

Dieser Beitrag beleuchtet die Frage nach den Näherungen von metallischen Tragegestellen von PV-Anlagen zu bestehenden Blitzschutzanlagen. Ein unkoordinierter Aufbau verschiedener Systeme auf einem Dach kann später zu ungewollten Schäden führen, die das Finanzierungsmodell von PV-Anlagen auf tönernen Füße stellt.

# Näherungen bei PV-Anlagen

## Blitzschutz in der Praxis richtig umsetzen

**Unzulässige Näherungen zwischen der Fangeinrichtung eines Blitzschutzsystems und einer PV-Anlage bei auf Dächern errichteten PV-Anlagen können zu erheblichen Störungen oder sogar zur Zerstörung der PV-Anlagenelektronik führen. Die Einbindung in bestehende Erdungskonzepte bei gleichzeitiger Berücksichtigung von EMV- und Blitzschutzmaßnahmen sind Gegenstand dieses Beitrags.**

**D**er »de«-Leser R. M. aus Bayern wendete sich mit einer Fragestellung im Rahmen der Rubrik Praxisprobleme an »de«. Kürzlich habe er bei einem Kunden eine bereits montierte Photovoltaik-(PV)-Anlage vorgefunden, die weder geerdet noch mit dem vorhandenen Blitzschutz verbunden sei. Außerdem würde das PV-Tragegestell nur einen Abstand von ca. 10cm zum Blitzableiter aufweisen. Diverse Fragen tun sich hiermit auf:

1) Reicht es aus, das Tragegestell mehrfach mit dem Blitzschutzsystem zu verbinden, und wenn »ja«, in welcher Form? Ist in der Folge ein »innerer Blitz- bzw. Überspannungsschutz« Vorschrift und wie muss dieser dann ausgeführt werden?

2) Ist es zulässig, die PV-Anlage lediglich mit 16mm<sup>2</sup> Kupfer mit der Potentialausgleichsschiene zu verbinden?

3) Welche Maßnahmen wären zu ergreifen, wenn man das Blitzschutzsystem abbauen würde? Wäre es besser, das Tragegestell mit einem eigenen Erdungsstab zu verbinden oder mit der Potentialausgleichsschiene?

### Schäden der Vergangenheit berücksichtigen

In den letzten Jahren haben die Schäden an Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) erheblich zugenommen. Diese Schäden sind in erster Linie durch die steigende Zahl der neu installierten PV-Anlagen, aber auch durch größere Gewitteraktivität und durch nicht fachgerechte Installationen entstanden. Den ersten Punkt können wir nur freudig begrüßen, den zweiten müssen wir akzeptieren, aber den dritten Punkt – also die nicht fachgerechte Installation – müssen wir verbessern.

Die DIN VDE 0100-712 [1], die für PV-Anlagen gilt, ist in die DIN-VDE-

0100-er Normenreihe der Gruppe 700, – Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – eingegliedert. Die Norm, die vom nationalen Arbeitsgremium UK 221.1 »Schutz gegen elektrischen Schlag« erstellt wurde, beschreibt lediglich die Schutzmaßnahmen gegen den elektrischen Schlag. Für EMV-, Blitz- und Überspannungsschutzmaßnahmen sind die anderen Normen wie z.B. die Blitzschutznormen [2 bis 5] und die Normen der DIN VDE 0100 [6 bis 10] und 0800er Reihe zuständig. Warum in diesen erwähnten Normen und auch in [11 bis 16] etwas Gemeinsames auf PV-Anlagen zutreffen könnte, soll nachstehend erläutert werden.

### Fachgerechte Installation von PV-Anlagen

Eine PV-Anlage, die sich auf einer baulichen Anlage mit Blitzschutzsystem befindet, muss nach den Normen [3] und [4] installiert werden. Das bedeutet genau, dass die PV-Anlage in dem Schutzbereich der Fangeinrichtung liegen und dabei auch über einen ausreichenden Abstand verfügen muss. Dieser muss größer sein, als der Trennungsabstand zu den Fangeinrichtungen, Ableitungen sowie den natürlichen Bestandteilen des Blitzschutzsystems wie Dachrinnen, Blechkanten, Regenfallrohre usw.

Befindet sich z.B. eine PV-Anlage auf einer sehr hohen baulichen Anlage und der Trennungsabstand kann nicht eingehalten werden, dann müssen alle stromleitfähigen Teile der PV-Anlage in eine neu installierte Blitzschutzpotentialausgleichsebene einbezogen werden. Bei einem Einfamilienhaus oder anderen niedrigen baulichen Anlagen ist das aber nicht der Fall.

