

16.1.3 Windenergieanlagen: Sicherheitstechnische Einrichtungen und Vorkehrungen

Anlagen:

- D0809685-1_#_de_#_TB Erdung und Blitzschutz EP5.pdf
- D0827984-1_#_de_#_Technische_Beschreibung_Eisansatzerkennung_EP5.pdf
- D0833556-0 Herstellererklärung Eisansatzerkennungssystem LP4EP5.pdf
- D0884253-0_#_de_#_Einbindung_Eiserkennungssystem__L147_E-147EP5.pdf

Antragsteller: Windpark Krimpenfort GmbH & Co. KG

Technische Beschreibung

Erdung und Blitzschutz

ENERCON Windenergieanlagen EP5

Technische Änderungen vorbehalten.

Herausgeber ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet, Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0809685-1
Vermerk	Originaldokument

B5.)C	Sprache	B22	Werk / Abteilung
2020-07-08	de	DB	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Technische Änderungen vorbehalten.

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Dokument
IEC 61400-24:2019	Windenergieanlagen - Teil 24: Blitzschutz

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	5
2	Erdung	5
3	Blitzschutz	5

Technische Änderungen vorbehalten.

1 Allgemeines

Dieses Dokument beschreibt die Erdung und den Blitzschutz für die ENERCON Windenergieanlagen der EP5-Plattform.

2 Erdung

Die Windenergieanlage verfügt über eine innere und eine äußere Erdungsanlage. Die Erdungsanlage ist notwendig für den Blitzschutz und den Erdschlusschutz. Alle Metallteile der Windenergieanlage und der zugehörigen Ausrüstung sind elektrisch miteinander verbunden. Dazu gehört auch die Erdung des Fundaments, die Erdung des Transformatorgehäuses und die Erdung von armierten Erdkabeln.

Fundamenterdung

Im Beton des Fundaments befindet sich ein Erdungskäfig, der mit den Rückstangen, der Turmerdung, dem äußeren Erdungsring und der Außenerdungsanlage (Erdungselektroden) verbunden ist. Die Rückstangen sind ebenfalls häufig miteinander verbunden. Die Außenerdungsanlage ist projektspezifisch. Fundamente mit Tiefgründung nutzen Pfähle, deren Rückstangen ebenfalls leitfähig mit der Erdungsanlage verbunden sind.

Erdungsring

Direkt außerhalb des Fundaments befindet sich ein Erdungsring aus galvanisiertem Bandstahl (30 mm x 3,5 mm). Dieser Erdungsring bildet eine Sicherheitsfunktion und reduziert bei Kurzschluss oder Blitzeinschlag die Schrittspannungen in der Erde.

Außenerdung

Die Erdungsanlage umfasst auch eine Außenerdungsanlage, die projektspezifisch konstruiert wird. Sie kann aus einem Satz Erdungselektroden (Weichboden), die mit dem Erdungsring verbunden sind, oder einem Satz Drähte in Bohrlöchern (Felsgestein) bestehen. Der tatsächliche Erdungswiderstand wird während der Realisierung gemessen.

Transformatorstation

Die Erdung der Transformatorstation ist mit der Erdungsanlage der Windenergieanlage verbunden. Die Transformatorstation hat ebenfalls einen Erdungsring außerhalb des Fundaments, um den Aufbau gefährlicher Spannungen aufgrund von Kurzschluss oder Blitzeinschlag zu verhindern.

3 Blitzschutz

Das Blitzschutzsystem ist gemäß IEC 61400-24:2019 konstruiert. Die Blitzschutzklasse ist I (LPL I, lightning protection level).

Rotorblätter

Die Rotorblätter sind mit einem integrierten Blitzschutzsystem ausgestattet. Das Blitzschutzsystem umfasst mehrere Rezeptoren und eine Ableitung. Die Ableitung ist mit dem Blattflanschlager verbunden.

Rotornabe

Die Rotornabe besteht aus Gusseisen. Alle Schaltschränke und elektrischen Bauteile sind geerdet. Das Blattflanschlager wird zu seinem Schutz mit Schleifkontakten bei der Ableitung überbrückt.

