

## 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 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 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

## TYPE CERTIFICATE

Certificate No.:  
TC-DNVGL-SE-0439-04314-0

Issued:  
2018-10-18

Valid until:  
2020-10-19

Issued for:

## Ice Detection System BLADEcontrol Ice Detector (BID)

Specified in Annex 1

Issued to:

## Weidmüller Monitoring Systems GmbH

Else-Sander-Str. 8  
01099 Dresden  
Germany

According to:

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

Based on the documents:

CR-CMS-DNVGL-SE-0439-04314-0

Certification Report Ice Detection System BLADEcontrol Ice Detector (BID), dated 2018-10-18

Changes of the system design, the production and erection or the manufacturer's quality system are to be approved by DNV GL.

Hamburg, 2018-10-18

For DNV GL Renewables Certification

  
Christer Eriksson  
Service Line Leader Type Certification



By DAKKS according DIN EN IEC/ISO 17065 accredited Certification Body for products. The accreditation is valid for the fields of certification listed in the certificate.

Hamburg, 2018-10-18

For DNV GL Renewables Certification

  
Robert Kasch  
Senior Project Manager

## TYPE CERTIFICATE – ANNEX 1

Certificate No.: TC-DNVGL-SE-0439-04314-0

Page 2 of 2

**General**

System name

BLADEcontrol Ice Detector  
(BID)**Hardware**

Measuring unit

HMU V2.7 / HMU V3.0

Number of channels per blade

2

Number of digital channels

-

Evaluation communication unit

ECU V5.1 / ECU\_V6.2

Vibration sensor type

BCA403b / BCA423

*alternative*

Strain sensor type

BCE101

**Software**

Name

cmrbl

Version

2.4.sqlite / 2.5.sqlite

*Robkas*



CERTIFICATION OF THE ICE DETECTION SYSTEM BID

# Certification Report Ice Detection System BLADEcontrol Ice Detector (BID)

**Weidmüller Monitoring Systems GmbH**

**Report No.:** CR-CMS-DNVGL-SE-0439-04314-0

**Date:** 2018-10-18





Project name: Certification of the Ice Detection System BID DNV GL Energy  
 Report title: Certification Report Renewables Certification  
 Ice Detection System BLADEcontrol Ice Detector Germanischer Lloyd Industrial  
 (BID) Services GmbH  
 Customer: Weidmüller Monitoring Systems GmbH Brooktorkai 18  
 Else-Sander-Str. 8 20457 Hamburg  
 01099 Dresden Germany  
 Germany Tel: +49 40 36149-0  
 DE 228282604  
 Contact person: Dr. Daniel Brenner  
 Date of issue: 2018-10-18  
 Project No.: 10123335  
 Report No.: CR-CMS-DNVGL-SE-0439-04314-0

Applicable contract(s) governing the provision of this Report:  
169862


Objective: Certification of the Ice Detection System BLADEcontrol Ice Detector (BID)

Prepared by:

  
 Digitally signed by  
 Kasch, Robert  
 Date: 2018.11.02  
 12:45:21 +01'00'


Robert Kasch  
Senior Project Manager

Verified by:

  
 Digitally signed by  
 martin.dyzmann@dnvgl.com  
 Date: 2018.11.02 12:48:27  
 +01'00'

For Dr. Karl Steingröver  
Senior Principal Engineer

Approved by:

  
 Digitally signed by  
 Schmidt, Peter  
 Date: 2018.11.02  
 12:52:57 +01'00'

Peter Schmidt  
Head of Section

Copyright © DNV GL 2014. All rights reserved. This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise without the prior written consent of DNV GL. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS. The content of this publication shall be kept confidential by the customer, unless otherwise agreed in writing. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited.

DNV GL Distribution:

- ☐ Unrestricted distribution (internal and external)  
☐ Unrestricted distribution within DNV GL  
☐ Limited distribution within DNV GL after 3 years  
☒ No distribution (confidential)  
☐ Secret

Keywords:

Condition Monitoring System  
 Ice Detection

Rev. No.	Date	Reason for Issue	Prepared by	Verified by	Approved by
0	2018-10-18	First issue	ROBKAS	KARSTE	PESC

## Table of contents

1	EXECUTIVE SUMMARY .....	1
2	CERTIFICATION SCHEME .....	1
3	LIST OF REPORTS .....	1
4	CONDITIONS .....	1
5	OUTSTANDING ISSUES .....	1
6	SUMMARY AND CONCLUSIONS .....	1
Appendix A    BLADEcontrol Ice Detector (BID)		
Appendix B    Short description of the ice detection System BLADEcontrol Ice Detector (BID)		

## 1 EXECUTIVE SUMMARY

The ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) was certified in 2016-12-09 according to GL-IV-4:2013 "Guideline for the Certification of Condition Monitoring Systems for Wind Turbines". For the current recertification, the ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) was assessed on the basis of DNVGL-SE-0439:2016-06 "Certification of condition monitoring".

The ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) complies with the requirements listed in DNVGL-SE-0439:2016-06 "Certification of condition monitoring".

## 2 CERTIFICATION SCHEME

Document No.	Title
DNVGL-SE-0439:2016-06	Certification of condition monitoring

## 3 LIST OF REPORTS

Appendix A to this report comprises the detailed DNV GL certification report which includes reference standards/documents, list of documentation as well as summary and conclusion of the DNV GL assessment.

Appendix B to this report contains a short description of the ice detection system.

## 4 CONDITIONS

If the ice detection system shall be used for monitoring a wind park, it has to be installed on each wind turbine within the wind park.

## 5 OUTSTANDING ISSUES

No outstanding issues.

## 6 SUMMARY AND CONCLUSIONS

The ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) complies with the requirements listed in DNVGL-SE-0439:2016-06 "Certification of condition monitoring".

The ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) can be used for variable and constant speed wind turbines.

Any modifications to the function mode will render the present report invalid, if they are not approved by DNV GL.

## APPENDIX A

### BLADEcontrol Ice Detector (BID)

#### Assessment of the BLADEcontrol Ice Detector (BID)

##### Description of verified component, system or item

The ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) was certified in 2016-12-09 according to GL-IV-4:2013 "Guideline for the Certification of Condition Monitoring Systems for Wind Turbines". For the current recertification, the ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) was assessed on the basis of DNVGL-SE-0439:2016-06 "Certification of condition monitoring".

The ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) has been designed to detect ice on the rotor blades of wind turbines under icing conditions. The working principle is to analyse the blade vibration characteristics in view of changes in the bending stiffness in case of icing on the rotor blades. The main components of the system are the vibration sensors resp. the strain sensors, which are located in the rotor blades, a measurement unit and a data processing unit.

##### Interface to other systems/components

- Sensor connection to rotor blade
- Connection of measurement unit and data processing unit to electrical cabinet

##### Basis for the evaluation

Applied codes and standards:

Document No.	Revision	Title
DNVGL-SE-0439	2016-06	Certification of condition monitoring

##### Documentation from customer

List of reports:

Document No.	Revision	Title
WT 6555/08	2008-06-10	Protokoll über die Begleitung einer Eigenfrequenzmessung an einem Rotorblatt (inspection report on measuring the eigenfrequency at a rotor blade).
WTD-21690-019	2016-11-16	BLADEcontrol Eisdetektor – Systembeschreibung, Grundlagen und Eigenschaften (Kurzform)
WTD-21690-021	7 / 2018-10-05	Dokumentation zur Zertifizierung des Systems BLADEcontrol, Teil 1 Systembeschreibung.
WTD-21690-023	2 / 2016-11-25	Dokumentation zur Zertifizierung des Systems BLADEcontrol, Teil 3 Funktionsbeschreibung Eiserkennung, BLADEcontrol Ice Detection
WTD-21690-038	2016-11-23	Commissioning Certificate BLADEcontrol.
WTD-21760-002	2016-11-25	BLADEcontrol Systemstückliste.
WTD 21690-040	2016-11-08	BLADEcontrol Commissioning Certificate FET-Sensors
WAA-21656-001	2016-11-09	Arbeitsanweisung Rufbereitschaft
WAA-21750-003	2016-11-25	Inbetriebnahme BLADEcontrol – Inbetriebnahme der ECU

List of drawings:

Document No.	Revision	Title
-	-	-

List of specifications/manuals/instructions:

Document No.	Revision	Title
WTD-21750-008	2016-11-25	BLADEcontrol Montageanleitung
WTD-21751-001	2016-11-11	BLADEcontrol Betriebsanleitung

List of documents taken for information only:

Document No.	Revision	Title
WTC-21609-003	2016-11-08	Health and Safety Policy Statement
WTD-21690-037	2016-11-25	Stellenbeschreibung Mitarbeiter Monitoring
-	2018-09-25	Vergleich der Eiserkennung auf Basis von Dehnungssensoren gegenüber Beschleunigungssensoren
01 100 187122	valid until 2021-03-26	Zertifikat (Quality Management System Certificate according to ISO 9001:2015, by TÜV Rheinland)

## Evaluation work

The ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) incl. software and sensors and as well the operating method was assessed to ensure operation as defined in the CMS Guideline (see Section 2).

The documents were assessed for compliance with the regulations in Section 2.