Oft muss man jedoch aus Nähe-

rungründen auch andere Maßnah-

men – wie Austausch der leitfähigen Dachrinnen gegen PVC-Dachrinnen usw. – an den Stellen der Näherungen ausführen. An dieser Stelle sei erwähnt, dass der Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft in der VdS-Richtlinie 2010 [16] in der Tabelle A.03 »Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz für Objekte« für bauliche Anlagen mit einer PV-Anlage größer 10kW ein Blitzschutzsystem der Blitzschutzklasse III vorgeschrieben hat. Das Gleiche gilt nach [4], Abschnitt 17 Photovoltaik- und solarthermische Anlagen, wo ebenfalls die Blitzschutzklasse III vorgeschrieben ist.

### Trennungsabstand einhalten

Zur ersten obenstehenden Fragestellung lässt sich als Antwort formulieren, dass in jenen Fällen, wo sich der Trennungsabstand nicht einhalten lässt, alle stromleitfähigen Teile der PV-Anlage alle 3m zusammen und mit dem Blitzschutzsystem verbunden werden (Begründung erfolgt weiter unten) und alle Kabel einen Blitzstromableiter erhalten müssen. Wenn der Trennungsabstand eingehalten wird, dann darf keine Verbindung zum Blitzschutzsystem vorhanden sein. Überspannungsableiter des Typs II und der Potentialausgleich werden aber ausgeführt. Ein Blitzschutzsystem ist, wie schon das Wort sagt, ein System – und zwar bestehend aus äußerem und innerem Blitzschutzsystem. Diese bilden eine nicht trennbare Einheit.

Zur Beantwortung der zweiten und dritten obenstehenden Fragestellung soll im weiteren Verlauf dieses Beitrags eine Übersicht über die möglichen Überspannungs- und Potentialausgleichsmaßnahmen gegeben werden. Diese Ausführungen sollen dem Leser klarmachen, wie wichtig ein Potential-



ausgleich und die Erdungsanlage zwischen allen Einrichtungen der PV-Anlage sind. Es ist übrigens unklug, ein vorhandenes Blitzschutzsystem abzubauen. Ein Errichter sollte nicht vergessen, dass er in seiner Eigenschaft als Fachfirma nach [2] beweisen muss, dass die bauliche Anlage kein Blitzschutzsystem benötigt. Dies insbesondere dann, wenn dort schon ein Blitzschutzsystem vorhanden war. Fast alle PV-Anlagen sind versichert und sollen bei höheren Leistungen (mehr als 10 kW) nach [16] über ein Blitzschutzsystem verfügen.

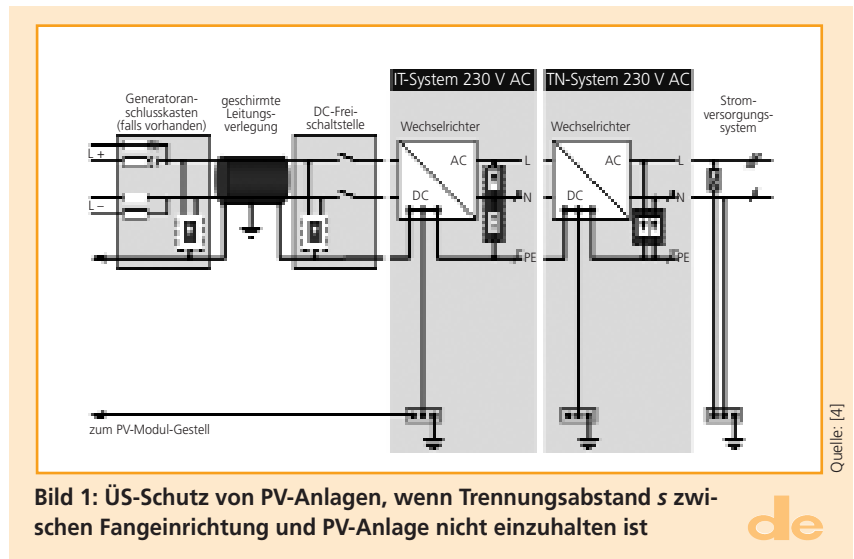
### Aussagen zu Erdung und Potentialausgleich

Hinsichtlich der Erdung und dem Potentialausgleich zeigen sich in der Praxis auch bei PV-Anlagen bekannte Schadensursachen. Aus dem Grund nannte der Autor eingangs eine ganze Reihe von Normen. Sämtliche PV-Anlagen verfügen über elektronische Steuerungen – oft sogar mit einer Verbindung zu Telekommunikationskabeln oder anderen Daten- und Steuerungskabeln.

