

Warum ein schlankes Anlagendesign die Sicherheit von PV-Anlagen erhöht

Die Photovoltaik steht an der Spitze der Energiewende. Sinkende Kosten und massive Skalierung machen Solarenergie zur besten Wahl für eine nachhaltige Stromerzeugung. Der globale Photovoltaikmarkt wächst jedes Jahr und erreichte 2024 nahezu 600 GW.[1]

Auch Deutschland lässt das Zeitalter der fossilen Energieträger hinter sich. Beim Aufbau einer nachhaltigen Energiezukunft spielt die Photovoltaik eine wichtige Rolle.

Im März 2025 gab es in Deutschland 4,2 Millionen registrierte PV-Anlagen, die auf Dächern und Grundstücken im ganzen Land installiert waren, mit einer gesamten installierten Nennleistung von rund 98,3 Gigawatt (GW). Solaranlagen erzeugten im Jahr 2025 etwa 87 TWh Strom.[2]

In diesem Whitepaper haben wir wichtige Daten und Fakten sowie aktuelle Erkenntnisse zur Sicherheit von PV-Anlagen für Sie zusammengefasst. Sie erfahren außerdem, wie zusätzliche Geräte auf dem Dach die Sicherheit der PV-Anlage beeinflussen und welche vielfältigen Vorteile ein schlankes Anlagendesign haben kann.

[1] „4,2 Millionen Photovoltaikanlagen in Deutschland installiert“, Destatis, Download von www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2025/07/PD25_N034_43.html, 04. Juli 2025

[2] Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2025", Fraunhofer ISE, Download von www.energy-charts.info/downloads/Stromerzeugung_2025.pdf, Fassung vom 07. Januar, 2026

PV-Anlagen sind sicher

PV-Anlagen sind eine grundsätzlich verlässliche und sichere Energiequelle. Das belegen zahlreiche Untersuchungen. Aber überall, wo elektrische Energie fließt, besteht auch ein gewisses Brandrisiko. In Deutschland werden etwa 30 Prozent aller Brände durch Elektrizität verursacht. Wie gefährlich sind PV-Anlagen also?

Das unabhängige Fraunhofer ISE hat festgestellt, dass bisher weniger als 0,006 Prozent der PV-Anlagen in Deutschland einen Brand verursacht haben.[3] Damit zählen PV-Anlagen zu den sichersten elektrischen Anlagen überhaupt.

Für andere EU-Länder, Nordamerika und Japan[4] liegen vergleichbare Daten vor, die belegen, wie äußerst selten Brände von PV-Anlagen sind. Die weitaus höhere Brandgefahr geht von elektrischen Geräten wie Wäschetrocknern, gefolgt von Kühlschränken, Spülmaschinen und Mehrfachsteckern aus.[5]





SMA in Zahlen

Seit seiner Gründung hat SMA weltweit PV-Wechselrichter mit einer Gesamtleistung von über **145 GW** verkauft. Dies entspräche rein rechnerisch einer Leistung von rund 145 Atomkraftwerken.[6]

Mit allen bis 2023 weltweit installierten SMA Wechselrichtern ließen sich theoretisch über 36 Millionen durchschnittliche Vierpersonenhaushalte – also rund **145 Millionen Menschen** – mit sauberem Solarstrom versorgen.[7]

[3] Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Harry Wirth, Fraunhofer ISE, Download von www.pv-fakten.de, Fassung vom 6.8.2021, Seite 82

[4] Consumer safety release by the Japan Nation's Consumer Affairs Agency, 2018

[5] Das zeigt eine Statistik aus dem Jahr 2018, die vom Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung erstellt wurde: https://www.ifs-ev.org/waeschetrockner-brennen-am-haeufigsten/ Grundlage dafür sind die Brandursache-Ermittlungen, die das Institut im Auftrag der deutschen Versicherer durchgeführt hat. Auch in den USA gehören Brände, die von elektronischen Haushaltsgeräten verursacht werden, zu den häufigsten Brandursachen, vgl dazu: Fire in the United States 2008-2017, 20th Edition November 2019, U.S. Fire Administration und Home electrical fires, Richard Campbell, NFPA Research, March 2019

[6] Bei einer angenommenen durchschnittliche Nennleistung von 1 GW pro Atomkraftwerk.

