



Bild 11. Das Verblendmauerwerk der Giebelwand wurde durch Sog abgerissen. Die Verbindung zum Hintermauerwerk war nicht ausreichend.

Windlasten schwingungsanfälliger Bauwerke,

Windlasten für Betriebs- und Montagezustände sowie Sonderfälle,

Aerodynamische Formen,
– Beiwerte für Baukörper –.

Die Staudrücke (Geschwindigkeitsdrücke) werden wahrscheinlich mit 110 kp/m^2 (rd. $1,1 \text{ kN/m}^2$) fast unverändert bleiben. Es ist jedoch vorgesehen, diese Geschwindigkeitsdruckangaben für besonders sturmgefährdete Zonen zu erhöhen.

Die neue DIN wird erheblich detaillierter auf die äußere Form und Gestaltung eines Bauwerkes eingehen. Eine größere Sammlung von Beiwerten als bisher ist ebenfalls geplant. Unterteilt wird grob in:

- geschlossene Bauwerke,
- nichtgeschlossene Bauwerke,
- freistehende Überdachungen.

DIN 18 531 – Dachabdichtungen – (Begriffe, Anforderungen, lose verlegte Dachbahnen auf Flachdächern)

Durch die Überarbeitung sollen einheitliche konstruktive Merkmale zur Beurteilung der Sicherheit von Dachabdichtungen gefunden werden, deren Abdichtungsbahnen nicht im gesamten Dachbereich kraftschlüssig mit der Unterkonstruktion verbunden sind (z. B. lose verlegte Dachabdichtungsbahnen).

Vor allem die unterschiedlichen Soglasten im Bereich der Dachabschlüsse – mit oder ohne Attika – sind zu berücksichtigen und konstruktiv zu lösen. Zahlreiche Schäden untermauern die Dringlichkeit dieser Untersuchungen.

So stellte sich z. B. heraus, daß Kieschüttungen im Randbereich den bei Stürmen auftretenden Sogkräften und Verwirbelungen unter Umständen nicht genug Widerstand entgegenbringen. Bei Gebäuden über 8,0 m Höhe sollte im Bereich des Dachrandes daher besser ein Plattenbelag als Auflast vorgesehen werden.

4. Schlußbemerkung

Sachverständige beschäftigen sich intensiv mit den Ursachen der Sturmschäden. Wir sollten uns hüten, jeden Sturmschaden als durch höhere Gewalt verursacht abzutun. Vielmehr sollten an der Baustelle die handwerklichen Regeln stets gut beachtet werden. Es ist sehr zu begrüßen, daß die Erfahrungen der letzten Sturmkatastrophe auch in die Überlegungen im Deutschen Normenausschuß einfließen. Verbesserungen im Detail sind jedoch z. T. wichtiger als weitere Vorstöße ins Neuland. Wenn die Fachwelt in diesem Sinne verfährt, werden wir auch die angeschnittenen technischen Probleme und die Schadenverhütungsaufgaben meistern. Die Versicherer werden hierbei nicht abseits stehen.

Schäden durch Blitzeinwirkung

Otto Egel n

Einleitung

Bei Blitzschäden unterscheidet man grundsätzlich zwischen zündenden und nicht zündenden Blitzschlägen. Etwa 85 % dieser Schäden ereignen sich in ländlichen Gebieten, die restlichen

entfallen auf städtische Gebäude und Industrieanlagen. Der Anteil der nicht zündenden Blitzschäden, zu denen auch die indirekten Blitzwirkungen zählen, beträgt nach einer Auswertung im Lande Bayern für einen Zeitraum von 12 Jahren jährlich 10,9 % von sämtlichen Schadenfällen der Gebäude-Feuer-Versicherungen.

