

Blitz- und Überspannungsschutz für PV-Anlagen

Da die Installation einer Photovoltaik-Anlage mit relativ großen Investitionen verbunden ist, sollte ein reibungsloser Betrieb über die gesamte Anlagen-Lebensdauer gesichert sein. Dies gewährleistet ein sorgfältiger Aufbau, der Einsatz hochwertiger Installationsmaterialien sowie auch geeignete Maßnahmen zum Schutz wesentlicher elektronischer Anlagenkomponenten vor Blitzen und Überspannungen.

Blitz- und Überspannungsschutz für Komponenten

Solargeneratoren und Wechselrichter. Dies sind fest installierte Betriebsmittel, an die besondere Anforderungen bezüglich ihrer Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit gestellt werden. Demzufolge entsprechen sie laut VDE 0110-1 [1] der Überspannungskategorie III. Somit ist auf der Seite mit AC 230/400 V ein Schutzpegel (U_p) einzuhalten, der unter 4 kV liegt. Durch eine Kombination von Blitz- und Überspannungsableitern in „3+1“-Schaltung wird dieser Wert mit $U_p = 1,5$ kV deutlich unterschritten.

Auf den Gleichspannungs-Seiten von Wechselrichter und Solargenerator hängt der einzuhaltende Schutzpegel von der speisenden Generatorspannung U_{OC} ab und muss bei einer Spannung bis DC 1000 V gemäß Tabelle 1 in [1] kleiner als 8 kV sein. Werden diese Rahmenbedingungen nicht eingehalten, so ist mit einer Beschädigung des Wechselrichters durch Überspannungen und dementsprechend mit einem Ertragsausfall zu rechnen (Bild 1).

Einspeisezähler. Er dient zur Verrechnung mit dem Netzbetreiber. In Anlagen ohne äußeres Blitzschutzsystem genügt es, an dieser Stelle einen Überspannungsableiter Typ II zu installieren. Sollte jedoch ein äußeres Blitzschutzsystem vorhanden sein, muss ein Blitzstromableiter Typ I installiert werden. Die Installation eines Typ I/II-Ableiters nach dem Zähler ist dann ebenso möglich.

PV-Anlagen ohne äußeres Blitzschutzsystem

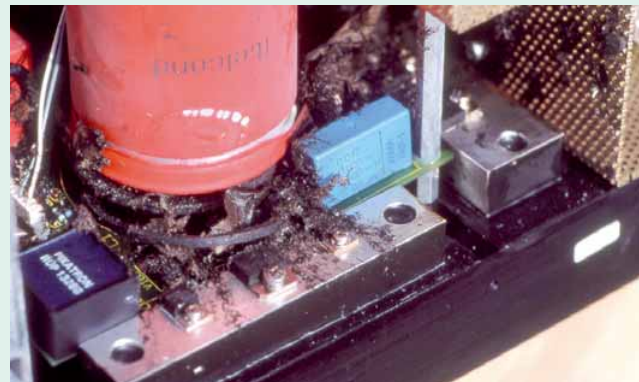
Typischerweise sind im Bereich privater Wohnhäuser PV-Anlagen mit einer Leistung kleiner 10 kW

ohne äußeres Blitzschutzsystem installiert. Für Anlagen mit einer Leistung größer 10 kW wird gemäß der Richtlinie VdS 2010 [2] ein Blitzschutzsystem der Klasse III empfohlen, das gemäß der VDE 0185-305-3 [3] zu errichten ist. Unabhängig von der Anlagengröße sollte bei besonders exponierter Gebäudelage eine Risikoanalyse nach VDE 0185-305-2 [4] erfolgen.