[7] Bei einem angenommenen durchschnittlichen jährlichen Verbrauch von 4.000 kWh pro Vierpersonenhaushalt und unter der Annahme, dass alle seit 1981 installierten Wechselrichter noch Energie erzeugten.

Sicherheitsniveau entwickelt sich kontinuierlich weiter

Mit dem Ausbau und der Weiterentwicklung der Photovoltaik werden die Sicherheitsmaßnahmen für PV-Anlagen stetig weiter vorangetrieben. So sind Fehlerstromüberwachung, Messung des Isolationswiderstands und Rückstromschutz integraler Bestandteil in SMA PV-Wechselrichtern.

Darüber hinaus erhöhen intelligente Technologien wie der Lichtbogenschutz SMA ArcFix oder die Service- und Monitoring-Funktion SMA Smart Connected die Sicherheit der PV-Anlage. Damit stecken alle relevanten Sicherheitsbausteine direkt im SMA Wechselrichter. **Denn es ist unser Anspruch, dass beim Bau einer PV-Anlage so wenig wie möglich zusätzliche Geräte installiert werden müssen.**

Andere Hersteller hingegen bewerben zusätzliche Hardware, um vermeintlich die Sicherheit von PV-Anlagen zu erhöhen. Sie behaupten, dass MLPE-Technologien (Module Level Power Electronics) mit Rapid Shutdown-Funktionalität einen Feuerwehreinsatz erleichtern oder angeblich sogar Brände verhindern sollen. Da es sich hierbei um zusätzlich zu installierende Geräte handelt, haben wir sie uns hinsichtlich ihres tatsächlichen Einflusses auf die Sicherheit von PV-Anlagen auf den nächsten Seiten genauer angesehen.





SMA ArcFix

Lichtbögen effektiv verhindern

Der Arc Fault Circuit Interrupter (AFCI) erkennt mögliche Lichtbögen in der PV-Anlage effektiv und unterbricht den Stromkreis, bevor ein Brand entstehen kann. SMA war einer der Pioniere bei der Einführung von AFCI in den USA und hat diese Lösung innerhalb des letzten Jahrzehnts konsequent weiterentwickelt. Künftig statten wir weltweit alle unsere String-Wechselrichter mit unserer AFCI-Lösung SMA ArcFix aus. So treiben wir den ohnehin hohen Sicherheitsstandard von PV-Anlagen weiterhin konsequent voran.



SMA Smart Connected

Mehr Sicherheit durch automatisches Monitoring

Eine weitere Komponente für mehr Sicherheit in PV-Anlagen ist SMA Smart Connected. Dieses integrierte Wechselrichter-Monitoring meldet Ihnen Fehler und Fehleranalysen direkt und ermöglicht Ihnen einen frühzeitigen und punktgenauen Kundenservice am Gerät. Der Vorteil: Je früher ein Fehler erkannt wird, desto geringer die Wahrscheinlichkeit, dass daraus eine potenziell gefährliche Situation entsteht. Sie sparen außerdem wertvolle Arbeitszeit, Kosten für aufwändige Fehleranalysen sowie unnötige Mehrfachanfahrten.

Mythos MLPE

1. Trügerische Sicherheit

Zusätzliche module-level rapid shutdown (MPLE-)-Geräte (sogenannte Optimizer) sollen Einsatzkräfte der Feuerwehr im Brandfall vor einem elektrischen Schlag schützen oder gar den Brandfall selbst vermeiden. Das System ist so gedacht, dass es die einzelnen PV-Module voneinander trennt (Module Level Rapid Shutdown) und dadurch die Spannung auf maximal 80 Volt reduziert. Ob diese Funktion allerdings im Brandfall zuverlässig funktioniert? Einsatzkräfte oder Installateure, die sich im Ernstfall nur auf die Rapid Shutdown-Funktion verlassen, könnten annehmen, dass die Anlage spannungsfrei ist und die Situation falsch einschätzen. Feuerwehrleute sollten sich unbedingt an die empfohlenen Löschabstände halten, die grundsätzlich für alle elektrischen Anlagen gelten.[8]