Gondel

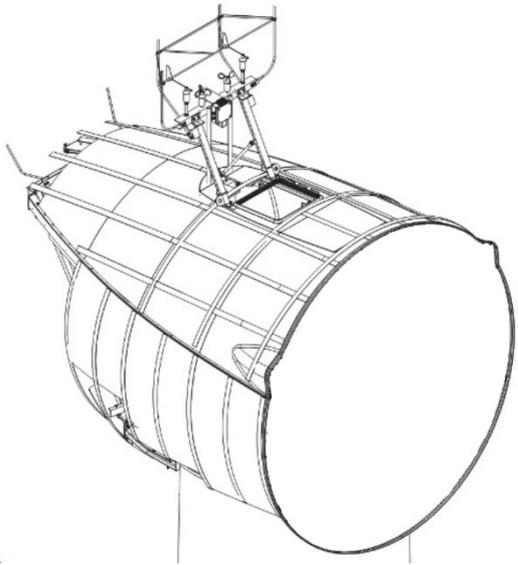


Abb. 1: Netzartige Konstruktion der Gondel und Wetterstation

Die Gondelverkleidung besteht aus Aluminium oder glasfaserverstärktem Kunststoff und ist mit einem in der Gondel verbauten faradayschen Käfig verbunden. Sämtliche Blitzeinschläge an der Außenseite dringen nicht in den Käfig ein. Der Käfig verhindert außerdem das Eindringen elektrischer und magnetischer Felder in das Gondelinnere. In der Gondel befindet sich eine Haupterdungsschiene. Sämtliche Metallteile sind geerdet. Das Azimutlager wird zu seinem Schutz mit Schleifkontakten überbrückt.

E-Gondel

Die Gondelverkleidung der E-Gondel besteht aus Stahl, welche wie ein faradayscher Käfig wirkt. Elektrische und magnetische Felder werden dadurch auf ein Maß verringert, welches den normativen Anforderungen genügt. Die Ableitung erfolgt von der Gondel über den Turm zum Fundament mit der Erdungsanlage. Das Azimutlager wird dabei zu seinem Schutz mit Schleifkontakten überbrückt. Der Mittelspannungstransformator ist in der E-Gondel verbaut. Dieser wird durch zusätzliche Überspannungsableiter geschützt.

Wetterstation

Die Wetterstation befindet sich auf der Oberseite der Gondel. Die Wetterstation ist mit Blitzableitstäben und Ableitern ausgerüstet. Der Strom wird zur Gondel geleitet und von dort aus in die Erdungsanlage des Turms und des Fundaments. Die Hindernisbefeuerng (optional) ist mit ähnlichen Blitzableitstäben ausgestattet. Alle Instrumente haben geerdete Metallgehäuse. Die Verbindungen bestehen aus abgeschirmten Kabeln. Sämtliche Sensorleitungen sind durch Überspannungsableiter geschützt.

Generator

Das Generatortragwerk ist an der Haupterdungsschiene der Gondel geerdet. Die Leitungen sind durch die abgeschirmte Gondel und den Turm zum Leistungsumrichter verlegt.

Turm

Der Turm ist von Natur aus gut gegen äußere Felder aufgrund von Blitzeinschlag abgeschirmt. Bei rohrförmigen Türmen sind die Flanschanschlüsse mit getrennten elektrischen Verbindungen überbrückt. Bei Turmsegmenten ist die elektrische Durchgängigkeit inhärent in den Verbindungen integriert. Kommunikationsverbindungen zwischen Gondel und Turmsockel bestehen aus optischen Fasern (elektrisch isoliert). Die Aufstiegssegmente sind galvanisch miteinander und mit den Turmsegmenten oder den Flanschen verbunden.

Betriebsführungssystem

Das Betriebsführungssystem besteht aus einer Kombination mehrerer Schaltschränke aus Metall, die eine natürliche Abschirmung und Dämpfung äußerer, störender, elektromagnetischer Felder bieten. Sämtliche elektrischen Verbindungen zwischen den Schränken, Sensoren und Stellantrieben bestehen aus abgeschirmten Kabeln.

Umrichter und Netzanbindung

Der Umrichter ist netzseitig durch Überspannungsableiter in der Netzanbindung gegen Überspannungen geschützt, welche durch Blitzeinschlag ins Netz oder durch Schaltereignisse entstehen können.

Transformatorstation

Die externe Transformatorstation ist projektspezifisch. In Abhängigkeit von der Art der Verbindung wird auf der Ebene der Mittelspannung zusätzlicher Überspannungsschutz bereitgestellt.

Fundament

Das Fundament ist mit Erdungseinrichtungen ausgestattet, die den mit Blitzeinschlag eingehenden Strömen Ableitwege bieten.

Technische Beschreibung

Eisansatzerkennung

ENERCON Windenergieanlagen EP5

Technische Änderungen vorbehalten.

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D0827984-1		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-02-13	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Technische Änderungen vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Labkotec	4
1.2	Wölfel	4
2	Schnittstellen	5
2.1	Schnittstelle Windenergieanlage	5
3	Optionen	6
3.1	Park-Eisansatzerkennung	6
3.2	Gondelpositionierung	6

Technische Änderungen vorbehalten.

