drive train with Generator / Antriebsstrang mit Generator

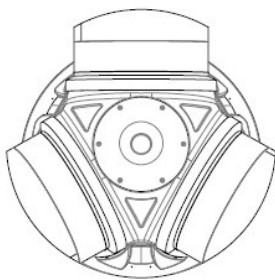
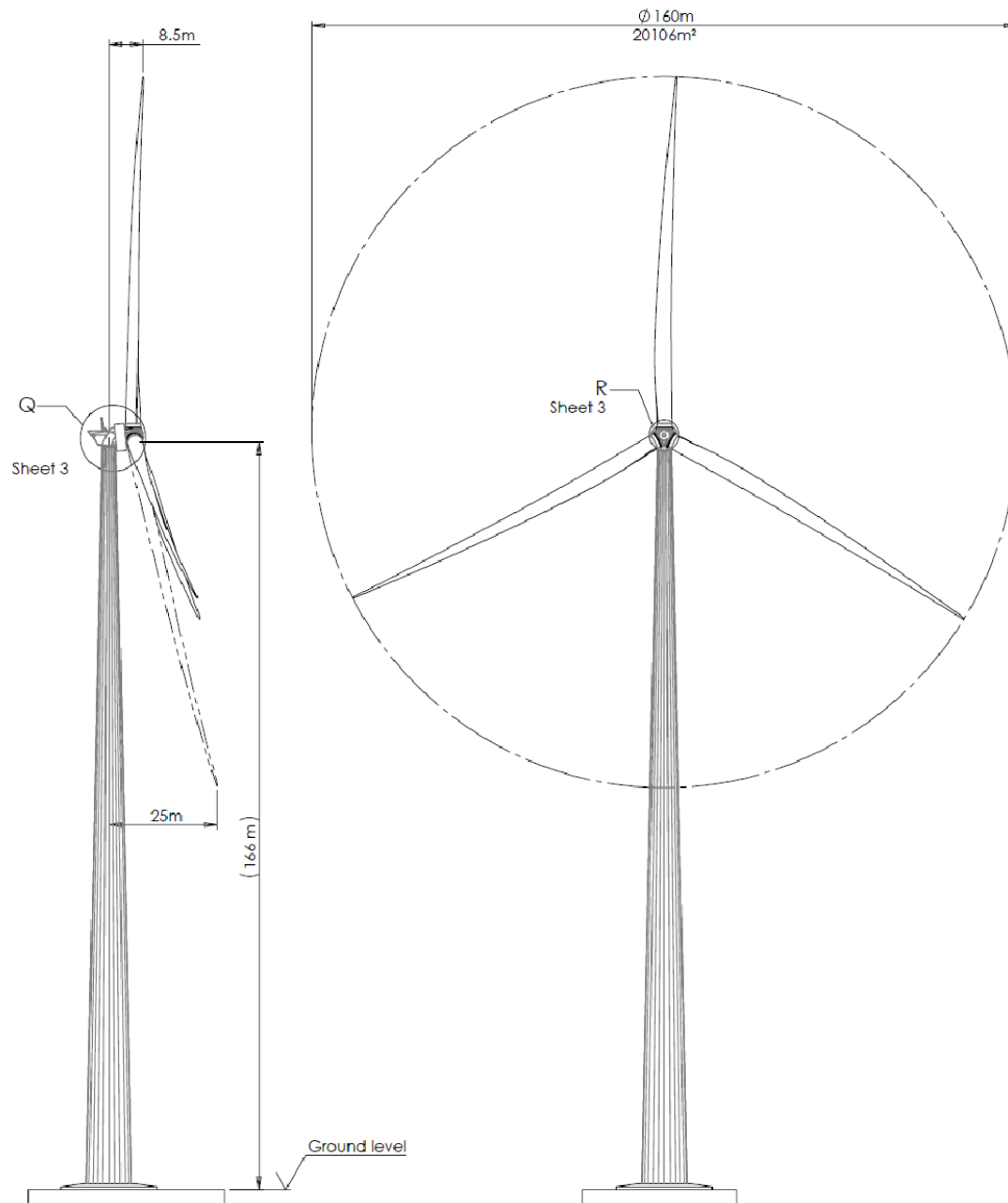
Hub	Nabe	Rigid / Starr
Bearing	Lagerung	Double row of conical bearings / Zweireihiges Kegelrollenlager
Generator	Generator	Lagerwey multi-pole synchronous direct drive generator / Lagerwey mehrpolige direktgetriebene Synchronmaschine
Grid feed-in	Netzeinspeisung	IGBT converter / IGBT Umrichter
Brake system	Bremssysteme	- 3 independent pitch systems with emergency power supply - Mechanical disc brake - Locking pins / - 3 autarke Blattverstellungssysteme mit Notversorgung - Rotorhaltebremse

		- Rotorarretierung
Yaw system	Windnachführung	Slewing ring and electric yaw drive / Aktiv über Stellgetriebe
Tower	Turm	Modular steel tower / Modulare Stahlturm

4 Nacelle overview / Gondelübersicht



5 Overall view / Gesamtansicht



Prüfbericht zur Typenprüfung

**Windenergieanlage Lagerwey E-160 EP5 E2,
Rotorblatt LM78.3P, Nabenhöhe 166 m,
DIBt Windzone S, Geländekategorie S**

- Modularer Stahlrohrturm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 -

Prüfbericht Nr.:	T-7009/21-1 Rev. 0
Gegenstand der Prüfung:	Standicherheit des Stahlrohrturms für die oben genannte Windenergieanlage gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015)
Anlagenhersteller:	Lagerwey Wind BV Nijverheidsplein 21 3771 MR Barneveld Niederlande
Dokumentation:	Lagerwey Wind BV Nijverheidsplein 21 3771 MR Barneveld Niederlande Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland

Dieser Prüfbericht wird ausschließlich dem oben genannten Anlagenhersteller bzw. Antragsteller zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Prüfberichts ist nur durch eine vorherige, schriftliche Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Anlagenherstellers bzw. Antragstellers gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist im Allgemeinen nicht gestattet. Dieser Prüfbericht ersetzt nicht den Prüfbescheid zur Typenprüfung.

Der Prüfbericht umfasst 27 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen
0	27.05.2021	Erstausgabe

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	19
2	Prüfgrundlagen	20
3	Einleitung	21
4	Beschreibung.....	21
4.1	Turm.....	21
4.2	Lastannahmen	22
4.3	Baustoffe	22
5	Prüfung	23
5.1	Umfang und Methodik	23
5.2	Anmerkungen zur Prüfung	24
5.3	Ergebnisse	24
5.4	Schnittstellen	24
6	Auflagen.....	26
7	Zusammenfassung	27

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Statische Berechnungen erstellt von Lagerwey Wind BV:

- [1.1.1] „Overall strength analysis E-160 EP5-MST-166-FB-C-01”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000682-R1, Rev. 1, Datum: 22.03.2021
- [1.1.2] „SA Buckling L136 LP4-MST-109-FB-C-01”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000543-R0, Rev. 0, Datum: 12.04.2019
- [1.1.3] „SA Buckling L136 LP4-MST-155-FB-C-01”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000588-R0, Rev. 0, Datum: 21.11.2019
- [1.1.4] „SA of the tower base flange and anchor bolts L136-MST-155-FB-C-01”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000622-R0, Rev. 0, Datum: 20.01.2020
- [1.1.5] „SA tower bolted connections LP4-MST-XXX-FB-C-XX”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000549-R2, Rev. 2, Datum: 02.10.2019
- [1.1.6] „FEA of the tower top section LP4-MST-109-FB-C-01”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000551-R0, Rev. 0, Datum: 01.04.2019
- [1.1.7] „SA of the tower top section LP4-MST-109-FB-C-01”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000552-R0, Rev. 0, Datum: 01.04.2019
- [1.1.8] „FEA of the tower openings LP4-MST-109-FB-C-01”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000555-R0, Rev. 0, Datum: 25.04.2019
- [1.1.9] „SA of the tower openings LP4-MST-109-FB-C-01”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000556-R0, Rev. 0, Datum: 25.04.2019
- [1.1.10] „FEA of the tower base flange and anchor bolts LP4-MST-109-FB-C-01”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000557-R0, Rev. 0, Datum: 25.04.2019
- [1.1.11] „SA of the tower base flange and anchor bolts LP4-MST-109-FB-C-01”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000558-R0, Rev. 0, Datum: 25.04.2019

Anlagen zum Prüfbericht zur Typenprüfung

Zeichnungen erstellt von Lagerwey Wind BV

- [1.1.12] „E-160 EP5-MST-166-FB-C-01”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-015023, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.13] „EP5; MST Section 1 with tower top assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014777, Rev. C, Datum: 27.11.2020

- [1.1.14] „EP5; MST section 1 assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C8-20-014780, Rev. C, Datum: 18.03.2020
- [1.1.15] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014781, Rev. A, Datum: 21.10.2019
- [1.1.16] „EP5; MST section 2 assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014810, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.17] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014801, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.18] „EP5; MST section 3 assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014827, Rev. C, Datum: 24.01.2020
- [1.1.19] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014820, Rev. A, Datum: 23.10.2019
- [1.1.20] „EP5; MST section 4 assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014844, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.21] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014837, Rev. A, Datum: 24.10.2019
- [1.1.22] „EP5; MST section 5 assy; Flat cable conn.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014863, Rev. A, Datum: 25.10.2019
- [1.1.23] „EP5; MST section 5 assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014859, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.24] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014858, Rev. A, Datum: 25.10.2019
- [1.1.25] „EP5; MST section 6 assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014893, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.26] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014890, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.27] „EP5; MST section 7 assy; Flat cable conn.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014923, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.28] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014918, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.29] „EP5; MST section 8 assy; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014943, Rev. C, Datum: 24.01.2020

- [1.1.30] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014929, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.31] „EP5; MST section 9 assy; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014958, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.32] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014942, Rev. A, Datum: 31.10.2019
- [1.1.33] „EP5; MST section 10 assy; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013939, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.34] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013746, Rev. A, Datum: 25.03.2019
- [1.1.35] „EP5; MST section 11 assy; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013948, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.36] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013758, Rev. A, Datum: 25.03.2019
- [1.1.37] „EP5; MST section 12 assy; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013954, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.38] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013788, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.39] „EP5; MST section 13 assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013947, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.40] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013792, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.41] „EP5; 166; MST bottom section 14 assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014291, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.42] „EP5; 166; Shell bottom section 14 assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014281, Rev. B, Datum: 05.03.2020
- [1.1.43] „EP5; Shell tower section plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013794, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.44] „EP5; Shell tower section door plates assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013796, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.45] „EP5; MST section 2 assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014811, Rev. B, Datum: 24.01.2020

- [1.1.46] „EP5; Shell tower section plates assy; OL 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014815, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.47] „EP5; Shell tower section plates assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014817, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.48] „EP5; MST section 3 assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014828, Rev. C, Datum: 24.01.2020
- [1.1.49] „EP5; Shell tower section plates assy; OL 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014832, Rev. A, Datum: 24.10.2019
- [1.1.50] „EP5; Shell tower section plates assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014834, Rev. A, Datum: 24.10.2019
- [1.1.51] „EP5; MST section 4 assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014845, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.52] „EP5; Shell tower section plates assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014843, Rev. A, Datum: 24.10.2019
- [1.1.53] „EP5; MST section 5 assy; OL; Flat cable conn.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014864, Rev. A, Datum: 25.10.2019
- [1.1.54] „EP5; MST section 5 assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014860, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.55] „EP5; Shell tower section plates assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014881, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.56] „EP5; MST section 6 assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014895, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.57] „EP5; Shell tower section plates assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014892, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.58] „EP5; MST section 7 assy; OL; Flat cable conn.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014924, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.59] „EP5; Shell tower section plates assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014917, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.60] „EP5; MST section 8 assy; OL; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014944, Rev. C, Datum: 24.01.2020
- [1.1.61] „EP5; Shell tower section plates assy; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014931, Rev. A, Datum: 31.10.2019

- [1.1.62] „EP5; MST section 9 assy; OL; Flat cable guid.“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014959, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.63] „EP5; Shell tower section plates assy; OL“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014955, Rev. A, Datum: 31.10.2019
- [1.1.64] „EP5; MST section 10 assy; OL; Flat cable guid.“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014258, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.65] „EP5; Shell tower section plates assy; OL“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014147, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.66] „EP5; MST section 11 assy; OL; Flat cable guid.“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014374, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.67] „EP5; Shell tower section plates assy; OL“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014141, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.68] „EP5; MST Section 1 with tower top assy; CS“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014778, Rev. C, Datum: 27.11.2020
- [1.1.69] „EP5; MST section 1 assy; CS“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C8-20-014779, Rev. C, Datum: 18.03.2020
- [1.1.70] „EP5; Shell tower section plate; CS 1“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014969, Rev. A, Datum: 05.11.2019
- [1.1.71] „EP5; Shell tower section plate; CS 2“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014970, Rev. A, Datum: 05.11.2019
- [1.1.72] „EP5; MST section 2 assy; CS“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014812, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.73] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014964, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.74] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014966, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.75] „EP5; MST section 3 assy; CS“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014829, Rev. C, Datum: 24.01.2020
- [1.1.76] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014975, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.77] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014977, Rev. A, Datum: 07.11.2019

- [1.1.78] „EP5; MST section 4 assy; CS”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014846, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.79] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014981, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.80] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014983, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.81] „EP5; MST section 5 assy; CS; Flat cable conn.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014865, Rev. A, Datum: 25.10.2019
- [1.1.82] „EP5; MST section 5 assy; CS”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014861, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.83] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014985, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.84] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014987, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.85] „EP5; MST section 6 assy; CS”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014894, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.86] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014989, Rev. A, Datum: 08.11.2019
- [1.1.87] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014991, Rev. A, Datum: 08.11.2019
- [1.1.88] „EP5; MST section 7 assy; CS; Flat cable conn.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014925, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.89] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014993, Rev. A, Datum: 08.11.2019
- [1.1.90] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014995, Rev. A, Datum: 08.11.2019
- [1.1.91] „EP5; MST section 8 assy; CS; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014945, Rev. C, Datum: 24.01.2020
- [1.1.92] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014997, Rev. A, Datum: 11.11.2019
- [1.1.93] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014999, Rev. A, Datum: 11.11.2019

- [1.1.94] „EP5; MST section 9 assy; CS; Flat cable guid.“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014960, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.95] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-015006, Rev. A, Datum: 11.11.2019
- [1.1.96] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-015008, Rev. A, Datum: 11.11.2019
- [1.1.97] „EP5; MST section 10 assy; CS; Flat cable guid.“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014257, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.98] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014143, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.99] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014144, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.100] „EP5; MST section 11 assy; CS; Flat cable guid.“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014327, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.101] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014137, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.102] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014139, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.103] „EP5; MST section 12 assy; CS; Flat cable guid.“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014311, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.104] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014130, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.105] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014132, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.106] „EP5; MST section 13 assy; CS“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014307, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.107] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014117, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.108] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014122, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.109] „EP5; 166; MST bottom section 14 assy; CS“,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014292, Rev. B, Datum: 24.01.2020

- [1.1.110] „EP5; 166; Shell bottom section 14 assy; CS”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014282, Rev. B, Datum: 05.03.2020
- [1.1.111] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014115, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.112] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014243, Rev. A, Datum: 23.05.2019
- [1.1.113] „EP5; MST section 2 assy; OL and CS”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014813, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.114] „EP5; Shell tower section plates assy; OL + CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014968, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.115] „EP5; MST section 3 assy; OL and CS”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014830, Rev. C, Datum: 24.01.2020
- [1.1.116] „EP5; Shell tower section plates assy; OL + CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014979, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.117] „EP5; MST section 4 assy; OL and CS”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014847, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.118] „EP5; MST section 5 assy; OL and CS”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014862, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.119] „EP5; MST section 5 assy; OL and CS; Flat cable conn.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014866, Rev. A, Datum: 25.10.2019
- [1.1.120] „EP5; MST section 6 assy; OL and CS”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014896, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.121] „EP5; MST section 7 assy; OL and CS; Flat cable conn.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014926, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.122] „EP5; MST section 8 assy; OL and CS; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014946, Rev. C, Datum: 24.01.2020
- [1.1.123] „EP5; MST section 9 assy; OL and CS; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014961, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.124] „EP5; MST section 10 assy; OL and CS; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014259, Rev. B, Datum: 24.01.2020
- [1.1.125] „EP5; MST section 11 assy; CS and OL; Flat cable guid.”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014328, Rev. B, Datum: 24.01.2020

- [1.1.126] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014798, Rev. A, Datum: 23.10.2019
- [1.1.127] „EP5; Shell tower section plate; OL 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014816, Rev. A, Datum: 23.10.2019
- [1.1.128] „EP5; Shell tower section plate; OL + CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014967, Rev. A, Datum: 05.11.2019
- [1.1.129] „EP5; Shell tower section plate; OL 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014814, Rev. A, Datum: 23.10.2019
- [1.1.130] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014965, Rev. A, Datum: 05.11.2019
- [1.1.131] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014963, Rev. A, Datum: 05.11.2019
- [1.1.132] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014818, Rev. A, Datum: 23.10.2019
- [1.1.133] „EP5; Shell tower section plate; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014833, Rev. A, Datum: 24.10.2019
- [1.1.134] „EP5; Shell tower section plate; OL + CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014978, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.135] „EP5; Shell tower section plate; OL 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014831, Rev. A, Datum: 24.10.2019
- [1.1.136] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014976, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.137] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014974, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.138] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014835, Rev. A, Datum: 24.10.2019
- [1.1.139] „EP5; Shell tower section plate; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014842, Rev. A, Datum: 24.10.2019
- [1.1.140] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014980, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.141] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014982, Rev. A, Datum: 07.11.2019

- [1.1.142] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014856, Rev. A, Datum: 25.10.2019
- [1.1.143] „EP5; Shell tower section plate; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014880, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.144] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014984, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.145] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014986, Rev. A, Datum: 07.11.2019
- [1.1.146] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014888, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.147] „EP5; Shell tower section plate; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014891, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.148] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014988, Rev. A, Datum: 08.11.2019
- [1.1.149] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014990, Rev. A, Datum: 08.11.2019
- [1.1.150] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014914, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.151] „EP5; Shell tower section plate; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014916, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.152] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014992, Rev. A, Datum: 08.11.2019
- [1.1.153] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014994, Rev. A, Datum: 08.11.2019
- [1.1.154] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014927, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.155] „EP5; Shell tower section plate; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014930, Rev. A, Datum: 31.10.2019
- [1.1.156] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014996, Rev. A, Datum: 11.11.2019
- [1.1.157] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014998, Rev. A, Datum: 11.11.2019

- [1.1.158] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014940, Rev. A, Datum: 31.10.2019
- [1.1.159] „EP5; Shell tower section plate; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014954, Rev. A, Datum: 31.10.2019
- [1.1.160] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-015005, Rev. A, Datum: 11.11.2019
- [1.1.161] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-015007, Rev. A, Datum: 11.11.2019
- [1.1.162] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013750, Rev. A, Datum: 25.03.2019
- [1.1.163] „EP5; Shell tower section plate; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014146, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.164] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014145, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.165] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014142, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.166] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013751, Rev. A, Datum: 25.03.2019
- [1.1.167] „EP5; Shell tower section plate; OL”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014140, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.168] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014138, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.169] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014136, Rev. B, Datum: 15.06.2020
- [1.1.170] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013784, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.171] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014131, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.172] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014129, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.173] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013791, Rev. A, Datum: 27.03.2019

- [1.1.174] „EP5; Shell tower section plates assy; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014123, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.175] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014120, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.176] „EP5; Shell tower section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013793, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.177] „EP5; Shell tower section plate; CS 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014114, Rev. A, Datum: 15.05.2019
- [1.1.178] „EP5; Shell tower section plate; CS 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014244, Rev. A, Datum: 23.05.2019
- [1.1.179] „EP5; Shell tower door section plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013795, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.180] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013243, Rev. B, Datum: 23.07.2019
- [1.1.181] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013170, Rev. B, Datum: 23.07.2019
- [1.1.182] „Tower top shim plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013242, Rev. C, Datum: 23.07.2019
- [1.1.183] „EP5 E-136_E-160-MST-166-FB-C-01; Anchor arrangement assy”,
Zeichnungs-Nr.: M07-C5-20-070232, Rev. B, Datum: 27.05.2020
- [1.1.184] „EP5; E136_E160_166; Anchor segments transport assy”,
Zeichnungs-Nr.: M90-C5-20-905189, Rev. B, Datum: 29.05.2020
- [1.1.185] „EP5; E136_E160_166; Anchor segment assy”,
Zeichnungs-Nr.: M07-C5-20-070230, Rev. B, Datum: 27.05.2020
- [1.1.186] „EP5; E136_E160_166; Upper flange segment”,
Zeichnungs-Nr.: M07-C5-20-070225, Rev. B, Datum: 02.07.2020
- [1.1.187] „EP5; E136_E160_166; Anchor lower ring weldment”,
Zeichnungs-Nr.: M07-C5-20-070227, Rev. B, Datum: 27.05.2020
- [1.1.188] „Anchor threaded rod assy”,
Zeichnungs-Nr.: M07-C5-20-070203, Rev. B, Datum: 29.10.2020
- [1.1.189] „Anchor threaded rod M36”,
Zeichnungs-Nr.: M07-C5-20-070204, Rev. 1 Datum: 12.11.2018

- [1.1.190] „EP5; MST tower top assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C4-20-013245, Rev. D, Datum: 29.01.2020
- [1.1.191] „EP5; Tower top weld assy”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013134, Rev. F, Datum: 07.10.2019
- [1.1.192] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013235, Rev. B, Datum: 16.07.2019
- [1.1.193] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013236, Rev. B, Datum: 16.07.2019
- [1.1.194] „Shell tower inside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014782, Rev. A, Datum: 21.10.2019
- [1.1.195] „Shell tower outside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014784, Rev. A, Datum: 21.10.2019
- [1.1.196] „EP5; Crane support assembly; Section 1”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014489, Rev. A, Datum: 15.07.2019
- [1.1.197] „Center crane plate outside”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014025, Rev. C, Datum: 17.07.2020
- [1.1.198] „Center crane plate inside”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014027, Rev. C, Datum: 13.05.2020
- [1.1.199] „Crane support center bearing”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014460, Rev. A, Datum: 26.06.2019
- [1.1.200] „Side crane plate outside”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014033, Rev. C, Datum: 17.07.2020
- [1.1.201] „Side crane plate inside”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014031, Rev. B, Datum: 20.08.2019
- [1.1.202] „Crane support side bearing”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014056, Rev. A, Datum: 02.05.2019
- [1.1.203] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013226, Rev. C, Datum: 17.07.2019
- [1.1.204] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013227, Rev. B, Datum: 17.07.2019
- [1.1.205] „Shell tower inside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014799, Rev. B, Datum: 07.11.2019

- [1.1.206] „Shell tower outside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014800, Rev. A, Datum: 23.10.2019
- [1.1.207] „EP5; Crane support assembly; Section 2”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014487, Rev. A, Datum: 15.07.2019
- [1.1.208] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013106, Rev. B, Datum: 18.07.2019
- [1.1.209] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013107, Rev. B, Datum: 18.07.2019
- [1.1.210] „Shell tower inside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014819, Rev. A, Datum: 23.10.2019
- [1.1.211] „EP5; Crane support assembly; Section 3”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014457, Rev. A, Datum: 10.07.2019
- [1.1.212] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013218, Rev. B, Datum: 22.07.2019
- [1.1.213] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013219, Rev. B, Datum: 22.07.2019
- [1.1.214] „Shell tower inside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014836, Rev. A, Datum: 24.10.2019
- [1.1.215] „EP5; Crane support assembly; Section 4”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014464, Rev. A, Datum: 11.07.2019
- [1.1.216] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013092, Rev. B, Datum: 22.07.2019
- [1.1.217] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013077, Rev. B, Datum: 22.07.2019
- [1.1.218] „EP5; Shell tower inside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014857, Rev. A, Datum: 25.10.2019
- [1.1.219] „EP5; Crane support assembly; Section 5”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014465, Rev. A, Datum: 12.07.2019
- [1.1.220] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013076, Rev. B, Datum: 22.07.2019
- [1.1.221] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013075, Rev. B, Datum: 22.07.2019

- [1.1.222] „EP5; Shell tower inside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014889, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.223] „EP5; Crane support assembly; Section 6”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014471, Rev. A, Datum: 12.07.2019
- [1.1.224] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013141, Rev. B, Datum: 22.07.2019
- [1.1.225] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013142, Rev. B, Datum: 22.07.2019
- [1.1.226] „EP5; Shell tower inside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014915, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.227] „EP5; Crane support assembly; Section 7”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014484, Rev. A, Datum: 15.07.2019
- [1.1.228] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013469, Rev. B, Datum: 22.07.2019
- [1.1.229] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013200, Rev. B, Datum: 22.07.2019
- [1.1.230] „EP5; Shell tower inside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014928, Rev. A, Datum: 30.10.2019
- [1.1.231] „EP5; Crane support assembly; Section 8”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014481, Rev. A, Datum: 15.07.2019
- [1.1.232] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013845, Rev. A, Datum: 02.04.2019
- [1.1.233] „EP5; Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013196, Rev. B, Datum: 05.06.2019
- [1.1.234] „EP5; Shell tower inside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014941, Rev. A, Datum: 31.10.2019
- [1.1.235] „EP5; Crane support assembly; Section 9”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014478, Rev. A, Datum: 15.07.2019
- [1.1.236] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013849, Rev. A, Datum: 02.04.2019
- [1.1.237] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013761, Rev. A, Datum: 25.03.2019

- [1.1.238] „EP5; Shell tower inside connecting plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013194, Rev. B, Datum: 15.05.2019
- [1.1.239] „EP5; Crane support assembly; Section 10”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014476, Rev. A, Datum: 12.07.2019
- [1.1.240] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013846, Rev. A, Datum: 02.04.2019
- [1.1.241] „Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013762, Rev. A, Datum: 25.03.2019
- [1.1.242] „EP5; Crane support assembly; Section 11”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014522, Rev. A, Datum: 28.08.2019
- [1.1.243] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013847, Rev. A, Datum: 02.04.2019
- [1.1.244] „EP5; Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013797, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.245] „EP5; Crane support assembly; Section 12”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014523, Rev. A, Datum: 28.08.2019
- [1.1.246] „Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013848, Rev. A, Datum: 02.04.2019
- [1.1.247] „EP5; Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013799, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.248] „EP5; Crane support assembly; Section 13”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014526, Rev. B, Datum: 21.04.2020
- [1.1.249] „EP5; Shell tower inside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013801, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.250] „EP5; Shell tower outside couple plate”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013800, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.251] „EP5; Shim bottom section; MST 166 t=25”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013802, Rev. A, Datum: 27.03.2019
- [1.1.252] „Doorframe tower”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-013195, Rev. B, Datum: 18.12.2019
- [1.1.253] „EP5; Crane support assembly; Section 14”,
Zeichnungs-Nr.: M01-C5-20-014518, Rev. B, Datum: 13.05.2020

Übersetzungsdokument zu den Zeichnungen

- [1.1.254] Lagerwey Wind BV:
„Translation table for tower drawings”,
Dokument Nr.: M00-C2-40-000506-R4, Rev. 4, Datum: 30.10.2020

1.2 Dazugehörige Dokumente

Lastannahmen und Anforderungen an das Fundament

- [1.2.1] Lagerwey Wind BV:
„L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Design Loads”,
Dokument Nr.: M00-C2-40-050383-R1, Rev. 1, Datum: 11.05.2021
- [1.2.2] Lagerwey Wind BV:
„L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Extreme Loads”,
Dokument Nr.: M00-C2-40-050384-R1, Rev. 1, Datum: 11.05.2021
- [1.2.3] Lagerwey Wind BV:
„L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Fatigue Equivalent Loads”,
Dokument Nr.: M00-C2-40-050385-R0, Rev. 0, Datum: 28.03.2021
- [1.2.4] „Technisches Datenblatt Fundamentlasten E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01”,
Dokument Nr.: D0954619-3.0, Rev. 3, Datum: 26.03.2021
- [1.2.5] TÜV NORD CERT GmbH :
"Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage EP5 E160 E2, RB LM 78.3 P, NH 166 m (T166M2) DIBt WS S GK S - Lastannahmen -",
TÜV NORD Bericht-Nr.: 8119042164-1 D VI Rev. 1, Datum: 18.05.2021

Kopfflansch

- [1.2.6] Lagerwey Wind BV:
„EP5; Nacelle casting machining”,
Zeichnungs-Nr.: M02-C5-20-022750, Rev. A, Datum: 19.11.2020
- [1.2.7] Lagerwey Wind BV:
„Yaw brake disc”,
Zeichnungs-Nr.: M02-C5-20-021693, Rev. C, Datum: 27.02.2020

Sprödbruch

- [1.2.8] Lagerwey Wind BV:
„Brittle fracture assessment for MST components”,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000574-R1, Rev. 1, Datum: 21.06.2019

Kranöffnungen

- [1.2.9] Lagerwey Wind BV:
„SA influence at tower strength of the LCC140 crane supports – L136 LP4-MST-132-FB-C-01“,
Dokument Nr.: M01-C2-40-000617-R0, Rev. 0, Datum: 03.12.2019

Handbücher

- [1.2.10] ENERCON GmbH:
„Inbetriebnahmeanleitung, 300 h-Wartung nach Inbetriebnahme, Windenergieanlage E-160 EP5“, Dokument-Nr.: TD-esc-08-de-de-20-052 Rev000, Rev. 0, Datum: 18.06.2020
- [1.2.11] „Wartungsanleitung, Hauptwartung, Windenergieanlage E-147 EP5, E-147 EP5 E2, E-160 EP5, E-160 EP5 E2“,
Dokument-Nr.: D1002919-0, Rev. 0, Datum: 09.09.2020
- [1.2.12] Lagerwey Wind BV:
Errichtungshandbuch Ankerkorb „EP5 Anchor manual EN, Installation“,
Dokument-Nr.: M07-C5-31-20082, Rev. R2, Datum: 06.10.2020

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt:
„Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, korrigierte Fassung, 03.2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011-08:
„Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010“
- [2.3] DIN EN 1991-1-4:2010-12 + DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12:
„Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten“
- [2.4] DIN EN 1993-1-1:2010-12 + DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12:
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“
- [2.5] DIN EN 1993-1-5:2010-12 + DIN EN 1993-1-5/NA:2010-12:
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile“
- [2.6] DIN EN 1993-1-6:2010-12 + DIN EN 1993-1-6/NA:2010-12:
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen“

- [2.7] DIN EN 1993-1-8:2010-12 + DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12:
 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen“
- [2.8] DIN EN 1993-1-9:2010-12 + DIN EN 1993-1-9/NA:2010-12:
 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-9: Ermüdung“
- [2.9] DIN EN 1993-1-10:2010-12 + DIN EN 1993-1-10/NA:2016-04:
 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung“
- [2.10] Verein Deutscher Ingenieure:
 „Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen - Zylindrische Einschraubenverbindungen“, VDI 2230 Blatt 1, 11.2015

3 Einleitung

Gegenstand dieses Berichts ist die Prüfung des Stahlrohrturms E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 und des zugehörigen Ankerkorbs, welche nach der DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) ausgelegt wurden.

4 Beschreibung

4.1 Turm

Der Stahlrohrturm mit einer Höhe von 163,382 m (OK Fundament bis OK Kopfflansch) ist aus gekanteten Blechen hergestellt. Der Turm besteht aus 15 Sektionen, die durch vorgespannte Schraubverbindungen miteinander verbunden sind. Jede Sektion besteht aus mehreren Blechen, deren Längsfugen mit vorgespannten Schrauben verbunden sind. Die Sektionen haben einen polygonalen Querschnitt mit jeweils 24 Ecken (15° Winkel). Die oberste Sektion besteht aus einer oberen Schweißkonstruktion (Zylinder auf polygonalem Kegelstumpf) und einer unteren, geschraubten Teilsektion.

Die unterste Sektion (Flanschsegment) ist durch einen angeschweißten T-Flansch und 2 x 144 vorgespannte Ankerbolzen M36-10.9 mit dem Fundament verbunden.

Die folgende Anlagenkonfiguration wurde bei der Prüfung des Turms berücksichtigt:

Nr.	WEA Bezeichnung	Nabenhöhe	Nennleistung	Rotorblatt	Windzone (DIBt 2012)	Geländekategorie	Turmnachweise
1	E-160 EP5 E2	166 m	5500 kW	LM78.3P	WZ S	GK S	[1.1.1] - [1.1.11]

Tabelle 4.1: Geprüfte Konfiguration für Turmnachweise

Die Windenergieanlage E-160 EP5 E2 hat folgende, technische Basisdaten:

Gondelmasse (inkl. Rotor): 308 t
 Rotordurchmesser: 160 m

In [1.1.1] wurde die erste Turmeigenfrequenz bei elastischer und bei starrer Fundamenteinspannung ermittelt:

$f_0 = 0,196$ Hz bei elastischer Einspannung ($k_{\varphi, \text{dyn}} = 210\,000$ MNm/rad)
 $f_0 = 0,205$ Hz bei starrer Einspannung

4.2 Lastannahmen

Die Lastannahmen wurden mit einem gesamtdynamischen Modell der Anlage unter Berücksichtigung der Elastizität von Turm und Rotorblättern bestimmt.

Die folgenden Lastannahmen liegen der Turmberechnung zugrunde:

Nr.	WEA Bezeichnung	Nabenhöhe	Nennleistung	Rotorblatt	Windzone (DIBt 2012)	Geländekategorie	spezifiziert in	geprüft in
1	E-160 EP5 E2	166 m	5500 kW	LM78.3P	WZ S	GK S	[1.2.2], [1.2.3]	[1.2.5]

Tabelle 4.2: Lastannahmen

Die Lastannahmen sind für eine gekoppelte Turmeigenfrequenz von 0,190 Hz mit einem zulässigen Intervall von $\pm 5\%$ gültig.

Die Auslegungslasten beziehen sich auf eine Lebensdauer von 20 Jahren.

4.3 Baustoffe

In diesem Abschnitt werden die Hauptbaustoffe und -produkte der tragenden Bauteile aufgeführt. Weitere Details können den geprüften Zeichnungen (siehe Abschnitt 1.1) entnommen werden.

Turm

Baustahl: S355, S690QL DIN EN 10025-2, -6

Schrauben: HRC M27 – 10.9 DIN EN 14399-10

Darüber hinaus basiert die Auslegung des Turms auf folgenden Annahmen:

Dem Nachweis des Kopfflansches liegt eine Streckgrenze von 295 MPa zugrunde.

Ankerkorb

Ankerbolzen: Festigkeitsklasse 10.9
 Gewinde M36

	Vorspannung	min. 425 – max. 510 kN
Gewinde, Muttern und Unterlegscheiben:	M36	DIN EN 1993-1-8, Bezugsnormengruppe 4

5 Prüfung

5.1 Umfang und Methodik

Die Standsicherheitsnachweise (Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit) wurden in den eingereichten, statischen Berechnungen geführt und durch Vergleichsrechnung geprüft.

Die Prüfung umfasst den Stahlrohrturm und den Ankerkorb.

Wirbelerregte Querschwingungen wurden gemäß DIBt-Richtlinie, Abschnitt 9.4 für den Endzustand und für verschiedene Montagezustände berücksichtigt (s. 5.4.7). Weitere Montagezustände sowie Zustände während des Transports sind nicht Bestandteil der Prüfung.

Einwirkungen aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.

Darüber hinaus wurde die Konformität mit dem Turmmodell aus der Lastrechnung hinsichtlich folgender Punkte überprüft:

- zulässiger Turmeigenfrequenzbereich gemäß Abschnitt 4.2
- Turmaußenabmessungen hinsichtlich des verbleibenden Freigangs bei durchgebogenen Rotorblättern

Der Nachweis des zulässigen Frequenzbereichs wurde durch eine Bestätigung der gekoppelten Turmeigenfrequenzen geführt.

Der Nachweis des Turmfreigangs ist nicht Bestandteil der bautechnischen Prüfung. Der Nachweis wurde in der gutachtlichen Stellungnahme [1.2.5] geprüft.

Lasten aus dem Betrieb eines während der Montage am Turm befestigten Krans wurden bei der Prüfung nicht berücksichtigt.

Turmeinbauten (z.B. Arbeitsbühnen, Leitern oder Befahreinrichtungen) sowie zugehörige Schweißanschlüsse oder Verankerungen sind nicht Gegenstand dieser Prüfung.

Die Schrauben der Ringflanschverbindung zwischen Kopfflansch und Azimutlager sind ebenfalls nicht Bestandteil dieser Prüfung.

Die Bewertung verbleibender Restsicherheiten ist nicht Bestandteil der Prüfung.

5.2 Anmerkungen zur Prüfung

Für die Bemessung wurden die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) berücksichtigt.

Der Materialteilsicherheitsbeiwert für die Ermüdung wurde mit $\gamma_{Mf} = 1,15$ angesetzt. Der Nachweis der Ankerstangen wurde konservativ mit $\gamma_{Mf} = 1,265$ geführt.

Zur Erfassung von Herstellungs- und Montageungenauigkeiten, Einflüssen aus einseitiger Sonneneinstrahlung und ungleichmäßiger Fundamentsetzung wurde eine Schiefstellung der Turmachse von 8 mm/m angenommen.

Eine Erhöhung der Turmfußmomente infolge elastischer Verformung des Bodens wurde nicht berücksichtigt. Bei der statischen Bodendrehfeder $k_{\phi,stat} = 35\,000\text{ MNm/rad}$ beträgt die auf das maximale Biegemoment bezogene Lasterhöhung ca. 2,2 %. Diese Lasterhöhung wurde in der Vergleichsrechnung berücksichtigt.

Der Kopfflansch einschließlich der Schweißnahtverbindung mit dem Turm wurde mittels FE-Berechnung nachgewiesen.

Die unter Abschnitt 1.1 aufgeführten Unterlagen sind mit einem TÜV NORD Stempel versehen.

5.3 Ergebnisse

Die geprüften Standsicherheitsnachweise sind vollständig und in statischer Hinsicht korrekt.

5.4 Schnittstellen

Maschinenbauliche Komponenten

- 5.4.1 Die Schrauben der Ringflanschverbindung zwischen Kopfflansch und Azimutlager sind als Bestandteil der maschinenbaulichen Komponenten zu bewerten.
- 5.4.2 Der Nachweis des Turmkopfflansches wurde mit einer Schraubenvorspannkraft von 456 kN geführt.

Einbauten

- 5.4.3 Außer den in den geprüften Zeichnungen (s. Abschnitt 1.1) dargestellten Anbindungen wurden beim Ermüdungsnachweis der Turmwand keine geschweißten Anbindungen berücksichtigt.

Fundament

- 5.4.4 Die Anforderungen an das Fundament sind in [1.2.4] spezifiziert.

- 5.4.5 Um die Funktionsfähigkeit der Anlage nicht zu beeinträchtigen, darf durch Setzungsunterschiede eine Fundamentneigung (Schiefstellung der Turmachse) von 3 mm/m innerhalb der Auslegungsdauer nicht überschritten werden.
- 5.4.6 Der Nachweis des T-Flansches am Turmfuß basiert auf einer minimalen Vorspannung der Ankerbolzen von 425 kN und einer maximalen Vorspannkraft von 510 kN. Wenn das realisierte Fundament erheblich von dieser Annahme abweicht, muss der Nachweis des T-Flansches im Rahmen des Fundamentnachweises neu bewertet werden.

Montage & Inbetriebnahme

- 5.4.7 Das Auftreten wirbelerregter Querschwingungen während der Errichtung wurde für die folgenden Zeiträume berücksichtigt:
- Szenario 12: Turm ohne zwei Sektionen: 1 Woche
 - Szenario 13: Turm ohne oberste Sektion: 11 Wochen
 - Szenario 14: Turm komplett (ohne Gondel): 60 Wochen
- 5.4.8 Im Bauzustand darf die am oberen Turmende gemessene Windgeschwindigkeit einen Wert von $0,8 \cdot v_{crit}$ nicht überschreiten, falls die oben genannten Standzeiten überschritten werden oder nicht bekannt sind. Somit beträgt die maximal zulässige Windgeschwindigkeit:
- Szenario 8: Turm ohne sechs Sektionen: 31,4 m/s
 - Szenario 9: Turm ohne fünf Sektionen: 24,5 m/s
 - Szenario 10: Turm ohne vier Sektionen: 19,4 m/s
 - Szenario 11: Turm ohne drei Sektionen: 15,6 m/s
 - Szenario 12: Turm ohne zwei Sektionen: 12,6 m/s
 - Szenario 13: Turm ohne oberste Sektion: 10,2 m/s
 - Szenario 14: Turm komplett (ohne Gondel): 7,8 m/s

Andernfalls sind geeignete Maßnahmen zur Sicherung gegen wirbelerregte Querschwingungen zu treffen.

