

Gutachten

Ice Detection System IDD.Blade

Report Nr.: 75148, Rev. 0

Datum: 21.10.2019

DNV GL - Energy Renewables Certification

Hersteller	Wölfel Wind Systems GmbH Max-Planck-Str. 15 97204 Höchberg Germany
GL Renewables Auftragsnr.	10173154
Sachverständiger	Dr. Karl Steingröver
Adresse	DNV GL - Energy Renewables Certification Brooktorkai 18 20457 Hamburg Germany

1 MITGELTENDE DOKUMENTATION

- 1.1 Type Certificate "Ice Detection System IDD.Blade", TC-DNVGL-SE-0439-03577-1, ausgestellt am 12.06.2019
- 1.2 Certification Report Ice Detection System IDD.Blade", CR-DNVGL-SE-0439-03577-1, ausgestellt am 12.06.2019
- 1.3 Merkblatt der Struktur- und Genehmigungsdirektionen Nord und Süd für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen im Genehmigungsverfahren. Rheinland-Pfalz, 2017

2 PRÜFKRITERIUM / STAND DER TECHNIK

Im Bereich von Windenergieanlagen (WEA) existiert nur eine Richtlinie, in der der Stand der Technik zur Eiserkennung auf Rotorblättern dargestellt ist:

DNVGL-SE-0439:2016-06 "Certification of condition monitoring"

Auf Basis dieser Richtlinie kann die Fähigkeit von Condition Monitoring Systemen hinsichtlich Detektierung von relevanten Zustandsänderungen, die Abweichungen vom normalen Betriebsverhalten darstellen, beurteilt werden. Das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ gehört zur Kategorie der Condition Monitoring Systeme für Rotorblätter; Eisansatz stellt eine Abweichung vom normalen Betriebsverhalten dar. Der Personenschutz ist hierbei der Hauptaspekt zur Beurteilung. Diese Richtlinie ist somit das maßgebliche Prüfkriterium für dieses Gutachten. Sie enthält aktuell allerdings noch keine Grenzwerte für Eisdicken, die als unkritisch angesehen werden können.

Die Form im Betrieb abgeworfener Eisstücke sowie deren Abmessungen hängt von vielen Faktoren ab. Diese sind z.B. Abwurfgeschwindigkeit, Windwiderstand, mögliche Flugbahn und Windgeschwindigkeit. Der aktuelle Wissensstand ist, dass Eisstücke umso eher durch den Einfluss des Windes im Flug vor dem Auftreffen auf dem Boden aufgrund ihrer größeren relativen Oberfläche in unkritische kleinere Stücke und damit unkritische impulsgebende Massen zerbrechen, je dünner sie sind und je niedriger die Dichte der Eisanhaftung ist. Als konservativer Wert wird hier eine Eisdicke von 1,5 cm angesehen, unterhalb dessen keine Gefahr für die Umgebung angesehen wird.

3 SACHVERSTÄNDIGER

Dieses Gutachten wurde durch den Sachverständigen Dr. Karl Steingröver, Senior Principal Engineer bei DNV GL – Energy, Renewables Certification erstellt.

