



**Anwendungshinweis
für
Einspeisebegrenzung
Version 2.8**

Haftungsausschluss

Wichtiger Hinweis

Copyright © SolarEdge Inc. Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Dokument darf weder im Ganzen noch in Teilen ohne vorherige schriftliche Zustimmung der SolarEdge Inc. reproduziert, zum Abrufen gespeichert oder in jeglicher Form, sei es elektronisch, mechanisch, fotografisch, magnetisch oder anderweitig übermittelt werden.

SolarEdge ist der Überzeugung, dass die in diesem Dokument aufbereiteten Informationen präzise und zuverlässig sind. SolarEdge übernimmt aber keine Haftung für die Verwendung dieses Materials. SolarEdge behält sich das Recht vor, jederzeit ohne vorherige Ankündigung Änderungen an dem Material vorzunehmen. Die aktuellste Version finden Sie auf der Website von SolarEdge (www.solaredge.com).

Alle genannten Firmen-, Produkt- und Dienstleistungsnamen sind Marken oder eingetragene Marken der jeweiligen Inhaber.

Hinweis zur Patentkennzeichnung: siehe <http://www.solaredge.com/patent>

Es gelten die Allgemeinen Lieferbedingungen von SolarEdge.

Der Inhalt dieses Dokuments wird fortwährend überprüft und bei Bedarf ergänzt. Abweichungen können jedoch nicht ausgeschlossen werden. SolarEdge übernimmt keine Garantie im Hinblick auf die Vollständigkeit dieses Dokuments.

Die Bilder in dem vorliegenden Dokument dienen lediglich der Veranschaulichung und können je nach Produktmodell variieren.

Revisionsverlauf

Version 2.8 (März 2022)

- „SolarEdge Energy Net“ wurde umbenannt in „SolarEdge Home Netzwerk“.

Version 2.7 (Oktober 2021)

- Die Verwendung des Smart Energy Manager (SEM) für Slave-Wechselrichter in Systemen mit mehreren Wechselrichtern wurde ausgeschlossen.

Version 2.6 (Juli 2021)

- Unterstützung für SolarEdge Energy Net-Konnektivität.

Version 2.5 (September 2020)

- Versionen für Nordamerika und den Rest der Welt zusammengefügt
- SetApp-Unterstützung für Konfiguration und Bestätigung von Einspeisebegrenzung
- mySolarEdge-Unterstützung für Überprüfung von Einspeisebegrenzung

Version 2.4 (Januar 2019)

- Anhang zu Mindestbezug hinzugefügt
- Unterstützung für Einspeisebegrenzung für AC-gekoppelte Batterien
- Informationen zur Reaktionszeit bei Einspeisebegrenzung hinzugefügt
- Unterstützung für Zähler mit S0-Schnittstelle

Version 2.3 (Dezember 2017)

- Cluster-Unterstützung entfernt.

Version 2.2 (November 2017)

- ZigBee-Unterstützung für Kommunikationen zwischen Wechselrichtern wurde eingestellt.
- Pro-Phase-Option für Einphasen-Wechselrichter wurde entfernt.

Version 2.1 (September 2017)

- Unterstützung für Mindestbezugseinstellungen, wenn vom Netzbetreiber verlangt.
- Inepro-Zählerunterstützung für Einspeisebegrenzung.
- Cluster-Unterstützung hinzugefügt
- Informationen zu Reaktionszeiten bei Einspeisebegrenzung hinzugefügt.
- Zählerdefinitionen aktualisiert: Erzeugung, Erzeugung durch Wechselrichter, Erzeugung durch Anlage.

Version 1.0 (Februar 2016)

■ Ursprüngliche Version.

Inhalt

Haftungsausschluss	2
Wichtiger Hinweis	2
Revisionsverlauf	3
Kapitel 1: Einführung in die Einspeisebegrenzung	6
Terminologie	7
Kapitel 2: Anschlussoptionen	8
Zählertypen und Installationshinweise	9
System mit individuellem Wechselrichter	10
System mit mehreren Wechselrichtern	11
Laden von E-Autos und Speichersysteme	14
Reaktionszeit bei Einspeisebegrenzung	15
Kapitel 3: Konfiguration für Einspeisebegrenzung	16
Konfigurieren einer Einspeisebegrenzung	16
Bestätigen der Einspeisebegrenzung	19
Appendix A: Monitoring-Plattform – Zählerdaten	24
Appendix B: Anwendungsfälle mit tatsächlicher Null-Einspeisebegrenzung	26
Einführung in die Null-Einspeisebegrenzung	26
Funktionsweise	27
Beispiel 1: periodische Begrenzung der Energieeinspeisung	29
Beispiel 2: Begrenzung der Konvergenzzeit für eingespeiste Energie	30
Beispiel 3: Beispiel für Protokoll zur monatlichen Einspeisung einer Großanlage ...	31
Appendix C: Beispiele für die Gesamt- und Pro-Phase-Einspeisebegrenzung ...	34
Beispiel 1: Einphasen-Wechselrichter, Null-Einspeisebegrenzung, Begrenzungsmodus „Gesamt“	35
Beispiel 2: Dreiphasen-Wechselrichter, Einspeisebegrenzung 70 %, Begrenzungsmodus „Gesamt“	37
Beispiel 3: Dreiphasen-Wechselrichter, Null-Einspeisebegrenzung, Begrenzungsmodus „Pro Phase“	41
Beispiel 4: Dreiphasen-Wechselrichter, Einspeisebegrenzung 3 kW, Begrenzungsmodus „Pro Phase“	44
Appendix D: Mindestbezug	48
Konfigurieren des Mindestbezugs mit SetApp	48
Konfigurieren des Mindestbezugs über das Display des Geräts	49

Kapitel 1: Einführung in die Einspeisebegrenzung

SolarEdge Smart Energy Management-Lösungen ermöglichen höheren Eigenverbrauch in einer PV-Installation. Eine Methode hierzu ist die Einspeisebegrenzung, die eine Installation einer größeren PV-Anlage oder eines größeren Wechselrichters ermöglicht, ohne die Netzeinspeisebegrenzungen zu überschreiten.

Zur Einspeisebegrenzung regelt ein SolarEdge-Gerät, d. h. ein Wechselrichter oder ein konventionelles Regelungs- und Gewerbeanlagen-Gateway (CCG), die Stromerzeugung der PV-Anlage, um zu gewährleisten, dass die eingespeiste Leistung nicht einen voreingestellten Grenzwert überschreitet. Hierzu muss ein Strommessgerät am Standort installiert sein, das den Export und den Verbrauch misst.

Zur Nutzung der Einspeisebegrenzung muss die Firmware der Kommunikationskarte (CPU) des Wechselrichters/Gewerbeanlagen-Gateway 2.8xx/3.8xx oder höher sein.

Wenn die CPU-Version niedriger ist, wenden Sie sich an den SolarEdge Support, um eine Upgrade-Datei und weitere Anweisungen zu erhalten (support@solaredge.com).

Dieses Dokument beschreibt die für das Setup der Anlage notwendigen Anforderungen und die Konfiguration des Systems für die Exportbegrenzung.

Terminologie

In diesem Dokument werden die folgenden Begriffe verwendet:

- **Einspeisung:** Der in das Netz eingespeiste Strom.
- **Bezug:** Der vom Netz gelieferte Strom.
- **Einspeise-/Bezugszähler:** Ein Zähler, der am Netzverknüpfungspunkt installiert ist und die ins/vom Netz eingespeiste/bezogene Energie/Leistung misst.
- **Verbrauch:** Die am Standort verbrauchte Leistung. Die Verbrauchsleistung wird als Summe der Eigenverbrauchsleistung und der bezogenen Leistung berechnet.
- **Verbrauchszähler:** Ein Zähler, der im Verbrauchspfad installiert ist, und die von der Anlage verbrauchte Energie/Leistung misst.
- **Eigenverbrauch:** Die PV-Leistung, die von der Anlage verbraucht und nicht ins Stromnetz eingespeist wird.
- **Produktion:** Die von der PV-Anlage erzeugte Leistung.
- **Erzeugungszähler:** ein Zähler, der am Wechselrichterausgang oder am AC-Anschluss der Anlage installiert ist und die von der PV-Anlage erzeugte Energie/Leistung misst.
- **Zähler für externe Erzeugung:** ein Zähler, der verwendet wird zur Messung der Erzeugung durch Generatoren von Drittanbietern und/oder zur AC-Kopplung mit Wechselrichtern, die nicht von SolarEdge stammen.
- **Zähler für Erzeugung durch Anlage:** ein Zähler, der am SolarEdge-Wechselrichterausgang installiert wird und die von den Wechselrichtern der Anlage erzeugte Energie erfasst.
- **Grenzwert der Anlage:** die Leistungsstufe (in kW), auf die der Wechselrichter zurück geht, sobald ein Einspeise-Ereignis ausgelöst wurde.

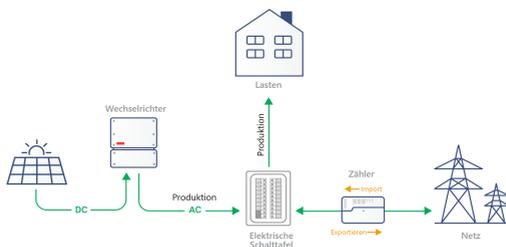


Abbildung 1: Illustration der Terminologie

Kapitel 2: Anschlussoptionen

Die Einspeisebegrenzung wird entweder von einem Wechselrichter oder von einem Gewerbeanlagen-Gateway geregelt, je nach Smart Energy Manager der Anlage. Der Wechselrichter/Das Gewerbeanlagen-Gateway liest die exportierte Leistung von einem am Netzanschlusspunkt installierten Zähler oder den Verbrauch von einem am Lastverbrauchspunkt installierten Zähler ab und passt die PV-Stromerzeugung entsprechend dem vorkonfigurierten Grenzwert an.

