

Eine Variante der im weitesten Sinne ebenfalls durch Blitzschlag ausgelösten Schäden stellen die sog. Schäden durch Blitzstromwanderwellen dar. In solchen Fällen trifft ein Blitzschlag fernab von einem Gebäude eine elektrische Freileitung. Der Blitzstrom läuft über die Freileitung als Wanderwelle zu dem Objekt und wird hier reflektiert. Dies ist eine Erklärung dafür, warum es durch diese Überspannung fast immer erst am Ende einer Freileitung zu den mechanischen Verwüstungen an elektrischen Einrichtungen in Gebäuden kommt. Ähnliche Auswirkungen haben auch die sog. Induktionsschäden, die ihren Ursprung in Spannungen haben, die in elektrischen Leitungen induziert werden. In beiden Fällen besteht nach den Allgemeinen Versicherungsbedingungen (AVB) keine Eintrittspflicht für die Versicherer. Neuerdings übernehmen sie jedoch für Überspannungsschäden durch Blitz sowie für daraus entstehende

*Baudirektor Dipl.-Ing. Fritz Spalke,  
Bayerische Landesbrandversicherungsanstalt – Referat für Schadenverhütung,  
München*

Folgeschäden an versicherten Sachen die Instandsetzungskosten bis zum Betrag von 1 v. H. der Versicherungssumme.

Schließlich ist auch noch von zündenden Blitzschlägen zu berichten, die Anwesen betroffen haben, auf denen Blitzschutzanlagen errichtet waren. Im Tätigkeitsgebiet der Bayerischen Landesbrandversicherungsanstalt waren 15 von den 287 durch zündende Blitzschläge in drei zurückliegenden Gewittersaisonen eingäscherten Anwesen mit Blitzschutzanlagen ausgerüstet. Im ersten Anschein mag dieser Prozentsatz, der den Wert von 5% gering übersteigt, geeignet sein, Zweifel an dem Wert einer Blitzschutzanlage aufkommen zu lassen. Das Ergebnis der Untersuchung solcher Blitzschläge, die im Auftrage der Bayerischen Landesbrandversicherungsanstalt von der Elektro-Beratung Bayern GmbH durchgeführt worden war, widerlegt diese Annahme jedoch zweifelsfrei. Nahezu alle Blitzschutzanlagen, die vom Blitz umgangen, d. h. als Einschlagstelle und Ableitungsweg nicht angenommen wurden, wiesen neben anderen technischen Mängeln

viel zu hohe Erdungswiderstände auf. Die Schwerpunkte der technischen Mängel an solchen Blitzschutzanlagen fanden sich überwiegend im Bereich von Näherungen zwischen Metallteilen größerer Ausdehnung und Masse (z. B. Schienen der Heugreiferanlage in landwirtschaftlichen Gebäuden; elektrische Leitungen) und zu den Bauteilen der Blitzschutzanlage.

Es wäre nun nicht konsequent, wollte man für die Wertung des Schadenverhütungseffektes einer Blitzschutzanlage dieser Relation eine Bedeutung beimessen. Dazu müßte wenigstens auch eine Aussage darüber getroffen werden, wie oft ein Blitz, meistens nämlich unbeachtet, gefahrlos von einer Blitzschutzanlage in die Erde abgeleitet worden ist.

Darüber gibt es aber, soweit es bekannt ist, keine Aufzeichnungen. Es liegt daher nahe, zu der zentralen Aussage zu gelangen: Der beste Schutz für ein Gebäude, dies vor den Beschädigungen eines zündenden oder nicht zündenden Blitzschlages zu bewahren, ist eine den technischen Anforderungen entsprechend errichtete und gewartete Blitzschutzanlage.

# Neuzeitlicher Blitzschutz

Dipl.-Ing. Walter Wessel

## Einleitung

Die von der früheren „Arbeitsgemeinschaft für Blitzschutz und Blitzableiterbau (ABB) eV“ herausgegebenen Bücher über „Blitzschutz und allgemeine Blitzschutzbestimmungen“ wurden aufgrund eines im Jahre 1976 abgeschlossenen Kooperationsvertrages zwischen dem ABB und dem Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) im November 1982 durch die VDE-Richtlinien DIN 57 185 Teil 1/VDE 0185 Teil 1 „Blitzschutzanlage – Allgemeines für das Errichten –“ und DIN 57 185 Teil 2/VDE 0185 Teil 2 „Blitzschutzanlage – Errichten besonderer Anlagen –“ ersetzt und somit in das VDE-Vorschriftenwerk einbezogen.

Wurden die früheren „Allgemeinen Blitzschutzbestimmungen“ von Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft für Blitzschutz und Blitzableiterbau erarbeitet und auch herausgegeben, so mußte, nachdem die Richtlinie vom VDE herausgegeben wurde, diese dem bekannten Einspruchsverfahren unterworfen werden, d. h., die von einer Kommission erarbeiteten Grundlagen müssen der Fachöffentlichkeit vorgelegt werden. Dadurch kann jedermann Vorschläge,

Bedenken oder Änderungen innerhalb einer angegebene Einspruchsfrist vorbringen.

Im VDE-Vorschriftenwerk gibt es die VDE-Bestimmungen, die VDE-Leitlinien (früher Richtlinien genannt) und die sog. Beiblätter. Wichtig für die Planer und Errichter von Blitzschutzanlagen ist zu wissen, daß die VDE-Leitlinien nicht die Bedeutung von VDE-Bestimmungen besitzen.

Wörtlich heißt es in VDE 0022 „Satzung für das Vorschriftenwerk des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e. V.“:

### 4. VDE-Leitlinien

#### 4.1. Gegenstand, Zweck und Inhalt

*Die VDE-Leitlinien enthalten sicherheitstechnische Festlegungen mit einem im Vergleich zu den VDE-Bestimmungen wesentlich erweiterten Ermessensraum für eigenverantwortliches, sicherheitstechnisches Handeln.*

*VDE-Leitlinien sind angebracht, wenn die Vielfalt der zu betrachtenden Sachlagen oder Gestaltungsmöglichkeiten nach vorherrschender Meinung durch unmittelbar anwendbare Anweisungen nicht erfaßt werden kann. Sie dienen dem Anwender als Beispielsamm-*

*lung oder Grundlage für eigene sicherheitstechnische Entscheidungen. Für sich allein vermögen sie nicht als ausreichende Entscheidungsgrundlage für die Genehmigungs- und Überwachungsbehörden oder die Anwender zu dienen.*

*Der Inhalt einer VDE-Leitlinie braucht sich nicht ausschließlich auf sicherheitstechnische Festlegungen zu beschränken.*

*Anmerkung: VDE-Leitlinien wurden früher lt. VDE 0022/06.77 Abschnitt 4 als „VDE-Richtlinien“ bezeichnet.*

Somit kann also ein Planer oder Errichter von Blitzschutzanlagen neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Blitzschutzforschung und des Blitzschutzes in seine Überlegungen einbeziehen. Es können deshalb auch z. B. die neuen Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt der öffentlich-rechtlichen Versicherer, das an der Bundeswehr-Hochschule München von Dr. Ing. Zischank unter der Leitung von Prof. Dr. Ing. Wiesinger durchgeführt wurde, oder auch der „Rosa-Druck“ VDE 0185 Teil 100 „Festlegung für den Gebäudeschutz – Allgemeine Grundsätze –“, identisch mit IEC 81 (CO) 6, angewendet werden.

Neue Erkenntnisse der nationalen wie auch der internationalen Blitzschutzforschung werden im Workshop des Ausschusses „Blitzschutz und Blitzforschung (ABB)“ behandelt. Die Ergebnisse werden veröffentlicht und zur Diskussion gestellt.

