

# Vereinfachte Blikableiter.

Von

Professor Dipl.-Ing. Sigwart Ruppel,  
Frankfurt a. M.

Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage.

Mit 80 Textfiguren.



**Berlin.**

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1914

# Bereinfachte Blyableiter.

Bon

Professor Dipl.-Ing. Sigwart Ruppel,  
Frankfurt a. M.

Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage.

Mit 80 Textfiguren.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH  
1914

ISBN 978-3-662-22835-7      ISBN 978-3-662-24768-6 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-24768-6

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten.**

## Vorwort zur dritten Auflage.

Die 1. (1907) und 2. Auflage (1911) dieses Schriftchens hatte sich die Aufgabe gestellt, die 1901 von Verband Deutscher Elektrotechniker veröffentlichten „Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz“ in weitesten Kreisen bekannt zu machen und Verständnis für sie zu erwecken. Denn leider waren die meisten Bestimmungen und Vorschriften über Blitzableiter ohne Berücksichtigung der Leitsätze aufgestellt. Eine an 362 Städte über 10 000 Einwohner gerichtete Umfrage nach Vorschriften und Bestimmungen ergab, daß bei 280 Antworten die Leitsätze nur in 19 Fällen erwähnt wurden.

Da die Leitsätze nur allgemeine Angaben enthielten, habe ich versucht, sie in den beiden bisherigen Auflagen meiner Schrift durch Besprechung der verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten zu ergänzen und zu erläutern.

Nachdem nun im Jahre 1913 authentische „Erläuterungen und Ausführungsvorschläge“ zu den Leitsätzen vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegeben sind, die im wesentlichen mit meinen früheren Ausführungen übereinstimmen, so habe ich mich bei der neuen Auflage darauf beschränkt, die Leitsätze mit ihren Erläuterungen am Schlusse der Schrift abzudrucken und mich im Text auf sie zu beziehen. Dafür konnte ich mich mehr mit allgemeinen Angaben über Anordnung, Entwurf und Kosten beschäftigen und durch eine größere Reihe von Beispielen typischer Gebäude die Art des Entwurfs und die allgemeine konstruktive Durchbildung der Anlagen zeigen.

Von der Darstellung vieler Einzelkonstruktionen habe ich abgesehen, da mir hauptsächlich daran gelegen war, einen kurzen, leicht verständlichen Überblick über die neuesten Grundlagen des Blitzableiterbaues zu geben.

Das Schriftchen soll allen Interessenten: Architekten, Gebäudebesitzern, Baubehörden, Lehrern an baugewerblichen

und anderen Schulen, Blitzableiterhandwerkern, Versicherungsbeamten usw. als Leitfaden dienen.

Es würde mich freuen, Anregungen für Änderungen zu erhalten, die zur Vervollständigung und Verbesserung des Schriftchens dienen könnten. Den Umfang des Schriftchens habe ich auf ein Mindestmaß beschränkt, damit es durch billigen Verkaufspreis allen Kreisen zugänglich bleibt.

Frankfurt a. M., im Juli 1914.

**Professor Dipl.-Ing. Ruppel.**

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort . . . . .	III
Über Gewitter und Blitz . . . . .	1
Einleitung . . . . .	3
Konstruktionsbeschreibungen:	
Auffangvorrichtungen . . . . .	21
Gebäudeleitungen . . . . .	27
Dachleitungen . . . . .	30
Ableitungen . . . . .	40
Erdleitungen und Erdungen . . . . .	45
Verbindungen und Anschlüsse . . . . .	56
Entwerfen von Gebäudeblitzableitern . . . . .	59
Gebäudegruppen und ganze Ortschaften . . . . .	70
Eisenbetongebäude . . . . .	72
Kosten der Blitzableiter . . . . .	75
Prüfungen und Messungen . . . . .	85
Prüfapparate . . . . .	100
Kurze Erläuterung elektrotechnischer Begriffe . . . . .	108
Leitfähe über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz nebst Erläuterungen und Ausführungsbestimmungen	111
Anhang 1, Blitzableiter für Fabrikschornsteine . . . . .	128
Anhang 2, Blitzschutz von Kirchen . . . . .	130
Anhang 3, Blitzschutz von Windmühlen . . . . .	131

## Gewitter und Blitz.

Elektrizität ist in der Luft nicht nur bei Gewittern sondern auch bei schönem Wetter vorhanden. Man kann durch Messungen feststellen, daß in verschiedenen Höhen verschiedene elektrische Spannungen herrschen. Erd- und Wasseroberfläche ist im allgemeinen negativ, Luft und Wolken positiv. Die Spannung steigt bis zu einer gewissen Grenze mit jedem Meter Höhe um etwa 100 Volt, so daß z. B. in einer Höhe von 200 m eine Spannung von  $200 \times 100 = 20\,000$  Volt gegen Erde herrschen würde. In größeren Höhen steigt aber die Spannung nicht mehr um 100 Volt pro Meter, sondern um kleinere Werte z. B. bei 1000 m um etwa 25 Volt.

Bei der Entstehung eines Gewitters werden besonders große Elektrizitätsmengen erzeugt und die vorher gleichmäßige Verteilung der Elektrizität in der Luft wird stark gestört. Wie diese Elektrizität entsteht, besonders aber wie sich so starke Ladungen bilden können, darüber herrscht noch keine Klarheit, wenn auch schon viele Theorien aufgestellt wurden.

Nach der in den letzten Jahren von Simpson gegebenen Erklärung sollen große Elektrizitätsmengen durch die bei heftiger Luftbewegung erfolgende Zersprengung der fallenden Regentropfen entstehen. Diese Elektrizität wird teilweise durch den Regen zur Erde geführt und teilweise in den Wolken aufgespeichert. Steigt der Spannungsunterschied zwischen Erde und Wolke zu hoch an, so kommt es zu einem Ausgleich durch einen oder mehrere Blitze. Die Blitze gehen aber nicht alle zur Erde sondern verlaufen auch häufig zwischen verschieden geladenen Wolken, dann treten Längen bis zu 50 km auf, während die zur Erde gehenden Blitze meist 1—2 km lang sind.

Wodurch die Richtung einer Entladung bestimmt ist, läßt sich schwer feststellen, doch scheinen außer der Windrichtung und Lage der getroffenen Objekte auch die Untergrundverhältnisse eine große Rolle zu spielen. Man kann sich deshalb durchaus nicht damit zufrieden geben, daß allein die am häufigsten getroffenen Punkte, wie Kirchtürme, Fabrikshornsteine und dgl. geschützt werden. Es werden, wie viele Fälle zeigen, auch niedrige Gebäude getroffen, von denen man es ihrer Lage nach nicht erwartete. Man darf sich deshalb keinesfalls, wie es vielfach geschah, auf den Schutz durch benachbarte, höher gelegene Punkte verlassen, sondern sollte jedes Gebäude mit einem Blitzableiter versehen. Dabei ist der Blitzableiter so auszubilden, daß er wenigstens die Hauptgefahr, d. h. eine Entzündung verhindert, denn es gibt keine kalten und warmen Schläge, jeder Strahl kann zünden, wenn ihm eine gut ableitende Bahn zur Verfügung steht und leicht brennbare Stoffe (Heu, Stroh und dgl.) besonders an der Einschlagstelle vorhanden sind. Deshalb werden auch besonders die ländlichen Gebäude so oft entzündet. Sind an einem Gebäude Metallteile vorhanden, so tritt in der Regel keine Zündung ein und der Schlag wird auch nicht in das Innere des Gebäudes dringen und Menschen gefährden.

Innerhalb eines Gebäudes ist überhaupt die Gefahr bei Gewittern gering; es kommen in Häusern nach meinen Ermittlungen im Jahre nur etwa 1 bis 1,5 Tötungen auf 1 Million Menschen, während im Freien 3 bis 4 Tötungen auf 1 Million entfallen. Aber die Zahl der Erschlagenen bei Gewittern ist nur der zwanzigste Teil von den Menschen, die jährlich ertrinken und nur der dreizehnte Teil der Menschen, die überfahren werden. In Gebäuden mit Blitzableitern ist man am sichersten, selbst wenn der Blitzableiter nicht ganz in Ordnung ist, ja selbst wenn kein eigentlicher Blitzableiter vorhanden ist, sondern nur einige größere Metallteile, so liegt darin ein gewisser Schutz. Man hat im Hause nur möglichst die Nachbarschaft von Metallteilen, elektrischen Leitungen, Wasserrohren, Gasrohren, Beleuchtungskörpern, Feuerstellen zu meiden. Ein gut gelüftetes

Zimmer ist einem mit Menschen überfüllten und daher Ausdünstungen enthaltenden Raum vorzuziehen, ebenso sind die tiefer liegenden Räume (besonders der Keller) in der Regel sicherer als Dachräume.

Im Freien sollte man immer vermeiden sich auf freiem Felde stehend oder gehend aufzuhalten. Wird man vom Gewitter überrascht, so legt man sich am besten flach auf den Boden. Besonders gilt dies von Feldarbeitern, die statt sich hinzulegen und ihr Arbeitsgerät möglichst zu entfernen, vielfach mit ihren Geräten auf der Schulter noch heimeilen wollen und dabei erschlagen werden. Auch Menschen- und Viehanfassungen soll man meiden. Bei Chausseen, die mit Bäumen bepflanzt sind oder bei denen längs der Straße eine Telephon- bzw. sonstige elektrische Leitung verläuft, hält man sich möglichst in der Mitte des Weges.

Wie weit die einzelnen Baumarten vom Blitz bevorzugt werden, darüber läßt sich wenig Bestimmtes sagen, denn die Verteilung, Standort und dgl. spielen eine große Rolle. Es scheint aber, daß Pappeln und Eichen mehr getroffen werden als z. B. Buchen. Neuerdings führt man dies darauf zurück, daß bei Bäumen mit glattrindigen Stämmen, deren Oberfläche leichter benetzt wird, Einschläge ohne nachweisbare Beschädigungen zu Boden gehen.

Ganz falsch ist es, unter einzelstehenden Bäumen Schutz zu suchen. Selbst in einem Wald ist der Aufenthalt in der Nähe hoher Bäume zu meiden und eine Stelle mit Niederholz oder ein Weg zu bevorzugen.

## Einleitung.

Schon seit dem Jahre 1752, als Franklin eine eiserne Stange mit Ableitung zum Brunnen auf seinem Hause in Philadelphia errichtete, besitzen wir technisch brauchbare Blitzableiter, die sich in vielen tausend Fällen bewährt haben.

In 160 Jahren hatte man genügend Gelegenheit, sich über die Wirksamkeit und die Herstellungsweise der Blitzableiter

klarheit zu verschaffen, und doch findet man heute noch Ansichten, die entweder auf trasse Unwissenheit oder auf ein absichtliches Verschleiern des Tatsächlichen schließen lassen. Und bedauerlich ist es, daß selbst in den Büchern, aus denen unsere Jugend ihre Belehrung schöpft, vielfach noch gedankenlos nachgeschrieben wird, was die praktische Elektrotechnik längst verlassen hat. So kann es denn kein Wunder nehmen, daß man in Laienkreisen immer und immer wieder mit Ansichten zu kämpfen hat, die es den Blitzableitersetzern oft fast unmöglich machen, technisch richtige Anlagen herzustellen.

Gleich nach der Erfindung des Blitzableiters war sich Franklin klar, daß der Blitzableiter die niedergehenden Schläge schadlos ableiten soll, und er betont diesen Zweck besonders in einem Briefe aus dem Jahre 1755. Er schreibt: „Wenn man aber in Europa meine Meinung untersucht hat, so hat man nichts dabei in Betracht gezogen als die Wahrscheinlichkeit, daß die Stangen den Schlag oder Ausbruch abwenden können, welches aber nur ein Teil von dem Nutzen ist, welchen ich davon vorgeschlagen habe. Der andere Teil, nämlich ihr Ableiten eines Schlages, dem sie nicht vorbeugen können, scheint ganz vergessen zu sein, ob derselbe gleich von eben der Wichtigkeit und Vorteil ist.“

In späteren Zeiten wurde wieder die sogenannte ausgleichende oder Spitzenwirkung in den Vordergrund gestellt und auf kleine Laboratoriumsversuche gestützt, obwohl man sich doch darüber klar sein mußte, daß die aus einigen Spitzen ausströmende Elektrizitätsmenge unendlich klein ist zu den Elektrizitätsmengen, um die es sich bei einem Gewitter handelt. Wenn man noch berücksichtigt, mit welcher Geschwindigkeit die Gewitterwolken ziehen, so ist es noch einleuchtender, daß in der kurzen Zeit, in der sich die Gewitterwolke über dem Blitzableiter befindet, keine irgendwie nennenswerte Elektrizitätsmenge abströmen kann.

Daß tatsächlich die Blitzableiter einem Blitzschlag nicht vorbeugen können, das beweisen viele tausend Schläge in Blitzableiter und unzählige angeschmolzene Spitzen.

In den Kreisen der Sachverständigen ist man sich schon lange klar, wie wertlos bzw. wie ungünstig das Anbringen der teureren, feinen Platin- und vergoldeten Spitzen ist, die noch ohnedies bei jedem Blitzschlag geschmolzen werden. Die meisten Sachverständigen, die sich mit dem praktischen Blitzableiterbau beschäftigen, haben sich gegen die Spitzen ausgesprochen. Die preußische Akademie der Wissenschaften hat sich in einem Gutachten (1880) wie folgt geäußert:

„Wir können deshalb die früher ausgesprochene Ansicht über die verhältnismäßig unbedeutende Wirkung der Spitzen nicht zurücknehmen und glauben, dies hier hervorheben zu müssen, damit nicht die hohen Preise der Platinspitzen oder der nach der Theorie der Schutzreihe hoch hinauszuführenden, schwer zu befestigenden Auffangstangen der Anwendung von Blitzableitern hemmend in den Weg treten.“

Es ist zu verwundern, daß trotzdem immer noch versucht wird Edelmetallspitzen zu verwenden, obwohl auch diejenigen, welche glauben, die Spitzen nicht entbehren zu können, sich doch sagen müßten, daß jedes Blech an seinen Kanten und jeder Draht an rauhen Stellen unzählige Spitzen besitzt.

Es ist aber zu hoffen, daß jetzt, nachdem sich der Verband deutscher Elektrotechniker nochmals völlig klar in den „Erläuterungen zu den Leitfäden“ gegen die Spitzen ausgesprochen hat, der Unfug mit den Edelmetallspitzen endlich aufhört.

Auch die häßlichen, hohen Auffangstangen sind in den Leitfäden verworfen, die früher, als man glaubte, daß eine hohe Stange auf große Entfernung schützend wirkt (Seite 115, 116), zum Nachteil des Blitzableiterbaues so viel verwendet wurden. Sowohl das Gutachten der Akademie der Wissenschaften, als auch die Erläuterungen zu den Leitfäden sprechen sich deutlich gegen die Stangen und die Schutzreistheorie aus.

Man hat überhaupt immer mehr aus den Erfahrungen bei Blitzschlägen gelernt, daß früher vielfach noch Konstruktionen verwendet wurden, die viel zu kompliziert und teuer waren, ohne besonders zuverlässig zu sein und insbesondere vor Nebenentladungen zu schützen. Es war hauptsächlich nicht berück-

sichtigt worden, daß bei einem Blitzschlag sehr große Elektrizitätsmengen außerordentlich rasch (in 0,01 bis 0,001 Sek.) abgeleitet werden müssen, und daß hierfür ganz andere Gesetze gelten als für ruhigfließenden Gleichstrom.

Wie Blitzschläge beim Auftreffen auf Gebäude wirken und welchen Weg die Blitze in der Regel nehmen, darüber läßt sich allgemein etwa folgendes sagen:

Die Wirkungen sind sehr verschieden, je nachdem es sich um besonders starke oder um schwächere Entladungen handelt. Fast immer sind die Zerstörungen an der Einschlagstelle am stärksten. Gebäudeteile werden durchschlagen oder durch die plötzlich auftretende Erwärmung der Luft bzw. die Verdampfung von Feuchtigkeit gesprengt. Es können hierbei ganz ungeheuerere mechanische (nicht elektrostatische) Kraftwirkungen auftreten. Zerstörende Wirkungen zeigen sich immer nur dort, wo der Blitz keine Metalle vorfindet. Er sucht, selbst große Zwischenräume überspringend, so weit als möglich den am Gebäude vorhandenen Metallteilen zu folgen. Sogar in den Verdrahtungen verputzter Fachwerkwände geht er auf die schwachen Verdrahtungen über, diese glühend und schmelzend. Schläge, die vorher recht kräftige Zerstörungen hervorgerufen haben, sind schon durch ziemlich dünne Drähte verteilt und schadlos abgeleitet worden, wenn diese auch hierbei völlig zerstört wurden.

Der Blitz hat oft das Bestreben sich zu verzweigen und auf mehreren Wegen zur Erde zu gelangen, deshalb nimmt auch in der Regel die zerstörende Wirkung in den einzelnen, schwächeren Strahlen nach unten ab. Abzweigen und Verteilen wird besonders durch benachbarte Metallteile beeinflusst. So findet z. B. bei Gebäuden mit Blitzableitern, bei denen benachbarte Metallteile, wie Wasser- und Gasleitung, Dachrinnen, Regenabfallrohre und dgl. nicht angeschlossen sind, ein Überspringen auf diese statt. Besonders bei der Wasserleitung und sonstigen geerdeten Metallteilen ist das Überspringen mit größter Wahrscheinlichkeit zu erwarten, wenn diese Teile nicht direkt mit der Blitzableiteranlage verbunden sind. Es zeigt sich hierbei, daß

Metallteile mit großer Oberfläche als Blitzwege bevorzugt werden.

Auch die Art der Erdung hat beim Abspringen der Entladungen einen großen Einfluß. Es müssen deshalb an die Blitzableiter alle im und am Gebäude befindlichen Metallteile angeschlossen werden, die sich in der Erdoberfläche ausbreiten oder mit den Grundwasserschichten Verbindung besitzen.

Zündungen treten in der Regel nur dort auf, wo der Blitz keinen metallischen Weg findet und leicht entzündlichen Materialien folgen muß. Durch eine Untersuchung einer großen Reihe zündender Schläge konnte ich ermitteln, daß etwa 80% der Zündungen auf Heu und Stroh und nur etwa 20% auf Holz und dgl. zurückzuführen sind.

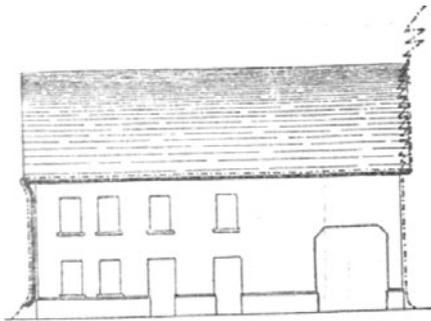


Fig. 1.

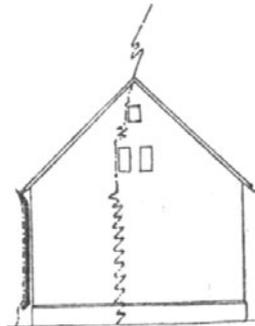


Fig. 2.

Zur Erläuterung der obigen Angaben über den Verlauf der Blitze sollen nur einige wenige charakteristische Schläge (Figur 1—7\*), angeführt werden, obwohl sich von jedem dieser Art Blitzwege, hunderte und tausende Fälle bringen ließen.

Es sind nur Beobachtungen an Gebäuden ohne Blitzableiter angeführt und trotzdem sind die Beschädigungen nur gering, da die am Gebäude vorhandenen Metallteile einen ausreichenden Schutz gewährten. Dachrinnen und Regenabfallrohre, sowie die sonst am Haus vorhandenen Blechverwahrungen waren für die Richtung der Blitzschläge maßgebend, sie dienten hier als natürliche, kostenlose Blitzableiter.

\*) Aus Findeisen: „Ratschläge über den Blitzschutz der Gebäude“. Verlag J. Springer, Berlin.

Fig. 1 u. 2. Der Blitz schlug in die Spitze des südwestlichen Giebels. Ein Strahl folgte dem nassen Fachwerksgiebel senkrecht zur Erde, einen Holzpfeiler zersplitternd und den Wandputz beschädigend. Ein zweiter Strahl lief dem Ortgangbrett entlang, dieses und die anstößenden Ziegelplatten zerstörend, bis zur vorderen Dachrinne aus XX-Weißblech, folgte dieser auf ihrer ganzen Länge und dem am entgegengesetzten Ende angebrachten Abfallrohr zur Erde. Dachrinne und Abfallrohr blieben vollständig intakt, obwohl auch hier die einzelnen Rohr-

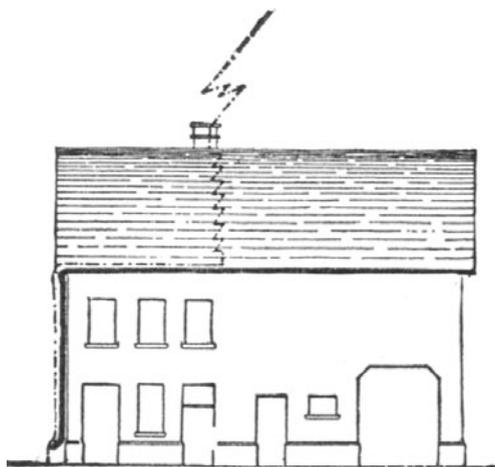


Fig. 3.

stücke ohne Lötung ineinander griffen. Der entstandene Gebäudeschaden belief sich auf 41 Mk.

Fig. 3. Der Blitz schlug in einen den Gebäudefirst um 60 cm überragenden Schornstein, nahm den kürzesten Weg über die nasse Dachfläche zu der auf der vorderen Gebäudeseite angebrachten, mit Ölfarbe gestrichenen Dachrinne aus XX-

Weißblech, folgte dieser und dem an der südlichen Gebäudeecke angebrachten, ebenfalls aus Weißblech bestehenden Abfallrohr. Dasselbe endigte 40 cm über dem Boden, der Wasserstrahl des Ausgusses vermittelte den Übergang des Blitzes zur Erde.

Beschädigt wurden nur der Schornsteinkopf, die Dachbedeckung, der Wandputz in der Nähe des Abfallrohres und das letztere selbst an seinem unteren Ende. Die Dachrinne blieb unbeschädigt. (Schaden 50 Mk.)

Die Ortswasserleitung führt im Gebäude bis zum ersten Stock, ein Abspringen des Blitzes auf dieselbe konnte nicht nachgewiesen werden.

Fig. 4. Der Blitz schlug in die metallene Spitze des mit glasierten Ziegeln gedeckten Erkerdaches eines Wohnhauses, er folgte den Dachflächen des Erkers bis zur Dachrinne, von welcher

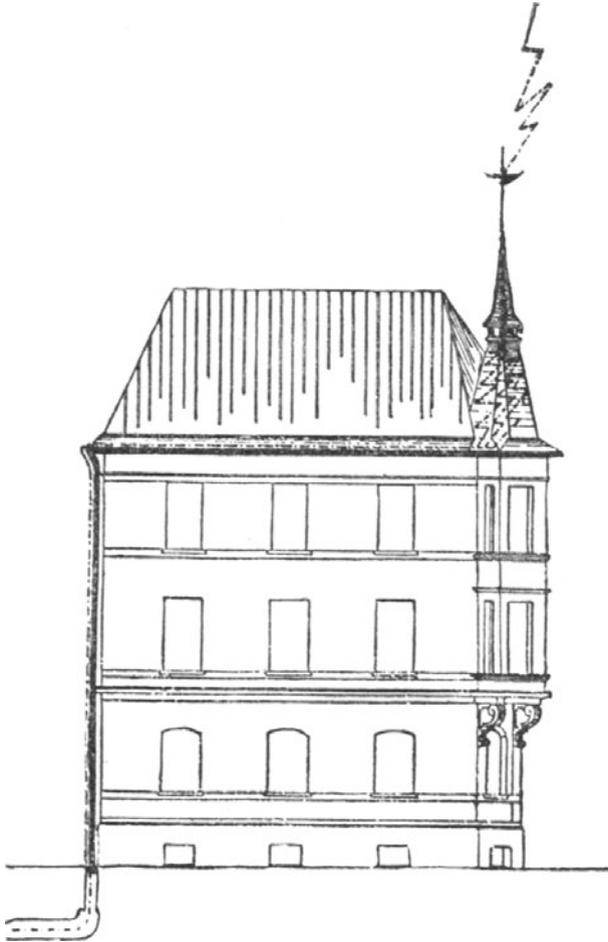


Fig. 4.

aus er, ohne einen weiteren Schaden zu verursachen, in die Regenabfallrohre geleitet wurde, die unter dem Boden in die Tonröhren der Hausentwässerung mündeten. Fast sämtliche Ziegel des Erkerdaches wurden zertrümmert, dessen Dachver-

schalung und Dachsparren zersplittert. Die aus verbleitem Eisenblech Nr. 22 bestehenden Dachrinnen und die aus Zinkblech Nr. 11 bestehenden Abfallrohre, welche letztere ohne Lötung ineinandergefügt waren, blieben unversehrt. Im Innern des Gebäudes fand eine unbedeutende Beschädigung der Leitungsdrähte des elektrischen Läutewerks statt. Gas- und Wasserleitung befanden sich im Gebäude, doch blieben dieselben vom Blitzschlag unberührt.

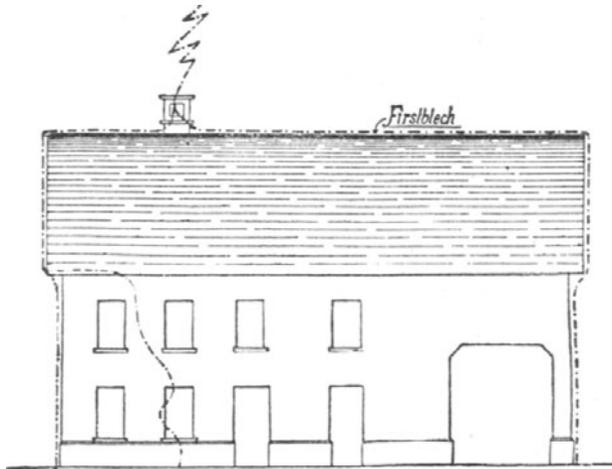


Fig. 5.

Gebäudeschaden 260 Mk. Wären die Gräte des Erkerdaches mit genügend starkem Blech statt mit Ziegeln verwahrt gewesen, so wäre sehr wahrscheinlich keinerlei Schaden am Gebäude entstanden.

Fig. 5. Der Blitz schlug in einen den First überragenden Schornstein, sprang von da auf die Firstverwahrung aus Schwarzblech über, folgte dieser, sich in zwei Strahlen teilend, auf die ganze Länge des Gebäudes bis zum östlichen und westlichen Fachwerksgiebel, wo mehrere Hölzer zerschmettert und herausgerissen und die Riegelmauerung beschädigt wurden.

Schaden 100 Mk.

Dachrinnen und Abfallrohre befanden sich nicht in diesem Gebäude. An dem mit Olfarbe gestrichenen Firsblech war

nicht die geringste Spur von Beschädigung bemerkbar, obwohl die einzelnen je 1 m langen Blechtafeln nur 10 cm übereinander griffen und durch die Ölfarbschichten voneinander getrennt waren.

Der Dachraum des Gebäudes war mit Heu angefüllt; das Firstblech, welches also den Blitz von der Einschlagstelle an bis zu den Giebelseiten des Gebäudes weiterleitete, hat offenbar verhindert, daß der Blitz mit dem Heu in Berührung kam und dasselbe entzündete.

