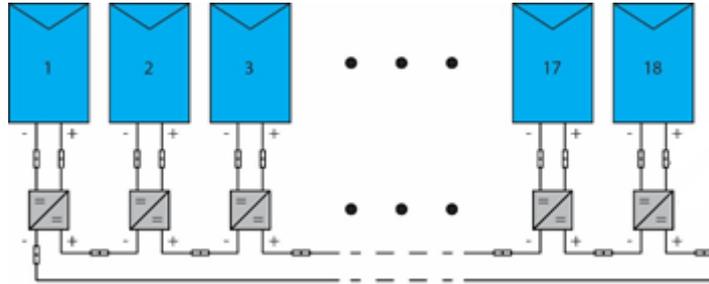


Technischer Hinweis – Anforderungen an Strangsicherungen in SolarEdge Systemen

Einleitung

Die Auslegung und die Installation der Stränge unterscheiden sich in einem SolarEdge System erheblich von einem herkömmlichen Strangwechselrichter. Die PV-Module werden nicht direkt in Reihe geschaltet. Jedes PV-Modul der Anlage wird an den Eingang eines SolarEdge Leistungsoptimierers angeschlossen, die Ausgangskabel der Leistungsoptimierer sind untereinander in Reihe geschaltet.



Dementsprechend verhält sich ein SolarEdge System bei Störungen anders als ein System mit herkömmlichen Strangwechselrichtern.

In diesem Dokument werden die Überstromschutzvorrichtungen beider Systeme verglichen und ihre jeweiligen Reaktionen auf verschiedene Störungsszenarien analysiert. Aus dieser Analyse ergibt sich, dass bei den meisten üblichen Installationen¹ Strangsicherungen nur in den Fällen verwendet werden sollten, in denen vier oder mehr Stränge installiert sind.

Alle Wechselrichter-/Optimierer-Komponenten (Steckverbinder², Kabel, Trennschalter usw.) müssen auf einen Nennstrom von 36 A ausgelegt sein.

Wenn die Stränge direkt an den Wechselrichter angeschlossen werden, reichen die Sicherungen einer Polarität aus, um beide Polaritäten zu schützen. Dies entspricht den Anforderungen von HD 60364-7-712 Abschn. 712.432.101.

Anforderungen an Strangsicherungen

Gemäß IEC 62548 und US NEC -2017, Artikel 690.9 ist für den Strang ein Überstromschutz (eine Strangsicherung) erforderlich, wenn der mögliche Rückstrom größer als der maximale Nennwert des PV-Moduls ist. Gemäß EN 60269-6 muss die Strangsicherung einen Strom abschalten, der eine Stunde lang den Nennwert um das 1,35-fache (IEC) bzw. das 1,56-fache (US NEC) überschreitet. Dementsprechend müssen die Kabel und Module eine Stunde lang einem um 35 % (IEC) bzw. 56 % (US NEC) höheren Strom standhalten können. Für eine kürzere Zeit können auch höhere Ströme auftreten. Das heißt, die Kabel und Module können bis zu einer Stunde lang auch höheren Strömen standhalten.

In einem SolarEdge System sind die PV-Module nicht direkt mit dem Wechselrichter verbunden. Daher muss der Installateur bei der Beurteilung, ob Strangsicherungen erforderlich sind, berücksichtigen, welche Komponenten des Systems von einem Rückstrom betroffen sein können: PV-Module, Optimierer, Generatoranschlusskasten, Steckverbinder usw.

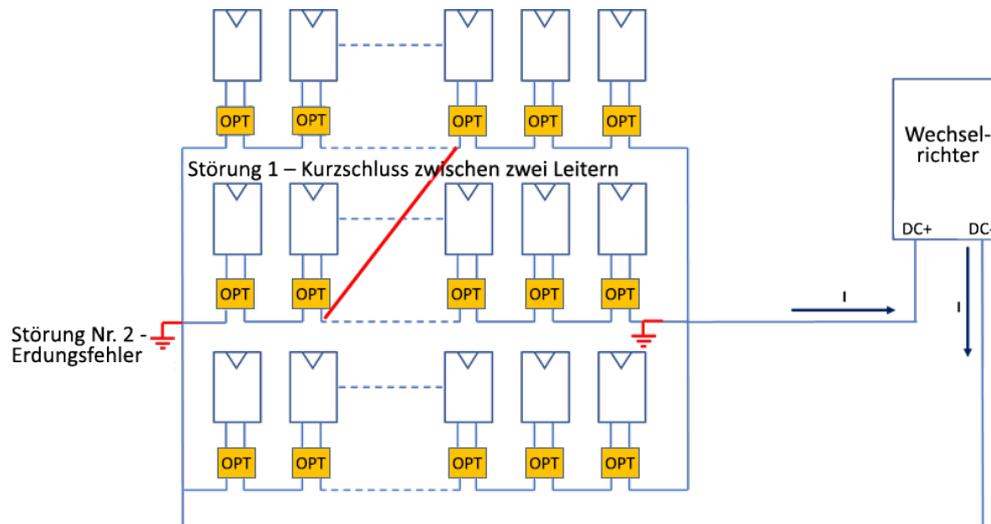
¹ Ausnahme: Verwendung des Optimierers M1600

² [https://ec.staubli.com/AcroFiles/Catalogues/PV_Sol-Main-11014092_\(en\)_hi.pdf#page=12-13](https://ec.staubli.com/AcroFiles/Catalogues/PV_Sol-Main-11014092_(en)_hi.pdf#page=12-13)

Störungsszenarien

Ein Rückstrom in einem PV-System entsteht, wenn ein ganzer Strang oder ein Teil eines Strangs kurzgeschlossen wird. Dies geschieht entweder durch zwei aufeinanderfolgende Erdschlüsse oder durch einen Kurzschluss zwischen zwei Stromleitern.