The system test was performed at the manufacturer's plant in Dresden, Germany on a rotor blade NOI 34.0 (serial no. 02116) on 18.03.2008 (see WT 6555/08). The installation on a wind turbine was assessed on a Multibrid 5000 (serial no. 001) in Bremerhaven, Germany on 14.11.2008 according to the CMS Guideline. The installation and another system test was assessed on a Vestas V126-3.3 MW MK 2C in Lieskau, Germany on 2018-10-02.

The independent functioning of the safety equipment was examined by the interconnection diagram and the system test.

This report covers the function "Ice Detection" of the rotor blade monitoring system BLADEcontrol. It covers the ice detection only up to that point, that the status is submitted to the operator. A possible interconnection between the ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) and the operating system of the wind turbine is beyond the scope of this report and every following action is within the responsibility of the operator.

The ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) is not a substitute for a condition monitoring system but it is a reasonable add-on to an already DNV GL-certified condition monitoring system for wind turbines.



## Operation

Each ice detection system shall be set to work in accordance with the document for commissioning. The document for commissioning shall be handed over to the operator / monitoring body, together with the operating instructions.

The maintenance work listed in the maintenance instructions shall be properly carried out and the record shall be prepared and handed over to the operator / monitoring body.

Before using the ice detection system on rotor blades made of other materials than FRP, further tests for the sensor application are necessary.

If repairs on a rotor blade have been carried out, a new calibration of the rotor blade monitoring system is necessary.

## Conditions to be considered in other certification phases/ modules

If the ice detection system shall be used for monitoring a wind park, it has to be installed on each wind turbine within the wind park.

## Outstanding issues

No outstanding issues.

## Conclusion

The ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) complies with the requirements listed in DNVGL-SE-0439:2016-06 "Certification of condition monitoring".

The ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID) can be used for variable and constant speed wind turbines.

Any modifications to the function mode will render the present report invalid, if they are not approved by DNV GL.

## APPENDIX B

### Short description of the ice detection system BLADEcontrol Ice Detector (BID)



#### BLADEcontrol® Ice Detector

System Description, Basics and Features (short version)

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

#### Contents

1	Ice Detection with BLADEcontrol® Ice Detector.....	2
1.1	Basic Principle of Ice Detection.....	2
1.2	Features .....	2
1.3	Measurement Conditions.....	2
1.4	Implementation of the BID Signals.....	2
1.5	Visualization of the Icing Conditions.....	2
2	Ice Scenarios: Spectral Views.....	3
2.1	Ice Foundation.....	3
3	Notice on further applicable Documents.....	3
4	System Information.....	3

#### Revision Index

Rev	Date	Modification	Pages	Author
1	01 December 2008	First Version, applied for GL certification and re-certification process	1-5	Dr. P. Volkmer Frank Müller,
2	16 March 2012	Application of Rexroth documentation format	all	Dr. D. Tilch
3	11 October 2013	Improved translation and technical wording	all	Dr. D. Tilch
4	28 November 2014	Editorial update	2	Dr. D. Tilch
5	29 November 2016	Adaptation to new company name Technical review and update	all	D. Volkmer Dr. D. Brenner

Previous document identifier: TD-21690-019\_BED-Funktionsbeschr-short\_N\_EN\_131011

## 1 Ice Detection with BLADEcontrol<sup>®</sup> Ice Detector

### 1.1 Basic Principle of Ice Detection

The BLADEcontrol<sup>®</sup> Ice Detector (BID) detects ice formation directly on the rotor blades as a mass increase of the blade. Mass changes lead to e.g. deviations of natural frequencies of the rotor blade according to fundamental physical principles. Additional mass due to ice formation leads to a deviation in the lower frequency modes.

Using vibration sensor in each rotor blade, the BID continuously and automatically monitors specific natural blade frequencies. When the detected frequency deviations exceed predefined thresholds, warning and alert signals are issued to the turbine controller, respectively.

### 1.2 Features

The BID achieves a frequency resolution high enough to detect a mass increase of 0.025 % of the blade's mass<sup>1</sup>, referring to the DEWI<sup>2</sup> ice formation model.

As a standard, the threshold for the ice warning is set to 0.1 % and threshold for the ice alert is set to 0.2 % of the blade mass. The thresholds may be adjusted to local climatic characteristics and regulations to minimize environmental hazards due to ice throw and also optimize turbine operation efficiency.

Ice detection is executed continuously with the turbine in operation / production and at standstill, leading to a real-time detection of ice formation on the blades.

The BID continuously signals the icing condition of the blades as well as its own system status to the turbine controller. According to these signals the controller can automatically shut-down the turbine in the case of an ice alert signal and also automatically restart the turbine after the ice-alert has been revoked. Via the provided BID signals the controller can also check the validity of the received ice status signals and react accordingly.