Fig. 6. Der Blitz schlug in das eiserne Turmkreuz, folgte den Gratflächen der mit Schiefer gedeckten Turmpyramide, riß am unteren Ende derselben den Knopf einer steinernen Kreuzblume ab, drang sodann ins Innere, wo er einen Balken des Dachgebälkes und den Bretterboden des obersten Stockgebälks zersplitterte; von da an folgte er der senkrechten 12 mm starken Uhrentransmissionsstange, welche unbeschädigt blieb bis zur Uhr, die leicht beschädigt wurde. Der Blitz nahm sodann durch einen eisernen Anker seinen Weg wieder nach außen, sprang auf die Blechverwahrung am Anstoß des Kirchenschiffes über und folgte dieser, der Dachrinne und dem Regenabfallrohr zur Erde. Schaden 30 M.

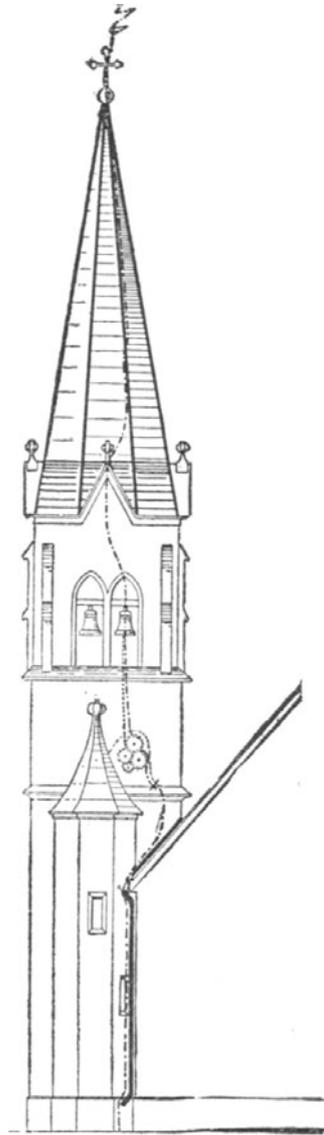


Fig. 6.

Fig. 7. Der Blitz schlug in einen den First überragenden Schornstein, folgte diesem bis zu einem im Dachstoß ein-

mündenden Ofenrohr, sodann diesem und dem eisernen Ofen daselbst, sprang von da unter Durchschlagung der Zimmerdecke auf den eisernen Ofen im ersten Stock und dann auf die unmittelbar darunter im Erdgeschoß befindliche Wasserleitung, wo sich seine Spur verlor. Beschädigt wurden der Schornsteinkopf, die Gipsung innerhalb des Daches neben dem Schornsteinreinigungstürchen, die Deckengipsung im Erdgeschoß und ersten Stock. Schaden 11 Mk. Die Ofen samt Ofenrohren und die Wasserleitung blieben unbeschädigt.

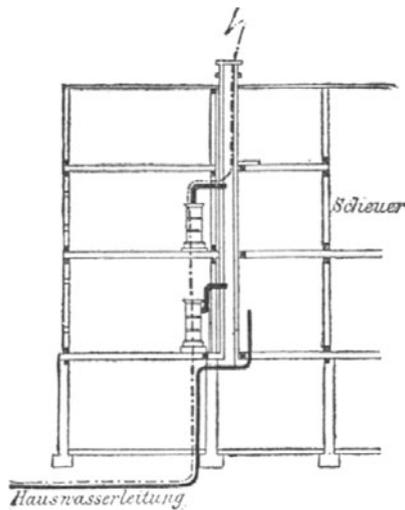


Fig. 7.

Die verschiedenen hier angeführten typischen Blitzschläge, zeigen deutlich, welche Wege einzuschlagen sind, um billige einfache Blitzableiter zu schaffen. Es ist nur erforderlich, die am Gebäude vorhandenen Metallteile zur Blitzableiteranlage zu verwenden, es ergeben sich dann in der Regel eine ganze Anzahl zusammenhängende metallische Wege, die nur geringer, leicht und billig anzubringender Ergänzungen bedürfen.

Es ist aus den vorhergehenden Angaben über Blitzwir-

tungen und Blitzwege ohne weiteres ersichtlich, daß der Schutz um so vollkommener ist, je mehr Ableitungen am Gebäude vorhanden sind und je vollkommener für Anschluß der Metallteile im und am Gebäude gesorgt ist.

Für Bauten, bei denen die kleinste Nebenentladung schon Gefahr mit sich bringt, „Pulverfabriken, Bezinlager und dgl.) oder bei denen hierdurch Paniken hervorgerufen werden können (Theater, Krankenhäuser und dgl.) ist dafür zu sorgen, daß selbst diese kleinen Schäden vermieden werden.

Daß sich aber Anlagen, die nur die Metallteile der Gebäude benutzen, in ihrer unvollkommensten Ausführung d. h. einfach als unverbundene nicht besonders geerdete Metallteile (Dachrinnen, Abfallrohre, Firstbleche, Kehlbleche und dgl.) bewährt haben, zeigen uns Tausende von Blitzschlägen. Ihr Schutz wird für normale, einfache Wohnhäuser völlig ausreichen, wenn sie entsprechend den Leitflächen ergänzt und geerdet werden.

Diese einfachen Anlagen sollten unbedingt überall dort verwendet werden, wo es sich um einfache Bauten handelt, denn der Blitzableiter muß im Einklang stehen mit dem Gebäude, das er schützen soll. Hiergegen ist aber bisher vielfach gesündigt worden, und es wurden für die einfachsten ländlichen Gebäude dieselben Anlagen wie für große städtische Bauwerke verlangt.

Diese Anlagen waren aber viel zu teuer, und so unterblieb denn gerade in den ländlichen Bezirken mit ihrem außerordentlich hohen Schaden die Verwendung der Blitzableiter.

Wir brauchen aber nicht wenige besonders sichere Anlagen, sondern möglichst viele einfache Anlagen, die wenigstens starke Beschädigungen verhindern.

Ich habe auf Grund der mir durch den Vorstand des Verbandes öffentlicher Feuerversicherungs-Anstalten in Deutschland, Kiel, gütigst zur Verfügung gestellten Angaben, die in Tabelle I angegebenen Zahlen ermittelt.

Tabelle 1.

Gesellschaften	Zahl der versicherten Gebäude		Zahl der Blitzableiter in % der Gebäudezahl	
	Stadt	Land	Stadt	Land
Landesbrandversicherung für das Königreich Sachsen 1910	319 412	607 707	6,6	6,1
Fürstlich Lippische Feuerversicherung Detmold 1911 . .	9 970	281 177	5,3	0,74
B. L. Brandkasse in Hannover 1911 . . . . .	59 180	513 529	4,8	4,6
Westpreußische Feuersozietät 1911 . . . . .	16 896	225 344	0,22	0,07
Versicherung der Fürstentümer Waldeck und Pyrmont 1910	10 181	21 602	2,3	0,62
Schlesw.-Holsteinische Landesbrandkasse 1910 . . . . .	104 723	201 743	1,5	6,9
Feuersozietät für die Provinz Ostpreußen 1910 . . . . .	43 498	376 245	0,32	0,22

Es zeigt sich, daß die Zahl der Blitzableiter überall noch viel zu gering ist, und daß sie besonders in den ländlichen Bezirken fehlen.

Nun ergibt sich aber, daß gerade auf dem Lande sowohl die Zahl der Blitzableiter als auch der Blitzschaden besonders hoch ist. Die für Preußen und Bayern aufgezeichneten Kurven (Fig. 8—11) lassen dies deutlich erkennen. Ebenso eine bildliche Darstellung der Verteilung des Gesamtblitzschadens in Deutschland. (Fig. 12.)

Aus den Aufzeichnungen von 16 öffentlichen Feuerversicherungs-Anstalten fand ich, daß der Schaden auf dem Lande im Mittel 93% des Gesamtschadens beträgt. Da sich der gesamte durch Blitzschläge in Deutschland pro Jahr verursachte Schaden (immobilien und mobilien) z. B. auf etwa 12 Millionen Mark beläuft, so kann man rechnen, daß in den ländlichen Bezirken allein jährlich etwa 11,2 Mill. Mark verloren gehen.

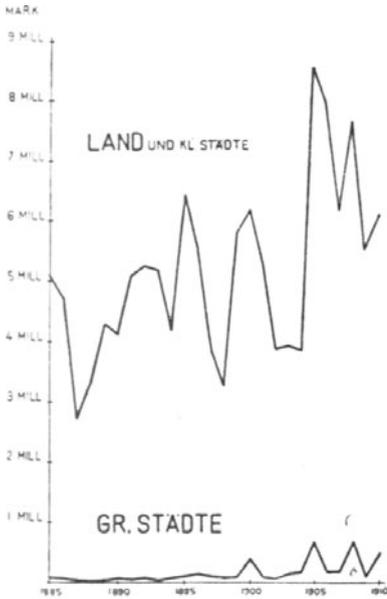


Fig. 8. Pfandſchaden in Preußen (Immobilien und Mobilien).

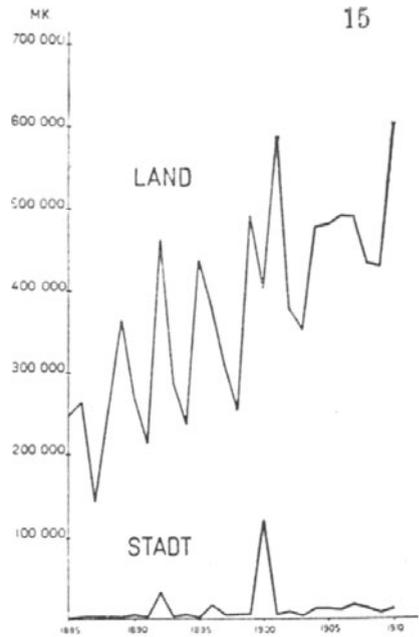


Fig. 9. Pfandſchaden in Bayern (Immobilien).

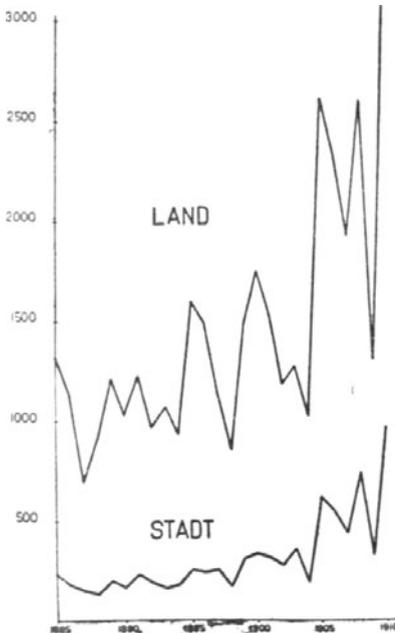


Fig. 10. Pfandſchlage in Preußen.

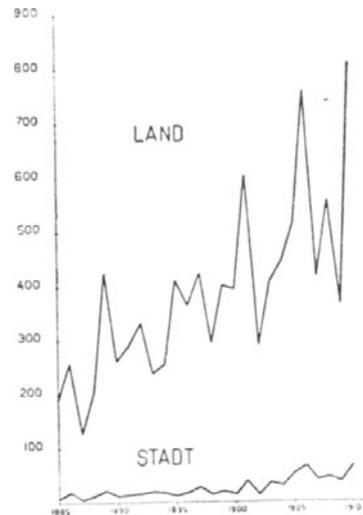


Fig. 11. Pfandſchlage in Bayern.

Hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß dieser Schaden (verbrannte Ernte, Vieh usw.) meist schwer zu ersetzen ist, und daß Betriebs- und wirtschaftliche Schädigungen eintreten, die im Versicherungswert durchaus nicht gedeckt sind. Auch treten bei diesen Schlägen viel eher Beschädigungen von Personen

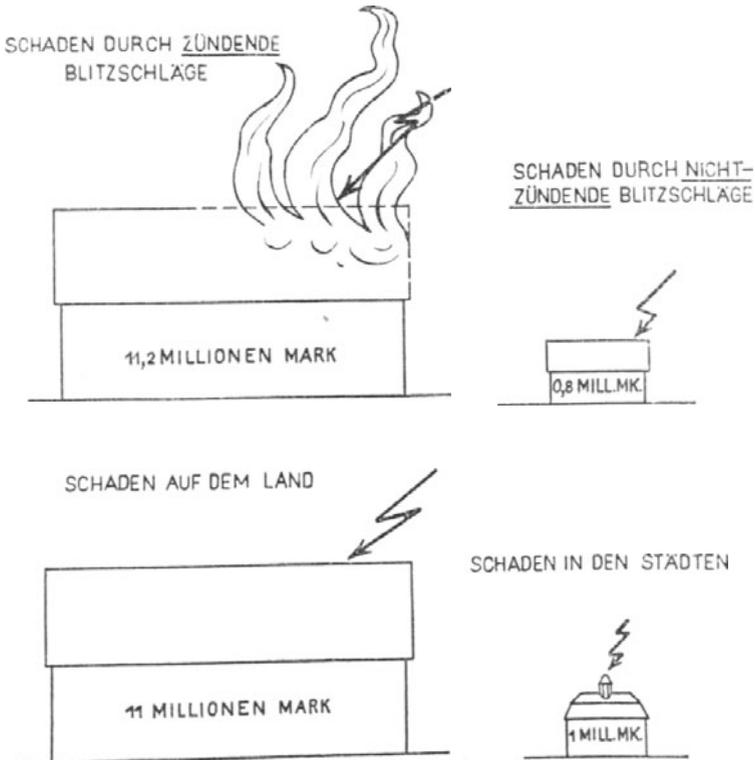


Fig. 12.

ein, als bei den Schlägen auf städtische Gebäude, die mit ihren vielen Metallteilen den Blitz wenigstens teilweise ableiten.

Wenn durch die Blitzableiter erreicht werden soll, daß der Blitzschaden verhindert oder wenigstens verringert wird, so muß dringend gefordert werden, daß man versucht Blitzableiter herzustellen, die so einfach und so billig sind, daß sie auf jedem ländlichen Gebäude Verwendung finden können.

Mit einem Aufhören des Blitzschadens ist erst dann zu rechnen, wenn jedes Gebäude einen Blitzableiter besitzt, der wenigstens Zündungen verhindert, denn auf Zündungen entfallen ungefähr 91% des Gesamtschadens. Solche ganz einfache Blitzableiter, die unter Benützung der Dachrinnen, Abfallrohre und sonstige Metallteile der Gebäude mit kleinen Ergänzungen hergestellt werden könnten, müßten äußerst billig werden, dann erst würden sie einigermaßen wirtschaftlich sein.

Die folgenden Zahlen für Preußen lassen dies deutlich erkennen.

Tabelle 2.

	Stadt Mk.	Land Mk.
1. Zahl der versicherten Gebäude	2 525 000	7 888 000
2. Gesamter Blitzschaden (Immobilien und Mobilien) . . .	828 000	5 812 000
3. Kosten der Blitzableiter für alle Gebäude jede Anlage Mk. 50	126 238 000	394 400 000
4. Verzinsung des für Blitzableiter angelegten Kapitals zu 4% . . . . .	5 050 000	15 800 000
5. Prüfungskosten jährlich unter der Annahme, daß alle fünf Jahre geprüft wird und die Kosten pro Gebäude 2 Mk. betragen . . . . .	1 010 000	3 140 000
6. Unterhaltung der Blitzableiter 1% der Anlagekosten . .	1 262 000	3 944 000
7. Gesamtausgaben für Blitzschutz (4., 5. und 6.) . . . . .	7 322 000	22 860 000
8. Jährliche Ausgaben für Blitzschutz in % des auftretenden Schadens . . . . .	885 %	393 %

Für Bayern ergibt sich bei gleicher Art der Berechnung:

	Stadt	Land
Pop. 8.	4112 %	550 %

und für Sachsen:

Pop. 8.	773 %	228 %.
---------	-------	--------

Diese an sich sehr ungünstigen Zahlen errechnen sich aber nur unter der Voraussetzung, daß eine Blitzableiteranlage nicht



Fig. 13.

mehr wie Mk. 50.— kostet und eine Prüfung (bei 5jährigem Prüfungszyklus) Mk. 2.—. Wie unwirtschaftlich bisher mit den vielfach unnötig kostspieligen Anlagen gearbeitet wurde, ergibt sich hieraus ohne weiteres.

Wenn es nun auch kaum möglich ist, alle Blitzschutzanlagen völlig wirtschaftlich zu bauen, so muß man doch versuchen überall Anlagen herzustellen, denn das Vorhandensein eines Blitzableiters gibt den meisten Menschen ein solches Gefühl der Beruhigung, daß auch dieser ethische Wert unbedingt berücksichtigt werden muß.

Man sollte aber nie vergessen, daß der Schutz durch Blitzableiter nur dann allen Bevölkerungskreisen zugute kommen

kann, wenn ganz einfache, billige Anlagen gebaut werden, die wenigstens den größten Schaden (Zündungen) abwenden und die Bewohner schützen. „Wir brauchen also nicht wenige Anlagen, die jedwede auch die kleinste Beschädigung verhindern, sondern möglichst für jedes Haus eine Anlage und sei sie auch noch so einfach.“

Bei der Herstellung ist natürlich Wert darauf zu legen, daß die Anlage handwerksmäßig gut ausgeführt wird, und daß sie mit dem Haus verwächst.

Fig. 13 stellt den Blitzschutz zweier Anstaltsgebäude dar, wie er bei ca. 40 Gebäuden derselben Anstalt durchgeführt wurde. Bei dem Gebäude im Vordergrund sind die Zierknäufe und der Kamin als Auffangvorrichtungen ausgebildet. Die Gräte des Schieferdaches sind mit Zintblechen eingefast, welche gleichzeitig die Dachleitungen ersetzen. Als Ableitungen sind die Abfallrohre benutzt, die unten im Keller an die Wasserleitung angeschlossen sind. Die Blitzschutzanlage auf dem Gebäude im Hintergrund ist in der gleichen Weise ausgeführt, nur ist bei der Ziegeldachung an Stelle der Gratbleche, Kupferdraht neben den Firstziegeln verlegt, so daß er auf dem Dache kaum auffällt.

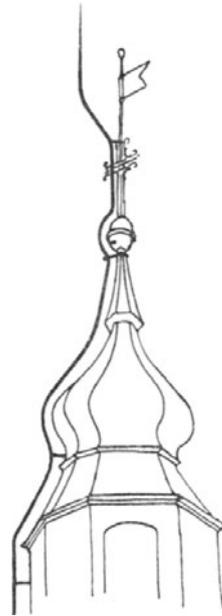


Fig. 14.

Es ist merkwürdig, daß die Architekten sich Ausführungen gefallen ließen, wie sie in Fig. 14 bis 16 dargestellt sind und die man heute noch antrifft. Da sind die älteren Anlagen, die etwa vor 80 bis 100 Jahren gebaut wurden ungleich schöner. Bei ihnen sind aus Schönheitsrücksichten die nicht sehr hohen Stangen nach unten dicker und mit dem Gebäude mehr verwachsen. Die Auffangtange ist hohl, sie besteht aus 1 mm dickem Kupferblech. Die Firstleitung aus Kupferblechstreifen liegt fest auf



Fig. 15.

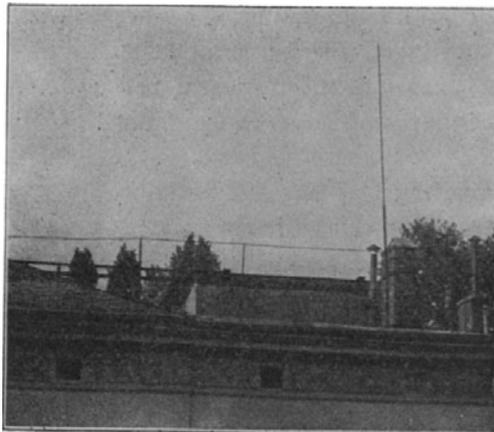


Fig. 16.

den Firstziegeln, so daß man von unten die Firstleitung überhaupt nicht bemerkt. Die Ableitung geht flach auf der Wand liegend zur Erde. Solche Anlagen sind heute noch fast unverändert vorhanden (Fig. 17, 18).



Fig. 17.

### **Die Auffangvorrichtungen (Seite 115, 116).**

Auffangvorrichtungen sind an den bevorzugten Einschlagstellen anzubringen und so herzustellen, daß sie den Schlag aufnehmen können, ohne starke Beschädigungen zu erleiden.

Als Auffangvorrichtungen sind alle Metalle beliebiger Form und Größe geeignet, wenn sie den bei Blizschlägen zu erwartenden Wärmewirkungen und mechanischen Beanspruchungen genügen.

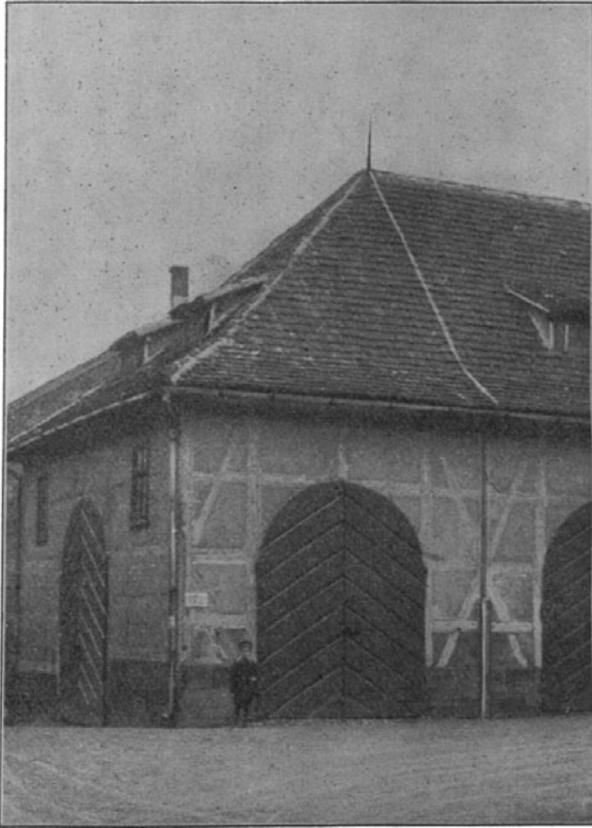


Fig. 18.

In den „Leitfäden“ ist nur von Auffangvorrichtungen die Rede und nicht mehr von Auffangstangen. Damit soll zum Ausdruck gebracht werden, daß man die nach der sogenannten Schutzkreisstheorie sich ergebenden hohen Auffangstangen für zwecklos und entbehrlich hält. Denn es ist nicht anzunehmen, daß die

Richtung der Entladung durch hohe Auffangstangen wesentlich beeinflusst wird, deren Höhe etwa 0,1 bis 1 % des Blitzweges beträgt. Hierfür sind wesentlich andere Gesichtspunkte maßgebend wie große Metallmassen, Luftverhältnisse, Windrichtung, Untergrundverhältnisse und dgl.

Es wurde öfters beobachtet, daß der Blitz bei Gebäuden mit hohen Auffangstangen in das Haus einschlug, ohne nachweislich die Auffangstange berührt zu haben. Wenn sich auf dem Dache des Hauses Metallteile befinden, die gute Erdverbindung haben, so wird der Blitz im allgemeinen auf diese überspringen, wenn sie das Dach auch nur wenig oder überhaupt nicht überragen. Es ist nur erforderlich, sie dort anzubringen, wohin die Entladungen in der Regel erfolgen.

Da aber Beobachtungen an nicht geschützten Gebäuden gezeigt haben, daß fast immer die gleichen Stellen des Daches getroffen werden, so sind diese Punkte bekannt.

Bei Untersuchung von 9500 mir von der kgl. bayer. Versicherungskammer zur Verfügung gestellten Aufzeichnungen aus den Jahren 1885—1910 fand ich folgende Resultate:

Es wurden getroffen:

Turm- oder Giebelspitze	Schornsteine	First	Dachflächen
54,9 %	24,5 %	13,5 %	5,9 %

Aus den Kurven (Fig. 19) kann man deutlich ersehen, wie gleichmäßig sich die Einschlagstellen in den verschiedenen Jahren auf die einzelnen Gebäudepunkte verteilen. Es zeigt sich, daß in erster Linie Turm, First- und Giebelspitzen, in zweiter Linie die Kamine und in dritter Linie die Firste zu schützen sind.

Es ist demnach viel richtiger und sicherer, wenn man, wie es die Leitfäden verlangen, diese Teile des Hauses mit Metallstücken verzieht oder Leitungen über sie hinwegführt und sich nicht auf Schutzkreisberechnungen verläßt. Wenn man an diese Stellen, die der Blitz regelmäßig aufsucht, geerdete Metall-

## Die Auffangvorrichtungen



Fig. 19.

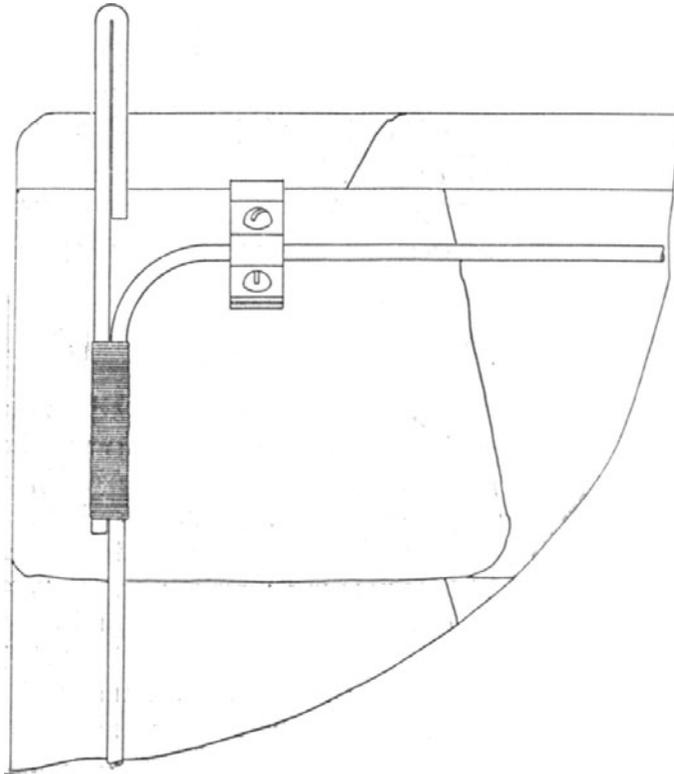


Fig. 20.

teile bringt, also die Erde auf das Dach legt, so werden diese ohnehin schon bevorzugten Stellen die Entladung sicher aufnehmen.

Bei den Turm-, First- und Giebelspitzen werden am besten metallene Zierknäufe, Wetterfahnen, Turmkreuze, Blechaufsätze, Fahnenstangen usw. als Auffangvorrichtungen ausgebildet, womit gleichzeitig eine architektonisch gute Wirkung erzielt wird. Selbst Steinaufsätze und dgl. lassen sich häufig mit Blech abdecken, so daß sie gleichzeitig gegen Witterungseinflüsse geschützt und mit einer Auffangvorrichtung versehen sind.



Fig. 21.

Sind solche Metallteile nicht vorhanden, dann führt man am einfachsten Leitungsstücke hoch, die an der Einschlagstelle etwa 10 bis 15 cm hervorragen. Zur Verstärkung kann man die Leitungsenden oben umbiegen, oder man bringt kurze kräftige Auffangvorrichtungen aus Massivweisen an.

An langen Firstleitungen, an Giebelecken, an Blechverkleidungen und Abdeckungen die als Einschlagstellen in Betracht kommen, an allen Leitungen die als Fangleitungen besonders bei flachen Dächern verlegt sind, sowie bei unter Ziegel und Schiefer verlegten Leitungen, bringt man zweckmäßig Auffangvorrichtungen an, wie sie oben abgebildet sind. (Fig. 20, 21.)

Das umgebogene Leitungsstück gibt eine kräftige Einschlagstelle von doppeltem Querschnitt. Bei Kaminen kann die Ausbildung der Auffangvorrichtungen in sehr verschiedener Weise erfolgen; die untenstehenden Figuren (Fig. 22) geben einige Ausführungsformen an. Werden gußeiserne Abdeckplatten verwendet, so können diese direkt als Auffangvorrichtung benutzt werden.

