



Typenzertifikat BID	(DE)	18.10.2018	2
Zertifizierungsbericht BID	(DE)	18.10.2018	4
DNV-GL-Gutachten BID	(DE)	15.11.2018	15
Type Certificate BID	(EN)	2018-10-18	20
Certification Report BID	(EN)	2018-10-18	22

# TYPENZERTIFIKAT

Zertifikat Nr.:  
TC-DNVGL-SE-0439-04314-0

Ausgestellt:  
18.10.2018

Gültig bis:  
19.10.2020

Ausgestellt über:

## Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID)

Ausgestellt für:

## Weidmüller Monitoring Systems GmbH

Else-Sander-Str. 8  
01099 Dresden  
Deutschland

Gemäß:

## DNVGL-SE-0439:2016-06 Zertifizierung Zustandsüberwachung

Auf der Basis der Unterlagen:  
CR-CMS-DNVGL-SE-0439-04314-0

Zertifizierungsbericht Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice  
Detector vom 18.10.2018

Änderungen an der Systemauslegung, der Produktion oder dem Qualitätssystem des Herstellers unterliegen der Genehmigung von DNV GL.

Hamburg, 18.10.2018

Für DNV 6L Renewables Certification

**Christer Eriksson**  
Serviceline Leader Typenzertifizierung

**DAkkS**  
Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-ZE-11053-01-00  
Von DAkkS gemäß DIN EN IEC/ISO 17065  
Akkreditierte Zertifizierungsstelle für Produkte. Die  
Akkreditierung gilt für die im Zertifikat  
angegebenen Zertifizierungsbereiche.

Hamburg, 18.10.2018

Für DNV GL Renewables Certification

**Robert Kasch**  
Leitender Projektmanager

# TYPGENEHMIGUNG - ANHANG 1

Zertifikat Nr.: TC-DNVGL-SE-0439-04314-0

Seite 2 von 2

**Allgemein**

Systemname BLADEcontrol Ice Detector (BID)

**Hardware**

Messeinheit HMU V2.7 / HMU V3.0  
 Anzahl der Kanäle pro Blatt 2  
 Anzahl der Kanäle -  
 Auswertungs-Kommunikationseinheit ECU V5.1 / ECU\_V6.2  
 Schwingungssensortype BCA403b / BCA423  
*alternativ*  
 Dehnungssensortyp BCE101

**Software**

Name Cmrbl  
 Version 2.4 sqlit / 2.5 sqlit

**Beglaubigung**

Als beim Landgericht Regensburg öffentlich bestellte und beeidigte Übersetzerin für die englische Sprache bestätige ich, dass vorstehende Übersetzung des in englischer Sprache abgefassten Dokuments richtig und vollständig ist.

Kelheim, 26.11.2018





ZERTIFIZIERUNG DES EISDETEKTORSYSTEMS BID  
**Zertifizierungsbericht**  
**Eisdetektorsystem**  
**BLADEcontrol Ice Detector**  
**(BID)**  
**Weidmüller Monitoring Systems GmbH**

**Bericht Nr.:** CR-CMS-DNVGL-SE-0439-04314-0

**Datum:** 18.10.2018



Name des Projekts: Zertifizierung des Eisdetektorsystems BID DNV GL Energy  
 Berichtstitel: Zertifizierungsbericht Renewables Certification  
 Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector Germanischer Lloyd Industrial  
 (BID) Services GmbH  
 Kunde: Weidmüller Monitoring Systems GmbH Brooktorkai 18  
 Else-Sander-Str. 8 20457 Hamburg  
 01099 Dresden Deutschland  
 Deutschland  
 Tel: +49 40 36149-0  
 DE 228282604

Kontaktperson: Dr. Daniel Brenner  
 Ausstellungsdatum: 18.10.2018

Projekt Nr.: 10123335  
 Bericht Nr.: CR-CMS-DNVGL-SE-0439-04314-0  
 Geltende(r) Auftrag/Aufträge für die Bereitstellung dieses Berichts:  
 169862

---

Ziel: Zertifizierung des Eisdetektorsystems BLADEcontrol Ice Detector

Ausgestellt von: Geprüft von: Genehmigt von:

**Robert Kasch**  
 Leitender Projektmanager

**Dr. Karl Steingröver**  
 Leitender Cheffingenieur

**Peter Schmidt**  
 Bereichsleiter

Copyright © DNV GL 2014. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Druckwerk oder Teile davon dürfen ohne das vorherige schriftliche Einverständnis von DNV GL in keiner Form oder auf irgendeine Weise kopiert, reproduziert oder übermittelt werden, ob digital oder auf anderem Weg. DNV GL und die Horizontgrafik sind Marken von DNV GL AS. Der Inhalt dieses Druckwerks ist vom Kunden vertraulich zu behandeln, außer wenn schriftlich etwas anderes vereinbart wurde. Eine Bezugnahme auf Teile dieses Druckwerks, die zu einer Fehlinterpretation führen kann, ist verboten.

**DNV GL Verteilung:**

- Uneingeschränkte Verteilung (internal und extern)
- Uneingeschränkte Verteilung innerhalb von DNV GL
- Eingeschränkte Verteilung innerhalb von DNV GL nach 3 Jahren

**Schlüsselwörter:**

- Zustandsüberwachungssystem
- Eisfeststellung

- Keine Verteilung (vertraulich)
- Geheim

Änd. Nr.	Datum	Grund für Ausgabe	Verfasst von	Geprüft von	Genehmigt von
0	18.10.2018	Erste Ausgabe	ROBKAS	KARSTE	PESC



Inhalt

1	KURZFASSUNG .....	1
2	ZERTIFIZIERUNGSPLAN .....	1
3	BERICHTSLISTE.....	1
4	BEDINGUNGEN .....	1
5	OFFENE PUNKTE .....	1
6	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN .....	1

Anhang A Zertifizierung des Eisdetektorsystems

Anhang B Kurze Beschreibung des Eisdetektorsystems BLADEcontrol Ice Detector (BID)

## 1 KURZFASSUNG

Das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) wurde am 09.12.2016 nach der GL-IV-4:2013 „Richtlinie für die Zertifizierung von Zustandsüberwachungssystemen für Windturbinen“ zertifiziert. Für die aktuelle Rezertifizierung wurde das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) auf der Grundlage von DNVGL-SE-0439:2016-06 „Zertifizierung Zustandsüberwachung“ beurteilt.

Das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) entspricht den in DNVGL-SE-0439:2016-06 „Zertifizierung Zustandsüberwachung“ angegebenen Anforderungen.

## 2 ZERTIFIZIERUNGSPLAN

Dokument Nr.	Titel
DNVGL-SE-0439:2016-06	Zertifizierung Zustandsüberwachung

## 3 BERICHTSLISTE

Anhang A zu diesem Bericht enthält den ausführlichen DNV GL Zertifizierungsbericht mit Referenzstandards/-dokumenten, Dokumentationsliste sowie eine Zusammenfassung und Schlussfolgerung von der DNV GL Beurteilung.

Anhang B zu diesem Bericht enthält eine kurze Beschreibung des Eisdetektorsystems.

## 4 BEDINGUNGEN

Wenn das Eisdetektorsystem zur Überwachung eines Windparks eingesetzt werden soll, muss es an jeder Windturbine im Windpark installiert werden.

## 5 OFFENE PUNKTE

Keine offenen Punkte.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) wurde auf der Grundlage von DNVGL-SE-0439:2016-06 „Zertifizierung Zustandsüberwachung“ beurteilt.

Das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) kann für Windenergieanlagen mit variabler und konstanter Drehzahl verwendet werden.

Jegliche Änderungen am Funktionsmodus führen dazu, dass der vorliegende Bericht nicht mehr gültig ist, wenn sie nicht von DNVGL genehmigt werden.

## ANHANG A

### BLADEcontrol Ice Detector (BID)

### Zertifizierung des Eisdetektorsystems BLADEcontrol Ice Detector

#### Beschreibung des geprüften Bauteils, Systems oder Elements

Das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) wurde am 09.12.2016 nach GL-IV-4:2013 „Richtlinie für die Zertifizierung von Zustandsüberwachungssystemen für Windturbinen“ zertifiziert. Für die aktuelle Rezertifizierung wurde das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) auf der Grundlage von DNVGL-SE-0439:2016-06 „Zertifizierung Zustandsüberwachung“ beurteilt.

