

ABTEILUNG WINDENERGIEANLAGEN



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

Gutachtliche Stellungnahme

Datum: 19.09.2022

Prüfnummer: 2648908-1-d Rev. 1

Objekt: Prüfung der Standsicherheit – Podeste und Einbauten
für Stahlrohrtürme und LDST von Windenergieanlagen Typ
Vestas

**Hersteller Wind-
energieanlage:** Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 42
8200 Aarhus N
Dänemark

**Statische
Berechnung:** Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 42
8200 Aarhus N
Dänemark

Auftraggeber: Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 42
8200 Aarhus N
Dänemark

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/CST

Dokument:
2648908-1-d Rev.1_Tower
Internals PuE.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.

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
USt-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter www.tuvsud.com/impressum

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vors.)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Thomas Kainz, Simon Kellerer

Telefon: +49 89 5791-3146
Telefax: +49 89 5791-2956
www.tuvsud.com/de-is



TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Energie und Systeme
Windenergie
Windenergieanlagen
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland



Industrie Service

Revision	Datum	Änderungen
0	03.04.2017	Erstfassung
1	19.09.2022	Redaktionelle Änderungen. Entfall der Gültigkeitsbegrenzung.

Inhaltsverzeichnis

1. Unterlagen 3

1.1. Geprüfte Unterlagen..... 3

1.2. Eingesehene Unterlagen..... 3

2. Prüfgrundlage 3

3. Beschreibung 4

3.1. Baustoffe..... 4

3.2. Lastannahmen 5

4. Prüfumfang 5

5. Prüfbemerkungen..... 6

6. Prüfergebnis..... 6

Auflagen..... 7

1. Unterlagen

1.1. Geprüfte Unterlagen

Folgende Dokumente, sofern nicht anders angegeben von Vestas Wind Systems A/S erstellt, wurden zur Prüfung vorgelegt:

- [1] „Main principles internals LDST“, 2 Seiten,
Dokument Nr.: 0065-6173, Rev. 02, Datum 2017-03-31
- [2] „Structural Design of Internals, Tubular steel towers, Vestas Modular Towers, Tower diameter up to 4.20 m“, 20 Seiten
Dokument Nr.: 0001-4114, Rev. 05, Datum 2017-03-28
- [3] „Structural Design of Internals, Large diameter steel towers, LDST, Steel tower diameters 4.20 - 6.50 m“, 21 Seiten,
Dokument Nr.: 0062-5835, Rev. 02, Datum 2017-03-28

1.2. Eingesehene Unterlagen

Folgende Dokumente, sofern nicht anders angegeben von Vestas Wind Systems A/S erstellt, wurden als Grundlage zur Prüfung herangezogen:

- [4] „General rules for Internals, Large Diameter Steel Towers (LDST)“, 9 Seiten,
Dokument Nr.: 0062-5084, Rev. 01, kein Datum
- [5] „Technical purchase specification - Aluminium platforms“, 18 Seiten,
Dokument Nr.: 0062-5290, Rev. 01, Datum 2015-05-11
- [6] „EC-Type Approval Certificate - PPE against fall from a height, Anchor Device EN 795 A/B - SÖLL EYE ANCHOR“, erstellt von TÜV SÜD Product Service GmbH, 2 Seiten,
Dokument Nr.: P5 09 12 69922 004, Rev. 00, Datum 2010-01-11

2. Prüfgrundlage

Die Prüfung der Unterlagen erfolgte gemäß folgender Normen und Richtlinien:

- /1/ DIN EN 1090-2:2011 „Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-2:2008 + A1:2011“
- /2/ DIN EN 1990:2010 „Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010“, mit nationalem Anhang DIN EN 1990/NA:2010
- /3/ DIN EN 1991-1-1:2010 „Eurocode 1: Einwirkungen 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
- /4/ DIN EN 1993-1-1:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-1/NA:2010
- /5/ DIN EN 1993-1-3:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-3: Allgemeine Regeln – Ergänzende Regeln für kaltgeformte Bauteile und Bleche; Deutsche Fassung EN 1993-1-3:2006 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-3/NA:2010

