

# Blitzschutz von Gebäuden mit Vorhangfassaden

F. Pigler, Erlangen

**Von einem modernen Gebäude wird erwartet, dass in diesem sowohl die Personen als auch die (elektronischen) Einrichtungen gegen Blitzeinwirkung geschützt sind. In den meisten Gebäuden mit Vorhangfassaden aus Metall ist dies jedoch nicht gewährleistet! Im Beitrag werden diesbezüglich notwendige Maßnahmen vorgestellt und grundsätzliche Lösungswege aufgezeigt.**

## 1 Notwendigkeit von Blitzschutzmaßnahmen

In 100 m hohen, freistehenden Gebäuden schlägt statistisch gesehen in Deutschland pro Jahr ein Blitz ein. Im Norden etwas weniger oft, im Süden etwas öfter. Bei etwa 5 % aller Einschläge erreicht der Blitzstrom die Kennwerte, die in der Blitzschutznorm [1] für die Schutzklasse I vorgegeben sind.

Das bedeutet, dass in jedes dieser Gebäude innerhalb von 20 Jahren ein so starker Blitz einschlägt. Für das jeweilige Gebäude erscheint dies uninteressant. Aber in einer Stadt wie Frankfurt/M. bestehen 20 solcher Gebäude, somit kann ein solcher Einschlag jedes Jahr eines der Gebäude treffen. Dort können dann schwere Schäden auftreten. Es lohnt sich also, hier Vorsorge zu treffen.

Auch wenn die Attika, in die der Blitz meist einschlägt, über die Fangleitungen auf dem Dach mit inneren Ableitungen (z. B. Bewehrung des Aufzugschachts) verbunden ist, wird der größte Teil des Stroms über die Fassade abfließen. Die metallenen Teile der Fassade können von Personen, die sich im Gebäude aufhalten, berührt werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass in der kurzen Zeit eines Blitzeseinschlags eine Person ein metallenes Teil der Fassade und gleichzeitig ein „geerdetes“ Teil berührt, ist gering. Sollte es aber einmal der Fall sein, kann sie einen schweren Schaden erleiden. Es ist daher notwendig, diese Gefährdung zu reduzieren.

Die häufig geäußerte Ansicht, der Fassadenbauer macht die Fassade, dann kommt der Blitzschutzbauer und macht den Blitzschutz, ist unrealistisch. Der Blitzschutzbauer kann nur Aufbauten auf dem Dach gegen direkten Einschlag schützen. Ableitungen an der Fassade erfüllen zwar die Blitzschutznorm, reduzieren die Gefährdung aber kaum und werden meist vom Architekten nicht zugelassen. Potentialausgleichsverbindungen mit der Fassade und leitenden Teilen der Decke können mit niedrigen Kosten nur hergestellt werden, bevor der Estrich verlegt wird. Der Blitzschutz muss daher schon bei der Planung des Bauwerks berücksichtigt werden.

### Autor

Dr.-Ing. Franz Pigler, Ingenieurbüro für EMV- und Blitzschutzberatung, Erlangen.

## 2 Gefährdung von Personen und Einrichtungen

Um jeden fließenden Strom baut sich ein Magnetfeld auf, das bei Stromänderungen Spannungen in allen Schleifen aus leitendem Material (Induktionsflächen) erzeugt. Es geht beim Blitzschutz von Gebäuden somit nicht nur darum, den Blitzstrom zur Erde abzuleiten. Auch die elektromagnetischen Wirkungen des Blitzstroms sind so zu reduzieren, dass im Innern des Gebäudes keine unzulässigen Spannungen auftreten.

Die Spannung ist natürlich dort am höchsten, wo der größte Teil des Blitzstroms fließt. Das sind die (vertikalen) Pfosten in der obersten Etage unter dem Einschlagpunkt – meist an der Gebäudeecke, da dort am häufigsten der Blitz einschlägt. Ein Teil des Stroms fließt über die Attikaabdeckung zu anderen Pfosten. An der nächsten Verbindungsstelle mit einem (horizontalen) Riegel teilt sich der Strom auf. Im darunter liegenden Pfosten ist daher die Stromstärke niedriger (Bild 1).