2. Je mehr Geräte, desto höher das Brandrisiko

MLPE-Geräte werden in der Regel an jedes einzelne PV-Modul angebracht. Im Vergleich zur SMA String-Technologie erhöht sich damit die Anzahl der DC-Stecker in der PV-Anlage um den Faktor 3 (vgl. Tabelle und Grafik unten). Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Steckverbindungen beispielsweise durch sogenanntes „Cross-Mating" der DC-Stecker fehlerhaft sind.[9] In einer Studie aus dem Jahr 2015 haben das Fraunhofer ISE und der TÜV Rheinland PV-Brände der letzten 20 Jahre in Deutschland untersucht.[10] Darin wurde festgestellt, dass Installationsmängel die häufigste Ursache bei den untersuchten Bränden sind. Dazu gehören mangelhafte DC-Steckverbindungen oder schlecht bzw. gar nicht gecrimpte Stecker. Während der Installation meist nicht erkennbar, kann dies im laufenden Anlagenbetrieb zu extrem heißen Lichtbögen an den Steckverbindern führen. Diese können einen Brand in der PV-Anlage verursachen. So betrachtet erscheint die MLPE-Technologie durch die deutlich erhöhte Zahl der Steckverbinder und der besonderen Gefahr des Cross-Mating plötzlich in einem anderen Licht. Statt für mehr Sicherheit im Brandfall zu sorgen, erhöht sich unter Umständen sogar das Brandrisiko in der PV-Anlage.

- Seit 2021 haben Rapid-Shutdown-Vorrichtungen mindestens 74 Sicherheitsvorfälle mit hohem Risiko verursacht, darunter 21 Brände.
- PV-Systeme mit RSDs weisen ein um 66 % höheres Risiko für kritische Sicherheitsprobleme auf als Systeme ohne MLPE.
- Systeme mit MLPE weisen 34 % mehr schwerwiegende und kritische Steckverbinderprobleme auf als Systeme ohne MLPE.[11]



Was ist Cross-Mating?

Cross-Mating bezeichnet die Kombination von DC-Steckern unterschiedlicher Hersteller. So muss der Installateur insbesondere bei der Installation von PV-Anlagen mit MLPE sicherstellen, dass sowohl die Steckverbinder an den PV-Modulen als auch die Steckverbinder an den MLPE-Geräten tatsächlich von demselben Hersteller stammen. Häufig werden diese zwar herstellerseitig als „kompatibel" bezeichnet wurden, in dieser Kombination jedoch nie von einem unabhängigen Prüfinstitut auf ihre Zuverlässigkeit getestet und bewertet.

[8] Die DIN VDE 0132 empfiehlt Löschabstände von 5 m (Vollstrahl) und 1 m (Sprühstrahl) sowie Wasser als Löschmittel zu verwenden. Wissenschaftliche Messungen bestätigen, dass bei Einhaltung dieser Vorgaben keine Gefahr für Einsatzkräfte beim Löschen von PV-Anlagen besteht, vgl. dazu Sepanski et al, „Bewertung des Brandrisikos in Photovoltaik-Anlagen und Erstellung von Sicherheitskonzepten zur Risikominimierung", TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, 2015, Seite 132.

[9] Ein Risiko, das laut einem Bericht der International Electrotechnical Commission (IEC) zu den häufigsten Brandursachen bei PV-Anlagen gehört.

