

Restricted
Dokumentennr.: 0050-0973 V02
2017-07-07

Allgemeine Spezifikation Vestas Enteisierungssystem (Vestas De-icing System, VDS)

V117-3.45/3.6 MW

V117-3.3/3.45 MW

50/60 Hz Onshore

Inhaltsverzeichnis

1	Haftungsausschluss	3
2	Abkürzungen und Fachbegriffe	4
3	Referenzdokumente	4
4	Allgemeine Beschreibung	4
5	Mechanische Konstruktion	5
5.1	V117-De-icing-Blätter.....	5
5.2	Beheizte Bereiche.....	5
5.3	Hot Air Installation (Heißluftsystem – HAI)	5
6	Elektrisches System	5
6.1	Spannungsversorgung.....	5
6.1.1	WEA-Konfiguration Mk2.....	5
6.1.2	WEA-Konfiguration Mk3.....	6
6.2	VDS-Leistungsspezifikationen	6
6.2.1	WEA-Konfiguration Mk2.....	6
6.2.2	WEA-Konfiguration Mk3.....	6
6.3	Leistungsübertragung in die Nabe	7
6.3.1	WEA-Konfiguration Mk2.....	7
6.3.2	WEA-Konfiguration Mk3.....	7
6.4	Unterbrechung der Stromversorgung.....	7
6.4.1	WEA-Konfiguration Mk2.....	7
6.4.2	WEA-Konfiguration Mk3.....	7
7	Schutzsysteme der Windenergieanlage	7
7.1	Kurzschlusschutz	7
7.2	Blitzschutz von Blättern, Maschinenhaus, Blattnabe und Turm	7
7.3	EMV-System.....	7
8	Typenprüfungen	7
9	Betriebsstrategie, Betriebsbereich und Leistungsmerkmale	8
9.1	Aktivierung des VDS	8
9.2	Betriebsstrategie	8
9.3	Betriebsbereich.....	9
9.4	Leistungsbereich mit geschätzten Leistungsmerkmalen	9
9.5	Berichterstattung über VestasOnline® SCADA.....	10

1 Haftungsausschluss

- © 2017 Vestas Wind Systems A/S. Das vorliegende Dokument wurde von Vestas Wind Systems A/S und/oder einer seiner Tochtergesellschaften (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 beschriebenen allgemeinen Spezifikationen gelten für die derzeitige Ausführung des VDS. Neuere Versionen des VDS, die ggf. zukünftig hergestellt werden, können von der vorliegenden allgemeinen Spezifikation abweichen. Falls Vestas dem Kunden eine neuere Version des VDS liefern sollte, wird das Unternehmen diesem Kunden hierzu eine aktualisierte allgemeine Spezifikation für das VDS bereitstellen.
- Das vorliegende Dokument – die allgemeine Spezifikation – stellt kein Verkaufsangebot dar und enthält keinerlei ausdrückliche oder stillschweigende Gewährleistungen, Garantien, Versprechen, Verpflichtungen und/oder Zusicherungen von Vestas in Bezug auf die Auswirkungen des VDS 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 Kunden vor.
- Bilder und Illustrationen im vorliegenden Dokument können vom tatsächlichen Design abweichen.
- Die Windenergieanlage muss an das Stromnetz angeschlossen und eingeschaltet sein, damit das VDS betrieben werden kann.
- Für alle angegebenen Start/Stop-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 entsprechend den Umgebungsbedingungen die angegebenen Betriebsparameter-Grenzwerte nicht überschritten werden.
- Das VDS dient nicht zur Minderung des Risikos von Eisabwurf, Eisfall und/oder Eissturz. Sollte der Kunde das System für einen solchen Zweck einsetzen oder sich diesbezüglich darauf verlassen, tut er dies auf eigene Gefahr. Der Kunde trägt die alleinige Verantwortung in Bezug auf durch den Betrieb der Windenergieanlage und den Betrieb des VDS verursachten Eisabwurf, Eisfall und/oder Eissturz.
- Die tatsächlichen Klima- und Standortbedingungen weisen viele Variablen auf und müssen bei der Bewertung der VDS-Leistung berücksichtigt werden. Die Auslegungs- und Betriebsparameter sowie das geschätzte Leistungskurvenniveau in Abschnitt 9.4 stellen keine Garantien, Gewährleistungen und Zusicherungen bezüglich der VDS-Leistung an tatsächlichen Standorten dar.

