
Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage zum Ablauf der Entwurfslebensdauer

DeWind / D6 / 1,25 MW / 68 m NH

WEA Nr. D260049, WP Wersbecke

Prüfbericht-Nr.:	DWTOC-S32271/2022-BPW
Prüfzeitraum:	20.06.2022-22.12.2022
Verfasser:	Lennard Mühlenbeck
Betreiber:	Ruhrwind GmbH & Co. KG Emster Sießen 6b 58093 Hagen
WEA-Standort:	WP Wersbecke 58579 Schalksmühle
Inbetriebnahme:	01.01.2003
Auftragnehmer:	Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH Stephanitorsbollwerk 1 (Haus Lee) 28217 Bremen Tel.: +49 421 69 105-0 Fax.: +49 421 69 105-299
Auftragsnummer:	11502029

Zusammenfassung der Prüfergebnisse

Die gegenständliche Windenergieanlage (WEA) wurde im Zeitraum vom 20.06.2022 – 22.12.2022 auf einen möglichen Weiterbetrieb geprüft. Die einzelnen Prüfergebnisse sind in folgenden Dokumenten detailliert aufgeführt:

- *Inspektionsbericht für eine Windenergieanlage im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung zur Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb, ohne Rotorblätter – DWTOC-S32271/2022-T, Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH, Bremen, 22.12.2022*
- *Inspektionsbericht für eine Windenergieanlage im Rahmen einer Weiterbetriebsprüfung der Rotorblätter – DWTOC-S32272/2022-RO, Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH, Bremen, 21.12.2022*
- *Analytischer Lastvergleich zur Weiterbetriebsprüfung – DW-2227-AB_01 (B), P.E. Concepts GmbH, Essen, 22.12.2022*

Die Ermittlung der Restnutzungsdauer der gegenständlichen WEA basiert auf analytischen Berechnungen und einer Inspektion an der gegenständlichen Anlage unter Berücksichtigung der vom Betreiber übermittelten und der in der WEA hinterlegten Dokumentation.

Nachfolgend werden für neuralgische Komponenten, deren Versagen einen unmittelbaren Einfluss auf die Standsicherheit haben, analytisch berechnete Restnutzungsdauern (RND) ausgewiesen. Diese Zeiten können auf die Entwurfslebensdauer addiert werden.

Tabelle 1: Übersicht errechnete Restnutzungsdauer relevanter Komponenten

Komponente	Analytische RND [a]
Blattwurzel (B1)	5,0
Verschraubung Blattlager (B2 & H1)	≥ 2,5
Nabe (H2)	4,6
Turm, Fundamentanker, -einbauteil (T5)	> 11,6
Fundament (F1)	> 12,1
weitere	> 20

Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer



Unter Berücksichtigung der unter 4. genannten Auflagen ergibt sich für die gegenständliche Windenergieanlage vom Typ DeWind D6 mit der Seriennummer D260049 am Standort WP Wersbecke folgendes Ergebnis:

Tabelle 2: Ergebnisübersicht

Inbetriebnahme	Restnutzungsdauer	Weiterbetrieb möglich bis
01.01.2003	4,6 Jahre	August 2027
Nächste Prüftermine		
Maschine inkl. Turm & Fundament	Rotorblätter	
Juni 2024	Dezember 2024	

Weiterhin stellt die berechnete Restnutzungsdauer (Analytischer Nachweis) einen theoretischen Wert dar. Im Rahmen der gegenständlichen Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb wird der tatsächliche Anlagenzustand im Rahmen einer Zustandsorientierten Inspektion (Praktische Methode) ermittelt, um die Annahmen der Analytik abzusichern und ggf. die theoretische Restlebensdauer zu begrenzen. Unabhängig davon, können im Verlauf der Restnutzungsdauer durch unvorhersehbare Ereignisse Belastungen auftreten, welche standicherheitstechnisch bedeutsame Schäden zur Folge haben können. Daraus ergibt sich, dass die hier getroffenen Annahmen und Aussagen regelmäßig durch Prüfungen der Anlage verifiziert werden müssen. Auch wenn sich grundsätzliche Änderungen, z.B. durch Zubau weiterer Anlagen am Standort ergeben, müssen die Bedingungen neu überprüft werden. Die Auflagen in Kapitel 4 sind zu beachten und vollständig umzusetzen.

Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer



Erklärung zum Haftungsausschluss

Der vorliegende Prüfbericht wurde vom Autor gemäß dem Stand der Technik nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Eine Haftung aufgrund nicht oder unzutreffend erkannter Mängel und damit verbundener direkter oder indirekter Schäden bzw. Folgeschäden besteht ausdrücklich nicht. Die Haftung des Gutachters richtet sich nach den Regelungen in der Auftragsbestätigung.

Die Berechnung der Restnutzungsdauer basiert auf dem derzeitigen Kenntnisstand und auf Daten, welche vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden. Eine Plausibilisierung der Daten wurde im Rahmen der Bearbeitung durchgeführt. Eine Haftung für die Richtigkeit dieser Daten wird nicht übernommen.

Die Bewertung und Prüfung im Rahmen der Weiterbetriebsprüfung nach Erreichen der Entwurfslebensdauer bezieht sich auf den Zeitraum der Prüfung. Daher obliegt es dem Betreiber, etwaige Änderungen anzuzeigen und den Sachverständigen zu informieren, damit mögliche Auswirkungen auf den Weiterbetrieb geprüft werden können.

Bremen, den 22.12.2022

Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH

i.A. Marc Weißenborn

M.Sc.Eng.
Sachverständiger
Windenergie

i.A. Dominik Scheffer

M.Sc.
Sachverständiger
Windenergie

i.A. Lennard Mühlenbeck

M.Eng.
Sachverständiger
Windenergie

Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer



Nachtragshistorie der gegenständlichen Prüfung

Nachtrag Rev.	Änderung / Kommentar	Erstellt durch, am	Geprüft durch, am
00	Ersterstellung	Lennard Mühlenbeck, 22.12.2022	Marc Weißenborn, 22.12.2022

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	7
Bewertungsgrundlagen und Normen	7
Zugehörige Daten und Dokumente.....	8
1 Auftrag.....	9
1.1 Aufgabenstellung und Durchführung	9
1.2 Bewertungsgrundlagen	10
2 Allgemeine Daten	11
3 Prüfung und Bewertung	12
3.1 Dokumentationsprüfung (Ordnungsprüfung)	12
3.2 Praktische Methode.....	13
3.2.1 Fundament, Turm, Maschine.....	13
3.2.2 Rotorblätter	18
3.2.3 Abschließende Bewertung der praktischen Methode.....	18
3.3 Analytische Methode	19
3.3.1 Ermüdungsnachweis.....	19
4 Prüfergebnis und Auflagen	22
4.1 Mängelbeseitigung	22
4.2 Lebensdauerrelevante Retrofits und Überwachungseinrichtungen	22
4.3 Formelle Auflagen	23
4.4 Weiterführende Hinweise	24

Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer



Abkürzungsverzeichnis

BPW-Z	Bewertung Prüfung Weiterbetrieb Zusammenführung
BWE	Bundesverband Windenergie e.V.
DFÜ	Datenfernübertragung
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DWTOC	Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting
FGW	Fördergesellschaft Windenergie und Andere Erneuerbare Energien e.V.
NH	Nabenhöhe
RND	Restnutzungsdauer
SK	Schadensklasse
WEA	Windenergieanlage
WP	Windpark

Bewertungsgrundlagen und Normen

- [1] *DNV GL AS: DNV GL-ST-0262 - Weiterbetrieb von Windenergieanlagen.* Høvik. Det Norske Veritas 2016
- [2] *Bundesverband WindEnergie e.V.: Grundsätze für die Durchführung einer Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen (BPW) an Land.* Berlin: BWE 2017
- [3] *Bundesverband WindEnergie e.V.: Grundsätze für die "Wiederkehrende Prüfung von Windenergieanlagen".* Berlin: BWE 2012
- [4] *Fördergesellschaft Windenergie und Andere Erneuerbare Energien e.V.: Betrieb und Instandhaltung von Kraftwerken für erneuerbare Energien. Gründungs- und Tragstrukturen bei Windenergieanlagen.* Berlin: FGW 2014
- [5] *Bundesverband WindEnergie e.V.: Grundsätze für die "Wiederkehrende Prüfung von Windenergieanlagen".* Berlin: BWE 2012
- [6] *Deutsches Institut für Bautechnik: Richtlinie für Windkraftanlagen. Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung.* Berlin 1993
- [7] *Deutsches Institut für Bautechnik: Richtlinie für Windenergieanlagen. Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung.* Berlin: DIBt 2004
- [8] *Deutsches Institut für Bautechnik: Richtlinie für Windenergieanlagen. Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung.* Berlin: DIBt 2012
- [9] *DIN EN 50308:2004: Windenergieanlagen - Schutzmaßnahmen. Anforderungen für Konstruktion, Betrieb und Wartung.* Berlin: Beuth 2005
- [10] *DIN EN ISO/IEC 61400: Windenergieanlagen. Teil 1: Auslegungsanforderungen.* Berlin: Beuth 2011

Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer



Zugehörige Daten und Dokumente

- [Dok1] *Inspektionsbericht für eine Windenergieanlage im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung zur Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb, ohne Rotorblätter – DWTOC-S32271/2022-T, Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH, Bremen, 22.12.2022*
- [Dok2] *Inspektionsbericht für eine Windenergieanlage im Rahmen einer Weiterbetriebsprüfung der Rotorblätter – DWTOC-S32272/2022-RO, Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH, Bremen, 21.12.2022*
- [Dok3] *Analytischer Lastvergleich zur Weiterbetriebsprüfung – DW-2227-AB_01 (B), P.E. Concepts GmbH, Essen, 22.12.2022*

1 Auftrag

Die Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH (DWTOC) wurde beauftragt, für die gegenständlich genannte Windenergieanlage eine technische Prüfung im Rahmen einer Weiterbetriebsprüfung nach Erreichen der Entwurfslebensdauer durchzuführen. Die Bewertung erfolgte durch die/den auf Seite 1 angegebene/n Sachverständige/n.

