

Operating Instructions

GEN24, Tauro und Verto Länder-Setup Menü

DE | Bedienungsanleitung



42,0426,0413,DE

012-04122024

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----------|
| Allgemeines | 4 |
| Darstellungs-Konventionen..... | 4 |
| Länder-Setup..... | 4 |
| Wechselrichter-Codes in Solar.SOS beantragen..... | 5 |
| Parameter mit der Fronius Solar.start App anpassen | 6 |
| Parameter mit dem Browser anpassen..... | 6 |
| Länder-Setup | 9 |
| Länder-Setup Auswahl..... | 11 |
| Länder-Setup Auswahl..... | 11 |
| Allgemein..... | 12 |
| Startup and Reconnection | 12 |
| Ramp Rates..... | 13 |
| Sicherheit..... | 16 |
| Unintentional Islanding Detection..... | 16 |
| Isolation Monitoring..... | 17 |
| DC Arc Fault Protection | 18 |
| RCMU | 20 |
| DC Shutdown Communication..... | 21 |
| Netz- und Anlagenschutz..... | 23 |
| Voltage | 23 |
| Frequency..... | 26 |
| DC Injection..... | 31 |
| Netzstützende Funktionen..... | 33 |
| Voltage Fault Ride Through (VFRT) | 33 |
| Active Power..... | 45 |
| Reactive Power..... | 68 |

Allgemeines

Darstellungs-Konventionen

Um die Leserlichkeit und Verständlichkeit der Dokumentation zu erhöhen, wurden die unten beschriebenen Darstellungs-Konventionen festgelegt.

Anwendungshinweise

WICHTIG! Bezeichnet Anwendungshinweise und andere nützliche Informationen. Es ist kein Signalwort für eine schädliche oder gefährliche Situation.

Software

Software-Funktionen und Elemente einer grafischen Benutzeroberfläche (z. B. Schaltflächen, Menü-Einträge) werden im Text mit dieser **Auszeichnung** hervorgehoben.

Beispiel: Die Schaltfläche **Speichern** klicken.

Handlungsanweisungen

1 Handlungsschritte werden mit fortlaufender Nummerierung dargestellt.

- ✓ *Dieses Symbol kennzeichnet das Ergebnis des Handlungsschritts oder der gesamten Handlungsanweisung.*

Länder-Setup

WARNUNG!

Gefahr durch nicht autorisierte Fehleranalysen und Instandsetzungsarbeiten.

Schwerwiegende Personen- und Sachschäden können die Folge sein.

- ▶ Fehleranalysen und Instandsetzungsarbeiten an der PV-Anlage dürfen ausschließlich von Installateuren/Service-Technikern von autorisierten Fachbetrieben gemäß den nationalen Normen und Richtlinien durchgeführt werden.

HINWEIS!

Risiko durch unberechtigten Zugriff.

Falsch eingestellte Parameter können das öffentlichen Netz und/oder den Netzeinspeisebetrieb des Wechselrichters negativ beeinflussen sowie zum Verlust der Normkonformität führen.

- ▶ Die Parameter dürfen ausschließlich von Installateuren/Service-Technikern von autorisierten Fachbetrieben angepasst werden.
 - ▶ Den Zugangs-Code nicht an Dritte und/oder nicht autorisierte Person weitergeben.
-

HINWEIS!

Risiko durch falsch eingestellte Parameter.

Falsch eingestellte Parameter können das öffentlichen Netz negativ beeinflussen und/oder Funktionsstörungen und Ausfälle am Wechselrichter verursachen sowie zum Verlust der Normkonformität führen.

- ▶ Die Parameter dürfen ausschließlich von Installateuren/Service-Technikern von autorisierten Fachbetrieben angepasst werden.
- ▶ Die Parameter dürfen nur angepasst werden, wenn der Netzbetreiber dies erlaubt oder fordert.
- ▶ Die Parameter nur unter Berücksichtigung der national gültigen Normen und/oder Richtlinien sowie der Vorgaben des Netzbetreibers anpassen.

Der Menübereich **Länder-Setup** ist ausschließlich für Installateure/Service-Techniker von autorisierten Fachbetrieben bestimmt. Für das Beantragen des für diesen Menü-Bereich erforderlichen Zugangs-Codes siehe Kapitel **Wechselrichter-Codes in Solar.SOS beantragen**.

Das gewählte Länder-Setup für das jeweilige Land beinhaltet voreingestellte Parameter entsprechend der national gültigen Normen und Anforderungen. Abhängig von örtlichen Netzverhältnissen und den Vorgaben des Netzbetreibers können Anpassungen am ausgewählten Länder-Setup erforderlich sein.

Wechselrichter-Codes in Solar.SOS beantragen

Der Menübereich **Länder-Setup** ist ausschließlich für Installateure/Service-Techniker von autorisierten Fachbetrieben bestimmt. Der für diesen Menübereich erforderliche Wechselrichter-Zugangscode kann im Fronius Solar.SOS-Portal beantragt werden.

Wechselrichter-Codes in Fronius Solar.SOS beantragen:

- 1 Im Browser solar-sos.fronius.com aufrufen
- 2 Mit dem Fronius-Account einloggen
- 3 Rechts oben auf das Dropdown-Menü  klicken
- 4 Den Menüpunkt **Wechselrichtercodes anzeigen** auswählen
 - ✓ *Eine Vertragsseite erscheint, auf der sich der Antrag auf Zugriffscode zur Veränderung der Netzparameter bei Fronius Wechselrichtern befindet*
- 5 Den Nutzungsbedingungen durch Anhaken von **Ja, ich habe die Nutzungsbedingungen gelesen und stimme diesen zu** und Klick auf **Bestätigen & Absenden** zustimmen
- 6 Danach sind im Dropdown-Menü rechts oben unter **Wechselrichtercodes anzeigen** die Codes abrufbar

VORSICHT!

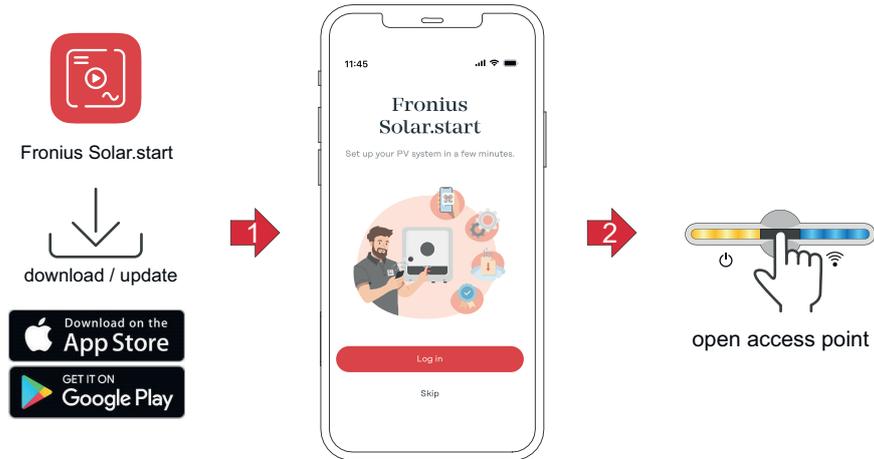
Risiko durch unberechtigten Zugriff.

Falsch eingestellte Parameter können das öffentlichen Netz und/oder den Netz-Einspeisebetrieb des Wechselrichters negativ beeinflussen sowie zum Verlust der Normkonformität führen.

- ▶ Die Parameter dürfen ausschließlich von Installateuren/Service-Technikern von autorisierten Fachbetrieben angepasst werden.
 - ▶ Den Zugangs-Code nicht an Dritte und/oder nicht autorisierte Person weitergeben.
-

Parameter mit der Fronius Solar.start App anpassen

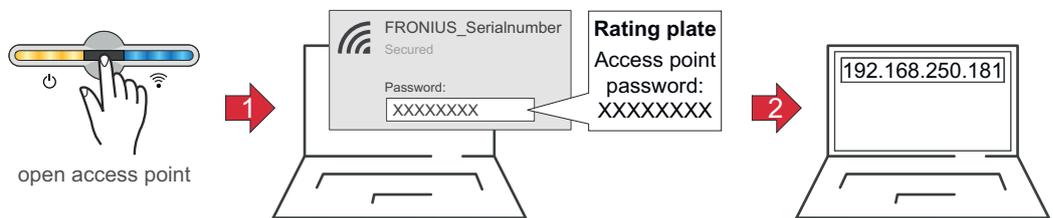
Für die Anmeldung wird die App „Fronius Solar.start“ benötigt. Abhängig vom Endgerät ist die App auf der jeweiligen Plattform erhältlich.



- 1 Installation in der App starten.
- 2 Produkt auswählen, zu dem die Verbindung hergestellt werden soll.
- 3 Den Accesspoint durch Berühren des Sensors 1x öffnen → Kommunikations-LED: blinkt blau.
- 4 Im Menü **Benutzermenü** den Benutzer **Technician** auswählen und das Passwort für Benutzer **Technician** eingeben und bestätigen.
- 5 Den Menübereich **Sicherheits- und Netzanforderungen** > **Länder-Setup** aufrufen.
- 6 Den angeforderten Zugangs-Code (siehe Kapitel **Wechselrichter-Codes in Solar.SOS beantragen** auf Seite 5) im Eingabefeld **Zugangs-Code Länder-Setup** eingeben und die Schaltfläche **Freischalten** klicken.
- 7 Die Parameter in den einzelnen Menübereichen unter Berücksichtigung der national gültigen Normen und/oder der Vorgaben des Energieversorgungs-Unternehmens anpassen.

Parameter mit dem Browser anpassen

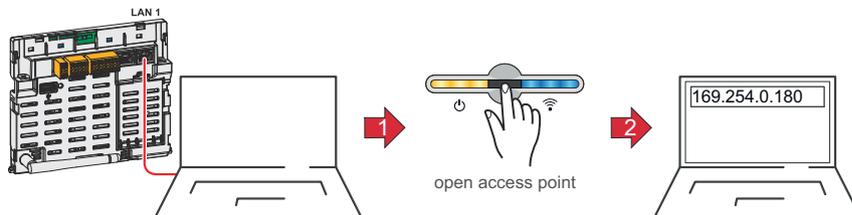
WLAN:



- 1 Den Access Point durch Berühren des Sensors 1x öffnen → Kommunikations-LED: blinkt blau.
- 2 Die Verbindung zum Wechselrichter in den Netzwerk-Einstellungen herstellen (der Wechselrichter wird mit dem Namen „FRONIUS_PILOT“ und der Seriennummer des Gerätes angezeigt).

- 3 Passwort: 12345678 eingeben und bestätigen.
WICHTIG!
Für die Passwort-Eingabe unter Windows 10 muss zuerst der Link „Verbindung stattdessen unter Verwendung eines Netzwerksicherheitsschlüssel“ aktiviert werden, um die Verbindung mit dem Passwort: 12345678 herstellen zu können.
- 4 In der Adressleiste des Browsers die IP-Adresse 192.168.250.181 eingeben und bestätigen.
- 5 Im Menü **Benutzer** den Benutzer **Technician** auswählen und das Passwort für Benutzer **Technician** eingeben und bestätigen.
- 6 Den Menübereich **Sicherheits- und Netzanforderungen** > **Länder-Setup** aufrufen.
- 7 Den angeforderten Zugangs-Code (siehe Kapitel **Wechselrichter-Codes in Solar.SOS beantragen** auf Seite 5) im Eingabefeld **Zugangs-Code Länder-Setup** eingeben und die Schaltfläche **Freischalten** klicken.
- 8 Die Parameter in den einzelnen Menübereichen unter Berücksichtigung der national gültigen Normen und/oder der Vorgaben des Netzbetreibers anpassen.

Ethernet:



- 1 Die Verbindung zum Wechselrichter (LAN1) mit einem Netzwerk-Kabel (CA-T5 STP oder höher) herstellen.
- 2 Den Access Point durch Berühren des Sensors 1x öffnen → Kommunikations-LED: blinkt blau.
- 3 In der Adressleiste des Browsers die IP-Adresse 169.254.0.180 eingeben und bestätigen.
- 4 Im Menü **Benutzer** den Benutzer **Technician** auswählen und das Passwort für Benutzer **Technician** eingeben und bestätigen.
- 5 Den Menübereich **Sicherheits- und Netzanforderungen** > **Länder-Setup** aufrufen.
- 6 Den angeforderten Zugangs-Code (siehe Kapitel **Wechselrichter-Codes in Solar.SOS beantragen** auf Seite 5) im Eingabefeld **Zugangs-Code Länder-Setup** eingeben und die Schaltfläche **Freischalten** klicken.
- 7 Die Parameter in den einzelnen Menübereichen unter Berücksichtigung der national gültigen Normen und/oder der Vorgaben des Netzbetreibers anpassen.

Länder-Setup

Länder-Setup Auswahl

Länder-Setup Auswahl

Im Menü **Länder-Setup Auswahl** können vordefinierte Setups ausgewählt werden. Das gewählte Länder-Setup für das jeweilige Land beinhaltet voreingestellte Parameter entsprechend der national gültigen Normen und Anforderungen. Abhängig von örtlichen Netzverhältnissen und der Vorgaben des Netzbetreibers können Anpassungen des ausgewählten Länder-Setups erforderlich sein.

| Parameter | Beschreibung |
|-----------------------------|--|
| Land / Region | Mit der Auswahl des jeweiligen Landes bzw. der Region werden die verfügbaren Länder-Setups für den Wechselrichter eingeschränkt/angezeigt. |
| Länder-Setup | Zeigt die verfügbaren Setups pro Land/Region an. Ein Setup ist eine von Fronius vordefinierte Gerätekonfiguration. Die Auswahl des Länder-Setups muss unter Berücksichtigung der geltenden Normen bzw. in Abstimmung mit dem Netzbetreiber erfolgen. |
| AC nominal frequency | Die Nennfrequenz ist durch die Wahl des Länder-Setups vorbestimmt. Eine Änderung dieses Parameters hat Auswirkungen auf den stabilen Betrieb des Wechselrichters und ist deshalb nur in Abstimmung mit Fronius erlaubt. |
| AC nominal voltage | Die Nennspannung ist durch die Wahl des Länder-Setups vorbestimmt. Eine Änderung dieses Parameters hat Auswirkungen auf den stabilen Betrieb des Wechselrichters und ist deshalb nur in Abstimmung mit Fronius erlaubt. |

Allgemein

Startup and Reconnection

Mit diesen Parametern können die Netzüberwachungszeiten vor dem Zuschalten des Wechselrichters eingestellt werden.

Für die eingestellte Zeit müssen sowohl die Netzspannung als auch die Netzfrequenz innerhalb des zulässigen Bereichs sein, bevor eine Zuschaltung erlaubt wird.

- Der zulässige Bereich für die Netzspannung wird im Menübereich **Netz- und Anlagenschutz > Voltage > Startup and Reconnection** festgelegt (siehe Kapitel **Voltage**).
- Der zulässige Bereich für die Netzfrequenz wird im Menübereich **Netz- und Anlagenschutz > Frequency > Startup and Reconnection** festgelegt (siehe Kapitel **Frequency**).

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-------------------------------------|--------------------|---|
| Grid Monitoring Time Startup | 1 - 900 [s] | Netzüberwachungs-Zeit vor dem Zuschalten des Wechselrichters bei einem normalen Startvorgang in Sekunden (z. B. bei Sonnenaufgang). |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|--|--------------------|---|
| Grid Monitoring Time Reconnection | 1 - 900 [s] | Netzüberwachungs-Zeit vor dem Wiederezuschalten des Wechselrichters nach einem Netzfehler (siehe Tabelle "Netzfehler") in Sekunden (z. B. wenn während des Tages ein Fehler im AC-Netz auftritt, der zu einer Abschaltung des Wechselrichters führt). |

Folgende Fehler sind seitens des Wechselrichters für diese Funktionalität als Netzfehler definiert:

| Bezeichnung | Beschreibung | StateCode Name | StateCode Nummer |
|----------------------|---|------------------------------|------------------|
| Overvoltage | Netzspannung überschreitet ein Überspannungslimit (Inner-, Middle-, oder Outer Limit Overvoltage). | AC voltage too high | 1114 |
| Undervoltage | Netzspannung unterschreitet ein Unterspannungs-Limit (Inner-, Middle- oder Outer Limit Undervoltage). | AC voltage too low | 1119 |
| Overfrequency | Netzfrequenz überschreitet ein Überfrequenz-Limit (Inner-, Outer- oder Alternative Limit Overfrequency). | AC frequency too high | 1035 |

| Bezeichnung | Beschreibung | StateCode Name | StateCode Nummer |
|-------------------------------------|--|--|------------------|
| Underfrequency | Netzfrequenz unterschreitet ein Unterfrequenz-Limit (Inner-, Outer- oder Alternative Limit Underfrequency). | AC frequency too low | 1037 |
| Fast Overvoltage Disconnect | Auslösung des schnellen Überspannungs-Schutzes (> 135 %). | Grid voltage too high (fast overvoltage cut-out) | 1115, 1116 |
| Long Time Average Overvoltage Limit | Netzspannung überschreitet das Langzeit-Überspannungslimit („ Long Time Average Limit “). | Long-term mains voltage limit exceeded | 1117 |
| Unintentional Islanding Detection | Ungewollte Inselnetz-Bildung wurde erkannt. | Islanding detected | 1004 |

Ramp Rates

Die Ramp Rates begrenzen die maximale Änderungsgeschwindigkeit der Wirkleistung, in speziellen Situationen. Steigende Rampen (**Ramp-Up**) begrenzen den Anstieg der Wirkleistung am Wechselrichter AC-Ausgang. Fallende Rampen (**Ramp-Down**) begrenzen die Reduktion der Wirkleistung am AC-Ausgang des Wechselrichters.

Zu beachten ist, dass die niedrigste Änderungsgeschwindigkeit angewandt wird, wenn es mehrere Vorgaben für die Änderungsgeschwindigkeit gibt. Eine **Irradiation Ramp** kann somit z. B. durch eine niedrigere **Startup Ramp** oder eine andere Funktion mit Wirkung auf die Änderungsgeschwindigkeit (z. B. P(U) oder P(F)) unwirksam werden.

Ramp-Up at Startup and Reconnection

Beim Zuschalten des Wechselrichters kann die maximale Änderungsgeschwindigkeit der Wirkleistung durch eine steigende Rampe mit einer definierten Steigung begrenzt werden. Sobald der Wirkleistungs-Anstieg aufgrund der zur Verfügung stehenden PV-Leistung oder einer anderen Regelung beeinflusst wird, wird die Rampe beendet.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|--|-------------------|---|
| Ramp-Up at Startup and Reconnection | Ein | Die Wirkleistung wird beim Startup bzw. einer Reconnection mit einer Änderungsgeschwindigkeit von „ Ramp-Up at Startup and Reconnection Rate “ begrenzt. |
| | Aus | Funktion ist deaktiviert. |
| Ramp-Up at Startup and Reconnection Rate | 0.001 - 100 [%/s] | Erlaubte Änderungsgeschwindigkeit der Wirkleistung bei Startup bzw. Reconnection . |

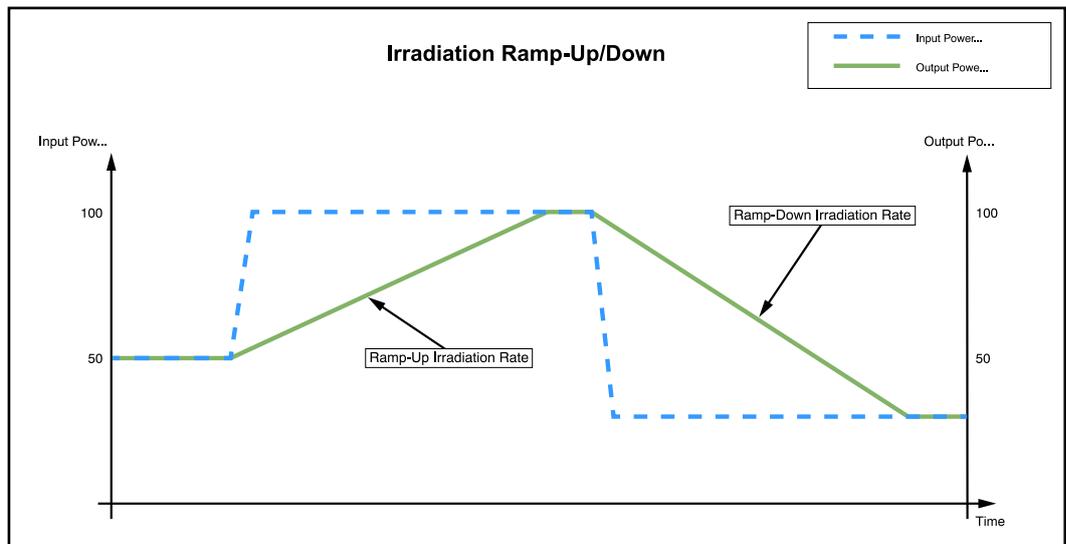
Ramp-Up/Down Irradiation

Die **Irradiation Ramp** ist eine permanente Begrenzung der Änderungsgeschwindigkeit für die Wirkleistung. Sollte sich die PV-Leistung aufgrund vorbeiziehender Wolken schnell ändern, wird die Änderungsgeschwindigkeit der Ausgangs-

leistung des Wechselrichters mit der **Ramp-Up Irradiation Rate** bzw. der **Ramp-Down Irradiation Rate** begrenzt.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-----------------------------------|--------------------------|---|
| Ramp-Up Irradiation | Ein | Der Wirkleistungsanstieg wird mit einer Änderungsgeschwindigkeit von Ramp-Up Irradiation Rate begrenzt. |
| | Aus | Funktion ist deaktiviert. |
| Ramp-Up Irradiation Rate | 0.001 - 200 [%/s] | Erlaubte Änderungsgeschwindigkeit beim Leistungsanstieg. |
| Ramp-Down Irradiation | Ein | Die Wirkleistungs-Reduktion wird mit einer Änderungsgeschwindigkeit von Ramp-Down Irradiation Rate begrenzt. |
| | Aus | Funktion ist deaktiviert. |
| Ramp-Down Irradiation Rate | 0.001 - 200 [%/s] | Erlaubte Änderungsgeschwindigkeit der Wirkleistung. |

Beispiel: Wirkleistungs-Begrenzung durch **Irradiation-Ramp-Up/Down**, welche durch eine Änderung der zur Verfügung stehenden PV-Leistung hervorgerufen wurde.



