

## Lichtbogen-Schutzeinrichtung

SUNNY BOY / SUNNY BOY SMART ENERGY / SUNNY TRIPOWER

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Zielgruppe .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Gültigkeitsbereich .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Funktion .....</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Einstellmöglichkeiten der Lichtbogen-Schutzeinrichtung je Wechselrichter.....</b>	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>Betriebsarten der Lichtbogen-Schutzeinrichtung.....</b>	<b>5</b>
7.1	Automatischer Wiederanlauf.....	5
7.2	Manueller Wiederanlauf .....	5
7.3	Manueller Wiederanlauf nach 5 ACFI-Erkennungen .....	5
<b>8</b>	<b>Aktivierung der Lichtbogen-Schutzeinrichtung.....</b>	<b>5</b>
<b>9</b>	<b>Zulassungen und normative Vorgaben .....</b>	<b>6</b>
9.1	Übersicht der Standards .....	6
9.2	Klassifizierungsschema IEC 63027 .....	7
9.3	Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Boy 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0 ....	8
9.4	Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Boy Smart Energy.....	9
9.5	Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Tripower X.....	9
9.6	Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Tripower CORE1 .....	10
9.7	Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Tripower CORE2 .....	11
9.8	Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Tripower 125.....	12
<b>10</b>	<b>Hard- und Softwarevoraussetzungen .....</b>	<b>13</b>
<b>11</b>	<b>Einschränkungen.....</b>	<b>13</b>
<b>12</b>	<b>Ereignismeldungen .....</b>	<b>14</b>
12.1	Übersicht der Ereignismeldungen nach Wechselrichter .....	14
<b>13</b>	<b>Häufig gestellte Fragen .....</b>	<b>16</b>
13.1	Muss ich die Lichtbogen-Schutzeinrichtung aktivieren? .....	16
13.2	Ein Versicherer fordert eine Lichtbogen-Schutzfunktion für eine PV-Anlage. Kann ich die in diesem Dokument genannten Wechselrichter einsetzen? .....	16

# 1 Einleitung

PV-Anlagen, die nach heutigen Installationsstandards und mit hochwertigen Komponenten errichtet werden, sind grundsätzlich sehr sicher. Dennoch können in seltenen Fällen fehlerhafte Kontaktstellen bei der Verkabelung der PV-Module oder der DC-seitigen Installation zu Lichtbögen führen, die sowohl die Anlage, als auch das Gebäude beschädigen können.

Beim Einsatz eines PV-Wechselrichters mit integrierter Lichtbogen-Schutzeinrichtung (AFCl), wird ein serieller Lichtbogen im PV-Generator rechtzeitig erkannt und durch Unterbrechung des Stroms gelöscht.

Um den Kunden ein Höchstmaß an Sicherheit zu gewähren, hat SMA Solar Technology AG die in diesem Dokument aufgeführten Wechselrichter mit der wirkungsvollen Lichtbogen-Schutzeinrichtung (AFCl) ausgestattet. Diese ist ein wichtiger Bestandteil des ganzheitlichen Sicherheitsansatzes SMA SafeSolar.

## 2 Zielgruppe

Diese Technische Information richtet sich an Installateure und Anlagenplaner und beschreibt die Grundlagen sowie alle notwendigen Schritte und Voraussetzungen zur Nutzung der Lichtbogen-Schutzeinrichtung.

## 3 Gültigkeitsbereich

Dieses Dokument gilt für:

Produkt	Gerätetyp
Sunny Boy 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0	SB3.0-AV-41
	SB3.6-AV-41
	SB4.0-AV-41
	SB5.0-AV-41
	SB6.0-AV-41
Sunny Boy Smart Energy	SBSE3.6-50
	SBSE4.0-50
	SBSE5.0-50
	SBSE6.0-50
	SBSE8.0-50
Sunny Tripower X 12 / 15 / 20 / 25	STP 12-50
	STP 15-50
	STP 20-50
	STP 25-50
Sunny Tripower CORE1	STP 50-41
Sunny Tripower CORE2 mit AFCl	STP 110-60
Sunny Tripower 125	STP125-70

## 4 Grundlagen

Kommt es während des Einspeisebetriebs zu einem Lichtbogen in der DC-Installation einer PV-Anlage, führt dieser zu einer Stromänderung und einem charakteristischen Störspektrum. Hierbei werden hochfrequente Anteile dem normalen Betriebsstrom überlagert. Diese beiden aufgeführten Kriterien bilden die Grundlage zur sicheren Erkennung eines Lichtbogens.

