

Eingeschränkte Weitergabe  
Dokumentennr.: 0068-6577 V08  
11.02.2022

# Allgemeine Beschreibung Vestas Anti-Icing System (VAS)



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Referenzen .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Abkürzungen und Akronyme .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Allgemeine Beschreibung .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Betrieb des Vestas Anti-Icing Systems .....</b>	<b>7</b>
4.1	Aktivierung des VAS .....	7
4.2	Betriebsablauf .....	9
<b>5</b>	<b>Leistung des Vestas Anti-Icing Systems.....</b>	<b>10</b>
5.1	Bauweise des Heizsystems des Vestas Anti-Icing Systems .....	10
5.2	Klimatische Betriebsbedingungen des Vestas Anti-Icing Systems .....	11
5.3	Überwachung mit VestasOnline® SCADA (System zur Prozesssteuerung und Datenerfassung) .....	13
<b>6</b>	<b>Genehmigungen und Auslegungskriterien .....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse .....</b>	<b>15</b>

## 1 Referenzen

Ref.	Dokumenttitel	DMS
1	VAS-Leistungsspezifikationen	0068-6910

## 2 Abkürzungen und Akronyme

Abkürzung oder Akronym	Definition
DCN	Prozesssteuerungsmodul
ETH	Electro-thermal Heating (Elektro-thermische Heizung)
LWC	Liquid water content (Flüssigwassergehalt)
Mk	Kennzeichnung (Baureihe der Windenergieanlage)
Entf.	Entfällt
Nr.	Nummer
PCID	Power Curve Ice Detection (auf Leistungskurve basierende Eiserkennung)
Ref.	Referenzen
RTM	Rotating Transfer Module (Drehdurchführungsmodul)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (System zur Prozesssteuerung und Datenerfassung)
VAS	Vestas Anti-Icing System
WEA	Windenergieanlage
VID	Vestas Eisdetektor



Vestas Anti-Icing System (VAS)

VAS	Vestas Anti-Icing System
-----	--------------------------



### 3 Allgemeine Beschreibung

Das Vestas Anti-Icing-System™ (VAS) ist ein vollständig integriertes Windenergieanlagensystem, das entwickelt wurde, um die Eisbildung auf den Blättern von Windenergieanlagen zu verhindern und Eis aktiv zu entfernen. Das VAS beheizt gezielt bestimmte Bereiche des Rotorblatts, um Eisansatz zu verhindern und Eis zu entfernen, wenn das System aktiviert ist. Dadurch wird die Beeinträchtigung der aerodynamischen Leistung des Rotorblatts und die daraus resultierende reduzierte Energieerzeugung durch die Windenergieanlage (WEA) verringert.

Das Vestas Anti-Icing System™ ist für die folgenden Modelle erhältlich:

- V150-4.0/4.2 MW™
- V150-5.6/6.0 MW™
- V162-5.6/6.0/6.2 MW™
- V162-6.5/6.8/7.2 MW™

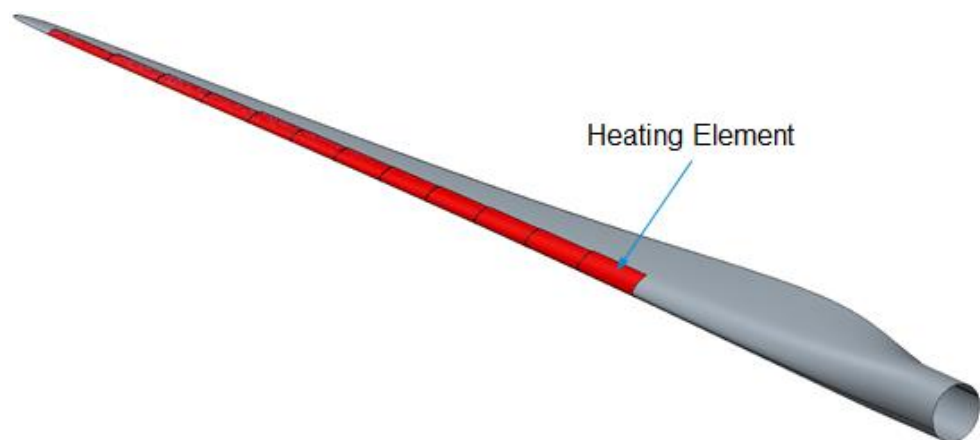
Das VAS besteht aus:

- Einer Vielzahl an elektro-thermischen Heizelementen (ETH), die in bestimmten Bereichen des Rotorblatts im Laminat der Außenhaut des Blattes eingebettet sind (siehe Abbildung 1).
- Die Steuerung der Heizelemente erfolgt über die Anlagensteuerung der WEA. Diese erkennt die Heizelemente und schaltet sie in Abhängigkeit vom Ausmaß der Vereisungsbedingungen mit unterschiedlicher Stärke ein.
- Das Steuerungsverfahren bietet die Möglichkeit, bei Bedarf die Heizbereiche effizient einzuschalten.
- Das VAS wird auf Basis einer festgestellten Verschlechterung der Anlagenleistung (Abfall der Leistungskurve) und Umgebungsfaktoren (z. B. kalten Temperaturen) automatisch aktiviert. In diesem Fall wird ein Signal an die Anlage gesendet, um das Heizsystem zu aktivieren. Für bestimmte betriebliche Anforderungen ist eine manuelle Aktivierung vorgesehen.
- Das System läuft, während die WEA in Betrieb ist und während sich die Rotorblätter im sogenannten Vereisungsschutzmodus drehen, oder wenn sich die Windenergieanlage nicht verbinden und nicht in den Produktionsstatus eintreten kann. Unter diesen Umständen wird die WEA angehalten, und der Heizvorgang erfolgt bei stillstehendem Rotor im sogenannten Enteisungsmodus.
- Die benötigte Energie wird von der Windenergieanlage durch ein Energieübertragungssystem zwischen Maschinenhaus und Nabe bereitgestellt, das die Heizelemente bei sich drehendem oder stillstehendem Rotor mit Energie versorgt.
- Die Steuerung und Überwachung des VAS ist vollständig in die Steuerung der Windenergieanlage integriert.

- Die Sicherheitsüberwachungsfunktionen laufen parallel im Dauerbetrieb um sicherzustellen, dass das VAS sicher arbeitet und das System vor einer Überhitzung schützt. Diese Funktionen überwachen die kritischen Parameter des Vereisungsschutzes, z. B. die Leistung und die Umgebungsbedingungen um die Anlage herum, wie beispielsweise die Umgebungstemperatur.

Abbildung 2 bietet einen schematischen Überblick über die Integration des VAS in Windenergieanlagen

Die spezifischen Betriebs- und Leistungsdaten für die jeweilige Windenergieanlage und Produktvariante werden in den Leistungsspezifikationen der verschiedenen Varianten detailliert aufgeführt.



**Abbildung 1.** Schematische Darstellung des Blatts mit den gezielt erhitzten Blattbereichen

Vestas Anti-Icing System (VAS)

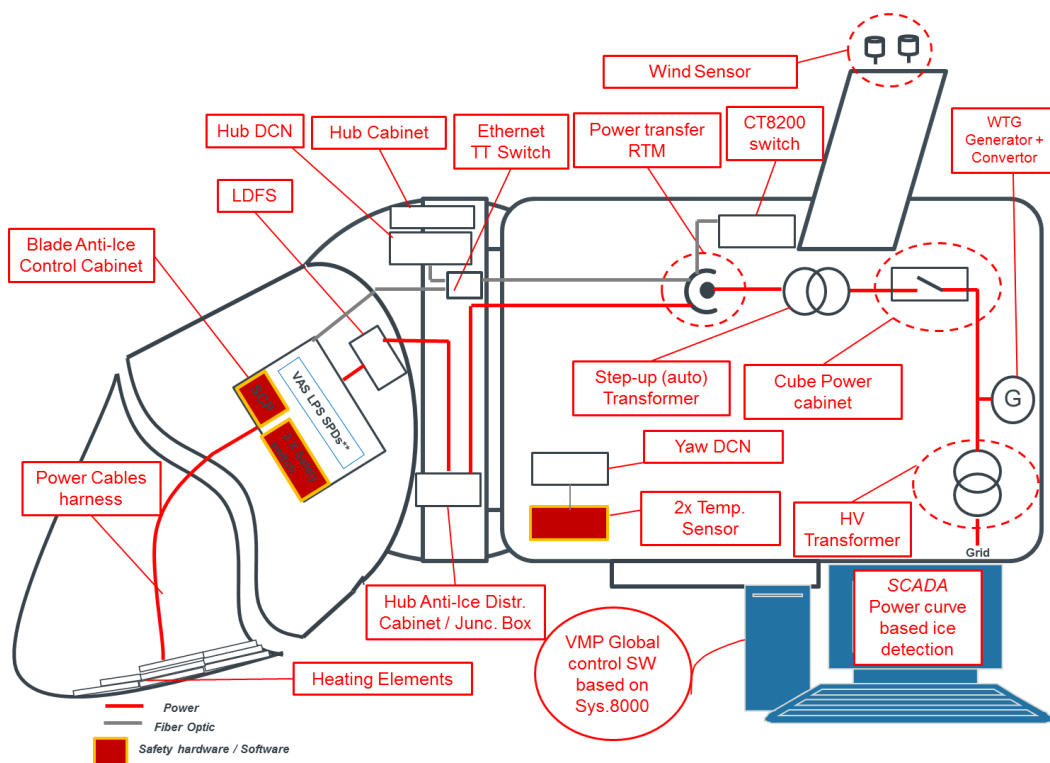


Abbildung 2. Schematische Darstellung der Integration des VAS in Windenergieanlagen.