Das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) dient zur Feststellung von Eis auf den Rotorblättern von Windturbinen bei Bedingungen, unter denen eine Eisbildung möglich ist. Das Arbeitsprinzip beruht auf der Analyse der Blattschwingungseigenschaften in Hinblick auf Veränderungen bei der Biegesteifigkeit bei einer Vereisung der Rotorblätter. Die Hauptbauteile des Systems sind die Schwingungssensoren bzw. die Dehnungssensoren, die sich in den Rotorblättern befinden, eine Messeinheit und eine Datenverarbeitungseinheit.

#### Schnittstelle zu anderen Systemen/Bauteilen

- Sensoranschluss an das Rotorblatt
- Anschluss der Messeinheit und der Datenverarbeitungseinheit an den Schaltschrank

#### Grundlage für die Beurteilung

Geltende Verordnungen und Standards

Dokument Nr.	Änderung	Titel
DNVGL-SE-0439	2016-06	Zertifizierung Zustandsüberwachung



## Dokumentation vom Kunden

Berichtliste:

Dokument Nr.	Revision	Title
WT 6555/08	vom 2008-06-10	Protokoll über die Begleitung einer Eigenfrequenzmessung an einem Rotorblatt (Untersuchungsbericht über die Messung der Eigenfrequenz an einem Rotorblatt).
WTD-21690-019	vom 2016-11-16	BLADEcontrol Rotorblattüberwachungssystem; Systembeschreibung, Grundlagen und Eigenschaften (Kurzform).
WTD-21690-021	7/ 2018-10-05	Dokumentation zur Zertifizierung des Systems BLADEcontrol, Teil 1
WTD-21690-023	2/ 2016-11-25	Systembeschreibung. Dokumentation zur Zertifizierung des Systems BLADEcontrol, Teil 3
WTD-21690-038	vom 2016-11-23	Funktionsbeschreibung Eiserkennung, BLADEcontrol Ice Detection .
WTD-21760-002	vom 2016-11-25	Inbetriebnahmezertifikat BLADEcontrol.
WTD 21690-040	vom 2016-11-08	BLADEcontrol Systemstückliste.
WAA-21656-001	vom 2016-11-09	BLADEcontrol Inbetriebnahmezertifikat FET-Sensoren
WAA-21750-003	vom 2016-11-25	Arbeitsanweisung Rufbereitschaft Inbetriebnahme BLADEcontrol – Inbetriebnahme der ECU

Zeichnungsliste:

Dokument Nr.	Änderung	Titel
-/-		

Liste der Spezifikationen/Handbücher/Anleitungen:

Dokument Nr.	Änderung	Titel
WTD-21750-008	vom 2016-11-25	BLADEcontrol Montageanleitung
WTD-21751-001	vom 2016-11-11	BLADEcontrol Betriebsanleitung

Liste der Dokumente, die nur der Information halber verwendet wurden:

Dokument Nr.	Änderung	Titel
WTC 21609-003	vom 08.11.2016	Grundsatzklärung zur betrieblichen Gesundheit und Sicherheit
WTD 21690-037	vom 25.11.2019	Stellenbeschreibungen Mitarbeiter Monitoring
01 100 187122	gültig bis 26.03.2021	Zertifikat (Qualitätsmanagementsystemzertifikat gemäß ISO 9001:2008, von TÜV Rheinland)

## Beschreibung der Beurteilung des Eisdetektorsystems

Das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) incl. Software und Sensoren sowie Arbeitsweise wurde beurteilt, um einen Betrieb gemäß der Definitionen der CMS Guideline (siehe Absatz 2) sicherzustellen.

Die Dokumente wurden auf Übereinstimmung mit den Vorschriften von Absatz 2 hin überprüft.

Der Systemtest wurde im Betrieb des Herstellers in Dresden in Deutschland an einem Rotorblatt NOI 34.0 (Seriennummer 02116) am 18.03.2008 durchgeführt (siehe WT 6555/08). Die Installation an einer Windturbine wurde an einer Multibrid 5000 (Seriennummer 001) in Bremerhaven, Deutschland, am 14.11.2008 gemäß der CMS Richtlinie beurteilt. Die Installation und ein weiterer Systemtest wurden an einem Vestas V126-3.3 MW MK 2C in Lieskau, Deutschland, am 02.10.2018 durchgeführt.

Die unabhängige Funktionsweise der Sicherheitsvorrichtungen wurde anhand der Verbindungsübersicht und des Systemtests untersucht.

