

## Der Blitzschutz von Gebäuden mit PV-Anlagen

### Am Anfang steht der Schaden oder der Neubau einer Anlage

Beim Neubau einer Photovoltaik- (PV-) Anlage (oder spätestens nach einem Blitzschaden) stellt sich die Frage, ob ein Blitzschutz für die PV-Anlage notwendig ist. Eine eindeutige Antwort kann darauf nicht gegeben werden: Eine Vielzahl von Faktoren beeinflussen die Entscheidung für oder gegen die Errichtung eines Blitzschutzsystems bzw. die Art des Überspannungsschutzes.

### Wie entsteht eine Blitzentladung ?

Die Ursache allen Übels ist die Blitzentladung. Durch die damit verbundenen hohen Ströme kommt es erst zu den Beschädigungen. Die Voraussetzung für die Entstehung eines Gewitters dabei ist, dass sich elektrisch geladene Teilchen zunächst trennen. Hervorgerufen wird dies durch einen Transport von warmer Luft mit ausreichender Feuchtigkeit in große Höhen. Durch elektrostatische Ladungstrennungs-Prozesse werden die Wasser- bzw. Eisteilchen durch Reibung aufgeladen. Angetrieben wird dieser Vorgang durch einen vertikalen Auftrieb von Luftmassen. Die leichteren, meistens positiv geladenen Teilchen werden dabei nach oben transportiert, die schwereren zumeist negativen Teilchen verbleiben weiter unten.

Dabei findet eine großvolumige elektrostatische Aufladung statt. Die dabei entstehenden elektrischen Felder können eine Stärke von einigen 100 kV/m erreichen. Wenn die Feldstärke einen kritischen Wert überschritten hat, kommt es zu Entladungen innerhalb der Wolke oder zwischen den Wolken. Das sind in der Regel ungefährliche Entladungen. Aber auch zwischen Wolken und Erde baut sich aufgrund von Influenz (Ladungsträgerverschiebung) eine sehr große Spannung auf. Bild 1 zeigt das Phänomen.

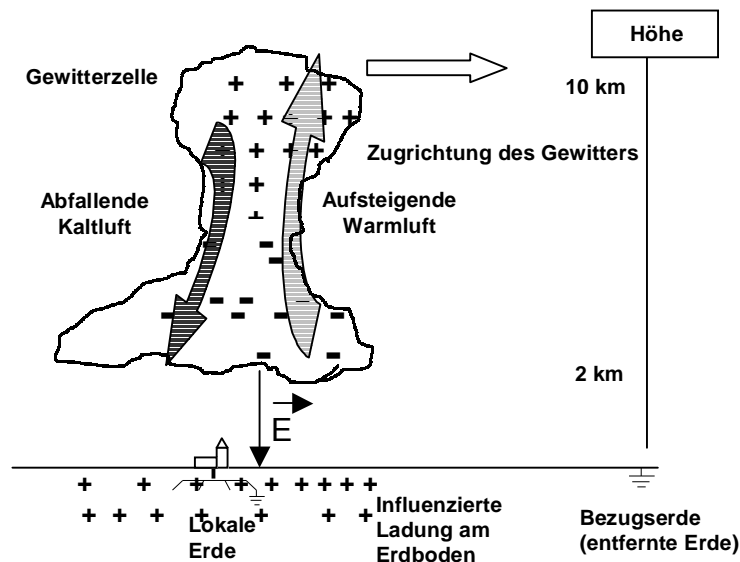


Bild 1: Aufbau einer typischen Gewitterzelle

Ist die elektrische Feldstärke an einer Stelle in der Gewitterwolke groß genug, geht von dort ein sog. Leitblitz in Richtung Erdboden aus. Kommt dieser Leitblitz dem Erdboden oder einer exponierten Stelle näher, gehen von dieser Stelle aus sog. Fangentladungen Richtung Leitblitz aus. Treffen sich Leitblitz und Fangentladung, kommt es zur Hauptentladung. Hierbei können Ströme bis zu mehreren 100 kA fließen. Bild 2 zeigt eine solche Entladung über einer Großstadt.



Bild 2: Blitzentladung über einer Großstadt

### Welche Auswirkungen hat ein Blitzeinschlag ?

PV-Anlagen können sowohl durch direkte als auch durch nahe Blitzeinschläge gefährdet werden. Durch die dabei auftretenden hohen Spannungen und sehr großen Ströme entstehen elektrische und magnetische Felder, die PV-Anlagen stark bedrohen können. Die Bedrohungsfälle können aufsteigend unterschieden werden in:

- Ferneinschläge (> 1000m) – hierbei kommt es meist nur zu kapazitiven Einwirkungen, die in der Regel nicht gefährlich sind.
- Naheinschläge (< 500m) – hierbei induzieren die großen magnetischen Felder Überspannungen in den elektrischen Installationsschleifen, die Schäden verursachen können.
- Indirekte Einschläge – hierbei fließen Blitzteilströme, die große Schäden hervorrufen können, über die elektrischen Installationen bzw. Versorgungsleitungen.
- Direkteinschläge – hierbei fließt der Blitzstrom, sofern kein Blitzschutzsystem vorhanden ist, über die hauseigenen Installationen, die dadurch i.d.R. zerstört werden; auch starke mechanische Zerstörungen und Brände sind nicht auszuschließen.

Die Bilder 3 und 4 zeigen Schäden eines direkten Blitzeinschlages in Gebäude ohne PV-Anlagen.



Bild 3: Zerstörte Elektroinstallation



Bild 4: Abgebranntes Gebäude

### Wie kann man sich dagegen schützen ?

Es gibt zwei sich gegenseitig ergänzende Maßnahmenpakete, ein Gebäude und damit auch die PV-Anlage zu schützen: die Installation eines Äußeren und eines Inneren Blitzschutzes:

- Der Äußere Blitzschutz hat die Aufgabe, den direkten Blitzeinschlag abzufangen und den Blitzstrom über die Ableitungen und die Erdungsanlage in das Erdreich abzuleiten.
- Der Innere Blitzschutz hingegen hat die Aufgabe, die Gefahr von Überspannungen im Gebäude zu reduzieren.