1 Allgemeines

An Rotorblättern von Windenergieanlagen kommt es bei bestimmten Witterungsverhältnissen zur Bildung von Eis-, Reif- oder Schneeablagerungen, welche den Wirkungsgrad reduzieren und die Lärm-Emission erhöhen. Durch diese Ablagerungen entsteht eine Unwucht, welche zu erhöhter Materialbelastung führt. Die Ablagerungen können so stark werden, dass von ihnen beim Herabfallen (Eisfall) oder Wegschleudern (Eiswurf) Gefahren für Personen und Sachen ausgehen.

Die ENERCON Windenergieanlagen E-136 EP5, E-147 EP5, E-147 EP5 E2, E-160 EP5 und E-160 EP5 E2 können mit einem externen Eisansatzerkennungssystem der Fa. Labkotec oder Fa. Wölfel ausgestattet werden.

Das Risiko des Eiswurfs/Eisfalls kann trotz Eisansatzerkennungssystem technisch bedingt nicht vollständig ausgeschlossen werden.

1.1 Labkotec

Der Labko Eisdetektor besteht aus zwei Geräteeinheiten, dem eigentlichen Sensormodul (Labko Sensor) mit integrierter Heizung und Temperaturmessstelle sowie einer Controller-einheit.

Die Funktionsweise des Labko Eisdetektors beruht auf der Überwachung des Frequenzverhaltens eines im Ultraschallbereich arbeitenden Schwingdrahts. Eine durch Eisansatz entstehende Massenzunahme erzeugt eine Dämpfung der Eigenschwingung des Drahts und führt zu einer Änderung der Schwingungsamplitude des Sensors, und damit über den Abgleich mit einem einstellbaren Grenzwert zu einer Erkennung möglicher Vereisungen.

Der Labko Eisdetektor kann die Windenergieanlage anhalten oder den Wiederanlauf verhindern.

1.2 Wölfel

Das Wölfel Eisansatzerkennungssystem ist vom Det Norske Veritas Germanischer Lloyd (DNV GL) zertifiziert. Das Wölfel Eisansatzerkennungssystem funktioniert ab einer Windgeschwindigkeit von ca. 3,0 m/s unabhängig vom Anlagenbetrieb, auch bei Stillstand der Windenergieanlage. Die Sensoren erfassen jeweils die Schwingbeschleunigungen und die Temperatur direkt im Rotorblatt. Es wird jeweils 1 Sensor innerhalb jedes Rotorblatts auf einer Montageplatte installiert (Standardkonfiguration). Die Datenerfassung erfolgt kontinuierlich, um jederzeit Aussagen zum aktuellen Rotorblattzustand bereitstellen zu können.

Das Wölfel Eisansatzerkennungssystem kann die Windenergieanlage automatisch anhalten und starten. Ob ein automatischer Wiederanlauf zulässig ist, ist abhängig von der Konfiguration, der Standortbetrachtung und der Risikobeurteilung.

2 Schnittstellen

2.1 Schnittstelle Windenergieanlage

Die Eisansatzerkennungssysteme senden die Signale über eine festverdrahtete und ausfallsichere Verbindung an die Windenergieanlage. Für die Parametrierung des Wölfel Eisansatzerkennungssystems wird ein Internetzugang benötigt.

3 Optionen

3.1 Park-Eisansatzerkennung

Es ist möglich, mit einer Eisansatzerkennung mehrere Windenergieanlagen in einem Windpark abzuschalten. Dafür sind ein vernetzter Park und verwaltete Netzwerkgeräte nötig. Die Anzahl der mit einem System abschaltbaren Windenergieanlagen ist nach oben nicht begrenzt. Jedoch gilt ein Maximalabstand zwischen der Windenergieanlage, die mit dem Eisansatzerkennungssystem ausgestattet ist, und den Windenergieanlagen, die im Falle der Vereisung abgeschaltet werden sollen. Dieser Abstand ist von den geografischen Gegebenheiten abhängig. Bei unterschiedlich hohen Windenergieanlagen sowie in Gewässernähe kann dieser Maximalabstand deutlich kleiner sein.

3.2 Gondelpositionierung

Die Anlagensteuerung kann so eingestellt werden, dass die Windenergieanlage bei Vereisung in eine vordefinierte sichere Position geschwenkt wird. Die vordefinierte sichere Position kann von einem Servicetechniker konfiguriert werden.

Herstellereklärung

Hersteller:

ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Gutachten für das Eisansatzerkennungssystem der LP4/EP5 Windenergieanlagen

Der TÜV NORD erstellt Gutachten für die Eisansatzerkennungssysteme der ENERCON Windenergieanlagen. Die Erstellung eines Gutachtens (Ersteller: TÜV NORD) für das Eisansatzerkennungssystem der Windenergieanlagen L136 LP4/E-136 EP5, L147 LP4/E-147 EP5, E-147 EP5 E2 und E-160 EP5 wurde beauftragt.