- /6/ DIN EN 1993-1-8:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-8/NA:2010
- /7/ DIN EN 1993-1-10:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung; Deutsche Fassung EN 1993-1-10:2005 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-10/NA:2010
- /8/ EN 1999-1-1:2007 + A1:2009 + A2:2013 “Eurocode 9: Design of aluminium structures – Part 1-1: General structural rules”

Zur Prüfung wurden zusätzlich folgende Normen und Richtlinien herangezogen:

- /9/ DIN EN 50308:2005 „Windenergieanlagen - Schutzmaßnahmen – Anforderungen für Konstruktion, Betrieb und Wartung; Deutsche Fassung EN 50308:2004“
- /10/ DIN EN ISO 14122-2:2016 „Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege (ISO 14122-2:2016); Deutsche Fassung EN ISO 14122-2:2016“
- /11/ DIN EN 353-1:2014 „Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz – Mitlaufende Auffanggeräte einschließlich einer Führung – Teil 1: Mitlaufende Auffanggeräte einschließlich fester Führung; Deutsche Fassung EN 353-1“

3. Beschreibung

Podeste:

Die Podeste werden in zwei Gruppen gegliedert:

- Innenpodeste bis zu einem Turmdurchmesser von 4,20 m
- Innenpodeste mit einem Turmdurchmesser von 4,20 m bis 6,50 m (LDST).

Bei beiden Gruppen gibt es die Ausführung der Podeste mit zwei zu U-Trägern gebogenen Aluminiumblechen, die zwischen den Rechteck- und Kreissegmenten platziert werden.

Bei den Innenpodesten bis zu einem Turmdurchmesser von 4,20 m gibt es eine zusätzliche Variante ohne U-Träger. Hierbei wird das Podest lediglich aus Rechteck- und Kreissegmenten gebildet.

Grundsätzlich werden alle Elemente der Innenpodeste untereinander verschraubt.

Die Innenpodeste sind folgendermaßen angelegt:

- Tränenblech $t = 5/7$ mm, gekantet zu einzelnen Podestsegmenten und mit Laschen an der Turmwand bzw. mit Aufhängern am Flansch befestigt
- Stahllasche, direkt verschweißt mit der Turmwand (Auflagerlaschen der Podeste)
- Aufhänger $\varnothing 16$ mm mit Sacklochverbindung im Flansch und angeschraubt an Podestbleche (hängende Lagerung der Podeste)

Alle Podeste werden mit einer Durchstiegsklappe an der Leiter ausgeführt. Die Podeste oberhalb des Lifteinstiegs und einschließlich Liftausstieg weisen eine Öffnung für den Lift auf.

Liftraverse:

Die WEA erhält eine Liftanlage. Die Liftraverse ist ein T-Profil T140 oder alternativ ein geschweißtes T-Profil mit denselben Querschnittswerten und wird unmittelbar an die Turmwandung angeschweißt.

Leiter:

Die Leiter wird zur Vertikallastabtragung an jedem Podest mittels Leiterbügel befestigt. Zur horizontalen Lastabtragung wird die Leiter mit magnetischen Halterungen an der Turmwandung befestigt.

Geländer:

Die Geländer bestehen aus einer Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Aluminium-Rechteckhohlprofilen für die Turmeinbauten bis zu einem Durchmesser von 4,20 m.

Für die Geländer in den LDST-Türmen werden Aluminium-Rechteckhohlprofile eingesetzt und die Enden der Konstruktion werden mittels magnetischer Halterungen an der Turmwandung befestigt.

3.1. Baustoffe

Belagbleche	EN AW 5754 H114 - DIN EN 1386
Blech für Leiter an Plattform	EN AW 6082 T6 - DIN EN 573-3
Verstärkungen, Geländer	EN AW 6060 T6 - DIN EN 573-3
Laschen, Leiterbügel	S235JR - DIN EN 10025
Liftraverse und Aufhänger	S355J0 - DIN EN 10025
Schrauben (Stahlbau)	Festigkeitsklasse 8.8 - DIN EN 14399-4 und DIN EN 14399-6

3.2. Lastannahmen

Die Lasten auf die Innenpodeste werden nach DIN EN ISO 14122-2 /10/ angesetzt:

- Einzellast 1,5 kN an ungünstigster Stelle
- Flächenlast 2,0 kN/m²
- Zusatzlasten siehe Lastansatz Statik

Für die Anschlagpunkte zur Absturzsicherung werden Einzellasten von 22 kN berücksichtigt.