- 5.4.9 Die Vorspannkraft der Schrauben muss den Mindestwerten nach DIN EN 14399-10 entsprechen.

Wiederkehrende Prüfungen / Wartungen

- 5.4.10 Bei planmäßig vorgespannten Schrauben ist mindestens eine Sicht- und Lockerheitskontrolle durchzuführen. Hinsichtlich der Kontrolle der Schraubverbindungen des Ankerkorb im Zuge der Hauptwartungen (siehe [1.2.11], Seite 19, Punkt 37) ist ein geeignetes Verfahren zu verwenden.

- 5.4.11 Innerhalb des 1. Halbjahres nach erstmaligem Aufbringen der Vorspannung muss die Vorspannkraft der Ankerbolzen gemäß Wartungsanleitung [1.2.10], Kapitel „Wartungspunkte“, Punkt 2.2, Seite 24 überprüft und wieder aufgebracht werden, um etwaige Vorspannkraftverluste aus Kriech- und Schwindeffekten auszugleichen.
- 5.4.12 Der Korrosionsschutz ist regelmäßig zu überprüfen und bei Bedarf zu erneuern.
- 5.4.13 Bei wiederkehrenden Prüfungen ist Kapitel 15 der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten.

6 Auflagen

Allgemeines

- 6.1 Für jeden geplanten WEA-Standort ist ein Nachweis der Standorteignung gemäß DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen, Abschnitt 16.2 vorzulegen, dem die in [1.2.6] aufgeführten Auslegungsparameter für die Windzone S zugrunde liegen.

Stahlteil

- 6.2 Für die Ausführung der Stahlsektionen gilt DIN EN 1090. Als Mindestanforderung für Windenergieanlagen gilt die Ausführungsklasse EXC3.
- 6.3 Die Streckgrenze des für die Flansche verwendeten Materials muss mindestens den in Kapitel 4.3 genannten Werten entsprechen.
- 6.4 Die Schweißnaht innerhalb der Topsektion am unteren Rand des Zylinders muss mindestens der Kerbfallklasse 90 gemäß DIN EN 1993-1-9 (Tabelle 8.3) entsprechen.
- 6.5 Bei allen scherbeanspruchten Schraubverbindungen muss ein Reibbeiwert von mindestens 0,4 sichergestellt sein.
- 6.6 Der Fußflansch ist vor dem Schweißprozess auf mindestens 100°C vorzuwärmen. Der Einfluss zu hoher Vorwärmtemperaturen auf die metallurgischen Eigenschaften ist dabei zu beachten.
- 6.7 Die Toleranzen der Qualitätsklasse B gemäß DIN EN 1993-1-6 sind einzuhalten. Die Ergebnisse sind entsprechend zu dokumentieren.
- 6.8 Freie Kanten des Türausschnitts müssen Kerbfallklasse 125 gemäß DIN EN 1993-1-9 entsprechen.
- 6.9 Freie Kanten an den Öffnungen für Krananschlusspunkte müssen Kerbfallklasse 140 gemäß DIN EN 1993-1-9 entsprechen.

7 Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Schnittstellen und Auflagen erfüllt der hier geprüfte Stahlrohrturm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 die Anforderungen der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen [2.1].

Der Prüfbericht zur Typenprüfung gilt für die in Tabelle 4.1 aufgeführte Windenergieanlagenkonfiguration.

Im Falle von standsicherheitsrelevanten Änderungen an der Turmkonstruktion verliert dieser Bericht seine Gültigkeit.

Dieser Prüfbericht ersetzt nicht den Prüfbescheid zur Typenprüfung.

Für eine vollständige Typenprüfung müssen alle gutachtlichen Stellungnahmen gemäß DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen, Kapitel 3, Abschnitt I sowie ein Prüfbescheid zur Typenprüfung vorliegen.

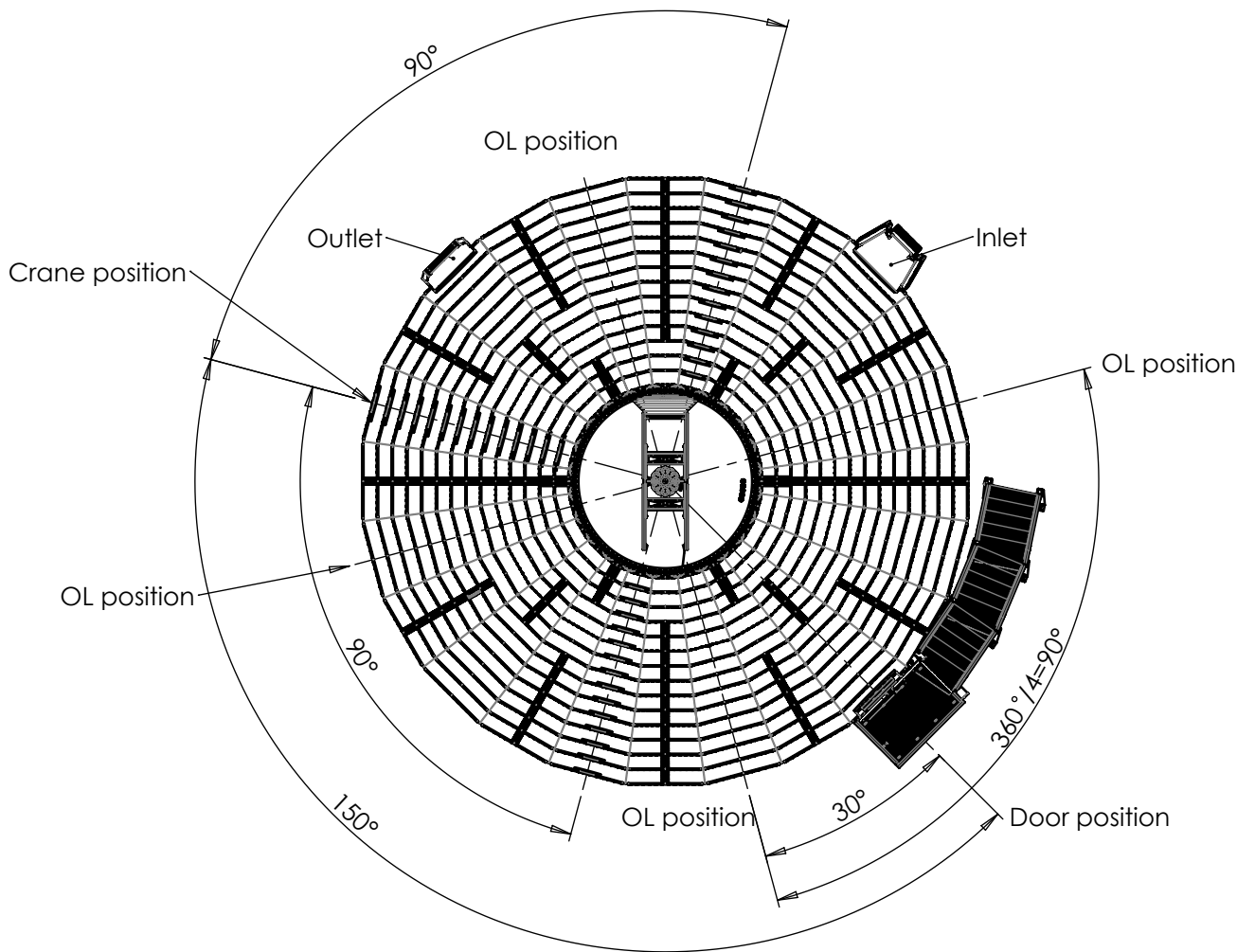
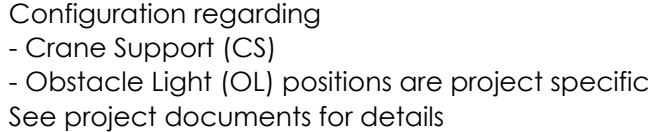
Der stellvertretende Leiter



Dipl.-Ing. (FH) S. Möller

An der Prüfung beteiligt:
M.Sc. / SFI R. Diewald





15	B	EP5; 166; Site box tower	20-014231			
14	B	EP5; 166; MST bottom section 14 assy	20-014291	-	20-014292	-
13	B	EP5; MST section 13	20-013947	-	20-014307	-
12	B	EP5; MST section 12	20-013954	-	20-014311	-
11	B	EP5; MST section 11	20-013948	20-014374	20-014327	20-014328
10	B	EP5; MST section 10	20-013939	20-014258	20-014257	20-014259
9	B	EP5; MST section 9	20-014958	20-014959	20-014960	20-014961
8	C	EP5; MST section 8	20-014943	20-014944	20-014945	20-014946
7	B	EP5; MST section 7 assy	20-014923	20-014924	20-014925	20-014926
6	B	EP5; MST section 6 assy	20-014893	20-014895	20-014894	20-014896
5	B	EP5; MST section 5 assy	20-014859	20-014860	20-014861	20-014862
4	B	EP5; MST section 4 assy	20-014844	20-014845	20-014846	20-014847
3	C	EP5; MST section 3 assy	20-014827	20-014828	20-014829	20-014830
2	B	EP5; MST section 2 assy	20-014810	20-014811	20-014812	20-014813
1	C	EP5; MST Section 1 with tower top assy	20-014777	-	20-014778	-
Item	Revision	Description	Draw.nr. Standard	Draw.nr. OL	Draw.nr. CS	Draw.nr. OL + CS

B	24-01-2020	Several modifications and updates		PEB	<div>Surf.treatment: None</div> <div>Material: -</div> <div>NEN-ISO 1101</div> <div><div><div>A</div><div></div></div><div><div></div><div>A</div></div></div> <div><div>Gen. Tol.</div><div>ISO 1302</div></div> <div>NEN-ISO 2768-k</div> <div><div>American proj.</div><div><div><div><div></div></div><div><div></div></div></div></div></div> <div>units</div> <div>size</div> <div>mm</div> <div>A3</div>
A	14-11-2019	First Release		PE	

Rev

Date

Description

Init.

Drawn

14-11-2019

PE

Surface roughness acc. to ISO 4287

ISO 13715

Check

30-11-2020

EB

ISO limits and fits acc. to NEN-ISO 286-2

Date

Initials

Welding symbols acc. to ISO 2553

Lagerway

© Copyright Lagerway Wind BV

Anlage zum Prüfbericht zur Typenprüfung

Nr.: T-7009/21-1 Rev.0

Description: vom 27. Mai 2021

E-160 EP5-MST-166-FB-C-01

Drawing no.: 20-015023

Rev. B

Document class: M01-C5

Weight: 718974.9 kg

Scale: 1:500

Sheets: 1 of 2

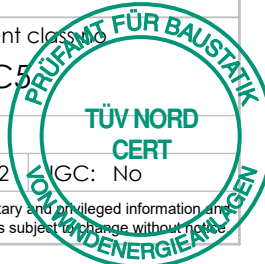
VC: No

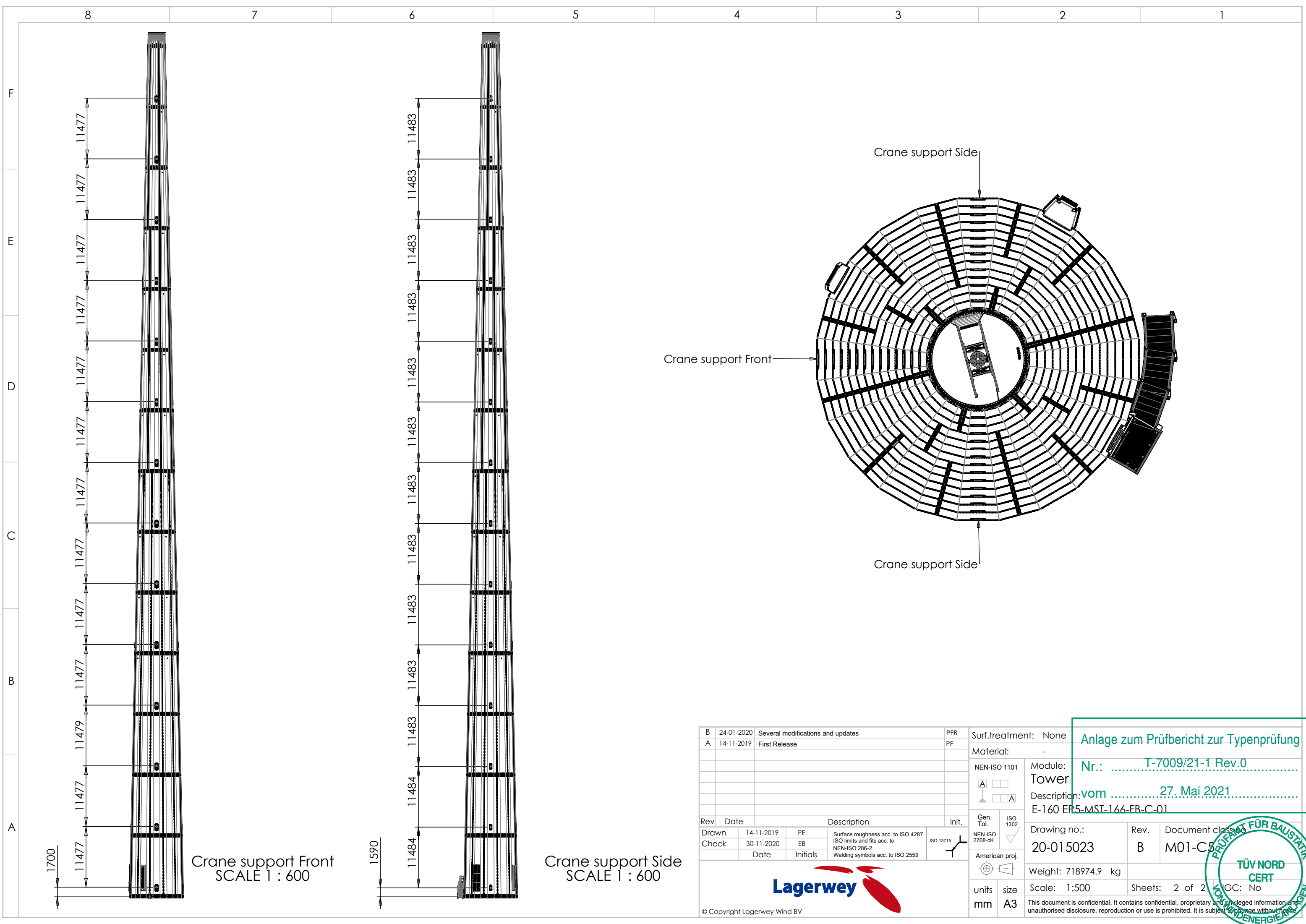
This document is confidential. It contains confidential, proprietary and privileged information and unauthorised disclosure, reproduction or use is prohibited. It is subject to change without notice.

PRÜFBERICHT FÜR BAUSTÄTTE

TÜV NORD CERT

NOV 2021







Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Prüfbericht für eine Typenprüfung

Datum: 04.08.2021

Prüfnummer: 3462038-1-d

Objekt: **Prüfung der Standsicherheit – Flachgründung**
Turm: Enercon E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01
Fundament: FlmA Ø = 28,00 m
Windzone S

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

**Hersteller Wind-
energieanlage:** ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

**Konstruktion und
Berechnung
Fundament:** Fröhling & Rathjen GmbH & Co. KG
Schulstraße 22
21698 Harsefeld

Auftraggeber: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Geltungsdauer: bis 03.08.2026

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/FS

Dokument:
3462038-1-d_Enercon E-160
EP5 E2-MST-166-FB-C-
01_GB.docx

Das Dokument besteht aus
7 Seiten.
Seite 1 von 7

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	04.08.2021	Erstfassung

Inhaltsverzeichnis

1.	Unterlagen	3
1.1.	Geprüfte Unterlagen.....	3
1.2.	Eingesehene Unterlagen.....	3
2.	Prüfgrundlage	4
3.	Beschreibung	4
3.1.	Baustoffe.....	5
3.2.	Lastannahmen	5
3.3.	Baugrund	5
4.	Prüfumfang	5
5.	Prüfbemerkungen.....	5
6.	Prüfergebnis.....	6
	Auflagen für Herstellung und Errichtung	6



1. Unterlagen

1.1. Geprüfte Unterlagen

Folgende Dokumente, sofern nicht anders angegeben von Fröhling & Rathjen GmbH & Co. KG erstellt, wurden zur Prüfung vorgelegt:

- [1] „Statische Berechnung Fundament - Enercon E-160 EP5-E1-MST-166-FB-C-01 WZ S GK I&II, WC IIIA (AW7.5 TI16.0), Typenstatik“, 307 Seiten, Dokument Nr. D0966973-2, Rev. 2, Datum 2021-02-15
- [2] „Lastenvergleich E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 (M08-C5-30-10899-R0) E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 (D0954619-3.0)“, 5 Seiten, Dokument Nr. D02169136/0.0, Rev. 0, Datum 2021-04-29
- [3] „1. Nachtrag Statische Berechnung Fundament - Enercon E-160 EP5-E2-MST-166-FB-C-01 WZ S GK I&II, WC IIIA (AW7.5 TI16.0), Typenstatik“, 47 Seiten, Dokument Nr. D02169137/0.0, Rev. 0, Datum 2021-05-04
- [4] „Technisches Datenblatt E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 Flachgründung“, erstellt von ENERCON GmbH, 6 Seiten, Dokument Nr. D02375547/2.0, Rev. 2, Datum 2021-08-03
- [5] „E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 WZ S GK I&II, WC IIIA (AW 7.5 TI16.0), B500 Ø 28.00m, Flachgründung, Schalplan“, Plan Nr. D02169404-1.0, Rev. 1, Datum 2021-07-21
- [6] „E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 WZ S GK I&II, WC IIIA (AW 7.5 TI16.0), B500 Ø 28.00m, Flachgründung, Untere Bewehrung“, Plan Nr. D02169405-0.0, Rev. 0, Datum 2021-05-05
- [7] „E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 WZ S GK I&II, WC IIIA (AW 7.5 TI16.0), B500 Ø 28.00m, Flachgründung, Unterstützungen und Schubbewehrung, Querkzugbewehrung, Obere Bewehrung Fundament“, Plan Nr. D02169406-1.0, Rev. 1, Datum 2021-07-21
- [8] „E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 WZ S GK I&II, WC IIIA (AW 7.5 TI16.0), B500 Ø 28.00m, Flachgründung, Bewehrung Fundamentmitte Sockelbewehrung“, Plan Nr. D02169407-0.0, Rev. 0, Datum 2021-05-05
- [9] „E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 WZ S GK I&II, WC IIIA (AW 7.5 TI16.0), B500 Ø 28.00m, Flachgründung, Schnitt A-A“, Plan Nr. D02169408-1.0, Rev. 1, Datum 2021-07-21

1.2. Eingesehene Unterlagen

Folgende Dokumente wurden im Rahmen der Prüfung zusätzlich herangezogen:

- [10] „Technisches Datenblatt Fundamentlasten E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01“, erstellt von ENERCON GmbH, 5 Seiten, Dokument Nr. D0954619-3.0, Rev. 3.0, Datum 2021-03-26
- [11] „Bauvorlage E-160 EP5-E1-MST-166-FB-C-01 Fundamentlasten“, erstellt von ENERCON GmbH, 5 Seiten, Dokument Nr. M08-C5-30-10896-R1, Rev. 1, Datum 2020-05-26
- [12] „Technisches Datenblatt Fundamentkorb E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01“, erstellt von ENERCON GmbH, 3 Seiten, Dokument Nr. D0954361/1.0, Rev. 1.0, Datum 2021-04-16



- [13] „Fundamente Lagerwey / MST, Anforderungen während des Turmaufbaus“, erstellt von ENERCON GmbH, 3 Seiten, Dokument Nr. D0935526-0, Rev. 0, Datum 2020-03-09
- [14] „Prüfbericht zur Typenprüfung – Modularer Stahlrohrturm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01, Windenergieanlage Lagerwey E-160 EP5 E2, Rotorblatt LM78.3P, Nabenhöhe 166 m, DIBt Windzone S, Geländekategorie S“, erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 27 Seiten, Prüfbericht Nr.: T-7009/21-1, Rev. 0, Datum 2021-05-27
- [15] „Gutachtliche Stellungnahme, Windenergieanlage EP5 E160 E2, RB LM 78.3 P, NH 166 m (T166M2), DIBt WZ S GK S, - Lastannahmen -“, erstellt von TÜV NORD CERT GmbH, 12 Seiten, Prüfbericht Nr.: 8119042164-1 D VI, Rev.1, Datum 2021-05-18

2. Prüfgrundlage

Die Prüfung der Unterlagen erfolgte gemäß folgender Richtlinie:

- /1/ „Richtlinie für Windenergieanlagen“, herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), Ausgabe Oktober 2012, korrigierte Fassung März 2015

Zur Prüfung wurden zusätzlich folgende Normen und Richtlinien herangezogen:

- /2/ DIN EN 1991-1-1:2010 „Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1991-1-1/NA:2010 + DIN EN 1991-1-1/NA/A1:2015
- /3/ DIN EN 1992-1-1:2011 „Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010“ + DIN EN 1992-1-1/A1:2015, mit nationalem Anhang DIN EN 1992-1-1/NA:2013 + DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015
- /4/ DIN EN 1997-1:2009 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC: 2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010
- /5/ DIN 1054:2010 „Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“ + DIN 1054/A1:2012 and DIN 1054/A2:2015
- /6/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton Heft 439 „Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit Erläuterungen zu den Nachweisen gemäß CEB-FIP Model Code 1990“, Ausgabe 1994
- /7/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton Heft 600 „Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2)“, Ausgabe 2012

3. Beschreibung

Der modulare Stahlrohrturm E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01 wird auf einem kreisrunden Stahlbetonfundament verankert. Die unterste Turmsektion wird mit vorgespannten Ankerbolzen und einem einbetonierten Ankerring auf dem Fundament verankert.

Die Flachgründung besteht aus einer kreisförmigen Fundamentplatte mit 28,00 m Außendurchmesser mit veränderlicher Höhe sowie einem darauf aufgesetzten Sockel. In der Mitte des Fundaments wird ein kreisrunder Bereich mit unbewehrtem Beton ausgeführt.

Die Fundamentplatte wird mit Erdreich überschüttet, um die statisch erforderliche Auflast zu erreichen.

Das Fundament kann wahlweise ohne Arbeitsfugen oder abschnittsweise gemäß Schalplan [5] hergestellt werden.

Die genauen Abmessungen des Fundaments können dem Schalplan [5] entnommen werden.

3.1. Baustoffe

Beton für Fundament	C30/37 mit Expositionsclassen XC4, XF1, XA1 gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/
Beton für Sockel	C50/60 mit Expositionsclassen XC4, XF1, XA1 gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/
Betonstahl	B500B gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/

3.2. Lastannahmen

Die dimensionierenden Lasten für die Fundamentauslegung sind im Technischen Datenblatt Fundamentlasten [10] angegeben. Das Fundament wurde in [1] auf Grundlage der Lasten in [11] für Windenergieanlage E-160 EP5-E1 MST-166-FB-C-01 entworfen und nachgewiesen. Mit dem Lastvergleich [2] wurde gezeigt, dass sich infolge der hier maßgebenden Windenergieanlage E-160 EP5-E2 MST-166-FB-C-01 mit Fundamentlastdokument [10] gegenüber [11] teils größere Lasten ergeben. In den ergänzenden statischen Berechnungen [3] wurden auf Basis der Lasten in [10] zusätzliche Nachweise geführt, um die teilweise vorhandenen Lastüberschreitungen gegenüber den Auslegungslasten [11] zu berücksichtigen. Die Lasten in [10] wurden mit dem Lastgutachten [15] bestätigt. Die angesetzte Entwurfslebensdauer der Windenergieanlage beträgt 20 Jahre.

Einwirkungen aus Erdbeben wurden gemäß [15] nicht berücksichtigt.

Zur Berücksichtigung von Bauständen wurden auf der Oberseite der Fundamentplatte entsprechend [13] eine Verkehrslast von 20 kN/m² sowie Einwirkungen infolge von zwei Kranpratzen (Lastverteilerfläche je 3,50 m x 2,40 m) mit jeweils 1848 kN während der Bauzustände berücksichtigt. Genauere Angaben zu den in den Bauzuständen angesetzten Lasten können [1] entnommen werden.

Eigengewichte wurden gemäß DIN EN 1991-1-1 /2/ berücksichtigt.

3.3. Baugrund

Die Mindestwerte der dynamischen und statischen Drehfedersteifigkeit des Gesamtsystems aus Boden und Fundament betragen gemäß Technischem Datenblatt Fundamentlasten [10] $k_{\phi, \text{dyn}} \geq 210 \text{ GNm/rad}$ und $k_{\phi, \text{stat}} \geq 35 \text{ GNm/rad}$.

Der anstehende Baugrund muss gemäß [4] mindestens eine Kantenpressung von 264 kN/m² aufnehmen können (charakteristischer Wert).

Der höchste für den Lastfall Auftrieb in [1] nachgewiesene Wasserstand liegt 1,20 m unter Sockeloberkante.

4. Prüfumfang

Dieser Prüfbericht für eine Typenprüfung umfasst die Prüfung hinsichtlich der Standsicherheit der in Abschnitt 3 beschriebenen Flachgründung mit Auftrieb auf Basis der in Abschnitt 2 genannten Prüfgrundlagen.

Für eine vollständige Typenprüfung sind alle in Dokument /1/, Kapitel 3 im Abschnitt I gelisteten gutachtlichen Stellungnahmen sowie ein zusammenfassender Prüfbescheid zur Typenprüfung von Turm und Fundament erforderlich. Diese können bis spätestens zu Baubeginn der ersten Anlage nachgereicht werden.



Die Überprüfung des Turmes, des Ankerkorbs, der Standorteignung sowie des Blitzschutz- und Erdungskonzepts ist nicht Gegenstand dieses Berichts.

Abweichungen von den geprüften Unterlagen und Prüfgrundlagen bezüglich Konstruktion, Lastannahmen, Randbedingungen, Ausführung und Anlagensteuerung, die Einfluss auf die Standsicherheit haben, sind durch diesen Bericht nicht abgedeckt und erfordern eine Überarbeitung der Berechnung und eine erneute Prüfung.

5. Prüfbemerkungen

Die vorgelegten Nachweise wurden durch eigene Vergleichsrechnungen überprüft. Auf Basis der eingereichten Unterlagen und unserer Vergleichsrechnungen können ausreichende Sicherheiten bestätigt werden. Die Zeichnungen wurden auf Übereinstimmung mit den Annahmen der Berechnungen sowie den Vorgaben der in Abschnitt 2 genannten Prüfgrundlagen geprüft.

Schnittstellen:

Die Nachweise der Lasteinleitung in den Beton des Fundaments wurden auf Grundlage der Angaben in [12] bewertet und werden mit diesem Prüfbericht bestätigt. Die Nachweise des Ankerkorbs (bestehend aus Ankerbolzen und Ankerring) sind nicht Gegenstand dieser Prüfung, s. Auflage 1.

Imperfektionen:

Die Lasten aus [10] enthalten gemäß [15] bereits Effekte aus einer Turmschiefstellung, Differenzsetzungen des Fundaments und eine zusätzliche Turmschiefstellung infolge der Berücksichtigung statischer Bodenkennwerte.

6. Prüfergebnis

Die Berechnungen und die zugehörigen Konstruktions- und Bewehrungszeichnungen für das Fundament entsprechen den in Abschnitt 2 genannten Normen und Richtlinien und sind im Wesentlichen vollständig und richtig.

Die Anforderungen an die Standsicherheit der Gründung sind erfüllt, vorausgesetzt, die nachstehenden Auflagen sowie alle Auflagen und Bemerkungen der zugehörigen Prüfberichte und Gutachten werden beachtet bzw. vollzogen.

Die Prüfung der technischen Unterlagen für das Fundament ist hiermit abgeschlossen.

Auflagen für Herstellung und Errichtung

Allgemeines

1. Mit der Prüfung des Turmes sind die Angaben im Technischen Datenblatt Fundamentkorb [12] zu bestätigen.

Baugrund

2. Die vorhandenen Bodenkennwerte, die Zuordnung des Bodens zu Expositionsklassen nach DIN EN 1992-1-1 /3/ und der höchste für den Auftrieb maßgebende Wasserstand sind für den jeweiligen Standort zu ermitteln und im geotechnischen Untersuchungsbericht zu beschreiben.
3. Grundbautechnische Berechnungen sind im Rahmen des geotechnischen Entwurfsberichts durchzuführen. Die Schnittgrößen an Fundamentunterkante sind in [4] angegeben.



Industrie Service

4. Die Mindestwerte der dynamischen und statischen Drehfedersteifigkeit des Gesamtsystems aus Boden und Fundament gemäß Abschnitt 3.3. müssen für den jeweiligen Standort nachgewiesen werden. Dabei kann das Fundament in guter Näherung als Starrkörper angenommen werden.
5. Die im geotechnischen Entwurfsbericht angenommenen Baugrundverhältnisse sind beim Baugrubenaushub vom Bodengutachter zu überprüfen und zu bestätigen. Vor Aufbringen der Sauberkeitsschicht ist die Tragfähigkeit der Baugrubensohle durch den Bodengutachter zu bestätigen.

Ausführung Fundament

6. Auf einen ausreichenden Korrosionsschutz für den Ankerkorb ist zu achten. Sollte Expositions-klasse XA oder XS gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/ abweichend von den gewählten Expositions-klassen gemäß Abschnitt 3.1. am Standort zu berücksichtigen sein, so sind gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen zum Schutz des Betons und der Bewehrung zu ergreifen.
7. Zur Begrenzung der Rissbildung infolge Hydratationswärmeentwicklung sind geeignete betontechnologische Maßnahmen zu ergreifen.
8. Der Zeitpunkt des Erreichens der erforderlichen Festigkeit des Betons für das Vorspannen der Ankerbolzen ist zu bestimmen und durch fachgerecht, unter Berücksichtigung der standortspezifischen Umgebungsbedingungen gelagerte Proben zu überprüfen und zu dokumentieren.
9. Das in [5] spezifizierte Gesamtgewicht der Überschüttung muss zur Gewährleistung der Standsicherheit mindestens erreicht werden. Die Überschüttung muss gleichmäßig über den Umfang verteilt sein.

Prüfintervalle:

10. Die Anforderungen an die wiederkehrenden Prüfungen gemäß DIBt-Richtlinie /1/ sind zu beachten.

Für die Verlängerung der Typenprüfung sind die Zeichnungen und die Berechnungen 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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'F. Singer', written over a light blue grid background.

F. Singer

Der Leiter

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Mayer', written over a light blue grid background.

i.V. S. Mayer

Technisches Datenblatt

Technical Data Sheet

E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01

Flachgründung
Flat Foundation

WZ S GKI & II (DIBt, Fassung Oktober 2015)
WC III A (AW 7.5 TI 16.0) (IEC 61400-1, 3rd edition, 2005-08)

Checked by parallel computations

3462038-1-d

In bautechnischer Hinsicht geprüft.

Siehe Prüfbericht vom 04.08.2021

München

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfamt für Standsicherheit
von Windenergieanlagen

Der Bearbeiter:

F. Himpf

Der Leiter:

gez. Nayer

TYPENPRÜFUNG Geltungsdauer

5 Jahre/Wiedervorlage bis 03.08.2026

Durch Vergleichsrechnung geprüft

3462038-1-e

Reviewed by TÜV SÜD

See Report dated: 2021-08-04

Munich

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wind Turbines

Chief Eng.

gez. Nayer

Expert Eng.

F. Himpf

Herausgeber	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Momme Janssen, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360
Urheberrechtshinweis	<p>Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
Geschützte Marken	Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.
Änderungsvorbehalt	Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.
Publisher	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Germany Phone: +49 4941 927-0 ▪ Fax: +49 4941 927-109 E-mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Managing Directors: Momme Janssen, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Local court: Aurich ▪ Company registration number: HRB 411 VAT ID no.: DE 181 977 360
Copyright notice	<p>The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.</p> <p>ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.</p> <p>The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.</p> <p>If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.</p>
Registered trademarks	Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.
Reservation of right of modification	ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.

Dokumentinformation / Document details

Dokument-ID Document ID	D02375547/2.0		
Vermerk Note	Originaldokument Original document		
Datum Date	Sprache Language	DCC	Werk / Abteilung Plant / Department
2021-05-28	de;en	DA	WRD / Türme und Fundamente WRD / Towers and Foundations

Ergänzende Angaben / Additional notes

Angaben zum Original (ger;eng) Original document details		Angaben zur Übersetzung (--) Translation details	
Erstellt/Datum: Created/Date:	Shah, S. / 2021-05-28	Übersetzt/Datum: Translated/Date:	
Geprüft/Datum: Checked/Date:	Papagiannis, S. / 2021-05-28	Geprüft/Datum: Checked/Date:	

Revisionen / Revisions

Rev.	Datum/Date	Änderung/Change	Erstellt/Created
0	2021-05-28	Dokument erstellt Document created	SMS
1	2021-07-26	Stahl menge aktualisiert gem. TÜV anmerkungen / Steel quantity updated acc. to TÜV remarks	SMS
2	2021-08-03	Stahl menge aktualisiert B400B gem. TÜV anmerkungen / Steel quantity by B400B updated acc. to TÜV remarks	ALC



Dieses Dokument wurde auf Anfrage bzw. für einen bestimmten Auftrag verschickt. Der Empfänger wurde nicht registriert.
Der Empfänger wird bei Änderung nicht automatisch informiert.

This document has been forwarded upon request or with regard to a specific order. The recipient has not been registered.
The recipient will not be automatically notified about any amendments.

1 Allgemeine Angaben / General information

Typenstatik Ingenieurbüro Fröhling & Rathjen GmbH & Co. KG

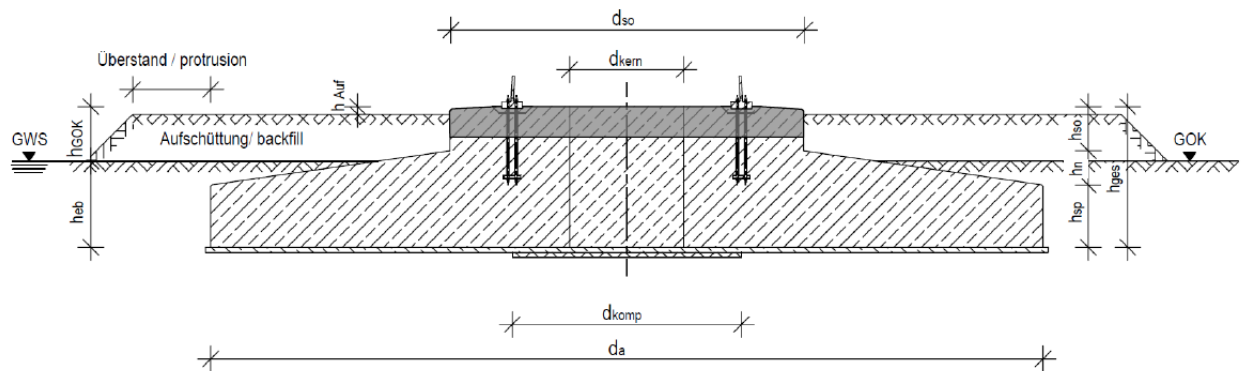
Flachgründung Ø 28,00 m

Auftrag / Datum B8244/20 / 15.02.2021 &
B8244.2/21 / 04.05.2021

*Design-specific
structural analysis*
Flat foundation
Order no./ date

2 Fundamentgeometrie / Foundation dimensions

Außendurchmesser	d_a	28,00 m	Outer diameter
Sockeldurchmesser	d_{so}	13,10 m	Base diameter
Durchmesser Fundamentkern	d_{kern}	6,90 m	Diameter of foundation core
Durchmesser kompressible Einlage	d_{komp}	13,10 m	Compressible layer diameter
Fundamenthöhe	h_{ges}	3,00 m	Foundation height
Sockelhöhe	h_{so}	0,80 m	Base height
Höhe Spornneigung	h_n	1,55 m	Spur incline height
Spornhöhe	h_{sp}	0,65 m	Spur height
Differenz Fundamentoberkante bis Geländeoberkante	h_{GOK}	1,20 m	Difference between foundation top edge and ground level
Differenz Fundamentoberkante – Oberkante Aufschüttung	h_{Auf}	0,15 m	Difference between foundation top edge and top edge of backfill
Einbindetiefe (ohne Sohlvertiefung)	h_{eb}	1,80 m	Embedment depth (without bottom pit)
Betongüte und Volumen	C30/37	1004,3 m ³	Concrete quality and volume
Betongüte und Volumen Sockel	C50/60	40,4 m ³	
Betonstahl und Gewicht	B 500B	228,0 t	Reinforcement steel and weight
	B 400B	261,2 t	

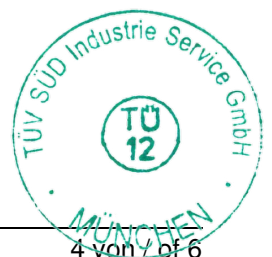


Maximal zulässiger Grundwasserstand (GWS) bis zur Geländeoberkante (GOK).

Maximum permissible ground water level (GWS) is up to ground level (GOK).

Der erforderliche Überstand der Aufschüttung über die Fundamentaußenkanten ist durch den verantwortlichen Baugrundgutachter festzulegen.

The required protrusion of the backfill beyond the outer foundation edges must be defined by the responsible geotechnical expert.



3 Mindestdrehfedersteifigkeiten Minimum rotational spring stiffness

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund sind folgende Mindestwerte einzuhalten:

Observe the following minimum values with regard to elastic clamping between foundation and subsoil:

Min. Bodendrehfederkonstante / Min. value of rotational spring	$k_{\varphi, \text{stat}} = 35000 \text{ MNm/rad}$
	$k_{\varphi, \text{dyn}} = 210000 \text{ MNm/rad}$

Die erforderlichen dynamischen Steifemodule $E_{\text{oed, dyn}}$ ergeben sich für Kreisfundamente wie folgt:

The required dynamic stiffness moduli $E_{\text{oed, dyn}}$ result for circular foundations as follows:

$$E_{\text{oed, dyn}} = k_{\varphi} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{(1+\nu) \cdot (1-\nu)^2}{1-\nu-2 \cdot \nu^2}$$

Unter Berücksichtigung von:

Under consideration of:

$$k_{\varphi} = \frac{8 \cdot G \cdot r^3}{3 \cdot (1-\nu)}$$

G = Schubmodul / *Shear modulus* in MN/m^2

r = Radius / *Radius* in m

ν = Querdehnzahl / *Poisson's ratio*

4 Zulässige Schiefstellung / Allowed misalignment

Maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung in 20 Jahren bezogen auf den Außendurchmesser:

Maximum allowed misalignment due to subsoil settlement within 20 years, related to the outer diameter:

$$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$$

5 Bettungsmodul / Modulus of subgrade reaction

Der Bettungsmodul des Baugrundes muss innerhalb der folgenden Grenzen liegen:

The modulus of subgrade reaction of the subsoil must be within the following limits:

$$\begin{aligned} \min K_{s, \text{stat}} &= 5 \text{ MN/m}^3 \\ \max K_{s, \text{stat}} &= 80 \text{ MN/m}^3 \end{aligned}$$

6 Bodenpressung / Soil bearing pressure

Der anstehende Baugrund muss mindestens folgende Bodenpressung aufnehmen können:

The in-situ subsoil must be able to bear the following minimum pressure:

$$\sigma_{k, \text{vorh}} = 264 \text{ kN/m}^2$$

7 Sohlreibungswinkel / Angle of internal friction

Mindestreibungswinkel zwischen Baugrund und Fundament:

Minimum angle of internal friction between subsoil and foundation:

$$\phi = 20,0^\circ$$

8 Lasten an der Fundamentunterkante Loads at the bottom edge of the foundation

Die hier angegebenen F_z -Lasten enthalten ein Fundamenteigengewicht $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ sowie eine Aufschüttung $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$ (Schotter) und $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ (Boden) im erdfeuchten Zustand. M_{xy} enthält ein Zusatzmoment infolge Schiefstellung von Turm und Fundament.

The F_z loads specified here include a dead weight of foundation $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ and a backfill weight $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$ (gravel) and $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ (soil) in earth-moist condition. M_{xy} includes an additional moment due to misalignment of tower and foundation.