Der Gefahr eines zündenden oder nicht zündenden Blitzschlages kann man erfahrungsgemäß zuverlässig be-

gegen, wenn man das betreffende Objekt mit einer vorschriftsmäßigen Blitzschutzanlage ausrüstet. Neben den direkten Blitzeinschlägen, denen ein Gebäude ausgesetzt ist, haben die indirekten Schäden durch Gewittereinwirkung in den letzten Jahren erheblich zugenommen und erreichten einen Anteil von 60 – 70 % der gesamten Blitzschäden. Auch eine funktionsfähige Blitzschutzanlage kann nicht verhindern, daß im Verlaufe eines Ge-

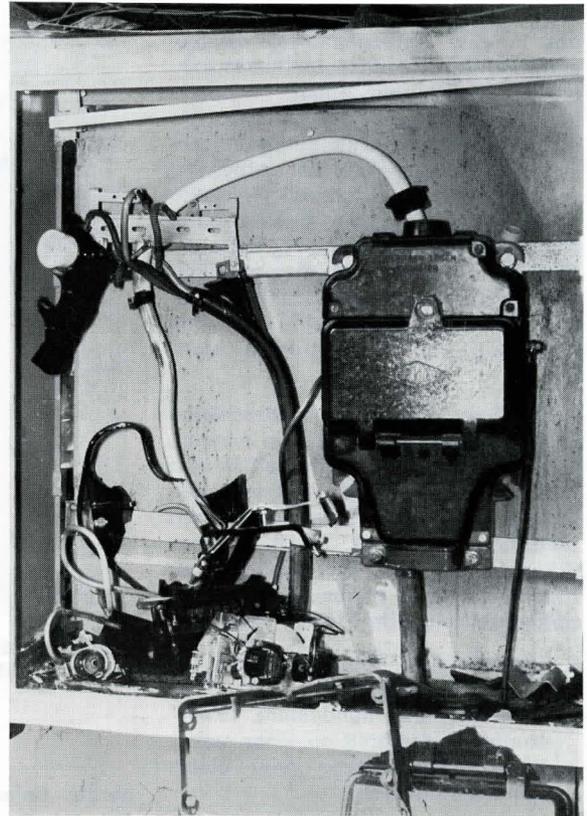
Ing. (grad.) Otto Egel n, Versicherungsgruppe Hannover, brandkasse + provinzial.

jahrelang entwickeln. Dies gilt übrigens auch für Freileitungs-Hausanschlüsse, die nicht ohne weiteres abgeschaltet werden können. Erfolgt die Stromversorgung eines Verbrauchers über ein Erdkabel, so muß dies mindestens eine Länge von 100 m besitzen, um Überspannungen auf ein gefahrloses Maß zu reduzieren. Die am Ableiter verbleibende Restspannung darf nach VDE-675/9.57 2000 V nicht wesentlich (max. 10 %) überschreiten. Aus den technischen Daten der Hersteller für diese Ableiter ist zu entnehmen, daß die Restspannung noch unter 2 kV liegt. Eine wichtige Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit dieser Ableiter ist jedoch die Erdung. Ein Erdungswiderstand von 2 Ω sollte nicht wesentlich überschritten werden. In vielen Fällen hat sich gezeigt, daß die Schutzwirkung der Ventilableiter versagt hat. Der Grund liegt an den unterschiedlichen Einbauorten und den Erdungsverhältnissen.