### Der Äußere Blitzschutz

Der Äußere Blitzschutz soll den Blitz an vorgegebenen Einschlagpunkten einfangen und den Blitzstrom über i.d.R. mehrere Ableitungen um das zu schützende Objekt herum ins Erdreich führen. Als Fangeinrichtungen dienen lange leitfähige Fangstangen, die das zu schützende Objekt überragen, oder maschenförmige Fangleitungen über der zu schützenden Fläche. Unterhalb der Fangeinrichtungen ergeben sich Schutzräume, in die keine direkten Blitzeinschläge mehr möglich sind. Hier hinein müssen die zu schützenden Objekte positioniert werden. Die Fangeinrichtungen sind über Ableitungen mit der Erdungsanlage verbunden. Damit wird ein leitfähiger Übergang für die Blitzströme ins Erdreich realisiert. Bild 5 zeigt eine Variante des Äußeren Blitzschutzes für eine PV-Anlage und eine kleines Gebäude mit Fangstangen.

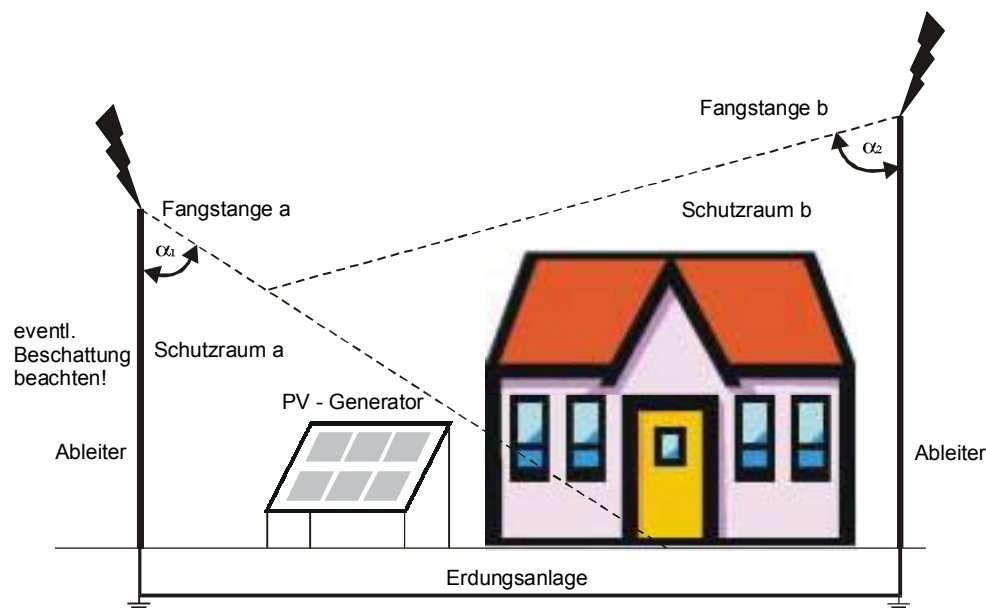


Bild 5: Schutz vor direkten Blitzeinschlägen mit Hilfe von Fangstangen.

Die Schutzräume sind von diversen Faktoren abhängig und können nach der Vornorm DIN V VDE V 0185 Teil 3: 2002 [1] ermittelt werden. Für genaue Aussagen und insbesondere bei geometrisch komplexeren Gebäuden und Anlagen hat sich das sog. „Blitzkugelverfahren“ zur Bestimmung der einschlaggefährdeten Punkte als praktikabel erwiesen [2]. Hierbei ist der sich nähernde Blitzkanal (Leitblitz) der Mittelpunkt der gedachten „Blitzkugel“ (Bild 6). Die aufgrund des sich nähernden Blitzkanals auftretenden Fangentladungen starten von Punkten, die ihm räumlich am nächsten liegen. Diese Punkte sind potentiell einschlaggefährdet. An diesen Punkten müssen Fangleitungen oder Fangstangen positioniert werden. Die Größe der „Blitzkugel“ und die konkrete Ausführung wird durch die gewählte Blitzschutzklasse bestimmt. Es gibt nach DIN V VDE V 0185 Teil 3 insgesamt vier Schutzklassen mit steigenden „Blitzkugel“-Radien von 20m / 30 m / 45m / 60m.



Bild 6: Blitzkugelverfahren

### Der Innere Blitzschutz

Der Innere Blitzschutz umfasst die Gesamtheit aller Maßnahmen gegen die Auswirkungen des Blitzstromes und seiner elektrischen und magnetischen Felder auf metallene Installationen und elektrische Anlagen im Bereich der baulichen Anlage bzw. des zu schützenden Volumens.

Kernstück des Inneren Blitzschutzes ist der Blitzschutz-Potentialausgleich. Dieser verhindert bei einem Blitzeinschlag unkontrollierte Überschläge in den Gebäudeinstallationen infolge des Spannungsabfalls am Erdungswiderstand. Im Rahmen des Blitzschutz-Potentialausgleiches werden alle metallenen Installationen (Gas- und Wasserleitungen, ...), die elektrischen Anlagen (energie- und informationstechnische Leitungen), das Blitzschutzsystem und die Erdungsanlage über Leitungen, Trennfunkstrecken und Blitzstrom-Ableiter miteinander verbunden. Da der direkte Anschluss von energie- und informationstechnischen Leitungen an die Erdungsanlage nicht möglich ist, werden dort spezielle Schutzgeräte eingesetzt. Diese sog. Blitzstrom-Ableiter ermöglichen den Einbezug von aktiven Leitern in den Blitzschutz-Potentialausgleich (Bild 7).

Die Blitzstrom-Ableiter in der Energietechnik werden bei hohen Spannungsdifferenzen zwischen PE und aktiven Leitern kurzzeitig leitend und verhindern hohe Spannungsunterschiede und damit unkontrollierte Überschläge in der Elektroinstallation. Dabei fließen hohe Blitzteilströme (bis zu 100 kA, 10/350  $\mu$ s) über die jeweiligen Ableiterpfade, welche vom Ableiter selbst und auch von der Installation beherrscht werden müssen. Nach dem Ableitvorgang wird der Blitzstrom-Ableiter wieder hochohmig (mehrere M $\Omega$ ) und geht in seinem „Ruhezustand“ über. Durch den Blitzstrom-Ableiter werden die Spannungen typischerweise auf das 6- bis 15-fache der Nennbetriebsspannung (abhängig vom Schutzpegel) begrenzt.