Dieser Bericht deckt die Funktion „Eisfeststellung“ des Rotorblattüberwachungssystems BLADEcontrol ab. Er deckt die Eisfeststellung nur bis zu dem Punkt ab, an dem der Status an den Bediener weitergeleitet wird. Eine mögliche Verbindung zwischen dem Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) und dem Betriebssystem der Windturbine geht über den Umfang dieses Berichts hinaus und jede folgende Maßnahme liegt in der Verantwortung des Betreibers.

Das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) ersetzt kein Zustandsüberwachungssystem, ist aber eine sinnvolle Ergänzung zu einem bereits DNV GL-zertifizierten Zustandsüberwachungssystem für Windturbinen.

## Betrieb

Jedes Eisdetektorsystem ist gemäß den Unterlagen für die Inbetriebnahme in Betrieb zu nehmen. Die Unterlagen für die Inbetriebnahme sind dem Betreiber / der Überwachungsstelle zusammen mit der Bedienungsanleitung zu übergeben.

Die in den Wartungsanweisungen angegebenen Wartungsarbeiten sind ordnungsgemäß durchzuführen und es sind Aufzeichnungen zu machen und dem Betreiber / der Überwachungsstelle zu übergeben.

Vor der Verwendung des Eisdetektorsystems an Rotorblättern aus anderen Materialien als FRP sind weitere Tests für die Sensoranwendung erforderlich.

Wenn Reparaturen an einem Rotorblatt durchgeführt wurden, ist eine erneute Kalibrierung des Rotorblattüberwachungssystems erforderlich.

## In anderen Zertifizierungsphasen / -modulen zu berücksichtigende Bedingungen.

Wird das System zur Überwachung eines Windparks genutzt, ist es in jeder Windenergieanlage des Parks zu installieren.

## Offene Punkte

Keine offenen Punkte.

## Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) entspricht den in DNVGL-SE-0439:2016-06 „Zertifizierung Zustandsüberwachung“ angegebenen Anforderungen.

Das Eisdetektorsystem BLADEcontrol Ice Detector (BID) kann für Windenergieanlagen mit variabler und konstanter Drehzahl verwendet werden.

Jegliche Änderungen am Funktionsmodus führen dazu, dass der vorliegende Bericht nicht mehr gültig ist, wenn sie nicht von DNV GL genehmigt werden.



**ANHANG B**

**Kurze Beschreibung des Eisdetektorsystems BLADEcontrol Ice Detector (BID)**



**BLADEcontrol® Ice Detector**

Systembeschreibung, Grundlagen und Merkmale (Kurzfassung)

Weidmüller Monitoring  
Systems GmbH  
Elise-Sander-Straße 8  
01099 Dresden  
Tel. +49 351 213916-50  
Fax +49 351 213916-55

**Inhalt**

1 Eisfeststellung mit dem BLADEcontrol® Ice Detector ..... 2

    1.1 Grundlegendes Prinzip der Eisfeststellung ..... 2

    1.2 Merkmale ..... 2

    1.3 Messbedingungen ..... 2

    1.4 Implementierung der BID-Signale ..... 2

    1.5 Visualisierung der Eisbildungsbedingungen ..... 2

2 Eisszenarien: Spektralansichten ..... 3

    2.1 Eisbildung ..... 3

3 Hinweise zu mitgeltenden Unterlagen ..... 3

4 Systeminformationen ..... 3

**Revision Index**

Änd.	Datum	Änderung	Seiten	Verfasser
1	01. Dezember 2008	Erste Fassung, angewendet für GL-Zertifizierung und erneute Zertifizierung	1-5	Dr. P. Volkmer Frank Müller,
2	16. März 2012	Anwendung Rexroth Dokumentationsformat	all	Dr. D. Tilch
3	11. Oktober 2013	Verbesserte Übersetzung und technische Formulierung	all	Dr. D. Tilch
4	28. November 2014	Redaktionelle Änderung	2	Dr. D. Tilch
5	29. November 2016	Anpassung an neuen Firmennamen Technische Prüfung und Aktualisierung	alle	D. Volkmer Dr. D. Brenner

Vorige Dokumentbezeichnung: TD-21690-019\_BED-Funktionsbeschr-short N EN 131011



## 1 Eisfeststellung mit dem BLADEcontrol® Ice Detector

### 1.1 Grundlegendes Prinzip der Eisfeststellung

Der BLADEcontrol® Ice Detector (BID) stellt eine Eisbildung direkt auf den Rotorblättern als Gewichtszunahme des Blatts fest. Gewichtsveränderungen führen z.B. zu Abweichungen bei den Eigenfrequenzen des Rotorblatts gemäß grundlegender physikalischer Prinzipien. Ein zusätzliches Gewicht aufgrund einer Bildung von Eis führt zu einer Abweichung bei den unteren Frequenzmoden.

