

Blitzschäden trotz Blitzableiter

Ferdinand Leuthner

Immer wieder lesen wir in Zeitungen Überschriften wie „Blitzschaden trotz Blitzableiter“, „Landwirtschaftliches Anwesen eingäschert – Blitzschutzanlage nützte nichts“ oder „Blitz blitzte Blitzableiter“. Aus Platz- und Zeitmangel folgt diesen Überschriften meist nur ein kurzer Bericht mit Angabe über Ort, Zeit und Umfang des Schadens. Die näheren Umstände, die trotz Blitzableiter zum Blitzschaden führten, werden in der Regel nicht angegeben. Dadurch kann der Eindruck entstehen, als wäre Blitzschutz durch Blitzableiter eine unsichere Sache. Ist dies zutreffend?

Wenn wir uns mit Blitzschäden und Blitzschutz befassen, müssen wir uns zuerst klarmachen, daß die Blitzentladung ein elektrischer Vorgang ist und damit bei einem Blitzeinschlag die gleichen Wirkungen auftreten wie bei einem Stromfluß durch einen metallenen Leiter (Auffangleitungen, Ableitungen, Erder) oder dem Stromdurchgang durch einen schlechten Leiter oder Isolator (Holz, Mauerwerk). Infolgedessen haben wir thermische Wirkungen (Wärmeentwicklung), elektrodynamische Wirkungen (Entstehung von Kräften), elektrochemische Wirkungen (galvanische Zersetzungen) und akustische Wirkungen (Donner) zu erwarten. Von diesen vier Wirkungen ist nur die Wärmeentwicklung bedeutungsvoll. Wo haben wir mit ihr zu rechnen?

Wärmewirkungen des Blitzstromes

Folgen wir dem Blitzstrom, dann haben wir zuerst die Eintrittsstelle des Blitzstromes in die Blitzschutzanlage zu betrachten. Auffallenderweise sind hier Schmelzwirkungen durch den Blitzstrom selten festzustellen, und wenn sie auftreten, sind sie gering (kleine Schmelzperlen). Dies rührt daher, daß der Energieumsatz an dieser Stelle

verhältnismäßig klein ist und die erzeugte Wärme sich schnell in den Auffangleitungen verteilt. Ist jedoch der Wärmeabfluß behindert, wie z. B. bei dünnen Folien von Metalldächern, dann können am Blitzfußpunkt durchaus Löcher ausgeschmolzen werden. Deshalb dürfen nach den Allgemeinen Blitzschutz-Bestimmungen (ABB-Bestimmungen), die in der 8. Auflage des Buches „Blitzschutz“ veröffentlicht sind (1968 erschienen in der VDE-Verlag GmbH, 1 Berlin 12, Bismarckstraße 33), Dacheindeckungen aus Metall nur dann als Auffangeinrichtungen verwendet werden, wenn sie bei Kupfer mindestens eine Dicke von 0,3 mm und bei anderen Metallen mindestens eine Dicke von 0,5 mm aufweisen. Bei dünneren Dacheindeckungen aus Metall sind besondere Auffangleitungen zu verlegen.

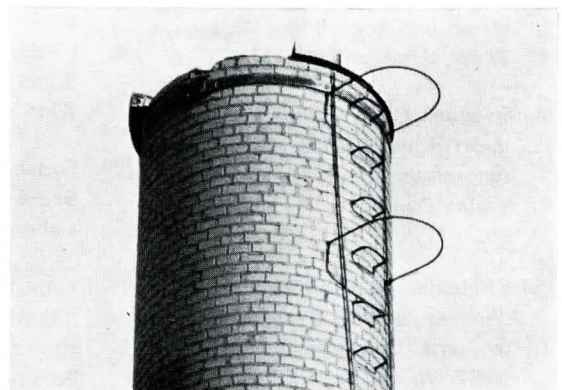
Eine Blitzentladung setzt sich in der Regel aus mehreren Teilentladungen, also sehr kurzzeitigen Stromstößen zusammen. Wegen des außerordentlich schnellen Stromanstiegs tritt beim Stromfluß in den Leitern eine Erscheinung auf, die von der Hochfrequenz bekannt ist und als Stromverdrängung bezeichnet wird: Der Strom fließt nicht durch den ganzen Leitungsquerschnitt, sondern wird in eine dünne Schicht an der Oberfläche zusammengedrängt. Dieser Effekt kann bei nichtmagnetischen Leitern (Aluminium und Kupfer) fast vernachlässigt werden,

führt jedoch bei Stahl dazu, daß der wirksame Widerstand u. U. mehrmals so hoch ist wie der Gleichstromwiderstand des vollen Leiters. Trotz dieser Stromverdrängung treten in den für den Blitzableiterbau empfohlenen Leitern keine sichtbaren Folgen der Erwärmung auf.

