

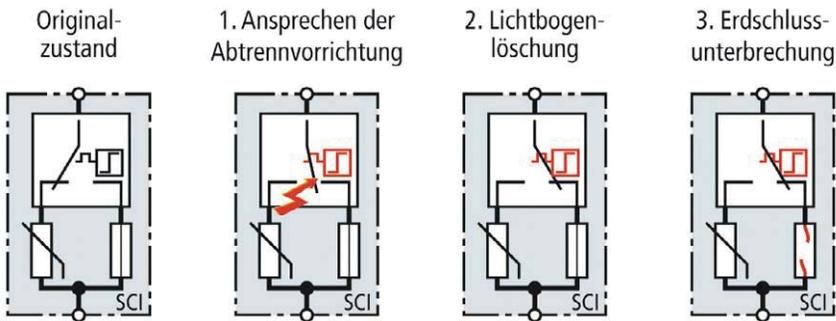
**Abb. 4.2:** Fangstangen und ausreichender Blitzschutz sind ein Muss in der Photovoltaik, auch bei kleineren Anlagen. Denn niemand kann vorhersehen, wann und wo ein Blitz einschlägt. Die Folgen können verheerend sein. (Foto: Dehn + Söhne, Neumarkt)

Es gilt aber auch: Eine Photovoltaikanlage erhöht das Risiko des Blitzeinschlages nicht, weil sie das Gebäude meist kaum überragt. Aufgrund der steigenden Gewittertätigkeit in Deutschland ist der fachkundige Schutz vor Blitzen und Überspannungen dennoch unbedingt anzubieten. Wenn der Kunde diesen Posten aus dem Angebot streicht, kann der Installateur zumindest nachweisen, dass es die Entscheidung des Kunden war. Zur Erinnerung: Der Solargenerator soll zwei oder drei Jahrzehnte zuverlässig seinen Dienst verrichten und sauberen Strom liefern. Wenn der Wechselrichter zwischenzeitlich den Helden im Blitzgewitter stirbt, weil er nicht gegen Überspannungen abgesichert wurde, kann das erheblich ins Geld gehen (Abb. 4.3).

Wichtig für den Schutz vor (äußeren) Blitzen ist es, die enormen Ströme aus dem Himmel möglichst schnell und gefahrlos in die Erde abzuleiten. Denn Schäden an Photovoltaikgeneratoren verursachen vor allem Kosten und Ärger. Nicht selten werden andere elektrische Geräte oder die Hausinstallation in Mitleidenschaft gezogen. Deshalb ist schon bei der Planung zu klären, wie die Anlage nebst Gebäude in den Blitzschutz einbezogen werden kann (Abb. 4.4). Manche Versicherungen schreiben den Blitzschutz vor, im Kleingedruckten. In einigen Regionen gelten gesonderte Regelungen, niedergelegt in der Landesbauordnung.



**Abb. 4.3:** Anordnung von Überspannungsschutzschaltern im Generatoranschlusskasten eines Solargenerators. Die Schutzschalter sichern die Generatorhauptleitung (DC) gegen Überspannung, bevor sie ins Gebäude geführt und an den DC-Eingang des Wechselrichters angeschlossen wird. (Foto: Dehn + Söhne, Neumarkt)



**Abb. 4.4:** Beispiel für die Funktionsweise von SCI-Schaltern. Das dreistufige Schutzsystem verhindert, dass sich bei Überspannungen gefährliche Lichtbögen ausbilden können. (Foto: Dehn + Söhne, Neumarkt)

Bei Metalldächern ist ein teilsolierter Blitzschutz nicht möglich. Dann wird das Solarfeld direkt mit der äußeren Blitzschutzanlage elektrisch leitend verbunden, nimmt also selbst Teilströme des Blitzes auf. Die ins Gebäude gehenden, mit Blitzstrom behafteten Strangleitungen werden durch Blitzstromableiter vom Typ 1 geschützt.

