

# Maßnahmen bei Eisansatz

Windenergieanlage MM / 3.XM / 6M

Senvion SE  
Überseering 10  
22297 Hamburg  
Deutschland

Tel.: +49 - 40 - 5555090 - 0  
Fax: +49 - 40 - 5555090 - 3999

[www.senvion.com](http://www.senvion.com)

Copyright © 2014 Senvion SE

Sämtliche Rechte vorbehalten.

#### Disclaimer / Ausschlussklärung

Schutzvermerk DIN ISO 16016: Die Reproduktion, der Vertrieb und die Verwendung dieses technischen Dokuments sowie die Kommunikation seines Inhalts an Dritte ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung seitens der Senvion SE ist untersagt. Zuwiderhandelnde haften für den dadurch eingetretenen Schaden. Im Falle der Gewährung eines Patents, eines Gebrauchsmusters oder Musters sind sämtliche Rechte vorbehalten.

Bitte stellen Sie die Verwendung der geltenden Spezifikationen in ihrer jeweils letzten Fassung sicher. Bilder und Skizzen stellen nicht notwendigerweise den exakten Lieferumfang dar und können jederzeit technischen Änderungen unterliegen. Bitte beachten Sie, dass dieses technische Dokument unter Umständen nicht notwendiger Weise mit den projektspezifischen Anforderungen übereinstimmt.

Arbeitsverfahren, die gegebenenfalls in diesem technischen Dokument aufgezeigt sind, entsprechen sowohl deutschen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen als auch den eigenen internen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen der Senvion SE. Im Rahmen nationaler Gesetze anderer Länder können unter Umständen andere oder darüber hinausgehende Sicherheitsanforderungen gestellt werden.

Es ist unerlässlich, dass sämtliche Sicherheitsmaßnahmen, sowohl projekt- als auch länderspezifischer Art strikt eingehalten werden. Es ist die Pflicht eines Kunden, sich entsprechend zu informieren und diese Maßnahmen umzusetzen und einzuhalten.

Die Anwendbarkeit und Gültigkeit der relevanten gesetzlichen und/oder vertraglichen Bestimmungen, der technischen Richtlinien, DIN-Standards und sonstiger vergleichbarer Vorschriften werden durch den Inhalt des technischen Dokuments bzw. darin enthaltenen Inhalte nichtausgeschlossen. Vielmehr gelten diese Bestimmungen und Vorschriften weiterhin ohne Einschränkung.

Sämtliche in diesem technischen Dokument enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Mitteilung an den Kunden oder Zustimmung durch den Kunden Änderungen unterliegen.

Die Senvion SE übernimmt keinerlei Haftung für Fehler oder Auslassungen in Bezug auf den Inhalt dieses technischen Dokuments. Rechtliche Ansprüche gegenüber der Senvion SE, die auf Schäden durch die Nutzung oder Nichtnutzung der hier vorgelegten Informationen oder auf der Nutzung von fehlerhaften oder unvollständigen Informationen beruhen, sind ausgeschlossen.

Sämtliche in diesem technischen Dokument genannten Marken oder Produktnamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

## Inhalt

<b>Inhalt</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>1 Ziel und Zweck</b>	<b>5</b>
<b>2 Geltungsbereich</b>	<b>5</b>
<b>3 Mitgeltende Dokumente</b>	<b>5</b>
<b>4 Begriffe und Abkürzungen</b>	<b>5</b>
<b>5 Einleitung</b>	<b>6</b>
5.1 Übereinstimmung mit der Maschinenrichtlinie	7
5.2 Hinweis	8
5.3 Statuscodes	8
<b>6 Übersicht Maßnahmen</b>	<b>9</b>
<b>7 Gefährdungskategorien</b>	<b>10</b>
7.1 Besondere Auflagen Baugenehmigung	10
7.2 Verkehrswege innerhalb der Eisabwurffläche	10
7.3 Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche – Eis-Stopp	10
7.4 Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche – Eisbetrieb	10
<b>8 Technische Ausstattung WEA</b>	<b>11</b>
8.1 Windmessung	11
8.2 Eiserkennung	11
8.2.1 Eiserkennung mit Unbeheiztem Schalenkreuzanemometer	11
8.2.2 Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb	11
8.2.3 Eiserkennung durch ein Externes Gerät	11
8.3 Anlagenschutz	12
8.3.1 Schwingungsüberwachung	12
8.3.2 Windgeschwindigkeit und Leistungsdaten	12
<b>9 Reaktion auf Eiserkennung</b>	<b>13</b>
9.1 WEA-Stopp	13
9.2 Eisbetriebsmodus – Nur Anzeige Eiserkennung	13
<b>10 Neustart der WEA nach Vereisung</b>	<b>14</b>
10.1 Neustart nach Meldung „Eisfreiheit“	14
10.2 Automatikstart – nach berechneter Zeit	14
10.3 Automatikstart – nach fester Zeit	14
10.4 Automatikstart – Eisbetrieb	14
<b>11 Betreiberinformationen</b>	<b>15</b>
11.1 Kennzeichen in der Umgebung – Beschilderung	15