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0068-6577 VER 08

T05 0068-6577 Ver 08 - Approved- Exported from DMS: 2022-05-02 by INVOL

## 4 Betrieb des Vestas Anti-Icing Systems

### 4.1 Aktivierung des VAS

Das VAS ist so ausgelegt, dass es automatisch ausgelöst wird, sobald auf der Windenergieanlage Eis erkannt wird. Dies kann mithilfe verschiedener Auslösemethoden erreicht werden, z. B. durch die auf der Leistungskurve basierende Eiserkennung (Power Curve Ice Detection, PCID), durch das Vestas-Eiserkennungssystem (Vestas Ice Detection, VID) oder durch ein von der Windenergieanlage ausgesendetes Rotor-Effizienzsignal. Es ist auch eine zusätzliche Ausführung mit manueller Aktivierung durch den Bediener verfügbar. Wenn das Vestas-Eiserkennungssystem (VID), an der Windenergieanlage eingestellt ist, reagiert das VAS auf ein Signal und passt den jeweiligen Betriebsmodus korrekt an, um die örtlichen gesetzlichen Bestimmungen einzuhalten, z. B. Anhalten des Rotors und Durchführen eines Enteisungszyklus, um das Eis vom Rotor zu entfernen.

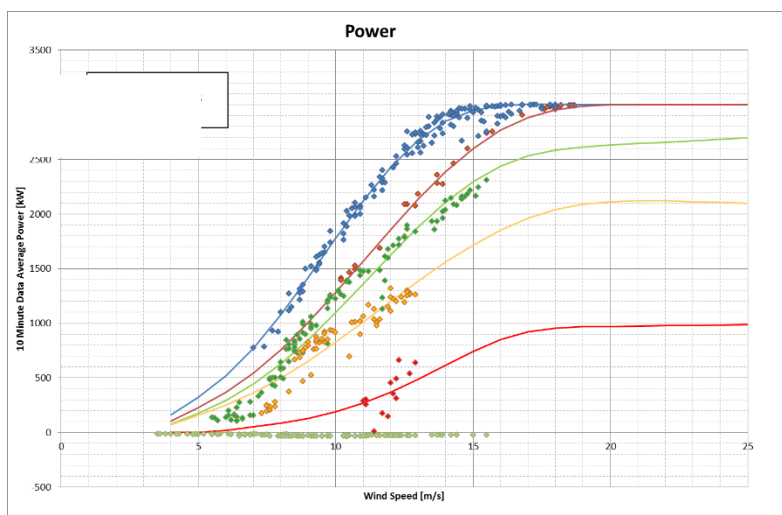
Der Software-Algorithmus PCID ist standardmäßig der Auslöser für das VAS. Er ist in das VestasOnline®-System zur Prozesssteuerung und Datenerfassung (SCADA) integriert. Dieses vergleicht die aktuelle Leistung der WEA mit einer nominalen, von Vestas übermittelten Referenz-Leistungskurve, mit den Umgebungsbedingungen (d. h. Temperatur und Windgeschwindigkeit) sowie mit allgemeinen Statusinformationen aus der WEA. Die Referenzkurve ist so konfiguriert, dass sie der individuellen Leistung der Windenergieanlage entspricht und beruht auf Daten aus eisfreien Zeiträumen.

Wird ein Abfall der WEA-Leistung im Vergleich zur Referenz-Leistungskurve festgestellt, wird ein Aktivierungsbefehl an die WEA gesendet. Diese Funktion kann sowohl aktiviert als auch deaktiviert werden. Wenn die Funktion deaktiviert ist, kann das Auslösesignal manuell aktiviert und vom SCADA an die WEA gesendet werden.

Abbildung 3 zeigt eine typische Referenzleistungskurve (blaue Linie) für einen bestimmten Windgeschwindigkeitsbereich. Die bunten Punkte stellen einen Datenpunkt für eine 10-minütige Zeiteinteilung der Energieerzeugung dar. Ein Vergleich der Datenpunkte mit der Referenzleistungskurve für eine gegebene Windgeschwindigkeit ermittelt die Leistungskurvenkennzahl (PCR, Power Curve Ratio). Je stärker die Energieerzeugung vom Referenzwert nach unten abweicht, desto niedriger ist die PCR. In dieser Abbildung ist eine verschlechterte Leistungskurve durch die nicht in Blau eingefärbten Punkte dargestellt. Die grünen Punkte zeigen beispielsweise eine Verringerung der Leistungskurve um 27 % (0,73 PCR) bei 15 m/s.