Eine geschirmte Leitungsverlegung (Schirmung mit mehr als 16 Quadratmillimeter Kupfer) an der Außenfassade ist in der Regel technisch einfacher und kostengünstiger realisierbar. Metallrohre oder Rinnen, in denen die Strangleitungen laufen, werden auf dem Dach am Montagegestell und beim Erdungssystem auf Erdniveau elektrisch angeschlossen.

Für anspruchsvollere Konzepte sollte man Partnerfirmen in Anspruch nehmen, die beispielsweise im Verband Deutscher Blitzschutzfirmen vereint sind. Dort sind zahlreiche fehlerhafte Schutzkonzepte für Solargeneratoren aktenkundig, auch der TÜV weiß davon ein Lied zu singen.

Neben zerstörten Wechselrichtern und ausgeglühter Verkabelung kann fehlender oder unsachgemäßer Blitzschutz noch viel gravierendere Folgen haben, etwa den kompletten Rückbau des Sonnengenerators. Der Verband bietet zudem ein Montagehandbuch für Blitzschutz an. Auch der Bundesverband der Solarwirtschaft hat ein Merkblatt zum fachgerechten Blitzschutz für Photovoltaikanlagen erstellt, das kostenfrei auf der Webseite geladen werden kann.

Für den Potentialausgleich sind nicht nur die Metallrahmen der Solarmodule und die metallischen Unterkonstruktionen zu erden. Auch Kabelkanäle aus Blech oder Stahlflex-Kabel gegen Tierverbiss brauchen eine Erdung.

Weitere Informationen:

[www.vdb.blitzschutz.com](http://www.vdb.blitzschutz.com)

[www.solarwirtschaft.de/fileadmin/content\\_files/mb\\_bswsolar\\_blitzsch.pdf](http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/content_files/mb_bswsolar_blitzsch.pdf)

### 4.1.4 Äußerer Blitzschutz für Solarparks

Bei großen Solarparks wird der Blitzschutz bereits in der Planung berücksichtigt. Aus drei Gründen: Je größer der Solarpark ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Blitz einschlägt. Das hat etwas mit der Blitzdichte auf der Erdoberfläche zu tun. Zweitens: Anlagen auf freien Flächen können sich in der Regel nicht auf ein vorhandenes System zum Blitzschutz stützen, es muss in jedem Fall aufgebaut werden. Und: Kluge Vorplanung reduziert die Kosten. Denn aufgrund der großen Solarflächen summiert sich der Kabelbedarf. Hinzu kommen Fangmasten, Erder, Grabungsarbeiten für erdverlegte Kabel und die Vermaschung der Fundamente zum Potentialausgleich.

Die Module werden im Schutzbereich einer getrennten Fangeinrichtung angeordnet: mit Fangstangen, die im korrekten Abstand zu den Traggestellen für die Solarmodule stehen. Auch das Betriebsgebäude und die Wechselrichterstation werden mit äußerem Blitzschutz ausgerüstet. Über Anschlussfahnen erfolgt der Anschluss der Ableitungen an die Erdungsanlage.

Die Erdungsanlage wird als Ringerder (mindestens einen halben Meter tief reichend) mit Maschen von zwanzig mal zwanzig Metern ausgeführt. Die metallischen Gestelle der Module werden alle zehn Meter an die Erdungsleitungen angebunden. Das Betriebsgebäude wird mit Fundamenterdern nach DIN 18014 abgesichert. Die Erdung der Modulanlage und des Betriebsgebäudes sind miteinander über Leitungen aus Bandstahl verbunden.

Eine Faustformel besagt, dass rund 2,5 Prozent der Gesamtinvestition für einen Solarpark auf den Schutz gegen Blitzeinschlag und Überspannungen entfallen.

### 4.1.5 Innerer Blitzschutz

Wenn der Blitz in der Nachbarschaft einschlägt, kann er als hohe Überspannung durch das Stromnetz und den Hausanschluss quasi durch den Keller ins Gebäude kommen. Um diese Überspannung zu begrenzen und Schäden beispielsweise am Wechselrichter oder an der Solarbatte-

rie zu vermeiden, sollten Solaranlagen zusätzlich zu den Fangstangen und Blitzableitern mit speziellen Ableitern für Überspannung ausgestattet werden.