Der Blitzstrom kann nur dann gefahrlos in die Erde abgeleitet werden, wenn die Auffangeinrichtungen und Ableitungen so bemessen sind, daß sie sich durch den Blitzstrom nicht unzulässig erwärmen. Aus neueren Messungen ist bekannt, daß 50 % der Blitzströme Werte bis zu rund 30 000 A, 10 % Werte bis ungefähr 75 000 A und 1 % Werte bis 180 000 A annehmen. Dies ist bei der Bemessung der Ableitungen zu berücksichtigen. Da eine Blitzschutzanlage nach den ABB-Bestimmungen mindestens zwei Ableitungen mit einem Querschnitt von je 50 mm² aufweist, sind bisher keine Schäden bekanntgeworden, die auf eine unzulässige Erwärmung der Ableitungen zurückzuführen wären.

Dünne Drähte wie Antennenleitungen sind jedoch, wie viele Schäden beweisen, nicht in der Lage, solche Ströme zu führen. Dünne Leitungen schmelzen nicht nur, sondern können auch verdampfen und dabei Brände und explosionsartige Zerstörungen verursachen. Daraus ergibt sich, daß eine gerdete Antenne keinen Blitzschutz bieten kann.

Bild 1.
Als Auffangeinrichtung war an diesem Fabrikschornstein der obere Spanning vorgesehen, der 27 cm unterhalb der Krone verläuft. Dies genügte nicht; Fabrikschornsteine sind stets mit Auffangspitzen zu versehen.



Dipl.-Ing. Ferdinand Leuthner, Geschäftsstellenleiter des Ausschusses für Blitzableiterbau e. V. (ABB).



Bild 2.
Das Antennenstandrohr war mit einem isolierten Kupferdraht von 4 mm² Querschnitt geerdet. Die Leitung wurde durch einen Blitz verdampft, das Dach teilweise abgedeckt und der Dachstuhl in Brand gesetzt.

Fließt der Blitzstrom durch schlechte Leiter, wird viel Energie als Wärme frei. Die Wärmemenge ist so groß, daß das Wasser in Holz, Mauerwerk und dergleichen erhitzt und verdampft wird. Wegen der sehr kurzen Zeit, in der sich der Vorgang abspielt, entsteht ein solcher Überdruck, daß in Holz (Bäume, Masten, Balken) oder Mauern explosionsartige Sprengungen auftreten. Solche Schäden treten jedoch nicht nur an den Stellen auf, die Feuchtigkeit enthalten, sondern auch an solchen, an denen die Stromdichte stark erhöht ist, nämlich an den Stromein- und -austrittsstellen aus schlecht leitenden Stoffen (Mauerwerk) in gut leitende Stoffe (Metallteile).

Wie schlechte Leiter im Zuge des Blitzweges wirken auch schlechte Kontaktstellen (Klemmstellen) von Leitern. Hier können beim Blitzdurchgang solche Wärmemengen frei werden, daß z. B. an den Stoßstellen von Regenfallrohren oder Anschlußstellen der Heuaufzüge an die Blitzschutzanlage Metall geschmolzen und abgespritzt wird. Befinden sich in der Nähe solcher schlechter Stoßstellen leichtentzündliche Stoffe, ist mit einem Brand zu rechnen. Auf solche Schmelz- und Sprühwirkungen an den Anschlußstellen des Heuaufzuges an die Blitzschutzanlage, also auf nicht hinreichend sorgfältig ausgebildete Leitungsverbindungen, sind mit Sicherheit manche Brände zurückzuführen.