Unter Verwendung eines Vibrationssensors in jedem Rotorblatt überwacht der BID kontinuierlich und automatisch spezifische Eigenfrequenzen des Blatts. Wenn die festgestellten Frequenzabweichungen vorgegebene Schwellenwerte überschreiten, werden Warn- bzw. Alarmsignale an die Turbinensteuerung ausgegeben.

### 1.2 Merkmale

Der BID erzielt eine Frequenzauflösung, die groß genug ist, um eine Gewichtszunahme von 0,025% des Gewichts des Blatts festzustellen<sup>1</sup>, bezugnehmend auf das DEW I<sup>1,2</sup> Eisbildungsmodell.

Der Schwellenwert für die Eiswarnung ist standardmäßig auf 0,1 % eingestellt und der Schwellenwert für den Eisalarm ist auf 0,2 % des Blattgewichts eingestellt. Die Schwellenwerte können an lokale Klimateigenschaften und Vorschriften angepasst werden, um Gefahren für die Umwelt aufgrund eines Eisabwurfs zu minimieren und auch den Wirkungsgrad des Turbinenbetriebs zu optimieren.

Die Eisfeststellung wird kontinuierlich ausgeführt, mit der Turbine in Betrieb / Produktion und im Stillstand, was eine Echtzeitfeststellung der Eisbildung auf den Blättern ermöglicht.

Der BID signalisiert die Eisbildungszustände der Blätter sowie seinen eigenen Systemstatus kontinuierlich an die Turbinensteuerung. Gemäß diesen Signalen kann die Steuerung die Turbine bei einem Eisalarmsignal automatisch abschalten und auch die Turbine automatisch wieder anschalten, nachdem der Eisalarm zurückgenommen wurde. Anhand den bereitgestellten BID-Signalen kann die Steuerung auch die Gültigkeit der erhaltenen Eisstatussignale überprüfen und entsprechend reagieren.

Nach einem Abschalten der Turbine aufgrund einer festgestellten Eisbildung setzt der BID seine Messungen im Stillstand fort. Daher kann vor einem Neustart der Turbine die Abwesenheit (oder das Vorhandensein eines unkritischen Rests) von Eis zuverlässig bestätigt werden und die Steuerung kann die Turbine dann automatisch wieder in Gang setzen.

Das gilt auch für Situationen, in denen es während des Stillstands einer Turbine zu einer Bildung von Eis kam. Eine Inspektion vor Ort auf eine mögliche Eisbildung hin mit einer manuellen Beurteilung, ob die Bedingungen für eine Abschaltung oder Start und Neustart vorliegen, ist mit dem BID nicht erforderlich.

### 1.3 Messbedingungen

Die allgemeine Anforderung für die Funktion des BID ist eine ausreichende Stimulation der Blattschwingungen. Beim normalen Betrieb der Turbine ist das immer gegeben.

Bei einem Stillstand (mit den Blättern in der Fahnenposition) reicht die Turbinen Cut-in-Windgeschwindigkeit im Allgemeinen für eine entsprechende Stimulation für die Beurteilung des Eisstatus.

### 1.4 Implementierung der BID-Signale

Die korrekte Implementierung der BID-Signale in die Betriebssteuerung der Turbine fällt in den Zuständigkeitsbereich des Turbinenherstellers oder Betreibers.

### 1.5 Visualisierung der Eisbildungsbedingungen

Die Eisbildungsbedingungen und ihre Entwicklung im Lauf der Zeit (Historie) kann man sich über den Webdienst WebIceVIS ansehen. So kann man in Betrieb die Eisbildungsbedingungen seiner Turbinen über einen regulären Webbrowser und ein persönliches System-Login ansehen.

