

# *Blitzschutz bei Photovoltaikanlagen*

## *Tips und Hinweise aus Sicht der Montagetechnik*

*(mit freundl. Unterstützung von Fa. DEHN + SÖHNE, Frau Dipl.Ing. Brigitte Schulz)*

### **1 Vorwort**

*Bei der Projektierung und Montage photovoltaischer Anlagen sind viele Bereiche der Systemtechnik zu beachten. Bei kaum einem Thema gibt es jedoch so viel Unsicherheit und unterschiedliche Ansichten wie bei der Beachtung von Blitzschutz und Potentialausgleich.*

*Für die Einhaltung der einschlägigen Vorschriften und die Einbindung von PV-Anlagen in vorhandene Blitzschutzsysteme ist grundsätzlich der Ersteller der PV-Anlage zuständig. Als kompetenter Hersteller von Montagesystemen möchten wir jedoch ein geeignetes Bauteilsortiment zur Verfügung stellen und als Serviceleistung auch einige Tips zur Systemtechnik geben. Beachten Sie in jedem Falle, dass diese Zusammenstellung unverbindlich und ohne Gewähr ist.*

### **2 Verweise**

*Beachten Sie bitte die Informationen in folgenden Dokumenten (unter [www.solar.schletter.de](http://www.solar.schletter.de) im Internet zum download zur Verfügung):*

- *Schutzvorschlag „Blitz- und Überspannungsschutz für PV-Anlagen“ (Fa. DEHN + SÖHNE)*
- *Schadensbilder ([www.solar.schletter.de](http://www.solar.schletter.de) – Bildergalerie)*
- *Prüfbericht „Übergangswiderstände bei Klemmung von Modulen“*

*Weiterhin sind zu beachten:*

- *DIN V VDE V 0185 mit entspr. Abschnitten*
- *Richtlinie VdS:2010 : 2002-07 (01) „Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz“*

### **3 Berührungsschutz und Potentialausgleich**

#### **3.1 Potentialausgleich allgemein**

*Potentialausgleich für alle berührbaren metallischen Teile einer elektrischen Anlage ist gemäß DIN VDE 0100, Teil 712 grundsätzlich vorgeschrieben. Dies betrifft insbesondere auch Montagegestelle und Modulrahmen bei PV-Anlagen. Es ist zu beachten, dass PV-Anlagen z.B. durch Fehlerzustände in Wechselrichtern unter Spannung stehen könnten. Personenschäden sind durch den Potentialausgleich grundsätzlich zu verhindern!*

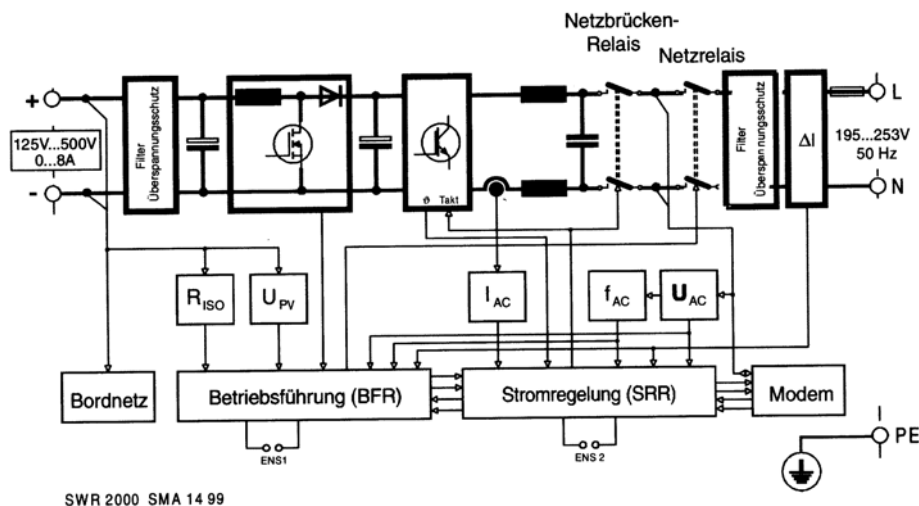
*Primär-Schädigungen durch elektrischen Schlag sind gerade auf Dächern sehr gefährlich, da sie sehr leicht zu sehr schweren Sekundärschäden (Sturz vom Dach) führen können. Ein Dach ist zwar sozusagen nicht öffentlich zugänglich, es müssen aber Anlagen z.B. durch Schornsteinfeger usw. gewartet werden. Es muß also in jedem Falle ein kompletter Berührungsschutz gewährleistet sein.*