Die folgende Abbildung zeigt eine schematische Darstellung der beiden Isolationsfehler:



Kurzschlüsse zwischen Stromleitern und Erde (Erdschluss)

Systeme mit Strangwechselrichtern

In Systemen mit Strangwechselrichtern führt ein Erdschluss zu einer Isolationsfehleranzeige am Wechselrichter und transformatorlose Wechselrichter trennen sich zudem vom Netz, wobei der Fehler jedoch bestehen bleibt. Im Falle eines zweiten Isolationsfehlers in einem anderen Teil des Gleichstromnetzes (entweder in demselben oder in einem anderen Strang) wird der Strang bzw. ein Teil des Strangs kurzgeschlossen. Dann kann ein kritischer Rückstrom durch die PV-Module fließen, der höher ist als der Sicherungsbemessungsstrom des PV-Moduls. Um diesen Strom zu unterbrechen, wird für den Strang eine Überstromschutzvorrichtung benötigt, deren Mindestnennstrom niedriger als der maximale Nennstrom des PV-Moduls ist. Wenn der Rückstrom niedriger als der Nennstrom des Moduls ist, wird er nicht unterbrochen und es besteht Brandgefahr an der Erdschlussstelle. Dieses Risiko wird in der Standardnorm als gering eingestuft, so dass kein Schutz erforderlich ist.

SolarEdge Systeme

SolarEdge Systeme reagieren auf Erdschlüsse mit einem Isolierungsfehler, der zur Abschaltung des Systems führt. Dabei wird nicht nur der Wechselrichter abgeschaltet, sondern auch die Optimierer gehen in den Sicherheitsmodus über und reduzieren den Strangstrom auf einen sicheren Wert um 0 A. Wenn eine weitere Störung auftritt, kann es in manchen Fällen kurzzeitig zu einem Stromfluss kommen. Wenn drei oder weniger parallele Stränge installiert sind, hält das SolarEdge-System den resultierenden Strom aufrecht, und die Optimierer minimieren das Risiko, dass Rückstrom zu den Modulen fließt. Daher ist kein zusätzlicher Strangschutz erforderlich.

Kurzschlüsse zwischen zwei Stromleitern

Durch die Verwendung von doppelt isolierten Einleiterkabeln ist das Risiko eines Kurzschlusses zwischen zwei Stromleitern gering. Um die PV-Module vor den Auswirkungen von Kurzschlüssen zu schützen, werden daher in der Norm keine zusätzlichen Überstromschutzrichtungen (wie z. B. Strangsicherungen) gefordert. Dennoch muss die Möglichkeit derartiger Störungen in Betracht gezogen werden.

Systeme mit Strangwechselrichtern

In Systemen mit Strangwechselrichtern können Kurzschlüsse zwischen zwei Stromleitern einen bedenklichen Rückstrom erzeugen. Zum Schutz der PV-Module ist ein String-Überstromschutz erforderlich, wenn die Leistung der PV-Module nicht ausreicht. Aber selbst mit Strangsicherungen fließt an der Fehlerstelle Strom, der einen Brand verursachen kann, wenn die Stromstärke unter der Nennleistung des Moduls liegt.

SolarEdge Systeme

Die Leistungsoptimierer von SolarEdge bieten eine interne Strombegrenzung. Aufgrund der Optimierertopologie und der Steuerung der Halbleiter kann kein Rückstrom zu einem PV-Modul fließen. Die Optimierer begrenzen den Strom am Eingang des PV-Moduls auf bis zu 14 A (je nach Modell) und am Ausgang des Optimierers zum Gleichstromkreis auf bis zu 18 A³. Die SolarEdge-Leistungsoptimierer sind zertifiziert, um keinen Rückspeisestrom zum PV-Modul und keinen Rückspeisestrom zum Rest des Strings zu liefern, was bedeutet, dass der Stringstrom nur in eine Richtung fließen kann. Daher besteht keine Gefahr eines Rückspeisestroms in den Modulen.

In den meisten Fällen sind bei einem Kurzschluss zwischen zwei Stromleitern die Festspannungsregler betroffen und das System (einschließlich der Optimierer) wird sofort heruntergefahren. Dadurch reduziert sich der Strom im Strang auf ein sicheres Niveau von etwa 0 A. Sind die Kabel jedoch nicht so dimensioniert, dass sie für den maximalen Strom geeignet sind, kann ein Überstromschutz erforderlich sein, um die Kabel bis zur Abschaltung zu schützen.

Bei der Installation von drei oder weniger parallelen Strängen ist kein Überstromschutz für die Stränge erforderlich, wenn die Kabel einem möglichen Rückstrom 15 Sekunden lang standhalten können. Im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen mit Strangwechselrichtern fließt nach dieser Zeit kein Strom mehr, und es besteht keine Brandgefahr an der Störungsstelle selbst.

Überlastschutz

Systeme mit Strangwechselrichtern

In Systemen mit Strangwechselrichtern können die Stromwerte in einem Strang höher sein als die STC-Werte im Datenblatt des Moduls. Daher wird ein Sicherheitsfaktor (z. B. von 10 %) verwendet, um höhere Einstrahlungen und andere Außenbedingungen zu berücksichtigen, die den Strom erhöhen können.

SolarEdge Systeme

In einem SolarEdge-System ist der Strangstrom auf den maximalen Ausgangsstrom des Optimierers begrenzt, auch wenn der Modulstrom aufgrund von Außenbedingungen ansteigt. Darüber hinaus begrenzen die Optimierer den Strom am Eingang der PV-Module. Daher ist bei der Berechnung des maximalen Stringstroms kein Sicherheitsfaktor erforderlich.

³ Ausnahme: Verwendung des Optimierers M1600