<sup>1</sup> Siehe Bericht Nr. 72696, Rev. 1, der „Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH“ vom 17. Juli 2008

<sup>2</sup> Siehe Seifert, Henry: Eiszeit für Rotorblätter, DEWI Magazin Nr. 8, Februar 1996

## 2 Eisszenarien: Spektralansichten

### 2.1 Eisbildung

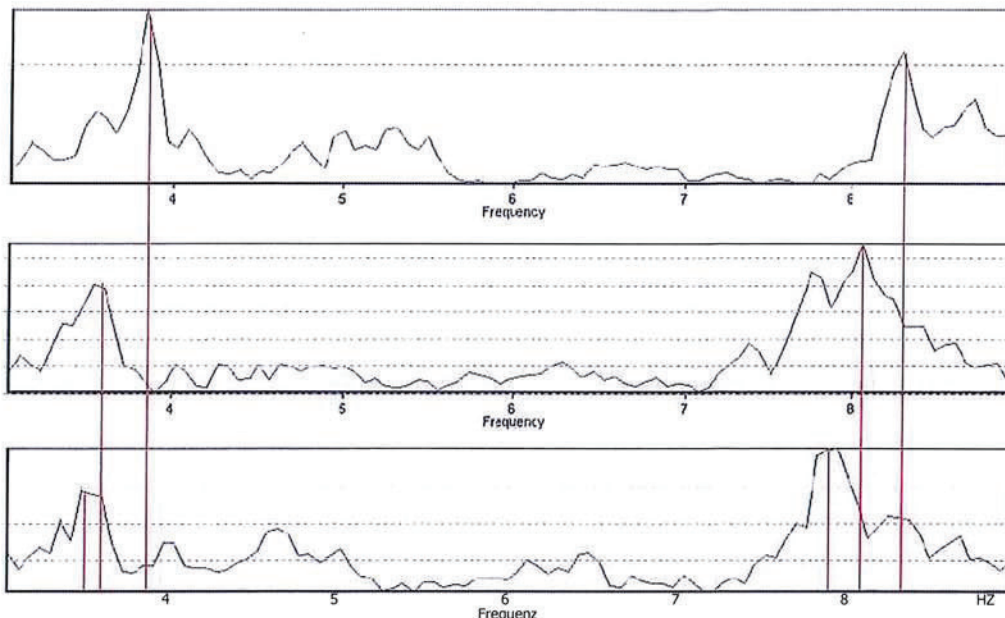


Abb. 1: Frequenzabweichungen aufgrund einer verstärkten Eisbildung

Abb. 1 zeigt Frequenzabweichungen im Vergleich mit den entsprechenden Referenzspitzen bei circa 4 Hz und 8 Hz.

- **Oben:** Keine Eisbildung (normaler Zustand)
- **Mitte:** Beginnende Eisbildung (Warnsignal, vor Alarm). Die gemessenen Spitzen haben sich auf niedrigere Frequenzen verlagert, die den Schwellenwert „leichte Eisbildung“ (Warnung) überschreiten.
- **Unten:** Kritische Eisbildung (Alarmsignal, Abschaltung wird empfohlen). Die gemessenen Spitzen haben sich auf Frequenzen verlagert, die den Schwellenwert „kritische Eisbildung“ (Alarm) überschreiten.

### 3 Hinweis zu mitgeltenden Unterlagen

Diese Beschreibung ist eine Kurzfassung einer ausführlichen Funktionsbeschreibung.

Die folgenden Unterlagen stehen für die weitere Veranschaulichung und ausführliche technische Beschreibung des BLADEcontrol Systems zur Verfügung.

- Betriebshandbuch
- Technisches Datenblatt und Beschreibung der Bauteile (System, Sensoren, HMU, ECU)
- Installations- und Inbetriebnahmeanweisungen für geschultes Personal; auch turbinentypspezifisch

### 4 Systeminformationen

BLADEcontrol ist ein komplexes Messsystem, das mit umfassender Mess-, Analyse- und Kommunikationstechnologie arbeitet.

Die Feststellung von Eis ist eine Unterfunktion des BLADEcontrol Rotorblattzustandsüberwachungssystems. Es wurde in erster Linie für eine kontinuierliche Zustandsüberwachung von Rotorblättern an Windenergieanlagen zum frühzeitigen Feststellen von Schäden sowie zum sofortigen Feststellen von schwerwiegenden Schäden an den Blättern, z.B. nach einem Blitzschlag, entwickelt.