11.2	Betriebshandbuch	15
11.3	Schulungsunterlagen und Anleitungen	15
11.4	Formulare	15

## Abbildungsverzeichnis

keine

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Mitgeltende Dokumente	5
Tabelle 2	Begriffe	5
Tabelle 3	Abkürzungen	5
Tabelle 4	3-Stufen-Methode	7

## 1 Ziel und Zweck

In diesem Dokument werden verschiedene Maßnahmen zur Minimierung des Risikos durch Eisansatz für die Senvion Windenergieanlagen der Baureihen MM, 3XM und 6M beschrieben. Je nach Standortbewertung und Auflagen werden Maßnahmen unterschiedlich ausgestaltet.

## 2 Geltungsbereich

Dies ist ein kundentertrauliches Dokument. Die in diesem Dokument beschriebenen Funktionalitäten gelten für Windenergieanlagen mit der Steuerung Senvion Control mit der Softwareversion 5.0 oder höher.

## 3 Mitgeltende Dokumente

	Beschreibung	Dokument Nr.	Vers.
/1/	Eisabwurf und Eisabfall Jährliche WEA - Standortbewertung	SD-0.0-ES.CH.01	*
/2/	Eisabwurf und Eisabfall Meldung der Eisfreiheit	SD-0.0-ES.CH.02	*
/3/	Erkennung von Eisansatz an Rotorblättern von Senvion Windenergieanlagen	DE-OMT-T-8.0.0.1	*
/4/	Ausfüllanleitung für das Dokument „Eisabwurf und Eisabfall Jährliche WEA – Standortbewertung“	GE-OMH-O-03	*

Tabelle 1 Mitgeltende Dokumente

\* jeweils aktuell gültige Version

## 4 Begriffe und Abkürzungen

Begriffe	Erläuterung
MM 5.0	Softwareversion 5.0 der Senvion MM-Baureihe
3XM 5.0	Softwareversion 5.0 der Senvion 3.XM-Baureihe
6M 5.0	Softwareversion 5.0 der Senvion 6M-Baureihe

Tabelle 2 Begriffe

Abkürzung	
WEA	Windenergieanlage
MRL	Maschinenrichtlinie

Tabelle 3 Abkürzungen

## 5 Einleitung

Eisansatz an einer Windenergieanlage (WEA) und insbesondere an den Rotorblättern kann zu einer Gefährdung für die Umgebung (Menschen, Tiere, Verkehr) und auch zu einer Gefährdung der Anlage selbst führen. Bei der Gefährdung durch Eis wird unterschieden zwischen Eisabfall und Eisabwurf.

Der Stillstand einer WEA mit vereisten Rotorblättern kann den Eisabfall zur Folge haben. Auch von einer stehenden oder still gesetzten Anlage geht, wie von jedem anderen Bauwerk auch, eine Gefährdung durch herab fallenden Schnee oder Eis aus.

Der Betrieb einer WEA mit vereisten Rotorblättern kann den Eisabwurf zur Folge haben. Dabei fällt Schnee oder Eis, von den sich drehenden Rotorblättern herab.

Betrachtet man eine Kreisfläche um eine einzelne WEA, die alle möglichen Auftreffpunkte von Eisstücken umschließt, so ist die Kreisfläche, die den Eisabwurf beschreibt, größer als die Kreisfläche für den Eisabfall. Deshalb wird in Kapitel 0 auch nur diese Eisabwurffläche aufgeführt.