### 3.2 Potentialausgleich bei Verwendung trafoloser Wechselrichter

Auch im normalen Anlagenzustand ohne Fehler ist bei Verwendung trafoloser Wechselrichter eine kapazitive Aufladung auf hohe Gleichspannungen am Modul nicht auszuschließen. Die Folge können hohe Berührungsspannungen am Modul sein. Aus diesem Grunde ist hier der Potentialausgleich besonders wichtig.

Zur Erläuterung:

Ein Beispiel-Schaltbild eines trafolosen Wechselrichters (Quelle: SMA) zeigt am Eingang einen hochfrequenten Hochsetzsteller zur MPP-Anpassung. Darauf folgt eine hochfrequent getaktete Brückenschaltung, die im PWM-Verfahren die Netzfrequenz nachbildet. Hochsetzsteller und Brückenschaltung takten, so dass sich am Eingang des Wechselrichters, also am Modul, eine Spannung durch Verschiebungsladungen aufbauen kann. Durch die Brückenschaltung kann der Wechselrichtereingang nicht auf Erdpotential gelegt werden, so dass kapazitive Aufladungen am Modul u.U. nicht abfließen können.



Da diese Spannungen normalerweise hochohmig und die Ladungsmengen begrenzt sind, entsteht normalerweise keine direkte Gefahr. Insbesondere auf Dächern können Entladungen bei Berührung aber zu lebensgefährlichen Sekundärschäden (z.B. Sturz vom Dach) führen.

Die Hersteller trafoloser Wechselrichter schreiben aus diesem Grunde eine Erdung der Modulrahmen verbindlich vor (Beispiel Bedienungsanleitung SMA):



In diesem Zusammenhang achten Sie bitte unbedingt darauf, daß berührbare leitende Teile des PV-Generators (z.B. Metallrahmen, aluminiumhaltige Folien der Module, Tragkonstruktion etc.) geerdet sein müssen, damit im Betrieb auftretende Verschiebungsladungen abgeleitet werden können.

Auch Hersteller von Trafowechselrichtern empfehlen zum Teil konsequente Erdung der Module.

### 3.3 Einbeziehung eloxierter Modulrahmen in den Potentialausgleich

Beim Aufbau von PV-Anlagen wird diese vorgeschriebene Erdung der Module in der Praxis oft außer acht gelassen. Es werden meist keine Erdungsleitungen von Modulrahmen zu Modulrahmen durchgeschleift. Die Module werden mit ihren eloxierten Rahmen lediglich auf das Montagegestell geklemmt. Messungen der Schletter GmbH Solar-Montagetechnik zeigen, dass damit eine zuverlässige Erdung in keinem Falle erreicht werden kann (sh. Prüfbericht). Mit den Erdungsmittelklemmen (neues Produktprogramm der Schletter GmbH) kann gemäß den Messungen eine zuverlässige Erdung nachgewiesen werden.

## 4 Vorschriften für Blitzschutzmaßnahmen Hinweise bei Erstellung von PV-Anlagen

### 4.1 Blitzschutzkonzepte zum Schutz von PV-Anlagen

Laut VdS2010 ist ein Blitzschutzkonzept der Schutzklasse III für PV-Anlagen ab 10kW grundsätzlich vorzusehen. Das heißt, unabhängig vom Gebäudeschutz ist die PV-Anlage entsprechend zu schützen.

In welchen Fällen ein Blitzschutzkonzept für die PV-Anlage zu erstellen ist, muß letztendlich mit dem Auftraggeber bzw. mit der zuständigen Versicherung abgeklärt werden.