Die Blitzstrom-Ableiter existieren leider üblicherweise nur für Wechselspannungen, decken also die Bedürfnisse auf der Gleichstromseite für PV-Anlagen nicht zufriedenstellend ab.



Bild 7: Blitzstrom-Ableiter von Dehn (Ableiter Klasse B)



Bild 8: Überspannungs-Ableiter von Dehn (Ableiter Klasse C)

Zum Schutz von Endgeräten werden den Blitzstrom-Ableitern noch Überspannungs-Ableiter nachgeschaltet (Bild 8). Diese Überspannungs-Ableiter reduzieren sowohl die verbleibende Überspannung nach dem Blitzstrom-Ableiter als auch Überspannungen aus Ferneinschlägen oder aufgrund von Induktionseffekten. Wichtig dabei ist eine ausreichende Entkopplung der Blitzstrom- und Überspannungs-Ableiter. Hierbei kommen unterschiedliche Prinzipien zum Einsatz; detaillierte Hinweise dazu finden sich in den Katalogen der Hersteller. Moderne Kombi-Ableiter vereinen die Funktionen der Blitzstrom- und Überspannungs-Ableiter und besitzen bereits einen sehr niedrigen endgeräteverträglichen Schutzpegel. Die Kombi-Ableiter stellen die oben genannte Ableiterkombination in sehr kompakter Bauform dar und vereinfachen die fachgerechte Montage für den Installateur erheblich. Die konventionelle Behandlung der Gebäudeeinspeisung (mit separaten Blitz- und Überspannungsableitern, inklusive ihrer Entkopplungsinduktivitäten) ist in Bild 9 zu sehen. Blitzstromableiter sind hier notwendig, da Blitzteilströme auch von außen her in das Gebäude getragen werden können.

Ableitung äußerer Blitzschutz

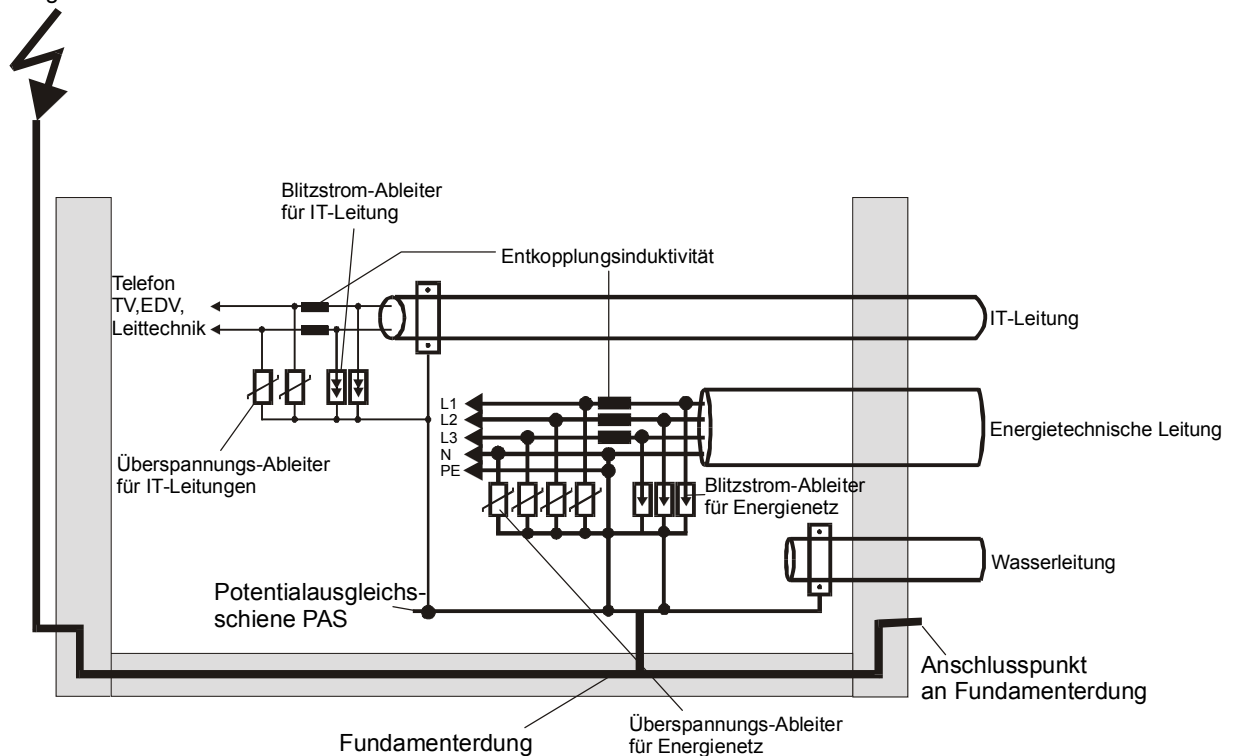


Bild 9: Blitzschutz-Potentialausgleichsmaßnahmen am Gebäudeeintritt

### Wie sollte ein Gesamtschutz für eine PV-Anlage aussehen ?

Generell erhöht eine PV-Anlage auf dem Dach eines Gastgebäudes nicht die Gefahr eines Blitzeinschlags. Durch die PV-Anlage wird die Höhe des Gastgebäudes nicht oder nur marginal verändert. Dies gilt sowohl für Satteldächer wie auch für Flachdächer. Im Falle von Flachdächern ist jedoch festzustellen, dass Blitzeinschläge hier bevorzugt aus der Dachfläche herausragende Dachaufbauten treffen, beispielsweise also die PV-Module (Bild 10). Dies gilt es zu verhindern.