## 5.1 Übereinstimmung mit der Maschinenrichtlinie

Die Maschinenrichtlinie<sup>1</sup> (MRL) ist die maßgeblich anzuwendende europäische Richtlinie für Windenergieanlagen. Die Maschinenrichtlinie gibt im Anhang I die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für Konstruktion und Bau von Maschinen an.

Die Anforderung aus Kapitel 1.3.3<sup>2</sup> der MRL ist die für den Eisabfall und Eisabwurf zutreffende Anforderung. Es ist offensichtlich, dass diese Anforderung durch Windenergieanlagen nicht direkt erfüllt werden kann, ohne deren Funktion in Frage zu stellen. Daher ist entsprechend den Grundsätzen in Anhang I der MRL, „Allgemeine Grundsätze“ und Kapitel 1.1.2 der MRL „Grundsätze für die Integration der Sicherheit“ zu verfahren.

In der Übersicht (Tabelle 4) ist die Vorgehensweise gemäß MRL 1.1.2 b)<sup>3</sup>, bzw. nach der 3-Stufen-Methode gemäß dem Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie (Guide)<sup>4</sup> dargestellt.

<b>Maßnahmen gemäß MRL Anhang I 1.1.2 b) und Guide §174</b>	<b>Eisabfall</b>	<b>Eisabwurf</b>
Maßnahmen zur Integration der Sicherheit in die Konstruktion	Zur Zeit gibt es keine zuverlässig wirksame Lösung, welche den Eisansatz und somit das Risiko des Eisabfalls von Windenergieanlagen, speziell von den Rotorblättern verhindert. Das Eisabfallrisiko von Windenergieanlagen ist vergleichbar mit dem von anderen hohen Bauwerken.	Zur Zeit gibt es keine zuverlässig wirksame Lösung, welche den Eisansatz und somit das Risiko des Eisabwurfs von den Rotorblättern verhindert. Das Eisabwurfisiko lässt sich nur durch Stillsetzen/Abschalten der WEA vermeiden. Dies setzt jedoch zeitweise die Funktion der WEA außer Kraft.
Technische Schutzmaßnahmen	Zur Zeit gibt es keine zuverlässig wirksame Lösung, welche den Eisansatz und somit das Risiko des Eisabfalls von Windenergieanlagen, speziell von den Rotorblättern verhindert. Das Eisabfallrisiko von Windenergieanlagen ist vergleichbar mit dem von anderen hohen Bauwerken.	Maßnahmen bei Eisansatz Kapitel 8 „Technische Ausstattung WEA“, Kapitel 9 „Reaktion auf Eiserkennung“, Kapitel 10 „Neustart der WEA nach Vereisung“
Informationen für Benutzer	Maßnahmen bei Eisansatz Kapitel 11 Betreiberinformationen	Maßnahmen bei Eisansatz Kapitel 11 Betreiberinformationen

Tabelle 4 3-Stufen-Methode

<sup>1</sup> RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

<sup>2</sup> RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES ; Anhang I; 1.3.3 „Risiken durch herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände. Es sind Vorkehrungen zu treffen, um das Herabfallen oder das Herausschleudern von Gegenständen zu vermeiden, von denen ein Risiko ausgehen kann“

<sup>3</sup> RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES ; Anhang I; 1.1.2 b)

<sup>4</sup> Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG 2. Auflage – Juni 2010; §174

## 5.2 Hinweis

Die hier beschriebenen Maßnahmen bei Eisansatz führen nicht zu einer Übernahme der Verkehrssicherungspflichten des Betreibers und entbinden den Betreiber nicht von seiner Sorgfaltspflicht in Bezug auf geeignete Maßnahmen zur Absperrung der WEA und des WEA-Standortes. Für die Einhaltung von standortspezifischen Behördenauflagen ist alleine der Betreiber der WEA verantwortlich. Pflichten und Haftung von Senvion ergeben sich ausschließlich aus dem in Bezug auf die jeweilige Windenergieanlage abgeschlossenen Vertrag. Die beschriebenen technischen Maßnahmen führen nicht zu einer Enteisung der WEA. Die WEA wird bei Eiserkennung angehalten (sofern dieses standortspezifisch gefordert ist), d.h. der Rotor "trudelt" bei einer niedrigen Drehzahl. Es kann auch bei stehender WEA und beim Trudeln zu Eisabfall kommen. Sofern in diesem Dokument von einem WEA-Stopp bei Eiserkennung die Rede ist, ist das oben genannte „Trudeln“ des Rotors gemeint.