8.1 Charakteristische Lastfälle / Characteristic load cases

Lastfall Load case	$(\gamma_{G,\min}/\gamma_{G,\max})$	F_{xy} in kN	$F_{z,\min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{z,\max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{xy} in kNm	M_z in kNm
DLC D.3	(1.00/1.00)	883	-50384	-38021	135308	4730
N / T / DLC8.2	(1.00/1.00)	1455	-53259	-38021	235348	-14525
N / A / T	(1.00/1.00)	1728	-53259	-38021	298935	-15132

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_F = 1,00$)

Loads do not include partial safety factors
($\gamma_F = 1.00$)

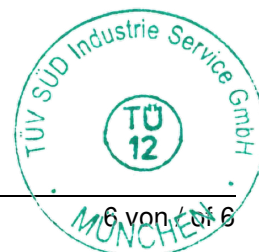
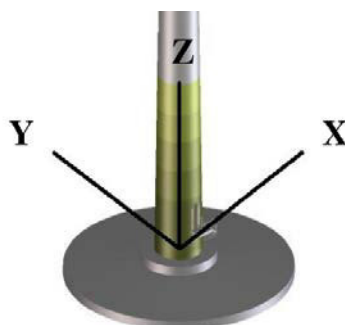
8.2 Bemessungswerte der Lastfälle / Load case design values

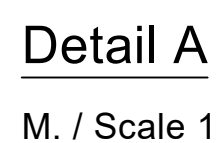
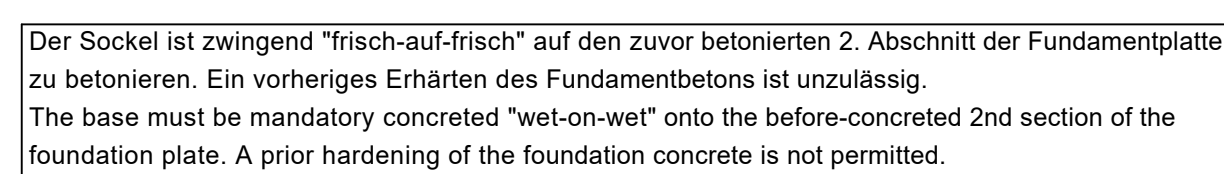
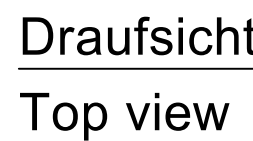
Lastfall Load case	$(\gamma_{G,\min}/\gamma_{G,\max})$	F_{xy} in kN	$F_{z,\min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{z,\max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{xy} in kNm	M_z in kNm
N / A / T	(1.35/0.90)	1964	-68469	-32098	346849	-19608

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_{\text{Auftrieb}} = 1,10$)



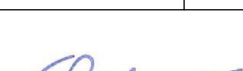
All loads include partial safety factors
($\gamma_{\text{Buoyancy}} = 1.10$)

9 Koordinatensystem / Coordinate system





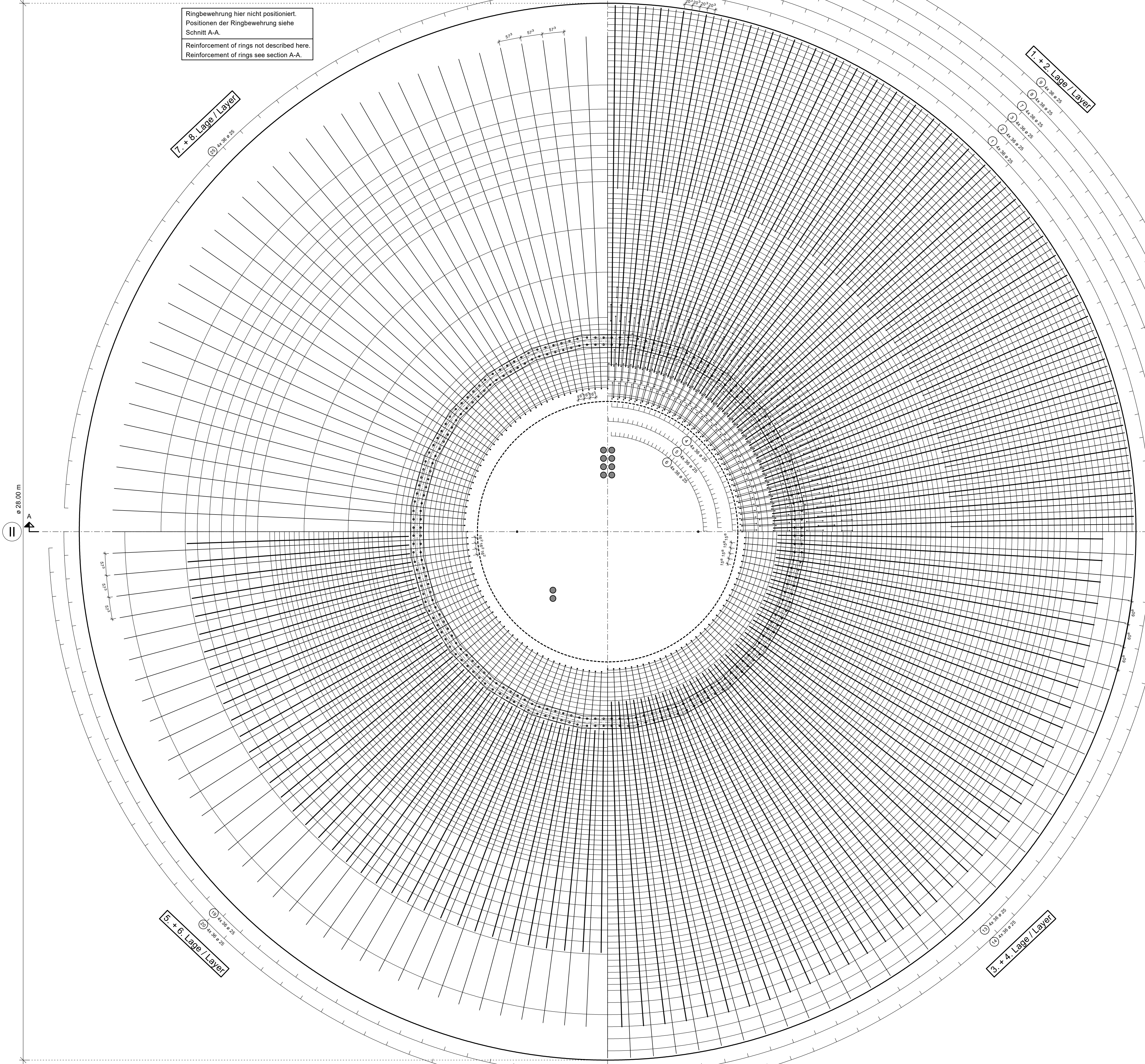
3462038-1-e	3462038-1-d
Reviewed by TÜV SÜD	In bautechnischer Hinsicht geprüft
See Report dated: 2021-08-04	Siehe Prüfbericht vom: 04.08.2021
Münch	München
TÜV SÜD Industrie Service GmbH Wind Turbines	TÜV SÜD Industrie Service GmbH Prüfung für Standortseilvert von Windenergieanlagen
Chief Eng. gez. Hays	Chief Engineer gez. Hays
Chief Eng. gez. Hays	Chief Engineer gez. Hays

<div>FRÖHLING & RATHJEN GmbH & Co. KG Ingenieurbüro für Baustatik Schulstr. 22, D-21688 Harsfeld Tel.: +49 (0)164 2981-0 Fax: +49 (0)164 2981-20 info@froehling-rathjen.de</div>					
Bauwerk: Building:	E-160 SP5-E2-MST-166-FB-C-01 WZ S GK I&II, WK IIIA (AW7.5 T116.0)			B500 ø 28.00 m	
Auftraggeber: Client:	ENERCON GmbH Dreekamp 5, 26605 Aurich				
Anlagenhersteller: Designer:	ENERCON GmbH Dreekamp 5, 26605 Aurich				
Bauteil: Component:	Flachgründung Flat foundation		Darstellung: Elevation:	Schalplan Formwork Drawing	
Auftrag Nr.: Order number:	Blatt Nr.: Sheet number:	Maßstab: Scale:	gezeichnet: designed:	geprüft: checked:	Bauplanlage: sheet:
B8244_2/21	1	1:50, 1:20	UM	CF/FV	A0
Harsfeld, Date:				D02169404-1.0	
2021-05-05					

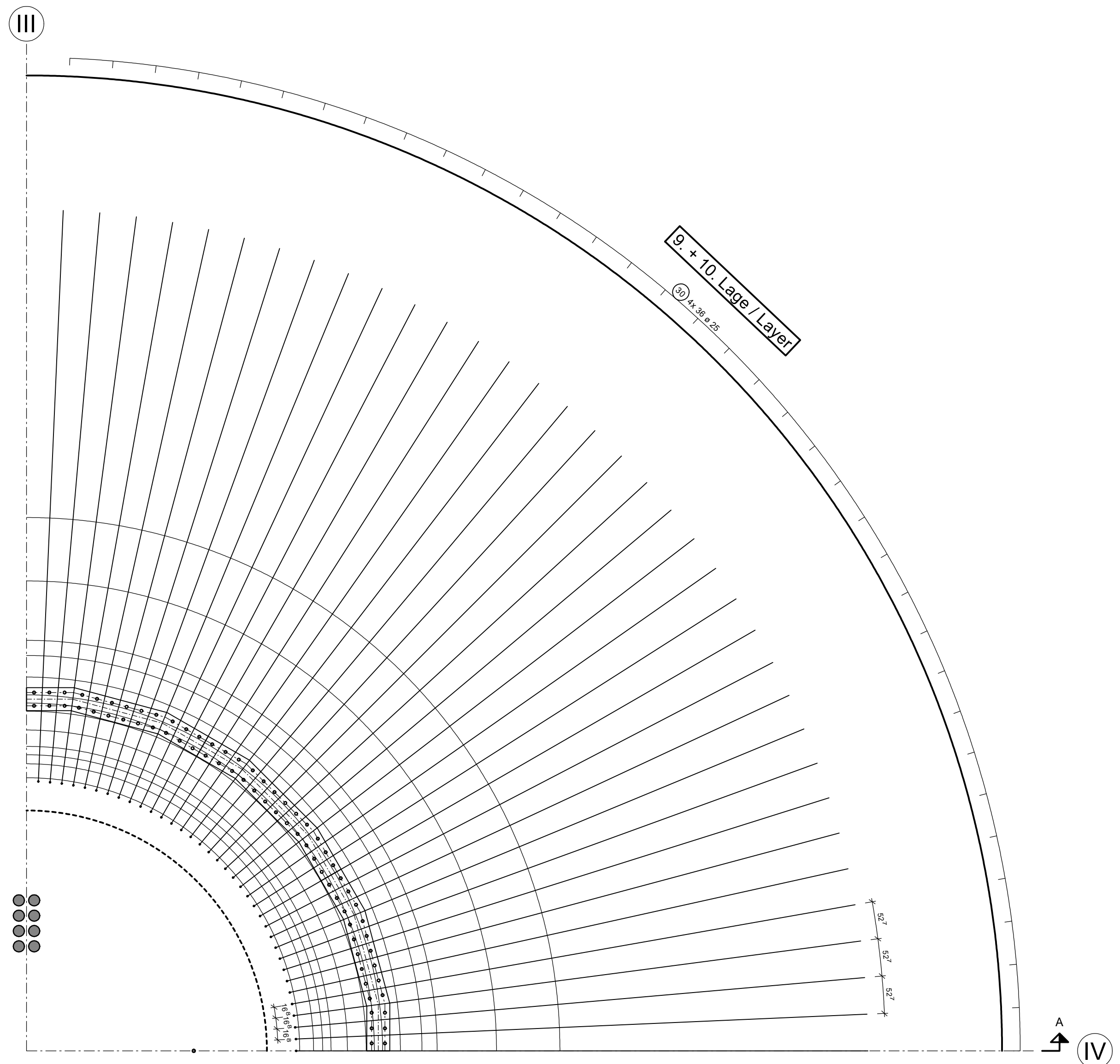
Untere Bewehrung
Bottom Reinforcement

Abchnittsweise dargestellte Bewehrung ist über 360° umlaufend zu verlegen.
The shown reinforcement in sections has to be arranged circumferential over 360°.

Ringbewehrung hier nicht positioniert.
Positionen der Ringbewehrung siehe Schnitt A-A.
Reinforcement of rings not described here.
Reinforcement of rings see section A-A.

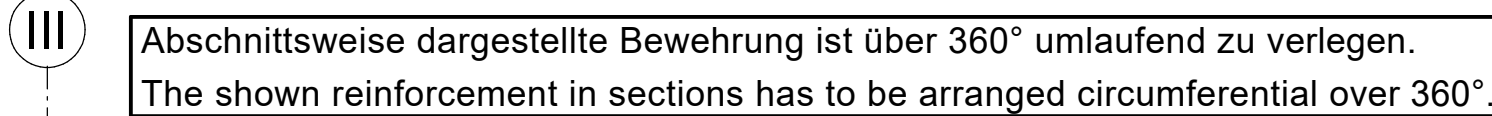


Untere Bewehrung
Bottom Reinforcement

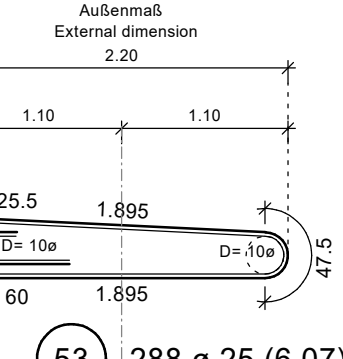


3462038-1-e
Reviewed by TÜV SÜD
See Report dated 2021-08-04
München
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wind Turbines
3462038-1-d
in bautechnischer Hinsicht geprüft.
See Report dated 2021-08-04
München
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfung für Standsicherheit
von Windenergieanlagen
TYPENPRÜFUNG Geltungsdauer
5 Jahre/Wiedervorlage bis 03.08.2026

Index	Date	Modification	Drawn
0	2021-05-05	Erstausgabe / First edition	UM
FRÖHLING & RATHJEN GmbH & Co. KG Ingenieurbüro für Baustatik Schulstr. 22, D-21698 Harsefeld Tel. +49 (0)4164 8981-40 Fax +49 (0)4164 8981-49 info@froehling-rathjen.de			
Rechner: Building:	E-160 EP5-E2-MST-166-FB-C-01 WZ S GK I&II, WC IIIA (AW7.5 T116.0)		B500 ø 28.00 m
Auftraggeber: Client:	ENERCON GmbH Dreerkamp 5, 26605 Aurich		
Anlagenhersteller: Designer:	ENERCON GmbH Dreerkamp 5, 26605 Aurich		
Bauart: Component:	Flachgründung Flat foundation	Darstellung: Exposition:	Untere Bewehrung Bottom Reinforcement
Auftrag Nr.: Order number:	B8244.2/21	Blatt Nr.: Sheet number:	2
Maßstab: Scale:	1:50	gezeichnet: Drawn:	UM
geprüft: Checked:	CF	gezeichnet: Drawn:	A0
Datum: Date:	2021-05-05	Datum: Date:	2021-05-05
D02169405-0.0			



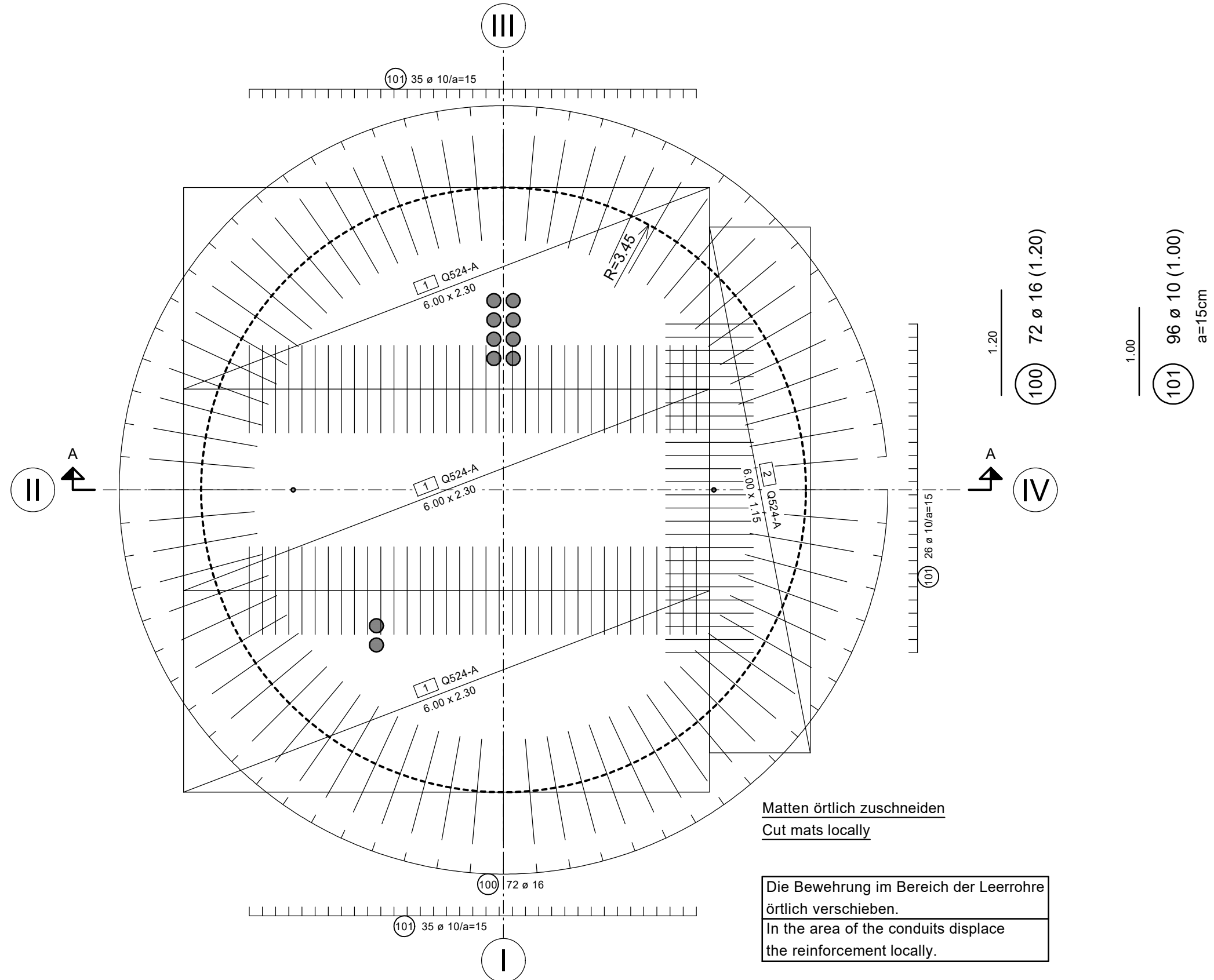
Schubbewehrung
Querzugbewehrung
Shear Reinforcement
Reinforcement against tensile



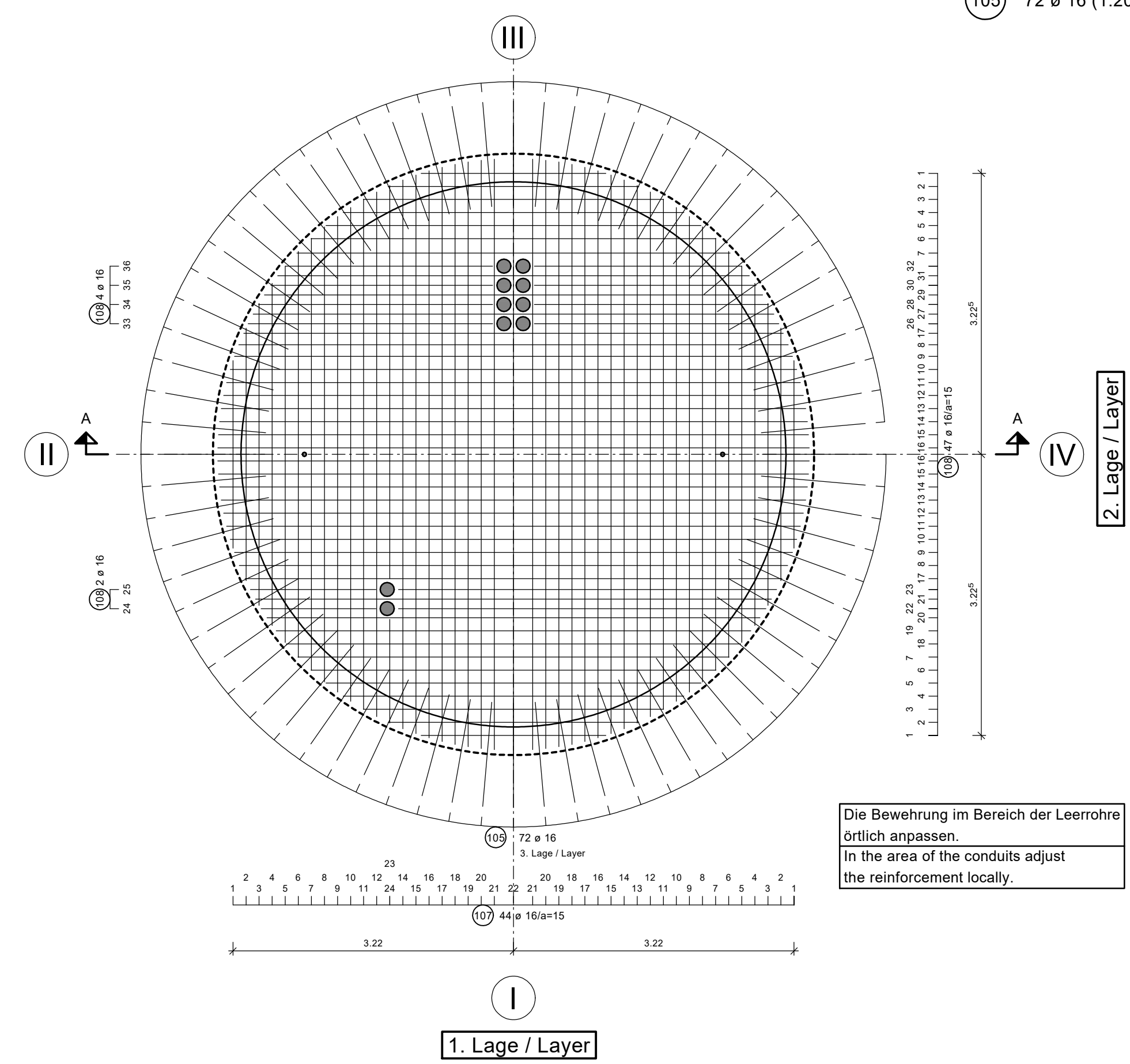
Ringbewehrung hier nicht positioniert. Positionen der Ringbewehrung siehe Schnitt A-A.
Reinforcement of rings not described here. Reinforcement of rings see section A-A.

- Alle Maße sind Außenmaße.
All dimensions are external dimensions.

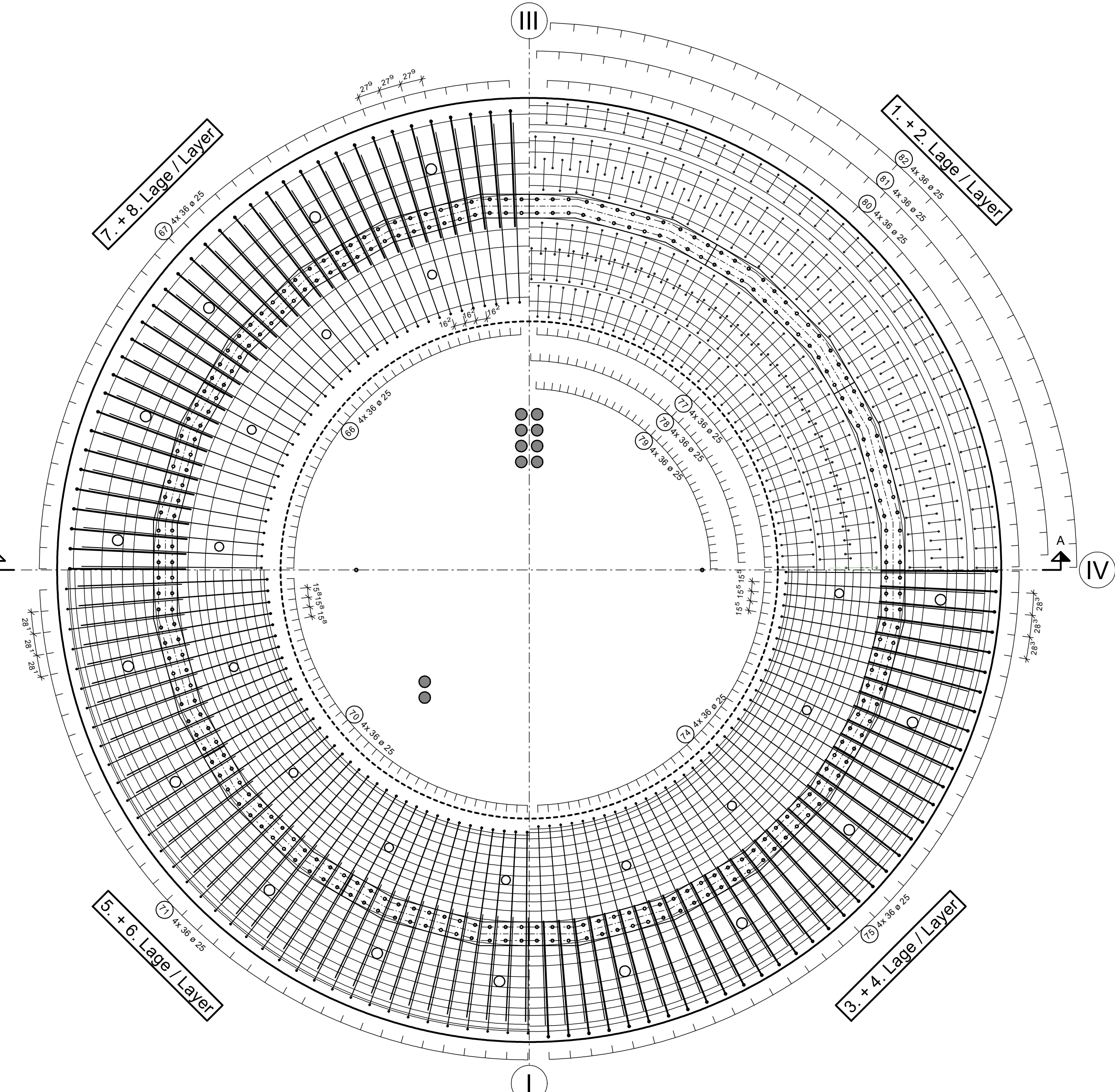
Mitte des Fundamentes unten
Centre of foundation at the bottom



Mitte des Fundamentes oben
Centre of foundation at the top



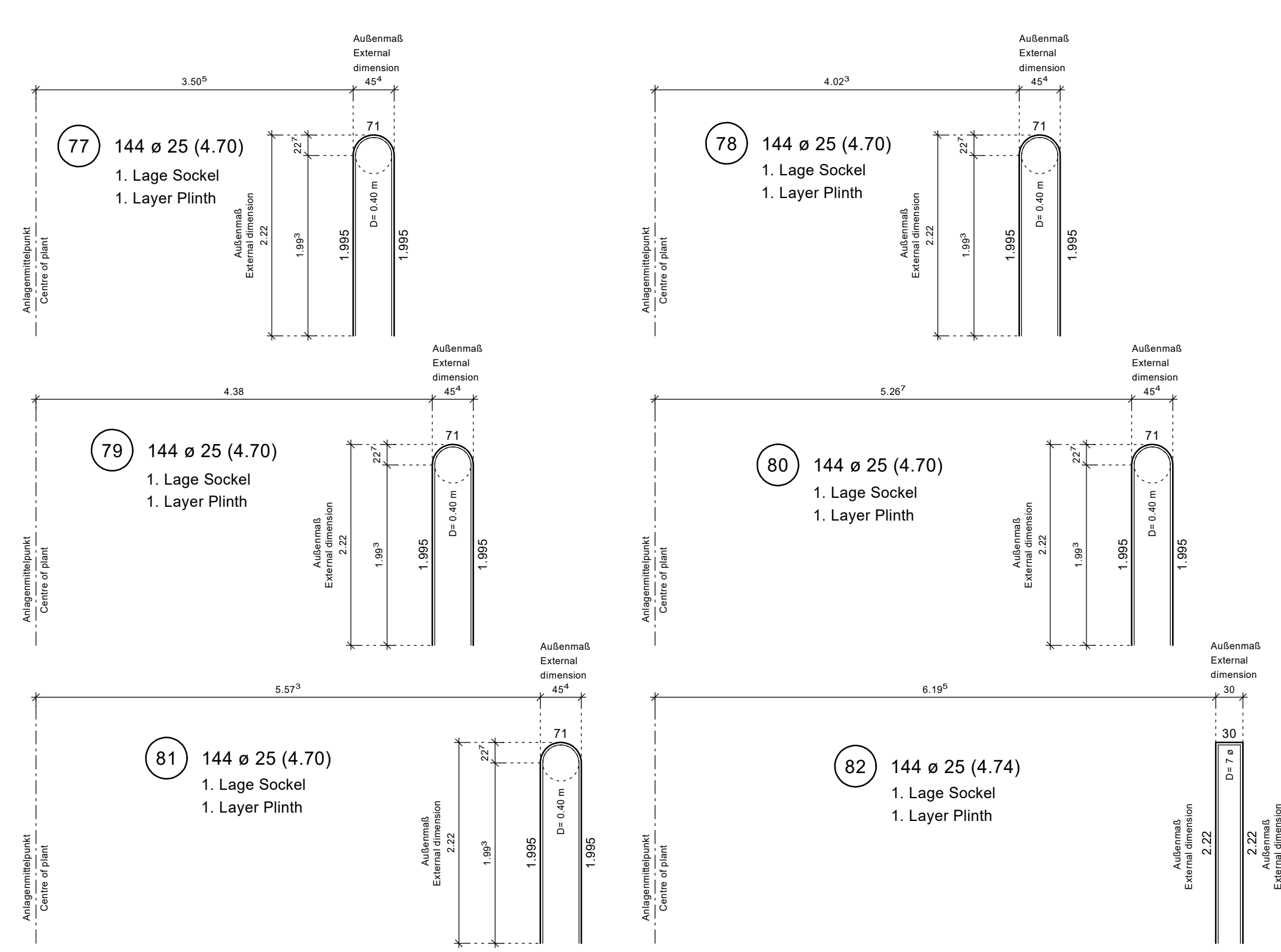
Abschnittsweise dargestellte Bewehrung ist über 360° umlaufend zu verlegen.
The shown reinforcement in sections has to be arranged circumferential over 360°.



Sockelbewehrung
Plinth Reinforcement

Ringbewehrung hier nicht positioniert.
Positionen der Ringbewehrung siehe Schnitt A-A.
Reinforcement of rings not described here.
Reinforcement of rings see section A-A.

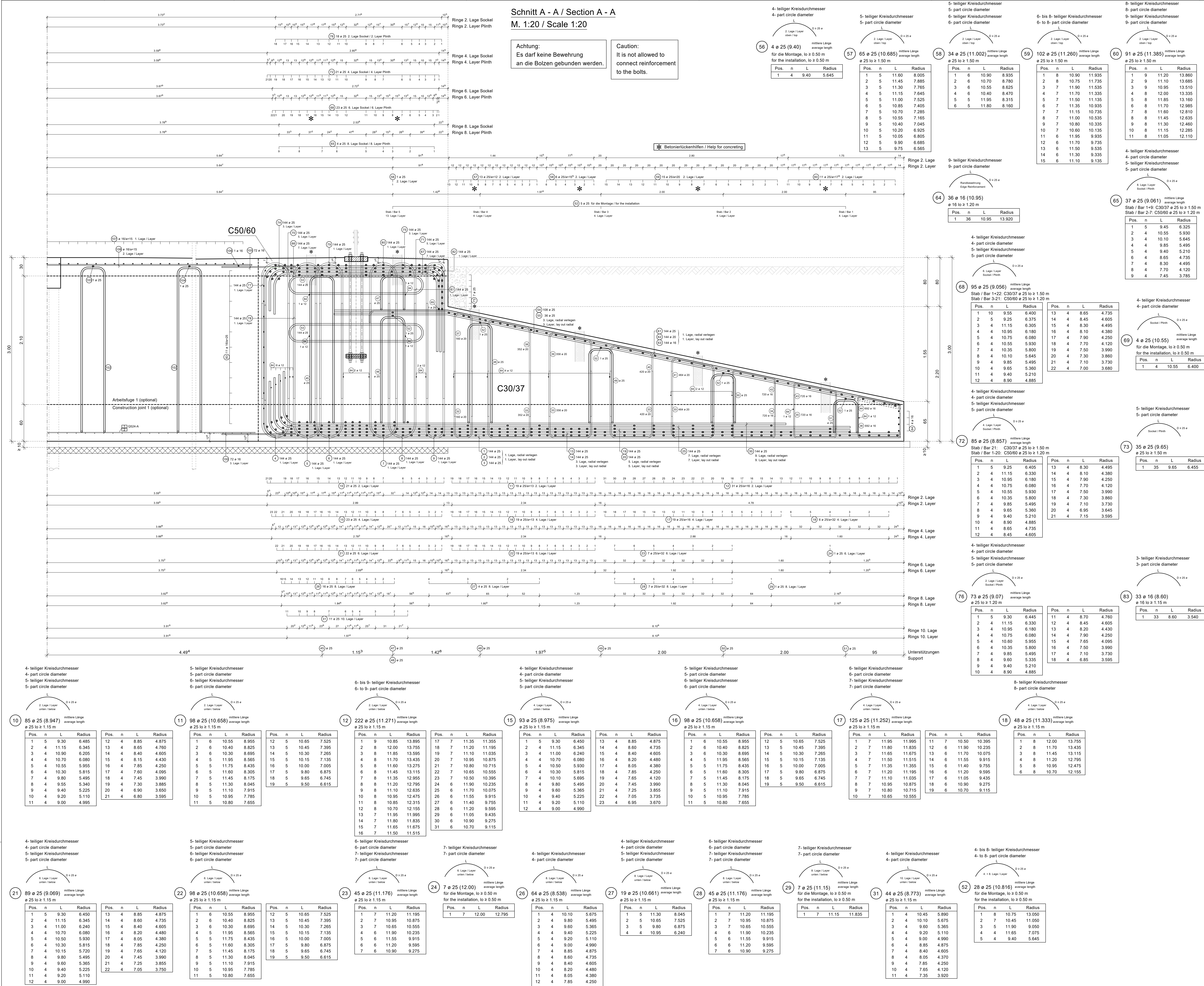
- Beim Einbau der Bewehrung Kunststoffrohre (lg = 500 mm) als Betonierlückenhilfen für Betonpumpenförerschlauch DN150 + DN125 einflechten. Vor dem Betonieren herausziehen.
- During assembly of reinforcement install conduits (lg = 500 mm) as concreting void for delivery line DN150 + DN125. Extract shortly before concreting.
- Leerrohre
- Empty conduits
- Achtung: Obere Bewehrungen zusammen mit den Betonierlückenhilfen verlegen. Bewehrung ggf. geringfügig verschieben.
- Caution: Install top reinforcement with the concreting void. Reinforcement move slightly if necessary.



Beton der Fundamentplatte Concrete for foundation slab ca. 1004.30 m³	Druckfestigkeitsklasse / Compressive strength class Expositionsklasse / Exposure class Größtkorn / Maximum grain size Größtkorn bei oberer und unterer Bew.-lage, h = 50 cm Maximum grain size at top and bottom reinforcement layer, h = 50 cm Langsame Festigkeitsentwicklung des Betons Slow strength development of the concrete r < 0.30	C30/37 XC4, XF1, XA1 WF 32 mm 16 mm
Sockelbeton Concrete for plinth ca. 40.40 m³	Druckfestigkeitsklasse / Compressive strength class Expositionsklasse / Exposure class Größtkorn / Maximum grain size Langsame Festigkeitsentwicklung des Betons Slow strength development of the concrete r < 0.30	C50/60 XC4, XF1, XA1 WF 16 mm
Sauberkeitsschicht Concreting layer ca. 62.50 m³	Druckfestigkeitsklasse / Compressive strength class Expositionsklasse / Exposure class	C12/15 X0
- Expositionsklassen und Sulfatgehalt am Standort sind durch einen Sachverständigen für Geotechnik festzulegen. - Zur Begrenzung des Risikobereichs der Betonfestigkeit f _{ct,ed} während der ersten Tage der Hydratation 65% der Nennzugfestigkeit f _{ctm} nicht überschreiten. - Überwachungskategorie UK 2 gemäß DIN EN 13670 und DIN 1045-3 für die Fundamentplatte und den Sockel. - Zu berücksichtigen: - DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ - Enercon Materialspezifikation		
- Site-specific exposure classes and sulfur content to be specified by a geotechnical expert. - In order to limit the crack width of the foundation slab the tensile strength f _{ct,ed} of the concrete must not exceed 65% of the nominal tensile strength f _{ctm} of the concrete during the first days of hydration. - Execution class EXC 2 acc. to DIN EN 13670 and DIN 1045-3 for the foundation slab and the plinth. - To be considered: - DAfStb Directive „Massive concrete components“ - Enercon Material Specification		
Betonstahl Fundament Reinforcing steel Foundation	Betonstahl in Stäben Reinforcing steel in bars Reinforcing steel in mats	B500B B500A oder B500B
- Schweißen ist nicht zulässig. Auch Heißschweißungen sind nicht erlaubt. - Zu berücksichtigen: - Enercon Materialspezifikation		
- Welding is not permissible. Even hot welding is prohibited. - To be considered: - Enercon Material Specification		
Betondeckung Concrete cover	Fundamentoberseite und Seitenflächen Foundation top and sides Fundamentunterseite Foundation bottom	Verlegetiefe cv Laying measure cv Vorhaltemaß Lötzy Allowance value Lötzy Verlegetiefe cv Laying measure cv Vorhaltemaß Lötzy Allowance value Lötzy
- Zu berücksichtigen: - DBV-Richtlinien „Abstandshalter“ und „Stabdichtung und Bewehrung“ - To be considered: - DBV Guidelines „Standards“ and „Standards and Reinforcement“		
Mindestwerte der Biegedurchmesser d _{min} (falls kein Wert angegeben ist) Minimum mandrel diameter d _{min} (if no value is specified)		
Winkelhaken, Schlaufen, Bügel Hooks, 90° bends, loops and stirrups	Schrägläbe oder andere gebogene Stäbe Bent-up and other bented bars	
Stabdurchmesser ø Bar diameter ø ø < 20 mm ø ≥ 20 mm d _{min} = 4ø d _{min} = 7ø	Mindestwerte der Betondeckung rechtwinklig zur Biegebene Minimum values for concrete cover perpendicular to plane of curvature > 100 mm und / and > 7ø Mindestwerte der Betondeckung rechtwinklig zur Biegebene Minimum values for concrete cover perpendicular to plane of curvature > 50 mm und / and ≤ 50 mm oder / or ≤ 5δ d _{min} = 15ø d _{min} = 20ø	
Anordnung der Bewehrungsstöße / Lap arrangement Die Stöße sind umeinander zu versetzen ≥ 1.3 lo. Stoßanteil je Lage ≤ 33%. Stoßanteil je Bauteilquerschnitt ≤ 50%. Übergriffungslänge je gemäß Positionstabelle. Der in den Positionstabellen angegebene Ringdurchmesser bezieht sich auf das Achsmaß des Bewehrungsstabes. Change lap arrangement circumferentially ≥ 1.3 lo. Lap percentage per layer ≤ 33%. Lap percentage per component cross section ≤ 50%. Lap length to according table of each position. The ring diameter specified in the table of each position refers to the center line of the reinforcing bar.		
Sonstiges / other Der Auftragnehmer ist für alle Maßangaben sowie die korrekte Arbeitsausführung vor Ort verantwortlich. Es sind nur angegebene Maßangaben zu verwenden. Jegliche Unstimmigkeiten müssen dem Bauleiter gemeldet werden bevor die Arbeit fortgesetzt wird. The contractor is responsible for all dimensions and for the correct setting of the work on site. Only figured dimensions are to be used. Any discrepancies are to be reported to the site manager before proceeding.		
Zugehörige Zeichnungen / List of related drawings		
Schulplan / Formwork Drawing	D02169404	Blatt 1 / Sheet 1
Bewehrungsplan 1 / Reinforcement Drawing 1	D02169405	Blatt 2 / Sheet 2
Bewehrungsplan 2 / Reinforcement Drawing 2	D02169406	Blatt 3 / Sheet 3
Bewehrungsplan 3 / Reinforcement Drawing 3	D02169407	Blatt 4 / Sheet 4
Bewehrungsplan 4 / Reinforcement Drawing 4	D02169408	Blatt 5 / Sheet 5
Stahlteile / Bar Schedule	B8244.2/21	
Massenzusammenstellung / Bill of Quantities	D02169410	B8244.2/21
Arbeitsablauf / Workflow	D02169411	B8244.2/21
Zugehörige Berichte / List of related reports		
Statische Berechnung / Structural Design Report	D0966973	B8244.2/20
1. Nachtrag statische Berechnung / 1. Addendum Design Report	D02169137	B8244.2/21

3462038-1-e
Reviewed by TÜV SÜD
See Report dated 2021-08-04
München
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wind Turbines
3462038-1-d
in bautechnischer Hinsicht geprüft.
Sichtprüfung vom 04.08.2021
München
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Prüfung für Standsicherheit
von Windturbinen
TYPENPRÜFUNG Geltungsdauer
5 Jahre/Wiedervorlage bis 03.08.2026

Index	Date	Modification	Drawn
0	2021-05-05	Erstausgabe / First edition	UM
FRÖHLING & RATHJEN GmbH & Co. KG Ingenieurbüro für Baustatik Schulstr. 22, D-21698 Harsefeld Tel. +49 (0)4164 8981-40 Fax +49 (0)4164 8981-49 info@froehling-rathjen.de			
Bauwerk: Building:	E-160 EP5-E2-MST-166-FB-C-01 WZ S GK I&II, WC IIIA (AW7.5 TI16.0)	B500 ø 28.00 m	
Auftraggeber: Client:	ENERCON GmbH Dreerkamp 5, 26605 Aurich		
Anlagenhersteller: Designer:	ENERCON GmbH Dreerkamp 5, 26605 Aurich		
Bauart: Component:	Flachgründung Flat foundation	Bewehrung Fundamentmitte Sockelbewehrung Reinforcement centre of foundation Plinth Reinforcement	
Auftrag Nr.: Order number:	B8244.2/21	Blatt Nr.: Sheet number:	4
Maßstab: Scale:	1:20, 1:50	proj.: Design:	UM
gepr.: checked:	CF	gepr.: checked:	CF
Datum: Date:	2021-05-05	gepr.: checked:	A0
D02169407-0.0			



Beton der Fundamentplatte
Expositionsklasse / Exposure class
Größtkorn / Maximum grain size
ca. 1004.30 m³

Sockelbeton
Expositionsklasse / Exposure class
Größtkorn / Maximum grain size
ca. 40.40 m³

Betonstahl in Stäben
Reinforcing steel in bars
Reinforcing steel in mats

Betondeckung
Concrete cover

Winkelhaken, Haken, Schließen, Bügel
Hooks, 90° bends, loops and stirrups

Anordnung der Bewehrungsstäbe
Bar arrangement

Sonstiges / other
Der Auftragnehmer ist für alle Maßangaben sowie die korrekte Arbeitsausführung vor Ort verantwortlich.

