

12. Bauvorlagen und Unterlagen zum Brandschutz

- 12.1 Bauantrag/Bauantrag im vereinfachten Verfahren/Anzeige der Beseitigung von Anlagen/Vorlage in der Genehmigungsfreistellung**
- 12.2 Baubeschreibung Windenergieanlage**
- 12.3 (entfällt) – Baubeschreibung für gewerbliche Bauvorhaben*
- 12.4 Bauvorlageberechtigung nach § 65 LBO SH**
- 12.5 Nachweis des Brandschutzes (§ 11 BauVorIVO SH)**
- 12.6 Standsicherheitsnachweis (§ 10 BauVorIVO SH)**
- 12.7 andere bautechnische Nachweise (§ 12 BauVorIVO SH)**
- 12.8 Angaben über die gesicherte Erschließung**
- 12.9 Sonstiges**

12.5 Nachweis des Brandschutzes (§ 11 BauVorIVO SH)
--

Anlagen:

- 12.5_(1)_Generisches Brandschutzkonzept Dok. Nr. Vestas BS-Konzept R6.2_final_20200723_D4k (23.07.2020 / 18 Seiten)

Folgende Dokumente sind Betriebsgeheimnisse des WEA Herstellers und werden nicht veröffentlicht:

- 12.5_(2)_Allgemeines Brandschutzkonzept Dok. Nr. 0077-4620 V04 (10.05.2022 / 25 Seiten)



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

Generisches Brandschutzkonzept

für die Errichtung von Windenergieanlagen
des Typs EnVentus V150 und V162

Datum: 23.07.2020

Unsere Zeichen:
IS-ESM 4-MUC/wiDokument:
Vestas BS-Konzept
R6.2_final_20200723Das Dokument besteht aus
18 Seiten.
Seite 1 von 18Die 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.

Auftraggeber: Vestas Wind Systems A/S
Technology & Service Solutions (TSS)
Product Incidents, Perf. & Certification
c/o Mrs. Mette Rasmussen
Hedeager 42
8200 Aarhus N
Denmark

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

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vors.)
Geschäftsführer:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher),
Christian Bauerschmidt, Thomas Kainz

Telefon: +49 89 5791-0
Telefax: +49 89 5791-2157
www.tuvsud.com/de-is
TÜV®

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



Industrie Service

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
1.1	Auftrag	5
1.2	Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke	5
1.3	Verwendete Unterlagen.....	7
2.	Allgemeine Angaben	8
2.1	Beschreibung der baulichen Anlage	8
2.2	Einstufung der baulichen Anlage	8
2.3	Schutzziele.....	8
2.4	Abstandsflächen.....	9
2.5	Zugänglichkeit / Kennzeichnung.....	9
2.6	Nutzung.....	9
2.7	Brandlasten und Brandgefährdungen	9
3.	Vorbeugender Brandschutz.....	10
3.1	Baulicher Brandschutz.....	10
3.1.1	Auswahl der Baustoffe und Feuerwiderstand von Bauteilen	10
3.1.2	Bildung von Brandabschnitten und Brandbekämpfungsabschnitten	11
3.1.3	Sicherstellung der Flucht- und Rettungswege	11
3.2	Anlagentechnischer Brandschutz	11
3.2.1	Brandmeldeanlage	11
3.2.2	Feuerlöschanlagen.....	12
3.2.3	Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen.....	13
3.2.4	Blitzschutz.....	13
3.2.5	Notbeleuchtung	13
3.2.6	Technische Maßnahmen zur Brandverhütung	13
4.	Organisatorischer Brandschutz	13
4.1	Brandverhütungsmaßnahmen	13
4.2	Brandschutzordnung	13
4.3	Rettungswegekennzeichnung.....	14
4.4	Einrichtungen zur Selbsthilfe und Handfeuerlöschgeräte.....	14



Industrie Service

5.	Abwehrender Brandschutz	14
5.1	Brandbekämpfung	14
5.2	Löschwasserversorgung / -rückhaltung	14
5.3	Brandschutzpläne / Feuerwehrpläne	15
5.4	Aufstell- / Bewegungsflächen	15
6.	Zusammenfassung	15
Anlage 1		16

Änderungsverzeichnis

Änderungsdatum	Beschreibung der Änderung
28.08.2019	Ersterstellung
25.11.2019	Anpassung von Regelwerken sowie zugehörigen Änderungen in den Abschnitten 3.2.1 und 3.2.2
10.12.2019	Anpassung der verwendeten Unterlage [U2] sowie der Abbildung 1
11.05.2020	Korrektur Brandlast, Abs. 2.7
23.07.2020	Ergänzung der Namen der Unterschriftsberechtigten, Ergänzung eines Änderungsverzeichnisses



Industrie Service

Einleitung

1.1 Auftrag

Die TÜV SÜD Industrie Service GmbH (Geschäftsfeld Energie und Systeme) wurde von der Fa. Vestas Wind Systems A/S (nachfolgend: Vestas) beauftragt das derzeit bestehende generisches Brandschutzkonzept für Windenergieanlagen des Typs V150 hinsichtlich der Typen En-Ventus V150 und V162 zu überarbeiten. Im Brandschutzkonzept werden die in der Windenergieanlage vorgesehenen bautechnischen, anlagentechnischen und organisatorischen Brandschutzmaßnahmen dargestellt. Die Ausführungen beinhalten im Hinblick auf das föderale deutsche Bauordnungsrecht abdeckende Brandschutzmaßnahmen (vgl. Abs. 1.2). Bei der Erstellung des Brandschutzkonzeptes wurden bezüglich der hier betrachteten Windenergieanlagen der Typen V150 und V162 die vorgelegten Unterlagen des Herstellers zugrunde gelegt (vgl. Abs. 1.3). Die Umsetzung der Brandschutzmaßnahmen obliegt Vestas.

Im nachfolgenden Brandschutzkonzept wird die Errichtung einer eigenständigen Windenergieanlage zugrunde gelegt. Im Hinblick auf die Errichtung eines Windparks (Anzahl der Windkraftanlagen > 3) können sich weitergehende Anforderungen (z. B. an die Löschwasserversorgung) ergeben.

Wir weisen darauf hin, dass im bauordnungsrechtlichen Verfahren Abweichungen von den Anforderungen der jeweiligen Bauordnung und den aufgrund der jeweiligen Bauordnung erlassenen Vorschriften zugelassen werden können. Diese sind jedoch im Rahmen des konkreten Bauvorhabens jeweils schriftlich zu beantragen und zu begründen. Diesbezüglich sind die entsprechenden Kompensationsmaßnahmen im Konzept auszuweisen. Eine vorherige Abklärung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde ist empfehlenswert.

Die Erstellung des Brandschutzkonzeptes erfolgt nach den Vorgaben der vfdb-Richtlinie 01/01 „Brandschutzkonzept“.

Ferner weisen wir darauf hin, dass entsprechend unseres Auftrags privatwirtschaftliche Regelungen (z. B. VdS) im Rahmen des hier vorliegenden Brandschutzkonzeptes keine Berücksichtigung fanden.

1.2 Gesetzliche Grundlagen, Regelwerke

- [R 1-1] Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) in der Fassung vom 05.03.2010, letzte berücksichtigte Änderung vom 21.11.2017 (GBI S. 612, 613)
- [R 1-2] Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14.08.2007, die zuletzt durch § 3 des Gesetzes vom 24. Juli 2019 (GVBl. S. 408) geändert worden ist
- [R 1-3] Bauordnung für Berlin (BauO Bln) vom 29.09.2005, mehrfach geändert, §§ 16a bis 16c, 25, 63b und 86a neu eingefügt, §§ 17, 19, 23 und 70 neu gefasst durch Gesetz vom 09.04.2018 (GVBl. S. 205, 381)
- [R 1-4] Brandenburgische Bauordnung (BbgBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15.11.2018 (GVBl.I/18, [Nr. 39])
- [R 1-5] Bremische Landesbauordnung (BremLBO) vom 04. September 2018
- [R 1-6] Hamburgische Bauordnung (HBauO) vom 14.12.2005, zuletzt geändert §76 durch Gesetz vom 26. November 2018 (HmbGVBl. S. 371)



Industrie Service

- [R 1-7] Hessische Bauordnung (HBO) vom 28. Mai 2018 (GVBl. S. 198)
- [R 1-8] Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern (LBauO M-V) vom 15.10.2015, letzte berücksichtigte Änderung: §72 geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 5. Juli 2018 (GVBl. M-V S. 221, 228)
- [R 1-9] Niedersächsische Bauordnung (NBauO) vom 03.04.2012, letzte berücksichtigte Änderung: § 79 geändert durch Artikel 3 § 18 des Gesetzes vom 20.05.2019 (Nds. GVBl. S. 88)
- [R 1-10] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung (BauO NRW) vom 21. Juli 2018, in Kraft getreten am 4. August 2018 und am 1. Januar 2019 (GV. NRW. 2018 S. 421); geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 26. März 2019 (GV. NRW. S. 193), in Kraft getreten am 10. April 2019
- [R 1-11] Landesbauordnung Rheinland-Pfalz (LBauO) vom 24.11.1998, letzte berücksichtigte Änderung: zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18.06.2019 (GVBl. S. 112)
- [R 1-12] Landesbauordnung Saarland (LBO) vom 18.02.2004, zuletzt geändert durch das Gesetz vom 13. Februar 2019 (Amtsbl. I S. 324)
- [R 1-13] Sächsische Bauordnung (SächsBO) vom 11.05.2016, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11. Dezember 2018 (SächsGVBl. S. 706)
- [R 1-14] Bauordnung des Landes Sachsen-Anhalt (BauO LSA) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10.09.2013, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 26. Juli 2018 (GVBl. LSA S. 187)
- [R 1-15] Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein (LBO) vom 22.01.2009, letzte berücksichtigte Änderung: Ressortbezeichnungen ersetzt (Art. 18 LVO v. 16.01.2019, GVBl. S. 30)
- [R 1-16] Thüringer Bauordnung (ThürBO) vom 13.03.2014, letzte berücksichtigte Änderung: mehrfach geändert durch Artikel 41 des Gesetzes vom 18. Dezember 2018 (GVBl. S. 731, 760)
- [R 2-1] Entscheidungshilfen zum Vollzug der Brandenburgischen Bauordnung (BbgBO), Stand November 2017
- [R 2-2] Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt für Bauordnung und Hochbau, Bauprüfdienst (BPD) 3/2008 Windenergieanlagen
- [R 2-3] Handlungsempfehlungen zum Vollzug der Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern 2006 (HE LBauO M-V), Stand: 02.2013
- [R 2-4] Allgemeine Durchführungsverordnung zur Niedersächsischen Bauordnung (DVO-NBauO vom 26.09.2012, letzte berücksichtigte Änderung vom 13.11.2012 (Nds. GVBl. S. 438)
- [R 2-5] Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums des Innern zur Sächsischen Bauordnung (VwVSächsBO) vom 18.03.2005, zuletzt geändert durch die Verwaltungsvorschrift vom 9. Mai 2019 (SächsABl. S. 782)
- [R 2-6] Bekanntmachung des Ministeriums für Bau, Landesentwicklung und Verkehr zum Vollzug der Thüringer Bauordnung (VollzBekThürBO) vom 30. Juli 2018 (ThürStAnz Nr. 34/2018 S. 1052 – 1087)
- [R 3-1] Muster-Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr, Fachkommission Bauaufsicht, Fassung: 02.2007, zuletzt geändert 10.2009

- [R 3-2] Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur über Flächen für Rettungsgeräte der Feuerwehr auf Grundstücken und Zufahrten (VwV Feuerwehrflächen) vom 17.09.2012 (Baden-Württemberg)
- [R 4-1] Merkblatt Windenergieanlagen (Hessen), Hinweise für Planung und Ausführung, Fachausschuss Brandschutz beim HMdIS
Stand: 01.03.2013
- [R 4-2] Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass) des Landes Nordrhein-Westfalen vom 8. Mai 2018
- [R 4-3] Leitfaden Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen, MKULNV 2012, Stand: 2012
- [R 5] Muster einer Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauVO), Stand: 01.2009
- [R 6] DIN EN 61400-24: 2011-04
Windenergieanlagen, Teil 24: Blitzschutz
- [R 7] DIN 14096: 2014-05
Brandschutzordnung – Regeln für das Erstellen und das Aushängen
Teil A (Aushang)
- [R 8] ISO 14520-5: 2019-06
Feuerlöschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln - Physikalische Eigenschaften und Anlagenauslegung
Teil 5: Löschmittel FK-5-1-12

1.3 Verwendete Unterlagen

- [U 1] General Description EnVentus™ 5 MW,
Document no.: 0081-5017 V02, dated: 2019-03-22
- [U 2] General Description, EnVentus™, Turbine Fire Protection
Document no.: 0077-4620 V02, dated: 2019-10-29
- [U 3] Design Change Description, ODIN Fire Suppression System,
Document no.: 0074-5267 VER02
- [U 4] General Specification Vestas Fire Suppression System (FSS)
Document no.: 0076-9752 V00, dated 2018-11-26
- [U 5] Vestas Arbeitsschutz
Gesundheit, Sicherheit und Umwelt, Manual
Dokumentennr.: 0059-0581, Stand: Februar 2019
- [U 6] Light system description, THOR & VIDAR Platform, 2MW platform MK10-11, 3 MW platform Mk3, Document no.: 0064-5403 V01

2. Allgemeine Angaben

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um Windenergieanlagen (WEA) der Firma Vestas aus der Reihe der 5MW Plattformen, Typen V150-5.6MW und V162-5.6MW.