Weitere Wirkungen des Blitzstromes

Von elektrischen Strömen in gleicher Richtung durchflossene Leiter ziehen sich an. Die dabei auftretende Kraft kann so groß sein, daß bei elektrischen Leitungen die Isolation dicht beieinanderliegender Leitungen herausgequetscht wird oder dünne metallene Rohre (Isolierrohre, Antennenstäbe) zusammengedrückt werden. Die Kräfte können so groß sein, daß selbst Regenfallrohre zerquetscht und verbeult werden.

Elektrochemische Zerstörungen durch den Blitzstrom sind so gering, daß sie nicht in Erscheinung treten. Die Zer-

fressungen an Erdern sind nicht auf Blitzströme sondern auf Korrosion (elektrolytische Zersetzung durch Erdströme) zurückzuführen.

Elektrodynamische Kräfte bewirken, daß der Blitzkanal in freier Luft nur einen Durchmesser von wenigen Zentimetern hat. In ihm ist die Luft komprimiert. Nach Erlöschen des Blitzstromes dehnt sich die heiße und komprimierte Luft schlagartig aus; dadurch entsteht der Donner. Obwohl der Druck im Blitzkanal auf einige hundert Atmosphären geschätzt wird, ist er schon in einem Meter Entfernung so stark abgesunken, daß durch ihn kein Schaden mehr angerichtet werden kann.

Abspringen des Blitzstromes

Beim Bau einer guten Blitzschutzanlage sind auch die Grundregeln der Elektrophysik zu beachten. Die Stromstärke eines Blitzes ist durch die jeweiligen atmosphärischen Verhältnisse bei seinem Entstehen gegeben; seine Stromstärke liegt also bei seinem Auftreffen auf einen Gegenstand fest und

ist unabhängig von den Besonderheiten des getroffenen Gegenstandes. Fließt dieser Strom durch elektrische Leiter, so baut er sich die Spannung auf, die er zum Fließen benötigt. Hat eine Blitzschutzanlage einen Erdungswiderstand von 2,5 Ohm (ein anzustrebender Wert bei landwirtschaftlichen Anwesen) und nimmt man einen Blitzstrom von 100 000 A an (kräftiger Blitzschlag, in etwa 5 % der Fälle), so tritt nach dem Ohmschen Gesetz im oberirdischen Teil des Ableiters eine Spannung von 250 000 V auf gegen die Punkte der Erdoberfläche, die mit dem Erder des Ableiters nicht unmittelbar verbunden sind, wie etwa Heizungsanlagen, Rohrnetze und dergleichen. Dabei spielt es keine Rolle, ob diese Teile gut oder schlecht geerdet sind. Bei einem Erdungswiderstand von 10 Ohm, einem Wert, der häufig überschritten wird, steigt die Spannungsdifferenz schon auf 1 Million Volt an. Daraus ergeben sich zwei Forderungen: Einmal ist ein niedriger Erdungswiderstand anzustreben, zum anderen ist notwendig, zwischen dem Ableiter und getrennt geerdeten Metallteilen einen solchen Abstand einzuhalten, daß zwischen ihnen ein Überschlag nicht stattfinden kann. Der Abstand muß um so größer sein, je höher der Erdungswiderstand der Blitzschutzanlage ist. Bei einem gegebenen Erdungswiderstand ist also ein Mindestabstand zwischen Blitzschutzanlage und anderen geerdeten Metallteilen einzuhalten, oder umgekehrt, bei einem gegebenen Abstand zwischen diesen Teilen ist ein hinreichend niedriger Erdungswiderstand zu schaffen. Ist die eine oder andere Bedingung nicht zu erfüllen, muß zur Vermeidung von Überschlägen eine leitende Verbindung zwischen dem Ableiter und

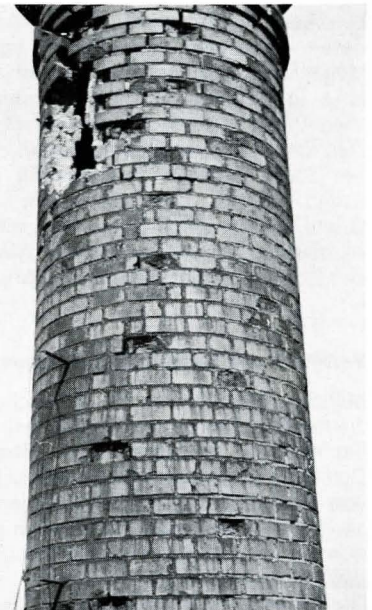


Bild 3.
Die Ableitung an diesem Dunstkamin war abgerostet. Soweit die Ableitung fehlte, wurde das Mauerwerk herausgesprengt.