Bewehrung für die Montage
Reinforcement for installation

Detail
Schutzkappe / Protection Cap

FRÖHLING & RATHJEN GmbH & Co. KG
Ingenieurbüro für Baustatik
E-160 PS-E2-M98-FB-C-01
WZ S GK II/II, WZ IIIA (AW7.5 T116.0)

ENERCON GmbH
Dreerkamp 5, 26605 Aurich

Flachgründung
Flat foundation

Index

Index	Date	Modification	Drawn
1	2021-07-21	Prüfbemerkungen / Certification comments: Pos 54 + 55 + 61 + 62	UM
0	2021-05-05	Erstausgabe / First edition	UM

Rechnung:
Bauwerk: E-160 PS-E2-M98-FB-C-01
Auftraggeber: ENERCON GmbH
Ausgezeichnet: ENERCON GmbH
Bauzeit: Flachgründung
Auftrag Nr.: B8244/2/21
Blatt Nr.: 5
Maststab: 1:20
ggd. gezeichnet: UM
ggd. gezeichnet: CF
ggd. gezeichnet: A0

Rechnung:
Bauwerk: E-160 PS-E2-M98-FB-C-01
Auftraggeber: ENERCON GmbH
Ausgezeichnet: ENERCON GmbH
Bauzeit: Flachgründung
Auftrag Nr.: B8244/2/21
Blatt Nr.: 5
Maststab: 1:20
ggd. gezeichnet: UM
ggd. gezeichnet: CF
ggd. gezeichnet: A0

Gutachtliche Stellungnahme

**Windenergieanlage EP5 E160 E2,
RB LM 78.3 P, NH 166 m (T166M2)
DIBt WZ S GK S**

- Lastannahmen -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8119042164-1 D VI Rev.1

Gegenstand der Prüfung: Lastannahmen für die Windenergieanlage EP5 E160 E2, Rotorblatt LM 78.3 P, Nabenhöhe 166 m (T166M2) bezüglich der DIBt 2012 Windzone S und Geländekategorie S

Anlagenhersteller: Lagerwey Wind BV
Nijverheidsplein 21
3771 MR Barneveld
Niederlande

Dieser Bericht wird ausschließlich dem oben genannten Antragsteller bzw. Kunden zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Berichts ist nur durch vorherige schriftliche Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Antragstellers oder Kunden gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist im Allgemeinen nicht gestattet.

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 12 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	23.04.2021	Erste Fassung	Volker Smith-Nebe
1	18.05.2021	Aktualisierung des Lastdokument (Extremlasten) und der entsprechenden Referenzierenden	Volker Smith-Nebe

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente	4
2	Prüfgrundlagen	5
3	Einleitung	6
4	Beschreibung der Windenergieanlage	7
4.1	Umgebungsbedingungen	7
4.2	Sicherheitsklasse	8
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	8
5	Durchgeführte Prüfungen	10
5.1	Prüfmethode	10
5.2	Anmerkungen	11
5.3	Prüfergebnis	11
5.4	Schnittstellen	11
6	Auflagen	12
7	Schlussfolgerung	12

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] Lagerwey Wind BV:
Lastdokument (Designlasten),
„L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Design Loads“
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050383-R1
Rev. R1, Datum: 11.05.2021

- [1.1.2] Lagerwey Wind BV:
Design-Lastfallbeschreibung (elektronisch erhalten),
Dateiname: load_set_specifications_L160 P5500 T166M2 BLM6 AW7.5 TI16.0
- 210309LW0 v3.41.30.0.zip
Hashsumme (MD5): B649D9483A79D493ECAC1FE7D7AA236A
Rev. R0, Datum: 16.03.2021

- [1.1.3] Lagerwey Wind BV:
Designlasten inkl. Markov Matrizen und Lastverweildauer (LDDs, elektronisch erhalten),
Dateiname: M00-C2-40-050383-R1-2-L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Design Loads.zip
Hashsumme (MD5): 40E9477417BC014F3FB2839A2C7B0A08
Rev. R1, Datum: 17.05.2021

- [1.1.4] Lagerwey Wind BV:
Lastdokument (Extremlasten),
„L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Extreme Loads“
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050384-R1
Rev. R1, Datum: 11.05.2021

- [1.1.5] Lagerwey Wind BV:
Lastdokument (Betriebsfestigkeitslasten),
„L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Fatigue Equivalent Loads“
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050385-R0
Rev. R0, Datum: 28.03.2021

- [1.1.6] ENERCON GmbH:
Fundamentlasten / Technisches Datenblatt
„Fundamentlasten / Foundation loads E-160 EP5 E2-MST-166-FB-C-01“
Dokument-Nr.: D0954619-3.0
Datum: 26.03.2021

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] Lagerwey Wind BV:
Design Basis,
„Design Basis LP4 / EP5 Turbine Configurations“
Dokument-Nr: M00-C2-30-10480 R10
Rev. R10, Datum: 05.01.2021

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] Lagerwey Wind BV:
Zeitreihen, Controller und Controller-Eingabedatei(en) (elektronisch erhalten),
Dateiname (Zeitreihen): senttoTUV-N_20210422_[LAC 20 Years Phatas]
timeseries.zip
Hashsumme (MD5): 0C18D02424D72B77ED1ACC9BA146EFDD
Eingangsdatum: 22.04.2021
Dateiname (Controllers): senttoTUV-N_20210312_[LAC 20 Years Phatas]
v1.4.zip
Hashsumme (MD5): 42100BD3C2CB12DD2B9A61111F6BFB64
Eingangsdatum: 25.03.2021
- [1.2.3] Lagerwey Wind BV:
Spezifikation der Windenergieanlage,
„L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Wind turbine
specification“
Dokument-Nr.: M00-C2-30-10993-R0
Rev. R0, Datum: 16.03.2021
- [1.2.4] LM Wind Power:
Bladed Projektdatei für Rotorblatt LM 78.3 P (elektronisch erhalten),
Dateiname: LM783P_2p_bdr37_b4p7_mb_no_polars.prj
Hashsumme (MD5): 366898B368A90F636855C2F291385C56
Rev. R0, Eingangsdatum: 07.04.2021
- [1.2.5] LM Wind Power:
Aerodynamische Profile für Rotorblatt LM 78.3 P (elektronisch erhalten),
Dateiname: LMHighLowLift_SP59_VG30_Rough_C00R01_SR11_66m.pro
Hashsumme (MD5): FB6C0E32654199E53F487C1896F9D083
Rev. R0, Eingangsdatum: 07.04.2021
- [1.2.6] Lagerwey Wind BV:
Betriebsführungs- und Sicherheitssystem (Funktionsbeschreibung),
„L160 wind turbine controller – Functional description“
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050311-R4
Rev. R4, Datum: 24.03.2021

- [1.2.7] Lagerwey Wind BV:
Betriebsführungs- und Sicherheitssystem (Ergänzung),
„L160 wind turbine controller – P5500 T166M2 BLM AW7.5 TI16.0 Supplement“
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050389-R0
Rev. R0, Datum: 24.03.2021
- [1.2.8] Lagerwey Wind BV:
Betriebsführungs- und Sicherheitssystem (Parameter),
„L160 P5500 T166M2 BLM AW7.5 TI16.0 Parameters for CS and SS relevant
to loadset and shutdown“
Dokument-Nr.: M00-C2-30-050445-R0
Rev. R0, Datum: 25.03.2021

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12
- [2.3] DIN EN 61400-1
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1, Ausgabe 2005 + Amendment 1, Ausgabe 2010)
Ausgabe August 2011

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung der Windenergieanlage (WEA) EP5 E160 E2, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand der DIBt 2012 [2.1] in Kombination mit der DIN EN 61400-1 ed.3 [2.3] durchgeführt.

Die betrachtete Anlagenkonfiguration EP5 E160 E2, RB LM 78.3 P mit einer Nabenhöhe von 166 m (T166M2) ist ausgestattet mit:

- das Rotorblatt LM 78.3 P mit aerodynamischen Anbauteilen (Serrations, Vortex Generators und T-Spoilers)
- direktgetriebenem Generator, Vollumrichter (IGBT) für die Netzfrequenz von 50 Hz und 60 Hz
- einem Schalenturm, bestehend aus Stahlschalen (modularer Stahlrohrturm (MST)).

Die Randbedingungen der Lastberechnung umfassen folgende klimatische Verhältnisse, die in Kapitel 4.1 näher beschrieben werden:

- Normaltemperaturbereich (NCV) gemäß [2.3].

Die Prüfung der Lastberechnung umfasst die Prüfung der Lastfall- und Modelldefinition, eine unabhängige Analyse der Lasten sowie den Vergleich der eingereichten und parallel berechneten Lasten.

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.
- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu ± 5 %
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu ± 5 %
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105 % der 1P Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90 % – 105 %] der 3P Anregung der Solldrehzahl

- Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5 % erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5 % absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

	DIBt WZ S GK S
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit v_{ave}	7,5 m/s
Formparameter der Weibull-Funktion k	2
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit v_1 (10 Minuten Mittelwert)	30,00 m/s
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit v_{50} (10 Minuten Mittelwert)	37,50 m/s
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	0,16
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2,1 m/s
Höhenexponent α (für EWM)	0,2 (0,11)
Upflow	8°

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 166 m

¹Ausgehend von den in den hier vorliegenden Lastannahmen ausgewiesenen Werten.

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.2 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1,225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1,341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1,394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-10 °C bis +40 °C
Extremer Temperaturbereich	-20 °C bis +50 °C
Netzausfälle	375 Ausfälle/Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	224,0 h/ Jahr
Auslegungslbensdauer	20 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] bzw. [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

Der Materialsicherheitsfaktor für den Nachweis der kritischen Rotorblattverformung wird mit 1,1 angesetzt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA EP5 E160 E2 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Angenommene Elektrische Nennleistung	5500 kW
Turmtyp	T166M2 (Modularer Stahlrohrturm – MST)
Turmhöhe (exklusive Fundamenthöhe)	163,382 m
Nabenhöhe (inklusive Fundamenthöhe)	166 m

Rotorblatt	LM 78.3 P geo_2p [Revision 37] GenB
Rotorblattlänge (entlang des Blattes)	78,383 m
Rotorblattmasse (inkl. Bolzen)	24285 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattanschluss, inkl. Bolzen)	587681 kgm
Nominaler Rotordurchmesser	159,988 m
Rotorachsneigung	6°
Rotor-Konuswinkel	5° upwind
Rotornenndrehzahl n_r	9,3 U/min
Rotordrehzahl im Produktionsbetrieb $n_1 - n_3$	2,84 – 11,11 U/min
Getriebeübersetzung	- (direktgetrieben)
Netzfrequenz	50 Hz
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}$	2,5 – 22,0 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	11,595 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA EP5 E160 E2, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname
Rotorblattstruktur, siehe [1.2.3] und [1.2.4]	LM 78.3 P (BLM6 - LM783P_2p_BR37/ LM783P_2p_LM783P_geo_2p_r37): LM783P_2p_bdr37_b4p7_mb_no_polars.prj Hashsumme (SHA3-256): 77ABD7C594ACD45381B8072B2CC8E43DF57899E00017178A18537467DD72138F
Aerodynamische Profile, siehe [1.2.3] und [1.2.5]	LMHighLowLift_SP59_VG30_Rough_C00R01_SRll_66m.pro Hashsumme (SHA3-256): C43A4CF9B163B448BE714188C5B5CA494CDBF0AB40ABD8C9C2C5A264A30E4EA6
Controller, siehe [1.2.2] und [1.2.6] – [1.2.8]	DLL-Controller: DISCON.dll (wrapper) für Simulationen mit Phatas mit Hashsumme (SHA3-256): 3CDD20B51B2F814335DABADE0FD8438FFAD9022A711FA32948C2BBF97CE213E4 DISCON2.dll für Simulationen mit Phatas mit Hashsumme (SHA3-256): 2DB48FCF8270310B7C039DC235267B05B584CC3969E9559DCA351006E9BDA00B Controller Eingabe für Simulationen mit Phatas: readme.txt mit Hashsumme (SHA3-256): 06636A59D8E62AD853ED443F07E3D77D0A967F4655E6F2F8B50570598CD99935

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.6 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	6317,58 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	0°; +0,3°; -0,3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Durch Eisansatz verursachte Massenzunahmen an den Rotorblättern werden gemäß den Anforderungen der DIBt [2.1] zusätzlich berücksichtigt.

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	500 MN/m
Horizontale Drehfeder: $k_{\phi,dyn}$	210000 MNm/rad

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.8 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die gekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische Bodenfeder (siehe Tabelle 4.7) sowie die Masse des Turmkopfes. Die Angaben beziehen sich zudem auf einen stillstehenden Rotor.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt – frei	0,44 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt – frei	1,1941 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt – frei	0,755 Hz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt – frei	2,27 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel – frei, inkl. Turmkopfmasse	0,1901 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA EP5 E160 E2, LM 78.3 P, NH 166 m (T166M2)

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] – [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten [1.2.3] wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Die Definition der Designlastfälle [1.1.2] wurde unter Berücksichtigung des Betriebs- und Sicherheitssystems [1.2.6] – [1.2.8] und der Design Basis [1.2.1] auf Vollständigkeit sowie auf Konformität mit der Richtlinie [2.1] und [2.3] überprüft.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt. Die Übereinstimmung des Anlagenverhaltens während der Simulation mit dem in [1.2.6] – [1.2.8] dokumentierten Regelungskonzept der Anlage wurde überprüft.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik oder Reglerparameter kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten [1.1.1], [1.2.2] sowie [1.2.3] – [1.2.8] zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.2.3] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden gemäß DIBt [2.1] berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.1] und [2.3].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.

- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden in der Fundamentspezifikation [1.1.6] berücksichtigt.
- 5.4.9. Der zur Analyse der kritischen Blattdurchbiegung angesetzte Material-sicherheitsfaktor wird wie in Kapitel 4.2 beschrieben angenommen.
- 5.4.10. Wie in der Design Basis [1.2.1] definiert, wurde diese Lastrechnung unter Berücksichtigung eines Rotorblattes durchgeführt, das mit Serrations, Vortex generators (VGs) und sogenannten T-Spoilers ausgestattet ist. Eine Berechnung ohne diese Anbauten ist nicht Teil dieses Berichtes.
- 5.4.11. Die geprüften Unterlagen [1.1.1], [1.1.4] – [1.1.6] wurden mit Prüfvermerk und Datumskennzeichnung versehen.
- 5.4.12. Die bereits mit Revision 0 geprüfte und mit Datum 23.04.2021 gestempelte Unterlage [1.1.5] behält weiterhin ihre Gültigkeit.

6 Auflagen

- 6.1 Bei Abweichungen von mehr als ± 5 % von der 1. Turmeigenfrequenz (siehe Tabelle 4.8 zum Abgleich gekoppelter Eigenfrequenzen) des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich.

7 Schlussfolgerung

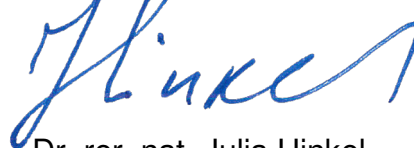
Die in [1.1.1] – [1.1.6] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage EP5 E160 E2, LM 78.3 P, NH 166 m (T166M2) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zu den Richtlinien [2.1] und [2.3] berechnet worden.

Sachverständiger:



Dipl.-Phys. Volker Smith-Nebe

Freigegeben:



Dr. rer. nat. Julia Hinkel

2021-05-31

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage Lagerwey LP4 / EP5 / EP5 E2 Plattform nach DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen (2012)

- Sicherheitssystem und Handbücher-

TÜV NORD Bericht-Nr.: 8116 000 195 - 2 D Rev. 5

Prüfgegenstand: Konzeptprüfung des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems sowie der Handbücher für die Windenergieanlagen der LP4 / EP5 / EP5 E2 Plattform nach DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen (2012)

Anlagenhersteller: Lagerwey Wind BV
Nijverheidsplein 21
3771 MR Barneveld
Netherlands

Dieser Bericht wird ausschließlich dem oben genannten Antragsteller oder Kunden zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Berichts, auch auszugsweise, ist nur nach vorheriger schriftlicher Freigabe durch die TÜV NORD CERT GmbH gestattet.

Dieser Bericht umfasst 18 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	2019-03-14	Erstausgabe	L. Klüppel
1	2019-10-29	Ergänzung von Turmvarianten, Aktualisierung von Dokumenten, Ergänzung der Bezeichnungen E-136 EP5 und E-147 EP5 alternativ zu L136 LP4 und L147 LP4	O. Raupach
2	2020-08-18	Ergänzung der E-160 EP5 4.6 MW Variante, Revision von Dokumenten	O. Raupach
3	2020-11-27	Ergänzung der E-147 EP5 E2 (126 MST und 155m MST), Ergänzung 166m Turm für E-160 EP5, Aktualisierung / Ergänzung von Dokumenten, Streichung einer Auflage, redaktionelle Änderungen, Hinzufügung der Ausschlussklausel auf dem Deckblatt	O. Raupach
4	2021-02-24	Ergänzung der E-160 EP5 E2 5.5 MW und weiteren Anlagenvarianten, Entfernung von "parsDefault" und "Parameter List", Ergänzung und Aktualisierung von Dokumenten	O. Raupach
5	2021-05-31	Ergänzung nachgereichte Dokumente Nr. [1.1.13] und [1.1.14], Aktualisierung Zertifikat [1.2.3]	O. Raupach

Inhalt

1	Eingereichte Unterlagen	4
1.1	Geprüfte Unterlagen	4
1.2	Zugehörige Unterlagen	11
2	Prüfgrundlagen	11
3	Einführung	11
4	Beschreibung der Windenergieanlage	12
4.1	Konfiguration	12
4.2	Temperaturvariante	13
4.3	Betriebsführungs- und Sicherheitssystem	13
4.4	Mechanische Bremse	14
5	Durchgeführte Prüfung	14
5.1	Prüfmethodik	14
5.2	Anmerkungen	15
5.3	Prüfergebnisse	15
5.3.1	Betriebsführungs- und Sicherheitssystem	15
5.3.2	Qualitätssicherung	15
5.3.3	Performance Level	15
5.3.4	Mechanische Bremse	16
5.3.5	Handbücher	16
5.4	Schnittstellen	16
6	Auflagen und Hinweise	17
7	Schlussfolgerung	18

1 Eingereichte Unterlagen

1.1 Geprüfte Unterlagen

Betriebsführungs- und Sicherheitssystem

- [1.1.1] Lagerwey:
"EP5 Description operation and safety system"
Dokument Nr.: M00-C2-40-050302-R0
Rev. 0, Datum: 2020-01-15
- [1.1.2] Lagerwey:
"EP5 Safety System Components"
Dokument Nr.: M00-C2-30-050338-R0
Rev. 0, Datum: 2020-02-04
- [1.1.3] Lagerwey:
"L136 P4500 T132 BLM AW8.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument Nr.: M00-C2-30-050154-R2
Rev. 02, Datum: 2018-08-28
- [1.1.4] Lagerwey:
"L136 P4500 T109M2 BLM AW10.0 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument Nr.: M00-C2-30-050282-R0
Rev. 0, Datum: 2019-05-10
- [1.1.5] Lagerwey:
"L147 P4300 T132 BLM AW8.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument Nr.: M00-C2-30-050232-R0
Rev. 0, Datum: 2018-10-25
- [1.1.6] Lagerwey:
"L147 P4360 T126M2 BLM AW8.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument ID: M00-C2-30-050406-R0
Rev. 0, Datum: 2020-08-03
- [1.1.7] Lagerwey:
"L160 P4800 T120M2 BLM AW7.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument Nr.: M00-C2-30-050337-R0
Rev. 0, Datum: 2020-04-02

- [1.1.8] Lagerwey:
"L160 P4800 T166M2 BLM AW7.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument Nr.: M00-C2-30-050377-R0
Rev. 0, Datum: 2020-06-02
- [1.1.9] Lagerwey:
"L147 P5200 T126M2 BLM AW8.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument Nr.: M00-C2-30-050407-R0
Rev. 0, Datum: 2020-09-04
- [1.1.10] Lagerwey:
"L147 P5200 T155M2 BLM AW8.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument No.: M00-C2-30-050409-R0
Rev. 0, Datum: 2020-09-04
- [1.1.11] Lagerwey:
"L147 P4360 T155M2 BLM AW8.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument No.: M00-C2-30-050319-R0
Rev. 0, Datum: 2020-10-18
- [1.1.12] Lagerwey:
"L160 P5500 T143M2 BLM AW7.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument No.: M00-C2-30-050408-R0
Rev. 0, Datum: 2020-08-26
- [1.1.13] Lagerwey:
"L160 P5500 T166M2 BLM AW7.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument No.: M00-C2-30-050445-R1
Rev. 1, Datum: 2021-05-27
- [1.1.14] Lagerwey:
"L160 P5500 T120M2 BLM AW7.5 TI16.0
Parameters for CS and SS relevant to loadset and shutdown"
Dokument No.: M00-C2-30-050405-R0
Rev. 0, Datum: 2021-02-22
- [1.1.15] Lagerwey:
"Wind Turbine Control Check"
Dokument Nr.: M00-C2-40-050102-R3
Rev. 03, Datum: 2018-11-20

- [1.1.16] Lagerwey:
 - "LP4 WTG Safety System FMEA"
 - Dokument Nr.: M00-C2-40-050200-R0
 - Rev. 0, Datum: 2018-11-20

- [1.1.17] Lagerwey:
 - "EP5 WTG Safety System FMEA"
 - Dokument Nr.: M00-C2-40-050305-R0
 - Rev. 0, Datum: 2020-02-13

- [1.1.18] Lagerwey:
 - "L136 WTG Yaw system FMEA"
 - Dokument Nr.: M00-C0-40-050122-R03
 - Rev. 03, Datum: 2017-05-24

- [1.1.19] Lagerwey:
 - "EP5 WTG Yaw system FMEA"
 - Dokument Nr.: M00-C2-40-050298-R0
 - Rev. 0, Datum: 2020-02-13

- [1.1.20] Lagerwey:
 - "Control system safety EP5"
 - Dokument Nr.: M00-C2-40-050300-R1
 - Rev. 1, Datum: 2020-04-08

- [1.1.21] Lagerwey:
 - "Safety and Function Test"
 - Dokument Nr.: M00-C2-30-050094-R5
 - Rev. 05, Datum: 2020-04-15

- [1.1.22] Lagerwey:
 - "Functional turbine specification L136"
 - Dokument Nr.: M00-C2-30-10372-R6
 - Rev. 06, Datum: 2019-11-29

- [1.1.23] Lagerwey:
 - "Functional turbine specification L147"
 - Dokument Nr.: M00-C2-30-10529-R2
 - Rev. 02, Datum: 2018-12-20

- [1.1.24] Lagerwey:
 - "Functional turbine specification E-160 E1"
 - Dokument Nr.: M00-C2-30-10530-R4
 - Rev. 04, Datum: 2020-07-08

- [1.1.25] Lagerwey:
"Functional turbine specification E-147 E2"
Dokument Nr.: M00-C2-30-10944-R0
Rev. 0, Datum: 2020-09-01
- [1.1.26] Lagerwey:
"Functional turbine specification E-160 E2"
Dokument Nr.: M00-C2-30-10986-R0
Rev. 0, Datum: 2021-01-22
- [1.1.27] Lagerwey:
"Software quality assurance plan"
Dokument Nr.: M00-C2-30-050145-R0
Rev. 00, Datum: 2016-05-03
- [1.1.28] Lagerwey:
"Finite State machine"
Dokument Nr.: M00-C2-30-050073-R12-Finite State Machine
Rev. 12, Datum: 2018-11-07
- [1.1.29] Lagerwey:
"Parameter structure description"
Dokument Nr.: M00-C2-30-050074-R8
Rev. 8, Datum: 2020-09-24

Handbücher

- [1.1.30] Lagerwey:
"Access roads, transport and crane guidelines LP4 platform"
Dokument Nr.: M00-C5-30-10431-R5
Rev. 05, Datum: 2019-05-22
- [1.1.31] Lagerwey:
"LP4 L136 and L147 MST Installation manual"
Dokument Nr.: M00-C5-31-20002-R3
Rev. 03, Datum: 2019-01-28
- [1.1.32] Lagerwey:
"LP4 Mechanical installation checklist"
Dokument Nr.: M00-C5-31-30002-R1
Rev. 01, Datum: 2017-02-24
- [1.1.33] Lagerwey:
"LP4 Electrical installation checklist"
Dokument Nr.: M00-C5-31-30003-R1
Rev. 01, Datum: 2017-02-24

- [1.1.34] Lagerwey:
“LP4 L136 and L147 MST Commissioning manual”
Dokument Nr.: M00-C5-31-20005
Rev. 01, Datum: 2019-07-22
- [1.1.35] Lagerwey:
“EP5 E-160 MST Commissioning manual”
Dokument Nr.: M00-C5-31-20136 | R0
Rev. 0, Datum: 2020-03-24
- [1.1.36] Lagerwey:
“LP4 Commissioning checklist”
Dokument Nr.: M00-C5-31-30005-R1
Rev. 01, Datum: 2017-02-24
- [1.1.37] Lagerwey:
“LP4 L136 Operator manual”
Dokument Nr.: M00-C5-31-20028-R4
Rev. 04, Datum: 2019-07-22
- [1.1.38] Lagerwey:
“EP5 E-160 MST Operator manual”
Dokument Nr.: M00-C5-31-20133 | R0
Rev. 0, Datum: 2020-03-24
- [1.1.39] ENERCON:
“Betriebsanleitung ENERCON Windenergieanlage E-147 EP5 E2 / 5000 kW”
Dokument Nr.: D1004246-1 / DC
Rev. 1, Datum: 2020-09-25
- [1.1.40] Lagerwey:
“LP4 Maintenance manual”
Dokument Nr.: M00-C5-31-20001-R6
Rev. 06, Datum: 2019-07-22
- [1.1.41] Lagerwey:
“EP5 E-160 MST Maintenance manual”
Dokument Nr.: M00-C5-31-20134 | R0
Rev. 0, Datum: 2020-03-24
- [1.1.42] Lagerwey:
“LP4 Maintenance checklist”
Dokument Nr.: M00-C5-31-30001-R1
Rev. 01, Datum: 2017-03-23

[1.1.43] Lagerwey:

„EP5 E-160 MST Service manual“
Dokument Nr.: M00-C5-31-20135 | R0
Rev. 0, Datum: 2020-03-24

[1.1.44] ENERCON:

„Wartungsanleitung Hauptwartung
Windenergieanlage E-147 EP5, E-147 EP5 E2, E-160 EP5, E-160 EP5 E2“
Dokument-ID: D1002919-0
Rev. 0, Datum: 2020-09-09

[1.1.45] ENERCON:

„Inbetriebnahmeanleitung
300 h-Wartung nach Inbetriebnahme Windenergieanlage E-147 EP5 E2“
Dokument-ID: TD-esc-08-de-de-20-092 Rev000
Rev. 0, Datum: 2020-09-16

[1.1.46] ENERCON:

„Inbetriebnahmeanleitung
Inbetriebnahme Windenergieanlage E-147 EP5 E2, E-160 EP5, E-160 EP5 E2“
Dokument-ID: D1005380
Rev. 0, Datum: 2020-09-17

[1.1.47] Lagerwey:

„Safety instruction manual“
Dokument Nr.: M00-C5-30-10065-R3.1
Rev. 3.1, Datum: 2019-03-12

[1.1.48] ENERCON:

„Montageanleitung, Generelle Montage Modularer Stahlturm (MST)“
Dokument-ID: TD-esc-08-de-de-20-021 Rev003
Rev. 3, Datum: 2020-11-13

[1.1.49] ENERCON:

„Montageanleitung, Vormontage und Montage Gondel
Windenergieanlage E-160 EP5“
Dokument-ID: TD-esc-08-de-de-20-046 Rev000
Rev. 0, Datum: 2020-04-24

[1.1.50] ENERCON:

„Montageanleitung modularer Stahlturm
E-136/E-147 EP5 (E2)-MST-155-FB-C-01“
Dokument-ID: TD-esc-08-de-de-20-055 Rev000a
Rev. 0, Datum: 2020-09-02

- [1.1.51] ENERCON:
„Vormontage und Montage Gondel
Windenergieanlage E-147 EP5 E2“
Dokument-ID: TD-esc-08-de-de-20-091 Rev000
Rev. 0, Datum: 2020-09-15
- [1.1.52] ENERCON:
„Verladehandbuch Stahltürme (ST/MST/HST)
Status: 2020-07-23“
Dokument-ID: PLM-TES-DC026-VH_Stahlurm-Rev002de-de
Rev. 2, Datum: 2019-06-11
- [1.1.53] ENERCON:
„Montageanleitung Turmbasismodul Modularer Stahlturm EP5“
Dokument-ID: TD-esc-08-de-de-20-030 Rev000
Rev. 0, Datum: 2020-08-14
- [1.1.54] ENERCON:
„Betriebsanleitung ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E2 / 5500 kW“
Dokument-ID: D1004306-1
Rev. 1, Datum: 2020-09-25
- [1.1.55] ENERCON:
„Inbetriebnahmeanleitung 300 h-Wartung nach Inbetriebnahme
Windenergieanlage E-160 EP5“
Dokument-ID: TD-esc-08-de-de-20-052
Rev. 0, Datum: 2020-06-18
- [1.1.56] ENERCON:
„Montageanleitung Vormontage und Montage Gondel Windenergieanlage E-
160 EP5 E2 Einzelblattmontage mit Ballastarm“
Dokument-ID: TD-esc-08-de-de-21-009
Rev. 0, Datum: 2021-01-08
- [1.1.57] ENERCON:
„Montageanleitung Bodennahe Vormontage von modularen Stahltürmen“
Dokument-ID: TD-esc-08-de-de-20-089
Rev. 0, Datum: 2020-10-05
- [1.1.58] ENERCON:
„Montageanleitung Vormontage und Montage Gondel Windenergieanlage E-
160 EP5 E2 Einzelblattmontage mit Hub Rotating Tool“
Dokument-ID: TD-esc-08-de-de-20-104
Rev. 0, Datum: 2020-12-15

1.2 Zugehörige Unterlagen

- [1.2.1] Lagerwey:
"Design Basis LP4 / EP5 Turbine Configurations"
Dokument Nr.: M00-C2-30-10480-R10
Rev. 10, Datum: 2021-01-05
- [1.2.2] Lagerwey:
"Turbine PLC Software Release certificate"
Dokument Nr.: M00-C5-40-050037-R12
Rev. 12, Datum: 2021-02-25
- [1.2.3] TÜV Rheinland Industrie Service GmbH:
"Certificate Product tested: Pitch Inverter for Wind Turbines"
Dokument Nr.: 968_FSP_1188_04_21
Datum: 2021-04-06
- [1.2.4] Lagerwey:
"Justification of L136 rated power levels"
Dokument ID: M00-C2-40-000626-R0
Rev. 0, Datum: 2020-01-14

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik DIBt, Richtlinie für Windenergieanlagen, Fassung Oktober 2012
- [2.2] Internationale Richtlinie IEC 61400-1:
"Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen", dritte Edition, August 2005

Internationale Richtlinie IEC 61400-1:
"Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen", dritte Edition, Amendmend 1, Oktober 2010

3 Einführung

Die Prüfung umfasst die in 1.1 eingereichten Unterlagen und wurde auf Grundlage der in [2] genannten Richtlinien hinsichtlich des Konzepts des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems sowie der Handbücher durchgeführt. Die Unterlagen wurden auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Konfiguration

Die Windenergieanlagen der LP4 / EP5 / EP5 E2 Plattform sind in Tabelle 4.1 spezifiziert. Die Anlagen arbeiten nach dem Konzept der variablen Drehzahl- und Leistungsregelung über Rotorblattverstellung und Generatordrehmoment durch den Umrichter. Die Turbinen sind getriebelos, mit einem direkt angetriebenen Generator. Das Hauptbremssystem ist die aerodynamische Bremsung durch die verstellbaren Rotorblätter, die in einem Bereich zwischen 0° und 90° bewegt werden können.

Die Bezeichnung *E-136 EP5* ist in allen Unterlagen mit *L136 LP4* als gleichwertig anzusehen.

Die Bezeichnung *E-147 EP5* ist in allen Unterlagen mit mit *L147 LP4* als gleichwertig anzusehen.

Die Prüfung umfasst die folgenden Konfigurationen:

4.1: Turbinen Konfiguration

Typ	L136 LP4 / E-136 EP5	L147 LP4 / E-147 EP5	E-160 EP5	E-147 EP5 E2	E-160 EP5 E2
Wind Klasse	IEC IA / IIA	IEC IIA	IEC IIIA	IEC IIA	IEC IIIA
Nennleistung	4500 kW / 4650 kW	4300 kW / 4360 kW	4600 kW (4800 kW in parameters for CC and SS, s. Kap. 5.3.1)	5000 kW	5500 kW
Rotorblatt (Durchmesser)	LM66.5P (136 m)	LM71.8P (147 m)	LM78.3P (160m)	LM71.8P (147 m)	LM78.3P (160m)
Turm (Nabenhöhe)	MST1 109m/132m, MST2 109m/132m/ 155m	MST1 132m MST2 126m/155m	MST 120m/166m	MST2 126m/155m	MST 120m/140m/ 143m/166m
Rotordrehzahl Limit n_4	13.5 1/min	12.4 1/min	11.8 1/min	12.6 1/min	12.0 1/min
Rotordrehzahl Limit n_A	13.7 1/min	12.6 1/min	12.0 1/min	12.8 1/min	12.2 1/min
Einschalt- Windgeschw.	2.5 m/s				
Nennwind- geschw.	12.1 m/s	11 m/s	10.6 m/s	11.9 m/s	11.6 m/s

Abschalt-Windgeschw.	25 m/s		22 m/s	25 m/s	22 m/s
Controller / SPS	Bachmann MC210				
Controller Software Version	v3.39.12.0	v3.39.41.0	v3.41.30.0	v3.40.20.0	v3.41.30.0
Temp. Variante	STW				
Pitchsystem	AC Motoren mit Kondensator für jedes Blatt				

4.2 Temperaturvariante

Die LP4 / EP5 / EP5 E2 Windenergieanlagen gibt es in folgender Temperaturvariante:

4.2: Temperaturvarianten

Temperaturvariante:	Betriebstemperatur:	Überlebenstemperatur:
Standard Weather Edition (STW)	-10 °C bis 40 °C	-20 °C bis 50 °C

Die gültigen Temperaturvarianten für jede Konfiguration sind in Tabelle 4.2 angegeben.

4.3 Betriebsführungs- und Sicherheitssystem

Das Sicherheitssystem ist unabhängig vom Betriebsführungssystem und diesem logisch übergeordnet. Das Sicherheitssystem löst bei Überschreitung von kritischen Grenzwerten eine Notbremsung aus.

Die Überwachung durch das Sicherheitssystem umfasst die folgenden Funktionen:

- Not-Aus-Taster
- Endlagenschalter Azimuth
- Rotordrehzahl
- Gondelschwingung
- Überwachung des Betriebsführungssystems

Nach Auslösen des Sicherheitssystems ist ein automatischer Neustart der Anlage nicht möglich.

Der Ausfall von einer der drei Blattverstellungen führt nicht zu einem unsicheren Zustand, sondern löst sofort eine Abschaltung der Windenergieanlage aus.

Die Azimutantriebe werden bei einer Auslösung des Sicherheitssystems blockiert.

4.4 Mechanische Bremse

Die mechanische Scheibenbremse gewährleistet nur nach manueller Aktivierung einen vollständigen Stillstand des Rotors im Servicebetrieb. Im Falle eines Nothalts bleibt der Rotor im Trudelbetrieb. Dies ist eine formale Abweichung von den Anforderungen der angewandten Richtlinien [2]. Um das Sicherheitsziel zu erreichen, hat Lagerwey die folgenden zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen definiert:

- Um Gefährdungen durch bewegliche Teile zu vermeiden, ist der komplette Antriebsstrang gekapselt.
- Blockierung des Durchgangs zur Nabe durch eine Sicherheitstür. Ein Zugang zur Rotornabe ist nur nach folgender Prozedur möglich:
 1. Die Windtrubine befindet sich im service mode, alle Blätter sind in Fahnenstellung, das Betriebsführungssystem ist nicht in der Lage die Anlage neu zu starten.
 2. Durch manuelle Kontrolle wird der Rotor durch die Rotorbremse zum vollständigen Stillstand gebracht.
 3. Der Rotor wird durch einführen der vier Arretierbolzen festgesetzt.
 4. Wenn alle vier Arretierbolzen sich in ihrer Endposition befinden, gibt das interface Relais die Sicherheitstür frei. Diese kann nun geöffnet werden. Die Arretierbolzen werden kontinuierlich überwacht.

Nach Abschluss der Arbeiten in der Nabe sind die Arbeitsschritte in umgekehrter Reihenfolge wieder durchzuführen.

5 Durchgeführte Prüfung

5.1 Prüfmethodik

Die Bewertung erfolgte durch Überprüfung der zugehörigen Dokumentation in Bezug auf die Anforderungen in den angewandten Standards [2].

Das Design der unabhängigen Bremssysteme sowie die unabhängige und übergeordnete Funktion des Sicherheitssystems wurde überprüft.

Mit Hilfe der Fehleranalysen [1.1.16] bis [1.1.19] wurde das Sicherheitssystem auf seine Fähigkeit, die Windenergieanlage bei Ausfall der Steuerung in einem sicheren Zustand zu halten überprüft. Mit [1.1.20] wurden die Performance Level der Schutzfunktionen gemäß den Anforderungen der EN ISO 13894-1 überprüft.

Der Pitchumrichter wurde separat zertifiziert [1.2.3].

Die lastrelevanten Parameter, z.B. Drehzahlgrenzen, Windgeschwindigkeiten oder Pitchgeschwindigkeiten, sowie die Betriebs- und Wartungsbedingungen wurden für die LP4 Varianten auf Übereinstimmung mit den Annahmen aus der Lastrechnung überprüft.

Es wurde überprüft, ob die in [2] geforderten Informationen in den jeweiligen Handbüchern enthalten sind.

