

Hüthig & Pflaum Verlag
München/Heidelberg
www.online-de.de

de

Der Elektro- und Gebäudetechniker

Sonderdruck
aus »de« 6/2004



Sicherer Überspannungsschutz
Ein gutes Konzept beginnt bereits
beim äußeren Blitzschutz.

OBO
BETTERMANN

Sicherer Überspannungsschutz

Ein gutes Konzept beginnt bereits beim äußeren Blitzschutz

Andreas König

Die Fehler sowie die Schadensbilder in der Praxis zeigen, dass gerade bei umfangreichen Objekten, z. B. bei einem Industriebetrieb, das Konzept des Blitzschutzzonenkonzeptes aus Unwissenheit nicht konsequent beachtet wird. Viele Schäden ließen sich bei einer besseren Koordination des inneren und äußeren Blitzschutzes verhindern.

Konzepte für sicheren Überspannungsschutz sind bereits vielfach beschrieben worden. Bekannt sind Konzepte mit Blitzstromableiter (Typ I bzw. Klasse B) in der NSHV-Einspeisung, Überspannungsschutzgeräte Typ II (Klasse C) in der Unterverteilung sowie Feinschutzgeräte (Typ III bzw. Klasse D) direkt am Endgerät (**Bild 1**).

Den meisten Projektanten sind hoffentlich zudem die ebenfalls wichtigen Überspannungsschutzmaßnahmen für die Daten-, MSR-, und Telekommunikationsleitungen bekannt. Die Fehler in der Praxis zeigen jedoch auch, dass gerade bei umfangreichen Objekten das Konzept des Blitzschutzzonenkonzeptes oft nicht konsequent beachtet wird. Vie-

Dipl.-Ing. *Andreas König*,
OBO Bettermann GmbH & Co., Menden,
Mitarbeiter im UK 767.6 im DKE sowie
Gast/Mitarbeiter weiterer DKE/VDE-
Fachgremien



Bild 1: Bekanntes Überspannungsschutzkonzept gemäß DIN V VDE V 0185 Teil 4



Bild 2: Teilblitzstromeingkopplung durch fehlerhafte Verlegung der Stromversorgung Klimagerät

le Schäden ließen sich bei einer besseren Koordination des inneren und äußeren Blitzschutzes verhindern.

Fakt ist: Ein Konzept kann nur funktionieren, wenn es komplett erstellt und konsequent durchgeführt wird. Denn der Steuereinheit eines Produktionsbetriebes, dem Zentralrechner oder der Brandmeldeeinheit, ist es letztendlich egal, durch welches »Schlupfloch« die zerstörerischen Überspannungen kommen.

Überspannungsschaden durch Einkopplung von Blitzteilströmen im Gebäude

Dazu ein Beispiel aus der Praxis: Bei der Nachrüstung einer Bank mit einer äußeren Blitzschutzanlage kamen Überspannungsmaßnahmen nach o. g. Konzept für die Stromversorgungsleitungen und Datenanbindung zum Einsatz. Trotzdem fiel nach einem Gewitterereignis neben der externen Kameraüberwachung zudem auch für mehrere Stunden der Zentralrechner im 1. Obergeschoss aus. Die Bankgeschäfte konnten in dieser Zeit nicht betrieben werden.

Der Betreiber der Bank fragte zurecht nach der Ursache: Er investierte viel Geld für die Leistung »Sicherheit vor Blitzeinschlag«. Bekommen hatte der Betreiber für sein Geld viel Runddraht auf dem Dach und der Wand sowie viele Schutzgeräte in den Verteilungen und an den PC-Arbeitsplätzen. Der gewünschte Schutz blieb aus.

Eine Begehung des Objektes ergab, wie so oft, folgende Erkenntnis: Größere Blitzteilströme konnten direkt in die Unterverteilung »Zentralrechner« eindringen und daher den Zentralrechner und die Verteilung zerstören. Weitere Untersuchungen lieferten nun folgendes Bild:

Aufgrund der immer größeren Wärmeentwicklung des Zentralrechners wurde im Laufe der Zeit ein Klimagerät im Zentralrechnerraum installiert. Die Rückkühlereinheit hatte man auf das Dach des Gebäudes gesetzt. Die Stromversorgung dieser Einheit erfolgte über die Unterverteilung »Zentralrechner«.