## Entstehung des Blitzes

Über die Entstehung von Gewittern und Blitzentladungen gibt es zur Zeit noch verschiedene, umstrittene Theorien. Prof. Berger beschreibt die Entstehung folgendermaßen: Bodennah erwärmte, feuchte Luftmassen steigen auf. Dabei kühlen sie sich ab. Bei einer Temperatur von ca. 0 °C kondensiert Dampf in stärkerem Maße. In größeren Höhen (über 5.000 m) kühlt sich die Luft weiter ab, das Wasser geht in Eis, Schnee oder unterkühltes Wasser über. In den verschiedenen Temperaturzonen treten dann über Ladungstrennung, hervorgerufen durch Reibung, unterschiedliche Ladungen auf. Sie bauen ein elektrisches Feld auf. Die elektrischen Entladungen in solch einer Gewitterwolke werden dann bei Erreichen hoher Feldstärken durch den Ladungsträgerausgleich hervorgerufen. Messungen haben ergeben, wie die Ladungsverteilung in einer Wolke aussieht. Den Aufbau einer solchen Gewitterwolke zeigt das Bild 1. Die elektrischen Entladungen, also die Blitze, entstehen am häufigsten zwischen den verschiedenen Teilen einer Wolke, zwischen benachbarten Wolken oder auch zwischen der negativ geladenen Unterkante der Wolke und der Erde. Die Wolkenblitze sind dabei etwa viermal so häufig wie die zur Erde niedergehenden Blitze.

## Blitzschutzanlagen

Blitzschutzanlagen sollen in ihrer Gesamtheit Schäden durch Blitzschlag verhindern, d. h., durch einen direkten Blitzeinschlag auf das Objekt darf an diesem kein Schaden entstehen, aber auch die integrierten Anlagen, und hier besonders die elektrischen Anlagen, dürfen nicht in Mitleidenschaft gezogen werden. Um das zu erreichen, sollten schon möglichst bei der Planung entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Häufig sind jedoch auch bei bereits vorhandenen Objekten aufgrund von nachträglichen Einbauten, z. B. von elektronischen Fernsprech-, Fernwirk- oder Datenanlagen, Blitzschutzmaßnahmen erforderlich. Der Aufwand für solche Anlagen ist entsprechend dem gewünschten Schutzgrad sehr unterschiedlich, wobei die Kosten erfahrungsgemäß

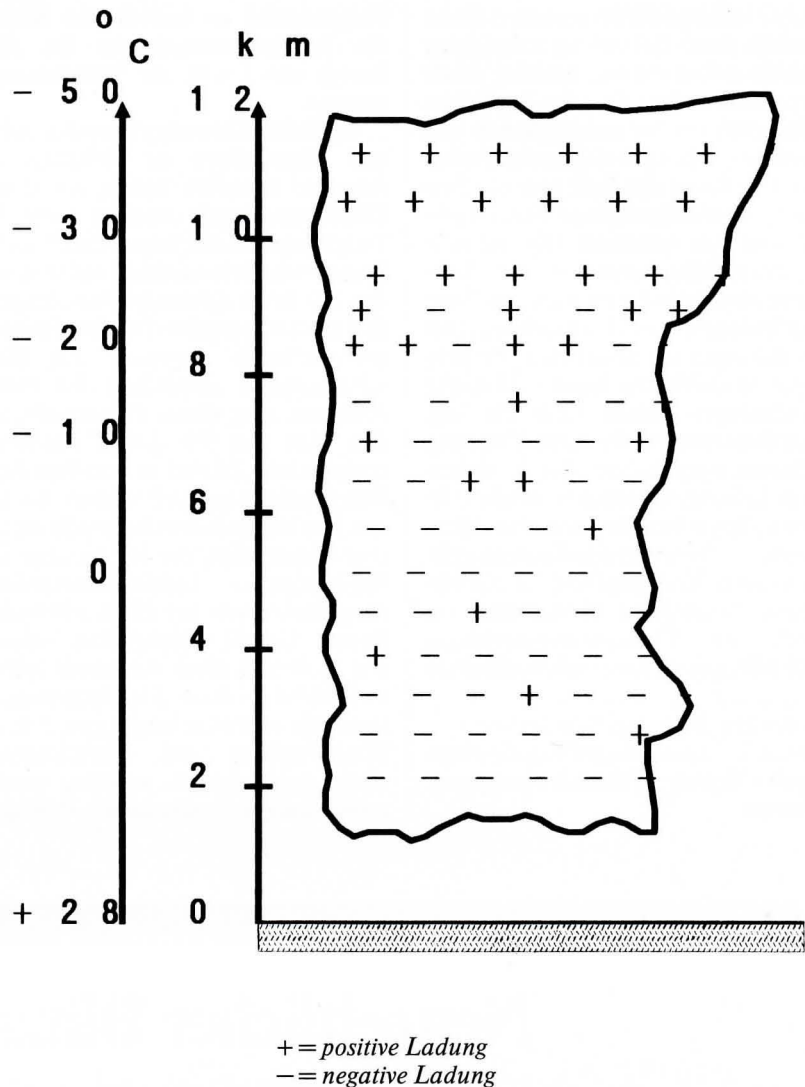


Bild 1: Schematische Darstellung einer Gewitterwolke mit möglicher Ladungsverteilung (nach K. Berger)

in weiten Grenzen schwanken können. Ein optimaler Schutz muß aber in keinem unvernünftigen Verhältnis zum Aufwand stehen, wenn alle planerischen Möglichkeiten ausgeschöpft werden.

Aus diesem Grunde sollten Physik und Einflußgrößen des Blitzvorganges dem Planer und dem Ausführenden bekannt sein. Das Bild 2 zeigt, welche Gefährdungspotentiale bei einem Blitzschlag auftreten und welche Schutzkonzepte möglich sind und beachtet werden sollten.

Blitzschutzanlagen werden heute fast ausschließlich nach DIN/VDE 0185 Teil 1 und 2 geplant und erstellt. Gegenüber dem Buch „Blitzschutz 8. Auflage“ ist der Abschnitt „Begriffe“ wesentlich erweitert und neugefaßt worden. Dies wurde durch den erweiterten Scope erforderlich.

So heißt es heute unter Begriffe z. B. 2.1 Blitzschutzanlage ist die Gesamtheit aller Einrichtungen für den äußeren

und inneren Blitzschutz der zu schützenden Anlage. (In neuerer Zeit spricht man vom „zu schützenden Volumen“.)

2.1.1 Äußerer Blitzschutz ist die Gesamtheit aller außerhalb, an und in der zu schützenden baulichen Anlage verlegten und bestehenden Einrichtungen zum Auffangen und Ableiten des Blitzstromes in die Erdungsanlage.

2.1.2 Innerer Blitzschutz ist die Gesamtheit der Maßnahmen gegen die Auswirkungen des Blitzstromes, insbesondere seiner elektrischen und magnetischen Felder, auf metallene Installationen und elektrische Anlagen im Bereich der baulichen Anlage.

Der Begriff des inneren Blitzschutzes umfaßt u. a. den Blitzschutzpotentialausgleich. Das ist der Zusammenschluß aller metallenen Installationen, einschließlich der aktiven Teile einer elektrischen Anlage. Vielfach wird der innere Bereich auch heute, unter den Begriff „Überspannungsschutz“ gefaßt.