Dieses Gutachten darf nur vollständig vervielfältigt werden und bedarf der Zustimmung der Deutschen Windtechnik Offshore und Consulting GmbH und des Auftraggebers. Zugleich ist dieses Gutachten bestimmt zur Verwendung gegenüber Behörden, Instandhaltungsunternehmen und Versicherungen in Bezug auf die Standsicherheit nach Erreichen der Entwurfslebensdauer.

1.1 Aufgabenstellung und Durchführung

Ziel der gegenständlichen Prüfung ist zu bewerten, ob ein Weiterbetrieb nach Erreichen der Entwurfslebensdauer möglich ist und unter welchen Bedingungen dieser gewährleistet werden kann.

Die Prüfung besteht, gemäß der unter 1.2 angegebenen Bewertungsgrundlagen, aus einer praktischen und analytischen Methode. Die praktische Methode entspricht hierbei einer zustandsorientierten Prüfung.

Der praktische Teil beinhaltet eine Inspektion der Windenergieanlage vor Ort. Im Fokus stehen dabei der Anlagenzustand in Bezug auf die Standsicherheit, sowie die Inspektion von verschleiß- und ermüdungskritischen Komponenten unter Beachtung von typen- und serienspezifischen Risiken. Die Anlagenkomponenten wurden auf Beschädigungen, Dichtheit, Korrosion, Risse, Verschleiß und Schmierzustand untersucht. Die Hauptschraubenverbindungen wurden stichpunktartig geprüft. Zusätzlich wurden Aspekte der Anlagen- und Arbeitssicherheit untersucht.

Arbeitssicherheitstechnische relevante Aspekte werden im Sinne der „Mitwirkungspflicht“ berücksichtigt, sind jedoch nicht Gegenstand des vorliegenden Auftrages.

Der äußere Turm wurde ohne Hilfsmittel wie z. B. Hubsteiger oder Arbeitsbühne in Augenschein genommen. Eine umfangreiche Prüfung des äußeren Turmbereiches ist somit nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Der analytische Teil betrachtet rechnerisch die Anlagenlebensdauer. Eine genauere Beschreibung der Vorgehensweise befindet sich im Kapitel 3.3 „Analytische Methode“.

1.2 Bewertungsgrundlagen

Für die Weiterbetriebsprüfung werden als Grundlage die DIBt Richtlinie 2012 und DNVGL-ST-0262 sowie die BWE „Grundsätze für die Durchführung einer Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen (BPW) an Land“ berücksichtigt.

Weiterhin werden als Bewertungsgrundlage für die praktische Methode im Allgemeinen die genannten Bestimmungen der Konformitätserklärung des Herstellers verwendet sowie folgende Richtlinien, Normen und Verordnungen:

- Maschinenrichtlinie
- DIN EN 61400-1 ff
- DIN EN 50308:2004
- „Grundsätze für die Wiederkehrende Prüfung von Windenergieanlagen“ des BWE

Sofern eine messtechnische Erfassung durchgeführt wird, geschieht dies in Anlehnung an die IEC 61400-13 (Windenergieanlagen – Teil 13: Messung von mechanischen Lasten).

Außerdem werden die Unterlagen der gegenständlichen Anlage selbst herangezogen. Als wichtige Bestandteile gelten hier die Typenprüfung und Genehmigungsunterlagen (s. a. Abschnitt 3.1 „Dokumentationsprüfung“).

Eine Ordnungsprüfung wurde vorgenommen. Folgende Kriterien wurden berücksichtigt:

- Vollständigkeit
- Einhaltung der Auflagen
- Auffälligkeit im Lebenslauf der WEA
- Wartung gemäß Wartungspflichtenheft
- Abweichungen

Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer



2 Allgemeine Daten

Daten Windenergieanlage

Hersteller:	DeWind
Typ:	D6
Seriennummer:	D260049
Nabenhöhe:	68 m
Rotordurchmesser:	64 m
Leistung:	1,25 MW
Inbetriebnahme:	01.01.2003

Daten Hauptkomponenten

Komponente	Hersteller	Typ	Seriennummer
Transformator:	-	-	-
Fundamenteinbauteil:	DeWind	D6 NH68m	-
Stahlurm:	DeWind	D6 NH68m	225 10-2
Generator:	Loher	AFWA 500LD-06A	5132205
Getriebe:	Multigear	PLH-700,2	660267/349863
Nabe:	DeWind	D6 NH68m	-
Blattsatz:	Abeking & Rasmussen Rotec	-	0015, 0019, 0021
Befahranlage:	Nicht vorhanden	-	-
Steigschutz:	Söll	C-AL	-

Produktionsdaten*

Betriebsstunden	161.274 h
Erzeugte Energie	41.080.320 kWh

* Aufgenommen zum Zeitpunkt der Anlageninspektion, Stundenzahl unplausibel

3 Prüfung und Bewertung

3.1 Dokumentationsprüfung (Ordnungsprüfung)

Die Durchführung der Dokumentationsprüfung wurde im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfung dokumentiert. Das Ergebnis befindet sich im nachfolgenden Dokument:

Inspektionsbericht für eine Windenergieanlage im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung zur Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb, ohne Rotorblätter – DWTOC-S32271/2022-T, Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH, Bremen, 22.12.2022.

Die für die Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb notwendigen Dokumente wie Baugenehmigung (Az.: 02041-01-13, Märkischer Kries, 07.11.2001) bzw. BImSchG-Genehmigungsbescheid, Typenprüfung (Az.: 634.731-881, Prüf.-Nr.: 881, Freie und Hansestadt Hamburg, 29.10.2001) und Konformitätserklärung lagen teilweise vor und wurden, soweit dies möglich war, berücksichtigt.

3.2 Praktische Methode

Im Rahmen der Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb wurde mittels Inspektion der Anlagenzustand erfasst und hinsichtlich standsicherheitsrelevanter Auffälligkeiten untersucht. Die Überprüfung erfolgt hierbei durch eine Sicht- und Funktionsprüfung. Dabei werden die zugänglichen Bereiche der Gründungs- und Tragstruktur (Fundament und Turm) und Betriebsstruktur (Maschine und Rotorblätter) auf Mängel und Schäden untersucht. Mit der praktischen Methode wird der technische Zustand der Windenergieanlage festgestellt und in die Gesamtbewertung mit einbezogen.

3.2.1 Fundament, Turm, Maschine

Die Inspektion der Gründungs-, Trag- sowie der Betriebsstruktur der Windenergieanlage (Rotorblätter s.u.) wurde im Rahmen einer Wiederkehrenden Prüfung durchgeführt. Das Ergebnis befindet sich im nachfolgenden Dokument:

Inspektionsbericht für eine Windenergieanlage im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung zur Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb, ohne Rotorblätter – DWTOC-S32271/2022-T, Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH, Bremen, 22.12.2022

An der WEA wurden gemäß der einsehbaren Anlagendokumentation folgende strukturell relevanten oder erwähnenswerten Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt:

05/2017	Getriebetausch
11/2020	Generatorlagertausch
12/2021	Instandsetzung Nabe

Folgende standsicherheitsrelevante Mängel und Auflagen ergeben sich aus der Inspektion:

Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer

4.2.2	UMD10	Turmsystem	
<p>I0103773: Im Fundamenteinbauteil befindet sich ein ca. 300mm langer Riss mit darunterliegender Korrosion. Es muss im Rahmen einer material- und bauteilspezifischen Inspektion geprüft werden, ob es sich um eine tiefergehende Beschädigung der Turm- und Gründungsstruktur handelt.</p>			M
			
			

Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer

I0092899: Das Turmsystem weist an der Außenseite und im Bereich des Turmfußes stellenweise Beschichtungsschäden verbunden mit Korrosionsbildung auf. Die Korrosion ist fachgerecht zu entfernen, die betroffenen Bereiche auf tieferliegende Schädigung zu untersuchen und die Beschichtung instand zu setzen.

M



Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer



4.4.4	MDA1N MZ00n	Pitchantrieb/-zylinder	
I0106546: An einem Pitchzylinder sind Anbauteile abgebrochen. Die betroffenen Anbauteile müssen instand gesetzt werden.			M



Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung
und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach
Erreichen der Entwurfslebensdauer



3.2.2 Rotorblätter

Eine Inspektion der Rotorblätter wurde im Rahmen einer Prüfung zum Weiterbetrieb der Rotorblätter durchgeführt. Die hier genannten Informationen wurden aus dem folgenden Prüfbericht entnommen:

Inspektionsbericht für eine Windenergieanlage im Rahmen einer Weiterbetriebsprüfung der Rotorblätter – DWTOC-S32272/2022-RO, Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH, Bremen, 21.12.2022

Der Blattsatz (Typ: D6-64) wurde per Seilzugangstechnik inspiziert.

