

Brandschutz bei Enphase Mikro-Wechselrichtern

Die wichtigsten Gefahrenquellen für Brände bei Photovoltaiksystemen liegen in erster Linie bei der Installation der elektrischen Komponenten. Diese werden mit Gleichstrom (DC) mit relativ hoher Spannung betrieben.

Eine mangelhafte Ausführung dieser Komponenten kann einen Brand verursachen und für das betroffene Personal (Gebäudenutzer, Unterhaltstechniker, Feuerwehrleute etc.) ein grosses Risiko darstellen. Das vorliegende Dokument gibt einen kurzen Überblick über die möglichen Brandursachen bei Photovoltaik-Anlagen und vergleicht die konventionellen Massnahmen zur Verhinderung solcher Brände mit den Eigenschaften eines Enphase Photovoltaik-Systems.

Welches sind die wichtigsten Brandrisiken bei Photovoltaik-Anlagen?

Hot-Spot-Effekt in den Modulen

Infolge einer anhaltenden Beschattung gewisser Teile einer Photovoltaik-Anlage kann in den Modulen ein sogenannter Hot-Spot-Effekt entstehen, der lokal zu einer Überhitzung führt. Dieses Phänomen wird normalerweise durch das Anbringen von Bypass-Dioden und die Verwendung ordnungsgemäss geprüfter und zertifizierter Photovoltaik-Module begrenzt.

Lichtbögen

Serielle oder parallele Lichtbögen bzw. Lichtbögen gegen Erde sind die Hauptursache für das Entstehen eines Brandes in einer Photovoltaikanlage. Sie können die Folge mangelhafter Klemmung, einer vorzeitigen Materialalterung der elektrischen Isolation, einer schlechten Ausführung des Gleichstromkreises (Crimpen, Klemmen, Steckverbinder usw.) oder eines direkten DC-Kurzschlusses (durch Nagetiere, Kondensation in einem Anschlusskasten u. a.) sein.

Je höher die DC-Spannung, desto leichter entsteht ein Lichtbogen und desto schwieriger ist es, ihn zu unterbrechen.

Klassische Brandprävention

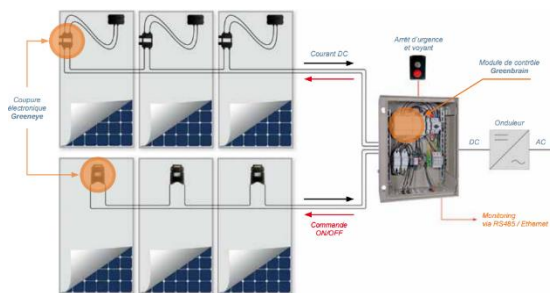
Verlegung der DC-Kabel

Um das Risiko aktiver Leiter unter ständiger Spannung (300-900 V DC) im Innern eines Gebäudes zu mindern, bieten sich mehrere Lösungen an:

- Sämtliche DC-Kabel werden geschützt in einem Installationskanal aus feuerhemmenden Materialien verlegt.
- Sämtliche DC-Kabel werden ausserhalb der Gebäude verlegt, in eigens dafür vorgesehenen, mechanisch geschützten und gemäss den geltenden Vorschriften gekennzeichneten Kabelkanälen.
- Die Länge der DC-Kabel wird möglichst kurz gehalten, indem die Wechselrichter so nahe wie möglich an den Solarmodulen installiert werden, entweder direkt auf dem Dach oder auf der Etage darunter.

Dezentrale DC-Trennung

In einem parallelen Anschlusskasten möglichst nahe an den Modulen kann eine elektromechanische Trennung der DC-Kabel eingebaut werden. Eine elektronische Trennung wie bei einem DC-Leistungsoptimierer isoliert nicht genügend, um die Sicherheit auch bei direktem Kontakt zu gewährleisten. Im Idealfall wird eine solche Vorrichtung dezentral elektrisch (Nullspannungsspule), pneumatisch (Druckluftnetz, Gaspatrone) oder auf eine andere Art gesteuert.