Einer besonderen Gefahr durch äußere Überspannung sind einzeln liegende Gebäude ausgesetzt, deren Installation zwangsläufig am Ende einer Stichleitung liegen muß. An offenen Enden der Leitungen werden die Wanderwellen unter Verdoppelung ihrer Spannung reflektiert. Derartige Reflexionspunkte sind auf alle Fälle mit Überspannungsschutzeinrichtungen zu versehen. Ein zusätzlicher, wirksamer Schutz gegen Überspannungen aus dem Freileitungsnetz kann durch den Einbau von Ventilableitern in der Abnehmeranlage vorgenommen werden. Diese Hochleistungsgeräte zeichnen sich durch ein extrem großes Ableitvermögen aus, bei denen auch höchste Überspannungen auf Werte herabgesetzt werden, die für die elektrische Anlage und Geräte ungefährlich sind. Die Forderung von Fachkreisen, Niederspannungsinstallationen vor zu hohen Spannungen durch den generellen Einbau von Ventilableitern für Innenräume zu schützen, konnte bisher noch nicht verwirklicht werden. Die Probleme des Blitzschutzes konzentrieren sich immer mehr auf die elektrischen Einrichtungen in den Gebäuden und die angeschlossenen Geräte. Nach neueren Erkenntnissen ist der Überspannungsschutz bei bestimmten Gebäuden je nach der örtlichen Lage wichtiger als der äußere Blitzschutz eines Gebäudes. Die Kosten für den Einbau der Ventilableiter in die elektrische Hausinstallation dürften sich auf etwa 300,- DM belaufen.

Forschungsergebnisse von Prof. Dr. Prinz, Leiter des Hochspannungsinstituts der TU München, und Prof. Dr. Wiesinger, Bundeswehrhochschule München, haben ergeben, daß eine geeignete Schutzeinrichtung entwickelt werden sollte, bei der der Über-

Bild 2. Blitzschaden durch Überspannung an einem Stromversorgungsteil ohne Ventilableiter für einen Fernseh-Umsetzer (Talstation). (Foto Hampe)



spannungsschutz unmittelbar in dem Hausanschlußkasten untergebracht wird. Weitere Überlegungen führen dazu, daß der Objektschutz von elektrischen Betriebsmitteln mit Vorrang anzustreben ist. So könnten z. B. Durchlauferhitzer, Tiefkühltruhen, Antennenverstärker und elektronische Einrichtungen für Speicherheizgeräte vom Hersteller aus mit einem Überspannungsschutz versehen werden. Diese zusätzliche Schutzmaßnahme wird für sinnvoll gehalten, da die konsequente Durchführung der elektrischen Schutzmaßnahmen bei Betriebsmitteln durch die Einführung der Schutzleiter in das Gerät die Schadenanfälligkeit begünstigt hat.

Blitzeinschläge in Antennenanlagen

Antennenanlagen, die aus dem Dach herausragen, können den Einzugsbereich der Blitzentladung und den Einschlagpunkt je nach der Höhe des betreffenden Objektes maßgebend bestimmen. Die Einschlagswahrscheinlichkeit nimmt etwa mit dem Quadrat der Höhe des Gebäudes zu. Eine Fernsehantenne auf einem Gebäude von 40 m Höhe wird mit sechzehnmal größerer Wahrscheinlichkeit vom Blitz getroffen, als auf einem 10 m hohen Gebäude. Schäden treten im wesentlichen dann auf, wenn Außenantennen gar nicht oder mit Leitungen geerdet sind, die einen zu geringen Quer-

schnitt besitzen. Blitzschäden können eintreten, wenn die Erdleitung innerhalb des Gebäudes verlegt ist und ggf. eine Näherung zu der elektrischen Anlage besteht. Blitzschäden durch Antennenanlagen haben in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Die Zunahme der Fernsehteilnehmer – z. Z. ca 94 % aller Haushaltungen – führte zwangsläufig zu einem Anstieg der Blitzschäden an Antennenanlagen.

Bemerkenswert ist, daß etwa 70 % aller Außenantennen nicht oder sehr unzureichend geerdet sind. Unsachgemäß geerdete Fernsehantennen können bei einem direkten Blitzeinschlag außerdem dazu führen, daß der Blitz über die elektrische Hausinstallation in das Ortsnetz übergeht. Bei diesem rückwärtigen Überschlag mit dem Ausgang in das Ortsnetz kommt es vorwiegend zu Schäden an den elektrischen Anlagen.