Ramp-Up/Down Communication

Hierbei handelt es sich um eine Begrenzung der Wirkleistungs-Änderungsgeschwindigkeit bei der Änderung von externen Vorgaben für die Wirkleistung. Dies können z. B. Leistungsbegrenzungen via I/Os oder Modbus-Befehlen sein. Werden via Modbus-Befehl kleinere Änderungsgeschwindigkeiten vorgegeben, kommen diese zur Anwendung. Größere Änderungsgeschwindigkeiten sind durch die

Werte **Ramp-Up Communication Rate** bzw. **Ramp-Down-Communication Rate** begrenzt.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-------------------------------------|--------------------------|---|
| Ramp-Up Communication | Ein | Die Begrenzung der Änderungsgeschwindigkeit (entsprechend Ramp-Up Communication Rate) bei Wirkleistungs-Erhöhung aufgrund einer externen Vorgabe ist aktiviert. |
| | Aus | Funktion ist deaktiviert. |
| Ramp-Up Communication Rate | 0.001 - 100 [%/s] | Erlaubte Änderungsgeschwindigkeit beim Leistungsanstieg. |
| Ramp-Down Communication | Ein | Die Begrenzung der Änderungsgeschwindigkeit (entsprechend „ Ramp-Down Communication Rate “) bei Wirkleistungs-Reduktion aufgrund einer externen Vorgabe ist aktiviert. |
| | Aus | Funktion ist deaktiviert. |
| Ramp-Down Communication Rate | 0.001 - 100 [%/s] | Erlaubte Änderungsgeschwindigkeit bei Leistungsreduktion. |

Sicherheit

Unintentional Islanding Detection

Ungewollte Inselnetz-Bildung

Im Falle eines Netzausfalls bzw. der Trennung eines kleinen Teils des Netzes vom übergeordneten Versorgungsnetz besteht unter besonderen Bedingungen die Möglichkeit, dass lokale Verbraucher und Wechselrichter ein ungewolltes Inselnetz bilden. Wenn Erzeugung und Verbrauch (sowohl von Wirk- als auch Blindleistung) ausgeglichen sind, können die AC-Spannung und die Frequenz innerhalb der zulässigen Grenzen bleiben. In diesem Fall wird der Wechselrichter (ohne zusätzlicher Inselnetz-Erkennung) den Netz-Einspeisebetrieb aufrechterhalten, nicht automatisch abschalten und die lokalen Verbraucher mit Leistung versorgen. Dies ist ein ungewollter Zustand. Um diese Situationen zu verhindern, können aktive oder passive Verfahren zur Inselnetz-Erkennung eingesetzt werden.

Aktive Inselerkennung

Durch die Aktive Inselerkennung des Wechselrichters werden ungewollte Inselbetriebs-Situationen erkannt, der Wechselrichter beendet den Netz-Einspeisebetrieb und trennt sich allpolig vom AC-Netz.

Der Erkennungsvorgang erfolgt mit einer Netzfrequenz-Verschiebungs-Methode (Active Frequency Drift): Bei kurzzeitigen Netzfrequenz-Änderungen speist der Wechselrichter einen Wechselstrom mit veränderter Frequenz ein (Frequenzverschiebung). Im Falle einer Unterbrechung zum Versorgungsnetz wird die AC-Spannung ebenfalls ihre Frequenz verändern. Es kommt zu einem Mitkopplungseffekt: Die Frequenz wird so stark verschoben, dass diese die zulässigen Grenzen über- bzw. unterschreitet. Dadurch beendet der Wechselrichter den Netz-Einspeisebetrieb.

Im Falle von dreiphasigen Wechselrichtern ist die Methode auch in der Lage, Inselnetz-Bildungen auf beliebigen einzelnen Phasen zu erkennen. Bei dieser Funktion handelt es sich um eine Aktive Inselerkennungs-Methode, da der Wechselrichter während des Erkennungsvorgangs sein Einspeiseverhalten gezielt verändert.

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--|
| Unintentional Islanding Detection | Ein | | Aktive Inselnetz-Erkennung ist aktiviert. |
| | Aus | Aus | Aktive Inselnetz-Erkennung ist deaktiviert. |
| Quality Factor | 0,1 - 10,0 | 1,0 | Je höher dieser Wert, desto stärker/aggressiver wirkt die Frequenzverschiebung der Inselerkennung. Höhere Werte ergeben somit kürzere Insel-Detektionszeiten. Zu hohe Werte können jedoch gleichzeitig die Spannungsqualität negativ beeinflussen. |

Im Unterschied dazu gibt es passive Methoden, die nur aufgrund der Messung von AC-Netzgrößen eine Inselnetz-Bildung detektieren. Zu dieser Gruppe gehört z. B. die **Rate of Change of Frequency (RoCoF) Protection**.

Isolation Monitoring

Isolationsüberwachung (Iso Monitoring)

Der Wechselrichter führt vor jedem Zuschalten (mindestens 1x täglich) eine Isolationsmessung an den DC-Klemmen des PV-Generators durch. Die Isolationsüberwachung muss sowohl für die Isolationswarnung als auch für den Isolationsfehler aktiviert sein.

Isolationswarnung (Isolation Warning)

Der Messwert der Isolationsüberwachung wird für eine Isolationswarnung genutzt. Dabei wird bei Unterschreiten eines einstellbaren Grenzwertes die Statusmeldung 1083 angezeigt.

Isolationsfehler (Isolation Error)

Der Messwert der Isolationsüberwachung wird auch für die Isolationsfehler-Überwachung genutzt. Ist der Isolations-Messwert unter dem Grenzwert für den Isolationsfehler (**Isolation Error Threshold**), wird der Netz-Einspeisebetrieb in das öffentliche Netz verhindert und die Statusmeldung 1082 angezeigt.

WICHTIG!

Für die Funktion **Isolation Monitoring** müssen in den 2 beschriebenen Menübereichen die Parameter entsprechend konfiguriert werden.

- 1 Mit den nachstehenden Parametern im Menüpunkt **Sicherheits- und Netzanforderungen > Länder-Setup > Sicherheit > Isolation Monitoring** werden die Parameter für die Isolationsmessung konfiguriert:

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|---------------------------|--------------------|---|
| Iso Monitoring Mode | Ein | Funktion ist aktiviert. |
| | Aus | Funktion ist deaktiviert. |
| | Off (with Warning) | Die Isolationsüberwachung ist deaktiviert und auf der Benutzeroberfläche des Wechselrichters wird die Statusmeldung 1189 permanent angezeigt. |
| Isolation Error Threshold | 0,1 - 10 MOhm | Ist der Isolationsmesswert kleiner als dieser Wert, wird der Netz-Einspeisebetrieb in das öffentliche Netz verhindert (bei aktivierter Isolationsüberwachung) und auf der Benutzeroberfläche des Wechselrichters wird die Statusmeldung 1182 angezeigt. |

- 2 Mit den nachstehenden Parametern im Menüpunkt **Gerätekonfiguration > Wechselrichter > Iso Warnung** werden die Parameter für die Isolationswarnung konfiguriert:

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-------------|--------------|--|
| Iso Warnung | Ein | Die Isolationswarnung ist aktiviert. Bei Unterschreitung des Schwellwertes für die Isolationswarnung kommt es zu einer Warnung, jedoch nicht zu einer Abschaltung. |
| | Aus | Funktion ist deaktiviert. |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|---|---------------|--|
| Modus der Isolationsmessung | Genau | Die Isolationsüberwachung erfolgt mit höchster Genauigkeit und der gemessene Isolationswiderstand wird auf der Webseite des Wechselrichters angezeigt. |
| | Schnell | Die Isolationsüberwachung wird mit geringerer Genauigkeit durchgeführt, wodurch sich die Dauer der Isolationsmessung verkürzt und der Isolationswert nicht angezeigt wird. |
| Schwellenwert für die Isolationswarnung | 0,1 - 10 MOhm | Bei Unterschreitung dieses Wertes wird auf der Webseite des Wechselrichters die Statusmeldung 1183 angezeigt. |

DC Arc Fault Protection

Mit diesen Parametern kann das Verhalten der Lichtbogen-Erkennung an den DC-Klemmen des Wechselrichters eingestellt werden. Die Funktion DC Arc Fault Protection schützt vor Störlichtbögen und Kontaktfehlern. Auftretende Störungen im Strom- und Spannungsverlauf werden kontinuierlich bewertet und schalten den Stromkreis bei einem erkannten Kontaktfehler ab. Überhitzungen an fehlerhaften Kontaktstellen werden somit verhindert und Brände möglicherweise vermieden.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|---------------------------|--------------------|--|
| Arc Fault Detection (AFD) | | Zum Aktivieren und Deaktivieren der Lichtbogenerkennung. Nur mit aktivierter „ Arc Fault Detection (AFD) “ werden die Parameter „Arc logging“ und „ Automatic reconnects “ berücksichtigt. |
| | Aus | Lichtbögen werden nicht erkannt. |
| | Off (with Warning) | Lichtbögen werden nicht erkannt und auf der Webseite des Wechselrichters wird die Statusmeldung 1184 permanent angezeigt. |
| | Ein | Die Lichtbogen-Erkennung ist aktiv. |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|---|----------------------------|---|
| Arc-Fault Circuit Interrupter (CI) | | Beschreibt das Verhalten bei einem erkannten Lichtbogen und aktiviert/deaktiviert gleichzeitig den integrierten Selbsttest. |
| | Aus | Die Erkennung eines Lichtbogens führt nicht zu einer Abschaltung des Wechselrichters und wird nicht auf der Webseite des Wechselrichters angezeigt. |
| | Off (with Warning) | Die Erkennung eines Lichtbogens führt nicht zu einer Abschaltung des Wechselrichters. Auf der Webseite des Wechselrichters wird die Statusmeldung 1185 permanent angezeigt. |
| | Ein | Bei einem erkannten Lichtbogen unterbricht der Wechselrichter den Netz-Einspeisebetrieb und auf der Webseite des Wechselrichters wird die Statusmeldung 1006 angezeigt. Je nach Konfiguration des Parameters Automatic Reconnects unternimmt der Wechselrichter nach 5 Minuten einen erneuten Versuch den Netz-Einspeisebetrieb zu starten. Weiters ist ein integrierter Selbsttest aktiv, der in regelmäßigen Abständen ausgeführt wird. Wenn dieser fehlschlägt, stoppt der Wechselrichter den Netz-Einspeisebetrieb und die Statusmeldung 1009 wird angezeigt. |
| Automatic Reconnects | | Wenn innerhalb von 24 Stunden mehr als Automatic Reconnects Lichtbögen erkannt wurden, unternimmt der Wechselrichter keinen weiteren Versuch mehr, den Netz-Einspeisebetrieb zu starten. Die Statusmeldung 1006 wird nach jeder Erkennung auf der Webseite des Wechselrichters angezeigt und muss manuell quittiert werden. |
| | Unlimited | Der 24 Stunden Zähler ist deaktiviert. Der Wechselrichter startet 5 Minuten nach jedem erkannten Lichtbogen wieder mit dem Netz-Einspeisebetrieb. |
| | 0 - No Reconnection | Nach einem erkannten Lichtbogen erfolgt kein erneuter Versuch den Netz-Einspeisebetrieb zu starten und auf der Webseite des Wechselrichters wird die Statusmeldung 1173 angezeigt. |
| | 1 - 4 | Nach einer Abschaltung durch einen Lichtbogen erfolgen innerhalb von 24 Stunden 1, 2, 3 oder 4 Versuche den Netz-Einspeisebetrieb erneut zu starten. Nach dieser Anzahl an Versuchen wird kein erneuter Versuch unternommen um den Netz-Einspeisebetrieb zu starten und auf der Webseite des Wechselrichters wird die Statusmeldung 1173 angezeigt. |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-----------------------------------|------------------|---|
| Arc Logging | | Aktiviert oder deaktiviert die Aufzeichnung von Lichtbogen-Signaturen. Die Daten werden in die Cloud hochgeladen und dazu verwendet, die Störfestigkeit und Fehlertoleranz der Lichtbogen-Erkennung kontinuierlich zu verbessern. |
| | Aus | Lichtbogen-Signaturen werden nicht aufgezeichnet. |
| | Ein | Lichtbogen-Signaturen werden aufgezeichnet, in die Cloud hochgeladen und dazu verwendet, die Störfestigkeit und Fehlertoleranz der Lichtbogen-Erkennung kontinuierlich zu verbessern. |
| Automatic Signal Recording | | Aktiviert oder deaktiviert die Aufzeichnung der Signal-Charakteristik des Wechselrichters zur kontinuierlichen Verbesserung der Lichtbogen-Erkennung. |
| | Aus | Die Aufzeichnung ist deaktiviert. |
| | Ein | Die Aufzeichnung ist aktiviert. Mit einer Wahrscheinlichkeit von Recording Probability werden alle 10 Minuten Daten aufgezeichnet und in die Cloud hochgeladen. |
| Recording Probability | | Wenn Automatic Signal Recording (ASR) aktiviert ist, kann hier die Häufigkeit für eine Aufzeichnung eingestellt werden. |
| | 0 | Es werden keine Signal-Charakteristiken aufgezeichnet. |
| | 0,0 - 1,0 | Alle 10 Minuten werden Daten mit einer Häufigkeit von Recording Probability in die Cloud hochgeladen. Beispiel: Bei einem Einstellwert von 0,1 werden im Durchschnitt alle 100 Minuten Daten hochgeladen. |
| | 1 | Alle 10 Minuten werden Daten aufgezeichnet. |

RCMU

Der Wechselrichter ist mit einer allstrom-sensitiven Fehlerstrom-Überwachungseinheit (RCMU = Residual Current Monitoring Unit) gemäß IEC 62109-2 ausgestattet, die Fehlerströme überwacht vom PV-Modul bis zum AC-Ausgang des Wechselrichters und trennt bei einem unzulässigen Fehlerstrom den Wechselrichter vom öffentlichen Netz.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-----------------------|--------------------|---|
| RCMU | Aus | Die Schutzfunktion ist deaktiviert. |
| | Off (with Warning) | Die Schutzfunktion ist deaktiviert. Auf der Benutzeroberfläche des Wechselrichters wird die Statusmeldung 1188 permanent angezeigt. |
| | Ein | Die Schutzfunktion ist aktiviert. |
| Automatic Re-connects | | Wenn innerhalb 24 Stunden mehr als Automatic Reconnects Fehlerströme erkannt wurden, unternimmt der Wechselrichter keinen weiteren Versuch mehr, den Netz-Einspeisebetrieb zu starten. Die Statusmeldung 1076 wird auf der Benutzeroberfläche des Wechselrichters angezeigt und muss manuell quittiert werden. |
| | 0 | Es wird kein Fehlerstrom über 300 mA toleriert. Nach jedem erkannten Fehlerstrom wird der Netz-Einspeisebetrieb unterbrochen und die Statusmeldung muss manuell auf der Benutzeroberfläche des Wechselrichters quittiert werden. |
| | 1 - 4 | Nach einer Abschaltung durch einen Fehlerstrom über 300 mA erfolgen innerhalb von 24 Stunden 1, 2, 3 oder 4 Versuche, den Netz-Einspeisebetrieb erneut zu starten. Nach dieser Anzahl an Versuchen wird kein erneuter Versuch unternommen um den Netz-Einspeisebetrieb zu starten und die Statusmeldung muss manuell auf der Benutzeroberfläche des Wechselrichters quittiert werden. |
| | Unlimited | Der 24 Stunden Zähler ist deaktiviert. Der Wechselrichter startet nach jedem erkannten Fehlerstrom über 300 mA wieder mit dem Netz-Einspeisebetrieb. |

DC Shutdown Communication

Geräte zur Abschaltung innerhalb des DC-Generators (z. B. im oder am Modul oder innerhalb eines Stranges) können vom Wechselrichter gesteuert werden. Bedingung dafür ist Kompatibilität speziell mit der Kommunikation des Wechselrichters.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|--------------------------------|--------------------|--|
| Powerline Communication | | Aktiviert und deaktiviert die DC-Powerline Communication (PLC) am Wechselrichter. |
| | Off | Die DC-Powerline Communication ist am Wechselrichter deaktiviert. Es sind keine Abschaltgeräte in der PV-Anlage installiert, oder sollten Abschaltgeräte in der PV-Anlage installiert sein, die auf ein Freigabesignal warten, dann muss dieses Signal von einem anderen Gerät (Transmitter) kommen (ansonsten wird die Anlage nicht funktionieren). |
| | SunSpec PLC | Der Wechselrichter kommuniziert mit DC-Powerline Communication gemäß dem SunSpec Rapid Shutdown Standard . Für die korrekte Funktion der Photovoltaik-Anlage müssen kompatible Abschaltgeräte verwendet werden. |

Netz- und Anlagenschutz

Voltage

Dieses Kapitel behandelt die Schutzeinstellungen bei Über- und Unterspannungen. Zu diesem Zweck werden Netzspannungs-Grenzwerte definiert. Diese sind abhängig vom Länder-Setup und können, wie nachfolgend beschrieben, angepasst werden.

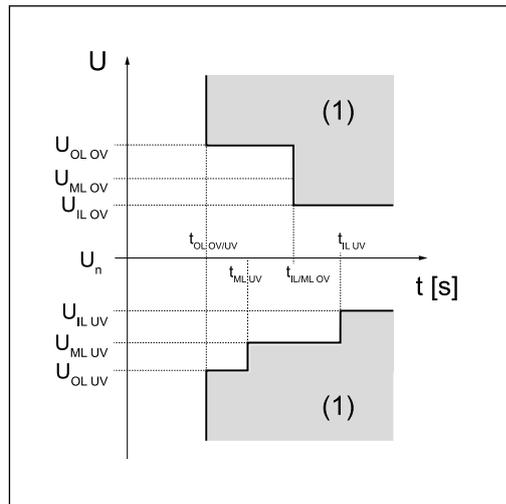
Jeder Netzspannungs-Grenzwert wird definiert durch:

- eine Unterspannung mit dazugehöriger Schutzzeit, oder
- eine Überspannung mit dazugehöriger Schutzzeit.

Die Schutzzeit beschreibt dabei die Dauer, mit der sich die Spannung außerhalb des jeweiligen Spannungs-Grenzwertes befinden darf, bevor der Wechselrichter mit einer Fehlermeldung abschaltet.

Es können sowohl drei Überspannungs- als auch drei Unterspannungs-Grenzwerte verwendet werden. Die **Inner Limits** ($U<$ für Unterspannung; $U>$ für Überspannung) bezeichnen dabei jene Grenzwerte, die sich näher an der Nennspannung befinden. Größeren Abstand zur Nennspannung haben die **Middle Limits** ($U<$ für Unterspannung; $U>$ für Überspannung). Der größte Abstand zwischen Nennspannung und Grenzwert ist bei den **Outer Limits** ($U<<$ für Unterspannung; $U>>$ für Überspannung) gegeben.

Für die sinnvolle Verwendung der **Inner Limits** und **Outer Limits** muss das jeweilige **Inner Limit** mit einer größeren Zeit verknüpft werden als das **Outer Limit**. Werden zusätzlich auch die „**Middle Limits**“ verwendet, ist deren Zeit zwischen **Inner Limit** und **Outer Limit** einzustellen, siehe Beispiel in der Grafik.



- IL **Inner Limit** - innerer Grenzwert
- ML **Middle Limit** - mittlerer Grenzwert
- OL **Outer Limit** - äußerer Grenzwert
- (1) Auslösebereich
- OV Overvoltage
- UV Undervoltage
- t_x Schutzzeit

Grafik zur Erklärung der Limits

Im Notstrom-Betrieb sind diese Spannungs-Grenzwerte nicht aktiv. Unter **Gerätekonfiguration > Wechselrichter > Notstrom** können die Spannungs-Grenzwerte, die während des Notstrom-Betriebes gelten, konfiguriert werden.

Inner Limits

| Parameter | Beschreibung |
|---|---|
| Undervoltage $U<$ | Einstellwert Unterspannungs-Schutz $U<$ in [V] |
| Undervoltage Time $U<$ | Einstellwert Zeit für Unterspannungs-Schutz $U<$ in [s] |
| Overvoltage $U>$ | Einstellwert Überspannungs-Schutz $U>$ in [V] |

| Parameter | Beschreibung |
|-------------------------------|--|
| Overvoltage Time U> | Einstellwert Zeit für den Überspannungs-Schutz U> in [s] |

Middle Limits

| Parameter | Beschreibung |
|--------------------------------|--|
| Voltage Middle Limits | Aktivieren / Deaktivieren der mittleren Spannungsgrenzwerte Ein / Aus |
| Undervoltage U< | Einstellwert Unterspannungs-Schutz U< in [V] |
| Undervoltage Time U< | Einstellwert Zeit für Unterspannungs-Schutz U< in [s] |
| Overvoltage U> | Einstellwert Überspannungs-Schutz U> in [V] |
| Overvoltage Time U> | Einstellwert Zeit für den Überspannungs-Schutz U> in [s] |

Outer Limits

| Parameter | Beschreibung |
|--------------------------------------|--|
| Voltage Outer Limits | Aktivieren / Deaktivieren der äußeren Spannungsgrenzwerte Ein / Aus |
| Undervoltage U<< | Einstellwert Unterspannungs-Schutz U<< in [V] |
| „Undervoltage Time U<<“ | Einstellwert Zeit für Unterspannungs-Schutz U<< in [s] |
| Overvoltage U>> | Einstellwert Überspannungs-Schutz U>> in [V] |
| Overvoltage Time U>> | Einstellwert Zeit für den Überspannungs-Schutz U>> in [s] |

„Long Time Average Limit“

Diese Funktion bildet einen gleitenden Spannungsmittelwert über die eingestellte Zeit und vergleicht diesen mit den eingestellten Überspannungsschutz-Werten. Bei Überschreitung des Überspannungsschutz-Wertes kommt es zu einer Abschaltung.

| Parameter | Beschreibung |
|---|--|
| Long Time Average Limit | Aktivieren / Deaktivieren des Spannungsmittelwert-Grenzwertes Ein / Aus |
| Overvoltage Averaging Time U> | Zeitdauer, über die der Mittelwert gebildet wird in [s]. (Wird 0 s eingestellt ist die Überprüfung nicht aktiv.) |
| Overvoltage U> | Einstellwert des Überspannungs-Schutzes mit Mittelwertbildung U> in [V] |

Fast Overvoltage Disconnect

Schnelle Überspannungs-Abschaltung für Spannungsspitzen, die innerhalb einer Periode reagieren kann.

| Parameter | Beschreibung |
|--|---|
| Fast Overvoltage Disconnect Threshold | Schwellwert für die schnelle RMS-Überspannungsabschaltung (Einstellwert 0-200 % V) |
| Fast Overvoltage Disconnect Time | Einstellwert Zeit für den schnellen Überspannungsschutz (Überschreitung des Peak-Wertes um 35 %) in [s]. Diese Abschaltung kann im Zeitbereich von Mikrosekunden konfiguriert werden. |

Startup and Reconnection

Bevor der Wechselrichter zuschalten darf, müssen die Zuschaltbedingungen für Spannung und Frequenz für eine bestimmte Zeit erfüllt werden.

