

Technische Information

SUNNY BOY / SUNNY TRIPOWER Temperatur-Derating



1 Einleitung

Beim Temperatur-Derating reduziert der Wechselrichter seine Leistung, um Komponenten vor Überhitzung zu schützen. Dieses Dokument erläutert, wie die Temperatur im Wechselrichter reguliert wird, welche Ursachen Temperatur-Derating haben kann und welche Maßnahmen dagegen möglich sind.

2 Was ist Temperatur-Derating?

"Derating" bedeutet die gesteuerte Reduzierung der Leistung des Wechselrichters. Im Normalbetrieb arbeiten Wechselrichter am so genannten Maximum Power Point. An diesem Arbeitspunkt ist das Verhältnis zwischen PV-Spannung und PV-Strom so eingestellt, dass sich daraus die maximale Leistung ergibt. Die Lage des Maximum Power Point verändert sich ständig in Abhängigkeit von der Einstrahlung und der Temperatur der PV-Module.

Temperaturabhängiges Derating dient dazu, empfindliche Halbleiterbauteile des Wechselrichters vor Überhitzung zu schützen. Wenn an den überwachten Komponenten die zulässige Temperatur erreicht wird, verschiebt der Wechselrichter seinen Arbeitspunkt hin zu einer geringeren Leistung. Dabei wird die Leistung schrittweise reduziert. Im Extremfall schaltet sich der Wechselrichter ganz ab. Sobald die Temperatur der gefährdeten Bauteile unter den kritischen Wert gesunken ist, steuert der Wechselrichter wieder den optimalen Arbeitspunkt an.

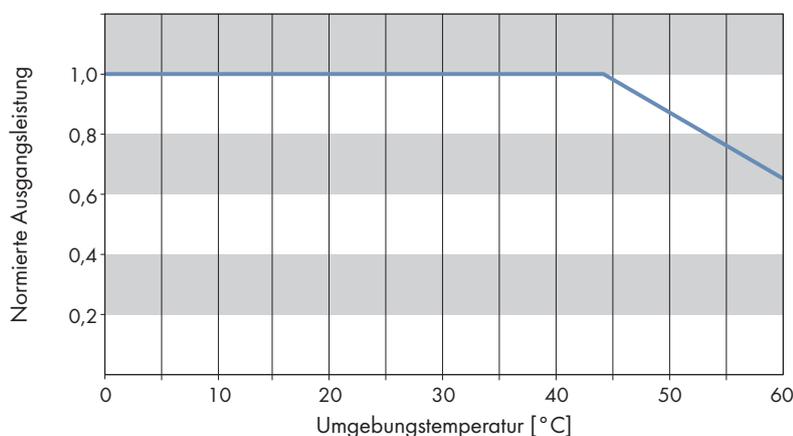


Abbildung 1: Beispiel für den Leistungsverlauf bei Temperatur-Derating

Temperatur-Derating kann aus unterschiedlichen Gründen auftreten, im Folgenden werden einige Gründe genannt:

- Wenn die Installationsbedingungen die Wärmeabfuhr des Wechselrichters behindern.
- Wenn die Wechselrichter unter direkter Sonneneinstrahlung betrieben werden oder hohe Umgebungstemperaturen eine Wärmeabfuhr nicht mehr ermöglichen.
- Wenn PV-Generator und Wechselrichter besonders ungünstig aufeinander abgestimmt sind (Leistung des PV-Generators zur Leistung des Wechselrichters).
- Wenn der Installationsort des Wechselrichters in einer ungünstigen Höhe liegt (z. B. Höhen im Bereich der maximalen Betriebshöhe über Normalhöhennull siehe Kapitel "Technische Daten" in der Betriebsanleitung des Wechselrichters). Dadurch verstärkt sich Temperatur-Derating, weil sich bei zunehmender Höhenlage die Luftdichte verringert und dadurch verringert sich die Kühlwirkung der Luft.
- Wenn am Wechselrichter eine permanent hohe DC-Spannung (U_{MPP}) anliegt.