Bei den direkten Blitzeinschlägen in Antennen traten nach unserer Untersuchung folgende Schäden ein:

Verstärker einschl. Antennen	49
Fernsehgeräte	36
elektrische Anlagen und Geräte	19
Beschädigung der Dachhaut unter Einschluß von Fernsehgeräten	14
Antennenanlagen allgemein	44
insgesamt	162

Die Auswirkungen eines Blitzes in eine Antennenanlage können aufgrund der Erdungsverhältnisse sehr unterschiedlich sein. Außerdem bestehen Abweichungen bei der Verwendung von Antennenzuleitungen. Flachkabel sind bezüglich der Ableitung von Blitzströmen gefahrvoller als Koaxialkabel. Erfolgt die Erdung einer Außenantenne in Verbindung mit einer Blitzschutzanlage, so ist dies problemloser, da je nach der Anzahl der betreffenden Ableitungen eine risikolose Aufteilung von Einzelströmen stattfindet.

Durch eine Vielzahl von Blitzschäden an Antennenanlagen hat man erkannt, daß die elektrische Sicherheit in den z. Z. bestehenden VDE-Bestimmungen für Antennenanlagen nicht ausreichend berücksichtigt wurde. Nach neueren Erkenntnissen soll der Schutz einer Antennenanlage gegen Gewitterwirkungen folgende Punkte umfassen:

1. Erdung des Antennenträgers an der Blitzschutzanlage oder über eine Ableitung mindestens 16 mm² Kupfer-Querschnitt an einer metallenen Wasserleitung oder einem Fundamenterder.
2. Der Mantel des Fernsehkabels ist mit dem geerdeten Leiter der elektrischen Zuleitung zu verbinden. Ferner sind Schutzkondensatoren zwischen spannungsführender Leiter und geerdete Leiter zu schalten.
3. Durch den Einbau von Überspannungsableitern sollten Blitzschäden in Zukunft auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Beachtenswert bleibt immer noch die alte Vorsorgemaßnahme, beim Herannahen eines Gewitters den Antennenstecker von der Anschlußdose zu trennen. Bei Gebäuden, die an ein Freileitungsnetz angeschlossen sind, sollte auch der Stecker des Gerätes vom Netz getrennt werden. Gemeinschaftsantennen sind aufgrund ihrer exponierten Lage als besonders blitzgefährdet anzusehen. Es kommt daher oftmals zu umfangreichen Schäden an Antennenverstärkern, Fernsehgeräten und elektrischen Anlagen. Antennenverstärker können zum Schutz der elektronischen Bauteile neben den bisher angewandten Feinschutzmaßnahmen noch wirksamer mit geeigneten Überspannungsableitern gegen atmosphärische Entladungen geschützt werden. Die Industrie hat neuerdings für Antennenanlagen spezielle Schutzorgane entwickelt.