Da die Berechnung der Blitzschutzanlage sehr aufwendig geraten kann, sollte jeder Installationsbetrieb eine Blitzschutzfachkraft nach DIN VDE 0185-305 haben oder als Partner bei der Planung und Installation einer Anlage konsultieren.

Sowohl auf der Gleichstromseite als auch auf der Wechselstromseite des Wechselrichters verwendet man Überspannungsableiter vom Typ 2. Die technischen Normen schreiben einen Blitzstromableiter des Typs 1+2 (Kombiableiter) zwingend vor, wenn ein äußerer Blitzschutz vorhanden ist und der vorgeschriebene Trennungsabstand nicht eingehalten wird. Ein Überspannungsableiter vom Typ 2 ist bei Schaltüberspannungen und eingekoppelter Überspannung vorgeschrieben.

Leider wird der innere Blitzschutz von den Installateuren kleinerer Anlagen oft gänzlich ignoriert – oft sogar der äußere Schutz auf dem Dach. Die Mannheimer Versicherung hat ermittelt, dass induzierte Überspannungen rund 45 Prozent der Schadensfälle an Photovoltaikanlagen ausmachen.

Überspannungen können in den Kabeln der Solaranlage entstehen, wenn nahe Gewitter oder andere starke elektromagnetische Felder eine Spannung hervorrufen (induzieren). Sie können auftreten, wenn Blitze weiter entfernt einschlagen und über den Potentialausgleich zur Erde und das Stromnetz ins Gebäude einfahren. In der Folge werden die elektrischen Geräte geschädigt: vom Heim-PC über die Stereoanlage und den Fernseher. Und eben auch der Wechselrichter und die Solaranlage. Oft sind diese Schäden unsichtbar. Man erkennt sie nur am geringeren Solarertrag, also an den Stromerträgen im Monitoringsystem der Anlagenüberwachung oder am Solarzähler. Die Versicherer fordern nicht selten, dass ein fachgerechter Überspannungsschutz installiert wird. Fehlt er, erhöht sich die Selbstbeteiligung für den Betreiber der Anlage im Schadensfall.

Je länger die Verkabelung einer Solaranlage ist (sprich: je höher das Gebäude), desto gründlicher ist die Anlage gegen Überspannungen abzuschirmen. Verfügt das Gebäude bereits über einen äußeren Blitzschutz, kann man den Überspannungsschutz leicht für wenige hundert Euro nachrüsten. Viele Installateure glauben, dass die Schutzeinrichtungen in den Wechselrichtern ausreichen, um den Überspannungsschutz zu gewährleisten. Sie sind aber meist nur für den Schutz des Inverters ausgelegt.

Es empfiehlt sich in jedem Fall, die DC-Hauptleitungen vom Solargenerator zum Wechselrichter separat abzuschirmen. Wer auf Nummer sicher gehen will, verlegt auch den Generatorstromkreis in abgeschirmten Schienen, um elektromagnetische Induktion zu vermeiden. Auf unnötige Kabellängen sollte man verzichten und große Leiterschlaufen vermeiden, beispielsweise beim Anschluss der Module. Besser ist es, die Kabel eng beieinander zu führen und gut zu verdrehen.

Im Generatorstromkreis wird mindestens eine Varistoreinheit mit einer thermisch gekoppelten Abtrennvorrichtung in Reihe geschaltet, nach DIN EN 61643-11 (VDE 0675-6-11). Ableiter dieser Bauart wurden ursprünglich für den Einsatz in Wechselstromsystemen ausgelegt. Seit einigen Jahren gibt es spezielle Überspannungsableiter für die Photovoltaik, die mit Gleichströmen arbeiten.