### 4.2 Sorgfaltspflicht bei Montage von PV-Anlagen auf Gebäuden mit vorhandener Blitzschutzanlage

Unabhängig davon, ob das Blitzschutzkonzept für die PV-Anlage neu erstellt oder auch das vorhandene Konzept belassen oder angepasst wird, unterliegt der Installateur der PV-Anlage grundsätzlich der Sorgfaltspflicht. So müssen z.B. bei der Montage aufgefallene Schäden an der Blitzschutzanlage dem Eigentümer unverzüglich mitgeteilt werden.

### 4.3 Schutzkonzepte bei Montage von PV-Anlagen auf Gebäuden mit vorhandener Blitzschutzanlage

Ob eine neue PV-Anlage durch zusätzliche Blitzschutzmaßnahmen abgesichert werden muß, liegt u.U. im Ermessen von Eigentümern oder Versicherungen. Bei Gebäuden mit Blitzschutzanlage kann es aber ohne weiteres vorkommen, dass durch die Montage der PV-Anlage der vorhandene Blitzschutz des Gebäudes beeinträchtigt oder unwirksam wird. Hier kann ein großes und evtl. unüberschaubares Haftungsrisiko für den PV-Installateur entstehen!

Neben direkten Blitzschäden sind hier auch besonders Sekundärschäden zu beachten (z.B. Sekundärschäden durch induktive Einkopplungen in Energieversorgungs- und Datennetze).

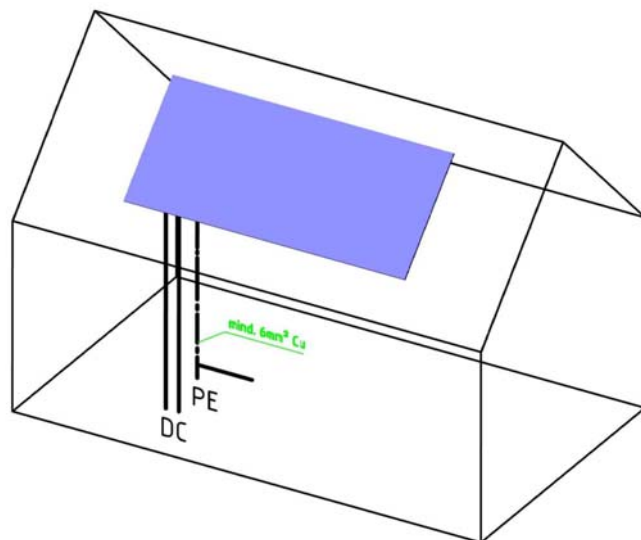
## 4.4 Bestandsschutz bei Blitzschutzanlagen

Vorhandene Blitzschutzanlagen an Gebäuden können ggfs. technisch überholt oder nicht mehr normgemäß sein, genießen aber Bestandsschutz, solange keine Änderungen vorgenommen werden. Werden solche Gebäude mit PV-Anlagen bebaut, erlischt dadurch auch gleichzeitig der Bestandsschutz für eine evtl. überalterte Blitzschutzanlage!

# 5 Technische Hinweise für Blitzschutzmaßnahmen

## 5.1 PV-Anlagen auf Gebäuden ohne Blitzschutzanlage

Bei Gebäuden ohne Blitzschutzanlage wird das Risiko eines Blitzeinschlages durch die Montage einer PV-Anlage grundsätzlich nicht erhöht! Der Potentialausgleich im gesamten PV-Generator ist gemäß VDE 0100 in jedem Falle erforderlich (Querschnitt mindestens  $6\text{mm}^2$ ). Die oft anzutreffende Meinung, dass ein Weglassen des Potentialausgleichs zu einem geringeren Einschlagsrisiko in das dann nicht geerdete Gestell führt, trifft nicht zu! Vielmehr entlastet die PE-Leitung bei einem direkten Einschlag die DC-Leitungen und kann dadurch Schäden am Niederspannungsnetz oder in Wechselrichtern begrenzen. Grundsätzlich besteht immer ein Gefahrenpotential bei Direkteinschlägen, das durch entsprechende Beschaltung der DC-Leitungen (Grobschutz, Feinschutz usw.) vermindert werden kann.