Das Problem: Bei dem Blitzeinschlag im Gebäude erfolgte im Dachbereich ein Überschlag der Blitzenergie auf die Stromversorgung Rückkühler. Dieser Teilblitzstrom wiederum wurde in die Unterverteilung »Zentralrechner« weitergeleitet (**Bild 2**).

Die Aussagen der Norm

Die seit November 2002 gültige Blitzschutznorm DIN V VDE V 0185 Teil 1-4 führt dazu sinngemäß Folgendes aus: Wird eine Blitzenladung über eine Blitzschutzfangeinrichtung und Blitzschutzableitung zur Erdungsanlage abgeleitet, so entsteht aufgrund des induktiven und widerstandsbehafteten Leitungsweges dieser Fang- und Ableitung zwischen Dachbereich und der Erdungsanlage (Potentialausgleich) ein Spannungspotential von einigen 100 kV (**Bild 3**). Elektrische betriebene Dachaufbauten (dies können Rückkühler, Dachkuppeln,

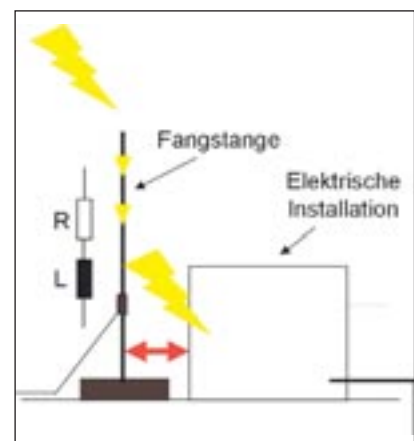
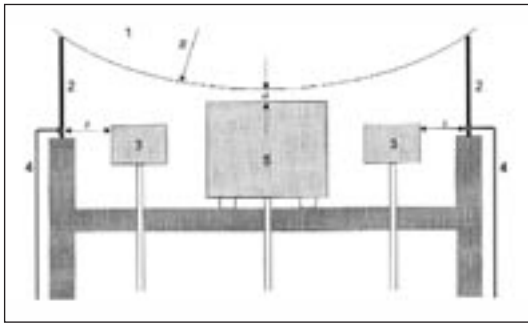


Bild 3: Einkopplung von Blitzteilströmen



Quelle: DIN V VDE V 0185 Teil 3

Bild 4: Ausführung der Fangeinrichtung zum Schutz metallener Einrichtungen auf dem Dach einer baulichen Anlage gegen direkte Einschläge (1: Blitzkugel, 2: Fangstange, 3: elektrische Einrichtung, 4: Ableitung, 5: metallener Behälter, r: Radius der Blitzkugel, s: Trennungsabstand, a: Die Blitzkugel darf die metallene Dachbedeckung nicht berühren)

Photovoltaikmodule, aber auch die Sat-Anlage sein), welche nun aufgrund der Niederspannungsversorgungszuleitung mit dem Erdpotential verbunden sind, bauen im Dachbereich nun zwischen der Fangeinrichtung (Ableitung) und dem z. B. Klima-Rückkühler eine hohe Spannungsdifferenz auf. Bei zu geringem räumlichen Abstand zwischen diesem Gerät (oder der Zuleitung zum Gerät) und der Fangeinrichtung entsteht ein Blitzüberschlag, und ein Teilblitzstrom wird über die Zuleitung in das Gebäude eingeführt.

Die DIN V VDE V 0185 Teil 3 schlägt im Abschnitt 2.1.2 (Bild 4) sowie DIN V VDE V 0185 Teil 4 folgende drei Maßnahmen vor:

- Errichtung eines Blitzschutzraumes (Blitzschutzzone LPZ 0b) für die elektronischen Dachaufbauten, um einen direkten Blitzeinschlag in das Gebäude zu verhindern.
- Verhinderung von Blitzüberschlägen zum Dachaufbau durch Einhaltung von Mindestabständen zwischen Blitzschutzanlage und den elektrischen Dachaufbauten.

- Installation von geeigneten Überspannungsschutzgeräten an den Übergangspunkten der jeweiligen Blitzschutzzone.