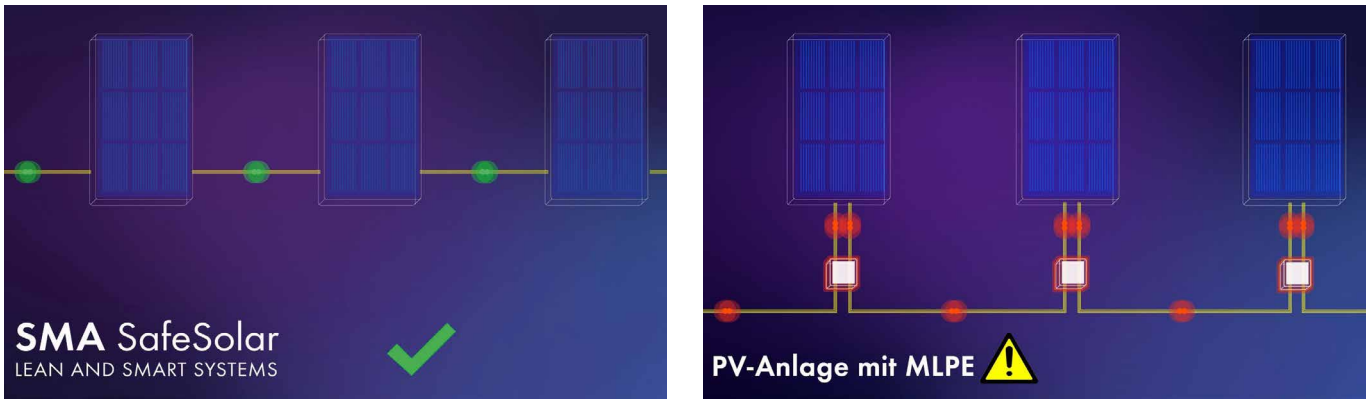
[10] Sepanski et al, „Bewertung des Brandrisikos in Photovoltaik-Anlagen und Erstellung von Sicherheitskonzepten zur Risikominimierung", TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, 2015, Seite 55 ff.

[11] Rapid shutdown divices and safety in commercial rooftop solar systems", Heliovolta, März 2026

String-Wechselrichter vs. MLPE

	String-Wechselrichter	MLPE
(Zusätzliche) elektrische Geräte auf dem Dach	0	200
Anzahl DC-Steckverbindungen in der PV-Anlage	200	600 (=3×)
Gesamtzahl der elektronischen Bauteile in der PV-Anlage	ca. 2.000	ca. 60.000 (=30×)

Tabelle: Beispielrechnung für eine gewerbliche PV-Anlage mit Sunny Tripower CORE1 (50 kW_{AC}/60 kW_p – 200 PV-Module à 300 W_p)



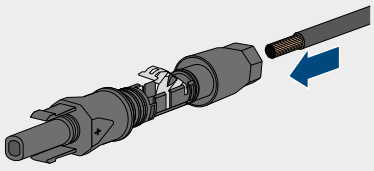
Grafik: Mit steigender Anzahl der Steckverbinder in einer PV-Anlage mit MLPE erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für Cross-Mating. Das kann zu gefährlichen Lichtbögen führen und einen Brand in der PV-Anlage verursachen.

SUNCLIX

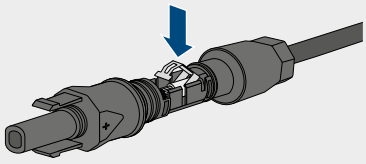
Für eine sichere Steckverbindung

SMA löst das Problem des Cross-Mating seit Jahren erfolgreich mit dem bewährten SUNCLIX-DC-Steckersystem.[12] SUNCLIX sorgt unabhängig vom DC-Steckersystem der PV-Module für eine sichere und zuverlässige Verbindung zwischen dem PV-Modul-String und dem PV-Wechselrichter. Die SUNCLIX-Stecker liegen allen SMA Wechselrichtern gratis bei. Mit nur wenigen Handgriffen können Sie jede beliebige DC-Anschlussvariante gegen den SUNCLIX-Stecker austauschen. Spezialwerkzeuge sind dafür nicht nötig.

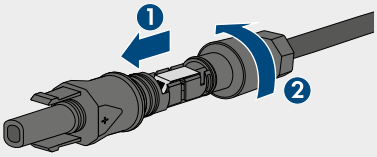
1. Abisolierten PV-Leiter einführen



2. Feder herunterdrücken und einrasten



3. Verschraubung festziehen – fertig!



Ganz ohne Spezialwerkzeug.



[12] Nicht verfügbar für Geräte in den USA sowie für den SBSE-50.