Die Überprüfung aller angegebenen Parameter, Software-Validierung sowie eine vollständige Überprüfung aller Spezifikationen, z.B. Schraubenmomente, Schmierstoffe, Gewichte und Abmessungen, elektrische Eigenschaften etc. sind nicht Bestandteil dieses Prüfberichts.

5.2 Anmerkungen

Wesentliche Änderungen am Betriebsführungs- und Sicherheitssystem sowie in den Handbüchern machen diesen Prüfbericht ungültig, es sei denn, sie wurden TÜV NORD gemeldet und zur Bewertung vorgelegt.

5.3 Prüfergebnisse

5.3.1 Betriebsführungs- und Sicherheitssystem

Das Konzept des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems ist geeignet den sicheren Betrieb der LP4 Windenergieanlagen zu gewährleisten. Der sichere Zustand der Windenergieanlagen ist in jedem Modus durch redundante und unabhängige Bremssysteme gewährleistet.

In Bezug auf die Parameter der E-160 wird von Lagerwey in [1.1.7], [1.1.8] nicht die anfängliche Nennleistung von 4,6 MW, sondern 4,8 MW genannt, um mit diesen Parametereinstellungen das erreichbare Leistungsniveau des Prototyps zu testen. Das endgültige Leistungsniveau wird während der Prototyp-Messkampagne bestimmt. Das Dokument wird danach entsprechend aktualisiert.

5.3.2 Qualitätssicherung

Der Qualitätssicherungsprozess enthält ausreichende Maßnahmen, um das Risiko von Fehlfunktionen im Design der LP4 / EP5 / EP5 E2 zu verringern. Der Prozess beinhaltet eine systematische Risikobewertung mittels Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA). Spezifische Maßnahmen zur Vermeidung systematischer Fehler sind in [1.1.16] bis [1.1.19] beschrieben.

5.3.3 Performance Level

Für die sicherheitskritischen Schutzfunktionen

- Schutz vor Überdrehzahl / aerodynamische Bremse
- Not Aus
- Kabelverdrillung
- Übermäßige Vibration/ Schock
- Generatorüberlastung oder -Fehler
- Kurzschluss

- Fehler im Pitchsystem
- Watchdog

wurde eine quantitative Risikoanalyse durchgeführt. Die erforderlichen Performance Level für jede Schutzfunktion wurden in der Risikobewertung festgelegt. Der Nachweis aller Performance Level wurde auf der Basis von [1.1.20] erreicht. Die Schutzfunktionen erfüllen die Anforderungen der EN ISO 13849-1.

5.3.4 Mechanische Bremse

Das in 4.4 beschriebene Konzept ist geeignet, den Zugang von Personen zu drehenden Teilen in der Nabe zu verhindern. Ein Zugang ist nur bei arretiertem Rotor möglich. Die vorgestellten Maßnahmen sind als ausreichend zu bewerten und bieten eine sichere Arbeitsumgebung im Leerlauf nach Aktivierung eines Notaus-Tasters.

5.3.5 Handbücher

Die Handbücher und Checklisten für Transport, Installation, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung sind verfügbar und enthalten die erforderlichen Informationen in geeigneter Weise, bis auf folgende Ausnahme:

- Die Handbücher für die EP5 E-160 für Inbetriebnahme [1.1.35], Betrieb [1.1.38], Wartung [1.1.41] und Service [1.1.43] sind als Entwurf gekennzeichnet.

Sicherheitshinweise wurden für vorhersehbare Gefahren gegeben.

5.4 Schnittstellen

Die lastrelevanten Parameter, z.B. Drehzahlgrenzen, Windgeschwindigkeiten oder Pitchgeschwindigkeiten, sowie die Betriebs- und Wartungsbedingungen wurden auf Übereinstimmung mit den Annahmen aus der Lastrechnung für die Varianten der L136 LP4 / E-136 EP5, L147 LP4 / E-147 EP5 und E-147 EP5 E2 überprüft. Die Lasten der EP 5 E-160 wurden nicht durch TÜV NORD geprüft, es erfolgte daher auch keine Schnittstellenprüfung.

6 Auflagen und Hinweise

- 6.1 Die Schutztür am Eingang zur Nabe muss ordnungsgemäß montiert und mit einem Warnschild versehen sein, das über die Voraussetzungen für den Eintritt in die Rotornabe informiert.
- 6.2 Die Handbücher müssen dem Personal in einer für sie verständlichen Sprache zur Verfügung gestellt werden.
- 6.3 Das EP5 E-160 Inbetriebnahmehandbuch [1.1.35], das Betriebshandbuch [1.1.38], das Wartungshandbuch [1.1.41] und das Servicehandbuch [1.1.43] müssen vor der Inbetriebnahme der ersten seriellen EP5 E-160 Turbine fertiggestellt sein.
- 6.4 Jede Windenergieanlage dieses Typs muss mindestens entsprechend den Inbetriebnahmeanleitungen getestet werden. Der ordnungsgemäße Zustand ist vom Hersteller zu bestätigen. Der Inbetriebnahmebericht ist dem Betreiber jeweils zusammen mit den Handbüchern und Wartungs- und Instandhaltungsanweisungen zu übergeben. Die Wartungs- und Instandhaltungsanweisungen sind zu befolgen und die durchgeführten Arbeiten in den entsprechenden Berichten zu protokollieren.
- 6.5 Alle sicherheitsrelevanten Bauteile und Funktionen sind in Abständen von höchstens 2 Jahren durch einen anerkannten Sachverständigen zu prüfen. Dieses Prüfintervall kann auf vier Jahre verlängert werden, wenn durch von Lagerwey autorisierte Sachkundige eine laufende (mind. jährliche) Überwachung und Wartung der Windenergieanlage durchgeführt wird. Das Ergebnis der wiederkehrenden Prüfung ist in einem Bericht festzuhalten, der mindestens die folgenden Informationen enthalten muss:
- Prüfender Sachverständiger und Anwesende bei der Prüfung
 - Hersteller, Typ und Seriennummer der WEA und deren Hauptbestandteile (Rotorblätter, Getriebe, Generator, Turm)
 - Standort und Betreiber der Windenergieanlage
 - Gesamtbetriebsstunden
 - Windgeschwindigkeit und Temperatur am Tag der Prüfung
 - Beschreibung des Prüfumfanges
 - Prüfergebnis und ggf. Auflagen

Diese Dokumentation ist vom Betreiber über die gesamte Nutzungsdauer der Windenergieanlage aufzubewahren.

7 Schlussfolgerung

Der Aufbau des Betriebsführungs- und Sicherheitssystem mit den redundanten Schutzfunktionen ist geeignet, die in Tabelle 4.1 spezifizierten Windenergieanlagen der Lagerwey LP4 / EP5 / EP5 E2 Plattform in einem sicheren Zustand zu halten.

Das fehlersichere Verhalten der Windenergieanlagen wurde in Form von Fehleranalysen dargelegt. Die nach EN ISO 13849-1 erforderlichen Performance Level wurden für alle Sicherheitsfunktionen erreicht.

Die Anforderungen der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen (Ausgabe 2012) und der DIN EN 61400-1:2005 an das Konzept des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems der in Tabelle 4.1 spezifizierten Windenergieanlagen werden erfüllt.

Die Auflagen und Hinweise in Kap. 6 sind zu berücksichtigen.

erstellt

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "O. Raupach".

Dipl.-Ing. O. Raupach

freigegeben

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "L. Klüppel".

Dipl.-Ing. L. Klüppel

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage Lagerwey/ENERCON E-160 EP5 E2 unterschiedliche Konfigurationen und Nabenhöhen

- Rotorblatt LM 78.3 P -

TÜV NORD Bericht-Nr.:	8118796497-3 D, Rev. 3
Gegenstand der Prüfung:	Strukturnachweis und statischer Blatttest für das Rotorblatt LM 78.3 P mit Lasten nach DIBt (2015)
Anlagenhersteller:	Lagerwey Wind BV Nijverheidsplein 21 3771 MR Barneveld Niederlande
Dokumentation:	Lagerwey Wind BV Nijverheidsplein 21 3771 MR Barneveld Niederlande

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 11 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	21.01.2021	Erste Revision	Dipl.-Ing. M. Polster
1	03.03.2021	140 m Nabenhöhe ergänzt; Handbuch [1.2.23] hinzugefügt; Redaktionelle Änderungen	Dipl.-Ing. M. Polster
2	17.05.2021	Konfiguration 2 und 3 aufgenommen; Dokumente [1.2.1] und [1.2.2] aktualisiert; Dokumente [1.2.4] und [1.2.11] - [1.2.19] hinzugefügt	Dipl.-Ing. M. Bätge
3	18.05.2021	Lasten der Konfiguration 3 aktualisiert: [1.2.12], [1.2.13] and [1.2.19]	Dipl.-Ing. M. Bätge

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	6
3	Einleitung	6
4	Beschreibung der Komponente	6
4.1	Klimatische Bedingungen.....	6
4.2	Beschreibung der Komponentenparameter.....	6
4.3	Designlasten	7
4.4	Materialien.....	8
5	Durchgeführte Prüfung.....	8
5.1	Prüfmethode.....	8
5.2	Anmerkungen	9
5.3	Ergebnisse	9
5.4	Schnittstellen	10
6	Auflagen.....	10
7	Schlussfolgerung	11

Dieser Bericht wird ausschließlich dem oben genannten Antragsteller bzw. Kunden zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Berichts ist nur durch vorherige schriftliche Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Antragstellers oder Kunden gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist im Allgemeinen nicht gestattet.

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Keine.

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Evaluation Conformity Statement

- [1.2.1] Bureau Veritas Certification:
"Design Evaluation Conformity Statement LM 78.3 P"
Zertifikats-Nr.: 190061-CS-DE-01-3, Rev. 3, Datum: 03.03.2021
- [1.2.2] Bureau Veritas Certification:
"Evaluation report, Design Evaluation, LM 78.3 P rotor blade load Update"
Bericht-Nr.: 190061-DE-BLA-01-3, Rev. 3, Datum: 04.03.2021
- [1.2.3] Bureau Veritas Certification:
"Conformity Letter 190061-CL-BLA-02-1"
Dokument-Nr.: 190061-CL-BLA-02-1, Rev. 0, Datum: 24.09.2020
- [1.2.4] Bureau Veritas Certification:
"Conformity Letter 190061-CL-BLA-04-0"
Dokument-Nr.: 190061-CL-BLA-04-0, Rev. 0, Datum: 16.04.2021

Auslegungslasten

- [1.2.5] LM Wind Power:
"Load Conversion Report, LM 78.3 P"
Dokument-Nr.: TR-10898, Rev. A4, Datum: 06.07.2020

WEA-Lasten

- [1.2.6] LM Wind Power:
"Load Assessment Report of LM 78.3 P Gen B for Enercon-Lagerwey
5.5 MW E-160 143mHH Wind Turbine"
Dokument-Nr.: TR-13206, Rev. A1, Datum: 27.08.2020
- [1.2.7] "L160 P5500 T143M2 and T140M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZ2 GK2
- Extreme Loads"
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050358-R1, Rev. R1, Datum: 11.12.2020
- [1.2.8] "L160 P5500 T143M2 and T140M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZ2 GK2
- Fatigue Equivalent Loads"
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050359-R0, Rev. R0, Datum: 24.08.2020

- [1.2.9] TÜV SÜD Industrie Service GmbH:
"Gutachtliche Stellungnahme, Bewertung der Konstruktion - Lastannahmen,
Windenergieanlage ENERCON / Lagerwey E-160 EP5 E2 - 5500 kW Rotorblatt
Typ LM 78.3 P Gen B, Nabenhöhe 140 m und 143 m über Geländeoberkante,
WEA-Klasse IIIA gemäß IEC und Windzone 2, Geländekategorie II gem. DIBt"
Bericht-Nr.: 3327372-1-d, Rev. 0, Datum: 17.12.2020
- [1.2.10] TÜV SÜD Industrie Service GmbH:
E-Mail "AW: request to for evaluated loads parameters E-160 E2 143m&140m
Loads for TUV NORD"
Dokument: 2021-03-02_Mail_A.Duerbaum.pdf
Autor: Andreas Dürbaum, gesendet: 02.03.2021
- [1.2.11] LM Wind Power:
"Load Assessment Report of LM 78.3 P Gen B for Enercon-Lagerwey 5.5 MW
E-160 E2 120mHH & 166mHH Wind Turbine"
Dokument-Nr.: TR-14465/A2, Rev. A2, Datum: 15.04.2021
- [1.2.12] "L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Design Loads"
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050383-R1, Rev. 1, Datum: 11.05.2021
- [1.2.13] "L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Extreme Loads"
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050384-R1, Rev. 1, Datum: 11.05.2021
- [1.2.14] "L160 P5500 T166M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Fatigue Equivalent
Loads"
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050385-R0, Rev. 0, Datum: 28.03.2021
- [1.2.15] "L160 P5500 T120M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Design Loads"
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050386-R0, Rev. 0, Datum: 09.04.2021
- [1.2.16] "L160 P5500 T120M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Extreme Loads"
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050387-R0, Rev. 0, Datum: 13.04.2021
- [1.2.17] "L160 P5500 T120M2 BLM6 IEC IIIA & DIBT WZS GKS - Fatigue Equivalent
Loads"
Dokument-Nr.: M00-C2-40-050388-R0, Rev. 0, Datum: 13.04.2021
- [1.2.18] TÜV NORD CERT GmbH:
"Gutachtliche Stellungnahme, Windenergieanlage EP5 E160 E2, RB LM 78.3 P,
NH 120 m (T120M2), DiBt WZ S GK S, - Lastannahmen -"
Bericht-Nr.: 8119042164-1 D V, Rev.0, Datum: 30.04.2021
- [1.2.19] TÜV NORD CERT GmbH:
"Gutachtliche Stellungnahme, Windenergieanlage EP5 E160 E2, RB LM 78.3 P,
NH 166 m (T166M2), DiBt WZ S GK S, - Lastannahmen -"
Bericht-Nr.: 8119042164-1 D VI, Rev.1, Datum: 18.05.2021

Zeichnungen

[1.2.20] LM Wind Power:
"Outline Drawing, LM 78.3 P, Enercon"
Zeichnungs-Nr.: DR-15179, Rev. A6, Datum: 31.05.2020

[1.2.21] LM Wind Power:
"Main Drawing, LM 78.3 P"
Zeichnungs-Nr.: DR-15183, Rev. A1, Datum: 15.11.2019

Blade Design Spezifikation und Handbuch

[1.2.22] LM Wind Power:
"Technical Blade Specification for the LM 78.3 P rotor blade for ENERCON E-160 turbine"
Dokument-Nr.: BS-00609, Rev. A8, Datum: 07.07.2020

[1.2.23] LM Wind Power:
"Technical Blade Manual, LM 78.3 P"
Dokument-Nr.: BM-00488, Rev. A3, Datum: 14.07.2020

Vortex Generatoren Mk. II, T-Spoiler Mk. II und ILPS

[1.2.24] TÜV NORD CERT GmbH:
"Evaluation Report, Vortex Generators Mk. II - unspecific LM rotor blades -"
TÜV NORD Bericht-Nr.: 8115417663-3 E I, Rev. 1, Datum: 11.01.2019

[1.2.25] TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG:
"Evaluation Report - Rotor Blade LM 58.7 P5 incl. Vortex Generators MK II, optional T-Spoiler MK II, Spinner Ring and Serrations MK II -"
TÜV NORD Bericht-Nr.: 8116029212-3 E, Rev. 0, Datum: 12.07.2018

[1.2.26] DNV GL Renewables Certification:
"Component Certificate, SAFE Receptor - Insulated Lightning Protection System (ILPS)"
Zertifikats-Nr.: CC-DNVGL-SE-0074-04682-2, Datum: 24.04.2020,
Gültig bis 29.04.2024

Statischer Blatttest

[1.2.27] LM Wind Power:
"LM 78.3 P Static test - #0001"
Dokument-Nr.: TR-11980, Rev. A3, Datum: 22.07.2020

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt:
"Richtlinie für Windkraftanlagen Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise
für Turm und Gründung"
Fassung Oktober 2012 - Korrigierte Fassung März 2015

Anerkannte Regelwerke

- [2.2] Germanischer Lloyd:
"Vorschriften und Richtlinien, IV - Industriedienste, Teil 1 - Richtlinie für die
Zertifizierung von Windenergieanlagen", Edition 2010
- [2.3] International Standard IEC 61400-22:
"Wind turbines - Part 22: Conformity testing and certification"
Edition 1.0, 2010-05

3 Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die Prozedur und die Ergebnisse der Nachweisführung des Rotorblattes LM 78.3 P für die Windenergieanlage Lagerwey/ENERCON E-160 EP5 E2 nach der Richtlinie DIBt 2015 [2.1], basierend auf dem vom Bureau Veritas ausgestellten Design Evaluation Conformity Statement [1.2.1] - [1.2.2] gem. IEC 61400-22 [2.3].

In Revision 3 dieser Gutachtlichen Stellungnahme wurden die Lasten der Konfiguration 3 aktualisiert.

4 Beschreibung der Komponente

4.1 Klimatische Bedingungen

Das Rotorblatt ist für die klimatischen Bedingungen nach DIBt 2015 [2.1] ausgelegt und geprüft worden.

4.2 Beschreibung der Komponentenparameter

Das Rotorblatt hat eine Länge von 78,3 m. Es besteht aus Glasfaser verstärkten Polyester, der als Sandwich Konstruktion realisiert wird. Das Rotorblatt wird im Harz-Infusionsverfahren produziert. Die Verbindung zwischen Blattwurzel und Blattlager ist mittels eingebetteter Stahlhülsen realisiert. Das Rotorblatt ist gem. der Blattspezifikation [1.2.22] mit Vortex Generatoren Mk. II, T-Spoiler Mk. II und Serrations Mk. II bestückt.

Im Design Evaluation Conformity Statement [1.2.1] sind zwei Varianten des LM 78.3 P behandelt, nämlich Gen A und Gen B. In dieser Gutachtlichen Stellungnahme wird lediglich das LM 78.3 P Gen B betrachtet.

Nach [1.2.1] bzw. [1.2.22] hat das Rotorblatt LM 78.3 P Gen B die folgenden Eigenschaften:

- 1. Eigenfrequenz in Schlagrichtung: 0,451 Hz \pm 5 %
- 1. Eigenfrequenz in Schwenkrichtung: 0,744 Hz \pm 5 %
- Blattmasse (ohne Bolzen): 24492 kg \pm 3 % (inkl. Blattflansch)
- Statisches Moment (Blattwurzel): 5822 kNm \pm 4,5 %
- Auslegungsdauer: 20 Jahre

Das Rotorblatt LM 78.3 P ist für den Betrieb an folgender Konfiguration vorgesehen:

Nr.	WEA Bezeichnung	Geprüfte Blattvariante	Windklasse	Geländeklasse	geprüft mit
1	E160 P5500 T140M2 / T143M2	mit VGs Mk. II, T-Spoiler Mk. II und Serrations Mk. II	DIBt (2015): 2	DIBt (2015): 2	Lastvergleich [1.2.3]
2	E160 P5500 T120M2	mit VGs Mk. II, T-Spoiler Mk. II und Serrations Mk. II	DIBt (2012) S	DIBt (2012) S	Lastvergleich [1.2.4]
3	E160 P5500 T166M2	mit VGs Mk. II, T-Spoiler Mk. II und Serrations Mk. II	DIBt (2012) S	DIBt (2012) S	Lastvergleich [1.2.4]

Table 4.1: Abgedeckte Konfiguration

4.3 Designlasten

Die Lastannahmen sind in der folgenden Tabelle spezifiziert:

Nr.	WEA	Frequenz	Nennleistung	Nabenhöhe	Spezifiziert in	Geprüft in
1	E160 P5500 T140M2 / T143M2	50 Hz	5,5 MW	140 m / 143 m	[1.2.7], [1.2.8]	[1.2.9]
2	E160 P5500 T120M2	50 Hz	5,5 MW	120 m	[1.2.12] - [1.2.14]	[1.2.18]
3	E160 P5500 T166M2	50 Hz	5,5 MW	166 m	[1.2.15] - [1.2.17]	[1.2.19]

Table 4.2: Abgedeckte Konfiguration

In den Lastannahmen [1.2.9] und [1.2.10] wurden die folgenden Eigenschaften angenommen:

- 1. Eigenfrequenz in Schlagrichtung: 0,440 Hz
- 1. Eigenfrequenz in Schwenkrichtung: 0,755 Hz
- Blattmasse: 24500 kg
- Statisches Moment (Blattwurzel): 593190 kgm

In den Lastannahmen [1.2.18] und [1.2.19] wurden die folgenden Eigenschaften angenommen:

1. Eigenfrequenz in Schlagrichtung:	0,440 Hz
1. Eigenfrequenz in Schwenkrichtung:	0,755Hz
Blattmasse:	24285 kg
Statisches Moment (Blattwurzel):	587681 kgm

In den Lastannahmen [1.2.9], [1.2.10] und [1.2.18], [1.2.19] sind die aerodynamischen Effekte der Anbauteile berücksichtigt. Die Betriebslasten basieren auf einer angenommenen Auslegungszeit von 20 Jahren.

Sonderereignisse verursacht durch den Transport und Errichtung sind nicht berücksichtigt worden. Spezielle Annahmen der Lastrechnungen können den zugehörigen Nachweisberichten entnommen werden.

4.4 Materialien

Die geprüften Materialien nach [1.2.2] sind zu verwenden.

5 Durchgeführte Prüfung

5.1 Prüfmethode

Das Rotorblatt LM 78.3 P wurde in [1.2.1] nach IEC 61400-22 in Verbindung mit IEC 61400-1 für die Lasten nach [1.2.5] zertifiziert. Die GL-Richtlinie [2.2] wurde als anerkanntes Regelwerk ebenfalls herangezogen. Die Anforderungen der IEC 61400-22 decken die Anforderungen der DIBt 2015 [2.1] ab.

Das Design Evaluation Conformity Statement [1.2.1] gemäß IEC 61400-22 deckt die Prüfung der Rotorblattschale, das Handbuch und des Blitzschutzsystems nach IEC 61400-24 [1.2.26] ab. Die Anbauteile wie Vortex Generatoren Mk. II, Serrations Mk. II und T-Spoiler Mk. II sind in [1.2.2] mit Verweis auf [1.2.24] und [1.2.25] geprüft worden. In den Lastannahmen sind die Effekte dieser Anbauteile berücksichtigt.

Die Bolzenverbindung zum Blattlager ist nicht Bestandteil der Prüfung. Der Turmfreigang ist nicht Teil dieser Prüfung, ist aber im Bericht zu den Lastannahmen [1.2.9] geprüft worden.

Es wurde überprüft, ob das den Turbinenlasten zugrundeliegende Blattmodell den tatsächlichen Eigenschaften des Rotorblattes entspricht.

Im Lastvergleich [1.2.6] wurden die Auslegungslasten nach [1.2.5] mit den Lasten der Konfiguration 1 [1.2.7] und [1.2.8] verglichen.

In [1.2.3] wurde der Vergleich der Lasten des statischen Blatttests [1.2.27] mit den Auslegungslasten berücksichtigt.

Im Lastvergleich [1.2.11] wurden die Auslegungslasten nach [1.2.5] mit den Lasten der Konfiguration 2 [1.2.12] - [1.2.14] und 3 [1.2.15] - [1.2.17] verglichen.

In [1.2.4] wurde der Vergleich der Lasten des statischen Blatttests [1.2.26] mit den Auslegungslasten berücksichtigt.

5.2 Anmerkungen

Keine.

5.3 Ergebnisse

Revision 0

Der Lastvergleich [1.2.6] und die Auslegungslasten [1.2.5] sind in der Konformitätsbescheinigung des Bureau Veritas [1.2.3] geprüft. Dort wird ebenfalls die Gültigkeit des statischen Blatttests für die Konfiguration 1 bestätigt.

Das Blattmodell stimmt im Rahmen technischer Toleranzen mit den Eigenschaften des Blattes überein. Der in [1.2.1] berücksichtigte Temperaturbereich deckt den in [1.2.9] berücksichtigten Temperaturbereich ab.

Revision 1

Es wurde das Handbuch [1.2.23] hinzugefügt und die 140 m Nabenhöhe ergänzt, die bereits in den Lastannahmen [1.2.9] enthalten war. Es war keine weitere Evaluierung erforderlich und die Prüfergebnisse behalten somit ihre Gültigkeit.

Revision 2

Es wurden die Konfigurationen 2 und 3 mit den Nabenhöhen 120 m und 166 m hinzugefügt. Der Lastvergleich [1.2.11] ist in der Konformitätsbescheinigung des Bureau Veritas [1.2.4] geprüft. Dort wird ebenfalls die Gültigkeit des statischen Blatttests für die Konfigurationen 2 und 3 bestätigt.

Das Blattmodell stimmt im Rahmen technischer Toleranzen mit den Eigenschaften des Blattes überein. Der in [1.2.1] berücksichtigte Temperaturbereich deckt den in [1.2.18] und [1.2.19] berücksichtigten Temperaturbereich ab.

Revision 3

Die Lasten der Konfiguration 3 wurden aktualisiert, jedoch blieben die Lasten für das Rotorblatt unverändert.

5.4 Schnittstellen

Die folgenden Schnittstellen sollen für den Maschinenbau betrachtet werden:

- [5.4.1] Die Prüfung der Nachweise zu den Blattbolzen muss im Rahmen der Maschinenbauprüfung erfolgen.

6 Auflagen

- 6.1 Die Rotorblätter sind jährlich visuell durch einen Sachkundigen des Herstellers oder Betreibers zu prüfen. Die Prüfungen und deren Umfang sind im Wartungsprotokoll zu dokumentieren. Es sind mindestens die Blattoberfläche, der Bereich der Flanschverbindung zum Blattlager und die Vorspannung der Bolzen zu überprüfen. Schäden, welche die Integrität der Struktur der Rotorblätter betreffen, müssen der TÜV NORD CERT GmbH gemeldet werden.
- 6.2 Alle vier Jahre müssen die Rotorblätter durch einen unabhängigen Sachverständigen für Rotorblätter überprüft werden. Falls erforderlich müssen vorhandene Risse oder andere Beschädigungen in der Laminatstruktur bewertet und Reparaturmaßnahmen definiert werden.

Entsprechend [1.2.2] sind die folgenden Auflagen ebenfalls einzuhalten:

- 6.3 Jede Designänderung des Rotorblatts LM 78.3 P muss vom Bureau Veritas Certification bestätigt sein.
- 6.4 Die Lasten dürfen nicht die der für die Zertifizierung verwendeten Lasteinhüllenden überschreiten.
- 6.5 Der Einfluss der Umweltbedingungen bei Betrieb ist unter Berücksichtigung der im Design angenommenen Umweltbedingungen zu bewerten und darf die strukturelle Integrität der Rotorblätter nicht beeinträchtigen.
- 6.6 Es ist zu gewährleisten, dass die Rotorblätter nicht mit Eis- und Schneebedeckung im Betrieb sind. Falls doch ist der Nachweis zu erbringen, dass die auftretenden Lasten nicht die strukturelle Integrität der Rotorblätter gefährden. Dies muss vom Bureau Veritas Certification bestätigt sein.
- 6.7 Ein gültiges Komponentenzertifikat des Blitzschutzes ist zu pflegen.
- 6.8 Die für die Produktion verwendeten Materialien haben die Anforderungen gemäß den Prüfgrundlagen in Kapitel 2 zu erfüllen und keine geringeren Festigkeitswerte als die im Design angenommenen aufzuweisen.
- 6.9 Das Rotorblatt muss in einem Werk gefertigt werden, welches die Anforderungen nach [2.2] erfüllt.

- 6.10 Es ist zu gewährleisten, dass Resonanz weder durch aerodynamische Anregung oder durch andere Komponenten auftritt.

7 Schlussfolgerung

Vorausgesetzt die zuvor genannten Prüfbemerkungen und Auflagen werden berücksichtigt, erfüllt das Rotorblatt die Prüfgrundlagen gemäß Kapitel 2.

Es bestehen keine Bedenken, das Rotorblatt LM 78.3 P an der Windenergieanlage Lagerwey/ENERCON E-160 EP5 E2 mit den in Kapitel 4.3 aufgeführten Konfiguration zu betreiben.

Strukturelle Änderungen am Rotorblatt müssen von der Zertifizierungsstelle geprüft und genehmigt werden. Andernfalls verliert dieser Prüfbericht seine Gültigkeit.

Sachverständige(r):

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "M. Bätge".

Dipl.-Ing. M. Bätge

Freigegeben:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Malte Polster".

Dipl.-Ing. M. Polster

Gutachtliche Stellungnahme

für die Typenprüfung der Windenergieanlagenplattform LP4 / EP5

- Maschinenbauliche Komponenten -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8116090508-4 D Rev. 6

Anlagenspezifikation:	Bezeichnung:	LP4 / EP5
	Varianten:	siehe Tab. 4.2
	Anlagenparameter:	siehe Tab. 4.2

Anlagenhersteller:	Lagerwey Wind BV
	Nijverheidsplein 21
	3772 MR Barneveld
	The Netherlands

Prüfumfang:	Auslegungsanforderungen für maschinenbauliche
	Komponenten gem. DIN EN 61400-1:2011
	inkl. deren Verwendung in Windenergieanlagen
	inkl. Maschinenhaus und Nabenverkleidung

Auslegungslasten:	Geprüfte Lastannahmen
--------------------------	-----------------------

Dieser Bericht wird ausschließlich dem oben genannten Antragsteller bzw. Kunden zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Berichts ist nur durch vorherige schriftliche Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Antragstellers oder Kunden gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist im Allgemeinen nicht gestattet.

Dieser Prüfbericht umfasst 34 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständige
0	12.02.2019	- Erstausgabe	Dr.-Ing. Y. Ou
1	15.11.2019	- WEA Variante Nr. 2 hinzugefügt (siehe Tabelle 4.2) - Bezeichnung der WEA Variante Nr. 1 um „E-147“ erweitert - Titel der GS geändert von „Windenergieanlage Lagerwey LP4“ zu „Windenergieanlagenplattform LP4“	F. Rodriguez
2	30.09.2020	- WEA Variante Nr. 3 hinzugefügt (siehe Tabelle 4.2)	F. Rodriguez
3	26.11.2020	- Integration der Komponenten der Plattform EP5 E2 aus den TÜV SÜD Berichten [1.4.2] und [1.4.3] - WEA Varianten Nr. 4 und 5 hinzugefügt (siehe Tabelle 4.2)	F. Rodriguez
4	08.02.2021	- Design Basis aktualisiert - Komponenten für WEA-Typ E-160 EP5 E2 hinzu - TÜV SÜD Evaluation Reports [1.4.2] und [1.4.3] durch entsprechende Gutachtliche Stellungnahmen ersetzt - Zeichnungen Maschinenträger 4.4.7.2 aktualisiert - Zeichnung Wartungsbremse 4.4.10.2 korrigiert - WEA-Varianten Nr. 6-7 hinzugefügt (siehe Tabelle 4.2) - Kapitel 5.4, 5.6 und 6 aktualisiert	R. Sommerfeld
5	07.05.2021	- Blattlager Liebherr /4.3.1.5/ hinzugefügt - WEA-Varianten Nr. 8-9 hinzugefügt (siehe Tabelle 4.2)	F. Rodriguez
6	20.05.2021	- Lastbericht [1.3.8] der WEA-Variante Nr. 9 aktualisiert	F. Rodriguez

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	5
1.1	Geprüfte Dokumente	5
1.2	Dazugehörige Dokumente	12
1.3	Lastannahmen	15
1.4	Zugehörige Prüfberichte	16
1.5	Hauptzeichnungen	17
2	Prüfgrundlagen	17
3	Einleitung	18
4	Beschreibung der Windenergieanlage	18
4.1	Anlagenkonzept	18
4.2	Umgebungsbedingungen	18
4.3	Geprüfte mechanische Komponenten und Strukturen	18
4.3.1	Blattlager	19
4.3.2	Blattverstellgetriebe	20
4.3.3	Blattarretierung	21
4.3.4	Rotornabe	21
4.3.5	Hauptlager	22
4.3.6	Hauptlagerstruktur	23
4.3.7	Maschinenträger	23
4.3.8	Generatorrotor	24
4.3.9	Stator	24
4.3.10	Wartungsbremse	25
4.3.11	Rotorarretierung	25
4.3.12	Azimutlager	25
4.3.13	Azimutgetriebe	26
4.3.14	Azimutbremse	27
4.3.15	Azimutbremsscheibe	27
4.3.16	Hydrauliksystem	28
4.3.17	Maschinenhausverkleidung	28
4.3.18	Nabenverkleidung	29
4.4	Verwendung in Windenergieanlagen	30
5	Durchgeführte Prüfungen	30
5.1	Prüfmethoden	30

5.2	Mechanische Komponenten und Antriebe.....	31
5.3	Haupttragende Strukturen und Schraubenverbindungen	31
5.4	Hinweise und Annahmen	32
5.5	Prüfergebnis.....	33
5.6	Schnittstellen zum Rotorblatt und Turm	33
6	Bedingungen.....	33
7	Schlussfolgerungen	34

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Blattlager

- [1.1.1] Lagerwey Wind BV:
SA of the Pitch Bearing Raceway and Gearpinion LP4 L147 – Thyssenkrupp
Rothe Erde
Dokument Nr.: M04-C2-40-000521-R1
Rev. R1, vom 12.02.2019
- [1.1.2] Liebherr Components Biberach GmbH:
Report FEA - EP5 E160 PiB - 12960552
Dokument Nr.: 20210120_pfea03355-070WJ018-
001_rev0_Lagerwey_EP5_E160_PiB
Rev. 0, vom 20.01.2021
- [1.1.3] Thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH:
Supplement to Technical Data Sheet 19357_00, rothe erde Large Diameter
Slewing Bearing 83850080
Dokument Nr.: 19820_00
Rev. 00, vom 04.02.2021
- [1.1.4] Liebherr Components Biberach GmbH:
Technical data sheet
Dokument Nr.: TD03330-060WJ18-002
Rev. 01, vom 13.06.2019
- [1.1.5] Liebherr Components Biberach GmbH:
Report FEA
Dokument Nr.: 20201210_pfea03330-060WJ018-002_rev0_Lagerwey LP4_PiB
Rev. 0, vom 10.12.2020

Blattverstellgetriebe

- [1.1.6] Lagerwey Wind BV:
SA of the Pitch Drive Planetary Gearbox LP4 - Bonfiglioli
Dokument Nr.: M04-C2-40-000354-R1
Rev. R1, vom 11.12.2018

Arretierungen (Pitch- und Azimutsystem)

- [1.1.7] Lagerwey Wind BV:
Strength analysis of the maintenance locking devices LP4
Dokument Nr.: M00-C2-40-000273-R3
Rev. R3, vom 08.12.2018

Rotornabe

[1.1.8] Lagerwey Wind BV:
FEA of hub 2340 L136
Dokument Nr.: M04-C2-40-000318-R0
Rev. R0, vom 31.01.2017

[1.1.9] Lagerwey Wind BV:
SA of hub 2340 LP4
Dokument Nr.: M04-C2-40-000319-R1
Rev. R1, vom 08.01.2019

Hauptlager

[1.1.10] Schaeffler Technologies AG & Co. KG:
Main Bearing - Wind Energy Turbine LP4
Dokument Nr.: TD_Lagerwey_LP4_2017-03-07_00
Rev. 00, vom 07.03.2017

[1.1.11] PSL, a.s.:
Lagerwey LP4 Mainshaft Bearing Calculation
Dokument Nr.: 16/01
Rev. 04, vom 01.02.2017

[1.1.12] Schaeffler Technologies AG & Co. KG:
Technical Documentation - Main Bearing - Wind Energy Turbine E160-EP5-E2
Dokument Nr.: TD_Lagerwey_E160-EP5-E2_2020-11-16_00
Rev. 00, vom 16.11.2020

[1.1.13] Thyssenkrupp / PSL, a.s.:
Technical Report - Enercon - Lagerwey E-160 EP5 E2 Mainshaft Bearing
Calculation
Dokument Nr.: 20/30
Rev. 00, vom 09.12.2020

Hauptlagerstruktur

[1.1.14] Lagerwey Wind BV:
SA of fatigue strength analysis of the Main Bearing Assembly L136
Dokument Nr.: M03-C2-40-000334-R0
Rev. R0, vom 13.03.2017

[1.1.15] Lagerwey Wind BV:
FEA of fatigue strength analysis of the Main Bearing Assembly L136
Dokument Nr.: M03-C2-40-000333-R0
Rev. R0, vom 13.03.2017

[1.1.16] Lagerwey Wind BV:
SA of EP5-E160-E2 main bearing assembly
Dokument Nr.: M03-C2-40-000739-R0
Rev. R0, vom 05.11.2020

[1.1.17] Lagerwey Wind BV:
FEA of EP5-E160-E2 main bearing assembly
Dokument Nr.: M03-C2-40-000738-R0
Rev. R0, vom 23.10.2020

Maschinenträger

[1.1.18] Lagerwey Wind BV:
SA Nacelle 2760 V1 casting LP4
Dokument Nr.: M02-C2-40-000337-R1
Rev. R1, vom 06.12.2018

[1.1.19] Lagerwey Wind BV:
FEA Nacelle 2760 V1 casting LP4
Dokument Nr.: M02-C2-40-000336-R1
Rev. R1, vom 06.12.2018

Generatorrotor

[1.1.20] Lagerwey Wind BV:
SA of strength analysis rotor frame L136
Dokument Nr.: M03-C2-40-000332-R1
Rev. R1, vom 27.11.2018

[1.1.21] Lagerwey Wind BV:
FEA of strength analysis rotor frame L136
Dokument Nr.: M03-C2-40-000331-R0
Rev. R0, vom 31.01.2017

[1.1.22] Lagerwey Wind BV:
SA of the EP5-E160-E2 Rotor Frame
Dokument Nr.: M03-C2-40-000743-R0
Rev. R0, vom 13.11.2020

[1.1.23] Lagerwey Wind BV:
FEA of the EP5-E160-E2 Rotor Frame
Dokument Nr.: M03-C2-40-000742-R0
Rev. R0, vom 13.11.2020

Stator

[1.1.24] Lagerwey Wind BV:

SA of strength analysis stator base frame LP4

Dokument Nr.: M03-C2-40-000340-R2

Rev. R2, vom 13.12.2018

[1.1.25] Lagerwey Wind BV:

FEA of strength analysis stator base frame LP4

Dokument Nr.: M03-C2-40-000339-R2

Rev. R2, vom 13.12.2018

Wartungsbremse

[1.1.26] Lagerwey Wind BV:

Calculation of the generator brake service brake system LP4

Dokument Nr.: M03-C2-40-000363-R1

Rev. R1, vom 13.06.2017

Rotorarretierung

[1.1.27] Lagerwey Wind BV:

SA of the generator locking device LP4

Dokument Nr.: M03-C2-40-000343-R1

Rev. R1, vom 18.12.2018

[1.1.28] Lagerwey Wind BV:

FEA of the generator locking device LP4

Dokument Nr.: M03-C2-40-000342-R1

Rev. R1, vom 18.12.2018

[1.1.29] Lagerwey Wind BV:

SA of the generator locking device EP5-HP

Dokument Nr.: M03-C2-40-000602-R1

Rev. R1, vom 01.10.2020

Schraubverbindungen

[1.1.30] Lagerwey Wind BV:

SA of the Nacelle 2760 V1 bolted connections L136

Dokument Nr.: M02-C2-40-000346-R0

Rev. R0, vom 13.03.2017

[1.1.31] Lagerwey Wind BV:

FEA of the Nacelle 2760 V1 bolted connections L136

Dokument Nr.: M02-C2-40-000345-R0

Rev. R0, vom 13.03.2017

[1.1.32] Lagerwey Wind BV:

SA of the Main Bearing bolted connections L136

Dokument Nr.: M03-C2-40-000383-R0

Rev. R0, vom 21.06.2017

[1.1.33] Lagerwey Wind BV:

FEA of the main bearing bolted connections L136

Dokument Nr.: M03-C2-40-000382-R0

Rev. R0, vom 21.06.2017

[1.1.34] Lagerwey Wind BV:

L147 FEA of bolted connections in hub to LM71.8 blade assembly

Dokument Nr.: M05-C2-40-000503-R0

Rev. R0, vom 29.11.2018

[1.1.35] Lagerwey Wind BV:

L147 SA of bolted connections in hub to LM71.8 blade assembly

Dokument Nr.: M05-C2-40-000504-R0

Rev. R0, vom 30.11.2018

[1.1.36] Lagerwey Wind BV:

SA of EP5-E160-E2 main bearing bolted connections

Dokument Nr.: M03-C2-40-000741-R0

Rev. R0, vom 14.11.2020

[1.1.37] Lagerwey Wind BV:

FEA of EP5-E160-E2 main bearing bolted connections

Dokument Nr.: M03-C2-40-000740-R0

Rev. R0, vom 14.11.2020

Azimutlager

[1.1.38] Lagerwey Wind BV:

SA of the Yaw Bearing Raceway and Gear-pinion LP4 - Thyssenkrupp Rothe Erde

Dokument Nr.: M02-C2-40-000518-R0

Rev. R0, vom 18.12.2018

Azimutgetriebe

[1.1.39] Lagerwey Wind BV:

SA of the Yaw Drive Planetary Gearbox LP4 - Bonfiglioli

Dokument Nr.: M02-C2-40-000355-R1

Rev. R1, vom 11.12.2018

Azimutbremse

- [1.1.40] Lagerwey Wind BV:
Calculation of the yaw brake system LP4
Dokument Nr.: M02-C2-40-000362-R0
Rev. R0, vom 14.03.2017

Azimutbremsscheibe

- [1.1.41] Lagerwey Wind BV:
SA of the yaw brake disc L136
Dokument Nr.: M02-C2-40-000347-R1
Rev. R1, vom 24.05.2017

- [1.1.42] Lagerwey Wind BV:
FEA of the yaw brake disc L136
Dokument Nr.: M02-C2-40-000360-R0
Rev. R0, vom 04.05.2017

Hydrauliksystem

- [1.1.43] Trebu Technology BV:
Hydraulic Diagram Powerunit Lagerwey L136 Windturbine
Dokument Nr.: OH-163401.1
Rev. 1, vom 05.10.2016

Maschinenhaus- und Nabenverkleidung

- [1.1.44] Lagerwey Wind BV:
SA of the LP4 nacelle covers and hub spinners
Dokument Nr.: M00-C2-40-000341-R2
Rev. R2, vom 23.06.2017

Lastvergleiche

- [1.1.45] Lagerwey Wind BV:
Load set comparison L136 4.5MW t132m updated stiffness VERSUS certified
load set L136 4.5MW t132m
Dokument Nr.: M00-C2-40-000388-R0
Rev. R0, vom 04.07.2017
- [1.1.46] Lagerwey Wind BV:
Load set comparison LP4 - L136 4.5MW t132m IIA update & L147 4.3MW
t132m IIA vs certified load set L136 4.5MW t132m IIA
Dokument Nr.: M00-C2-40-000500-R0
Rev. R0, vom 08.12.2018

[1.1.47] Lagerwey Wind BV:

Load set comparison LP4 - L147 4.36MW t155m IIA

Dokument Nr.: M00-C2-40-000607-R0

Rev. R0, vom 18.10.2019

[1.1.48] Lagerwey Wind BV:

Load set comparison LP4 - L147 4.36MW t126m IIA

Dokument Nr.: M00-C2-40-000712-R0

Rev. R0, vom 17.08.2020

[1.1.49] Lagerwey Wind BV:

Load set comparison EP5 – E-147 E2 5.2MW t126m & 155m IIA

Dokument Nr.: M00-C2-40-000713-R0

Rev. R0, vom 08.10.2020

[1.1.50] Lagerwey Wind BV:

Load set comparison EP5 - E-160 E2 5.5MW t143m IIIA

Dokument Nr.: M00-C2-40-000745-R0

Rev. R0, vom 14.11.2020

[1.1.51] Lagerwey Wind BV:

Load set comparison EP5 - E-160 E2 5.5MW t120m & 166m IIIA

Dokument Nr.: M00-C2-40-000826-R0

Rev. R0, vom 25.03.2021

Restsicherheitsbetrachtungen

[1.1.52] Lagerwey Wind BV:

RSA LP4 Mach Components on basis of comparison 40-000500 - L136 4.5MW
t132m IIA update & L147 4.3MW t132m IIA

Dokument Nr.: M00-C2-40-000501-R0

Rev. R0, vom 08.12.2018

[1.1.53] Lagerwey Wind BV:

RSA LP4 Mach Components on basis of comparison 40-000607 - L147
4.36MW t155m IIA

Dokument Nr.: M00-C2-40-000608-R0

Rev. R0, vom 18.10.2019

[1.1.54] Lagerwey Wind BV:

RSA LP4 Mach Components on basis of comparison 40-000712 - L147
4.36MW t126m IIA

Dokument Nr.: M00-C2-40-000714-R0

Rev. R0, vom 17.08.2020

[1.1.55] Lagerwey Wind BV:

RSA EP5 Mach Components on basis of comparison 40-000713 – E-147 E2
5.2MW t126m & 155m IIA
Dokument Nr.: M00-C2-40-000715-R0
Rev. R0, vom 08.10.2020

[1.1.56] Lagerwey Wind BV:

RSA EP5 Mach Components on basis of comparison 40-000745 - EP5 - E-160
E2 5.5 MW t143m IIIA
Dokument Nr.: M00-C2-40-000746-R0
Rev. R0, vom 14.11.2020

[1.1.57] Lagerwey Wind BV:

RSA EP5 Mach Components on basis of comparison 40-000826 - EP5 - E-160
E2 5.5 MW t120m & 166m IIIA
Dokument Nr.: M00-C2-40-000827-R0
Rev. R0, vom 25.03.2021

1.2 Dazugehörige Dokumente

Blattlager

[1.2.1] Lagerwey Wind BV:

Design specification Blade Bearing LP4
Dokument Nr.: M04-C2-30-10377-R7
Rev. R7, vom 08.05.2018

[1.2.2] Lagerwey Wind B.V.:

LP4; L147; Design specification blade bearing
Dokument Nr.: M04-C05-30-10629-R0
Rev. R0, vom 07.05.2019

Blattverstellgetriebe

[1.2.3] Lagerwey Wind BV:

Design Specification Pitch Drives LP4
Dokument Nr.: M04-C5-30-10420-R4
Rev. R4, vom 22.11.2018

Rotornabe

[1.2.4] Lagerwey Wind BV:

Casting specification Hub 2340
Dokument Nr.: M04-C5-30-10408-R1
Rev. R1, vom 25.05.2016

Hauptlager

- [1.2.5] Lagerwey Wind BV:
Design specification Main Bearing LP4
Dokument Nr.: M03-C2-30-10376-R5
Rev. R5, vom 18.01.2017
- [1.2.6] Lagerwey Wind BV:
Design specification Main Bearing EP5 E2
Dokument Nr.: M03-C2-30-10976-R0
Rev. R0, vom 04.12.2020

Hauptlagerstruktur

- [1.2.7] Lagerwey Wind BV:
Casting specification bearing housing 3200
Dokument Nr.: M03-C5-30-10417-R0
Rev. R0, 30.03.2017
- [1.2.8] Lagerwey Wind BV:
Casting specification bearing carrier 3200
Dokument Nr.: M03-C5-30-10414-R0
Rev. R0, 30.03.2017

Maschinenträger

- [1.2.9] Lagerwey Wind BV:
Casting specification Nacelle 2760
Dokument Nr.: M02-C5-30-10411-R1
Rev. R1, vom 25.05.2016

Generatorarretierung

- [1.2.10] Lagerwey Wind BV:
LP4 Description operation and safety system
Dokument Nr.: M00-C2-40-050219-R0
Rev. R0, vom 05.12.2018

Azimutlager

- [1.2.11] Lagerwey Wind BV:
Design specification Yaw Bearing LP4
Dokument Nr.: M02-C2-30-10378-R7
Rev. R7, vom 08.05.2018

Azimutgetriebe

- [1.2.12] Lagerwey Wind BV:
Design Specification Yaw Drives LP4
Dokument Nr.: M02-C5-30-10419-R4
Rev. R4, vom 09.11.2018

Maschinenhaus- und Nabenverkleidung

- [1.2.13] Lagerwey Wind BV:
LP4 Covers and spinners GFRP material specification
Dokument Nr.: M00-C5-30-10497-R0
Rev. R0, vom 16.05.2017

Design Basis

- [1.2.14] Lagerwey Wind BV:
Design Basis LP4 / EP5 Turbine Configurations
Dokument Nr.: M00-C2-30-10480 R10
Rev. R10, vom 15.01.2021

Stahlschweißkonstruktionen

- [1.2.15] Lagerwey Wind BV:
Specification for welded steel constructions
Dokument Nr.: M00-C5-30-10034-R4
Rev. R4, vom 11.05.2016

Schraubenzeichnungen

- [1.2.16] Lagerwey Wind BV:
Yaw bearing stud M36-10.9
Zeichnung Nr.: 20-020933
Rev. A, vom 05.09.2016
- [1.2.17] Lagerwey Wind BV:
Yaw bearing stud M36 10.9
Zeichnung Nr.: 20-011490
Rev. A, vom 04.10.2016
- [1.2.18] Lagerwey Wind BV:
Gen to nac double end stud M39 -10.9
Zeichnung Nr.: 20-030786
Rev. B, vom 28.09.2016
- [1.2.19] Lagerwey Wind BV:
Main bearing stud bolt M39-10.9
Zeichnung Nr.: 20-030845
Rev. B, vom 09.09.2016

- [1.2.20] Lagerwey Wind BV:
Gen to hub double end stud M36 - 10.9
Zeichnung Nr.: 20-030865
Rev. A, vom 08.07.2016
- [1.2.21] Lagerwey Wind BV:
Main bearing housing studbolt M30-10.9
Zeichnung Nr.: 20-030891
Rev. A, vom 05.09.2016
- [1.2.22] Lagerwey Wind BV:
Hub - Main Bearing Housing, double end stud bolt M39-10.9
Zeichnung Nr.: 20-031634
Rev. A, vom 12.09.2019
- [1.2.23] Lagerwey Wind BV:
Press Ring - Bearing Carrier, stud bolt M39-10.9
Zeichnung Nr.: 20-031543
Rev. A, vom 18.09.2019

1.3 Lastannahmen

- [1.3.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme - Windenergieanlage L147, RB LM71.8P (VG +
Serrations), NH 132 (MST), DIBt WZ 2, GK II - Lastannahmen -
Bericht Nr.: 8116 090 508-1 D I
Rev. 0, vom 2018-12-03
- [1.3.2] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage L147/ E-147 P4360
T155M2BLM, RB LM 71.8 P, NH 155 m (T155M2 - modularer Stahlrohrturm),
DIBt WZ 2, GK II - Lastannahmen -
Bericht Nr.: 8117 485 212-1 D I
Rev. 0, vom 2019-11-11
- [1.3.3] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage L147/ E-147 P4360 T126M2
BLM, RB LM 71.8 P, NH 126 m (T126M2 - modularer Stahlrohrturm), DIBt WZ
3, GK II - Lastannahmen -
Bericht Nr.: 8118 329 386-1 D I
Rev. 0, vom 30.09.2020
- [1.3.4] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-147 EP5 E2, RB LM718 P
Gen B, NH 155 m (E-147 EP5 E2-MST-155-FB-C-01), DIBt WZ 2 (S), GK II
- Lastannahmen -
Bericht Nr.: 8118 329 386-1 D III
Rev. 0, vom 20.11.2020

- [1.3.5] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-147 EP5 E2, RB LM71.8 P
Gen B, NH 126 m (E-147 EP5 E2-MST-126-FB-C-01), DIBt WZ 3 (S), GK II
- Lastannahmen -
Bericht Nr.: 8118 329 386-1 D II
Rev. 0, vom 20.11.2020
- [1.3.6] TÜV SÜD Industrie Service GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme - Bewertung der Konstruktion - Lastannahmen
Windenergieanlage ENERCON / Lagerwey E-160 EP5 E2 - 5500 kW, Rotorblatt
Typ LM 78.3 P Gen B, Nabenhöhe 140 m und 143 m über Geländeoberkante,
WEA-Klasse IIIA gemäß IEC und Windzone 2, Geländekategorie II gemäß DIBt
Bericht Nr.: 3327372-1-d
Rev. 0, vom 17.12.2020
- [1.3.7] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-160 EP5 E2, RB LM78.3 P,
NH 120 m (T120M2), DIBt WZ S, GK S - Lastannahmen -
Bericht Nr.: 8119 042 164-1 D V
Rev. 0, vom 30.04.2021
- [1.3.8] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-160 EP5 E2, RB LM78.3 P,
NH 166 m (T166M2), DIBt WZ S, GK S - Lastannahmen -
Bericht Nr.: 8119 042 164-1 D VI
Rev. 1, vom 18.05.2021

1.4 Zugehörige Prüfberichte

- [1.4.1] TÜV NORD CERT GmbH:
Evaluation Report Wind Turbine Platform LP4 / EP5, IEC 61400-22
- Design Basis -
Bericht Nr.: 8114242475-0 E I
Rev. 6, vom 03.02.2021
- [1.4.2] TÜV SÜD Industrie Service GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme - Bewertung der Konstruktion - Maschinenbauliche
Komponenten - Windenergieanlage ENERCON / Lagerwey E160 EP5 E1
Bericht Nr.: 3217980-75-d
Rev. 2, vom 15.01.2021
- [1.4.3] TÜV SÜD Industrie Service GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme - Bewertung der Konstruktion -
Strukturkomponenten Windenergieanlage ENERCON/Lagerwey E-160 EP5 E1
Bericht Nr.: 3217980-7-d
Rev. 2, vom 15.01.2021

- [1.4.4] TÜV SÜD Industrie Service GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme - Bewertung der Konstruktion - Maschinenhaus
und Nabenverkleidung - Windenergieanlage ENERCON/Lagerwey E160 EP5 -
4800 kW, WK IIIA
Bericht Nr.: 3261218-1-d
Rev. 1, vom 20.07.2020

1.5 Hauptzeichnungen

- [1.5.1] Lagerwey Wind BV:
L136 - Nac-Gen-Hub assy
Zeichnung Nr.: 20-000149
Rev. 06, vom 12.07.2016
- [1.5.2] Lagerwey Wind BV:
EP5 E160-E2 - Nac-Gen-Hub assy
Zeichnung Nr.: 20-000286
Rev. B, vom 27.11.2020

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt):
Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011
Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen
(IEC 61400-1:2005 + A1:2010)
Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010

3 Einleitung

Die in diesem Prüfbericht unter Abschnitt 4.3 gelisteten maschinenbaulichen Komponenten und Strukturen wurden hinsichtlich ihrer Anforderungen an Auslegung und Gebrauchstauglichkeit für die Verwendung in Windenergieanlagen geprüft.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Anlagenkonzept

Die technische Spezifikation der Windenergieanlage ist dem Dokument [1.2.14] zu entnehmen. Nachfolgend sind die wichtigsten Kenngrößen aufgeführt:

Antriebskonzept:	Direktantrieb
Auslegungslebensdauer für alle Komponenten:	20 Jahre
Blattverstellungssystem:	Verstellgetriebe mit Motor
Windrichtungsnachführung:	Verstellgetriebe mit Motor
Arretierung der Windrichtungsnachführung:	Zwei unabhängige Bremssysteme
Generatorfrequenz:	50 Hz
Generatorhersteller:	Lagerwey Wind BV
Generatorbezeichnung:	- LW 5600-4300 (L147/E-147) - E-147 E2 EP5-GU-01 (E-147 EP5 E2) - E-160 E2 EP5-GU-01 (E-160 EP5 E2)

4.2 Umgebungsbedingungen

Die maschinenbaulichen Komponenten wurden für die in Tabelle 4.1 aufgeführten Umgebungstemperaturen geprüft.

Bedingung	Temperaturbereich Betrieb	Temperaturbereich Extrem
Windzone gem. DIBt	-10 °C < t < +40 °C	-20 °C < t < +50 °C

Tabelle 4.1: Temperaturbereiche

4.3 Geprüfte mechanische Komponenten und Strukturen

Für alle unten aufgeführten maschinenbaulichen Komponenten wurden Festigkeitsprüfungen oder Lastvergleiche auf der Grundlage der Auslegungslasten durchgeführt. Für den Nachweis der Komponenten wurden Spezifikationen, Auslegungsberechnungen, Datenblätter, Testberichte und Bauteilzeichnungen geprüft.

In der jeweiligen Komponentenspezifikation wird die zugehörige bauteilspezifische Hauptzeichnung zur Identifikation einer Komponente aufgeführt.

Die maschinenbaulichen Komponenten der Gondel der Windenergieanlagen E-147 EP5 E2 (Varianten 4 und 5 aus Tabelle 4.2) wurden den Gutachtlichen Stellungnahmen [1.4.2] und [1.4.3] entnommen.

4.3.1 Blattlager

4.3.1.1 Komponentenspezifikation

Hersteller:	Thyssenkrupp (PSL)
Typ:	Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung:	9I-2B60-3327-1902
Material:	42CrMo4 QT
Zeichnung Nr.:	9-1902-PV, Rev. -, vom 02.07.2018
Schraubensatz Innen	M05-C5-20-050062, Rev. B, vom 09.01.2019
Schraubensatz Aussen	M04-C5-20-040635, Rev. A, vom 16.07.2018
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-5 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.1.2 Alternative Komponente

Hersteller:	Thyssenkrupp (PSL)
Typ:	Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung:	9I-2B60-3327-1913
Material:	42CrMo4 QT
Zeichnung Nr.:	9-1913-PV, Rev. 1, vom 17.01.2019
Schraubensatz Innen	M05-C5-20-050062, Rev. B, vom 09.01.2019
Schraubensatz Aussen	M04-C5-20-040635, Rev. A, vom 16.07.2018
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-5 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.1.3 Alternative Komponente

Hersteller:	Liebherr Components Biberach GmbH
Typ:	Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung:	12960552
Material:	42CrMo4+QT
Zeichnung Nr.:	KUD03355-080WJ18-001-000, Rev. 00.2, vom 02.12.2019
Verwendung:	WEA Variante Nr. 6-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.1.4 Alternative Komponente

Hersteller:	Thyssenkrupp Rothe Erde GmbH
Typ:	Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung:	83850080
Material:	42CrMo4 V / Q+T
Zeichnung Nr.:	092.80.3355.100.48.140D, Rev. B, vom 09.12.2019
Verwendung:	WEA Variante Nr. 6-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.1.5 *Alternative Komponente*

Hersteller: Liebherr Components Biberach GmbH
Typ: Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung: 12887468
Material: 42CrMo4+QT
Zeichnung Nr.: KUD03330-060WJ18-002-900,
Rev. 03.1, vom 03.07.2020
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-5 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2 **Blattverstellgetriebe**

4.3.2.1 *Komponentenspezifikation*

Hersteller: Bonfiglioli Trasmital
Typ: Dreistufiges Planeten-Kegelradgetriebe
Handelsbezeichnung: 2T711T4182A01
Übersetzung: 182,1
Hauptzeichnung Nr.: I7110T000400, Rev. B, vom 05.12.2016
Schnittzeichnung Nr.: A7110T008000, Rev. A, vom 19.07.2016
Ritzelwelle Zeichnung Nr.: 6630090590, Rev. B, vom 18.05.2017
Motorbezeichnung: KEB 7608000-4000
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-5 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2.2 *Alternative Komponente*

Hersteller: Bonfiglioli Trasmital
Typ: Dreistufiges Planetenradgetriebe
Handelsbezeichnung: 711 T3N
Produktcode: JB00009089
Übersetzung: 174,5
Hauptzeichnung Nr.: I7110T004601, Rev. B, vom 13.03.2020
Schnittzeichnung Nr.: A7110T012400, Rev. A, vom 28.02.2020
Ritzelwelle Zeichnung Nr.: YP00012076, Rev. B, vom 13.03.2020
Motorbezeichnung: KEB 7608000-4000
Verwendung: WEA Variante Nr. 6-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.2.3 *Alternative Komponente*

Hersteller: Liebherr Components Biberach GmbH
Typ: Dreistufiges Planetenradgetriebe
Handelsbezeichnung: DAT 400/3460
Produktcode: 12865698
Übersetzung: 175
Hauptzeichnung Nr.: 368 460 4000 99 0, Rev. 04.2, vom 18.06.2020
Schnittzeichnung Nr.: 368 460 4000 00 0, Rev. 02.2, vom 19.09.2019
Ritzelwelle Zeichnung Nr.: 368 460 4000 10 0, Rev. 02.6, vom 02.12.2019
Motorbezeichnung: KEB 7608000-4000

Verwendung: WEA Variante Nr. 6-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.3 Blatтарretierung

4.3.3.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Stahlbauteil
Material: S355J2+N/ S690QL
Zeichnung Nr.: 20-902797, Rev. D, vom 03.05.2018
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.4 Rotornabe

4.3.4.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Gussbauteil
Material: EN-GJS-400-18-LT
Rohteilzeichnung Nr.: 20-040393, Rev. F, vom 07.03.2018, 7 Blätter
Fertigzeichnung Nr.: 20-040619, Rev. A, vom 07.03.2018, 8 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-5 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.4.2 Alternative Komponente

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Gussbauteil
Material: EN-GJS-400-18-LT
Rohteilzeichnung Nr.: 20-040697, Rev. B, vom 21.06.2019
Fertigzeichnung Nr.: 20-040696, Rev. C, vom 31.10.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 6-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.4.3 Alternative Komponente

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Gussbauteil
Material: EN-GJS-400-18-LT
Rohteilzeichnung Nr.: 20-040884, Rev. A, vom 06.03.2020
Fertigzeichnung Nr.: 20-040885, Rev. A, vom 06.03.2020
Verwendung: WEA Variante Nr. 6-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5 Hauptlager

4.3.5.1 Komponentenspezifikation

Hersteller: FAG Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Typ: Kegelrollenlager
Handelsbezeichnung: F-621876.TR1-WPOS
Zeichnung Nr.: EDD F-621876.TR1-WPOS 000, Rev. AB,
vom 10.06.2016
Hinweis: Aus zwei identischen Kegelrollenlagern in O-Anordnung
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5.2 Alternative Komponente

Hersteller: PSL, a.s.
Typ: Kegelrollenlager
Handelsbezeichnung: PSL612-402
Zeichnung Nr.: PSL612-402-PV1, Rev. 1, vom 17.10.2016
Hinweis: Aus zwei identischen Kegelrollenlagern in O-Anordnung
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5.3 Alternative Komponente

Hersteller: FAG Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Typ: Kegelrollenlager
Handelsbezeichnung: F-621876.TR1-WPOS
Zeichnung Nr.: EDD F-621876.TR1-WPOS 000, Rev. AD,
vom 08.05.2020
Hinweis: Aus zwei identischen Kegelrollenlagern in O-Anordnung
Verwendung: WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.5.4 Alternative Komponente

Hersteller: PSL, a.s.
Typ: Kegelrollenlager
Handelsbezeichnung: PSL612-402
Zeichnung Nr.: PSL612-402-PV3, Rev. 3, vom 21.04.2020
Hinweis: Aus zwei identischen Kegelrollenlagern in O-Anordnung
Verwendung: WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.6 Hauptlagerstruktur

4.3.6.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Guss- und Stahlbauteil
Material: EN-GJS-400-18-LT/ S355J2+N
Zeichnung Nr., Träger: 20-030706, Rev. D, vom 27.10.2016, 5 Blätter
Zeichnung Nr., Gehäuse: 20-030704, Rev. E, vom 21.11.2016, 4 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.6.2 Alternative Komponente

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Guss- und Stahlbauteil
Material: EN-GJS-400-18-LT/ S355J2+N
Zeichnung Nr., Träger: 20-031507, Rev. B, vom 02.12.2019, 5 Blätter
Zeichnung Nr., Gehäuse: 20-031505, Rev. B, vom 24.02.2020, 4 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 4-5 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.6.3 Alternative Komponente

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Gussbauteil
Material: EN-GJS-400-18-LT
Zeichnung Nr., Träger: 20-031732, Rev. D, dated 2020-09-18
Zeichnung Nr., Gehäuse: 20-031730, Rev. D, dated 2020-09-18
Verwendung: WEA Variante Nr. 6-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.7 Maschinenträger

4.3.7.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Gussbauteil
Material: EN-GJS-400-18U-LT
Rohteilzeichnung Nr.: 20-021435, Rev. A, vom 05.04.2018, 7 Blätter
Fertigzeichnung Nr.: 20-021436, Rev. A, vom 05.04.2018, 9 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.7.2 Alternative Komponente

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Gussbauteil
Material: EN-GJS-400-18U-LT
Rohteilzeichnung Nr.: 20-022427, Rev. A, vom 26.03.2020, 8 Blätter
Fertigzeichnung Nr.: 20-022750, Rev. A, vom 19.11.2020, 11 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.8 Generatorrotor

4.3.8.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Schweißbauteil
Material: S355J2, S235JR
Zeichnung Nr.: 20-030720, Rev. G, vom 28.06.2018, 6 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.8.2 Alternative Komponente

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Schweißbauteil
Material: S355J2, S235JR
Zeichnung Nr.: 20-031413, Rev. D, vom 13.12.2019, 7 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 4-5 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.8.3 Alternative Komponente

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Schweißbauteil
Material: S355J2, S235JR
Zeichnung Nr.: 20-031743, Rev. B, vom 07.05.2020, 7 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 6-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.9 Stator

4.3.9.1 Komponentenspezifikation

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Schweißbauteil
Material: S355J2, S235J2
Zeichnung Nr.: 20-031248, Rev. F, vom 25.10.2018, 17 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.9.2 Alternative Komponente

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Schweißbauteil
Material: S355J2, S235J2, S235JR
Zeichnung Nr.: 20-031433, Rev. C, vom 12.08.2019, 14 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.10 Wartungsbremse

4.3.10.1 Komponentenspezifikation

Hersteller:	Trebu Technology BV
Typ:	Hydraulische Scheibenbremse
Handelsbezeichnung:	AB-2-90
Zeichnung Nr.:	200-290-000-GD, Rev. 1, vom 14.07.2017
Anzahl der Bremsen:	2
Reibbelag:	TR-F14
Hinweis:	Siehe 6.2
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.10.2 Alternative Komponente

Hersteller:	Trebu Technology BV
Typ:	Hydraulische Scheibenbremse
Handelsbezeichnung:	AB-2-90
Zeichnung Nr.:	200-290-100, Rev. 0, vom 12.02.2019
Anzahl der Bremsen:	2 (L147 / E-147) 6 (E-160)
Reibbelag:	TR-F14
Hinweis:	Siehe 6.2
Verwendung:	WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.11 Rotorarretierung

4.3.11.1 Komponentenspezifikation

Auslegung:	Lagerwey Wind BV
Typ:	Stahlbauteil
Material:	34CrNiMo6
Zeichnung Nr.:	20-030787, Rev. B, vom 30.01.2017
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.12 Azimutlager

4.3.12.1 Komponentenspezifikation

Hersteller:	Thyssenkrupp (PSL)
Typ:	Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung:	9E-2B55-2905-1900
Material:	42CrMo4 QT
Zeichnung Nr.:	9-1900-PV, Rev. -, vom 22.06.2018
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.12.2 *Alternative Komponente*

Hersteller: Liebherr Components Biberach GmbH
Typ: Zweireihige Kugeldrehverbindung
Handelsbezeichnung: 12887431
Material: 42CrMo4 QT
Zeichnung Nr.: KUD02902-060WJ18-001-900,
Rev. 03.1, vom 03.07.2020
Verwendung: WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.13 **Azimutgetriebe**

4.3.13.1 *Komponentenspezifikation*

Hersteller: Bonfiglioli Trasmital
Typ: Fünfstufiges Planetengetriebe
Handelsbezeichnung: MT712T078
Übersetzung: 1744.8
Hauptzeichnung Nr.: I7120T013000, Rev. D, vom 14.05.2018
Schnittzeichnung Nr.: A7120T005600, Rev. F, vom 14.05.2018
Ritzelwelle Zeichnung Nr.: 6630091030, Rev. A, vom 23.02.2017
Motor: Bonfiglioli Riduttori BN 132S6 400/690-50 IP55 CLF B5
FD 50 RM SB 400 SA E3
Anzahl der Getriebe: 12
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.13.2 *Alternative Komponente*

Hersteller: Bonfiglioli Trasmital
Typ: Fünfstufiges Planetengetriebe
Handelsbezeichnung: 712T5V
Übersetzung: 1744.8
Hauptzeichnung Nr.: I7120T025500, Rev. -, vom 18.03.2020
Hauptzeichnung Nr. (Altern.): I7120T022901, Rev. -, vom 16.03.2020
Schnittzeichnung Nr.: A7120T017100, Rev. -, vom 18.03.2020
Ritzelwelle Zeichnung Nr.: YP00012870, Rev. -, vom 16.03.2020
Motorbezeichnung: Bonfiglioli Riduttori BN 132S6 400/690-50 IP55 CLF B5
FD 50 RM SB 400 SA E3
Anzahl der Getriebe: 12
Verwendung: WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.13.3 *Alternative Komponente*

Hersteller:	Liebherr Components Biberach GmbH
Typ:	Fünfstufiges Planetengetriebe
Handelsbezeichnung:	DAT 450/3461
Übersetzung:	1750
Hauptzeichnung Nr.:	368 461 4000 99 1, Rev. 06.5, vom 18.06.2020
Hauptzeichnung Nr. (Altern.):	368 461 4000 99 0, Rev. 07.5, vom 18.06.2020
Schnittzeichnung Nr.:	368 461 4000 00 1, Rev. 04.1, vom 02.12.2019
Schnittzeichnung Nr. (Altern.):	368 461 4000 00 0, Rev. 04.1, vom 02.12.2019
Ritzelwelle Zeichnung Nr.:	368 461 4000 10 0, Rev. 01.2, vom 02.12.2019
Motorbezeichnung:	Suzhou LEGO Motors Co., Ltd. AKEJ112M-6R / AKEJ112M-6T
Anzahl der Getriebe:	12
Verwendung:	WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.14 **Azimutbremse**

4.3.14.1 *Komponentenspezifikation*

Hersteller:	Trebu Technology BV
Typ:	Hydraulische Scheibenbremse
Handelsbezeichnung:	AB-3-120
Zeichnung Nr.:	200-3120-001-REV1-GD, Rev. 1, vom 14.07.2017
Anzahl der Bremsen:	12
Reibbelag:	TR-F20
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.14.2 *Alternative Komponente*

Hersteller:	Trebu Technology BV
Typ:	Hydraulische Scheibenbremse
Handelsbezeichnung:	AB-3-120-105
Zeichnung Nr.:	200-3120-105, Rev. A, vom 12.07.2020
Anzahl der Bremsen:	12
Reibbelag:	20-1185 / 20-1179 (Verschleißerkennung)
Verwendung:	WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.15 **Azimutbremsscheibe**

4.3.15.1 *Komponentenspezifikation*

Auslegung:	Lagerwey Wind BV
Typ:	Stahlbauteil
Material:	S355J2+N
Zeichnung Nr.:	20-020939, Rev. C, vom 19.12.2016
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.15.2 *Alternative Komponente*

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Typ: Stahlbauteil
Material: S355J2+N
Zeichnung Nr.: 20-021693, Rev. C, vom 27.02.2020
Verwendung: WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.16 **Hydrauliksystem**

4.3.16.1 *Komponentenspezifikation*

Hersteller: Trebu Technology BV
Typ: Hydraulikaggregat
Schaltungsplan: OH-163401.1, Rev. 1, vom 05.10.2016
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-3 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.16.2 *Alternative Komponente*

Hersteller: Trebu Technology BV
Typ: Hydraulikaggregat
Schaltungsplan: OH-163401.1, Rev. 3, vom 20.01.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 4-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.17 **Maschinenhausverkleidung**

4.3.17.1 *Komponentenspezifikation*

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Extremwindgeschwin. V_{e50} : 70 m/s = IEC I
Material: GFK
Gelcoat: Vendor: DMS / Typ: Arctic 8005-W-1
Glasfassermatte: Vendor: Vetrotex / Typ: P207
Harz: Vendor: DMS / Typ: Synolite 83388-P-1
Laminat Zeichnung Nr.: 20-020888, Rev. D, vom 22.06.2017
Stahlstruktur Zeichnung Nr.: 20-021152, Rev. A, vom 16.06.2017, 2 Blätter
Wetterstation Zeichnung Nr.: 20-021136, Rev. A, vom 16.06.2017, 3 Blätter
Verwendung: WEA Variante Nr. 1-5 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.17.2 *Alternative Komponente*

Auslegung: Lagerwey Wind BV
Extremwindgeschwin. V_{e50} : 70 m/s (IEC I)
Material: GFK und Stahlstruktur
Laminat Zeichnung Nr.: 20-021561, Rev. C, vom 04.06.2019
Stahlstruktur Zeichnung Nr.: 20-021660, Rev. A, vom 01.05.2019
Verwendung: WEA Variante Nr. 6-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.18 Nabenverkleidung

4.3.18.1 Komponentenspezifikation

Auslegung:	Lagerwey Wind BV
Extremwindgeschwin. V_{e50} :	70 m/s = IEC I
Material:	GFK
Gelcoat:	Vendor: DMS / Typ: Arctic 8005-W-1
Glasfassermate:	Vendor: Vetrotex / Typ: P207
Harz:	Vendor: DMS / Typ: Synolite 83388-P-1
Nabendeckel Zeichnung Nr.:	20-040473, Rev. B, vom 30.06.2017, 4 Blätter
Blattdeckel Zeichnung Nr.:	20-050048, Rev. B, vom 11.05.2017
Verwendung:	WEA Variante Nr. 1-5 (siehe Tabelle 4.2)

4.3.18.2 Alternative Komponente

Auslegung:	Lagerwey Wind BV
Extremwindgeschwin. V_{e50} :	70 m/s (IEC I)
Material:	GFK und Stahlstruktur
Verkleidung Zeichnung Nr.:	20-040760, Rev. A, vom 23.07.2019
Stahlstruktur Zeichnung Nr.:	20-040795, Rev. A, vom 14.01.2020
Verwendung:	WEA Variante Nr. 6-9 (siehe Tabelle 4.2)

4.4 Verwendung in Windenergieanlagen

Die Eignung der maschinenbaulichen Komponenten wurde für die in Tabelle 4.2 gelisteten Windenergieanlagen geprüft. Hierfür wurden die vom Hersteller Lagerwey Wind BV eingereichten Prüfunterlagen zugrunde gelegt. Für die dort aufgeführten Anlagenkonfigurationen liegen geprüfte Lastannahmen vor, die im Detail den Dokumenten unter Punkt 1.3 zu entnehmen sind.

Variante Nr.	WEA Bezeichnung	Nennleistung	Rotorblatt	Nabenhöhe	DIBt Windzone	Geländekategorie
1	L147 / E-147	4.3 MW	LM71.8P (VG + Serrations)	132 m (MST)	WZ 2	GK II
2	L147 / E-147	4.3 MW	LM71.8P (VG + T-Spoiler)	155 m (T155M2(MST))	WZ 2	GK II
3	L147 / E-147	4.3 MW	LM71.8P (VG + T-Spoiler)	126 m (T126M2(MST))	WZ 3	GK II
4	E-147 EP5 E2	5.0 MW	LM71.8P (VG + T-Spoiler + Serrations)	155 m (E-147 EP5 E2- MST-155-FB-C-01)	WZ 2 (S)	GK II
5	E-147 EP5 E2	5.0 MW	LM71.8P (VG + T-Spoiler + Serrations)	126 m (E-147 EP5 E2- MST-126-FB-C-01)	WZ 3 (S)	GK II
6	E-160 EP5 E2	5.5 MW	LM 78.3 P	140 m (T140M2)	WZ 2	GK II
7	E-160 EP5 E2	5.5 MW	LM 78.3 P	143 m (T143M2)	WZ 2	GK II
8	E-160 EP5 E2	5.5 MW	LM 78.3 P	120 m (T120M2)	WZ S	GK S
9	E-160 EP5 E2	5.5 MW	LM 78.3 P	166 m (T166M2)	WZ S	GK S

Tabelle 4.2: Anlagenvarianten

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethoden

Die eingereichten Unterlagen wurden auf Vollständigkeit und Inhalt geprüft und bezüglich der Nachweismethoden und der Berechnungsgrundlagen bewertet. Dabei wurden die erforderlichen Sicherheiten und Spannungsreserven berücksichtigt. Die Prüfung erfolgte anhand von Spezifikationen, Berechnungsunterlagen und Zeichnungen, sowie zugehörigen Prüfberichten.

Die Prüfung der Auslegung und Tragfähigkeit der maschinenbaulichen Komponenten erfolgte teilweise auf der Grundlage von Lastvergleichen. Zu diesem Zweck wurden die ursprünglich verwendeten Auslegungslasten mit den dem Dokument [1.3.1] aufgeführten Extrem- und Betriebslasten unter Berücksichtigung der Mittellasten verglichen. Äquivalente Momente und resultierende Beanspruchungen wurden unter Beachtung der geforderten Lebensdauer der Komponenten ermittelt.

Lastunterschiede zwischen Auslegungslasten und neuen Lasten wurden bewertet. Bei Lastüberschreitungen wurden die Spannungsreserven anhand der Typenprüfungsunterlagen neu berechnet.

Die Beurteilung der statischen und betriebsfesten Auslegung der maschinenbaulichen Komponenten und Strukturen basiert auf den Anforderungen der Prüfgrundlagen. Die vorgelegten Prüfunterlagen wurden auf der Grundlage von Plausibilitätsprüfungen oder Vergleichsrechnungen unter Anwendung von analytischen oder numerischen Berechnungsmethoden bewertet.

5.2 Mechanische Komponenten und Antriebe

Die Tragfähigkeit der Kugeldrehverbindungen wurde auf der Grundlage von Hertz'schen Pressungen geprüft. Die maximalen Kontaktspannungen unter den Lastkombinationen von Axiallast, Radiallast und Kippmoment wurden mit den zulässigen Werten verglichen.

Die Lebensdauerberechnungen für die in den Antrieben verwendeten Wälzlager berücksichtigen die erforderlichen Eingangsparameter und vorhandenen Betriebsbedingungen und entsprechen dem internationalen Standard ISO 281 bzw. ISO/TS 16281.

Die Tragfähigkeit von Verzahnungen wurde unter Berücksichtigung der erforderlichen Mindestsicherheiten gegen Grübchenbildung und Zahnfußbruch nach dem internationalen Standard ISO 6336 geprüft.

Vergleichsrechnungen für die Prüfung der statischen und betriebsfesten Auslegung der Wellen erfolgten in Anlehnung an DIN 743, unter Beachtung festigkeitsrelevanter Einflüsse, wie Kerbwirkungen.

Alle weiteren lastübertragenden mechanischen Komponenten wurden hinsichtlich ihrer statischen und betriebsfesten Auslegung auf der Grundlage der Zertifizierungsanforderungen und dem Stand der Technik geprüft.

5.3 Haupttragende Strukturen und Schraubenverbindungen

Die Bewertung der haupttragenden Strukturen bezieht sich auf Auslegungsnachweise wie Rotornabe, Hauptlagerstruktur, Generatorrotor und Stator sowie Maschinenträger inkl. der Schraubverbindungen zu den Anschlusskonstruktionen.

Bei Finite Elemente Berechnungen wurden Geometrie, Vernetzung, Elementauswahl und Randbedingungen geprüft. Die Bewertung der FE-Ergebnisse erfolgte über Vergleichsrechnungen oder Plausibilitätsprüfungen.

Schädigungsrechnungen erfolgten auf der Grundlage synthetischer Wöhlerkurven. Der Mittelspannungseinfluss und abmindernde Einflüsse auf die Schwingfestigkeit wurden berücksichtigt.

Die Festigkeit hochbeanspruchter Schraubenverbindungen wurde mit analytischen Methoden in Anlehnung an VDI 2230 Blatt 1 (2015) geprüft. Die Vergleichsrechnungen berücksichtigen dabei die auslegungsrelevanten Berechnungsgrößen wie Montagevorspannkraft, Krafteinleitung und Anziehfaktor.

Die Festigkeit einiger hochbeanspruchter Schraubenverbindungen wurden auf der Grundlage von FEM Analysen anhand detaillierter FE Modelle geprüft. Die Vorspannung der Schrauben sowie der Einfluss der Anschlusskonstruktionen wurden dabei in ausreichender Weise berücksichtigt.

Die Tragfähigkeit der Maschinenhaus- und Nabenverkleidung wurde auf der Grundlage der GL-Richtlinie für Windenergieanlagen, Ausgabe 2010, geprüft. Hierbei wurden die Einwirkungen auf die Struktur sowie die Materialkennwerte für glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) berücksichtigt. Des Weiteren umfasst die Prüfung alle festigkeitsrelevanten Anbauteile sowie die Anschlüsse und Verbindungen zu den Haupttragelementen.

5.4 Hinweise und Annahmen

Grundlage für Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsprüfungen sind im Allgemeinen die Angaben des Herstellers und Zulieferers. Daher wird vorausgesetzt, dass die angegebenen Spezifikationen für maschinenbauliche Komponenten und Strukturen eingehalten sowie Fertigungstoleranzen und Werkstoffqualitäten erreicht werden.