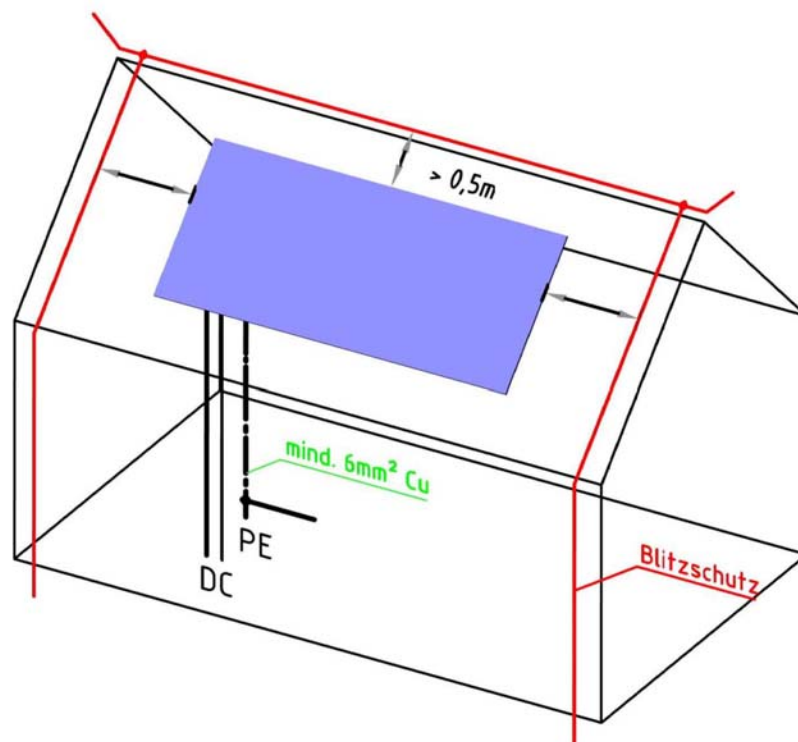
### Allgemeiner Hinweis:

Manche Versicherungen fordern generell die Verlegung der Leitungen vom Dach zur Netzanbindung außerhalb des Gebäudes. In diesem Falle ist nicht nur der PE-Leiter, sondern sind auch die DC-Leitungen außerhalb zu verlegen.

## 5.2 PV-Anlagen auf Gebäuden im Schutzbereich der Blitzschutzanlage (optimaler Schutz der PV-Anlage)

Insbesondere bei kleineren PV-Anlagen auf Gebäuden mit Blitzschutzanlage ist ein vollständiger Schutz der PV-Anlage durch die vorhandene Blitzschutzanlage möglich: Alle Teile des PV-Generators müssen sich dazu innerhalb der bestehenden Maschen der Blitzschutzanlage befinden. Zusätzlich ist nach allen Seiten ein Sicherheitsabstand vom PV-Generator zu den Teilen der Blitzschutzanlage einzuhalten. Die Berechnung des Trennungsabstandes erfolgt gemäß DIN V VDE V 0185-2. In der Praxis hat sich ein Trennungsabstand von ca. 0,5 m vom PV-Generator zu den Teilen der Blitzschutzanlage bewährt.