Windenergieanlagen sind Anlagen zur Umwandlung von kinetischer Energie des Windes in elektrische Energie.

2.1 Beschreibung der baulichen Anlage

Die Windenergieanlagentypen bestehen aus einem Turm, einem Maschinenhaus einschließlich der elektrotechnischen Einrichtungen und drei Rotorblättern.

Das Maschinenhaus ist mittels einer Wand zum Transformatorraum, der im hinteren Teil des Maschinenhauses angeordnet ist, unterteilt. Weitere Wände zur Trennung von Einrichtungen sind nicht vorgesehen.

Die Erschließung der WEA erfolgt über den Turmfuß. Innerhalb des Turms installierte Leitern ermöglichen einen Aufstieg zum Maschinenhaus, von dem aus auch die Rotorblätter erreicht werden können. Optional besteht die Möglichkeit einen Aufzug für den Aufstieg zu nutzen.

Die WEA ist im störungsfreien Betrieb unbemannt und verschlossen. Die Anlage wird mittels eines seitens Vestas bereit gestellten Überwachungssystems (VMP8000/ SCADA) fernüberwacht.

2.2 Einstufung der baulichen Anlage

Gemäß der Bauordnung des jeweiligen Bundeslandes [R 1-1] bis [R 1-16] handelt es sich bei Windenergieanlagen um baulichen Anlagen und Räume besonderer Art und Nutzung (Sonderbauten) mit einer Höhe von mehr als 30 m, an die gemäß der Landesbauordnung [R 1-1] bis [R 1-16] je nach Art und Nutzung besondere Anforderungen oder Erleichterungen gestellt werden können.

2.3 Schutzziele

Die für die Errichtung und den Betrieb einschließlich der Wartung relevanten Schutzziele ergeben sich aus den materiellen Vorschriften der Landesbauordnungen der Bundesländer [R 1-1] bis [R 1-16].

Bauliche Anlagen sind so zu anzuordnen, zu errichten und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.

2.4 Abstandsflächen

Zu berücksichtigende Abstandsflächen zu benachbarten baulichen Anlagen, die nicht der WEA zu zuordnen sind, sind im jeweiligen Bundesland, aufgrund der länderspezifischen Vorgaben, gesondert zu ermitteln. Im Rahmen des standortspezifischen Konzepts ist darzustellen, welche Anforderungen an Abstandsflächen lokal bestehen und wie diese eingehalten werden. Eine Auflistung von Abstandsflächen, die aus [R 1-1] - [R 1-16], [R 2-1], [R 2-2] und [R 4-2] hervorgehen, ist in der Anlage 1 dargestellt.

Hinsichtlich der Aufstellung von WEA in Waldgebieten werden von einzelnen Bundesländern Leitfaden und Merkblätter zur Verfügung gestellt, aus denen ergänzende Hinweise zur zulässigen Bepflanzung oder bewuchsfreien Fläche im Bereich um die WEA hervorgehen (s. [R 4-1]) oder gesonderte Abstandsregelungen zu Waldgebieten vorgeschlagen werden (s. [R 4-1] und [R 4-3]).

2.5 Zugänglichkeit / Kennzeichnung

Die Zufahrtswege sind ausreichend befestigt und tragfähig, so dass sie von Feuerwehrfahrzeugen mit einer Achslast bis zu 10 t und einem zulässigen Gesamtgewicht bis zu 16 t befahren werden können. Die Zufahrtswege weisen eine lichte Breite sowie eine lichte Höhe von jeweils mindestens 4 m auf.

Die Windenergieanlage ist eindeutig und ausreichend zu kennzeichnen (Schriftgröße mindestens 20 cm) und muss aus der Zufahrtsrichtung eindeutig erkennbar sein.

Die diesbezüglichen Anforderungen der betreffenden Landesbauordnungen [R 1-1] bis [R 1-16] werden somit erfüllt.

2.6 Nutzung

Im störungsfreien Betrieb ist die WEA unbemannt und verschlossen. Ein Betreten der WEA durch Personen erfolgt nur zu Wartungs- und Inspektionszwecken. Bei Arbeiten in der WEA sind grundsätzlich mindestens zwei Personen anwesend. Bei den Personen handelt es sich um u. a. im Hinblick auf Arbeitssicherheit, Flucht- und Rettung und Brandbekämpfung geschulte und unterwiesene Service-Techniker.

Alleinarbeiten sind nur in Ausnahmefällen zulässig. Diese Arbeiten finden ausschließlich im Turmfuß statt. Die entsprechenden Vorgaben sind im Vestas Arbeitsschutz Handbuch [U 5] beschrieben.

Bei Arbeiten in der WEA ist ein Abschalten der Anlage nicht immer vorgesehen. Seitens des Herstellers wird das Personal entsprechend geschult und es werden entsprechende Arbeitsanweisungen für die vor Ort tätigen Service-Techniker vorgehalten.

2.7 Brandlasten und Brandgefährdungen

Seitens der Fa. Vestas wurden für die Windenergieanlagen Brandgefährdungsanalysen durchgeführt. Hierbei wurden die wesentlichen Brandlasten und die vorhandenen Zündquellen ermittelt sowie die Gefährdungen im Hinblick auf die Gesundheit und Sicherheit, die Sachwerte und die Umwelt identifiziert und bewertet.

Die folgenden wesentlichen Brandlasten wurden identifiziert:

- Schmieröl
- Hydraulik-Öl
- Transformatorflüssigkeit (schwer entflammbare synthetische Esterflüssigkeit)
- glasfaserverstärktes Polyester
- glas- und karbonfaserverstärkte Epoxidharze
- Dämmstoffe
- Kabelisolierungen und elektrische Einrichtungen

Die wesentlichen Zündquellen in der WEA sind:

- Elektrische Erwärmung (z. B. auf Grund fehlerhafter elektrischer Verbindungen)
- Kurzschluss und Störlichtbogen
- Mechanische Erwärmung (Reibung metallischer Teile)
- Funkenbildung durch Verschleiß

In [U 2] sind Bereiche, in denen eine Brandentstehungsgefahr besteht, einschließlich ihrer Schutzmaßnahmen ausgewiesen. Diese Bereiche sind:

- Umrichter
- Maschinenhaussteuerung
- Antriebsstrang mit Bremse und Generator
- Transformator

Anhand der in den Anlagen vorhandenen Brandlasten, Brandgefährdungen und brandgefährdeten Bereiche wurden die nachfolgend aufgeführten Brandschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der bauordnungsrechtlichen Anforderungen festgelegt.

3. Vorbeugender Brandschutz

Der vorbeugende Brandschutz beschreibt bauliche und anlagentechnische Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen eines Brandes einschließlich der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung), zum Ermöglichen der Flucht und Rettung von Menschen sowie dem Wirksamwerden von Löschmaßnahmen bei einem Brand.

3.1 Baulicher Brandschutz

3.1.1 Auswahl der Baustoffe und Feuerwiderstand von Bauteilen

Der Turm wird aus Stahl hergestellt. Die Verkleidung des Maschinenhauses besteht aus Glasfaser- und Polyester Verbundwerkstoffen. Die Rotorblätter sind aus Kohle- und Glasfasern hergestellt. Die Baustoffe sind hinsichtlich ihres Brandverhaltens als normalentflammbar eingestuft.

Im Hinblick auf die Auswahl geeigneter Baustoffe wird dem Ziel der Brandlastminimierung Rechnung getragen.

An die tragenden und aussteifenden Bauteile der WEA werden keine Anforderungen hinsichtlich des Feuerwiderstands gestellt. Sie werden daher ohne nachgewiesenen Feuerwiderstand errichtet.



Industrie Service

3.1.2 Bildung von Brandabschnitten und Brandbekämpfungsabschnitten

Die WEA ist nicht in Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte unterteilt. Die zum Teil bauaufsichtlich eingeführte EltBauVO [R 5] findet für das Maschinenhaus der WEA keine Anwendung, da die WEA als freistehendes Gebäude gemäß §3 EltBauVO [R 5] zu werten ist, für die eine Aufstellung von Transformatoren und Schaltanlagen für Nennspannungen >1kV innerhalb von elektrischen Betriebsräumen nicht erforderlich ist.

3.1.3 Sicherstellung der Flucht- und Rettungswege

In der Windenergieanlage sind keine Aufenthaltsräume im Sinne der Landesbauordnungen [R 1-1] bis [R 1-16] vorhanden. Die diesbezüglichen Anforderungen an die bauliche Ausführung von Flucht- und Rettungswegen sind daher nicht heranzuziehen.

Die im Hinblick auf die im Rahmen von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten notwendige Erschließung des Maschinenhauses erfolgt über Steigleitern, die gleichzeitig auch als Fluchtweg dienen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit das Maschinenhaus über alternative Fluchtwege (Luken) zu verlassen. Geeignete Schutz-/Rettungsausrüstungen zum Abseilen sind im Maschinenhaus hinterlegt bzw. werden von den dort tätigen Mitarbeitern mitgebracht. Im Bereich der Luken sind entsprechende Anschlagpunkte für diese Ausrüstung vorhanden.

Optional ist die Windenergieanlage mittels eines Service-Aufzuges ausgestattet. Die Nutzung des Aufzuges ist nur mit persönlichem Sicherheitsgeschirr gestattet. Der Aufzug kann im Gefahrenfall über die Aufzugstür verlassen werden. Die weitere Flucht erfolgt dann über die Steigleitern.

Entsprechende Flucht- und Rettungswegpläne sowie die Brandschutzordnung sind in der Windenergieanlage vorhanden.

3.2 Anlagentechnischer Brandschutz

3.2.1 Brandmeldeanlage

Gemäß den bauordnungsrechtlichen Vorschriften ist eine Ausstattung der Windenergieanlage mit einer Brandmeldeanlage nach DIN 14675 und DIN VDE 0833 nicht erforderlich. Seitens des Herstellers ist jedoch eine Überwachung der sensiblen Bereiche der Windenergieanlage mittels speziellen Rauch- und Wärmeerkennungseinrichtungen vorgesehen. Diese Bereiche sind (s. Abbildung 1):

- Antriebsstrang im Maschinenhaus
- Maschinenhaussteuerschrank
- Umrichterschrank
- Transformatorraum
- Schaltanlage im Turmfuß



Industrie Service

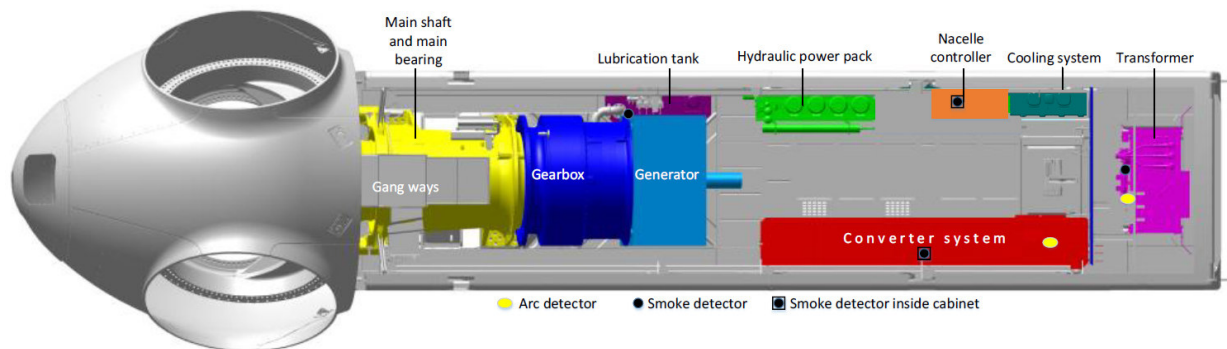


Abbildung 1: Anordnung der Rauch- und Wärmeerkennungseinrichtungen im Maschinenhaus [U2]

Das hierbei in den WEA der Typen EnVentus V150 und V162 zum Einsatz kommende Brandmeldesystem verwendet ein Datenbussystem gemäß DIN EN 54. In der Windenergieanlage kommen Multi-Sensoren Rauch- und Wärmeerkennungseinrichtungen zum Einsatz. Bei Detektion von Rauch werden sofort akustische Brandalarme ausgelöst. Warnmeldungen werden in dem seitens Vestas bereitgestelltem SCADA Überwachungssystem aufgezeichnet. Anschließend schaltet die Anlage automatisch innerhalb von 30 Sekunden ab.

