

# Eiserkennungs-systeme

## Siemens Gamesa 5.X

Dokumenten-ID / Revision	Status	Datum (yyyy-mm-dd)	Sprache
D2353080/005	Freigegeben	2022-05-31	DE

Original oder Übersetzung von
Übersetzung von D2097468

Dateiname
D2353080_005-SGRE ON Siemens Gamesa 5.X Eiserkennungs-system

Änderungsübersicht (Revision / Änderungsbeschreibung)	
001	Erste Version. Übersetzung der englischen Version.
002	Erste Version. Ersatz für D2097468. Vorläufig entfällt. Blattbasierte Eiserkennung ist durch "erweiterte Eiserkennung" ersetzt worden.
003	Option blattbasierte Eiserkennung hinzugefügt.
004	Neue Revision. Dokument komplett überarbeitet.
005	Neues Dokumentenformat. Keine technischen Änderungen.

### Haftungsausschluss und Verwendungsbeschränkung

Soweit gesetzlich zulässig, übernehmen die Siemens Gamesa Renewable Energy A/S sowie sonstige verbundene Unternehmen der Siemens Gamesa Gruppe, einschließlich der Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. und deren Tochterunternehmen, (nachfolgend „SGRE“) keinerlei Gewährleistung, weder ausdrücklich noch implizit, im Hinblick auf die Verwendung bzw. Verwendungstauglichkeit dieses Dokuments oder von Teilen hiervon für andere Zwecke als dem bestimmungsmäßigen Gebrauch. In keinem Fall haftet SGRE für Schäden, einschließlich aller direkten, indirekten oder Folgeschäden, die sich aus dem Gebrauch bzw. der Gebrauchsuntauglichkeit dieses Dokuments sowie allen Begleitmaterials oder der in diesem Dokument enthaltenen oder hiervon abgeleiteten Angaben oder Informationen ergeben. Soweit dieses Dokument oder andere Begleitmaterialien Bestandteile eines Vertrages mit SGRE werden, richtet sich die Haftung von SGRE nach den Bestimmungen dieses Vertrages. Dieses Dokument wurde vor seiner Veröffentlichung einer umfassenden technischen Überprüfung unterzogen. Ferner überprüft SGRE das Dokument in regelmäßigen Abständen, wobei sachdienliche Anpassungen in nachfolgenden Auflagen aufgenommen werden. Dieses Dokument ist und verbleibt geistiges Eigentum von SGRE. SGRE behält sich das Recht vor, das Dokument auch ohne vorherige Anzeige von Zeit zu Zeit anzupassen.

**D2353080/005 – Eingeschränkt verwendbar / Restricted**

## Inhalt

1. Allgemein .....	3
2. Eiserkennungssysteme.....	4
2.1. Leistungskurvenvergleich (Low Power Detection Curve - LPDC).....	4
2.2. Erkennung „kein Wiederanfahren“ .....	4
2.3. Optionale externe Sensoren.....	5
2.4. Externe Sensor-Typen.....	5
2.4.1. Gondelbasierter Eiserkennungssensor (optional) .....	5
2.4.2. Blattbasierte Eiserkennung (optional) .....	5
2.5. Optionen und Protokollierung im SCADA-System .....	6
3. Strategie "Betrieb mit Eis" .....	7
3.1. Strategie "Betrieb mit Eis": Stoppen der WEA .....	7
3.2. Strategie "Betrieb mit Eis": Adaptiver Betrieb.....	7

# 1. Allgemein

Das System zur Eiserkennung und zum Betrieb mit Eis von Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) bietet Funktionen, die den Bereich des Betriebs bei Eisbedingungen erweitert. Die wichtigsten konfigurierbaren Optionen bestimmen, ob maximale Produktion oder maximale Sicherheit erforderlich ist.

Die folgenden Eiserkennungssysteme können verwendet werden:

- Leistungskurvenvergleich (**Low Power Detection Curve - LPDC**)
- Erkennung „kein Wiederanfahren“
- **Optional:** Externe Sensoren, gondel- oder blattbasiert.

Sobald Eis durch eins der ausgewählten Systeme erkannt wurde, wird die Reaktion der Windenergieanlage (WEA) auf Eiserkennung durch die *Strategie "Betrieb mit Eis"* ausgewählt, bei der die folgenden Optionen zur Verfügung stehen:

- Stoppen der WEA, entweder in Erwartung eines automatischen oder manuellen Zurücksetzens
- Stoppen der WEA, kombiniert mit einer Gondeldrehung auf eine vordefinierte Azimuthposition
- Adaptiver Betrieb, fortgesetzter Betrieb mit Optimierung der Leistung (diese Lösung wird für Deutschland nicht berücksichtigt)

Abbildung 1 zeigt eine Visualisierung der verfügbaren Optionen und wie sie miteinander verbunden sind.