Da auch die jeweilige DC-Betriebsspannung einen nennenswerten Einfluss auf das Derating-Verhalten des Wechselrichters hat, ist es zur Verdeutlichung sinnvoll, verschiedene DC-Betriebsspannungen über den Temperaturverlauf darzustellen (siehe Abbildung 2). Die Darstellung des Derating-Verlaufs in Abhängigkeit der DC-Betriebsspannung eines SMA Wechselrichters erfolgt dabei in Anlehnung an die aktuellen normativen Vorgaben (z. B. DIN EN 50524), also jeweils bei der minimalen DC-Spannung (U_{MPP_Min}), der DC-Nennspannung (U_{Nenn}) und der maximalen DC-Spannung (U_{MPP_Max}).

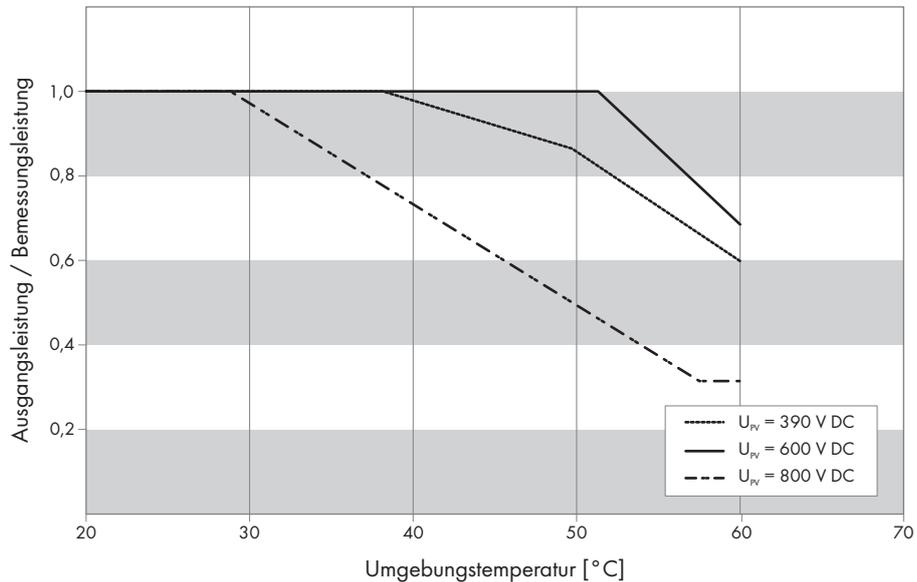


Abbildung 2: Beispiel für das Derating-Verhalten eines SMA Wechselrichters bei verschiedenen Betriebsspannungen

Die folgende Abbildung (Abbildung 3) zeigt beispielhaft verschiedene Arbeitspunkte einer PV-Anlage (Australien, Alice Springs, 140 % Überdimensionierung) in Abhängigkeit zur entsprechenden Umgebungstemperatur und jeweiligen DC-Betriebsspannung, die sich am PV-Generator einstellt. Im linken Bereich der Kennlinie ist ein permanenter Betrieb mit voller Leistung möglich.

Die Abbildung zeigt, dass der Einfluss hoher DC-Betriebsspannungen auf das Temperaturverhalten nicht überbewertet werden darf. So sinkt beispielsweise die DC-Betriebsspannung mit steigender Temperatur von 800 VDC bei 15 °C auf 720 VDC bei 40 °C. Die maximale DC-Spannung des Wechselrichters stellt demnach mehr eine technische Grenze als einen normalen Betriebsverlauf dar. Es gibt keinen Arbeitspunkt des PV-Generators, bei dem es nötig wäre, dass der Wechselrichter bei Temperaturen größer 31 °C (bei 800 V) mit voller Leistung einspeisen muss.

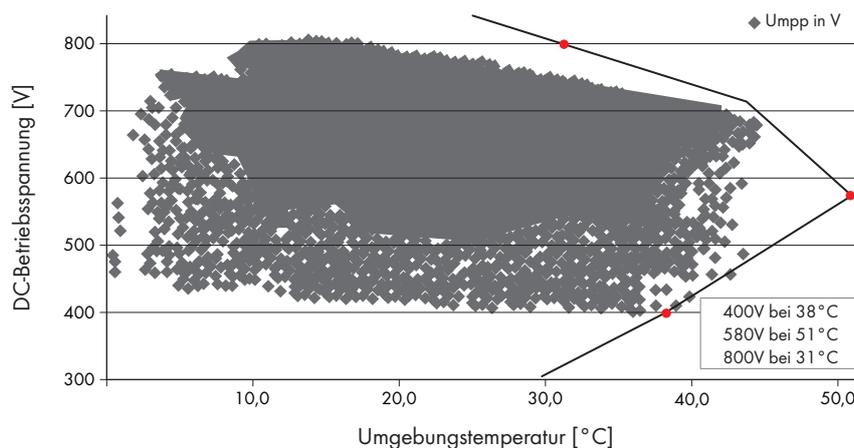


Abbildung 3: Arbeitspunkte einer PV-Anlage und Kennlinie des Arbeitsbereichs, bei dem der Wechselrichter mit voller Leistung einspeisen kann (Standort der PV-Anlage: Australien, Alice Springs; 140 % Überdimensionierung)