Als Material für Auffangvorrichtungen ist Eisen das geeignetste, da es einen hohen Schmelzpunkt und eine verhältnismäßig große Widerstandsfähigkeit gegen Rauchgase besitzt.

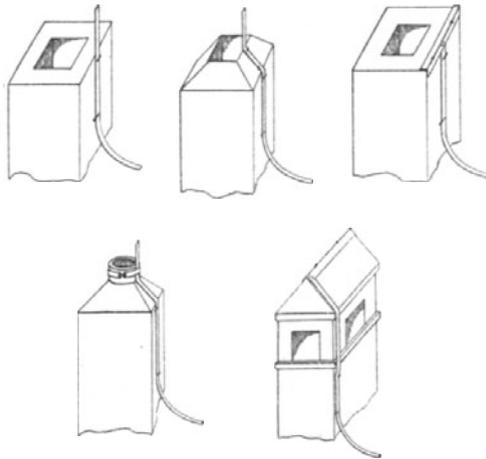


Fig. 22.

Von den hohen Auffangstangen und von den kostspieligen vergoldeten und Platinspitzen usw. ist vollständig abzusehen. Daß diese wertlos sind und für die Entwicklung des Blitzableiters und seine Verbreitung direkt schädlich waren, wird zurzeit wohl von keiner Seite mehr angezweifelt.

Besonders überflüssig sind hohe Auffangstangen auf Fabrik-schornsteinen, die meist an sich schon eine beträchtliche Höhe haben. Im Anhang I (S. 115, 116) sind nähere Angaben über zweckmäßige Auffangvorrichtungen gemacht. Am besten eignen sich gußeiserne Abdeckplatten oder kräftige Metallringe, die in Zement oder Asphalt eingebettet sind. Bei ersteren (Fig. 23)

werden die Anschlüsse zweckmäßig an der Innenseite angebracht, um sie gegen die zerstörenden Einflüsse der Rauchgase zu schützen.

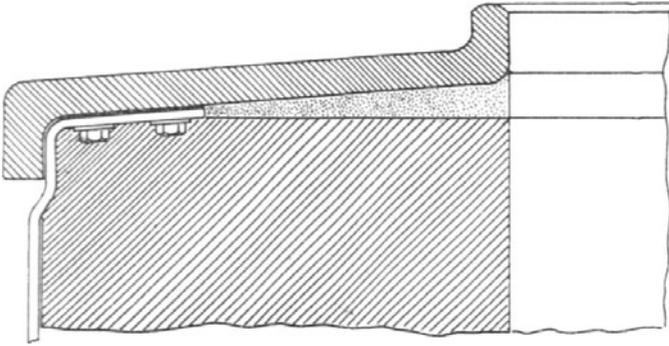


Fig. 23.

### Gebäudeleitungen (Seite 116—120).

Unter Gebäudeleitungen versteht man die metallischen Verbindungen zwischen Auffangvorrichtungen, Metallteilen im und am Gebäude und den Erdungen. Sie bilden mit den Metallteilen des Gebäudes zusammen ein mehr oder weniger vollständiges Netz, das dem einschlagenden Blitz Gelegenheit gibt, sich in möglichst vielen großflächigen Wegen auf die Erdungen zu verteilen. Um die auftretenden Elektrizitätsmengen sicher abführen zu können, ohne daß Schmelzungen eintreten, muß das Material genügend großen Querschnitt und genügend große Oberfläche besitzen.

Die in den Leitfäden angegebenen Querschnitte sind auf Grund der Erfahrungen bei Blitzschlägen so bestimmt, daß sie dieser Anforderung genügen.

Kupfer hat neben guter Haltbarkeit den Vorteil, daß es leichter bearbeitet werden kann, während Eisen den Vorteil der Billigkeit und der größeren mechanischen Festigkeit besitzt. Wird Eisen verwendet, so ist Wert auf eine möglichst gute Feuerverzinkung zu legen.

Für normale Blitzschutzanlagen eignet sich verzinktes Eisen am besten. Wird Wert auf besonders lange Lebensdauer gelegt,

was hauptsächlich für Monumentalbauten in Frage kommt, so kann man Kupfer verwenden. Kupferleitungen sollten aber auch auf kupfernen Haltern verlegt werden. Auf eisernen Stützen verlegt, halten die Anlagen meistens nicht länger wie diese.

Da die Blitzschläge wie häufig beobachtet wurde, ohne Rücksicht auf dazwischen liegende Luft- und Oxidschichten, die doch einen sehr hohen Ohmschen Widerstand darstellen, den Metallstrecken gefolgt sind, so kann man von der Berücksichtigung des Ohmschen Widerstandes überhaupt absehen. Die Leitfähigkeit des Materials bzw. der Ohmsche Widerstand der Blitzableitungen spielt gar keine Rolle. Die außerordentlich rasch verlaufenden hochgespannten Entladungen folgen ganz anderen Gesetzen, als die ruhig fließenden niedergespannten Ströme, man kann also auf die Blitzentladungen auch nicht deren Gesetze anwenden.

Für die schnellen Entladungen spielt die Oberfläche des Leiters im allgemeinen eine größere Rolle, als sein Querschnitt. Daß dies wirklich der Fall ist, zeigen die Einschläge, bei denen der Blitz solche Leiter mit großer Oberfläche, wie Blechabdeckungen, Kehlbleche, Dachrinnen, Abfallrohre usw. als Blitzweg bevorzugte.

Welche Materialien für die Herstellung der Blitzableiter verwendet werden sollen, ist demnach in bezug auf die Leitfähigkeit völlig gleichgültig, nur praktische Gesichtspunkte sind für die Verwendbarkeit ausschlaggebend.

Kupfer wurde früher fast ausschließlich verwendet, und oft durch Vorschriften verlangt, weil man glaubte, daß der Blitzableiter ewig halten muß. Dabei ist doch zu bedenken, daß viele andere Teile des Gebäudes wie Schneefanggitter, Haken für die Dachrinnen, Dachrinnen und Abfallrohre selbst und noch vieles andere meist auch aus Eisen bzw. Zink hergestellt werden. Es wird aber niemanden einfallen zu verlangen, daß die Abfallrohre eines einfachen Hauses unbedingt aus Kupfer hergestellt werden, weil sie dann länger halten.

Man nahm früher an, daß die geringste Beschädigung des Blitzableiters gefährlich wird, denn man glaubte, „ein schlechter

Blikableiter ist schlimmer als gar keiner“. Die Tatsache, daß oft selbst wenige, nicht verbundene Metallteile, ein Gebäude fast vollständig geschützt haben, beweist aber das Gegenteil.

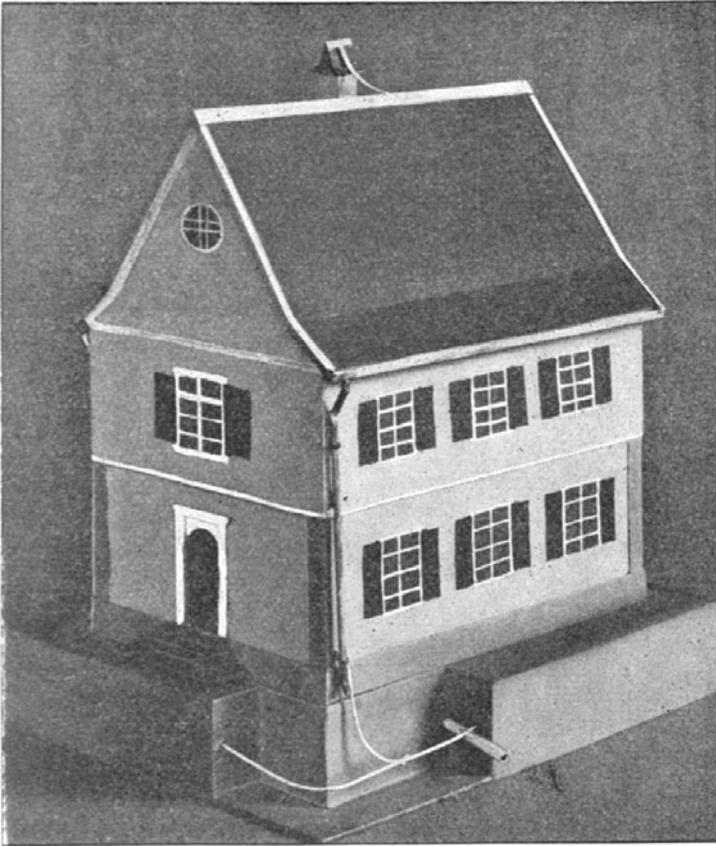


Fig. 24.

Ein sogenannter schlechter Blikableiter, d. h. also ein Blikableiter mit Beschädigungen, Unterbrechungen usw. bewahrt das Gebäude immer noch vor größerem Schaden. Die unverbundenen Metallteile des Gebäudes ohne Rücksicht auf Blikbeschuß angebracht, sind genau betrachtet, weiter nichts als ein sogenannter schlechter Blikableiter.

Es fragt sich nun, wann ist an einem Hause überhaupt die Verwendung besonderer Gebäudeleitungen nötig?

Wie bereits angeführt, zeigen die Statistiken, daß in vielen Fällen der Blitz den Blechverwahrungen der Dachkanten, den Dachrinnen, Regenabfallrohren und sonstigen Metallteilen folgte, und daß hierdurch Gebäude oft vor Blitzschaden fast völlig bewahrt blieben. Es wäre also unrecht, wollte man auf diese natürlichen am Gebäude befindlichen Blitzwege verzichten und sie durch künstliche Leitungen ersetzen. Viel richtiger ist es, die vorhandenen natürlichen Blitzwege soviel wie möglich zu vervollkommenen und besondere Leitungen nur da anzubringen, wo die natürlichen Leitungen einer Ergänzung bedürfen. Fig. 24, ein Hausmodell, wie ich es in meinen Kursen für Blitzableiterhandwerker benutze, zeigt ein ländliches Gebäude mit Blechfirst, blechbeschlagenen Windbrettern, Dachrinnen und Regenabfallrohren. Diese Metallteile sind durch eine am Kamin hochgeführte Leitung und einen Wasserleitungsanschluß in einfachster und billigster Weise zu einer vorzüglichen Blitzableiteranlage ergänzt. Es ist dies eine Anordnung, wie sie Zindeisen für ländliche Gebäude vorgeschlagen hat.

### Die Dachleitungen (Seite 117, 118).

Die Dachleitungen sollten möglichst über alle Firste führen; die nach den Ableitungen führenden Dachleitungen legt man zweckmäßig auf Giebel und Gratkanten oder in Kehlen. Alle in gutem Zustande befindlichen First-, Grat- und Kehlebleche, Riesleisten, Schneefanggitter, Oberlichtkonstruktionen, Blechabdeckungen, Blechverkleidungen und dgl. können entweder als Hauptdachleitungen dienen oder zu deren Ergänzung mitbenutzt werden. Ist ihr Zustand schlecht oder der Materialquerschnitt zu gering, so legt man zu ihrer Verstärkung Leitungen, am besten verzinktes Bandeisen bei, das mit übergelöteten Blechstreifen befestigt wird (Fig. 25).

Wenn solche Metallteile, wie bereits in Fig. 24 dargestellt ist, vorhanden sind, so braucht man nur einige Auffangvor-

richtungen anzubringen und die Metallteile unter sich durch übergelötete Blechstreifen zu verbinden bzw. wo sie fehlen, zu ergänzen.

Bei Neubauten ländlicher Gebäude können die Architekten oft ohne viel Mühe und Kosten Metall so verwenden, daß gleichzeitig mit der Dachindeckung eine genügende Anzahl Dachleitungen geschaffen werden. Es ist nur an Stelle der Firstziegeln verzinktes Eisenblech zu verwenden und sind die Kehlen mit dem gleichen Material auszukleiden.

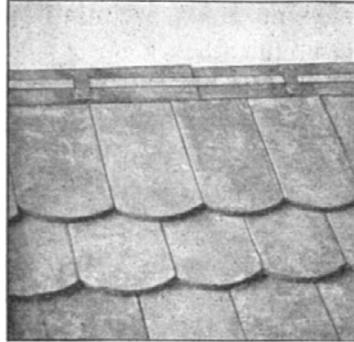


Fig. 25.

Die Giebelräume, Ortgänge oder Windbretter werden mit Blechverwahrungen versehen, die gleichzeitig das Holz gegen Verfaulen

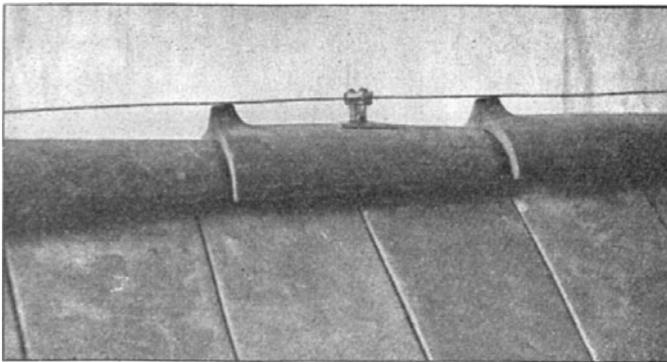


Fig. 26.

schützen. Auch eiserne Dachstühle oder Metalldächer bilden einen so vorzüglichen Blitzschutz, daß weitere Dachleitungen hierbei überflüssig sind.

Die Dachleitungen können auf verschiedene Weise befestigt werden. Doch ist darauf zu sehen, daß die Leitungen sturm-

sicher liegen und bei Dacharbeiten nicht leicht beschädigt werden können, auch daß die Dachhaut nicht undicht durchbrochen wird.

Es ist Wert darauf zu legen, daß das Aussehen des Gebäudes nicht ungünstig beeinflusst wird, und daß die Leitungen sich den Linien des Daches möglichst anschmiegen. Dies läßt sich am besten mit Haltern oder Stützen erreichen, wie sie in den folgenden Abbildungen dargestellt sind. Die früher übliche Verlegung auf hohen Stützen hat den Nachteil, daß die Leitungen beim Verlegen wohl straff gespannt werden können, aber schon nach kurzer Zeit sehr häßlich zwischen den Stützen hängen. Zur Vermeidung dieses Mißstandes soll man die Leitungen möglichst nahe auf das Dach legen (Fig. 27 a, b). Eingeschlagene Stützen haben noch den Nachteil, daß sie leicht ein Undichtwerden des Daches veranlassen.

In den Figuren 28—33 habe ich einige Halterkonstruktionen angegeben, welche die Mängel der bisherigen Befestigung vermeiden sollen. Figur 28, 29 zeigt die Verlegung von Band und Draht bei Schieferdachung. Die Leitungen liegen an First und Gräten in den wettergeschützten Ecken, die von dem überstehendem Schiefer gebildet werden. Dadurch werden sie gegen Witterungseinflüsse geschützt und dem Auge fast vollständig entzogen. Bei Gebäuden mit derartig verlegten Leitungen fallen von der Blißschußanlage nur noch die Auffangvorrichtungen auf.

Die First- und Gratleitungen bei Ziegeldächern kann man nach Fig. 30 verlegen. Die in Fig. 30 gezeigte Verlegungsart eignet sich jedoch nur für Neubauten, wenn die Halter mit eingedeckt werden können. Dagegen können die Halter Fig. 31 auch bei altem und aufgemauertem Ziegelwerk benutzt werden. Für die über die Dachfläche zu verlegenden Leitungen sind in Fig. 32, 33 Halter für Draht und Band für Ziegel und Schiefer angegeben. Diese Halter fügen sich in die Dachkonstruktionen gut ein und lassen sich einfach befestigen. Die hier angegebenen Halter haben alle den Vorzug, daß bei ihrer Befestigung Dachschäden möglichst vermieden werden, und daß sie sich leicht mit eindecken lassen. Es ist immer vorteilhafter die Halter bei Neu-

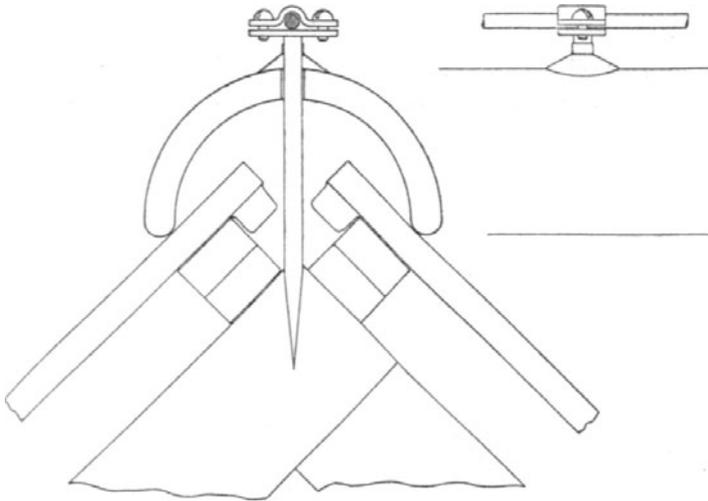


Fig. 27 a.

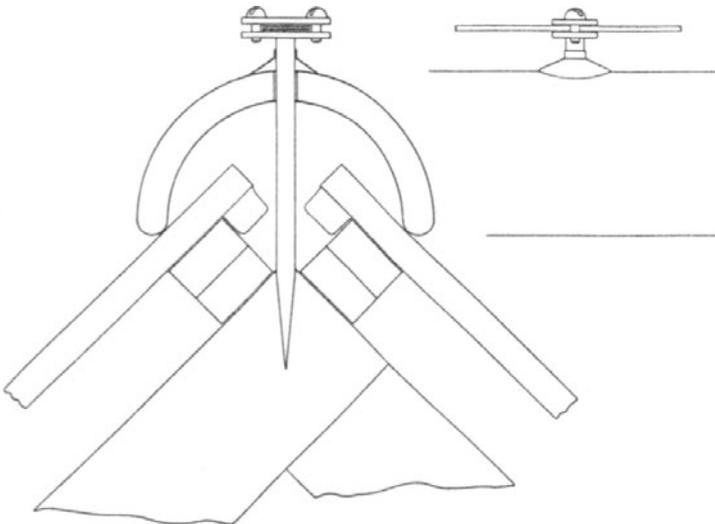


Fig. 27 b.

bauten gleich mit dem Dach einzudecken. Ihre nachträgliche Anbringung erfordert mehr Zeit und verursacht durch ungeschickte Arbeiter oft Dachschäden. Sämtliche Halter sollen ent-

weder aus zähem Bandeisen, nach der Fertigstellung gut feuerverzinkt, oder aus Kupferband hergestellt werden. Giebelleitungen an Gebäuden mit Windbrettern kann man zweck-

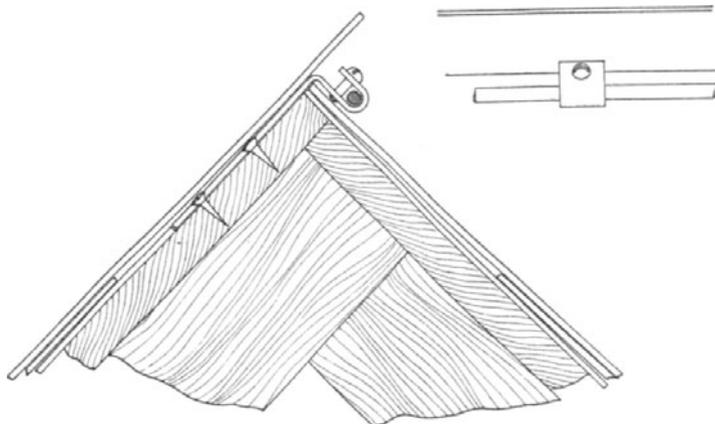


Fig. 28 a.

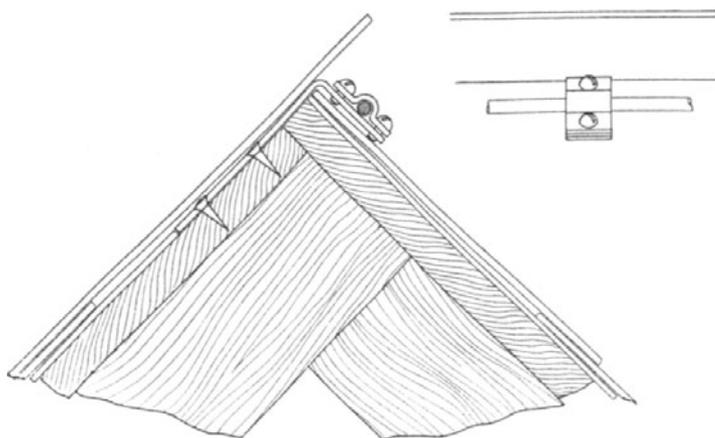


Fig. 28 b.

mäßig direkt auf diesen mit Haken oder Krampen befestigen (Fig. 34).

Statt die Leitungen über dem Dache anzubringen, kann man sie auch, wie dies schon seit vielen Jahren ausgeführt wird,

unter Dach verlegen. Man führt hierbei die Leitungen in den Hohlräumen der First- und Gratziegeln z. B. längs des Dachbalkens oder unter der Dachhaut, d. h. Bandeisen oder Kupf-

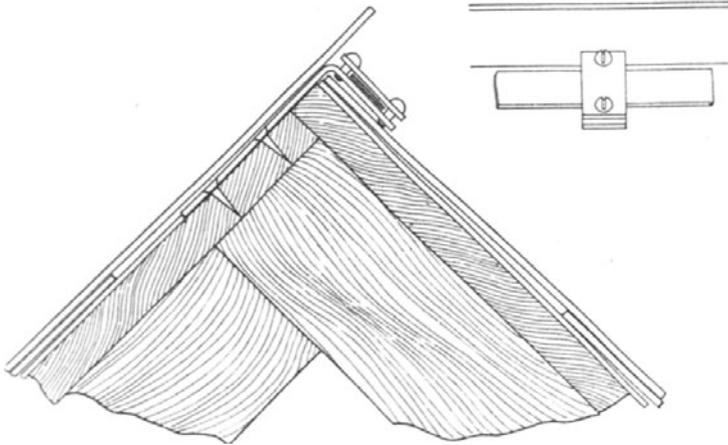


Fig. 29 a.

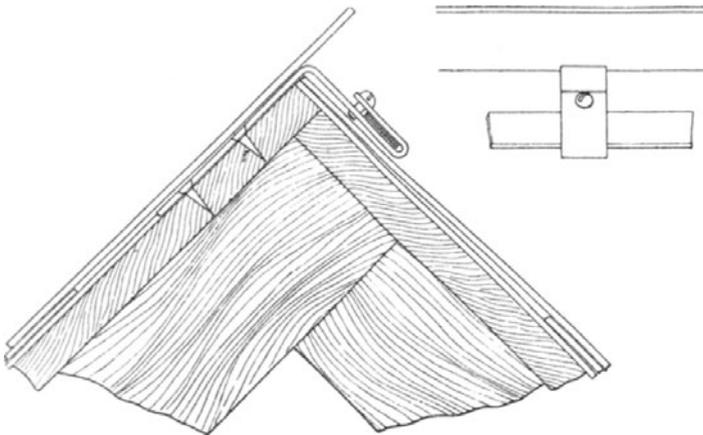


Fig. 29 b.

ferband wird, nachdem das Dach eingeschalt ist, auf die Dachpappe aufgenagelt und überdeckt. Bei den Firstleitungen müssen dann ungefähr in Zwischenräumen von je 3—5 m Auffangvorrichtungen angebracht werden, die nach außen gehen

und aus einfachen Leitungstücken bestehen. Derart verlegte Leitungen sind gut gegen Witterungseinflüsse geschützt und deshalb sehr dauerhaft. Sie müssen allerdings gewissenhaft, möglichst ohne Verbindungsstellen, verlegt werden, da eine nachträgliche Kontrolle oft Schwierigkeiten verursacht.

Wenn Leitungen auf Haltern oder Stützen verlegt werden, so ist auf die Art ihrer Befestigung in den Haltern besonders bei langen Leitungen zu achten. Durch Temperaturveränderungen arbeitet das Material, weshalb man bei den hohen

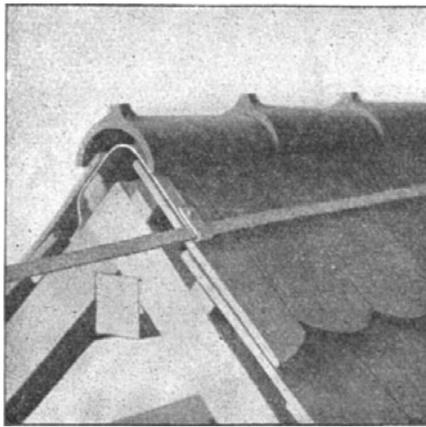


Fig. 30.

Stützen in den Befestigungstücken Bleifutter verwenden sollte. Bei den auf der Dachfläche aufliegenden Leitungen fallen kleine Durchbiegungen weniger auf. Im Sommer verlegte Leitungen liegen meist besser als die im Winter verlegten.

An Stelle von Haltern mit Schrauben, die häufig zum Befestigen verwendet werden, meist aber einrosten, habe ich bei Kupferbandleitungen mit Vorteil Kupferstreifen als Halter verwenden lassen, an welche die Kupferbandleitungen angekietet waren. Die Bänder waren 20 mm breit und 2 mm dick.

Bei der Verlegung der Dachleitungen ist besonders darauf zu achten, daß alle Metallteile am Dach oder im Dachboden an die in der Nähe vorbeiführenden Leitungen angeschlossen werden.

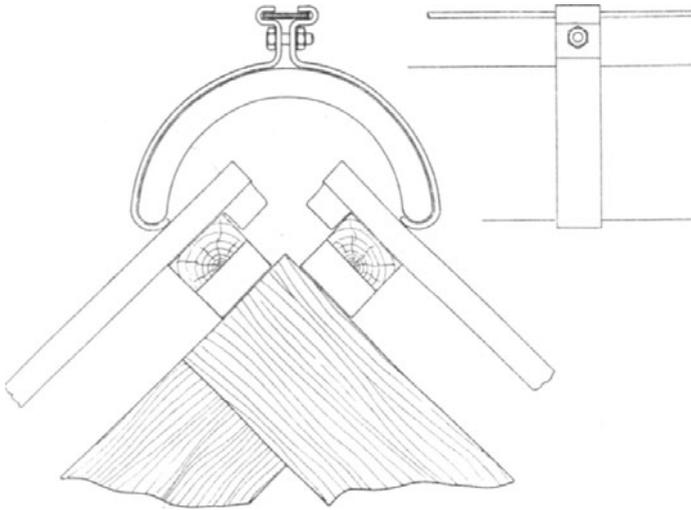


Fig. 31 a.

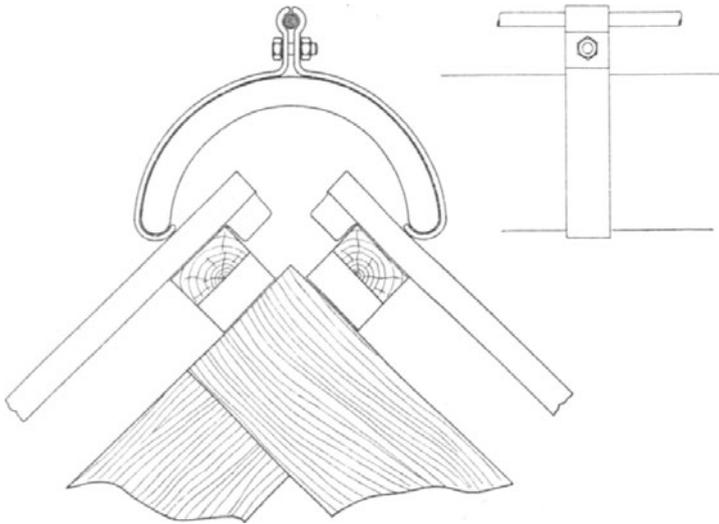


Fig. 31 b.

