

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: Momme Janssen, Jost Backhaus, 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	D0827984-2
Vermerk	Originaldokument

Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2020-12-04	de	DB	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Technische Änderungen vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
2	Wölfel-Eisansatzerkennung	5
2.1	Aufbau	5
2.2	Integration in Betriebsführungssystem	7
2.2.1	Sicherheitsrelevante Signale von dem externen Eisansatzerkennungssystem	7
2.2.2	Sicherheitsrelevante Signale von der Anlagensteuerung	8
2.2.3	Überwachung der Nichtverfügbarkeit des Eisansatzerkennungssystems	8
2.3	Kritischer Eisansatz und Eisfreiheitsmeldung	8
2.4	Anhalten der Windenergieanlage	9
2.5	Wiederanlaufen der Windenergieanlage	9
2.5.1	Priorität von Anhalten und Wiederanlaufen der Windenergieanlage	9
2.5.2	Automatischer Wiederanlauf	10
2.6	Statusmeldungen	11
3	Labkotec	13

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, Nutztiere und Sachen ausgehen.

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

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. Wölfel oder Fa. Labkotec ausgestattet werden.

2 Wölfel-Eisansatzerkennung

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.

2.1 Aufbau

Das Wölfel-Eisansatzerkennungssystem erkennt Eisdicken an Rotorblättern von Windenergieanlagen durch eine Frequenzanalyse der Rotorblattschwingungen mittels piezoelektrischen zweidimensionalen Beschleunigungssensoren.

Das Wölfel-Eisansatzerkennungssystem besteht aus mindestens 3 Structural-Noise-Sensoren und einer Basisstation, welche eine Datenerfassungseinheit und eine Datenverarbeitungseinheit beinhaltet.

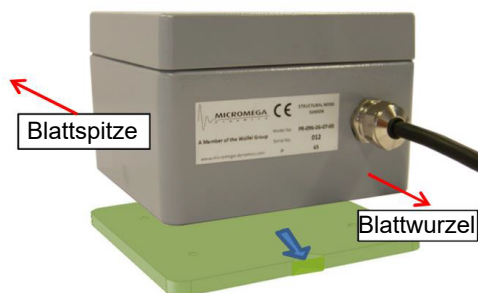


Abb. 1: Montageplatte und Structural-Noise-Sensor



Abb. 2: Basisstation

Die Structural-Noise-Sensoren erfassen jeweils die Schwingbeschleunigungen (Abb. 3, S. 6) und die Temperatur direkt im Rotorblatt. Es wird jeweils 1 Sensor innerhalb jedes Rotorblatts auf einer Montageplatte installiert (Standardkonfiguration). Die Sensoren sind gegen Überspannungen geschützt und haben ein extrem geringes Eigenrauschen und eine hohe Signalaufösung.

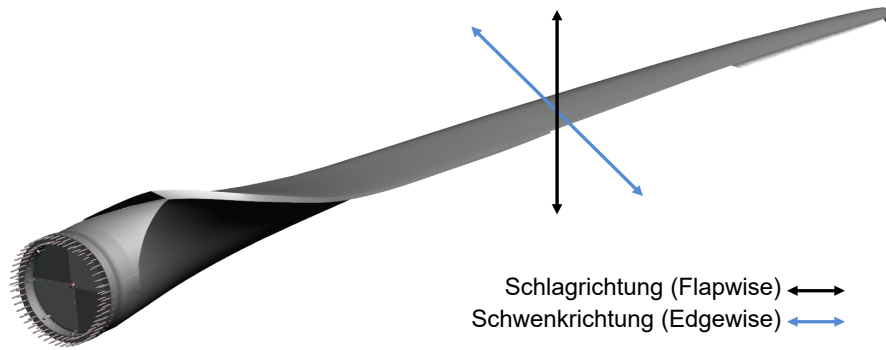


Abb. 3: Erfasste Schwingbeschleunigungen durch Structural-Noise-Sensoren

Die Datenerfassungseinheit bereitet die Sensorsignale zur Weiterverarbeitung in der Datenverarbeitungseinheit auf. Die Datenerfassung erfolgt kontinuierlich, um jederzeit Aussagen zum aktuellen Rotorblattzustand bereitstellen zu können.

In der Datenverarbeitungseinheit werden die Messdaten vollautomatisiert verarbeitet und die Zustandsindikatoren zur Eisdetektion berechnet.

Die Datenerfassungseinheit und die Datenverarbeitungseinheit befinden sich in der Basisstation, welche im Rotorkopf der Windenergieanlage installiert wird.