Unterschieden wird zwischen:

- **Startup**: das Zuschalten des Wechselrichters bei einem normalen Startvorgang (z. B. bei Sonnenaufgang) und
- **Reconnection**: das Wiederschalten des Wechselrichters nach einem Netzfehler (siehe Tabelle **Netzfehler**) (z. B. wenn während des Tages ein Fehler im AC-Netz auftritt, der zu einer Abschaltung des Wechselrichters führt).

Welche Grenzwerte bei der Überprüfung der Zuschaltbedingungen verwendet werden, ist davon abhängig, ob ein Netzfehler aufgetreten ist und welcher **Mode** definiert ist. Der **Mode** hat dabei ausschließlich Einfluss auf die Grenzwerte und nicht auf die Überwachungszeit. Die Überwachungszeit wird bestimmt durch die Parameter, beschrieben in **Allgemein / Startup and Reconnection**. Die verwendete Überwachungszeit ist abhängig davon, ob es sich um **Startup** oder **Reconnection** handelt und gilt für Frequenz- und Spannungs-Grenzwerte gleichermaßen. Nach Ablauf der Netzüberwachung sind die zuvor erwähnten **Interface Protection**-Werte aktiv. Im Notstrom-Betrieb sind diese **Startup und Reconnection** Parameter nicht aktiv.

| Parameter | Beschreibung |
|-------------------------------------|---|
| Mode | Folgende Modi stehen zur Verfügung: <ul style="list-style-type: none">- Startup Values are used for Startup / Reconnection Values are used for Reconnection: Bei einem normalen Startvorgang werden die Startup-Werte als Zuschaltbedingungen verwendet. Bei einer Wiederschaltung nach einem Netzfehler werden die Reconnection-Werte als Zuschaltbedingungen verwendet.- Startup Values are used for Startup and Reconnection: Unabhängig von der Art der Zuschaltung werden immer die Startup-Werte als Zuschaltbedingungen verwendet. |
| Startup Minimum Voltage | Unterer Wert der Spannung für den normalen Startvorgang in [V] |
| Startup Maximum Voltage | Oberer Wert der Spannung für den normalen Startvorgang in [V] |
| Reconnection Minimum Voltage | Unterer Wert der Spannung für die Wiederschaltung in [V] |
| Reconnection Maximum Voltage | Oberer Wert der Spannung für die Wiederschaltung in [V] |

| Parameter | Beschreibung |
|---|---|
| Tripping time for voltage limit violation | Auslösezeit bei Überschreitung des Spannungsgrenzwerts in [s] |
| Folgende Fehler sind seitens des Wechselrichters für diese Funktionalität als Netzfehler definiert: | |

| Bezeichnung | Beschreibung | StateCode Name | StateCode Nummer |
|--|---|---|------------------|
| Overvoltage | Netzspannung überschreitet ein Überspannungslimit (Inner-, Middle-, oder Outer Limit Overvoltage). | AC voltage too high | 1114 |
| Undervoltage | Netzspannung unterschreitet ein Unterspannungslimit (Inner-, Middle- oder Outer Limit Undervoltage). | AC voltage too low | 1119 |
| Overfrequency | Netzfrequenz überschreitet ein Überfrequenzlimit (Inner-, Outer- oder Alternative Limit Overfrequency). | AC frequency too high | 1035 |
| Underfrequency | Netzfrequenz unterschreitet ein Unterfrequenzlimit (Inner-, Outer- oder Alternative Limit Underfrequency). | AC frequency too low | 1037 |
| Fast Overvoltage Disconnect | Auslösung des schnellen Überspannungs-Schutzes (> 135 %). | Grid voltage too high (fast overvoltage cut-out) | 1115, 1116 |
| Long Time Average Overvoltage Limit | Netzspannung überschreitet das Langzeitüberspannungslimit (Long Time Average Limit). | Long-term mains voltage limit exceeded | 1117 |
| Unintentional Islanding Detection | Ungewollte Inselnetz-Bildung wurde erkannt. | Islanding detected | 1004 |

Frequency

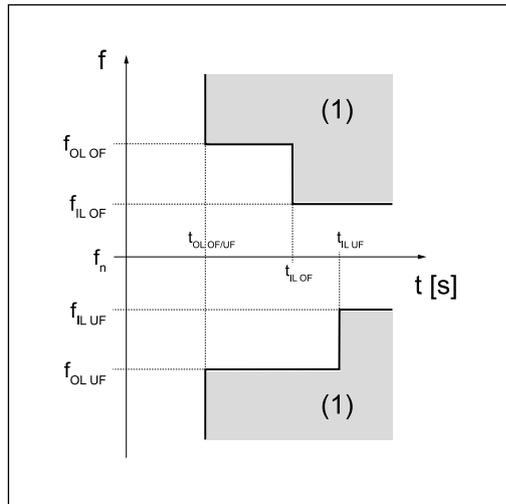
Dieses Kapitel behandelt die Schutzeinstellungen bei Über- und Unterfrequenzen. Zu diesem Zweck werden Netzfrequenz-Grenzwerte definiert. Diese sind abhängig von dem Länder-Setup und können, wie nachfolgend beschrieben, angepasst werden.

Jeder Frequenz-Grenzwert wird definiert durch:

- eine Unterfrequenz mit dazugehöriger Schutzzeit, oder
- eine Überfrequenz mit dazugehöriger Schutzzeit.

Die Schutzzeit beschreibt dabei die Dauer, mit der sich die Frequenz außerhalb des jeweiligen Frequenz-Grenzwertes befinden darf, bevor der Wechselrichter mit einer Fehlermeldung abschaltet. Es können sowohl zwei Überfrequenz- als auch zwei Unterfrequenz-Grenzwerte verwendet werden. Die **Inner Limits** ($f <$ für Unterfrequenz; $f >$ für Überfrequenz) bezeichnen dabei jene Grenzwerte, die sich näher der Nennfrequenz befinden als die **Outer Limits** ($f \ll$ für Unterfrequenz;

f>> für Überfrequenz). Für die sinnvolle Verwendung beider Bereiche müssen **Inner Limits** mit einer größeren Zeit verknüpft werden als die **Outer Limits**.



IL **Inner Limit** - innerer Grenzwert
 OL **Outer Limit** - äußerer Grenzwert
 (1) Auslösebereich
 OF Overfrequency
 UF Underfrequency

Grafik zur Erklärung der Limits

Im Notstrom-Betrieb bestimmt der Wechselrichter selbst die Frequenz und die Frequenz-Grenzwerte sind deshalb nicht aktiv.

Inner Limits

| Parameter | Beschreibung |
|----------------------------------|--|
| Underfrequency f< | Einstellwert Unterfrequenzschutz f< in [Hz] |
| Underfrequency Time f< | Einstellwert Zeit für Unterfrequenzschutz f< in [s] |
| Overfrequency f> | Einstellwert Überfrequenzschutz f> in [Hz] |
| Overfrequency Time f> | Einstellwert Zeit für den Überfrequenzschutz f> in [s] |

Outer Limits

| Parameter | Beschreibung |
|--------------------------------------|--|
| Frequency Outer Limits | Aktivieren / Deaktivieren der äußeren Frequenz-Grenzwerte Ein / Aus |
| Underfrequency f<< | Einstellwert Unterfrequenzschutz f<< in [Hz] |
| Underfrequency Time f<< | Einstellwert Zeit für Unterfrequenzschutz f<< in [s] |
| Overfrequency f>> | Einstellwert Überfrequenzschutz f>> in [Hz] |
| Overfrequency Time f>> | Einstellwert Zeit für den Überfrequenzschutz f>> in [s] |

Alternative Limits

Für die inneren Frequenz-Grenzwerte gibt es zusätzlich einen zweiten Parametersatz, der nur für Italien relevant ist. Zum Aktivieren des zweiten Parametersatzes muss der alternative Frequenz-Grenzwert auf der Benutzeroberfläche des Wechselrichters auf **Ein** gestellt werden und über ein externes Signal wie folgt aktiviert/deaktiviert werden:

- **Aktivieren:** <http://<IP>/status/SetSignaleEsterno>
- **Deaktivieren:** <http://<IP>/status/ClearSignaleEsterno>

Bei jedem Neustart des Wechselrichters muss das **Frequency Alternative Limit** nicht erneut auf **Ein** gestellt werden, aber das externe Signal zum Aktivieren muss erneut gesendet werden. Sendet man es nicht, wird der innere Frequenz-Grenzwert verwendet.

| Parameter | Beschreibung |
|-------------------------------------|---|
| Frequency Alternative Limits | Aktivieren / Deaktivieren alternativer Frequenz-Grenzwerte Ein / Aus |
| Underfrequency f< | Einstellwert Alternativer Unterfrequenzschutz f< in [Hz] |
| Underfrequency Time f< | Einstellwert Zeit für den alternativen Unterfrequenzschutz f< in [s] |
| Overfrequency f> | Einstellwert Alternativer Überfrequenzschutz f> in [Hz] |
| Overfrequency Time f> | Einstellwert Zeit für den alternativen Überfrequenzschutz f> in [s] |

Startup and Reconnection

Bevor der Wechselrichter zuschalten darf, müssen die Zuschaltbedingungen für Spannung und Frequenz für eine bestimmte Zeit erfüllt werden.

Unterschieden wird zwischen:

- **Startup**: das Zuschalten des Wechselrichters bei einem normalen Startvorgang (z. B. bei Sonnenaufgang) und
- **Reconnection**: das Wiederschalten des Wechselrichters nach einem Netzfehler (siehe Tabelle **Netzfehler**) (z. B. wenn während des Tages ein Fehler im AC-Netz auftritt, der zu einer Abschaltung des Wechselrichters führt).

Welche Grenzwerte bei der Überprüfung der Zuschaltbedingungen verwendet werden, ist davon abhängig, ob ein Netzfehler aufgetreten ist und welcher **Mode** definiert ist. Der **Mode** hat dabei ausschließlich Einfluss auf die Grenzwerte und nicht auf die Überwachungszeit. Die Überwachungszeit wird bestimmt durch die Parameter, beschrieben in **Allgemein / Startup and Reconnection**. Die verwendete Überwachungszeit ist abhängig davon, ob es sich um **Startup** oder „**Reconnection**“ handelt und gilt für Frequenz- und Spannungs-Grenzwerte gleichermaßen. Nach Ablauf der Netzüberwachung sind die zuvor erwähnten „**Interface Protection**“-Werte aktiv. Im Notstrom-Betrieb sind diese „**Startup and Reconnection**“ Parameter nicht aktiv.

| Parameter | Beschreibung |
|---|---|
| „Mode“ | <p>Folgende Modi stehen zur Verfügung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Startup Values are used for Startup / Reconnection Values are used for Reconnection: Bei einem normalen Startvorgang werden die Startup-Werte als Zuschaltbedingungen verwendet. Bei einer Wiederschaltung nach einem Netzfehler werden die Reconnection-Werte als Zuschaltbedingungen verwendet. - Startup Values are used for Startup and Reconnection: Unabhängig von der Art der Zuschaltung werden immer die Startup-Werte als Zuschaltbedingungen verwendet. - Startup Values are used for Reconnection: Bei einer Wiederschaltung nach einem Netzfehler werden die Startup-Werte als Zuschaltbedingungen verwendet. Bei einem normalen Startvorgang werden die Frequency Inner Limits f< und f> als Zuschaltbedingungen verwendet. |
| Startup Minimum Frequency | Unterer Wert der Netzfrequenz für den normalen Startvorgang in [Hz] |
| Startup Maximum Frequency | Oberer Wert der Netzfrequenz für den normalen Startvorgang in [Hz] |
| Reconnection Minimum Frequency | Unterer Wert der Netzfrequenz für die Wiederschaltung in [Hz] |
| Reconnection Maximum Frequency | Oberer Wert der Netzfrequenz für die Wiederschaltung in [Hz] |
| Tripping time for frequency limit violation | Auslösezeit bei Überschreitung des Frequenz-Grenzwerts in [s] |
| Folgende Fehler sind seitens des Wechselrichters für diese Funktionalität als Netzfehler definiert: | |

| Bezeichnung | Beschreibung | StateCode Name | StateCode Nummer |
|-----------------------|---|------------------------------|------------------|
| Overvoltage | Netzspannung überschreitet ein Überspannungslimit (Inner-, Middle-, oder Outer Limit Overvoltage). | AC voltage too high | 1114 |
| Undervoltage | Netzspannung unterschreitet ein Unterspannungslimit (Inner-, Middle- oder Outer Limit Undervoltage). | AC voltage too low | 1119 |
| Overfrequency | Netzfrequenz überschreitet ein Überfrequenzlimit (Inner-, Outer- oder Alternative Limit Overfrequency). | AC frequency too high | 1035 |
| Underfrequency | Netzfrequenz unterschreitet ein Unterfrequenzlimit (Inner-, Outer- oder Alternative Limit Underfrequency). | AC frequency too low | 1037 |

| Bezeichnung | Beschreibung | StateCode Name | StateCode Nummer |
|--|--|---|------------------|
| Fast Overvoltage Disconnect | Auslösung des schnellen Überspannungs-Schutzes (> 135 %). | Grid voltage too high (fast overvoltage cut-out) | 1115, 1116 |
| Long Time Average Overvoltage Limit | Netzspannung überschreitet das Langzeit-Überspannungslimit (Long Time Average Limit). | Long-term mains voltage limit exceeded | 1117 |
| Unintentional Islanding Detection | Ungewollte Inselnetzbildung wurde erkannt. | Islanding detected | 1004 |

Rate of Change of Frequency (RoCoF) Protection

Mit dieser Funktion kann die RoCoF (Rate of Change of Frequency) -Detektion und -Abschaltung aktiviert und eingestellt werden. Bei Frequenzänderungen, die über einem eingestellten Wert liegen und die länger als die eingestellte Zeit dauern, kommt es zur Abschaltung des Wechselrichters. Die RoCoF-Detektion ist eine passive Inselerkennungs-Methode.

WICHTIG!

Die ROCOF-Detection ist eine Schutzfunktion, die gezielt kritische Frequenzänderungen erkennt und bei Bedarf den Wechselrichter abschaltet. Sie ist keine Funktion, um schnelle Frequenzänderungen ohne Abschaltung durchführen zu können (ROCOF-Robustheit). Die ROCOF-Robustheit ist eine intrinsische Fähigkeit eines Wechselrichters und kann weder aktiviert noch deaktiviert werden.

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|---|-----------------------|-----------------|---|
| Rate of Change of Frequency (RoCoF) Protection | Ein / Aus | Aus | Aktivieren und Deaktivieren der RoCoF-Protection. |
| RoCoF Limit | 0,05 - 99 Hz/s | 2,5 Hz/s | Grenzwert der Frequenzänderung, der zu einer Abschaltung bei aktivierter ROCOF-Detektion führt. |
| RoCoF Detection Measurement Window Time | 0,04 - 10 s | 0,5 s | Messfensterlänge zur Berechnung des ROCOF Wertes |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|-----------------|--------------|--------------|--|
| RoCoF Trip Time | 0,05 - 16 s | 0,3 s | Einstellwert Abschaltzeit für die RO-COF Protection. |

DC Injection

DC Injection bedeutet die Einspeisung eines AC-Stroms in das öffentliche Netz, der ungewollt mit einem DC-Anteil behaftet ist. Dieser DC-Anteil bewirkt eine Verschiebung des reinen AC-Stroms auf der Y-Achse (Offset).

Aufgrund der Arbeitsweise des Wechselrichter findet im Normalbetrieb keine DC Injection statt. Um gegen Störungen oder Ungenauigkeiten geschützt zu sein, verlangen jedoch viele Anschlussregeln eine Überwachung der DC Injection und eine Abschaltung wenn Grenzwerte überschritten werden.

Für die Grenzwerte können innere und äußere Limits definiert werden. Innere Limits haben standardmäßig engere Grenzen und längere Schutzzeiten, äußere Limits weitere Grenzen und kürze Schutzzeiten, damit es bei höheren DC-Anteilen schneller zu einer Abschaltung kommt. Für beide Grenzwerte gibt es jeweils eine Schutzzeit, die die maximale Dauer der Überschreitung definiert.

Inner Limit

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|---------------------------|----------------|---|
| Mode | Off | Überwachung des inneren Limits ist deaktiviert. |
| | Absolute | Gleichstromanteil-Überwachung mit einem absoluten Stromlimit in [A]. |
| | Relative | Gleichstromanteil-Überwachung mit einem relativen Stromlimit in [%] bezogen auf den Nennstrom des Wechselrichters. |
| DC Current Absolute Value | 0,0 A - 10,0 A | Absolutes Gleichstromlimit in [A] - Überschreitet der Gleichstromanteil des eingespeisten AC-Stromes dieses Limit für die Dauer definiert mit DC Injection Time , wird der Netz-Einspeisebetrieb mit der Statusmeldung 1052 unterbrochen. Dieses Limit findet nur bei dem Mode Absolute Anwendung. |
| DC Current Relative Value | 0,0 % - 10,0 % | Relatives Gleichstromlimit in [%] bezogen auf den Nennstrom des Wechselrichters - Überschreitet der relative Gleichstromanteil des eingespeisten AC-Stromes dieses Limit für die Dauer definiert mit DC Injection Time , wird der Netz-Einspeisebetrieb mit der Statusmeldung 1052 unterbrochen. Dieses Limit findet nur bei dem Mode Relative Anwendung. |
| DC Injection Time | 0,0 s - 10,0 s | Schutzzeit für das innere Limit - Die Abschaltung erfolgt, nachdem der jeweilige Grenzwert für diese Zeit überschritten wurde. |

Outer Limit

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|---------------------------|----------------|---|
| Mode | Off | Überwachung des äußeren Limits ist deaktiviert. |
| | Absolute | Gleichstromanteil-Überwachung mit einem absoluten Stromlimit in [A]. |
| | Relative | Gleichstromanteil-Überwachung mit einem relativen Stromlimit in [%] bezogen auf den Nennstrom des Wechselrichters. |
| DC Current Absolute Value | 0,0 A - 10,0 A | Absolutes Gleichstromlimit in [A] - Überschreitet der Gleichstromanteil des eingespeisten AC-Stromes dieses Limit für die Dauer definiert mit DC Injection Time , wird der Netz-Einspeisebetrieb mit der Statusmeldung 1052 unterbrochen. Dieses Limit findet nur bei dem Mode Absolute Anwendung. |
| DC Current Relative Value | 0,0 % - 10,0 % | Relatives Gleichstromlimit in [%] bezogen auf den Nennstrom des Wechselrichters - Überschreitet der relative Gleichstromanteil des eingespeisten AC-Stromes dieses Limit für die Dauer definiert mit DC Injection Time , wird der Netz-Einspeisebetrieb mit der Statusmeldung 1052 unterbrochen. Dieses Limit findet nur bei dem Mode Relative Anwendung. |
| DC Injection Time | 0,0 s - 10,0 s | Schutzzeit für das äußere Limit - Die Abschaltung erfolgt, nachdem der jeweilige Grenzwert für diese Zeit überschritten wurde. |

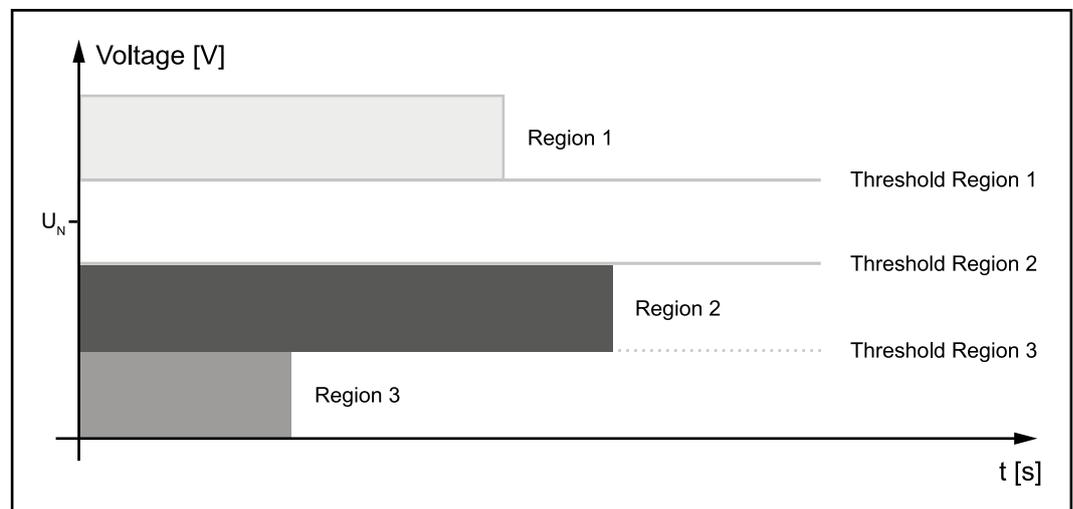
Netzstützende Funktionen

Voltage Fault Ride Through (VFRT)

Bei Störungen am Versorgungsnetz besteht die Gefahr der ungewollten Abschaltung einer großen Anzahl an Erzeugungsanlagen und damit das Risiko von Netzzusammenbrüchen. Als Netzspannungs-Störungen (Voltage Fault, Gridvoltage-Disturbance) werden kurzfristige Spannungseinbrüche oder -überhöhungen im Versorgungsnetz bezeichnet. Diese Spannungsänderungen gehen über den normalen Bereich der Betriebsspannung (z. B. Nominalspannung $\pm 10\%$) hinaus. Die Dauer der Spannungsänderungen ist jedoch kurz, sodass die normale Betriebsspannung wieder erreicht wird, bevor es zu einer Abschaltung der Anlage (auf Grund der **Interface Protection**) kommt. Voltage Fault Ride Through bedeutet, dass der Wechselrichter eine solche Netzspannungsstörung durchfahren kann, ohne sich vorzeitig abzuschalten. Werden die Abschaltbedingungen der Schutzeinstellungen (**Netz- und Anlagenschutz** bzw. **Interface Protection**) erreicht (Zeit und Wert), schaltet der Wechselrichter immer ab, und beendet somit den VFRT-Betrieb. Die Anforderungen an das genaue Verhalten der Wechselrichter während der Störung sind abhängig von den jeweiligen Netzanschlussregeln. Mit den unten beschriebenen Parametern wird dieses Verhalten bestimmt.