Aurich, 06.06.2019

Ort, Datum

Aurich, 06.06.2019

Ort, Datum

 **ENERCON**
ENERGIE FÜR DIE WELT
ENERCON GmbH
Dreekamp 5 · 26605 Aurich

Werner Bohlen
Head of Product Conformity

 **ENERCON**
ENERGIE FÜR DIE WELT
ENERCON GmbH
Dreekamp 5 · 26605 Aurich

Ingo Arendt
Head of Technical Support

Gutachten zur Einbindung eines Eiserkennungssystems Typ IDD.Blade in Lagerwey Windenergieanlagen Typ LP4 L147 / EP5 E-147

TÜV NORD Bericht-Nr.: 8117075038 Rev. 0

Gegenstand der Prüfung: Einbindung des Eiserkennungssystems IDD.Blade in Lagerwey Windenergieanlage Typ LP4 L147 / EP5 E-147

Erstellt für: Lagerwey Wind BV
Anthonie Fokkerstraat 2
3772 MR Barneveld
The Netherlands

Dieser Bericht umfasst 11 Seiten.

Rev.	Datum	Änderungen
0	15.10.2019	Erste Fassung

Inhalt

1	Einleitung.....	3
1.1	Ausgangssituation	3
1.2	Aufgabenstellung.....	3
2	Technische Beschreibung	4
2.1	Windenergieanlage.....	4
2.2	Eiserkennungssystem	5
3	Einbindung des Eiserkennungssystems IDD.Blade in die Lagerwey- Anlagensteuerung	6
3.1	Verhalten der WEA.....	6
3.2	Einbauverfahren und Inbetriebnahme	7
3.3	Parametrierung.....	8
3.4	Wartung und Wiederkehrende Prüfungen	8
4	Zusammenfassung und Bewertung.....	9
5	Dokumente und Literaturverzeichnis	10
5.1	Dokumente	10
5.2	Literatur	10

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die Rotorblätter von Windenergieanlagen (WEA) können bei ungünstigen Wetterbedingungen ab ca. 3°C Eis ansammeln. Aus der dann entstehenden Eisschicht können sich beispielsweise durch Abtauen oder Blattverformung Eisbrocken ablösen, die im Betrieb der Anlage vom Rotorblatt abgeworfen werden und zu Personen- oder Sachschäden im Wurfbereich der Anlage führen könnten. Ab einer bestimmten Masse der abgeworfenen Eisbrocken besteht damit eine potentielle Gefahr. Beobachtungen zeigen abgeworfene Eisbrocken mit einer Masse von bis zu mehreren kg, jedoch sind dem TÜV NORD bisher keine Personenschäden bekannt geworden.

An den WEA installierte Eiserkennungssysteme dienen dem Zweck, dass die Anlage bei Vereisung der Rotorblätter in den Trudelbetrieb gebracht wird und somit keine Gefahr durch Eisabwurf mehr besteht. Das Eis wird dann von den Blättern der stehenden oder trudelnden WEA abfallen, bevor die WEA wieder manuell oder automatisch in Betrieb genommen wird. Eisabfall von abgeschalteten WEA ist praktisch nicht vermeidbar und vergleichbar mit Eisabfall von Strommasten oder Brücken.

Eiserkennungssysteme verfügen generell über einen oder mehrere Sensoren und eine Auswerteeinheit. Das Sensorsignal wird durch vereiste Rotorblätter beeinflusst und wird zur Auswerteeinheit gesendet. Die Auswerteeinheit übernimmt die Aufgabe, aus dem Sensorsignal einen Indikator für Vereisung zu generieren. Üblicherweise gibt es einen Schwellwert, bei dessen Überschreitung das Eiserkennungssystem ein Abschalten der Anlage initiiert. Je nach Messprinzip ist dieser Schwellwert spezifisch für jeden Anlagentyp oder gar jede Anlage einzustellen.

Ein Eiserkennungssystem ist immer auch im Zusammenhang mit der WEA zu bewerten. Es ist zu indizieren, dass das Eiserkennungssystem ein vereistes Rotorblatt zuverlässig detektiert, hinsichtlich der Schwellwerte und Parameter korrekt auf die Anlage eingestellt ist, die Signalverarbeitung sicherheitstechnisch zuverlässig funktioniert und die WEA bei Vereisung abgeschaltet wird.

1.2 Aufgabenstellung

Die Bewertung im vorliegenden Gutachten soll in Bezug auf das sichere Abschalten der WEA Lagerwey LP4 L147 / EP5 E-147 bei anstehendem Signal "Eisansatz an den Rotorblättern" durch das folgende System erfolgen:

Hersteller: Wölfel Wind Systems GmbH

Produkt: Zustandsüberwachungssystem für Rotorblätter

Typ: SHM.Blade / IDD.Blade

Anhaltspunkte zur Bewertung liefert das von der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord herausgegebene „*MERKBLATT für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG*“ [12].