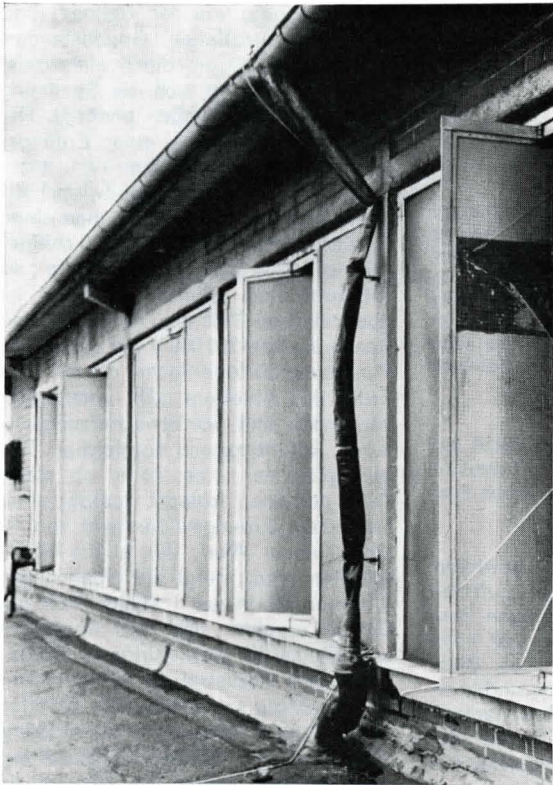


Bild 4.
Das parallel zu einer Ableitung liegende, oben und unten mit ihr verbundene Regenfallrohr wurde durch einen ungewöhnlichen Blitzschlag völlig verformt.

den getrennt geerdeten Teilen hergestellt werden.

Elektrische Anlagen wirken für den Blitz wie getrennt geerdete Anlagenteile. Sie müssen deshalb entweder in entsprechendem Abstand von der Blitzschutzanlage geführt sein oder bei einer Näherung an geeigneter Stelle über Überspannungsableiter miteinander verbunden werden.

Entsprechen Blitzschutzanlagen den hier aufgezeigten Bedingungen nicht und befinden sich die Näherungen zwischen der Blitzschutzanlage und anderen geerdeten Metallteilen (z. B. Heuaufzug) oder der elektrischen Anlage in Räumen mit leichtentzündlichem Inhalt (Scheune), so ist verständlich, daß bei einem Überschlag an dieser Stelle beinahe zwangsläufig ein Brand eintritt. Dies ist sicher ein Grund, warum durch Blitzschlag schon so manches landwirtschaftliche Anwesen trotz Blitzschutzanlage abgebrannt ist.

Veraltete und beschädigte Anlagen

Manche Erkenntnisse im Blitzschutz, die heute als selbstverständlich gelten, hat man vor 40 Jahren nicht gehabt. Durch die Untersuchung von Blitzschäden an Gebäuden mit Blitzschutzanlagen konnten wertvolle Erfahrungen gewonnen werden. Es ist heute bekannt, daß Firste und Grate der Dächer, die Giebelspitzen und sämtliche die Dach-

fläche überragenden Teile wie Kamine, Dunstschlote, Gauben — bei Flachdächern auch die Traufkanten — bevorzugte Einschlagstellen sind. Deshalb sind sie nach den ABB-Bestimmungen mit Auffangeinrichtungen zu versehen. Dieser Forderung entsprechen viele alte Blitzschutzanlagen nicht. Es ist also bei Fehlen von Auffangeinrichtungen an solch exponierten Stellen trotz einer sonst vorhandenen Blitzschutzanlage mit Blitzschäden zu rechnen.