Einteilung in Regionen

Die Spannungsstörungs-Detektion des Wechselrichters erkennt gravierende bzw. schnelle Netzspannungsänderungen und teilt sie nach der Höhe der Fehlerspannung (Spannungsniveau während der Störung) in so genannte Regionen ein. Jeder Region ist ein bestimmter Netzspannungs-Wertebereich zugeteilt. Es können 3 individuelle Regionen R1, R2, R3 konfiguriert werden. Jede einzelne Region besitzt eine einstellbare Erkennungsschwelle und mehrere Parameter, die das Verhalten des Wechselrichters innerhalb dieser Region bestimmen. Die Erkennungsschwelle ist ein relativer Spannungswert und wird in Prozent bezogen auf die AC-Nennspannung angegeben. Ein Wert über 100 % bedeutet, dass die dazugehörige Region eine Überspannungsstörung (High Voltage Ride Through HVRT) beschreibt. Ein Wert kleiner als 100 % bedeutet, dass die dazugehörige Region eine Unterspannungsstörung (Low Voltage Ride Through LVRT) beschreibt. Bild 1 zeigt ein Beispiel für eine typische Anordnung der 3 Regionen (hier mit waagerechten Balken dargestellt) durch gezielte Wahl der Erkennungsschwellen: R1-Schwelle 110 %, R2-Schwelle 90 %, R3-Schwelle 40 %. Der Spannungsbereich zwischen den Limits von Region1 und Region2 (weißer Balken) umfasst den Spannungsbereich für Normalbetrieb (hier: 90 ... 110 % der Nennspannung). Region1 behandelt Überspannungsstörungen, Region 2 behandelt leichte Unterspannungsstörungen (von 90 ... 40 %). Region 3 behandelt starke Unterspannungsstörungen (unter 40 %).



Einteilung des Netzspannungsbereichs in 3 Störungsregionen durch Wahl der Erkennungsschwellen.

WICHTIG!

Die Länge der Balken repräsentiert Abschaltzeiten (Trip-Times) für Über- bzw. Unterspannungs-Detektion der Funktionsgruppe „**Interface Protection**“. Für die VFRT-Funktionalität hat dies keine Bedeutung.

Die Regionen R1 bis R3 müssen absteigende Werte der Erkennungsschwellen aufweisen:

- Die R1-Schwelle muss höher sein als die R2-Schwelle usw.
- Das Verwenden von identen Schwellen für mehrere Regionen ist verboten.
- Das Verwenden des Schwellwertes 0 % ist erlaubt.

Um eine bestimmte Region zu deaktivieren, kann deren Schwellwert herangezogen werden:

Eine HV-Region (R1) wird durch Verstellen der Schwelle auf 200 % deaktiviert. Eine nicht verwendete LV-Region (meistens R3) wird durch Verstellen der Schwelle auf 0 % deaktiviert.

Generelle VFRT-Einstellungen

Folgende Einstellwerte gelten gleichermaßen für alle Regionen.

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|---|------------------------|--------------|---|
| Mode | Ein | | VFRT-Funktion ist entsprechend der eingestellten Parameterwerte aktiv. |
| | Aus | Aus | Wenn kein spezielles Verhalten während Netzstörungen gefordert ist, verhält sich der Wechselrichter mit dieser Einstellung entsprechend den Standardwerten dieser Tabelle. Etwaige vorgenommene Parametereinstellungen werden ignoriert. |
| Reactive Current Limit for Overexcited Operation | 0 - 110 [% IacNominal] | 100 % | Begrenzung des Blindstromes während einer Netzspannungsstörung und übererregtem Betrieb - in Prozent [%] bezogen auf den Nennstrom I_N . Dieser Parameter ist nur für den Strom-Einspeisemodus „ Active Asymmetric Current “ wirksam. |
| Reactive Current Limit for Underexcited Operation | 0 - 110 [% IacNominal] | 100 % | Begrenzung des Blindstromes während einer Netzspannungsstörung und untererregtem Betrieb - in Prozent [%] bezogen auf den Nennstrom I_N . Dieser Parameter ist nur für den Strom-Einspeisemodus „ Active Asymmetric Current “ wirksam. |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|--|-------------------------------|--------------|---|
| Sudden Voltage Change Detection | Ein | | Die Erkennung von sprunghaften Spannungsänderungen (Sudden Voltage Changes) innerhalb des Normalspannungsbereichs ist aktiv. So genannte Sudden Voltage Changes verletzen üblicherweise keine statischen Spannungsgrenzen, sind jedoch Indikatoren für Netzstörungen. |
| | Aus | Aus | Keine Erkennung von sprunghaften Spannungsänderungen innerhalb des Normalspannungsbereichs. |
| Insensitivity Range | 0 - 100 [% Uac 1s-Avg] | 5 % | Grenzwert, den eine sprunghafte Spannungsänderung (Änderung der Mitsystemspannung oder der Gegensystemspannung) überschreiten muss, damit eine Netzspannungsstörung erkannt wird. Bezugswert für die Berechnung dieses Grenzwertes ist der gleitende Mittelwert der Netzspannung über 1 Sekunde (1s-Avg). |
| Deactivation Time | 0 - 100 [s] | 5 s | Zeitdauer der Netzstörungsbehandlung für sprunghafte Spannungsänderungen. Nach Ablauf dieser Zeit wird die Netzstörungsbehandlung automatisch beendet, falls keine statischen Spannungsgrenzen (siehe Parameter Threshold Static , unter Region 1, 2, 3) verletzt wurden. |

Region 1

Diese Einstellwerte definieren, wie sich der Wechselrichter innerhalb Region 1 verhält. Die Wahl der Einstellung hat keinen Einfluss auf die Regionen 2 und 3.

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|------------------|---------------------------|--------------|---|
| Static Threshold | 0 - 200 [% UacNominal] | 125 % | <p>Statische Spannungsschwelle (in % der Nennspannung), welche über- bzw. unterschritten werden muss, um VFRT-Region 1 und deren zugehörigen Strom-Einspeisemodus zu aktivieren.</p> <ul style="list-style-type: none">- > 100 % ... Region 1 wird als HVRT Region verwendet.- < 100 % ... Region 1 wird als LVRT Region verwendet. <p>Einstellbedingung: Schwelle R1 > Schwelle R2 > Schwelle R3</p> <p>Standardwert 125 % bedeutet, dass sich der Wechselrichter bis 125 % der Nennspannung im normalen Stromeinspeise-Betrieb befindet. Über 125 % wird VFRT mit dem ausgewählten Strom-Einspeisemodus aktiv (Default-Mode für Region 1: „Zero Current“).</p> |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|------------------------------|----------------------------|---------------------|---|
| Static Detection Mode | | | Spannungssystem, welches für die statische Schwellwernerkenntnis der VFRT-Region 1 verwendet wird. Bei dreiphasigen Geräten wird jeweils der Minimalwert (für LVRT-Regionen) beziehungsweise der Maximalwert (für HVRT-Regionen) aus den Einzelspannungen verwendet. |
| | L-N Voltage | L-N Voltage | Es wird das Phasen-Neutralleiterspannungssystem (Line-Neutral) für die statische Schwellwernerkenntnis der VFRT-Region 1 verwendet. |
| | L-L Voltage | | Das Phasen-Phasenspannungssystem (Line-Line) wird für die statische Schwellwernerkenntnis der VFRT-Region 1 verwendet. |
| | L-L and L-N Voltage | | Beide Spannungssysteme (Line-Neutral und Line-Line) werden für die statische Schwellwernerkenntnis der VFRT-Region 1 verwendet. |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|---|
| Current Calc Mode | | | Strom-Einspeisemodus für Region 1. Dieser Parameter definiert die Art der Stromeinspeisung während einer Region 1-Spannungsstörung. |
| | Passive | | Das Vorfehler-Verhalten wird während der Störung möglichst aufrechterhalten. |
| | Zero Current | Zero Current | Der Wechselstrom wird auf null geregelt. Während der Störung findet keine Wirk- bzw. Blindleistungseinspeisung statt. |
| | Active Symmetric Current | | Ein symmetrischer Blindstrom (Mitsystem-Blindstrom) wird ins Netz eingespeist. Die Höhe des zusätzlichen Blindstromes ergibt sich aus dem k-factor Positive Sequence multipliziert mit der Höhe des Spannungseinbruchs. Es wird kein Wirkstrom eingespeist. |
| | Active Asymmetric Current | | Ein zusätzlicher Blindstrom wird ins Netz eingespeist. Gleichzeitig wird Wirkstrom eingespeist (wobei der Blindstrom Priorität hat). Die Höhe des zusätzlichen Blindstromes ergibt sich aus den k-Faktoren multipliziert mit der Höhe des Spannungseinbruchs. Wird der k-factor Negative Sequence auf 0 gestellt, ist die Einspeisung symmetrisch. Ansonsten wird auf unsymmetrische Fehler mit einer unsymmetrischen Stromeinspeisung reagiert. |
| k-factor Positive Sequence | 0 - 10 | 2.0 | Multiplikationsfaktor (k-Faktor) für den Mitsystem-Blindstrom in Region 1. Wird nur angewendet bei Strom-Einspeisemodus „ Active Symmetric Current “ und „ Active Asymmetric Current “. |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|----------------------------|--------------|--------------|---|
| k-factor Negative Sequence | 0 - 10 | 2.0 | Multiplikationsfaktor (k-Faktor) für den Gegensystem-Blindstrom in Region 1. Wird nur angewendet bei Strom-Einspeisemodus „Active Asymmetric Current“. Bei geforderter un-symmetrischer Einspeisung wird dieser üblicherweise gleich eingestellt wie „k-factor Positive Sequence“. Bei geforderter symmetrischer Einspeisung wird dieser auf 0 gestellt. |

Region 2

Diese Einstellwerte definieren, wie sich der Wechselrichter innerhalb Region 2 verhält. Die Wahl der Einstellung hat keinen Einfluss auf die Regionen 1 und 3.

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|------------------|---------------------------|--------------|--|
| Static Threshold | 0 - 200 [% UacNominal] | 40 % | <p>Statische Spannungsschwelle (in % der Nennspannung), welche über- bzw. unterschritten werden muss, um VFRT-Region 2 und deren zugehörigen Strom-Einspeisemodus zu aktivieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> - > 100 % ... Region 2 wird als HVRT Region verwendet. - < 100 % ... Region 2 wird als LVRT Region verwendet. <p>Einstellbedingung: Schwelle R1 > Schwelle R2 > Schwelle R3</p> <p>Standardwert 40 % bedeutet, dass sich der Wechselrichter bis 40 % der Nennspannung im normalen Stromeinspeise-Betrieb befindet. Über 40 % wird VFRT mit dem ausgewählten Strom-Einspeisemodus aktiv (Default-Mode für Region 2: Zero Current).</p> |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|------------------------------|----------------------------|---------------------|---|
| Static Detection Mode | | | Spannungssystem, welches für die statische Schwellwernerkenntnis der VFRT-Region 2 verwendet wird. Bei dreiphasigen Geräten wird jeweils der Minimalwert (für LVRT-Regionen) beziehungsweise der Maximalwert (für HVRT-Regionen) aus den Einzelspannungen verwendet. |
| | L-N Voltage | L-N Voltage | Es wird das Phasen-Neutralleiterspannungssystem (Line-Neutral) für die statische Schwellwernerkenntnis der VFRT-Region 2 verwendet. |
| | L-L Voltage | | Das Phasen-Phasenspannungssystem (Line-Line) wird für die statische Schwellwernerkenntnis der VFRT-Region 2 verwendet. |
| | L-L and L-N Voltage | | Beide Spannungssysteme (Line-Neutral und Line-Line) werden für die statische Schwellwernerkenntnis der VFRT-Region 2 verwendet. |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|---|
| Current Calc Mode | | | Strom-Einspeisemodus für Region 2. Dieser Parameter definiert die Art der Stromeinspeisung während einer Region 2-Spannungsstörung. |
| | Passive | | Der Vorfehler-Wirkstrom und -Blindstrom wird aufrechterhalten, solange die Störung andauert. |
| | Zero Current | Zero Current | Der Wechselstrom wird auf null geregelt. Während der Störung findet keine Wirk- bzw. Blindleistungseinspeisung statt. |
| | Active Symmetric Current | | Ein symmetrischer Blindstrom (Mitsystem-Blindstrom) wird ins Netz eingespeist. Die Höhe des zusätzlichen Blindstromes ergibt sich aus dem k-factor Positive Sequence multipliziert mit der Höhe des Spannungseinbruchs. Es wird kein Wirkstrom eingespeist. |
| | Active Asymmetric Current | | Ein zusätzlicher Blindstrom wird ins Netz eingespeist. Gleichzeitig wird Wirkstrom eingespeist (wobei der Blindstrom Priorität hat). Die Höhe des zusätzlichen Blindstromes ergibt sich aus den k-Faktoren multipliziert mit der Höhe des Spannungseinbruchs. Wird der k-factor Negative Sequence auf 0 gestellt, ist die Einspeisung symmetrisch. Ansonsten wird auf unsymmetrische Fehler mit einer unsymmetrischen Stromeinspeisung reagiert. |
| k-factor Positive Sequence | 0 - 10 | 2.0 | Multiplikationsfaktor (k-Faktor) für den Mitsystem-Blindstrom in Region 2. Wird nur angewendet bei Strom-Einspeisemodus Active Symmetric Current und Active Asymmetric Current . |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---|
| k-factor Negative Sequence | 0 - 10 | 2.0 | Multiplikationsfaktor (k-Faktor) für den Gegensystem-Blindstrom in Region 2. Wird nur angewendet bei Strom-Einspeisemodus Active Asymmetric Current . Bei geforderter un-symmetrischer Einspeisung wird dieser üblicherweise gleich eingestellt wie k-factor Positive Sequence . Bei geforderter symmetrischer Einspeisung wird dieser auf 0 gestellt. |

Region 3

Diese Einstellwerte definieren, wie sich der Wechselrichter innerhalb Region 3 verhält. Die Wahl der Einstellung hat keinen Einfluss auf die Regionen 1 und 2.

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|-------------------------|---------------------------|--------------|--|
| Static Threshold | 0 - 200 [% UacNominal] | 0 % | Statische Spannungsschwelle (in % der Nennspannung), welche über- bzw. unterschritten werden muss, um VFRT-Region 3 und deren zugehörigen Strom-Einspeisemodus zu aktivieren. <ul style="list-style-type: none"> - > 100 % ... Region 3 wird als HVRT Region verwendet. - < 100 % ... Region 3 wird als LVRT Region verwendet. Einstellbedingung: Schwelle R1 > Schwelle R2 > Schwelle R3 Defaultwert 0 % bedeutet, dass die Region 3 deaktiviert/unwirksam ist. |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|------------------------------|----------------------------|---------------------|--|
| Static Detection Mode | | | Spannungssystem, welches für die statische Schwellwerkerkennung der VFRT-Region 3 verwendet wird. Bei dreiphasigen Geräten wird jeweils der Minimalwert (für LVRT-Regionen) beziehungsweise der Maximalwert (für HVRT-Regionen) aus den Einzelspannungen verwendet. |
| | L-N Voltage | L-N Voltage | Es wird das Phasen-Neutralleiterspannungssystem (Line-Neutral) für die statische Schwellwerkerkennung der VFRT-Region 3 verwendet. |
| | L-L Voltage | | Das Phasen-Phasenspannungssystem (Line-Line) wird für die statische Schwellwerkerkennung der VFRT-Region 3 verwendet. |
| | L-L and L-N Voltage | | Beide Spannungssysteme (Line-Neutral und Line-Line) werden für die statische Schwellwerkerkennung der VFRT-Region 3 verwendet. |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|---|
| Current Calc Mode | | | Strom-Einspeisemodus für Region 3. Dieser Parameter definiert die Art der Stromeinspeisung während einer Region 3-Spannungsstörung. |
| | Passive | | Der Vorfehler-Wirkstrom und -Blindstrom wird aufrechterhalten, solange die Störung andauert. |
| | Zero Current | Zero Current | Der Wechselstrom wird auf null geregelt. Während der Störung findet keine Wirk- bzw. Blindleistungseinspeisung statt. |
| | Active Symmetric Current | | Ein symmetrischer Blindstrom (Mitsystem-Blindstrom) wird ins Netz eingespeist. Die Höhe des zusätzlichen Blindstromes ergibt sich aus dem k-factor Positive Sequence multipliziert mit der Höhe des Spannungseinbruchs. Es wird kein Wirkstrom eingespeist. |
| | Active Asymmetric Current | | Ein zusätzlicher Blindstrom wird ins Netz eingespeist. Gleichzeitig wird Wirkstrom eingespeist (wobei der Blindstrom Priorität hat). Die Höhe des zusätzlichen Blindstromes ergibt sich aus den k-Faktoren multipliziert mit der Höhe des Spannungseinbruchs. Wird der k-factor Negative Sequence auf 0 gestellt, ist die Einspeisung symmetrisch. Ansonsten wird auf unsymmetrische Fehler mit einer unsymmetrischen Stromeinspeisung reagiert. |
| k-factor Positive Sequence | 0 - 10 | 2.0 | Multiplikationsfaktor (k-Faktor) für den Mitsystem-Blindstrom in Region 3. Wird nur angewendet bei Strom-Einspeisemodus Active Symmetric Current und Active Asymmetric Current . |

| Parameter | Wertebereich | Standardwert | Beschreibung |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---|
| k-factor Negative Sequence | 0 - 10 | 2.0 | Multiplikationsfaktor (k-Faktor) für den Gegensystem-Blindstrom in Region 3. Wird nur angewendet bei Strom-Einspeisemodus Active Asymmetric Current . Bei geforderter un-symmetrischer Einspeisung wird dieser üblicherweise gleich eingestellt wie k-factor Positive Sequence . Bei geforderter symmetrischer Einspeisung wird dieser auf 0 gestellt. |

Active Power

Voltage-dependent Power Control

oder auch Volt/Watt Funktion oder P(U) Funktion genannt, bewirkt eine Wirkleistungsänderung in Abhängigkeit der Netzspannung. Durch die Reduktion der Wirkleistung bei hoher Netzspannung (bzw. die Erhöhung der Wirkleistung bei niedriger Netzspannung) kann ein ungewolltes Abschalten des Wechselrichters aufgrund der Überspannungs-, bzw. Unterspannungs-Grenzen vermieden werden. Die Ertragseinbußen sind dabei geringer als die Ertragseinbußen bei einer Abschaltung des Wechselrichters.

Bei aktivierter Funktion wird bei Überschreiten eines definierten Netzspannungsgrenzwertes die Wirkleistung

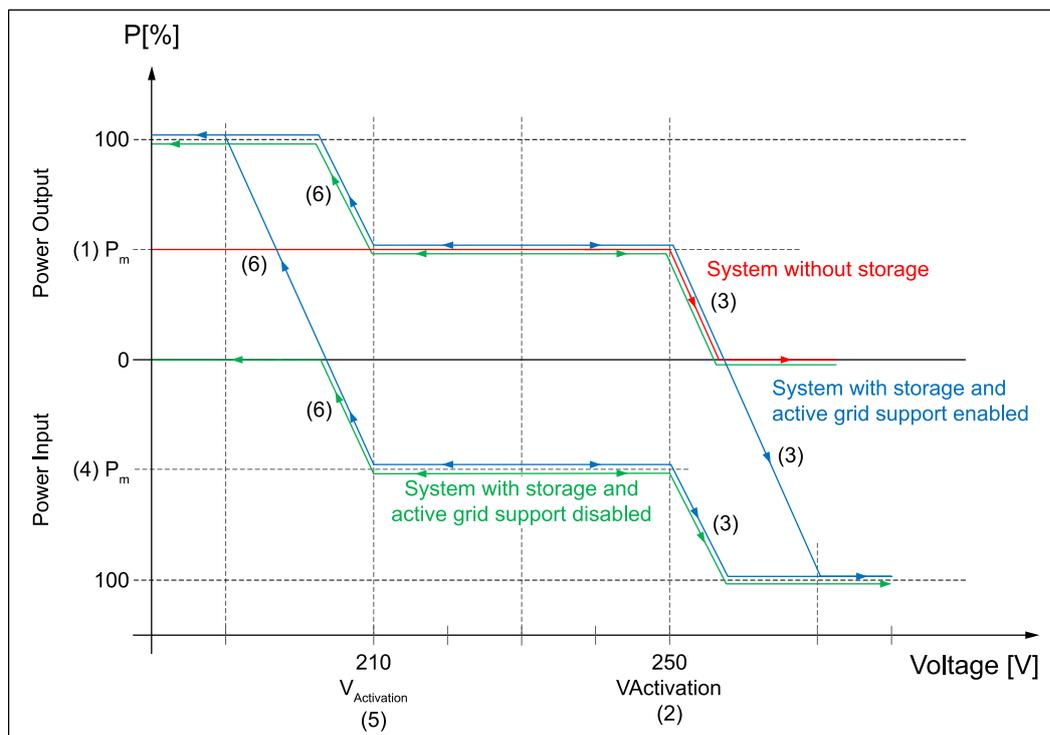
- bei zu hoher Netzspannung entsprechend einem definierten Gradienten reduziert (siehe Beispiel **System without storage** - rote Kennlinie)
- bei zu niedriger Netzspannung entsprechend einem definierten Gradienten erhöht (nur bei Hybridwechselrichtern möglich, siehe Beispiel **System with storage** - grüne Kennlinie).

Bei einem Hybridwechselrichter mit aktivierter, aktiver Netzstützung (**Active Grid Support**) ergeben sich zusätzliche Szenarien:

- Wurde die Ausgangsleistung bei zu hoher Spannung bereits auf 0 W reduziert und die Spannung steigt weiter an, kann zusätzlich Energie aus dem öffentlichen Netz aufgenommen werden (die Batterie wird damit geladen, siehe **System with storage and active grid support enabled** - blaue Kennlinie im unteren Bereich **Power Input**).
- Wurde die Ladeleistung (Bezug aus dem öffentlichen Netz) bei zu geringer Spannung auf 0 W reduziert und die Spannung sinkt weiter, kann zusätzlich Energie aus der Batterie entnommen werden, um dadurch die Ausgangsleistung zu erhöhen (siehe Beispiel **System with storage and active grid support enabled** - blaue Kennlinie im oberen Bereich **Power Output**).