Es sollen die folgenden sicherheitstechnischen Kriterien bewertet werden:

1. Die logische Einbindung des Systems in die Betriebsführung der L147
2. Das praktische Einbauverfahren
3. Die Möglichkeiten der Parametrierung
4. Inbetriebnahme und wiederkehrende Prüfungen

Die Bewertung erfolgt in Bezug auf die sichere Umschaltung der WEA in den Trudelbetrieb bei anstehendem Signal der Eiserkennung. Die Bewertung bezieht sich somit ausschließlich auf die Verhinderung von *Eisabwurf*. Eine Bewertung bezüglich *Eisabfall* erfolgt an dieser Stelle nicht, denn Eisabfall von einer stehenden oder trudelnden Anlage kann nicht verhindert werden und muss standortspezifisch bewertet werden.

Zur Zuverlässigkeit der Detektion einer kritischen Eismasse durch das System bzw. zur Sensibilität der Eiserkennung am Rotorblatt werden im Rahmen dieses Gutachtens keine Aussagen gemacht, hierzu wird auf /10/ verwiesen.

2 Technische Beschreibung

2.1 Windenergieanlage

Die LP4 L147 / EP5 E-147 ist eine dreiblättrige Luvläufer-Windenergieanlage mit einer Nennleistung von 4300 kW. Die Windenergieanlagen funktionieren nach dem Prinzip variabler Leistung durch Einzelblattverstellung. Das Hauptbremssystem ist die aerodynamische Bremse durch die axiale Drehung der Rotorblätter, die in einem Bereich zwischen 0° und 90° bewegt werden können. Die Prüfung umfasst die folgenden Konfigurationen:

Typ LP4 L147 / EP5 E-147

Windklasse	IEC IIA, DIBt WZ 2
Nennleistung	4300 kW
Rotorblatt (Durchmesser)	LM71.8P (147 m)
Turm (Nabenhöhe)	Modular steel tower (132 m)
Drehzahlgrenze Betriebsführung	12.4 rpm
Drehzahlgrenze Sicherheitssystem	12.6 rpm

Einschaltwindgeschwindigkeit	2.5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Controller Hardware	Bachmann MC210
Softwareversion	L147 P4300 T132 BLM, AW8.5 TI16.0 v3.39.41.0
Temperaturvariante STW,	Betriebstemperatur: -10 °C bis +40 °C, Überlebenstemperatur: -20 °C bis +50 °C
Pitchsystem	AC Motoren mit Kondensator für jedes Blatt

Das Betriebsführungs- und Sicherheitssystem der Lagerwey LP4 L147 / EP5 E-147 Windenergieanlage ist mit /1/ vom TÜV NORD gemäß den Anforderungen der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen (2012), sowie der Internationale Richtlinie IEC 61400-1: "Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen", dritte Edition, August 2005, geprüft worden.

2.2 Eiserkennungssystem

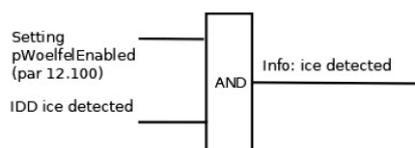
Das Eiserkennungssystem IDD.Blade des Herstellers Wölfel GmbH basiert auf der Messung von Schwingungen und Temperaturen des Rotorblattes durch Sensoren im Rotorblatt. Das Gesamtsystem besteht aus mindestens drei "Structural-Noise-Sensoren" (SNS) und einer Basisstation zur Datenerfassung und Datenverarbeitung (Data Acquisition & Processing Unit, DAPU). Es wird jeweils 1 Sensor innerhalb jedes Rotorblatts auf einer Montageplatte installiert (Standardkonfiguration). Die Basisstation wird über die Modbus-TCP-Schnittstelle (Ethernet) mit dem Lagerwey Ice Detection Interface verbunden und somit in die Anlagensteuerung eingebunden (s. Kap. 3). Nach einer erforderlichen Kalibrierung (blattspezifische Referenzierung), funktioniert die IDD.Blade Eisansatzerkennung unabhängig vom Anlagenbetrieb, auch bei Stillstand der WEA, ab einer Windgeschwindigkeit von ca. 3m/s. Die Dauer einer Referenzierung beträgt je nach Art max. 3 bis 6 Monate. Erst nach Abschluss dieser Referenzierungsphase kann eine Rotorblattvereisung detektiert werden.

Eine Beschreibung des IDD.Blade Systems ist in den Dokumenten /5/, /6/, /7/ enthalten. Das System ist vom DNV GL zertifiziert /10/. In dem zugrundeliegenden Report /11/ wird bestätigt, dass das System den Anforderungen der DNVGL-SE-0439:2016-06 (Certification of Condition Monitoring) entspricht. Eine Aussage zur Messgenauigkeit des Systems wird hierin nicht gemacht.