Ist keine Verbindung zwischen Attika und Fassade vorhanden, dann wird nahe der Einschlagstelle ein Blitzüberschlag erfolgen. Die Aufteilung des Blitzstroms auf weitere Pfosten wird schlechter, weil erst dort, wo wieder die notwendige Spannung auftritt, ein weiterer Überschlag erfolgt. Eine Verbindung jedes Pfostens mit der Attika ist also vorteilhaft.

**Beispiel:** Geht man von

- einem Pfosten mit einem Querschnitt von  $7 \times 20 \text{ cm}^2$  aus,

- einem Anteil des Blitzstroms von 20 % des Folgeblitzes der Schutzklasse I und
- nimmt eine Person an, die im Abstand von 0,65 m von den Pfosten steht und einen Arm in 1,5 m Höhe in Richtung Pfosten ausstreckt (Bild 2),

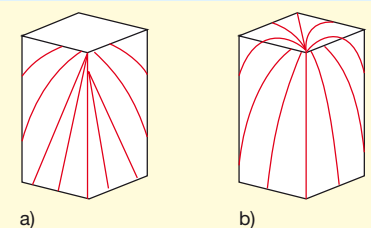
dann tritt zwischen der Fingerspitze und den Pfosten eine Spannung von rund 16 kV (16 000 V) auf.

Dabei ist vorausgesetzt, dass die Fassade mit der Bewehrung der Decke verbunden ist. Dann tritt diese Spannung zwischen der Bewehrung der Decke und den der Fingerspitze nächsten Punkt der Fassade auf. Bei einer Dicke der Betonschicht und des Estrichs von insgesamt 6 cm entspricht dies der Durchschlagfestigkeit bei der Stoßwelle des Folgeblitzes von etwa 60 kV. Berührt der Mensch die Fassade, wird er einen starken Schlag verspüren, aber wahrscheinlich überleben.

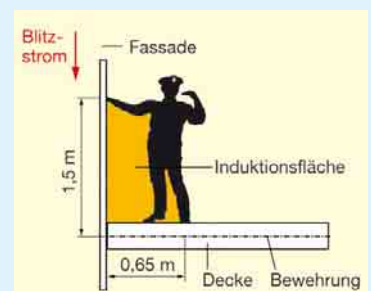
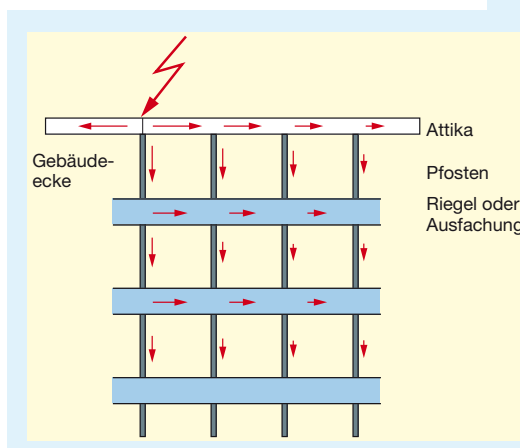
Die größte Gefahr besteht, wenn der Mensch ein geerdetes Gerät berührt, z. B. das Metallgehäuse eines Rechners, und seine Hand in Richtung der Fassade ausstreckt. Dann würde bei dem angenommenen Stromanteil bei einer Näherung auf 2 cm zwischen Fassade und Fingerspitze ein Überschlag auftreten. Der durch den Körper fließende Strom könnte tödlich sein. Es reicht dann auch schon ein schwacher Blitz aus, um einen schweren Schaden zu verursachen.

Die Spannung wird höher bei folgenden Abweichungen von der getroffenen Annahme:

1. Ist die Attika nicht mit der Fassade verbunden, dann wird ein Überschlag von der Attika zur Fassade nahe der Einschlagstelle