Die Rotorblätter befinden sich betriebs- und standsicherheitstechnisch in einem teilweise problematischen Zustand mit erforderlichen kurzfristigen Reparaturmaßnahmen.

Zur dauerhaften Betriebs- und Standsicherheit ist es zu empfehlen, die Schäden/Mängel an allen drei Rotorblätter innerhalb der nächsten 12 Monate fachgerecht instand zu setzen bzw. einer erneuten Überprüfung zu unterziehen, um ein mögliches Fortschreiten der Schäden frühzeitig zu erkennen bzw. zu verhindern.

Zur dauerhaften Betriebs- und Standsicherheit ist es erforderlich, den beschädigten Bereich an der Blitzschutzableitstrecke in Rotorblatt 0015 tiefergehend zu untersuchen und kurzfristig fachgerecht instand zu setzen.

Bei der Durchgangswiderstandsmessung zwischen der metallischen Blattspitze und der Blattwurzel an Rotorblatt 0015 konnte in dem Zusammenhang auch kein Messwert erzielt werden. Es ist erforderlich das gesamte Blitzschutzsystem kurzfristig tiefergehend zu untersuchen und instand zu setzen, sodass ein geeigneter Messwert erzielt wird.

Die Durchgangswiderstandsmessungen zwischen der metallischen Blattspitze und der Blattwurzel an Rotorblatt 0019 und 0021 wiesen gute Durchgangswiderstandswerte auf. Ebenso wies die Messung zwischen Maschinenhaus und Fundament der einen guten Durchgangswiderstandsmesswert auf.

3.2.3 Abschließende Bewertung der praktischen Methode

Unter Voraussetzung:

- der fachgerechten Beseitigung der aufgeführten Mängel,
- der Aufrechterhaltung eines Wartungsvertrages,
- und einer permanenten Fernüberwachung (Remote, DFÜ),

bestehen bezüglich der Anlagensicherheit und Standsicherheit keine Bedenken gegen einen weiteren Betrieb der gegenständlichen Windenergieanlage.

3.3 Analytische Methode

Die analytische Methode wird durch einen Lastvergleich abgebildet. Dabei werden simulierte Auslegungslasten mit modellierten Standortlasten verglichen. Aus dem Verhältnis von Auslegungslasten zu Standortlasten ergibt sich unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten eine theoretische Restnutzungsdauer.

Die hier genannten Informationen wurden aus dem Lastvergleich WP Wersbecke (DW-2227-AB_01 (B)) entnommen, welcher im Rahmen der Weiterbetriebsprüfung erstellt wurde.

3.3.1 Ermüdungsnachweis

Auf Basis der vorliegenden Dokumentation wird ein generisches Anlagenreferenzmodell erstellt und mit Hilfe der Anlagenleistungskurve verifiziert.

Im Rahmen der Lastsimulation werden die Lastfallgruppen (so genannte Design Load Cases) DLC 1.2 (Produktionsbetrieb) und DLC 6.4 (Parken/Stillstand/Leerlauf) berücksichtigt. Für jede Windgeschwindigkeit mit einer Schrittweite von 1 m/s zwischen Einschalt- und Abschaltwindgeschwindigkeit werden anhand der Orografie des Standortes und unter Berücksichtigung des unter Umständen vorhandenen Anlagennachlaufs in größeren Windparks 15 turbulente Windfelder für jede vorherrschende Windbedingung berechnet.

Um das Anlagenverhalten und die Aerodynamik der Rotorblätter zu berücksichtigen, wurde ein vergleichbares Blattmodell verwendet und in den Eigenschaften auf die bekannte Länge und Masse skaliert. Bei der Extrapolation der Lasten wird zunächst die Windgeschwindigkeitsverteilung für den Anlagenstandort ermittelt. Anschließend werden die extrapolierten Lasten in Form von Summenhäufigkeitskollektiven dargestellt. Zur Vergleichbarkeit der Kollektive wird eine schadensäquivalente Last erstellt, welche die ermittelten Schwingspiele auf ein Einstufenlastkollektiv für die betrachteten Anlagenkomponenten reduziert.

Für die Lebensdauerabschätzung wird die simulierte Auslegungslast als maximal zulässige Last angenommen, bei der die Schädigung 1 erreicht wird. Eine Schädigung von 1 entspricht dabei der Entwurfslebensdauer (i.d.R. 20 Jahre). Beim Vergleich der simulierten Auslegungslasten mit den berechneten Standortlasten wird ersichtlich, dass die Entwurfslebensdauer unter Berücksichtigung aktueller Erkenntnisse und Normen in der Regel als zu konservativ angenommen wurde.

Unsicherheiten hinsichtlich des generischen Modells durch z.B. mangelnde Dokumentation werden durch konservativ gewählte Sicherheitsfaktoren berücksichtigt.

Nachfolgend werden für neuralgische Komponenten und Bereiche Restnutzungsdauern ausgewiesen.

In Abbildung 1 ist der Lastpfad mit den entsprechenden Komponenten dargestellt.

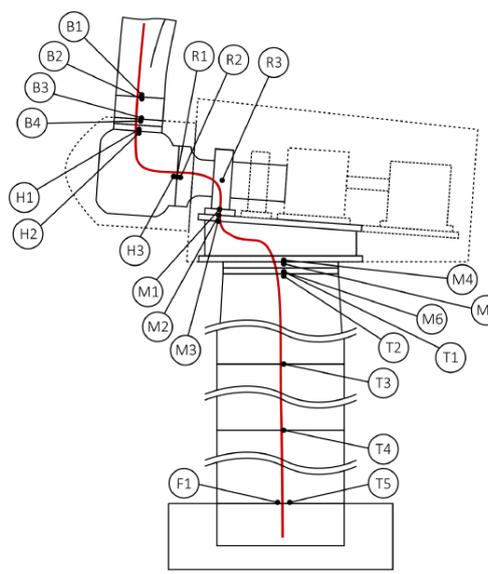


Abbildung 1: Betrachtete Komponenten im Hauptlastpfad (rot) [Dok3]

Tabelle 3: Komponenten entlang des Lastpfades [Dok3]

Sensor	Komponente	Ort
B1	Rotorblatt	Blattwurzel
B2	Verschraubung Blattlager	Rotorblatt
H1	Verschraubung Blattlager	Nabe
H2	Nabe	Rotorblatt
H3	Nabe	Rotorwelle
R1	Verschraubung Welle-Nabe	-
R2	Rotorwelle	-
M1	Hauptlagerbock	-
M2	Verschraubung Hauptlagerbock	-
M3	Maschinenträger	Hauptlager
M4	Maschinenträger	Azimutlager
M5	Verschraubung Azimutlager	Maschine
M6	Turmadapter	Turmkopf
T1	Verschraubung Azimutlager	Turm
T2	Turm, Flanschverbindung	Turmkopf
T3	Turm, Flanschverbindung	2/3 Höhe
T4	Turm, Flanschverbindung	1/3 Höhe
T5	Turm, Fundamentanker, -einbauteil	Turmfuß
F1	Fundament	-

Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer



Folgende theoretische Restlebensdauer ergibt sich jeweils für die ausgewiesenen Komponenten der betrachteten Windenergieanlage:

Tabelle 4 Rechnerische Restlebensdauer der einzelnen Komponenten in Jahren

Komponente		Analytische RND [a]
Rotorblatt (B1)		5,0
Verschraubung Blattlager (B2 & H1)	≥	2,5
Nabe (H2 & H3)	≥	4,6
Verschraubung Welle-Nabe (R1)		9,7
Rotorwelle (R2)		9,7
Hauptlagerbock (M1)	>	20
Verschraubung Hauptlagerbock (M2)	>	20
Maschinenträger (M3 & M4)	>	20
Verschraubung Azimutlager (M5)	>	20
Turmadapter (M6)	>	20
Verschraubung Azimutlager (T1)		15,5
Turm, Flanschverbindung (T2 – T4)	≥	11,6
Turm, Fundamentanker, -einbauteil (T5)		12,1
Fundament (F1)		12,1

Die Komponenten Verschraubung Blattlager (B2 & H1) der gegenständlichen WEA verfügen über geringe Auslegungsreserven. Somit würde diese die Restnutzungsdauer der Windenergieanlage begrenzen. Nach Überschreiten der berechneten Restnutzungsdauer tritt nicht unmittelbar ein Versagen der betrachteten Komponente ein. Vielmehr befindet sich die Komponente im rechnerischen Grenzzustand der Tragfähigkeit. Das bedeutet, dass ab dem Zeitpunkt der Überschreitung die Versagenswahrscheinlichkeit ansteigt. Daher werden für einen weiteren Betrieb im Rahmen der Standsicherheit für diese Komponente Auflagen vergeben, welche das Risiko eines Ausfalls soweit reduzieren, dass ein sicherer Weiterbetrieb innerhalb der nachfolgend genannten Gesamtnutzungsdauer zulässig ist. Die Gesamtnutzungsdauer wird im vorliegenden Fall somit durch die Komponente mit der nächstgeringeren rechnerischen Restnutzungsdauer bestimmt.

Unter Berücksichtigung der nachfolgend genannten Auflagen kann die gegenständliche Windenergieanlage vom Typ DeWind D6 mit der Seriennummer D260049 am Standort WP Wersbecke theoretisch bis zum folgenden Datum weiter betrieben werden:

August 2027, 4,6 Jahre über die Entwurfslebensdauer hinaus.