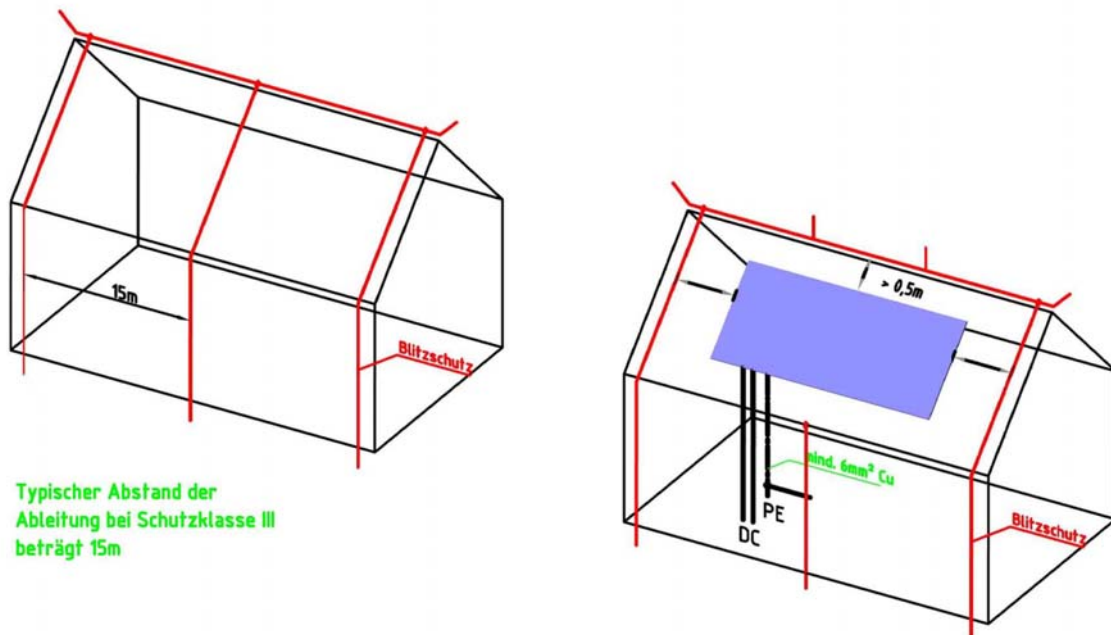
Beispiel: Bei Gebäuden bis 15m Länge werden i.d.R. durch eine Firstleitung und je zwei seitliche Ableitungen geschützt. Hier kann der PV-Generator innerhalb dieser Masche positioniert werden.



- Der Potentialausgleich am PV-Gestell ist durchzuführen!
- PV-Gestell und Blitzschutzanlage werden nicht verbunden (Mindestabstand 0,5m)
- Der PV-Generator wird durch die Blitzschutzanlage geschützt

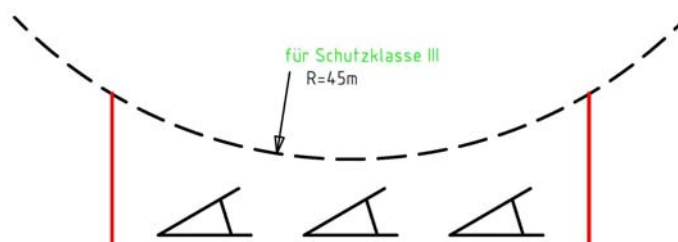
### 5.3 PV-Anlagen mit zusätzlichen Blitzschutzmaßnahmen (optimaler Schutz der PV-Anlage)

Insbesondere bei PV-Generatoren mit größerer Leistung können die Minimalabstände zu vorhandenen Blitzschutzanlagen oft nicht eingehalten werden. Der PV-Generator soll vorhandene Blitzschutzleitungen nicht überdecken, da dadurch bei Einschlägen in die Blitzschutzanlage Stoßströme über den PV-Generator ins Gebäudeinnere gelangen und dort Schäden verursachen. Hier ist i.A. eine komplette Überarbeitung des Blitzschutzkonzeptes notwendig:



- Blitzschutzverbindungen werden u.U. weggelassen bzw. durch HVI-Leitungen ersetzt, um die Einhaltung der Näherungsabstände zu ermöglichen.
- Zusätzliche Verbindungen und Fangeinrichtungen schützen Gebäude und PV-Generator

Zusätzliche Fangeinrichtungen können z.B. geometrisch nach dem „Blitzkugelverfahren“ dimensioniert werden. Für Schutzklasse III darf z.B. eine gedachte Kugel mit Radius  $R=45\text{m}$  von oben gesehen nur Fangeinrichtungen und nicht gleichzeitig Teile des Gebäudes oder PV-Generators tangieren.