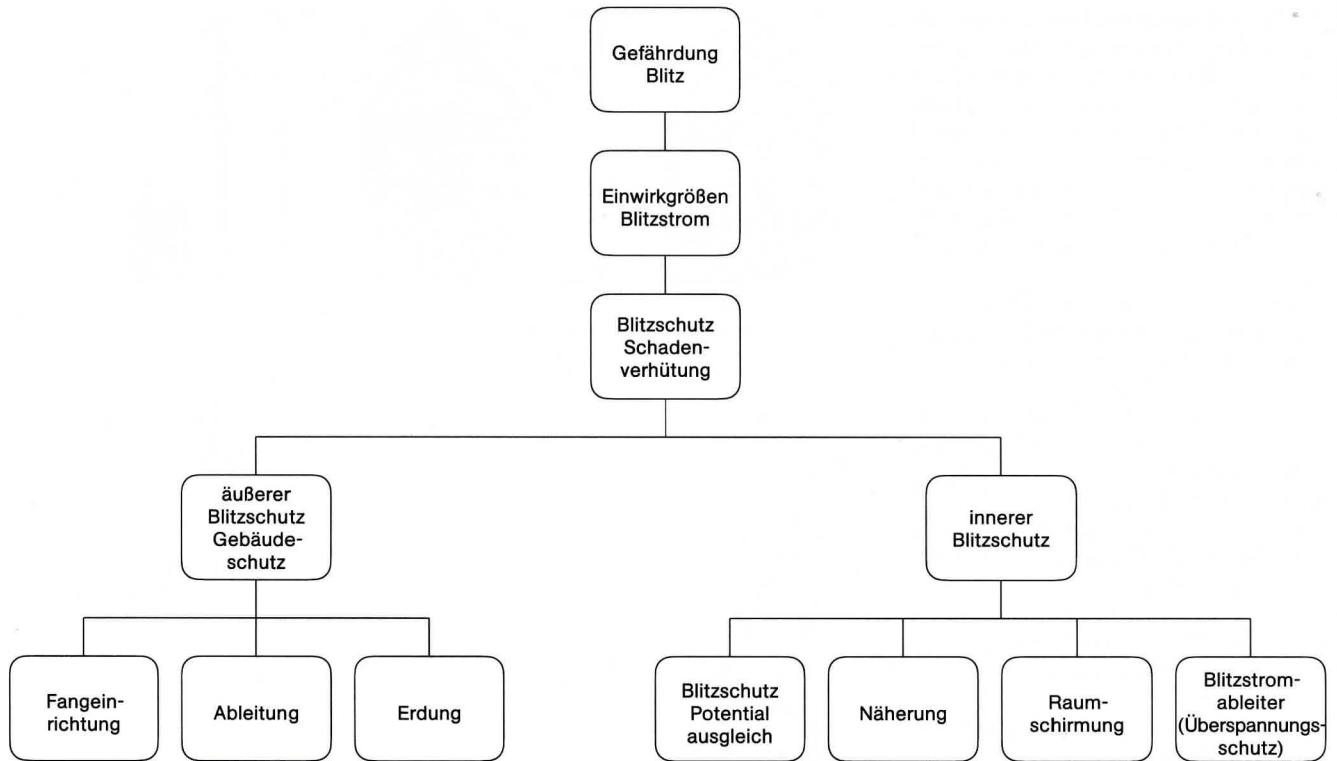


Bild 2: Vorschlag eines Schutzkonzeptes gegen Blitzgefährdung

## Äußerer Blitzschutz

Nachfolgend soll nur auf die gravierenden Unterschiede zwischen den früheren allgemeinen Blitzschutzbestimmungen und den neu aufgenommenen Passagen in VDE 0185 hingewiesen werden, soweit sie von Bedeutung sind. Eine ausführliche Kommentierung würde den Umfang dieses Artikels sprengen. Es sei deshalb an dieser Stelle auf die VDE-Schriftenreihe Nr. 44 hingewiesen.

Zusätzlich zu den früheren „Allgemeinen Blitzschutzbestimmungen“ kamen die Begriffe Schutzbereich und Schutzwinkel hinzu. In VDE 0185 sind diese Begriffe wie folgt definiert:

2.1.5 Schutzbereich ist der durch eine Fangeinrichtung gegen Blitzeinschläge als geschützt geltende Raum (heute Volumen statt Raum).

2.1.6 Schutzwinkel ist der Winkel zwischen der Vertikalen und der Ausgleichsgeraden der äußeren Begrenzungslinie des Schutzbereiches durch einen beliebigen Punkt einer Fangeinrichtung.

Jede äußere Blitzschutzanlage besteht aus:

- Fangeinrichtung
- Ableitungen
- Erdungsanlagen

### Fangeinrichtung

Fangeinrichtungen sind im allgemeinen in Form von Maschen anzuordnen. Gegenüber der ABB wurde die Maschen-

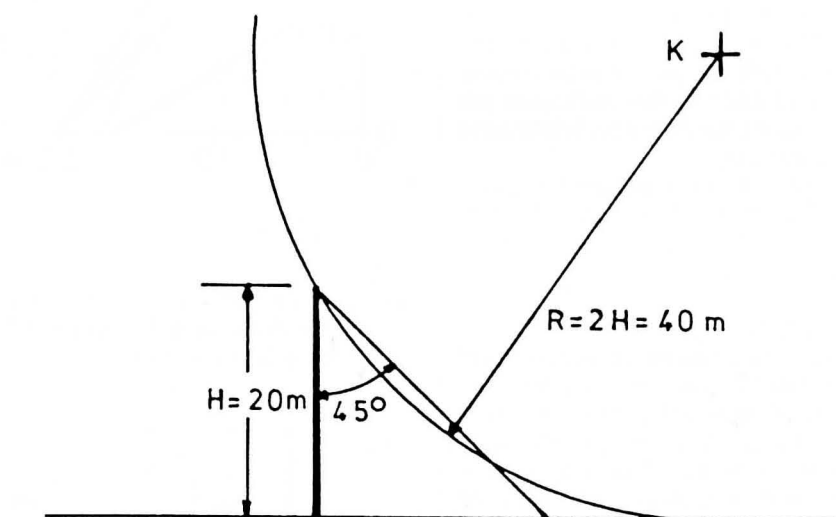


Bild 3: Schutzwinkel von 45° einer Fangstange oder Fangleitung bis zu 20 m Höhe. Enddurchschlagstrecke  $R = 2H = 40\text{ m}$  ist abgeleitet in Angleichung an den Schutzwinkel bei Freiluftanlagen nach DIN/VDE 0101.

weite verkleinert, und zwar durch die Forderung, daß kein Punkt des Daches einen größeren Abstand als 5 m von einer Fangeinrichtung besitzen darf. Die Größe der einzelnen Maschen darf deshalb nicht mehr als 10 m x 20 m betragen. Die Lage der Masche soll unter Bevorzugung des Firstes bzw. der Außenkanten frei wählbar sein.

Durch die Einführung des sog. Schutzbereiches mit einem Schutzwinkel von 45° für einzelne Fangleitungen oder Fangstangen ergibt sich für einige Objekte eine Reduzierung der Aufwen-

dungen für den äußeren Blitzschutz. Der Schutzbereich ist abgeleitet aus einem kreisförmigen Bogen, entsprechend Bild 3. Der Schutzwinkel von 45° gilt grundsätzlich jedoch nur für bauliche Anlagen bis 20 m Gesamthöhe, gemessen bis zum höchsten Punkt der Fangeinrichtung (DIN/VDE 0185 Abschnitt 5.1.1.2.2), Bild 4 Seite 30. Bei höheren Gebäuden verringert sich der Schutzwinkel (siehe Bild 5 Seite 30).

Zwischen zwei Fangeinrichtungen wird ein Schutzraum gebildet, der einen Zylinder als begrenzendes Volumen hat.