4 Prüfergebnis und Auflagen

Ziel der gegenständlichen Prüfung ist es, zu bewerten, ob ein Weiterbetrieb nach Erreichen der Entwurfslebensdauer möglich ist, eine quantitative Einordnung der Restnutzungsdauer vorzunehmen, und unter welchen Bedingungen und Auflagen davon ausgegangen werden kann, dass die Stand- und Verkehrssicherheit sicher eingehalten wird.

Im Rahmen einer praktischen und analytischen Untersuchung wurde festgestellt, dass die hier untersuchten Komponenten der Windenergieanlage unter Einhaltung der Auflagen ein ausreichendes technisches Potenzial aufweisen, um nach Ablauf der Entwurfslebensdauer von 20 Jahren weiterbetrieben werden zu können.

Ein Weiterbetrieb, unter Berücksichtigung der genannten Auflagen, ist bis August 2027 (4,6 Jahre über die Entwurfslebensdauer hinaus) möglich.

Die folgenden Auflagen sowie die in Tabelle 5 genannten Prüftermine sind einzuhalten.

4.1 Mängelbeseitigung

- Der Betreiber wird hiermit aufgefordert, die Mängel entsprechend den Ergebnissen in den Berichten zur Prüfung der Gründungs-, Trag- sowie der Betriebsstruktur der Windenergieanlage fachgerecht beheben zu lassen. Die Schäden an den Rotorblättern müssen im Rahmen der genannten Fristen behoben werden.

4.2 Lebensdauerrelevante Retrofits und Überwachungseinrichtungen

- Für den Fall, dass lebensdauerrelevante Retrofits für diese Anlage durch den Hersteller, bzw. das Wartungsunternehmen vorgesehen sind, müssen diese umgesetzt und dokumentiert werden.
- Dieser Anlagentyp verfügt laut Hersteller und Typenprüfung über verschiedene Überwachungseinrichtungen, welche kritische Betriebszustände überwachen und ggf. die Anlage in unkritische Betriebszustände verfährt bzw. stillsetzt. Diese müssen an die Anlagensteuerung angeschlossen sein und bei der Wartung geprüft werden.
- Im Rahmen der Wartung müssen alle planmäßig vorgespannten Schraubverbindungen (insbesondere die Rotorblattverschraubung) regelmäßig, mindestens jährlich, gemäß Wartungspflichtenheft geprüft werden. Das Ergebnis der Prüfung muss dokumentiert werden.
- Die Komponenten Verschraubung Blattlager (B1 & H2) sind vor Erreichen der berechneten Restnutzungsdauer (2,5 Jahre) mit einem zerstörungsfreien Prüfverfahren (z. B. Ultraschall) zu prüfen. Im Anschluss ist diese Prüfung bis zum Ende Gesamtnutzungsdauer im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfung zu wiederholen.

- Für den Fall, dass beschädigte Schraubverbindungen festgestellt werden, müssen diese, sowie die jeweils nächstliegenden, benachbarten Schraubenverbindungen erneuert und alle Schrauben der Verbindung mit einem zerstörungsfreien Prüfverfahren auf Schadensanzeigen überprüft werden.
- Alternativ zur wiederkehrenden zerstörungsfreien Prüfung der Rotorblattverschraubung ist ein Austausch der Verschraubung bis spätestens zum Erreichen der berechneten Restnutzungsdauer (2,5 Jahre) durchzuführen.
- Die Turm- & Gründungsstruktur ist im Rahmen einer material- und bauteilspezifischen Inspektion bis zur nächsten Wiederkehrenden Prüfung auf tiefergehende Beschädigung zu untersuchen.

4.3 Formelle Auflagen

- Es wird vom Betreiber erwartet, dass dieser weiterhin über einen Wartungsvertrag mit einer Fachfirma verfügt, die dafür Sorge trägt, dass die Wartungen entsprechend dem Wartungspflichtenheft durchgeführt werden.
- Zusätzlich muss die Windenergieanlage durchgängig über eine Fernüberwachung (Remote Control) verfügen, so dass Fehler erkannt, der Überwachung angezeigt und entsprechende Maßnahmen ergriffen werden können.
- Die Auflagen der Genehmigungsunterlagen der gegenständlichen Anlage haben weiterhin Bestand und müssen eingehalten werden.
- Das Intervall der Wiederkehrenden Prüfung verkürzt sich nach Erreichen der Entwurfslebensdauer der Anlage auf ein Jahr. Unter Berücksichtigung der oben genannten Auflagen kann das Intervall der Wiederkehrenden Prüfung auf zwei Jahre verlängert werden. Die Prüfungen müssen durch einen gemäß DIN EN ISO 17020 bzw. 17024 oder gleichwertig akkreditierten Sachverständigen durchgeführt werden.
- Mängel, welche die Standsicherheit betreffen, sind zu dokumentieren und dem Sachverständigen der BPW anzuzeigen.

Tabelle 5 Übersicht der nächsten Prüftermine

Nächste Prüftermine	
Maschine inkl. Turm & Fundament	Rotorblätter
Juni 2024	Dezember 2024

Technisches Gutachten

Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen einer Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für eine Windenergieanlage nach Erreichen der Entwurfslebensdauer



4.4 Weiterführende Hinweise

Vor Ablauf der hier ermittelten Weiterbetriebsdauer besteht die Möglichkeit, durch weiterführende Untersuchungen eine mögliche Verlängerung des Betriebes erneut zu prüfen.

Um ein höheres Risikoniveau zu erreichen, können folgende Maßnahmen u.a. zielführend sein:

- Anlagendokumentation, - jedes Ereignis und Prüfung muss, im Sinne der Nachverfolgbarkeit und Nachprüfbarkeit von Mängeln, adäquat dokumentiert werden
- Retrofitmaßnahmen
- Verkürzung von Wartungs- und Prüfintervallen
- Regelmäßige Sonderprüfungen
- Messtechnische Überwachungen von kritischen Komponenten (CMS, temporär oder permanent)
- Flottenbetrachtungen (z. B. stat. Anlagenvergleiche, Verifizierung von Maßnahmen)

Bericht Ende

Zertifikat

Ergebnis der Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb für die Windenergieanlage
DeWind D6 mit der Seriennummer D260049 zum Ablauf der Entwurfslebensdauer

Betreiber der Anlage: Ruhrwind GmbH & Co. KG
Emster Sießen 6b
58093 Hagen

Windpark: WP Wersbecke

WEA-Hersteller / Typ: DeWind / D6

WEA Nr.: D260049

Inbetriebnahme: 01.01.2003

Prüfmethode & -umfang: Die Ermittlung der Restnutzungsdauer der gegenständlichen WEA basiert auf analytischen Berechnungen und einer Inspektion an der gegenständlichen Anlage unter Berücksichtigung der vom Betreiber übermittelten und der in der WEA hinterlegten Dokumentation.

Für die Weiterbetriebsprüfung wurden als Grundlage die DIBt Richtlinie 2012 und DNVGL-ST-0262 sowie die BWE „Grundsätze für die Durchführung einer Bewertung und Prüfung über den Weiterbetrieb von Windenergieanlagen (BPW) an Land“ berücksichtigt.

Zugehörige Dokumente: *Inspektionsbericht für eine Windenergieanlage im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung zur Bewertung und Prüfung zum Weiterbetrieb, ohne Rotorblätter - DWTOC-S32271/2022-T, Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH, Bremen, 22.12.2022*

Inspektionsbericht für eine Windenergieanlage im Rahmen einer Weiterbetriebsprüfung der Rotorblätter – DWTOC-S32272/2022-RO, Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH, Bremen, 21.12.2022

Analytischer Lastvergleich zur Weiterbetriebsprüfung - DW-2227-AB_01 (B), P.E. Concepts GmbH, Essen, 22.12.2022

Im Rahmen der praktischen und analytischen Untersuchung wurde festgestellt, dass die untersuchten Komponenten der Windenergieanlage unter Einhaltung der im Prüfbericht DWTOC-S32271/2022-BPW genannten Auflagen ein ausreichendes technisches Potenzial aufweisen, um nach Ablauf der Entwurfslebensdauer von 20 Jahren bis zu folgendem Datum weiterbetrieben zu werden:

August 2027



Deutsche Windtechnik
Offshore und Consulting GmbH
Stephanitorsbollwerk 1 · 28217 Bremen
Tel.: +49 (0) 421 / 69 105-0
Fax.: +49 (0) 421 / 69 105-299
eMail: guelt@dwtechnik.com
Bremen, 22.12.2022

Dieses Zertifikat ist ohne Unterschrift und nur in Verbindung mit den Prüfbericht DWTOC-S32271/2022-BPW gültig.

Technisches Gutachten

Inspektionsbericht für eine Windenergieanlage im Rahmen einer
Weiterbetriebsprüfung der Rotorblätter

DeWind / D6 / 1,25 MW / 68m NH

WEA-Nr. 260049, WP Wersbecke

Prüfbericht-Nr.:	DWTOC-S32272/2022 - RO
Prüfdatum:	11.12.2022
Prüfer / Inspekteur:	Nasupovic Melis Szymon Patryk
Verfasser:	Hauenstein, Kevin
Betreiber:	Ruhrwind GmbH & Co. KG Emster Sießen 6b 58093 Hagen
WEA - Standort:	WP Wersbecke 58575 Schalksmühle
Inbetriebnahme:	01.01.2003
Auftragnehmer:	Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH Stephanitorsbollwerk 1 28217 Bremen Tel.: +49 421 69 105-0 Fax.: +49 421 69 105-299
Auftrag:	11502029

Inspektionsergebnis

Gesamtbewertung der Rotorblätter

Die Rotorblätter befinden sich betriebs- und standsicherheitstechnisch in einem **teilweise problematischen Zustand** mit erforderlichen **kurzfristigen** Reparaturmaßnahmen.