Vestas Anti-Icing System (VAS)



**Abbildung 3.** Diagramm, das eine Standardleistungskurve (blau) im Vergleich zu durch Eis beeinflussten Leistungskurven während einer Vereisung zeigt. Basierend auf einer V90 3MW-Anlage an einem Standort mit starkem Eisverlust in Schweden.

Die PCID kann nur dann automatisch ein VAS aktivieren, wenn die Bedingungen in Tabelle 1 (in Nabenhöhe gemessen, basierend auf 10-Minuten-Durchschnittswerten) erfüllt sind:

Tabelle 1 – Umgebungsbedingungen für die Aktivierung des Heizsystems

Betrieb	Modus	Bedingungen	Maximum	Minimum
Auslösen des Anti-Vereisungsmodus	Normalbetrieb	Umgebungstemperatur	+2 °C	-20 °C
		Windgeschwindigkeit	22,5 m/s (normal)*	6 m/s
	Niedrigdrehzahlmodus	Umgebungstemperatur	+2 °C	-20 °C
		Windgeschwindigkeit	6 m/s	Einschaltwindgeschwindigkeit*
Auslösen des Enteisungsmodus	Stillstand	Umgebungstemperatur	+2 °C	-20 °C
		Windgeschwindigkeit	13 m/s <sup>†</sup>	ENTF.

\* Ist vom Windenergieanlagentyp abhängig, z. B. V150 oder V162

<sup>†</sup> Dies wird durch die mechanische Bremsgrenze definiert

Niedrigdrehzahlmodus: Der VAS-Wirkungsgrad wird durch niedrige Rotordrehzahlen beeinträchtigt, die das zulässige Heizniveau einschränken.

Die Grenzwerte für die Aktivierung des Vereisungsschutzsystems sind in Tabelle 2.



*Tabelle 2 - VAS-Auslöseschwellenwerte PCID*

Windgeschwindigkeit	VAS-Auslöseschwellenwert
4-5 m/s	65 %
5-6 m/s	75 %
6-7 m/s	80 %
7 + m/s	85 %

Wenn die Windenergieanlage aufgrund von Eis auf dem Rotor nicht in den Produktionszustand eintritt, stoppt das VAS den Rotor in der Y-Stellung und wird in einen Stationär- oder Enteisungsmodus versetzt. Die Rotorblätter werden dann auf Heizstufen erwärmt, die unter den Heizstufen des Rotationsmodus liegen. Die Heizung wird für einen festgelegten Zeitraum von 30 Minuten aktiviert, und nach diesem Zeitraum wird der Rotor wieder für den Produktionsbetrieb freigegeben.

## 4.2 Betriebsablauf

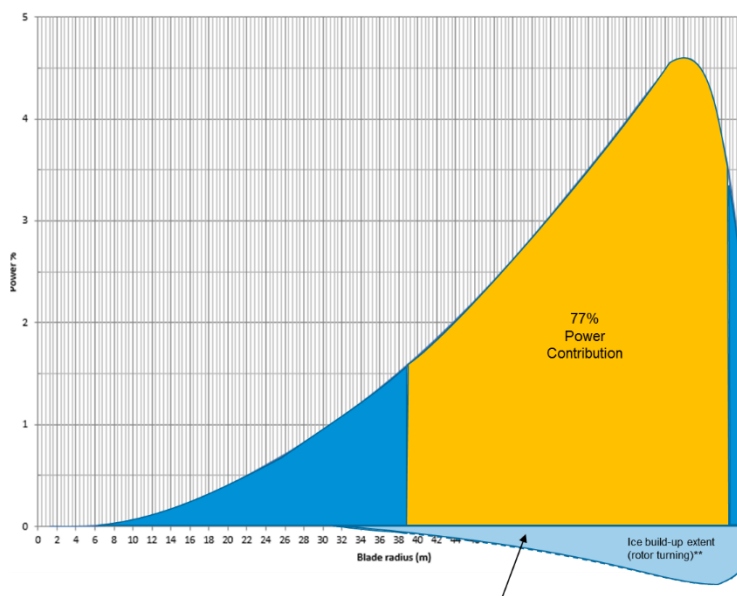
Das VAS wird aktiviert, wenn die WEA einen durch Vereisung verursachten Auslöser quittiert. Während des Betriebs wird das Eis-Auslösesystem überwacht, beispielsweise werden das Leistungskurvenverhältnis (PCR) und das System deaktiviert, wenn keine Eisbildung mehr gemessen wird. Der Auslöser fordert die Windenergieanlage auf, die maximale Heizstufe zu aktivieren. Die Windenergieanlage bestimmt die richtige Heizstufe, die aufgrund der aktuellen Umgebungsbedingungen (z. B. Umgebungstemperatur und Rotordrehzahl) aktiviert werden muss, um vorhandenes Eis effizient zu entfernen. Die ausgewählte Heizstufe bestimmt die Leistungsverteilung und die Dauer der Aktivität eines Heizelements.