Bei Fangleitungen auf Dächern ist durch die Verringerung der Maschenweite von 20 m auf 10 m der sog. Durchgriff von 1,3 m auf 0,3 m verringert worden (siehe Bild 6). Dieser geringe Durchgriff scheint vertretbar zu sein, da man annimmt, daß bis zu diesem Abstand meistens keine geerdeten Metallteile oder elektrischen Anlagen vorhanden sind.

Befinden sich auf dem Dach eines Gebäudes z. B. elektrische Einrichtungen von Aufzügen und Klimaanlage, so sollen diese möglichst nicht mit den Fangeinrichtungen verbunden werden, da sie sonst Schäden durch Blitzteilströme nehmen können. Die Fangeinrichtungen sind dann so zu verlegen, daß ihr Abstand zu den maschinellen und elektrischen Einrichtungen den Näherungsbedingungen

$$D \geq L/7n$$

entspricht (Bild 7) (siehe auch DIN/VDE 0185 Teil 1 Abschnitt 5.1.1.15).

Darin bedeutet:

D = Mindestabstand zu den Fangeinrichtungen

L = Länge der Ableitungen

n = Anzahl der Ableitungen

Kleinere elektrische Installationen oder Aufbauten bis zu 20 m über Niveau, z. B. Lifte, dürfen mit daneben angebrachten Fangstangen abgeschirmt werden. Dabei sind der Schutzwinkel und die Näherungen zu berücksichtigen, damit ein Abspringen des Blitzes verhindert wird (Bild 8). Bei Aufbauten mit einer Höhe über 20 m sind Schutznetze zu verwenden.

In beiden Fällen sind die maschinellen wie auch die elektrischen Einrichtungen in den Potentialausgleich einzubeziehen.

### Ableitungen

Ableitungen sind so anzuordnen, daß die Verbindung von den Fangeinrichtungen zur Erdungsanlage möglichst kurz sind. Auf je 20 m Umfang der Dachaußenkante ist eine Ableitung vorzusehen. Ergibt sich daraus eine ungerade Zahl, so ist diese bei symmetrischen Gebäuden um eine Ableitung zu erhöhen. Bei Gebäuden bis zu 12 m Länge oder Breite dürfen dagegen, wenn das Ergebnis zu einer ungeraden Zahl führt, die Ableitungen um eine Ableitung vermindert werden. In allen anderen Fällen ist der Umfang dividiert durch 20 entsprechend auf- bzw. abzurunden, um auf eine ganze Zahl zu kommen.

Sind bauliche Anlagen mit einer größeren Grundfläche als 40 m x 40 m vorhanden, so sollen, soweit die innere Gestaltung und die technische Ausstattung es zulassen, auch innere Ableitungen verlegt werden. Der mittlere Abstand der inneren Ableitung voneinander und von den äußeren Ableitungen soll höchstens 40 m betragen. Sind innere Ableitungen nicht möglich, so ist

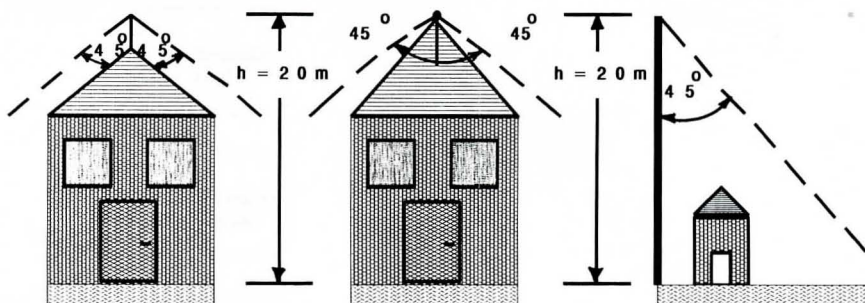


Bild 4: Schutz durch Schutzraum

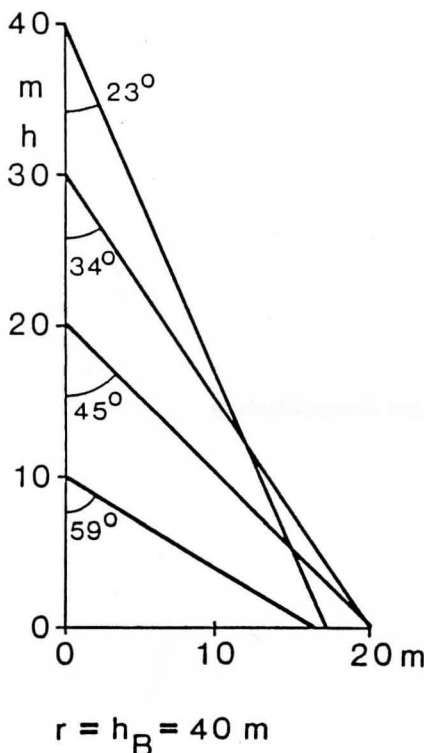


Bild 5: Schutzraumwinkel  $\Psi$  abhängig von der Höhe  $h$  der Fanganordnung für  $h_B = 40 \text{ m}$ .

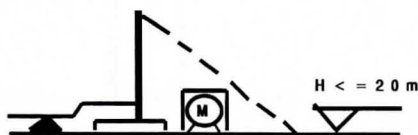


Bild 8: Schutz durch Fangstange

die Zahl der äußeren Ableitungen zu erhöhen, ihr Abstand braucht aber nicht kleiner als 10 m zu sein.

Für innere Ableitungen können auch Stahlstützen oder auch Stützen aus Stahlbeton herangezogen werden, wenn die Bewehrungsstäbe zuverlässig elektrisch verbunden sind.

Türme, gemauerte Schornsteine oder ähnliche Bauwerke müssen bis 20 m Höhe mindestens eine Ableitung besitzen. Bei Höhen über 20 m sind mindestens zwei Ableitungen erforderlich, wobei diese dann ab 20 m Höhe auch als seitliche Fangeinrichtungen dienen.

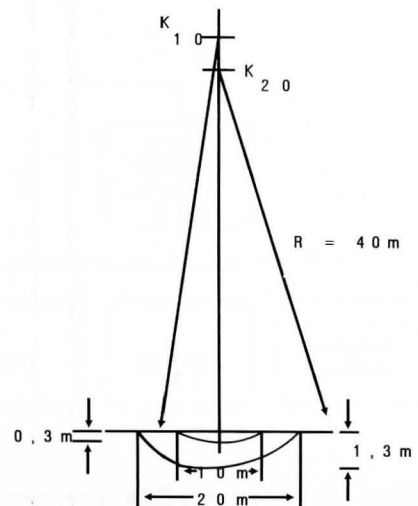


Bild 6: Durchgriff eines Blitzes zwischen parallelen Fangleitungen mit 10 m und 20 m Abstand bei Annahme des gleichem Radius  $R = 40 \text{ m}$ .

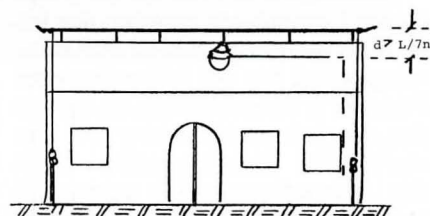


Bild 7: Näherung zur elektrischen Anlage

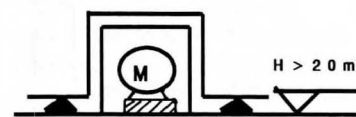


Bild 8 a: Schutz durch Schutznetz

Bei Stahlbetonbauten kann man davon ausgehen, daß die Bewehrungsstäbe durch die Verrödelung zuverlässig elektrisch verbunden sind. Zusätzliche Ableitungen kann man sich deshalb sparen, wenn entsprechende Anbindungen zum Anschluß an die Erdung vorhanden sind.