Daher gilt es hinsichtlich der Potentialausgleichs- und Erdungsmaßnahmen einiges zu beachten. Der Abschnitt 17.3 der Norm [4] sagt hierzu: »Es sollten geschirmte Generatorhauptleitungen zur Reduzierung von induzierten Überspannungen verwendet werden. Bei ausreichendem Schirmquerschnitt kann der Kabelschirm zur Führung von Blitzteilströmen genutzt werden, wenn ein Anschluss des Generators an den äußeren Blitzschutz aufgrund der Unterschreitung des Trennungsabstandes unvermeidbar ist. Die Blitzstromtragfähigkeit der Generatorhauptleitung ist zu beachten.«

Dieser Abschnitt 17.3. ist wahrscheinlich vielen Planern/Errichtern nicht ausreichend bekannt, da man sehr selten einen ausreichenden Kabelschirmquerschnitt der Generatorhauptleitungen vorfindet. Der Begriff »sollte« ist zwar nicht gleichbedeutend mit »muss«, aber dennoch gibt die Formulierung »sollten« dem Errichter beispielsweise die Möglichkeit eine zusätzliche parallele Potentialausgleichsleitung auszuführen, welche die Stromentlastung des Kabelschirms gewährleistet. Der Kabelschirm muss natürlich auch mindestens beidseitig geerdet werden.

Die Norm [4] beschreibt verschiedene Ausführungen getrennter Fang-



**Bild 1: ÜS-Schutz von PV-Anlagen, wenn Trennungsabstand  $s$  zwischen Fangeinrichtung und PV-Anlage nicht einzuhalten ist**



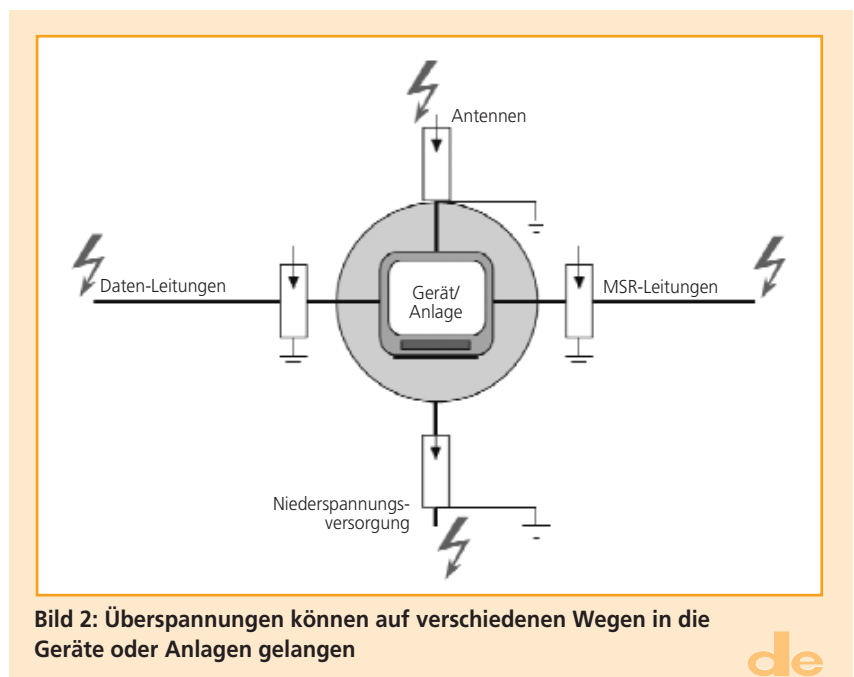
einrichtungen und Überspannungsschutzmaßnahmen. Die Abb. 19 der Norm (**Bild 1**) stellt die vorgeschlagenen Überspannungsschutzmaßnahmen dar. Im Bild 1 sieht man auch die geschirmte Generatorhauptleitung.