Gegenmaßnahme 1: Errichtung des Schutzraumes

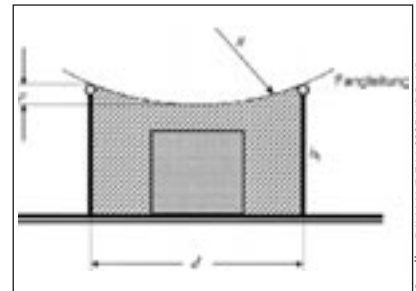
Gemäß DIN V VDE V 0185 Teil 3 bieten sich zum Errichten von Schutzräumen für die Dachaufbauten das Schutzwinkelverfahren und das Blitzschutzkugelverfahren an. Das Verfahren des Schutzwinkels sollte bekannt sein. Wichtig dabei: Je nach festgelegter Blitzschutzklasse in Verbindung mit der jeweiligen Fangstangenhöhe muss man den Schutzwinkel gemäß der Fangstangenhöhe auswählen (Bild 5).

Unterschätzt wird häufig die Effizienz des Blitzschutzkugelverfahrens. Z. B. bewirken zwei gegenüberstehende Fangstangen mit einer die Aufbauten überragenden Höhe von 28 cm bei einem Gebäude mit Schutzklasse 3 einen Schutzbereich von bis zu 10 m Breite (Bild 6, Tabelle 1). Die Eindringtiefe der Blitzkugel p berechnet sich aus dem Radius R der Blitzkugel und dem Abstand d der Fangleitungen zu:

$$p = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

Gegenmaßnahme 2: Einhaltung von Mindestabständen (Trennungsabstand)

Wie bereits im vorherigen Abschnitt beschrieben, sind gerade bei elektronischen Dachaufbauten Blitz-



Quelle: DIN V VDE V 0185 VDB-HB

Bild 6: Anwendung Blitzschutzkugelverfahren

überschläge zu vermeiden. Die Berechnung der Abstände zwischen Blitzschutzanlage und Dachaufbau (Trennungsabstand s) erfolgt gemäß der in der DIN V VDE V 0185 Teil 3 aufgeführten Berechnungsformel:

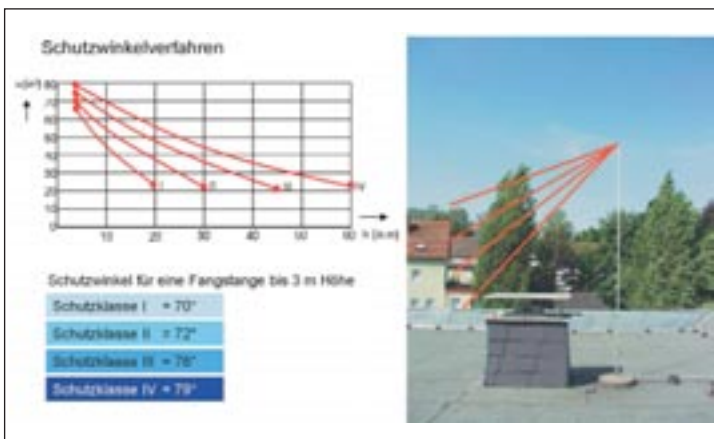
$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l$$

mit

$$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{c_s}{h}} \cdot \sqrt[6]{\frac{c_d}{c_s}}$$

Dabei bedeuten:

- k_i : Koeffizient, der von der gewählten Schutzklasse des Blitzschutzsystems abhängt (beschreibt die maximale Stromamplitude): Er hat für die Schutzklasse 1 den Wert 0,1, für Klasse 2 den Wert 0,075 und für die Klassen 3 und 4 den Wert 0,05.
- k_c : Koeffizient, der von der geometrischen Anordnung abhängt (beschreibt die Anzahl Ableitungen, Gebäudehöhe etc.).
- k_m : Koeffizient, der vom Material in der Trennungsstrecke abhängt: Beträgt z. B. für Luft 1 und für Beton 0,5.
- l : Vertikaler Abstand vom Punkt, an dem der Trennungsabstand s ermittelt