## 5 Leistung des Vestas Anti-Icing Systems

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie das VAS seine Leistung erbringt. Es wird erläutert, wie das Heizsystem arbeitet und wie es die aerodynamische Leistung des Rotorblatts beeinflusst.

### 5.1 Bauweise des Heizsystems des Vestas Anti-Icing Systems

Der aerodynamische Leistungsbeitrag eines WEA-Blattes variiert entlang der Blattlänge (Spannweite). Zur Veranschaulichung ist der aerodynamische Leistungsbeitrag für jeden Radius entlang der Länge eines VAS-Blatts in **Abbildung 4** dargestellt. In der Abbildung sind auch die Teile des Blatts hervorgehoben, an denen eine Eisansammlung vorherrscht. Das VAS ist so konzipiert, dass es die maximale Leistungsbeitragsfläche und den Vereisungsbereich so effizient wie möglich erfasst. Ein ideales System müsste die gesamte Blattfläche abdecken. Dies ist jedoch aus Kosten-, Gewichts- (das Blatt, auf dem die VAS montiert ist, hat eine maximale Gewichtsgrenze, deren Überschreitung zur Verringerung der Lebensdauer der Anlagen von 20 Jahren beiträgt) und Energiegesichtspunkten nicht sinnvoll (das System muss eine positive Energiebilanz für die Eisentfernung aufweisen). In diesem Beispiel ist der Bereich des Blatts, der das Vereisungsschutzsystem enthält, auch in der Abbildung dargestellt und zeigt, dass 77 % des gesamten aerodynamischen Leistungsbeitragsbereichs über ein aktives Vereisungsschutzsystem verfügen.



\*\*Figurative distribution only

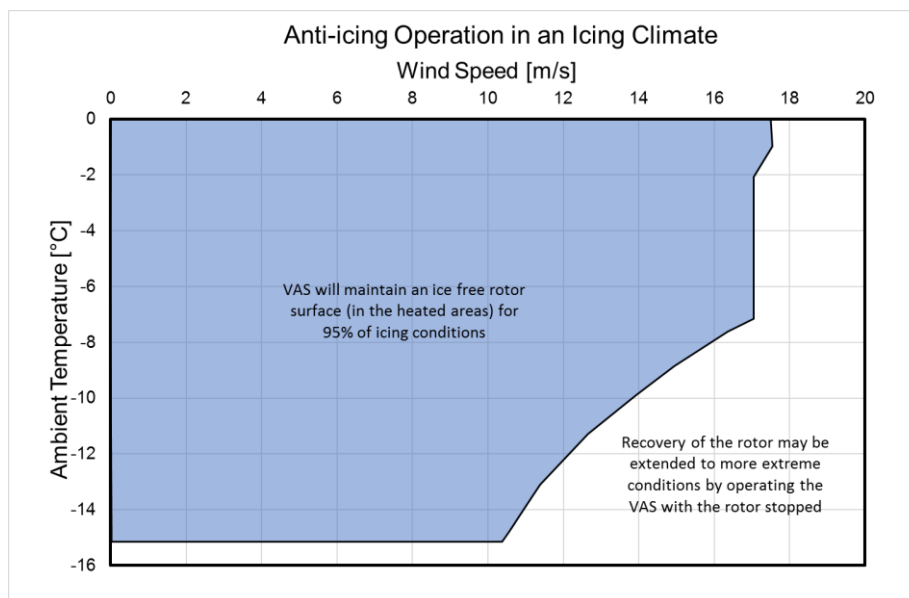
**Abbildung 4** Beispielhafte Darstellung der Eisbildung, aerodynamischer Beitrag und Vereisungsschutzfläche eines VAS-Blattes. Die VAS-Varianten haben etwas unterschiedliche Bereiche.