Hierzu gehören hauptsächlich, außen: Blechabdeckungen, Rehlbleche, Dachrinnen, Schneefanggitter, Entlüftungsrohre und Lüftungsaufsätze, Oberlichtkonstruktionen und sonstige Eisenkonstruktionen; innen: Wasser-, Gas- und Dampfleitungen,

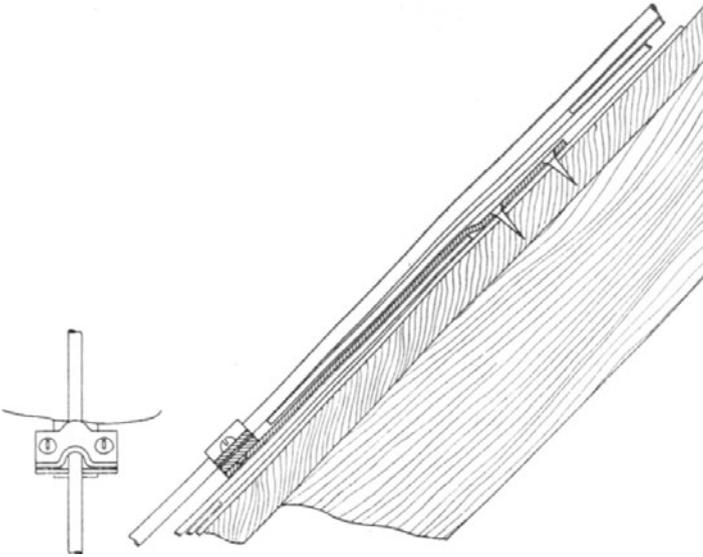


Fig. 32a.

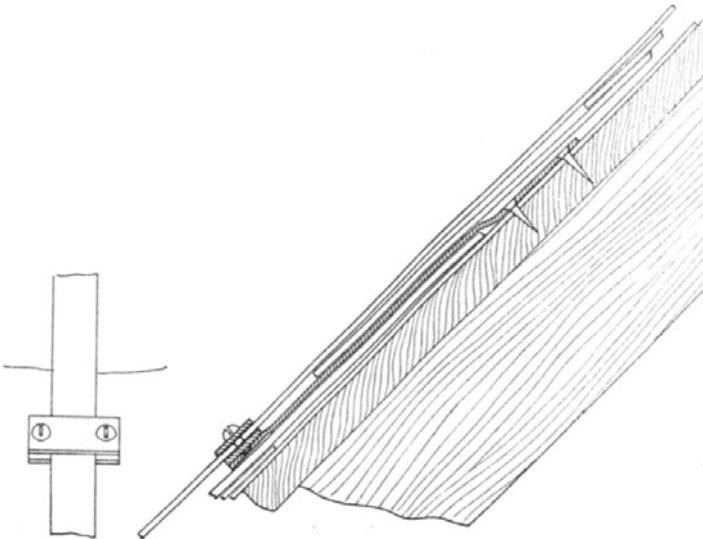


Fig. 32b.

Reservoir, Ausdehnungsgefäße, Glockenstühle, Uhrgehäuse,  
eiserne Dachkonstruktionen, Aufzugsgerüste, eiserne Treppen,  
Maschinenfundamente, u. a. m.

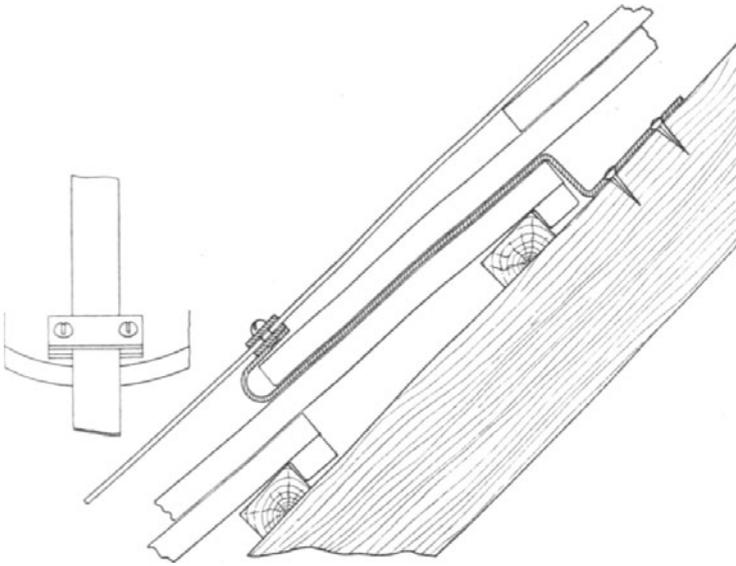


Fig. 33 a.

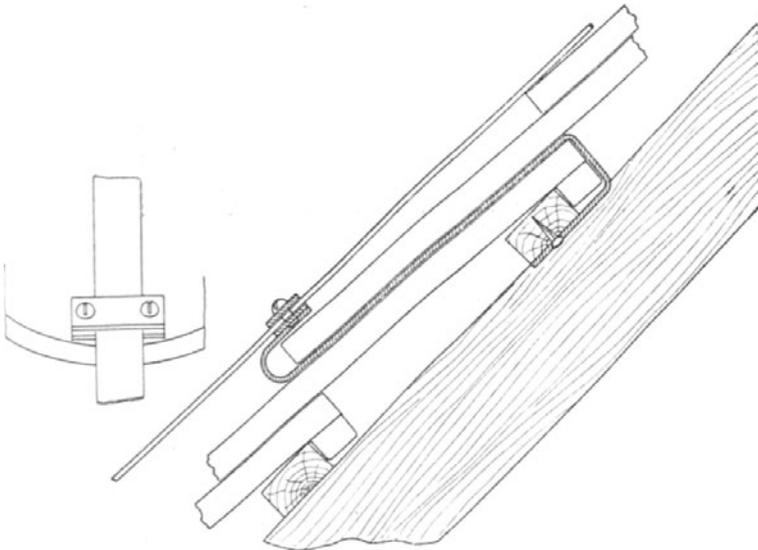


Fig. 33 b.

Liegen Leitungen in einer Entfernung bis zu 5 m von dem obersten Punkt der Wasserleitung, so soll ihr Anschluß unter allen Umständen vorgenommen werden. Wird er unterlassen,

so kann ein Überspringen unter Durchschlagen der Dachhaut und Zündung von Holz und sonstigem brennbarem Material vorkommen. Bei Bleirohr muß der Anschluß mit genügend breiter Rohrschelle und genügend starken Anschlußleitungen hergestellt werden, damit Schmelzungen nicht auftreten können.

Bei allen Dachleitungen sind scharfe Biegungen und Anstiege in der Leitung möglichst zu vermeiden. In der Dachfläche liegende Emporragungen soll man nicht nach der First-

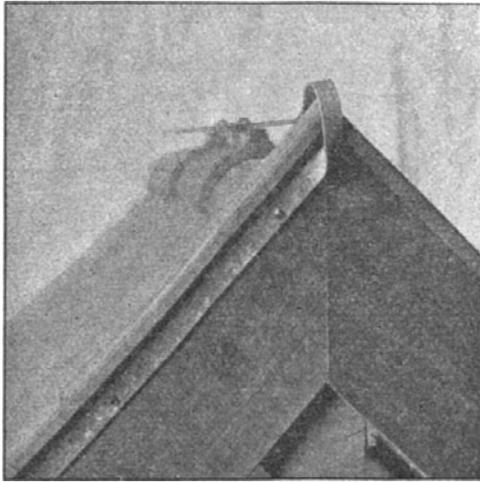


Fig. 34.

leitung ziehen, sondern abwärts führende Leitungen nach den Dachrinnen verlegen; dies gilt hauptsächlich für tiefliegende Kamine und Entlüftungsröhre.

Statt Leitungen über stark ausladende Gesimse, Bordächer usw. zu führen, ist es zweckmäßig, die Gesimse usw. zu durchbohren, die Leitungen hindurchzuführen und oben gegen eindringende Feuchtigkeit zu schützen.

### **Ableitungen** (Seite 119, 120).

Von den tiefsten Punkten der neartig verteilten Metallteile und Dachleitungen führen die Ableitungen zu den Erdleitungen und Erdungen. Wenn ein das Gebäude treffender

Blitzschlag sich bei richtiger Gesamtanordnung auf mehrere Ableitungen verteilen kann, so wird dadurch seine Wirkung, sowie die Neigung zu Seitenentladungen abgeschwächt.

Bei kleineren Gebäuden sollen mindestens zwei Ableitungen vorhanden sein. Bei größeren Gebäuden ergibt sich ihre Anzahl aus dem Dachverfall und dem mehr oder weniger hohen Schutzwert, der von der Anlage verlangt wird. Sollen an einem Gebäude alle, auch die geringsten äußeren Schäden vermieden werden, so muß man eine größere Anzahl Ableitungen verlegen lassen. Bei langen Dächern soll der Zwischenraum zwischen den einzelnen Ableitungen nicht größer als 20 m sein. Auch sollen dann die Ableitungen nicht alle auf einer Langseite liegen, sie sollen vielmehr so angebracht werden, daß sie wechselseitig auf beide Seiten verteilt sind. Von hohen Türmen oder von Dachreitern sollte man eine Ableitung möglichst auf kürzestem Weg durchverlegen. Überhaupt sollen bei den Ableitungen alle Umwege und Abweichungen von der senkrecht durchlaufenden Verlegung möglichst vermieden werden. Wo Umführungen notwendig sind, sind die Leitungen mit möglichst großem Bieungsradius zu verlegen. Die Ableitungen sind so anzubringen, daß sie möglichst eine gerade Fortsetzung der von den wichtigsten Auffangvorrichtungen abwärts führenden Dachleitungen bilden.

Zur Befestigung der Ableitung an den Gebäudewänden eignen sich am besten kurze Stützen, die so tief eingeschlagen werden, daß die Ableitungen etwa 1—2 cm Abstand von der Wand erhalten. Man kann sie aber auch direkt an dem Mauerwerk aufstiegen lassen und mit Haken oder Krampen befestigen (Fig. 35). Gegen Mauerfeuchtigkeit und Mauerfäulnis schützt eine Dachpappenunterlage und Ölfarb-anstrich. Gestrichene Leitungen können auch mit eingepußt werden.

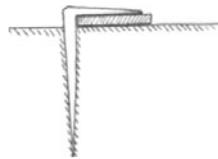


Fig. 35.

Von besonderen Ableitungen kann in allen den Fällen abgesehen werden, bei denen Abfallrohre in entsprechender Zahl

vorhanden sind, die sich im guten Zustande befinden. Die Abfallrohre eignen sich infolge ihrer großen Oberfläche vorzüglich als Ableitungen. Auch ihr Querschnitt ist meist bedeutend größer als der besonders verlegter Leitungen. Durch die Schneefanggitter und Dachrinnen sind die Dachleitungen, Auffangvorrichtungen und Metallteile zu einem geschlossenen Metallnetz zusammengefaßt, das kaum besser als durch die Ab-

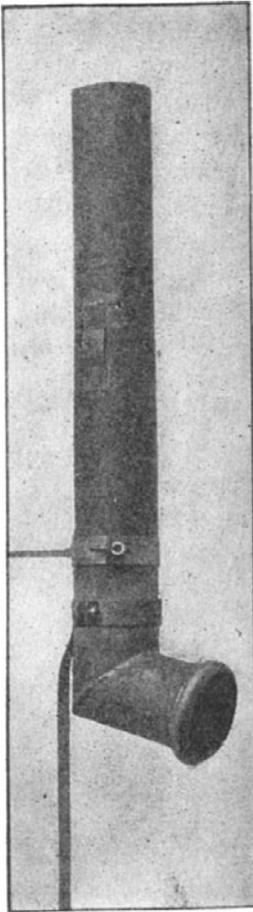


Fig. 37.

fallrohre abgeleitet werden kann. Die Abfallrohre sind meist aus Stücken von 4 m Länge zusammengesetzt. Passen die Rohre an den Schüssen fest ineinander und sind sie durch Wülste gegen ein Verschieben gut gesichert, so sind besondere Überbrückungen nicht erforderlich. Stoßstellen, die nicht fest ineinander passen, sollen durch übergelötete Blechstreifen überbrückt werden (Fig. 36), die gleichzeitig ein Ausdehnen des Materials gestatten. An dem unteren Ende der Abfallrohre werden die Erdleitungen mit lösbaren Schellen angeschlossen, die gleichzeitig als Trennstellen dienen (Fig. 37).

Als Ableitungen können auch alle senkrecht verlaufenden Metallteile, wie Eisenkonstruktionen (Eisenfachwerk), durchgehende Eiseneinlagen von Betonwänden, Aufzug- und Fahrstuhlgerüste usw. benutzt werden.

Alle außen und im Gebäude befindlichen Metallteile von größerer Ausdehnung, auch wenn sie nicht als Leitungen benutzt werden, müssen an



Fig. 36.

die Leitungen möglichst an ihrem oberen, und unteren Ende angeschlossen werden.

Vorsichtig muß man bei Metallteilen in Ställen sein. Durchlaufende Eisenteile, wie Futtergitter, Futtertröge, Koppel-

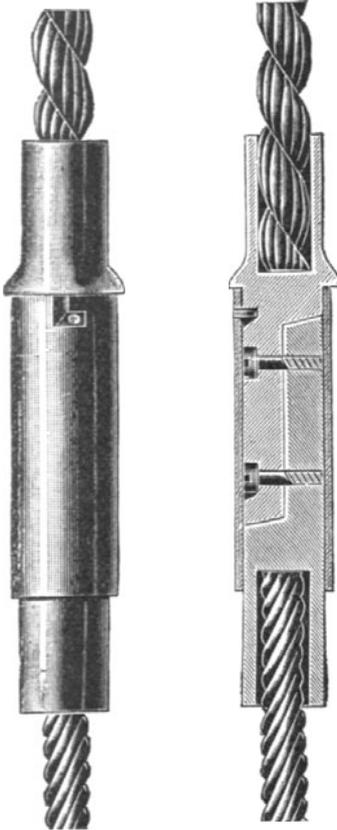


Fig. 33.

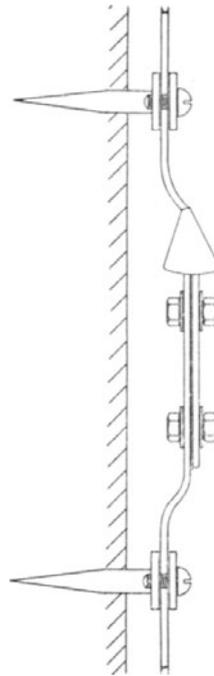


Fig. 39.

schienen usw. müssen bestens geerdet werden. Auch bei Einzelgittern und Einzelkrippen ist manchmal Erdung erforderlich. Allerdings muß die Erdung unter allen Umständen besser sein, wie die durch den feuchten, stark verunreinigten Untergrund der Ställe gebildete. Wo die örtlichen Verhältnisse es gestatten, lasse ich deshalb die übereinanderliegenden Krippen und Futter-

gitter an eine gemeinsame im Stallboden liegende Erdleitung anschließen. Der Anschluß der Kettenbefestigung ist dabei zu vermeiden, da z. B. liegendes Vieh einen guten Leiter mit großer Oberfläche darstellt und selbst gegen Teilentladungen schon sehr empfindlich ist.

Wie später bei den Messungen ausführlich erwähnt ist, sollen die Ableitungen zum Teil trennbar sein. Zu diesem Zwecke werden etwa 2,5 m über Boden Trennstellen angebracht. Trennstellen müssen großflächige Berührung haben, leicht lösbar und gegen eindringende Feuchtigkeit möglichst geschützt sein. Für Kupferdraht nimmt man am besten verzinnnte Schraubverbindungen, wie sie in mehr oder weniger guten Konstruktionen im Handel sind. Fig. 38 zeigt eine gute Ausführung

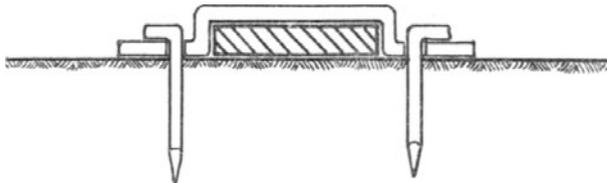


Fig. 40.

von Dieß, München. Bei Bandeisen oder Kupferband läßt man das Band 10 bis 12 cm übereinander gehen und verschraubt es mit 2 Schrauben (Fig. 39). Zur besseren Verbindung legt man bei Bandeisen, Bleiblech dazwischen, das gleichzeitig auch etwas abdichtet. Kupferband soll man zu gleichem Zwecke gut verzinnen. Über den Trennstellen kann man einen Trichter als Tropfblech für ablaufendes Wasser anlöten.

Je mehr Ableitungen an einem Gebäude vorhanden sind, je mehr die Metallteile unter sich und mit den Ableitungen verbunden sind, um so weniger Sinn hat die Anbringung von Trennstellen. Ich halte die Trennstellen in der Regel für überflüssig.

Das untere Stück der Ableitung von der Trennstelle bis zur Erde in einer Höhe von etwa 2,2 bis 2,4 m ist gegen me-

mechanische Beschädigungen besonders zu schützen. Am einfachsten kann dies bei Eisenleitungen dadurch erfolgen, daß man den unteren Teil der Leitung aus kräftigem Material wählt. Sonst sind über die Leitungen Stücke aus einem entsprechend geformten Blech (Fig. 40) oder aus Winkel- bzw. U-Eisen zu legen (Fig. 41). Eisenrohre sollten möglichst vermieden werden, da durch sie leicht ein Abspringen der Entladung oberhalb des Rohres eintreten kann. Werden sie verwendet, so sind sie am besten oben und unten, unbedingt aber oben mit der Leitung zu verbinden.

Ich empfehle öfter die Leitungen an der Stelle, wo sie in den Boden treten, auf eine Länge von 40 cm, 20 cm über und 20 cm im Boden, mit einer warmflüssigen Isoliermasse (Asphalt usw.) zu streichen und gegen äußere Beschädigung durch imprägnierte Holzleisten, die gehäuseartig zusammengefügt sein können, zu schützen.

### Die Erdleitungen und Erdungen (Seite 120—122).

Die Güte der Erdleitungen ist wesentlich mitbestimmend für die Güte der Blitzschutzanlage. Sie sind als ein wichtiger Teil des Blitzableiters mit besonderer Sorgfalt zu behandeln. In den meisten Fällen, in denen Blitzableiter versagt haben, sind

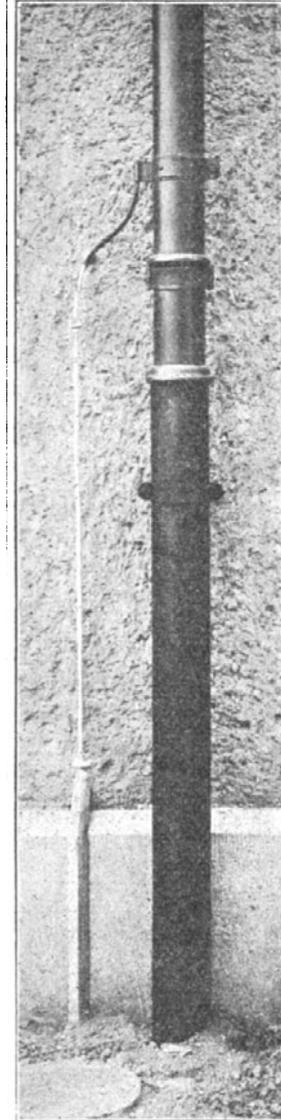


Fig. 41.

in der Anordnung und Verwendung der Erdungen Fehler gemacht worden.

Da es sich bei Blitzschlägen um einen Ausgleich der Elektrizität zwischen Luft und Erde handelt, so muß den Elektrizitätsmengen von den Gebäudeleitungen aus ein bequemer Übergang zur Erde ermöglicht werden. Nun ist aber bekannt, daß die Leitfähigkeit der Erde nicht groß ist. Demnach müßte eine Leitung aus Erde, wenn sie einen geringen Widerstand haben soll, einen sehr großen Querschnitt besitzen. Wollte man z. B. eine Gebäudeleitung aus Kupferdraht einfach in der Erde endigen lassen, so wäre der Übergangswiderstand zur Erde sehr groß, denn der Strom müßte zunächst durch einen den Kupferquerschnitt entsprechenden kleinen Erdquerschnitt hindurchfließen, fände also ganz bedeutenden Widerstand.

Man kann sich über die Vorgänge, welche sich beim Übertritt der Elektrizität zur Erde abspielen, leicht ein Bild machen, wenn zum Vergleich die Vorgänge herangezogen werden, welche beim Fließen des Wassers unter ähnlichen Verhältnissen auftreten.

Nehmen wir an, es handle sich darum, große Wassermengen aus einer beliebigen Höhe in die Erde zu leiten. Wollten wir eine Röhre einfach in die Erde stecken, so würde jedenfalls das Wasser, welches in der Röhre bequem fließen kann, sich am Austritt in die Erde stauen. Es kann sich in die Erde nicht ohne weiteres verteilen. Die Stauung wird um so stärker sein, je dichter die Erde an der betreffenden Stelle ist (Felsen usw.), d. h. je mehr Widerstand das eindringende Wasser findet. Diese Stauung könnte unter Umständen so stark werden, daß bei großem Druck das Rohr platzt, und daß sich das Wasser an den Seiten austretend, andere Wege suchen würde. (Seitenentladung.)

Man könnte deshalb auf den Gedanken kommen, das Rohrende in der Erde trichter- oder zylinderförmig zu erweitern, um so das Abfließen des Wassers zu erleichtern. Auch dieser Weg wäre nicht der richtige, denn das Wasser würde auch hier schlecht abfließen können, da die Erdschicht, welche sich gerade

vor dem erweiterten Rohrende befindet, schnell mit Wasser gesättigt ist. Das Wasser würde sich auch hierbei im Rohr stauen.

Ein einigermaßen lebhafteres Abfließen könnte nur dann stattfinden, wenn die Erde sehr locker ist oder das Rohr so weit in die Erde geführt wird, daß es in einer Grundwasserschicht endigt, die sich leicht bewegen kann.

Will man erreichen, daß das Wasser rasch abfließt, so muß man auf andere Weise verfahren. Es ist bereits erwähnt, daß nur dann ein schnelles Abfließen stattfinden kann, wenn die Erdschicht, welche das Wasser aufnehmen soll, genügend Ausdehnung besitzt. Um dies zu erreichen, könnte man statt einer Röhre

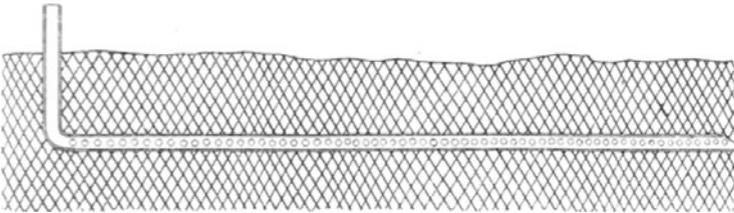


Fig. 42.

mit großem Querschnitt eine oder mehrere dünnere verwenden, diese aber auf einer möglichst langen Strecke in der Erde verlegen und die Röhren an vielen Stellen wie ein Sieb durchlöchern (Fig. 42). Dann kann das Wasser auf der ganzen Länge nach allen Seiten austreten und da es überall immer wieder neue Erdschichten trifft, sich leicht und rasch verteilen. Die Länge der in der Erde verlegten Röhren wird man bei festem Boden, der dem Eindringen großen Widerstand bietet, sehr groß nehmen müssen, während man bei lockerem Boden mit kürzeren Röhren auskommt.

Legt man mehrere Röhren nebeneinander, so ist es klar, daß ein gewisser Abstand zwischen den Röhren eingehalten werden muß, da sonst leicht die zwischenliegenden Erdschichten mit Wasser übersättigt werden.

Ganz ähnlich liegen die Vorgänge bei der Überleitung der Energiemengen atmosphärischer Entladungen zur Erde.

Hier handelt es sich darum, große, plötzlich auftretende Elektrizitätsmengen von den Gebäudeleitungen in die Erde überzuleiten. Würde man einen Leiter einfach in der Erde kurz endigen lassen, so müßten die großen Energiemengen durch einen kleinen Erdquerschnitt zur Erde übergehen. Es würden hierdurch leicht Rückstauungen auftreten, die sich durch Seitenentladungen einen anderen Weg suchen würden. Die Entladung würde nur zu einem geringeren Teil durch diese schlechte Erdleitung abfließen, während der andere Teil auf in der Nähe befindliche bessere Erdungen überspringen würde, um sich von dort aus in der Erde zu verbreiten.

Ähnlich wie die am Rohrende erweiterte Wasserröhre verhalten sich die früher bei Blitzableitern vielfach benutzten Erdplatten. Auch hier ist die Ableitung keine vollkommene. Da die Erdplatte auch nur mit einem verhältnismäßig kleinen Teil der Erde in Berührung steht, wird die Verteilung der Elektrizitätsmengen besonders bei schlechten Bodenverhältnissen eine sehr ungünstige sein. Wird die Platte nicht eben, sondern gerollt vorgelegt, so sind die Verhältnisse noch ungünstiger, da die Ausbreitung nur durch die mit der Außenseite in Berührung befindliche Erdschicht stattfinden kann. Wenn man dagegen die Metallmasse der Platte als Band oder Draht in die Erde verlegt, so werden sich die Leitungen auf viel größere Längen mit einer viel größeren Oberfläche erstrecken. In diesen weit ausgedehnten mit größeren Erdschichten in Verbindung stehenden Formen kann sich die Elektrizität ähnlich wie bei dem dünnen gelochten Rohr leicht nach allen Seiten verteilen. Liegt Draht oder Band in einer gut leitenden z. B. feuchten Erdschicht, so wird der Übergangswiderstand äußerst gering sein. Der Widerstand wird um so kleiner sein, je größer die Länge des in die Erde verlegten Leiters ist.

Neben dem Übergangswiderstand spielt aber auch die Kapazität der Erdleitung eine Rolle, d. h. je größer die metallische Oberfläche der Erdungen ist, desto größer ist ihre Kapazität. Unter

Kapazität versteht man die Aufnahmefähigkeit leitender Oberflächen für elektrische Ladungen, wie sie als Leidener Flaschen am bekanntesten sind. Derartige Oberflächen können schnell ziemlich große Energiemengen aufnehmen und wieder abgeben. Langgestreckte Oberflächenleitungen haben natürlich eine viel größere Kapazität wie etwa eine Erdplatte.

Alle günstigen Eigenschaften, die für die Oberflächenleitungen angeführt wurden, besitzen natürlich in erhöhtem Maße die ausgedehnten metallischen Rohrnetze der Gas- und Wasserleitungen. Wo sie vorhanden sind, müssen die Erdleitungen immer an sie angeschlossen werden, weil sie stets die besten aller in Frage kommenden Erdungen darstellen. Es wird auch immer weniger Gemeinden geben, wo dem Anschluß an diese Rohrleitungen Schwierigkeiten gemacht werden, nachdem sich alle maßgebenden Kreise für den Anschluß ausgesprochen haben. Man hat eingesehen, daß bei nicht angeschlossenen Blitzschutzanlagen sehr leicht ein Abspringen des Blitzes auf die Rohre erfolgen kann, was meist zu Beschädigungen der Rohrleitungen führt, während bei metallischer Verbindung der Strom schadlos übertritt. Sollte irgendwo der Anschluß nicht gestattet sein, so empfiehlt schon Findeisen die Erdleitung in der Nähe der Wasserleitungsrohre vorbeizuführen, was dem Eigentümer auf seinem Grund und Boden nicht verwehrt werden kann. Erfolgt dann ein Blitzschlag, so wird ziemlich sicher die Entladung nach der Wasserleitung übergehen. Der Anschluß an die dem Hausbesitzer gehörenden im Hause befindlichen Rohre kann kaum verboten werden.