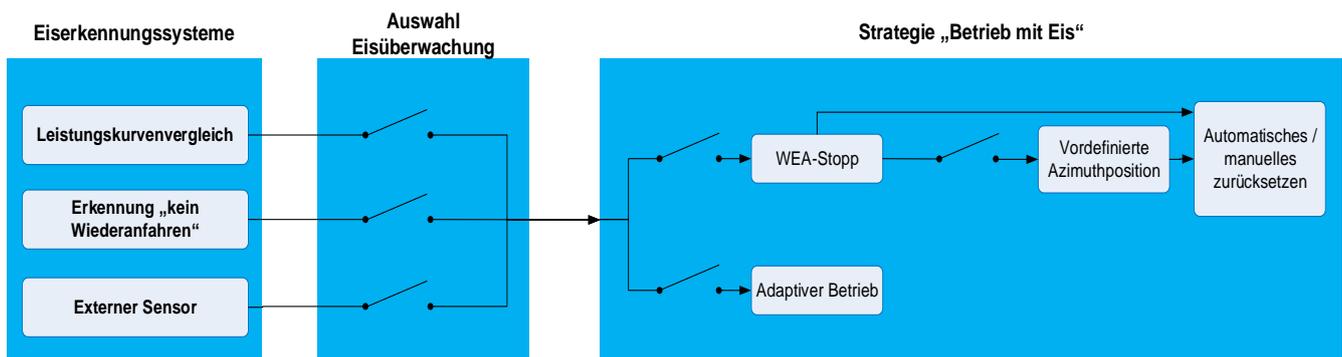


Abbildung 1: Schnittstelle zur Eiserkennung und Strategie „Betrieb mit Eis“ für einzelne WEA



Der adaptive Betrieb, der als Strategie für den Betrieb mit Eis verwendet werden kann, erfordert die Verwendung des Leistungskurvenvergleichs und der Erkennung "kein Wiederanfahren" und ist daher nicht mit dem externen Sensor kompatibel. Der adaptive Betrieb wird aus Sicherheitsgründen für Deutschland nicht berücksichtigt.

Eisansatz an Rotorblättern stellt ein potenzielles Risiko für Objekte und Personen in der Umgebung dar. Die Eiserkennung und das System „Betrieb bei Eis“ wird nicht davor schützen, dass es zu Eisabfall von den Windenergieanlagen kommen kann. Das System optimiert entweder die Leistungsabgabe trotz Eisansatz (nicht für den deutschen Markt möglich) oder stoppt die WEA um den Betrieb bei Eisansatz zu verhindern.

Es liegt in der alleinigen Verantwortung des Anlagenbetreibers/-besitzers, dass die Öffentlichkeit vor Eisabwurf von den Windenergieanlagen geschützt ist. Der Betreiber/Besitzer muss zu jeder Zeit sicherstellen, dass der Betrieb der WEA jeglichen anwendbaren Beschränkungen folgt, ungeachtet ob die Beschränkung Bestandteil einer Genehmigung ist, sich aus der Gesetzgebung ableitet oder irgendwo sonst zum Tragen kommt.

SGRE übernimmt keinerlei Verantwortung für irgendeine Verletzung von Auflagen.

## 2. Eiserkennungssysteme

### 2.1. Leistungskurvenvergleich (Low Power Detection Curve - LPDC)

Die Funktionalität „Leistungskurvenvergleich“ (LPDC) ist ein integraler Bestandteil der WEA-Steuerung und benötigt somit keine weiteren Sensoren.

Wenn die WEA bei kaltem Wetter (Umgebungstemperatur  $< 5\text{ °C}$  – konfigurierbar) in Betrieb ist und die Leistungsabgabe aufgrund von Eisbildung an den Rotorblättern nachlässt, wird dies über LPDC erkannt.

Dazu wird die tatsächliche Leistung mit der in Abbildung 2 dargestellten nominellen Leistungskurve verglichen. Die LPDC basiert auf einem Prozentsatz der nominellen Leistungskurve mit einem Mindestabstand zur nominellen Leistungskurve.

Wenn die Produktion unter die in Abbildung 2 gezeigte Kurve "Eiserkennungsleistungskurve" (blau) fällt, wird die ausgewählte Strategie „Betrieb mit Eis“ aktiviert.