Beispiele zur aktiven Netzstützung:

| System without storage (Grafik - rote Kennlinie) | Beschreibung der Parameter |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Mode: On (without Hysteresis) - Keine Batterie im System vorhanden - Active Grid Support: Aus - Calculation Mode: $P_{\max} = P_m - P_n(k \cdot df)$ | <ul style="list-style-type: none"> (1) Momentane Wirkleistung bei Erreichen des Activation Threshold Overvoltage: 50 % von P_n (Geräte - Nominaleistung) (2) Activation Threshold Overvoltage: 250 V (3) Gradient Overvoltage: 7,5 %/V |
| System with storage and active grid support disabled (Grafik - grüne Kennlinie) | Beschreibung der Parameter |
| <ul style="list-style-type: none"> - Mode: On (without Hysteresis) - Batterie ist aktiv - Active Grid Support: Aus - Calculation Mode: $P_{\max} = P_m - P_n(k \cdot df)$ | <ul style="list-style-type: none"> (1) (4) Momentane Wirkleistung bei Erreichen des jeweiligen Activation Threshold: 50 % von P_n (Geräte - Nominaleistung) (2) Activation Threshold Overvoltage: 250 V (3) Gradient Overvoltage: 7,5 %/V (5) Activation Threshold Undervoltage: 210 V (6) Gradient Undervoltage: 7,5 %/V |
| System with storage and active grid support enabled (Grafik - blaue Kennlinie) | Beschreibung der Parameter |
| <ul style="list-style-type: none"> - Mode: On (without Hysteresis) - Batterie ist aktiv - Active Grid Support: Ein - Calculation Mode: $P_{\max} = P_m - P_n(k \cdot df)$ | <ul style="list-style-type: none"> (1) (4) Momentane Wirkleistung bei Erreichen des jeweiligen Activation Threshold: 50 % von P_n (Geräte - Nominaleistung) (2) Activation Threshold Overvoltage: 250 V (3) Gradient Overvoltage: 7,5 %/V (5) Activation Threshold Undervoltage: 210 V (6) Gradient Undervoltage: 7,5 %/V |



Allgemeiner Leistungsverlauf in Abhängigkeit der Netzspannung.

Für die aktive Netzstützung mit Batterie können SOC-Grenzen (State Of Charge) eingestellt werden. Wird ein Limit erreicht, wird die Batterie nicht mehr für die aktive Netzstützung verwendet. Diese sind unter **Battery SoC Limitation for Grid Support** zu finden:

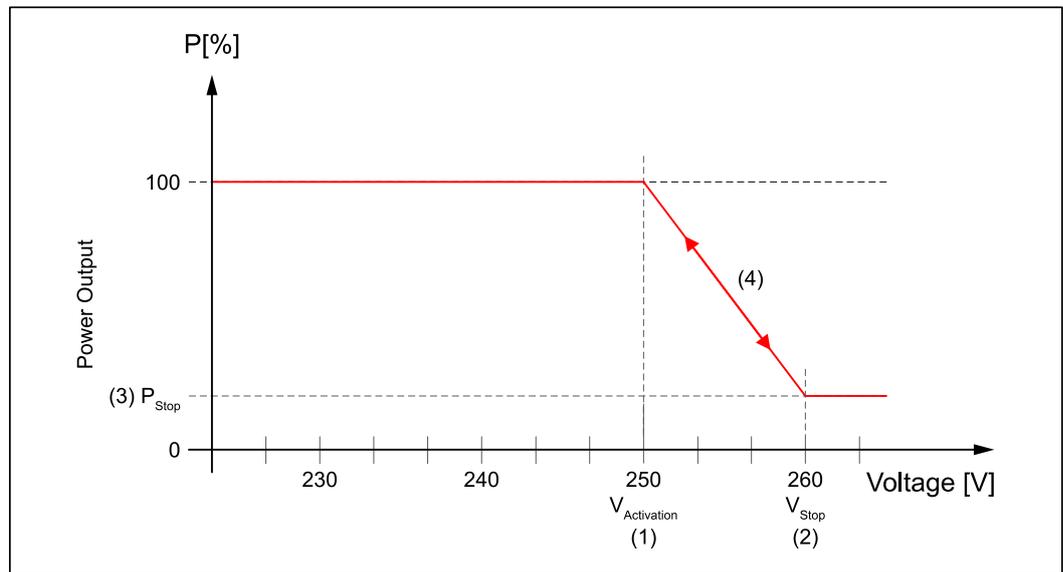
- **Battery SoC Lower Limit** - Die Batterie wird bei Erreichen der unteren Grenze nicht weiter entladen.
- **Battery SoC Upper Limit** - Die Batterie wird bei Erreichen der oberen Grenze nicht weiter geladen.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|----------------------------------|-------------------------|---|---------------|
| Mode | Aus | Funktion ist deaktiviert. | |
| | On (without Hysteresis) | Funktion ist aktiviert. | |
| Activation Threshold Overvoltage | 208 - 311 [V] | Netzspannungs-Grenzwert, ab dem die Leistungsreduktion erfolgt. | |
| Gradient Overvoltage | 0,01 - 100 [%/V] | Gradient, um den sich die Wirkleistung reduziert. Beispiel - Umrechnung von Statik auf Gradient: Statik s = 4 % → Gradient k = 1/(0,04*230 V) = 10,9 %/V | |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|--|---|--|---|
| Calculation Mode | $P_{max} = P_m - P_m(k \cdot dV)$ $P_{max} = P_n - P_n(k \cdot dV)$ $P_{max} = P_m - P_n(k \cdot dV)$ | <p>Gibt die Referenzleistung für die Berechnung des Leistungslimits im Über- oder Unterspannungsfall an.</p> <p>Referenzleistung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $P_m \rightarrow$ Momentanleistung bei Überschreitung des Netzspannungs-Grenzwertes. - $P_n \rightarrow$ Nominalleistung des Geräts. | |
| Active Grid Support | Aus | Deaktiviert die erweiterte, aktive Netzstützung für Geräte mit Batterie. | <p>Hat keinen Einfluss bei folgenden Setups:</p> <ul style="list-style-type: none"> - AUS Region A 2020 - AUS Region B 2020 - AUS Region C 2020 - NZS 2020 |
| | Ein | Aktiviert die erweiterte, aktive Netzstützung für Geräte mit Batterie. | |
| Activation Threshold Undervoltage | 0 - 311 [V] | Netzspannungs-Grenzwert, ab dem die Leistungserhöhung erfolgt. | |
| Gradient Undervoltage | 0 - 100 [%/V] | <p>Gradient, um den sich die Wirkleistung erhöht.</p> <p>Beispiel - Umrechnung von Statik auf Gradient: Statik $s = 4 \%$ \rightarrow Gradient $k = 1 / (0,04 \cdot 230 \text{ V}) = 10,9 \%$</p> | |
| Time Constant (τ) | 0 - 600 [s] | Zeitkonstante (1 Tau) in Sekunden [s]. Bei jeder Änderung des Sollwertes wird dieser neue Sollwert nicht sprunghaft, sondern sanft entsprechend eines PT1-Verhaltens angesteuert. Die Zeitkonstante, beschreibt wie schnell der neue Sollwert erreicht wird. (Nach 3 Zeitkonstanten ist der Endwert zu 95 % erreicht.) | |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|-------------------------------------|--------------|--|---|
| Stop Voltage at Overvoltage | 0 - 311 [V] | Netzspannungs-Grenzwert, bis zu dem die Leistungsreduktion erfolgt. Der Gradient errechnet sich automatisch aus den Parametern Activation Threshold Overvoltage und Power at Stop Voltage at Overvoltage . Die Parameter Gradient Overvoltage und Calculation Mode haben keine Funktion. | Wird ausschließlich in folgenden Setups verwendet: <ul style="list-style-type: none"> - AUS Region A 2020 - AUS Region B 2020 - AUS Region C 2020 - NZS 2020 |
| Power at Stop Voltage - Overvoltage | 0 - 100 [%] | Bezugsleistung bei Erreichen des eingestellten Netzspannungs-Grenzwertes. | |

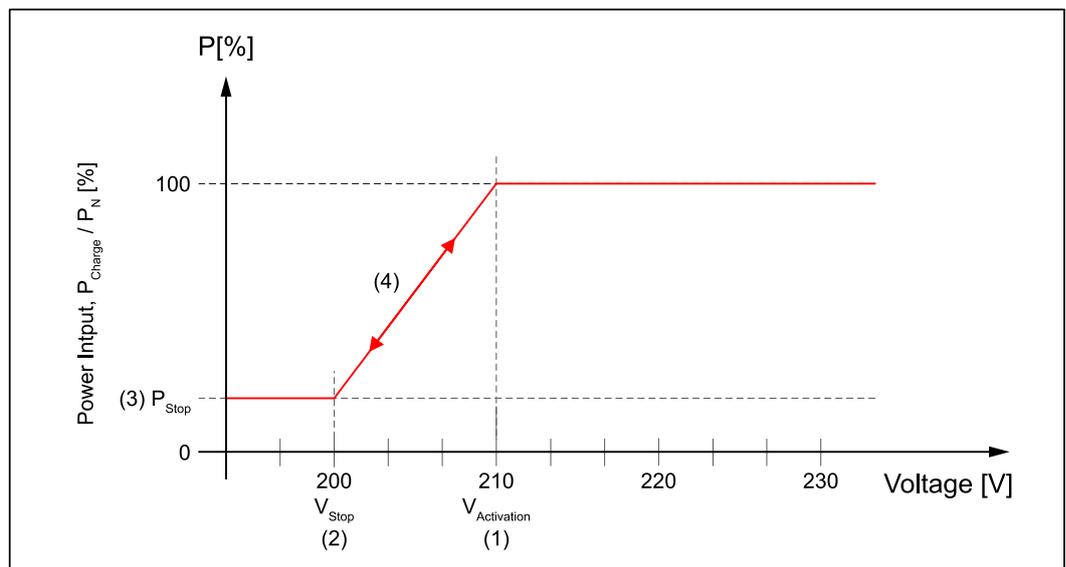
| Beispiel: Setups AUS/NSZ 2020 | Beschreibung der Parameter |
|-------------------------------------|--|
| - Mode: Ein (ohne Hysterese) | (1) Activation Threshold Overvoltage: 250 V (2) Stop at Voltage at Overvoltage: 260 V (3) Power at Stop Voltage - Overvoltage: 20 % |



Leistungsverlauf bei Überschreiten von **Activation Threshold Overvoltage**.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|---|----------------------|---|--|
| Stop Voltage at Undervoltage | 200 - 311 [V] | Netzspannungs-Grenzwert, bis zu dem die Ladeleistung der Batterie reduziert wird. Der Gradient errechnet sich automatisch aus den Parametern Activation Threshold Undervoltage und Power at Stop Voltage at Undervoltage . Die Parameter Gradient Undervoltage und Calculation Mode haben keine Funktion. | Wird ausschließlich in folgenden Setups verwendet: - AUS Region A 2020 - AUS Region B 2020 - AUS Region C 2020 - NZS 2020 |
| Power at Stop Voltage - Undervoltage | 0 - 100 [%] | Bezugsleistung bei Erreichen des eingestellten Netzspannungs-Grenzwertes. Nur bei Geräten mit Batterie im Ladebetrieb. | |

| Beispiel: Setups AUS/NSZ 2020 | Beschreibung der Parameter |
|-------------------------------------|---|
| - Mode: Ein (ohne Hysterese) | (1) Activation Threshold Undervoltage: 210 V (2) Stop at Voltage at Undervoltage: 200 V (3) Power at Stop Voltage - Undervoltage: 20 % |



Ladeleistungsbegrenzung bei Überschreiten von **Activation Threshold Undervoltage**.

Frequency-dependent Power Control

oder auch Frequenz/Watt-Funktion oder $P(f)$ -Funktion genannt, bewirkt eine Wirkleistungsänderung in Abhängigkeit der Netzfrequenz.

Unterschieden wird zwischen:

- Überfrequenz
- Unterfrequenz

Bei aktivierter Funktion wird bei Überschreiten eines definierten Netzfrequenz-Grenzwertes die Wirkleistung

- bei Überfrequenz entsprechend einem definierten Gradienten reduziert (bei einem Wechselrichter mit Speicher wird zuerst das Entladen des Speichers gestoppt, bevor die Leistung des PV-Generators reduziert wird).
- bei Unterfrequenz entsprechend einem definierten Gradienten erhöht (bei einem Wechselrichter ohne Speicher oder deaktivierter, aktiver Netzstützung nur in Verbindung mit einer manuellen Leistungsreduktion und entsprechender Priorität möglich).

Die Gradienten ergeben sich in Abhängigkeit des Parameters **Configuration Method**:

- **Gradient**: Der Gradient wird in Bezug auf die Gerätenominal-Leistung oder die momentane Leistung bei Eintritt in die Funktion in %/Hz angegeben (siehe Beispiel 1).
- **Stopp Frequenz**: Der Gradient ergibt sich bei dieser Methode immer aus der aktuellen Leistung bei Eintritt in die Funktion zur im Setup eingestellten Stopp-Frequenz und Leistung bei Stopp-Frequenz (siehe Beispiel 2).

Bei einem Wechselrichter mit Speicher und aktivierter, aktiver Netzstützung ergeben sich zusätzliche Szenarien:

- Wurde die Ausgangsleistung bei Überfrequenz bereits auf 0 W reduziert und die Frequenz steigt weiter an, kann zusätzlich Energie aus dem Netz aufgenommen werden (die Batterie wird damit geladen).
- Wurde die Ladeleistung (Bezug aus dem Netz) bei Unterfrequenz auf 0 W reduziert und die Frequenz sinkt weiter, kann zusätzlich Energie aus der Batterie entnommen werden um dadurch die Ausgangsleistung zu erhöhen.

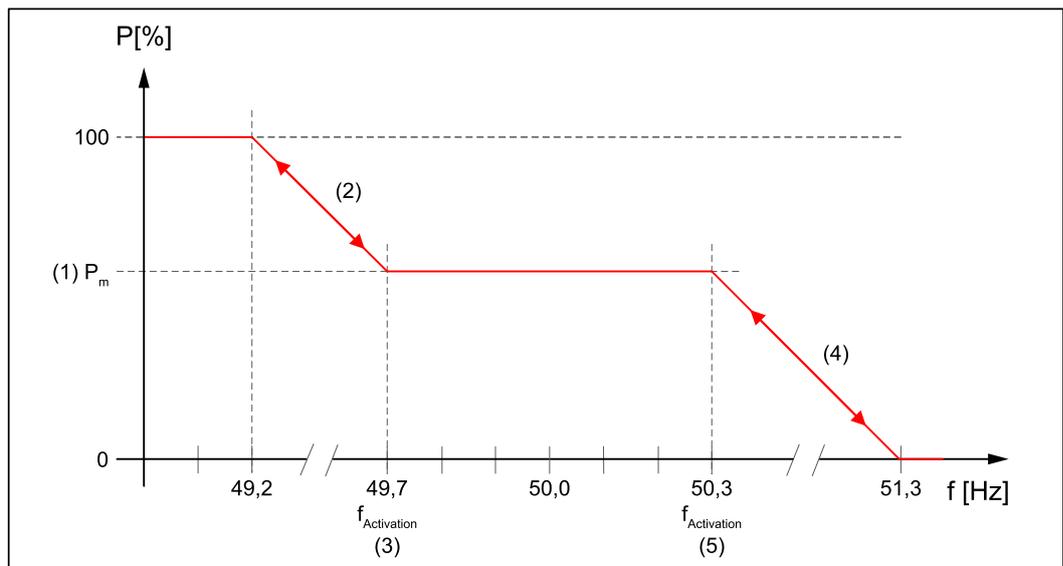
Für die aktive Netzstützung mit Batterie können SOC - Grenzen (State Of Charge) eingestellt werden. Diese sind unter **Battery SoC Limitation for Grid Support** zu finden:

- **Battery SoC Lower Limit** - Die Batterie wird bei Erreichen der unteren Grenze nicht weiter entladen.
- **Battery SoC Upper Limit** - Die Batterie wird bei Erreichen der oberen Grenze nicht weiter geladen.

Befindet sich die Netzfrequenz nach erfolgter Leistungsreduktion wieder innerhalb eines zulässigen Frequenzbereiches, kann die Rückkehr zur vollen, zur Verfügung stehenden Leistung je nach Länder-Setup wie nachstehend erfolgen:

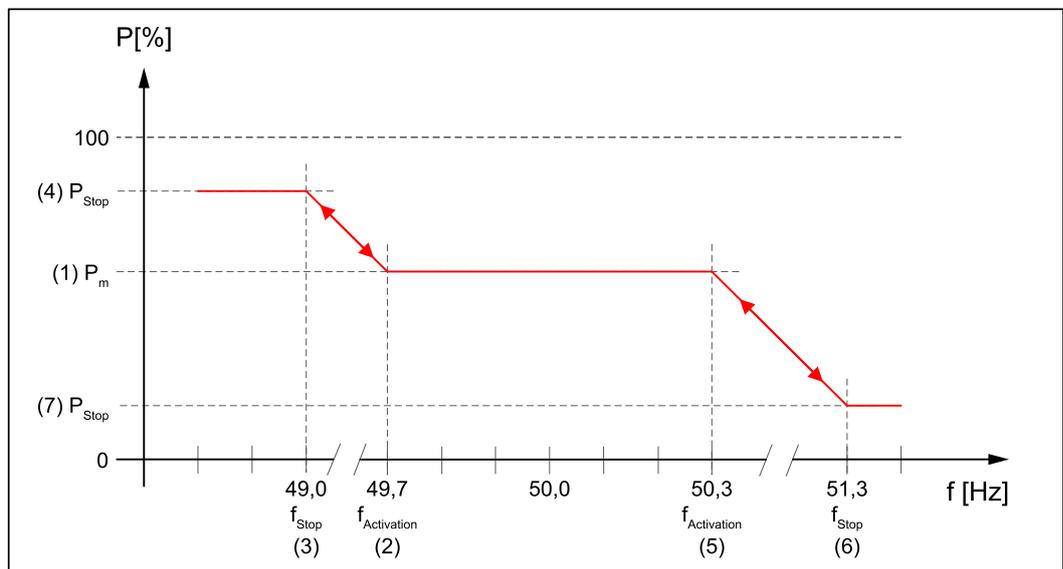
- Modus: **On (without Hysteresis)**
Der Wechselrichter erhöht die Leistung vom aktuell reduzierten Wert auf den ursprünglichen Wert entsprechend dem selben Gradienten, wie die Leistungs-Reduktion erfolgt ist.
- Modus: **On (with Hysteresis)**
Der Wechselrichter erhöht erst dann die Leistung auf den ursprünglichen Wert, wenn sich die Frequenz für eine bestimmte Dauer wieder im Sollbereich befindet.

| Beispiel 1 | Beschreibung der Parameter |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - P(f) Mode: On (without Hysteresis) - Configuration Method: Gradient - Active Grid Support: Aus - Calculation Mode Underfrequency: $P_{max} = P_m - P_n(k \cdot df)$ - Calculation Mode Overfrequency: $P_{max} = P_m - P_n(k \cdot df)$ | <p>(1) Momentane Wirkleistung bei Erreichen des jeweiligen Activation Threshold: 60 % von P_n (Nominalleistung).</p> <p>(2) Gradient Underfrequency: 80 %/Hz - Steigerung der Ausgangsleistung ohne Batterie nur möglich, wenn genügend Leistung vom PV-Generator zur Verfügung steht und eine manuelle Leistungsbegrenzung aktiv ist. Dazu muss der Parameter Priority at Underfrequency auf Priority on Frequency-dependent Power Limitation eingestellt werden.</p> <p>(3) Activation Threshold Underfrequency: 49,7 Hz</p> <p>(4) Gradient Overfrequency: 60%/Hz</p> <p>(5) Activation Threshold Overfrequency: 50,3 Hz</p> |



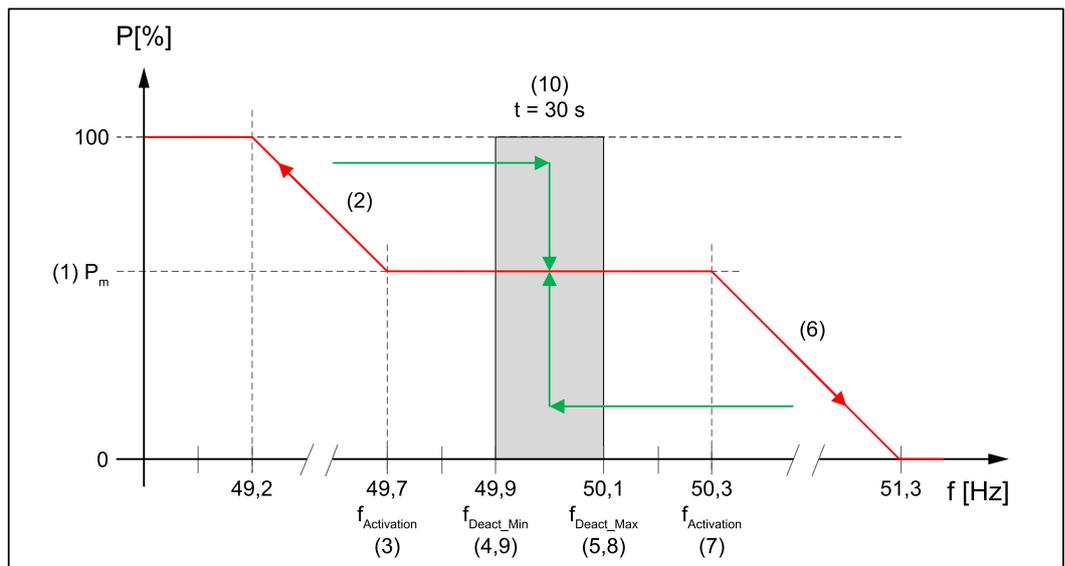
Allgemeiner Leistungsverlauf bei Über- und Unterfrequenz ohne Hysteresis mit Gradienten.

| Beispiel 2 | Beschreibung der Parameter |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - P(f) Mode: On (without Hysteresis) - Configuration Method: Stopp-Frequenz - Active Grid Support: Aus | <ul style="list-style-type: none"> (1) Momentane Wirkleistung bei Erreichen des jeweiligen Activation Threshold: 60 % von P_n (Nominalleistung). (2) Activation Threshold Underfrequency: 49,7 Hz (3) Stop Frequency - Underfrequency: 49,0 Hz (4) Power at Stop Frequency - Underfrequency: 85 % (5) Activation Threshold Overfrequency: 50,3 Hz (6) Stop Frequency - Overfrequency: 51,3 Hz (7) Power at Stop Frequency - Overfrequency: 20 % |



Allgemeiner Leistungsverlauf bei Über- und Unterfrequenz ohne Hysteresis mit Stopp-Frequenz.

| Beispiel 3 | Beschreibung der Parameter |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - P(f) Mode: On (with Hysteresis) - Configuration Method: Gradient - Active Grid Support: Aus - Calculation Mode Underfrequency: $P_{max} = P_m - P_n(k \cdot df)$ - Calculation Mode Overfrequency: $P_{max} = P_m - P_n(k \cdot df)$ | <ol style="list-style-type: none"> (1) Momentane Wirkleistung bei Erreichen des jeweiligen Activation Threshold: 60 % von P_n (Nominalleistung). (2) Gradient Underfrequency: 80 %/Hz (3) „Activation Threshold Underfrequency“: 49,7 Hz (4) Lower Deactivation Threshold Underfrequency: 49,9 Hz (5) Upper Deactivation Threshold Underfrequency: 50,1 Hz (6) Gradient Overfrequency: 60 %/Hz (7) Activation Threshold Overfrequency: 50,3 Hz (8) Lower Deactivation Threshold Overfrequency: 49,9 Hz (9) Upper Deactivation Threshold Overfrequency: 50,1 Hz (10) Deactivation Time: 30 s |



Allgemeiner Leistungsverlauf bei Über- und Unterfrequenz mit Hysterese mit Gradienten.