Sind an einem Gebäude mehrere Ableitungen vorhanden, so kann man diese, je nach den örtlichen Verhältnissen, entweder durch eine gemeinsame Ringleitung zusammenfassen und an einer oder mehreren Stellen mit der Wasserleitung verbinden, oder man kann jede Ableitung für sich an die Wasserleitung anschließen, wenn diese besonders günstig liegt.

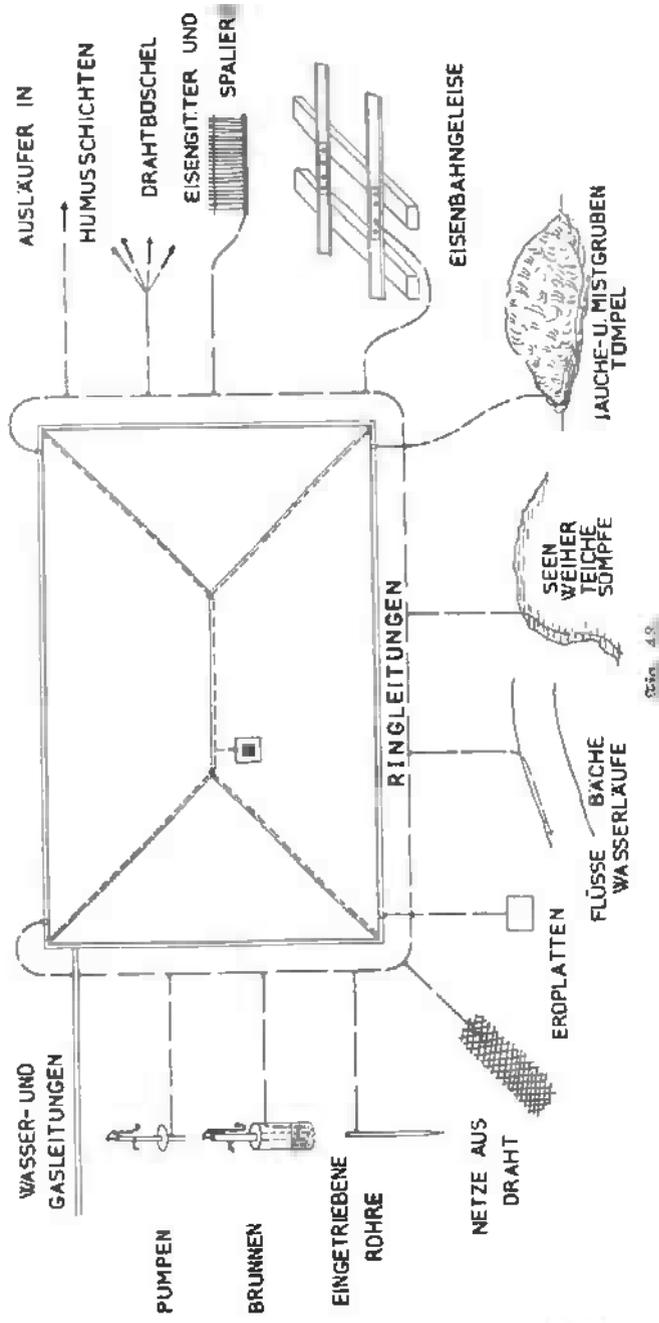
Wenn keine Rohrnetze zum Anschluß vorhanden sind, so muß man versuchen für die Blitzschutzanlage, die unter den örtlichen Verhältnissen bestmögliche Erdung zu erreichen.

Die nächst dem Anschluß an Rohrnetz beste Erdung erhält man, wenn man die Ableitungen durch eine gemeinsame Erdleitung, sogenannte Ring- oder Halbringoberflächenleitung verbindet und von dieser Ausläufer nach den bevorzugten Entladestellen in oder außerhalb des Gebäudes verlegt. Auch kann von der Ringleitung eine Verbindungsleitung nach einer etwa entfernt liegenden Rohrleitung verlegt werden. Zu den Erdungen, die an die Ringleitung angeschlossen werden müssen, gehören: Im Gebäude: Pumpen, Brunnen, Zysternen und sonstige mit dem Grundwasser, tieferen Erdschichten oder dauernd feuchten Stellen in Verbindung stehenden Metall- bzw. Gebäudeteile; außerhalb desselben: Brunnen, Pumpen, Zysternen, Dunggruben, sumpfige und andere dauernd feuchte Stellen, die Ufer von Seen, Teichen, Flüssen, Bächen, Gräben, eiserne Spaliere und Einfriedigungen von größerer Ausdehnung, Eisenbahngleise usw. (Fig. 43). Sind mehrere dieser Erdungen vorhanden, so kann man auf die entfernter liegenden verzichten. Ist jedoch nur eine dieser bevorzugten Entladestellen vorhanden, so muß sie unter allen Umständen angeschlossen werden, selbst wenn sie bis zu 15 m entfernt sein sollte. Dies gilt speziell für entfernter liegende Rohre der Gas- oder Wasserleitung.

Sind keine bevorzugten Entladestellen vorhanden, so kann man sich mit einer einfachen Ring- oder Halbringleitung begnügen, wenn diese 30—35 m lang ist und in Humusschichten liegt. Bei nicht zu tiefem Grundwasserstand kann man sie noch durch eingetriebene Rohre wesentlich verbessern. Je ungünstiger die Bodenverhältnisse sind (trockener Sand oder Felsuntergrund) um so länger muß die Erdleitung sein und um so mehr muß man versuchen, sie durch Ausläufer nach verschiedenen Seiten zu verbessern.

Ich empfehle gewöhnlich für ländliche Anlagen die Ausföhrung nach nebenstehender Fig. 44, die sich aus der Lage der Abfallrohre von selbst ergibt. Diese Erdungen haben eine Länge von ca. 30—40 m. Am besten wählt man bei guten Bodenverhältnissen die Länge der Erdleitung gleich dem halben

# ERDUNGEN UND BEVORZUGTE ENTLADUNGSSTELLEN



Gebäudeumfang (ausgezogene Linien). Messungen an ungefähr 100 derartig ausgeführten Anlagen ergaben einen Widerstand von 1,5 bis 8 Ohm, im Mittel 3,5 bis 4 Ohm.

In manchen Fällen, etwa bei Erdleitungen in zementierten Höfen, muß man Einzelerden verwenden. Dies geschieht am zweckmäßigsten durch eingetriebene Rohre oder versenkte Platten. Letztere sollen etwa 1 m unter Grundwasserspiegel

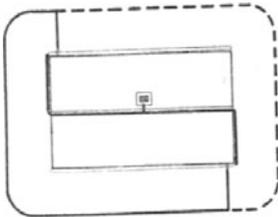
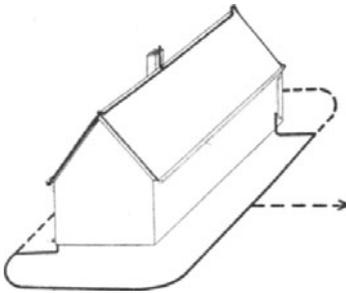


Fig. 44.

liegen und nicht gerollt sein. Wo es zugänglich ist, soll man aber auch hierbei Ausläufer aus Band oder Draht in die Humusschichten verlegen, selbst wenn sie nur 5 m lang sind. Bei mehreren Einzelerden halte ich es immer für vorteilhaft, diese unter sich zu verbinden. Beim Versagen einer Ableitung unterstützt dann eine Erdleitung die andere und dadurch, daß sämtliche Erdungen parallel geschaltet sind, erhält man auch den bestmöglichen Übergangswiderstand. Ferner sind sämtliche für eine Entladung günstigen Erdungsstellen, die oft von außen gar nicht beurteilt wer-

den können, durch die Ringoberflächenleitungen zur Erdung mit herangezogen. Die Wahrscheinlichkeit einer Seitenentladung ist bei Ringleitungen am geringsten.

Auch der in neuer Zeit von Wünschelrutengängern immer mehr behaupteten Gefahr durch unterirdische sich kreuzende Wasseradern begegnet man, wenn sie wirklich bestehen sollte, am besten durch Ringoberflächenleitungen, da diese sämtliche Entladestellen der Umgebung für die Erdung nutzbar machen.

Ältere Anlagen mit Einzelerden kann man durch Verbindung

dieser mit einer Ringoberflächenleitung meist ganz wesentlich verbessern.

Das für die Erdleitung verwendete Material soll mindestens die für Gebäudeleitungen angegebenen Querschnitte besitzen und bei Eisen gut feuerverzinkt sein. In den Fällen, wo man ein schnelleres Zerfressen der Erdleitung durch ungünstige Bodenverhältnisse befürchtet, empfiehlt es sich, die Materialstärke etwas größer z. B. Bandeisen  $30 \times 3$  mm und Kupferdraht 3 mm zu wählen.

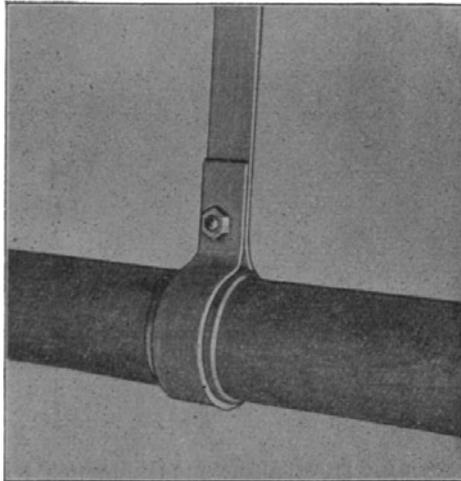


Fig. 45.

Ringleitungen werden etwa mit 1,5 bis 2 m Abstand vom Gebäude in ca. 2 Spaten tiefe Gräben verlegt. Ausläufer sollen möglichst an die Stellen gelegt werden bzw. zu den Stellen führen, wo der Boden dauernd feucht ist; u. a. erkennbar am Pflanzenwuchs.

Die Anschluß- und Verbindungsstellen müssen bei Erdungen mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden. Ein dicker Anstrich mit Teer oder Asphalt soll gegen eindringende Feuchtigkeit schützen.

Anschlüsse an Gas- und Wasserleitungsrohre können auf verschiedene Weise hergestellt werden. Bandeisen oder Kupfer-

band kann man einfach als Schelle um das blankgemachte mit Bleiblech umgebene Rohr legen und durch eine Mutterschraube fest anziehen (Fig. 45). Kupferdraht wird in einigen Windungen um das Rohr gelegt und entweder mit einer zweiteiligen Eisenschelle unter Zwischenlage von Blei fest angepreßt oder in einer Blechform mit Blei umgossen und dann verstemmt (Fig. 46). Statt dieser kann man auch fertige Gußschellen verwenden, die innen einen Hohlraum besitzen, in welchem der Draht oder das Seil eingeführt und um das Rohr gelegt wird. Durch ein

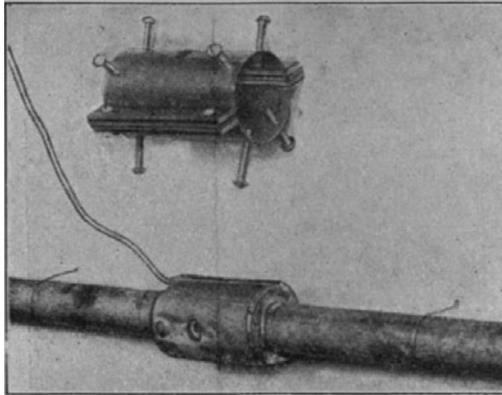


Fig. 46.

Mundstück werden die Hohlräume mit flüssigem Blei ausgegossen (Fig. 47). (In diesen Fällen ist Blei flüssig zu machen, eine Arbeit, die oft umständlich ist.)

Am zweckmäßigsten verwendet man zweiteilige Schellen aus Flacheisen, die ähnlich wie Fig. 45 mit zwei Schrauben auf dem Rohre angezogen werden. Das Rohr wird auch hier vorher blank geschabt und die Schelle innen mit Bleiblech ausgelegt; das seitlich etwas überstehende Bleiblech wird nach dem Anziehen der Schraube verstemmt. Der Draht oder das Band können entweder unter eine Schraube geklemmt werden oder es werden die Lappen der Schelle auf einer Seite verlängert und der Draht mit einer dritten Schraube gut festgeklemmt. Hierbei können die Lappen schellenartig ausgebildet sein.

Es wäre zweckmäßig an jedem Gebäude, das Wasserleitungsanschluß erhält, gleich bei Herstellung des Hausanschlusses ein Rohrstück anzubringen, das eine Befestigungsvorrichtung besitzt, in die mittels Verschraubung Drähte oder Bänder gut leitend befestigt werden könnten. Dann fielen auch die Bedenken mancher Wasserwerke gegen den Anschluß fort, daß bei Herstellung der Verbindung Beschädigungen an den Rohren auftreten können.

Es ist nicht nötig die Anschlüsse an das Rohrnetz vor dem Wassermesser in der Erde vorzunehmen, obwohl er am besten dort angebracht wird. Bei Gasmessern soll man, wenn der An-

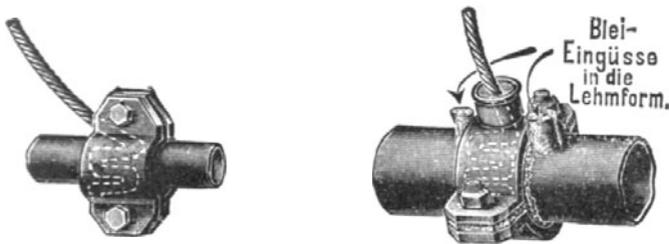


Fig. 47.

schluß hinter dem Messer erfolgt, diesen durch einen Draht überbrücken, während dies bei Wassermessern wegen der starken Metallgehäuse überflüssig ist.

Der Anschluß an das Rohrnetz kann auch im Haus (Keller) erfolgen und ist dann stets einer Kontrolle durch Besichtigung zugänglich, so daß die Prüfung durch Nachmessen des Übergangswiderstandes nicht erforderlich ist.

Neuerdings werden vielfach mit geteilter Jute unwickelte Mannesmannrohre als Wasserleitungen verlegt, bei denen auch die Muffen, einschl. Anschlußmuffen mit isoliertem Material abgedichtet sind. Diese Isolationen können für die Meßströme hohe Widerstände ergeben, spielen für Blitzentladungen aber nur eine ganz untergeordnete Rolle, da die Entladungen in vielen kleinen Funken übergehen.

Ähnlich wie die Anschlüsse an Gas- und Wasserleitungsrohre können auch die Anschlüsse an eisernen Pumpenstöcken und sonstigen rohrartigen Erdungen (eingetriebene Rohre usw.) vorgenommen werden. Die Anschlüsse an Metallteile von größerer Ausdehnung, die mit der Erde in gut leitender Verbindung stehen, wie Eisenbahngleise, eiserne Konstruktionen, Gitter usw. können meist am einfachsten durch Verschraubung ausgeführt werden.

Von besonderer Bedeutung sind bei den Erdleitungen wegen ihrer Kosten die Erdarbeiten. Früher, wo Erdplatten häufig in das Grundwasser verlegt wurden, kosteten die Erdarbeiten leicht so viel, wie jetzt eine ganze Blitzschutzanlage. Da der Grundwasserstand in den meisten Gegenden selten weniger wie 5 m tief steht, so sind bei richtiger Verlegung der Platten (nicht gerollt) meist sehr kostspielige Ausschachtungsarbeiten notwendig. Will man Grundwasseranschlüsse schaffen, so erreicht man dies einfacher durch Eintreiben von etwa 1½ zölligen galvanisierten Eisenrohren. Ich habe Rohre schon bis 7 m tief eintreiben lassen und dadurch Übergangswiderstände bis zu 2 Ohm herab erhalten.

Für die Oberflächenleitungen sind nur ganz einfache Erdarbeiten notwendig. Es genügt ein Graben von Spatenbreite und etwa 2 Spaten Tiefe, der von jedem Tag- oder Gelegenheitsarbeiter oder bei einfachen ländlichen Gebäuden vom Besitzer selbst in wenigen Stunden ausgehoben und wieder zugeworfen werden kann.

## Herstellung von Verbindungs- und Anschlußstellen (Seite 122).

Verbindungs- und Anschlußstellen müssen mechanischen und elektrischen Anforderungen genügen, außerdem aber auch genügend gegen chemische Einflüsse und Zerstörungen geschützt sein.

Zur Verbindung der Leitungen unter sich hauptsächlich auf dem Dache soll man möglichst von Verschraubungen absehen, da sich Schrauben leicht lockern können.

Bei bandförmigen Leitungen bekommt man die beste Verbindung durch Übereinanderlegen auf Längen von etwa 10 cm und Vernieten. Bei Bandeisen wird Bleiblech dazwischen-

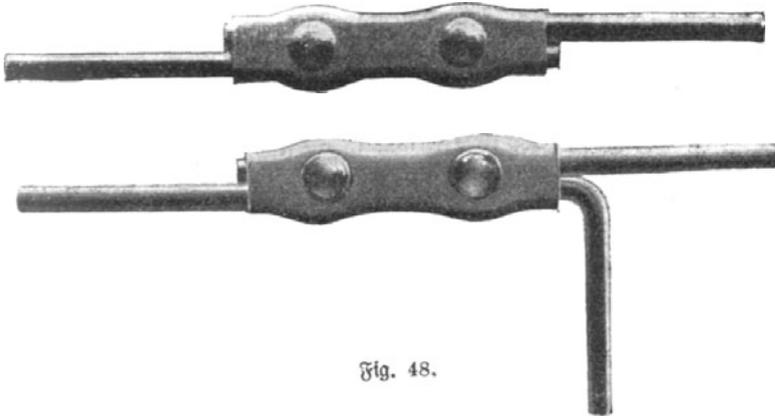


Fig. 48.

gelegt, das an den Rändern noch verstemmt werden kann. Für Kupfer sind besondere Zwischenlagen nicht erforderlich. Für Draht- oder Seilverbindungen werden zweckmäßig Hülfsen-

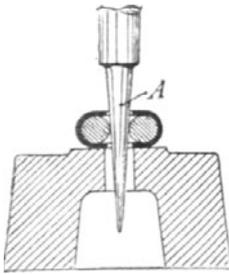


Fig. 49.

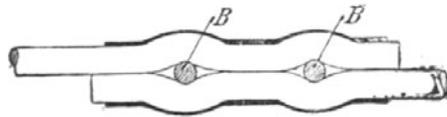


Fig. 50.

verwendet, in welche die Leitungen fest eingeklemmt werden können.

Eine bekannte Ausführungsform dieser Verbindungen sind die Hoffmann'schen Nietverbinder (Fig. 48—50). Diese werden neuerdings auch zweiteilig geliefert, so daß man auch Verbindungen

an durchgehenden Leitungen mit ihnen herstellen kann. Ihre Anwendung erfolgt in der Weise, daß die beiden Drähte durch einen Dorn in die Ausbuchtungen einer flachen Hülse getrieben werden. An Stelle des Dornes werden dann zwei Nieten eingeführt und vernietet. Nietverbinder geben in mechanischer wie elektrischer Beziehung eine sehr gute, dauerhafte Verbindung.

Bei draht- oder seilförmigen Leitungen können Wickelbunde benutzt werden, wie sie in Fig. 51 und Fig. 52 abgebildet sind. Man erwärmt sie, läßt Weichlot gut verlaufen und schützt sie noch durch einen Anstrich gegen eindringende Feuchtigkeit.

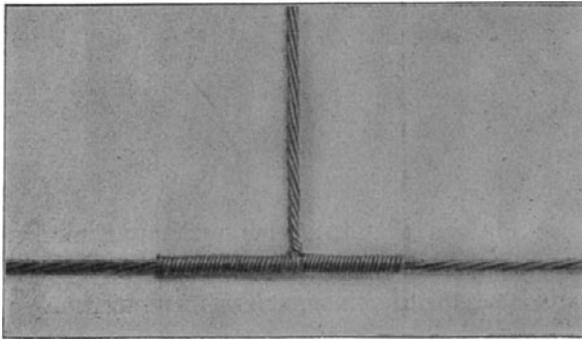


Fig. 51.

Verwendet man Verbindungs- und T-Stücke mit Schrauben, so soll man außerdem den Draht oder das Seil in den Bohrungen noch mit Weichlot einlöten.

Anschlußstellen kommen in den mannigfaltigsten Formen vor. Anschlüsse an stärkeres Metall (Eisenkonstruktionen, Reservoir, Maschinenfundamente usw.) werden fast immer am besten mit Schrauben hergestellt. Hierzu biegt man bei Draht eine gute Öse oder lötet den Draht in einen Kabelschuh oder in ein gelochtes Blechstück mit großflächiger Berührung. Wand kann man direkt lochen und aufschrauben. Zu Anschlüssen an Rohre, Massivstangen und dgl. verwendet man Schellen mit möglichst starkem Schraubenzug. Anschlüsse an Metallteile aus Blech werden am besten genietet. Lötstellen reißen leicht aus

oder ab. Anschlußstellen an Erdungen sind bei diesen besprochen.

Alle oberirdischen Verbindungs- und Anschlußstellen sollen mit Ölfarbe, alle unterirdischen mit Teer oder Asphalt gestrichen werden.

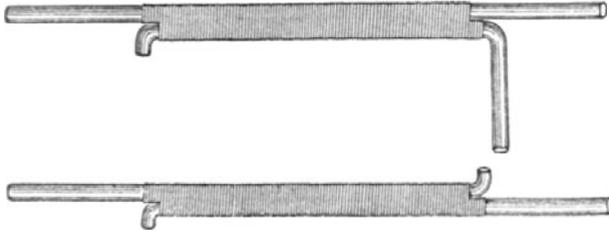


Fig. 52.

## Entwerfen von Gebäudeblitzableitern

(Seite 122—124).

Die Schutzwirkung eines Blitzableiters hängt wesentlich von der Anordnung seiner Einzelteile ab. Für die Disposition läßt sich kein allgemeines, immer gültiges Schema angeben, jede Einzelanlage muß den örtlichen und den Gebäudeverhältnissen in weitgehendstem Maße angepaßt werden. Hierzu gehört hauptsächlich für größere Anlagen und in speziellen Fällen neben allgemeinen technischen Kenntnissen auch längere Erfahrung auf dem Gebiete des Blitzableiterbaues.

Die Architekten wären in erster Linie dazu berufen, eventuell mit Unterstützung von Sachverständigen, die Blitzschutzanlage in idealem Zusammenhang mit dem Gebäude zu entwerfen. Sie könnten dadurch die Blitzableiter in weitgehendstem Maße dem Gebäude anpassen und billige Ausführungen ermöglichen, die auch ästhetisch befriedigen.

Es bedeutet in der Regel eine wesentliche Ersparnis und Vereinfachung, wenn Handwerker, die an sich schon am Bau beschäftigt sind und ihre Gerüste und Werkzeuge dort haben, wie Spengler und Dachdecker, auch die Blitzableiteranlage herstellen.

Die Handwerker, welche Blitzableiter herstellen und in besonderen Kursen ausgebildet sind, können auch schwierige

Anlagen selbständig ausführen. Aber auch in diesem Falle wäre es gut, wenn die Ausführung durch den Architekten überwacht werden könnte. Leider haben viele Architekten bisher der Einrichtung von Gebäudeblitzschutzanlagen nicht die Aufmerksamkeit entgegengebracht, die in ihrem und auch im Interesse der Gebäudebesitzer wünschenswert wäre. In derselben Weise wie die Architekten könnten auch die Baubehörden, die Feuerversicherungsgesellschaften usw. verfahren. Auch diese sollten größere Blitzschutzanlagen nicht einfach an Handwerker zur Ausführung übertragen, sondern selbst entwerfen und die Ausführung überwachen lassen.

Für die beste Anordnung der Gebäudeleitungen müssen die baulichen Verhältnisse berücksichtigt werden. Kann die Blitzschutzanlage gleichzeitig in den Bauentwurf eingeordnet werden, so hat man natürlich wesentliche Vorteile. Mit den für die Blitzschutzanlage ausgeworfenen Kosten kann z. B. der Architekt oft Metallteile anbringen, die für ihn eine willkommene Verbesserung der Bauausführung bedeuten. Er kann statt Zinkblech, Kupferblech, statt dünnem Zinkblech stärkeres verzinktes Eisenblech; statt Tonaufsätze Walmverzierungen aus Metall, an Stelle von Stein oder gemauerten Kaminköpfen solche aus Gußeisen verwenden; dem Wetterschlag ausgesetzte Stein- und Holzflächen kann er mit Blech verkleiden, Kehlbleche, Blechverschalungen, Dachrinnen, Abfallrohre usw. kann er so anordnen und dimensionieren, daß sie gleichzeitig als Leitungen mitbenutzt werden können usw. Ferner kann er Arbeiten, wie Eindecken der Halter, Streichen der Leitungen mit Ölfarbe, Erdarbeiten usw. gleich in die betreffenden Arbeitsparten mit aufnehmen.

Der Entwurf des Blitzableiters ist so durchzuführen, daß seine Kosten Zweck und Art des Gebäudes angepaßt sind. Zur Aufzeichnung benutzt man am besten einen Gebäudegrundriß mit Dachaufsicht, der die auf Seite 122, 123, Ziff. 1 bis 9 näher bezeichneten Angaben enthält.

An Hand dieser Angaben verschafft man sich zunächst einen Überblick über die Gesamtanordnung der Blitzschutz-

anlage unter Berücksichtigung der am und im Gebäude vorhandenen Metallteile, sowie der umgebenden bevorzugten Erdungen und Entladestellen.

Hat man eine Blitzschutzanlage für ein fertiges Gebäude zu entwerfen, so bestimmt man zunächst an Hand des Dachverfalles die Stellen, die als Einschlagstellen voraussichtlich in Betracht kommen und mit Auffangvorrichtungen versehen werden müssen, wenn sie nicht bereits Metallteile besitzen. Als dann zeichnet man möglichst für alle auf gleicher Höhe liegende oder in einer seitlichen Richtung weit ausladende Firste, Firstleitungen ein. Nachdem die einzelliegenden Auffangvorrichtungen noch durch Verbindungsleitungen mit den Firstleitungen verbunden sind, kann man die übrigen Dachleitungen bestimmen. Sie werden von den höchsten Punkten (Einschlagstellen bzw. Auffangvorrichtungen) über Walme, Gräte, Giebeldecken, Kehlen, Dachflächen usw. auf möglichst direktem Weg nach den Ableitungen verlegt. Hierbei können Kehlbleche und sonstige Metallteile oft als Dachleitungen benutzt werden. Die Zahl der Dachleitungen richtet sich im wesentlichen nach der Zahl der Ableitungen und dem Umfang des Gebäudes. Bei Dächern mit langen Firsten soll der Abstand zwischen zwei Dachleitungen nicht größer als 15 bis 20 m sein. Auch ist darauf zu achten, daß nicht etwa alle Dachleitungen nach einer Dachseite verlegt werden, sie sollen vielmehr wechselseitig nach beiden Seiten verteilt sein. Blechabdeckungen, Schneefanggitter und sonstige Metallteile sind an die Dachleitungen anzuschließen. Besonders aus den Dachflächen hervorragende Gebäudeteile wie Dachvorbauten, Schornsteine usw., die der Traufkante näher liegen als dem First, sind nicht mit nach den Firstleitungen ansteigenden, sondern nach den Dachrinnen abwärtsführenden Leitungen zu versehen. Mit einem Anschluß nach den Dachleitungen müssen ferner versehen werden, die höchsten Punkte der Wasser- und Dampfleitungen, Aufzugsgerüste und sonstige das Gebäude in seiner ganzen Höhe durchdringende Metallteile.