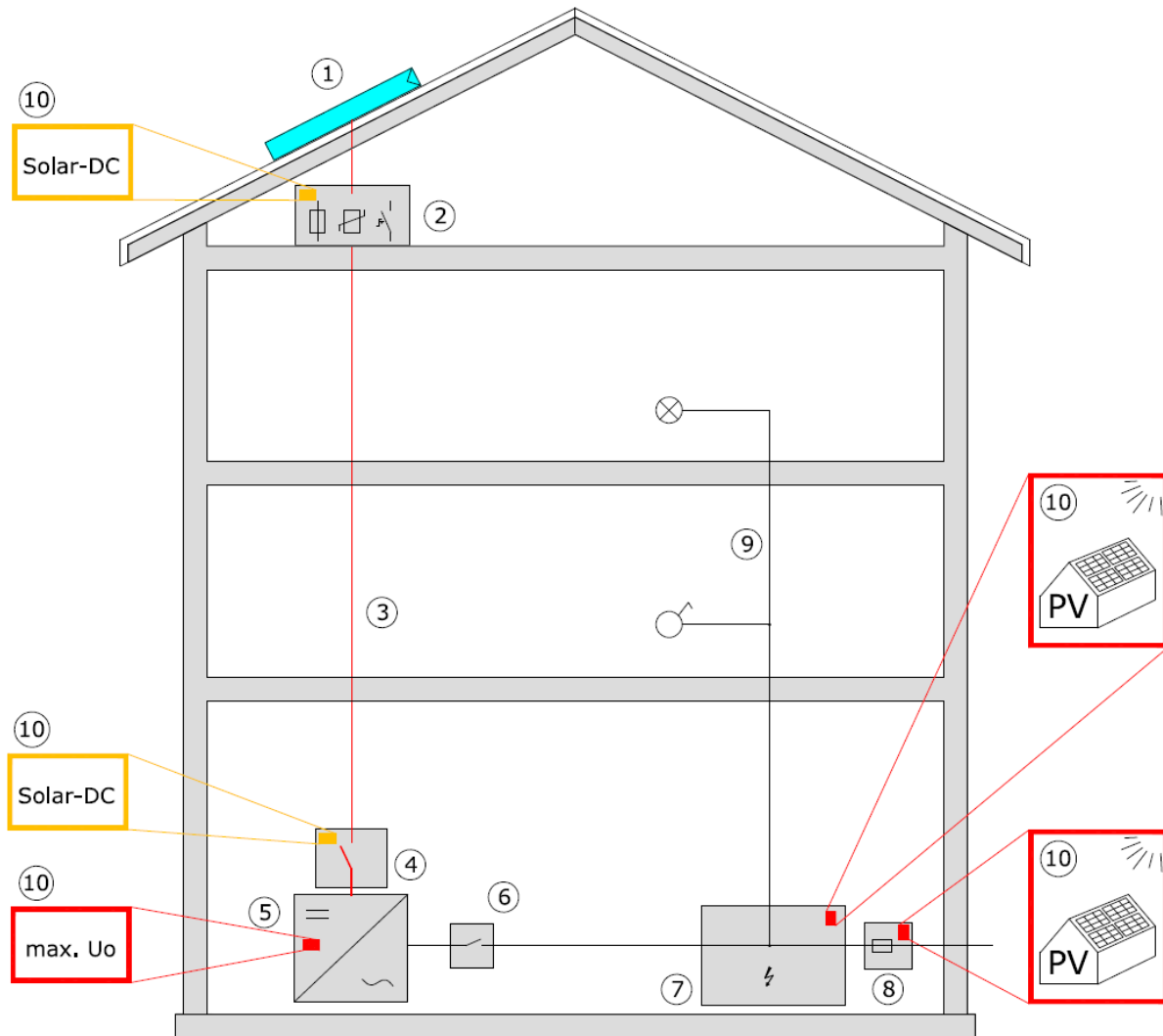


In gewissen Fällen wird die lokale Installation zusätzlicher Spannungsbegrenzer für jedes Modul (Inselbildung) verlangt, damit die Spannung bei einem Unterbruch nicht höher als 60 V DC beträgt. Dafür muss an jedem Modul eine elektromechanische DC-Trennung eingebaut werden.

Beispiel einer modularen Lösung (Greeneye von Mersen®)

Standort Wechselrichter mit Brandschutzeigenschaften

In gewissen Fällen kann es zudem erforderlich sein, den Wechselrichter vom restlichen Gebäude zu trennen und ihn an einem separaten Ort unterzubringen, der durch Wände aus feuerhemmenden Materialien (RF2) abgetrennt ist. Dies kann ein abgeschlossener Raum im Innern des Gebäudes oder ein externes Wechselrichterlokal sein, das an ein bestehendes Gebäude angefügt wird. (Aussenverlegung der DC-Kabel, Geschützte Kabelverlegung, Dezentrale Trennvorrichtung, ... usw) .