Ergebnisse als Übersicht (jeweils relevantester Schaden/Mangel)

Rotorblatt-Nr.	Rotorblatt (außen)	Rotorblatt (innen)	Blitzschutzsystem (Rotorblatt)	Blitzschutzsystem (Turm)
(1) 0019	orange	grün	grün	grün
(2) 0021	orange	grün	grün	
(3) 0015	orange	grün	rot	

Handlungsempfehlung

Blatt außen

Zur dauerhaften Betriebs- und Standsicherheit ist es zu empfehlen, die **orange** markierten Schäden/Mängel an allen drei Rotorblätter innerhalb der nächsten **12 Monate** fachgerecht instand zu setzen bzw. einer erneuten Überprüfung zu unterziehen, um ein mögliches Fortschreiten der Schäden frühzeitig zu erkennen bzw. zu verhindern.

Um eine mögliche Vergrößerung der vorgefundenen **gelb** markierten Schäden/Mängel zu verhindern, kann es sinnvoll sein diese präventiv fachgerecht instand zu setzen. Darüber hinaus sollte die Entwicklung im Zuge zukünftiger Inspektionen beobachtet werden.

Blatt innen

Im Blattinnenraum waren zum Zeitpunkt der Begutachtung keine relevanten Auffälligkeiten erkennbar.

Blitzschutzsystem

Zur dauerhaften Betriebs- und Standsicherheit ist es erforderlich, den **rot** markierten beschädigten Bereich an der Blitzschutzableitstrecke in Rotorblatt 0015 tiefergehend zu untersuchen und **kurzfristig** fachgerecht instand zu setzen.

Bei der Durchgangswiderstandsmessung zwischen der metallischen Blattspitze und der Blattwurzel an Rotorblatt 0015 konnte in dem Zusammenhang auch kein, **rot** markierter, Messwert erzielt werden. Es ist erforderlich das gesamte Blitzschutzsystem **kurzfristig** tiefergehend zu untersuchen und instand zu setzen, sodass ein geeigneter Messwert erzielt wird.

Die Durchgangswiderstandsmessungen zwischen der metallischen Blattspitze und der Blattwurzel an Rotorblatt 0019 und 0021 wiesen gute Durchgangswiderstandswerte auf. Ebenso wies die Messung zwischen Maschinenhaus und Fundamentterder einen guten Durchgangswiderstandsmesswert auf.

Die Messung zwischen Maschinenhaus und Fundamentterder wies einen guten Durchgangswiderstandsmesswert auf.

Betriebs- und Standsicherheit

Unter Einhaltung der empfohlenen Reparatur- bzw. Überprüfungsfristen der aufgeführten Schäden/Mängel sowie der Aufrechterhaltung eines Wartungsvertrages und einer permanenten Fernüberwachung (Remote, DFÜ), bestehen bezüglich der Betriebs- und Standsicherheit keine Bedenken gegen einen weiteren Betrieb der gegenständlichen Windenergieanlage.

Nächster Prüftermin

Es wird empfohlen die Rotorblätter alle zwei Jahre einer direkten Kontrolle zu unterziehen, um durch Früherkennung von Schäden größere Folgeschäden zu vermeiden.

Der nächste Termin für die wiederkehrende Prüfung bei laufender Wartung und Überwachung ist Dezember 2024.

Erklärung zum Haftungsausschluss

Der vorliegende Prüfbericht wurde vom Autor gemäß dem Stand der Technik nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Eine Haftung aufgrund nicht oder unzutreffend erkannter Mängel und damit verbundener direkter oder indirekter Schäden bzw. Folgeschäden besteht ausdrücklich nicht.

Bremen, den 21.12.2022

Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting GmbH



i.A. Kevin Hauenstein
Sachverständiger
Windenergie



i.A. Tobias Bläs
Sachverständiger
Windenergie

Nachtragshistorie der gegenständlichen Prüfung

Nachtrag Rev.	Änderung / Kommentar	Erstellt durch, am	Geprüft durch, am
00	Ersterstellung	Hauenstein, Kevin 21.12.2022	Bläs, Tobias 21.12.2022

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
Bewertungsgrundlagen und Normen.....	6
1 Auftrag.....	7
1.1 Ziel der Prüfung	7
1.2 Prüfungsgrundlagen und –umfang.....	7
1.3 Schaden-/Mangelklassifizierung.....	8
2 Allgemeine Daten.....	10
3 Technische Überprüfung des Blitzschutzsystems	12
3.1 Blitzschutzmessung	12
3.2 Visuelle Auffälligkeiten des Blitzschutzsystems.....	12
4 Technische Überprüfung der Rotorblätter	13
4.1 Rotorblatt: 0019	13
4.1.1 Übersichtsbilder Rotorblatt: 0019.....	13
4.1.2 Schadensübersicht Rotorblatt: 0019	15
4.1.3 Schäden Rotorblatt: 0019	16
4.2 Rotorblatt: 0021	25
4.2.1 Übersichtsbilder Rotorblatt: 0021	25
4.2.2 Schadensübersicht Rotorblatt: 0021	27
4.2.3 Schäden Rotorblatt: 0021	28
4.3 Rotorblatt: 0015	35
4.3.1 Übersichtsbilder Rotorblatt: 0015.....	35
4.3.2 Schadensübersicht Rotorblatt: 0015	37
4.3.3 Schäden Rotorblatt: 0015	38

Abkürzungsverzeichnis

BWE	Bundesverband Windenergie e.V.
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DWTOC	Deutsche Windtechnik Offshore und Consulting
SK	Schadensklasse
WEA	Windenergieanlage

Bewertungsgrundlagen und Normen

- [1] *Deutsches Institut für Bautechnik*: Richtlinie für Windenergieanlagen. Einwirkungen und Standardsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Berlin: DIBt 2012
- [2] *DIN EN ISO/IEC 61400*: Windenergieanlagen. Teil 1: Auslegungsanforderungen, Berlin: Beuth 2019
- [3] *DIN EN ISO/IEC 61400*: Windenergieanlagen. Teil 24: Blitzschutz, Berlin: Beuth 2020
- [4] *DIN EN 62305-3*: Blitzschutz Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen, Berlin: 2011
- [5] *Bundesverband WindEnergie e.V.*: Grundsätze für die Prüfung zur zustandsorientierten Instandhaltung von Windenergieanlagen, Berlin: 2007
- [6] *Bundesverband WindEnergie e.V.*: Arbeitsrichtlinie zur Prüfung des Zustandes des Blitzschutzsystems von WEA, Berlin: BWE 2004
- [7] *Bundesverband WindEnergie e.V.*: Grundsätze für die "Wiederkehrende Prüfung von Windenergieanlagen", Berlin: BWE 2012
- [8] *DIN 31051:2012-09*: Grundlagen der Instandhaltung, Berlin: Beuth 2012
- [9] *Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie*: Standard Konstruktion – Mindestanforderungen an die konstruktive Ausführungen von Offshore-Bauwerken in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ), Hamburg und Rostock: 2021

1 Auftrag

1.1 Ziel der Prüfung

Ziel der gegenständlichen Prüfung ist es die Rotorblätter auf Schäden/Mängel hin zu untersuchen, diese zu bewerten und eine Aussage zu treffen, inwieweit die Anlagen- und Standsicherheit der Windenergieanlage für einen weiteren Betrieb gewährleistet ist.

1.2 Prüfungsgrundlagen und –umfang

Allgemein:

Es wurden ausschließlich die Rotorblätter und das darin verbaute Blitzschutzsystem untersucht. Die Bewertungsgrundlagen der Untersuchung sind die "Richtlinie für Windkraftanlagen" des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) (Fassung Oktober 2012), die "Grundsätze für die Prüfung von Windenergieanlagen im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung" des Sachverständigenbeirats des BWE (Ausgabe August 2012) sowie allgemein anerkannten Regeln der Technik für Faserverbundbauteile.

Rotorblätter:

Die Rotorblätter werden mit geeigneter Zugangstechnik einer Sichtprüfung aus unmittelbarer Nähe unterzogen. Auffällige oder kritische Bereiche werden durch Abklopfen auf Delaminationen oder sonstige Unstetigkeit überprüft. Die Wasserablaufbohrungen werden falls vorhanden durchstoßen. Sofern möglich und soweit wie begehbar, werden die Rotorblätter ebenso von innen auf Schäden begutachtet.

Blitzschutzsystem:

Die Prüfung der Blitzschutzanlage erfolgte entsprechend der "Arbeitsrichtlinie zur Prüfung des Zustandes des Blitzschutzsystems von WEA" des Sachverständigenbeirates des BWE (Oktober 2004) und gemäß DIN EN 62305 Teil 3 (VDE V 0185). Dabei wird das Blitzschutzsystem einer optischen Prüfung unterzogen und die Funktion des Blitzschutzsystems darüber hinaus mit Hilfe einer niederohmigen Widerstandsmessung kontrolliert.