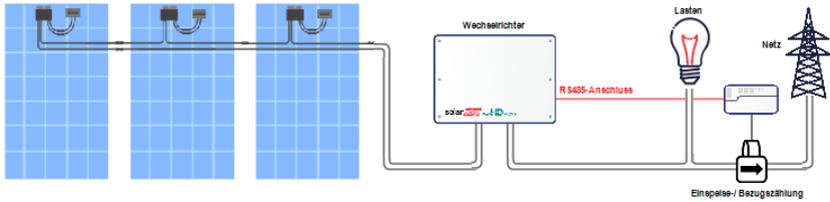


Abbildung 2: Typische Installation mit Einspeisezähler

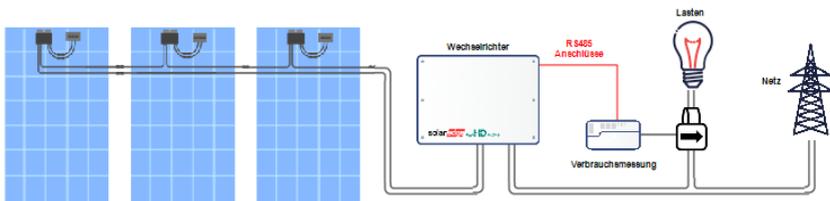


Abbildung 3: Typische Installation mit Verbrauchszähler

Die folgenden Abschnitte beschreiben häufige Anschlussszenarien mit Einspeisebegrenzung und Reaktionszeiten.

Zählertypen und Installationshinweise

Messungen der Gesamtleistung, der Leistung pro Phase und der Richtung sind möglich durch:

- Zähler mit einer RS485-Schnittstelle, die am RS485-Anschluss eines Wechselrichters/Gewerbeanlagen-Gateway angeschlossen sind.
- Zähler, die das SolarEdge Home Netzwerk unterstützen und drahtlos an einen Wechselrichter angeschlossen sind.

Zähler mit RS485-Schnittstelle und SolarEdge Home Netzwerk-Zähler können an den folgenden Stellen installiert werden:

- Für die Messung von Einspeisung/Bezug: am Netzanschlusspunkt.
- Für die Verbrauchsmessung: am Lastverbrauchspunkt.

Der Zähler sollte jeweils alle Netz- oder Verbrauchsphasen messen. Bei einem Einphasen-Wechselrichter, der an ein dreiphasiges Netz angeschlossen ist, muss ein dreiphasiger Zähler eingesetzt werden.

Bei der Installation eines SolarEdge-Zählers siehe die Installationsanleitung für den Zähler auf der Website von SolarEdge unter:

<http://www.solaredge.com/files/pdfs/solaredge-meter-installation-guide.pdf>.

Bei der Installation eines Inepro-Zählers (nur Inepro-Zähler-Firmwareversion 1.18) siehe Anwendungshinweis unter <https://www.solaredge.com/sites/default/files/connecting-revenue-grade-meter-to-solaredge-devices.pdf>.

HINWEIS

Für Anlagen in Australien: Nach der Anschlussrichtlinie von Energex und Ergon Energy (siehe EX BMS4286 Vers. 1.1 und EE STNW1170 Vers. 1.1) müssen Leistungsbegrenzer folgende Vorgaben erfüllen:

- Wenn Stromwandler oder Sensoren verwendet werden, müssen deren Klemmen versiegelt sein.
- Die Klemmen des leistungsbegrenzenden Relais-/Managementsystems müssen ebenfalls versiegelt werden können, damit die Anschlüsse vor unbefugten Eingriffen geschützt sind. Dies kann z. B. mittels einer Plexiglas-Abdeckung oder einem verschließbaren Schrank erfolgen, in dem die Ausrüstung aufbewahrt wird.



Das Versiegelungszubehör ist nicht im Lieferumfang von SolarEdge enthalten.

System mit individuellem Wechselrichter

In einem System mit einem einzelnen Wechselrichter wird der Zähler über eine der folgenden Methoden am Wechselrichter angeschlossen, der als Smart Energy Manager dient:

- Der Zähler wird direkt an den RS485-Anschluss des Wechselrichters angeschlossen.
- Der Zähler wird über das SolarEdge Home Netzwerk mit dem Wechselrichter verbunden.

Wenn ihr Wechselrichter über einen integrierten Ertragszähler (Revenue Grade Meter, RMG) verfügt, können Sie einen externen Zähler für die Einspeisebegrenzung über eine der folgenden Methoden anschließen:

- Bei einem Wechselrichter mit einem Display verbinden Sie sowohl den RMG als auch den externen Zähler mit dem RS485-Anschluss.
- Bei Wechselrichtern mit SetApp kann der externe Zähler an den zweiten RS485-Anschluss angeschlossen werden.

Bei einem Kommunikationsverlust zwischen Wechselrichter und Zähler geht der Leistungspegel auf den Grenzwert der Anlage zurück.

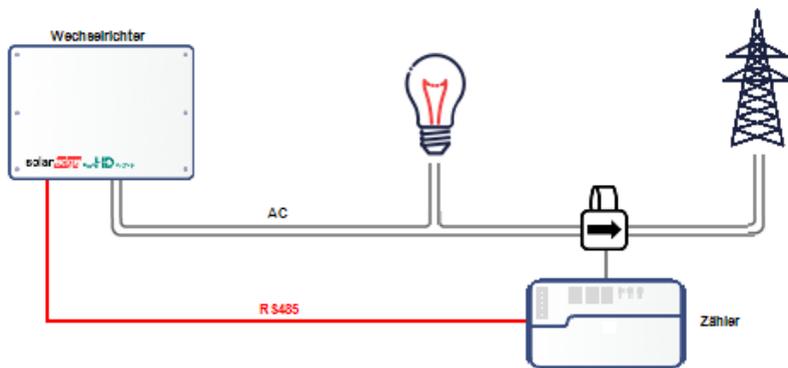


Abbildung 4: Anschluss einzelner Wechselrichter⁽¹⁾ mit RS485-Zähler⁽²⁾

⁽¹⁾In dieser Abbildung ist der Anschluss eines Einphasen-Wechselrichters dargestellt. Für dreiphasige Wechselrichter sind 3 Stromwandler erforderlich.

⁽²⁾In der Abbildung ist ein System mit einem Zähler dargestellt, der die Einspeisung misst. Sie gilt jedoch ebenso für Systeme mit Zählern, die den Verbrauch messen.

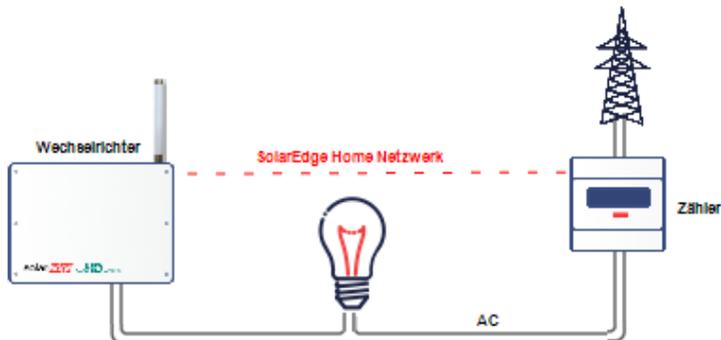


Abbildung 5: Anschluss einzelner Wechselrichter mit Inline-Zähler über SolarEdge Home Netzwerk
(1)

System mit mehreren Wechselrichtern

System mit mehreren Wechselrichtern und RS485-Zähler

Bei Verwendung eines RS485-Messgeräts zur Exportbegrenzung mehrerer Wechselrichter stehen zwei Optionen zur Auswahl:

- Option 1: Der Zähler wird an den RS485-Anschluss des Primär-Wechselrichters angeschlossen, wie unten dargestellt. Dieser Primär-Wechselrichter dient als Smart Energy Manager. Wenn ihr Wechselrichter über einen integrierten Ertragszähler (Revenue Grade Meter, RMG) verfügt, können Sie einen externen Zähler für die Einspeisebegrenzung über eine der folgenden Methoden anschließen:
 - Bei einem Wechselrichter mit einem Display schließen Sie den Zähler mithilfe des RS485-Erweiterungssets (erhältlich über SolarEdge) an.
 - Bei einem Setapp-fähigen Wechselrichter können Sie beide Zähler mit dem als Multi-Gerät konfigurierten RS485-Anschluss verbinden.

Bei einem Kommunikationsverlust zwischen Wechselrichter und Zähler geht der Leistungspegel des Systems mit mehreren Wechselrichtern auf den Grenzwert der Anlage zurück.

(1) In der Abbildung ist ein System mit einem Zähler dargestellt, der die Einspeisung misst. Sie gilt jedoch ebenso für Systeme mit Zählern, die den Verbrauch messen.