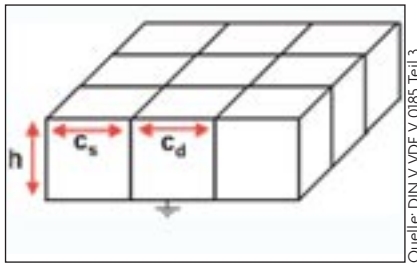
Quelle: DIN V VDE V 0185 Teil 3

Bild 5: Anwendung Schutzwinkelverfahren

Blitzschutzkugelverfahren

Abstand d der Fangleitung / Fangstange [m]	Schutzklasse			
	I	II	III	IV
	$R = \text{Radius der Blitzkugel [m]}$			
	20	30	45	60
	$p = \text{Eindringtiefe der Blitzkugel [m]}$			
2,00	0,03	0,02	0,01	0,01
3,00	0,06	0,04	0,03	0,02
4,00	0,10	0,07	0,04	0,05
5,00	0,16	0,10	0,07	0,05
10,00	0,64	0,42	0,28	0,21
15,00	1,46	0,95	0,63	0,47
20,00	2,68	1,72	1,13	0,84

Tabelle 1: Ermittlung der Eindringtiefe



Quelle: DIN V VDE V 0185 Teil 3

Bild 7: Ermittlung Trennungsabstand gemäß DIN V VDE V 0185 Teil 3

werden soll, bis zum nächstliegenden Punkt des Potentialausgleichs.

n : Gesamte Anzahl der Ableitungen.

c_s : Geringster Abstand zur nächsten Ableitung.

c_d : Abstand von Ableitung zu Ableitung.
 h : Gesamthöhe oder der Abstand zur Ringleitung.

Mit dieser Formel kann man für jedes Gebäude den genauen erforderlichen Mindestabstand ermitteln.

Bild 4 stellt generell ein Beispiel für einen geeigneten Blitzschutz gemäß Normenangabe vor. Wie sind aber die Schutzmaßnahmen in der Praxis zu realisieren?

Unter Zuhilfenahme eines »Isolierten Fangeinrichtungssystems« von Obo Bettermann lassen sich für die verschiedenen Anwendungen der Dachaufbauten sicher, einfach und auch kostengünstig entsprechende Blitzschutzsysteme verwirklichen. Dieses spezielle Fangeinrichtungssystem besteht aus einem hochfesten Isolationsmaterial mit einer 20 mm dicken Basis aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), die man je nach Anwendungsfall individuell auf die notwendige Länge ablängen kann (in 3 m oder 6 m Länge erhältlich). Spezielle End- bzw. Verbindungsstücke in Verbindung mit Anschluss- und Befestigungsstücken ermöglichen unterschiedliche Zusammenstellungen eines Schutz-

systems. Als Ergebnis erhält man eine sichere, auf Abstand vom Endgerät isolierte Fangleitungsverlegung.

Schutz von Klimaaufbauten/Rückkühlern
 Rückkühlereinheiten unterteilen sich von den Abmessungen her meist in zwei Kategorien:

- Aufbaugeräte, die meist auf Flachdächern mit Abmessungen von z. B. 2 m · 4 m bei 2 m Höhe installiert werden.
- Komplette Lüftungssysteme, die häufig große Teile der Dachfläche einnehmen.

Die beschriebenen Aufbaugeräte lassen sich mit einem »isolierten« Blitzschutzsystem recht einfach schützen: Bei einem z. B. erforderlichen Trennungsabstand von 0,6 m (siehe Berechnungsgrundlage **Bild 7**) reicht es, an beiden Seiten der Klimateinrichtung jeweils eine Isolierstange mit Anbauteilen zu verwenden. Der Abstand dieser isolierten Fangstangen kann bei einem Objekt bei festgelegter Blitzschutzklasse 3 bis zu 10 m betragen (siehe Berechnung Blitzschutzkugelfverfahren Bild 6, Tabelle 1). Eine bessere Lösung als z. B. die in **Bild 8** dargestellte Möglichkeit stellt eine direkte Verbindung der Isolierstange am Klimagerät dar, die den Vorteil der Windlastunabhängigkeit hat.

Komplette, flächendeckende Lüftungssysteme sollte man vollständig im gesamten Verlauf in das Blitzschutzsystem mit einbeziehen. Hier bietet es sich an, einen Schutzkäfig isoliert oberhalb der kompletten Lüftungsanlage zu installieren. **Bild 9** und **Bild 10** erklären den theoretischen Aufbau und ein Praxisbeispiel mit dem System Obo Bettermann.