Grundsätzlich hat das Temperatur-Derating keine negativen Auswirkungen auf den Wechselrichter. Befindet sich der Wechselrichter im Betriebszustand "Derating", so wird dies über die eine leuchtende LED und eine Warnung im Display des Wechselrichters angezeigt. Die Warnung zeigt der Wechselrichter an, bis er sich bei Einbruch der Dunkelheit abschaltet.

3 Anlagenauslegung und Temperatur-Derating

Die korrekte Auslegung einer PV-Anlage muss Derating nicht völlig ausschließen. PV-Anlagen werden in Hinblick auf den Gesamtenergieertrag optimiert. Die am Ausgang des Wechselrichters zur Verfügung stehende Leistung errechnet sich aus der vom PV-Generator zur Verfügung gestellten Leistung und dem Wirkungsgrad des Wechselrichters. Entscheidend ist daher, dass das Produkt dieser beiden Faktoren möglichst groß ist.

Abbildung 4 zeigt am Beispiel von Freiburg im Breisgau, wie viel Energie im Jahresverlauf in welchen Bereichen des Leistungsspektrums des PV-Generators zur Verfügung steht. Die Häufigkeit, mit der die jeweiligen Leistungen anliegen, ist im Diagramm dargestellt. Die geringen Leistungen der unteren Teillastbereiche tragen erheblich zur Gesamtleistung bei, weil sie sehr häufig auftreten.

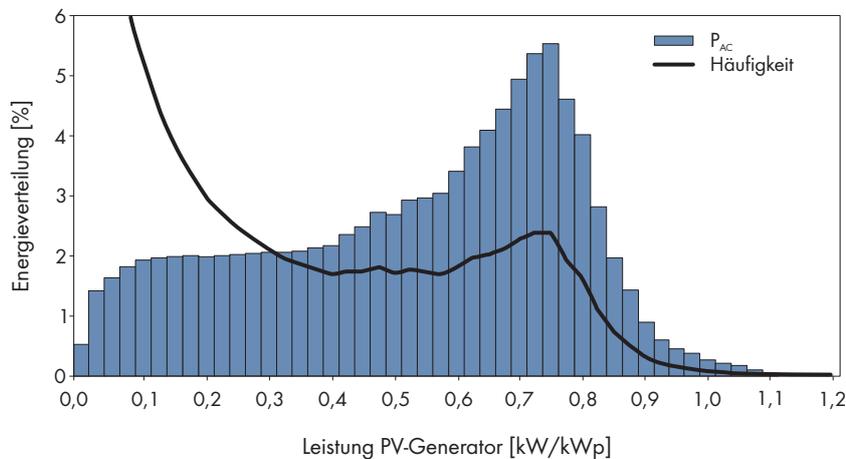


Abbildung 4: Energieangebot bezogen auf das Leistungsspektrum des PV-Generators (Beispiel Freiburg im Breisgau, Deutschland)

Wie effizient der Wechselrichter die jeweils verfügbare Leistung des PV-Generators umsetzt, hängt von seinem Wirkungsgradverlauf ab.

Um Derating bei Spitzenleistungen des PV-Generators zu vermeiden, könnte man einen Wechselrichter mit einer Nennleistung von mehr als 100 % der Generatorleistung wählen. In diesem Fall läge jedoch ein größerer Anteil der Teillasterträge in einem Bereich, in dem der Wechselrichter einen relativ niedrigen Wirkungsgrad hat. Die Verluste im Teillastbereich wären größer als der Zugewinn durch die vollständige Verwertung der Spitzenleistungen (vgl. Abbildung 6).