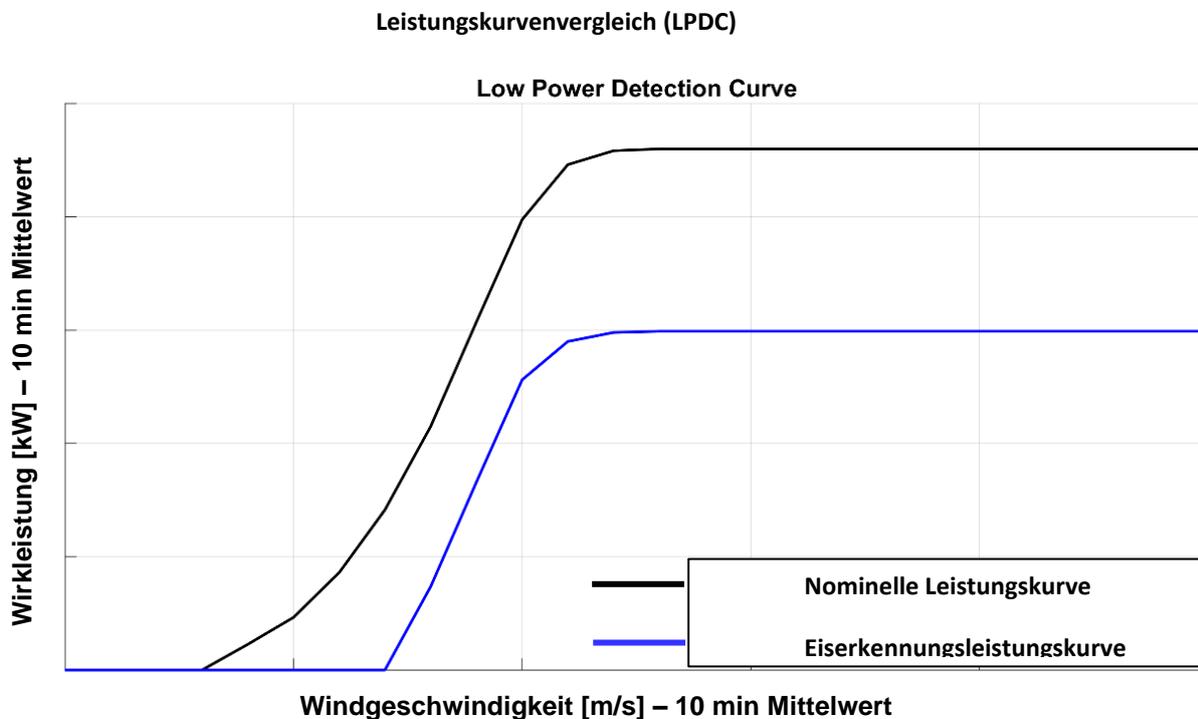


Abbildung 2: Visualisierung des Leistungskurvenvergleichs zur Eiserkennung

### 2.2. Erkennung „kein Wiederanfahren“

Die Erkennung „kein Wiederanfahren“ ist ein integraler Bestandteil der WEA-Steuerung, so dass keine zusätzlichen Sensoren erforderlich sind.

Die Erkennung „kein Wiederanfahren“ ist eine Eiserkennungsmethode, die anzeigt, wenn genug Wind für die WEA vorhanden ist, um Strom zu produzieren, aber die WEA nicht in der Lage ist, sich einzuschalten, sich mit dem Netz zu verbinden und für eine gewisse Zeit Strom zu produzieren, weil sich bei kaltem Wetter Eisansatz an den Rotorblättern gebildet hat.

Wenn Betrieb mit Eis: Adaptiver Betrieb wird als Eiserkennungsstrategie gewählt und die Turbine schaltet sich ein und verbindet sich mit dem Netz auf einem den Bedingungen angepassten Stromerzeugungsniveau. Siehe weiter unten in Kapitel "Betrieb mit Eisstrategie: Adaptiver Betrieb".

## 2.3. Optionale externe Sensoren

Externe Sensoren sind ein optionales Zusatzsystem, das verwendet werden kann, um eine Reaktion direkt vom Sensor an der WEA zu erzeugen. Meistens meldet der Sensor Daten an das SCADA-System, das die WEA am Standort im Hinblick auf das Stoppen steuert. Der Sensor ist für die Installation auf WEA in Gebieten vorgesehen, in denen die Gefahr besteht, dass sich Eis auf der Gondel oder den Rotorblättern bildet und die Sicherheit von Personen oder die Gesetzgebung ein sofortiges Anhalten der WEA erfordern, wenn Eis erkannt wird. Im Vergleich zu den Optionen LPDC und Erkennung „kein Wiederanfahren“ sind die externen Sensoren so konzipiert, dass sie erkennen, wenn die Leistung beeinträchtigt wird, wenn bereits Eis auf der WEA vorhanden ist.