2 Abkürzungen und Fachbegriffe

Abkürzung	Erläuterung
HAI	Hot Air Installation (Heißluftsystem)
Mk	Mark-Version (Baureihe einer Windenergieanlage)
PCID	Power curve based ice detection (auf der Leistungskurve beruhende Eiserkennung)
PTU (Power Transfer Unit)	Power Transfer Unit (System zur Leistungsübertragung)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (System zur Prozesssteuerung und Datenerfassung)
VDS	Vestas De-icing System (Vestas Enteisungssystem)
WEA	Wind turbine generator (Windenergieanlage)

Tabelle 2-1: Abkürzungen

3 Referenzdokumente

Ref.-	Dokumententitel
[1]	Allgemeine Spezifikation V117-3.3 MW 50/60 Hz
[2]	Windenergieprojekte in kalten Klimagebieten, IEA Wind (Studie der Expertengruppe zu empfohlenen Maßnahmen, 22. Mai 2012)

Tabelle 3-1: Referenzdokumente

4 Allgemeine Beschreibung

Bei dem VDS handelt es sich um ein voll in die Windenergieanlage integriertes System, das zur Aufrechterhaltung der aerodynamischen Leistung der Blätter Eis von den Blättern entfernen kann.

Das VDS besteht aus einem Heißluft-Kreislaufsystem mit Heizelementen und einem Gebläse, das in das Blatt eingebaut ist und aus diesem ein De-icing-Blatt macht.

Im Maschinenhaus ist das Hilfsstromsystem entweder um ein System zur Leistungsübertragung (Power Transfer Unit, PTU) oder um ein Hochleistungsschleifringssystem (je nach Windenergieanlagentyp) erweitert, das die benötigte elektrische Leistung vom Maschinenhaus in die Nabe überträgt. Die Steuerung und Überwachung des VDS ist vollständig in die Steuerung der Windenergieanlage integriert.

Das VDS enthält darüber hinaus ein Eiserkennungssystem, das innerhalb des VestasOnline®-SCADA betrieben wird und auf einer Analyse der Leistungskurve beruht. Durch dieses System lässt sich das VDS entweder von Hand oder automatisch aktivieren.

Das VDS ist nur für Vestas-Onshore-Windenergieanlagen der Baureihen V117-3.45/3.6 MW und V117-3.3/3.45 MW verfügbar. Genaue allgemeine Spezifikationen für die Vestas-Windenergieanlage V117 sind in [1] zu finden.

5 Mechanische Konstruktion

5.1 V117-De-icing-Blätter

Das V117-De-icing-Blatt beruht auf einem standardmäßigen V117-Blatt von Vestas. Modifikationen sorgen für die Zirkulation heißer Luft im Inneren der Blatthohlräume. Darüber hinaus wird ein HAI in die Blattwurzel integriert.

5.2 Beheizte Bereiche

Um das Erreichen des geschätzten Leistungskurvenniveaus gemäß Abschnitt 9.4 Leistungsbereich mit geschätzten Leistungsmerkmalen auf Seite 9 zu ermöglichen, soll das VDS Eis von dem äußersten Drittel des Blatts (von der Blattspitze) und von den äußersten zwei Dritteln der Vorderkante (vom Blattspitzen-Ende) entfernen.

5.3 Hot Air Installation (Heißluftsystem – HAI)

Eine HAI-Einheit ist in die Wurzel jedes Blattes integriert. Die HAI-Einheit besteht aus Kanälen, einem Gebläseaggregat und Heizelementen. Luftein- und -auslass des HAI sind über Kanäle mit den Blatthohlräumen in den De-icing-Blättern verbunden.

Heizelemente und rotierende Gebläsekomponenten (d. h. Gebläserotor und -motor) müssen gewartet werden und lassen sich einzeln aus dem HAI ausbauen.