Das VAS ist so ausgelegt, dass es die Blattoberfläche stark genug erwärmt, um die Eisbildung auf der Oberfläche zu verhindern bzw. um Eis zu entfernen, das sich bereits dort gebildet hat (d. h. es wird eine Oberflächentemperatur von 0 bis 10 °C angestrebt). Die Energie, die erforderlich wäre, um eine vergleichbare Erwärmung für die gesamte Blattoberfläche zu erzielen, und dies bei einer WEA in

laufendem Betrieb und unter Berücksichtigung aller Vereisungsereignisse unter härtesten Vereisungsbedingungen, wäre dementsprechend unangemessen hoch (in einer Größenordnung von  $> 300$  kW). Aus diesen Gründen besteht das VAS aus vielen Heizelementen, wodurch das VAS flexibel und leistungsfähig ist, Redundanz bietet und dadurch die Verfügbarkeit verbessert.

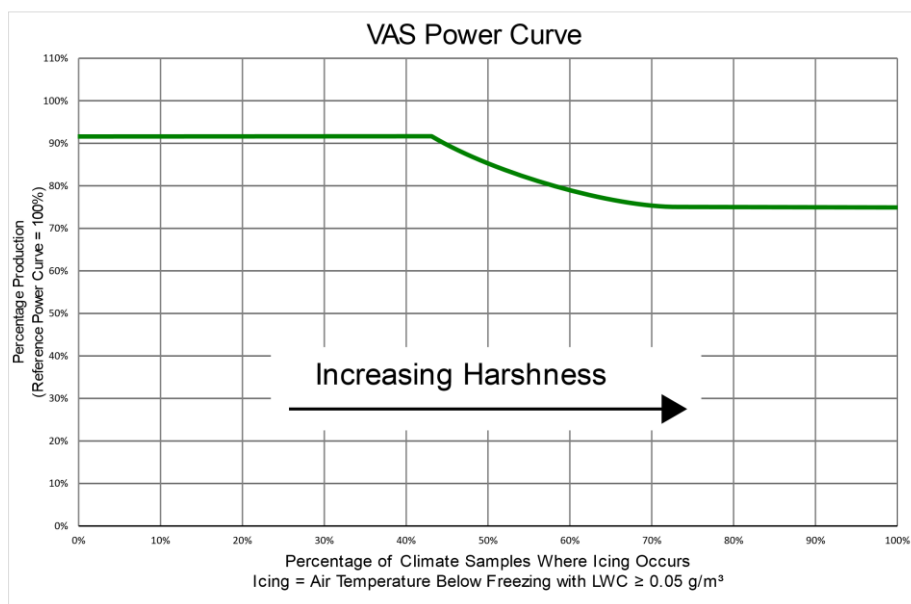
## 5.2 Klimatische Betriebsbedingungen des Vestas Anti-Icing Systems

Die meteorologische Intensität eines Vereisungsereignisses ergibt sich aus einem Zusammenspiel aus Umgebungstemperatur, Windgeschwindigkeit und Flüssigwassergehalt (LWC). Das VAS heizt das Blatt und liefert Leistung in Abhängigkeit von Temperatur, Windgeschwindigkeit und Flüssigwassergehalt. Zur Veranschaulichung der Leistungsfähigkeit des Systems zeigt **Abbildung 5** die Grenze der Systemleistung für 95 % aller Vereisungsbedingungen an einem repräsentativen Standort mit starkem Eisverlust in nordischen Ländern gegen Windgeschwindigkeit und Umgebungstemperaturen für Flüssigwassergehalte zwischen 0 und  $0,65$  g/m<sup>3</sup>.



**Abbildung 5.** Beispiel Klimatische Abhängigkeit der VAS-Leistungsgrenze für 95 % aller Vereisungsbedingungen an einem Standort mit starkem Eisverlust in nordischen Ländern.

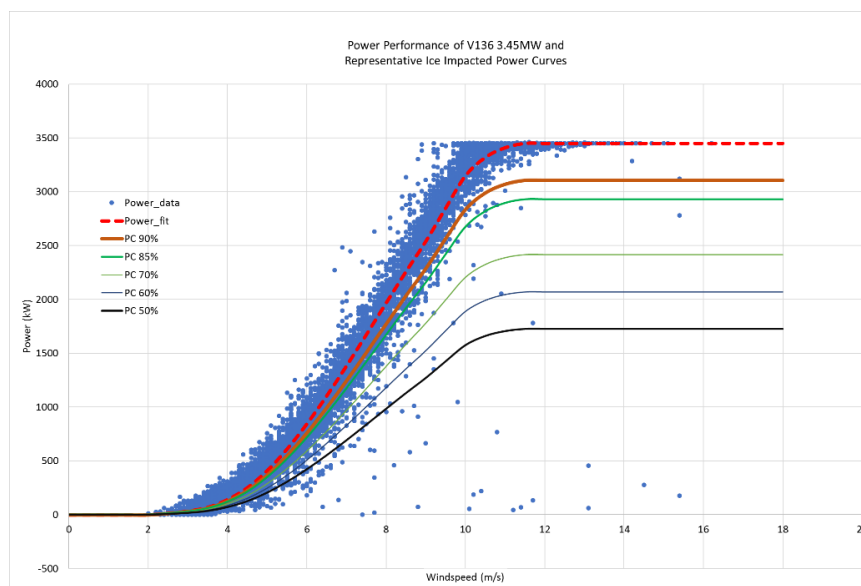
Es zeigt sich, dass ein weiterer Leistungsvorteil möglich ist, wenn eine Strategie angewendet wird, bei der der Rotor während des Heizzyklus gestoppt wird, um die Auswirkungen der erzwungenen Luftkonvektion über der Blattoberfläche aufzuheben.