Die maschinenbaulichen Komponenten der Gondel der Windenergieanlagen E-147 EP5 E2 (Varianten 4 und 5, Tabelle 4.2) wurden auf der Grundlage eines Lastvergleichs, mit den in den Berichten [1.4.2] und [1.4.3] aufgeführten Designlasten der Windenergieanlage E-160 EP5 E1, geprüft. Die maschinenbaulichen Komponenten des Rotors (Blattlager inkl. Schraubverbindungen, Blattverstellgetriebe, Blattarretierung und Rotornabe), der Gondel- und der Nabenverkleidung der Windenergieanlagen E-147 EP5 E2 sind identisch mit den in den Windenergieanlagen L147/E-147 LP4 verwendeten Komponenten.

Einige der maschinenbaulichen Komponenten für den WEA-Typen E-160 EP5 E2 wurden auf Grundlage von Lastvergleichen und Schnittstellenprüfungen den Gutachtlichen Stellungnahmen [1.4.2] - [1.4.4] entnommen.

Im Prüfumfang bzgl. der Maschinenhausverkleidung 4.3.17.2 sowie der Nabenverkleidung 4.3.18.2 aus der Gutachtlichen Stellungnahme [1.4.4] sind nachstehende Punkte nicht enthalten.

- Komponenten, die nicht Teil der hauptsächlich lasttragenden Struktur sind (Podeste, untergeordnete Komponenten)
- zugekaufte Personenanschlagpunkte
- Krane und deren Aufhängung
- Klappen und Klappenanbindungen
- Zusammenbau- und Transportbedingungen

5.5 Prüfergebnis

Vergleichsrechnungen und Plausibilitätsprüfungen der Festigkeitsnachweise haben ergeben, dass ausreichende Sicherheiten und Spannungsreserven bei Extrem- und Betriebslasten vorhanden sind.

Die durchgeführten Lastvergleiche mit den geänderten Lastannahmen zeigen keine wesentliche Überschreitung der ursprünglichen Auslegungslasten. Für alle Komponenten konnten ausreichende Restsicherheiten ermittelt werden.

5.6 Schnittstellen zum Rotorblatt und Turm

Schraubverbindung Blatt / Blattlager (L147): geprüft
Max./min. Vorspannkraft der Schrauben ($F_{V,max}/F_{V,min}$): 385 kN / 275 kN

Schraubverbindung Blatt / Blattlager (E-160): geprüft
Max./min. Vorspannkraft der Schrauben ($F_{V,max}/F_{V,min}$): 450 kN / 321 kN, s. [1.4.3]

Schraubverbindung Azimutlager / Turmkopfflansch (L147): geprüft
Max./min. Vorspannkraft der Schrauben ($F_{V,max}/F_{V,min}$): 638 kN / 456 kN

Schraubverbindung Azimutlager / Turmkopfflansch (E-160): geprüft
Max./min. Vorspannkraft der Schrauben ($F_{V,max}/F_{V,min}$): 638 kN / 456 kN, s. [1.4.3]

Turmkopfflansch: nicht Bestandteil der
maschinenbaulichen Prüfung

6 Bedingungen

- 6.1 Um einen ordnungsgemäßen Betrieb der Komponenten sicherzustellen, sind die Anweisungen der Komponentenhersteller hinsichtlich Montage und Instandhaltung zu beachten.
- 6.2 Die Wartungsbremsen unter 4.3.10 dienen nur zu Wartungszwecken und sind nicht als Rotorbremsen ausgelegt. Die Wartungsbremsen können ausschließlich manuell bedient werden und unterliegen keinen Automatismen. Das minimale Bremsmoment ist zu berücksichtigen.
- 6.3 Die GFK-Materialeigenschaften für die Maschinenhaus- und Nabenverkleidung wurden einer Materialspezifikation entnommen. Es wird vorausgesetzt, dass der Hersteller die angegebenen Materialkennwerte für die laufende Produktion gewährleistet.
- 6.4 Die Bemerkungen und Auflagen in den Gutachtlichen Stellungnahmen [1.4.2] - [1.4.4] sind zu berücksichtigen.

7 Schlussfolgerungen

Die im Rahmen dieses Gutachtens geprüften maschinenbaulichen Komponenten und Strukturen erfüllen die Anforderungen der Prüfgrundlagen in Bezug auf Tragfähigkeit und Auslegung für die zugrunde gelegten Annahmen, unter Beachtung der geforderten Lebensdauer von 20 Jahren.

Alle für die Prüfung erforderlichen Unterlagen sind vollständig, es gibt keine ausstehenden Nachweise.

Die unter Punkt 5.4 aufgeführten Hinweise und Annahmen sind zu beachten.

Unter Berücksichtigung der unter Punkt 6 genannten Bedingung bestehen gegen die Auslegung und Betrieb der Komponenten, sowie deren Verwendung in Windenergieanlagen gem. Tabelle 4.2, keine Bedenken.

Änderungen in der Konstruktion müssen von der TÜV NORD CERT GmbH zugelassen werden. Anderenfalls verliert diese Gutachtliche Stellungnahme ihre Gültigkeit.

Der Sachverständige:

A handwritten signature in blue ink, reading "Francisco A. Rodriguez".

Eng. Mecânico F. Rodriguez

Freigegeben:

A handwritten signature in blue ink, reading "W. Aldenhoff".

Dr.-Ing. W. Aldenhoff

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage Lagerwey LP4 / EP5 Plattform

- Elektrische Komponenten und Blitzschutz -

TÜV NORD Report Nr.: 8114242475 - 5 D Rev. 4

Prüfobjekt: Elektrische Komponenten und Blitzschutz der
Windenergieanlage Lagerwey LP4 / EP5 Plattform

Prüfumfang:

- DIBt 2012
- IEC 61400-22

Hersteller: Lagerwey Wind BV
Nijverheidsplein 21
3771 MR Barneveld
Niederlande

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 43 Seiten.

Dieser Bericht wird ausschließlich dem oben genannten Antragsteller bzw. Kunden zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Berichts ist nur durch vorherige schriftliche Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Antragstellers oder Kunden gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist im Allgemeinen nicht gestattet.

Revision	Datum	Änderungen	Experte
0	13.02.2019	Erste Fassung	H. Grafe
1	11.11.2019	<ul style="list-style-type: none"> - EP5 Plattform Bezeichnung als Äquivalent zu LP4 hinzugefügt - E-136 und E-147 Aliase zu L136 und L147 Konfigurationen hinzugefügt - Umrichter ACS880-87CC-5200A/4800A-7 hinzugefügt - Transformator von Eltas und Mittelspannungsschaltanlage von Ormazabal hinzugefügt - Modifikation des Turmfußmoduls - Geänderte Dokumente aufgeführt - Neue Nabenhöhe hinzugefügt - TÜV NORD Angebote: 2019-0239 Rev. 1 	H. Grafe
2	07.09.2020	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Nennleistung für die L136-Konfiguration - E160 E1 Konfiguration hinzugefügt - Generator EP5-GU-E160-E1 von ENERCON hinzugefügt - Yaw Motoren AKEJ112M-6T und AKEJ112M-6R von Suzhou Lego Motors Co., Ltd hinzugefügt - Alternativer Ultrakondensator hinzugefügt - Alternativer Schleifring hinzugefügt - Aktualisierte sowie weitere Dokumente in Kapitel 1 aufgeführt - Revisionshistorie in Kapitel 3 gelöscht - AC-DC Pitch System in Kapitel 4.2 gelöscht - TÜV NORD Angebote: 2019-0101, 2019-0257 	C. Silva
3	02.12.2020	<ul style="list-style-type: none"> - E147 E2 Konfiguration und dazu entsprechende Dokumentation hinzugefügt - Generator E-147 E2 EP5-GU-01 aufgeführt - Transformator HONW 6000A-2018T 11001 hinzugefügt - Aktualisierte sowie weitere Dokumente in Kapitel 1 aufgeführt - TÜV NORD Angebot: 2020-0121 	C. Silva
4	01.03.2021	<ul style="list-style-type: none"> - E160 E2 Konfiguration und die dazu entsprechende Dokumentation hinzugefügt - Generator E-160 E2 EP5-GU-01 aufgeführt - Transformatoren HPNW 6500A-2034T12001 und HPNW 6500A-2035T10001 hinzugefügt - Aktualisierte sowie weitere Dokumente in Kapitel 1 aufgeführt - Geänderte Seiten: 4, 6, 16, 19, 25, 27, 29, 31, 33 – 36, 38, 42, 43 - TÜV NORD Angebot: 2020-0260 	C. Silva

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	4
1.1	Geprüfte Dokumente	4
1.2	Mitgeltende Unterlagen	27
2	Angewandte Normen	29
3	Einleitung	30
4	Beschreibung der elektrischen Hauptkomponenten.....	31
4.1	Klimatische Bedingungen.....	31
4.2	Komponenten Beschreibung	31
5	Prüfbemerkungen	39
5.1	Methode	39
5.2	Anmerkungen	39
5.3	Prüfergebnis.....	40
6	Auflagen.....	43
7	Schlussfolgerung	43

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

System Beschreibung

- [1.1.1] Lagerwey Wind BV
Functional turbine specification L136
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-10372-R3
Rev. R3, Datum: 21.07.2017
- [1.1.2] Lagerwey Wind BV
Functional turbine specification L147
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-10529-R2
Rev. R2, Datum: 20.12.2018
- [1.1.3] Lagerwey Wind BV
LP4 L136-4.5MW Electrical Specification
Dokumenten-Nr.: M17-C7-30-050240-R2
Rev. R2, Datum: 03.07.2019
- [1.1.4] Lagerwey Wind BV
Functional Turbine specification E-160 E1
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-10530-R4
Rev. R0, Datum: 08.07.2020
- [1.1.5] Lagerwey Wind BV
Functional Turbine specification E-147 E2
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-10944-R0
Rev. R0, Datum: 01.09.2020
- [1.1.6] Lagerwey Wind BV
Functional Turbine specification E-160 E2
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-10986-R0
Rev. R0, Datum: 22.01.2021

Generator

- [1.1.7] Lagerwey Wind BV
LP4 Generator LW 5600-4300 description & data sheet
Dokumenten-Nr.: M03-C2-30-050188-R1
Rev. R1, Datum: 16.01.2019
- [1.1.8] Lagerwey Wind BV
LP4 Generator LW 5600-4300 Typ test
Dokumenten-Nr.: M03-C2-40-050146-R0
Rev. R0, Datum: 22.05.2017

- [1.1.9] Lagerwey Wind BV
Zeichnung Stator lamination assy LP4 general info
Dokumenten-Nr.: M03-C4-20-030890
Rev. B, Datum: 06.06.2017
- [1.1.10] Lagerwey Wind BV
Zeichnung Stator base frame 5000
Dokumenten-Nr.: M03-C5-20-030715
Rev. F, Datum: 29.11.2016
- [1.1.11] Lagerwey Wind BV
LP4 Generator LW 5600-4300 heat run
Dokumenten-Nr.: M03-C2-40-050147-R1
Rev. 1, Datum: 23.12.2019
- [1.1.12] ENERCON
Generator Datenblatt EP5-GU-E160-E1
Dokumenten-Nr.: M03-C2-30-050367-R0
Rev. 0, Datum: 03.08.2020
- [1.1.13] ENERCON
Technische Beschreibung – Derating curve E-160 EP5 E1 / 4600 kW
Dokumenten-Nr.: D0955336-0
Rev. -, Datum: 24.04.2020
- [1.1.14] Lagerwey Wind BV
Outline drawings – Generator LW6000 – 5450
Dokumenten-Nr.: 20-031438
Rev. A, Datum: 31.10.2019
- [1.1.15] Lagerwey Wind BV
LP4 Single Line Diagram SP
Dokumenten Nr.: 20-500215
Rev. R2, Datum: 19.12.2019
- [1.1.16] Lagerwey Wind BV
EP5 Generator LW6000-5450 – HP type test
Dokumenten-Nr.: M03-C2-40-050343-R0
Rev. R0, Datum: 29.06.2020
- [1.1.17] Lagerwey Wind BV
M03-C5-30-050308-R3-EP5 Generator sensor list.xlsx
Dokumenten-Nr.: M03-C5-30-050308-R3
Rev. R3, Datum: 17.04.2020

- [1.1.18] ENERCON
Generator Data sheet E-147 E2 EP5-GU-01
Dokumenten-Nr.: M03-C2-30-050416-R2
Rev. R2, Datum: 16.11.2020

- [1.1.19] Lagerwey Wind BV
Generator E-147 E2 EP5-GU-01 Type Test Report
Dokumenten-Nr.: M03-C2-40-050368-R0
Rev. R0, Datum: 19.10.2020

- [1.1.20] Lagerwey Wind BV
Outline Drawing – Generator E-147 E2 EP5-GU-01
Dokumenten-Nr.: M03-C4-20-031935-A
Rev. A, Datum: 23.04.2020

- [1.1.21] ENERCON
Generator Data sheet E-160 E2 EP5-GU-01
Dokumenten-Nr.: M03-C2-30-050383-R0
Rev. R0, Datum: 14.01.2021

- [1.1.22] Lagerwey
Generator E-160 E2 EP5-GU-01 Type Test Report
Dokumenten-Nr.: M03-C2-40-050374-R0
Rev. R0, Datum: 11.01.2021

- [1.1.23] Lagerwey
Outline drawing – Generator E-160 E2 EP5-GU-01 (stator base frame)
Dokumenten-Nr.: M03-C5-20-031805
Rev. C, Datum: 13.10.2020

- [1.1.24] Lagerwey
Outline drawing – Generator E-160 E2 EP5-GU-01 (stator lamination assy)
Dokumenten-Nr.: M03-C5-20-031784
Rev. B, Datum: 24.11.2020

Umrichter

- [1.1.25] ABB
Hardware Manual ACS880-LC wind turbine converters
Dokumenten-Nr.: 3AXD50000033762
Rev. C, Datum: 26.11.2017

- [1.1.26] ABB
EU Declaration of Conformity
Dokumenten-Nr.: 3AXD10000497236
Rev. -, Datum: 20.04.2016

- [1.1.27] ABB
EU Declaration of Conformity
Dokumenten-Nr.: 3AXD10000497308
Rev. -, Datum: 20.04.2016

- [1.1.28] ABB
Schaltplan ACS880-87LC-8000A/6144A-7 Master
Dokumenten-Nr.: 3AXD50000045065
Rev. B, Datum: 12.01.2017

- [1.1.29] ABB
Part list Master Drive ACS880-87C
Dokumenten-Nr.: 3AUA0000204404
Rev. A, Datum: 20.10.2016

- [1.1.30] ABB
Schaltplan ACS880-87LC-8000A/6144A-7 Slave
Dokumenten-Nr.: 3AXD50000045066
Rev. B, Datum: 12.01.2017

- [1.1.31] ABB
Part list Slave Drive ACS880-87C
Dokumenten-Nr.: 3AUA0000204405
Rev. A, Datum: 20.10.2016

- [1.1.32] ABB
Part list Loosen Parts ACS880-87
Dokumenten-Nr.: 3AXD50000045538
Rev. A, Datum: 09.12.2016

- [1.1.33] ABB
Routine Test Report Master Drive ACS880-87-8000A/6144A-7
Seriennummer: 8165000431
Rev. -, Datum: 03.03.2017

- [1.1.34] ABB
Routine Test Report Slave Drive ACS880-87-8000A/6144A-7
Seriennummer: 8165000433
Rev. -, Datum: 03.03.2017

- [1.1.35] Lagerwey Wind BV
LP4 Protection Settings for Converter
Dokumenten-Nr.: M12-C2-40-050153-R0
Rev. R0, Datum: 07.04.2017

- [1.1.36] Lagerwey Wind BV
ACS880-87LC Specification 2x(5+4) converter with Brake Chopper – 5.0MW
Dokumenten-Nr.: M12-C5-30-050224-R1
Rev. R1, Datum: 18.01.2019

- [1.1.37] ABB
Routine test report
Seriennummer: 8183000209
Rev. -, Datum: 31.07.2018

- [1.1.38] ABB
Dimension drawing
Dokumenten-Nr.: 3AXD50000045796
Rev. A, Datum: 31.10.2016

- [1.1.39] Lagerwey Wind BV
ACS880-87CC Specification 2x(5+3) converter with Brake Chopper – 4.5MW
Dokumenten-Nr.: M12-C5-30-050252-R1
Rev. R1, Datum: 15.02.2019

- [1.1.40] ABB
Hardware Manual ACS880-CC wind turbine converters
Dokumenten-Nr.: 3AXD50000466948
Rev. A, Datum: 15.08.2019

- [1.1.41] ABB
Routine Test Report ACS880-87CC-5200A/4800A-7
Seriennummer: 8190900521
Rev. -, Datum: 29.03.2019

- [1.1.42] ABB
Routine Test Report Drive Module ACS880-104LC-0860A-7+D150
Seriennummer: 8191001744
Rev. -, Datum: 07.03.2019

- [1.1.43] ABB
Zeichnung
Dokumenten-Nr.: 3AXD50000447534
Rev. B, Datum: 05.04.2019

- [1.1.44] ABB
Circuit Diagram Master
Dokumenten-Nr.: 3AXD50000422616
Rev. F, Datum: 11.07.2019

- [1.1.45] ABB
Circuit Diagram Slave
Dokumenten-Nr.: 3AXD50000422623
Rev. F, Datum: 11.07.2019

- [1.1.46] ABB
Part List Master
Dokumenten-Nr.: 3AUA5000080010
Rev. A, Datum: 27.03.2019

- [1.1.47] ABB
Part List Slave
Dokumenten-Nr.: 3AUA5000080029
Rev. A, Datum: 27.03.2019

- [1.1.48] ABB
EU Declaration of Conformity ACS880-87CC-5200/4800A-7
Dokumenten-Nr.: 3AXD10000881862
Rev.: -, Datum: 25.03.2019

Blitzschutz

- [1.1.49] Lagerwey Wind
LP4 Earthing and Lightning Protection
Dokumenten-Nr.: M00-C2-40-050142-R1
Rev. 1, Datum: 12.07.2019

- [1.1.50] LM Wind Power Wind Power
Technical Blade Specification LM 66.5 P
Dokumenten-Nr.: BS-00328/A2
Rev. A2, Datum: 15.11.2013

- [1.1.51] LM Wind Power
Outline drawing LM 66.5 P Lagerwey
Dokumenten-Nr.: DR-08147/A2
Rev. A2, Datum: 21.11.2016

- [1.1.52] LM Wind Power
Technical Data Sheet SafeReceptor, Insulated Lightning Protection System (ILPS)
Dokumenten-Nr.: TX-01903/A1
Rev. -, Datum: 08.03.2011

- [1.1.53] Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH
Evaluation Report, Safe Receptor, Insulated Lightning Protection System
Report Nr.: 74163-24
Rev. 2, Datum: 29.01.2014

- [1.1.54] Germanischer Lloyd Renewables Certification
Component Certificate, Safe Receptor, Insulated Lightning Protection System
Report Nr.: CC-IEC-22-005A-2010
Rev. 1, Datum: 29.01.2014 (letzte Aktualisierung vom Zertifikat 14.05.2018)
- [1.1.55] Germanischer Lloyd
Statement of Compliance SAFE Receptor, Insulated Lightning Protection System
Dokumenten-Nr.: DAA-GL-027-2010
Rev.: 2, Datum: 29.01.2014
- [1.1.56] Lagerwey Wind BV
Foundation earthing plan MST 128,2
Dokumenten-Nr.: M08-C5-20-080027
Rev. B, Datum: 01.01.2017
- [1.1.57] LM Wind Power
Lightning protection –blade test
Seriennummer: LM66.5P#0002
Rev. -, Datum: 04.09.2014
- [1.1.58] Lagerwey
Schematics lightning protector weather station v1.3
Dokumenten-Nr.: 0001
Rev. 1.0, Datum: 24.02.2015
- [1.1.59] DNV GL Renewables Certification
Component Certificate – SAFE Receptor Insulated Lightning Protection System (ILPS); Dokumenten-Nr.: CC-DNV-GL-SE-0074-04682-0
Rev. -, Datum: 30.04.2019
- [1.1.60] Bureau Veritas Certification France
Gutachtliche Stellungnahme Design Prüfung – LM 78.3 P Rotorblatt
Dokumenten-Nr.: 190061-DE-BLA-02-1
Rev. 1, Datum: 28.05.2020

Schleifring

- [1.1.61] Lagerwey Wind BV
Specification Slip Ring Unit 24 rings Hybrid
Dokumenten-Nr.: M04-C5-30-050152-R0
Rev. 0, Datum: 29.09.2016
- [1.1.62] Morgan-Rekofa GmbH
Dimension drawing with data sheet and wiring diagram
Schleifringübertrager 5031376
Dokumenten-Nr.: F 5927 C
Rev. -, Datum: 16.09.2016

- [1.1.63] Lagerwey Wind BV
Specification Slip Ring Unit 25 Rings Hybrid with Ethernet
Dokumenten-Nr.: M04-C5-30-050328-R0
Rev. 0, Datum: 13.12.2019

- [1.1.64] Moog Rekofa GmbH
Technical description – Slip Ring Assembly
Dokumenten-Nr.: F 5927D
Rev. -, Datum: 07.07.2020 (empfangen)

- [1.1.65] Moog Rekofa GmbH
Zeichnungen – Slip Ring Transmitter
Zeichnung-Nr.: F 5927D
Rev. -, Datum: 28.04.2020 (empfangen)

Elektrischer Azimutantrieb

- [1.1.66] Lagerwey Wind BV
Design Specification Yaw Drives LP4
Dokumenten-Nr.: M02-C5-30-10419-R3
Rev. R3, Datum: 07.07.2017

- [1.1.67] Bonfiglioli
Dimension drawing yaw drive
Dokumenten-Nr.: I7120T01 3000
Rev. B, Datum: 26.03.2014

- [1.1.68] Bonfiglioli
Dimension drawing yaw motor BN1 32S FD50 RM E3 SPEC
Dokumenten-Nr.: I2804_1000
Rev. A, Datum: 27.05.2015

- [1.1.69] Bonfiglioli
Test Report BN 132S 6
Dateiname: Report BN 132S 6.pdf
Rev. -, Datum: 25.07.2016

- [1.1.70] Bonfiglioli
Declaration of Conformity
Dateiname: Declaration of Conformity Yaw motor LP4.pdf
Rev. -, Datum: 18.04.2016

- [1.1.71] Lagerwey Wind BV
LP4 Yaw Limit Switch GKN
Dokumenten-Nr.: M02-C5-30-050193-R0
Rev. R0, Datum: 12.05.2017

- [1.1.72] Bonfiglioli Riduttori
Catalogue BN-BE-BX series, three-phase asynchronous motors
Dokumenten-Nr.: BR_CAT-BNEX_STD_ENG_R03_1
Rev.-, Datum: 30.09.2017

- [1.1.73] Liebherr
Dimension drawing yaw drive
Zeichnung-Nr.: 368 461 4000 99 0
Rev. 7.5, Datum: 18.06.2020

- [1.1.74] Liebherr
Datenblatt yaw motor
Dateiname: D0891868-0.pdf
Rev. A0, Datum: 30.04.2019

- [1.1.75] Liebherr
Outline drawing yaw motor
Dateiname: Drawing_12694320_AKEJ112M-6R.pdf
Rev. A6, Datum: 04.06.2020

- [1.1.76] Liebherr
Dimension drawing yaw drive
Dokumenten-Nr.: 368 461 4000 99 1
Rev. 6.5, Datum: 18.06.2020

- [1.1.77] Liebherr
Datenblatt yaw motor
Dateiname: AKEJ112M-6T - 20190508.pdf
Rev. A0, Datum: 08.05.2019

- [1.1.78] Liebherr
Outline drawing yaw motor
Dateiname: Drawing_12694319_AKEJ112M-6T.pdf
Rev. A7, Datum: 04.06.2020

- [1.1.79] Safenet Limited
EU declaration of conformity
Dokumenten-Nr.: 6810180517
Rev. 3, Datum: 22.05.2017

- [1.1.80] Bonfiglioli
Outline drawing - BN132 with ENCODER
Dokumenten-Nr.: I7120T025500
Rev. -, Datum: 07.08.2020

Elektrischer Pitchantrieb

- [1.1.81] Lagerwey Wind BV
Design Specification Pitch Drives LP4
Dokumenten-Nr.: M04-C5-30-10420-R2
Rev. R2, Datum: 07.07.2017

- [1.1.82] Bonfiglioli Vectron
Catalogue BTB – BCR Synchronous Servomotors
Dokumenten-Nr.: ve_cat_btddbcr_std_eng_r00_0
Rev. -, Datum: 26.07.2017 (empfangen)

- [1.1.83] Lagerwey Wind BV
DC motor 1200rpm 60Nm
Dokumenten-Nr.: M04-C5-30-050150-R1
Rev. R1, Datum: 15.10.2015

- [1.1.84] Alpatek
Zeichnung A166PMW7
Dokumenten-Nr.: 24A166PMW7
Rev.: -, Datum: 11.10.2016

- [1.1.85] Alpatek
Data Sheet 24A166PM7512
Dokumenten-Nr. : 24A166PM7512
Rev.: -, Empfangen E-Mail: 01.08.2017, 17:21 von Hr. van Rekum (Lagerwey)

- [1.1.86] Bonfiglioli Vectron
Operating Instructions Active Cube
Dateiname: Operating_Instructions_ACU.pdf
Rev.: -, Datum: 06.2013

- [1.1.87] Lagerwey Wind BV
Powercable + brake Pitch servomotor
Dokumenten-Nr.: M04-C5-30-050165-R0
Rev. R0, Datum: 23.12.2016

- [1.1.88] Lagerwey Wind BV
LP4 Pitch Limit Switch GKN
Dokumenten-Nr.: M04-C5-30-050192-R0
Rev. R0, Datum: 15.05.2017

- [1.1.89] Lagerwey Wind BV
Design report – Pitch System dimensioning L136 & L147
Dokumenten-Nr.: M04-C5-40-000432-R0
Rev. R0, Datum: 16.01.2019

- [1.1.90] Lagerwey Wind BV
Design specification AC Servo pitch motors
Dokumenten-Nr.: M04-C5-30-10609-R0
Rev. R0, Datum: 13.12.2018

- [1.1.91] KEB
Data Sheet Pitch Motor 7608000-4000
Dokumenten-Nr.: 7608000-4000
Rev. 2, Datum: 12.06.2019

- [1.1.92] KEB
EU-Declaration of Conformity Servo motors Series-SM, 76
Dokumenten-Nr.: ENS_SM_E
Rev. -, Datum: 01.2016

- [1.1.93] KEB
Zeichnung KEB Antrieb 7608000-4000
Dokumenten-Nr.: 10054310
Rev. -, Datum: 06.11.2018

- [1.1.94] KEB
Servo motor, Instruction for use | Installation pitch systems
Dokumenten-Nr.: 20095783 EN 03 (translation)
Rev. 03, Datum: 03.2017

- [1.1.95] KEB
Instruction Manual Pitch Inverter P6
Dokumenten-Nr.: 20095484
Rev. 00, Datum: 07.10.2016

- [1.1.96] TÜV Rheinland
Certificate Pitch Inverter for Wind Turbines
Dokumenten-Nr.: 968/FSP 1188.01/17
Rev. -, Datum: 24.01.2017

- [1.1.97] KEB
EU-Declaration of Conformity, Inverter – Typ P6 - V2
Dokumenten-Nr.: RENS_P6_D
Rev. -, Datum: 02.2016

- [1.1.98] KEB
EU-Declaration of Conformity, Inverter – yyP6Gxx-xxxx and yyP6Hxx-xxxx
Dokumenten-Nr.: ce_wp_rsafety-p6-d_en
Rev. -, Datum: 28.12.2018

- [1.1.99] KEB
EU-Declaration of Conformity, Servo motor yySMxxx-xxxx and yy76xxx-xxxx
Dokumenten-Nr.: ce_gm_ens-sm-g_en
Rev. -, Datum: 28.12.2018
- [1.1.100] KEB
EU Declaration of Conformity
Dokumenten-Nr.: ce_gm_ens-sm-h_en
Rev. -, Datum: 12.2019
- [1.1.101] KEB
EU Declaration of Conformity
Dokumenten-Nr.: ce_wp_rens-p6-f_en
Rev. -, Datum: 01.2019
- [1.1.102] Lagerwey Wind BV
Specifications - E160 Pitch Limit Switch
Dokumenten-Nr.: M04-C5-30-050333-R0
Rev. R0, Datum: 12.05.2019
- [1.1.103] Lagerwey Wind BV
Specifications - EP5 Pitch Blade Encoder
Dokumenten-Nr.: M04-C5-30-050334-R0
Rev. R0, Datum: 13.12.2019
- [1.1.104] Lagerwey Wind BV
E147-E2 Pitch Limit Switch
Dokumenten-Nr.: M04-C5-30-050382-R0
Rev. R0, Datum: 19.10.2020

Ladeausrüstung und Speicher

- [1.1.105] Lagerwey Wind BV
Safety system battery capacity
Dokumenten-Nr.: M50-C2-40-050047-R1
Rev. R1, Datum: 31.03.2017
- [1.1.106] Mastervolt
Users manual ChargeMaster 12/10 & 24/06
Dateiname: Mastervolt Betriebsanleitung Ladegerät.pdf
Rev. 3.0, Datum: 07.2016
- [1.1.107] Mastervolt
Technical description Battery Charger (IVO SMART)
Dokumenten-Nr.: EN091203
Rev. -, Datum: 13.04.2017 (empfangen)

- [1.1.108] Mastervolt
Product description CSI alarm
Dateiname: CSILowBat1210_2406_041217.pdf
Rev. -, Datum: 09.2003
- [1.1.109] Maxwell
Datasheet 160 V module
Dokumenten-Nr.: 3000246.6
Rev. -, Datum: 17.01.2019 (empfangen)
- [1.1.110] LS Ultracapacitor
Product specification - Ultracapacitor
Dokumenten-Nr.: V01_161020
Rev. -, Datum: 11.03.2020 (empfangen)
- [1.1.111] Lagerwey Wind BV
L160 Ultracaps dimensioning
Dokumenten-Nr.: M04-C0-40-000599
Rev. R0, Datum: 31.10.2019
- [1.1.112] Lagerwey Wind BV
E160-E2 ultracaps dimensioning
Dokumenten-Nr.: M04-C2-40-050376-R0
Rev. R0, Datum: 22.01.2021

Kabel und sonstige elektrische Ausrüstung

- [1.1.113] Lagerwey Wind BV
LP4 Thermal Rating of Main Circuit Cables – Nacelle and Tower Flexible Part
Dokumenten-Nr.: M09-C2-40-050143-R2
Rev. R2, Datum: 22.05.2017
- [1.1.114] Lagerwey Wind BV
LP4 Thermal Rating of Main Circuit Cables – Tower Rigid Part
Dokumenten-Nr.: M09-C2-40-050144-R2
Rev. R2, Datum: 22.05.2017
- [1.1.115] Lagerwey Wind BV
LP4 Thermal Rating of Main Circuit Cables – Converter to Transformer
Dokumenten-Nr.: M09-C2-40-050145-R1
Rev. R1, Datum: 10.04.2017
- [1.1.116] Lagerwey Wind BV
LP4 Tower power cable specification
Dokumenten-Nr.: M09-C2-30-050200-R2
Rev. R2, Datum: 24.01.2020

- [1.1.117] Lagerwey Wind BV
LP4 Short Circuit Current of Main Circuit Cables
Dokumenten-Nr.: M09-C2-40-050151-R1
Rev. R1, Datum: 31.03.2017

- [1.1.118] Dekra
Certificate Flexible cables with cross linked elastomeric insulation H07BN4-F
Dokumenten-Nr.: 2175022.02
Rev. -, Datum: 29.01.2015

- [1.1.119] TKF Group
Data sheet medium voltage power cable YMeKrvaslqwd 12/20 kV
Filename: TKF_product_54033 Switchgear-Trafo-en.pdf
Rev. -, Datum: 11.07.2017

- [1.1.120] Lagerwey Wind BV
LP4 Main Turbine Sensors
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-050197-R3
Rev. R3, Datum: 13.12.2019

- [1.1.121] Lagerwey Wind BV
Auxiliary Transformer Specification 150 kVA 690/400V
Dokumenten-Nr.: M06-C5-30-050148-R4
Rev. R4, Datum: 06.05.2020

- [1.1.122] Lagerwey
Main power cable overview LP4 R1.xlsx
Dateiname: Main power cable overview LP4 R1.pdf
Rev.: 1, Datum: 31.01.2020

- [1.1.123] Incore Cables
Data sheet NAYY-O 600/1000V
Dateiname: Datasheet-NAYY-O-600-1000V.pdf
Rev.: -, Datum: 19.11.2018 (empfangen)

- [1.1.124] Incore Cables
Data sheet H07BN4-F 450/750V
Dateiname: Datasheet H07BN4-F.pdf
Rev.: -, Datum: 19.11.2018 (empfangen)

- [1.1.125] Helukabel
Data sheet N2XSY 6/10 kV, 12/20 kV, 18/30 kV
Dateiname: 1DB_32400_en
Rev.: -, Datum: 27.09.2016

- [1.1.126] Helukabel
Certificate of compliance with the order 2.1 according to EN 10204
N2XSY 6/10 kV, 12/20 kV, 18/30 kV
Dateiname: 1WB_32400_en
Rev.: -, Datum: 01.06.2018

- [1.1.127] ENERCON
Zeichnung Stromschiene LP4 VAR
Dokumenten-Nr.: D0796892-1
Rev.: 1, Datum: 11.07.2019

- [1.1.128] IPH Berlin
Test Report
Dokumenten-Nr.: 09940-19-0273; ENERCON Dokumenten-Nr.: D0850882-0
Rev. -, Datum: 15.07.2019

- [1.1.129] IPH Berlin
Test Report
Dokumenten-Nr.: 09940-19-0281; ENERCON Dokumenten-Nr.: D0850895-0
Rev. -, Datum: 11.07.2019

- [1.1.130] Lagerwey
Main power cable overview EP5 R1.xlsx
Dateiname: Main power cable overview EP5 R1
Rev.-, Datum: 28.10.2019

- [1.1.131] LAPP
Data Sheet - H07RN-F, enhanced version
Dokumenten-Nr.: DB4533000EN
Rev. 09, Datum: 07.05.2019

- [1.1.132] LAPP
EU Declaration of Conformity – H07RN-F (enhanced version)
Dokumenten-Nr.: E 4533000 - 3
Rev. -, Datum: 11.2018

- [1.1.133] Lagerwey Wind BV
EP5 Thermal Rating of Main Circuit Cables- Nacelle and Tower Flexible Part
Dokumenten-Nr.: M09-C2-40-050307-R0
Rev. R0, Datum: 14.02.2020

- [1.1.134] Lagerwey Wind BV
EP5 Thermal Rating of Main Circuit Cables - Tower Rigid Part
Dokumenten-Nr.: M09-C2-40-050308-R0
Rev. R0, Datum: 14.02.2020

- [1.1.135] ENERCON
Outline Drawing – Bus Bar TBM 5500 A
Dokumenten-Nr.: D0899464 – 0
Rev. -, Datum: 25.11.2019
- [1.1.136] ENERCON
Calculation busbar for E-160 EP5 E2
Dokumenten-Nr.: D0883034-0
Rev. -, Datum: 21.01.2021 (empfangen)
- [1.1.137] IPH Berlin
Test Report – AC busbar system TBM 5500 A
Dokumenten-Nr.: 11898-20-0259
Rev. -, Datum: 04.02.2021

Schaltpläne

- [1.1.138] Lagerwey Wind BV
LP4 Single Line diagram
Dokumenten-Nr.: M00-C2-20-500201-R0
Rev. R0, Datum: 11.05.2017
- [1.1.139] Lagerwey Wind BV
LP4 Wiring diagram
Dokumenten-Nr.: M00-C2-20-500200-R5
Rev. R5, Datum: 19.12.2019
- [1.1.140] Lagerwey Wind BV
LP4 Electrical System automatic disconnection Devices and Fuses
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-050198-R3
Rev. R3, Datum: 07.02.2020
- [1.1.141] Lagerwey Wind BV
LP4 Protection Functions and Settings
Dokumenten-Nr.: M17-C7-30-050239-R1
Rev. R1, Datum: 13.06.2019
- [1.1.142] Lagerwey Wind B.V.
LP4 Single Line Diagram Single Pitch Motors
Dokumenten-Nr.: M00-C2-20-500215-R2-LP4
Rev. R1, Datum: 26.07.2019
- [1.1.143] Lagerwey Wind B.V.
LP4 wiring diagram
Dokumenten-Nr.: M00-C2-20-0500200-B-LP4
Rev. R0, Datum: 12.11.2018

- [1.1.144] Lagerwey Wind B.V.
Tower 155.0m MST MKII
Dokumenten-Nr.: M00-C2-20-550013-A
Rev. A, Datum: 25.10.2019

- [1.1.145] Lagerwey Wind BV
Tower 128.2m MST BB
Dokumenten-Nr.: M01-C5-20-550006 – A
Rev. A, Datum: 28.11.2019

- [1.1.146] Lagerwey Wind BV
Tower 106.0m MST MK2 LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M01-C5-20-550008 – A
Rev. A, Datum: 28.11.2019

- [1.1.147] Lagerwey Wind BV
Tower 120.0m MST MK2 LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M01-C5-20-550009 – A
Rev. A, Datum: 28.11.2019

- [1.1.148] Lagerwey Wind BV
Tower 126.0m MST MK2 LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M01-C5-20-550010 – A
Rev. A, Datum: 28.11.2019

- [1.1.149] Lagerwey Wind BV
Tower 132.0m MST MK2 LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M01-C5-20-550011 – A
Rev. A, Datum: 28.11.2019

- [1.1.150] Lagerwey Wind BV
Tower 143.0m MST MK2 LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M01-C5-20-550012 – A
Rev. A, Datum: 28.11.2019

- [1.1.151] Lagerwey Wind BV
Tower 155.0m MST MK2 LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M01-C5-20-550013 – A
Rev. A, Datum: 28.11.2019

- [1.1.152] Lagerwey Wind BV
Tower 166.0m MST MK2 LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M01-C5-20-550014 – A
Rev. A, Datum: 28.11.2019

- [1.1.153] Lagerwey Wind BV
Tower options BB
Dokumenten-Nr.: M01-C5-20-558000 – B
Rev. B, Datum: 28.11.2019

- [1.1.154] Lagerwey Wind BV
Nacelle 2760 LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M02-C5-20-540002 – B
Rev. B, Datum: 28.11.2019

- [1.1.155] Lagerwey Wind BV
Nacelle 2760 EP5 BB
Dokumenten-Nr.: M02-C5-20-540004 – B
Rev. B, Datum: 28.11.2019

- [1.1.156] Lagerwey Wind BV
Nacelle options LP4
Dokumenten-Nr.: M02-C5-20-548002 – B
Rev. B, Datum: 28.11.2019

- [1.1.157] Lagerwey Wind BV
Generator EP5 BB
Dokumenten-Nr.: M03-C5-20-530003 – C
Rev. C, Datum: 24.07.2020

- [1.1.158] Lagerwey Wind BV
Hub 2340 LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M04-C5-20-520002 – B
Rev. B, Datum: 28.11.2019

- [1.1.159] Lagerwey Wind BV
Hub EP5 BB
Dokumenten-Nr.: M04-C5-20-520004 – C
Rev. C, Datum: 24.06.2020

- [1.1.160] Lagerwey Wind BV
Hub options LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M04-C5-20-528010 – A
Rev. A, Datum: 28.11.2019

- [1.1.161] Lagerwey Wind BV
Tower Base Platform General (2xACS880) LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M06-C5-20-560003 – B
Rev. B, Datum: 28.11.2019

[1.1.162] Lagerwey Wind BV
Tower Base Module General LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M06-C5-20-560005 – B
Rev. B, Datum: 05.12.2019

[1.1.163] Lagerwey Wind BV
Medium Voltage room LP4 BB
Dokumenten-Nr.: M17-C5-20-562003 – B
Rev. B, Datum: 28.11.2019

[1.1.164] Lagerwey Wind BV
EP5 Single Line Diagram
Dokumenten-Nr.: M00-C2-20-500233 – A
Rev. A, Datum: 07.10.2020

[1.1.165] Lagerwey Wind BV
EP5 Single Line Diagram
Dokumenten-Nr.: M06-C5-20-560006 – A
Rev. A, Datum: 27.07.2020

Transformator

[1.1.166] Lagerwey Wind BV
LP4 Grid Transformer 5 MVA Purchase Specification
Dokumenten-Nr.: M17-C5-30-050191-R0
Rev. R0, Datum: 08.03.2017