Ein grober Fehler und fast immer die wichtigste Schadensursache beschädigter PV-Anlagen ist der fehlende Potentialausgleich. Nehmen wir den vielfach zitierten Text aus der Norm [15], Abschnitt 6.7.1, Erdung und Potentialausgleich – er wurde auch schon mehrmals in der Zeitschrift »de« veröffentlicht. Er sagt Folgendes aus: »Solange die Ströme im Erdungssystem fließen und nicht in den elektronischen Schaltungen, hat dies keine schädlichen Auswirkungen. Liegen die Erdungssysteme

jedoch nicht auf gleichem Potential [en: not equipotential], beispielsweise dann, wenn sie sternförmig mit dem Erdungsanschluss verbunden worden sind, fließen überall hochfrequente Streuströme, d.h. auch auf den Signalleitungen. Die Geräte können gestört und sogar zerstört werden.«

### Elektronische Einrichtungen besonders gefährdet

Gerade das letzte Zitat „Die Geräte können gestört und sogar zerstört werden“ bestätigt eindrücklich die Gefahr von Beschädigungen der elektronischen Einrichtungen an PV-Anlagen. Wo immer elektronische Einrichtungen installiert sind, muss man



**Bild 2: Überspannungen können auf verschiedenen Wegen in die Geräte oder Anlagen gelangen**



auch die Installationen nach den Normen der DIN VDE 0800er-Reihe ausführen.

Das **Bild 2** stellt die Überspannungsschutzmaßnahmen für solche Geräte dar. Diese dienen nach Norm [14] Abschnitt 6.3.1:

»a) zum Schutz der Fernmeldeleitungen (Freileitungen, Luftpfeiler, Erdkabel, Zuführungskabel) und der mit ihnen in leitender Verbindung stehenden Geräte gegen Überspannungen infolge atmosphärischer Entladung, durch Einwirkungen aus benachbarten Starkstromanlagen und bei der Möglichkeit eines direkten Spannungsübertritts aus Starkstromanlagen,

b) zum Schutz von hochempfindlichen Bauelementen (elektronische Bauelemente, Halbleiterbauelemente und dergleichen) in Geräten, wobei die Schutzwirkung durch ein Zusammenwirken der Überspannungsschutzgeräte mit weiteren Schaltelementen erreicht wird (integrierter Schutz),

c) zum Herstellen eines Potentialausgleichs zwischen nicht zu Betriebsstromkreisen gehörenden, leitfähigen Anlageteilen, wenn die zwischen diesen Teilen möglichen Überspannungen aus betrieblichen Gründen nicht durch eine leitende Verbindung ausgeglichen werden können, installiert werden.«

## Beispiel Datenlogger

Im Bild 2 kann man sich z.B. einen Datenlogger der PV-Anlage als Gerät/Anlage vorstellen. In einem Einfamilienhaus ist ein Datenlogger normalerweise an eine Steckdose angeschlossen. Die PV-Paneele und der Generatoranschlusskasten sind z.B. mit einem Kreuzer geerdet – diese Konstellation findet man in der Praxis häufig vor. Hier können jedoch die Ausgleichsströme in einem Störfall (das kann auch ein Kurzschluss sein) nur über die Platine des Datenloggers fließen und ihn dann zerstören. Dieses Beispiel liefert uns eine weitere Begründung, warum die Erdungsanlage der PV-Anlage mit der Erdungsanlage der baulichen Anlage – dort per Potentialausgleich, wo die Auswertungstechnik (z.B. der Datenlogger) installiert ist – verbunden werden oder auch über eine gemeinsame Erdungsanlage verfügen muss.

Nach der Norm [14], Abschnitt 6.3.1, Buchstabe a muss man elektronische Einrichtungen schützen, weil sie an

einer gegen Kopplungen ungeschützten Fernmeldeleitung angeschlossen sind. Einen weiteren Grund für Überspannungsschutzmaßnahmen liefert die gleiche Norm [14] im Abschnitt 6.3.1, Buchstabe b. Dort findet sich der Hinweis darauf, dass elektronische Einrichtungen auf Überspannung hochempfindlich reagierende elektronische Bauelemente aufweisen. Und noch einen weiteren Grund liefert [14] im Abschnitt 6.3.1 Buchstabe c mit der Aussage, dass elektronische Einrichtungen an mehreren, nicht zu den Betriebsstromkreisen gehörenden Leitungen angeschlossen sind.

Dieses Beispiel verdeutlicht die Wichtigkeit von Überspannungsschutzmaßnahmen. Noch wichtiger ist auch der Potentialausgleich zwischen den einzelnen Stellen der baulichen Anlagen, wo die auf Überspannung emp-

findlichen elektronischen Einrichtungen installiert worden sind.