Die Messstrecke erstreckt sich, wenn vorhanden, von

- dem(n) blattseitigen Rezeptor(en) bis zur Blattwurzel / Nabe / Maschinenhaus oder
- der metallischen Blattspitze bis zur Blattwurzel / Nabe / Maschinenhaus oder
- dem Maschinenhaus bis zum Fundament der

Gemessene Durchgangswiderstände sollten prinzipiell geringer als 1Ω sein. Erfahrungsgemäß sind geringfügig erhöhte Widerstandswerte bis zu 10Ω zulässig, da die realisierten Ableitungssysteme oft eine Vielzahl von Verbindungs- und Anschlussstellen aufweisen. Nach einiger Zeit kann es z.B. durch Korrosion an Verbindungsstellen zu geringfügig erhöhten Widerstandswerten kommen, ohne dass die Blitzableitung dadurch beeinträchtigt ist. Es sollte ein Vergleich mit Referenzwerten durchgeführt werden, die bei Erstprüfung bzw. bei früheren Wiederholungsprüfungen gemessen wurden.

1.3 Schaden-/Mangelklassifizierung

Rotorblattschäden			
Schadensklasse		Bedeutung	Handlungsempfehlung
1	Keine Schäden/Mängel	Das Rotorblatt weist keine Schäden/Mängel auf.	Kein Handlungsbedarf
2	Geringfügiger Schaden/Mangel	Der Schaden/Mangel hat keine Auswirkung auf die Betriebs- und Standsicherheit bis zum nächsten Prüfintervall.	Reparaturmaßnahme nicht zwingend erforderlich <u>Hinweis:</u> Eine Reparatur kann sinnvoll sein, um ggf. eine Vergrößerung des Schadens/Mangels zu verhindern.
3	Relevanter Schaden/Mangel	Der Schaden/Mangel kann Auswirkung auf die Betriebs- und Standsicherheit bis zum nächsten Prüfintervall haben.	Reparatur- oder Überprüfungsmaßnahme vor dem nächsten vorgesehenen Prüfintervall erforderlich <u>Hinweis:</u> Der Schaden sollte im empfohlenen Intervall repariert oder erneut inspiziert werden, um eine relevante Vergrößerung rechtzeitig festzustellen (i.d.R. 12-24 Monate).
4	Erheblicher Schaden/Mangel	Der Schaden/Mangel hat Auswirkung auf die Betriebs- und Standsicherheit.	Reparaturmaßnahme erforderlich <u>Hinweis:</u> Der Schaden sollte im empfohlenen Intervall repariert werden, um die Betriebs- und Standsicherheit zu gewährleisten (i.d.R. 3-6 Monate).
5	Schwerwiegender Schaden/Mangel	Der Schaden/Mangel hat unmittelbare Auswirkung auf die Betriebs- und Standsicherheit. Es wird empfohlen die Anlage bis zur Reparatur stillzulegen!	Unverzögliche Reparaturmaßnahme erforderlich <u>Hinweis:</u> Der Schaden sollte unmittelbar repariert werden, bevor die Anlage wieder in Betrieb genommen wird.
DF	Dokument fehlt	Dokumente zum Rotorblattsystem fehlen.	Die Dokumente sollten in zukünftigen Prüfungen eingereicht werden
Hin	Hinweis	Eine Auffälligkeit, die keinen Einfluss auf die Betriebs- und Standsicherheit hat.	Kein Handlungsbedarf

Blitzschutzmessung			
Schadensklasse		Bedeutung	Handlungsempfehlung
1	Messwert: 0.01 – 1.00 Ω	Guter Messwert - Blitzschutzsystem intakt	Kein Handlungsbedarf
2	Messwert: 1.01 – 10.00 Ω	Leicht erhöhter Messwert – Blitzschutzsystem intakt	Entwicklung des Messwerts sollte in zukünftigen Messungen beobachtet werden
3	Messwert: 10.01 – 20.00 Ω	Erhöhter Messwert – Blitzschutzsystem beeinträchtigt	Nähere Untersuchung und ggf. Reparatur empfohlen
4	Messwert: 20.01 – - Ω	Zu hoher / kein Messwert – Blitzschutzsystem nur bedingt oder gar nicht intakt	Kurzfristige Untersuchung und Reparatur erforderlich

2 Allgemeine Daten

2.1 Daten Windenergieanlage

Hersteller:	DeWind
Typ:	D6
Seriennummer:	260049
Nabenhöhe:	68 m
Nennleistung:	1250 kW

2.2 Produktionsdaten

Inbetriebnahmedatum:	01.01.2003
Betriebszeit:	- h
Erzeugte Energie:	- kWh

2.3 Rotorblattdaten

Hersteller:	Abeking & Rasmussen (Rotec)
Typ:	D6-64
Seriennummer Blatt 1:	0019
Seriennummer Blatt 2:	0021
Seriennummer Blatt 3:	0015

2.4 Strömungselemente Rotorblätter

Keine Strömungselemente vorhanden

2.5 Besonderheiten Rotorblätter

Verkehrskennzeichnung:	<input type="checkbox"/>
Metallische Blattspitze:	<input checked="" type="checkbox"/>
Vorderkantenschutz Blatt 1:	Erosionsschutzfolie
Vorderkantenschutz Blatt 2:	Erosionsschutzfolie
Vorderkantenschutz Blatt 3:	Erosionsschutzfolie

2.6 Sonstige Anlageninformationen

Steigschutz:	Söll
Befahranlage vorhanden:	<input type="checkbox"/>
Antennen verbaut:	<input checked="" type="checkbox"/>
Lotrechte Verbolzung:	<input checked="" type="checkbox"/>
Geschätzte Abweichung in Metern:	-

2.7 Sonstige Anmerkungen zur WEA

Keine

Übersichtsbild WEA



3 Technische Überprüfung des Blitzschutzsystems

3.1 Blitzschutzmessung

Verwendetes Messgerät: ISO-Tech ILOM-508A

Messstrecke 1: Rezeptor/Metallische Blattspitze bis Maschinenhaus

Rezeptor		Blatt	0019	SK	Blatt	0021	SK	Blatt	0015	SK
Radius	31 m	MBS	0.27 Ω		MBS	0.42 Ω		MBS	- Ω	

Messstrecke 2: Maschinenhaus bis Fundamenterder

Messwert	SK
0.32 Ω	

3.2 Visuelle Auffälligkeiten des Blitzschutzsystems

Siehe Rotorblatt 0015 Schaden 3.8

4 Technische Überprüfung der Rotorblätter

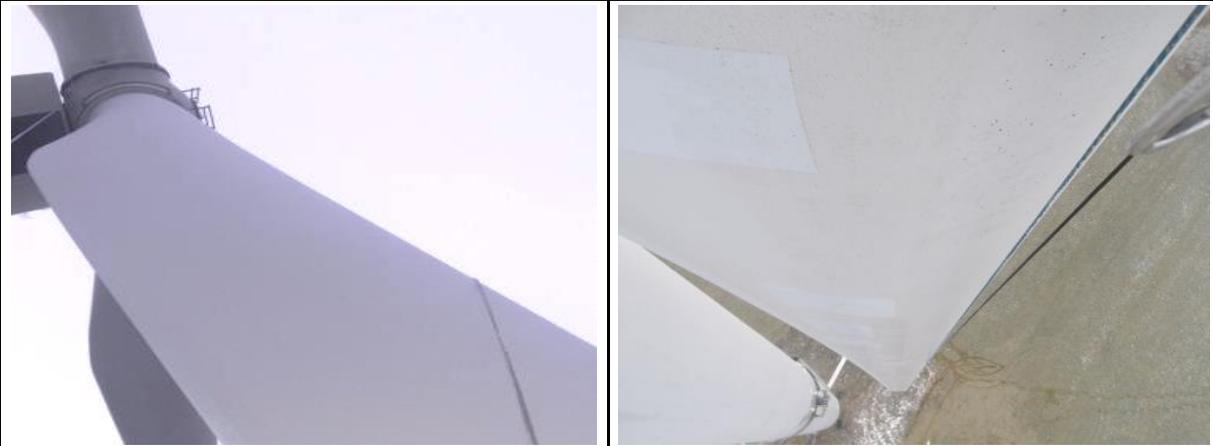
4.1 Rotorblatt: 0019

4.1.1 Übersichtsbilder Rotorblatt: 0019

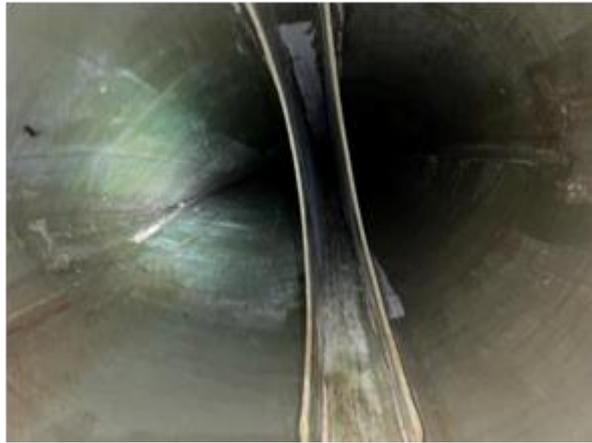
Druckseite:



Saugseite:



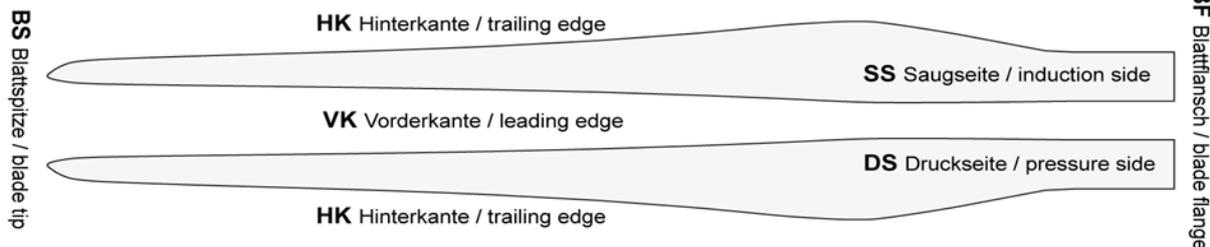
Rotorblatt innen:



Anbindung Blitzschutzsystem:



4.1.2 Schadensübersicht Rotorblatt: 0019



SS= Saugseite; DS= Druckseite; VK= Vorderkante; HK= Hinterkante; BS= Blattspitze
PT= Profiltiefe in %; BF= Blattflansch

Nr.	Radius (m)		Position		Schadenskategorie	Größe (cm)		M*	SK
	von	bis	Profiltiefe (%)		Schadensbeschreibung	von	bis		
1.1	12.0	12.0	SS		Oberflächenschaden	5.0	10.0	4	
I0106274			40	70	Kratzer / Mechanische Beschädigung				
1.2	14.0	14.0	VK		Sonstiges	7.0	7.0	1	
I0106275			0	0	Erosionsschutz				
1.3	14.0	14.0	SS		Oberflächenschaden	22.0	24.0	2	
I0106276			40	50	Querriss				
1.4	15.0	15.0	SS		Oberflächenschaden	7.0	24.0	2	
I0106277			30	40	Querriss				
1.5	17.0	31.0	VK		Sonstiges	1400.0	1400.0	1	
I0106279			0	0	Erosionsschutz				
1.6	17.5	17.5	SS		Laminatschaden	10.0	32.0	3	
I0106278			40	60	Querriss, Delamination, Rissssystem				
1.7	22.0	22.0	SS		Oberflächenschaden	1.5	1.5	1	
I0106280			20	20	Abplatzung, Rissssystem				
1.8	29.0	31.0	HK		Laminatschaden	200.0	200.0	1	
I0106528			0	0	Erosion, Abplatzung				
1.9	31.0	31.0	DS, SS, HK		Sonstiges	0.5	10.0	8	
I0106281			0	100	Abschmelzung				

*Menge

4.1.3 Schäden Rotorblatt: 0019

Nr.	1.1							I0106274
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
12.0	12.0	SS	40	70	5.0	10.0	4	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			Kratzer / Mechanische Beschädigung					
Bemerkung			-					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>	Altreparaturstelle			<input type="checkbox"/>	
								

Nr.		1.2					I0106275	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
14.0	14.0	VK	0	0	7.0	7.0	1	
Schadenskategorie			Sonstiges					
Schadensbeschreibung			Erosionsschutz					
Bemerkung			Erosionsschutzfolie beschädigt bzw. abgelöst					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								

Nr.		1.3					I0106276	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
14.0	14.0	SS	40	50	22.0	24.0	2	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			Querriss					
Bemerkung			-					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								

Nr.		1.4					I0106277	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
15.0	15.0	SS	30	40	7.0	24.0	2	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			Querriss					
Bemerkung			Teilweise in Altreparaturstelle					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input checked="" type="checkbox"/>	
								
								

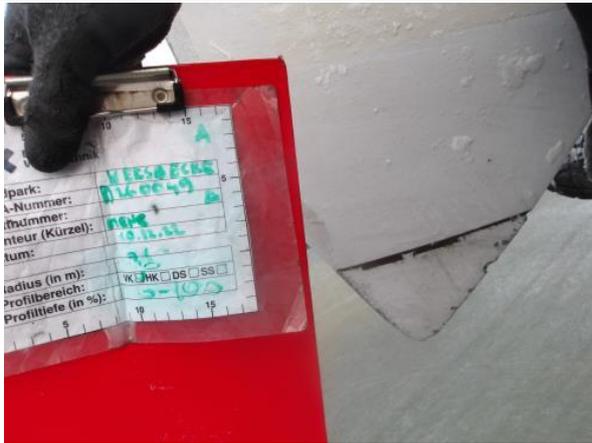
Nr.		1.5					I0106279	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
17.0	31.0	VK	0	0	1400.0	1400.0	1	
Schadenskategorie			Sonstiges					
Schadensbeschreibung			Erosionsschutz					
Bemerkung			Erosionsschutzfolie an diversen Stellen beschädigt bzw. abgelöst					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								
								
								

Nr.		1.6					I0106278	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
17.5	17.5	SS	40	60	10.0	32.0	3	
Schadenskategorie			Laminatschaden					
Schadensbeschreibung			Querriss, Delamination, Rissystem					
Bemerkung			-					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input checked="" type="checkbox"/>	
								
								

Nr.		1.7					I0106280	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
22.0	22.0	SS	20	20	1.5	1.5	1	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			Abplatzung, Rissssystem					
Bemerkung			Möglicher Blitzschaden, Abklopfen des Bereichs ergab keine Auffälligkeiten					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								

Nr.		1.8					I0106528	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
29.0	31.0	HK	0	0	200.0	200.0	1	
Schadenskategorie			Laminatschaden					
Schadensbeschreibung			Erosion, Abplatzung					
Bemerkung			Fortgeschrittene Erosion mit diversen Abplatzungen und teilweise leicht beschädigten Laminatfasern					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	



Nr.		1.9					I0106281	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
31.0	31.0	DS, SS, HK	0	100	0.5	10.0	8	
Schadenskategorie			Sonstiges					
Schadensbeschreibung			Abschmelzung					
Bemerkung			Fehlenden Versiegelung am Übergang und Abschmelzungen an der metallischen Blattspitze					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								
								

4.2 Rotorblatt: 0021

4.2.1 Übersichtsbilder Rotorblatt: 0021

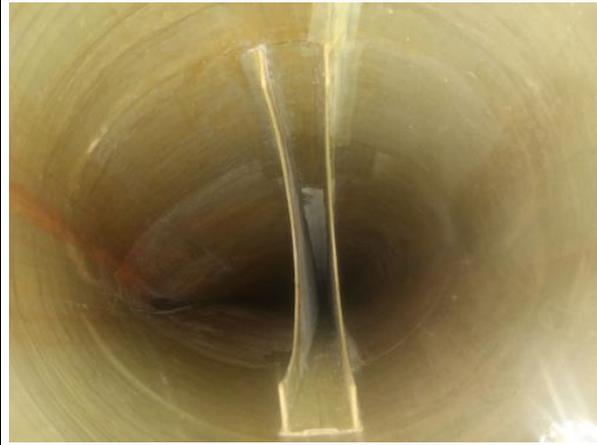
Druckseite:



Saugseite:



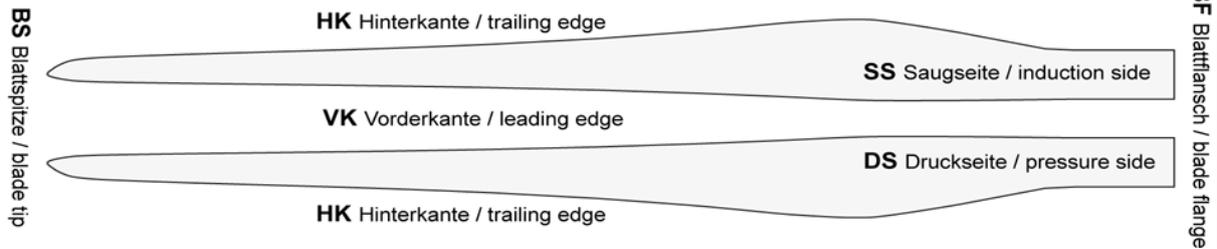
Rotorblatt innen:



Anbindung Blitzschutzsystem:



4.2.2 Schadensübersicht Rotorblatt: 0021

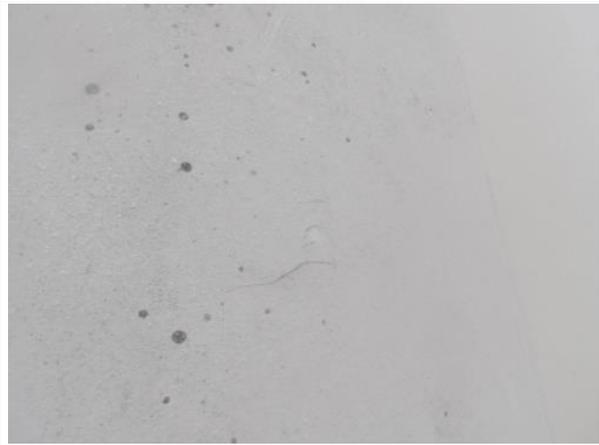


SS= Saugseite; DS= Druckseite; VK= Vorderkante; HK= Hinterkante; BS= Blattspitze
PT= Profiltiefe in %; BF= Blattflansch

Nr.	Radius (m)		Position		Schadenskategorie	Größe (cm)		M*	SK
	von	bis	Profiltiefe (%)			von	bis		
2.1	1.0	1.0	DS		Oberflächenschaden	0.5	5.5	6	
I0106287			50	50	Querriss				
2.2	14.0	14.0	VK		Sonstiges	5.0	5.0	1	
I0106288			0	0	Erosionsschutz				
2.3	20.0	31.0	VK		Oberflächenschaden	1100.0	1100.0	1	
I0106289			0	0	Erosion				
2.4	28.0	28.0	DS		Oberflächenschaden	1.1	1.1	1	
I0106290			20	20	Abplatzung				
2.5	29.0	31.0	VK		Laminatschaden	200.0	200.0	1	
I0106529			0	0	Erosion, Abplatzung				
2.6	30.0	30.0	SS		Laminatschaden	10.0	10.0	1	
I0106291			90	90	Delamination, Rissystem				
2.7	31.0	31.0	VK, DS, SS		Sonstiges	0.3	10.0	6	
I0106292			0	100	Abschmelzung				