## 5 Funktion

Wenn die Lichtbogen-Schutzeinrichtung (AFCI) im Wechselrichter aktiviert ist, wird der PV-Generator auf Lichtbögen überwacht, da Lichtbögen bei größeren Strömen ein Brandrisiko darstellen. Tritt eine für Lichtbögen typische Charakteristik des Stroms auf (z. B. Stromänderung, hochfrequente Anteile), wird ein Lichtbogen erkannt und der Wechselrichter beendet sofort den Einspeisebetrieb. Dieses Ereignis wird über die Benutzeroberfläche des Wechselrichters oder eines übergeordneten Kommunikationsgeräts und das Sunny Portal gemeldet. Durch das Beenden des Einspeisebetriebs wird der Stromfluss auf der DC-Seite unterbrochen und der Lichtbogen gelöscht.

## 6 Einstellmöglichkeiten der Lichtbogen-Schutzeinrichtung je Wechselrichter

Folgende Einstellmöglichkeiten können bei den jeweiligen Wechselrichtern vorgenommen werden:

Produkt	Aktivierungstyp		
	Automatischer Wiederanlauf	Manueller Wiederanlauf	Manueller Wiederanlauf nach 5 AFCI-Erkennungen
Sunny Boy 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0	✓	.. <sup>1)</sup>	.. <sup>1)</sup>
Sunny Boy Smart Energy	✓	✓	✓
Sunny Tripower X	✓	✓	✓ <sup>2)</sup>
Sunny Tripower CORE1	✓	✓	✓ <sup>3)</sup>
Sunny Tripower CORE2	-	-	✓
Sunny Tripower 125	✓	✓	✓

<sup>1)</sup> Das im Sunny Boy eingesetzte Verfahren stellt sicher, dass Lichtbögen unterhalb einer Energie von 200 J und innerhalb von 2,5 s gelöscht werden. Ein manueller Wiederanlauf ist nach IEC 63027 nicht erforderlich.

<sup>2)</sup> Verfügbar ab Firmware-Version 03.02.07.R

<sup>3)</sup> Verfügbar ab Firmware-Version 04.06.08.R

### **i** Lichtbogen-Schutzeinrichtung ohne permanente Betriebsunterbrechung

Wenn die Lichtbogen-Schutzeinrichtung (AFCI) mit automatischem Wiederanlauf eingestellt ist, sollte die Anlage genau überwacht werden und wiederkehrende Störungen der Lichtbogen-Schutzeinrichtung sollten sofort von qualifizierten Fachkräften untersucht werden. Wenn es nicht möglich ist, die Fehlerursache sofort ausfindig zu machen, sollte der Wechselrichter außer Betrieb gesetzt werden, bis die Untersuchung und Korrekturmaßnahmen abgeschlossen werden können. Wiederkehrende Fehler können zu Schäden an benachbarten Leitern und Systemkomponenten führen, die zu umfangreicheren Systemausfällen und Schäden bis hin zu unkontrollierten Lichtbögen und Bränden führen können.

## **7 Betriebsarten der Lichtbogen-Schutzeinrichtung**

### **7.1 Automatischer Wiederanlauf**

Der Einspeisebetrieb des Wechselrichters wird bei Erkennung des Lichtbogens unterbrochen, jedoch nimmt der Wechselrichter automatisch den Einspeisebetrieb wieder auf. Einspeiseverluste können so vermieden werden. Eine Prüfung des PV-Generators durch eine Fachkraft nach Meldung eines Fehlers ist dennoch zu empfehlen.

### **7.2 Manueller Wiederanlauf**

Der Einspeisebetrieb des Wechselrichters wird bei Erkennung des Lichtbogens unterbrochen und der Wechselrichter geht in die Betriebsstörung. Diese muss aktiv vom Anlagenbetreiber zurückgesetzt werden, damit der Wechselrichter den Betrieb wieder aufnimmt.