Weitere Informationen zum Potentialausgleich liefert DIN VDE 0100-712 [1], Abschnitt 712.413.1.2.1: es »... müssen metallene Konstruktionsstellen des PV-Generators direkt mit den Hauptleitungsklemmen oder der -schiene verbunden werden. Diese Verbindung erfordert einen örtlichen Erder und die Verwendung von Potentialausgleichsleitern mit einem Querschnitt in Übereinstimmung mit 543.1.3.«

## Schutzpotentialausgleich ausführen

In der DIN VDE 0100-712 [1], Abschnitt 712.413.1.2.2 ist festgehalten: »Wenn ein Gehäuse im Gleichspannungsbereich, einschließlich des Gehäuses des PV-Wechselrichters nicht der Schutzklasse II oder einer gleichwertigen Isolierung entspricht, muss ein zusätzlicher Potentialausgleich das leitfähige Gehäuse des Wechselrichters und berührbare fremde leitfähige Teile miteinander verbunden werden.«

In der DIN VDE 0100-712 [1], Abschnitt 712.54 findet sich hierzu folgender Hinweis: »Erdungsanlagen und Schutzleiter – Wenn Potentialausgleichsleiter errichtet werden, müssen sie parallel und in möglichst engen Kontakt mit Wechselstrom- und Gleichstromkabeln/Leitungen und Zubehör errichtet werden.« Die Aussage »Wenn Potentialausgleichsleiter errichtet werden...« bedeutet aber nicht, dass nach der Norm DIN VDE 0100-712 errichtet werden muss. Jedoch zum Zwecke der Schutzmaßnahmen für die Elektronik muss man den Potentialausgleich installieren.

Die neue DIN VDE 0100-712 [1], Abschnitt 712.54 Erdungsanlagen, Schutzleiter und Potentialausgleichsleiter sagt weiter aus: »Wenn Schutzpotentialausgleichsleiter errichtet werden, müssen Sie parallel und in möglichst engen Kontakt mit den DC- und AC-Kabeln/Leitungen und dem Zubehör errichtet werden.« Nur muss, wie schon oben geschrieben, bei der Photovoltaikanlage ein Schutzpotentialausgleich installiert werden. Er kann nur dann entfallen, wenn die Kabel/Leitungen genügend große Kabelschirme aufweisen, die mindestens beidseitig geerdet sind und nicht nur zur Schirmung, sondern auch als Potentialausgleich dienen. Die Norm DIN VDE 0100-712 [1] sagt im Abschnitt 712.444.4.4

## MEHR INFOS:

### Buch zum Thema

Kopecky, V.: EMV, Blitz- und Überspannungsschutz von A-Z, Sicher planen, prüfen und errichten, ISBN 978-3-8101-0209-6, [www.de-online.info/shop](http://www.de-online.info/shop)

### Fachbeiträge zum Thema

- Kopecky, V.: Ausschnitt aus der Seminarunterlage des Autors zum Thema PV-Anlagen zum Download als PDF unter: [www.de-online.info/archiv/2008/07/PV.pdf](http://www.de-online.info/archiv/2008/07/PV.pdf)
- Kopecky, V.: Überspannungsschutz als Verpflichtung, »de« 22/2007, S. 24 ff.
- Kopecky, V.: Planung – EMV-gerecht und tauglich für die Zukunft, »de« 5/2004, S. 34 ff.
- Baade, W.: Besondere Anforderungen an Blitzschutzsysteme, »de« 4/2007, S.26 f.
- Kern, A., Landers, E.-U., Scheibe, K., Zahlmann, P.: Die künftige deutsche Blitzschutznormung, fünfteiliger Beitrag in den »de«-Ausgaben 15-16/ 2006, S. 26 ff., 18/2006, S. 30 ff., 19/2006, S. 46 ff., 20/ 2006, S. 29 ff., 22/2006, S. 30 ff.
- Baade, W.: Richtlinie für den Einsatz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen, »de« 13-14/2005, S. 50 f., 18/2006, S. 30 ff.

### Link zum Thema

[www.emv-kopeccky.de](http://www.emv-kopeccky.de)

### Normen kaufen

[www.vde-verlag.de](http://www.vde-verlag.de)

hierzu aus: »Um Spannungen durch Blitzeinschläge zu verringern, muss die Fläche aller Leiterschleifen so gering wie möglich sein.«

### Leiterschleifen vermeiden

Das bedeutet, dass die Unterkonstruktion häufiger verbunden werden muss, damit keine großen Leitungsschleifen entstehen können.