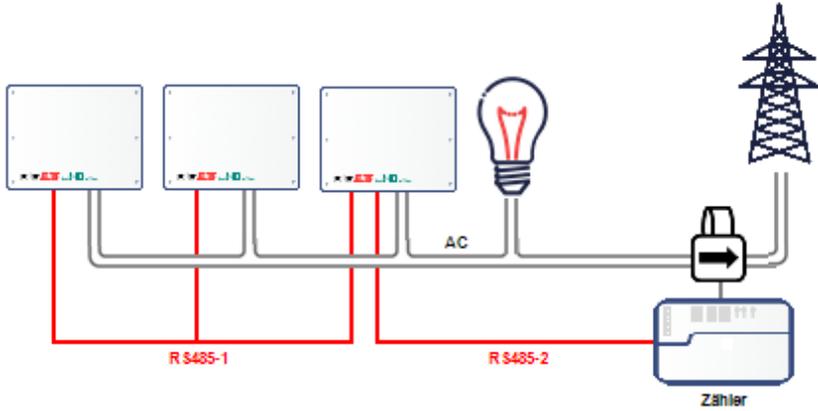


Abbildung 6: Verbindung mehrerer Wechselrichter mit Wechselrichter als Smart Energy Manager

- Option 2: Der Zähler wird an einen der RS485-Anschlüsse des Gewerbeanlagen-Gateway angeschlossen, wie unten dargestellt. Das Gewerbeanlagen-Gateway dient als Smart Energy Manager. Der zweite RS485-Anschluss des Gewerbeanlagen-Gateway kann dazu genutzt werden, um einen RS485-Bus für die Kommunikation zwischen den Wechselrichtern einzurichten.

Bei einem Kommunikationsverlust zwischen Gewerbeanlagen-Gateway und Zähler geht der Leistungspegel des Systems mit mehreren Wechselrichtern auf den Grenzwert der Anlage zurück.

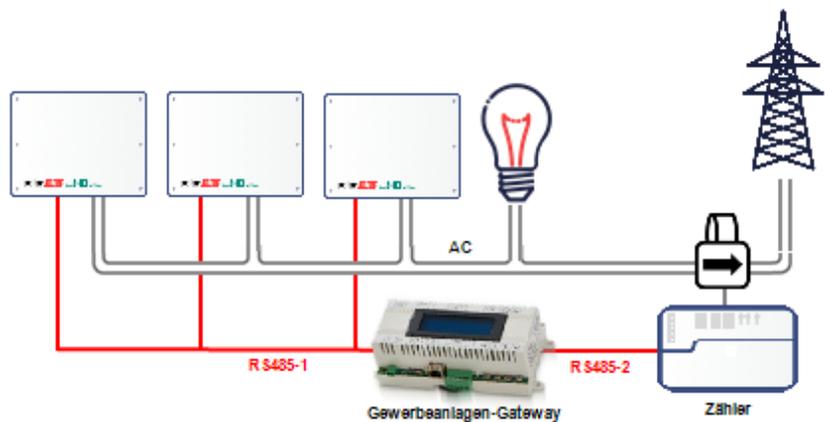


Abbildung 7: Verbindung mehrerer Wechselrichter mit Gewerbeanlagen-Gateway

System mit mehreren Wechselrichtern mit Inline-Zähler, der über das SolarEdge Home Netzwerk verbunden ist

Bei der Verwendung des SolarEdge Home Netzwerks für die Verbindung eines Inline-Zählers in einem Szenario mit einer Einspeisebegrenzung für mehrere Wechselrichter, wird der als Smart Energy Manager dienende Wechselrichter drahtlos über das SolarEdge Home Netzwerk mit dem Zähler verbunden.

Bei einem Kommunikationsverlust zwischen dem als Smart Energy Manager dienenden Wechselrichter und dem Zähler geht der Leistungspegel des Systems mit mehreren Wechselrichtern auf den Grenzwert der Anlage zurück.

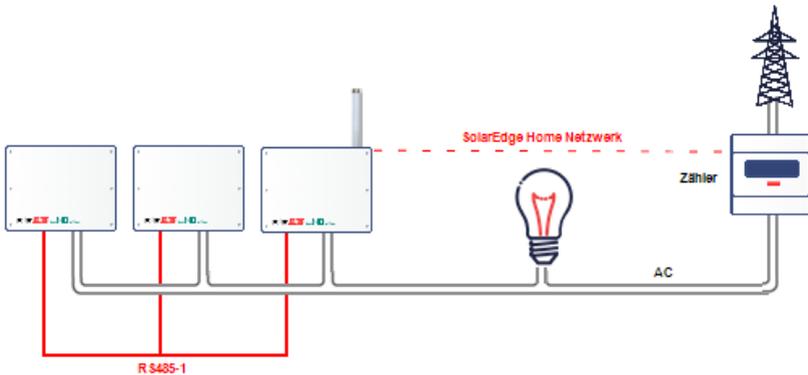


Abbildung 8: SolarEdge Home Netzwerk-Zähler in System mit mehreren Wechselrichtern

Laden von E-Autos und Speichersysteme

Einspeisebegrenzung wird beim Laden von E-Autos und von Speichersystemen unterstützt. Dabei gelten die in Konfiguration für Einspeisebegrenzung aufgeführten Einschränkungen.

Reaktionszeit bei Einspeisebegrenzung

Die Reaktionszeit des Systems bei Einspeisebegrenzung hängt von der Zählerposition, der Kommunikationsmethode zwischen den Wechselrichtern und der CPU-Version des Wechselrichters ab:

Zähler/ Standort	Einzelner Wechselrichter – Reaktionszeit	Mehrere Wechselrichter ⁽¹⁾ – Reaktionszeit	
		Smart Energy Manager ist RS485- Primärgerät oder über SolarEdge Home Netzwerk verbunden	Geschachtelte RS485-Busse ⁽²⁾
Zähler am Netzanschlusspunkt (Einspeise-/Bezugszähler)*	≤ 2 Sekunden	≤ 2 Sekunden	≤ 3 Sekunden
Janitza-Zähler an einem Anschlusspunkt mit Mittelspannung (MV) (Reaktionszeitauflösung: 1 Sekunde)	≤ 3 Sekunden	≤ 3 Sekunden	≤ 3 Sekunden
Inepro-Zähler	≤ 2 Sekunden	≤ 2 Sekunden	k.A.
(Virtueller) Zähler ⁽³⁾	10+ Sekunden		k.A.

(1) Unter der Annahme, dass alle Wechselrichter Leistung in der selben Höhe erzeugen. SetApp-Wechselrichter können bis zu 63 Wechselrichter (verbunden über zwei RS485-Busse) unterstützen.

(2) Geschachtelte RS485-Busse beziehen sich nur auf Wechselrichter mit Display.

(3) Der virtuelle Zähler liefert berechnete Leistungs-/Energiewerte, die auf tatsächlichen Zählermessungen basieren.

Kapitel 3: Konfiguration für Einspeisebegrenzung

Dieser Schritt sollte nach der Installation und Konfiguration eines Zählers durchgeführt werden.

In einem System mit mehreren Wechselrichtern wird die Leistungsgrenze im Smart Energy Manager (der Wechselrichter oder das Gewerbeanlagen-Gateway, der/das direkt mit dem Zähler verbunden ist) konfiguriert.

HINWEIS



Der Smart Energy Manager (SEM) ist das Gerät, das mit dem Zähler verbunden ist. Beim SEM muss es sich um den Kommunikation-Master handeln.

HINWEIS



Die berechneten Zählerstände (auch als virtuelle Zähler bezeichnet), z. B. der Eigenverbrauch, werden mithilfe der Daten berechnet, die vom Zähler und den Wechselrichtern gemessen werden. Die Daten der virtuellen Zähler werden nur übermittelt, wenn der Energy Manager aktiviert ist. Wenn die Angaben des virtuellen Zählers erforderlich sind, eine Einspeisebegrenzung jedoch nicht erforderlich ist, sollte der Energy Manager aktiviert werden, ohne dass eine Einspeisebegrenzung vorgegeben wird (Standardeinstellung).

Konfigurieren einer Einspeisebegrenzung

Konfigurieren mit SetApp

- ▶ Zu So konfigurieren Sie die Einspeisebegrenzung im SolarEdge-Gerät mit SetApp:
1. Wählen Sie auf der Inbetriebnahme-Seite **Leistungssteuerung** → **Energie-Manager** → **Einspeiselimitierung** → **Steuerungsmodus** → **Einspeisesteuerung**.
 2. Wählen Sie **Site Limit** („Standortgrenzwert“) aus und geben Sie den Grenzwert an der Anschlussstelle in kW an. Die Standardeinstellung lautet „keine“ (–), d. h. für die Anlage liegt keine Begrenzung vor.

HINWEIS



Die hier eingegebenen Werte stellen den Gesamtgrenzwert dar, bei dem der Standortexport begrenzt wird, unabhängig davon, ob der Modus „Gesamt“ oder „pro Phase“ verwendet wird (wie im nächsten Schritt beschrieben).

HINWEIS



Die Einspeisebegrenzung für einen mit einer AC-gekoppelten Batterie verbundenen Wechselrichter wird von Wechselrichter-CPU-Version 3.24xx und höher unterstützt, insofern die Einspeisungsbegrenzung > 0 ist.

3. Wählen Sie im Menü **Begrenzungssteuerung** die Option **Begrenzungsmodus**. Wählen Sie eine der nachfolgend aufgeführten Begrenzungsmodi:



- **Gesamt:** Der Grenzwert der Anlage ist die gesamte Einspeiseleistung (die kombinierte Erzeugung abzüglich des kombinierten Verbrauchs) aller kombinierten Phasen. Rückwärtsstrom auf einer Phase zählt als negative Leistung und kann eine andere Phase kompensieren.
- **Pro Phase:** Bei Verbindungen mit Dreiphasen-Wechselrichtern stellt der Wechselrichter den Grenzwert für jede Phase auf ein Drittel des Gesamtgrenzwerts der Anlage ein. Verwenden Sie diesen Modus, wenn eine Begrenzung für jede einzelne Phase vorliegt.