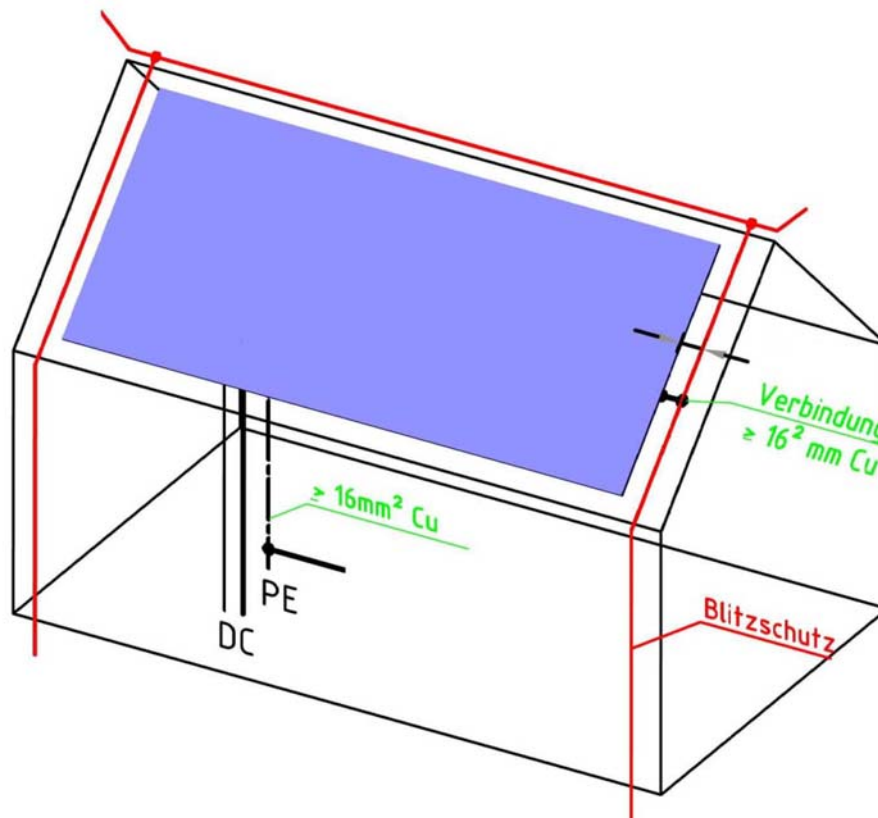


#### 5.4 Einbindung von PV-Generatoren in Blitzschutzmaßnahmen (bei nicht möglicher Einhaltung von Näherungsabständen)

Grundsätzlich ist die Verhinderung von Einschlägen in den PV-Generator bzw. das Tragegestell die beste Schutzmaßnahme. Da eine Blitzschutzanlage grundsätzlich drohende Einschläge mit entsprechenden Fangeinrichtungen ableiten soll, ist zwischen PV-Generator und Blitzschutzanlage ein Trennungsabstand einzuhalten.

Nur in den Fällen, in denen wegen der Ausdehnung des PV-Generators der Trennungsabstand nicht möglich ist, werden PV-Generator und Blitzschutzanlage verbunden und damit die Folgen von Überschlägen begrenzt. Die Verbindung vom Tragegestell zur Blitzschutzanlage sollte im Querschnitt mindestens  $16\text{mm}^2$  Cu ausgeführt werden. Klemmen müssen entsprechend blitzstromtragfähig sein.

Auch in diesem Falle sollte (nicht zwingend erforderlich, aber besser) eine Verbindung vom Montagegestell zum hausseitigen Potentialausgleich erfolgen. Wenn eine solche Verbindung verlegt wird, ist Sie ebenfalls mit mindestens  $16\text{mm}^2$  Cu auszuführen. Um Einkopplungen auf DC-Leitungen zu reduzieren sind diese in geschirmter Ausführung zu verwenden, oder in einem geschlossenen metallischen Kabelkanal zu verlegen. Die Erdung ist bei Kabeln und Kanälen beidseitig auszuführen. Dadurch werden Einkopplungen von Blitzströmen in Energieversorgungs- und Datennetze weitestgehend minimiert.