6 Elektrisches System

Das elektrische System des VDS für die Baureihen V117-3.45/3.6 MW und V117-3.3/3.45 MW ermöglicht verschiedene Konfigurationen für die Windenergieanlagentypen Mk2 und Mk3. Dieser Abschnitt beschreibt beide verfügbaren Optionen.

6.1 Spannungsversorgung

6.1.1 WEA-Konfiguration Mk2

Das VDS bezieht Strom aus dem Hilfssystem der Vestas-Windenergieanlage anstatt aus einer PTU. Der Aufbau des VDS-Stromversorgungssystems ist in Abbildung 6-1 auf Seite 6 dargestellt.

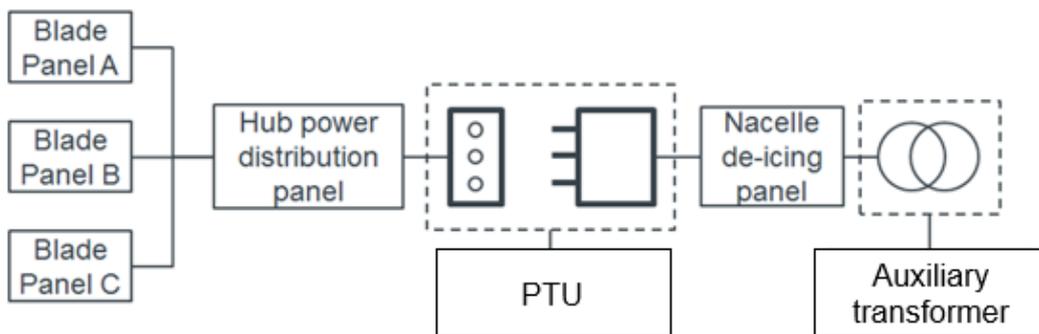


Abbildung 6-1: VDS-Stromversorgungssystem

6.1.2 WEA-Konfiguration Mk3

Das VDS bezieht Strom aus dem Mittelspannungstransformator der Windenergieanlage. Der Aufbau des VDS-Stromversorgungssystems ist in Abbildung 6-2 auf Seite 6 dargestellt.

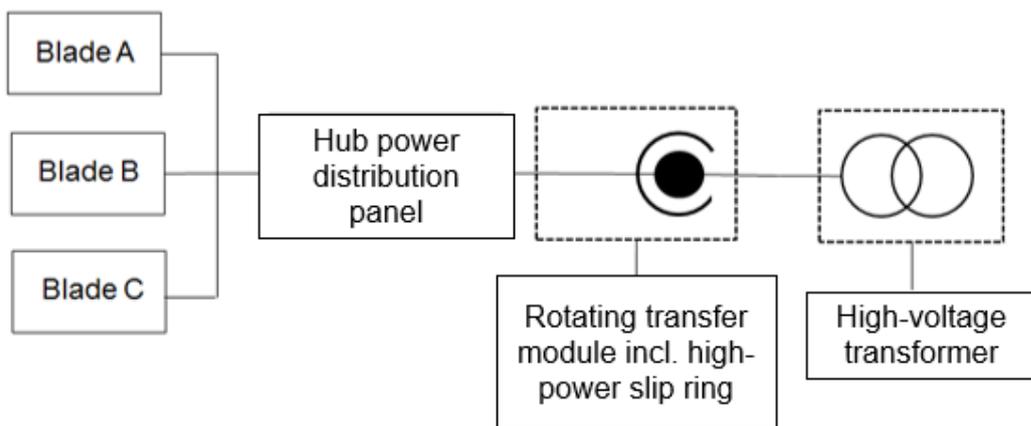


Abbildung 6-2: VDS-Stromversorgungssystem

6.2 VDS-Leistungsspezifikationen

6.2.1 WEA-Konfiguration Mk2

Spannungsbereich Gebläse und Heizelemente	400 VAC
VDS-Frequenzbereich	50/60 Hz
Max. Energieverbrauch VDS	150 kW