2.2 Integration in Betriebsführungssystem

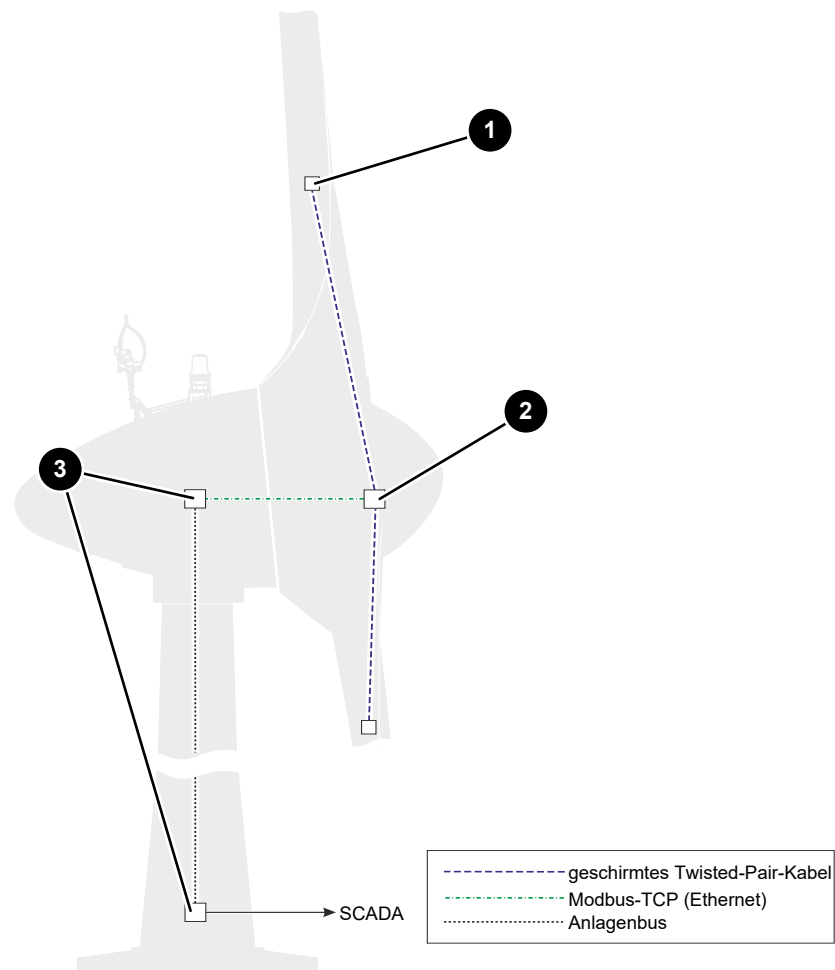


Abb. 4: Baugruppenübersicht für Einbindung des Eisansatzerkennungssystems

1	Wölfel Structural-Noise-Sensor	2	Wölfel Basisstation
3	Bachmann-PLC		

Das externe Eisansatzerkennungssystem wird über eine Modbus-TCP-Schnittstelle (Ethernet) mit einem Switch in der Nabe verbunden und somit in die Anlagensteuerung (Bachmann-PLC) eingebunden.

Die Übertragung der sicherheitsrelevanten Signale erfolgt mithilfe eines Black-Channels. Die Auslegung des Black-Channels geschieht nach DIN EN 61784-3.

2.2.1 Sicherheitsrelevante Signale von dem externen Eisansatzerkennungssystem

Das externe Eisansatzerkennungssystem stellt der Anlagensteuerung folgende sicherheitsrelevante Signale zur Verfügung:

- Kritischer Eisansatz
- Verfügbarkeit der Eisansatzerkennung
- Eisfreiheit

2.2.2 Sicherheitsrelevante Signale von der Anlagensteuerung

Die Anlagensteuerung stellt dem externen Eisansatzerkennungssystem sicherheitsrelevante Signale zur Verfügung. Dies sind unter anderem:

- Pitchwinkel
- Drehzahl
- Außentemperatur

2.2.3 Überwachung der Nichtverfügbarkeit des Eisansatzerkennungssystems

Die Anlagesteuerung überwacht die Verfügbarkeit des Eisansatzerkennungssystems.

Wenn die sicherheitsgerichteten Signale des Eisansatzerkennungssystems der Anlagensteuerung nicht mehr zur Verfügung stehen oder das Eisansatzerkennungssystem keine Verfügbarkeit meldet, wird die Windenergieanlage, bei Außentemperaturen unter 4 °C, angehalten

2.3 Kritischer Eisansatz und Eisfreiheitsmeldung

Die Datenverarbeitungseinheit wertet die Rotorblattmessdaten zusammen mit den aktuellen Betriebs- und Umgebungsdaten der Windenergieanlage aus. Die Datenverarbeitungseinheit berechnet die Zustandsindikatoren, welche auf Strukturveränderungen und Eisansatz hinweisen. Unterschreiten die Zustandsindikatoren den Schwellwert für den Eisalarm, wird ein Signal generiert welches kritischen Eisansatz signalisiert. Überschreiten die Zustandsindikatoren den Schwellwert für die Eisfreiheit, wird eine Eisfreiheitsmeldung generiert.