Blitzschäden an Weidezaungeräten

Der hohe Anteil der durch Blitzeinwirkung total zerstörten Weidezaun-

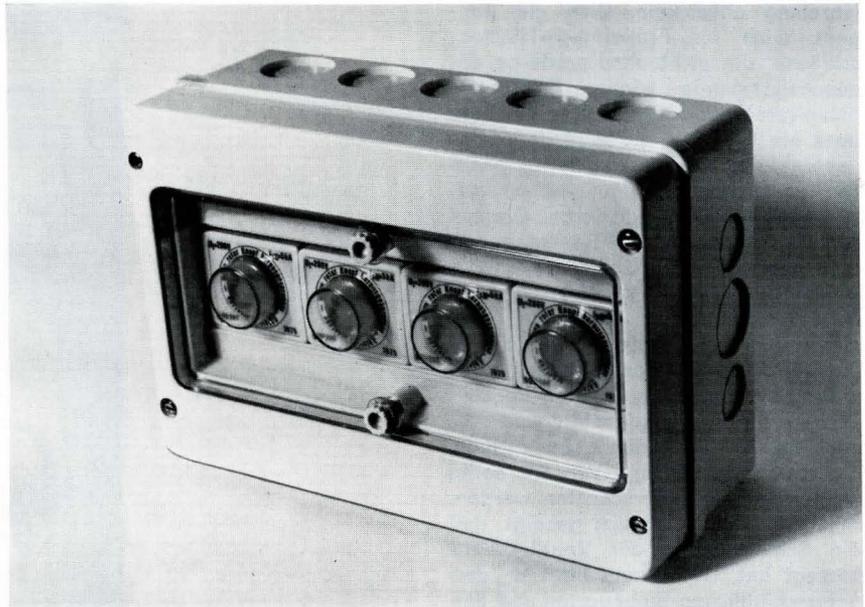


Bild 3. Ventilableiter für Innenräume in Isolierstoffkasten für Drehstromnetz mit nicht geerdeten Mittelleiter.

geräte liefert den Beweis, daß die Schutzmaßnahmen gegen atmosphärische Entladungen noch sehr unvollkommen sind. Es wurden nach unserer Untersuchung lt. Tabelle 148 Elektrozaungeräte für Netzanschluß und 4 für Batteriebetrieb durch Gewittereinwirkung unbrauchbar. Nach Angaben der Hersteller werden Elektrozaungeräte nur auf Wunsch der Kunden mit einer Überspannungseinrichtung ausgerüstet. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß die Geräte in erhöhtem Maße durch einen direkten Blitzschlag in die Weidezaunleitung gefährdet sind. Ein ausreichender Schutz der Geräte gegen Überspannung kann nur dann erreicht werden, wenn diese außer der bekannten Schutzfunkenstrecke noch mit einer Überspannungseinrichtung am Gerät ausgestattet werden. Ein Hersteller für Weidezaungeräte hat die einschlägige Industrie mit der Entwicklung eines geeigneten Schutzorganes beauftragt.

Blitzschäden an Gebäuden

Kommt es zu einem Blitzschlag in ein Gebäude ohne Blitzschutzanlage, dann sucht sich der Blitz den für ihn bequemsten Weg zur Erde, d. h. er wählt die günstig liegenden elektrisch leitfähigen Installationen. Diese können Wasser-, Gas- und Heizungsanlagen sein. Umfangreiche Zerstörungen können entstehen, wenn der Blitz in die elektrische Anlage übergeht. Der Weg zu den Metallteilen kann durch zersprengtes Mauerwerk oder

zersplitterte Holzbalken gekennzeichnet sein. Ein Blitzschlag zündet nur dann, wenn in einem Gebäude leicht entzündbare Stoffe, wie Heu und Stroh lagern und elektrisch leitende Verbindungen zur Erde fehlen. Der Giebel eines Gebäudes, Schornsteine, First und Dachflächen sind einer besonderen Blitzschlaggefahr ausgesetzt. Das hängt mit der Konzentration des erdmagnetischen Feldes zusammen, das in erster Linie aus hochragenden Gebäudeteilen hervorwächst. Die Anzahl der Blitzschlagstellen in nicht blitzgeschützte Gebäude ist aus der Tabelle zu entnehmen. Eine Beschädigung der Dachhaut, Schäden an elektrischen Betriebsmitteln, Heizungsanlagen und elektrischen Anlagen ist die Folge von diesen Blitzschlägen.

Blitzeinschläge in Bäume an Gebäuden

Im Nahbereich der Gebäude wurden lt. der Tabelle 50 Bäume vom Blitz getroffen. Hierdurch wurden ebenfalls Spannungen in Freileitungen induziert. Für die Entstehung des elektrischen Feldes im Baum ist außer seinem elektrischen Widerstand auch seine Dielektrizitätskonstante maßgebend. Diese richtet sich vorwiegend nach dem Wassergehalt des Holzes. Bäume besitzen einen unterschiedlichen Wassergehalt. Je höher der Wassergehalt eines Baumes ist, um so stärker wächst die elektrische Feldstärke, die in erster Linie über den Wipfeln einzeln stehender Bäume sehr hohe Werte erreichen kann. Es bilden sich „Raumladungsfahnen“, die eine unsichtbare elek-

trische Verlängerung des Baumes darstellen. Erfolgt ein Blitzeinschlag in einen Baum, so wird in dem schlechten Leiter beim Stromdurchgang viel Energie als Wärme frei. Es kommt zu explosionsartigen Sprengungen der Bäume.