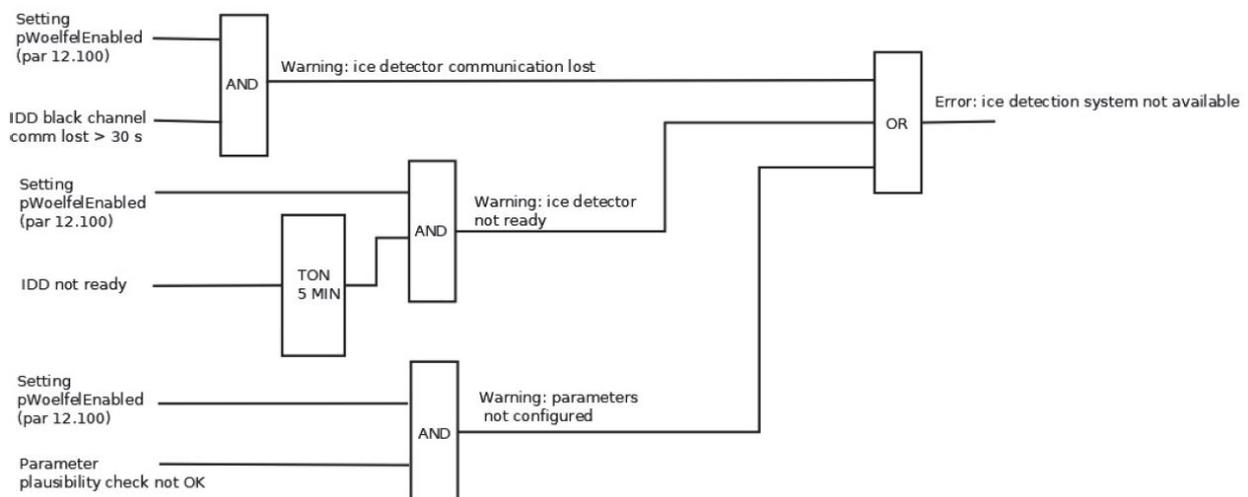
3 Einbindung des Eiserkennungssystems IDD.Blade in die Lagerwey-Anlagensteuerung

3.1 Verhalten der WEA

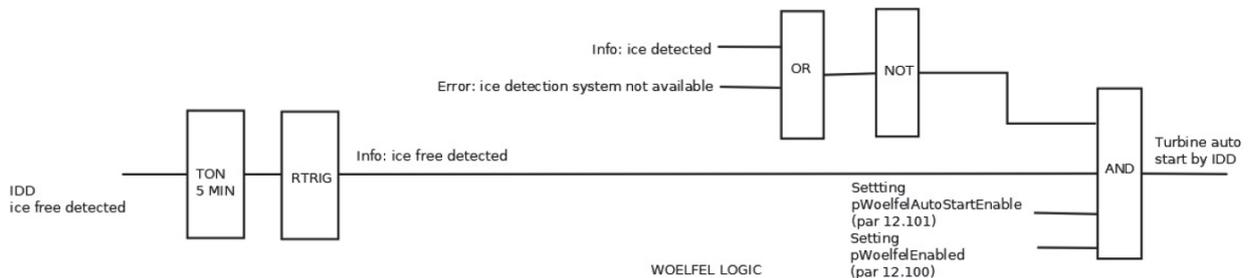
Das Verhalten der WEA bei detektierter Vereisung, Nicht-Verfügbarkeit des Eiserkennungssystems oder Anfahren nach Vereisung ist durch die folgenden logischen Verknüpfungen bestimmt.



1. **Info: Ice detected.** Bei anstehenden Signal "Ice detected" wird die WEA vom Betriebsmodus ("Active", Lagerwey turbine state machine S4) in den Modus "Wait" (Lagerwey turbine state machine S6) geschaltet. Die WEA hält an, das Yaw System wird deaktiviert (bzw. bei entsprechender Parametrierung zuvor in eine bestimmte Parkposition gebracht) und die WEA wartet, bis das Signal "IDD ice free detected" ansteht.



2. **Warning: ice detection communicator loss.** Die WEA wird in dem Modus "Alarm" (S7) geschaltet, das Yaw System wird deaktiviert / in Parkposition gebracht. Die WEA wird nicht automatisch wieder starten, wenn ein Reset der Fehlermeldung erfolgt.
3. **Warning: ice detector not ready.** Die WEA wird in dem Modus "Alarm" (S7) geschaltet, das Yaw System wird deaktiviert/ in Parkposition gebracht. Die WEA wird nicht automatisch wieder starten, wenn ein Reset der Fehlermeldung erfolgt.
4. **Warning: parameters not configured.** Die WEA wird in dem Modus "Alarm" (S7) geschaltet, das Yaw System wird deaktiviert/ in Parkposition gebracht. Die WEA wird nicht automatisch wieder starten, wenn ein Reset der Fehlermeldung erfolgt.