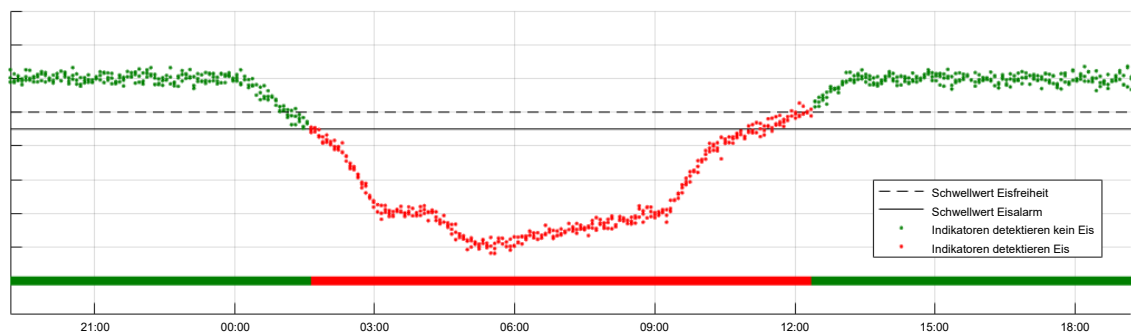


Abb. 5: Funktionsweise des Wölfel-Eisansatzerkennungssystems

Die aus den Messwerten berechneten Zustandsindikatoren werden, abhängig von den herrschenden Betriebs- und Umgebungsbedingungen, i. d. R. im Abstand von ca. 5 Minuten gebildet. Die Zustandsindikatoren werden genutzt, um Aussagen über den Rotorblattzustand zu treffen. Im Normalzustand (ohne Eisansatz) sind die Indikatoren im Bereich der Nulllinie. Bei Eisansatz weichen die Indikatoren von Null ab. Je stärker die Abweichung ist, umso ausgeprägter ist der Eisansatz. Zustandsindikatoren zur Eisansatzerkennung werden in praktisch allen relevanten Betriebszuständen gebildet, so dass eine permanente Überwachung sichergestellt ist.

Standardmäßig sind 2 Schwellwerte vorgegeben, auf deren Basis automatisch eine Alarmmeldung generiert und an die Anlagensteuerung kommuniziert wird. Die Schwellwerte werden für jeden Rotorblatttyp individuell angepasst.

Da die strukturdynamischen Eigenschaften von Rotorblättern komplex und stark vom Rotorblatttyp und WEA-Typ abhängig sind und zudem die Detektion von Vereisungen nur in Bezug auf einen bekannten Anfangszustand erfolgen kann, ist eine Systemreferenzierung erforderlich.

Diese Referenzierung gliedert sich wie folgt:

Typenreferenzierung

Da Signale, die von der Rotorblattstruktur verursacht werden, von äußeren Einflüssen separiert werden müssen (z.B. Maschinengeräusche, harmonische Anteile aus Lagerung und Getriebe etc.) sind die Systeme bei Einsatz an einem neuen Windenergieanlagentyp zunächst einmalig individuell zu referenzieren. Diese Typenreferenzierung bildet spezifische Eigenschaften (z.B. Windenergieanlagentyp, Nennleistung, Netzfrequenz, Rotorblatttyp /-länge) ab. Für diese Typenreferenzierung werden mindestens Daten über einen Temperaturbereich von +4 °C bis +18 °C in allen Drehzahl und Pitchbereichen benötigt. Erfahrungsgemäß liegen diese i.d.R. – abhängig von Betriebs- und Umgebungsbedingungen – nach ca. 3-6 Monaten des Betriebes auf einer Windenergieanlage vor.

Anlagenspezifische IBN-Referenzierung

Nach Installation und Inbetriebnahme jedes einzelnen Systems muss eine rotorblattspezifische Referenzierung erfolgen. Dabei werden u.a. fertigungsbedingt abweichende Rotorblattmassen kompensiert. Nach Einbau und Inbetriebnahme des Wölfel-Eisansatzerkennungssystems müssen die wesentlichen Betriebszustände für kurze Zeit (jeweils ca. 2 Stunden) gezielt angefahren werden. Bei ausreichender Datenmengen und Datenqualität wird auf dem System aus den Daten die anlagenspezifische Referenz gebildet. Die anlagenspezifische IBN-Referenzierung muss bei Temperaturen oberhalb von +4 °C erfolgen. Die anlagenspezifische Referenz kann vom System fortlaufend überprüft und ggf. optimiert werden.