### **7.3 Manueller Wiederanlauf nach 5 ACFI-Erkennungen**

Der Einspeisebetrieb des Wechselrichters wird bei Erkennung von fünf Lichtbögen innerhalb von 24 Stunden unterbrochen und der Wechselrichter geht in die Betriebsstörung. Diese muss aktiv vom Anlagenbetreiber zurückgesetzt werden, damit der Wechselrichter den Betrieb wieder aufnimmt.

## **8 Aktivierung der Lichtbogen-Schutzeinrichtung**

Die Einstellung zur Aktivierung der entsprechenden Betriebsart kann über die Benutzeroberfläche des Wechselrichters oder eines System Managers (z. B. Data Manager oder Wechselrichter als System Manager) vorgenommen werden. Ist die Lichtbogen-Schutzeinrichtung (AFCI) mit manuellem Wiederanlauf aktiviert, kann dieser Zustand über den Wechselrichter oder ggf. einen System Manager zurückgesetzt werden. Folgen Sie dafür den Anweisungen der Anleitung des entsprechenden Wechselrichters.

## 9 Zulassungen und normative Vorgaben

### 9.1 Übersicht der Standards

Folgende Wechselrichter sind konform zu folgenden Standards und Funktionen:

Standard	UL 1699B Ed 1.1 STANDARD FOR SAFETY - Photovol- taic (PV) DC Arc- Fault Circuit Protecti- on	IEC 63027:2023 - Photovoltaic power systems – DC arc detection and inter- ruption	Prüfung gemäß SMA Testverfahren
<b>Erläuterung</b>	Die Lichtbogen- Schutzerkennung (AFCI) wurde vollständig und unverändert aus den hier angegebenen Wechselrichtern, die für den US-Markt eingesetzt werden, übernommen und nutzen somit die nach UL 1699B Ed1.1 zertifizierte Methode zur Lichtbogenerkennung.	Die Konformität zur IEC 63027 hängt von der Anschlussform der PV-Module ab. Die zulässigen Anschlussformen für die Wechselrichter sind in den folgenden Kapiteln aufgeführt.	Zuverlässigkeitstests nach SMA Standard.

<b>Wechselrichter</b>			
Sunny Boy 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0	-	✓	✓
Sunny Boy Smart Energy	✓	✓	✓
Sunny Tripower X	✓	✓	✓
Sunny Tripower CORE1	✓	✓	✓
Sunny Tripower CORE2	-	✓	✓
Sunny Tripower 125	-	✓	✓

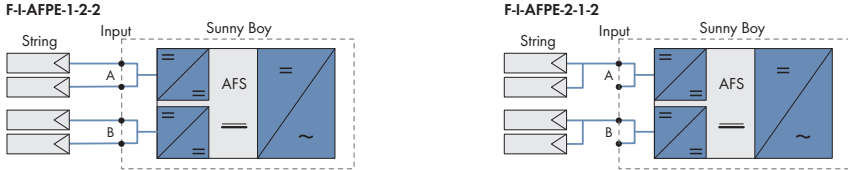
## 9.2 Klassifizierungsschema IEC 63027

Das Klassifizierungsschema der IEC 63027 beschreibt den Gerätetyp, den Abdeckungsbereich und weitere wichtige Aspekte, die für Prüfung und Installation relevant sind. Diese Informationen müssen vom Hersteller in codierter Form angegeben werden. Die einzelnen Merkmale sind dabei durch einen Strich separiert. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Zusammensetzung der Klassifizierung:

Position	Beschreibung
<b>1. Stelle</b> <b>Schutzbereich</b>	F: Die Lichtbogenüberwachung deckt die gesamten PV-Module bis zu den DC-Eingängen des Wechselrichters ab. P: Die gesamten PV-Module sind bis zu einer Combiner Box abgedeckt. Die Hauptleitung bis zu den Eingangsklemmen des Wechselrichters nicht.
<b>2. Stelle</b> <b>Art der Umsetzung</b>	I: Integrierte Lösung (z. B. im Wechselrichter) S: Eigenständiges Gerät D: Die Funktion wird durch eine Kombination von mehreren Geräten erreicht.
<b>3. Stelle</b> <b>Funktionsumfang</b>	AFPE: Vollständige Lösung. Sowohl die Erkennung als auch die Abschaltung und Unterbrechung des Lichtbogens sind integriert. AFD: Das Produkt kann den Lichtbogen nur erkennen, aber nicht direkt abschalten und unterbrechen.
<b>4.Stelle</b> <b>Maximale Anzahl der Strings pro DC-Eingang</b>	Anzahl der Strings die pro DC-Eingang in der jeweiligen Konstellation angeschlossen werden dürfen.
<b>5. Stelle</b> <b>Anzahl der DC-Eingänge pro Lichtbogensensor (AFS)</b>	Anzahl der DC-Eingänge, die einem Lichtbogensensor (AFS) zugeordnet sind.
<b>6. Stelle</b> <b>Anzahl der integrierten Lichtbogensensoren (AFS)</b>	Gesamtzahl der Lichtbogensensoren (AFS) je Gerät.