After turbine shutdown due to detected ice formation, the BID continues its measurements at standstill. Thus, prior to a restart of the turbine the absence (or just a noncritical remainder) of ice can be reliably confirmed and the controller can then automatically start-up the turbine.

This also applies for situations where the ice formation occurred during a standstill of a turbine.

An on-site inspection for potential ice formations with a manual assessment of either shut-down or start and restart conditions is not necessary with the BID.

### 1.3 Measurement Conditions

The general requirement for the BID to function is a sufficient stimulation of the blade oscillations. In normal operation of the turbine this is always given.

At standstill (with the blades in vane position) the turbine cut-in wind speed is generally sufficient to provide an adequate stimulation for ice status evaluation.

### 1.4 Implementation of the BID Signals

The correct implementation of the BID signals into the turbine's operation controller lies in the responsibility of the turbine manufacturer or operator.

### 1.5 Visualization of the Icing Conditions

Icing conditions and their timely development (history) can be viewed via the web service WeblceVIS. Thus the operations can regard the icing conditions of their turbines via a regular web browser and a personal system login.

<sup>1</sup> Refer to: Report No. 72696, Rev. 1, of the „Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH“, dated July 17, 2008

<sup>2</sup> Refer to: Seifert, Henry: Glacial Period for Rotor Blades, DEWI Magazin Nr. 8, Februar 1996

## 2 Ice Scenarios: Spectral Views

### 2.1 Ice Foundation

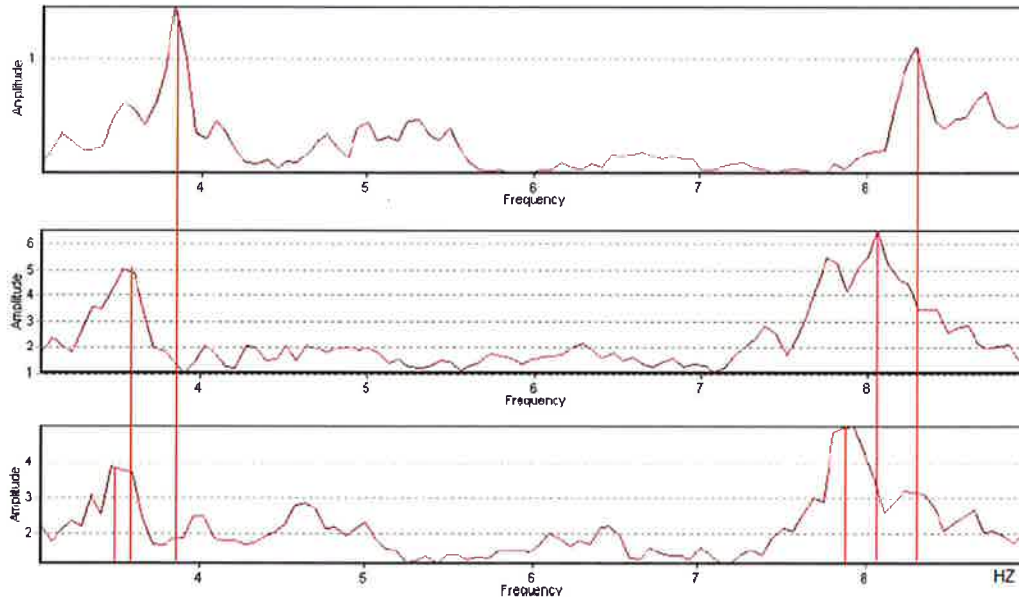


Fig. 1: Frequency deviations due to Increasing Ice formation

In fig. 1 frequency deviations are shown in comparison to the corresponding reference peaks at approx. 4 Hz and 8 Hz.

- **Top:** No ice formation (normal condition)
- **Center:** Beginning ice formation (warning signal, pre-alert). The measured peaks have shifted to lower frequencies exceeding the threshold "slight ice formation" (warning).
- **Bottom:** Critical ice formation (alert signal, shut-down recommendation). The measured peaks have shifted to frequencies exceeding the threshold "critical ice foundation" (alert).

## 3 Notice on further applicable Documents

This description is a short form version of an extensive functional description.

The following documents are available for further illustration and detailed technical description of the BLADEcontrol system.

- Operation Manual
- Technical data sheet and component description (system, sensors, HMU, ECU)
- Installation and commissioning instructions for trained staff; also turbine type specific

## 4 System Information

BLADEcontrol is a complex measurement system utilizing comprehensive measurement, analysis and communication technology.

Ice detection is a sub-feature of the BLADEcontrol rotor blade condition monitoring system. It is primarily designed for continuous condition monitoring of rotor blades on wind turbines to detect damages in an early state as well as to detect severe blade damages e.g. after lightning strikes instantaneously.

BLADEcontrol can also be used to detect dynamic overloads on rotor blades.

End of documentation



## About DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.