- (1) Solargenerator
- (2) Optional PV Array Anschlusskasten mit Schalt- und Schutzeinrichtung gemäss SN 411000 (NIN)
- (3) DC-Leitung
- (4) DC-Trennstelle Anmerkung: Kann auch im Wechselrichter integriert sein
- (5) Wechselrichter
- (6) AC-Trennstelle
- (7) NS-Verteilung 230/400 V
- (8) Netzzuleitung / Anschlusssicherung 230/400 V
- (9) Hausinstallation 230/400 V
- (10) Kennzeichnung gemäss SN 411000 (NIN)

Abbildungen und Empfehlungen aus dem Schweizer Leitfaden von Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen
«BRANDSCHUTZMERKBLATT / Solaranlagen»

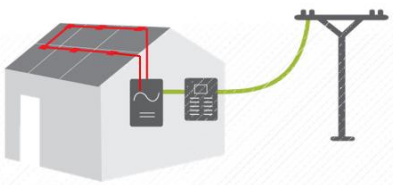
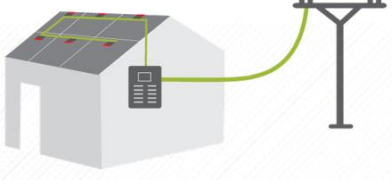
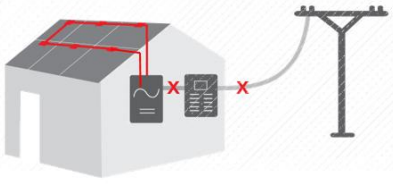
Die Lösung von Enphase ®

Die oben beschriebenen Arten, Bränden an einer Photovoltaikanlage vorzubeugen, führen in allen Fällen zu bedeutenden Zusatzkosten, aus folgenden Gründen:

- zusätzliche Schutz-, Erkennungs- und Abschaltungseinrichtungen;
- Abtrennung der Komponenten, insbesondere der Wechselrichter, in eigens dafür vorgesehenen Räumlichkeiten aus geeigneten Werkstoffen mit der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse;
- spezifische Planung der Kabelverlegung für den DC-Teil der Anlage im Vorfeld;
- Schulung und Sensibilisierung der Betreiber und Einsatzpersonen;
- durchgehende, vorschriftsgemäße und sichtbare Kennzeichnung;
- direkte Verbindung mit den Systemen für die zentralisierte Abschaltung des Gebäudes.

Die Lösung von Enphase hingegen umfasst sämtliche Mittel für die Brandprävention bereits in den Mikro-Wechselrichtern:

- Die DC-Seite der Anlage wird mit einer Spannung **unter 60 V DC** betrieben und liegt damit im Bereich der Sicherheitskleinspannung (SELV, ≤ 60 V DC).
- Es wird kein spezifischer Wechselrichter-Raum benötigt, da der gesamte elektrische Schutz durch einen **konventionellen AC-Schaltschrank** gewährleistet ist.
- Die DC-Stromunterbrechung erfolgt mittels integriertem **elektromechanischem Relais**: Bei Ausfall der Netzspannung (z. B. bei Abschaltung der Stromversorgung des Gebäudes), schalten sich die Wechselrichter **automatisch** ab: V AC = 0 V.
- Die Verbindungskabel der Mikro-Wechselrichter sind „**all AC**“ und können daher im Innern des Gebäudes frei verlegt werden. Somit sind die damit verbundenen Einschränkungen nicht höher als bei einem Versorgungskreis für eine Aussenbeleuchtung.
- Auf Anfrage sind die AC-Verbindungskabel von Enphase (Engage Cable) in der **KLASSIFIKATION C2 (keine Flammenausbreitung)** erhältlich.

Stringwechselrichter (mit oder ohne Leistungsoptimierer)	Enphase®-Technologie
 VMP = 300-900 V DC V AC = 230/400 V	 VMP = 48 V DC max V AC = 230/400 V
 VOC = 1000 V DC max V AC = 0 V	 VOC = 60 V DC max V AC = 0 V

Quelle

http://www.praever.ch/de/bs/vs/MB/Seiten/2001-15_rev2016_web.pdf