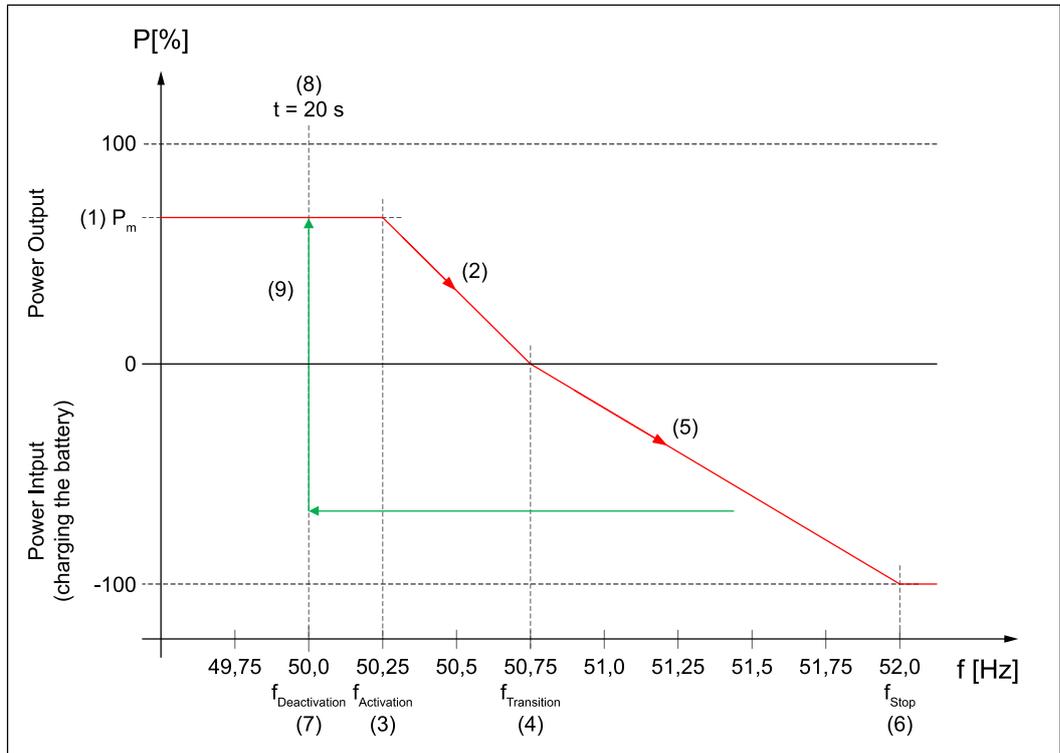
| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|----------------------|-------------------------|--|---|
| Mode | Aus | Funktion ist deaktiviert. | |
| | On (with Hysteresis) | Funktion ist aktiviert mit Hysterese. | |
| | On (without Hysteresis) | Funktion ist aktiviert ohne Hysterese. | In folgenden Setups ist On (without Hysteresis) nicht möglich: <ul style="list-style-type: none"> - AUS Region A 2020 - AUS Region B 2020 - AUS Region C 2020 - NZS 2020 |
| Configuration Method | Gradient | Zur Berechnung der Leistungslimitierung in Abhängigkeit der Parameter Gradient Overfrequency oder Gradient Underfrequency . | |
| | Stopp - Frequenz | Die Berechnung des Gradienten erfolgt automatisch über die Parameter Stop Frequency - Overfrequency und Power at Stop Frequency - Overfrequency sowie Stop Frequency - Underfrequency und Power at Stop Frequency - Underfrequency . | |
| Active Grid Support | Aus | Deaktiviert die erweiterte, aktive Netzstützung für Geräte mit Batterie. | Hat keinen Einfluss bei folgenden Setups: <ul style="list-style-type: none"> - AUS Region A 2020 - AUS Region B 2020 - AUS Region C 2020 - NZS 2020 |
| | Ein | Aktiviert die erweiterte, aktive Netzstützung für Geräte mit Batterie. | |

Overfrequency

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|--|-----------------------------------|--|---------------|
| Calculation Mode Overfrequency | $P_{max} = P_m - P_m(k \cdot df)$ | Gibt die Referenzleistung für die Berechnung des Leistungslimits im Überfrequenzfall an. Referenzleistung - $P_m \rightarrow$ Momentanleistung bei Überschreitung des Frequenz-Grenzwertes. - $P_n \rightarrow$ Nominalleistung des Geräts. | |
| | $P_{max} = P_n - P_n(k \cdot df)$ | | |
| | $P_{max} = P_m - P_n(k \cdot df)$ | | |
| Activation Threshold Overfrequency | 45 - 66 [Hz] | Frequenz-Grenzwert, ab dem die Leistungsreduktion erfolgt. | |
| Gradient Overfrequency | 0,01 - 300 [%/Hz] | Gradient, um den sich die Wirkleistung reduziert. Beispiel - Umrechnung von Statik auf Gradient: Statik $s = 5\%$ \rightarrow Gradient $k = 1/(0,05 \cdot 50\text{Hz}) = 40\%$ /Hz | |
| Stop Frequency - Overfrequency | 45 - 66 [Hz] | Frequenzwert bei dem die Leistungsreduktion endet. | |
| Power at Stop Frequency - Overfrequency | -100 - 0 [%] | Leistung bei Erreichen des eingestellten Frequenz-Grenzwertes Stop Frequency - Overfrequency . Einstellbar zwischen 0 % und voller Ladeleistung (-100 %). | |
| Upper Deactivation Threshold Overfrequency | 45 - 66 [Hz] | In Verwendung, wenn für Mode - On (with Hysteresis) eingestellt ist. Unterschreitet die Netzfrequenz diesen Wert, wird unter Berücksichtigung der Einstellungen unter Punkt Frequency-dependent Power Control - General die frequenzabhängige Leistungsreduktion beendet. | |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|---|--------------|--|---|
| Lower Deactivation Threshold Overfrequency | 45 - 66 [Hz] | In Verwendung, wenn für Mode - On (with Hysteresis) eingestellt ist. Ist dieser Wert kleiner dem Upper Deactivation Threshold Overfrequency , ergibt sich ein Frequenz-Fenster, in dem sich die Netzfrequenz zur Beendigung der Funktion befinden muss. Ist dieser Wert größer oder gleich dem Upper Deactivation Threshold Overfrequency wird er nicht angewendet. | |
| Transition Frequency at Overfrequency | 45 - 66 [Hz] | Frequenz, bei der das Gerät mit aktiver Batterie eine Ausgangsleistung von 0 W erreicht. Steigt die Netzfrequenz weiter an, wird Energie vom öffentlichen Netz bezogen und damit die Batterie geladen. Ist keine Batterie im System vorhanden oder nicht aktiv, hat dieser Parameter keine Funktion (verhalten wie in Beispiel 3 - Überfrequenz). | Wird ausschließlich in folgenden Setups verwendet: <ul style="list-style-type: none"> - AUS Region A 2020 - AUS Region B 2020 - AUS Region C 2020 - NZS 2020 |

| Beispiel 4: Setups AUS/NSZ 2020 | Beschreibung der Parameter |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - P(f) Mode: On (with Hysteresis) - Active Grid Support: Ein Batterie ist aktiv | <ol style="list-style-type: none"> (1) Momentane Wirkleistung bei Erreichen des jeweiligen Activation Threshold: 60 % von P_n (Nominalleistung). (2) Der Gradient zur Leistungsreduktion im Generatorbetrieb bei Überfrequenz ergibt sich automatisch aus den beiden eingestellten Parametern Activation Threshold Overfrequency und Transition Frequency at Overfrequency (3) Activation Threshold Overfrequency: 50,25 Hz (4) Transition Frequency at Overfrequency: 50,75 Hz (5) Der Gradient zur Steigerung der Ladeleistung bei Überfrequenz ergibt sich automatisch aus den beiden eingestellten Parametern Transition Frequency at Overfrequency und Stop Frequency - Overfrequency. In Abhängigkeit des eingestellten Länder-Setups bezieht sich die Leistung bei Stopp-Frequenz auf 100 % Bezug vom öffentlichen Netz. Der Parameter Power at Stop Frequency - Overfrequency hat in diesen Ländern keine Funktion. (6) Stop Frequency - Overfrequency: 52,0 Hz (7) Upper Deactivation Threshold Overfrequency: 50,0 Hz - Bei Rückkehr der Netzfrequenz auf oder unter den eingestellten Grenzwert darf die Wirkleistung wieder erhöht werden. (8) Deactivation Time: 20 s - Die Frequenz muss mindestens diese Zeit im gültigen Bereich sein bevor die Funktion beendet wird. (9) Return Gradient 1: Rückkehr zur Leistung vor dem Eintritt in P(f) in Prozent pro Sekunde. |



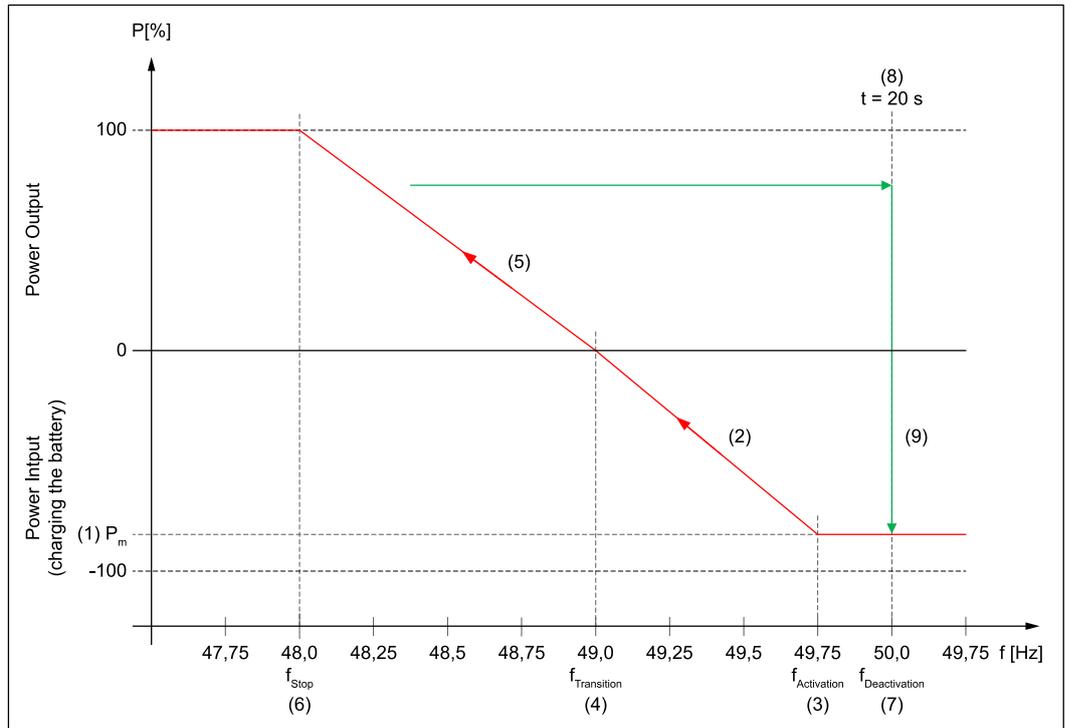
Leistungsverlauf bei Überfrequenz mit Hysterese.

Underfrequency

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|--|-----------------------------------|--|---------------|
| Calculation Mode Underfrequency | $P_{max} = P_m - P_m(k \cdot df)$ | Gibt die Referenzleistung für die Berechnung des Leistungslimits im Unterfrequenzfall an. Referenzleistung - $P_m \rightarrow$ Momentanleistung bei Überschreitung des Frequenz-Grenzwertes. - $P_n \rightarrow$ Nominalleistung des Geräts. | |
| | $P_{max} = P_n - P_n(k \cdot df)$ | | |
| | $P_{max} = P_m - P_n(k \cdot df)$ | | |
| Activation Threshold Underfrequency | 45 - 66 [Hz] | Frequenz-Grenzwert, ab dem die Leistungserhöhung erfolgt. | |
| Gradient Underfrequency | 0 - 100 [%/Hz] | Gradient, um den sich die Wirkleistung erhöht. Beispiel - Umrechnung von Statik auf Gradient: Statik $s = 5\% \rightarrow$ Gradient $k = 1/(0,05 \cdot 50\text{Hz}) = 40\%/\text{Hz}$ | |
| Stop Frequency - Underfrequency | 45 - 66 [Hz] | Frequenzwert bei dem die Leistungserhöhung endet. | |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|--|--------------|---|--|
| Power at Stop Frequency - Underfrequency | 0 - 100 [%] | Leistung bei Erreichen des eingestellten Frequenz-Grenzwertes Stop Frequency - Underfrequency . Einstellbar zwischen 0 % und voller Einspeiseleistung (100 %). | |
| Upper Deactivation Threshold Underfrequency | 45 - 66 [Hz] | In Verwendung, wenn für Mode - On (with Hysteresis) eingestellt ist. Ist dieser Wert größer dem Lower Deactivation Threshold Underfrequency ergibt sich ein Frequenz-Fenster, in der sich die Netzfrequenz zur Beendigung der Funktion befinden muss. Ist dieser Wert kleiner oder gleich dem Lower Deactivation Threshold Underfrequency , wird er nicht angewendet. | |
| Lower Deactivation Threshold Underfrequency | 45 - 66 [Hz] | In Verwendung wenn für Mode - On (with Hysteresis) eingestellt ist. Überschreitet die Netzfrequenz diesen Wert, wird unter Berücksichtigung der Einstellungen unter Punkt Frequency-dependent Power Control - General die Funktion beendet. | |
| Transition Frequency at Underfrequency | 45 - 66 [Hz] | Frequenz, bei der das Gerät mit aktiver Batterie eine Ausgangsleistung von 0 W erreicht (Ladeleistung wird reduziert). Sinkt die Netzfrequenz weiter, wird zusätzliche Energie in das Netz abgegeben. Diese Energie kann vom PV-Generator oder von der Batterie kommen. Ist keine Batterie im System vorhanden oder nicht aktiv, hat dieser Parameter keine Funktion (verhalten wie in Beispiel 3 - Unterfrequenz). | Wird ausschließlich in folgenden Setups verwendet: <ul style="list-style-type: none"> - AUS Region A 2020 - AUS Region B 2020 - AUS Region C 2020 - NZS 2020 |

| Beispiel 5: Setups AUS/NSZ 2020 | Beschreibung der Parameter |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - P(f) Mode: On (with Hysteresis) - Active Grid Support: Ein Batterie ist aktiv | <ol style="list-style-type: none"> (1) Momentaner Bezug (Ladeleistung der Batterie) bei Erreichen des jeweiligen Activation Threshold (3): 80 % von P_n (Nominalleistung) (2) Der Gradient zur Reduktion der Ladeleistung bei Unterfrequenz ergibt sich automatisch aus den beiden eingestellten Parametern Activation Threshold Underfrequency (3) und Transition Frequency at Underfrequency (4) (3) Activation Threshold Underfrequency: 49,75 Hz (4) Transition Frequency at Underfrequency: 49,0 Hz (5) Der Gradient zur Steigerung der Ausgangsleistung bei Unterfrequenz ergibt sich automatisch aus den beiden eingestellten Parametern Transition Frequency at Underfrequency (4) und Stop Frequency - Underfrequency (6). In Abhängigkeit des eingestellten Länder-Setups bezieht sich die Leistung bei Stopp-Frequenz auf 100 % Ausgangsleistung (Nominalleistung des Wechselrichters). Der Parameter Power at Stop Frequency - Underfrequency hat in diesen Ländern keine Funktion. (6) Stop Frequency - Underfrequency: 48,0 Hz (7) Lower Deactivation Threshold Underfrequency: 50,0 Hz - Bei Rückkehr der Netzfrequenz auf oder über den eingestellten Grenzwert darf die Wirkleistung auf den Wert vor Eintritt in die Funktion zurückkehren. (8) Deactivation Time: 20 s - Die Frequenz muss mindestens diese Zeit im gültigen Bereich sein, bevor die Funktion beendet wird. (9) Return Gradient 1: Rückkehr zur Leistung vor dem Eintritt in P(f) in Prozent pro Sekunde. |



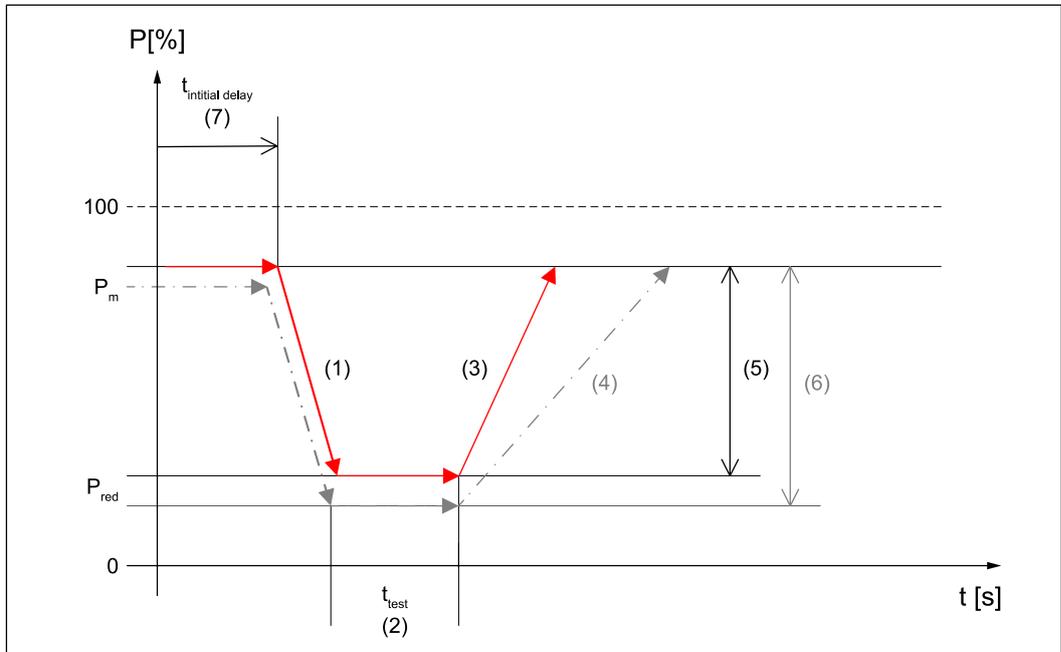
Leistungsverlauf bei Unterfrequenz mit Hysterese.