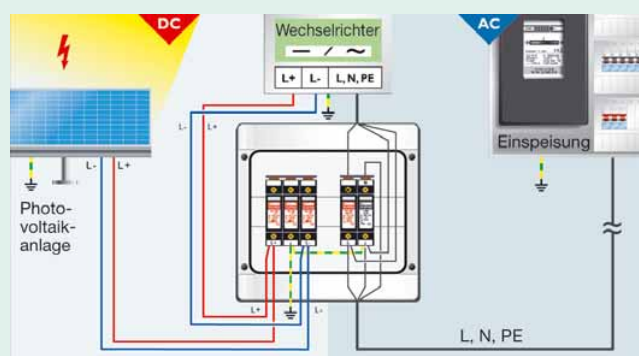
Bei dieser Risikoanalyse müssen Betreiber bedenken, dass auch indirekte Blitzereignisse ihre Anlagen beeinflussen können. Erfahrungsgemäß treten in einem Radius von 1,5 km um einen Blitzeinschlag Schäden durch Überspannungen auf. Gründe dafür sind die galvanische Einkopplung in die 230/400 V-Stromversorgung sowie eine induktive Einkopplung in die PV-Generatoren oder die Generatorleitungen. Derartige eingekoppelte Überspannungen lassen sich allerdings mit Hilfe von Überspannungsschutzgeräten begrenzen und energetisch ableiten (Bild 2).

PV-Anlagen mit äußerem Blitzschutzsystem

Mit ausreichendem Trennungsabstand. Besitzt ein Gebäude ein äußeres Blitzschutzsystem, dann wird mit der Installation einer PV-Anlage auf dem Gebäudedach zwangsläufig in das bestehende Blitzschutzsystem eingegriffen. Daher muss es im Bereich der PV-Anlage überarbeitet werden. Auf großflächigen Dächern ist häufig ein Blitzschutzsystem im Maschenverfahren installiert. Um gefährliche Näherungen zu vermeiden, müssen diese Maschen nach der Integration einer PV-Anlage aufgetrennt werden. Zusätzlich sind weitere Fangstangen zu installieren, die einen direkten



1 Durch Überspannung zerstörter Elektrolytkondensator eines Wechselrichters



2 Prinzip eines wirkungsvollen Schutzkonzepts, das Überspannungsableiter auf der Gleich- und Wechsellspannungsseite des Wechselrichters umfasst

Einschlag in die PV-Module verhindern (Bild 3). Je nach Ausdehnung der PV-Anlage ist dabei entweder das Schutzwinkel- oder das Blitzkugelverfahren gemäß Abschnitt 5.2.2 in [3] sinnvoll. Der so errechnete Trennungsabstand s muss bei der Installation unbedingt eingehalten werden. Ein Beispiel für eine derartige Anlagenintegration zeigt Bild 17 im Beiblatt 2 zu [3].

Durch eine korrekte Anordnung des äußeren Blitzschutzes wird die PV-Anlage zwar gegen einen direkten Einschlag geschützt, doch das ungedämpfte elektromagnetische Feld bedingt auch induktive Einkopplungen in die Anlage (Bild 4). Aus diesem Grund müssen sowohl auf der Gleichspannungs-Seite als auch auf der Wechsellspannungs-Seite Überspannungsableiter installiert werden. Darüber hinaus ist die Anlage bei Systemspannungen von mehr als DC 120 V mit dem Potentialausgleich zu verbinden. Für diese Verbindung muss laut Tabelle 9 in VDE 0100-540 [5] mindestens ein Kupferleiter mit

einem Querschnitt von 6 mm² verwendet werden.

Ohne ausreichenden Trennungsabstand. Kann der notwendige Trennungsabstand aufgrund örtlicher Gegebenheiten nicht eingehalten werden, so ist die metallische Unterkonstruktion der PV-Anlage mit dem äußeren Blitzschutzsystem blitzstromtragfähig zu verbinden. Dafür reicht ein Kupferleiter mit 16 mm² Querschnitt aus. Beispiele für Anlagen dieser Kategorie sind an Stahlgerüsten, Nachführsystemen oder Installationen auf Trapezblechdächern zu finden.