Derartige Blitzeinschläge haben durch Induktion über die elektrischen Freileitungen zu folgenden Schäden geführt:

1. In 15 Fällen an elektrischen Anlagen
2. In 8 Fällen an Fernsehgeräten
3. In 6 Fällen Schäden an Heizungsanlagen

Ferner wurden Kühlschränke, Waschmaschinen, Durchlauferhitzer und Elektroherde beschädigt. Der übliche Überspannungsschutz in den Freileitungsnetzen kann derartige Schäden erfahrungsgemäß nur selten verhindern.

Blitzeinschläge in Blitzschutzanlagen

Blitzschutzanlagen haben die Aufgabe, den Blitz aufzufangen und gefahrlos in das Erdreich abzuleiten. Bei dem Gebäude-Blitzschutz unterscheidet man zwischen dem äußeren und inneren Blitzschutz. Der innere Blitzschutz umfaßt Maßnahmen, durch die Überschläge zwischen metallenen Teilen innerhalb des zu schützenden Objektes bei Näherungen zur Blitzschutzanlage vermieden werden sollen.

Fehlt der innere Blitzschutz, auch Potentialausgleich genannt, so treten Potentialunterschiede zwischen den äußeren und inneren Metallteilen auf. Zu diesen Metallteilen zählen auch die elektrischen Anlagen in einem Gebäude, in denen bei einem Einschlag in die Blitzschutzanlage gefährliche Spannungen induziert werden können. Schäden an elektrischen Betriebsmitteln waren zu verzeichnen, weil die Blitzschutzanlagen nicht nach den z. Z. gültigen Allgemeinen Blitzschutz-Bestimmungen (ABB 8. Auflage) hergestellt waren.

Folgende bemerkenswerte Mängel waren zu verzeichnen:

1. Zu geringe Abstände zu größeren Metallteilen und elektrischen Anlagen.
2. Potentialausgleich (innerer Blitzschutz) fehlt.
3. Nichtbeachtung der VDE-Bestimmungen für Außenantennen.

Zu geringe Abstände zwischen Blitzschutzanlage und geerdeten Metallteilen wurden bei 20 % aller Anlagen festgestellt.

Blitzeinschläge in Fernsprechleitungen

Freileitungskabel (Luftkabel) für Fernsprechanlagen werden für Einzelschlüsse und in Stadtrandgebieten mit geringer Leitungsdichte oberirdisch verlegt. Zum Schutz gegen atmosphärische Entladungen werden vorwiegend gasgefüllte Überspannungsableiter an der Vermittlungsstelle und in der Anlage des Fernsprechteilnehmers eingebaut. In neuerer Zeit kommen auch Keramikableiter zur Anwendung, die eine längere Lebensdauer besitzen. Bei Freileitungen (Luftkabel) unterscheidet man zwischen drei verschiedenen Typen:

1. Freileitung (Luftkabel) mit einem Metallmantel zur Abschirmung gegen atmosphärische Entladungen. Die Abschirmung dient auch gleichzeitig als Tragorgan und wird gerdet.
2. Luftkabel mit einem eingelassenen Tragseil, welches mit einer PVC-Umhüllung umgeben und einem Blitzschutzseil der Hochspannungsanlagen gleichzusetzen ist.
3. Luftkabel ohne metallische Abschirmung. Als Tragorgan dient eine PVC-Umflechtung. Diese Bauart kann im Hinblick auf atmosphärische Entladungen nicht empfohlen werden.