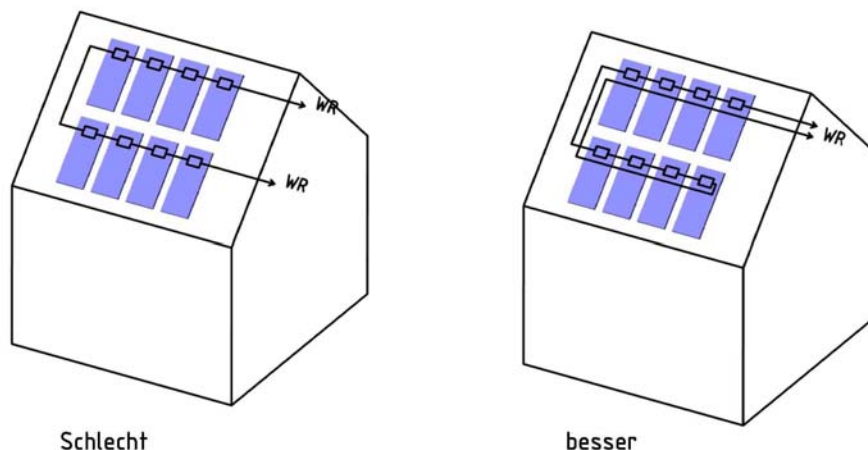


## 5.5 Hinweise zur Leitungsverlegung im PV-Generator

Der Leitungsverlegung kommt im Zusammenhang mit dem Schutz der Anlage bei Naheinschlägen eine besondere Bedeutung zu. Schäden an der Anlage (z.B. Zerstörung der Umrichter durch Überspannung) entstehen oft durch Einkopplung von Induktionsspannungen in die Modulverdrahtung. Ein Blitzeinschlag in der Nähe einer PV-Anlage ist mit einem sehr hohen Stromfluß verbunden. Dieser Stromfluß (bzw. seine zeitliche Änderung  $di/dt$ ) koppelt in die durch die Modulverdrahtung am Dach aufgespannte „Leiterschleife“ eine Induktionsspannung ein.

Aus diesem Grunde ist bei der Gestellplanung, Stringaufteilung und Leitungsverlegung darauf zu achten, daß möglichst keine Leiterschleifen entstehen. Am besten wird die Modulverdrahtung nach Durchgang durch die in Serie geschalteten Module im gleichen Modulstrang wieder zurückgeführt und tritt dann an der Austrittsstelle auch wieder ins Dach ein. Für die Rückleitung entlang der Modulreihen kann der Kabelkanal am Querträgerprofil verwendet werden.

Weiterhin sind entsprechende Beschaltungselemente in Generatoranschlusskästen und Umrichtern zu planen (sh. Zubehör von Blitzschutz-Systemanbietern).



Schlecht

besser

## 6 Zusammenfassung

Der Ersteller einer PV-Anlage trägt in vielen Belangen ein großes Maß an Verantwortung für die normgemäße Ausführung einer Anlage, darunter auch für eine fachgerechte Berücksichtigung des Blitzschutzes. Es ist nicht nur zu entscheiden, ob die PV-Anlage eine eigene Blitzschutzeinrichtung benötigt und wie diese auszuführen ist, sondern es muß auch beurteilt werden, ob durch die Montage einer PV-Anlage vorhandene Blitzschutzanlagen teilweise unwirksam werden oder ob z.B. ein Bestandsschutz älterer Blitzschutz-Anlagen bei der Montage einer PV-Anlage erlischt. Um alle diese Belange wirklich abdecken zu können, ist ein umfangreiches Fachwissen in vielen Gewerken und ein gewisser Aufwand bei Planung und Beratung notwendig. Für den generellen Erfolg der Photovoltaik in der Zukunft und die Vermeidung von Schäden ist eine vernünftige Anlagenplanung nicht verzichtbar. Eine Aufgabe der Branche wird es in Zukunft sein, diesen erforderlichen Mindestaufwand auch dem Endkunden plausibel zu machen und so die Vorteile des wirklichen Fachhandwerkers gegenüber dem Wettbewerb klar hervorzuheben.

**Wir hoffen, dass wir mit diesen Hinweisen einige Planungshilfen gegeben haben und freuen uns, dass Sie weiter auf unsere Produkte und unsere kompetente Beratung setzen!**