4 SYSTEMBESCHREIBUNG

Bei dem Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ handelt es sich um ein in sich geschlossenes System, welches sowohl beim WEA-Hersteller als auch nachträglich in einer WEA aufgebaut werden kann. Das Messverfahren ermittelt die aktuelle Vereisungssituation direkt an den Rotorblättern. Das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ besteht im Wesentlichen aus Sensoren, die in die Rotorblätter appliziert werden, sowie einer Auswerteeinheit, die in einem Gehäuse in der Gondel oder alternativ in der Nabe der WEA an geeigneter Stelle angebracht wird. Die in den Rotorblättern installierten Beschleunigungssensoren nehmen dabei die Eigenschwingungen des elastischen Rotorblattes auf, welche die strukturdynamischen Rotorblatteigenschaften verändern. Von der Auswerteeinheit werden aus den Änderungen der strukturdynamischen Eigenschaften Zustandsindikatoren berechnet und aus diesen Eisansatz detektiert. Nach erfolgreicher Installation und Inbetriebnahme liefert das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ elektrische Signale, welche den Zustand der Rotorblätter mit „Eisfrei“, „Eiswarnung“ oder „Eisansatz“ charakterisieren. Die Bestimmung der Empfindlichkeit des Systems ist in 5 beschrieben. Die Signale „Eiswarnung“ bzw. „Eisansatz“ werden gegeben, wenn die Zustandsindikatoren die eingestellten Schwellenwerte für „Eiswarnung“ bzw. „Eisansatz“ überschreiten. Diese eingestellten Schwellenwerte sind dabei so festgelegt, dass eine Gefährdung der Umgebung durch Eisabwurf im laufenden Betrieb sowie im Leerlauf nicht erfolgt. Eine Herleitung dieses Maßes ist in 6 dargestellt. Das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ gibt zudem ein Signal aus, dass seine Funktionsfähigkeit anzeigt („watch dog“). Diese Signale können vom WEA-Betriebssystem oder vom SCADA-System der WEA zum Ein- und Ausschalten der WEA verwendet werden. Da WEA-Betriebs- und SCADA-Systeme herstellerspezifisch sind, ist das Ein- und Ausschalten der WEA jedoch nicht Gegenstand dieses Gutachtens. Dieses muss für jede Anlagensteuerung in einem separaten Gutachten beurteilt werden. In den separaten Gutachten wird dargelegt, wie die WEA auf die unterschiedlichen Signalkombinationen des Eiserkennungssystems reagiert, um eine Gefährdung für die Umgebung durch Eisabwurf auszuschließen.

5 PRÜFUNG

Das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ inklusive der Sensoren und Software sowie der Betriebsmethode wurden im Rahmen der in 1 angeführten Zertifizierung des Eiserkennungssystems im Hinblick auf zuverlässige Eiserkennung und sicheren Betrieb auf Basis der in 2 angegebenen Richtlinie geprüft. Dabei wurden die Anforderungen der DIN EN ISO 13849-1 erfüllt. Die Eiserkennung wurde erfolgreich in einem in Rostock durchgeführten Systemtest am 15.10.2013 nachgewiesen. Hier wurde gezeigt, dass eine Zusatzmasse, welche 0,18 % der Rotorblattmasse entsprach, sicher detektiert wurde. Bei Eisansatz vereist zumindest ein 10 cm breiter Bereich an der Vorderkante des Blattes welcher sich über mindestens der äußeren Hälfte der Blattlänge erstreckt. Für ein 37,5 Meter langes Rotorblatt ergibt sich somit ein vereister Bereich von 1,88 m². Ein derartiges Rotorblatt hat eine Masse von ca. 5,5 Tonnen. Bei einer gegebenen Dichte für Eis von 910 kg/m³ ergibt sich so für dieses Beispiel eine detektierbare

Eisdicke von ca. 0,58 cm. „IDD.Blade“ ist somit zur Eiserkennung entsprechend dem Stand der Technik hinreichend sensibel.

Die Installation des Eiserkennungssystems „IDD.Blade“ auf einer WEA wurde in Remlingen am 01.10.2013 gemäß der in 2 angegebenen Richtlinie geprüft. Der Einbau des Eiserkennungssystems „IDD.Blade“ in die WEA beeinflusst nicht das Systemverhalten der WEA. Die unabhängige Funktion des Betriebssystems der WEA sowie des Eiserkennungssystems „IDD.Blade“ wurde dabei durch einen Systemtest geprüft. Das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ entspricht somit den Anforderungen der in 2 angegebenen Richtlinie, was durch das in 1.1 angeführte Zertifikat bescheinigt wurde. Der Einbau des Eiserkennungssystems „IDD.Blade“ in eine WEA beeinflusst in keiner Weise das Typenzertifikat der jeweiligen WEA.

6 WEA-BEZOGENE EINSTELLUNGEN

Aufgrund unterschiedlicher Rotorblattmassen und Rotorblattabmessungen wird das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ bei Inbetriebnahme WEA-Typ spezifisch eingestellt. Dies betrifft einerseits die Festlegung der auszuwertenden Schwingungsmodi und andererseits die Festlegung der zulässigen Schwellenwerte, ab der ein Signal für Eisansatz ausgegeben wird. Diese Einstellungen und Justierungen werden in dem jeweiligen Installationsprotokoll vermerkt.