## 5.3 Statuscodes

Ereignisse, die den normalen Produktionsbetrieb der WEA beeinträchtigen und eine Störungs- oder eine Warnungsmeldung auslösen, werden über das Leit- und Visualisierungssystem in Form eines sog. Statuscodes in der Steuerung jeder WEA und der Fernleitwarte für den Windpark angezeigt und aufgezeichnet.

## 6 Übersicht Maßnahmen

Die Begriffe dieser Übersicht werden in den folgenden Unterkapiteln näher erläutert.

Gefährdungskategorie				
Besondere Auflagen Baugenehmigung siehe Kapitel 7.1	Objekte z.B. Verkehrswege befinden sich innerhalb der Eisabwurffläche siehe Kapitel 7.2	Objekte z.B. Verkehrswege befinden sich außerhalb der Eisabwurffläche siehe Kapitel 7.3	Objekte z.B. Verkehrswege befinden sich außerhalb der Eisabwurffläche. Eisbetrieb ist durch zuständige Behörde ausdrücklich erlaubt siehe Kapitel 7.4	
Risikoklasse <sup>5</sup> II	Risikoklasse <sup>5</sup> II	Risikoklasse <sup>5</sup> I	Risikoklasse <sup>5</sup> I	
<b>Technische Ausstattung WEA siehe Kapitel 8</b>				
●	●	●	●	Windmessung beheizt
●	●	●	●	Eiserkennung
●	●	●	●	Anlagenschutz
<b>Reaktion auf Eiserkennung siehe Kapitel 9</b>				
●	●	●		WEA-Stopp
			●	Eisbetriebs- modus <sup>6</sup>
<b>Neustart der WEA nach Vereisung siehe Kapitel 10</b>				
●	●			Neustart nach Meldung „Eisfreiheit“
	●	●	●	Automatikstart
<b>Betreiberinformationen siehe Kapitel 11</b>				
●	●	●	●	Betreiber- informationen <sup>5</sup>

<sup>5</sup> Risikoklassen und Beschilderungen nach SD-0.0-ES.CH.01-\* "Jährliche WEA-Standortbewertung"

<sup>6</sup> Der Eisbetriebsmodus ist nicht für alle Senvion WEA-Varianten verfügbar. Für nähere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihre zuständige Senvion Kontaktperson

## 7 Gefährdungskategorien

Sind die Rotorblätter an einer WEA im Betrieb vereist, so können Bruchstücke von Eis in die nähere Umgebung geschleudert werden. Für diesen Eisabwurf kann eine Eisabwurffläche um jede einzelne Windenergieanlage herum ermittelt werden. Der Radius der Eisabwurffläche wird so groß gewählt, dass außerhalb der Eisabwurffläche eine vernachlässigbare niedrige Wahrscheinlichkeit des Auftreffens von Eisfragmenten besteht. Es werden vier Gefährdungskategorien definiert, die sich aus einer vom Betreiber jährlich durchgeführten Standortbewertung<sup>7</sup> ergeben.

### 7.1 Besondere Auflagen Baugenehmigung

Aufgrund besonderer Auflagen aus der Baugenehmigung mit einer besonderen Gefährdungssituation muss die WEA immer mit einem Eiserkennungssystem ausgestattet sein, dass die WEA bei Eiserkennung stoppt. Auch der Neustart der WEA kann über die Auflagen der Baugenehmigung geregelt sein. Die größtmögliche Sicherheit wird erreicht, wenn der Neustart der WEA nur nach der Meldung der Eisfreiheit vor Ort zulässig ist. Die Meldung der Eisfreiheit als auch der Anlagenneustart erfolgt dann mit einem festgelegten Verfahren.

### 7.2 Verkehrswege innerhalb der Eisabwurffläche

Verkehrswege oder andere Bebauungsobjekte liegen innerhalb der Eisabwurffläche. Die WEA wird bei Eiserkennung gestoppt. Der Neustart der WEA erfolgt automatisch, wenn keine Vereisungsbedingungen mehr vorliegen und ein Eisansatz an den Rotorblättern aufgrund der Umgebungsbedingungen, insbesondere der Umgebungstemperatur, unwahrscheinlich ist. Mit der Meldung der Eisfreiheit, welche mit einem festgelegten Verfahren geregelt wird, kann ein Neustart auch vorgezogen werden.