Beispiele für Einstellungen des Grenzwerts der Anlage finden sie unter *Appendix C*.

Konfiguration über das Display des Geräts

► Zu So konfigurieren Sie die Einspeisebegrenzung im SolarEdge-Gerät über das Display des Geräts:

1. Rufen Sie den Setup-Modus auf und wählen Sie **Leistungssteuerung** → **Energie-Manager** → **Einspeiselimitierung** → **Steuerungsmodus** → **Einspeissteuerung**.
2. Wählen Sie **Site Limit** („Standortgrenzwert“) aus und geben Sie den Grenzwert an der Anschlussstelle in kW an. Die Standardeinstellung lautet „keine“ (–), d. h. für die Anlage liegt keine Begrenzung vor.

Grenzwert der Anlage [kW]
[kWh]
x x x x x x x . x x x

HINWEIS



Die hier eingegebenen Werte stellen den Gesamtgrenzwert dar, bei dem der Standortexport begrenzt wird, unabhängig davon, ob der Modus „Gesamt“ oder „pro Phase“ verwendet wird (wie im nächsten Schritt beschrieben).

HINWEIS



Die Einspeisebegrenzung für einen mit einer AC-gekoppelten Batterie verbundenen Wechselrichter wird von Wechselrichter-CPU-Version 3.24xx und höher unterstützt, insofern die Einspeisungsbegrenzung > 0 ist.

3. Wählen Sie im Menü **Begrenzungssteuerung** die Option **Begrenzungsmodus**. Wählen Sie eine der nachfolgend aufgeführten Begrenzungsmodi:

Gesamt
Pro Phase

- **Gesamt:** Der Grenzwert der Anlage ist die gesamte Einspeiseleistung (die kombinierte Erzeugung abzüglich des kombinierten Verbrauchs) aller kombinierten Phasen. Rückwärtsstrom auf einer Phase zählt als negative Leistung und kann eine andere Phase kompensieren.
- **Pro Phase:** Bei Verbindungen mit Dreiphasen-Wechselrichtern stellt der Wechselrichter den Grenzwert für jede Phase auf ein Drittel des Gesamtgrenzwerts der Anlage ein. Verwenden Sie diesen Modus, wenn eine Begrenzung für jede einzelne Phase vorliegt.

Beispiele für Einstellungen des Grenzwerts der Anlage finden sie unter *Appendix C*.

Bestätigen der Einspeisebegrenzung

Bestätigen mit SetApp

► Zu Bestätigen der Umsetzung einer Einspeisebegrenzung mit SetApp:

1. Zeigen Sie die Daten auf Anlagenebene auf der Smart Energy Manager-Seite an.

Smart Energy Manager	
Grenzwert der Anlage	7,0 kW
Erzeugung durch Anlage	10,0 kW
Einspeisung durch Anlage	4,0 kW
Eigenverbrauch	6,0 kW

Grenzwert der Anlage: der Grenzwert, der für die Anlage festgelegt wurde.

Erzeugung durch Anlage: die von der Anlage erzeugte Leistung.

Einspeisung durch Anlage: der in das Netz eingespeiste Strom. Diese Zeile wird nur dann angezeigt, wenn der Steuerungsmodus „Einspeiseregulung“ lautet.

Eigenverbrauch: die von der Anlage verbrauchte PV-Leistung. Diese Zeile wird nur dann angezeigt, wenn der Steuerungsmodus „Einspeiseregulung“ lautet.

2. Kontrollieren Sie die Statusanzeige der Leistungssteuerung eines jeden Wechselrichters:

Statusanzeige	
Leistungssteuerung	
Leistungsregelung	Remote
Leistungsbegrenzung	10,04 kW
Cos Phi	0,9
Leistungserzeugung	7 000 W

Leistungsregelung: der Status der Leistungsregelung:

- **Remote:** Die Kommunikation mit dem Smart Energy Manager wird bestätigt/validiert. Dieser Status sollte bei allen Wechselrichtern angezeigt werden.
- **Vor Ort:** Die Leistung wird lokal geregelt (z. B. durch einen festgelegten Grenzwert) oder dieser Wechselrichter begrenzt die PV-Stromerzeugung auf seinen relativen Anteil an der Einspeiseleistungsbegrenzung aufgrund einer unterbrochenen Verbindung zum Smart Energy Manager. Wenn dieser Status angezeigt wird, überprüfen Sie die Kommunikation mit dem Smart Energy Manager oder dem Zähler.

PWR Limit: Die maximale Ausgangsleistung des Wechselrichters, die vom Smart Energy Manager festgelegt wird.

Cos Phi: Das Verhältnis zwischen Wirkleistung und Blindleistung.

Produktion: Die vom Wechselrichter erzeugte Leistung.

Bestätigen über das Display des Geräts

► Zu So bestätigen Sie die Umsetzung einer Einspeisebegrenzung über das Display eines Geräts:

1. Drücken Sie die Eingabetaste oder die externe LCD-Taste, bis die Statusanzeige des Smart Energy Manager die Daten auf Anlagenebene anzeigt. Zeigen Sie die Daten auf Anlagenebene auf dem Smart Energy Manager-Bildschirm an.

```
Grenzwert der Anlage:
7,0 kW
Erzeugung durch Anlage:
10,0 kW
Einspeisung durch Anlage:
4,0 kW
Eigenverbrauch: 6,0 kW
```

Grenzwert der Anlage: der Grenzwert, der für die Anlage festgelegt wurde.

Erzeugung durch Anlage: die von der Anlage erzeugte Leistung.

Einspeisung durch Anlage: der in das Netz eingespeiste Strom. Diese Zeile wird nur dann angezeigt, wenn der Regelungsmodus „Einspeiseregulung“ ist.

Eigenverbrauch: die von der Anlage verbrauchte PV-Leistung. Diese Zeile wird nur dann angezeigt, wenn der Regelungsmodus „Einspeiseregulung“ ist.

2. Kontrollieren Sie die Statusanzeige der Leistungssteuerung eines jeden Wechselrichters:

```
LEISTUNGSREGELUNG:
REMOTE
PWR Limit: 10,04 kW
Cos Phi: 0,9
Produktion: 7 000 W
```

LEISTUNGSREGELUNG: Status der Leistungsregelung:

- **REMOTE:** Die Kommunikation mit dem Smart Energy Manager wird bestätigt/validiert. Dieser Status sollte bei allen Wechselrichtern angezeigt werden.
- **VOR ORT:** Die Leistung wird lokal geregelt (z. B. durch einen festgelegten Grenzwert) oder dieser Wechselrichter begrenzt die PV-Stromerzeugung auf seinen relativen Anteil an der Einspeiseleistungsbegrenzung aufgrund einer unterbrochenen Verbindung zum Smart Energy Manager. Wenn dieser Status angezeigt wird, überprüfen Sie die Kommunikation mit dem Smart Energy Manager oder dem Zähler.

PWR Limit: Die maximale Ausgangsleistung des Wechselrichters, die vom Smart Energy Manager festgelegt wird.

Cos Phi: Das Verhältnis zwischen Wirkleistung und Blindleistung.

Produktion: Die vom Wechselrichter erzeugte Leistung.

Überprüfen mit mySolarEdge

► Zu So prüfen Sie die Umsetzung einer Einspeisebegrenzung mit mySolarEdge:

1. Wählen Sie **Wechselrichterstatus** → **Erweiterte Installateur-Ansicht** → **Detaillierten Wechselrichterstatus anzeigen**, um die Statusdetails des Wechselrichters anzuzeigen. Überprüfen Sie den Wert im Feld **Leistungsbegrenzung**.

Smith Residence		
Site		
Production 40 kW	Limit 0 W	Inverters 5 of 9
Inverter SN: SJ2017-07E129A09-33		
Summary		
Power 1.5 kW	Voltage 555 Vac	Frequency 73 Hz
Optimizers Connected P_OK 47 of 47	Server Connected S_OK Ethernet	
Status Production	Switch On	
Cos Phi 100.50	Power Limit 0 W	Country IS 480MV

Appendix A: Monitoring-Plattform – Zählerdaten

Wenn Ihr Gerät an den SolarEdge-Server angeschlossen ist, können Sie sich die Messwerte des Zählers über die Monitoring-Plattform anzeigen lassen. Überprüfen Sie, ob der Zählertyp unter Admin > Schaltbild > Detailangaben Zähler richtig eingestellt ist:

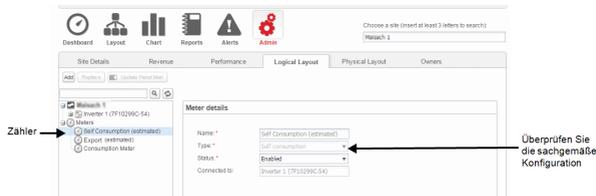


Abbildung 9: Einstellung der Zählerdaten auf der Monitoring-Plattform

Die berechneten Zählerstände (auch als virtuelle Zähler bezeichnet), z. B. der Eigenverbrauch, werden mithilfe der Daten berechnet, die vom Zähler und den Wechselrichtern gemessen werden.

Die Daten der Wechselrichter und der installierten Zähler werden in den Übersicht- und Graphen-Registerkarten der Monitoring-Plattform angezeigt. Die angezeigten Daten hängen vom Standort des (der) Zähler ab: Netzverknüpfungspunkt (Einspeisung) oder Verbrauchspfad (Verbrauch). In den folgenden Tabellen werden die angezeigten Daten in Abhängigkeit vom Installationsort dargestellt.