Bei Stahlbetonskelettbauten werden dagegen oft Bewehrungskörbe verwendet, die stockweise aufgesetzt werden. Da die Körbe konisch ineinanderstehen und nur an wenigen Stellen oder gar nicht verrödelte werden, sollte man zur Sicherheit eine getrennte Ableitung mitführen.

Die Ausführungen der Metallfassaden sind so vielfältig, daß in jedem Einzelfall vor Ort oder bereits bei der Planung überlegt werden soll, ob und wie hier der Blitzschutz kostengünstig realisiert werden kann.

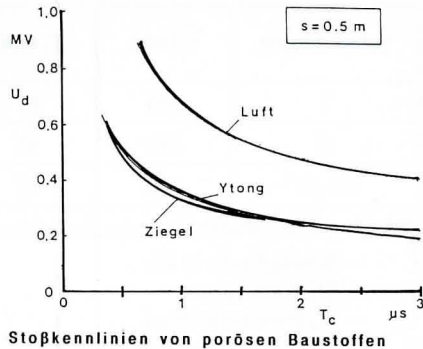
So kann z. B. eine durchgehende Metallfassade als Ableitung dienen, wenn sie am Fußpunkt geerdet wird. Bei anderen Konstruktionen können z. B. die Ankerschienen für die Aufhängung der Fassadenbänder miteinander verbunden und geerdet werden.

### Erdungsanlage

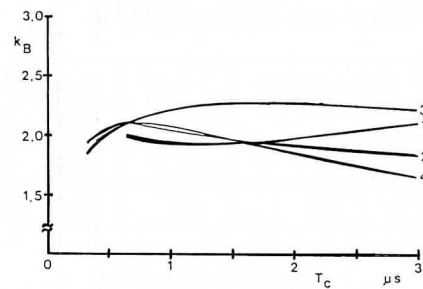
Erdungsanlagen müssen so ausgelegt sein, daß sie den Blitzstrom ohne Schaden führen können. Für den Blitzschutz ist keine besondere Erdungsanlage erforderlich, wenn z. B. Fundamenterde, Bewehrung von Stahlbetonfundamenten usw. vorhanden sind. Die Erdung muß jedoch ohne Mitverwendung von metallenen Wasserleitungen oder anderen Rohrleitungen und ohne geerdete Leiter von elektrischen Anlagen (PEN) funktionsfähig sein. Der Grund dieser Forderung ist, daß bei einem Blitzeinschlag die höchste auftretende Spannung überwiegend durch die örtlichen Erder bestimmt wird.

Bei Neubauten wird man stets den Fundamenterde für den Blitzschutz mitverwenden, da in diesem Fall der erforderliche Potentialausgleich relativ leicht durchführbar ist. Außerdem wird für eine Blitzschutzanlage mit einem Blitzschutzpotentialausgleich kein bestimmter Erdungswiderstand gefordert. Für ausgedehnte Anlagen mit elektrischen und elektronischen Bauteilen ist es jedoch ratsam, einen möglichst geringen Erdungswiderstand für die einzelnen Gebäude, die über diese Anlage miteinander verbunden sind, zu bekommen, um die Potentialanhebung bei einem Blitzeinschlag gering zu halten. Außerdem sollten die Gebäude weitgehend miteinander vermascht werden, damit auf den Schirmen der MSR- oder Datenleitungen möglichst geringe Blitzstromanteile fließen.

Bei der späteren Installation einer Blitzschutzanlage an einem vorhandenen baulichen Objekt kann man in der Regel nicht an den Fundamenterde herankommen. Es ist deshalb erforderlich, eine getrennte Erdungsanlage zu erstellen. Der Erder sollte dann möglichst als Ringerde verlegt werden. Er soll mindestens 0,5 m tief und in einem Abstand von 1 m um das Außenfundament verlegt werden. Die VDE-Richtlinien lassen in Sonderfällen auch Einzelerde zu. Bei Prüfungen durch den Verfasser und seiner Mitarbeiter wurden häufig große Differenzen zwischen den Erdern einer Anlage bezüglich des Erdungswiderstandes festgestellt. Hier ist der Verfasser der Ansicht, daß zwischen den Erdern das Widerstandsverhältnis maximal 1:2



Stoßkennlinien von porösen Baustoffen



1:	Ytong	0,5 m
2:	Ziegel	0,5 m
3:	Ytong	0,25 m
4:	Ziegel	0,25 m

Bild 9: Korrekturfaktor  $k_B$  für poröse Baustoffe

betragen darf. Es könnte sonst zu unkontrollierten rückwärtigen Überschlägen kommen. Allerdings ist dies auch von den absoluten Werten der Widerstände abhängig.

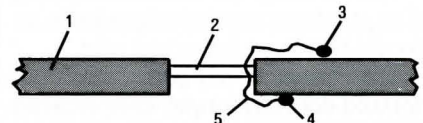
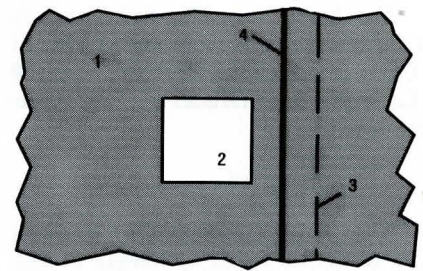
In der Praxis sind Schäden, insbesondere auch Brände, durch Blitzeinschlag trotz vorhandener Blitzschutzanlage vorgekommen. Dies war auch Anlaß für den Forschungsauftrag der öffentlich-rechtlichen Versicherer. Bei der Untersuchung ging man davon aus, daß ca. 1/3 aller landwirtschaftlichen Anwesen in Bayern – in anderen Teilen der Bundesrepublik dürften die Verhältnisse ähnlich liegen – mit einer Blitzschutzanlage versehen sind, und daß Gebäude mit und ohne Blitzschutz mit gleicher Wahrscheinlichkeit vom Blitz getroffen werden.

Entgegen der landläufigen Meinung ziehen Blitzschutzanlagen keine Blitze an, vielmehr ist der Blitz eher als „kurzsichtig“ anzusehen.

Aufgrund von Erhebungen und vorliegenden Daten ließ sich abschätzen, daß es trotz Vorhandensein einer Blitzschutzanlage in ca. 10 % bis 20 % der Fälle bei einem Einschlag zum Brandschaden kam.

Als Ursache für diese Schäden sind zu nennen:

- In älteren Anlagen fehlt der Blitzschutzpotentialausgleich, insbesondere sind die ankommenden elektrischen Versorgungsanlagen nicht einbezogen.
- Die Sicherheitsabstände, also die Näherungen zwischen Blitzschutzanlage und metallenen Installationen, wurden nicht beachtet. Häufig werden auch durch nachträgliche Installationen Sicherheitsabstände



- 1: Beton
- 2: Fensteröffnung
- 3: Ableitung Blitzschutzanlage
- 4: Metallinstallation
- 5: Gleitüberschlag

Bild 10: Gleitüberschlag bei Beton

überbrückt. Hierdurch werden dann Teilblitzströme in das Innere von Gebäuden geführt, ohne daß durch entsprechende Maßnahmen dafür gesorgt wird, daß der Teilstrom lichtbogenfrei zu dem Blitzschutz-Potentialausgleich abgeleitet wird.

Bei der Prüfung von Blitzschutzanlagen zeigte sich, daß in vielen Fällen die Näherungen selbst bei Neuanlagen nicht eingehalten wurden. In früheren Jahren war man der Ansicht, daß z. B. in Mauerwerk der Abstand geringer sein dürfte. Versuche an der Hochschule der Bundeswehr in München zeigten jedoch, daß die Durchschlagsspannung für Luft z. B. höher liegt als bei porösen Baustoffen, wie Ziegel oder Gasbeton (Yton), Bild 9. Die Näherungsstrecken bei porösen Baustoffen müssen also größer bemessen werden als entsprechende Näherungsstrecken in Luft.