Einen Sonderfall stellen die als „Mover“ bezeichneten Anlagen dar, bei denen die PV-Module der Sonneneinstrahlung ein- oder zweiachsig nachgeführt werden. Da weder die Modulfläche noch der Modulrahmen Blitzströme tragen können, muss ein direkter Blitzschlag in die Generatorfläche unbedingt vermieden werden. Zweiachsige Systeme verfügen oftmals über eine Sicherheitschaltung, mit der eine statische Überlastung durch erhöhten



③ Durch direkte Blitzeinwirkung zerstörtes PV-Modul mit verbranntem Zellenverbinder und gesplitteter Modulrückseite

④ Beschädigte Modulfläche aufgrund einer eingekoppelten Überspannung

Quellen: Phoenix Contact

Winddruck verhindert wird. Treten zu hohen Windgeschwindigkeiten auf, richtet sich die Modulfläche horizontal aus, wodurch sich die Angriffsfläche für den Wind verringert. Neben dem Schutz der Anlage durch Fangstangen und entsprechende Ableiter, sollte insbesondere auch diese Sicherheitsschaltung wirkungsvoll geschützt werden. Schließlich kann ein Ausfall der Steuerung durch einen Blitz- und Überspannungsschaden in Verbindung mit hohen Windgeschwindigkeiten letztendlich zum Totalverlust der Anlage führen. Ein wesentlicher Aspekt der Anlagenvariante mit äußerem Blitzschutz ohne ausreichenden Trennungsabstand ist die Ausbreitung von Blitzteilströmen in der Anlage. Daher wird laut dem Bild 19 im Beiblatt 2 zu [3] die

geschirmte Verlegung der DC-Generatorleitungen empfohlen. Zusätzlich sind Überspannungsableiter auf der Wechselspannungs- und der Gleichspannungs-Seite zu installieren. Heutige Überspannungsableiter können eingekoppelte Blitzteilströme bis 3 kA bei einer 10/350- μ s-Signalform sicher ableiten. In der Praxis wird dieser Wert jedoch kaum erreicht, da die meist massive metallische Unterkonstruktion der PV-Anlage einen niederimpedanten Blitzstromweg darstellt.

Auswahl geeigneter Überspannungsschutzgeräte

Bei der Wahl der Komponenten für den Überspannungsschutz ist die maximale System-Gleich-

spannung U_{OC} maßgebend. In der Praxis hat sich eine steckbare „2+V“-Lösung bewährt, bei der zwischen Plus- und Minuspol zwei Ableiter in Reihe geschaltet sind. Der dritte Varistor wird am Mittelabgriff gegen Erde geschaltet. Diese Kombination sorgt zwar für sichere Trennung der Varistoren im Fehlerfall, doch durch Überlastung sowie Alterung können Leckströme entstehen, die den Varistor erhitzen und wiederum zu einer Überlastung führen. Um dies zu verhindern, sind nahezu alle Varistorableiter auch mit einer thermischen Abtrennvorrichtung ausgestattet. Diese muss in der Lage sein, den beim Trennen entstehenden Gleichspannungslichtbogen sicher zu löschen. Zudem darf das Trennen auf der

Gleichspannungs-Seite keinen Kurzschluss hervorrufen, denn ein kurzgeschlossener Generator verursacht Ertragsausfälle und hohe Instandsetzungskosten. Daher sollten grundsätzlich steckbare Ableiter mit sicherer Abtrennung eingesetzt werden.

Fazit

Durch das sorgfältige Besetzen einer PV-Anlage mit geeigneten Überspannungsschutzgeräten ist es möglich, den reibungslosen Betrieb der Anlage über ihre gesamte Lebensdauer zu sichern. Dabei liegen die finanziellen Aufwendungen für die Schutzgeräte und Installationsgehäuse je nach Anlagengröße und Installationsverhältnissen bei rund 1 bis 3% des Anlagenpreises.

Literatur

- [1] DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1): 2003-11 Isolationskoordinierung für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen.
- [2] VdS 2010:2005-07 Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz – Richtlinien zur Schadenverhütung.
- [3] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):2006-10 Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen.
- [4] DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2):2006-10 Blitzschutz – Teil 2: Risiko-Management.
- [5] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter.

A. Christ