Kein Zähler installiert:

Daten	Anzeige im Menü „Übersicht“	Anzeige im Menü „Graph“
Produktion (Wechselrichter/Anlage)	✓	✓
Verbrauch	X	X
Eigenverbrauch	X	X
Exportieren	X	X
Import	X	X

Einspeise-Zähler

Daten	Anzeige im Menü „Übersicht“	Anzeige im Menü „Graph“
Produktion (Wechselrichter/Anlage)	✓	✓
Verbrauch	✓ (berechnet)	✓ (berechnet)
Eigenverbrauch	✓ (berechnet)	✓ (berechnet)
Exportieren	X	✓
Import	X	✓

Verbrauchszähler

Daten	Anzeige im Menü „Übersicht“	Anzeige im Menü „Graph“
Produktion (Wechselrichter/Anlage)	✓	✓
Verbrauch	✓	✓
Eigenverbrauch	✓ (berechnet)	✓ (berechnet)
Exportieren	X	✓ (berechnet)
Import	X	✓ (berechnet)

Appendix B: Anwendungsfälle mit tatsächlicher Null-Einspeisebegrenzung

Einführung in die Null-Einspeisebegrenzung

Es besteht ein Anwendungsfall mit besonderer Einspeisebegrenzung, bei der keinerlei Strom in das Netz eingespeist werden darf, daher die Bezeichnung „Null-Einspeisung“. In diesem Fall reguliert das System die Erzeugungsleistung, um sie stets an die Verbrauchsleistung der Last anzupassen.

In diesem Anhang werden Anwendungsfälle mit Null-Einspeisebegrenzung beschrieben und Beispiele für Systemverhalten bei der Konfiguration als System mit Null-Einspeisung aufgezeigt. Die gleichen Prinzipien gelten jedoch auch für Anwendungsfälle mit Nicht-Null-Einspeisebegrenzung. Die tatsächliche Art der Konfiguration ist im Anwendungshinweis der Einspeisebegrenzungsanleitung angegeben.

Funktionsweise

Der Begriff „Null-Einspeisung“ kann irreführend sein, da hierbei die Einspeisung ins Netz nicht stets vermieden wird. Tatsächlich wird im „Null-Einspeisung“-Modus durchaus erwartet, dass in einigen Randfällen eine gewisse Menge Energie in das Netz eingespeist wird. Mit der Solaranlage soll so viel Strom wie möglich für den Anlagenverbrauch produziert werden, wobei sich allerdings die Lasten ständig ändern. Das gemäß Null-Einspeisung regulierte System versucht, die Erzeugungsleistung stets an die Verbrauchsleistung anzupassen. Während der Übergangsphasen lässt sich die Einspeisung einer geringen Menge an Strom nicht vermeiden.

Für das folgende Beispiel nehmen wir folgende Voraussetzungen an:

- Die Verbrauchsleistung der Last in Echtzeit ist P_C [W]
- Die Erzeugungsleistung des Wechselrichters in Echtzeit ist P_P [W]
- Die Nennleistung des Wechselrichters ist P_{MAX} [W] und ist stets höher als P_C

In einem ausgeglichenen System mit Null-Einspeisung hält der Wechselrichter den eingespeisten Strom auf Null, indem die Erzeugungsleistung P_P [W] an P_C [W] angeglichen wird. Zu Anfang des oben genannten Beispiels gilt also $P_P = P_C$. Bei einem plötzlichen Abfall der Lastleistung (Lastabwurf) ändert sich die vorherige Leistung in Echtzeit (P_C) zu $P_{C'}$ (die neue Verbrauchsleistung in Echtzeit). Der Wechselrichter sollte seine Erzeugungsleistung umgehend reduzieren, damit sie der neuen Verbrauchsleistung ($P_{C'}$): $P_{P'} = P_{C'}$ entspricht.

Während der Zeitspanne, die für die Reduzierung der Leistung des Wechselrichters erforderlich ist, wird kurzzeitig Energie in das Netz eingespeist. Die eingespeiste Energiemenge hängt direkt von den folgenden Faktoren ab:

- Lastabwurf ($P_C - P_{C'}$).
- Die Zeit, die vom Wechselrichter für die Anwendung des oben genannten Lastabwurfs benötigt wird, wird von folgenden Umständen beeinflusst:
 - Entnahme-/Erfassungsphasen des Einspeise-/ Bezugszählers
 - Kommunikationsverzögerungen zwischen Zähler und Wechselrichter
 - Kommunikationsverzögerungen zwischen den Wechselrichtern (bei mehreren Wechselrichtern)
 - Die Zeit, die für das Drosseln der Erzeugungsleistung durch den Wechselrichter notwendig ist

Die blaue Linie in der nachfolgenden Abbildung zeigt ein Beispiel für die Reaktionszeiten eines Systems mit einem oder mehreren Wechselrichtern, wenn P_C sich von P_{MAX} zu einem Lastabwurf $P_{C'} = 0,33P_{MAX}$ ändert (bei T_1).

Die rote Linie zeigt die Reaktion eines einzelnen Wechselrichters beim oben genannten Lastabwurf, wobei sich $P_P (=P_C)$ zu $P_{P'} (P_{C'})$ ändert. Der Bereich zwischen der blauen Linie und der roten Linie (anhand der gestrichelten Linien dargestellt) entspricht der während dieser Zeit (T_3-T_1) in das Netz eingespeisten Energie.

Die grüne Linie zeigt die Reaktion mehrerer Wechselrichter auf den oben genannten Lastabwurf. Die grüne Linie verhält sich ähnlich wie bei einem Anwendungsfall mit einem einzelnen Wechselrichter, allerdings nimmt die Reaktion aufgrund der Kommunikationsverzögerung der Wechselrichter etwas mehr Zeit (T_4-T_1) in Anspruch.

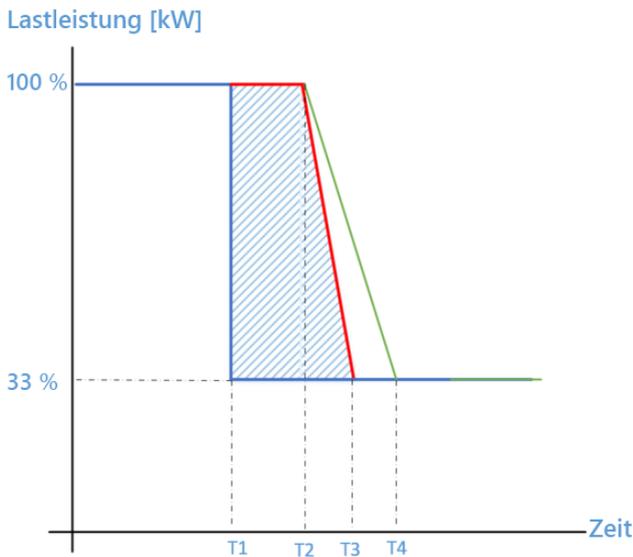


Abbildung 10: Lastabwurf von 100 % auf 33 %

	Von Last verbrauchter Strom
	Von einem System mit einem einzelnen Wechselrichter produzierter Strom
	Von einem System mit mehreren Wechselrichtern produzierter Strom

Als Regelfall beim Lastabwurf nehmen wir an:

- $X = P_C - P_{C'}$ (Lastabwurf in Watt)
- $T2 - T1 \cong 1$ Sek.
- $T3 - T2 \cong 0,5$ Sek.
- $T4 - T3 \cong 0,5$ Sek.

Bei einem Anwendungsfall mit einem einzelnen Wechselrichter wird eine Energieeinspeisung von $\sim 1,25X/3600$ [Wh] erwartet. Bei einem Anwendungsfall mit mehreren Wechselrichtern wird eine Energieeinspeisung von $\sim 1,5X/3600$ [Wh] erwartet.

Beispiel 1: periodische Begrenzung der Energieeinspeisung

Gemäß den Vorgaben zur Null-Einspeisung in Hawaii ist die pro Monat eingespeiste Energie pro Verbraucher auf die Nennleistung des Wechselrichters in Wattstunden begrenzt. In diesem Beispiel gehen wir von einer Anlage in Hawaii aus, deren Wechselrichter eine Leistung von 7,6 kVA aufweist und die auf eine monatliche Einspeisung in Höhe von 7,6 kWh begrenzt werden soll.

In der nachfolgenden Abbildung wird gezeigt, wie sich gewisse Ereignisse auf die Menge an eingespeister Energie auswirken.