Sofern eine Weiterleitung der Brandmeldung an eine ständig besetzte Stelle gemäß den bauordnungsrechtlichen Anforderungen erforderlich ist, werden die hierfür erforderlichen technischen Maßnahmen im standortspezifischen Brandschutzkonzept aufgeführt.

3.2.2 Feuerlöschanlagen

Seitens des Herstellers ist die Installation von Feuerlöschanlagen lediglich als optionales System vorgesehen. Die drei Brandgefahrenzonen (Gondel-Steuerungsschrank, Konverter-Schrank und Transformator-Raum) können so zur frühzeitigen Brandbekämpfung mit einer Feuerlöscheinrichtung versehen werden. Die Auslegung der Feuerlöscheinrichtung erfolgt hinsichtlich der erforderlichen Löschgaskonzentration gemäß ISO 14520-5. Die Feuerlöscheinrichtung besteht aus einem Löschmittelbehälter und einem Rohrsystem mit fixierten Löschdüsen. Die Löschdüsen sind innerhalb der in [U 3] und [U 4] ausgewiesenen Überwachungs- und Schutzbereiche als Einrichtungsschutzanlage angeordnet. Die Löscheinrichtung ist nicht für eine Löschung der gesamten Gondel ausgelegt. Im Falle eines Brandes wird die Löscheinrichtung über die in den Brandgefahrenzonen installierten Rauchmelder angesteuert und das Ventil des Löschmittelbehälters geöffnet. Das Löschgas strömt innerhalb von 10 Sekunden über die Löschdüsen in den jeweiligen Überwachungs- und Schutzbereich aus. Die Löschgaskonzentration wird in den genannten Brandgefahrenzonen für die Dauer von 10 Minuten aufrechterhalten.

Als Löschmittel wird hierbei 3M™ Novec™ 1230 eingesetzt (ISO14520 „Feuerlöschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln“). Das Löschmittel wird als Flüssigkeit in entsprechenden Behältern bevorratet. Im Falle einer Auslösung der Löschanlagen wird das Löschmittel 3M™ Novec™ 1230 über ein installiertes Rohrnetz mit Löschdüsen fein verteilt und bildet mit der Umgebungsluft ein gasförmiges Gemisch.

Die Löschwirkung von 3M™ Novec™ 1230 beruht auf dem Entzug von Verbrennungswärme, die ein Feuer zum Weiterbrennen benötigt. 3M™ Novec™ 1230 ist ein umweltschonendes Löschmittel, welches eine kurze Löschzeit, eine rückstandsfreie Verdampfung (keine Reaktion mit Materialien) aufweist und von dem keine Personengefährdung ausgeht.

Im Brandfall wird die Turbine automatisch abgeschaltet und in einen sicheren Zustand gebracht.

Entsprechende Meldung laufen in dem seitens Vestas bereit gestellten Überwachungssystem SCADA auf.

3.2.3 Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen

Es bestehen keine Anforderungen zur Installation von Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen.

3.2.4 Blitzschutz

Die Windenergieanlage verfügt über eine Blitzschutzanlage nach DIN EN 61400-24.

Der Entstehung eines Brandes infolge eines Blitzeinschlags wird somit vorgebeugt.

3.2.5 Notbeleuchtung

In der Windenergieanlage ist eine Notbeleuchtung vorgesehen. Die Notbeleuchtung ist batteriegepuffert. Sie schaltet automatisch ein, sobald die Windenergieanlage vom Stromnetz getrennt ist. Die Batterie der Notbeleuchtung ist für eine Betriebszeit von 30 Minuten ausgelegt.

3.2.6 Technische Maßnahmen zur Brandverhütung

Mit der Auswahl geeigneter Werkstoffe wird dem Ziel der Brandlastminimierung soweit möglich Rechnung getragen. Die wesentlichen Brandlasten und Brandgefährdungen werden in der Spezifikation Brandschutz für EnVentus Windenergieanlagen V150 und V162 [U 2] ermittelt und die dazugehörigen Schutzmaßnahmen dargestellt.

Mithilfe von technischen Maßnahmen (z. B. Kapselungen, geschlossene Systeme, elektrische Isolierungen, Einrichtungen zur Detektion von Störlichtbögen) wird darüber hinaus einer möglichen Brandentstehung entgegengewirkt.

4. Organisatorischer Brandschutz

4.1 Brandverhütungsmaßnahmen

Die wesentlichen Brandverhütungsmaßnahmen sind im Vestas Arbeitsschutz Handbuch [U 5] beschrieben, dies betrifft u. a. den Umgang und Lagerung von Brandlasten, Arbeiten mit offenen Flammen, Pflichten von Brandwächtern. Darüber hinaus erfolgt ein Betreten der Windenergieanlage nur zu Wartungs- und Inspektionszwecken und nur von geschultem und unterwiesenem Personal (Service-Technikern).

4.2 Brandschutzordnung

Die Brandschutzmaßnahmen sind im Vestas Arbeitsschutz Handbuch [U 5] beschrieben.

In der Windenergieanlage ist der Aushang der Brandschutzordnung nach DIN 14096, Teil A (Aushang) vorzusehen.

4.3 Rettungswegekennzeichnung

Flucht- und Rettungswege sind in der WEA eindeutig zu kennzeichnen.

4.4 Einrichtungen zur Selbsthilfe und Handfeuerlöschgeräte

Zu Service- und Wartungsarbeiten werden in der Windenergieanlage geeignete Feuerlöscher und eine Löschdecke in ausreichender Anzahl vorgehalten. Die Bereitstellung der Feuerlöscher erfolgt nach den Richtlinien und Vorgaben der jeweiligen Bundesländer.

5. Abwehrender Brandschutz

Im Falle eines Brandes erfolgt die Alarmierung der zuständigen Feuerwehr über eine ständig besetzte Stelle des Anlagenbetreibers (vgl. Abs. 3.2.1) oder aufgrund einer Anforderung Dritter.

5.1 Brandbekämpfung

Eine Brandbekämpfung ist in der Windenergieanlage nur bedingt möglich.

Die Brandbekämpfung in der Entstehungsphase eines Brandes kann durch das ggf. vor Ort tätige Personal erfolgen. Diesbezüglich ist bei Service- und Wartungsarbeiten ein Handfeuerlöschgerät in der WEA vorhanden (vgl. Abs. 4.4). Die Selbstrettung des anwesenden Personals hat jedoch in jedem Fall oberste Priorität.

Da die wesentlichen Brandlasten im Maschinenhaus, das auf dem Turm in über 100 m Höhe montiert ist, angeordnet sind, ist eine Brandbekämpfung durch die örtliche Feuerwehr aufgrund der Höhe der Anlage sowie der gewöhnlich bei öffentlichen Feuerwehren vorhandenen Ausrüstung nicht vorgesehen.

Die Brandbekämpfung begrenzt sich somit ausschließlich auf die Verhinderung einer Brandausbreitung auf die Umgebung der Windenergieanlage. Im Rahmen des konkreten Bauvorhabens wird mit den zuständigen Brandschutzdienststellen abgeklärt, dass entsprechende Feuerwehreinheiten in der am Standort gültigen Ausrückeordnung festgelegt werden.

5.2 Löschwasserversorgung / -rückhaltung

Im Allgemeinen erfolgt eine Brandbekämpfung lediglich außerhalb der Windenergieanlage. Hierbei werden Brände, die z. B. infolge des Herunterfallens der brennenden Rotorblätter entstehen, bekämpft. Das Löschwasser wird bei eigenständigen WEA über Löschfahrzeuge der Feuerwehr bereitgestellt.

Innerhalb der WEA ist eine automatische Brandbekämpfung nicht vorgesehen. Der Hersteller bietet die Ausrüstung der WEA mit einer selbsttätigen stationären Löschanlage lediglich als optionales System an (vgl. Abs. 3.2.2). Eine manuelle Brandbekämpfung im Maschinenhaus durch die zuständige Feuerwehr ist nicht vorgesehen. Gesonderte Maßnahmen zur Löschwasserrückhaltung sind somit nicht erforderlich.



5.3 Brandschutzpläne / Feuerwehrpläne

Die Erstellung von Brandschutzplänen ist aufgrund der Größe sowie der Ausführung der Windenergieanlage nicht erforderlich. Feuerwehrpläne, aus denen die genaue Lage der Windenergieanlage hervorgeht, werden unter Berücksichtigung der standortspezifischen Gegebenheiten in Anlehnung an die DIN 14095 erstellt und dem standortspezifischen Brandschutzkonzept beigefügt.

Feuerwehrpläne bestehen aus:

- allgemeinen Objektinformationen
- Übersichtsplan
- Geschossplan/Geschossplänen
- Ggf. Sonderplänen
- zusätzlichen textlichen Erläuterungen

5.4 Aufstell- / Bewegungsflächen

Um den Bereich der Anlage sind ausreichend befestigte und tragfähige Aufstell- und Bewegungsflächen für die Feuerwehr vorzusehen. Die Ausführung wird im standortspezifischen Brandschutzkonzept detailliert beschrieben.

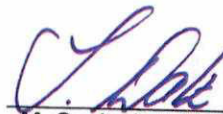
6. Zusammenfassung

Mit den vorgesehenen Maßnahmen des vorbeugenden baulichen und anlagentechnischen Brandschutzes sowie den Maßnahmen zum organisatorischen und abwehrenden Brandschutz werden die Schutzziele gemäß den Bauordnungen der Länder [R 1-1] bis [R 1-16] einschließlich der aufgrund der Bauordnungen erlassenen Vorschriften eingehalten.

Im Hinblick auf die Abstandsflächen sind unter Berücksichtigung der landesspezifischen bauordnungsrechtlichen Anforderungen die Festlegungen im Rahmen des Brandschutzkonzeptes für das konkrete Bauvorhaben zu treffen. Ebenso ist im Rahmen der Erstellung des Brandschutzkonzeptes für das konkrete Bauvorhaben hinsichtlich des abwehrenden Brandschutzes Kontakt zur jeweiligen örtlichen Brandschutzdienststelle aufzunehmen.


Dipl.-Ing. (FH) Matthias Thuro
 Abteilungsleiter, Brandinspektor, Nachweisberechtigter für den vorbeugenden Brandschutz gem. § 3 Abs. 1 NBVO, Brandschutzfachplaner, Sachverständiger für Brandschutz (IngKBW), ö.b.u.v. Sachverständiger für vorb. Brandschutz


Dipl.-Ing. Günter Fischer
 Fachbereichsleiter
 IS-ESM-MUC
 Sicherheits- und Maschinentechnik


M. Sc. Isabel Walz
 Sachbearbeiter

Anlage 1

Abstandsflächen entsprechend den Vorgaben der jeweiligen Bundesländer

Anmerkung:

H entspricht der Höhe des Turmes der WEA (bis zur Nabe).

h_R entspricht der Höhe eines Rotorblattes.