Varistoren sind spannungsabhängige Widerstände, deren elektrischer Widerstand oberhalb einer bestimmten Schwellspannung schlagartig sinkt. Sie werden aus Zinkoxid gefertigt, das besonders hitzebeständig ist. Wenn der Varistor bei Überspannung schaltet, wird der Stromkreis aber nicht völlig getrennt. Dabei entstehen Kriech- und Leckströme, eine gewisse Verlustleistung wird wirksam. Diese Leistung wird in Wärme umgesetzt.

Empfehlenswert ist zudem, in den Generatorkreis eine Funkenstrecke einzubauen. Dadurch wird die Leitung bei Überspannung leistungsfrei geschaltet. In einer Gaskapsel befinden sich zwei Elektroden. Ab einer bestimmten Spannung zwischen ihnen wird das Gas ionisiert, also leitfähig. Der Überstrom springt innerhalb weniger Mikrosekunden als Funke über und wird abgeleitet.

Doch damit ist das Problem der Überspannungen nicht erledigt. Oft vernachlässigt werden Spannungen, die aufgrund von Isolationsfehlern in die Leitungen oder andere Metallteile geraten. Natürlich ist die Verkabelung des Solargenerators auf möglichst viele Jahre sorgenfreien Betrieb ausgelegt. Aber Nagetiere, Marderbiss, Vögel, Frost, Hitze, Stürme, UV-Licht, Hagel, Gewitter oder sogar Vandalismus können zu Defekten führen. Wer will das für zwanzig Jahre ausschließen? Deshalb ist die regelmäßige Durchsicht der Anschlussdosen der Solarmodule, der Verkabelung und Anschlüsse ein wichtiger Bestandteil des vorbeugenden Schutzes vor Überspannungen und Bränden.

### 4.2 Brandschutz für Solargeneratoren und Speicherbatterien

Einzelne Solargeneratoren haben zwar schon gebrannt. Doch angesichts von deutschlandweit mehr als 1,5 Millionen Anlagen ist kein erhöhtes Brandrisiko durch Photovoltaik erkennbar. Brände entstehen, wenn sich in den Solarmodulen sogenannte Hotspots ausbilden. Das sind lokale Fehler in den Zellverlötungen (Zellstrings), in denen aufgrund von defekten Kontakten sehr hohe Übergangswiderstände und damit Temperaturen auftreten können. Vorbeugender Brandschutz beginnt demnach mit der regelmäßigen Kontrolle des Modulfelds auf Hotspots (siehe auch Abschn. 1.2.5.3). (Abb. 4.5)



**Abb. 4.5:** Die vorsorgende Inspektion der Solarmodule auf Korrosion und Hotspots gehört zur regelmäßigen Wartung. Mit Hilfe von Fotos und thermografischen Aufnahmen werden Risiken und potenzielle Brandherde rechtzeitig aufgespürt. (Foto: TÜV Rheinland)

Solargeneratoren stellen ein sehr geringes Brandrisiko dar, aber dieses Risiko sollten Planer und Installateure ernst nehmen. Gute Planung und Installation sowie regelmäßige fachmännische Wartung können die meisten Sicherheitsprobleme verhindern und gleichzeitig einen verlässlichen Betrieb der Anlage über Jahrzehnte sicherstellen.

Der TÜV Rheinland hat systematisch Schäden bei Solaranlagen in Deutschland untersucht (Abb. 4.6). In rund 210 Fällen wurde festgestellt, dass Brände durch Photovoltaikanlagen verursacht wurden. Zwölf Mal brannte das Gebäude mit der Solaranlage vollständig ab, in weiteren 67 Fällen wurde es beschädigt. Zum Vergleich: Derzeit sind in Deutschland über 1,5 Millionen Solaranlagen mit schätzungsweise über 150 Millionen Solarmodulen im Betrieb. Nähere Informationen finden sich auf dieser Webseite: [www.pv-brandsicherheit.de](http://www.pv-brandsicherheit.de).



**Abb. 4.6:** Rund 200 Brandfälle mit Photovoltaikanlagen hat der TÜV Rheinland systematisch analysiert. In zahlreichen Tests wurden die Ursachen für Brände ermittelt, um die Schutzvorschriften zu verfeinern. (Fotos: TÜV Rheinland)