Der Blitzschutz für eine PV-Anlage erfordert einen Schutz gegen direkte Blitzeinschläge und weitergehende Überspannungs-Schutzmaßnahmen zum Schutz der Anlagenkomponenten. Die PV-Anlagen können grob unterteilt werden in diejenigen, für die ein Schutz vor direkten Blitzeinschlägen möglich ist oder bereits existiert (es sind also keine direkten Blitzeinschläge in die PV-Anlage möglich), und solche, die nicht in einem Schutzbereich stehen, damit also direkten Blitzeinschlägen bzw. erheblichen Blitzteilströmen ausgesetzt sind. Weist das Gastgebäude bereits einen Äußeren Blitzschutz auf, so muss sich die PV-Anlage darin einpassen. Dies gilt insbesondere auch für Gebäude der öffentlichen Hand, bei denen einerseits z.B. in den Landesbauordnungen ein Blitzschutzsystem gefordert wird, die aber andererseits vermehrt für die Errichtung einer PV-Anlage zur Verfügung gestellt werden.



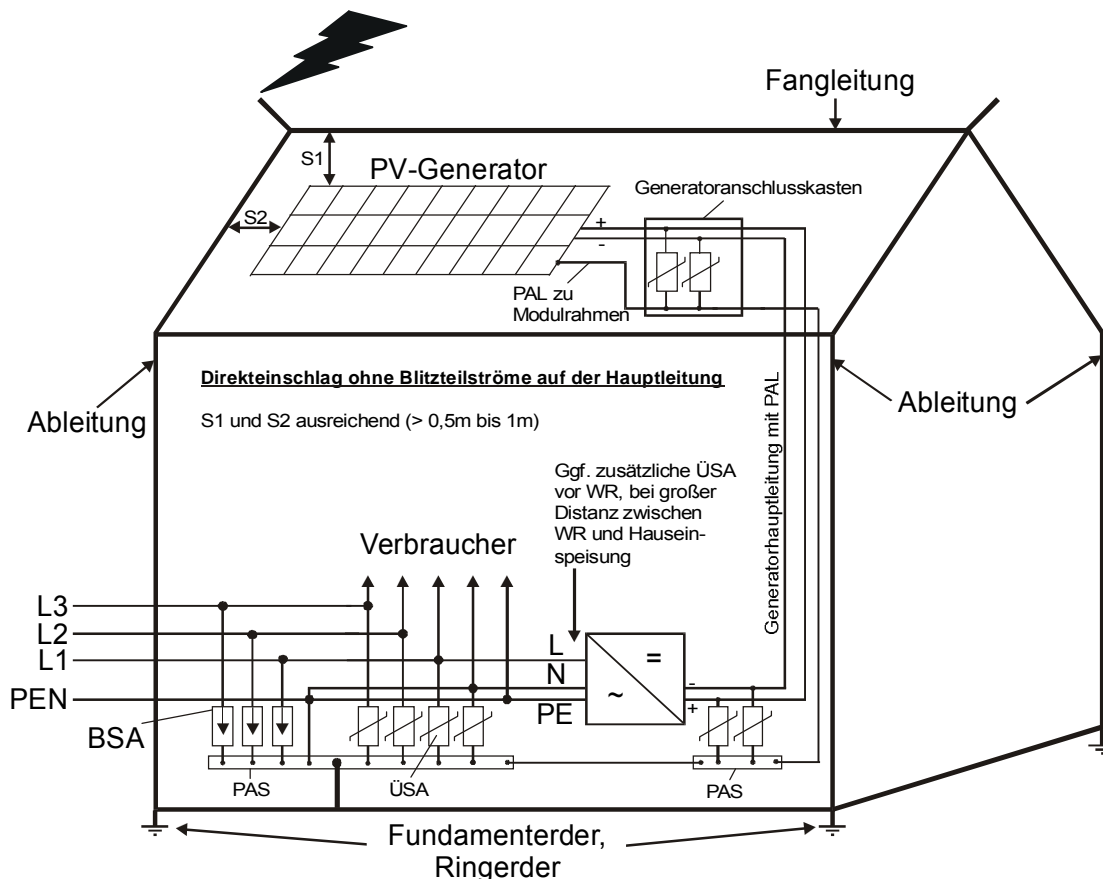


Bild 10: PV-Anlage auf Flachdach (Bibliothek des Forschungszentrums Jülich)

### Übersicht des Schutzes bei PV-Anlagen, die keinen direkten Blitzeinschlägen ausgesetzt sind (keine Blitzteilströme auf der Generatorhauptleitung)

Ein direkter Einschlag in ein PV-Modul sollte grundsätzlich vermieden werden, da er die Zerstörung des Moduls und der restlichen PV-Anlage, eventuell verbunden mit einer Beeinträchtigung des Gastgebäudes, nach sich ziehen kann. Auch wenn dieses Ereignis statistisch gesehen selten eintritt, muss es mit in die Überlegungen einbezogen werden [3]. Dies kann durch die Installation eines Äußeren Blitzschutzes bzw. die Errichtung der PV-Anlage im Schutzbereich eines solchen erreicht werden. Falls es zu einem direkten Blitzeinschlag in das Gastgebäude kommen sollte, ist die PV-Anlage vor Blitzteilströmen sicher, wenn sie sich vollständig im Schutzbereich der Fangeinrichtung befindet und ein Sicherheitsabstand von ca. 0,5m - 1m gewährleistet ist (eine genauere Berechnung ist nach DIN V VDE V 0185 Teil 3: 2002 [1] möglich). In diesem Fall sind nur jeweils zwei Überspannungs-Ableiter im Generatoranschlusskasten und am Gleichspannungseingang des Wechselrichters notwendig. Eventuell sind derartige und ausreichend dimensionierte Schutzgeräte bereits werksseitig am Gleichspannungseingang des Wechselrichters vorhanden. Dies ist vorher abzuklären.