Lfd. Nr.	Bundesland	Regelwerk	
			Paragraph / Abschnitt
1	Baden-Württemberg	[R 1-1]	§ 5 Abstandsflächen Abstandsfläche mindestens h_R Allgemein: 0,4 H in Gewerbegebieten und in Industriegebieten, sowie in Sondergebieten, die nicht der Erholung dienen: 0,125 H
2	Bayern	[R 1-2]	§ 6 Abstandsflächen, Abstände Allgemein: 1 H In Kerngebieten: 0,5 H in Gewerbe- und Industriegebieten: 0,25 H §82 Windenergie und Nutzung ehemaliger landw. Geb. 10 (H + h_R) zu Wohngebäuden
3	Berlin	[R 1-3]	§ 6 Abstandsflächen, Abstände Allgemein: 0,4 H in Gewerbe- und Industriegebieten: 0,2 H
4	Brandenburg	[R 1-4]	§ 6 Abstandsflächen, Abstände Allgemein: 0,4 H in Gewerbe- und Industriegebieten sowie in Sondergebieten: 0,2 H
		[R 2-1]	§ 6 Abstandsflächen, Abstände Nach ständiger Rechtsprechung gehen bei Windkraftanlagen, insbesondere auch vom Rotor, Wirkungen wie von Gebäuden aus. Die Berechnung der Tiefe der Abstandsfläche richtet sich nach § 6 Absatz 4 (siehe auch die grafische Darstellung in Anlage 1 von [R 2-1]).
5	Bremen	[R 1-5]	§ 6 Abstandsflächen, Abstände Allgemein: 0,4 H in Gewerbe- und Industriegebieten: 0,2 H
6	Hamburg	[R 1-6]	§ 6 Abstandsflächen Allgemein: 0,4 H in Gewerbe- und Industriegebieten: 0,2 H
		[R 2-2]	Abs. 6.2 Sofern Abstandsflächen einzuhalten sind, beträgt das bauordnungsrechtliche Abstandsflächenmaß allgemein 0,4 H bzw. 0,2 H in Gewerbe- und Industriegebieten. Bei Anlagen mit Horizontalachse bemisst sich die Tiefe der Abstandsfläche nach der Nabenhöhe zuzüglich des Rotorradius. Die sich daraus ergebende Abstandsfläche H ist ein Kreis um den geometrischen Mittelpunkt des Mastfußes. Bei Anlagen mit einer vertikalen Achse ist die Gesamthöhe maßgeblich, die ebenfalls als Kreis



Industrie Service

			abgebildet wird, wobei die Ausladung der Rotoren zu beachten ist.
7	Hessen	[R 1-7]	§ 6 Abstandsflächen und Abstände Allgemein: 0,4 H in Gewerbe- und Industriegebieten: 0,2 H
8	Mecklenburg-Vorpommern	[R 1-8]	§ 6 Abstandsflächen, Abstände Allgemein: 0,4 H in Gewerbe- und Industriegebieten: 0,2 H
9	Niedersachsen	[R 1-9]	§ 5 Grenzabstände Allgemein: 0,5 H in Gewerbe- und Industriegebieten: 0,25 H
10	Nordrhein-Westfalen	[R 1-10]	§ 6 Abstandsflächen Bei diesen Anlagen (Anm.: gemeint sind WEA) bemisst sich die Tiefe der Abstandfläche nach 50 Prozent ihrer größten Höhe. Die größte Höhe errechnet sich bei Anlagen mit Horizontalachse aus der Höhe der Rotorachse über der geometrischen Mitte des Mastes zuzüglich des Rotorradius. Die Abstandfläche ist ein Kreis um den geometrischen Mittelpunkt des Mastes
		[R 4-2]	Abs. 5.2.3.1 Die notwendige Abstandfläche einer Windenergieanlage ergibt sich aus § 6 Abs. 10 BauO NRW [R 1-10].
11	Rheinland-Pfalz	[R 1-11]	§ 8 Abstandsflächen Allgemein: 0,4 H in Gewerbe- und Industriegebieten: 0,25 H
12	Saarland	[R 1-12]	§7 (8) Abstandsflächen Im Außenbereich oder in Sondergebieten: $0,25 * (H + h_R)$ Im Übrigen: $0,4 * (H + h_R)$
13	Sachsen	[R 1-13]	§ 6 Abstandsflächen, Abstände Für zylindrische Baukörper sind die Abstandsflächen grundsätzlich kreisförmig um den Baukörper angeordnet. Das Erscheinungsbild einer Windkraftanlage wird durch die Rotoranlage optisch wesentlich geprägt. Eine gebäudegleiche Wirkung geht von Anlagen dieser Art gerade wegen des Feldes aus, welches der Rotor überstreicht. Auf den Mast allein kommt es in diesem Zusammenhang nicht an. Bei der Bemessung des Grenzabstandes sind die Rotorblätter deshalb gleichsam als Kugel zu berücksichtigen. Dementsprechend ist bei der Ermittlung des Grenzabstandes von dem der Nachbargrenze nächstgelegenen Punkt der Rotorfläche auszugehen. Für Windkraftanlagen ist die Ermittlung der Höhe H daher in analoger Anwendung von Absatz 4 Satz 3 entsprechend der nachstehenden Abbildung nach der Formel $H = H_1 + H_2 + H_3 / 3 = H_1 + 0,5613 R$ vorzunehmen.



Industrie Service

			$H = H_1 + H_2 + H_3/3$ $H_2 = \sin 20^\circ \times R$ $H_3 = (\sin 90^\circ - \sin 20^\circ) \times R$
14	Sachsen-Anhalt	[R 1-14]	§ 6 (8) Abstandsflächen, Abstände Bei diesen Anlagen (Anm.: gemeint sind WEA) bemisst sich die Tiefe der Abstandsfläche nach der größten Höhe der Anlage. Die größte Höhe errechnet sich bei Anlagen mit Horizontalachse aus der Höhe der Rotorachse über der Geländeoberfläche in der geometrischen Mitte des Mastes zuzüglich des Rotorradius. Die Abstandsfläche ist ein Kreis um den geometrischen Mittelpunkt des Mastes. Beim Repowering im Sinne des § 2a Nr. 16 Buchst. b des Landesplanungsgesetzes des Landes Sachsen-Anhalt beträgt ab dem 1. September 2013 die Tiefe der Abstandsflächen 0,4 H.
15	Schleswig-Holstein	[R 1-15]	§ 6 Abstandsflächen, Abstände Allgemein: 0,4 H in Gewerbe- und Industriegebieten: 0,2 H
16	Thüringen	[R 1-16]	§ 6 Abstandsflächen, Abstände Allgemein: 0,4 H in Gewerbe- und Industriegebieten sowie in Sondergebieten: 0,2 H

Eingeschränkte Weitergabe
Dokumentennr.: 0077-4620 V04
10.05.2022

Allgemeine Beschreibung EnVentus™ Brandschutz der Windenergieanlage



Vestas

12.6 Standsicherheitsnachweis (§ 10 BauVorIVO SH)

Anlagen:

Sachverständiger/ Gutachter:

- Gutachten zur Standorteignung von Windenergieanlagen nach DIBt 2012 für den Windpark Goldelund (Turbulenzgutachten) Bericht-Nr.: I17-SE-2023-419 vom 27.09.23 (38 Seiten)
- Bewertung der Standsicherheit / TÜV Süd Gutachten Bericht Nr. 3935521-2-dd (30.01.24 / 13 Seiten)

WEA Hersteller Vestas >> V150 NH105:

- (1) TÜV Süd: Turm und Ankerkorb Windenergieanlage Vestas V150-6.0 MW, EnVentus Rotorblatt Typ V150 6.0MW Nabenhöhe 105 m Windzone S, Erdbebenzone 3
Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012 Datum: 19.01.2022 / Prüfnummer: **3522007-3-d** (7 Seiten)
- (2) TÜV Süd: Prüfung der Standsicherheit – Ankerkorb von Windenergieanlagen Typ Vestas V150-6.0MW Nabenhöhe 105 m Windzone S, Erdbebenzone 3 / Datum: 19.01.2022 / Prüfnummer: **3552207-2-d** (57 Seiten) / **Die Seiten 7 – 56 werden nicht veröffentlicht.**
- (3) TÜV Süd: Prüfung der Standsicherheit –Stahlrohrturm von Windenergieanlagen Typ Vestas V150-6.0MW Nabenhöhe 105 m Windzone S, Erdbebenzone 3 / Datum: 19.01.2022 Prüfnummer: 3552207-1-d (10 Seiten)
- (4) TÜV Süd: Prüfung der Standsicherheit – Podeste und Einbauten für Stahlrohrtürme und LDST von Windenergieanlagen Typ Vestas / Datum: 19.09.2022 Prüfnummer: 2648908-1-d Rev.1 (7 Seiten)
- (5) DNV GL: Gutachterliche Stellungnahme für Lastannahmen zur Turmberechnung der Vestas V150-6.0 MW mit 105 m Nabenhöhe (Entwurfslebensdauer 20 Jahre) für Windzone WZ2GK2 (S) / Berichts-Nr.: **L-04353-A052-5 Rev.1** / Datum: 2022-01-19 (46 Seiten) / **Die Seiten 9 – 46 werden nicht veröffentlicht.**
- (6) DNV GL: Maschinengutachten der EnVentus WEA V150-5.0 MW / V150-5.4 MW / V150-5.6 MW / V150-6.0 MW Firma VESTAS WIND SYSTEMS A/S für DIBT 2012 Windzone S / Bericht-Nr.: **M-05475-0 / Rev.8** / Berichtsdatum: 2022-03-31 (30 Seiten) / **Die Seiten 24 – 64 werden nicht veröffentlicht.**



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Prüfbescheid für eine Typenprüfung

Datum: 19.01.2022

Prüfnummer: 3522007-3-d

Objekt: Turm und Ankerkorb
Windenergieanlage Vestas V150-6.0 MW, EnVentus
Rotorblatt Typ V150
Nabenhöhe 105 m
Windzone S, Erdbebenzone 3

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

Hersteller und Konstruktion WEA: Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 42
8200 Aarhus N
Dänemark

Hersteller und Konstruktion Turm: Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 42
8200 Aarhus N
Dänemark

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

Gültig bis: 18.01.2027

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/DSK

Dokument:
3522007-3-
d_Vestas_V150_HH105_TPB_DI
Bt2012.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
Prüfamt für Standsicherheit für die
bautechnische Prüfung von
Windenergieanlagen
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland



Industrie Service

Revision	Datum	Änderungen
0	19.01.2022	Erstfassung

Inhaltsverzeichnis

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

1. Allgemeine Bestimmungen

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

Die Typenprüfung bestätigt die Prüfung der Standsicherheit der gelisteten Türme und Ankerkörbe. Die Prüfung der Standsicherheit der Gründungen ist nicht Bestandteil dieses Typenprüfbescheids.

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

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

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

2. Anlagenbeschreibung

Die hier behandelte Windenergieanlage vom Typ V150-6.0 MW EnVentus mit 105 m Nabenhöhe besteht aus einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor, der über die Rotorwelle mit dem Hauptgetriebe verbunden ist.

Die Anlage wird mittels Blattwinkelverstellung und variabler Rotordrehzahl geregelt.

Umgebungsbedingungen und Daten der Maschine gemäß Herstellerangaben:

Nennleistung	6,0 MW
Windzone	S
Erdbebenzone nach DIN 4149	3
Nabenhöhe	105 m
Rotorblatttyp	V150
Rotornendrehzahl	10,13 U/min
Nennwindgeschwindigkeit, V_r (1 Sekunden Mittelwert)	11,2 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit (10 Minuten Mittelwert)	25 m/s
Einschaltwindgeschwindigkeit (10 Minuten Mittelwert)	3 m/s
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit (1 Jahres Mittelwert)	7,5 m/s
Extremer 50-Jahres-Wind, V_{ref} (10 Minuten Mittelwert)	41,2 m/s
Turbulenzkategorie	s. Lastgutachten [3]
Lebensdauer	20 Jahre

Tabelle 1

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

Komponente	Konstruktionsart	Prüfbericht
Turmkonstruktion	Stahlrohrturm	[1]
Ankerkorb		[2]

Tabelle 2

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

3. Prüfgrundlage

Der Prüfung wurden die folgenden Normen und Richtlinien zugrunde gelegt:

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

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

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

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

4. Prüfberichte zur bautechnischen Prüfung

Gegenstand der Typenprüfung ist die Prüfung der Standsicherheitsnachweise sowie die Prüfung der zugehörigen Konstruktionszeichnungen für den Turm und den zugehörigen Ankerkorb entsprechend Tabelle 2.

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

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

Die Prüfung der Gründung, Podeste, Besteigeeinrichtungen und Innenausbauten des Turmes ist nicht Bestandteil dieser Typenprüfung.