### 9.3 Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Boy 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0

In der folgenden Abbildung sind die zulässigen Anschlussmöglichkeiten zu den jeweiligen Einsatzklassen mit einem Sunny Boy dargestellt.

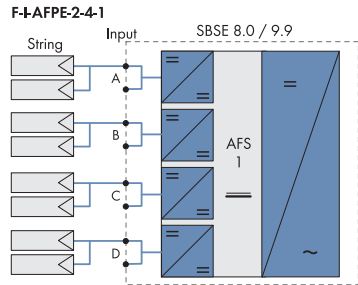
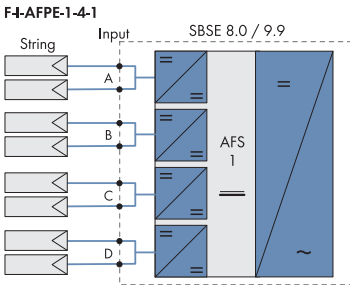
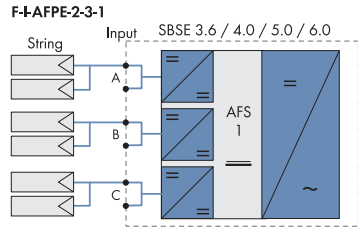
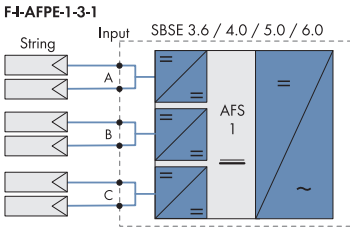


Bei der Einsatzklasse F-I-AFPE-2-1-2 gilt eine zusätzliche Einschränkung. Bei einer Belegung von nur einem DC-Eingang pro MPPT-Tracker und gleichzeitiger Nutzung einer Lichtbogen-Schutzerkennung, darf der maximale Kurzschlussstrom in keinem Fall überschritten werden. Allgemein dürfen nicht mehr als 2 DC-Strings pro MPP-Tracker in der Anlage parallel geschaltet werden.

Wenn die Leerlaufspannung der angeschlossenen PV-Strings weniger als 90 % der zugelassenen Leerlaufspannung des Wechselrichters beträgt, kommt es bei aktivierter Lichtbogen-Schutzeinrichtung zu Ertragseinbußen von maximal 0,3 % pro Jahr. Bei höheren Leerlaufspannungen ist mit höheren Ertragseinbußen zu rechnen.

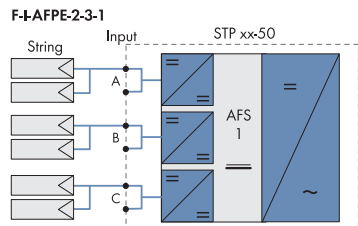
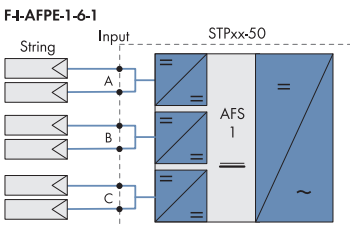
## 9.4 Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Boy Smart Energy

In der folgenden Abbildung sind die zulässigen Anschlussmöglichkeiten zu den jeweiligen Einsatzklassen mit einem Sunny Boy Smart Energy dargestellt.