Schlanke Systeme: Weniger ist mehr

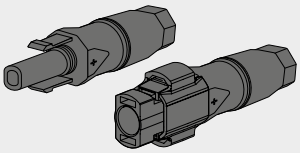
Es wird deutlich, dass ein schlankes Anlagendesign eine entscheidende Rolle für die Sicherheit der PV-Anlage spielt. PV-Anlagen mit SMA String-Wechselrichtern benötigen keine zusätzlichen MLPE-Geräte oder sonstige Hardware. Sie vermeiden unnötigen Verkabelungsaufwand und reduzieren das Risiko für Cross-Mating. Mit dem schlanken SMA Anlagendesign sparen Sie bereits ab der Planung der PV-Anlage wertvolle Arbeitszeit und der Anlagenbetreiber entsprechende Kosten. Der Aufwand für Installation, Wartung und den Austausch von MLPE-Geräten auf dem Dach mit den damit verbundenen Unfallgefahren entfällt hiermit.

„Häufig werden in den DC-Teil von PV-Anlagen Sicherheitskomponenten wie Sicherungen oder Schalter integriert. Dabei sollte man im Einzelfall stets prüfen, ob diese Maßnahme wirklich sinnvoll ist. Jede zusätzliche Komponente birgt in sich das Risiko zusätzlicher Kontaktstellen und anderer Fehlerquellen. Eine „schlanke" Anlage mit möglichst wenigen Komponenten besitzt den Vorteil, dass es weniger Punkte gibt, an denen die Anlage Schaden nehmen kann."
TÜV Rheinland[13]

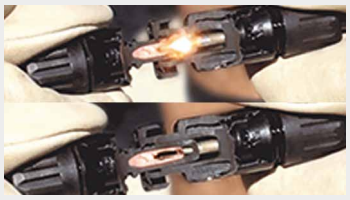
Mehr Sicherheit durch schlankes Anlagendesign



1. Unfallrisiko für Installateure sinkt deutlich
Je weniger Geräte Sie installieren und ggf. reparieren müssen, desto weniger Zeit verbringen Sie auf dem Dach. Das mindert die Gefahr potenzieller Unfälle wie Stürze deutlich. Viele Serviceeinsätze an PV-Anlagen mit SMA String-Wechselrichtern können dank der SMA Service- und Monitoring-Funktion Smart Connected sicher und schnell direkt am Wechselrichter – beispielsweise im Keller – durchgeführt werden.



2. Cross-Mating vermeiden
Mit einer geringeren Anzahl an DC-Steckverbindungen sowie der Nutzung einheitlicher SMA SUNCLIX-Stecker vermeiden Sie die Wahrscheinlichkeit von Cross-Mating. Ein Risiko, das laut einem Bericht der International Electrotechnical Commission[14] zu den häufigsten Brandursachen bei PV-Anlagen gehört.



3. Lichtbögen unterbrechen
Die Schutzeinrichtung Arc Fault Circuit Interrupter (AFCI) erkennt Lichtbögen in der PV-Anlage effektiv und unterbricht dann den Stromkreis. So wird eine mögliche Überhitzung oder gar ein Brand in der PV-Anlage zuverlässig verhindert. Da SMA ArcFix direkt in den Wechselrichter integriert ist, wird eine Installation zusätzlicher AFCI-Geräte überflüssig. Auch in dieser Hinsicht sorgt SMA für ein schlankes Anlagendesign

[13] Sepanski et al, „Bewertung des Brandrisikos in Photovoltaik-Anlagen und Erstellung von Sicherheitskonzepten zur Risikominimierung", TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, 2015, Seite 206
[14] Incompatibility of connectors for DC-application in photovoltaic systems, The International Electrotechnical Commission (IEC), 2019.6

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

PV-Anlagen auf Dächern von Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie auf gewerblichen und industriellen Betrieben sind ein Schlüssel für die sichere und dezentrale Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen. Mit Ihrem Fachwissen tragen Sie als Installateur entscheidend dazu bei, dass der Übergang in eine nachhaltige Energiezukunft gelingt – ob bei der professionellen Kundenberatung oder bei der Anlagenplanung und Installation vor Ort. SMA unterstützt Sie bei diesen Aufgaben mit hochwertigen String-Wechselrichtern, ausgestattet mit intelligenter Software, die ein schlankes Anlagendesign ermöglichen und ohne zusätzliche MLPE-Geräte auskommen. So legen sie die Grundlage für einen sicheren Betrieb von PV-Anlagen.