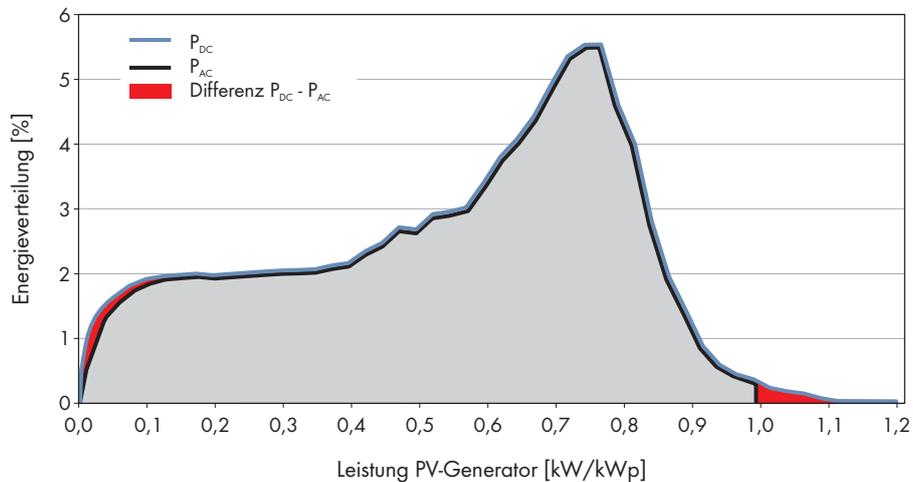


Abbildung 5: Wirkungsgrad und Eingangs- und Ausgangsleistung des Wechselrichters, wenn die Nennleistung des Wechselrichters 90 % bis 100 % der Generatorleistung beträgt

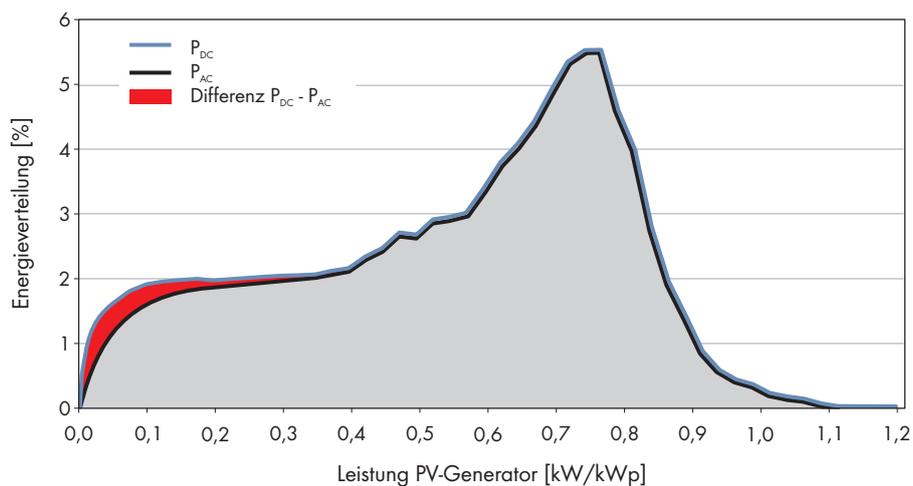


Abbildung 6: Wirkungsgrad und Eingangs- und Ausgangsleistung des Wechselrichters, wenn die Nennleistung des Wechselrichters mehr als 100 % der Generatorleistung beträgt

Bei optimaler Abstimmung der PV-Anlage tritt Derating nur selten auf. Eine Unterdimensionierung des Wechselrichters zum PV-Generator kann eine Ursache für häufiges Derating sein (Ursachen für häufiges Temperatur-Derating siehe Kapitel 2, Seite 2).

Die ideale Auslegung Ihrer PV-Anlage können Sie mit Hilfe der Auslegungssoftware "Sunny Design" ermitteln. Sunny Design können Sie kostenlos unter www.SMA-Solar.com herunterladen.

4 Wärmeabfuhr der Wechselrichter

SMA Wechselrichter besitzen ein auf Leistung und Bauform des Geräts abgestimmtes Kühlsystem. Passiv gekühlte Wechselrichter geben über Kühlkörper Wärme an die Umgebungsluft ab.