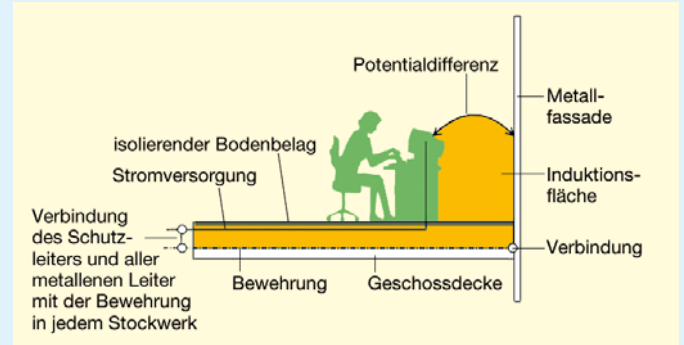
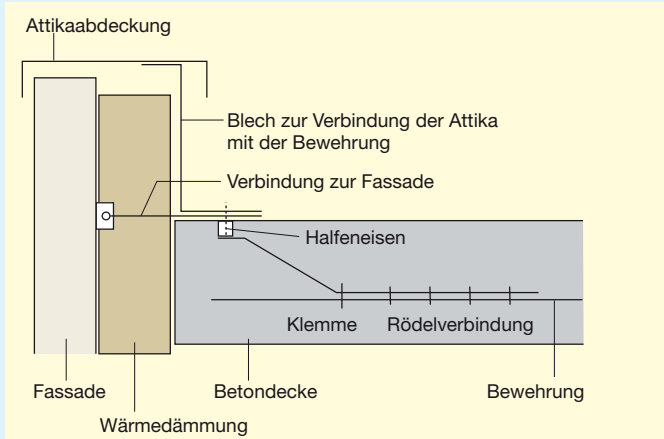


**3 Stromverteilung über die Fassade ohne (a) und mit (b) leitende Dachfläche**



**2 Induktionsfläche**

**1 Verteilung des Blitzstroms in den Elementen der Fassade**



#### 5 Induzierte Fläche bei Potentialausgleich in jeder Etage

#### 4 Verbindung der Bewehrung mit der Attika

auftreten. Die nächste Überschlagstelle wird dort sein, wo der Spannungsfall in der Attika die Überschlagspannung erreicht. Dies wird erst in einer Entfernung vom Einschlagpunkt sein, der größer ist als der Abstand der Pfosten. Der Strom im höchstbelasteten Pfosten wird höher.

- Ist der Pfosten nicht durch eine Potentialausgleichsverbinding mit der Bewehrung verbunden, besteht also keine Verbinding oder nur in größerem Abstand, dann wird die Induktionsfläche und damit die Spannung höher.
- Ist der Schutzleiter der Stromversorgung (über den die Gehäuse der Geräte „geerdet“ sind) nicht mit der Bewehrung der Decke an diesem Stockwerk verbunden, wird die Induktionsfläche und damit die Spannung höher.

In den darunter liegenden Etagen wird die maximale Stromstärke abnehmen. Nach 10 Geschossen von der Oberkante wird die Aufteilung fast gleichmäßig auf alle Pfosten sein. Befinden sich am Umfang des Gebäudes 100 Pfosten, dann wird jeder Pfosten 1 % des Blitzstroms führen. Die im obigen Beispiel ermittelte Spannung beträgt dann nur 800 V. Auch diese kann noch gefährlich sein, wenn der Potentialausgleich nicht optimal ausgeführt ist. Dieser Potentialausgleich wird künftig in der Norm für Vorhangfassaden verlangt werden.

### 3 Reduzieren der Gefährdung

Die beste Möglichkeit, die Gefährdung zu reduzieren besteht darin, den Stromanteil in den Pfosten und der Induktionsfläche zu senken. Es sind folgende Maßnahmen sinnvoll:

- Ausführung der Fassade als „natürlicher Bestandteil“ des Blitzschutzes.
- Verbesserung der Stromaufteilung auf die Pfosten.
- Verbesserung des Potentialausgleichs.
- Verbesserung der Erdung.

#### 3.1 Ausführung der Fassade

Der größte Teil des Blitzstroms wird über die leitenden Teile der Fassade abfließen, nur ein geringer Teil über innere Teile, z. B. Stützen,

Treppenhaus. Die Fassade wirkt daher wie ein „natürlicher Bestandteil“ des Blitzschutzes.