Geschützt durch branchenführende Cybersicherheit

SMA setzt neue Maßstäbe in der Cybersicherheit von PV-Systemen. Als globaler Technologieführer bietet SMA ein umfassendes Sicherheitskonzept, das über gesetzliche Anforderungen hinausgeht, mit starker Zugriffskontrolle, verschlüsselter Kommunikation, automatischen Updates sowie Datenverarbeitung auf von SMA entwickelter Software in europäischen Rechenzentren.

Diese hohen Sicherheitsstandards schützen bereits heute mehr als eine Million installierte Systeme zuverlässig vor Cyberangriffen und auch in Zukunft.

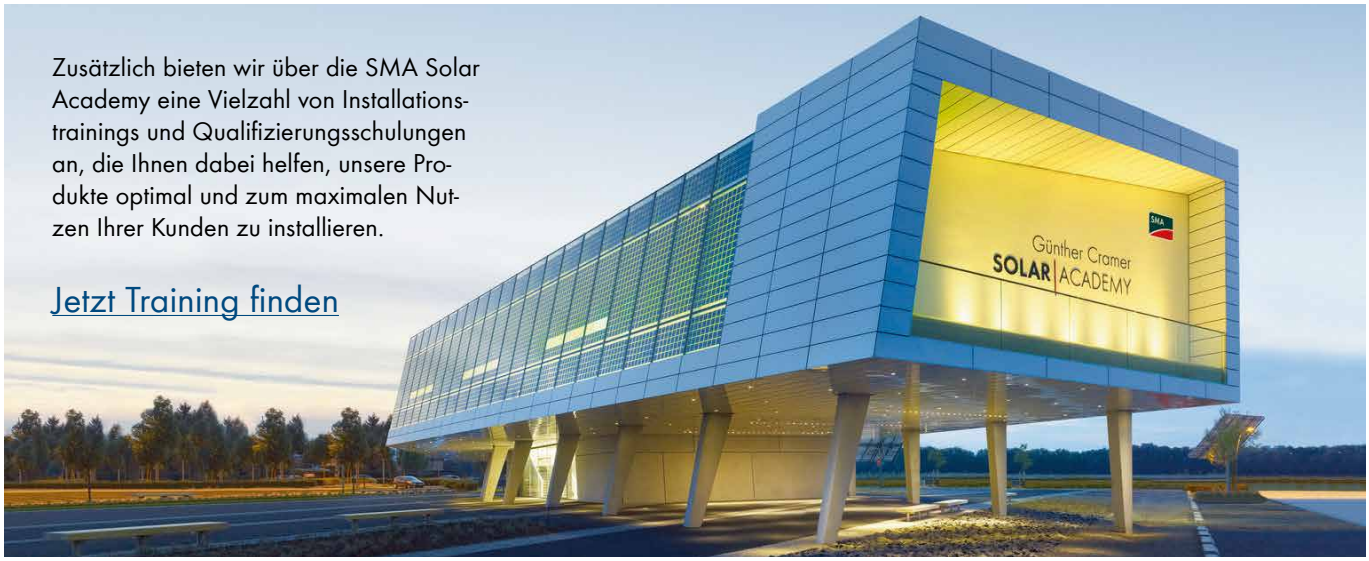
Laden Sie unseren Cybersecurity-Leitfaden herunter



Schlanke Systeme konzipieren und installieren

Zusätzlich bieten wir über die SMA Solar Academy eine Vielzahl von Installationstrainings und Qualifizierungsschulungen an, die Ihnen dabei helfen, unsere Produkte optimal und zum maximalen Nutzen Ihrer Kunden zu installieren.

Jetzt Training finden



ENERGY
THAT
CHANGES

SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Tel: +495619522-0
e-mail: Info@SMA.de
www.SMA.de

SOCIAL MEDIA
SMA.de/newsroom

/ **Thomas Wegener,**
Senior Expert Engineer DC Systemtechnik

WP-SAFESOLAR-ADE38