Tabelle 6-1: VDS-Leistungsspezifikationen

6.2.2 WEA-Konfiguration Mk3

Spannungsbereich Gebläse und Heizelemente	650 VAC
VDS-Frequenzbereich	50/60 Hz
Max. Energieverbrauch VDS	150 kW

Tabelle 6-2: VDS-Leistungsspezifikationen

6.3 Leistungsübertragung in die Nabe

6.3.1 WEA-Konfiguration Mk2

Das VDS ist mit einer PTU ausgestattet, die zur Übertragung der benötigten elektrischen Leistung (maximal 150 kW) vom Maschinenhaus in die Nabe dient. Die PTU kommt zum Einsatz, wenn der Rotor sich im Stillstand befindet.

6.3.2 WEA-Konfiguration Mk3

Das VDS verfügt über ein Hochleistungsschleifingsystem mit einer Stromversorgung von maximal 150 kW vom Maschinenhaus zur Nabe. Der Schleifring ist in die Drehdurchführung der Windenergieanlage integriert.

6.4 Unterbrechung der Stromversorgung

6.4.1 WEA-Konfiguration Mk2

Das VDS ist mit einem Schalter ausgestattet, über den das VDS sich zur Wartung oder Inspektion von allen Quellen trennen lässt. Der mit Zeichen versehene Schalter ist in der De-icing-Konsole des Maschinenhauses in der Nähe der PTU angeordnet.

6.4.2 WEA-Konfiguration Mk3

Das VDS ist mit einem Schalter ausgestattet, über den das VDS sich zur Wartung oder Inspektion von allen Quellen trennen lässt. Der mit Zeichen versehene Schalter ist im Umrichterschrank angeordnet.

7 Schutzsysteme der Windenergieanlage

7.1 Kurzschlusschutz

Die Integration des VDS in den Blättern hat keinen Einfluss auf den Kurzschlusschutz der Windenergieanlage. Siehe [1].

7.2 Blitzschutz von Blättern, Maschinenhaus, Blattnabe und Turm

Mit dem VDS wird kein leitendes Material über 9 m (von der Blattwurzeleinsatz-Vorderseite) hinaus in die Blätter eingebaut.

Der Blitzschutz von Blättern mit VDS entspricht den Angaben [1].

7.3 EMV-System

Das VDS erfüllt in Bezug auf elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) die gleichen Anforderungen wie die Windenergieanlage. Siehe [1].

8 Typenprüfungen

Für die Windenergieanlage V117 mit VDS-Blättern hat Vestas eine Konformitätserklärung erhalten, in der die Übereinstimmung mit den

standardmäßigen Windenergieanlagen-Zertifizierungen gemäß [1] bescheinigt wird.

Diese allgemeine Spezifikation für das VDS gilt für Windenergieanlagen mit dem folgenden Typzertifikat:

V117-3.45/3.6 MW und V117-3.3/3.45 MW:

- TC-DNV-DSS-904-00820-2

9 Betriebsstrategie, Betriebsbereich und Leistungsmerkmale

9.1 Aktivierung des VDS

Das VDS kann über VestasOnline®-SCADA für eine automatische Aktivierung konfiguriert werden, wobei die zusätzliche Option einer manuellen Aktivierung durch einen VestasOnline®-SCADA-Benutzer besteht. Die automatische Aktivierung basiert auf einem Leistungskurvenabfall-Algorithmus, in dem die aktuelle Stromleistung der Windenergieanlage mit einer zuvor definierten windenergieanlagenspezifischen, von Vestas bereitgestellten, Referenzkurve verglichen wird. Wird ein Leistungsabfall der Windenergieanlage gegenüber der Referenzkurve festgestellt, wird ein Enteisungsbefehl an die Windenergieanlage gesendet, vorausgesetzt, dass sämtliche Sicherheitsprüfungen und Prüfungen des Betriebsbereichs der Windenergieanlage positiv ausgefallen sind.

Die Referenzkurve kann so konfiguriert werden, dass sie der individuellen Leistung der Windenergieanlage entspricht; sie beruht auf Daten, die auf einem Zustand ohne Eis auf den Blättern basieren.