Externe Sensoren sind nur mit den folgenden beiden Strategien "Betrieb mit Eis" kompatibel:

- Stoppen der WEA
- Stoppen der WEA, kombiniert mit einer Gondeldrehung auf eine vordefinierte Azimuthposition

Der externe Sensor kommuniziert mit dem SCADA-System. In der Regel sind nur einige externe Sensoren an einem bestimmten Standort installiert, und das SCADA-System kann so konfiguriert werden, dass es den gesamten Standort oder Cluster oder einzelne WEA stoppt, wenn dies als notwendig erachtet wird.

Es gibt zwei verschiedene Arten, wie der externe Sensor verwendet wird:

- Der externe Sensor ist als WEA-Eiserkennungsquelle (Abbildung 1) für einzelne WEA ausgewählt, wodurch die einzelne WEA selbst auf den Sensor reagieren kann. Zusätzlich kann auch das SCADA-System auf das Signal reagieren und weitere WEA am Standort stoppen.
- Der externe Sensor ist nicht als Eiserkennungsquelle für die WEA ausgewählt (Abbildung 1), so dass die einzelne WEA selbst nicht auf den externen Sensor reagiert, aber das SCADA-System kann immer noch auf das Signal reagieren und die jeweiligen WEA am Standort stoppen.

## 2.4. Externe Sensor-Typen

### 2.4.1. Gondelbasierter Eiserkennungssensor (optional)

Beim gondelbasierten Eiserkennungssensor handelt es sich um ein optionales System, das für WEA an Standorten dient, an denen es zu Eisbildung an den Rotorblättern kommen kann. Der Zweck des Eiserkennungssensor besteht darin, der WEA-Steuerung Informationen zum potenziellen Risiko einer Eisbildung an den Rotorblättern zur Verfügung zu stellen.

Der Eiserkennungssensor kann sowohl Vereisung durch Raueis als auch durch gefrierenden Niederschlag (Klareis) erkennen.

In Abhängigkeit von den Anforderungen vor Ort kann durch den Eisalarm ein Stoppen der WEA ausgelöst werden.

Das eingesetzte System kann mit einem Zertifikat einer akkreditierten Zertifizierungsstelle geliefert werden.

### 2.4.2. Blattbasierte Eiserkennung (optional)

Eine zusätzliche Option ist die Installation eines blattbasierten Eiserkennungssystems. Das System ist mit Beschleunigungssensoren an jedem Rotorblatt sowie einer zentralen Überwachungseinheit ausgestattet. Die Eisdetektion erfolgt durch Analyse der Eigenfrequenzen der Rotorblätter in Bezug auf die Eisansammlung. Daher

muss das System vor der Inbetriebnahme kalibriert werden (variierend, und bis zu 3 Monate, abhängig von den Bedingungen und der Konfiguration der WEA).

Die Eiserkennung ist im Stillstand und während des Betriebs möglich. Eine Mindestwindgeschwindigkeit von 2 m/s ist erforderlich. Es ist keine Mindestumdrehung pro Minute (U/min) notwendig.

Das eingesetzte System kann mit einem Zertifikat einer akkreditierten Zertifizierungsstellen geliefert werden.

## 2.5. Optionen und Protokollierung im SCADA-System

Im Folgenden sind mögliche Optionen im SCADA-System aufgelistet, wie die Einbindung eines externen Sensors auf Standortebene zu konfigurieren ist (unabhängig von der individuellen WEA-Schnittstelle):

- Voreinstellung definierter Eisbedingungen auf Grundlage von Eisparametern
- An- und Ausschalten des automatischen Stopps der WEA
- An- und Ausschalten des automatischen Wiederanfahrens der WEA
- Gruppierung der WEA für automatischen Stopp und automatisches Wiederanfahren. SGRE empfiehlt für solche Fälle WEA mit Eissensoren mit WEA ohne Eissensoren zusammen zuschalten.