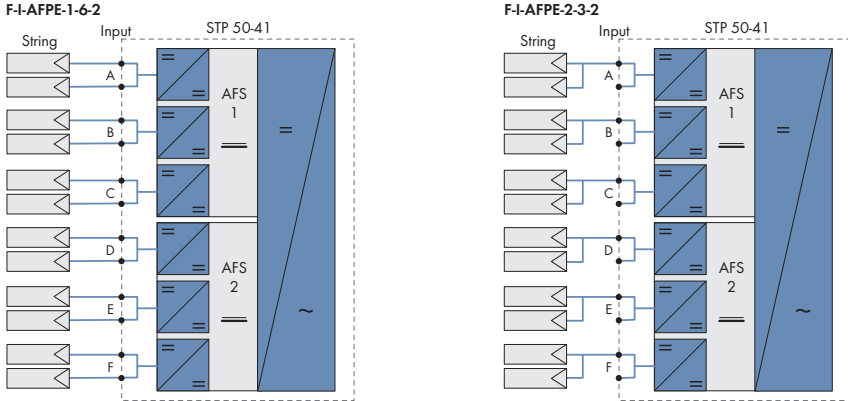
## 9.5 Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Tripower X

In der folgenden Abbildung sind die zulässigen Anschlussmöglichkeiten zu den jeweiligen Einsatzklassen mit einem Sunny Tripower X dargestellt.



## 9.6 Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Tripower CORE1

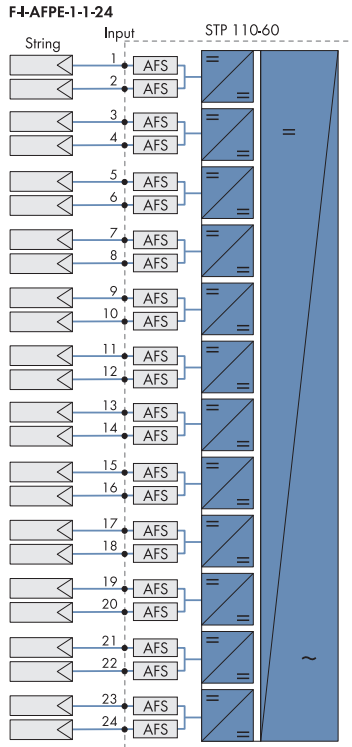
In der folgenden Abbildung sind die zulässigen Anschlussmöglichkeiten zu den jeweiligen Einsatzklassen mit einem Sunny Tripower CORE1 dargestellt.



Bei der Einsatzklasse F-I-AFPE-2-3-2 gilt eine zusätzliche Einschränkung. Bei einer Belegung von nur einem DC-Eingang pro MPPT-Tracker und gleichzeitiger Nutzung der Lichtbogen-Schutzeinrichtung (AFCI), darf der maximale Eingangsstrom des DC-Eingangs von 16 A nicht überschritten werden.

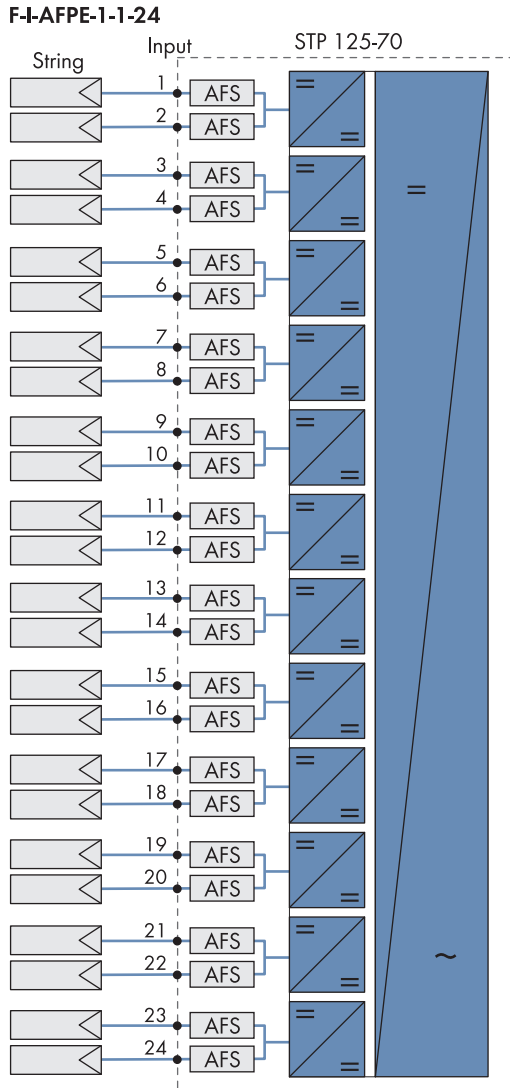
## 9.7 Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Tripower CORE2

In der folgenden Abbildung sind die zulässigen Anschlussmöglichkeiten zu den jeweiligen Einsatzklassen mit einem Sunny Tripower CORE2 dargestellt.