Wichtig: Der metallische Kantenschutz des Flachdachaufbaus (Attika) darf nicht in den Näherungsbereich (Be-

rechnung Trennungsabstand, Bild 7) der Lüftungsanlage gelangen. Kann man dies nicht realisieren, muss man entweder die metallische Attika teilweise durch Kunststoffmaterial ersetzen oder alternativ mit der Attika nicht in den Näherungsbereich der Blitzschutzanlage gelangen. Dann darf man die Attika natürlich nicht als »natürliche Fangeinrichtung« verwenden.

Sämtliche metallische Zu- und Ableitungen müssen ebenfalls mit einem Trennungsabstand vom Blitzschutzsystem ferngehalten und in den Schutzbereich gezogen werden.

Blitzschutz von Photovoltaikelementen/Solarwärmesystemen

Die direkte Einkopplung von Blitzteilströmen in Photovoltaikelemente und damit wiederum ins Gebäude zum Wechselrichter sollte ebenfalls vermieden werden. Auch hier gilt: Elemente mit »Trennungsabstand« in den geschützten Bereich ziehen. Dies lässt sich mit isolierten Fangstangen ebenfalls leicht realisieren (**Bild 11**).

Wichtig: Verlegung der Zuleitungen beachten (Trennungsabstand, Schutzbereich) sowie Schattenbildung der Fangeinrichtung bei den Photovoltaikelementen verhindern.

Richtiger Blitzschutz: Abluftrohre

Die Nutzung von durchgehenden VA-Lüftungsrohren tritt immer häufiger auf. Meist stellt das obere Ende dieser Rohre den höchsten Punkt des Gebäudes dar. Was aber passiert, wenn deshalb genau hier der Blitz einschlägt?

Mit ein bisschen Glück ist das untere Ende des Rohres geerdet. Trotzdem wird der ins Gebäude eintretende Blitzstrom im Heizungsbereich sowie auch überall dort zu umfangreichen Schäden führen,



Bild 8: Anwendung: Isoliertes Blitzschutzsystem Klimaaufbau (System Obo Bettermann)



Bild 9: Prinzipieller Aufbau »Isolierter Blitzschutz« einer flächendeckenden Lüftungsanlage durch komplette Abdeckung



Bild 10: Praxisbeispiel mit System Obo Bettermann: Fa. Blitzschutzbau Rhein-Main, Aachen



Bild 12: Aufbau »Isolierter Blitzschutz«, System Obo Bettermann bei Abluftrohrsystemen



Bild 11: Prinzipieller Aufbau »Isolierter Blitzschutz«, System Obo Bettermann bei Photovoltaikelementen

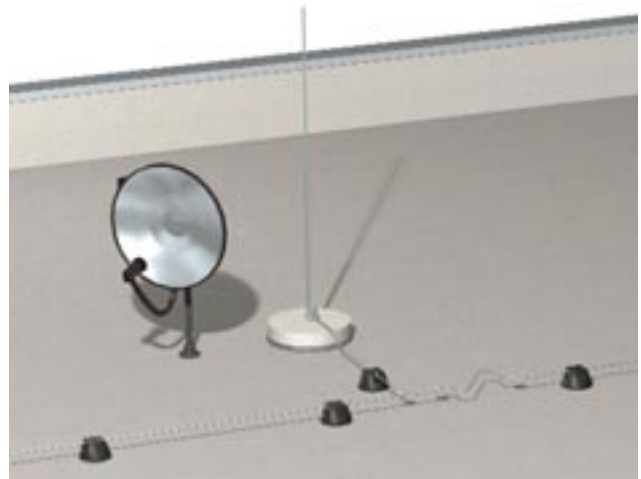


Bild 13: Isolierter Blitzschutz von Antennensystemen

wo die Elektroinstallation zum VA-Lüftungsrohr den entsprechenden Trennungsabstand nicht einhalten kann. Ist das durchgehende VA-Lüftungsrohr im Erdbereich nicht geerdet, besteht im Falle eines Blitzeinschlages sogar akute Brandgefahr.