**Abbildung 6.** Beispiel VAS-Stromrückgewinnung in Prozent aller Vereisungsstunden an einer repräsentativen schweren Vereisungsstelle (> 8 % Vereisungsverlust bei der jährlichen Energieproduktion).

Abbildung 6 zeigt die erwartete Leistungsrückgewinnung durch Aktivierung des Vereisungsschutzsystems für einen Rotor mit Eisansatz [wie in IEC61400-1 Ausgabe 4, Anhang L, Absatz L.1 definiert]. Es ist zu beachten, dass der Leistungsrückgewinnungsvorteil durch die Aktivierung der Vereisungsschutzvorrichtung je nach Windenergieanlagentyp, Standort, Umweltbedingungen und meteorologischer Vereisungsdauer variiert.

Die insgesamt zurückgewonnene Systemleistung kann hervorgehoben werden, indem man den Abfall der Leistungskurve eines nicht beheizten Rotorblatts mit einem beheizten Rotorblatt vergleicht. Abbildung 7 veranschaulicht den Vorteil der Leistungskurve durch das VAS mittels Vergleich eines Rotors ohne Eis (Power\_data und Power\_fit) mit dem eines durch Eis beeinträchtigten Rotors (Leistungsaufnahme 85 % - 50 %). Das VAS strebt eine Wiederherstellung der Leistungskurve von 90 % und mehr an (Leistungsaufnahme 90 %). Der Leistungsunterschied zwischen einer WEA mit VAS (90 %) und einer durch Eis beeinträchtigten Anlage (z. B. 50 %) ist offensichtlich.



**Abbildung 7.** Vergleich einer von Eis beeinflussten Leistungskurve (Leistungsaufnahme 85 %–50 %) und einer zurückgewonnenen Leistungskurve (Leistungsaufnahme 90 %) mit einer nominalen Leistungskurve (Power\_fit) einer V136 3.45 MW.

Spezifische Details zu den Optionen der Produktvarianten für das VAS sind in der Leistungsbeschreibung enthalten [1].

### 5.3 Überwachung mit VestasOnline® SCADA (System zur Prozesssteuerung und Datenerfassung)

Die Überwachung des VAS-Betriebs kann über VestasOnline® SCADA vorgenommen werden. Dabei werden jeweils die folgenden Angaben mitgeteilt:

- Aktivierung (Befehle aus SCADA)
  - **Fordern Sie VAS an, um die maximale Heizstufe nutzen zu können**  
(Hinweis: Dieser Befehl wird wiederholt, um die Verbindung zwischen dem SCADA-Server und der WEA zu überwachen.)
  - **VAS stoppen**
- Heizstufen (Überwachung durch SCADA)
  - WEA bestätigt die Aktivierung durch Senden der angeforderten Heizstufe
  - Von WEA ausgewählte Heizstufe (nach Prüfung der Anlagensteuerung)
  - Von WEA berechnete maximale Heizstufe für einen feststehenden Rotor
  - Von WEA berechnete maximale Heizstufe für einen sich drehenden Rotor
- VAS-Status

- Energiestatus (z. B. für VAS verfügbare Energie)
- Aktivierungsstatus (z. B. ein oder aus)
- Energieverbrauch
- Steuerungsstatus (z. B. Positionierung des Rotors für das stationäre Heizen)
- Fehlerzustand (z. B. aktives Heizzeitlimit)
- Zeitgeber für das stationäre Heizen (d. h. verbleibende Zeit zum Start eines Enteisungszyklus)
- Rotorpositionierungsstatus (z. B. Rotorpositionierung abgeschlossen)
- Azimutposition des Rotors

## 6 Genehmigungen und Auslegungskriterien

Die Genehmigung des VAS wird über den Erhalt einer Konformitätsbescheinigung bestätigt, in der die Übereinstimmung mit den standardmäßigen Windenergieanlagen-Zertifizierungen bescheinigt wird, wie in der jeweiligen allgemeinen Spezifikation der Windenergieanlage festgelegt.