*Menge

4.2.3 Schäden Rotorblatt: 0021

Nr.		2.1					I0106287	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
1.0	1.0	DS	50	50	0.5	5.5	6	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			Querriss					
Bemerkung			-					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>	Altreparaturstelle			<input checked="" type="checkbox"/>	
								

Nr.	2.2						I0106288
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge
von	bis		von	bis	von	bis	
14.0	14.0	VK	0	0	5.0	5.0	1
Schadenskategorie			Sonstiges				
Schadensbeschreibung			Erosionsschutz				
Bemerkung			Erosionsschutzfolie beschädigt bzw. abgelöst				
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>	Altreparaturstelle			<input type="checkbox"/>
							

Nr.		2.3					I0106289	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
20.0	31.0	VK	0	0	1100.0	1100.0	1	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			Erosion					
Bemerkung			Erosionsschutzfolie an diversen Stellen beschädigt bzw. abgelöst					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>	Altreparaturstelle			<input type="checkbox"/>	
								
								

Nr.		2.4					I0106290	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
28.0	28.0	DS	20	20	1.1	1.1	1	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			Abplatzung					
Bemerkung			-					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								

Nr.		2.5					I0106529	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
29.0	31.0	VK	0	0	200.0	200.0	1	
Schadenskategorie			Laminatschaden					
Schadensbeschreibung			Erosion, Abplatzung					
Bemerkung			Fortgeschrittene Erosion mit diversen Abplatzungen					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								
								
								

Nr.		2.6					I0106291	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
30.0	30.0	SS	90	90	10.0	10.0	1	
Schadenskategorie			Laminatschaden					
Schadensbeschreibung			<i>Delamination, Rissystem</i>					
Bemerkung			Das Abklopfen des Bereichs ergab akustische Auffälligkeiten					
Blitzschaden			<input checked="" type="checkbox"/>	Altreparaturstelle			<input type="checkbox"/>	
								

Nr.		2.7					I0106292	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
31.0	31.0	VK, DS, SS	0	100	0.3	10.0	6	
Schadenskategorie			Sonstiges					
Schadensbeschreibung			Abschmelzung					
Bemerkung			Fehlende Versiegelung am Übergang und Lackablösungen sowie Abschmelzungen an der metallischen Blattspitze					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								

4.3 Rotorblatt: 0015

4.3.1 Übersichtsbilder Rotorblatt: 0015

Druckseite:



Saugseite:



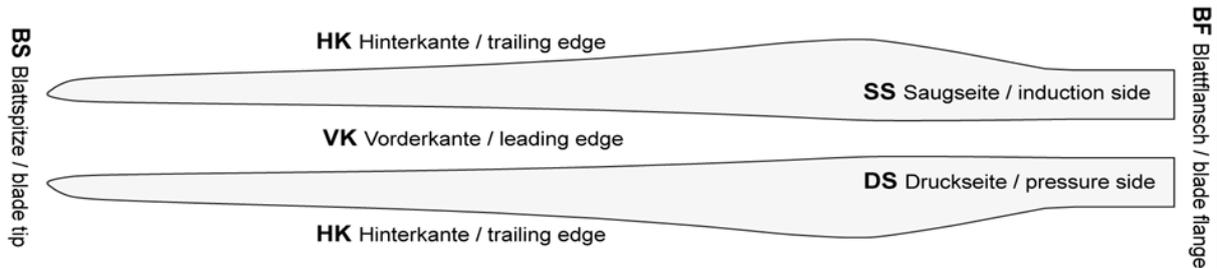
Rotorblatt innen:



Anbindung Blitzschutzsystem:



4.3.2 Schadensübersicht Rotorblatt: 0015



SS= Saugseite; DS= Druckseite; VK= Vorderkante; HK= Hinterkante; BS= Blattspitze
PT= Profiltiefe in %; BF= Blattflansch

Nr.	Radius (m)		Position		Schadenskategorie	Größe (cm)		M*	SK
	von	bis	Profiltiefe (%)		Schadensbeschreibung	von	bis		
3.1	12.0	12.0	DS		Oberflächenschaden	0.5	2.5	3	Yellow
I0106282			20	20	Abplatzung, Querriss				
3.2	14.0	14.0	VK		Sonstiges	12.0	12.0	1	Yellow
I0106283			0	0	Erosionsschutz				
3.3	14.0	14.0	DS		Oberflächenschaden	1.5	1.5	1	Yellow
I0106284			30	30	Abplatzung, Rissystem				
3.4	20.0	20.0	DS		Oberflächenschaden	0.7	0.7	1	Yellow
I0106285			10	10	Abplatzung				
3.5	25.0	31.0	VK		Sonstiges	600.0	600.0	1	Yellow
I0106286			0	0	Erosionsschutz				
3.6	29.0	29.0	DS		Laminatschaden	2.5	2.5	1	Orange
I0106530			10	10	Ausbruch, Delamination				
3.7	29.5	31.0	VK		Oberflächenschaden	150.0	150.0	1	Orange
I0106531			0	0	Erosion, Abplatzung				
3.8	2.0	2.0	VK, DS innen		Sonstiges	20.0	20.0	1	Red
I0106293			40	40	Blitzschutzsystem				

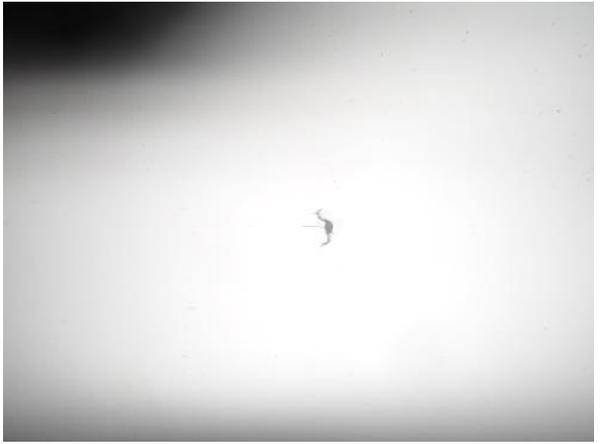
*Menge

4.3.3 Schäden Rotorblatt: 0015

Nr.		3.1					I0106282	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
12.0	12.0	DS	20	20	0.5	2.5	3	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			Abplatzung, Querriss					
Bemerkung			-					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>	Altreparaturstelle			<input type="checkbox"/>	
								

Nr.	3.2						I0106283
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge
von	bis		von	bis	von	bis	
14.0	14.0	VK	0	0	12.0	12.0	1
Schadenskategorie			Sonstiges				
Schadensbeschreibung			Erosionsschutz				
Bemerkung			Erosionsschutzfolie beschädigt bzw. abgelöst				
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>



Nr.		3.3					I0106284	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
14.0	14.0	DS	30	30	1.5	1.5	1	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			Abplatzung, Rissssystem					
Bemerkung			-					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								

Nr.		3.4					I0106285	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
20.0	20.0	DS	10	10	0.7	0.7	1	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			Abplatzung					
Bemerkung			-					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								

Nr.		3.5					I0106286	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
25.0	31.0	VK	0	0	600.0	600.0	1	
Schadenskategorie			Sonstiges					
Schadensbeschreibung			Erosionsschutz					
Bemerkung			Erosionsschutzfolie an diversen Stellen beschädigt bzw. abgelöst					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>		Altreparaturstelle		<input type="checkbox"/>	
								

Nr.		3.6					I0106530	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
29.0	29.0	DS	10	10	2.5	2.5	1	
Schadenskategorie			Laminatschaden					
Schadensbeschreibung			Ausbruch, Delamination					
Bemerkung			Blitzschaden im Bereich der darunterliegenden Blitzschutzableitstrecke					
Blitzschaden			<input checked="" type="checkbox"/>	Altreparaturstelle			<input checked="" type="checkbox"/>	
								

Nr.		3.7					I0106531	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
29.5	31.0	VK	0	0	150.0	150.0	1	
Schadenskategorie			Oberflächenschaden					
Schadensbeschreibung			<i>Erosion, Abplatzung</i>					
Bemerkung			Fortgeschrittene Erosion mit diversen Abplatzungen und teilweise beschädigtem Laminat					
Blitzschaden			<input type="checkbox"/>	Altreparaturstelle			<input type="checkbox"/>	
								

Nr.		3.8					I0106293	
Radius (m)		Position	Profiltiefe (%)		Größe (cm)		Menge	
von	bis		von	bis	von	bis		
2.0	2.0	VK, DS innen	40	40	20.0	20.0	1	
Schadenskategorie			Sonstiges					
Schadensbeschreibung			Blitzschutzsystem					
Bemerkung			Blitzschaden im Bereich der Blitzschutzableitstrecke mit sichtbaren Verbrennungen an Laminat und Ableitkabel sowie Delaminationen an den Über-/Sicherungslaminaten					
Blitzschaden			<input checked="" type="checkbox"/>	Altreparaturstelle			<input type="checkbox"/>	
								

Ende des Inspektionsberichtes