Bei Untersuchung der Bedeutung der Feuchtigkeit zeigte sich, daß diese das Ergebnis etwa bis  $\pm 10\%$  beeinflusst und somit bei der Berechnung vernachlässigt werden kann.

Die Stoßdurchschlagsspannung von Beton ist in etwa genau so hoch wie die der Luftstrecken. Zu beachten ist allerdings, daß die Gleitspannungsfestigkeit gegenüber Luft nur etwa 50 % beträgt, d. h., es ergibt sich wie bei porösen Baustoffen eine Relation von  $U_{dl}/U_{UB} \approx 2$ .

$U_{dl}$  = Stoßansprechspannung der Luftstrecke  
 $U_{UB}$  = Gleitüberspannung von Beton  
 Es kann also bei Maueröffnungen, z. B. Fenstern, zum Überschlag entlang der Betonoberfläche auf metallene Installationen im Gebäudeinneren kommen (Bild 10).

Die Berechnung des Näherungsabstandes wird in Anlehnung an IEC 81 (CO) 6 identisch mit VDE 0185 Teil 100 (Entwurf - Rosa Druck) wie folgt vorgenommen:

$$s \approx d$$

$$d = K_i \cdot \frac{K_c}{K_m} \cdot l$$

$K_i$  ist von der gewählten Schutzklasse der Blitzstromanlage abhängig (Tabelle 1).

$K_c$  ist von der geometrischen Anordnung und

$K_m$  vom Material in der Näherungsstrecke abhängig (Tabelle 1).

$l$  ist die Länge der Blitzschutzleitung in m, gemessen von derjenigen Stelle, an der die Näherung betrachtet wird.

Die Formel ist nur gültig, wenn der Abstand der Ableitungen entsprechend VDE 0185 Teil 1 bei etwa 20 m liegt.

Die Auswahl der Schutzklassen richtet sich nach dem Objekt, wobei die Klasse I z. B. für Explosivbereiche oder Kernkraftwerke zutreffend sein wird, während normale Wohngebäude unter die Schutzklasse III-IV fallen (Tabelle 1).

Die größten Stromänderungen treten bei negativen Folgeblitzen auf. Die nachfolgende Tabelle 2 gibt die angenommenen Gefährdungsparameter negativer Folgeblitze wieder.

Setzt man die längenbezogene Gegeninduktivität  $M_i$  mit  $1,5 \mu\text{H/m}$  und die Durchschlagsfestigkeit der Luft mit  $600 \text{ kV/m}$  ein, so ergibt sich der

$$\text{Koeffizient } K_i = \frac{M_i \cdot \hat{i} / T_1}{600 \cdot (1 + 1/T_1)}$$

entsprechend nachstehender Tabelle 2:

Diese Werte sind identisch mit der Tabelle 8 in VDE 0185 Teil 100/IEC 81 (CO) 6 (- Entwurf -).

Der Wert des Konfigurationsfaktors  $K_c$  ist abhängig von der geometrischen Anordnung der Ableitungen.

Nach DIN/VDE 0185 Teil 1 ist am Umfang eines Gebäudes alle 20 m eine Ableitung zu setzen. Falls das Gebäude höher als 20 m ist, muß ein zusätzlicher Blitzstrom-Potentialausgleich auf der entsprechenden Ebene durchgeführt werden. Für die sich daraus ergebende Maschenweite sind drei grundsätzliche Konfigurationen der Blitzschutzanlage denkbar.

1. Eindimensionale Anordnung mit nur einer Ableitung (Bild 11)
2. Zweidimensionale Anordnung (Bild 12)
3. Dreidimensionale Anordnung (Bild 13)

Es zeigt sich, daß bei der eindimensionalen Anordnung naturgemäß der gesamte Blitzstrom zu berücksichtigen ist, während bei der zwei- und dreidimensionalen Anordnung keine wesentliche Reduzierung des Teilstromes durch weitere Ableitungen in der vom Blitz getroffenen Ableitung bewirkt wird.

Schutzklasse	$\hat{i}$ (kA)	$T_1$ ( $\mu\text{s}$ )	$T_2$ ( $\mu\text{s}$ )	Q (C)	W/R (MJ/ $\Omega$ )
I	200	10	350	100	10
II	150	10	350	75	5,6
III-IV	100	10	350	50	2,5

Tabelle 1: Blitzstromparameter des ersten Schlages

$\hat{i}$  = Scheitelwert in kA

$T_1$  = Stirnzeit in  $\mu\text{s}$

$T_2$  = Halbwertzeit in  $\mu\text{s}$

Q = elektrische Ladung in Colomb

W/R = spez. Energie in MJ/ $\Omega$

Schutzklasse	$\hat{i}$ (kA)	$T_1$ ( $\mu\text{s}$ )
I	50	0,25
II	37,5	0,25
III	25	0,25

Tabelle 2: Gefährdungsparameter negativer Folgeblitze

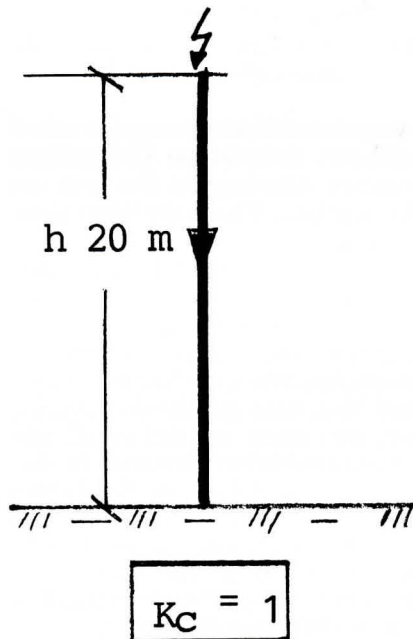


Bild 11: Eindimensionale Konfiguration der Blitzschutzanlage

Die nachstehende Tabelle ist wiederum in Einklang mit VDE 0185 Teil 100/IEC 81 (CO) 6 (Entwurf).

Konfiguration	$K_c$
eindimensional	1
zweidimensional	0,66
dreidimensional	0,44

Tabelle 4: Konfigurationsfaktor  $K_c$

Der Koeffizient  $K_m$  ist vom Material der Näherungsstrecke abhängig. Wie schon erwähnt, setzt man für Luft 1 und für Mauerwerk 0,5 ein. Diese Werte entsprechen ebenfalls der Tabelle 9 der VDE 0185 Teil 100.

Die nach der Näherungsformel errechneten Sicherheitsabstände lassen

Schutzklasse	$K_i$
I	0,1
II	0,075
III-IV	0,05

Tabelle 3: Induktionsfaktor  $K_i$

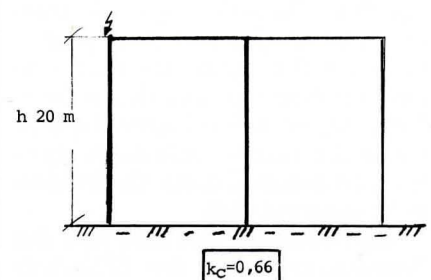


Bild 12: Zweidimensionale Konfiguration der Blitzschutzanlage

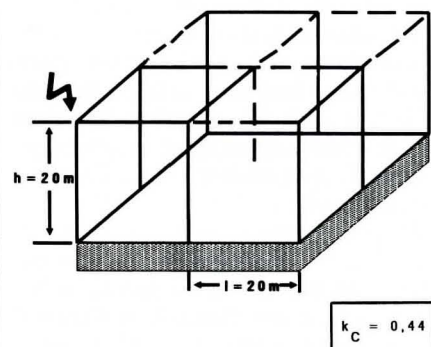


Bild 13: Dreidimensionale Konfiguration der Blitzschutzanlage

sich in vielen Fällen nur erreichen, wenn innerhalb der Gebäude die metallenen Installationen nicht im Dachbereich verlegt wurden. Selbst wenn dies bei der Neuinstallation berücksichtigt wurde, muß man damit rechnen, daß Näherungsabstände durch nachträglich vorgenommene Einbauten unterlaufen werden. Dies gilt besonders für landwirtschaftliche Betriebe. Aber auch bei Industriebauten mit Flachdächern werden Schwierigkeiten zu erwarten sein.