### 7.3 Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche – Eis-Stopp

Verkehrswege oder andere Bebauungsobjekte liegen außerhalb der Eisabwurffläche. Die WEA wird bei Eiserkennung gestoppt. Wenn keine Vereisungsbedingungen mehr vorliegen, erfolgt der Neustart der WEA automatisch nach einer festgelegten Verzögerungszeit.

### 7.4 Verkehrswege außerhalb der Eisabwurffläche – Eisbetrieb

Verkehrswege oder andere Bebauungsobjekte liegen außerhalb der Eisabwurffläche. Die zuständige Behörde hat in ihrer Genehmigung dem Betrieb der WEA unter Vereisungsbedingungen zugestimmt. Mit Gewährleistung des Anlagenschutzes wird die WEA auch mit vereisten Rotorblättern betrieben.

---

<sup>7</sup> Gemäß Dokument: SD-0.0-ES.CH.01-\* "Jährliche WEA-Standortbewertung"

## 8 Technische Ausstattung WEA

### 8.1 Windmessung

Die Windgeschwindigkeit und Windrichtung wird mit Hilfe eines Ultraschallwindmessers auf dem Gondeldach gemessen. Dieser Windmesser ist beheizt und erfasst die zuvor genannten Größen auch unter Vereisungsbedingungen. Mit diesen Messwerten wird die WEA bei der Startwindgeschwindigkeit angefahren, bei Sturm gestoppt und dem Wind nachgeführt.

### 8.2 Eiserkennung

Die Erkennung von Eis erfolgt mit einem zusätzlichen unbeheizten Schalenkreuzanemometer. Mit dem Eisansatz auf der Gondel wird auf einen möglichen Eisansatz auf den Rotorblättern geschlossen. Optional kann ein Eisdetektor als zusätzliches Gerät ausgewertet werden. Beide Geräte erkennen auch eine Vereisung beim Stillstand der WEA, z.B. nach einem Netzausfall oder bei Wartungsarbeiten.

Darüber hinaus steht eine weitere Methode zur Eiserkennung zur Verfügung, die mit Hilfe von aktuellen Messwerten im Produktionsbetrieb eine Vereisung der Rotorblätter erkennt.

#### 8.2.1 Eiserkennung mit Unbeheiztem Schalenkreuzanemometer

Unter Vereisungsbedingungen lagert sich Raureif, Klareis, Nassschnee oder Eisregen auf den Schalen bzw. dem Schaft des Anemometers an. Dieser Eisansatz führt zu einer Verlangsamung der Rotation oder auch zum Stillstand des Schalenkreuzes. Durch Vergleich dieses Messwertes mit dem Messwert des Windmessers zur Windmessung und Berücksichtigung der Umgebungstemperatur, die dabei um oder unterhalb des Gefrierpunktes liegen muss, kann auf Eisansatz auf der Gondel geschlossen werden. Die Umgebungstemperatur wird mit Hilfe eines Pt100-Sensors außerhalb der Gondel in Nabenhöhe gemessen.

*Statuscode: Vereisung (Anemometer)*

#### 8.2.2 Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb<sup>8</sup>

Mit der Auswertung aktueller Betriebsmesswerte wie der Rotordrehzahl, der Windgeschwindigkeit, dem Blattverstellwinkel und spezifischen Rotorkennwerten wird im Produktionsbetrieb für den gesamten Arbeitsbereich (Teil- und Vollast) eine theoretische Leistung ermittelt. Lagert sich im Betrieb der WEA Eis auf den Rotorblättern an, führt dies zu einer Abnahme des aerodynamischen Wirkungsgrades und damit zu einer Abnahme der gemessenen elektrischen Leistung. Durch den Vergleich der Ist-Leistung mit der theoretischen Leistung kann Eisansatz während des Produktionsbetriebes der WEA erkannt werden.

*Statuscode: Vereisung (Abw. el. Leistung)*

#### 8.2.3 Eiserkennung durch ein Externes Gerät

Die Anlagensteuerung ist so vorbereitet, dass auch ein externes Gerät zur Eiserkennung (Eisdetektor) angeschlossen werden kann. Dieses Gerät kann auch als zusätzlicher Eiserkenner in den Anlagenbetrieb der WEA eingebunden werden.