## 9.8 Zulässige Anschlussmöglichkeiten für Sunny Tripower 125

In der folgenden Abbildung sind die zulässigen Anschlussmöglichkeiten zu den jeweiligen Einsatzklassen mit einem Sunny Tripower 125 dargestellt.



## 10 Hard- und Softwarevoraussetzungen

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der Wechselrichter, die mit einer Lichtbogen-Schutzeinrichtung ausgestattet sind. SMA Solar Technology AG wird über die Umsetzung in weiteren Geräten rechtzeitig informieren.

Wechselrichter	Gerätetyp	Herstelldatum	Firmware-Version
Sunny Boy 3.0 / 3.6 / 4.0 / 5.0 / 6.0	SB3.0-1AV-41	Ab 02/2021	Ab 4.00.21.R
	SB3.6-1AV-41		
	SB4.0-1AV-41		
	SB5.0-1AV-41		
	SB6.0-1AV-41		
Sunny Boy Smart Energy	SBSE3.6-50	Ab Serienstart	Ab Serienstart
	SBSE4.0-50		
	SBSE5.0-50		
	SBSE6.0-50		
	SBSE8.0-50		
	SBSE9.9-50		
Sunny Tripower X	STP 12-50	Ab Serienstart	Ab Serienstart
	STP 15-50		
	STP 20-50		
	STP 25-50		
Sunny Tripower CORE1	STP 50-41	Ab Serienstart	Ab Serienstart
Sunny Tripower CORE2	STP110-60 mit AFCI	Ab 02/2023	Ab 01.01.01.R
Sunny Tripower 125	STP125-70	Ab Serienstart	Ab Serienstart

## 11 Einschränkungen

Bei der Verwendung mit Lichtbogen-Schutzeinrichtungen (AFCI) sind folgende Einschränkungen zu beachten:

- An jeden Eingang dürfen nur 2 Strings angeschlossen sein. Werden mehr Strings parallel an einem Eingang betrieben, können Lichtbögen nicht mehr sicher erkannt werden.
- Ein Parallelbetrieb der MPP-Tracker des Wechselrichters ist nicht zulässig.
- An den PV-Modulen dürfen keine Optimizer angeschlossen sein. Die Lichtbogen-Schutzeinrichtung ist nicht für den Betrieb mit Optimizern ausgelegt und kann Lichtbögen dann nicht sicher erkennen und löschen.

## 12 Ereignismeldungen

### 12.1 Übersicht der Ereignismeldungen nach Wechselrichter

Folgende Ereignismeldungen können bei den jeweiligen Wechselrichtern auftreten:

Ereignis	088	4301	4302	8204	8205	8208	8209
<b>Wechselrichter</b>							
Sunny Boyx.x- AV-41	-	✓	-	✓	✓	-	-
Sunny Boy Smart Energy	-	✓	-	-	✓	-	-
Sunny Tripower X	-	✓	-	-	-	✓	✓
Sunny Tripower CORE1	-	✓	✓	-	-	✓	✓
Sunny Tripower CORE2	✓	-	-	-	-	-	-
Sunny Tripower 125	-	✓	-	✓	-	-	-

### 12.2 Ereignis 088

#### Ereignismeldung:

- Serieller Lichtbogen in String |s0| durch AFCI-Modul erkannt.

#### Erläuterung:

Der Wechselrichter hat die Einspeisung unterbrochen, da ein Lichtbogen erkannt wurde. Nach 10 Minuten versucht der Wechselrichter automatisch, den Betrieb wieder aufzunehmen.

#### Abhilfe:

- Die PV-Module sowie die Verkabelung im betroffenen String auf Beschädigungen prüfen.
- Nach 5 Erkennungen innerhalb von 24 Stunden, muss der Wechselrichter manuell gestartet werden.