2.4 Anhalten der Windenergieanlage

Erkennt das Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz, wird die Windenergieanlage angehalten.

Je nach Parametrierung kann die Gondel in eine bestimmte Stellung positioniert werden.

2.5 Wiederanlaufen der Windenergieanlage

2.5.1 Priorität von Anhalten und Wiederanlaufen der Windenergieanlage

Das Anhalten der Windenergieanlage hat immer eine höhere Priorisierung, als das Wiederanlaufen der Windenergieanlage. Das bedeutet, dass die Windenergieanlage nicht wiederanlaufen kann, solange das Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz erkennt.

2.5.2 Automatischer Wiederanlauf



Abb. 6: Automatischer Wiederanlauf

Voraussetzung:

- ✓ P12.100 (pWoelfel_enable) = ein
- ✓ P12.101 (pWoelfel_AutoStartEnable) = ein
- ✓ Signalisierung des Eisfreiheitssignals für mindestens 5 Minuten
- ✓ Kein kritischer Eisansatz durch ein installiertes Eisansatzerkennungssystem erkannt
- ✓ Wölfel-Eisansatzerkennungssystem verfügbar (kein Error: Ice detection system not available)

Wenn das Wölfel-Eisansatzerkennungssystem kritischen Eisansatz detektiert, wird die Windenergieanlage angehalten. Wenn das Wölfel-Eisansatzerkennungssystem über einen Zeitraum von 5 Minuten Eisfreiheit signalisiert, nimmt die Windenergieanlage den Betrieb wieder auf.

Ist der automatische Wiederanlauf deaktiviert (P12.101 = aus) und signalisiert das Wölfel-Eisansatzerkennungssystem über einen Zeitraum von 5 Minuten Eisfreiheit, kann die Windenergieanlage manuell gestartet werden.

2.6 Statusmeldungen

Folgende Meldungen können generiert werden:

Info: Ice detected

Bei anstehendem Signal `Ice detected` wird die Windenergieanlage angehalten. Je nach Parametrierung kann die Gondel in eine bestimmte Stellung positioniert werden.

Voraussetzungen:

- P12.100 = ein
- Kritischer Eisansatz vom Wölfel-Eisansatzerkennungssystem gemeldet

Info: Ice free detected

Bei anstehendem Signal `Ice free detected` kann die Windenergieanlage automatisch wiederanlaufen.

Voraussetzungen:

- P12.100 = ein
- Kein kritischer Eisansatz vom Wölfel-Eisansatzerkennungssystem gemeldet
- Wölfel-Eisansatzerkennungssystem verfügbar
- Signalisierung des Eisfreiheitssignals (`ice free detected`) für mindestens 5 Minuten

Warnung: Ice detection communication loss

Bei anstehendem Signal `Ice detection communication loss` wird die Windenergieanlage angehalten. Je nach Parametrierung kann die Gondel in eine bestimmte Stellung positioniert werden. Ein automatischer Wiederanlauf ist nach einem Reset der Warnmeldung nicht möglich.

Voraussetzungen:

- P12.100 = ein
- Kommunikationsstörung länger als 30 Sekunden

Warnung: Ice detector not ready

Bei anstehendem Signal `Ice detector not ready` wird die Windenergieanlage angehalten. Je nach Parametrierung kann die Gondel in eine bestimmte Stellung positioniert werden. Ein automatischer Wiederanlauf ist nach einem Reset der Warnmeldung nicht möglich.

Voraussetzungen:

- P12.100 = ein
- Wölfel-Eisansatzerkennungssystem für mindestens 5 Minuten nicht bereit

Warnung: Parameters not configured

Bei anstehendem Signal `Parameters not configured` wird die Windenergieanlage angehalten. Je nach Parametrierung kann die Gondel in eine bestimmte Stellung positioniert werden. Ein automatischer Wiederanlauf ist nach einem Reset der Warnmeldung nicht möglich.

Voraussetzungen:

- P12.100 = ein
- Plausibilitätscheck der Parameter fehlgeschlagen

Error: Ice detection system not available

Der Fehler `Ice detection system not available` wird durch die jeweils genannten Warnungen, bei einer Außentemperatur von unter 4 °C, generiert.

3 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.

Der Labko-Eisdetektor kann nicht feststellen ob Eisansatz an den Rotorblättern vorhanden ist oder nicht und kann somit nicht als Eisansatzerkennungssystem an Rotorblättern eingesetzt.

Da der Labko-Sensor auf der Gondel installiert wird, besteht keine direkte und eindeutige Verbindung zwischen dem Meldestatus des Sensors und dem tatsächlichen Vereisungszustand der Rotorblätter.

Ob der Labko-Eisdetektor eingesetzt werden kann, ist standortabhängig.