BLADEcontrol kann auch zum Feststellen von dynamischen Überbelastungen an Rotorblättern verwendet werden.

Ende der Dokumentation



**Über DNV GL**

Inspiziert durch unseren Auftrag, Leben, Eigentum und Umwelt zu schützen, unterstützen wir Unternehmen in ihrem Bestreben, die Sicherheit und Nachhaltigkeit ihrer Aktivitäten zu steigern. Wir stellen Klassifizierungen und Dienstleistungen für technische Sicherheit sowie Software und unabhängige Beratung durch Experten für die Schifffahrt, die Öl und Gas- und Energiebranche bereit. Außerdem erbringen wir Zertifizierungsleistungen für unsere Kunden aus einer Vielzahl von Branchen. Wir sind in über 100 Ländern vertreten und unsere engagierten Mitarbeiter helfen unseren Kunden dabei, die Welt sicherer, schlauer und ökologischer zu machen.

**Beglaubigung**

Als beim Landgericht Regensburg öffentlich bestellte und beeidigte Übersetzerin für die englische Sprache bestätige ich, dass vorstehende Übersetzung des in englischer Sprache abgefassten Dokuments richtig und vollständig ist.

Kelheim, 26.11.2018

*Sabine Roggenhofer*  
Öffentlich bestellte und beeidigte Übersetzerin für die englische Sprache  
**Sabine Roggenhofer**  
Salvatorstr. 5  
93309 Kelheim  
Tel. 09441 / 177 31 50



## Gutachten

### Ice Detection System BLADEcontrol Ice Detector BID

Report Nr.: 75138, Rev. 6

Datum: 15.11.2018

#### DNV GL - Energy Renewables Certification

<b>Hersteller</b>	Weidmüller Monitoring Systems GmbH Else-Sander-Str. 8 01099 Dresden Germany
<b>GL Renewables Auftragsnr.</b>	10123335
<b>Sachverständiger</b>	Dr. Karl Steingröver
<b>Revision 6</b>	Update Typenzertifikat
<b>Adresse</b>	DNV GL - Energy Renewables Certification Brooktorkai 18 20457 Hamburg Germany

## 1 MITGELTENDE DOKUMENTATION

- 1.1 Type Certificate "BLADEcontrol Ice Detector BID", TC-DNVGL-SE-0439-04314, ausgestellt am 18.10.2018
- 1.2 Certification Report for the Ice Detection System "BLADEcontrol Ice Detector BID", CR-CMS-DNVGL-SE-0439-04314-0, ausgestellt am 18.10.2018

## 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 <sup>1)</sup>.

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 „BLADEcontrol Ice Detector BID“ 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 bis max. 2 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.

<sup>1)</sup> Diese Richtlinie ersetzt die in den vorherigen Revisionen zitierte Richtlinie Germanischer Lloyd: GL Rules and Guidelines – IV Industrial Services – Guideline for the Certification of Condition Monitoring Systems for Wind Turbines, Edition 2013 (GL-IV-4:2013).

DNVGL-SE-0439:2016-06 und GL-IV-4:2014 sind vom Inhalt her identisch.

## 4 SYSTEMBESCHREIBUNG

Bei dem Eiserkennungssystem (BID) 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. Der BID besteht im Wesentlichen aus Sensoren, die in die Rotorblätter appliziert werden, sowie einer Auswerteeinheit, die in einem Gehäuse in der Gondel der WEA an geeigneter Stelle angebracht wird. Die in den Rotorblättern installierten Beschleunigungssensoren nehmen dabei die Eigenschwingungen des elastischen Rotorblattes auf. Von der Auswerteeinheit wird aus den Schwingungssignalen ein Frequenzspektrum gebildet, aus dem Rotorblatttyp-spezifische Schwingungsmodi gezielt analysiert werden. Bei Eisansatz auf dem Rotorblatt verlangsamt das Eis die Eigenschwingung des Rotorblattes, was sich in einen messbaren Frequenzabfall zeigt. Diese relative Frequenzänderung ist dabei umgekehrt proportional zur relativen Masseänderung. Nach erfolgreicher Installation und Inbetriebnahme liefert der BID elektrische Signale, welche den Zustand der Rotorblätter mit „Eisfrei“ oder „Eisansatz“ charakterisieren. Die Bestimmung der Empfindlichkeit des Systems ist in 5 beschrieben. Das Signal „Eisansatz“ wird gegeben, wenn die Frequenzabweichung ein eingestelltes Maß überschreitet. Dieses eingestellte Maß ist 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. Der BID gibt zudem ein Signal aus, dass seine Funktionsfähigkeit anzeigt („watch dog“) sowie ein Signal, ob eine Eisauswertung beim aktuellen Anlagenzustand ein verwertbares Ergebnis liefert. 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 Hersteller-spezifisch 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 BID reagiert, um eine Gefährdung für die Umgebung durch Eisabwurf auszuschließen.