5. **Info: ice free detected.** Wenn das Signal "ice free detected" ansteht, die Parameter gesetzt wurden, und das IDD.Blade System verfügbar ist und kein Signal "ice detected" mehr ansteht, kann über den Parameter 12.100 ein automatischer Start der WEA erlaubt werden.

Das bestehende und zertifizierte Betriebsführungs- und Sicherheitssystem der Lagerwey LP4 L147 / EP5 E-147 wird nicht geändert, es wird lediglich um weitere Eingangs-Signale ergänzt, welche zur Abschaltung der WEA in den Trudelbetrieb führen. Die Abschaltung erfolgt in gleicher Weise, bzw. mit dem gleichen Bremsprogramm wie zum Beispiel bei Detektion eines Fehlers oder aufgrund von zu niedriger oder zu hoher Windgeschwindigkeit (normaler Trudelstopp). Die Auslegungs-Lasten der WEA werden somit nicht beeinflusst.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das Eiserkennungssystem die folgenden Binärsignale übermittelt, anhand derer WEA-stops und -starts ausgelöst werden:

- Vereisung,
- Verfügbarkeit des Systems und
- Eisfreiheit.

Wenn das System eine kritische Vereisung feststellt, wird die WEA in den Trudelbetrieb gefahren, wobei die Trudeldrehzahl so bemessen ist, dass es nicht mehr zu Eisabwurf kommt, sondern lediglich Eisabfall auftreten kann.

Das Wölfel IDD.Blade System (bzw. die Basisstation zur Datenerfassung in der Nabe) kommuniziert mit dem Betriebsführungssystem der WEA (in der Gondel) mittels ModBus TCP über Ethernet oder WLAN IEEE802.11. Die sicherheitsrelevanten Signale werden über einen Black Channel gemäß DIN EN 61784-3 übertragen. Unterbrechungen, Signalverfälschungen etc. werden somit durch den Bachmann PLC erkannt und führen zur Nichtverfügbarkeit des Systems.

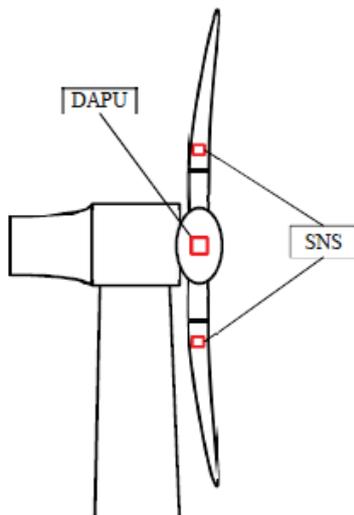
3.2 Einbauverfahren und Inbetriebnahme

Das Einbauverfahren und die Inbetriebnahme sind für alle Komponenten des Wölfel Systems, d.h. für die Basisstation, die Verkabelung sowie für das Aufbringen der Sensoren in die Rotorblätter detailliert beschrieben /3/, /4/. Es erfolgt demnach kein Eingriff in die Struktur des Blattes.

Der Einbau und Anschluss des Kommunikations- und Steuerschranks erfolgt ebenfalls ohne relevante Veränderungen an dem serienmäßigen, zertifizierten Zustand der WEA.

Nach dem Einbau und Herstellung der Kommunikation muss eine Parameterübertragung durchgeführt werden (s. Kap. 3.3).

Die Einbaupositionen der Komponenten sind in folgenden Schema dargestellt.



Nach dem Einbau aller Komponenten und der Parametrierung ist die Checkliste für die Inbetriebnahme /3/ auszufüllen und ein Funktionstest des Systems zu machen.

3.3 Parametrierung

Bei der Parametrierung des IDD.Blade Systems über Modbus sind die Herstellervorgaben zu beachten. Die einzustellenden Parameter für die Konfiguration der Schwellwerte, sowie der Aktivierung und Deaktivierung der Sensoren sind dort aufgeführt. Die Einstellungen dürfen nur von speziell geschultem Personal vorgenommen werden.

Bei der Auswahl der Schwellenwerte ist die Option "*Verwendung zertifizierter Schwellenwerte für die Eiserkennung*" auf "JA" zu setzen.

3.4 Wartung und Wiederkehrende Prüfungen

Gemäß Herstellerangaben /3/ müssen folgende Prüfungen und Wartungsarbeiten durchgeführt werden:

Eine Funktionsprüfung von Überspannungsschutzmodulen in der DAPU ist einmal pro Jahr durchzuführen.

Alle Klebeverbindungen sind in regelmäßigen Abständen nach den Angaben des Herstellers des Klebers zu überprüfen. Wölfel empfiehlt eine jährliche Überprüfung /3/.