### 12.3 Ereignis 4301

#### Ereignismeldung:

- **Serieller Lichtbogen in String |s0| durch AFCI-Modul erkannt**

#### Erläuterung:

Der Wechselrichter hat einen Lichtbogen im angezeigten String erkannt. Wenn "String N/A" angezeigt wird, konnte der String nicht eindeutig zugeordnet werden.

Der Wechselrichter unterbricht die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz.

**Abhilfe:**

- Den Wechselrichter spannungsfrei schalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
- Die PV-Module sowie die Verkabelung im betroffenen String oder wenn der String nicht angezeigt wurde, in allen Strings auf Beschädigungen prüfen.
- Sicherstellen, dass der DC-Anschluss im Wechselrichter einwandfrei ist.
- Defekte PV-Module, DC-Kabel oder den DC-Anschluss im Wechselrichter reparieren oder austauschen.
- Ggf. manuellen Wiederanlauf starten.

## 12.4 Ereignis 4302

**Ereignismeldung:**

- Serieller Lichtbogen in String |s0| durch AFCI-Modul der 2. Stringgruppe erkannt

**Erläuterung:**

Ein Lichtbogen im String D, E, oder F wurde erkannt.

**Abhilfe:**

- Die PV-Module sowie die Verkabelung im betroffenen String auf Beschädigungen prüfen.
- Wenn der manuelle Neustart eingestellt ist, muss die Betriebssthemmung durch Lichtbogen zurückgesetzt werden, um den Einspeisebetrieb fortzusetzen.

## 12.5 Ereignis 8204

**Ereignismeldung:**

- Selbsttest Lichtbogenerkennung fehlgeschlagen.

**Erläuterung:**

Beim Selbsttest der Lichtbogen-Schutzeinrichtung ist ein Fehler aufgetreten, eine korrekte Funktion ist daher ist nicht gewährleistet. Das Gerät speist nicht ein.

**Abhilfe:**

- Den Service kontaktieren.

## 12.6 Ereignis 8205

**Ereignismeldung:**

- Selbsttest Lichtbogenerkennung erfolgreich.

**Erläuterung:**

Der Selbsttest der Lichtbogen-Schutzeinrichtung wurde erfolgreich abgeschlossen.

## 12.7 Ereignis 8208

### Ereignismeldung:

- AFCI Selbsttest fehlgeschlagen
- Selbsttest Lichtbogenerkennung: Störpegel zu hoch

### Erläuterung:

Beim Selbsttest der Lichtbogen-Schutzeinrichtung ist ein Fehler aufgetreten. Die Ursache muss vom Service bestimmt werden.

### Abhilfe:

- Den Service kontaktieren.

## 12.8 Ereignis 8209

### Ereignismeldung:

- AFCI Selbsttest fehlgeschlagen
- Selbsttest Lichtbogenerkennung: Signalpegel zu niedrig

### Erläuterung:

Beim Selbsttest der Lichtbogen-Schutzeinrichtung ist ein Fehler aufgetreten. Die Ursache muss vom Service bestimmt werden.

### Abhilfe:

- Den Service kontaktieren.

## 13 Häufig gestellte Fragen

### 13.1 Muss ich die Lichtbogen-Schutzeinrichtung aktivieren?

Das hängt grundsätzlich von den Vorschriften im Einsatzland ab. Hierbei kann auch die Bauart der Anlage eine Rolle spielen (z. B. ob es sich um Dachanlagen oder Freifeldanlagen handelt). Weiterhin können spezielle Anforderungen an die PV-Anlage bestehen, die eine Lichtbogen-Schutzeinrichtung vorschreiben. Auch wenn für Ihre Anlage eine Lichtbogen-Schutzeinrichtung nicht vorgeschrieben ist, empfiehlt SMA Solar Technology AG, diese zu aktivieren, da so die Sicherheit der Anlage erhöht wird.

### 13.2 Ein Versicherer fordert eine Lichtbogen-Schutzfunktion für eine PV-Anlage. Kann ich die in diesem Dokument genannten Wechselrichter einsetzen?

Bitte lassen Sie sich aufgrund des vom Wechselrichter erfüllten Standards (siehe Kapitel 9.1, Seite 6) oder der SMA Herstellererklärung (verfügbar für einige Wechselrichtertypen von SMA Solar Technology AG) eine Freigabe vom Versicherer erteilen. Die Verantwortung zur Aktivierung der Funktion trägt dann der Installateur.