Hierauf werden die Stellen bestimmt, an denen die Ableitungen heruntergeführt werden sollen. Es sind dies in den

meisten Fällen die Gebäudeecken; nur bei Gebäuden mit größerer Längenausdehnung werden von den dazwischen liegenden Dachleitungen noch Ableitungen über die Wandflächen geführt. In der Regel können die auch meist an den Gebäudeecken liegenden Abfallrohre als Ableitungen benutzt werden.

Nun muß man versuchen, die Ableitungen möglichst direkt mit den in der Umgebung des Gebäudes befindlichen Erdungen und bevorzugten Entladestellen zu verbinden. Die beste Anordnung für die Verbindung mit den Erdungen ergibt sich meist dadurch, daß man die Ableitungen durch eine gemeinsame Oberflächenringleitung verbindet und von dieser Anschlußleitungen nach den Erdungen und bevorzugten Entladestellen verlegt. Befinden sich keine besonderen Erdungen und ausgeprägte Entladestellen in der Nähe des Gebäudes, so kommt man bei guten Bodenverhältnissen meist mit der durch die Oberflächenring- oder Halbringleitung gebildeten Erdung aus. Bei schlechten Bodenverhältnissen kann man die Oberflächenleitungen noch dadurch verbessern, daß man Rohre eventuell bis Grundwassertiefe eintreibt und mit der Ringleitung verbindet, oder Ausläufer nach verschiedenen Richtungen verlegt.

An einigen Beispielen soll noch gezeigt werden, wie für verschiedene Gebäudearten die Blitzschutzanlagen zweckmäßig angeordnet werden können. Um eine einfachere Bervielfältigung zu ermöglichen, wurden die Farben fortgelassen und die Gebäudeleitungen kurz-, Erdleitungen langgestrichelt eingezeichnet. Anschlußstellen sind durch einen kurzen quergestellten Strich angedeutet. Im übrigen sind die in den Leitsätzen S. 111, 112 angegebenen Bezeichnungen möglichst eingehalten.

Beispiel 1 (Fig. 53).

Ein einfaches Gebäude (Scheune) ist in einfachster Weise dadurch geschützt, daß über den First und die beiden Giebelseiten eine Leitung verlegt ist, die mit einer Halbringleitung geerdet wird. An den beiden Giebelecken sind Auffangvorrichtungen aus aufgebogenen Leitungstücken angebracht. Das Gebäude hat keine Metallteile und in seiner Nähe befinden sich keine be-

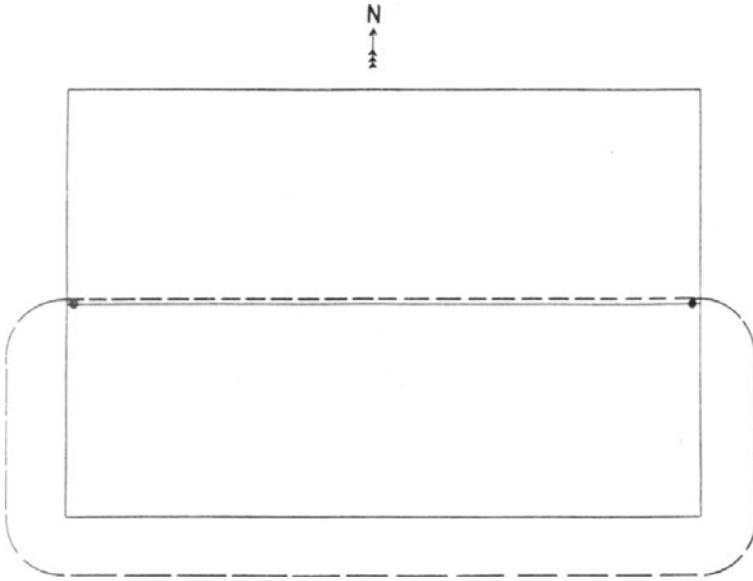


Fig. 53.

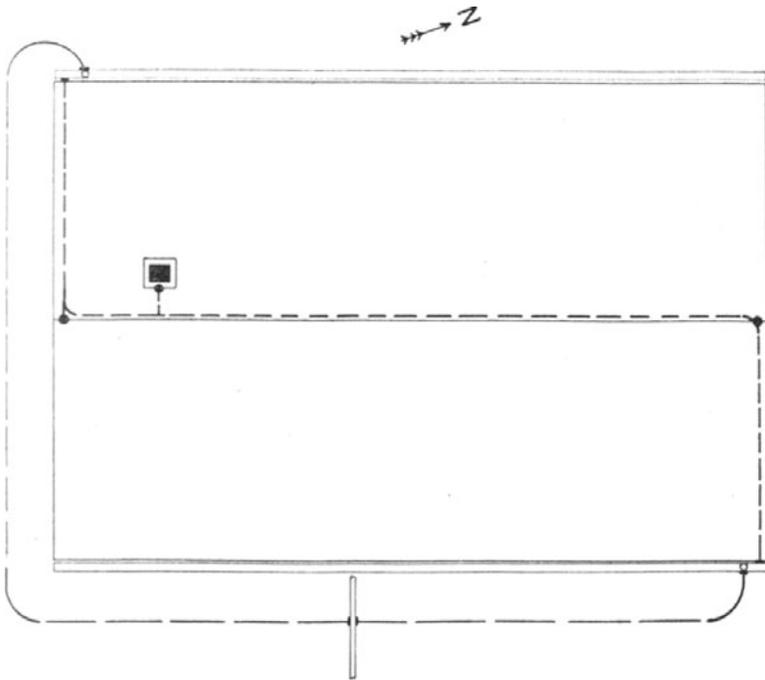


Fig. 54.

vorzugten Erdungen. Die Kosten für diese Anlage betragen ca. 50—60 Mt.

Beispiel 2 (Fig. 54).

Dieses Beispiel kann als Typ für ein einfaches Wohnhaus betrachtet werden, bei dem keine besonderen Rücksichten auf Inhalt und Bauart zu nehmen sind. Der Kamin und die beiden Giebelecken erhalten Auffangvorrichtungen aus Leitungsstücken, die ca. 15 cm nach oben stehen. Die Dachleitungen sind an die Dachrinnen angeschlossen. Die Abfallrohre sind als Ableitungen benutzt und durch eine Halbringleitung verbunden, die ihrerseits an die Wasserleitung angeschlossen ist. Statt der Wasserleitung könnten auch andere Erdungen oder bevorzugte Entladestellen an die Ringleitung angeschlossen werden.

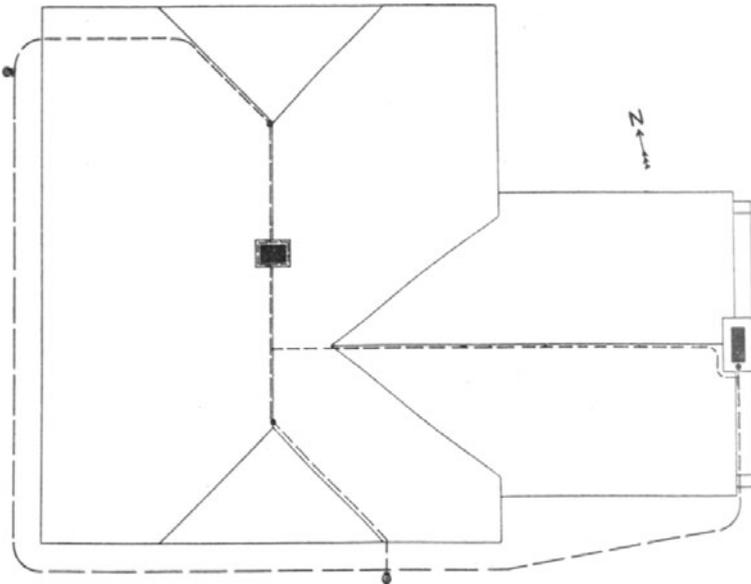


Fig. 55.

Beispiel 3 (Fig. 55).

Zeigt eine Blitzschutzanlage für ein Gebäude mit Strohdach. Als Auffangvorrichtungen erhält der Kamin auf dem Hauptgebäude eine Einfassung aus Winkelisen, während an dem

Ramin des Seitenflügels eine Leitung hochgeführt ist. Die beiden Giebelecken erhalten kurze Auffangstangen, die gleichzeitig als Leitungsträger dienen. Die Leitungen auf dem Strohdach sind auf Stützen aus imprägnierten Hartholz verlegt, die den Leitungen einen Abstand von mindestens 30 cm von der Dachfläche geben. Die durchgehenden Ableitungen sind durch eingetriebene Rohre geerdet und durch eine Halbringleitung untereinander verbunden. Das Gebäude steht auf Sandboden mit hohem Grundwasserstand.

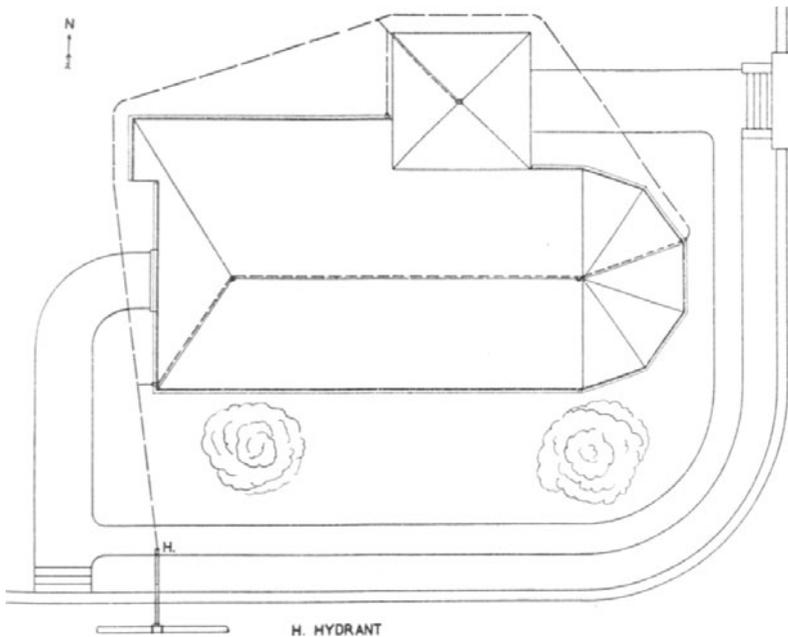


Fig. 56.

#### Beispiel 4 (Fig. 56).

Stellt eine Blitzableiteranlage für eine Kirche dar. Als Auffangvorrichtungen dienen das Turmkreuz und auf den Giebelecken des Schiffes zwei nach oben gebogene Leitungstücke. Der Turm erhält eine direkte Ableitung, an welche der eiserne Glockenstuhl und das eiserne Uhrgehäuse angeschlossen sind. Am Kirchengebäude sind als Ableitungen die Dachrinnen

benutzt. Eine Halbringleitung, die wegen der gärtnerischen Anlagen um die Kirche etwas tiefer verlegt ist, verbindet die Ableitungen unter sich und mit der Wasserleitung.

Beispiel 5 (Fig. 57).

Ein Fabrikgebäude mit mehreren Stockwerken aus Eisenschwerk und Holzzementdach ist dadurch geschützt, daß in den Riesen des flachen Holzzementdaches Fangleitungen eingebettet werden, die mit den Blecheinfassungen verbunden sind und

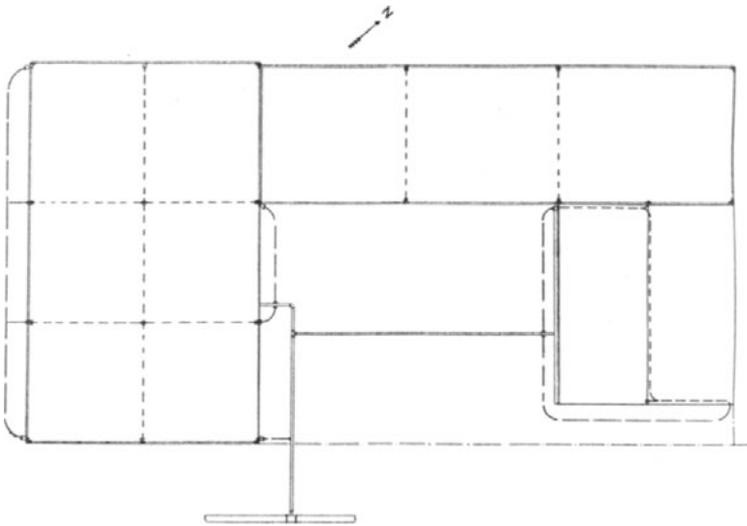
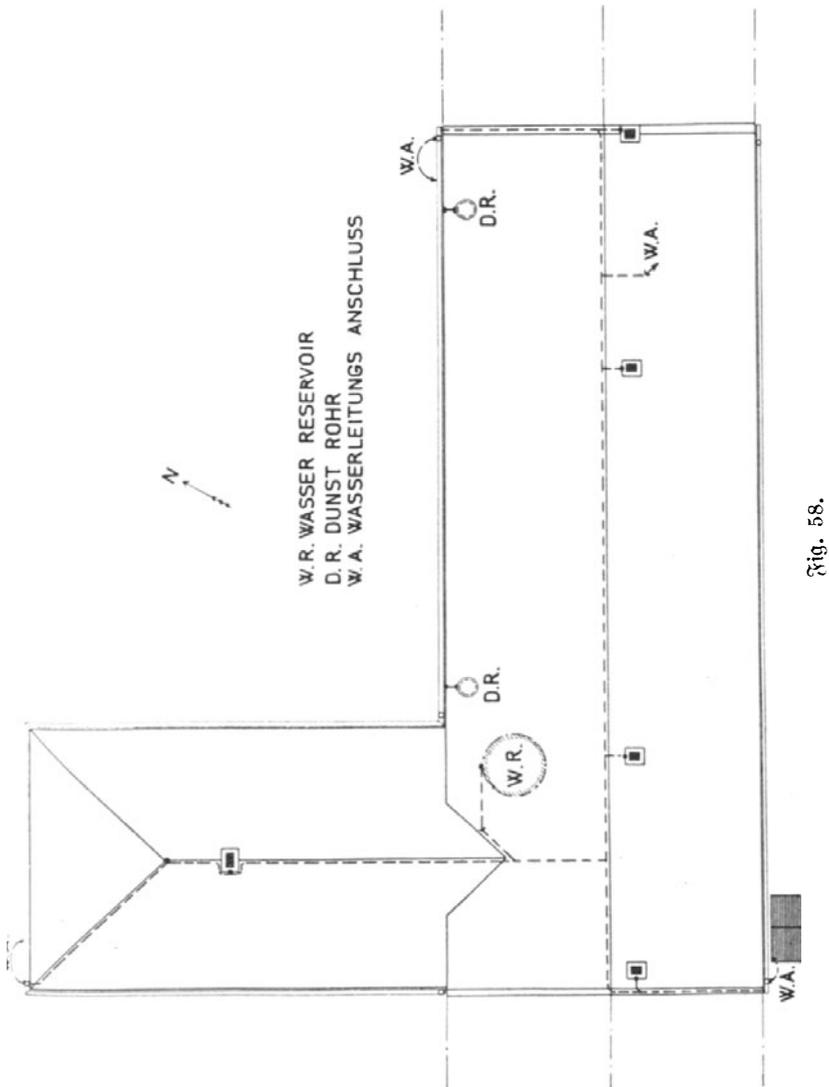


Fig. 57.

kurze nach oben stehende Auffangvorrichtungen erhalten. Das Eisenschwerk wird als Ableitung benutzt und ist im Innern mehrfach mit der Wasserleitung verbunden. Diese Verbindungen ergeben sich teilweise an den Stellen, wo die Wasserleitung auf dem Eisenschwerk befestigt ist, teilweise werden sie besonders durchgeführt. Die Rieselrinnen und Fangleitungen des Daches sind mit dem Eisenschwerk verbunden und unten geerdet. Ein Flügelanbau mit Satteldach wird in einer dem Beispiel 2 ähnlichen Weise geschützt.



Beispiel 6 (Fig. 58).

Ein städtisches Miethaus mit Rückgebäude. Die Ramine erhalten Auffangvorrichtungen durch hochgeführte Leitungen und die beiden Dunstrohre Anschlußleitungen nach der Dach-

rinne. Von der Firistleitung ist eine Verbindung nach dem Ausdehnungsgefäß der Heizung und dem Wasserreservoir hergestellt. Als Ableitungen sind die Abfallrohre benutzt. Da das Gebäude auf der einen Seite von der Straße, auf der anderen Seite von einem asphaltierten Hof umgeben ist, sind die Ableitungen durch Kellerfenster und Einfüllungsschacht mit der Wasserleitung im Keller verbunden. Die Wasserleitung ist außerdem noch an ihrem obersten Punkt mit der Firistleitung verbunden.

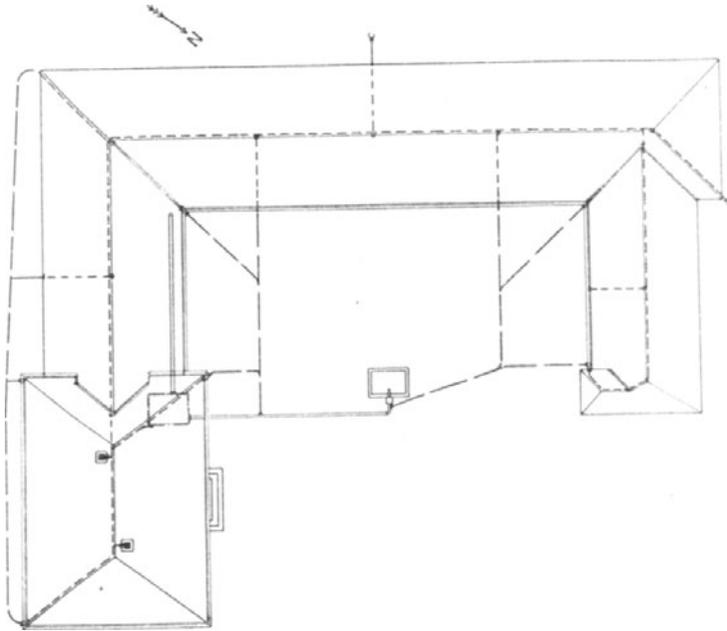


Fig. 59.

#### Beispiel 7 (Fig. 59).

Eine große Hofreite bestehend aus Wohngebäude, Ställen und Scheunen. (Stark verkleinerter Maßstab.) Über sämtliche Firste sind Firistleitungen verlegt, die auf dem Wohngebäude an den Schornsteinen, auf den übrigen Gebäuden im Abstand von 15–20 m Auffangvorrichtungen erhalten. Das im Dachstock des Wohngebäudes befindliche Wasserreservoir ist an die Dachleitung angeschlossen. Die Ableitungen sind teils

durch Wasserleitung, teils durch Ringleitung und teils durch eingetriebene Rohre geerdet. Bei beschränkten Mitteln kann der Anschluß der Abfallrohre in den hinteren Hofecken an die Erdleitung in Wegfall kommen.

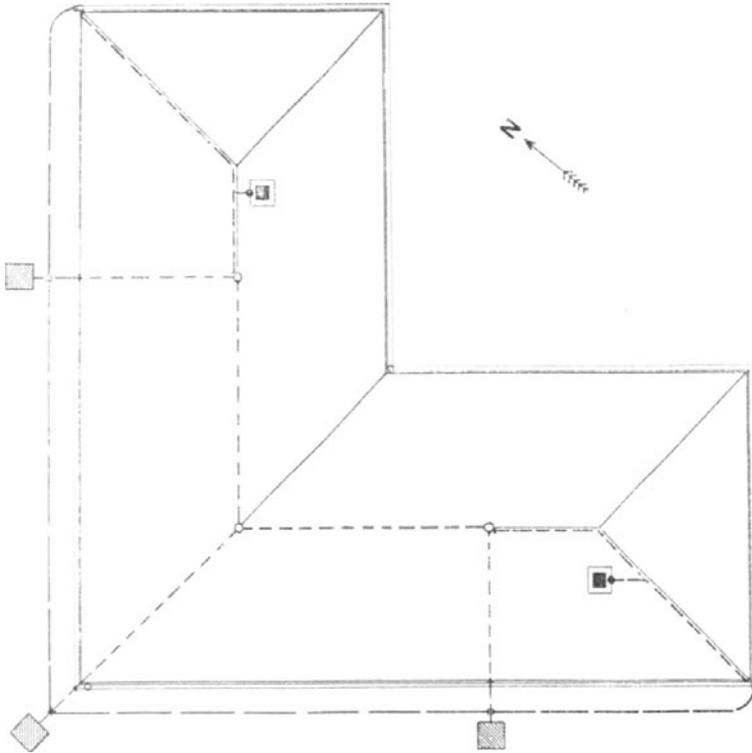


Fig. 60.

#### Beispiel 8 (Fig. 60).

Auf diesem Gebäude befindet sich eine ältere Blitzableiteranlage aus drei Auffangstangen, von denen jede durch eine besondere Leitung mit Erdplatte geerdet ist. Die Erdplatten besitzen teilweise einen hohen Übergangswiderstand, der verringert werden soll. Eine Verbesserung der Anlage wird noch dadurch erreicht, daß man die beiden Ramine mit Auffangvorrichtungen versieht und eine Verbindungsleitung von den Auffangstangen

nach den Dachrinnen legt. Hierdurch wird die Zahl der Ableitungen vergrößert und die Dachleitungen umfassen das Gebäude besser. Die alten Ableitungen von den alten Auffangstangen, die vorher um die Rinnen im Bogen herumgeführt waren, werden ebenfalls mit den Dachrinnen verbunden. Die Erdplatten sowie die Abfallrohre erhalten eine gemeinsame Verbindungsleitung, wodurch die Gesamterdung der Anlage ganz bedeutend verbessert wird. Wäre in dem Gebäude Wasserleitung vorhanden, so müßte die Halbringleitung noch Anschluß hieran erhalten.

### Entwurf von Blissschutzanlagen für Gebäudegruppen bzw. ganzer Ortschaften.

Für nebeneinander stehende Gebäude bzw. für ganze Ortschaften läßt sich oft eine wesentliche Vereinfachung und Verbilligung erzielen, wenn der Blissschutz gemeinsam entworfen und gleichzeitig ausgeführt werden kann.

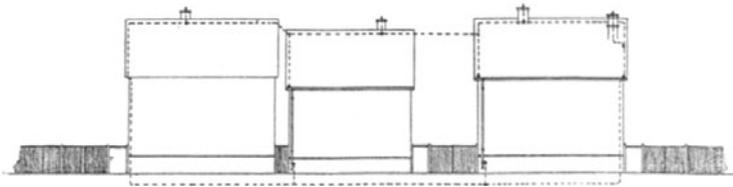


Fig. 61.

Eine wesentliche Ersparnis und Vereinfachung ergibt sich z. B. durch die Ausführung für mehrere Häuser, wie sie in der Fig. 61 gezeichnet ist. Die Firrleitung ist dort über die nebeneinander stehenden Häuser gemeinsam durchgeführt und sind an sie die Auffangvorrichtungen der Schornsteine angeschlossen. Für jedes Haus wird eine Ableitung zur Erde geführt bzw., wenn es sich um längere Gebäude handelt, eventuell mehrere.

Als gemeinsame Erdleitung verwendet man eine längs der Gebäude verlegte Erdleitung in der üblichen Weise und schließt an sie die Ableitungen an. Verbesserungen durch Aus-

läufer und dgl. sind hier in der Regel nicht erforderlich, da die Erdleitung durch ihre große Länge ganz besonders günstig wirken wird, während pro Gebäude nur die vor dem Hause liegende Strecke zu bezahlen ist.

Ist Wasserleitung vorhanden, so kann man die Erdleitung in derselben Weise verlegen und sie nur an einigen Stellen mit der Wasserleitung verbinden oder man verzichtet, wenn die Wasserleitung günstig liegt, überhaupt auf eine besondere Erdleitung und schließt jeweils die einzelnen Ableitungen an die Wasserleitung an.

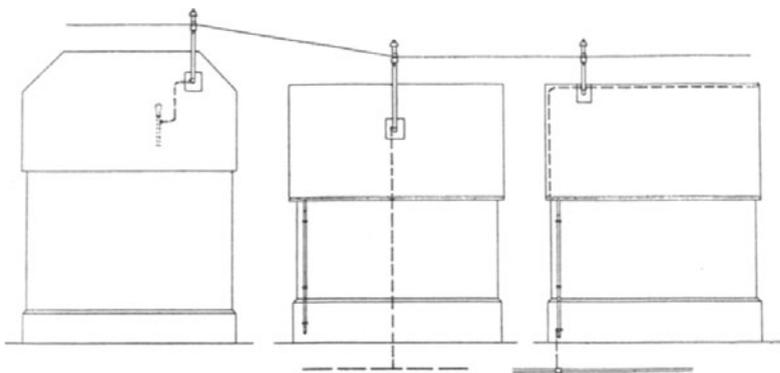


Fig. 62.

Befinden sich in einem Orte elektrische Freileitungen mit eisernen Dachständern (Fig. 62), so empfiehlt es sich, die auf den Gebäuden befindlichen Dachständer zu erden. Die Erdung kann in verschiedener Weise vorgenommen werden und zwar entweder im Gebäude, indem man den Dachständer gut mit der etwa im Gebäude vorhandenen Wasserleitung verbindet oder außerhalb des Gebäudes, indem man den Dachständer in üblicher Weise erdet. Befinden sich am Gebäude Dachrinnen und Abfallrohre, so sind diese mit der Erdleitung zu verbinden.

Verbessert wird die Anlage noch, wenn der Dachständer mit einer Firrleitung Verbindung erhält, die gut geerdet ist. Bei dieser Anordnung der Erdung eines Dachständers oder

der eisernen Leitungsträger, die seitlich am Gebäude sitzen, ist es ziemlich gleichgültig, ob es sich um geerdete oder isolierte Leitungen handelt, denn wenn ein direkter Blitzschlag in die Leitungen hinein kommt, so werden die an und für sich schützenden Leitungen eher durch die Erdungsstelle entladen als über das Gebäude.

Noch mehr vereinfacht wird der Blitzableiterbau, wenn bei der Herstellung von Ortsnetzen mit geerdeten Freileitungen, die über die Gebäude direkt hinweggeführten geerdeten Leitungen einfach als Blitzableiter benutzt und direkt durch die Dachständer bzw. Leitungsträger geerdet werden. Die Erdungen können wie bei Fig. 62 durchgeführt werden. Allerdings setzt dies voraus, daß die Elektrizitätswerke beim Leitungsbau die Erdungen selbst anbringen bzw. die Möglichkeit haben, deren richtige Herstellung zu beobachten und deren sachgemäße Unterhaltung zu überwachen. Die Kosten pro Gebäude werden äußerst gering, da die Erdung des Netzes mit als Erdung des Blitzableiters dient. Besonders günstig wird diese Ausführung werden bei Vorhandensein von Wasserleitung. Andernfalls müssen die Erdungen möglichst gut ausgebildet werden, da im Netz Schädigungen eintreten können, wenn sie den elektrischen Anforderungen des Netzes nicht entsprechen.

## **Entwurf von Blitzschutzanlagen für Gebäude aus Eisenbeton.**

Eisenbetongebäude sind durch ihr Eisengerippe an sich meistens schon so gegen Blitzschaden geschützt, daß es sich nur empfiehlt die Eiseneinlagen des Betons in geeigneter Weise auszubilden und zu wirksamen Blitzschutzanlagen zu ergänzen. Am zweckmäßigsten erfolgt dies schon bei der Zusammenfügung der Eiseneinlagen, vor dem Einstampfen des Betons.