Derzeit verfügt das VAS über die folgenden Genehmigungen:

- Übereinstimmungserklärung, Konformitätserklärung zum Vestas-Vereisungsschutzsystem für die Mk3E-Windenergieanlagenvariante V150 4.0/4.2MW (baumustergeprüft in IECRE.WE.TC.19.0075-R5), DNVGL-LTR-03169-1-20200723
- Übereinstimmungserklärung, Konformitätserklärung zum Vestas-Vereisungsschutzsystem für die Windenergieanlagenvariante EnVentus V150 (baumustergeprüft in ECRE.WE.CS.19.0028-R2), DNVGL- LTR-07389-00-20210625
- Übereinstimmungserklärung, Konformitätserklärung zum Vestas-Vereisungsschutzsystem für die Windenergieanlagenvariante EnVentus V162 (baumustergeprüft in ECRE.WE.CS.20.0046-R1), DNVGL-LTR-07389-1-20210625

## 7 Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse

- © 2017 Vestas Wind Systems A/S. Dieses Dokument wurde von Vestas Wind Systems A/S und/oder einer der Tochtergesellschaften des Unternehmens (Vestas) erstellt und enthält urheberrechtlich geschütztes Material, Markenzeichen und andere geschützte Informationen. Alle Rechte vorbehalten. Das Dokument darf ohne vorherige schriftliche Erlaubnis durch Vestas Wind Systems A/S weder als Ganzes noch in Teilen reproduziert oder in irgendeiner Weise oder Form – sei es grafisch, elektronisch oder mechanisch, einschließlich Fotokopien, Bandaufzeichnungen oder mittels Datenspeicherungs- und Datenzugriffssystemen – vervielfältigt werden. Die Nutzung dieses Dokuments über den ausdrücklich von Vestas Wind Systems A/S gestatteten Umfang hinaus ist untersagt. Marken-, Urheberrechts- oder sonstige Vermerke im Dokument dürfen nicht geändert oder entfernt werden.
- Die im vorliegenden Dokument beschriebene allgemeine Spezifikation gilt für die derzeitigen Versionen des VAS. Neuere Versionen des VAS, die ggf. zukünftig hergestellt werden, können von der vorliegenden allgemeinen Spezifikation abweichen. Falls Vestas dem Empfänger eine neuere Version des VAS liefert, wird das Unternehmen dem Empfänger eine aktualisierte allgemeine Spezifikation für die neuere Version bereitstellen.
- Das vorliegende Dokument – die allgemeine Spezifikation – stellt kein Verkaufsangebot dar und enthält keinerlei ausdrückliche oder stillschweigende Gewährleistungen, Garantien, Versprechen, Verpflichtungen, Erklärungen und/oder Zusicherungen von Vestas in Bezug auf die Auswirkungen des VAS auf die Leistungskurve oder das Verfahren zur Verifizierung der Leistungskurve. Solche werden hiermit ausdrücklich von Vestas abgelehnt, es sei denn, es liegt eine ausdrückliche schriftliche Zusicherung von Vestas gegenüber dem Empfänger vor.
- Bilder und Illustrationen im vorliegenden Dokument können von der tatsächlichen Ausführung/Bauweise abweichen.
- Die Windenergieanlage muss an das Stromnetz angeschlossen und eingeschaltet sein, damit das VAS betrieben werden kann.
- Für alle angegebenen Start/Stopp-Parameter (z. B. Windgeschwindigkeiten und Temperaturen) ist eine Hysterese-Steuerung vorhanden. Dadurch kann es in bestimmten Grenzsituationen dazu kommen, dass die Windenergieanlage angehalten wird, obwohl unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen die angegebenen Betriebsparametergrenzwerte nicht überschritten worden sind.
- Das VAS wurde entwickelt, um Produktionsverluste zu minimieren und ist nicht speziell dafür ausgelegt bzw. wird nicht speziell dafür eingesetzt, das Risiko von Eiswurf, Eisabfall und/oder Eissturz zu verringern. Sollte der Empfänger das System für solche Zwecke benutzen oder sich diesbezüglich darauf verlassen, tut er dies auf eigene Gefahr. Das Risiko von Eisabwurf, Eisabfall und/oder Eissturz, das durch den Betrieb der Windenergieanlage und den Betrieb des VAS erzeugt wird, liegt in der alleinigen Verantwortung des Auftraggebers.
- Die tatsächlichen Klima- und Standortbedingungen weisen viele Variablen auf und sind bei der Beurteilung der Leistung des VAS zu berücksichtigen. Die



Auslegungs- und Betriebsparameter im entsprechenden zugehörigen Anhang stellen keine Garantien, Gewährleistungen oder Zusicherungen bezüglich der Leistung des VAS an tatsächlichen Standorten dar.