Eine Verbesserung bringt die sog. isolierte Blitzschutzanlage. Der Näherungsabstand wird dabei außerhalb des Gebäudes gelegt. Nachträgliche Installationen können dann vorgenommen werden, ohne daß die Einhaltung des Sicherheitsabstandes (Näherung) unterlaufen

wird. Für die Installation einer isolierten Blitzschutzanlage sind generell zwei Möglichkeiten vorhanden:

1. die freie Überspannung
2. die Installation auf isolierenden Stützen, wie sie früher bei Reetdächern durchgeführt wurde (Bild 14)

Beispiel:

Ein Reihenhaus - Parterre plus eine Etage

Ableitung: 8 m

Schutzklasse: III

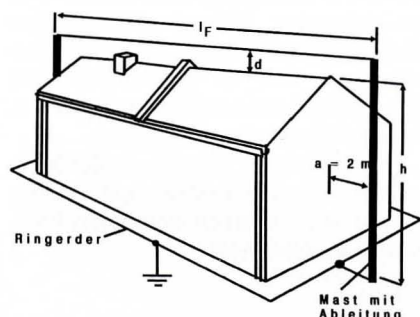
Mauerwerk: Ziegel/Putzbau

Sicherheitsabstand (Näherungsabstand)

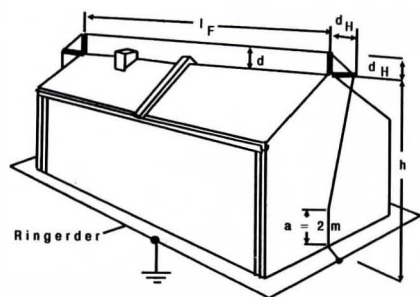
$$s \approx d = K_i \cdot \frac{K_c}{K_m} \cdot l$$

$$= 0,05 \cdot \frac{0,66}{0,5} \cdot 8$$

$$= 0,528 \sim 0,53 \text{ m}$$



$$d = 0,025 \cdot (l_F / 2 + h)$$



$$d = 0,025 \cdot (l_F / 2 + h)$$

$$d_H = 2 \cdot d$$

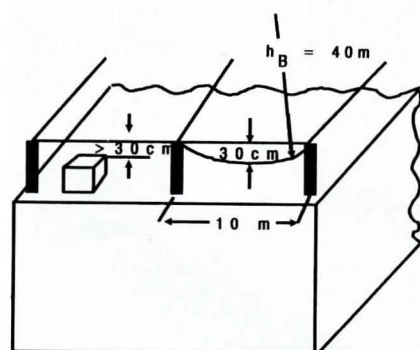


Bild 14: Isolierte Blitzschutzanlagen  
a) freie Überspannung,  
b) auf Isolierstützen  
c) vermaschte Fanganordnungen

Das Schutzkonzept von DIN/VDE 0185, also das der zur Zeit gültigen Richtlinie, verlangt neben dem „äußeren Blitzschutz“ auch den „inneren Blitzschutz“. Nur durch das Vorhandensein beider Schutzkonzepte ist ein optimaler Schutz gewährleistet. Unter dem Begriff „innerer Blitzschutz“ wird heute von vielen der Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen verstanden. Der Überspannungsschutz ist jedoch nur ein Teil des inneren Blitzschutzes, denn insbesondere der Potentialausgleich und die Raumabschirmung fallen unter den Begriff des inneren Blitzschutzes.

Überspannungen können auch durch gebäudeüberschreitende Leitungen in das zu schützende Volumen eindringen und zu Schäden führen. Gebäudeüberschreitende Leitungen können sein:

- Energieversorgungsleitungen - die größte Gefahr ist bei Freileitungsnetzen vorhanden -
- Telefonleitungen
- Datenleitungen
- MSR-Leitungen
- Meldelinien von Brand- und Einbruchmeldeanlagen
- metallene Rohrleitungen aller Art (Wasser, Gas)

Wie die Praxis zeigt, sind die Geräte an der Peripherie eines Volumens durch den Blitzstrom am gefährdetsten. Sie müssen deshalb auch mit Schutzgeräten versehen werden, die den vollen Blitzstrom ableiten können, während Schutzgeräte innerhalb des Volumens nur noch

gegen Überspannung schützen müssen. Diese Erkenntnisse führten zu einem Schutzkonzept, das das zu schützende Volumen in sog. Schutz-zonen unterteilt. Die einzelnen Zonen werden unter Ausnutzung von Schirmungen, z. B. Abschirmen von Gebäuden oder Metallgehäusen für Geräte, gebildet. Bei Neubauten kann dies z. B. durch die Bewehrungen von Wänden und Decken geschehen, wenn die Bewehrungen untereinander galvanisch verbunden werden.

Vorgesehen sind verschiedene Zonen, wobei die Zone „0“ die Außenhaut des Volumens ist. In dieser Zone ist mit direkten Blitzeinschlägen zu rechnen. Es folgen die Zonen 1, 2 und 3, wobei die Gefährdung von Zone zu Zone abnimmt. Bei jeder Zonenschnittstelle ist ein Potentialausgleich durchzuführen, der untereinander und mit dem Hauptpotentialausgleich zwischen Zone „0“ und „1“ verbunden wird (Bild 15).

Elektrische Versorgungsleitungen, insbesondere Datenleitungen, sollen geschirmt und mit Überspannungsgeräten versehen werden.

Eine Doppelschirmung ist anzustreben, wobei der äußere Schirm für Teilblitzströme stromtragfähig sein muß. Dieser Schirm muß beiderseitig aufgelegt werden, während der innere Schirm aus systembedingten Gründen nur einseitig angeschlossen werden darf. Die zu verwendenden Überspannungsableiter müssen für den Einsatz in den verschiedenen Zonen ausgelegt werden. Welche