- [1] „Prüfbericht für eine Typenprüfung, Prüfung der Standsicherheit – Stahlrohrturm Windenergieanlage Vestas V150-6.0 MW EnVentus, Turm T966914 mit 105 m Nabenhöhe, Windzone S, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 9 Seiten, Dokument Nr. 3522007-1-d, Rev. 0, Datum 2022-01-19
- [2] „Prüfbericht für eine Typenprüfung, Prüfung der Standsicherheit – Ankerkorb Windenergieanlage vom Typ Vestas V150-6.0 MW EnVentus, Turm: Stahlrohrturm, Nabenhöhe: 105 m über GOK Windzone S, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 6 Seiten, Dokument Nr. 3522007-2-d, Rev. 0, Datum 2022-01-19

5. Gutachtliche Stellungnahmen

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

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

Als Grundlage für die Lastannahmen gilt die folgende gutachtliche Stellungnahme:

- [3] „Gutachterliche Stellungnahme für Lastannahmen zur Turmberechnung der Vestas V150-6.0 MW mit 105 m Nabenhöhe (Entwurfslebensdauer 20 Jahre) für Windzone WZ2GK2 (S)“ erstellt von DNV GL, 8 Seiten, Dokument Nr. L-04353-A052-5, Rev. 1, Datum 2022-01-19

Für die weiteren oben genannten Unterlagen gilt die folgende Zusammenstellung der gutachtlichen Stellungnahmen:

- [4] „Maschinengutachten der EnVenus-Windenergieanlagen V150-5.0 MW / V150-5.4 MW / V150-5.6 MW / V150-6.0 MW der Firma Vestas Wind Systems A/S mit Stahlrohrtürmen für 105 m, 125 m, 148 m und 166 m Nabenhöhe sowie Hybrid-Betontürmen für 166 m und 169 m Nabenhöhe für DIBt 2012 Windzone S beinhaltend Gutachterliche Stellungnahmen zu den Nachweisen der Rotorblätter, der maschinenbaulichen Komponenten einschl. der Verkleidung von Maschinenhaus und der Nabe, der Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsgutachten) und der elektrotechnischen Komponenten und des Blitzschutzes, sowie zu Bedienungsanleitung, Inbetriebnahmeprotokoll (Vordruck) und Wartungspflichtenbuch“, erstellt von DNV GL, 64 Seiten, Dokument Nr. M-05475-0, Rev. 7, Datum 2021-12-22

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

Die gutachtliche Stellungnahme [4] beinhaltet die Bestätigung des statischen Tests des Rotorblatts.

6. Zusammenfassung

Die eingereichten gutachtlichen Stellungnahmen und Prüfberichte für den Turm und den zugehörigen Ankerkorb der Windenergieanlage vom Typ Vestas V150-6.0 MW EnVentus entsprechen den Anforderungen der DIBt-Richtlinie /1/.

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

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

7. Auflagen

1. Vor dem Bau jeder Anlage ist ein Prüfbericht zur Standsicherheit der Gründung als typengeprüfte oder standortspezifische Variante vorzulegen.

Für die Verlängerung der Typenprüfung sind die eingereichten Unterlagen, insbesondere die Zeichnungen und die Berechnungen für den Turm und den zugehörigen Ankerkorb, 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



D. Schettler-Köhler

Der Leiter



i.V. S. Mayer

Anlage 1:

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

[1]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 15
[2]	Kapitel 6, Auflagen 1 bis 6
[3]	Kapitel 4.0
[4]	Alle in der gutachterlichen Stellungnahme genannten Prüfbemerkungen sind zu beachten beziehungsweise zu vollziehen.



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Prüfbericht für eine Typenprüfung

Datum: 19.01.2022

Prüfnummer: 3522007-2-d

Objekt: **Prüfung der Standsicherheit – Ankerkorb**
Windenergieanlagen vom Typ
Vestas V150-6.0 MW EnVentus
Turm: Stahlrohrturm
Nabenhöhe: 105 m über GOK
Windzone S, Erdbebenzone 3

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

**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

Geltungsdauer: bis 18.01.2027

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/AME

Dokument:
3522007-2-d Rev0_Vestas V150-
6.0_HH105m_Ankerkorb.docx

Das Dokument besteht aus
6 Seiten.
Seite 1 von 6

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
Prüfamt für Standsicherheit für die
Bautechnische Prüfung von
Windenergieanlagen
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland



Industrie Service

Revision	Datum	Änderungen
0	19.01.2022	Erstfassung

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.....	5
6.	Prüfergebnis.....	6
	Auflagen.....	6



Industrie Service

1. Unterlagen

1.1. Geprüfte Unterlagen

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

- [1] Statische Berechnung „Vestas Wind Systems A/S, Flachgründung der WKA – Bemessung, V150 6.0MW ENVENTUS HH105 DIBtS“, 50 Seiten, Dokument Nr. 0106-6345, Ver. 01, Datum 2021-10-19
- [2] Zeichnung „Anchor.E.V150 6.0MW ENVENTUS HH105 DIBtS“, Dokument Nr. A015-2240, Ver. 01, Datum 2021-09-06

1.2. Eingesehene Unterlagen

Folgende Dokumente wurden im Rahmen der Prüfung zusätzlich herangezogen:

- [3] „RNSP 20-0461: Foundation Loads Document, V150-6.0MW, EVENTUS, DIBT, HH105m, GS, Site: WP Janneby, DE“, erstellt von Vestas Wind Systems A/S, 38 Seiten, Dokument Nr. 0106-5565, Ver. 02, Datum 2021-07-19
- [4] „Gutachterliche Stellungnahme für Lastannahmen zur Turmberechnung der Vestas V150-6.0 MW mit 105 m Nabenhöhe (Entwurfslebensdauer 20 Jahre) für Windzone WZ2GK2 (S)“, erstellt von DNV GL, 8 Seiten, Dokument Nr. L-04353-A052-5, Revision 1, Datum 2022-01-19
- [5] Turmzeichnung „T966914 V150 6.0MW ENVENTUS HH105 DIBtS“, erstellt von Vestas Wind Systems A/S, 1 Seite, Dokument Nr. A015-2079, Ver. 01, Datum 2021-09-16
- [6] „Prüfung der Standsicherheit – Stahlrohrturm, Windenergieanlage Vestas V150-6.0MW EnVentus, Turm T966914 mit 105 m Nabenhöhe, Windzone S, Erdbebenzone 3“, erstellt von TÜV SÜD Industrie Service GmbH, 9 Seiten, Dokument Nr. 3522007-1-d, Rev. 0, Datum 2022-01-19
- [7] „Levelling of the load distribution flange“, erstellt von Vestas Wind Systems A/S, 17 Seiten, Dokument Nr. 0083-1032, Ver. 04, Datum 2021-08-02

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



Industrie Service

- /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“ + DIN EN 1993-1-1/A1:2014, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-1/NA:2015
- /5/ 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
- /6/ DIN EN 1993-1-9:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung; Deutsche Fassung EN 1993-1-9:2005 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-9/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/ DIN EN 1998-1:2010 „Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1998-1/NA:2011
- /9/ DIN 4149:2005 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“
- /10/ 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“.
- /11/ DIN EN 14399-4:2015 „Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau – Teil 4: System HV – Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern; Deutsche Fassung EN 14399-4:2015“.
- /12/ DIN EN 14399-6:2015 „Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau – Teil 6: Flache Scheiben mit Fase; Deutsche Fassung EN 14399-6:2015“.
- /13/ DAST – Richtlinie 021:2013 “Schraubenverbindungen aus feuerverzinkten Garnituren M 39 bis M 72 entsprechend DIN EN 14399-4, DIN EN 14399-6“

3. Beschreibung

Der Ankerkorb für den Stahlrohrturm der Windenergieanlage Vestas V150-6.0 MW EnVentus mit einer Nabenhöhe von 105 m besteht aus einem Lastverteilblech und einer Ankerplatte, welche durch Ankerbolzen verbunden werden. Die Ankerbolzen werden nach der Errichtung des ersten Turmsegments vorgespannt.

Weitere Angaben können der Zeichnung [2] entnommen werden.

3.1. Baustoffe

Ankerbolzen	M42-10.9 gem. DAST-Richtlinie 021 /13/
Ankerplatte	S355J2 gem. DIN EN 10025
Lastverteilplatte	S355J2 gem. DIN EN 10025



Industrie Service

3.2. Lastannahmen

Die dimensionierenden Lasten für das Fundament und den Ankerkorb sind im Fundamentlastdokument [3] angegeben. Diese Lasten wurden mit der gutachtlichen Stellungnahme [4] bestätigt und werden als richtig vorausgesetzt. Die angesetzte Entwurfslebensdauer der Windenergieanlage beträgt 20 Jahre.

Einwirkungen aus Erdbeben sind gemäß Dokument [4] auf Basis der DIN EN 1998-1 /8/ für alle Erdbebenzonen sowie Baugrund- und Untergrundklassen in Deutschland abgedeckt. Hiermit sind auch alle Erdbebenzonen sowie Baugrund- und Untergrundklassen nach DIN 4149 /8/ in Deutschland abgedeckt.

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

4. Prüfumfang

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

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

Die Überprüfung des Turmfußflansches ist nicht Gegenstand dieses Berichtes.

Abweichungen von den geprüften Unterlagen und Prüfgrundlagen bezüglich Konstruktion, Lasten, Randbedingungen und Ausführung, die Einfluss auf die Standsicherheit haben, sind durch diesen Bericht nicht abgedeckt und erfordern eine Überarbeitung der Berechnung und deren 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 Lasteinleitung in Vergussmörtel und Beton des Fundaments wurde exemplarisch für eine vorgegebene Geometrie und Betonfestigkeiten des Fundaments nachgewiesen. Diese Nachweise werden hiermit bestätigt. Der E-Modul darf demnach nicht kleiner sein als $E_{cm} = 24,65 \text{ GPa}$. Die Fundamentgeometrie soll eine ungestörte Lastausbreitung zwischen Lastverteilplatte und Ankerplatte mit einem Ausbreitungswinkel von 30° ermöglichen. Die Betonfestigkeiten wurden folgendermaßen angesetzt:

Beton für Sockel:	C50/60 gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/
Beton über Ankerplatte:	C40/50 gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/
Vergussmörtel:	C80/95 gemäß DIN EN 1992-1-1 /3/

Für jedes Fundament ist die Gültigkeit dieser Annahmen nachzuweisen bzw. neue Nachweise zu führen.



Industrie Service

Imperfektionen:

Die Lasten aus [3] enthalten bereits Effekte aus einer Turmschiefstellung von 5 mm/m, von Differenzsetzungen des Fundaments von 3 mm/m sowie aus einer zusätzlichen Schiefstellung von 6 mm/m infolge der Berücksichtigung statischer Bodenkennwerte von $k_{\varphi,stat} = 20 \text{ GNm/rad}$.

6. Prüfergebnis

Die Berechnungen und die zugehörigen Konstruktionszeichnungen für den Ankerkorb entsprechen den in Abschnitt 2 genannten Normen und Richtlinien und sind im Wesentlichen vollständig und richtig.

Die Anforderungen an die Tragfähigkeit des Ankerkorbs 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 den Ankerkorb ist hiermit abgeschlossen.

Auflagen

1. Die Lasteinleitung in Vergussmörtel und Beton des Fundamentes ist vom Tragwerksplaner des Fundaments gemäß Abschnitt 5 zu prüfen und zur Prüfung vorzulegen. Eine entsprechende Spaltzugbewehrung ist nachzuweisen.
2. Auf einen ausreichenden Korrosionsschutz für den Ankerkorb ist zu achten.
3. Der Zeitpunkt des Erreichens der erforderlichen Festigkeit des Vergussmörtels und Betons für das Vorspannen der Ankerbolzen ist zu bestimmen und durch fachgerecht, unter Berücksichtigung der standortspezifischen Umgebungsbedingungen gelagerte Proben zu überprüfen und zu dokumentieren. Die Druckfestigkeit des Vergussmörtels muss zum Zeitpunkt des Vorspannens $\geq 49 \text{ N/mm}^2$ betragen.
4. Die maximal zulässigen Toleranzen der Lastverteilplatte aus [2] und [7] sind einzuhalten.
5. Die planmäßige Vorspannung der Ankerbolzen ist nach Inbetriebnahme analog den Vorgaben in /1/ (Abschnitt 13.1 Anmerkung 1) zu Ringflanschverbindungen erneut zu kontrollieren und ggf. nachzuspannen.
6. 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. Molins Estellés

Der Leiter

i.V. S. Mayer

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Vestas Wind Systems A/S**Flachgründung der WKA - Bemessung****V150 6.0MW ENVENTUS HH105 DIBtS****Bemessungsgrundlagen:**

DIBt-RiLi 2012	Richtlinie für Windenergieanlagen, Reihe B, Heft 8
DIN EN 1992-1-1:2011	“Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings; German version EN 1992-1-1:2004 + AC:2010 “ + DIN EN 1992-1-1/A1:2015, with national annex DIN EN 1992-1-1/NA:2013 + DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015
DIN EN 1993-1-1:2010	“Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings; German version EN 1993-1-1:2005 + AC:2009”, + DIN EN 1993-1-1/A1:2014, with national annex DIN EN 1993-1-1/NA:2015
DIN EN 1993-1-8:2010	“Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints; German version EN 1993-1-8:2005 + AC:2009”, with national annex DIN EN 1993-1-8/NA:2010
DIN EN 1993-1-9:2010	“Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-9: Fatigue; German version EN 1993-1-9:2005 + AC:2009”, with national annex DIN EN 1993-1-9/NA:2010
DAfStb Heft 439	Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton..... gemäß CEB-FIP Model Code 1990

Content:

- 1.2 Materialien bzw. Baustoffe, Teilsicherheitsbeiwerte
- 1.3 Sicherheitsbeiwerte
- 1.4 Lasten
- 1.5 Verankerungen
- 1.6 Vorspannung der Ankerbolzen
- 1.11 Ultrahochfestverguss unterhalb des Turmfußflansches
- 1.13 Beton unterhalb des Ultrahochfestvergusses
- 1.20 Ankerplatte

3522007-2-d

In bautechnischer Hinsicht geprüft.
19.01.2022

Siehe Prüfbericht vom

München

TÜV SÜD Industrie Service GmbH

Prüfamt für Standsicherheit

von Windenergieanlagen

Der Bearbeiter:

Der Leiter:

Hinweis:

Die vorliegende statische Berechnung gilt für ein kreisförmiges oder octogonales Flachgründungs-fundament mit einem (vorgespannten) Ankerkorb sowie radialer / tangentialer Hauptbewehrung, vertikale Schub- und Kantenbewehrung.