Von 27 ermittelten Schäden wurden in 7 Fällen Fernsprechanlagen zerstört. Weitere Schäden traten an elektrischen Anlagen und elektrischen Haushaltsgeräten ein. Folgeschäden an elektrischen Anlagen und Elektrogeräten dürften nicht immer allein auf Entladungen über das oberirdisch verlegte Fernsprechnet zurückzuführen sein. Bei Gebäuden, die an ein Freileitungsnetz und an eine außen verlegte Fernsprechleitung angeschlossen sind, können gleichzeitig auch Überspannungen netzseitig eintreten. Ungünstig kann sich hierbei der Potentialausgleich in einem Gebäude auswirken. Durch diese Maßnahme können erfahrungsgemäß Schäden an elektrischen Einrichtungen und Geräten nicht in jedem Fall verhindert werden. Ergänzend hierzu ist der Einbau von Ventilableitern für Innenräume besonders empfehlenswert. Starkstromanlagen besitzen einen wesentlich höheren Isolationspegel als Fernsprechanlagen. Daher sind Schäden oft nicht erkennbar im Vergleich zu Fernsprechanlagen, bei denen es aufgrund der geringen Querschnitte leicht zur Zerstörung kommt.

Die Bundespost sollte angeregt werden, den Blitzschutz der Fernsprechanlagen gegen Gewittereinwirkung zu erhöhen.

Sonstige Blitzschäden

Einschläge in Entlüftungsanlagen ohne Auffangeinrichtung führten zu Zerstörungen an der Bausubstanz sowie zu Schäden an benachbarten elektrischen Installationen.

Sirenen sind besonders dann einer Blitzgefahr ausgesetzt, wenn sie nicht in Verbindung mit einer Blitzschutzanlage installiert sind. Durch die Starkstromleitung an dem Gerät kommt es je nach der Güte der Erdungsanlage zu einem Überschlag in das Netz.

Auch separate Erdungsanlagen sollten eine hochwertige Erdung mit einem Potentialausgleich besitzen.

Abschließend soll noch erwähnt werden, daß bei 1822 Schäden auch 23 Tiere durch Blitzeinwirkung getötet wurden. Derartige Schäden lassen sich bekanntlich mit sehr geringen Mitteln verhüten. Für die Tiere sollte ein Weideschuppen erstellt werden, der mit einer einfachen Blitzschutzanlage versehen werden müßte. Die Höhe des Erdungswiderstandes der Anlage spielt hierbei eine untergeordnete Rolle. In das Erdreich ist ein Stahlgitter einzugraben, um im Falle eines Blitzschlages Spannungen im Erdreich kurzzuschließen.

Schrifttum:

- [1] Dr.-Ing. Hösl, Gewitter und elektrische Verbraucheranlagen, Der Elektromeister und deutsches Elektrohandwerk 75/13.
- [2] Prof. Dr.-Ing. Baatz, Überspannungen in Energieversorgungsnetzen, Springer-Verlag, Berlin.
- [3] Dipl.-Ing. Neuhaus, Entstehung und Verhütung von Gebäudeschäden bei Blitzeinschlägen in Antennenanlagen, Bericht anläßlich der 10. internationalen Blitzschutzkonferenz 1969 in Budapest.
- [4] Dipl.-Ing. G. Flachenecker und Prof. Dr. Wiesinger, Blitzeinschläge in Antennenanlagen, Funkschau 72/17.
- [5] Dipl.-Ing. Leuthner, Blitzschäden trotz Blitzableiter, Der Elektromeister und deutsches Elektrohandwerk 74/9.
- [6] Firma Dehn & Söhne, Überspannungsableiter, Druckschrift 358/76.
- [7] Ing. (grad.) Gugenbauer, Blitzschäden in Oberösterreich, Oberösterreichische Blitzschutzgesellschaft Linz, Krankenhausstr. 1, Niederschrift 1975.
- [8] Ing. (grad.) Egel, Schäden durch Blitzeinwirkung in ländlichen Gebieten, Der Elektromeister und deutsches Elektrohandwerk 76/17.