Früher glaubte man, Blitzschutzanlagen auf hohen Gebäuden und hohe Auffangstangen hätten einen Schutzraum für die unmittelbare Umgebung. Deshalb wurden früher auch auf langen Gebäuden nur zwei oder drei hohe Auffangstangen angebracht und oft über nur zwei Ableitungen an Plattenerdern geerdet. Auf Grund eingetretener Schäden drängt sich die Ansicht auf, daß es bei einer Blitzschutzanlage außerhalb des von ihr umschlossenen Raumes keinen Schutzraum gibt. Weiter hat man erkannt, daß auf mindestens 20 m Gebäudeumfassung ein Ableiter zu verlegen ist, Plattenerder praktisch nutzlos und zweckmäßig Ringerder um das zu schützende Gebäude zu verlegen sind. Heute werden bei einfachen baulichen Anlagen Blitzschutzanlagen als großmaschige Faradaysche Käfige gebaut, bei denen kein Punkt der Dachfläche mehr als 10 m von einer Dach- oder Auffangleitung entfernt sein darf. Bei

vielen alten Blitzschutzanlagen auf dem Lande sind diese Erkenntnisse nicht berücksichtigt. Deshalb braucht man sich auch nicht zu wundern, wenn trotz Blitzschutzanlage Blitzschäden eintreten.

In letzter Zeit ist die Diskussion um den Schutzraum durch theoretische Untersuchungen und Versuche im Labor neu aufgelebt. Zwar haben die Versuche eine gute Übereinstimmung mit der Theorie gebracht, doch sind die im Labor zu erzielenden Weiten von Überschlägen bescheiden gegenüber der letzten Ruckstufe eines Blitzes, die 20–50 m betragen kann. Es bleibt deshalb noch abzuwarten, bis dazu weitere Erkenntnisse gewonnen werden.

Ebenso wie es keine gesetzliche Pflicht gibt, auf Wohngebäuden und landwirtschaftlichen Anwesen eine Blitzschutzanlage zu errichten, gibt es auch keine Bestimmung, Blitzschutzanlagen laufend zu überwachen oder gar den neueren Erkenntnissen anzupassen. Deshalb sind auf dem Lande viele veraltete Anlagen anzutreffen.

Eine Blitzschutzanlage ist kein ewiges Werk. Ist sie in Stahl ausgeführt, rostet sie, wenn sie nicht mit Farbe angestrichen wird. Die Gefahr der mechanischen Beschädigung ist erheblich. Es sind nicht immer nur Lausbuben, die die Anlagen beschädigen, oft genug sind es die Alten mit ihrer Unachtsamkeit. Dabei ist es leicht, eine Blitzschutzanlage einigermaßen instand zu halten und kleinere Reparaturen selbst auszuführen.

Früher wurde für Blitzschutzanlagen gerne Messingseil verwendet. Es ist nun bekannt, daß Messing bei Temperaturen unter 0 °C kleine Risse bekommen kann. Dringt in sie Wasser ein und gefriert es, werden die Drähte gesprengt. Da die Seile aus mehreren Leitern bestehen und es unwahrscheinlich ist, daß alle Leiter an der gleichen Stelle brechen, stützen sich die Leiterstücke gegenseitig ab, so daß ein solches Seil äußerlich den Eindruck macht, als wäre es unbeschädigt. Ein solches Seil ist verständlicherweise nicht in der Lage, einen Blitzstrom gefahrlos abzuleiten.

Welche Bedeutung einem niedrigen Erdungswiderstand zukommt, wurde schon erwähnt, ebenso der geringe Wert der früher fast nur verlegten Plattenerder. Erdungswiderstände von mehr als hundert Ohm sind bei alten

Anlagen keine Seltenheit. Ein Zehntel, besser ein Zwanzigstel dieses Wertes wird heute als ausreichend bis gut erachtet. Vom ABB wird empfohlen, für die Erdung der Haupt- und Nebenableitungen vorzugsweise Erdungssammelleitungen zu verlegen. Sie haben den Vorteil, daß mit ihnen im allgemeinen ein hinreichend niedriger Erdungswiderstand erzielt wird, zum anderen bildet eine solche Erdungssammelleitung den unteren Abschluß des anzustrebenden Faradayschen Käfigs.

Unsachgemäße Anlagen

Heute kennen wir die Bedingungen, die eine sachgemäße Blitzschutzanlage erfüllen muß. Da jedoch keine gesetzliche Verpflichtung besteht, die ABB-Bestimmungen, die als anerkannte Regeln der Technik anzusehen sind, einzuhalten, bauen manche Blitzableiter-setzer die Anlagen nicht auf Sicherheit, sondern auf hohen Gewinn.