4 Zusammenfassung und Bewertung

Die Einbindung des Eiserkennungssystems IDD.Blade von Wölfel in die Lagerwey LP4 L147 / EP5 E-147 wurde entsprechend den Vorgaben des Merkblatts der SGD Nord /12/ geprüft.

Bei anstehendem Signal "ice detected" durch das IDD.Blade System, wird die WEA sicher angehalten d.h. in den Trudelbetrieb gefahren. Das Wölfel Eiserkennungssystem ist für die untersuchten Lagerwey LP4 L147 / EP5 E-147 WEA kompatibel mit dem Konzept des Betriebsführungs- und Sicherheitssystems und die Einbindung in das Betriebsführungssystem erfolgt unter Berücksichtigung der definierten erforderlichen Schnittstellen.

Wenn das IDD.Blade Eiserkennungssystem nicht verfügbar ist, wird die WEA sicher angehalten.

Das Einbauverfahren des Systems in die WEA ist detailliert beschrieben. Die Parametrierung der Anlage erfolgt im Rahmen der geregelten Inbetriebnahme gemäß den zertifizierten Herstellervorgaben und darf nur von autorisierten und dafür ausgebildeten Mitarbeitern vorgenommen werden.

Unter der Voraussetzung, dass das Wölfel-Eiserkennungssystem kritischen Eisansatz zuverlässig erkennt, ist ein automatisches Wiederauffahren ebenfalls als sicher zu bewerten. Die hinreichend sensible und zuverlässige Erkennung von kritischem Eisansatz am Rotorblatt durch die Sensoren wurde an dieser Stelle nicht bewertet.

Die Wartungsempfehlungen des Herstellers sind zu beachten.

Erstellt

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "O. Raupach".

Dipl.-Ing. O. Raupach

Freigabe

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "L. Klüppel".

Dipl.-Ing. L. Klüppel

5 Dokumente und Literaturverzeichnis

5.1 Dokumente

- /1/ TÜV NORD CERT GmbH, Gutachtliche Stellungnahme Lagerwey PL4 Plattform, Sicherheitssystem und Handbücher, TÜV NORD Bericht Nr.: 8116000195-2 D Rev.0, 14.03.2019
- /2/ Lagerwey Wind BV, Software specification - Woelfel IDD ice detection interface, Document ID: M05-C2-30-050260-R0, Revision 0, 24.06.2019
- /3/ Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, Installation and Maintenance Manual, Revision 3, 20.03.2019, SHMB_03_Anleitung_MontageWartung_Rev03_EN.pdf
- /4/ Lagerwey Wind BV, LP4 Hub Option Ice detection system Wölfel Manual (DRAFT), M16-C5-31-20096 | R0.1 DRAFT, 19.09.2019
- /5/ Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, DATA SHEET Data Acquisition & Processing Unit (DAPU), Revision 2, 29.04.2019, SHMB_03_Datasheet_DAPU_Rev02_EN.pdf
- /6/ Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, Enercon Modbus Specification, Revision 8, 20.03.2019, SHMB_03_Modbus_Specification_Rev08.pdf
- /7/ Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, DATA SHEET Structural Noise Sensor (SNS), Revision 1, 05.03.2018, SHMB-03-Datasheet-SNS-Rev01_EN.pdf
- /8/ Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, Commissioning Manual SHM.Blade / IDD.Blade, Revision 3, 27.05.2019, SHMB_03_Anleitung_Inbetriebnahme_Rev03_EN.pdf
- /9/ Lagerwey Wind BV, LP4 Hub Option Ice detection system Wölfel Checklist (DRAFT), M16-C5-31-30096 | R0.1DRAFT, 19.09.2019
- /10/ DNV GL Type Certificate, Certificate Ice Detection System IDD.Blade, Wölfel Wind Systems GmbH, Certificate No.: TC-DNVGL-SE-0439-03577-0, issued 2018-01-27
- /11/ DNV GL, Certification Report Ice Detection System IDD.Blade, Wölfel Wind Systems GmbH, Report No.: CR-DNVGL-SE-0439-0377-0, 27.01.2018

5.2 Literatur

- /12/ Rheinland Pfalz Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord: MERKBLATT für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG, Stand: Dezember 2017
- /13/ DIN 1055-5. Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 5: Schnee- und Eislasten. Juli 2005.
- /14/ DIBt. Muster – Liste der Technischen Baubestimmungen. Berlin. Fassung September 2013.

- /15/ VTT Technical Research Centre of Finland. State-of-the-art of wind energy in cold climates. VTT WORKING PAPERS 152. ISBN 978-951-38-7493-3. 2010.
- /16/ COST-727. Atmospheric Icing on Structures. Measurements and data collection on icing: State of the Art Publication of MeteoSwiss, 75, 110 pp. Zürich. 2006.
- /17/ DIBt. Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung. Berlin. Fassung Oktober 2012.