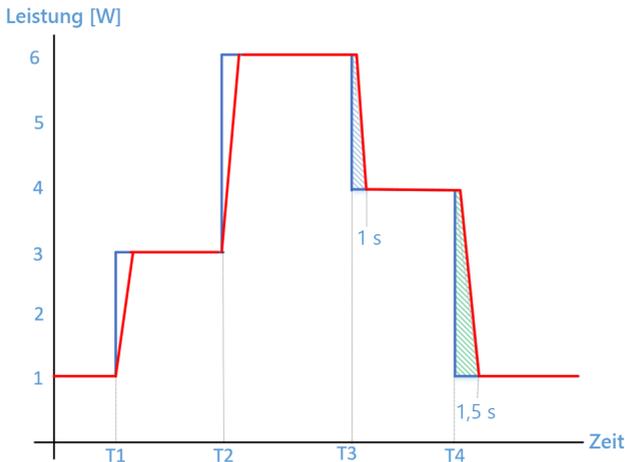


Abbildung 11: Beispiel 1: periodische Begrenzung der Energieeinspeisung

— (blue line) —	Von Last verbrauchter Strom
— (red line) —	Vom Wechselrichter produzierter Strom

Der Benutzer schaltet zum Zeitpunkt T1 eine Last mit 2 kW und zum Zeitpunkt T2 eine Last mit 3 kW ein. Beide Male passt der Wechselrichter die Produktion entsprechend dem Lastverbrauch an. Wenn der Benutzer die 2-kW-Last zum Zeitpunkt T3 ausschaltet, reagiert der Wechselrichter innerhalb von ~ 1 Sekunden mit einer Anpassung der Leistung. Während dieser Zeit wird $\sim 0,28$ Wh Energie in das Netz eingespeist (das blaue, gestrichelte Dreieck). Wenn der Benutzer dann die 3-kW-Last zum Zeitpunkt T4 ausschaltet, reagiert der Wechselrichter innerhalb von ~ 2 Sekunden mit einer Anpassung der Leistung und die in das Netz eingespeiste Energie (das grüne, gestrichelte Dreieck) beträgt $\sim 0,83$ Wh.

Hinweis: ein typischer Haushalt verursacht durchschnittlich 5 Lastabwürfe pro aktiver Stunde. Wenn wir davon ausgehen, dass das Haus 6 Stunden am Tag aktiv ist und bei jedem Ereignis ~ 1 Wh ins Netz eingespeist werden, werden monatlich $\sim 0,9$ kWh Energie eingespeist, was ~ 10 % der durchschnittlichen Nennleistung des Wechselrichters (7,6 kVA) entspricht.

Beispiel 2: Begrenzung der Konvergenzzeit für eingespeiste Energie

Die Vorgaben zur Null-Einspeisung in Spanien erfordern, dass eine Einspeisung in das Netz nicht länger als 2 Sekunden dauern darf, egal wie hoch die Menge der eingespeisten Energie ist. Gehen wir für ähnliche Regelfälle von einer Dauer von T_{Exp} Sekunden aus.

Im nachfolgenden Beispiel erreicht das erste Null-Einspeise-Ereignis nach $(t_2 - t_1)$ Sekunden die Null-Einspeisung. Gemäß den behördlichen Auflagen muss die Dauer $(t_2 - t_1) \leq T_{Exp}$ entsprechen. Auch das nächste Ereignis muss $(t_4 - t_3) \leq T_{Exp}$ entsprechen. Sämtliche SolarEdge Wechselrichter erfüllen diese Anforderungen. Zum Beispiel:

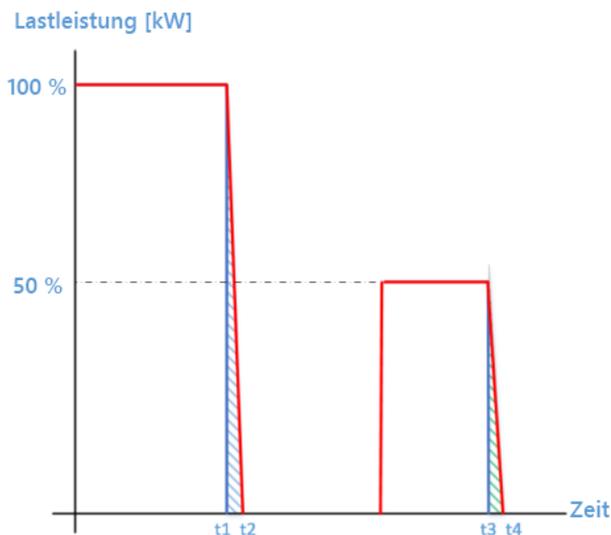


Abbildung 12: Beispiel 2: Begrenzung der Konvergenzzeit für eingespeiste Energie

— (blue line)	Von Last verbrauchter Strom
— (red line)	Vom Wechselrichter produzierter Strom

HINWEIS



- Das oben genannte Beispiel gilt sowohl für einzelne Wechselrichter als auch für ein System mit mehreren Wechselrichtern.
- Einige Vorgaben erfordern möglicherweise eine Kombination aus Konvergenzdauer und monatlich eingespeister Energie als Mittel zur Durchsetzung von Null-Einspeisung.

Beispiel 3: Beispiel für Protokoll zur monatlichen Einspeisung einer Großanlage

Dieses Beispiel zeigt einen tatsächlichen Systembetrieb und die eingespeisten Energiemengen, die aufgrund von Lastabwürfen auftreten. Wir gehen von einem PV-System mit 126 Wechselrichtern auf Einheitsebene aus. Die Tabelle zeigt die täglich eingespeiste Energie und die Anzahl der Ereignisse pro Tag.

Tag des Monats	Eingespeiste Energie [Wh]	Tägliche Einspeiseereignisse
1	224	2
2	448	4
3	558	5
4	1 052	8
5	642	5
6	1 144	9
7	754	6
8	1 246	10
9	884	7
10	966	8
11	708	6
12	230	2
13	410	3
14	318	3
15	794	7
16	1 030	8
17	876	7
18	910	8
19	1 312	11
20	1 216	10
21	1 042	8
22	312	3
23	1 338	11
24	1 276	10
25	1 204	10
26	1 282	10
27	1 088	9
28	1 280	10
29	984	8
30	96	1

31	776	7
Gesamt	26 400	216
Täglicher Durchschnitt	852	7
Täglicher Durchschnitt pro Wechselrichter	7	
Durchschnitt pro Wechselrichter pro Ereignis	1	

Die insgesamt pro Tag vom System eingespeiste Energiemenge hängt von der Zahl der Wechselrichter ab. Je mehr Wechselrichter, desto mehr Energie wird eingespeist. Wie oben erwähnt, hängt die Anzahl der Ereignisse vom Verhalten der Benutzer und von den Eigenschaften der Anlage ab. In einer Produktionsanlage, in der regelmäßig schwere Lasten ein- und ausgeschaltet werden, treten zahlreiche verschiedene Ereignisse auf, während sich das Verhalten in einem Bürogebäude vermutlich eher geringfügig ändert.

Appendix C: Beispiele für die Gesamt- und Pro-Phase-Einspeisebegrenzung

Die folgenden Beispiel erläutern das Verhalten einer Anlage mit Einspeisebegrenzung bei Nutzung der Begrenzungsmodusoptionen **Gesamt** und **Pro Phase**, die in Kapitel *Konfiguration für Einspeisebegrenzung* auf Seite 16 beschrieben werden.

- **Gesamt:** Der Gesamtgrenzwert der Anlage ist die kombinierte Gesamteinspeiseleistung sämtlicher Phasen, d. h. die kombinierte Produktion abzüglich des kombinierten Verbrauchs, wie in der nachstehenden Formel niedergelegt. Rückwärtsstrom auf einer Phase zählt als negative Leistung und kann eine andere Phase kompensieren.

$$\text{Exportieren}_{\text{Gesamt}} = \sum_{x=1}^3 \text{Produktion}_{\text{Phase } (x)} - \sum_{x=1}^3 \text{Verbrauch}_{\text{Phase } (x)}$$

- **Pro Phase (für Dreiphasen-Wechselrichter):** Jede Phase wird auf ein Drittel des konfigurierten Grenzwerts der Anlage begrenzt, d. h. die eingespeiste Leistung ist die Summe der Produktion abzüglich des Verbrauchs jeder Phase, wie in der nachstehenden Formel niedergelegt. Die Verteilung des Grenzwerts auf die drei Phasen wird intern vorgenommen. Der Anwender gibt den Gesamtgrenzwert der Anlage ein.

$$\text{Exportieren}_{\text{Pro Phase}} = \sum_{x=1}^3 (\text{Produktion}_{\text{Phase } (x)} - \text{Verbrauch}_{\text{Phase } (x)})$$

Im Beispiel wird die Konfiguration für den Grenzwert der Anlage und den Begrenzungsmodus detailliert dargestellt. Das Beispiel umfasst Erzeugungs- und Verbrauchsszenarien und erläutert, wie die Werte für Einspeise-, Verbrauchs-, und Bezugsleistung von den jeweiligen Bedingungen beeinflusst werden. Die Tabellen für jedes Szenario beinhalten folgende Werte:

- Potentielle PV-Produktion
- Verbrauch (Last)
- Produktion
- Exportleistung
- Eigenverbrauch
- Importleistung

Darüber hinaus wird die Statusanzeige des Smart Energy Managers mit den jeweiligen Werten für jedes Szenario dargestellt.

Beispiel 1: Einphasen-Wechselrichter, Null-Einspeisebegrenzung, Begrenzungsmodus „Gesamt“

In diesem Beispiel ist die Leistungsbegrenzung für die Einspeisung auf 0 % des max. DC eingestellt, d. h. es wird kein Strom ins Netz eingespeist, und der Begrenzungsmodus „Gesamt“ wird genutzt.

Das System im Beispiel verfügt über einen Einphasen-Wechselrichter mit einer max. Leistung von 7,6 kW AC.

► Zu So konfigurieren Sie die Einstellungen für die Einspeisebegrenzung:

HINWEIS



Detaillierte Anweisungen zum Konfigurieren von Einstellungen für die Einspeisebegrenzung finden Sie in Kapitel *Konfiguration für Einspeisebegrenzung* auf Seite 16).

1. Stellen Sie den Grenzwert der Anlage auf 0,0 ein
2. Stellen Sie den Begrenzungsmodus auf „Gesamt“ ein.

Szenario A

Die potentielle PV-Leistung ist größer als die Lasten.

Die Lasten werden mit PV-Strom betrieben.