Die Stärke eines Leistungskurvenabfalls, bei dem im System ein Enteisungsbefehl ausgelöst wird, lässt sich zusammen mit der minimalen Windgeschwindigkeit und der maximalen Umgebungstemperatur, bei der eine automatische Auslösung des VDS erfolgt, einstellen, vgl. Abschnitt 9.4. Die Stärke des Abfalls kann für individuelle Windgeschwindigkeitsintervalle konfiguriert werden, um niedrigere Auslösewerte bei geringen Windgeschwindigkeiten zuzulassen und auf diese Weise die erhöhte statistische Varianz in der Leistungskurve auszugleichen.

Zusätzlich zur Aktivierung über VestasOnline®-SCADA kann das VDS auch lokal in der Windenergieanlage über das Bedienfeld der Windenergieanlage aktiviert werden.

9.2 Betriebsstrategie

Die Windenergieanlage wird während eines Enteisungszyklus angehalten, und der Rotor wird zum Stillstand gebracht. Alle drei Blätter werden gleichzeitig beheizt.

Im automatischen Aktivierungsmodus stellt die PCID, die über das VestasOnline®-SCADA-System betrieben wird, jeden Abfall der Leistung der Windenergieanlage auf ein Niveau unterhalb einer festgelegten Grenze fest; vgl. Abschnitt 9.1. Das VestasOnline®-SCADA-System auf Parkebene sendet einen Enteisungsbefehl an die Windenergieanlage.

Für alle Aktivierungsmodi gestaltet sich der Betriebsablauf des VDS wie folgt:

1. Aufgrund des Enteisungsbefehls startet die Windenergieanlage einen Enteisungszyklus, dessen Ablauf sich wie folgt gestaltet:
 - a. Die Windenergieanlage wird kurzzeitig angehalten
 - b. Der Rotor wird mit Blatt A nach unten zeigend positioniert
 - c. Die Hochgeschwindigkeitsbremse wird betätigt, um den Rotor während des Enteisungszyklus in Position zu halten
 - d. Die Stromversorgung wird vom Maschinenhaus zur Nabe verbunden
 - e. Der Heizablauf wird für alle drei Blätter gleichzeitig gestartet
 - f. Nachdem die Blätter über den durch Vestas vorgegebenen Zeitraum beheizt wurden, werden die Heizelemente ausgeschaltet
 - g. Die Stromversorgung wird vom Maschinenhaus zur Nabe unterbrochen
 - h. Nach der Kühlung über den durch Vestas vorgegebenen Zeitraum wird die Bremse gelöst, damit sich der Rotor frei bewegen kann
2. Nach Abschluss des Enteisungszyklus kann die Windenergieanlage manuell oder automatisch wieder in Betrieb gesetzt werden (Kundeneinstellung).

Bei automatischer Aktivierung des Enteisungssystems sind innerhalb von 24 Stunden nur drei Enteisungszyklen zulässig. Eine manuelle Aktivierung kann jedoch öfter vorgenommen werden.

Wenn das VDS an einer Windenergieanlage des Typs V117-3.45/3.6 MW oder V117-3.3/3.45 MW installiert ist, ändert sich die standardmäßige Betriebsstrategie der Windenergieanlage nicht.

9.3 Betriebsbereich

Das Enteisungssystem kann nur aktiviert werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Die Umgebungstemperatur muss zwischen -15 °C und +7 °C liegen
- Die Windgeschwindigkeit liegt unter 13 m/s

Diese Bedingungen definieren den Betriebsbereich und sind die Grenzwerte für den sicheren Betrieb des VDS.

9.4 Leistungsbereich mit geschätzten Leistungsmerkmalen

Abbildung 9-1 zeigt den Leistungsbereich (durchgezogene Linie), innerhalb dessen das Enteisungssystem die Windenergieanlage nach einem beendeten Enteisungszyklus wieder in Betrieb setzt (vorausgesetzt, die metrologische Vereisung besteht nicht fort, vgl. [2]).

Die automatische Auslösung des Enteisungssystems ist mit diesem Leistungsbereich verknüpft, und das System wird nur innerhalb dieser Grenzen ausgelöst, wenn der Automatikbetrieb ausgewählt wurde.