General - Frequency-dependent Power Control

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|-------------------------------|-------------------|---|---------------|
| Return Gradient 1 | 0,01 - 100 [%/s] | Änderungsgeschwindigkeit, mit der der Wechselrichter die Wirkleistung nach Beenden der Begrenzung erhöht. | |
| Return Gradient 1 Alternative | 0,01 - 100 [%/s] | Änderungsgeschwindigkeit, mit der der Wechselrichter die Wirkleistung nach Beenden der Begrenzung erhöht. Dieser wird aktiviert, wenn die Differenz aus Nennleistung und der aktuell reduzierten Leistung größer als der Schwellwert „Return Gradient 1 Alternative Threshold“ ist. | |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|---|--------------|--|---------------|
| Return Gradient 1 Alternative Threshold | 0 - 100 [W%] | <p>Schwellwert, ab welchem der Return Gradient 1 oder der Return Gradient 1 Alternative zur Anwendung kommt.</p> <p>Beispiel: Ist die Differenz aus Nennleistung und der aktuell reduzierten Leistung kleiner oder gleich dem Schwellenwert, wird Return Gradient 1 angewendet. Ist die Differenz aus Nennleistung und der aktuell reduzierten Leistung größer als der Schwellenwert, wird Return Gradient 1 Alternative angewendet. 0,01 - 100 %. 100 % bedeutet, dass immer der Return Gradient 1 zur Anwendung kommt.</p> | |

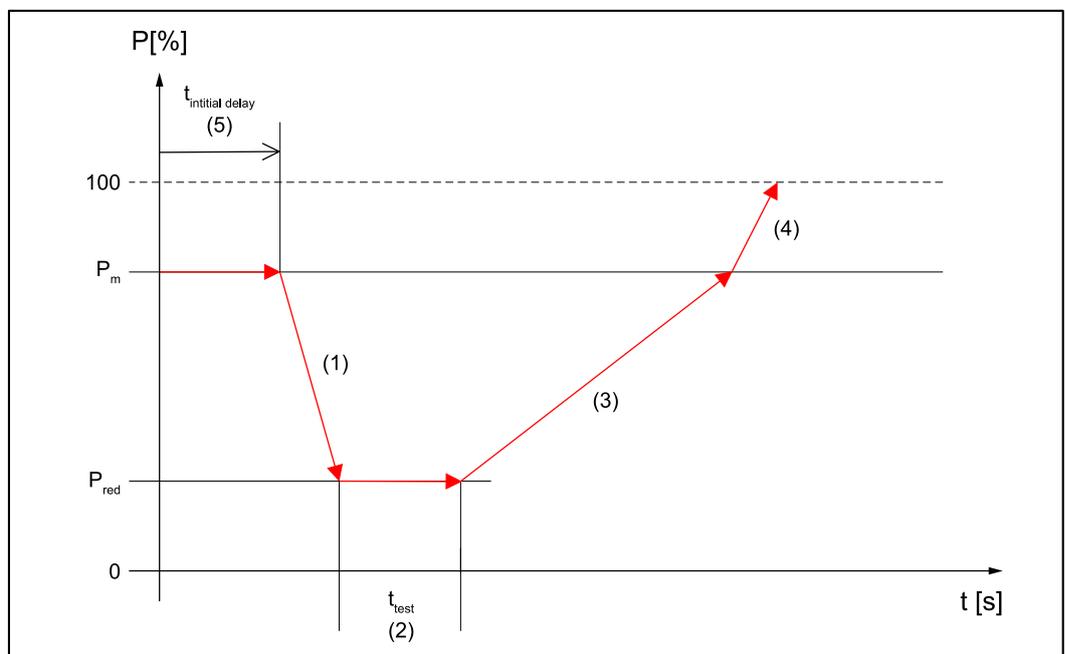
| Beispiel 6 | Beschreibung der Parameter |
|------------|--|
| | <p> P_m Momentanleistung zum Zeitpunkt der Grenzwert-Überschreitung P_{red} Reduzierte Leistung (1) Gradient Overfrequency (2) Deactivation Time (3) Return Gradient 1 (4) Return Gradient 1 Alternative (5) Return Gradient 1 Alternative Threshold: $P_m - P_{red} \leq 25\%$ (6) Return Gradient 1 Alternative Threshold: $P_m - P_{red} > 25\%$ (7) Intentional Delay </p> <p> Die Netzfrequenz kehrt bei P_{red} in den zulässigen Bereich zurück. Nach Ablauf der Wartezeit (2) wird die Leistung mit einem der folgenden Gradienten auf den Ausgangswert P_m erhöht: </p> <p> Verlauf 1 - rot Die Differenz zwischen der aktuellen Leistung P_m und der reduzierten Leistung P_{red} ist \leq Return Gradient 1 Alternative Threshold von 25 % (5). Somit wird die Leistung mit Return Gradient 1 (3) auf den Ausgangswert P_m erhöht. </p> <p> Verlauf 2 - grau Die Differenz zwischen der aktuellen Leistung P_m und der reduzierten Leistung P_{red} ist $>$ Return Gradient 1 Alternative Threshold von 25 % (5). Somit wird die Leistung mit Return Gradient 1 Alternative (4) auf den Ausgangswert P_m erhöht. </p> |



Anwendungsbeispiel mit Return Gradient 1 Alternative und Return Gradient 1 Alternative Threshold.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|------------------------|-------------------|---|---------------|
| Return Gradient 2 Mode | Aus | Deaktiviert die Verwendung von Return Gradient 2 . Die Erhöhung der Wirkleistung vom reduzierten Wert auf die Geräte-Nennleistung erfolgt entsprechend Return Gradient 1 . | |
| | Ein | Aktiviert eine unterschiedliche Änderungsgeschwindigkeit, mit der der Wechselrichter die Wirkleistung vom ursprünglichen Wert auf die Geräte-Nennleistung erhöht. Die Erhöhung der Wirkleistung vom ursprünglichen Wert auf die Geräte-Nennleistung erfolgt entsprechend Return Gradient 2 . | |
| Return Gradient 2 | 0,01 - 100 [%/s] | Änderungsgeschwindigkeit, mit der der Wechselrichter die Wirkleistung vom ursprünglichen Wert auf die Geräte-Nennleistung erhöht. | |

| Beispiel 7 | Beschreibung der Parameter |
|--------------------------------|---|
| - Return Gradient 2 Mode = Ein | <p>P_m Momentanleistung zum Zeitpunkt der Grenzwert-Überschreitung</p> <p>P_{red} Reduzierte Leistung</p> <p>(1) Gradient Overfrequency</p> <p>(2) Deactivation Time</p> <p>(3) Return Gradient 1</p> <p>(4) Return Gradient 2</p> <p>(5) Intentional Delay</p> <p>Die Netzfrequenz kehrt bei P_{red} in den zulässigen Bereich zurück. Nach Ablauf der Wartezeit (2) wird die Leistung mit Return Gradient 1 auf den Ausgangswert P_m erhöht. Danach wird die Leistung mit Return Gradient 2 (4) auf die Geräte-Nennleistung P_n erhöht.</p> |



Anwendungsbeispiel mit Return Gradient 2 Mode.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|--------------------------|--------------|---|---------------|
| Deactivation Time | 0 - 600 [s] | In Verwendung, wenn für Mode - On (with Hysteresis) eingestellt ist. Wartezeit, nach der der Wechselrichter die Leistung wieder erhöht (nachdem sich die Netzfrequenz wieder innerhalb des erlaubten Frequenzbereiches zwischen Upper Deactivation Threshold und Lower Deactivation Threshold befindet). | |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|--|---------------------|--|---------------|
| Intentional Delay | 0,5 - 60 [s] | Verzögert das Einsetzen der frequenzabhängigen Leistungsregelung nach Überschreitung des jeweiligen Activation Threshold . | |
| Time Constant (τ) | 0 - 60 [s] | Zeitkonstante (1 Tau) in Sekunden [s]. Bei jeder Änderung des Sollwertes wird dieser neue Sollwert nicht sprunghaft, sondern sanft entsprechend eines PT1-Verhaltens angesteuert. Die Zeitkonstante beschreibt, wie schnell der neue Sollwert erreicht wird. (Nach 3 Zeitkonstanten ist der Endwert zu 95 % erreicht.) | |

Battery SoC Limitation for Grid Support

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|--------------------------------|------------------|---|---------------|
| Mode | Aus | Deaktivierte SoC-Begrenzung | |
| | Ein | Aktivierte SoC-Begrenzung | |
| Battery SoC Lower Limit | 0 - 100 % | Die Batterie wird bei Erreichen der unteren Grenze nicht weiter entladen. | |
| Battery SoC Upper Limit | 0 - 100 % | Die Batterie wird bei Erreichen der oberen Grenze nicht weiter geladen. | |

General - Active Power

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Verfügbarkeit |
|----------------------------|--|--|---------------|
| Priority at Underfrequency | Priority on Manual Power Limitation | Bei Priority on Manual Power Limitation wird im Fall von Unterfrequenz die Leistung nicht über das eingestellte Limit erhöht. | |
| | Priority on Frequency-dependent Power Limitation | Bei Priority on Frequency-dependent Power Limitation wird im Fall von Unterfrequenz die manuelle Leistungsbegrenzung ignoriert und die Ausgangsleistung in Abhängigkeit der Frequenz erhöht. Voraussetzung ist, dass genügend Energie vom PV-Generator oder der Batterie zur Verfügung steht. | |

Reactive Power

Durch kontrollierten Einsatz von Blindleistung durch den Wechselrichter kann die Spannung im öffentlichen Netz beeinflusst werden. Beim Einsatz der Blindleistungs-Regelung wird die gleichzeitig erzeugte Wirkleistung nicht oder nur in geringem Ausmaß beeinflusst.

WICHTIG!

Der Austausch von Blindleistung (zusätzlich zur Einspeisung von Wirkleistung) erhöht den Strom um den Faktor $1/\cos \varphi$.

Weitgehend unabhängig von der Wirkleistung und somit unabhängig vom Energieertrag kann der Blindleistungs-Austausch die Spannung sowohl erhöhen als auch absenken:

- Im übererregten Betrieb oder kapazitiven Betrieb wird Blindleistung in das öffentliche Netz geliefert. Die Netzspannung wird dadurch erhöht.
- Im untererregten Betrieb oder induktiven Betrieb wird Blindleistung vom Wechselrichter aufgenommen. Die Netzspannung wird dadurch abgesenkt.

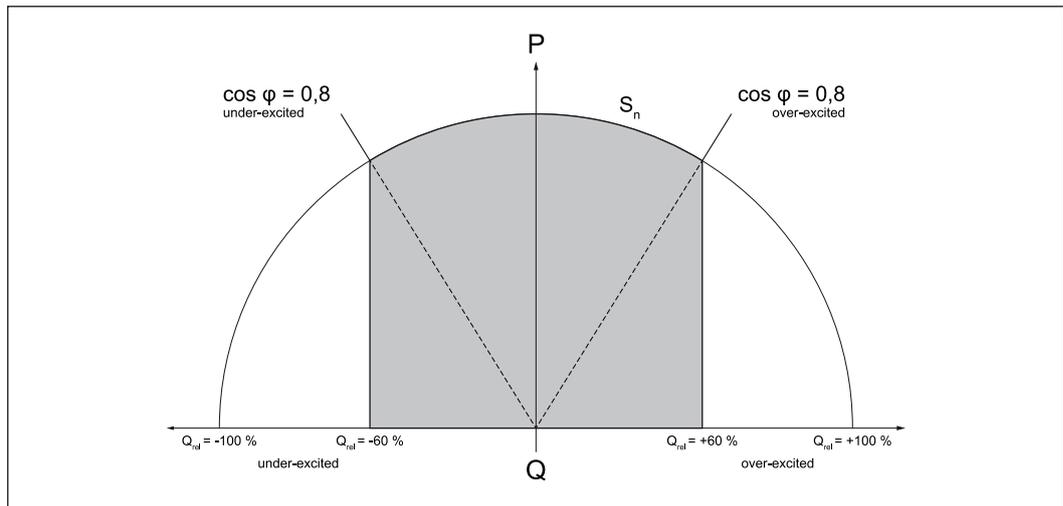
Möglicher Arbeitsbereich

Der Blindleistungs-Betrieb wird durch die maximale Scheinleistung S_n (und den maximalen Ausgangsstrom) sowie durch die operative Blindleistungs-Grenze des Wechselrichters begrenzt:

- Primo GEN24: $Q_{\max} = 60\%$ von S_n (bzw. $\cos \varphi = 0,80$ bei S_n)
- Symo GEN24: $Q_{\max} = 71\%$ von S_n (bzw. $\cos \varphi = 0,70$ bei S_n)
- Tauro: $Q_{\max} = 100\%$ von S_n (bzw. $\cos \varphi = 0,00$)
- Verto: $Q_{\max} = 100\%$ von S_n (bzw. $\cos \varphi = 0,00$)

Durch die ausgewählten Ländereinstellungen kann der bei den folgenden Parametern angegebene Wertebereich zusätzlich begrenzt sein.

Die folgende Abbildung zeigt den möglichen Arbeitsbereich des Wechselrichters. Alle durch Wirkleistung P und Blindleistung Q definierte gültige Arbeitspunkte sind innerhalb des grauen Bereiches.

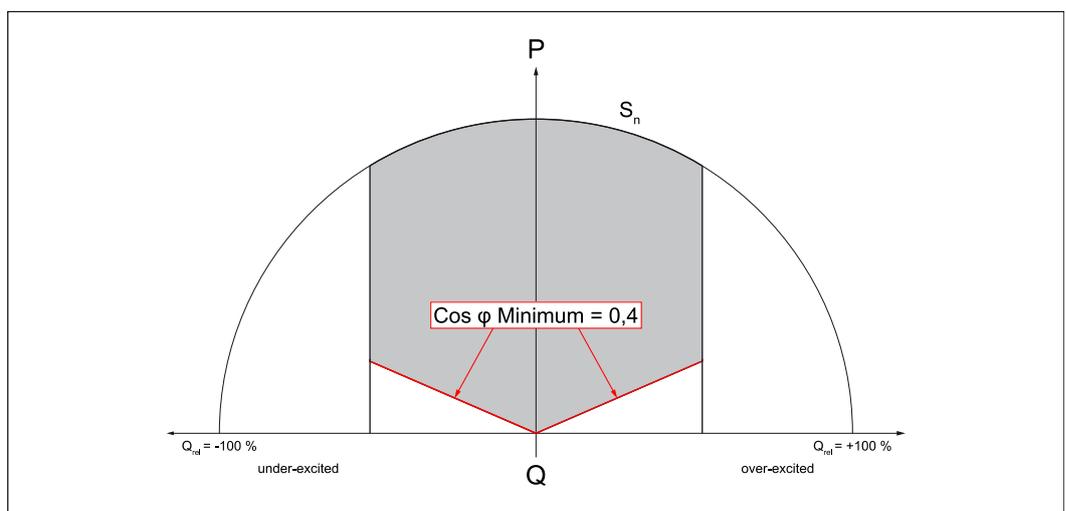


Beispiel: Primo GEN24

Generelle Einstellungen

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-------------|---|--|
| Mode | | Blindleistungs-Modus Auswahlmöglichkeit. Die folgenden Modi sind in den Unterkapiteln beschrieben. |
| | Aus | Es wird keine Blindleistung eingespeist. |
| | Cos φ - Constant Power Factor | Konstanter Cos φ. |
| | Q Absolute - Constant Reactive Power | Konstante Blindleistung in [Var]. |
| | Q Relative - Constant Reactive Power | Konstante Blindleistung in Prozent [%] von S_n . |
| | Cos φ(P) - Power dependent Power Factor Characteristic | Wirkleistungs-abhängige Cos φ Regelung. |
| | Q(P) - Power dependent Reactive Power Characteristic | Wirkleistungs-abhängige Blindleistungs-Regelung. |
| | Q(U) - Voltage dependent Reactive Power Characteristic | Netzspannungs-abhängige Blindleistungs-Regelung. |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-----------------------|--------------|--|
| P/Q Priority | Q Priority | Bei Erreichen der maximalen Scheinleistung führt die Einstellung „Q Priority“ zur Reduzierung der Wirkleistung zu Gunsten des Erreichens der Blindleistungs-Vorgabe. |
| | P Priority | Die Einstellung „P Priority“ führt bei Erreichen der maximalen Scheinleistung zu einer Reduzierung der Blindleistung zu Gunsten des Erreichens der verfügbaren Wirkleistung. |
| Cos φ Minimum | 0 - 1 | Minimaler cos φ , der zusammen mit der maximalen Scheinleistung eine zusätzliche Limitierung der Blindleistung bei niedriger Wirkleistung bildet. |



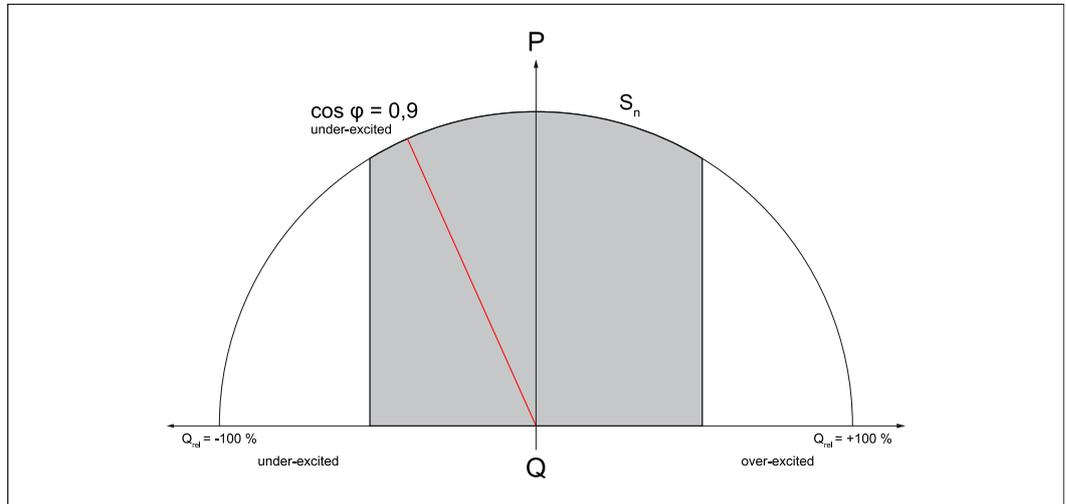
Je nach ausgewähltem Modus haben nur die Einstellmöglichkeiten im jeweiligen Unterkapitel und diese generellen Einstellungen eine Auswirkung.

const cos φ

Blindleistungs-Vorgabe definiert durch einen konstanten cos φ . Die Funktion ist begrenzt durch die maximale Scheinleistung und Cos φ Minimum, die P/Q Priority hat keine Auswirkung.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|------------------------------|--------------------------------------|--|
| cos φ - Power Factor | 0 - 1 | Einstellwert Cos φ (Sollwert) |
| Direction / Excitation | | Die Stromrichtung entspricht dem Erzeugerzähl-Pfeilsystem. |
| | Injection/ Over-Excited/ Capacitive | Übererregter Betrieb = kapazitiver Betrieb = Blindleistung wird geliefert = Blindstrom wird nachteilend zum Wirkstrom eingespeist. |
| | Absorption/ Under-Excited/ Inductive | Untererregter Betrieb = induktiver Betrieb = Blindleistung wird bezogen = Blindstrom wird voreilend zum Wirkstrom eingespeist. |

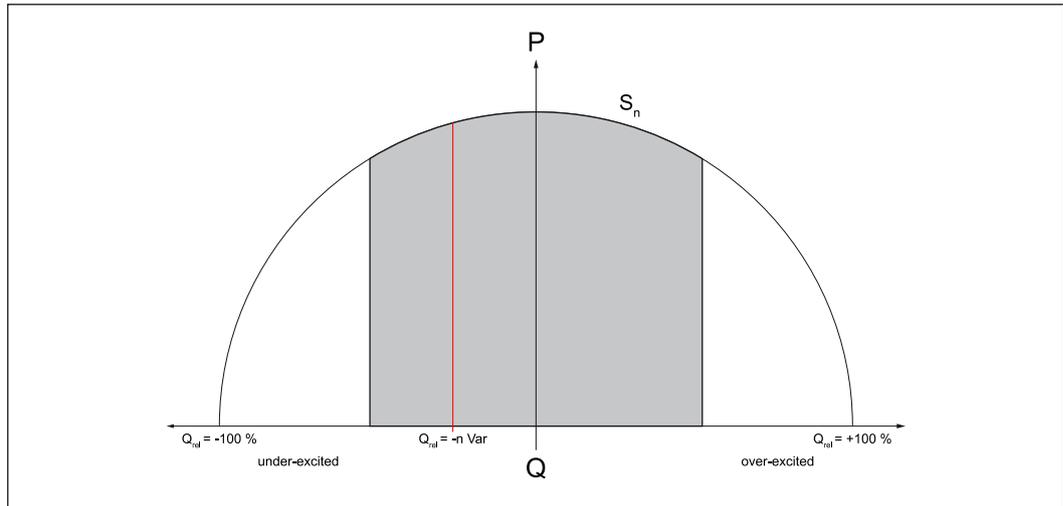
| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|--|----------------------|--|
| Time Constant (τ) | 0,01 s - 60 s | Zeitkonstante (1 Tau) in Sekunden [s]. Bei jeder Änderung des Sollwertes wird dieser neue Sollwert nicht sprunghaft, sondern sanft, entsprechend eines PT1-Verhaltens, angesteuert. Die Zeitkonstante beschreibt, wie schnell der neue Sollwert erreicht wird. (Nach 3 Zeitkonstanten ist der Endwert zu 95 % erreicht.) |



Q Absolute - Constant Reactive Power

Blindleistungs-Vorgabe definiert durch einen konstanten Wert [Var]. Begrenzt ist die Funktion durch die maximale Scheinleistung und durch „Cos ϕ Minimum“

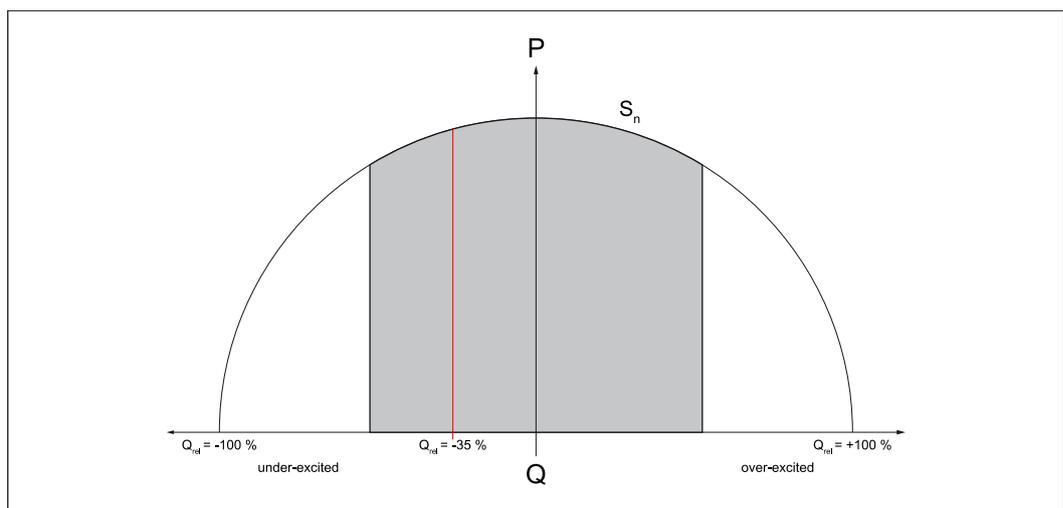
| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|--|---------------------------------|--|
| Q - Reactive Power (Var) | -200000 Var - 200000 Var | Einstellwert Blindleistung in [Var] (Sollwert) |
| Time Constant (τ) | 0,01 s - 60 s | Zeitkonstante (1 Tau) in Sekunden [s]. Bei jeder Änderung des Sollwertes wird dieser neue Sollwert nicht sprunghaft, sondern sanft entsprechend eines PT1-Verhaltens angesteuert. Die Zeitkonstante beschreibt, wie schnell der neue Sollwert erreicht wird. (Nach 3 Zeitkonstanten ist der Endwert zu 95 % erreicht.) |



Q Relative - Constant Reactive Power

Blindleistungs-Vorgabe definiert durch einen konstanten Wert in Prozent [%], bezogen auf die Nenn-Scheinleistung (S_n) des Wechselrichters. Begrenzt ist die Funktion durch die maximale Scheinleistung und durch „Cos φ Minimum“.