Eisparameter werden in der SCADA-Schnittstelle eingestellt. In Abhängigkeit von den Anforderungen können die Eisparameter verändert werden, so dass neue Eisbedingungen in der SCADA-Schnittstelle konfiguriert werden können. Nachfolgend ist eine Liste der Parameter:

- **Verzögerung beim Wiederanfahren nach Vereisung:** WEA, die aufgrund von Vereisung angehalten wurden, werden erst wieder in Betrieb genommen, wenn keine neue Vereisung innerhalb dieser Verzögerungszeit [s] auftritt. Die Verzögerungszeit wird vom Anwender konfiguriert.
- **Verzögerung beim Anhalten durch Vereisung:** WEA werden erst angehalten, wenn Eis über diese Verzögerungszeit [s] hinaus detektiert wird. Die Verzögerungszeit wird vom Anwender konfiguriert.
- **Zeitraum der Umgebungstemperatur:** Zeitraum [s] in dem die Eisumgebungstemperatur oberhalb eines vordefinierten Wertes liegen muss, damit die WEA wieder in Betrieb genommen wird, nachdem sie wegen Vereisung angehalten wurde.
  - Bspw. oberhalb von 5° C für 600 Sekunden
- **Grenzwert der Umgebungstemperatur:** Dieser Parameter definiert die Temperatur, die überschritten werden muss, um WEA, die aufgrund von Eiserkennung gestoppt wurden, wieder zu starten.
  - Bspw. oberhalb von 5° C für 600 Sekunden
- **Eiskontrollstartzeit und Eiskontrollendzeit:** Die konfigurierten WEA werden aufgrund von Eiserkennung angehalten, wenn die Vereisungszeit innerhalb der definierten Zeitspanne von Eiskontrollstartzeit und -endzeit. Wenn die aktuelle Zeit außerhalb des angegebenen Bereichs von Eiskontrollstartzeit und -endzeit liegt, wird die WEA wieder angefahren.

Die Alarme werden im „Alarmprotokoll“ der SCADA-Oberfläche dargestellt.

**History, Alarm Log,**

Max Records: 150 From Date: 21-02-2012 To Date: Group: Turbine Station: (All) Secondary Faults: 0

Alarms: Active Only  Display Events  Filtername: Save Filter Delete Filter Include Alarms from Service

Alarms: (Filter :Brake) (Filter :Converter Alarms) (Filter :Environment) (Filter :Gear)

Selected: [Empty Box] Load data Import

Include  Exclude

From Time	To Time	Duration	Group	Station	Code	Description	Parameter	User	Comment
28-02-2012 - 08:54:04	28-02-2012 - 09:20:00	00:25:56	Turbine	T01	8215	Ice has been detected			Add

Abbildung 3: Darstellung von Alarmen im Zusammenhang mit dem Eiserkennungssystem im SCADA-System

### 3. Strategie "Betrieb mit Eis"

#### 3.1. Strategie "Betrieb mit Eis": Stoppen der WEA

Das Stoppen der WEA wird häufig in Szenarien verwendet, in denen es nicht sicher ist, die WEA während der Vereisung weiterlaufen zu lassen, z. B. wenn potenziell Wildtiere, Menschen oder Geräte beschädigt/verletzt werden können. Nur wenn ein externer Sensor verwendet wird, kann dieser Ansatz als sicher angesehen werden, da die externen Sensoren an der Gondel oder den Rotorblättern montiert sind und erkennen, wenn sich Eis bildet, und nicht auf der Grundlage der Produktion, wie es die Funktionen *Leistungskurvenvergleich* und *Erkennung „kein Wiederanfahren“* tun.

Die *Strategie "Betrieb mit Eis": Stoppen der WEA* sorgt dafür, dass die WEA angehalten wird, wenn Eis erkannt wird. Der Stopp kann mit der Option einer vordefinierten Azimuthposition kombiniert werden.

Unabhängig davon, wie die *Strategie "Betrieb mit Eis": Stoppen der WEA* konfiguriert ist, kann festgelegt werden, ob die WEA automatisch oder manuell zurückgesetzt werden muss. Für das automatische Zurücksetzen gibt es folgende Optionen:

- Zurücksetzen einer gestoppten WEA nach X Stunden
- Zurücksetzen einer gestoppten WEA und drehen auf die vordefinierte Azimuthposition nach X Stunden

Ein manuelles Zurücksetzen ist unter folgenden Bedingungen erforderlich:

- Zurücksetzen einer gestoppten WEA durch einen Eiserkennungsalarm, welche sich in einer fest definierten Position befindet aufgrund von Sicherheitsvorkehrungen
- Zurücksetzen einer gestoppten WEA durch einen Eiserkennungsalarm

#### 3.2. Strategie "Betrieb mit Eis": Adaptiver Betrieb

Da diese Strategie in Deutschland nicht zum Einsatz kommt, wird auf eine weitere Beschreibung verzichtet.

Für weitere Informationen steht Ihnen Ihr SGRE-Partner gerne zur Verfügung.