Das Fundamentdesign basiert auf den Vorgaben der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen 2012, der DIN EN 1992-1-1 bzw. DIN EN 1992-1-1/NA.

TYPENPRÜFUNG Geltungsdauer

..5Jahre/Wiedervorlage bis 18.01.2027





Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

PRÜFAMT FÜR STANDSICHERHEIT FÜR DIE
BAUTECHNISCHE PRÜFUNG VON WINDENERGIEANLAGEN

Prüfbericht für eine Typenprüfung

Datum: 19.01.2022

Prüfnummer: 3522007-1-d

Objekt: Prüfung der Standsicherheit – Stahlrohrturm
Windenergieanlage Vestas V150-6.0MW EnVentus,
Turm T966914 mit 105 m Nabenhöhe
Windzone S, Erdbebenzone 3

Prüfgrundlage: DIBt-Richtlinie 2012

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

**Konstruktion
und statische
Berechnung:** Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 42
8200 Aarhus
Dänemark

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

Gültig bis: 18.01.2027

Unsere Zeichen:
IS-ESW-MUC/DSK

Dokument:
3522007-1-
d_Vestas_V150_Stahlurm_HH1
05m.docx

Das Dokument besteht aus
9 Seiten.
Seite 1 von 9

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

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.

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
Prüfamt für Standsicherheit für die
Bautechnische Prüfung von
Windenergieanlagen
Westendstraße 199
80686 München
Deutschland



Industrie Service

Revision	Datum	Änderungen
0	19.01.2022	Erstfassung

Inhaltsverzeichnis

1.	Unterlagen	3
1.1.	Geprüfte Unterlagen.....	3
1.2.	Eingesehene Unterlagen.....	3
2.	Bewertungsgrundlage	4
3.	Beschreibung	5
3.1.	Maße.....	5
3.2.	Baustoffe.....	5
3.3.	Lastannahmen	5
4.	Prüfumfang	6
5.	Prüfbemerkungen.....	6
6.	Prüfergebnis.....	8
	Auflagen.....	8

1. Unterlagen

1.1. Geprüfte Unterlagen

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

- [1] "Tower Strength Calculation For Vestas Wind Turbine V150 6.0MW ENVENTUS Hub Height 105m Wind zone DIBtS RNSP 21-0461, Janneby, DE T966914", 52 Seiten, Dokument Nr. 0106-9158, Revision 0, Datum 2021-10-11
- [2] Zeichnung "T966914 – V150 6.0MW ENVENTUS HH105 DIBtS", 1 Blatt, Zeichnung Nr. A015-2079, Revision 1, Datum 2021-09-16

1.2. Eingesehene Unterlagen

Folgende Dokumente, sofern nicht anders angegeben erstellt von Vestas Wind Systems A/S, wurden im Rahmen der Prüfung zusätzlich zur Information herangezogen:

- [3] "RNSP 21-0461: Tower Loads Document V150-6.0MW, ENVENTUS, DIBT, HH105m, GS, Site: Janneby, DE", 15 Seiten, Dokument Nr. 0107-0838, Revision 03, Datum 2022-01-12
- [4] "RNSP 21-0461: Foundation Loads Document V150-6.0MW, ENVENTUS, DIBT, HH105m, GS, Site: Janneby, DE", 38 Seiten, Dokument Nr. 0106-5565, Revision 02, Datum 2021-07-19
- [5] "Gutachterliche Stellungnahme für Lastannahmen zur Turmberechnung der Vestas V150-6.0 MW mit 105 m Nabenhöhe (Entwurfslebensdauer 20 Jahre) für Windzone WZ2GK2 (S)", erstellt von DNV GL, 8 Seiten, Dokument Nr. L-04353-A052-5, Revision 1, Datum 2022-01-19
- [6] Zeichnung "FL Ø4008/Ø3730X430(Ø3820) FORGED S355NL", 1 Blatt, Zeichnung Nr. 75958886, Revision 0, Datum 2019-09-10
- [7] "Tower Top Flange FE analysis TFV20/ TFV21/ TFV22/ TFV23", 24 Seiten, Dokument Nr. 0087-3549, Revision 04, Datum 2021-05-10
- [8] „Maschinengutachten der EnVentus-Windenergieanlagen V150-5.0 MW / V150-5.4 MW / V150-5.6 MW / V150-6.0 MW der Firma Vestas Wind Systems A/S mit Stahltürmen für 105 m, 125 m, 148 m und 166 m Nabenhöhe sowie Hybrid-Betontürmen für 166 m und 169 m Nabenhöhe für DIBt 2012 Windzone S, beinhaltend Gutachterliche Stellungnahmen zu den Nachweisen der Rotorblätter, der maschinenbaulichen Komponenten einschl. der Verkleidung von Maschinenhaus und der Nabe, der Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsgutachten) und der elektrotechnischen Komponenten und des Blitzschutzes, sowie zu Bedienungsanleitung, Inbetriebnahmeprotokoll (Vordruck) und Wartungspflichtenbuch“, erstellt von DNV Energy Systems Renewables Certification, 64 Seiten, Dokument Nr. M-05475-0, Rev. 7, Datum 2021-12-22
- [9] "Design Guidelines for Calculation of Tubular Towers DIBt version", 42 Seiten, Dokument Nr. 0014-2731, Revision 4, Datum 2019-06-20
- [10] „Europäische Technische Bewertung IHF-Stretch-System IHF Stretchbolt Schraubengarnituren“, erstellt vom Deutschen Institut für Bautechnik, 9 Seiten, ETA-13/0243, Datum 2019-06-13

2. Bewertungsgrundlage

Die Prüfung der Unterlagen erfolgte gemäß folgender Richtlinie:

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

Zur Prüfung wurden zusätzlich folgende Normen und Richtlinien herangezogen:

- /2/ 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 + DIN EN 1991-1-1/NA/A1:2015
- /3/ DIN EN 1991-1-4:2010 „Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010“, mit nationalem Anhang DIN EN 1991-1-4/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“, + DIN EN 1993-1-1/A1:2014, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-1/NA:2015
- /5/ DIN EN 1993-1-6:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen; Deutsche Fassung EN 1993-1-6:2007 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-6/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 1993-1-9:2010 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung; Deutsche Fassung EN 1993-1-9:2005 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1993-1-9/NA:2010
- /8/ 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:2016
- /9/ DIN EN 1998-1:2010 „Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009“, mit nationalem Anhang DIN EN 1998-1/NA:2011
- /10/ DIN 4149:2005 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“
- /11/ 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“
- /12/ DIN EN 14399-4:2015 „Hochfeste vorspannbare Garnituren für Schraubverbindungen im Metallbau – Teil 4: System HV – Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern; Deutsche Fassung EN 14399-4:2015“
- /13/ DAST – Richtlinie 021:2013 „Schraubverbindungen aus feuerverzinkten Garnituren M 39 bis M 72 entsprechend DIN EN 14399-4, DIN EN 14399-6“

3. Beschreibung

Der Stahlrohrturm für die Windenergieanlage Vestas V150-6.0MW besteht aus 4 zylindrischen und 1 konischen Sektion.

Der Stoß zwischen den unteren beiden Turmsektionen ist als T-Ringflanschverbindung mit vorgespannten Schrauben ausgeführt. Die Stöße der weiteren Turmsektionen sind als L-Ringflanschverbindungen mit innenliegenden, vorgespannten Schrauben ausgeführt.

Die Wanddickenstöße der Turmsegmente sind als Stumpfnähte ausgeführt.

Die Türöffnung in der untersten Turmsektion ist mit einem Blech verstärkt.

Die Anbindung an das Fundament erfolgt über einen T-Ringflansch. Die Anbindung an das Turmkopflager erfolgt über einen L-Ringflansch.

Der Stoß zwischen den untersten beiden Turmsektionen ist als asymmetrische T-Ringflanschverbindung mit vorgespannten Schrauben ausgeführt. Die Flanschlänge des T-Flansches ist innen-seitig 20 mm länger als außenseitig.

3.1. Maße

Nabenhöhe:	105 m
Gesamtlänge Turm:	102,31 m
Außendurchmesser Turmwandung am Turmfuß:	4,060 m
Außendurchmesser Turmkopfflansch:	3,978 m
Weitere Angaben können Zeichnung [2] entnommen werden.	

3.2. Baustoffe

Turmwand	S355 J0 gemäß DIN EN 10025
	S355 J2 gemäß DIN EN 10025
Türverstärkung	S355 NL gemäß DIN EN 10025
Ringflansche	S355 NL gemäß DIN EN 10025
	mit Z25 Güte gemäß DIN EN 10164 für aus Blech hergestellte Flansche, die senkrecht zur Walzebene beansprucht werden
Turmfußflansch	S355 NL gemäß DIN EN 10025
	mit Z25 Güte gemäß DIN EN 10164 für aus Blech hergestellte Flansche, die senkrecht zur Walzebene beansprucht werden
Turmkopfflansch	S355 NL gemäß DIN EN 10025
	mit Z25 Güte gemäß DIN EN 10164 für aus Blech hergestellte Flansche, die senkrecht zur Walzebene beansprucht werden
Schraubengarnituren	M36-10.9 gemäß DIN EN 14399-4 /12/
	M56-10.9 gemäß DAST-Richtlinie 021 /13/
	M72-10.9 gemäß DAST-Richtlinie 021 /13/
	alternativ „IHF Stretchbolt Schraubengarnituren“ gemäß [10]

3.3. Lastannahmen

Die dimensionierenden Lasten für die Prüfung des Stahlrohrturms der oben genannten Windenergieanlage sind in den Dokumenten [3] und [4] angegeben. Diese Lasten wurden mit der gutachtlichen Stellungnahme [5] bestätigt und werden als richtig vorausgesetzt. Die angesetzte Entwurfslebensdauer der Windenergieanlage beträgt 20 Jahre.



Industrie Service

Einwirkungen aus Erdbeben sind gemäß Dokument [5] auf Basis der DIN EN 1998-1 /9/ für alle Erdbebenzonen sowie Baugrund- und Untergrundklassen in Deutschland abgedeckt. Hiermit sind auch alle Erdbebenzonen sowie Baugrund- und Untergrundklassen nach DIN 4149 /10/ in Deutschland abgedeckt.

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

Turmkopfmasse: 267 t

4. Prüfumfang

Dieser Prüfbericht für eine Typenprüfung umfasst die Prüfung hinsichtlich der Standsicherheit des in Abschnitt 3 beschriebenen Stahlrohrturms 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 erforderlich. Diese können bis spätestens zu Baubeginn der ersten Anlage nachgereicht werden.

Weitere Prüfungen wie die Überprüfung der Bauausführung, der Standorteignung, des Fundaments, des Blitzschutz-/Erdungskonzepts und der Turmeinbauten sind nicht Gegenstand dieses Berichtes.

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

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

5. Prüfbemerkungen

Die vorgelegten Nachweise wurden durch eigene Vergleichsrechnungen überprüft.

Die vorliegenden Nachweise in Dokument [1] weisen für verschiedene Teilbereiche Auslastungen von nahezu 100% sowohl für die Betriebs- als auch für die Extremlasten aus. Überschreiten die Lasten die Lastannahmen gemäß [3] und [4], sind neue Nachweise zur Prüfung vorzulegen.

Die Zeichnungen wurden auf Übereinstimmung mit den Annahmen der Berechnungen sowie den Vorgaben der in Abschnitt 2 genannten Prüfgrundlagen geprüft.

Schnittstellen:

Die Prüfung des Ankerkorbs sowie die Nachweise der Lasteinleitung vom Turmfußflansch in die darunterliegende Struktur sind nicht Bestandteil dieser Prüfung.