Ein „natürlicher Bestandteil“ des Blitzschutzes entspricht aber nur dann den Anforderungen, wenn er die Norm DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) [1] erfüllt. Dort sind folgende Anforderungen an „natürliche Bestandteile“ des Blitzschutzes gestellt:

##### „5.5.2 Verbindungen

... Verbindungen sind durch Hartlöten, Schweißen, Klemmen, Quetschen, Falzen, Schrauben oder Niete sicher auszuführen.“

Das ist in den meisten der bestehenden Gebäude mit Vorhangfassaden nicht der Fall. Die Vorhangfassaden müssen die Möglichkeit haben, die unterschiedliche Wärmedehnung auszugleichen. Daher sind die Verbindungen übereinander angeordneter Pfosten durch Steckverbindungen hergestellt. Die der horizontalen Riegel ebenfalls. Solche Verbindungen entsprechen nicht der Blitzschutznorm. So hergestellte Fassaden können daher kein „natürlicher Bestandteil“ eines normgerechten Blitzschutzes sein.

Solche Verbindungen sind aber sicherlich in der Lage, beträchtliche Anteile des Blitzstromes ohne Beschädigung zu führen. Die Stromtragfähigkeit dieser Verbindungsstellen kann durch eine Prüfung im Hochspannungslabor nachgewiesen werden.

In [2] wird empfohlen, dass die Fassadenhersteller zusammen mit der DKE ein Beiblatt zur Blitzschutznorm mit den Anforderungen an die Fassade erarbeiten – ähnlich dem für die Metalldächer [3]. Fassaden, die den Anforderungen dieses Beiblatts entsprechen, gestatten es, an Gebäuden mit einer Vorhangfassade einen normgerechten Blitzschutz zu erstellen. An den Gebäudeecken angeordnete Ableitungen mit den üblichen 8 mm Durchmesser erfüllen zwar die Blitzschutznorm, die induzierten Spannungen und damit die Gefährdung von Personen und elektronischen Einrichtungen wären jedoch nur unwesentlich geringer. Außerdem werden solche Leitungen von den Architekten meist abgelehnt.

#### 3.2 Verbesserung der Stromaufteilung auf die Pfosten

Durch eine gleichmäßigere Verteilung des Stroms auf die vorhandenen Pfosten kann die

Gefährdung herabgesetzt werden. Hierfür bieten sich verschiedene Möglichkeiten an.

#### 3.2.1 Verbindung der Attika mit der Fassade

Ist keine Verbindung zwischen Attika und Fassade vorhanden, dann wird nahe der Einschlagstelle der Blitz überschlagen. Die Aufteilung des Blitzstroms auf weitere Pfosten wird jedoch schlechter, weil es erst dort wieder zum Überschlag kommt, wo die hierfür notwendige Spannung vorhanden ist. Eine Verbindung jedes Pfostens mit der Attika ist also vorteilhaft. Die Verbindung sollte möglichst niedrige Impedanz haben (z. B. nach Bild 4)

#### 3.2.2 Nutzung der Attika zur Stromaufteilung

Je niedriger die Impedanz der Attikaabdeckung ist,

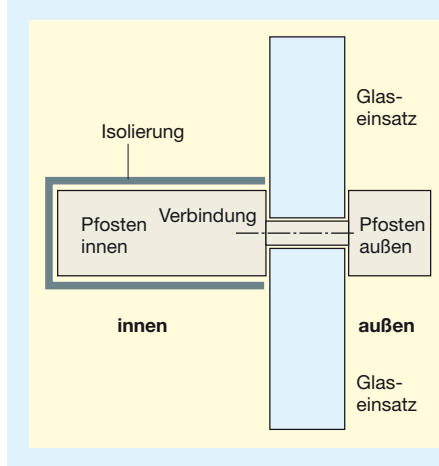
- umso größer ist der Stromanteil, der über diese zu anderen Pfosten abfließt, und
- umso niedriger wird der Strom im Pfosten und damit die Gefährdung der Personen und die elektromagnetische Beeinflussung der in der Nähe befindlichen elektronischen Einrichtungen.

Die Impedanz der Attikaabdeckung wird umso niedriger, je breiter sie ist. Breite Attikaabdeckungen oder Metallbekleidungen oberhalb der eigentlichen Fassade reduzieren die Impedanz und damit den Strom über den Pfosten an der Gebäudeecke. Aus architektonischen Gründen lässt sich diese Attikaabdeckungen oder Metallbekleidungen nicht immer verbreitern.