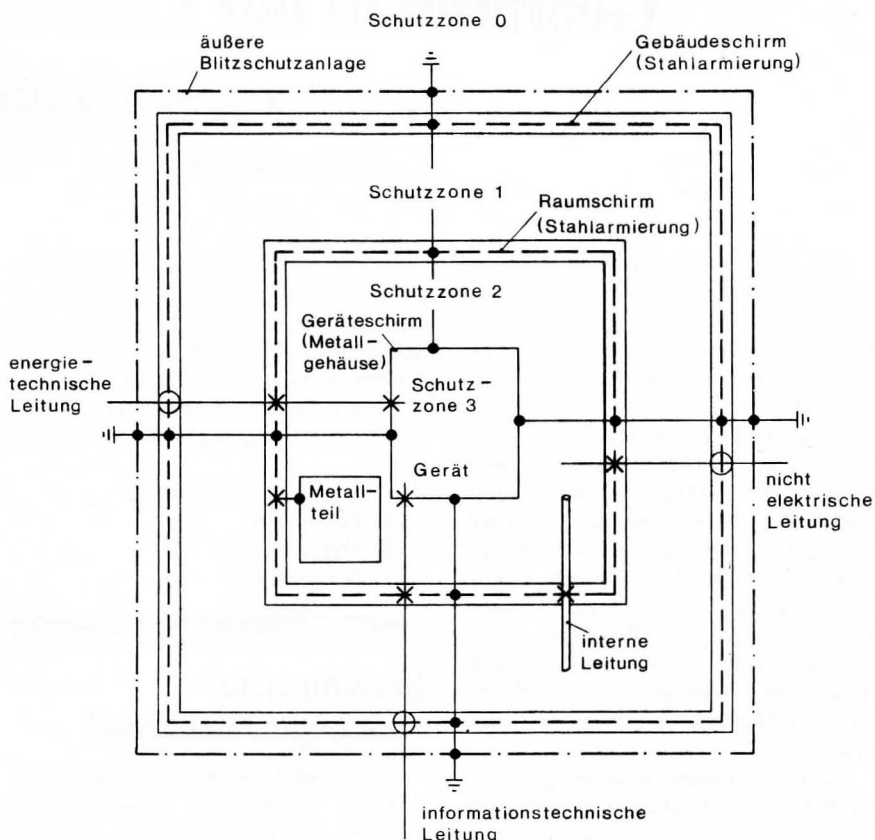


Bild 15: 0 = Blitzschutz-Potentialausgleich/stromabhängiger Blitzstromableiter  
x = örtlicher Potentialausgleich/Verbindung Schirm mit Potentialleiter

Bauteile eingesetzt werden können, wurde bereits in einem Beitrag „Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen“ in Schadenprisma Heft 2/81 beschrieben.

### **Prüfung, ob bauliche Anlagen mit Blitzschutzanlagen versehen werden müssen oder nicht.**

Soweit nicht durch besondere Verordnungen Blitzschutzanlagen zwingend vorgeschrieben sind, können die Bauaufsichtsbehörden Blitzschutzanlagen nach ihrem Ermessen fordern. Wird von der Bauaufsichtsbehörde keine Blitzschutzanlage gefordert, ist die Entscheidung über eine Blitzschutzanlage dem Besitzer oder Betreiber überlassen. Für jeden Einzelfall ist es nicht leicht, eine sachgemäße Aussage über die Notwendigkeit der Installation einer Blitzschutzanlage zu fällen.

Eine Entscheidung, ob eine Blitzschutzanlage benötigt wird oder nicht, würde sich sehr vereinfachen, wenn man alle wichtigen Einflüsse der Blitzgefährdung auf die bauliche Anlage, also sowohl die Einschlagswahrscheinlich-

*Dipl.-Ing. Walter Wessel,  
vormals*

*Westfälische Provinzial-Feuersozietät*

keit als auch die zu erwartenden Folgen, quantitativ erfassen könnte. Solche Versuche sind schon seit längerer Zeit gemacht worden. Man nennt dieses Verfahren „Ermitteln nach Blitzschutzformeln“.

In der früheren Zeit bezog man sich hierbei häufig nur auf bauliche Objekte und kam dann zu dem Schluß, daß bei Menschengefährdung, z. B. bei Waren- und Geschäftshäusern, Versammlungsstätten, Krankenanstalten usw., eine Blitzschutzanlage in jedem Fall erforderlich wurde. Mit fortschreitender Installationstechnik wurden jedoch auch die im Inneren des Gebäudes vorhandenen Werte in die Überlegung einbezogen. So ist es heute fast unerlässlich, daß Blitzschutzanlagen, d. h. Anlagen, die dem äußeren und dem inneren Blitzschutz dienen, installiert werden, wenn hochwertige Datenverarbeitungsanlagen oder Geräte der Meß-, Steuer- und Regeltechnik vorhanden sind.

Zur Zeit wird in der TC 81/WG 3 an solch einer Formel gearbeitet. Mehrere Vorschläge liegen vor. Eine Entscheidung ist noch nicht gefallen. Die Werte und Ergebnisse müßten in etwa denen entsprechen, die in der VDE-Schriftenreihe 44 Anhang A Kapitel 6 aufgeführt sind.

## **Zusammenfassung**

Die äußere Blitzschutzanlage, die vorwiegend dem baulichen Brandschutz zuzuordnen ist, sollte nach DIN/VDE 0185 Teil 1 und 2 erstellt werden. Dabei sollten die Erkenntnisse aus dem Forschungsauftrag der öffentlich-rechtlichen Versicherer von der Bundeswehrhochschule in München über die isolierte Blitzschutzanlage und über die Nährungsstrecke berücksichtigt werden.

Diese Ergebnisse sind auch zum größten Teil in VDE 0185 Teil 100/IEC 81 (CO) 6 wiederzufinden. Sie werden wahrscheinlich international zur Geltung kommen.

Dem inneren Blitzschutz mit dem konsequenten Potentialausgleich kommt heute und in Zukunft durch den zunehmenden Einsatz elektronischer Geräte und Anlagen eine erhöhte Bedeutung zu. Der in DIN/VDE 0185 gemachte Hinweis auf die zusätzlich geltenden Normen ist zu beachten.

Nur durch die Einhaltung der Maßnahmen für den äußeren und inneren Schutz ist ein wirklich lückenloser Blitzschutz gewährleistet.

# **Gefahren in der Landwirtschaft durch Elektrizität**

Hanns-Albrecht Hamann

Die Elektrizität ist eine bequem anwendbare und umweltfreundliche Energieform. Ein Leben ohne sie ist heute nicht mehr vorstellbar. Mit den Vorteilen sind aber auch Brand- und Unfallgefahren verbunden gemäß dem Sprichwort „Wo Licht ist, ist auch Schatten“. Mit den Nachteilen werden die Feuerversicherer konfrontiert. Noch heute wird etwa jeder 5. Brand elektrisch gezündet. Dem Risiko, das sich aus der Elektrizitätsanwendung ergibt, begegnen die Feuerversicherer mit gezielten Schadenverhütungsmaßnahmen. Dazu gehören z. B. Risikobesichtigungen, Beratungen, Vorträge und Erstellung von Informationsschriften, wie Merkblätter usw.

Voraussetzungen für einen gefahrlosen Betrieb ist das Beachten der Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (DIN/VDE) beim Bau elektrischer Anlagen und Betriebsmittel.

Aus der 30jährigen Erfahrung des Ver-

fassers in der Schadenpraxis und dem Prüf- und Beratungsdienst lassen sich bei den elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln die Brandsachen in 4 Bereiche unterteilen, die dem elektrotechnisch nicht vorgebildeten Leser nachfolgend nähergebracht werden sollen:

1. Lichtbogenkurzschluß
2. Lichtbogen
3. Verlustwärme
4. Nutzwärme.

## **Brandursache Lichtbogenkurzschluß**

Ein gefahrloser Betrieb elektrischer Anlagen ist nur bei einwandfreiem Zustand der Leiterisolation möglich. Wird die Isolation schadhaf, kann es zu einem zündfähigen Lichtbogenkurzschluß kommen. An der Fehlerstelle tritt

ein Flammbogen (Bild 1) auf, dessen Wärmeleistung ausreicht, um in der Nähe befindliche brennbare Bauteile,

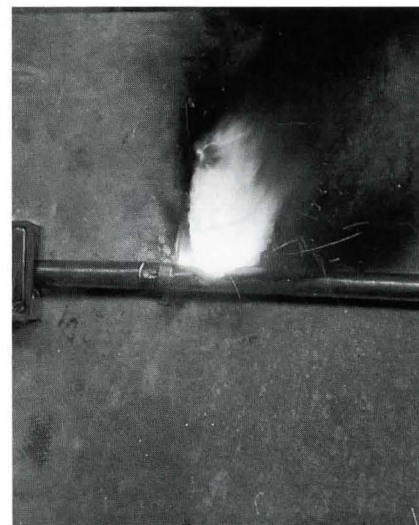


Bild 1