## 5 PRÜFUNG

Der BID 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 beim Hersteller in Dresden durchgeführten Systemtest am 18.03.2008 nachgewiesen. Hier wurde gezeigt, dass eine Zusatzmasse, welche 0,1 % der Rotorblattmasse entsprach, eine Frequenzabweichung in vierfacher Höhe der Messauflösung erzeugt. Für eine sichere Detektion ist eine Abweichung in Höhe der zweifachen Messauflösung ausreichend, der BID erreicht somit eine Empfindlichkeit von 0,5 ‰ der Rotorblattmasse. 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 55 Meter langes Rotorblatt ergibt



**Page 4 of 5**

sich somit ein vereister Bereich von 2,75 m<sup>2</sup>. Ein derartiges Rotorblatt hat eine Masse von 12 Tonnen. Die Empfindlichkeit des BID beträgt somit für dieses Rotorblatt 6 kg. Bei einer gegebenen Dichte für Eis von 910 kg/m<sup>3</sup> ergibt sich so für dieses Beispiel eine detektierbare Eisdicke von 2,4 Millimetern. Der BID ist somit zur Eiserkennung entsprechend dem Stand der Technik hinreichend sensibel.

Die Installation des BID auf einer WEA wurde in Bremerhaven am 14.11.2008 gemäß der in 2 angegebenen Richtlinie geprüft. Der Einbau des BID in die WEA beeinflusst nicht das Systemverhalten der WEA. Die unabhängige Funktion des Betriebssystems der WEA sowie des BID wurde dabei durch einen Systemtest geprüft. Der BID entspricht somit den Anforderungen der in 2 angegebenen Richtlinie, was durch das in 1.1 angeführte Zertifikat bescheinigt wurde. Der Einbau des BID in eine WEA beeinflusst in keiner Weise das Typenzertifikat der jeweiligen WEA.

## 6 WEA-BEZOGENE EINSTELLUNGEN

Aufgrund unterschiedlicher Rotorblattmassen und Rotorblattabmessungen wird der BID bei Inbetriebnahme WEA-Typ spezifisch eingestellt. Dies betrifft einerseits die Festlegung der auszuwertenden Schwingungsmodi (Frequenzpeaks) und andererseits die Festlegung der zulässigen Frequenzabweichung, 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 BID (siehe 6) werden im Rahmen der Installation getätigt. Die in 1.2 sowie in 5 beschriebene Prüfung der Installation des BID auf einer WEA hat gezeigt, dass keine standortbezogenen Abnahmen notwendig und nach der Installation keine ortsspezifischen 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 BID. 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 BID entsprechend zu belegen.

## 8 ABSCHALTEN / ANFAHREN DER WEA BEI EISANSATZ

Bei Erkennen von Eisansatz bei laufender WEA stellt das BID 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 BID hat ergeben, dass der BID 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. Der BID ist auch unter konservativen Annahmen als zur Gefahrenabwehr geeignet einzustufen. Der Hersteller der WEA hat durch ein entsprechendes Gutachten die zweckmäßige und sicherheitstechnisch vollständige Einbindung der Signalisierung des BID in die Anlagensteuerung, entweder direkt oder über eine Einbindung in das SCADA, zu belegen, damit diese Aussage für den mit dem BID ausgestatteten WEA-Typ Gültigkeit hat. Dieses Gutachten behält seine Gültigkeit, so lange ein gültiges Typenzertifikat für den BID vorliegt.

Stgr

DNV GL - Energy  
Renewables Certification



Dr. Karl Steingröver  
Expert in Charge