Aktiv gekühlte Geräte mit OptiCool-System werden zusätzlich belüftet. Sobald das Gerät mehr Wärme erzeugt als über das Gehäuse abgegeben werden kann, wird ein interner Lüfter eingeschaltet, der einen Luftstrom durch die Kühlkanäle des Gehäuses erzeugt. Der Lüfter ist drehzahlgesteuert, d. h. er erhöht seine Drehzahl mit zunehmender Temperatur. Der Vorteil der aktiven Belüftung ist, dass der Wechselrichter auch bei steigender Temperatur noch seine maximale Leistung einspeisen kann. Derating tritt erst dann ein, wenn die Kühlung nicht mehr ausreicht. Aktiv gekühlte Wechselrichter haben daher im Vergleich zu passiv gekühlten Geräten zusätzliche Leistungsreserven.

Stellen Sie bei der Installation von Wechselrichtern eine ausreichende Wärmeabfuhr sicher, um Temperatur-Derating zu vermeiden:

- Installieren Sie Wechselrichter an kühlen Standorten, d. h. eher im Keller als auf dem Dachboden.
- Wählen Sie Standorte mit ausreichendem Luftaustausch. Sorgen Sie ggf. für zusätzliche Belüftung.
- Setzen Sie Wechselrichter keiner direkten Sonneneinstrahlung aus. Nutzen Sie bei der Installation im Freien vorhandenen Schatten oder überdachen Sie die Wechselrichter.
- Halten Sie die in der Installationsanleitung angegebenen Mindestabstände zu benachbarten Wechselrichtern oder anderen Gegenständen ein. Erhöhen Sie die Abstände, wenn absehbar ist, dass am Installationsort hohe Temperaturen auftreten werden.
- Ordnen Sie mehrere Wechselrichter so an, dass sie nicht die Warmluft anderer Wechselrichter ansaugen. Passiv gekühlte Wechselrichter werden versetzt angeordnet, so dass die Wärme der Kühlkörper nach oben entweichen kann.

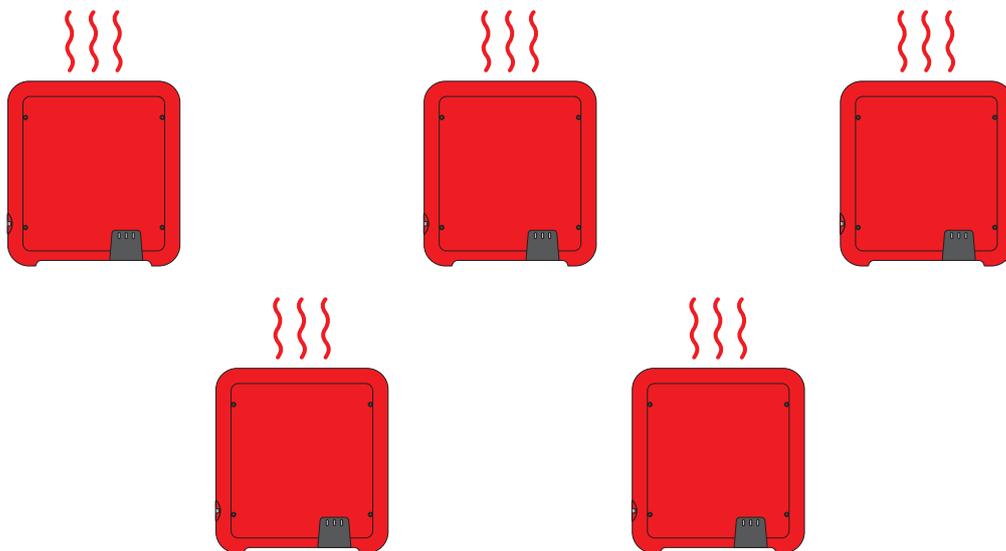


Abbildung 7: Anordnung passiv gekühlter Wechselrichter zur Optimierung der Wärmeabfuhr: SBxx-1AV-40

Bei aktiv gekühlten Wechselrichtern hängt die optimale Anordnung von der Lage der Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnungen ab. Nachfolgend sind einige Beispiele aufgeführt.