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|---|-----------------------|--|
| Q - Reactive Power (% of Nominal Apparent Power) | -100 % - 100 % | Einstellwert Blindleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung (Sollwert) |
| Time Constant (τ) | 0,01 s - 60 s | Zeitkonstante (1 Tau) in Sekunden [s]. Bei jeder Änderung des Sollwertes wird dieser neue Sollwert nicht sprunghaft, sondern sanft entsprechend eines PT1-Verhaltens angesteuert. Die Zeitkonstante beschreibt, wie schnell der neue Sollwert erreicht wird. (Nach 3 Zeitkonstanten ist der Endwert zu 95 % erreicht.) |



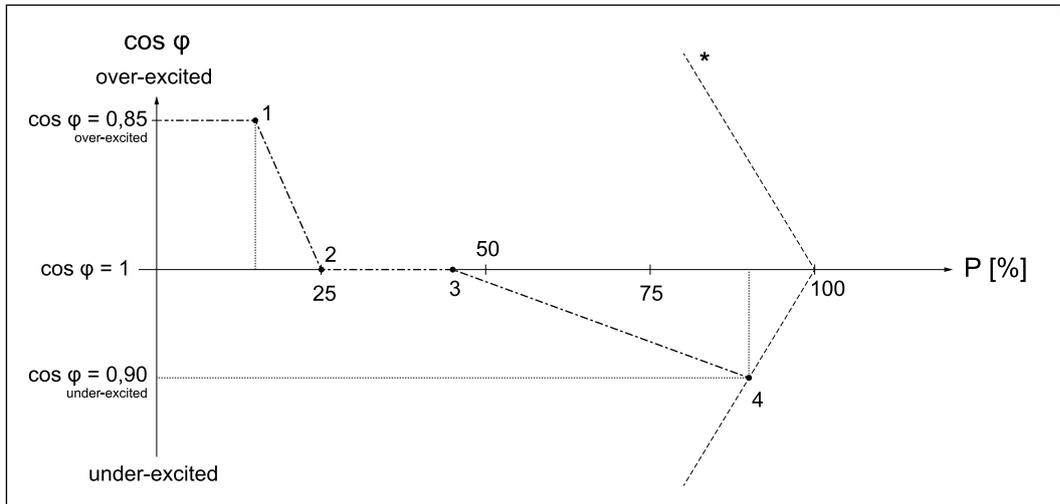
Cos φ (P) - Power dependent Power Factor Characteristic

Diese Funktion regelt den $\cos \varphi$ in Abhängigkeit der momentanen Wirkleistung entsprechend einer Kennlinie. Die Kennlinie wird durch 4 Stützpunkte (1-2-3-4) definiert. Sind weniger Stützpunkte erforderlich, können bei 2 Punkten die identischen Parameter eingestellt werden. Die Funktion ist begrenzt durch die maxi-

male Scheinleistung und durch **Cos φ Minimum**. Für die Kennlinien müssen die Stützpunkte in der X-Achse (Wirkleistung) und in der Y-Achse (Cos φ) eingegeben werden.

| Punkt | Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|--------------|---|---|---|
| 1 | Active Power (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 100 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_N . |
| | cos φ - Power Factor | 0 - 1 | Einstellwert Cos φ (Sollwert). |
| | Direction / Excitation | | Die Stromrichtung entspricht dem Erzeugerzähl-Pfeilsystem. |
| | | Absorption/ Under-Excited/ Inductive | Untererregter Betrieb = induktiver Betrieb = Blindleistung wird bezogen = Blindstrom wird voreilend zum Wirkstrom eingespeist. |
| | | Injection/ Over-Excited/ Capacitive | Übererregter Betrieb = kapazitiver Betrieb = Blindleistung wird geliefert= Blindstrom wird nacheilend zum Wirkstrom eingespeist. |
| 2 | Active Power (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 100 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_N . |
| | cos φ - Power Factor | 0 - 1 | Einstellwert Cos φ (Sollwert). |
| | Direction / Excitation | | Die Stromrichtung entspricht dem Erzeugerzähl-Pfeilsystem. |
| | | Absorption/ Under-Excited/ Inductive | Untererregter Betrieb = induktiver Betrieb = Blindleistung wird bezogen = Blindstrom wird voreilend zum Wirkstrom eingespeist. |
| | | Injection/ Over-Excited/ Capacitive | Übererregter Betrieb = kapazitiver Betrieb = Blindleistung wird geliefert = Blindstrom wird nacheilend zum Wirkstrom eingespeist. |

| Punkt | Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|--------------|---|--|--|
| 3 | Active Power (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 100 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn- Scheinleistung S_N . |
| | cos φ - Power Factor | 0 - 1 | Einstellwert Cos φ (Sollwert). |
| | Direction / Exci- tation | | Die Stromrichtung entspricht dem Erzeugerzähl-Pfeilsys- tem. |
| | | Absorption/ Under-Exci- ted/Inductive | Untererregter Betrieb = in- duktiver Betrieb = Blindleis- tung wird bezogen = Blind- strom wird voreilend zum Wirkstrom eingespeist. |
| | | Injection/ Over-Excited/ Capacitive | Übererregter Betrieb = kapa- zitiver Betrieb = Blindleistung wird geliefert = Blindstrom wird nachteilend zum Wirk- strom eingespeist. |
| 4 | Active Power (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 100 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn- Scheinleistung S_N . |
| | cos φ - Power Factor | 0 - 1 | Einstellwert Cos φ (Sollwert). |
| | Direction / Exci- tation | | Die Stromrichtung entspricht dem Erzeugerzähl-Pfeilsys- tem. |
| | | Absorption/ Under-Exci- ted/Inductive | Untererregter Betrieb = in- duktiver Betrieb = Blindleis- tung wird bezogen = Blind- strom wird voreilend zum Wirkstrom eingespeist. |
| | | Injection/ Over-Excited/ Capacitive | Übererregter Betrieb = kapa- zitiver Betrieb = Blindleistung wird geliefert = Blindstrom wird nachteilend zum Wirk- strom eingespeist. |



Beispiel: Kurve durch 4 Stützpunkte definiert.

- 1 P = 15 %, cos φ = 0,85 - Over-Excited
- 2 P = 25 %, cos φ = 1 - Over-Excited
- 3 P = 45 %, cos φ = 1 - Over-Excited
- 4 P = 90 %, cos φ = 0,9 - Under-Excited

General

Zusätzlich zu den 4 Punkten kommen noch folgende Parameter zum Tragen:

| Parameter | Wertebe- reich | Beschreibung | Ergänzende Be- schreibung |
|--|-------------------|---|--|
| Lock-In Volta- ge-Dependent (% of Nominal Voltage) | 0 % - 120 % | AC Spannung in Pro- zent [%] bezogen auf die Nennspannung. Wird dieser Wert überschritten, wird die Cos φ(P) Kennli- nie aktiviert. | Mit dem spannungs- abhängigen Lock-In/ Lock-Out Werten kann eingestellt wer- den, dass bei niedri- gen Spannungen die Cos φ(P) Regelung deaktiviert ist. |
| Lock-Out Volta- ge-Dependent (% of Nominal Voltage) | 0 % - 120 % | AC Spannung in Pro- zent [%] bezogen auf die Nennspannung. Wird dieser Wert un- terschritten, wird die Cos φ(P) Kennlinie deaktiviert. Die Lock-Out Grenze hat Vorrang gegenüber der Lock-In-Grenze. | Die unterschiedli- chen Werte für Akti- vierung (Lock-In) und Deaktivierung (Lock-Out) ermögli- chen eine Hysterese, um ungewollt häufi- ges Ein/Aus-Schal- ten der Funktion zu vermeiden. Dafür muss der Lock-In- Wert größer sein als der Lock-Out Wert. |

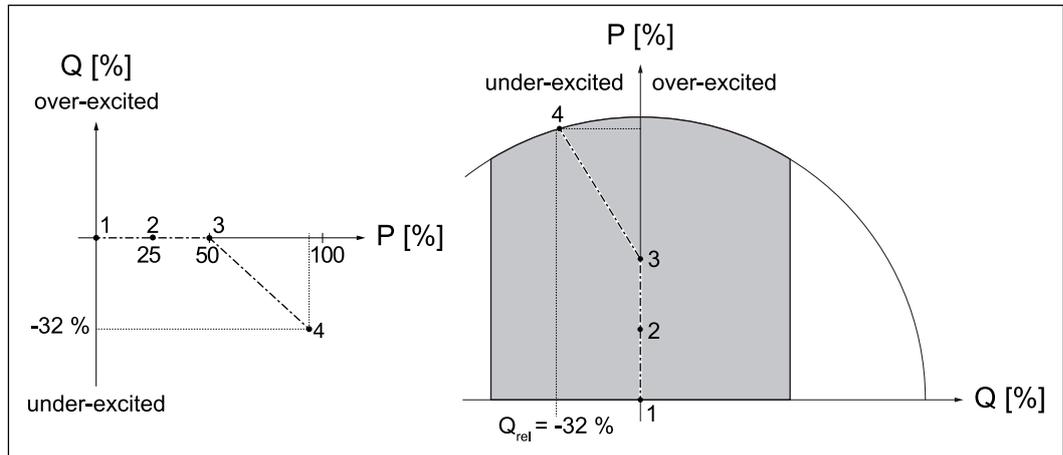
| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Ergänzende Beschreibung |
|--------------------------|---------------|--|-------------------------|
| Time Constant (τ) | 0,01 s - 60 s | Zeitkonstante (1 Tau) in Sekunden [s]. Bei jeder Änderung des Sollwertes wird dieser neue Sollwert nicht sprunghaft, sondern sanft entsprechend eines PT1-Verhaltens angesteuert. Die Zeitkonstante beschreibt, wie schnell der neue Sollwert erreicht wird. (Nach 3 Zeitkonstanten ist der Endwert zu 95 % erreicht.) | |

Q(P) - Power dependent Reactive Power Characteristic

Diese Funktion regelt die Blindleistung in Abhängigkeit der momentanen Wirkleistung entsprechend einer Kennlinie. Die Kennlinie wird durch 4 Stützpunkte (1-2-3-4) definiert. Sind weniger Stützpunkte erforderlich, können bei 2 Punkten die identischen Parameter eingestellt werden. Die Funktion ist begrenzt durch die maximale Scheinleistung und durch „Cos φ Minimum“. Für die Kennlinien müssen die Stützpunkte in der X-Achse (Wirkleistung) und in der Y-Achse (Blindleistung) eingegeben werden.

| Punkt | Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-------|--|----------------|---|
| 1 | Active Power (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 100 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_n (X-Achse). |
| | Reactive Power (% of Nominal Apparent Power) | -100 % - 100 % | Blindleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_n (Y-Achse). |
| 2 | Active Power (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 100 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_n (X-Achse). |
| | Reactive Power (% of Nominal Apparent Power) | -100 % - 100 % | Blindleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_n (Y-Achse). |
| 3 | Active Power (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 100 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_n . |
| | Reactive Power (% of Nominal Apparent Power) | -100 % - 100 % | Blindleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_n (Y-Achse). |

| Punkt | Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-------|---|----------------|---|
| 4 | Active Power (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 100 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_n (X-Achse). |
| | Reactive Power (% of Nominal Apparent Power) | -100 % - 100 % | Blindleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_n (Y-Achse). |



Beispiel: Kurve durch 4 Stützpunkte definiert.

- 1 P = 0 %, Q = 0 %
- 2 P = 25 %, Q = 0 %
- 3 P = 50 %, Q = 0 %
- 4 P = 95 %, Q = -32 %

Zusätzlich zu den 4 Punkten kommen noch folgende Parameter zum Tragen:

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Ergänzende Beschreibung |
|--|--------------|--|---|
| Lock-In Voltage-Dependent (% of Nominal Voltage) | 0 % - 120 % | AC Spannung in Prozent [%] bezogen auf die Nennspannung. Wird dieser Wert überschritten, wird die Q(P) Kennlinie aktiviert. | Mit dem spannungsabhängigen Lock-In/Lock-Out Werten kann eingestellt werden, dass bei niedrigen Spannungen die Q(P) Regelung deaktiviert ist. |
| Lock-Out Voltage-Dependent (% of Nominal Voltage) | 0 % - 120 % | AC Spannung in Prozent [%] bezogen auf die Nennspannung. Wird dieser Wert unterschritten, wird die Q(P) Kennlinie deaktiviert. Die Lock-Out Grenze hat Vorrang gegenüber der Lock-In-Grenze. | Die unterschiedlichen Werte für Aktivierung (Lock-In) und Deaktivierung (Lock-Out) ermöglichen eine Hysterese, um ungewollt häufiges Ein/Aus-Schalten der Funktion zu vermeiden. Dafür muss der Lock-In-Wert größer sein als der Lock-Out Wert. |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Ergänzende Beschreibung |
|--|---------------|--|---|
| Lock-Out P-Dependent (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 100 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_N . Wird dieser Wert unterschritten, wird die Q(P) Kennlinie deaktiviert. | Mit dem Wirkleistungsabhängigen Lock-Out Werten kann eingestellt werden, dass bei kleinen Wirkleistungen die Q(P) Regelung deaktiviert ist. Bei Kennlinien mit einer Blindleistung ungleich 0 % bei Stützpunkt 1 wird bei Unterschreiten dieses Wirkleistungswertes wieder eine Blindleistung von 0 % angefahren. Ansonsten bleibt bei Wirkleistungen, die kleiner sind als in Stützpunkt 1 definiert, die zu Stützpunkt 1 gehörende Blindleistung weiter aktiv. |
| Time Constant (τ) | 0,01 s - 60 s | Zeitkonstante (1 Tau) in Sekunden [s]. Bei jeder Änderung des Sollwertes wird dieser neue Sollwert nicht sprunghaft, sondern sanft entsprechend eines PT1-Verhaltens angesteuert. Die Zeitkonstante beschreibt, wie schnell der neue Sollwert erreicht wird. (Nach 3 Zeitkonstanten ist der Endwert zu 95 % erreicht.) | |

Q(U) - Voltage-dependent Reactive Power Characteristic

Diese Funktion regelt die Blindleistung in Abhängigkeit der momentanen Netzspannung entsprechend einer Kennlinie. Die Kennlinie wird durch 4 Stützpunkte (1-2-3-4) definiert. Sind weniger Stützpunkte erforderlich, können bei 2 Punkten die identischen Parameter eingestellt werden. Die Funktion ist begrenzt durch die maximale Scheinleistung und durch „**Cos φ Minimum**“. Für die Kennlinien

müssen die Stützpunkte in der X-Achse (Spannung) und in der Y-Achse (Blindleistung) eingegeben werden.

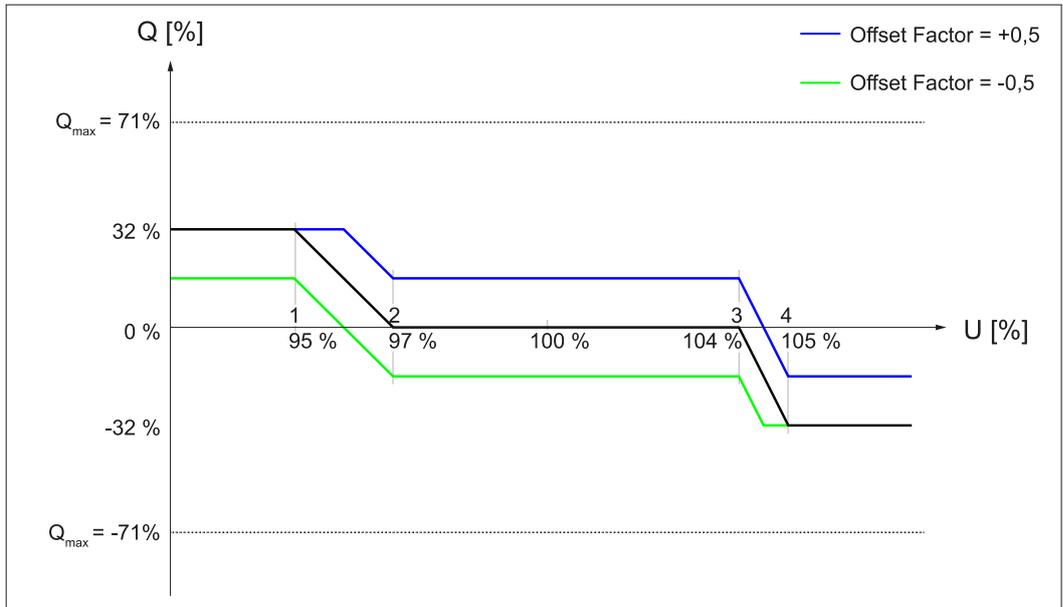
| Punkt | Parameter | Wertebereich | Beschreibung |
|-------|--|----------------|--|
| 1 | Voltage (% of Nominal Voltage) | 50 % - 150 % | AC-Spannung in Prozent [%] bezogen auf die Nennspannung (X-Achse). |
| | Reactive Power (% of Nominal Apparent Power) | -100 % - 100 % | Blindleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nennscheinleistung S_n (Y-Achse). |
| 2 | Voltage (% of Nominal Voltage) | 50 % - 150 % | AC Spannung in Prozent [%] bezogen auf die Nennspannung (X-Achse). |
| | Reactive Power (% of Nominal Apparent Power) | -100 % - 100 % | Blindleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nennscheinleistung S_n (Y-Achse). |
| 3 | Voltage (% of Nominal Voltage) | 50 % - 150 % | AC Spannung in Prozent [%] bezogen auf die Nennspannung (X-Achse). |
| | Reactive Power (% of Nominal Apparent Power) | -100 % - 100 % | Blindleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nennscheinleistung S_n (Y-Achse). |
| 4 | Voltage (% of Nominal Voltage) | 50 % - 150 % | AC Spannung in Prozent [%] bezogen auf die Nennspannung (X-Achse). |
| | Reactive Power (% of Nominal Apparent Power) | -100 % - 100 % | Blindleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nennscheinleistung S_n (Y-Achse). |

General

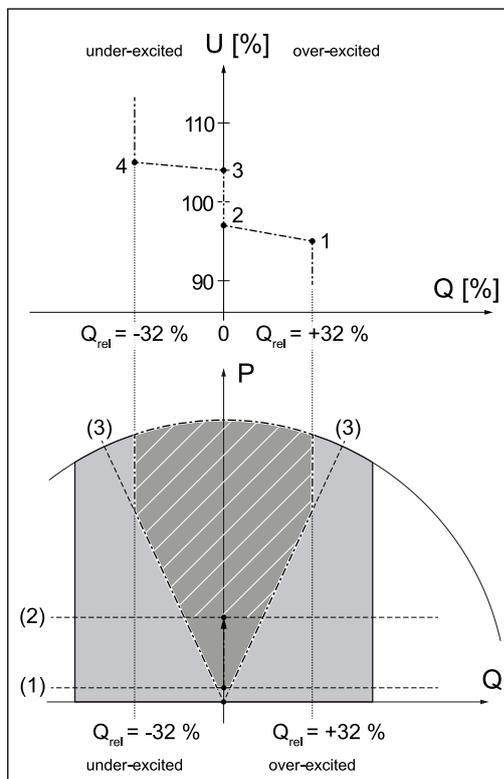
Zusätzlich zu den 4 Punkten kommen noch folgende Parameter zum Tragen:

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Ergänzende Beschreibung |
|---------------|--------------|---|-------------------------|
| Offset Factor | -1 - 1 | Verschiebung der $Q(U)$ Kennlinie auf der Y-Achse (Q-Achse) über einen Offset Faktor. Der Offset Faktor ist bezogen auf die in Punkt 1 bzw. Punkt 4 eingestellte Blindleistung, durch die die Kennlinie auch weiterhin begrenzt wird. | |

| Parameter | Wertebereich | Beschreibung | Ergänzende Beschreibung |
|---|----------------------|--|--|
| Initial Delay Time | 0 s - 60 s | Startverzögerung in Sekunden [s] - Verzögert das Einsetzen der Q(U) Regelung bei Verlassen des Spannungsbereiches zwischen Stützpunkt 2 und Stützpunkt 3. | |
| Lock-In P-Dependent (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 120 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_N . Wird dieser Wert überschritten, wird die Q(P) Kennlinie aktiviert. | Mit dem leistungsabhängigen Lock-In/ Lock-Out Werten kann eingestellt werden, dass bei kleinen Leistungen die Q(U) Regelung deaktiviert ist. |
| Lock-Out P-Dependent (% of Nominal Apparent Power) | 0 % - 100 % | Wirkleistung in Prozent [%] bezogen auf die Nenn-Scheinleistung S_N . Wird dieser Wert unterschritten, wird die Q(P) Kennlinie deaktiviert. Die Lock-Out Grenze hat Vorrang gegenüber der Lock-In-Grenze. | Die unterschiedlichen Werte für Aktivierung (Lock-In) und Deaktivierung (Lock-Out) ermöglichen eine Hysterese, um ungewollt häufiges Ein-/Aus-Schalten der Funktion zu vermeiden. Dafür muss der Lock-In-Wert größer sein als der Lock-Out Wert. |
| Time Constant (τ) | 0,01 s - 60 s | Zeitkonstante (1 Tau) in Sekunden [s]. Bei jeder Änderung des Sollwertes wird dieser neue Sollwert nicht sprunghaft, sondern sanft entsprechend eines PT1-Verhaltens angesteuert. Die Zeitkonstante beschreibt, wie schnell der neue Sollwert erreicht wird. (Nach 3 Zeitkonstanten ist der Endwert zu 95 % erreicht.) | |



Verschiebung der $Q(U)$ Kennlinie auf der Y-Achse (Q-Achse) über einen Offset Faktor.



- 1 $U = 95\%$, $Q = 32\%$
- 2 $U = 97\%$, $Q = 0\%$
- 3 $U = 104\%$, $Q = 0\%$
- 4 $U = 105\%$, $Q = -32\%$
- (1) Lock-Out P-Dependent (% of Nominal Apparent Power) = 5 %
- (2) Lock-In P-Dependent (% of Nominal Apparent Power) = 30 %
- (3) Cos ϕ Minimum = 0,9

Beispiel: Kurve durch 4 Stützpunkte definiert.



fronius.com/en/solar-energy/installers-partners/products-solutions/monitoring-digital-tools

**MONITORING &
DIGITAL TOOLS**

Fronius International GmbH

Froniusstraße 1
4643 Pettenbach
Austria
contact@fronius.com
www.fronius.com

At www.fronius.com/contact you will find the contact details of all Fronius subsidiaries and Sales & Service Partners.