#### 3.2.3 Nutzung der Dachflächenbewehrung zur Stromaufteilung

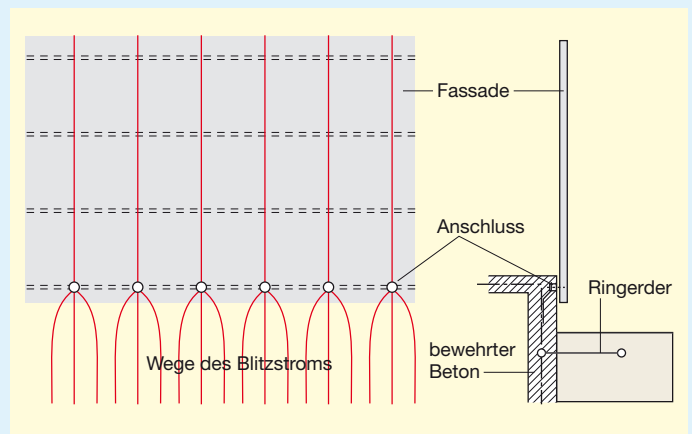
Eine wirksamere Möglichkeit besteht darin, die leitenden Teile des Daches (Bewehrung oder Metallkonstruktion) zur Verteilung des Stroms über die Gebäudeaußenwände (Bild 5) zu nutzen. Damit wird der Architekt frei in seiner Planung, er braucht dann keine Rücksicht auf den Blitzschutz zu nehmen.

Die oberste Decke (Dachfläche) aus bewehrtem Beton oder aus einer Stahlkonstruktion mit aufgelegten Trapezprofilen hat eine viel niedrigere Impedanz als die Pfosten der Fassade. Von der Einschlagstelle wird also ein großer Teil des Stroms über diese Decke



## 6 Isolierung der zu berührenden Teile der Vorhangfassade

## 7 Erdung der Fassade über einen Fundamenterder



ab und zu anderen Pfosten hin fließen (Bild 3). Der Pfosten an der Einschlagstelle wird daher deutlich entlastet.

Um diesen Vorteil zu nutzen, muss auch die Verbindung von der Attikaabdeckung zur Decke mit niedriger Impedanz ausgeführt werden (Bild 4).

### 3.3 Verbesserung des Potentialausgleichs

Der über die Fassade abfließende Blitzstrom induziert in allen Induktionsschleifen im Gebäude eine Spannung. Dies sind nicht nur die Leiterschleifen der Stromversorgung und der Informationstechnik, sondern auch alle Schleifen aus leitendem Material (Wasserleitung, Klimaanlage usw.). Diese Spannungen auf niedrige Werte zu begrenzen, ist die Aufgabe des Potentialausgleichs. Der Potentialausgleich zwischen Fassade und Bewehrung wird in Zukunft in den Normen vorgeschrieben werden.

Es gibt aber heute noch viele andere metallene Leitungen, die nur am Eintritt in das Gebäude (meist im Kellergeschoß) mit der Erdung und den leitenden Gebäudeteilen verbunden sind. Die Induktionsfläche wird dann sehr groß und damit die Potentialdifferenz.

Es ist daher notwendig, dass auch alle metallenen Leitungen in jedem Stockwerk einen Potentialausgleich mit der Bewehrung erhalten (Bild 5). Damit wird die Induktionsfläche und damit die auftretende Spannung so klein wie möglich. Diese Verbindungen in jedem Stockwerk werden allerdings nur ausgeführt, wenn sie vom Gebäudeplaner vorgeschrieben sind.

### 3.4 Isolierung der berührbaren Fassadenteile

In bestehenden Gebäuden sind die oben empfohlenen Maßnahmen meist nicht ausgeführt und nachträglich auch meist nicht anzubringen. Dort besteht – zumindest in den oberen Geschossen – eine nicht zu unterschätzende Gefährdung.

Die Gefährdung kann durch Isolierung der zu berührenden Teile der Vorhangfassade reduziert werden. Dazu können vorgefertigte Schalen aus Isolierstoff (Patent angemeldet) an den Stellen abgebracht werden, die von den in den angrenzenden Räumen sich aufhaltenden Personen berührt werden können (Bild 6).

Meist reicht eine Isolierung aus

- PE mit etwa 0,3 mm Dicke und
- PVC mit etwa 2 mm Dicke.

Bei Neubauten kann die Isolierung bereits im Zuge der Fertigung der Fassadenteile eingebracht werden.