Es wird empfohlen, den Modulrahmen in jedem Falle mit in den Potentialausgleich einzubeziehen. Dazu wird eine Potentialausgleichsleitung (PAL) zusammen mit der Hauptleitung zum Generator geführt. Zum Schutz der Geräte im Haus sind an der Energienetz-Einspeisung Blitzstrom-Ableiter (BSA) für alle Phasen zu installieren. Des weiteren wird je nach Art des Netzes der eingeführte Schutzleiter (PE) und ggf. der Neutralleiter (N) auf direktem Wege niederimpedant mit der Potentialausgleichsschiene (PAS) verbunden. In einigen Metern Abstand oder über Entkopplungs-induktivitäten abgetrennt sind ggf. zusätzliche Überspannungs-Ableiter (ÜSA) zum weiteren Schutz der Geräte vorzusehen. Telekommunikations-, Gas- und Wasserleitungen sind ebenfalls zu behandeln. Diesen Basisschutz, der noch individuell komplettiert werden muss, zeigt Bild 11 beispielhaft für ein sogenanntes TN-C-S-System des Energienetzes. Bei größeren Distanzen zwischen Wechselrichter und Hauseinspeisung können ggf. noch zusätzliche Überspannungs-Ableiter direkt vor dem Wechselrichter zu dessen Schutz erforderlich sein.



**Bild 11:** Basisschutz, wenn keine Blitzteilströme auf der Hauptleitung fließen, d.h. die PV-Anlage im Schutzbereich einer Fangeinrichtung installiert ist.

### Übersicht des Schutzes bei PV-Anlagen, die direkten Blitzeinschlägen ausgesetzt sind (Blitzteilströme auf der Generatorhauptleitung)

Wird der o.g. Sicherheitsabstand nicht eingehalten (**Bild 12**), oder befinden sich die PV-Module nicht im Schutzbereich einer Fangeinrichtung, so sind Blitzteilströme auf der Generatorhauptleitung unvermeidlich. In diesem Fall muss zunächst sichergestellt sein, dass die Modulrahmen den mechanischen Belastungen des direkten Einschlags standhalten. Weiterhin müssen die Modulrahmen an die Fangeinrichtungen, sofern vorhanden, blitzstromfest angeschlossen werden. Schließlich müssten spezielle Blitzstrom-Ableiter sowohl im Generatoranschlusskasten wie auch vor dem Gleichspannungseingang des Wechselrichters installiert werden, um die Blitzteilströme gezielt auf die Leitung einzuführen und sie vor dem Wechselrichter definiert auf das Potentialausgleichssystem einzuleiten. Leider sind diese Schutzgeräte nicht in ausreichendem Maße für alle Bedürfnisse auf der Gleichspannungsseite verfügbar.

Eine sinnvolle ökonomische und technische Alternativ-Lösung zur Installation von Blitzstrom-Ableitern bietet hier die geschirmte Generatorhauptleitung, wie sie in der Schweiz bereits flächendeckend Realität ist [3]. Die Schirmung einer derartigen Leitung muss ausreichend dimensioniert sein (mindestens  $16\text{mm}^2$ ), um den Belastungen der Blitzteilströme standzuhalten. Die Schirmung muss an beiden Enden mit speziellen Kabelverschraubungen an Modulgehäuse und Potentialausgleichsschienen angeschlossen werden. Dazu sind geschlossene Metallgehäuse von Vorteil. So kann der Blitzteilstrom über Generatorgestell, Metallanschlusskästen und Schirmung abfließen. Dadurch können die Blitzstrom-Ableiter eingespart werden. Überspannungs-Ableiter sind ggf. noch wegen der weiter vorhandenen induktiven Einkopplungen in den PV-Modulen und den Kabelanschlüssen und wegen der Längsspannung an der Generatorhauptleitung beidseitig notwendig. Falls der ganze Blitzstrom geführt werden muß, weil keine Fangeinrichtung vorhanden ist, dann ist eine Entlastungsleitung vorzusehen, wenn der Schirmquerschnitt kleiner  $16\text{mm}^2$  ist.



**Bild 12:** PV-Anlage mit nicht ausreichendem Sicherheitsabstand zur Fangeinrichtung (Montagefehler!)

Die Mehrkosten einer solchen geschirmten Generatorhauptleitung sind im Vergleich zu einer Standardleitung marginal. Die typischen Anforderungen erfüllt weitgehend z.B. das sog. RADOX 125 Kabel der Firma HUBER+SUHNER AG aus der Schweiz. Lediglich der Schirmquerschnitt ist mit  $10 \text{ mm}^2$  u. U. nicht ausreichend blitzstromtragfähig (eventuell zusätzliche Entlastungsleitung legen!). Die Verwendung geschirmter Kabel hat im Hinblick auf die EMV-Problematik den Vorteil, dass die Abstrahlung elektromagnetischer Störungen von der Generatorhauptleitung deutlich reduziert wird. Den Aufbau des RADOX 125 Kabels zeigt **Bild 13**. Die Vorteile, gepaart mit der guten UV-Beständigkeit des Kabels und seiner doppelten Isolation, führen dazu, dass die Verwendung dieses Kabels sehr zu empfehlen ist. Der Basisschutz einer PV-Anlage mit einer geschirmten Generatorhauptleitung ist in **Bild 14** dargestellt, wiederum beispielhaft für ein sogenanntes TN-C-S-System des Energienetzes.