Die Berechnung des Turmkopfflansches mit dem Nachweis der Schweißverbindung im Einflussbereich des Turmkopfflansches und des Radius des Turmkopfflansches gemäß Zeichnung [6] wurde in [1] anhand von Spannungskonzentrationsfaktoren aus [7] durchgeführt. Dokument [7] wurde mit [8] bestätigt.

Eigenfrequenzen:

Die in [1] berechnete erste Eigenfrequenz liegt innerhalb des im Lastgutachten [5] angegebenen Gültigkeitsbereichs (0,195 Hz bis 0,215 Hz). Die dynamische Rotationsfedersteifigkeit aus der Interaktion von Fundament und Baugrund muss mindestens $k_{\phi, \text{dyn}} = 100 \text{ GNm/rad}$ betragen.

Die Eigenfrequenz liegt im Bereich der möglichen Erregerfrequenzen der Anlage. Daher ist eine betriebliche Schwingungsüberwachung vorzusehen, die mit dem Betriebs- und Sicherheitssystem der Anlage verbunden ist, siehe Auflage 2.

Imperfektionen:

Die Lasten aus [3] und [4] enthalten bereits Effekte aus einer Turmschiefstellung von 5 mm/m, von Differenzsetzungen des Fundaments von 3 mm/m sowie aus einer zusätzlichen Schiefstellung von 6 mm/m infolge der Berücksichtigung einer statischen Bodendrehfeder von $k_{\phi, \text{stat}} = 20 \text{ GNm/rad}$.

Bauzustände, Querschwingungen:

Nachweise wirbelerregter Querschwingungen wurden für verschiedene Errichtungszustände gemäß nachstehender Tabelle in [1] geführt. Weitere hiervon abweichende Bau- und Montagezustände sowie Transportzustände sind nicht Gegenstand dieser Prüfung, siehe Auflage 5.

Bauzustand / vorübergehender Zustand	Gesamte maximale Dauer
Einzelne Sektionen des Turmes	Errichtung des gesamten Turmes innerhalb eines Tages
Turm ohne Gondel	7 Tage
Stillstandszeiten der fertiggestellten Anlage	1 Jahr über die Lebensdauer

Kerbfallkategorien:

Für die Berechnung des Turmes in [1] wurden die Kerbfallkategorien, sofern nicht anders angegeben gemäß DIN EN 1993-1-9 / 7/ Bild 7.1, folgendermaßen angesetzt:

Lage gemäß Zeichnung [2]	Kerbfallkategorie / Anforderung
Zusätzlich an der Turmwand befestigte Teile	
Sektion 1, Blech 1 bis 3 Sektion 5, Blech 9 bis 11	KFK 80
Alle anderen Bleche	KFK 90
Bohrungen (z.B. für Flugbefeuerungen und Reibseilabspannungen)	
Alle Bleche	KFK 90
Bereich Tür	
Innerer gestrichelter Bereich gem. Zeichnung [2]	Keine Anschweißteile erlaubt
Äußerer gestrichelter Bereich gem. Zeichnung [2]	KFK 112
Rundnähte (wenn zutreffend auf beiden Seiten des genannten Bleches)	
Sektion 5, Blech 10	KFK 80
Alle anderen Bleche	KFK 90
Stumpfnäht zum Turmkopfflansch	KFK 90

Ein Schwellenwert der Ermüdungsfestigkeit wurde nicht angesetzt.

Stahlsortenauswahl:

Die Stahlsortenauswahl nach DIN EN 1993-1-10 /8/ wurde in [1] für eine Bezugstemperatur $T_{Ed} = -30^{\circ}\text{C}$ durchgeführt.

Ausführungsvarianten:

Für die Verschraubung des horizontalen Mittelflansches 2 sind entweder HV-Schraubengarnituren oder „IHF-Stretchbolt Schraubengarnituren“ gemäß [10] vorgesehen, s. Abschnitt 3.2.

6. Prüfergebnis

Die Berechnung und die zugehörigen Konstruktionszeichnungen für den geprüften Stahlrohrturm entsprechen den in Abschnitt 2 genannten Normen und Richtlinien und sind im Wesentlichen vollständig und richtig.

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

Der Turm der Windenergieanlage ist für Standorte entsprechend den Lastannahmen in [3] und [4] geeignet.

Die Prüfung der technischen Unterlagen für den Turm ist hiermit abgeschlossen.

Auflagen

Allgemein

1. Sollten Schwingungsphänomene festgestellt werden, die in den Lastannahmen in [3] und [4] nicht berücksichtigt wurden, so sind entsprechende Untersuchungen durchzuführen und gegebenenfalls neue Berechnungen zur Prüfung vorzulegen.
2. Die Anlage ist mit einer betrieblichen Schwingungsüberwachung auszurüsten, die in der Lage sein muss, auftretende Schwingungen entsprechend den Annahmen in den Lastdokumenten [3] und [4] zu begrenzen.
3. Die in Abschnitt 5 angegebenen Mindestwerte der Steifigkeiten aus dem Zusammenwirken von Fundament und Baugrund dürfen nicht unterschritten werden.
4. Es ist für jede Anlage sicherzustellen, dass der Bereich der zulässigen Eigenfrequenzen gemäß Abschnitt 5 eingehalten wird.
5. Bauzustände und Stillstandszeiten der Anlage sind gemäß den Angaben in Abschnitt 5 zeitlich zu beschränken. Falls die zulässigen Zeiten überschritten werden oder die Gondel zu einem späteren Zeitpunkt vom Turm genommen wird sowie für Bauzustände, die nicht in Abschnitt 5 aufgeführt sind, so sind geeignete Maßnahmen zur Verhinderung von wirbelerregten Querschwingungen zu treffen.

Stahlsektionen

6. Der Korrosionsschutz der Turmaußenseite (Turminnenseite) ist für eine Korrosivitätskategorie C4 (C3) nach DIN EN ISO 12944 auszuführen. Bei Aufstellung in Industrienähe mit hoher Feuchte und aggressiver Atmosphäre oder Meeresnähe mit hoher Salzbelastung ist für die Turmaußenseite eine Korrosivitätskategorie C5 erforderlich. Für die Schutzdauer ist die Klasse „hoch“ gemäß DIN EN ISO 12944-5 anzusetzen, dies entspricht einer angestrebten



Industrie Service

Zeitspanne von mindestens 15 Jahren bis zur ersten planmäßigen Instandsetzungsmaßnahme aus Korrosionsschutzgründen.

7. Sämtliche in Dickenrichtung belastete Bauteile (z.B. Flansche und Zargen) müssen hinsichtlich innerer Inhomogenitäten (z.B. Dopplungen) nach EN 10160, Qualitätsklasse S1 und E1, oder einem äquivalenten Standard ultraschallgeprüft sein.
8. Der Stahlrohrturm darf nur von Herstellern mit einer Qualifizierung gemäß DIN EN 1090-1 für mindestens Ausführungsklasse EXC3 gefertigt werden.
9. Die Fertigung des Stahlrohrturmes muss den Anforderungen der DIN EN 1090-2 Ausführungsklasse EXC3 entsprechen.
10. Die Anschlusspunkte aller zusätzlich an die Turmwand angeschweißten Teile (z.B. Besteigeinrichtungen) müssen mindestens den in Abschnitt 5 angegebenen Kerbfallkategorien entsprechen.
11. Die Schweißnähte des Turmes müssen den Anforderungen der Kerbfallklassen gemäß Abschnitt 5 entsprechen.
12. Bei Anwendung des Schraubsystems „IHF Stretchbolt Schraubengarnituren“ sind die Angaben in [10] zu beachten.
13. Die Prüfung der Schraubverbindung am Turmkopfflansch (Turm zur Maschine) ist in die Prüfung der Maschine einzubeziehen.

Prüfintervalle

14. Die planmäßige Vorspannung der Schraubverbindungen ist nach Inbetriebnahme gemäß den Vorgaben der DIBt- Richtlinie /1/ (Abschnitt 13.1 Anmerkung 1) erneut zu kontrollieren und ggf. nachzuspannen.
15. Die Anforderungen an die wiederkehrende Prüfung gemäß der 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
 Prüfamts für Standsicherheit für die
 bautechnische Prüfung von Windenergieanlagen**

Der Bearbeiter

D. Schettler-Köhler

Der Leiter

i.V. S. Mayer

ABTEILUNG WINDENERGIEANLAGEN



Industrie Service

**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

Original Instruction: T05 0066-1138 VER 02

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

T05 0066-1138 Ver 02 - Approved- Exported from DMS: 2022-09-22 by INVOL

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 Ø16 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

Gutachterliche Stellungnahme für Lastannahmen zur Turmberechnung der Vestas

**V150-6.0 MW mit 105 m Nabenhöhe
(Entwurfslebensdauer 20 Jahre)**

für

Windzone WZ2GK2 (S)

Projekt-Nr. 10321976

Berichts-Nr. L-04353-A052-5 Rev1

Datum: 2022-01-19

Adresse:

DNV GL Energy
Renewables Certification
Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH
Brooktorkai 18
20457 Hamburg
Deutschland

Auftraggeber:

**Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 42
DK - 8200 Aarhus N**

VERSIONSGESCHICHTE

<i>Rev. Nr.</i>	<i>Datum</i>	<i>Grund für Herausgabe</i>	<i>Erstellt von</i>	<i>Geprüft von</i>
0	2021-12-21	Erstausgabe	MARWOL	FAREH
1	2022-01-19	Lasten unverändert, neue Version des Lastkollektivs und Turmlastdokuments hinzugefügt	MARWOL	ANDREIM

1.0 PRÜFUNTERLAGEN

Dokumente

<i>Dokument Nr.</i>	<i>Revision</i>	<i>Titel</i>
[1] 0107-0839	03	RNSP 21-0461 Compare Load SPpectrum V150-6.0MW ENVENTUS HH105 IECS
[2] 0107-0838	03	RNSP 21-0461 Tower Loads V150-6.0MW MkeVENTUS HH105 IECS
[3] 0106-5565	02	RNSP 21-0461 Foundation Loads V150-6.0MW MkeVENTUS HH105 IECS

Referenzdokumente (informativ)

Dokument Nr.	Revision	Titel
[4] 0086-8047	05	Load Extrapolation: EV150-6.0/5.6/5.4/5.0 MW, Steel Towers, EnVentus
[5] 0094-0360	03	EnVentus EV150 EV162 Main Maintenance Loads
[6] 0085-0938	07	EnVentus EV150 Design Loads EV150 50/60 Hz, GS

Zeichnungen (informativ)

Dokument Nr.	Revision	Titel
[7] A015-2079	00	TAD: T966914 - V150 6.0MW ENVENTUS HH105 DIBtS

2.0 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Umweltbedingungen

Die Windbedingungen der Vestas V150-6.0 MW HH105 Turbinen sind entsprechend der Windklasse S, gemäß IEC 61400-1:2005 ed. 3.

	V150-6.0 MW HH105, T966914 DIBt S
Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe	7,5 m/s
Weibull k-Parameter [-]	2,22
50-Jahres-Wind, Vm50 (10 min) in Nabenhöhe	41,2 m/s
1-Jahres-Wind, Vm1 (10 min) in Nabenhöhe	33,0 m /s
Luftdichte	1,224 kg/m ³
Geländeneigung	8°
Geländerauigkeitsexponent (normale Bedingungen)	0,25
Geländerauigkeitsexponent (extreme Bedingungen)	0,11
Umgebungsturbulenzintensität I nach IEC 61400-1 für NTM (Betriebsfestigkeitslasten)	Siehe Tabelle 2-1
Umgebungsturbulenzintensität I nach IEC 61400-1 für ETM	Siehe Tabelle 2-1
Lastsicherheitsbeiwert für DLC8.1 (Sicherheitsklasse S)	$\gamma_F = 1,35$

Der Einfluss der Turbulenzintensität aufgrund der Nachlaufströmung benachbarter Anlagen ist in den o.g. Angaben nicht berücksichtigt.