[1.1.167] IEO Transformatoren BV
Typenschild T50IND 21/0,69
Dokumenten-Nr.: TES Naamplaat Engels 4280-603
Dateiname: LP4 Name Plate 5MVA 21KV-690V Main Transformer Snr
162170501.pdf
Rev. -, Datum: 03.04.2017 (empfangen)

[1.1.168] IEO Transformatoren BV
Testreport
Transformer-Nr.: 162170501
Rev. -, Datum: 07.02.2017

[1.1.169] IEO Transformatoren BV
Brief, Betreff: Supply of 5 MVA 21/0.69 kv Transformer against your order
130904362 Date 27.03.2017
Dateiname: Declaration of Conformity 5MVA 21-0.69kV Transformer.pdf
Rev. -, Datum: 27.07.2017

- [1.1.170] Lagerwey Wind BV
LP4 Grid Transformer 5 MVA with 7stage MV Tapchanger Purchase
Specification
Dokumenten-Nr.: M17-C5-30-050244-R1
Rev. R1, Datum: 17.01.2019

- [1.1.171] IEO Transformatoren BV
Typenschild T51IND 21/0,69
Dokumenten-Nr.: TES Naamplaat Nederlands 4280-601
Dateiname: Transformer name plate.pdf
Rev. -, Datum: 10.12.2018 (empfangen)

- [1.1.172] IEO Transformatoren B.V.
Distribution transformers operation manual
Dokumenten-Nr.: IP/DSG/IM/01
Rev. 1.2, Datum: 17.05.2018

- [1.1.173] IEO Transformer B.V.
General Specification
Dokumenten-Nr.: 10888
Rev. -, Datum: 18.01.2019 (empfangen)

- [1.1.174] IEO Transformer B.V.
Zeichnung General Arrangement 5100 kVA 21000/690 V
Dokumenten-Nr.: A-6410
Rev. -, Datum: 29.07.2018

- [1.1.175] Lagerwey Wind BV
LP4 Grid Transformer 5.1 MVA Specification
Dokumenten-Nr.: M17-C5-30-050305-R1
Rev. R1, Datum: 02.07.2019

- [1.1.176] Lagerwey Wind BV
LP4 / EP5 Grid Transformer 5.2 MVA Specification
Dokumenten-Nr.: M17-C5-30-050286-R2
Rev. R2, Datum: 26.11.2019

- [1.1.177] Lagerwey Wind BV
LP4 / EP5 Grid Transformer 5.6 MVA Specification
Dokumenten-Nr.: M17-C5-30-050287-R2
Rev. R2, Datum: 26.11.2019

- [1.1.178] ENERCON
Type certification of distribution transformers
Dokumenten-Nr.: PM-EW-AA012-Typenprüfung WEA Trafos-Rev001
Rev. 001, Datum: 17.02.2014

- [1.1.179] ELTAS
General Specification, over-all dimension drawing and wiring diagram
Dateiname: 195973 ELTAS Trafo 5,1 30;0,69 KN L E 50Hz n5 ±2x2,5
Rev.: -, Datum: 27.08.2019

- [1.1.180] ELTAS
Schaltplan
Dokumenten-Nr.: 19.M.250.4923
Rev. -, Datum: 27.02.2019

- [1.1.181] ELTAS
F.A.T. Protocol
Seriennummer: YT-19-5858, YT-19-5859, YT-19-5860, YT-19-5861, YT-19-5862 Rev. -, Datum 04.2019 (Inspektionsdatum)

- [1.1.182] Lagerwey Wind BV
LP4/EP5 Grid Transformer 6.0 MVA Specification
Dokumenten-Nr.: M17-C5-30-050288-R2
Rev. R2, Datum: 26.11.2019

- [1.1.183] J. Schneider Elektrotechnik
Technical Data Sheet, Outline Drawing
Dateiname: D1023740-0 770899 JS Trafo 6,0 20;0,69 KN L E 50Hz n5
+4x2,5 V1.pdf; Rev. -, Datum: 17.07.2020

- [1.1.184] J. Schneider Elektrotechnik
Test Certificate – Three Phase Transformer
Dateiname: D1023744-0 Test certificate.pdf
Rev. -, Datum: 13.07.2020

- [1.1.185] Lagerwey Wind BV
Outline drawing – EP5-TBM-01; TBM Bottom unit Components assy
Zeichnung-Nr.: M06-C5-20-061406 – A
Rev. A, Datum: 29.06.2020

- [1.1.186] Lagerwey Wind BV
Outline drawing – Bottom unit floorframe weldment
Zeichnung-Nr.: M06-C5-20-061448 - A
Rev. A, Datum: 29.06.2020

- [1.1.187] ENERCON
Transformer Specification – Wind energy converter E160 EP5 E2 5500 kW
Dokumenten-Nr.: PLM-EWES-SP045-S1 E-160 EP5 E2 5500 kW
Rev. -, Datum: 30.01.2020

[1.1.188] J. Schneider Elektrotechnik
Data sheet / Outline drawing – Transformer HPNW 6500A-2034T12001
Dateiname: 782984 JS Trafo 6,5 33;0,69 KF L 50Hz n5 ±2x5 V1
Rev. -; Datum: 06.10.2020

[1.1.189] J. Schneider Elektrotechnik
Test certificate – Three phase transformer HPNW 6500A-2034T12001
Dokumenten-Nr.: 100011920
Rev. -, Datum: 03.12.2020

[1.1.190] J. Schneider Elektrotechnik
Data sheet / Outline drawing – Transformer HPNW 6500A-2035T10001
Dateiname: 780149 JS Trafo 6,5 10;0,69 KF L E 50Hz n5 +4x2,5 V1
Rev. -, Datum: 12.11.2020

Mittelspannungsschaltanlage

[1.1.191] Lagerwey Wind BV
LP4 Protection Settings for MV Switchgear
Dokumenten-Nr.: M17-C2-40-050154-R1
Rev. R1, Datum: 26.07.2017

[1.1.192] Siemens
Installation and Operating Instructions Medium-Voltage Switchgear Typ
8DJH
Dokumenten-Nr.: 500-8384.9
Rev. 06, Datum: 10.08.2011

[1.1.193] Siemens
Technical Description 8DJH
Dokumenten-Nr.: 8DJH-176373
Rev. -, Datum: 20.01.2017

[1.1.194] Siemens
Single Line Diagram 8DJH
Dokumenten-Nr.: 8DJH-176373
Rev. -, Datum: 20.01.2017

[1.1.195] Siemens
Circuit Diagram 8DJH Switchgear 24,0kV
Dokumenten-Nr.: 4509066258
Rev. -, Datum: 13.02.2016

[1.1.196] Lagerwey Wind BV
LP4 for MV Switchgear Siemens 8DJH 24 kV RL500 Purchase Specification
Dokumenten-Nr.: M17-C5-30-050231-R0
Rev. R0, Datum: 13.06.2018

- [1.1.197] Siemens
Circuit Diagram 8DJH RL SIPROTEC 5
Dokumenten-Nr.: 946990-000010
Rev. -, Datum: 17.09.2018

- [1.1.198] Siemens
Routine test report 8DJH Endausbau – PSIII.3
Dokumenten-Nr.: 000000946990-000010-0060-0002-0001
Rev. -, Datum: 16.10.2018

- [1.1.199] Siemens
Routine test report 8DJH Endausbau – PSIII.1
Dokumenten-Nr.: 000000946990-000020-0060-0002-0001
Rev. -, Datum: 15.10.2018

- [1.1.200] Siemens
Test Certificate 7SJ82
Seriennummer: BM1809004418
Rev. -, Datum: 17.09.2018

- [1.1.201] Siemens
Test Certificate 7SJ82
Seriennummer: BM1809007373
Rev. -, Datum: 24.09.2018

- [1.1.202] Lagerwey Wind BV
LP4 / EP5 MV Switchgear Specification
Dokumenten-Nr.: M17-C5-30-050306-R0
Rev. 0, Datum: 16.07.2019

- [1.1.203] Ormazabal
Technische Beschreibung cgm.3
Dokumenten-Nr.: CA-112-EN-1501
Rev. -, Datum: 15.08.2019 (empfangen)

- [1.1.204] Ormazabal
Zeichnung cgm.3
Dokumenten-Nr.: P019314
Dateiname: 170258 SLD Schaltanl. CGM.3 2K 1LSV V3
Rev. -, Datum: 28.11.2017

- [1.1.205] Ormazabal
Schaltplan
Dokumenten-Nr.: E08354
Dateiname: 170258 SLD Schaltanl. CGM.3 2K 1LSV V3
Rev. 01, Datum: 23.11.2017

- [1.1.206] Ormazabal
Schaltplan
Dokumenten-Nr.: E07106
Rev. 02, Datum: 07.09.2016
- [1.1.207] Kema
Report of Performance TIC 2417-11; cgm.3 L
Seriennummer: 3621-1092
Rev. -, Datum: 02.02.2011
- [1.1.208] Kema
Test Report 31009211GB; cgm.3-V
Seriennummer: 31009211-M3
Rev. -, Datum: 22.12.2010
- [1.1.209] Siemens
Circuit diagrams 8DJH 20kV Standard Switchgear (RRL)
Dateiname: 95434 sld switchgear 8DJH RRL2 V3 eng.pdf
Rev. -, Datum: 08.09.2009
- [1.1.210] Siemens
Circuit diagrams 8DJH Switchgear 20kV- RRRL SWE LARREITER POLDER
Dokumenten-Nr.: 30138862
Rev. -, Datum: 08.09.2009
- [1.1.211] Siemens
Circuit diagrams 8DJH Switchgear 24kV- 4 x RL2 - 806023-000010
Dokumenten-Nr.: 0030175687
Rev. -, Datum: 14.10.2010
- [1.1.212] Siemens
Circuit diagrams 8DJH Switchgear 24kV- RV - 15 x RRL2 20kA - 133019
(846693-000010), Dokumenten-Nr.: 0030256881
Rev. -, Datum: 15.04.2013

1.2 Mitgeltende Unterlagen

- [1.2.1] Lagerwey Wind BV
Design Basis LP4 / EP5 Turbine Configurations
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-10480-R10
Rev. R10, Datum: 05.01.2021
- [1.2.2] Lagerwey Wind BV
Description operation and safety system
Dokumenten-Nr.: M00-C2-40-050022-R8
Rev. R8, Datum: 14.04.2017

- [1.2.3] Lagerwey Wind BV
LP4 Safety System Components
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-050196-R2
Rev. R2, Datum: 09.07.2019

- [1.2.4] Lagerwey Wind BV
L136 P4500 T132 BLM AW8.5 TI16.0 Parameters for CS and SS relevant to
loadset and shutdown
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-050154-R0
Rev. R0, Datum: 01.12.2016

- [1.2.5] Lagerwey Wind BV
L136 4.5MW pars Default
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-050155-R0
Rev. R0, Datum: 16.05.2017

- [1.2.6] Lagerwey Wind BV
MEMO Assessment Remarks
Dateiname: Assessment remarks comments 27-6-2017.docx
Rev. -, Datum: 27.06.2017.

- [1.2.7] Lagerwey Wind BV
MEMO Assessment Remarks – comments 2017-07-24
Dateiname: Assessment remarks comments - AP - 2017-07-24.docx
Rev. -, Datum: 24.07.2017

- [1.2.8] Lagerwey Wind BV
MEMO Assessment Remarks – comments 2017-07-26
Dateiname: Assessment remarks comments - 2017-07-26.pdf
Rev. -, Datum: 26.07.2017

- [1.2.9] Lagerwey Wind BV
MEMO Assessment Remarks – comments 2017-07-27
Dateiname: Assessment remarks comments - 2017-07-27.pdf
Rev. -, Datum: 27.07.2017

- [1.2.10] Lagerwey Wind BV
MEMO Assessment Remarks – comments 2017-07-28
Dateiname: Assessment remarks comments - 2017-07-28.pdf
Rev. -, Datum: 28.07.2017

- [1.2.11] Bureau Veritas
Design Evaluation Conformity Statement LM 71.8 P
Dokumenten-Nr.: 180003-CS-DE-01-0
Rev. -, Datum: 30.03.2018

- [1.2.12] Lagerwey Wind BV
L147 P4300 T132M BLM AW8.5 TI16.0 Parameters for CS and SS relevant
to loadset and shutdown
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-050232-R0
Rev. R0, Datum: 25.10.2018

- [1.2.13] TÜV NORD CERT GmbH
Evaluation Report Wind Turbine Platform LP4 – Design Basis
TÜV NORD Report Nr.: 8114242475 – 0 E, Rev. 3, Datum: 12.08.2019

- [1.2.14] Lagerwey Wind BV
LP4 Description operation and safety system
Dokumenten-Nr.: M00-C2-40-050219-R0
Rev. R0, Datum: 05.12.2018

- [1.2.15] TÜV NORD CERT GmbH
Evaluation Report Wind Turbine Lagerwey LP4 Platform
Electrical Equipment and Lightning Protection
TÜV NORD Report Nr.: 8114242475 – 5 E, Rev.8, Datum: 26.02.2021

- [1.2.16] Lagerwey Wind BV
Begründung der L136-Nennleistungspegel
Dokumenten-Nr.: M00-C2-40-000626-R0
Rev. -, Datum: 14.01.2020

- [1.2.17] Lagerwey Wind BV
EP5 Safety System Components
Dokumenten-Nr.: M00-C2-30-050338-R0
Rev. -, Datum: 07.02.2020

- [1.2.18] Lagerwey Wind BV
EP5 Description Operation and Safety System
Dokumenten-Nr.: M00-C2-40-050302-R0
Rev. R0, Datum: 14.02.2020

2 Angewandte Normen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windkraftanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Fassung Oktober 2012

- [2.2] IEC 61400-22:2010
Windenergieanlagen, Teil 22: Konformitätsprüfungen und Zertifizierung

- [2.3] DIN EN 61400-1:2005 +A:2010 (Dritte Ausgabe)
Windenergieanlagen, Teil 1: Auslegungsanforderungen

- [2.4] IEC 60034-1:2010
Drehende elektrische Maschinen - Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten
- [2.5] EN 60204-1:2005, modifiziert
Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen -
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [2.6] DIN EN 61800-5-1:2008
Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl
Teil 5-1: Anforderungen an die Sicherheit – Elektrische, thermische und
energetische Anforderungen
- [2.7] DIN EN 61800-3:2012
Drehzahlveränderlicher elektrische Antriebe
Teil 3: EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren
- [2.8] DIN EN 61400-24:2011
Windenergieanlagen, Teil 24: Blitzschutz
- [2.9] IEC 62305 Serie
Blitzschutz
- [2.10] DIN EN 60076-1:2012
Leistungstransformatoren - Teil 1: Allgemeines
- [2.11] IEC 62271-200:2011
Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen
Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für
Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV
- [2.12] DIN 18014:2014-03
Fundamententwerfer - Planung, Ausführung und Dokumentation

3 Einleitung

In der DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) Richtlinie [2.1] werden keine direkten Anforderungen an den Blitzschutz gestellt. Deshalb wurden für diese Gutachtliche Stellungnahme entsprechend IEC 61400-22 [2.2] die Anforderungen der IEC 61400-1 [2.3] als Prüfgrundlage definiert.

Die Lagerwey LP4 / EP5 Plattform wurde bereits im Rahmen der Typzertifizierung auf Erfüllung der Anforderungen der IEC 61400-1 überprüft. Die Ergebnisse dieser Überprüfung sind im TÜV NORD Zertifizierungsbericht [1.2.15] zusammengefasst. Die vorliegende gutachtliche Stellungnahme für die Lagerwey LP4 / EP5 Plattform wurde auf Basis dieses Zertifizierungsberichtes erstellt.

Auf Basis der von Lagerwey übermittelten Dokumente haben wir das elektrische System und den Blitzschutz auf Einhaltung der Anforderung der IEC 61400-1 geprüft. Für den Blitzschutz von WEA wurden die IEC 61400-24 [2.8] und IEC 62305 [2.9] berücksichtigt.

4 Beschreibung der elektrischen Hauptkomponenten

Die Prüfung des elektrischen Systems und des Blitzschutzes beinhaltet die folgenden Windenergieanlagen (WEA) [1.1.1], [1.1.2]:

Variant Nr.	WEA	Frequenz	Nennleistung	Turm / Nabenhöhe	Rotordurchmesser / Rotorblatt	Umgebungsbedingung
1	Lagerwey L136 / E-136	50 Hz	4.5 MW	Stahl ¹ 132 m, 109 m	136 m LM 66.5 P	STW
2	Lagerwey L147 / E-147	50 Hz	4.3 MW	Stahl ¹ 109 m, 126 m, 132 m, 155 m	147 m LM 71.8 P	STW
3	Lagerwey L136 / E-136	50 Hz	4.65 MW	Stahl ¹ 132 m, 109 m, 155 m	136 m LM 66.5 P	STW
4	Lagerwey L-160 / E-160	50 Hz	4.6 MW	Stahl ¹ 120 m, 166 m	160 m LM 78.3 P	STW
5	Lagerwey L-147 E2 / E-147 E2	50 Hz	5.0 MW	Stahl ¹ 126 m, 155 m	147 m LM 71.8 P	STW
6	Lagerwey L-160 E2 / E-160 E2	50 Hz	5.5 MW	Stahl ¹ 120 m, 140 m, 143 m, 166 m	160 m LM 78.3 P	STW

Tabelle 4.1: WEA Konfigurationen der Lagerwey LP4 / EP5 Plattform

4.1 Klimatische Bedingungen

Die Lagerwey LP4 Plattform ist für die folgenden klimatischen Bedingungen spezifiziert [1.2.1]:

Version:	Betriebstemperaturbereich:	Auslegungstemperatur:
Standard Weather Edition (STW)	-10 °C bis 40 °C	-20 °C bis 50 °C

Tabelle 4.2: Temperaturbereich Lagerwey LP4 Plattform

Die maximale Installationshöhe der LP4 Plattform ist von Lagerwey nicht definiert. Für die Evaluierung des elektrischen Systems wurde die Standardhöhe von 1000 m über NN berücksichtigt.

4.2 Komponenten Beschreibung

Die elektrischen Eigenschaften der Hauptkomponenten sind:

¹ Alternativ Modular Steel Tower

• **Generator**

Hersteller:	Lagerwey	
Typ:	LW 5600-4300	
WEA Variante:	1, 2, 3	
Prinzip:	permanent-magnet synchron	
Nennscheinleistung:	6366 kVA	6081 kVA
Nennspannung:	717 V ²	672 V ²
Nennstrom:	2*2565 A	2*2611 A
Nenndrehzahl:	11,0 min ⁻¹	10,28 min ⁻¹
Frequenz:	12,1 Hz	11,308 Hz
Isolationsklasse:	F	
Anzahl der Pole:	66	
Schutzart:	IP 54	
Kühlungsart:	Luft	
Max.	1000 m	
Installationshöhe:		
Betriebstemperaturbereich:	-20 °C bis 40 °C	

Hersteller:	ENERCON	
Typ:	EP5-GU-E160-E1	E-147 E2 EP5-GU-01
WEA Variante:	4	5
Prinzip:	permanent-magnet synchron	
Nennscheinleistung:	6226 kVA	6292 kVA
Nennspannung:	720 V ²	738,2 V
Nennstrom:	4996 A	16*307,6 A
Nenndrehzahl:	9,3 min ⁻¹	
Frequenz:	13,64 Hz	

² Über den Vollumrichter erfolgt eine aktive Regelung der Spannung.

Isolationsklasse:	F
Anzahl der Pole:	176
Schutzart:	IP 54
Kühlungsart:	Luft
Max. Installationshöhe:	bis zum 2500 m mit de-rating 1000 m
Betriebstemperaturbereich:	⁻³ -15 °C bis 40 °C ⁴
Hersteller:	ENERCON
Typ:	E-160 E2 EP5-GU-01
WEA Variante:	6
Prinzip:	permanent-magnet synchron
Nennscheinleistung:	6958 kVA
Nennspannung:	741,7 V
Nennstrom:	16*338,5 A
Nenndrehzahl:	9,4 min ⁻¹
Frequenz:	13,787 Hz
Isolationsklasse:	F
Anzahl der Pole:	176
Schutzart:	IP 54
Kühlungsart:	Luft
Max. Installationshöhe:	bis zum 1000 m
Betriebstemperaturbereich:	-15 °C bis 40 °C ⁵
Zugehörige Dokumentation:	[1.1.21] - [1.1.24]

³ Siehe Auflage 6.1

⁴ Ab 20° C arbeitet der Generator mit einer Derating-Strategie [1.1.18]

⁵ Ab 20° C arbeitet der Generator mit einer Derating-Strategie [1.1.21]

• Umrichter

Hersteller:	ABB	
Typ:	IGBT Vollumrichter	
Bezeichnung:	ACS880-87LC-8000A/6144A-7	ACS880-87CC-5200A/4800A-7
WEA Variante:	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5
Nennleistung (Netzseite):	6608 kW	5163 kW
Nennscheinleistung (Netzseite):	7342 kVA	5737 kW
Leistungsfaktor (cos φ):	0,9	0,9
Nennspannung (Netzseite):	3 ~ 690 V AC	3 ~ 690 V AC
Nennstrom (Netzseite):	6144 A (3072 A / Modul)	4800 A (2400 A / Modul)
Nennspannung (Maschinenseite):	3 ~ 0...690 V	3 ~ 0...690 V
Nennstrom (Maschinenseite):	8000 A (4000 A / Modul)	5200 A (2600 A / Modul)
Frequenz (Netzseite):	50 \pm 5 Hz / 60 \pm 5 Hz	50/60 Hz \pm 5 Hz
Schutzart:	IP54	IP21
Max. Installationshöhe ⁶ :	1000 m	1000 m
Betriebstemperaturbereich:	-30 °C bis 45 °C	-30 °C bis 45 °C

• AC Pitch System

Pitch Motor:

Hersteller:	KEB
-------------	-----

⁶ Bei Installationshöhen zwischen 1000 m bis 2000 m ü. NN. muss ein Derating entsprechend der ABB Vorgaben im Handbuch berücksichtigt werden.

Bezeichnung:	7608000-4000
WEA Variante:	1, 2, 3, 4, 5, 6
Nennleistung:	19,8 kW
Nenndrehmoment:	95 Nm
Nennspannung:	.. ⁷
Nennstrom:	42,3 A
Nenndrehzahl:	2000 min ⁻¹
Isolationsklasse:	F
Schutzart:	IP65
Betriebstemperaturbereich:	-30 °C bis 50 °C

Pitch Umrichter:

Hersteller:	KEB
Bezeichnung:	19P6H2G-YLXA
WEA Variante:	1, 2, 3, 4, 5, 6
Versorgungsspannung:	400 V
Nennausgangsstrom:	52 A
Max. Ausgangsstrom:	83 A
Schutzart:	.. ⁷
Betriebstemperaturbereich:	-30 °C bis 65 °C

Energiespeicher:

Typ:	Ultrakondensator	
Hersteller:	Maxwell	LS Ultracapacitor
Bezeichnung:	BMOD0006 E160 B02	LSUM 168R0L 0005F EA
WEA Variante:	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5

⁷ In den Herstellerdokumenten nicht angegeben

Kapazität / Blatt:	5,8 F / 3,86F ⁸	5,8 F
Nennspannung (DC) / Blatt:	160 V	168 V
Betriebstemperaturbereich:	-40 °C bis 65 °C	-40°C bis ~65°C

- **Azimutmotor:**

Hersteller:	Bonfiglioli
Bezeichnung:	BN 132S 6 400/690-50 IP55 CLF B5 FD 50 RM SB 400 SA E3
WEA Variante:	1, 2, 3, 4, 6
Nennleistung:	3,0 kW
Nennspannung:	400/690 V
Frequenz :	50 Hz
Betriebstemperaturbereich:	-20 °C bis 60 °C ⁹

Hersteller:	Suzhou Lego Motors Co., Ltd
Bezeichnung:	AKEJ112M-6T AKEJ112M-6R
WEA Variante:	1, 2, 3. 4, 5, 6
Nennleistung:	3 kW
Nennspannung:	400/690 V
Frequenz :	50 Hz
Betriebstemperaturbereich:	-20 °C bis 45 °C

- **Schleifring:**

Hersteller:	Rekofa
Bezeichnung:	5031376 F 5927 D
WEA Variante:	1, 2, 3 4, 5, 6
Anzahl Ringe:	24 25

⁸ Nennkapazität je Modul 5.8 F, je Blatt 2 x 3 Module parallel

⁹ Der Betriebstemperaturbereich der Azimutantriebe hängt vom verwendeten Getriebeöl ab. Der angegebene Temperaturbereich gilt für das Öl ISO VG 320.

Drehzahl: 0-22 min⁻¹
 Schutzart: IP 65
 Betriebstemperaturbereich: -25 °C bis 55 °C

• **Transformator:**

Hersteller:	IEO Transformatoren B.V.		ELTAS
Bezeichnung:	T50IND	T51IND	Öl-Transformator, hermetisch geschlossen mit Wellenwand
WEA Variante:	1, 3, 4	2, 4	1, 3, 4
Typ:	flüssigkeitsgefüllt		
Frequenz:	50 Hz		
Nennleistung:	5000 kVA	5100 kVA	5100 kVA
Nennspannung (HV):	21 kV ¹⁰	21 kV ¹⁰	30 kV
Nennspannung (LV):	0,69 kV	0,69 kV	0,69 kV
Schaltgruppe:	Dyn5	Dyn5	Dyn5
Anzapfungen:	5 Stufen ± 2,5 %	± 3 x 2,5 %	±2 x 2.5 %
Kühlung:	KNAN	KNAN	KNAN
Schutzart:	IP 00	¹¹	IP 54
Max. Installations- höhe:	1000 m	¹¹	1000 m
Betriebstemperaturbereich:	-25 °C bis 40 °C	max. 40 °C	-25 °C bis 40 °C

¹⁰ Die HV-Spannungsebene kann projektspezifisch angepasst werden.

¹¹ In den Herstellerunterlagen nicht angegeben.

Hersteller:	J. Schneider Elektrotechnik		
Bezeichnung:	HONW 6000A - 2018T 11001	HPNW 6500A-2034T12001	HPNW 6500A-2035T10001
WEA Variante:	5	5, 6	5, 6
Typ:	flüssigkeitsgefüllt		
Frequenz:	50 Hz		
Nennleistung:	6000 kVA	6500 kVA	6500 kVA
Nennspannung (HV):	20 kV	33 kV	10 kV
Nennspannung (LV):	0,69 kV	0,69 kV	0,69 kV
Schaltgruppe:	Dyn5	Dyn5	Dyn5
Anzapfungen:	+4 x 2,5%	±2 x 5%	+4 x 2,5%
Kühlung:	KNAN	KFAF	KFAF
Schutzart:	IP 00	IP 00	IP 00
Max. Installations- höhe:	1000 m	1000 m	1000 m
Betriebstempe- raturbereich:	-25 °C bis 50 °C	-25 °C bis 50 °C	-25 °C bis 50 °C
Zugehörige Dokumentation:	[1.1.182] - [1.1.186]	[1.1.87] - [1.1.89]	[1.1.87], [1.1.89]

- **Mittelspannungsschaltanlage:**

Hersteller:	Siemens	Ormazabal
Bezeichnung:	8DJH	Cgm.3
WEA Variante:	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4
Frequenz:	50/60 Hz	50/60 Hz
Nennspannung:	24 kV ¹⁰	36 kV
Nennstrom (Stromschiene):	630 A	400/630A

Schutzart		
- Panel:	IP 2X	IP 2XD
- Tank:	IP 65	IP X8
Isolationsmedium:	SF ₆	SF ₆
Max. Installationshöhe:	≤ 1000 m	≤ 2000 m
Betriebstempera- turbereich:	-10 °C bis 55 °C ¹²	-40 °C bis 40 °C
Schutzrelais:	7SJ82	WIC1-3PE

- **Blitzschutz**

Gefährdungspegel: LPL I

- **Netzanschlussbedingungen [1.1.1]**

WEA Variante: 1 - 5

Betriebsspannung mit Toleranz: 21 kV ± 10 %¹³

Betriebsfrequenz mit Toleranz: 50 Hz ± 2 Hz

Spannungsschiefelast: Max. 2 %

Netzausfall: 1/Jahr

5 Prüfbemerkungen

5.1 Methode

Die eingereichten Unterlagen wurden auf Vollständigkeit, Plausibilität und Konformität zu den in Kapitel 2 aufgeführten Standards geprüft. Die geprüften Dokumente sind in Kapitel 1 aufgelistet. Weiterhin wurden die Funktionalität der elektrischen Ausrüstung mit den Schaltplänen geprüft und die korrekte Dimensionierung der elektrischen Komponenten kontrolliert.

5.2 Anmerkungen

5.2.1 Während der Inbetriebnahme und des ersten Starts der WEA sollten einige Tests durchgeführt werden. Unter anderem sollten die installierten Kabel auf

¹² Der Temperaturbereich der Schaltanlage ist abhängig von der sekundären Schutzeinrichtung. Lagerwey installiert ein Siemens Siprotec 5 Schutzrelais.

¹³ Entsprechend der Schutzeinstellungen der Mittelspannungsschaltanlage

Druckstellen geprüft werden. Des Weiteren sollten die Kabelbezeichnungen mindestens stichprobenartig überprüft werden. Diese Tests sind nur zwei Beispiele für Prüfungen, die durchgeführt werden sollten, bevor die WEA in den normalen Betrieb geht.

- 5.2.2 Die Konformität der Erdungsanlage des Fundamentes mit den einschlägigen Standards (DIN EN 50522, bzw. DIN 18014 für das Erdungssystem einer Hochspannungsanlage) und die Berücksichtigung der lokalen Vorschriften und Bedingungen vor Ort sind in Form eines Berichts zu dokumentieren. Dieser soll von einem lokalen Experten erstellt und als Teil der WEA Dokumentation übermittelt werden. Lagerwey hat den Betreiber auf diese Tatsache hinzuweisen.
- 5.2.3 Es ist darauf zu achten, dass es im Blitzschutz- und Erdungssystem keine Unterbrechungen gibt.
- 5.2.4 Wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass Kabel von Nagetieren oder anderen Tieren beschädigt werden können, müssen bewehrte Kabel oder Schutzrohre verwendet werden. Bei der Verlegung von Erdkabeln ist auf eine ausreichende Verlegetiefe zu achten.
- 5.2.5 Die Erfüllung der Anforderungen der lokalen Netzbetreiber und die Einhaltung der Netzanschlusskriterien sind von Lagerwey vor der WEA-Installation zu überprüfen und nachzuweisen. Diese Nachweise sind nicht Teil der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme, sondern sind separat im Rahmen der Netzanschlussbegutachtung der WEA und der Windparks zu erbringen.
- 5.2.6 Die Inbetriebnahme der elektrischen Ausrüstung der Anlage hat entsprechend der IEC 60364-6-61 „Errichten von Niederspannungsanlagen“, Teil 6: „Prüfungen“, Kapitel 61: „Erstprüfung“ zu erfolgen. Der dafür erstellte Testbericht ist dem Betreiber der WEA als Teil der Anlagendokumentation zu übergeben.
- 5.2.7 Es sind die lokalen Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit zu beachten. In Deutschland sind vor allem das EMV-Gesetz sowie die Europäische EMV-Richtlinie 2014/30/EU einzuhalten.

5.3 Prüfergebnis

5.3.1 Allgemeine Anforderungen an das elektrische System

Die im Kapitel 4 aufgeführten Komponenten wurden bei der Typenzertifizierung der Lagerwey LP4 / EP5 Plattform bereits auf die Erfüllung der Anforderungen der DIN 61400-1 [2.3] und IEC 61400-22 [2.2] positiv geprüft [1.2.15]. Es gibt keine Abweichung von den allgemeinen Anforderungen an das elektrische System gemäß DIN EN 61400-1 und DIBt 2012 [2.1].

In Revision 2 wurde der Permanentmagnet-Synchrongenerator Typ EP5-GU-E160-E1 für die WEA E-160 aufgenommen. Der Generator wird von ENERCON hergestellt [1.1.12]. Der EP5-GU-E160-E1 ist gemäß IEC 60034-1 [2.4] ausgelegt.

Die Typenschild-Zeichnung des Generators EP5-GU-E160-E1 einschließlich der Angaben zum Betriebstemperaturbereich müssen eingereicht werden [6.1].

In Revision 3 dieses Berichtes wurde der Permanentmagnet-Synchrongenerator Typ E-147 E2 EP5-GU-01 [1.1.18] - [1.1.20] von ENERCON für die E147 E2 Konfiguration aufgenommen. Der E-147 E2 EP5-GU-01 ist gemäß IEC 60034-1 [2.4] ausgelegt. Die Anforderungen der IEC 61400-1 [2.3] werden erfüllt.

In Revision 1 dieses Berichts wurde der alternative Umrichter ACS880-87CC-5200A/4800A-7 von ABB hinzugefügt. ABB bestätigt, dass der ACS880-87CC-5200A/4800A-7 konform zu den EU-Richtlinien 2014/35/EU und 2014/30/EU ist, und die Anforderungen der EN 61800-5-1 [2.6] und EN 61800-3 [2.7] erfüllt. Der von Eltas hermetisch abgeschlossener mit Wellenwand Öl-Transformator (5100 kVA) [1.1.179] - [1.1.181] wurde auch aufgenommen. Der Transformator ist nach IEC 60076 ausgelegt. Darüber hinaus sind weitere Spezifikationen für die Mittelspannungsschaltanlage von Lagerwey in diese Revision hinzugefügt worden. Ebenso eine alternative Mittelspannungsschaltanlage von Ormazabal [1.1.203] - [1.1.208] wurde aufgenommen.

In Revision 3 dieses Berichtes wurde der flüssigkeitsgefüllte Transformator der Bezeichnung HONW 6000A - 2018T 11001 von J. Schneider Elektrotechnik hinzugefügt [1.1.183], [1.1.184]. Dieses Design entspricht der technischen Spezifikation [1.1.182] von Lagerwey. Der Transformator erfüllt die Anforderungen der Norm IEC 60076-1 [2.10].

5.3.2 Schutz- und Trenneinrichtungen

Die WEA der Lagerwey LP4 / EP5 Plattform sind mit Schutzgeräten zum Schutz der elektrischen Komponenten ausgestattet. Diese schützen die Turbine selbst sowie die externen elektrischen Systeme im Falle einer Fehlfunktion. Die korrekte Auslegung der Schutz- und Trenneinrichtungen wurde zusammen mit der Kurzschlussstromberechnung und den Schaltplänen bereits bei der Typenzertifizierung geprüft [1.2.15].

Die Schutz- und Trenneinrichtungen erfüllen die Anforderungen der DIN EN 61400-1 und DIBt 2012.

5.3.3 Blitzschutz und Erdungssystem

Die WEA der Lagerwey LP4 / EP5 Plattform sind nach dem Gefährdungspegel LPL I gemäß IEC 61400-24 ausgelegt. Die Aufteilung in verschiedene Blitzschutzzonen ist im Dokument [1.1.49] dargestellt. Die Beschreibung ist plausibel und ausreichend.

Die WEA L136 ist mit dem Rotorblatt LM 66.5 P von LM Wind Power [1.1.50] - [1.1.52] ausgerüstet. Das LM 66.5 P ist mit dem zertifizierten Blitzschutzsystem Insulated Lightning Protection System (ILPS) [1.1.50] ausgestattet. Der Germanischer Lloyd (GL) hat die Einhaltung der Anforderungen der IEC 61400-24 für das ILPS geprüft [1.1.53], [1.1.54]. Lagerwey hat ein gültiges Komponentenzertifikat entsprechend IEC 61400-22 für das ILPS vom GL [1.1.55] vorgelegt.

Das Rotorblatt LM 71.8 P von LM Wind Power ist an der WEA L147 installiert. Bureau Veritas hat das Design des LM 71.8 P geprüft. Laut Design Evaluation Conformity Statement [1.2.11] ist auch dieses Rotorblatt mit dem zertifizierten ILPS ausgerüstet.

Die WEA L160, L160 E2 und L147 E2 sind mit dem Rotorblatt LM 78.3 P von LM Wind Power ausgerüstet [1.2.1]. Bureau Veritas hat das Design des LM 78.3 P geprüft [1.1.60]. Dieses Rotorblatt ist mit einem von DNV GL Renewables Certification zertifizierten ILPS nach IEC 61400-22 ausgerüstet [1.1.59].

Das Blitzschutzsystem sowie das Erdungskonzept der Lagerwey LP4 / EP5 Plattform wurden bereits bei der Typzertifizierung auf Einhaltung der Anforderungen der Blitzschutznormen IEC 61400-24 [2.8] und der IEC 62305 (Serie) [2.9] geprüft [1.2.15].

Das Blitzschutz- und Erdungssystem der Lagerwey LP4 / EP5 Plattform erfüllen die Anforderungen der DIN EN 61400-1, DIN 18014 und der DIBt 2012.

In Revision 1 dieses Bewertungsberichts wurde ein alternatives Kabel zwischen dem Mittelspannungstransformator und der Mittelspannungsschaltanlage (N2XSJ von Helukabel) [1.1.125] - [1.1.126] hinzugefügt. Darüber hinaus wurde das Design des Turmfußmoduls von Lagerwey geändert. Anstelle flexiblen Kupferkabel (300 mm²) wurden Sammelschienen zwischen Umrichter und Mittelspannungstransformator [1.1.127] installiert. So wurde auch die Spezifikation des Stromkabels von Lagerwey [1.1.117] aktualisiert.

Die Revision 1 dieses Berichts enthält ebenso die elektrischen Schaltpläne der 155 m Nabenhöhe der EP5 Plattform. Die neue Nabenhöhe wurde ebenfalls in dem Stromkabelübersicht [1.1.130] berücksichtigt.

5.3.4 Elektrische Leiter

Die Auslegung der Leistungskabel sowie einige Kabeldatenblätter sind in den Dokumenten [1.1.113] - [1.1.124] dargestellt. Vom Generator zum Kabelloop im Turm sind flexible Leitungen (48x1x150 mm² H07BN-F 450/750V Kupfer) installiert. Das Leistungskabel im Turm ist starr (48x1x400 mm² NAYY-J/0 Aluminium). Die Verbindung vom Leistungsumrichter zum Mittelspannungstransformator ist mit 24 Kabeln (24x1x300 mm² H07BN4-F 450/750V Kupfer) hergestellt. Zwischen Transformator und Mittelspannungsschaltanlage wird das Mittelspannungskabel YMeKrvslqwd 12/20 kV installiert.

Die Auslegung der Kabel ist plausibel und nachvollziehbar. Die Prüfung der elektrischen Leiter ergab keine Abweichungen von der DIN EN 61400-1 und der DIBt 2012.

5.3.5 Selbsterregung

Die WEA der Lagerwey LP4 Plattform werden bei Netzausfall über den Umrichter sicher vom Netz getrennt. Damit sind die Anforderungen der DIN EN 61400-1 und DIBt 2012 bezüglich Selbsterregung erfüllt.

5.3.6 Weitere Anmerkungen

Das Sicherheitssystem der LP4 Plattform ist in [1.2.14] dargestellt. Die Sensoren und Aktoren des Sicherheitssystems sind korrekt in den Schaltplänen abgebildet.

6 Auflagen

Die unten aufgeführten Auflagen für das elektrische System werden von uns als nicht sicherheitskritisch bewertet. Die entsprechenden Nachweise, dass die Auflagen geklärt sind, müssen vor der endgültigen Inbetriebnahme eingereicht werden.

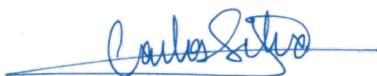
- 6.1 Die Typenschild-Zeichnung des Generators EP5-GU-E160-E1 einschließlich der Angaben zum Betriebstemperaturbereich muss eingereicht werden
- 6.2 Für die Erstellung der TTCS der E160 E2 muss der Wärmeprüfungsbericht des Generators E-160 E2 EP5-GU-01 vorliegen
- 6.3 Für die Erstellung der TTCS der E160 E2 muss der Typprüfbericht des Transformators HPNW 6500A-2035T10001 vorliegen

7 Schlussfolgerung

Das elektrische System und der Blitzschutz der WEA der Lagerwey LP4 / EP5 Plattform erfüllen die Anforderungen der DIN EN 61400-1 und somit auch die Anforderungen der DIBt 2012, wenn die Auflagen auf dem Kapitel 6 geschlossen sind.

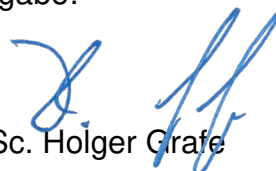
Durch Modifikationen am elektrischen System, die nicht angezeigt werden, verliert diese Stellungnahme ihre Gültigkeit. Damit diese Stellungnahme gültig bleibt, müssen Änderungen der Zertifizierungsstelle Windenergie mitgeteilt und zur Prüfung vorgelegt werden.

Verfasser:



M. Sc. Carlos Silva

Freigabe:



M. Sc. Holger Grafe