Die PV-Produktion ist nicht begrenzt, da keine Exportleistung vorhanden ist.

	Gesamtleistung [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	7	7
Verbrauch (Last)	4	4
Produktion	4	4
Exportieren	Max. (\sum Erzeugung – \sum Verbrauch, 0) = Max.(0, 0)	0
Eigenverbrauch	Min. (\sum Erzeugung, \sum Verbrauch) = Min.(4,4)	4
Import	\sum Verbrauch – \sum Eigenverbrauch = 4-4	0

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

Grenzwert der Anlage	0,0 kW
Erzeugung durch Anlage	4,0 kW
Einspeisung durch Anlage	0,0 kW
Eigenverbrauch	4,0 kW

Szenario B

Die potentielle PV-Leistung ist niedriger als die Lasten.

Die Lasten werden mit PV-Strom und mit Netzstrom betrieben.

Die PV-Produktion ist nicht begrenzt, da keine Exportleistung vorhanden ist.

	Gesamtleistung [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	4	4
Verbrauch (Last)	7	7
Produktion	4	4
Exportieren	Max. (\sum Erzeugung – \sum Verbrauch, 0) = Max.(-3, 0)	0
Eigenverbrauch	Min. (\sum Erzeugung, \sum Verbrauch) = Min.(4,7)	4
Import	\sum Verbrauch – \sum Eigenverbrauch = 7-4	3

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

Grenzwert der Anlage	0,0 kW
Erzeugung durch Anlage	4,0 kW
Einspeisung durch Anlage	0,0 kW
Eigenverbrauch	4,0 kW

Beispiel 2: Dreiphasen-Wechselrichter, Einspeisebegrenzung 70 %, Begrenzungsmodus „Gesamt“

Das System im Beispiel verfügt über eine Leistung von 12 kW DC, die an einen Dreiphasen-Wechselrichter mit einer maximalen AC-Leistung von 10 kW angeschlossen ist.

Die Leistungsbegrenzung für die Einspeisung ist auf 70 % der max. DC-Leistung festgelegt, d. h. auf $70\% \times 12 \text{ kW} = 8,4 \text{ kW}$, und der Begrenzungsmodus „Gesamt“ wird genutzt.



HINWEIS

Anlagen in Deutschland nach EEG 2012 mit einer Begrenzung von 70 % würden mit der Option „Gesamt“ konfiguriert werden.

► Zu So konfigurieren Sie die Einstellungen für die Einspeisebegrenzung:



HINWEIS

Detaillierte Anweisungen zum Konfigurieren von Einstellungen für die Einspeisebegrenzung finden Sie in Kapitel *Konfiguration für Einspeisebegrenzung* auf Seite 16).

1. Stellen Sie den Grenzwert der Anlage auf 8,4 ein
2. Stellen Sie den Begrenzungsmodus auf „Gesamt“ ein.

Szenario A

Die potentielle PV-Leistung ist größer als die Lasten, die nicht gleichmäßig über die drei Phasen verteilt sind.

Die Lasten werden nur mit PV-Strom betrieben. Der überschüssige PV-Strom wird in das Netz eingespeist.

Die PV-Produktion ist nicht begrenzt, da die Exportleistung unter dem Grenzwert liegt.

	Phase 1 [kW]	Phase 2 [kW]	Phase 3 [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	3,33	3,33	3,33	10
Verbrauch (Last)	3	3	0	6
Produktion	3,33	3,33	3,33	10
Exportieren	Max. (\sum Produktion – \sum Verbrauch, 0) = Max.(4,0)			4
Eigenverbrauch	Min. (\sum Produktion, \sum Verbrauch) = Min.(10,6)			6
Import	\sum Verbrauch – \sum Eigenverbrauch			0

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

Grenzwert der Anlage	8,4 kW
Erzeugung durch Anlage	10,0 kW
Einspeisung durch Anlage	4,0 kW
Eigenverbrauch	6,0 kW

Szenario B

Die potentielle PV-Leistung ist gleich der Lasten, die nicht ausgeglichen über die drei Phasen verteilt sind.

Die Lasten werden nur mit PV-Strom betrieben.

Obwohl der Verbrauch auf Phase 1 höher als die Erzeugung ist, wird dieser Unterschied durch Phase 3 ausgeglichen, bei der wiederum die Erzeugung höher ist als der Verbrauch. Daher ist die PV-Produktion nicht begrenzt, da keine Exportleistung vorhanden ist.

	Phase 1 [kW]	Phase 2 [kW]	Phase 3 [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	2	2	2	6
Verbrauch (Last)	3	2	1	6
Produktion	2	2	2	6
Exportieren	Max. (\sum Produktion – \sum Verbrauch, 0) = Max.(0,0)			0 (kein Export)
Eigenverbrauch	Min. (\sum Produktion, \sum Verbrauch) = Min.(6,6)			6
Import	\sum Verbrauch – \sum Eigenverbrauch			0

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

Grenzwert der Anlage	8,4 kW
Erzeugung durch Anlage	6,0 kW
Einspeisung durch Anlage	0,0 kW
Eigenverbrauch	6,0 kW

Szenario C

Die potentielle PV-Leistung ist geringer als die Lasten, die nicht ausgeglichen über die drei Phasen verteilt sind.

Die Lasten werden mit PV-Strom und mit Netzstrom betrieben.

Die PV-Produktion ist nicht begrenzt, da keine Exportleistung vorhanden ist.

	Phase 1 [kW]	Phase 2 [kW]	Phase 3 [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	1,66	1,66	1,66	5
Verbrauch (Last)	3	2	1	6
Produktion	1,66	1,66	1,66	5
Exportieren	Max. (\sum Produktion – \sum Verbrauch, 0) = Max.(0,0)			0 (kein Export)
Eigenverbrauch	Min. (\sum Produktion, \sum Verbrauch) = Min.(5,6)			5
Import	\sum Verbrauch – \sum Eigenverbrauch			1

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

Grenzwert der Anlage	8,4 kW
Erzeugung durch Anlage	5,0 kW
Einspeisung durch Anlage	0,0 kW
Eigenverbrauch	5,0 kW

Szenario D

Die potentielle PV-Leistung ist größer als die Lasten, die nicht ausgeglichen über die drei Phasen verteilt sind.

Die Lasten werden nur mit PV-Strom betrieben. Der überschüssige PV-Strom wird in das Netz eingespeist. Darüber hinaus wird die PV-Erzeugung zur Einhaltung der Einspeisebegrenzung begrenzt.

	Phase 1 [kW]	Phase 2 [kW]	Phase 3 [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	3,33	3,33	3,33	10
Verbrauch (Last)	1	0	0	1
Produktion	3,13	3,13	3,13	9,4
Exportieren	Max. (\sum Produktion – \sum Verbrauch, 0) = Max.(8,4,0)			8,4
Eigenverbrauch	Min. (\sum Produktion, \sum Verbrauch) = Min.(9,4,1)			1
Import	\sum Verbrauch – \sum Eigenverbrauch			0

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

40 *Beispiel 2: Dreiphasen-Wechselrichter, Einspeisebegrenzung 70 %,
Begrenzungsmodus „Gesamt“*

Grenzwert der Anlage	8,4 kW
Erzeugung durch Anlage	9,4 kW
Einspeisung durch Anlage	8,4 kW
Eigenverbrauch	1,0 kW

Beispiel 3: Dreiphasen-Wechselrichter, Null-Einspeisebegrenzung, Begrenzungsmodus „Pro Phase“

Das System im Beispiel verfügt über eine Leistung von 12 kW DC, die an einen Dreiphasen-Wechselrichter mit einer maximalen AC-Leistung von 10 kW angeschlossen ist.

Die Leistungsbegrenzung für die Einspeisung durch das System ist auf 0 W eingestellt, d. h. es wird kein Strom ins Netz eingespeist, und der Begrenzungsmodus „Pro Phase“ wird genutzt.

HINWEIS



Anlagen in Australien, die der Null-Einspeiserregelung unterliegen, werden mit einem Grenzwert der Anlage von 0 konfiguriert und verwenden die Option „**Gesamt**“.

► Zu So konfigurieren Sie die Einstellungen für die Einspeisebegrenzung:

HINWEIS



Detaillierte Anweisungen zum Konfigurieren von Einstellungen für die Einspeisebegrenzung finden Sie in Kapitel *Konfiguration für Einspeisebegrenzung* auf Seite 16).

1. Stellen Sie den Grenzwert der Anlage auf 0,0 ein
2. Stellen Sie den Begrenzungsmodus auf „Pro Phase“ ein.

Szenario A

Die potentielle PV-Leistung ist geringer als die Lasten, die gleichmäßig über die drei Phasen verteilt sind.

Die Lasten werden mit PV-Strom und mit Netzstrom betrieben.

Die PV-Produktion ist nicht begrenzt, da keine Exportleistung vorhanden ist.

	Phase 1 [kW]	Phase 2 [kW]	Phase 3 [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	3,33	3,33	3,33	10
Verbrauch (Last)	4	4	4	12
Produktion	3,33	3,33	3,33	10
Exportieren	0	0	0	0
	$\Sigma [\text{Max. (Produktion} - \text{Verbrauch, 0)}] = \Sigma [\text{Max. (-0,66,0) (-0,66,0) (-0,66,0)}]$			
Eigenverbrauch	3,33	3,33	3,33	10
	$\Sigma [\text{Min. (Produktion, Verbrauch)}] = \Sigma [\text{Min. (3,33,4) (3,33,4) (3,33,4)}]$			
Import	$\Sigma \text{Max(Verbrauch} - \text{Eigenverbrauch} - \text{Export, 0)}$			2

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

Grenzwert der Anlage	0,0 kW
Erzeugung durch Anlage	10,0 kW
Einspeisung durch Anlage	0,0 kW
Eigenverbrauch	10,0 kW

Szenario B

Die potentielle PV-Leistung ist größer als die Lasten, die nicht ausgeglichen über die drei Phasen verteilt sind.