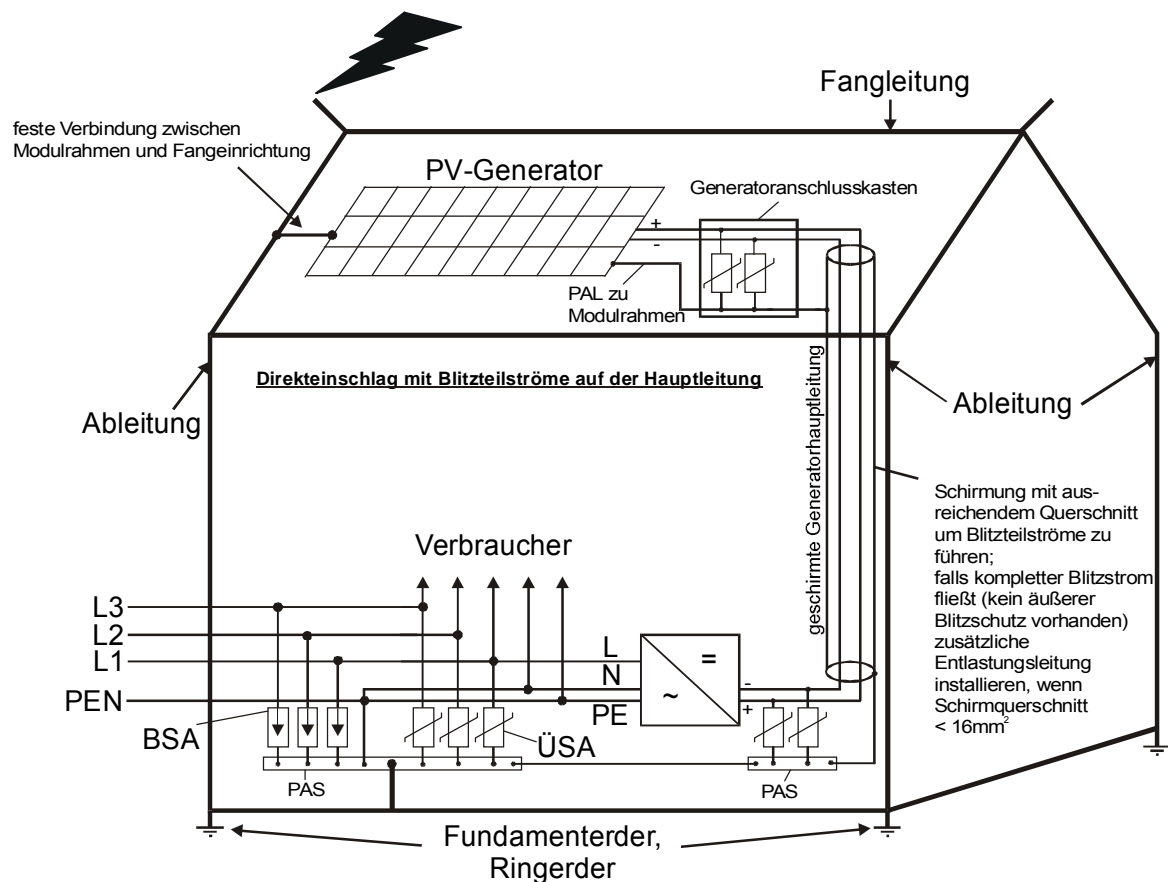
1. Leiter: Kupfer verzinkt nach IEC 228, Klasse 5
2. Isolation: RADOX 125 Aderfarben rot und blau
3. Schirm: Kupfer-Geflecht verzinkt, Querschnitt  $10 \text{ mm}^2$
4. Mantel: RADOX 125 schwarz

**Bild 13:** Aufbau des RADOX 125 Kabels.

**Ergänzender Hinweis:**

Auch im Falle eines Generators, der sich im Schutzbereich von Fangeinrichtungen befindet, ist die Verwendung eines geschirmten Kabels sehr zu empfehlen. Der Installationsaufwand reduziert sich, da nur eine Leitung verlegt werden muss.





**Bild 14:** Basisschutz, wenn Blitzteilströme auf der Hauptleitung fließen können, d.h. die PV-Anlage direkten Blitzeinschlägen ausgesetzt ist oder die erforderlichen Sicherheitsabstände nicht eingehalten werden.



**Bild 15:** PV-Anlagen-Verkabelung in teilweise geschlossener Kabelwanne (PV-Anlage auf Bibliothek Forschungszentrum Jülich).

Handelt es sich um eine größere PV-Anlage, so muss nicht jede Generatorhauptleitung einzeln geschirmt ausgeführt sein. Hier können alternativ die ungeschirmten Leitungen in einer geschlossenen und damit geschirmten Kabelwanne verlegt werden, wie es in Bild 15 grundsätzlich dargestellt ist.

### Wie soll man nun vorgehen?

**Grundsätzlich gilt, dass die Begutachtung und die Realisierung von Maßnahmen des äußeren und inneren Blitzschutzes immer in die Hand von Experten gehören. Ein nicht den Normen entsprechend installiertes Schutzsystem kann die Gefahr von Schäden bei einem Blitzeinschlag sogar erhöhen! Arbeiten an spannungsführenden Teilen der Anlage können zu gefährlichen Verletzungen führen!**

Auch bei der Entscheidung, ob ein Blitzschutz für eine PV-Anlage erforderlich ist, sollte der Rat von Fachleuten eingeholt werden. Die Analyse sollte anhand der neuen Vornorm DIN V VDE V 0185 Teil 2: 2002 [4] durchgeführt werden. In dieser Vornorm werden die Auswirkungen naher Blitzeinschläge mit berücksichtigt. Damit ist eine quantitative Bewertung des Blitzschadensrisikos für bauliche Anlagen möglich. Früher wurde häufig allein aus subjektiven Überlegungen heraus die Entscheidung für oder gegen Blitzschutzmaßnahmen getroffen. Die DIN V VDE V 0185 Teil 2 bietet nun eine objektive Entscheidungshilfe, welche Maßnahmen in welchem Umfang zu realisieren sind. Die hieraus resultierenden Maßnahmen beziehen sich sowohl auf den Äußeren wie auch auf den Inneren Blitzschutz.

Allgemein ergibt sich das Risiko R für einen Blitzschaden aus der Beziehung:

$$R = N \cdot P \cdot \delta$$

mit: N = Häufigkeit eines Blitzeinschlages in die jeweils zu betrachtende Fläche;  
P = Schadenswahrscheinlichkeit;  
 $\delta$  = Schadensfaktor zur quantitativen Bewertung der Schäden.

Zum einfacheren Verständnis, was die drei Parameter aussagen, kann man sich ihnen mit den folgenden Fragen nähern:

- N: Wie viele Blitzeinschläge treten pro Jahr in der zu betrachtenden Fläche auf?
- P: Mit welcher Wahrscheinlichkeit richtet ein Blitzeinschlag einen ganz bestimmten Schaden an?
- $\delta$ : Welche Auswirkungen (Schadenshöhe, Ausmaß, Konsequenzen) hat ein ganz bestimmter Schaden?