Als Schutzmaßnahmen sollte man auf jeden Fall das durchgehende VA-Rohr im Erdungsbereich mit mindestens 16 mm² Kupfer am Potentialausgleich anbinden. Zusätzlich muss man wiederum das Lüftungsrohr in den Schutzbereich der Blitzschutzanlage bringen. Aber auch hier gilt: Der notwendige Trennungsabstand zwischen Lüftungsrohr und Blitzschutz ist einzuhalten (**Bild 12**).

Antennenaufbauten

Analog der oben genannten Systeme gilt auch hier: Vermeidung der Einkopplung von Blitzteilströmen sowie Trennungsabstand einhalten. In dem in **Bild 13** dargestellten Beispiel werden beide Punkte erfüllt.

Lichtkuppeln

In vielen Lichtkuppeln kommen elektrische Stellmotoren zum Einsatz. Die Rahmen dieser Lichtkuppeln bestehen häufig aus Metall. Wichtig auch hier: Komplette Kuppel in den Schutzbereich der Blitzschutzanlage bringen. Als Maßgabe für die Höhe dient die Kuppel bei geschlossenem Zustand, außer der Kunde wünscht etwas anderes. Zudem muss man den Trennungsabstand beachten. Ansonsten besteht wieder die Gefahr der Blitzstromeinkopplung. Das

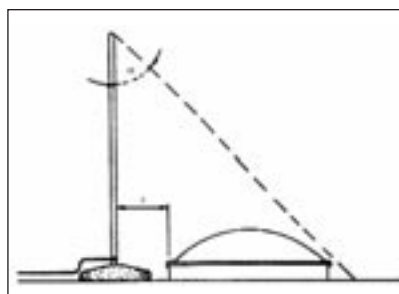


Bild 14: Blitzschutz einer Lichtkuppel

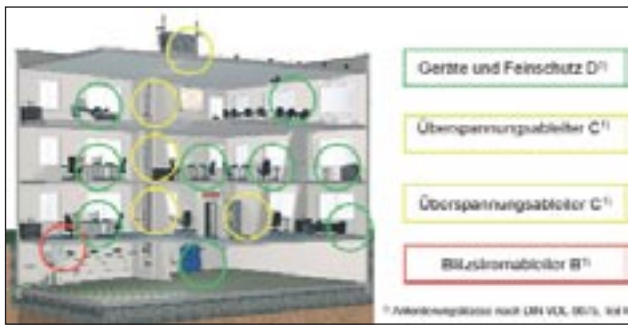
Bild 14 zeigt ein Beispiel aus der DIN V VDE V 0185 Teil 3.

Anmerkung: In manchen Fällen lässt sich zudem der berechnete Trennungsabstand nicht einhalten, oder das System kann nicht in die Blitzschutzzone Ob gesetzt werden. Hier gilt: Die Dachaufbauten sollten dann zumindest an das Blitzschutzsystem angebunden werden. Diese Maßnahme verhindert, dass sich der gesamte Blitzstrom in das Gebäude einkoppeln kann oder dass beim Überschlag im Dachbereich durch den Funken Schlag ein Brand entsteht.

Gegenmaßnahme 3: Installation geeigneter Überspannungsschutzgeräte an den Übergangspunkten der jeweiligen Blitzschutzzone

Auch bei Umsetzung der in den Punkten 1 und 2 vorgeschlagenen Maßnahmen kann es immer noch zu Zerstörungen durch Überspannungen kommen. Daher ist es ebenso notwendig wie die o.g.

Quelle: DIN V VDE V 0185 Teil 3



Quelle: DIN V VDE V 0185 Teil 3

Bild 15: Überspannungsschutzsystem bei Einhaltung Trennungsabstand sowie Einbeziehung des Dachaufbaus in den Blitzschutzbereich Ob



Quelle: DIN V VDE V 0185 Teil 3

Bild 16: Kombiableiter »ProtectionSet«

Maßnahmen, geeignete Überspannungsschutzgeräte an den jeweiligen Übergangsstellen der Blitzschutzzonen zu installieren. Man unterscheidet:

- Dachaufbauten befinden sich im Schutzbereich der Blitzschutzanlage, und der berechnete Trennungsabstand wird eingehalten.
- Dachaufbauten befinden sich nicht im Schutzbereich der Blitzschutzanlage, und/oder der berechnete Trennungsabstand wird nicht eingehalten.