Besteht das Dach auch aus Eisenbeton, so sind besondere Dachleitungen überflüssig, wenn Auffangvorrichtungen vorhanden sind, die mit den Eiseneinlagen des Daches Verbindung

besitzen. Als solche können außer den in den Ausführungsvorschlägen angegebenen Vorrichtungen auch aus der Dachfläche herausgeführte Eiseneinlagen benutzt werden, wenn sie einen Durchmesser von mindestens 8 mm besitzen. Bei anderen Dachkonstruktionen sind besondere Dachleitungen zu verlegen, die mit den vertikal liegenden Eisenstäben, den sonstigen Metallteilen des Gebäudes (Dachrinnen, Kehlen, Abfallrohre, Rohr-  
neze und dgl.) bzw. den besonderen Ableitungen Verbindung erhalten.

Besondere Gebäudeleitungen können entbehrt werden, wenn die Eiseneinlagen des Eisenbetons so verbunden sind, daß sie zusammenhängende, mehrfach verzweigte Leitungen von den Auffangvorrichtungen direkt zu den Erdungen darstellen, und wenn Eisenteile für die Verbindung mit den äußeren und inneren Metallteilen herausgeführt sind.

Bei bereits bestehenden Bauten können die Verbindungen nachträglich an einigen freigelegten Eisen erfolgen (Fig. 63).

Die im Gebäude vorhandenen Wasserleitungsrohre und sonstigen Rohrleitungen sind möglichst an mehreren Stellen, besonders aber an den unteren Enden mit den Eiseneinlagen zu verbinden.

Sollen in einzelnen Fällen besondere Ableitungen angelegt werden, so sind diese oben und unten mit den Eiseneinlagen in Verbindung zu bringen. In Betracht kommen hierfür die am Gebäude an sich vorhandenen äußeren Metallteile, wie Abfallrohre und dgl.

Ein Eisenbetongebäude ist in derselben Weise wie ein gewöhnliches Gebäude von gleichen Abmessungen zu erden.

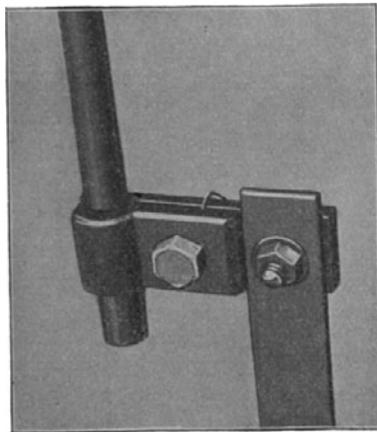


Fig. 63.

In Fig. 64 ist das Modell eines Eisenbetongebäudes mit Blitzschutzanlage dargestellt. Die Abbildung läßt das große zusammenhängende und weitverzweigte Eisengerippe eines

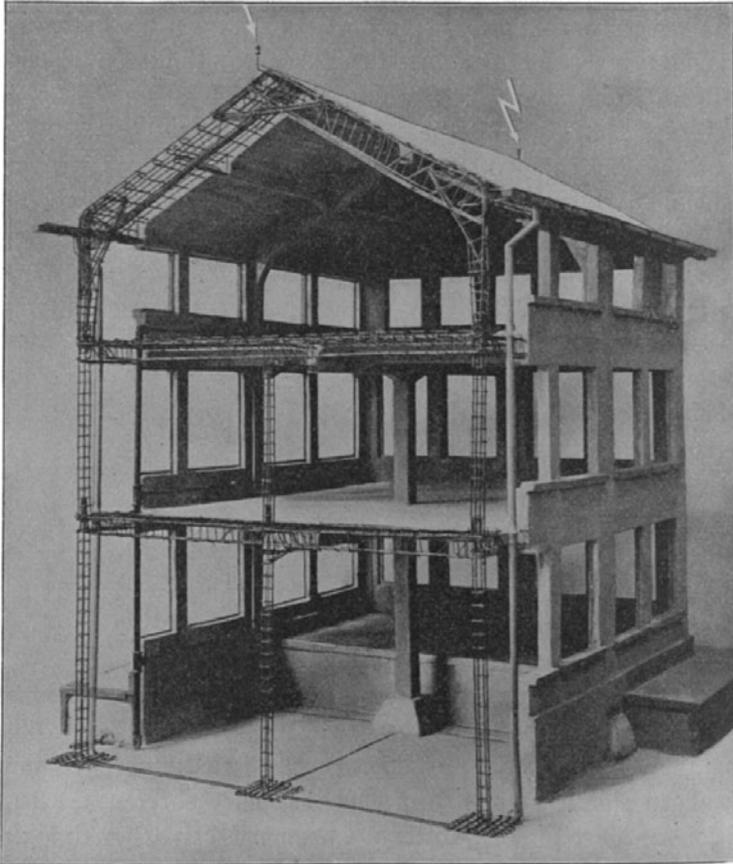


Fig. 64.

derartigen Gebäudes deutlich erkennen. Die Blitzschutzanlage an dem Modell besteht aus einer Firstleitung mit 2 Giebelendigungen, die an die Eiseneinlagen der Dachbinder angeschlossen ist. Diese hängen mit dem übrigen Eisengerippe des Gebäudes zusammen, das an verschiedenen Stellen Verbindung

mit dem Steigrohr der Wasserleitung hat. Außerdem sind die Roste der senkrechten Säulen unter sich durch eine gemeinsame Erdleitung verbunden, an die auch die Abfallrohre angeschlossen sind. Diese Erdleitung ist mit der Wasserleitung verbunden. Die ganze Blitzschutzanlage ist in Bandeisen ausgeführt und zum Teil im Beton mit eingestampft.

### Kosten der Blitzableiter.

Die Kosten der Blitzableiter werden sehr verschieden sein, je nachdem es sich um einen wertvollen städtischen Bau oder ein einfaches Landhaus handelt. Maßgebend muß für die Herstellung der Blitzableiteranlagen sein, daß der Blitzableiter in Übereinstimmung zu bringen ist mit dem Gebäude, das er schützen soll.

Für einfache ländliche Gebäude läßt sich eine Blitzableiteranlage einfach und billig herstellen. Wollte man die Blitzableiter für kleine Bauernhäuser, Scheunen und dgl. genau so herstellen wie bei einem städtischen Gebäude, so wäre dies genau so verkehrt, als wenn man die städtische Bauweise aufs Land überträgt. Für die einfachen ländlichen Gebäude genügt einfaches Material. Man verwendet am besten Blitzableiter aus verzinktem Bandeisen, die billig und leicht herzustellen sind und auch eine völlig ausreichende Haltbarkeit besitzen.

Das Bandeisen ist gegenüber dem Kupfer im Einkauf wesentlich billiger. Es kostet z. B. der Meter Bandeisen ca. 15 Pfg., gegenüber ca. 60 Pfg. für Kupferdraht.

Der Blitzableiter läßt sich, man kann sagen fast ohne Kosten herstellen, wenn ihn der Architekt entwirft und gleichzeitig mit den Spengler- und Dachdeckerarbeiten ausführen läßt. Kleine Ergänzungen bei den am Gebäude vorhandenen Metallteilen genügen dann vielfach zur Herstellung einer vorzüglichen und fast kostenlosen Blitzableiteranlage. Aber selbst wenn noch besondere Leitungen nötig sind, so wird deren Verlegung wesentlich verbilligt, da Gerüste bereits vorhanden sind und ein

besonderer Transport von Werkzeugen, Ab- und Zugang zur Arbeitsstätte, Transportkosten usw. fortfallen. Der am Bau beschäftigte Spengler, Dachdecker oder Schlosser kann den Blitzableiter am billigsten herstellen. Es wäre deshalb anzustreben, daß unsere Bauhandwerker sich allgemeine Kenntnisse im Blitzableiterbau aneignen. Die hierzu nötigen Vorkenntnisse für die erforderlichen Metallarbeiten besitzen sie ja schon durch die Ausbildung zu ihrem Berufe. Sie können dann leicht nach den Angaben des Architekten die Blitzableiteranlage ausführen.

Unter Benutzung des weiter unten abgedruckten Formulars habe ich für ein bestimmtes Gebäude, ähnlich Fig. 44, zwei Kostenanschläge entworfen, wie sie für einfache ländliche Gebäude in Betracht kommen. In dem ersten Kostenanschlag ist Bandeisen, in dem zweiten Kupferdraht vorgesehen. Der Preisunterschied entsteht lediglich durch die Einkaufspreise des Materials.

In den untenstehenden Kostenanschlägen sind die einfachen Erdarbeiten für die Bodenleitung nicht mit einbegriffen.

## Kostenanschlag I

### für eine vereinfachte Blitzableiteranlage

auf dem Wohn- und Stallgebäude des Landwirtes  
Josef Huber

in Mittelbach.

Die Ausführung der Arbeiten erfolgt nach der beiliegenden Skizze auf Grund der Leitfähe des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Gfd. Nr.	Menge	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	Einzel- preise		im ganzen	
			Mk.	Pf.	Mk.	Pf.
1		Um Kamin hochgeführte Leitung (wie unter 2) einschl. Befestigung am Kamin.				
	4	lfd. m. . . . .	—	80	3	20
		Übertrag:			3	20

Mfd. Nr.	Menge	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	Einzel- preise		im ganzen	
			Mk.	Pf.	Mk.	Pf.
		Übertrag:			3	20
2		Dachleitung aus verzinktem Bandeisen 25 × 2 mm fertig verlegt, einschl. Verbindungen und Befestigung der Halter in ca. 1,5 m Abstand, sowie Wiederherstellung des Daches, jedoch ohne Halter und Anschlußstellen. (An den Verbindungsstellen ist das Bandeisen mindestens 5 cm übereinandergelegt und unter Zwischenlage von Weichmetall mit 3 Nieten verbunden.)				
	26	lfd. m. . . . .	—	75	19	50
3		Firthalter aus verzinktem Bandeisen 25 × 3 mm mit 2 Nägeln zur Befestigung auf Dachsparren oder Lattung.				
	10	Stück . . . . .	—	55	5	50
4		Haken oder kurze Stützen für Kamin- und Wandleitungen, aus verzinktem Eisen, Länge dem Mauerwerk entsprechend.				
	20	Stück . . . . .	—	05	1	—
5		Anschlußstellen an oberirdische Leitungen (Zwischenlage von Weichmetall und Vernietung mit 2 Nieten, welche durch das übereinanderliegende Eisen hindurchgehen).				
	1	Stück . . . . .	—	50	—	50
6		Verbindungsstellen der Dachleitung mit den Dachrinnen mittels Nietung unter Zwischenlage von Weichmetall.				
	2	Stück . . . . .	—	60	1	20
		Übertrag:			30	90

Zfd. Nr.	Menge	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	Einzel- preise		im ganzen	
			Mrk.	Pf.	Mrk.	Pf.
		Übertrag:			30	90
7		Bodenleitung aus verz. Band- eisen 25 × 2 mm einschl. Ein- legen in 30 cm tiefe Gräben fertig verlegt, mit Verbindungsstellen, ohne Anschlußstellen. (Verbin- dungsstellen sind nach der Nie- tung mit Zinn verlötet und mit Asphalt oder Teer gestrichen. Die Gräben werden von dem Besitzer hergestellt.)				
	32	lfd. m . . . . .	—	50	16	—
8		Verbindungen der Bodenleitung mit den Abfallrohren mittels Schelle. (Die Schelle wird unter Zwischenlage von Weichmetall auf das blankgemachte Rohr ge- preßt.)				
	2	Stück . . . . .	1	50	3	—
9		Spenglerarbeiten, wie Ver- binden der als Ableitungen be- nützten Abfallrohre durch An- löten von je 2 Blechstreifen von 40 mm Breite und 1 mm Dicke über die Stoßstelle usw. . . . .			4	10
10		Transport-, Reisespesen usw. . .	—	—	6	—
		Gesamtkosten:			60	—

Der Unternehmer übernimmt für gute Arbeit und gutes Material ein Jahr Garantie.

....., den..... 19.....

.....  
(Unterschrift des Blitzableiterlegers.)

**Kostenanschlag II**  
**für eine vereinfachte Blitzableiteranlage**  
**auf dem Wohn- und Stallgebäude des Landwirtes**  
**Josef Huber**

in **Mittelbach.**

Die Ausführung der Arbeiten erfolgt nach der beiliegenden Skizze auf Grund der Leitfäden des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Lfd. Nr.	Menge	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	Einzelpreise		im ganzen	
			Mt.	Pf.	Mt.	Pf.
1		Am Kamin hochgeführte Leitung (wie unter 2) einschl. Befestigung am Kamin.				
	4	lfd. m . . . . .	1	20	4	80
2		Dachleitungen aus Kupferdraht 7 mm fertig verlegt, einschl. Verbindung und Befestigung der Halter in ca. 1,5 m Abstand, sowie Wiederherstellung des Daches, jedoch ohne Halter und Anschlußstellen. (An den Verbindungsstellen werden Nietverbinder verwendet.)				
	26	lfd. m . . . . .	1	20	31	20
3		Firshalter aus verzinktem Band-eisen 25 x 3 mm mit 2 Nägeln, zur Befestigung auf Dachsparren oder Lattung.				
	10	Stück . . . . .	—	55	5	50
4		Haken oder kurze Stützen für Kamin- und Wandleitungen aus verzinktem Eisen, Länge dem Mauerwerk entsprechend				
	20	Stück . . . . .	—	05	1	—
5		Nietverbinder für Kupferdrahtleitungen.				
	1	Stück . . . . .	—	80	—	80
6		Verbindungsstellen der Dachleitungen mit den Dachrinnen mittels Nietung.				
	2	Stück . . . . .	1	—	2	—
		Übertrag:			45	30

Gfd. Nr.	Menge	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	Einzel- preise		im ganzen	
			Mk.	Pf.	Mk.	Pf.
		<b>Übertrag:</b>			45	30
7		Bodenleitung aus verzinnem Kupferdraht 7 mm, einschl. Einlegen in 30 cm tiefe Gräben, fertig verlegt, mit Verbindungsstellen, ohne Anschlußstellen. (Verbindungsstellen sind nach der Mietung mit Zinn verlötet und mit Asphalt oder Teer gestrichen. Die Gräben werden von dem Besitzer hergestellt.)				
	32	lfd. m . . . . .	1	—	32	—
8		Verbindungen der Bodenleitung mit den Abfallrohren mittels Schelle. (Die Schelle wird unter Zwischenlage von Weichmetall auf das blankgemachte Rohr gepreßt.)				
	2	Stück . . . . .	1	50	3	—
9		Spenglerarbeiten, Verbinden der als Abteilungen benützten Abfallrohre durch Anlöten von je 2 Blechstreifen von 40 mm Breite und 1 mm Dicke über die Stoßstelle usw. . . . .	—	—	4	10
10		Transport-, Reisespesen usw.: . .	—	—	6	—
		<b>Gesamtkosten:</b>			90	40

Der Unternehmer übernimmt für gute Arbeit und gutes Material ein Jahr Garantie.

....., den ..... 19.....

(Unterschrift des Blitzableiterlegers.)

Im allgemeinen empfiehlt es sich, bei der Aufstellung von Kostenanschlägen immer auf Grund eines bestimmten Schemas die einzelnen Posten anzuführen und zu verrechnen. Man wird dann weder einzelne Teile vergessen noch unrichtig kalkulieren, da man in jeder vorher ausgeführten Anlage ein Muster für künftige Berechnungen hat. Ich verwende für Vergebung von Arbeiten das unten abgedruckte Formular.

**Kostenanschlag  
für eine vereinfachte Blitzableiteranlage**

auf .....  
in .....

Die Ausführung der Arbeiten erfolgt nach der beiliegenden Skizze auf Grund der Leitfläche des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Nf. Nr.	Menge	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	Einzelpreise		im ganzen	
			Mk.	Pf.	Mk.	Pf.
1a		Auffangvorrichtungen: Winkel- eisen 40 × 4 mm (Befestigung mit 2 Steinschrauben) und daran genieteteter Leitung. Stück . . . . .				
1b		Hochgeführte Leitung (wie unter 2) einschl. Befestigung am Kamin. lfd. m . . . . .				
2		Dachleitungen aus verz. Bandeisen 25 × 2 mm Kupferdraht 7 mm fertig verlegt, einschl. Verbin- dungen, und Befestigung der Halter in ca. 1,5 m Abstand, sowie Wiederherstellung des Daches, jedoch ohne die Halter und die Anschlußstellen. (An den Verbin- dungsstellen soll das Bandeisen mindestens 5 cm übereinander liegen und unter Zwischenlage von Weichmetall mit 2 Nieten verbunden werden.) lfd. m . . . . .				
		Übertrag:				

Lfd. Nr.	Menge	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	Einzel- preise		im ganzen	
			Mt.	Pf.	Mt.	Pf.
		<b>Übertrag:</b>				
3		Ableitungen an den Wänden aus verz. Bandeisen 25 × 2 mm Kupferdraht 7 mm fertig verlegt, ohne Haken. (Die Lei- tungen sind mit Haken, im Ab- stand von 1 m direkt auf der Wand, oder mit kurzen Stützen in geringer Entfernung hiervon zu befestigen, und mit einem An- strich von Mennige oder der Farbe des Gebäudes zu versehen.)				
		lfd. m . . . . .				
4		Direkte Ableitungen (Türme, hohe Kamine usw.) aus verz. Bandeisen 30 × 3 mm (wie Kupferdraht 8 mm Pos. 3)				
		lfd. m . . . . .				
5a		Firsthalter aus verzinktem Band- eisen 25 × 3 mm mit 2 Nägeln zur Befestigung auf die Dach- sparren oder die Lattung.				
		Stück . . . . .				
5b		Firststützen aus verzinktem Eisen, bei alten, aufgemauerten First- ziegeln zu verwenden. (Die Lei- tung soll möglichst nahe auf den First zu liegen kommen.)				
		Stück . . . . .				
6		Dachhalter (wie Pos. 5a).				
		Stück . . . . .				
7		Haken oder kurze Stützen für Kamin-, Turm-, Wandleitungen aus verzinktem Eisen, Länge dem Mauerwerk entsprechend.				
		Stück . . . . .				
		<b>Übertrag:</b>				

Nf. Nr.	Menge	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	Einzel- preise		im ganzen	
			Mt.	Pf.	Mt.	Pf.
		Übertrag:				
8		Anschlußstellen an oberirdische Leitungen (Zwischenlage von Weichmetall und Vernietung mit 2 Nietten, welche durch das übereinanderliegende Eisen hindurchgehen.) Stück . . . . .				
9		Nietverbinder für Kupferdrahtleitungen. Stück . . . . .				
10		Verbindungsstellen der Dachleitungen mit den Dachrinnen bzw. dem Blechbeschlag der Windbretter u. dgl. mittels Nietung unter Zwischenlage von Weichmetall. Stück . . . . .				
11		Anschluß sonstiger Metallteile: (Wetterfahne, Turmkreuz, Glockenstuhl, Uhrgehäuse, Walmspitzen, Eisenkonstruktionsteile, eiserne Pumpstöcke, oberster Punkt der Wasserleitung usw.) Stück . . . . .				
12		Bodenleitung aus verz. Bandeisen 25 × 2 mm verzinkt. Kupferdraht 7 mm einschl. Einlegen in 30 cm tiefe Gräben fertig verlegt, mit Verbindungsstellen, ohne Anschlußstellen. (Verbindungsstellen sind nach der Nietung mit Zinn zu verlöten und mit Asphalt oder Teer zu streichen. Die Gräben werden von dem Besitzer hergestellt.) lfd. m . . . . .				
		Übertrag:				

N <sup>o</sup> .	M <sup>o</sup> .	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	Einzel- preise		im ganzen	
			M <sup>o</sup> .	Pf.	M <sup>o</sup> .	Pf.
		<b>Übertrag:</b>				
13		Anschlußstellen an die Boden- leitung in gleicher Ausführung wie die Verbindungen von Boden- leitungen (s. Pos. 12 u. 8)				
		Stück . . . . .				
14		Verbindungen der Bodenleitung mit den Abfallrohren mittels Schelle. (Die Schelle wird unter Zwischenlage von Weichmetall auf das blankgemachte Rohr ge- preßt.)				
		Stück . . . . .				
15		Anschluß der Bodenleitung an die Wasser- oder Gasleitung im Bo- den mittels besonderer Schelle. (Der fertige Anschluß ist mit Asphalt oder Teer zu streichen. Die Erdarbeiten werden von dem Besitzer hergestellt.)				
		Stück . . . . .				
16		Schutzleisten an der Einführungs- stelle in den Erdboden, aus imprägniertem Eichenholz ca. 2,5 m lang, 60 mm breit und ca. 20 mm dick. (Hierzu kann auch U- oder L-Eisen verwendet werden.)				
		Stück . . . . .				
17a		Trennvorrichtungen an den di- rekten Ableitungen. (Herstellung einer 15 cm übergreifenden Ver- bindungsstelle in einer Höhe von ca. 2,5 m über dem Boden mit 2 Schrauben unter Zwischenlage von Weichmetall.)				
		Stück . . . . .				
17b		Trennvorrichtungen für Kup- ferdraht.				
		Stück . . . . .				
		<b>Übertrag:</b>				

Gfd. Nr.	Anzahl	Bezeichnung der Arbeiten und Lieferungen	Einzelpreise		im ganzen	
			Mrk.	Pf.	Mrk.	Pf.
		Übertrag:				
18		Spenglerarbeiten, wie Verbinden der als Ableitungen benutzten Abfallrohre durch Anlöten von je 2 Blechstreifen von 40 mm Breite und 1 mm Dicke über die Stoßstelle usw.				
19		Transport-, Reisespesen; Fahrstuhl usw.				
20		Sonstige Arbeiten: . . . . .				
		Gesamtkosten:				

Der Unternehmer übernimmt für gute Arbeit und gutes Material ein Jahr Garantie.

....., den ..... 19.....

.....  
(Unterschrift des Blitzableitersehers.)

**Prüfungen von Blitzableiteranlagen** (Seite 125).

Die Prüfung der Blitzableiter sollte in erster Linie erfolgen, um festzustellen, wie weit die Anlage richtig disponiert ist, d. h. ob eine ausreichende Anzahl Dach- und Ableitungen vorhanden ist, die mit den Metallteilen des Gebäudes, besonders Gas- und Wasserleitung, Dachrinnen, Abfallrohren u. dgl. verbunden sind und ob sie eine ausreichende Erdung besitzt. Um nun zu kontrollieren, ob eine von Anfang an richtig erstellte Anlage auch dauernd diesen Ansprüchen genügt, hat man laufende Untersuchungen in bestimmten Zeiträumen eingeführt. Bei diesen soll ermittelt werden, ob sich in der Zwischenzeit durch bauliche Änderungen oder durch Zerstörungen bei Blitzschlägen bzw. unter dem Einfluß der Zeit, die Anlage so verändert hat, daß hierdurch die Wirkung des Blitzableiters beeinträchtigt werden könnte.

Es ist nun nicht anzunehmen, daß in wenigen Jahren sich eine Anlage unbemerkt so verändert, daß die Zerstörungen die Wirksamkeit des Blitzableiters wesentlich beeinflussen. Selbst wenn an einzelnen Stellen Unterbrechungen auftreten, so wird der Blitzableiter, wenn er richtig angelegt war, noch ganz gut schützen, wie die Fälle gezeigt haben, bei denen nur wenige, völlig unverbundene Metallteile, Schläge recht gut abgeleitet haben. Die bei unvollkommenen Blitzableitern in der Regel auftretenden Schäden sind höchstens ganz geringfügiger Natur.

Wenn man bedenkt, daß jeder richtig angelegte Blitzableiter wenigstens zwei Ableitungen besitzt, und daß meist durch ange-schlossene Metallteile (Dachrinnen u. dgl.) noch Querverbindungen geschaffen werden, so sieht man, daß selbst bei eingetretenen Zerstörungen immer noch eine ausreichende Ableitungsmöglichkeit bestehen bleibt. Je mehr die metallenen Bauteile eines Hauses zur Blitzableiteranlage verwendet und untereinander verbunden sind, um so unwahrscheinlicher sind Störungen. Hierbei ist es auch günstig, daß Defekte, die sich z. B. an den Abfallrohren, Dachrinnen u. dgl. zeigen, eher bemerkt und beseitigt werden, als an besonderen Blitzableitungen. Wenn Stücke von Dachrinnen oder Abfallrohren fehlen und das Wasser am Hause herunterläuft, dann geschieht eher etwas, als wenn eine Trennstelle offen steht oder Drähte gerissen sind. Der Blitzableiter, der die Metallteile des Hauses benutzt, unterliegt ganz von selbst einer gewissen Kontrolle der Hausbewohner.

Man braucht die Blitzableiter durchaus nicht alljährlich prüfen und sich durch den viel gehörten Satz ängstlich machen zu lassen, „daß ein schlechter Blitzableiter schlimmer, wie keiner sei“. Das ist ein Märchen, welches, wie oben gezeigt, tausendfach widerlegt ist und das dadurch schon viel Unheil angerichtet hat, daß es die Leute ängstlich machte und sie so abhielt, sich Blitzableiter zu beschaffen.

Außerdem wird den Leuten, die Blitzableiter besitzen, die Beruhigung genommen. Sie befürchten, es sei etwas schlecht

am Blitzableiter und die Gefahr sei dann viel größer, als bei einem ungeschützten Haus.

Für Personen im Gebäude ist die Gefahr aber äußerst gering, da bisher auf 1 Million Menschen nur etwa 1—2 Tötungen entfallen. Wenn nun ein Blitzableiter vorhanden ist, so wird die Gefahr noch verkleinert und ist mit Tötungen im Gebäude, selbst bei Zerstörungen an den Ableitern kaum zu rechnen.

Zur Beruhigung der Personen ist in Privatgebäuden demnach eine Prüfung nicht öfter erforderlich, als wie sie die Leitläge vorsehen, d. h. nach je 5 Jahren.

Wenn man die Werte berechnet, die durch bei den Prüfungen entdeckte Schäden gespart werden könnten, so kommt man eher zu noch längeren Zeiträumen zwischen zwei Prüfungen. Im folgenden soll eine ungefähre Berechnung aufgestellt werden.

Aus der Statistik der kgl. bayern. Versicherungskammer ergibt sich, daß in 26 Jahren 7500 nichtzündende Schläge rund 700 000 M. Schaden verursachen. Es kommt also auf einen Schlag, obwohl hierbei viele Fälle ohne Metallteile (Dachrinnen, Abfallrohre) sind, nur rund 100 M. Schaden.

In Preußen sind rund 10 400 000 Gebäude versichert. Es ist anzustreben, daß alle Gebäude Blitzableiter erhalten. Nimmt man an, es würde soweit kommen, daß a) nur 10% der versicherten Gebäude Blitzableiter erhalten, d. h. rund 1 000 000 Gebäude. Dann betragen die Prüfungskosten:

bei 5 M. Prüfungsgebühr pro Gebäude:	5 000 000 M.
bei 10 M.                   "                   "                   "	10 000 000 M.
Der Gesamtschaden durch Blitzschläge pro Jahr beläuft sich auf rund etwa	7 000 000 M.

Angenommen, es würden alljährlich etwa 10% aller Anlagen kleine Mängel bekommen, eine Zahl, die viel zu hoch gegriffen ist, so würden also im Fall a) etwa 100 000 Anlagen fehlerhaft. Es sei weiter die möglichst ungünstige Annahme gemacht, daß etwa ein Zehntel der sämtlichen 3000 jährlich in Preußen niedergehenden Schläge gerade auch noch diese be-

schädigten Anlagen trifft, und daß ein Schaden entsteht, der so groß ist, wie bei völlig ungeschützten Gebäuden (100 M. pro nichtzündenden Schlag, — oben für Bayern berechnet). Dann wäre der Schaden, der durch schlechte Blitzableiter pro Jahr entstehen könnte, mit allergrößter Wahrscheinlichkeit nicht größer als etwa  $300 \times 100 = 30\,000$  M. gegenüber 5 bis 10 000 000 M. für Prüfungsgebühren.