Die Aufgabe der Risikoabschätzung umfasst also die Bestimmung der drei Parameter N, P und  $\delta$  für alle relevanten Risiko-Komponenten. Dabei sind viele Einzelparameter zu ermitteln und festzulegen. Über einen Vergleich des so ermittelten Risikos R mit einem akzeptierbaren Risiko  $R_a$  können dann Aussagen über die Erfordernisse und die Dimensionierung von Blitzschutzmaßnahmen getroffen werden. Die konkrete Berechnung und Durchführung ist jedoch ziemlich aufwendig. Hierbei hilft die von der Firma AixThor Ingenieurgesellschaft mbH Aachen entwickelte Software-Lösung. Es entfallen die eigenständigen und aufwendigen Rechnungen. Der Anwender kann unter Zuhilfenahme von Auswahlmenüs die technisch/wirtschaftlich ausgewogene Lösung für den Blitzschutz eines Gebäudes bzw. einer PV-Anlage individuell erstellen. Die hieraus resultierenden Maßnahmen beziehen sich sowohl auf den Äußeren wie auch auf den Inneren Blitzschutz.

Kann oder soll eine solche detaillierte Analyse nicht durchgeführt werden, so kann zu einer ersten, naturgemäß groben Orientierung, ob und welche Maßnahmen zu ergreifen sind, die folgende Entscheidungsmatrix benutzt werden (Bild 16):

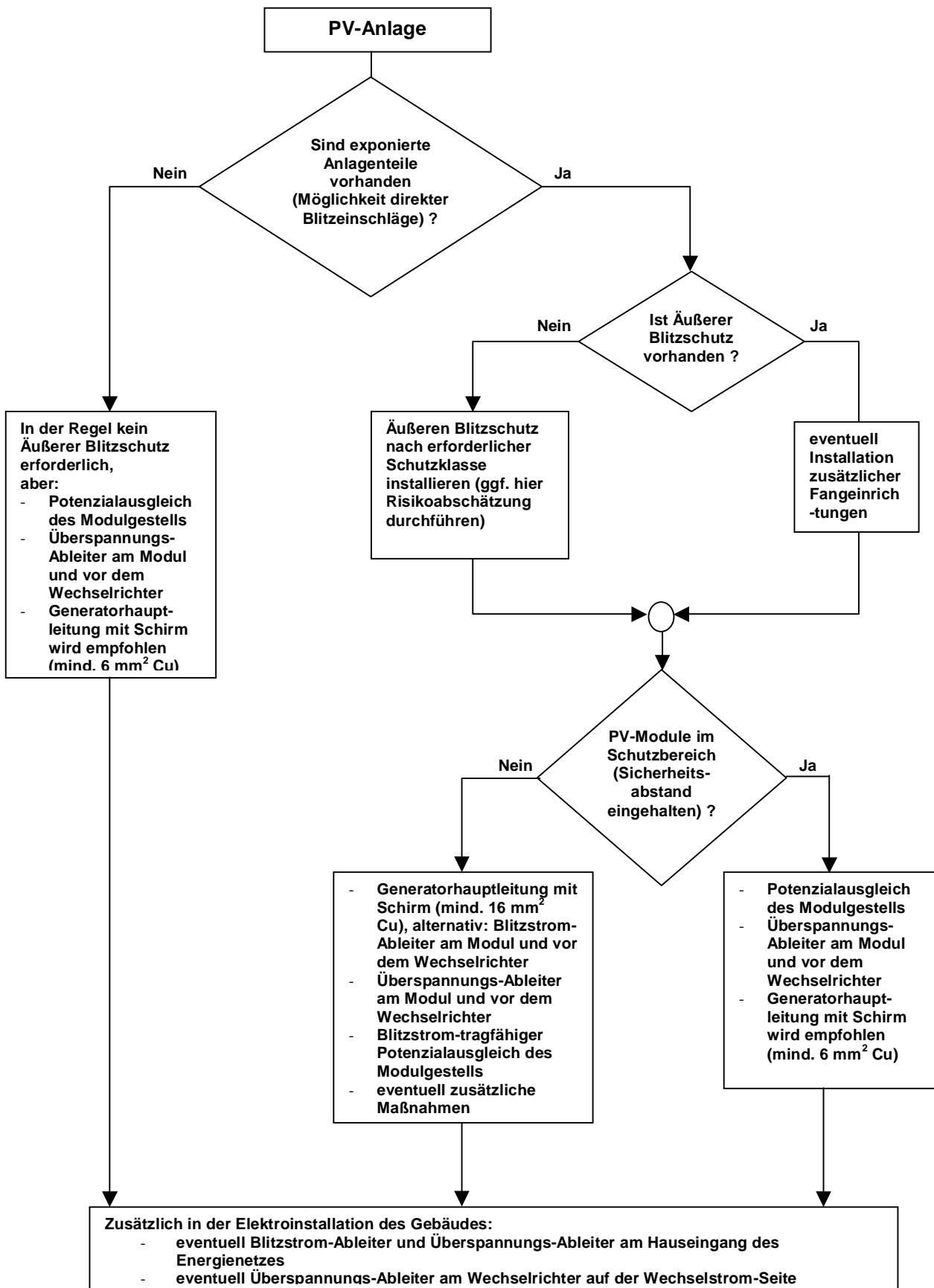


Bild 16: Einfaches Flußdiagramm als Entscheidungshilfe für die Art von Schutzmaßnahmen

## Verbesserung des Inneren Blitzschutzes durch das Blitzschutzzonen-Konzept

Weitere Klarheit über das Ausmaß der Überspannungsmaßnahmen innerhalb der einzelnen Gebäude- bzw. Anlagenteile kann auch die Planung nach dem sog. Blitzschutzzonen-Konzept nach DIN V VDE V 0185 Teil 4: 2002 [5] geben. Es klassifiziert das Gebäude nebst Dachaufbauten in Gefährdungszonen hinsichtlich direkten und indirekten Blitzeinschlags. Durch die Gliederung ergeben sich Gefährdungsbereiche, "Blitzschutzzonen" (BSZ) genannt, mit unterschiedlich starken, elektromagnetischen Einwirkungen. Die Zonen werden allgemein grob wie folgt unterteilt:

### **BSZ 0<sub>A</sub>:**

Alle Gegenstände und Einrichtungen sind dem direkten Blitzeinschlag ausgesetzt und müssen deshalb den gesamten Blitzstrom verkraften können. Hier wirkt das ungedämpfte elektromagnetische Feld.