Über die Problematik der Verringerung der Leiterschleifen wurde von Herrn H. Häberling in dem Vortrag »Interference voltages induced by magnetic fields of simulated lightning currents in photovoltaic modules and arrays. Proc. 17 EUPV Conference« in München, 2001, das Problem bekannt gegeben. Da der Vortrag in englischer Sprache vorliegt, möchte der Autor hier noch folgenden Vortrag erwähnen: Birkl, J.: 6. VDE/ ABB-Blitzschutztagung 2005, »Blitz- und Überspannungs-Schutz für Photovoltaik-Anlagen« (VDE Verlag GmbH Berlin Offenbach). In diesem Vortrag kommt zum Ausdruck, dass die Firma Dehn+Söhne im Hochspannungslabor nachgewiesen hat, dass Leiterschleifen für PV-Anlagen äußerst gefährlich sind.

Hier ein besonders aussagkräftiges Zitat aus dem Abschnitt 2.3.3, Versuchsergebnisse, dieses Vortrags: »Durch die Verwendung einer kurzgeschlossenen Leiterschleife (Reduktions-schleife) am rückseitigen Rand des Solarmoduls konnte eine Reduktion des induzierten Impulsstromes bis zu 35% abhängig von der Kollektortype nachgewiesen werden ... In die von den Anschlussleitungen gebildete Schleife können Impulsströme eingekoppelt werden, die sich bei ungünstiger Konfiguration zu den ins PV-Modul induzierten Impulsströmen addieren.«

### Literatur

- [1] DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712):2006-06; Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Solar-Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme
- [2] DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2):2006-10 Teil 2: Risiko-Management
- [3] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):2006-10 Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
- [4] DIN EN 62305-3 Beiblatt 2 (VDE 0185-305-3 Beiblatt 2):2007-01 Blitzschutz – Teil 3:

Schutz von baulichen Anlagen und Personen – Beiblatt 2: Zusätzliche Informationen für besondere bauliche Anlagen

- [5] DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4):2006-10 Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen
- [6] Alte Norm: DIN VDE 0100-410 (VDE 0100 Teil 410):1997-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Schutzmaßnahmen
- [7] Neue Norm: DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
- [8] Alte Norm: DIN VDE 0100-540 (VDE 0100 Teil 540):1991-11 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannung bis 1000 V; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel, Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter
- [9] Neue Norm: DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter
- [10] DIN VDE 0100 Teil 610 (VDE 0100 Teil 610): 2004-04 Errichten von Starkstromanlagen; Prüfungen – Erstprüfungen
- [11] DIN VDE 0800-1 (VDE 0800 Teil 1): 1989-5 Fernmeldetechnik; allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlage
- [12] Alte Norm: DIN EN 50310 (VDE 0800 Teil 2-310):2001-09 Anwendung von Maßnahmen für Potentialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik
- [13] Neue Norm: DIN EN 50310 (VDE 0800 Teil 2-310):2006-09 Anwendung von Maßnahmen für Potentialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik
- [14] DIN VDE 0800-10 (VDE 0800 Teil 10): 1991-3 Fernmeldetechnik; Übergangsfestlegungen für Einrichtung und Betrieb der Anlagen
- [15] DIN EN 50174-2 (VDE 0800 Teil 174-2): 2001-09 Installation von Kommunikationsverkabelung; Teil 2: Installationsplanung und praktiken in Gebäuden.
- [16] VdS 2010: 2005-07 (01) Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz; Richtlinien zur Schadenverhütung.

W.Kopecky,  
öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für EMV und  
Blitzschutzsysteme, Aachen



## Mehr Technik:

## mit MHH Solartechnik



Wir wissen, wo in puncto Komponenten der Sound abgeht. Denn wir komponieren Solarmodule, Wechselrichter und Montagesysteme zu einem System, das technisch so kongruent aufeinander abgestimmt ist, dass nur eines herausskommen kann: Top-Leistung! Anders gesagt: Bei der Planung und Beratung von Photovoltaikanlagen geht es um mehr als die Summe der Einzelteile. Was zählt, sind 17 Jahre Know-how, kombiniert mit dem Engagement unserer Techniker und Ingenieure. Mehr über uns, Technik und Partnerschaft erfahren Sie auf: [www.mhh-solartechnik.de](http://www.mhh-solartechnik.de)