Die Lasten für die Liftraverse wurden entsprechend den Lasttabellen des Herstellers in [2] angesetzt.

Für die Podestgeländer wurden folgende Lasten in [2] angesetzt:

- Holmlast von 0,30 kN/m

Die Lasten auf die Steigleitern werden nach DIN EN 50308 /9/ und DIN EN 353-1 /11/ angesetzt:

- Abweichend von /9/, zwei Einzellasten von je 1,5 kN im Leitersegment
- Fanglastfall 6 kN nach /9/ (15 kN statische Belastung nach /11/, die aus einer maximalen Auffangkraft von 6 kN entsteht)

Eigengewichte wurden gemäß DIN EN 1991-1-1 /1/ und nach Herstellerangaben berücksichtigt.

4. Umfang der Prüfung

Diese gutachtliche Stellungnahme umfasst die Prüfung hinsichtlich der Tragfähigkeit der in Abschnitt 3 beschriebenen Einbauten auf Basis der in Abschnitt 2 genannten Prüfgrundlagen.

Weitere Prüfungen wie die des Stahlturms oder des Sicherheitskonzepts gemäß DIN EN 50308 /9/ sind nicht Gegenstand dieses Berichtes. Auch Flucht- und Zugangswege sowie Durchgänge sind nicht Bestandteil dieser Prüfung. Die Besteigeeinrichtungen (d.h. Leitern mit Absturzsicherungssystem und Treppen) und der Servicelift sind nicht Gegenstand dieser Prüfung.

Abweichungen von den geprüften Unterlagen und Prüfgrundlagen bezüglich Konstruktion und Lastannahmen, 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.

Zertifizierte Produkte:

Für den Lift, die Steigleiter sowie die PSA-Anschlagpunkte sind jeweils für den Anwendungszweck geeignete und zugelassene Produkte zu verwenden.

6. Gutachtliche Stellungnahme

Die Berechnungen entsprechen den in Abschnitt 2 genannten Normen und Richtlinien und sind im Wesentlichen vollständig und richtig.

Die Anforderungen an die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der Turmeinbauten für Stahlrohrtürme der Firma Vestas mit einem Durchmesser bis zu 4,20 m und LDST-Türme („Large diameter steel tower“) mit einem Durchmesser zwischen 4,20 und 6,50 m 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 ist hiermit abgeschlossen.

Auflagen

1. Nach großen Lasteinwirkungen auf einzelne Bauteile (Fangfall des eingebauten Aufzugs, der Leiter und Absturzsicherungen) sind diese visuell auf einwandfreien Zustand zu prüfen.
2. Die Anschlusspunkte aller an die Turmwandung angeschweißten Teile (z.B. Laschen oder Besteigeeinrichtungen) müssen mindestens der in der Turmzeichnung angegebenen Kerbfallklasse entsprechen.
3. Es wurden für die Podeste abweichend von DIN EN 1991-1-1 /3/ reduzierte Nutzlasten gemäß DIN EN ISO 14122-2 /10/ angesetzt. Es ist sicherzustellen, dass alle Personen, die die Anlage betreten, Kenntnis von den maximal zulässigen Belastungen der Podeste haben.
4. Gemäß der statischen Berechnung [2] wird die Personenanzahl je Leitersegment auf zwei Personen beschränkt. Es ist sicherzustellen, dass alle Personen, die die Anlage betreten, Kenntnis von den maximal zulässigen Belastungen der Leiter haben.

TÜV SÜD Industrie Service GmbH

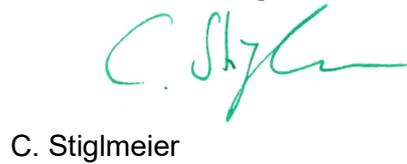
Abteilung Windenergieanlagen

Der Leiter



S. Mayer

Der Sachverständige



C. Stiglmeier