### **BSZ 0<sub>B</sub>:**

Die Gegenstände und Einrichtungen sind keinem direkten Blitzeinschlag ausgesetzt. Es tritt allerdings das ungedämpfte elektromagnetische Feld auf und der (gesamte) Blitzstrom kann hindurchfließen.

### **BSZ 1:**

Die Gegenstände und Einrichtungen sind nicht dem direkten Blitzeinschlag ausgesetzt. Die noch fließenden Ströme sind im Vergleich zu Zone 0<sub>A</sub> und 0<sub>B</sub> reduziert. In Abhängigkeit der Qualität von Schirmungsmaßnahmen sind die elektromagnetischen Felder reduziert.

### **BSZ 2 und höher:**

In den Zonen höher Ordnung sind immer im Vergleich zu den vorherigen Zonen die Ströme und elektromagnetischen Felder weiter reduziert.

An der Zonengrenze von 0<sub>A</sub> nach 0<sub>B</sub> sind alle Leitungen in den Blitzschutz-Potentialausgleich einzubeziehen. An jeder weiteren Zonengrenze ist ein entsprechender, weiterer, örtlicher Potentialausgleich vorzunehmen. Es lassen sich im Prinzip beliebig viele Blitzschutzzonen realisieren. Die einzelnen Schutzzonen werden durch Schirme des Gebäudes, der Räume und der Geräte unter Ausnutzung vorhandener metallener Strukturen gebildet. Zusammen mit den Blitzschutzelementen gegen die leitungsgebundenen Störgrößen sollen sie die von außen auf die bauliche Anlage wirkenden Störeinflüsse auf für das System ungefährliche Felder, Spannungen und Ströme mindern. Die Numerierung der Schutzzonen erfolgt entsprechend der Bedämpfung der elektromagnetischen Blitzfelder. Eine Bedämpfung des elektrischen und magnetischen Feldes an den Schutzzonengrenzen wird durch Schirmung erzielt. Dies kann beispielsweise eine Raumschirmung, die mit Hilfe der Stahlarmierungen in den Decken und Wänden verwirklicht wird, sein. Je höher die Blitzschutzzone, desto geringer sind die feld- und leitungsgebundenen Störeinflüsse auf das zu schützende System. Somit können besonders empfindliche Anlagenteile gut geschützt werden, während weniger empfindliche Bereiche einen geringeren und damit kostengünstigeren Schutz erhalten.

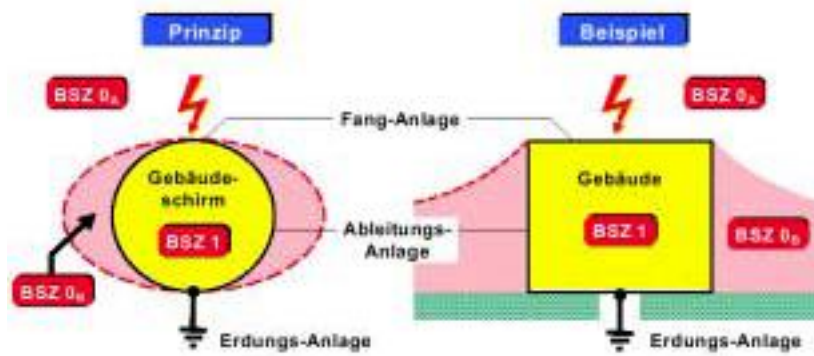


Bild 18: Prinzipieller Aufbau der Blitzschutzzonen

## Literaturverzeichnis

- [1] DIN V VDE V 0185 Teil 3: 2002: Blitzschutz - Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen.
- [2] ABB-Veröffentlichung „Der Blitzschutz in der Praxis“ - Merkblatt 7: Das „Blitzkugel“-Verfahren.
- [3] Häberlin, H.: Blitzschutz von Photovoltaik-Anlagen, Teil 1 – 6. Elektrotechnik 4/2001 – 10/2001
- [4] DIN V VDE V 0185 Teil 2: 2002: Blitzschutz - Teil 2: Risiko-Management: Abschätzung des Schadensrisikos für bauliche Anlagen.
- [5] DIN V VDE V 0185 Teil 4: 2002: Blitzschutz - Teil 4: Schutz von elektrischen und elektronischen Systemen in Gebäuden.
- [6] Hasse, P.; Wiesinger, J.: Handbuch für Blitzschutz und Erdung. 4.Auflage 1993, Pflaum Verlag München / VDE-Verlag Berlin-Offenbach, ISBN 3-7905-0657-5
- [7] Hasse, P.; Wiesinger, J.: EMV Blitz-Schutz-zonen-Konzept. 1994, Pflaum Verlag München / VDE-Verlag Berlin-Offenbach, ISBN 3-7905-0670-2

## Bilderquellen

Bilder 1,3-5,9-10,12,16	Fachhochschule Aachen, Abteilung Jülich
Bild 2	<a href="http://www.meteoros.de/light/blitz.htm">http://www.meteoros.de/light/blitz.htm</a>
Bild 6	ABB-Veröffentlichung „Der Blitzschutz in der Praxis“ – Merkblatt 7: Das „Blitzkugel“- Verfahren
Bilder 7-8	<a href="http://www.dehn.de">http://www.dehn.de</a>
Bilder 11,14	Häberlin, H.: Blitzschutz von Photovoltaik-Anlagen, Teil 6. Elektrotechnik 10/2001
Bild 13	<a href="http://www.hubersuhner.com">http://www.hubersuhner.com</a>
Bild 17	Dehn und Söhne Informations CD Version 3.1

Für weitere Fragen zum Themengebiet wenden Sie sich bitte an die:

Fachhochschule Aachen  
Abteilung Jülich  
Labor für Hochspannungstechnik und Elektromagnetische Verträglichkeit  
Ginsterweg 1  
52428 Jülich

### Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Alexander Kern  
Tel: 02461-993042  
Fax: 02461-993262  
a.kern@fh-aachen.de

Dipl.-Ing. Frank Krichel  
Tel.: 02461-993231 oder –993167  
Fax.: 02462-993260  
frank.krichel@gmx.de

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.