---

<sup>8</sup> Die Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb ist nicht für alle Senvion WEA-Varianten verfügbar. Für nähere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihre zuständige Senvion Kontaktperson

### 8.3 Anlagenschutz

Unabhängig von der Eiserkennung wird die WEA durch Überwachung einer Reihe von weiteren Messwerten (Schwingung des Triebstranges, Schwingung des Turmes, elektrische Leistung) vor möglichen Schäden durch Eisansatz geschützt. Diese Überwachung bringt die WEA in einen sicheren Zustand (Anlagenstopp).

#### 8.3.1 Schwingungsüberwachung

Bei zusätzlichen Rotorblattlasten durch Vereisung können unzulässige Turm- oder Triebstrangschwingungen auftreten, die vom Steuerungssystem der WEA erkannt werden. Dazu wird mit Beschleunigungssensoren in der Gondel zweiachsig die Turmschwingung und an der Stütze des Getriebes die Triebstrangschwingung erfasst. Die Überschreitung von spezifischen Grenzwerten führt zum Stopp der Anlage.

*Statuscode: Turmschwingung Y Level 1*  
*Statuscode: Turmschwingung X Level 1*  
*Statuscode: Grenzwert 1 Schwingung Z*

#### 8.3.2 Windgeschwindigkeit und Leistungsdaten

Neben der Eiserkennung aus Messwerten im Produktionsbetrieb, beschrieben in Kapitel 8.2.2, werden die Messwerte der elektrischen Leistung auch noch mit einem einfacheren Vergleich auf Plausibilität überprüft. Liegt die produzierte Leistung ab einer für Anlagenlasten relevanten Windgeschwindigkeit außerhalb eines hinterlegten Leistungswertes wird die WEA gestoppt.

*Statuscode: Wind<Leistung*  
*Statuscode: Wind>Leistung*  
*Statuscode: Extreme Vereisung (Wind>Leistung)*

Dabei bedeutet "Wind < Leistung", dass der Messwert der elektrischen Leistung nicht zur Windgeschwindigkeit passt. Die Windgeschwindigkeit zum Leistungswert ist zu niedrig. Ursache kann eine fehlerhafte Windmessung oder aber eine Überleistung im elektrischen Triebstrang sein. Bei "Wind > Leistung" fällt die Windgeschwindigkeit zum Leistungswert zu hoch aus. Ursache kann ein schlechter Rotorwirkungsgrad, hervorgerufen durch Vereisung, Verschmutzung oder Strukturdefekten des Rotorblattes sein.

Wird die Windenergieanlage gemäß Kapitel 7.4 auch mit Eisansatz betrieben, ersetzt der Statuscode „Extreme Vereisung (Wind>Leistung)“ bei Vereisungsbedingungen den Statuscode „Wind > Leistung“. Dabei wird das stark geänderte aerodynamische Verhalten des Rotors bei Eisanhaftung auf der Oberfläche des Rotors berücksichtigt. Angepasste, in der Steuerung hinterlegte Leistungswerte ermöglichen weiterhin den Anlagenschutz.

## 9 Reaktion auf Eiserkennung

### 9.1 WEA-Stopp

Um Eisabwurf zu verhindern, wird die WEA bei Erkennung einer Vereisung gestoppt. Der Anlagenstopp muss nicht erfolgen, wenn die Gefährdungskategorie 7.4 ermittelt wird.

### 9.2 Eisbetriebsmodus – Nur Anzeige Eiserkennung

Bei der Gefährdungskategorie 7.4 kann die Anlage auch mit Eisansatz betrieben werden. Wird durch einen der unter Kapitel 8.2 beschriebenen Eiskenner eine Vereisungssituation detektiert, schaltet die WEA in einen für den Eisbetrieb optimierten Zustand, den Eisbetriebsmodus. Der Eisbetrieb wird so lange aufrecht erhalten bis eine der unter 8.3 beschriebenen Maßnahmen zum Anlagenschutz zum Stopp der WEA führt.

Auch für diesen Anlagenbetrieb wird ein Eiserkennungssystem zur automatisierten Bewertung anderer Systemmeldungen benötigt. Die Informationen zum Status Vereisung wird in der Anlagensteuerung und der Fernleitwarte protokolliert.