### 3.5 Erdung der Fassade

In Bereichen, in denen sich bei Gewitter Personen aufhalten können, kann ein hohes Potential der Fassade gegenüber der Erde ebenfalls gefährlich sein. Es ist daher wichtig, die Erdung der Fassade so auszuführen, dass die Potentialdifferenz niedrig ist.

Die günstigste Lösung ist auch hier das Verwenden der Bewehrung als Fundamenterder, aber auch als Verbindung zwischen Fassade und einem Ringerder. Dabei wird die Fassade wie in den Zwischendecken an Halfeneisen befestigt, die mit der Bewehrung verbunden sind (Bild 7). Durch eine solche Anordnung wird der Strom in jedem Pfosten direkt in die Bewehrung eingeleitet und fließt in dieser zum Fundamenterder ab. Dieser ist der wirksamste Teil der Erdungsanlage.

Zur Potentialsteuerung wird meist ein Ringerder in etwa 1 m Abstand um das Gebäude gelegt. Über diesem Ringerder sollte zum Schutz der Personen eine etwa 15 cm dicke Bitumschicht aufgebracht werden. Wo sich öfter Personen aufhalten, kann auch eine „Potentialtreppe“ mit mehreren Ringabschnitten in zunehmender Tiefe angebracht werden.

### 3.6 Aufgaben des Blitzschutzerrichters

Gegenüber den sonstigen Bauten besteht die Blitzschutzanlage hier im Wesentlichen aus den „natürlichen Bestandteilen“, also den leitenden Gebäudeteilen. Die oben geschilderten Verbindung der leitenden Teile der Fassade und der Bewehrung kann entweder vom Errichter des Bauwerks oder dem Blitzschutzerrichter erfolgen. Wird sie vom Errichter des Bauwerks hergestellt, muss der Blitzschutzerrichter die Verbindung kontrollieren, damit er die Verantwortung übernehmen kann.

Der Blitzschutzerrichter ist daher zuständig für die Herstellung oder die Kontrolle

- der Verbindungen der Attika mit der Bewehrung des Daches und den leitenden Teilen der Fassade,

- der Verbindung der Fassade mit der Bewehrung der Geschossdecken,
- der Verbindung der Unterkante der Fassade mit der Bewehrung des Fundaments.

Er muss bei der Planung der Ausführungsdetails des Gebäudes mitwirken, so dass die optimalen und daher kostengünstigsten Lösungen für die notwendigen Verbindungen gefunden werden.

Die Herstellung oder Prüfung der Verbindungen der Fassade mit der Bewehrung kann nur durchgeführt werden, solange diese noch zugänglich sind (z. B. vor Verlegen des Estrichs). Später sind Herstellung oder Kontrolle nur mit einem meist wesentlich größerem Aufwand möglich. Es muss für eine Abstimmung und rechtzeitige Information des Blitzschutzerrichters gesorgt werden.

## 4 Schlussfolgerung

Ein optimaler Blitzschutz – optimal auch hinsichtlich der Kosten – ist nur durch die Zusammenarbeit mehrerer Gewerke zu erreichen. Vorgestellt wurden die notwendigen Maßnahmen sowie grundsätzliche Lösungswege aufgezeigt. Jedes Bauvorhaben ist anders, so dass die optimale Lösung der hier vorgestellten Maßnahmen in Zusammenarbeit aller beteiligten Gewerke gefunden werden muss. Es ist die Aufgabe des Architekturbüros, diese Abstimmungen zu veranlassen und die gefundenen optimalen Lösungen in den Aufträgen festzuschreiben. Die Kosten für die Ausführung des Gebäudes werden dadurch praktisch nicht verändert – eher reduziert.

Durch eine Ausführung des Blitzschutzes nach den hier gemachten Vorschlägen können sich große Einsparungen beim Schutz der elektronischen Einrichtungen ergeben, so dass der Nutzungswert des Gebäudes erhöht wird.

### Literatur

- [1] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3):2006-11 Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen.
- [2] Pigler, F.: Schutzvorhang Vorhangfassade, Fassadentechnik, Heft 05/09, St.: 24 – 28.
- [3] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-3):2006-11 Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen – Beiblatt 4: Verwendung von Metalldächern in Blitzschutzsystemen.