7 STANDORTBEZOGENE / ORTSSPEZIFISCHE EINSTELLUNGEN UND ABNAHMEN

WEA-Typ spezifische Einstellungen und Justierungen des Eiserkennungssystems „IDD.Blade“ (siehe 6) werden im Rahmen der Installation getätigt. Die in 1.2 sowie in 5 beschriebene Prüfung der Installation des Eiserkennungssystems „IDD.Blade“ auf einer WEA hat gezeigt, dass keine standortbezogenen Abnahmen notwendig und nach der Installation keine ortspezifischen Einstellungen und Justierungen durchzuführen sind. Aufgrund der in 4 beschriebenen „watch dog“-Funktion (Funktionsanzeige) sind keinerlei wiederkehrende Prüfungen oder Nachjustierungen zu einem späteren Zeitpunkt erforderlich.

Generell ist es möglich, die Abschaltgrenzen, die auf die in 2 erläuterten unkritischen Eisdicken abgestimmt sind, zu ändern. Diese Änderungen können aber weder vom WEA-Betreiber noch vom WEA-Hersteller vorgenommen werden, sondern aus Gründen der Betriebssicherheit ausschließlich vom Hersteller des Eiserkennungssystems „IDD.Blade“. Dabei kann ein Wunsch nach Veränderung hin zu früheren Signalisierungen, d.h. bereits bei geringerem Eisansatz, vom Betreiber formlos dem Hersteller des Eiserkennungssystems mitgeteilt werden, der dann entsprechende Anpassungen vornimmt. Eine Veränderung hin zu späteren Abschaltungen wird nur umgesetzt, wenn die Unbedenklichkeit der

Maßnahme nachgewiesen und behördlicherseits akzeptiert ist. Dies ist dem Hersteller des Eiserkennungssystems „IDD.Blade“ entsprechend zu belegen.

8 ABSCHALTEN / ANFAHREN DER WEA BEI EISANSATZ

Bei Erkennen von Eisansatz bei laufender WEA stellt das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ elektrische Signale zur Verfügung, mit deren Hilfe die WEA vom Betriebssystem abgeschaltet werden kann. Nach Stillsetzung der Anlage ist das Eiserkennungssystem in der Lage, auch im Stillstand zu messen. Der aktuelle Eisstatus wird der Anlage somit auch vor einem beabsichtigten Wiederanlauf mitgeteilt. Die Ausführung der Abschaltung der WEA bei Eisansatz bzw. das Anfahren der WEA bei Eisfreiheit unter Berücksichtigung der Signalisierung des Eiserkennungssystems ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens. Dieses muss für jede Anlagensteuerung in einem separaten Gutachten beurteilt werden.

9 ZUSAMMENFASSUNG

Die Prüfung des Eiserkennungssystems „IDD.Blade“ hat ergeben, dass das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ die Gefahr von Eisabwurf im laufenden Betrieb als „sonstige Gefahr“ im Sinne des § 5 BImSchG durch Detektion der durch Eisansatz auf den Rotorblättern entstehenden Zusatzmasse aufgrund von Messungen der Blatt-Eigenfrequenzen mit einer Empfindlichkeit erkennt, die das mindestens notwendige Maß deutlich überschreitet. Das System entspricht damit dem Stand der Technik. Das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ ist auch unter konservativen Annahmen als zur Gefahrenabwehr geeignet einzustufen.

Dieses Gutachten deckt die Punkte 1 bis 7 des in 1.3 angeführten Merkblattes ab. Der Hersteller der WEA hat durch ein entsprechendes Gutachten die zweckmäßige und sicherheitstechnisch vollständige Einbindung der Signalisierung des Eiserkennungssystems „IDD.Blade“ in die Anlagensteuerung, entweder direkt oder über eine Einbindung in das SCADA, zu belegen, damit diese Aussage für den mit dem Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ ausgestatteten WEA-Typ Gültigkeit hat (Punkt 8 des in 1.3 angeführten Merkblattes). Dieses Gutachten behält seine Gültigkeit, so lange ein gültiges Typenzertifikat für das Eiserkennungssystem „IDD.Blade“ vorliegt.

KarSte

DNV GL – Energy; Renewables Certification

Dr. Karl Steingröver
Expert in Charge