## 10 Neustart der WEA nach Vereisung

### 10.1 Neustart nach Meldung „Eisfreiheit“

Liegt der Status Vereisung, der mit einem der Eiserkennungssysteme ermittelt wurde, nicht mehr an, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Teile des Rotors immer noch mit Eis behaftet sind. Alternativ zum Automatikstart kann mit einer Vor-Ort-Sichtung<sup>9</sup> der manuelle Wiederanlauf der WEA aktiviert werden. Die Meldung der Eisfreiheit als auch der Anlagenneustart erfolgt mit einem festgelegten Verfahren. Dieses Verfahren gilt für WEA, welche zur Gefährdungskategorie 7.1 zählen.

### 10.2 Automatikstart – nach berechneter Zeit

Liegt der Status Vereisung, der mit einem der Eiserkennungssysteme ermittelt wurde, nicht mehr vor, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Teile des Rotors immer noch mit Eis behaftet sind. In diesem Fall ermittelt das Steuerungssystem für WEA, welche zur Gefährdungskategorie 7.2 gehören, eine Wartezeit. Diese Wartezeit wird mit Hilfe von aktuellen meteorologischen Messwerten (Windgeschwindigkeit und Umgebungstemperatur) bestimmt. Nach Ablauf der Wartezeit fährt die Windenergieanlage bei einer Windgeschwindigkeit oberhalb der Einschaltwindgeschwindigkeit selbständig wieder an.

### 10.3 Automatikstart – nach fester Zeit

Für Anlagen, welchen zur Gefährdungskategorie 7.3 zählen, erfolgt der Neustart der WEA automatisch nach einer festgelegten Verzögerungszeit. Jedoch erst, wenn der Status Vereisung, der mit einem der Eiserkennungssysteme ermittelt wurde, nicht mehr anliegt.

### 10.4 Automatikstart – Eisbetrieb

WEA, welche zur Gefährdungskategorie 7.4 zählen und bei Vereisung weiterbetrieben werden, können auch aus Gründen des Anlagenschutzes gestoppt werden. In diesem Fall erfolgt der automatische Neustart der WEA nach einer festgelegten Verzögerungszeit, auch wenn der Status Vereisung, der mit einem der Eiserkennungssysteme ermittelt wurde, noch anliegt.

---

<sup>9</sup> Meldung der Eisfreiheit nach SD-0.0-ES.CH.02-\*

## 11 Betreiberinformationen

### 11.1 Kennzeichen in der Umgebung – Beschilderung

Die Wege, die direkt zu den Windenergieanlagen (Eingang Turmfuß) führen und für Wartungs- und Servicearbeiten genutzt werden, werden immer mit einem Verbotsschild gesperrt. Objekte (z.B. Verkehrswege) innerhalb der Eisabwurffläche werden mit Warnschildern gekennzeichnet. Können Verkehrswege aufgrund der Nutzungs- und Eigentumsverhältnisse saisonal (mit einem Verbotsschild) gesperrt werden, so kann die Risikoklasse I erzielt werden. Ist diese Sperrung nicht möglich (nur Warnschilder), so ergibt sich die Risikoklasse II.

Die gesamte Beschilderung ist vom Kunden in eigener Verantwortung aufzustellen.

### 11.2 Betriebshandbuch

Das Betriebshandbuch enthält Hinweise zum sicheren Verhalten bei Eisansatz.

### 11.3 Schulungsunterlagen und Anleitungen

Senvion stellt dem Kunden Schulungsunterlagen zur Verfügung. Damit soll eine korrekte Durchführung der Standortbewertung, die richtige Einschätzung von Vereisungsverhältnissen sowie das sichere Annähern an die WEA unter Vereisungsbedingungen gewährleistet werden.

- Ausfüllanleitung für das Formular “Eisabwurf und Eisabfall – Jährliche WEA-Standortbewertung“ /4/
- Erkennung von Eisansatz an Rotorblättern von Senvion Windenergieanlagen  
Diese Schulungsunterlage beinhaltet folgendes:
  - Eisansatz-Problematik
  - Statuscodes bei Eisansatz
  - Erkennen von Eisansatz /3/
  - Dokumentierung und Neustart der WEA
  - Lernerfolgskontrolle

### 11.4 Formulare

- Eisabwurf und Eisabfall Jährliche WEA-Standortbewertung /1/  
Formular zur Festlegung der Gefährdungskategorie je WEA.
- Eisabwurf und Eisabwurf Meldung der Eisfreiheit /2/  
Formular zur Dokumentation der visuellen Inspektion auf Eisfreiheit.