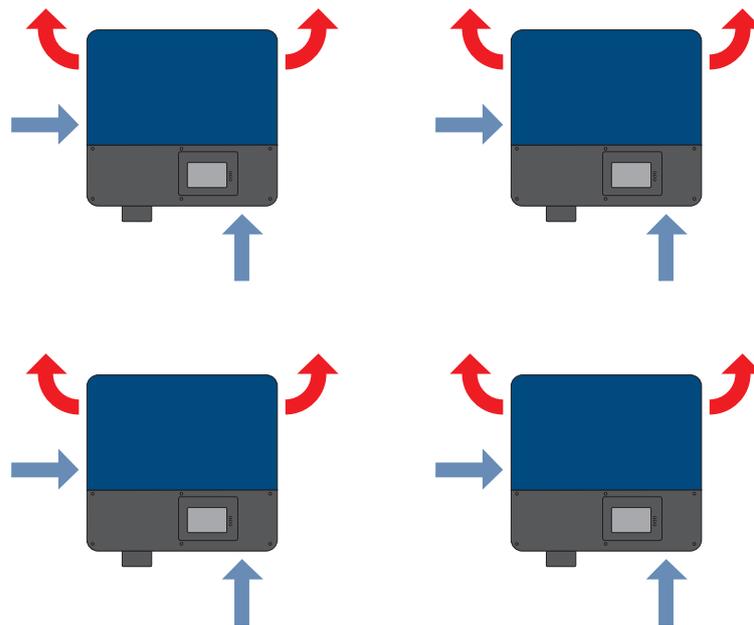


Abbildung 8: Anordnung aktiv gekühlter Wechselrichter zur Optimierung der Wärmeabfuhr: STP XXXXTL-30

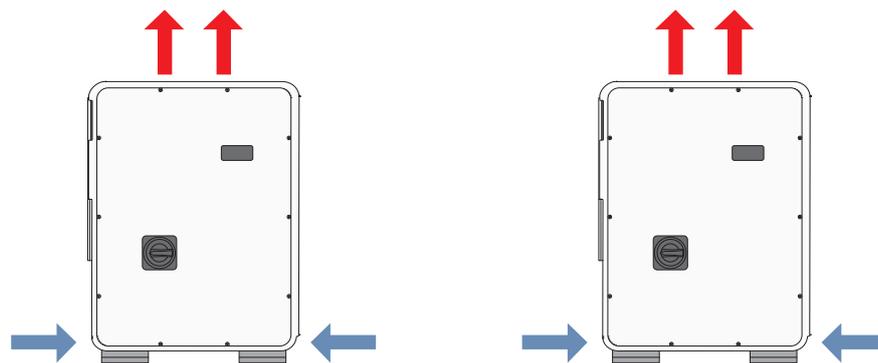


Abbildung 9: Anordnung aktiv gekühlter Wechselrichter zur Optimierung der Wärmeabfuhr: Sunny Tripower CORE1 / CORE1-JP / CORE1-US

5 Umgang mit Temperatur-Derating

SMA Wechselrichter sind so konstruiert, dass bei korrekter Auslegung der PV-Anlage und geeigneten Umgebungsbedingungen die zulässige Betriebstemperatur nicht überschritten wird. Wenn dennoch temperaturbedingtes Derating eintritt, kann dies folgende Ursachen haben:

- Der Wechselrichter kann nicht genug Wärme an die Umgebungsluft abgeben, weil Kühlkörper oder Lüftergitter verschmutzt oder Lüfter ausgefallen sind. Reinigen Sie die betroffenen Teile, wie in der Installationsanleitung des jeweiligen Wechselrichters beschrieben.
- Die Leistung des Wechselrichters ist im Vergleich zur Leistung des PV-Generators zu gering gewählt. Diese Art der Dimensionierung kann heutzutage aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll sein und wird in der Praxis vermehrt angewendet. Unter extremen klimatischen Bedingungen, wie z. B. bei hoher Sonneneinstrahlung in Verbindung mit niedrigen Temperaturen der PV-Module, kann die Leistung des PV-Generators aber auch bei korrekter Anlagenauslegung die Nennleistung des Wechselrichters überschreiten.

- Die Installationsumgebung des Wechselrichters bietet nicht die erforderlichen klimatischen Bedingungen (siehe Kapitel "Technische Daten" in der Anleitung des jeweiligen Wechselrichters). Der Wechselrichter sollte von einer Fachkraft an einer geeigneteren Stelle installiert werden. Achten Sie darauf, dass die empfohlenen Abstände zwischen mehreren Geräten eingehalten werden. Erhöhen Sie die Abstände in warmen Installationsumgebungen zusätzlich. Installieren Sie die Geräte außerhalb des Warmluftstroms anderer Wechselrichter (siehe Kapitel 4, Seite 5). Sorgen Sie gegebenenfalls für eine zusätzliche Kühlung des Wechselrichters. Belüften Sie mehrere Wechselrichter so, dass der Luftstrom alle Geräte gleichmäßig kühlt.