Der maximale Temperaturgrenzwert für automatische Auslösung ist auf 1 °C eingestellt.

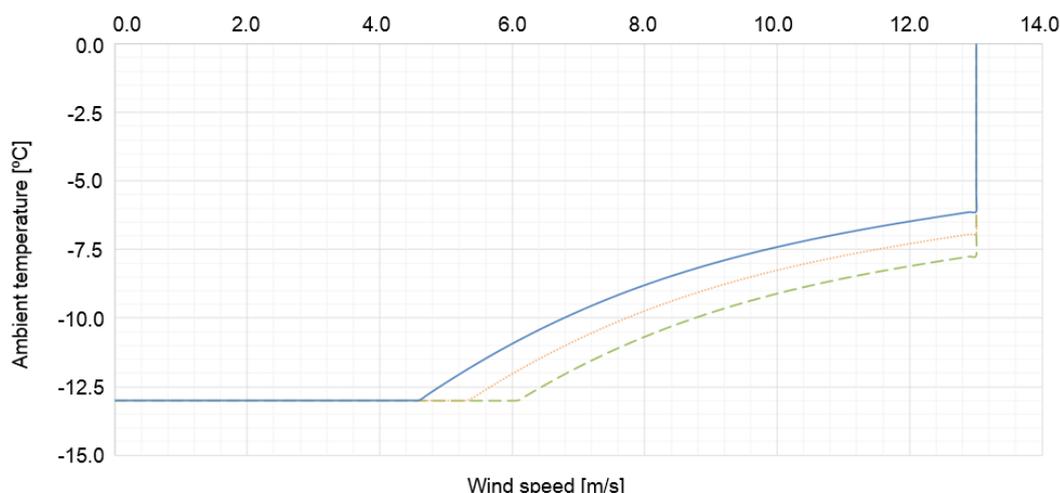


Abbildung 9-1: Betriebsbereich des VDS (blaue Kurve)

Die Dauer eines vollständigen Enteisungszyklus unter den in Abbildung 9-1 vorgegebenen Umgebungsbedingungen beträgt 120 Minuten. Nach Abschluss eines vollen Enteisungszyklus innerhalb des Leistungsbereichs liegt das geschätzte Leistungskurvenniveau bei 90 % der Referenzleistungskurve.

Abbildung 9-1 beschreibt zwei zusätzliche Grenzen (gepunktet und gestrichelt). Hierbei handelt es sich um optionale Auslösegrenzen, die es dem Bediener ermöglichen, den Bereich, innerhalb dessen die automatische Enteisung in Betrieb gehen soll, auszudehnen. Nach Abschluss eines vollen Enteisungszyklus wird sich das geschätzte Leistungskurvenniveau voraussichtlich erhöhen, obwohl das Wiederherstellungsniveau niedriger ist als beim Betrieb innerhalb des Leistungsbereichs.

Die Werte für Windgeschwindigkeit und Umgebungstemperatur des Leistungsbereichs beziehen sich auf die Nabhöhe und hängen von den Sensoren und der Steuerung der Windenergieanlage ab.

9.5 Berichterstattung über VestasOnline® SCADA

Die Berichterstattung zu Enteisungsprozessen ist Bestandteil der Standard-Ereignisberichte in VestasOnline®-SCADA. Enteisungsprozesse sind durch spezifische Ereigniscodes gekennzeichnet.

Dabei werden jeweils die folgenden Angaben mitgeteilt:

- Ausfallzeit durch Enteisung [hh:mm:ss] – aufgeteilt nach manueller und automatischer Aktivierung über den Leistungskurvenabfall-Algorithmus
- Anzahl der aktivierten Enteisungszyklen – aufgeteilt nach manueller und automatischer Aktivierung über den Leistungskurvenabfall-Algorithmus
- Produktionsausfall durch Enteisungszyklen [kWh] – aufgeteilt nach manueller und automatischer Aktivierung über den Leistungskurvenabfall-Algorithmus
- Produktionsausfall durch manuellen Neustart nach Enteisungszyklen