Dachaufbauten im Schutzbereich/ Trennungsabstand eingehalten

In diesem Fall können sich nur aufgrund der räumlichen Nähe zur Blitzschutzanlage sowie durch die meist recht lange Leitungsverlegung Überspannungen induktiv durch das aufgebaute Magnetfeld der Blitzentladung aufbauen.

Erforderliche Maßnahmen: Überspannungsschutzgeräte (Klasse C bzw. Typ II) für die Stromversorgung jeweils direkt bei der Einspeisung »Dachaufbau« installieren sowie bei der entsprechend zugeordneten Steuereinheit (Wechselrichter bzw. Unterverteilung). Bei eventuellen Steuerleitungen geht man analog vor (Bild 15).

Dachaufbauten nicht im Schutzbereich/ Trennungsabstand nicht eingehalten

Hier ist die Thematik kritischer zu betrachten: Aufgrund der möglichen Blitzteilströme benötigt man hier bedeutend ableitfähigere Überspannungsschutzgeräte, und zwar Blitzstromableiter Klasse B (Typ I) sowie Überspannungsableiter Klasse C (Typ II) direkt in der Einspeisung »Dachaufbau« in Verbindung mit Ableitern der Klasse B (Typ I) und Überspannungsableitern Klasse C (Typ II) in der entsprechend zugeordneten Steuereinheit (Wechselrichter bzw. Unterverteilung). Sogenannte »Kombiableiter, Typ I+II« wie z. B. Obo V25-B+C/3+NPE bzw. »ProtectionSet« PS4-VA/TNS+TT stellen gerade bei Platzmangel im Gerät oder Verteilung eine gute Lösung dar (Bild 16). Bei eventuellen Steuerleitungen etc. muss man auch hier wiederum analog vorgehen.

Fazit

Eine äußere Blitzschutzanlage wird häufig von einem Blitzschutzfachbetrieb erstellt. Die erforderlichen Überspannungsmaßnahmen in der Regel durch ein Elektroinstallationsbetrieb. Soll je-

doch das gesamte Konzept funktionieren, so muss der Planer bereits bei der Konzeption des Blitzschutzsystems beide Gewerke einbeziehen. Die Praxis beweist, dass dies oft nicht der Fall ist.

Ein Blitzschutzsystem erfordert eine regelmäßige Überprüfung (Tabelle 2). Auch hier gilt: Der Prüfer sollte sich mit dem Blitzschutz, aber auch mit dem Überspannungsschutz auskennen. Nur durch diese Überprüfungen lassen sich o. g. Mängel rechtzeitig erkennen und beheben.

Die Praxis zeigt: Nicht jeder, der Photovoltaikanlagen, Sat-Systeme, Lüftungsrohre oder klimatische Geräte auf dem Dach nachrüstet, ist der Kunst des richtigen Blitzschutzes mächtig.

Literatur

- [1] DIN VDE 0185 Teil 1: 1982-11: Blitzschutzanlage: Teil 1: Allgemeines für das Errichten
- [2] DIN V VDE 0185 Teil 1: 2002-11: Allgemeine Grundsätze für Gesamtkonzept Blitz- und Überspannungsschutz
- [3] DIN V VDE 0185 Teil 2: 2002-11: Risiko-Management: Abschätzung des Schadensrisikos für bauliche Anlagen
- [4] DIN V VDE 0185 Teil 3: 2002-11: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
- [5] DIN V VDE 0185 Teil 4: 2002-11: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen
- [6] DIN V VDE V 0100 Teil 534: 1999-04: Elektrische Anlagen von Gebäuden: Teil 534: Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln – Überspannungs-Schutzeinrichtungen

Zeitabstände		
Schutzklasse	Intervall zwischen den vollständigen Prüfungen	Intervall zwischen den Sichtprüfungen
I	2 Jahre	1 Jahr
II	4 Jahre	2 Jahre
III, IV	6 Jahre	3 Jahre

Tabelle 2: Empfohlene Zeitabstände der Wiederholungsprüfung eines Blitzschutzsystems