Dafür nur ein Beispiel:

Der Stall und Stadel eines 1962 erbauten Aussiedlerhofes brannte im August 1967 durch Blitzschlag ab. Das 40 m lange Gebäude mit Firstleitung hatte nur drei Ableitungen, obwohl es nach den ABB-Bestimmungen hätte sechs haben müssen. Außerdem war die dicht unter dem First montierte Laufschiene des Heuaufzuges nicht mit der Blitzschutzanlage verbunden.

Bei Blitzschutzanlagen in Kupfer oder Aluminium kommt der gediegenen handwerksmäßigen Ausführung größere Bedeutung zu als bei einer Anlage in Stahl. So sind Aluminiumleitungen wegen der besonders hohen Wärmedehnung mit so ausreichendem Durchhang zu verlegen, daß auch bei

Bild 5.
Der Erdungswiderstand der einzeln geerdeten Ableitung war sehr hoch. Der Blitz suchte deshalb einen zusätzlichen Weg und sprang auf das Abdeckblech über und floß von hier über die Regenrinne und ein weiteres Regenfallrohr zur Erde.



den tiefstmöglichen Temperaturen keine gefährlichen mechanischen Spannungen und damit Leiterbrüche auftreten können. Aluminiumleitungen dürfen deshalb bei warmer Witterung weniger straff angezogen werden als bei kalter. Dies wurde offensichtlich in folgendem Fall nicht beachtet: Die Aluminiumleitung am Giebel war scharf um den Dachvorsprung gebogen und dann als Ableitung, mit Schelleisen an einer Holzsäule befestigt, zur Trennstelle geführt. Etwa zwei Minuten nach dem Blitzeinschlag ging der Eigentümer über den Hof und sah durch das Scheunenfenster Feuerschein. In der Ecke des Brandherdes und mindestens 8 m im Umkreis waren weder Heu noch Stroh gelagert, sondern nur Holz. Auch waren dort in der Nähe weder elektrische Leitungen noch sonstige Metallteile. Der Eigentümer stellte jedoch fest, daß der Draht am obersten Schelleisen abgebrochen war und nun von der Dachrinne senkrecht nach unten hing, also keine Verbindung zur Erde mehr hatte. Die Untersuchung ergab, daß die Aluminiumleitung zu straff verlegt und deshalb an der Knickstelle gebrochen war. Weiter beweist dieser Fall, daß durch einen

Blitzschlag auch trockenes Holz gezündet werden kann.

Schäden durch Überspannungen

Eine ordnungsgemäße Blitzschutzanlage kann Blitzschläge auffangen und gefahrlos in die Erde ableiten, sie kann jedoch nicht vor der Blitzenergie, die über elektrische Leitungen (Freileitungen oder Kabel) in das Gebäude eindringt, schützen. Sowohl durch direkte Blitzschläge in Freileitungen als auch durch Blitzschläge in ihrer Nähe (durch freigewordene influenzierte Ladungen) entstehen in den Leitungen hohe Überspannungen, die die Isolation von elektrischen Hausinstallationen beschädigen können. Kommt es zu einem Durchschlag, kann der fließende Fehlerstrom, gespeist durch den Netzstrom, zu einem Lichtbogen werden und entzündliche Stoffe in Brand setzen, sofern solche in der Nähe sind. Will man sich gegen solche Schäden schützen, müssen vor der Hauseinführung Überspannungsableiter eingebaut werden.

Zusammenfassung

Schon viele Blitzschäden, die trotz einer Blitzschutzanlage entstanden sind, wurden untersucht. Dabei konnte in allen Fällen festgestellt werden, daß die betreffenden Blitzschutzanlagen entweder wesentliche Mängel oder Abweichungen von den derzeitigen Richtlinien aufwiesen. Eine Blitzschutzanlage muß also gewissen Bedingungen entsprechen. Tut sie das nicht, kann sie auch den von ihr erwarteten Schutz nicht oder nur teilweise bieten.

Bildnachweis

Bild 4 Fa. Merck, Darmstadt, andere Bilder Bayer. Versicherungskammer München.



Bild 6.
Auch hier war der Erdungswiderstand viel zu hoch. Der Blitz sprang deshalb auf die elektrische Leitung über und verdampfte sie weitgehend.