Zur Wahrung einer OW-Exportbergrenzung für jede einzelne Phase, muss die Produktion bei Phase 3 begrenzt werden. Da der dreiphasige Wechselrichter stets phasensymmetrisch ist, wird die Produktion bei den Phasen 1 und 2 entsprechend ebenfalls begrenzt.

	Phase 1 [kW]	Phase 2 [kW]	Phase 3 [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	3,33	3,33	3,33	10
Verbrauch (Last)	4	3	1	8
Produktion	1	1	1	3
Exportieren	0	0	0	0
	$\Sigma [\text{Max. (Produktion} - \text{Verbrauch, 0)}] = \Sigma [\text{Max. (-3,0) (-2,0) (0,0)}]$			
Eigenverbrauch	1	1	1	3
	$\Sigma [\text{Min. (Produktion, Verbrauch)}] = \Sigma [\text{Min. (1,4) (1,3) (1,1)}]$			
Import	$\Sigma \text{Max(Verbrauch} - \text{Eigenverbrauch} - \text{Export, 0)}$			5

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

Grenzwert der Anlage	0,0 kW
Erzeugung durch Anlage	3,0 kW
Einspeisung durch Anlage	0,0 kW
Eigenverbrauch	3,0 kW

Beispiel 4: Dreiphasen-Wechselrichter, Einspeisebegrenzung 3 kW, Begrenzungsmodus „Pro Phase“

Das System im Beispiel verfügt über eine Leistung von 12 kW DC, die an einen Dreiphasen-Wechselrichter mit einer maximalen AC-Leistung von 10 kW angeschlossen ist.

Die Leistungsbegrenzung für die Einspeisung durch das System ist auf 3 kW eingestellt und der Begrenzungsmodus „Pro Phase“ wird genutzt. Dies bedeutet, dass die Exportleistung für jede Phase auf 1kW begrenzt wird.

HINWEIS



Anlagen in den Niederlanden, die an ein AC-Netz mit Hauptsicherungen von 3x80 A angeschlossen sind, werden mit der Option „Pro Phase“ konfiguriert. Das Einspeiselimit beträgt 55 kW.

► Zu So konfigurieren Sie die Einstellungen für die Einspeisebegrenzung:

HINWEIS



Detaillierte Anweisungen zum Konfigurieren von Einstellungen für die Einspeisebegrenzung finden Sie in Kapitel *Konfiguration für Einspeisebegrenzung* auf Seite 16).

1. Stellen Sie den Grenzwert der Anlage auf 3,0 ein
2. Stellen Sie den Begrenzungsmodus auf „Pro Phase“ ein.

Szenario A

Die potentielle PV-Leistung ist geringer als die Lasten, die gleichmäßig über die drei Phasen verteilt sind. Die Lasten werden mit PV-Strom und mit Netzstrom betrieben.

Die PV-Produktion ist nicht begrenzt, da keine Exportleistung vorhanden ist.

	Phase 1 [kW]	Phase 2 [kW]	Phase 3 [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	3,33	3,33	3,33	10
Verbrauch (Last)	4	4	4	12
Produktion	3,33	3,33	3,33	10
Exportieren	0	0	0	0
	$\Sigma [\text{Max. (Produktion} - \text{Verbrauch, 0)}] = \Sigma [\text{Max. (-0,66,0) (-0,66,0) (-0,66,0)}]$			
Eigenverbrauch	3,33	3,33	3,33	10
	$\Sigma [\text{Min. (Produktion, Verbrauch)}] = \Sigma [\text{Min. (3,3,4) (3,3,4) (3,3,4)}]$			
Import	$\Sigma \text{Max(Verbrauch} - \text{Eigenverbrauch} - \text{Export, 0)}$			2

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

Grenzwert der Anlage	3,0 kW
Erzeugung durch Anlage	10,0 kW
Einspeisung durch Anlage	0,0 kW
Eigenverbrauch	10,0 kW

Szenario B

Die potentielle PV-Leistung ist größer als die Lasten, die nicht ausgeglichen über die drei Phasen verteilt sind.

Zur Wahlung einer 1kW-Exportbegrenzung für jede einzelne Phase, muss die Produktion bei Phase 3 begrenzt werden. Da der dreiphasige Wechselrichter stets phasensymmetrisch ist, wird die Produktion bei den Phasen 1 und 2 entsprechend ebenfalls begrenzt.

	Phase 1 [kW]	Phase 2 [kW]	Phase 3 [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	3,33	3,33	3,33	10
Verbrauch (Last)	4	3	1	8
Produktion	2	2	2	6
Exportieren	0	0	1	1
	$\Sigma [\text{Max. (Produktion} - \text{Verbrauch, 0)}] = \Sigma [\text{Max. (-2,0) (-1,0) (1,0)}]$			
Eigenverbrauch	2	2	1	5
	$\Sigma [\text{Min. (Produktion, Verbrauch)}] = \Sigma [\text{Min. (2,4) (2,3) (2,1)}]$			
Import	$\Sigma \text{Max(Verbrauch} - \text{Eigenverbrauch} - \text{Export, 0)}$			2

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

Grenzwert der Anlage	3,0 kW
Erzeugung durch Anlage	6,0 kW
Einspeisung durch Anlage	1,0 kW
Eigenverbrauch	5,0 kW

Szenario C

Die potentielle PV-Leistung ist größer als die Lasten, die nicht ausgeglichen über die drei Phasen verteilt sind.

Zur Wahrung einer 1kW-Exportbergrenzung für jede einzelne Phase, muss die Produktion bei Phase 3 begrenzt werden. Da der dreiphasige Wechselrichter stets phasensymmetrisch ist, wird die Produktion bei den Phasen 1 und 2 entsprechend ebenfalls begrenzt.

Auch wenn die Erzeugung durch die Anlage ebenso wie im vorherigen Szenario begrenzt ist, ist die Begrenzung in diesem Beispiel dennoch weniger strikt, weil die Lasten ausgeglichener sind und somit ein erhöhter Eigenverbrauch möglich ist.

	Phase 1 [kW]	Phase 2 [kW]	Phase 3 [kW]	Gesamt [kW]
Potentielle PV-Produktion	3,33	3,33	3,33	10
Verbrauch (Last)	3	2	2	7
Produktion	3	3	3	9
Exportieren	0	1	1	2
	$\Sigma [\text{Max. (Produktion} - \text{Verbrauch, 0)}] = \Sigma [\text{Max. (0,0) (1,0) (1,0)}]$			
Eigenverbrauch	3	2	2	7
	$\Sigma [\text{Min. (Produktion, Verbrauch)}] = \Sigma [\text{Min. (3,3) (3,2) (3,2)}]$			
Import	$\Sigma \text{Max(Verbrauch} - \text{Eigenverbrauch} - \text{Export, 0)}$			0

Die folgenden Smart Energy Manager-Statusdaten werden angezeigt:

Grenzwert der Anlage	3,0 kW
Erzeugung durch Anlage	9,0 kW
Einspeisung durch Anlage	2,0 kW
Eigenverbrauch	7,0 kW

Appendix D: Mindestbezug

In manchen Einrichtungen muss eine Mindestmenge an Strom vom Netz bezogen werden, bevor das PV-System mit der Stromerzeugung beginnen und die Lasten versorgen kann. *Dies entspricht einer negativen Einspeisung ins Netz.*

Konfigurieren des Mindestbezugs mit SetApp



HINWEIS

Die Mindestbezug-Funktion für SetApp-Wechselrichter erfordert CPU-Version 4.50xx oder höher.

► Zu So konfigurieren Sie den Mindestbezug mit SetApp:

1. Geben Sie 0,0 in das Feld **Grenzwert der Anlage** ein (siehe Kapitel *Konfiguration für Einspeisebegrenzung* auf Seite 16).
2. Wählen Sie **Leistungssteuerung** → **Energie-Manager** → **Einspeiselimitierung** → **Steuerungsmodus** → **Steuerung minimaler Bezug**

Begrenzungsregelungsmod us
Export Control („Exportsteuerung“)
Erzeugungsregelung
Mindestbezugsregelung
Deaktivieren

3. Geben Sie die Mindestmenge an zu erwerbendem Strom im Fenster **Regelung des Mindestbezugs** ein.

Konfigurieren des Mindestbezugs über das Display des Geräts



HINWEIS

Die Mindestbezug-Funktion für Wechselrichter mit einem Display erfordert CPU-Version 3.18xx oder höher.

► Zu So konfigurieren Sie den Mindestbezug über das Display des Geräts:

1. Geben Sie 0,0 in das Feld **Grenzwert der Anlage** ein (siehe Kapitel *Konfiguration für Einspeisebegrenzung* auf Seite 16).
2. Wählen Sie **Leistungssteuerung** → **Energie-Manager** → **Einspeiselimitierung** → **Steuerungsmodus** → **Steuerung minimaler Bezug**

Deaktivieren
Einspeiseregulierung
Erzeugungsregelung
Regelung des
Mindestbezugs

3. Geben Sie die Mindestmenge an zu erwerbendem Strom im Fenster **Regelung des Mindestbezugs** ein.

solaredge