Vhub [m/s]	DETwind	NTM_Fat	NTM_Ext	ETM
1 - 3	0.5680	0.5680	0.5680	1.3667
3 - 5	0.3440	0.3440	0.3440	0.7222
5 - 7	0.2690	0.2690	0.2690	0.5068
7 - 9	0.2320	0.2320	0.2320	0.4000
9 - 11	0.2100	0.2100	0.2100	0.3362
11 - 13	0.1950	0.1950	0.1950	0.2931
13 - 15	0.1840	0.1840	0.1840	0.2619
15 - 17	0.1760	0.1760	0.1760	0.2389
17 - 19	0.1700	0.1700	0.1700	0.2213
19 - 21	0.1650	0.1650	0.1650	0.2069
21 - 23	0.1610	0.1610	0.1610	0.1953
23 - 25	0.1570	0.1570	0.1570	0.1848
25 - 27	0.1540	0.1540	0.1540	0.1764
27 - 29	0.1520	0.1520	0.1520	0.1698
29 - 31	0.1500	0.1500	0.1500	0.1638
31 - 33	0.1480	0.1480	0.1480	0.1583
33 - 35	0.1460	0.1460	0.1460	0.1532
35 - 37	0.1450	0.1450	0.1450	0.1495
37 - 45	0.1420	0.1420	0.1420	0.1440

Tabelle 2-1 Turbulenzintensität für NTM und ETM.

2.2 Normen und Richtlinien

- DIBt-Richtlinie: „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“; Fassung Oktober 2012.

-

2.3 Daten für die Lastannahme

	V150-6.0 MW
	DIBt S
Nennleistung:	6.0MW
Rotordurchmesser	150 m
Einschaltgeschwindigkeit	3,0 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11,2m/s
Abschaltgeschwindigkeit	25,0 m/s
Nennrotordrehzahl	10,13 U/min
Nabenhöhe	105 m
Stahlrohrturm mit 1. Biegeeigenfrequenz	0.205 Hz.

Turmname	T966914
Entwurfslebensdauer	20 Jahre
Version des Reglers	CTR60, 2020.17
Erdbebenzone 3; Bedeutungskategorie II, Baugrundklassen A, B, C mit den geologischen Untergrundklassen R, T, S nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01	

3.0 PRÜFBEMERKUNGEN

Extremlastfälle:

Die Übereinstimmung der Extremlastfälle wurde mit der DIBt-Richtlinie „Richtlinie für Windenergieanlagen: Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“; Oktober 2012 bei Anwendung standortspezifischer Windbedingungen geprüft. Die Extremlasten sind in den Vestas Wind System A/S Berichten gemäß DIBt-Richtlinie einschließlich Lastsicherheitsbeiwerten aufgeführt.

Erdbebenlasten wurden nach DIN EN 1998-1/2010-10 und NA/2011-01 für Erdbebenzone 3, Bedeutungskategorie II, für die Untergrundverhältnisse nach Tabelle NA.4 im nationalen Anhang zur DIN EN 1998-1 berechnet und geprüft.

Betriebsfestigkeit:

Die Lastannahmen für den Betriebsfestigkeitsnachweis basieren auf die DIBt-Richtlinie: „Richtlinie für Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“; Fassung Oktober 2012. Die Lastkollektive wurden mit dem Vestas Turbinen Simulator (VTS), Version VTS002, des aeroelastischen PC-Programmes Flex5 berechnet und für den Turmkopf, den Turmfuß sowie für unterschiedliche Turmschnitte angegeben. Die Fundamentlasten sind gesondert im Dokument [4] aufgeführt.

Die Berechnung der Betriebsfestigkeitslasten wurde unter Berücksichtigung eines dreidimensionalen Turbulenzfeldes durchgeführt.

4.0 SCHLUSSBEMERKUNG

Die aufgeführten Lastannahmen werden für die Windenergieanlagen V150-6.0 MW der Firma Vestas mit einer Nabenhöhe von 105 m, für DIBt S angenommen.

Wirbelerregte Querschwingungen auf die Turmlasten wurden nicht berücksichtigt. Einwirkungen daraus sollten bei der Turmauslegung betrachtet werden. Das Inbetriebnahmehandbuch muss die Verhinderung unzulässiger Turmschwingungen, wie von Vestas definiert, beschreiben. Die Transportlasten wurden nicht berücksichtigt.

Erdbebenlasten wurden nach DIN EN 1998-1/2010-10 und NA/2011-01 für Erdbebenzone 3, Bedeutungskategorie II, für die Untergrundverhältnisse nach Tabelle NA.4 im nationalen Anhang zur EN 1998-1 berechnet und geprüft.

Die Lasten sind gültig unter folgenden Bedingungen:

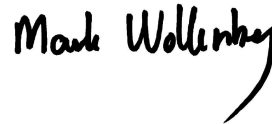
- die aufgeführten Windgeschwindigkeiten in Abschnitt 2.1 müssen die Windgeschwindigkeiten gemäß DIN EN1991-1-4/NA abdecken.
- für eine Umgebungsturbulenzintensität wie in Abschnitt 2 gegeben
- bei Mindestabständen von Windturbinen zu einander, solange die folgenden Bedingungen laut Kapitel 7.3.3 der DIBt-Richtlinie erfüllt sind.
 - der Abstand der Turmachsen benachbarter Windenergieanlagen darf den 8-fachen Rotordurchmesser für $V_{m50} \leq 40$ m/s auf Nabenhöhe nicht unterschreiten
 - der Abstand der Turmachsen benachbarter Windenergieanlagen darf den 5-fachen Rotordurchmesser für $V_{m50} \geq 45$ m/s auf Nabenhöhe nicht unterschreiten.

- Zwischenwerte von V_{m50} ist der Abstand linear zu interpolieren.
- für einen Eigenfrequenzbereich des Turmes von 0,195 Hz bis 0,215 Hz, welches eine Abweichung von der zugrunde gelegten ersten Turmeigenfrequenz von 0,205 Hz ist.
- für einen Mindestwert der (dynamischen) Drehfedersteifigkeit des Gesamtsystems aus Boden und Fundament von $\geq 100 \text{ GNm/rad}$, siehe Tabelle 5.1 in Dokument [3].
- Dass sich das Lastniveau bei gleichen externen Bedingungen nach dem Typenzertifizierungsprozess nicht erhöht.

Die Richtigkeit der vorgelegten Lasten, sowie die Übereinstimmung der Lasten mit den Anforderungen der DIBt "Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung", Fassung Oktober 2012 wurden anhand von Plausibilitätsprüfungen unter Berücksichtigung der dimensionierenden Eingangsdaten geprüft und soweit vorliegend bestätigt.



Andreas Reimann
Gutachter



Mark Wollenberg
Projektleiter

Anlage 1	Lasten Rotor-Gondel-Baugruppe (21 Seiten)
Anlage 2	Lasten Turm (15 Seiten)
Anlage 3	Lasten Fundament (38 Seiten)

CLASS T05



DOCUMENT:
0106-5565 VER 02

DESCRIPTION:
RNSP 21-0461: Foundation Loads Document

Original Instruction: T05 0106-5565 VER 02

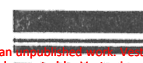
RNSP 21-0461: Foundation Loads Document

V150-6.0MW, ENVENTUS, DIBT, HH105m, GS,

Site: Janneby, DE



QMS 00091 VER 00



T05 0106-5565 Ver 02 - Approved- Exported from DMS: 2022-00-23 by WERA

DOCUMENT:
0106-5565 VER 02

DESCRIPTION:
RNSP 21-0461: Foundation Loads Document

PAGE
2/38

Original Instruction: T05 0106-5565 VER 02

Version History

VERSION:	DATE:	CHANGE:
00	2021.05.24	New document
01	2021.06.07	Final FLD
02	2021.07.19	Section 2 description updated w,r,t DIBT requirement

Table of Contents

CHAPTER:	DESCRIPTION:	PAGE:
1.	Introduction	3
2.	Extreme loads	4
3.	Production loads	6
4.	Fatigue loads	7
5.	Stiffness of foundation	8
Appendix A.	Co-ordinate systems	9
Appendix B.	Rain flow count	10
Appendix C.	Markov matrices	11



**MASCHINENGUTACHTEN DER ENVENTUS-WINDENERGIEANLAGEN
V150-5.0 MW / V150-5.4 MW / V150-5.6 MW / V150-6.0 MW
DER FIRMA VESTAS WIND SYSTEMS A/S**

**MIT STAHLTÜRME FÜR 105 M, 125 M, 148 M UND 166 M NABENHÖHE
SOWIE HYBRID-BETONTÜRME FÜR 166 M UND 169 M NABENHÖHE**

FÜR DIBT 2012 WINDZONE S

BEINHALTEND

GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHMEN

ZU DEN NACHWEISEN

**DER ROTORBLÄTTER,
DER MASCHINENBAULICHEN KOMPONENTEN EINSCHL.
DER VERKLEIDUNG VON MASCHINENHAUS UND DER NABE,
DER SICHERHEITSEINRICHTUNGEN (SICHERHEITSGUTACHTEN) UND
DER ELEKTROTECHNISCHEN KOMPONENTEN UND DES BLITZSCHUTZES,**

**SOWIE ZU
BEDIENUNGSANLEITUNG,
INBETRIEBNAHMEPROTOKOLL (VORDRUCK) UND
WARTUNGSPFLICHTENBUCH**

Berichtsnummer: M-05475-0
Revision: Rev. 8
Berichtsdatum: 2022-03-31

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



1	ZUSAMMENFASSUNG	5
2	PRÜFUNGSGRUNDLAGEN	6
2.1	Normen und Richtlinien	6
2.2	Umweltbedingungen	6
2.3	Anlagedaten der Vestas V150-5.0 MW / V150-5.4 MW / V150-5.6 / V150-6.0 MW	9
2.4	Dokumente	10
3	LASTANNAHMEN	11
3.1	Dokumente	11
3.2	Prüfbemerkungen	11
4	ROTORBLATT	12
4.1	Dokumente	12
4.2	Prüfbemerkungen	12
5	NABE EINSCHL. BLATTLAGER UND -VERSTELLSYSTEM EINSCHL. VERBINDUNGEN DER NABE MIT BLATTLAGER UND BLATT SOWIE MIT DER HAUPTWELLE	13
5.1	Dokumente	13
5.2	Prüfbemerkungen	13
6	HAUPTWELLE UND -LAGER	14
6.1	Dokumente	14
6.2	Prüfbemerkungen	14
7	HAUPTGETRIEBE INKL. SCHMIERSYSTEM UND VERBINDUNG ZUM GENERATOR	15
7.1	Dokumente	15
7.2	Prüfbemerkungen	15
8	MECHANISCHE BREMSE	16
8.1	Dokumente	16
8.2	Prüfbemerkungen	16
9	MASCHINENTRÄGER UND HAUPTLAGERGEHÄUSE INKL. VERBINDUNGEN VON GETRIEBE UND LAGERGEHÄUSE UND GETRIEBE UND HAUPTWELLE SOWIE ROTORARRETIERUNG	17
9.1	Dokumente	17
9.2	Prüfbemerkungen	17
10	SYSTEM ZUR GONDELNACHFÜHRUNG EINSCHL. TURMVERBINDUNG UND TURMKOPFFLANSCH	18
10.1	Dokumente	18
10.2	Prüfbemerkungen	18
11	MASCHINENHAUSVERKLEIDUNG UND SPINNER	19
11.1	Dokumente	19
11.2	Prüfbemerkungen	19
12	STEUER- UND SICHERHEITSSYSTEM	20
12.1	Dokumente	20
12.2	Prüfbemerkungen	20
13	ELEKTRISCHE ANLAGEN	21
13.1	Dokumente	21



Page 3 of 67

13.2	Prüfbemerkungen	21
14	BEDIENUNGSANLEITUNG UND WARTUNGSPFLICHTENBUCH	22
14.1	Dokumente	22
14.2	Prüfbemerkungen	22
15	SCHLUSSBEMERKUNG	23
	ANLAGE 1: WINDENERGIEANLAGENSPEZIFIKATION.....	24
	ANLAGE 2: INBETRIEBNAHME PROTOKOLL (VORLAGE)	28
	ANLAGE 3: BEDIENUNGSANLEITUNG	29
	ANLAGE 4: WARTUNGSPFLICHTENHEFT (SIF).....	30
	ANLAGE 5: AUFLISTUNG ALLER EINGEREICHTEN UND GEPRÜFTEN BERECHNUNGEN, ZEICHNUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN DER WINDENERGIEANLAGE V150-5.0 MW / V150-5.4 MW/ V150-5.6 MW / V150-6.0 MW	31



VERSIONSGESCHICHTE

Rev. Nr.	Datum	Grund für Herausgabe	Erstellt von	Geprüft von
5	28.05.2021	Update mit L11 Lasten; Handbücher	ANBOC	MARWOL
6	31.08.2021	Winergy PZFF hauptgetriebe geprüft, ADD Sound System integriert	TRINEP	ANBOC
7	22.12.2021	Stahlurm HH105 ergänzt	MARWOL	PR
8	31.03.2022	Mk0B update mit hauptlager, hauptgetriebe, maschinenträger, hauptlagergehäuse, system zur gondolnachführung, turmkopfflansch, Handbücher	MARWOL	TRINEP