Es ist, wie diese Werte zeigen, eine ungeheuerere Verschwendung an Nationalvermögen, wenn man die leider noch an manchen Stellen übliche jährliche Prüfung beibehält.

Um zu erreichen, daß die Prüfungen nicht zu unwirtschaftlich werden, muß man versuchen, sie möglichst einfach und billig zu gestalten. In den meisten Fällen genügt eine Besichtigung der Anlage, die gleichzeitig bei Dachreparaturen u. dgl. mit vorgenommen werden kann. Bei Teilen, die schwer zugänglich sind, bedient man sich eines Fernglases.

Messungen der Leitungen am Gebäude sind meist entbehrlich, da sie kein klares Bild über den Zustand der Leitungen geben, denn wenn z. B. an einer Verbindungsstelle eine Dichtungsschicht vorhanden wäre, die für den bei der Messung verwendeten Gleichstrom direkt den Widerstand unendlich ergibt, so kann der Blitzableiter doch ganz gut seinen Zweck erfüllen, die kleine Trennschicht wird vom Blitz ohne weiteres überschlagen. Daß der Blitz selbst große Zwischenräume überspringt, um zur Erde zu gelangen, ist ja zur Genüge bekannt und die Blitzableiter für elektrische Freileitungen sind sogar unter Berücksichtigung dieser Tatsachen konstruiert.

Wird in einem besonderen Fall verlangt, daß eine nicht zugängliche, verdeckte Leitung mit der Brücke nachgemessen wird, so kann man dies wie folgt durchführen:

Nach Trennung der Ableitung an einem Ende legt man 2 Zuleitungsdrähte, einen an den oberen Teil der Trennstelle und den anderen an einen vorher blankgemachten Punkt einer anderen Abteilung an und mißt den Widerstand zwischen diesen beiden Punkten. Der hierbei gefundene Widerstand stellt den Widerstand der oberirdischen Leitung und den Widerstand

der beiden verwendeten Zuleitungen dar. Es muß also jeweils von dem gefundenen Wert der Widerstand der Zuleitungen abgezogen werden. Hätte z. B. bei einer Messung das Resultat 0,65 Ohm betragen, und der Widerstand der Hilfsdrähte, der gesondert ermittelt wird, ist 0,6 Ohm, dann beträgt der Widerstand der Oberleitung  $0,65 - 0,6 = 0,05$  Ohm.

Den Widerstand der Hilfsdrähte ermittelt man in einfacher Weise, indem man die beiden Hilfsdrähte durch eine Klemme gut verbindet, und dann von den beiden freien Enden aus mißt. Es empfiehlt sich natürlich, soweit als irgend möglich, immer dieselben Hilfsdrähte zu benutzen, damit man die Widerstandsermittlung der Hilfsdrähte nicht öfters durchzuführen braucht.

Als Hilfsdrähte verwendet man am besten einen langen Draht, den man auf einer Kabelrolle aufwindet (Verwendung einer induktionsfrei gewickelten, leicht bedienbaren Kabelrolle, Seite 80), und einen kurzen Draht, dessen Widerstand man fast immer vernachlässigen kann.

Man hat die Messung so durchzuführen, daß man die Meßbrücke mit dem kurzen Draht in die Nähe der einen Anschlußstelle bringt, und von der Kabelrolle nur soviel Draht abrollt, als die Entfernung zwischen den beiden Ableitungen erforderlich macht. Dies kann jedoch nur bei einer induktionsfrei gewickelten Kabelrolle so durchgeführt werden. Man hat darauf zu achten, daß Zuführungsleitungen nicht in Schleifen gewunden, sondern möglichst gestreckt verwendet werden.

Ergeben sich bei der Besichtigung der Blitzableiteranlage Mängel an Leitungen bzw. an den zur Blitzableiteranlage verwendeten Metallteilen des Gebäudes (wie Dachrinnen, Regenabfallrohre, Kehlbleche, blechbeschlagene Windbretter), so ist hiervon dem Gebäudebesitzer Mitteilung zu machen und für baldige Behebung der Schäden Sorge zu tragen.

Auch bei den Erdleitungen genügt eine Besichtigung, wenn Wasser- oder Gasrohre als Erdleitung dienen und der Anschluß an das Rohrnetz der Besichtigung leicht zugänglich ist, d. h. im Gebäude ausgeführt wurde. Ergibt sich bei der Be-

sichtigung, daß diese Verbindung in Ordnung ist, so kann man im allgemeinen von einer galvanischen Prüfung absehen. Wenn die Erdleitung einer Besichtigung nicht zugänglich ist, so muß man versuchen, sie auf andere Weise zu prüfen.

Da es sich darum handelt, den Übergangswiderstand gegen Erde zu ermitteln, so kann man sich mit Hilfe einer Widerstandsmessung Anhaltspunkte über die Güte der Erdleitung verschaffen.

Dieser Widerstand kann nun nicht ohne weiteres ermittelt werden, da man immer nur zwischen zwei mit der Erde in

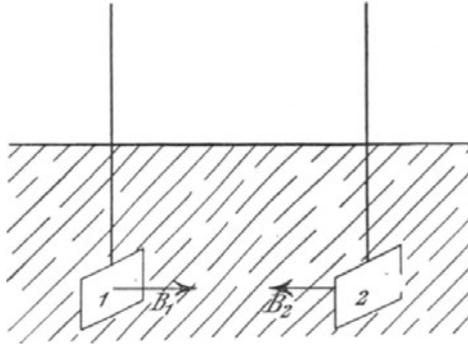


Fig. 65.

Verbindung befindlichen Punkten messen kann und jeder dieser Punkte gegen die Erde einen gewissen Widerstand besitzt.

Befinden sich z. B. zwei Metallstücke 1 und 2 in der Erde (Fig. 65), so hat jeder dieser Teile gegen die Erde einen gewissen Übergangswiderstand. Denn der Strom tritt von den Berührungsflächen des Metallstückes 1 zur Erde, er muß hierbei den Übergangswiderstand  $B_1$  überwinden und bei 2 den Übergangswiderstand  $B_2$ . Der zwischen den Klemmen bei 1 und 2 gemessene Wert stellt demnach die Summe der beiden Übergangswiderstände  $B_1 + B_2 = W$  dar. Ist einer der beiden Metallteile, z. B. 2, ein Wasserleitungsnetz, so kann man unter der berechtigten Annahme, daß der Widerstand des Rohrnetzes gegen die Erde gleich Null ist, den ermittelten Widerstand  $W$

=  $B_1$ , d. h. gleich dem Übergangswiderstand von 1 gegen Erde setzen. Es wäre dies der einfachste Fall der Messung. Ist aber kein Rohrnetz vorhanden, so muß man Hilfserden verwenden, um den Übergangswiderstand des Blitzableiters gegen Erde zu ermitteln. Hierbei genügt nun nicht eine Hilfserde, da der Übergangswiderstand derselben gegen Erde ja ebenfalls nicht bekannt ist. Man muß deshalb zwei Hilfserden verwenden und kann dann den Blitzableiterwiderstand aus den auf den folgenden Seiten angegebenen Messungen ermitteln.

Als Hilfserden benutzte man bisher meist Metallplatten oder Röhren, welche man in die Erde verlegte. Diese Hilfserden haben aber verschiedene Nachteile. Sie sind wegen ihres Gewichtes schwer zu transportieren und lassen sich meist schlecht verlegen. Außerdem haben sie großen Übergangswiderstand gegen Erde und geben deshalb vielfach ungenaue Werte bei Ausmittlung der Gleichungen. Es ist deshalb besser, auch zur Herstellung der Hilfserden Drähte zu verwenden.

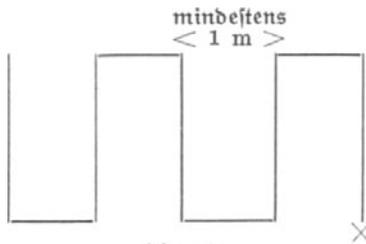


Fig. 66.

Ich verwende als Hilfserden dünnen, verzinnnten Kupferdraht (Bindedraht für elektrische Leitungen) von ca. 1 mm Durchmesser, den man auch in größeren Längen bequem mittragen kann und der sich leicht in einen flachen Graben (ca. 10 cm) in der Humusschicht verlegen läßt.

Begießt man den Graben vor und nach der Verlegung mit Wasser, so wird der Widerstand meist für eine derartige Messung völlig ausreichende Werte ergeben.

Bei vielen so durchgeführten Messungen fand ich unter Benutzung von Hilfsdrähten von 6—8 m Länge Widerstände

von 15—75 Ohm, je nach den Bodenverhältnissen, im Mittel ungefähr 30 Ohm. Wenn die Bodenverhältnisse ganz schlecht sind, müssen die Hilfserden möglichst lang gewählt werden. Sie sind dann bei Platzmangel wie oben skizziert (Fig. 66) zu verlegen und die Gräben gut vor und nach der Verlegung, eventuell mit Wasser, in dem Soda oder Salz gelöst ist, zu begießen.

Auf diese Hilfserden kann man auch ganz verzichten, wenn sich in der Erde bereits Metallteile befinden, welche genügend große Berührungsflächen besitzen. Diese können dann als Hilfserden verwendet werden.

Die Hilfserden sollen ungefähr 10 m von der Blitzableitererdleitung entfernt sein.

Für einige Fälle seien die Messungen und Formeln angegeben:

a) Die Erdleitung ist mit der Wasserleitung verbunden.

Diese Ausführungsform findet sich jetzt bei der großen Verbreitung der Wasserleitungen immer mehr vor. Die Messung läßt sich ohne weiteres mit Gleichstrom durchführen.

Es handelt sich, wie aus dem in der Fig. 67 dargestellten Falle zu ersehen ist, nur darum, zu prüfen, wie groß der Widerstand an der Verbindungsstelle W des Drahtes mit der Wasserleitung ist. Der Wert dieses Widerstandes darf im allgemeinen nur sehr gering sein. Er wird sich in den Grenzen von 0,1—0,5 Ohm bewegen.

Bei dieser Messung wird am einfachsten (s. Fig. 67) der eine Draht an die Ableitung angeschlossen, der andere Draht an die Wasserleitung an irgendeiner Stelle im Hause angelegt. Bei dem Anschluß an die Wasserleitung bedient man sich am besten der von mir angegebenen Universalclammen<sup>1)</sup>.

1. Ist nur eine Ableitung vorhanden, so braucht die Gebäudeleitung nicht getrennt zu werden. Man mißt dann ein-

<sup>1)</sup> Seite 107.

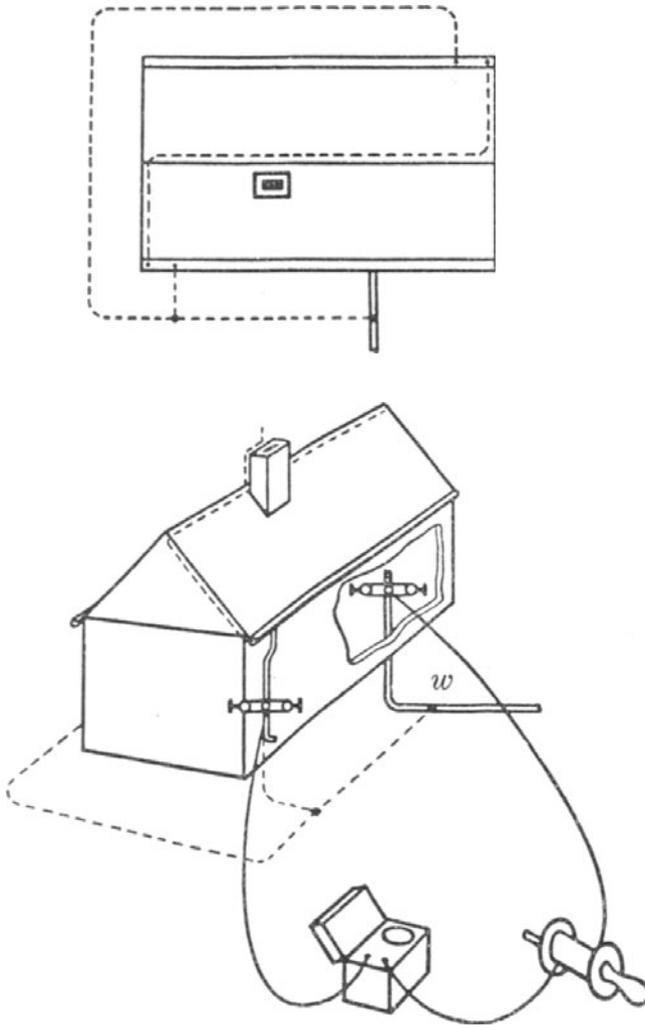


Fig. 67.

fach von der Ableitung gegen die Wasserleitung und der gemessene Wert gibt direkt den Widerstand an.

2. Es sind mehrere Ableitungen vorhanden, die durch eine Erdleitung verbunden sind, welche an der Wasserleitung liegt. Eine Trennung der Ableitungen von der Erdleitung ist

nicht erforderlich; man mißt dann einfach den gesamten Widerstand der Anlage gegen die Wasserleitung. Sind als Ableitungen Abfallrohre verwendet, so kann man am einfachsten ohne die Schellen zu lösen, mit der Universalklemme von einem Abfallrohr aus gegen die Wasserleitung messen (s. Fig. 67).

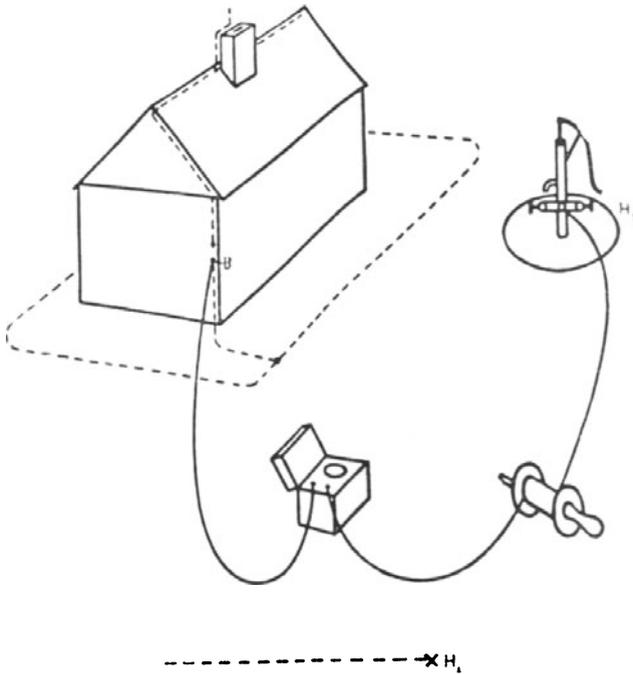


Fig. 68.

Will man die einzelnen Ableitungen prüfen, so trennt man die Schelle von dem Abfallrohr bzw. man öffnet die Trennstellen etwaiger besonderer Ableitungen und mißt von dem unteren Teile aus gegen Wasserleitung. Die hierbei gemessenen Widerstände sind die Übergangswiderstände von jeder einzelnen Ableitung gegen Wasserleitung. Diese Werte müssen ebenfalls sehr gering sein, etwa 0,1—0,5 Ohm.

b) Die Blitzableiterleitung ist nur teilweise oder überhaupt nicht an die Wasserleitung angeschlossen.

Man kann nur dann direkt den Erdübergangswiderstand bestimmen, wenn in erreichbarer Nähe Wasserleitung vorhanden ist.

Die Messung ist dann in derselben Weise wie oben durchzuführen, jedoch muß mit Wechselstrom gemessen werden.

1. Es sind zwei oder mehrere Ableitungen vorhanden, von denen eine an Wasserleitung angeschlossen ist.

Der Übergangswiderstand der an Wasserleitung angeschlossenen Erdleitung wird genau so bestimmt wie unter a) angegeben.

Der Widerstand der nicht an Wasserleitung angeschlossenen Erdleitungen wird ermittelt, nachdem die Trennstellen geöffnet sind. Es wird dann jede Ableitung vom unteren Teile der geöffneten Trennstelle aus gegen Wasserleitung gemessen.

2. Es sind mehrere Ableitungen vorhanden, die unter sich durch eine Ringleitung verbunden sind.

Es ist dann, wie in Fig. 68, von einer Ableitung aus gegen die vom Haus entfernt liegende Wasserleitung zu messen.  $H_2$  würde dann die Wasserleitung darstellen. Der ermittelte Widerstandswert stellt den Gesamtwiderstand der Blitzableiteranlage gegen Wasserleitung dar.

3. Es sind mehrere getrennte Ableitungen vorhanden.

Die Trennstellen sind von der Oberleitung zu lösen und es ist jede Ableitung für sich gegen Wasserleitung zu messen. Sind hierbei für die getrennten Ableitungen die Erdwiderstände für die erste Ableitung  $B_1$ , für die zweite Ableitung  $B_2$ , für die dritte Ableitung  $B_3$ , so ergibt sich der Gesamtwiderstand des Blitzableiters gegen Erde

$$\frac{1}{\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_2} + \frac{1}{B_3}}$$

Wenn z. B.  $B_1 = 5 \text{ Ohm}$ ,  $B_2 = 12 \text{ Ohm}$ ,  $B_3 = 7 \text{ Ohm}$  ist, Werte, die nach Abzug der Zuleitungen ermittelt wurden, dann ist der Gesamtwiderstand

$$W = \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{12} + \frac{1}{7}} = 2,36 \text{ Ohm.}$$

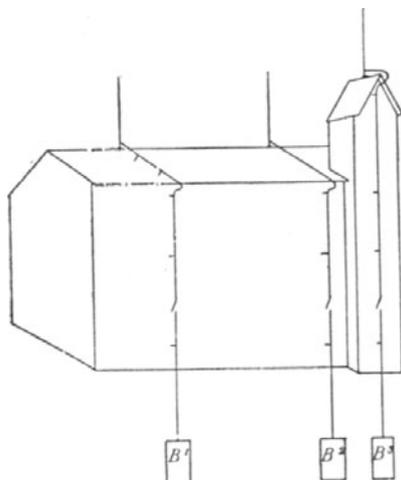


Fig. 69.

Dieser Gesamtwiderstand ist stets kleiner als der kleinste Widerstand der vorhandenen Erdleitungen.

Wenn sich im Gebäude oder in der Nähe Wasserleitung befindet, und die Blitzableiterleitung ist nicht angeschlossen, so ist unbedingt nachträglich die Blitzableiteranlage mit der Wasserleitung zu verbinden.

c) Es ist keine Wasserleitung in der Nähe vorhanden.

Man kann den Widerstand der Ableitungen nicht direkt ermitteln. Es ist dann nötig, gegen Hilfserden zu messen.

Es müssen stets drei Erdungspunkte vorhanden sein, von denen einer der Blitzableiter ist.

1. Die Ableitungen liegen an einer Ringleitung im Boden (Fig. 67).

Bezeichnet man, wie in Fig. 67, die Blitzableiterleitung mit B, die Hilfserden mit  $H_1$  und  $H_2$ , so hat man, um den Widerstand der Erdleitung zu ermitteln, drei Messungen durchzuführen.

1. Wäre zu ermitteln der Widerstand von B gegen  $H_1 = a$ ,
2. der Widerstand B gegen  $H_2 = b$  und
3. der Widerstand von  $H_1$  gegen  $H_2 = c$ .

Die Art der Messung prägt man sich am besten ein, wenn man sich die Werte an Hand eines Dreieckes notiert (Fig. 70), in dem die Buchstaben wie oben angeführt, eingezeichnet sind. Der Widerstand der Blitzableiterleitung B ergibt sich dann durch eine einfache Formel, die lautet: es ist  $B = \frac{a + b - c}{2}$ ,

d. h. es ist der Blitzableiterwiderstand, gleich der Summe der beiden anliegenden Seiten weniger der gegenüberliegenden Seite, geteilt durch 2. Natürlich ist, wie bei allen Messungen, jeweils der Widerstand der Zuleitungsdrähte abzuziehen. Es empfiehlt sich auch hier bei sämtlichen Messungen dieselben Drähte zu verwenden, d. h. am besten einen langen Draht (Kabelwinde) und einen kurzen Draht an der Meßbrücke.

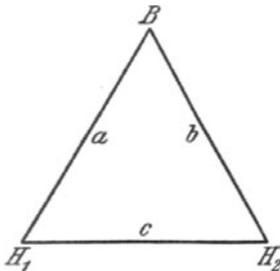


Fig. 70.

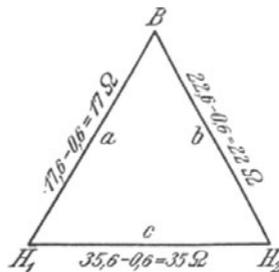


Fig. 71.

Es sei z. B. bei einer Untersuchung, bei der für die Zuleitungsdrähte der Widerstand 0,6 Ohm ermittelt wurde (Fig. 71)

die Dreiecksseite  $B H_1 = 17,6$   
 „  $B H_2 = 22,6$   
 „  $H_1 H_2 = 35,6$

$$\text{dann ist } a = 17,6 - 0,6 = 17 \text{ Ohm}$$

$$b = 22,6 - 0,6 = 22 \text{ Ohm}$$

$$c = 35,6 - 0,6 = 35 \text{ Ohm,}$$

$$\text{also wird } B = \frac{17 + 22 - 35}{2} = \frac{39 - 35}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ Ohm.}$$

Bei derartigen Messungen können Fälle vorkommen, in denen der für B berechnete Wert negativ wird. Dies tritt ein, wenn der Erdübergangswiderstand B im Verhältnis zu den Hilfsserden  $H_1$  und  $H_2$  sehr klein ist. Man muß dann durch Verlängerung der verlegten Drähte, besseres Anfeuchten u. dgl. versuchen, den Widerstand der Hilfsserden zu verringern und nochmals genau messen.

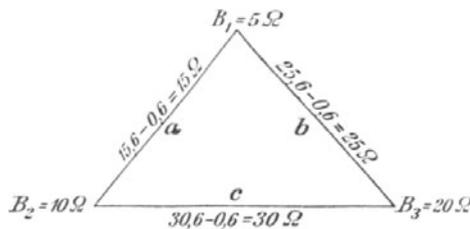


Fig. 72.

2. Es sind mehrere Erdleitungen vorhanden (Fig. 69), die voneinander getrennt sind. (Ältere Anlagen.)

Die Verwendung besonderer Hilfsserden ist nicht erforderlich. Man benutzt dann einfach, indem man von einer Erdleitung ausgeht, jeweils die anderen Erdleitungen wie Hilfsserden. Der Widerstand einer Erdleitung, die als Hilfsserde gedient hat, ergibt sich dann, wenn man von dem gemessenen Wert  $a$  bzw.  $b$  den errechneten Wert  $B$  abzieht.

Wenn z. B. (Fig. 72) bei drei Ableitungen ermittelt wurde:

$$a = 15$$

$$b = 25$$

$$c = 30,$$

dann ist  $B = \frac{15 + 25 - 30}{2} = 5 \text{ Ohm}$ , und der Widerstand der zweiten Ableitung demnach  $a - 5 = 10 \text{ Ohm}$ , und der dritten Ableitung  $b - 5 = 20 \text{ Ohm}$ .

Es brauchen also, wenn drei oder mehrere Ableitungen vorhanden sind, keine Hilfserden verwendet zu werden. Der Widerstand der einzelnen Ableitungen läßt sich wie oben gezeigt berechnen, da jede Dreiecksseite  $a$  und  $b$  die Summe zweier Ableitungswiderstände ist. Der Wert  $a$  ist gleich der Summe von  $B$  und  $H_1$ , der Wert  $b$  ist gleich der Summe von  $B$  und  $H_2$ .

Bei allen Messungen mit mehreren Ableitungen würde man fehlerhafte Resultate bekommen, wenn man den Einzelwiderstand nicht an einer Ringleitung liegender Erdleitungen messen wollte, welche durch die Gebäudeleitungen in Verbindung stehen. Es sei daher wiederholt darauf aufmerksam gemacht, daß man bei diesen Messungen die Erdleitung von den Gebäudeleitungen trennen muß. Bei drei Ableitungen müssen zwei Erdleitungen abgetrennt werden, bei zwei Erdleitungen ist eine zu lösen.

Es müßte demnach hier, falls keine Ringleitung vorhanden ist, eine Trennstelle weniger als Ableitungen angebracht sein, wenn man den Widerstand jeder einzelnen Erdleitung ermitteln will.

Bei Anlagen mit getrennten Erdleitungen empfiehlt es sich besonders, wenn die Widerstandswerte für die einzelnen Erden hoch sind, diese so weit als möglich durch eine ganze oder teilweise Ringleitung zu verbinden.

Man kann für den Erdübergangswiderstand keinen bestimmten Wert festsetzen, der bei allen Anlagen erreicht werden muß. Seine Größe richtet sich vielmehr nach der Bodenbeschaffenheit. Es kann nur eine Forderung ausgesprochen werden, die unbedingt erfüllt werden muß und diese lautet:

Die Blitzableitererdung muß die beste aller erreichbaren Erdungen sein, d. h. befinden sich im Gebäude oder in der Nähe des Gebäudes Teile, welche mit der Erde

gute Verbindung besitzen, so sind diese unbedingt an die Erdleitung anzuschließen. So müssen mit der Erdleitung verbunden werden die Wasserleitung, die Gasleitung, Brunnen u. dgl.

Ist Wasserleitungsanschluß durchgeführt, so darf der Widerstand nur sehr gering sein und darf keinesfalls größer als 1 Ohm werden.

Ist der Boden in der Nähe des Gebäudes feucht und von guter Beschaffenheit (Humuserde), so kann man bei Verwendung entsprechender Erdleitungen einen Widerstand von 2—10 Ohm erhalten. Liegt dagegen das Gebäude auf felsigem Grund mit Sandschicht, so können sich Widerstände bis zu 100 Ohm und mehr ergeben, ohne daß man direkt sagen kann, die Blitzableitererdung ist schlecht.

In solchen Fällen muß man noch mehr als sonst versuchen durch Ausläufer die in der Nähe des Gebäudes liegenden feuchten Stellen wie Wiesen, Gärten, Gräben u. dgl. anzuschließen und hierdurch die Erdleitung zu verbessern.

Um bei regelmäßig vorzunehmenden Prüfungen leicht feststellen zu können, welche Veränderungen an der Anlage in der Zwischenzeit etwa eingetreten sind, empfiehlt es sich ein Prüfungsbuch bzw. bestimmte einfache Formulare (S. 101) zu verwenden. Wenn auch nicht alle die Punkte angegeben werden, die in den Erläuterungen S. 125 aufgeführt sind, so empfiehlt es sich doch, eine Handskizze mit den wichtigsten Angaben einzutragen, und sich hierbei an die in den Erläuterungen aufgezählten Punkte zu halten. Auch hier ist wegen der Kosten möglichste Einfachheit anzustreben.

## Apparate zur Prüfung von Blitzableiteranlagen.

Die Apparate, welche zur Messung des Erdübergangswiderstandes verwendet werden, beruhen meist auf dem Prinzip der Wheatstoneschen bzw. Kirchhoffschen Brücke. Die Anordnung bei dieser Brücke ist im allgemeinen folgende: An den Enden eines Drahtes a b (Fig. 73) sind zwei Widerstände c und d angebracht, und auf dem Draht befindet sich ein ver-

### Untersuchungsbefund.

Blitzschutzanlage:..... in:.....

errichtet: ..... Gebäudezweck:.....

---

Handskizzen und kurze Angaben über die Ausführung  
der Anlage:

---

Befund:

---

Notwendige Reparaturen, Änderungen und Verbesserungen:

....., den.....

.....  
(Unterschrift.)

schiebbarer Kontakt K. Verbindet man diesen Kontakt durch einen Draht mit dem Vereinigungspunkt V von c und d, so fließt von V nach K kein Strom, wenn das Verhältnis der Widerstände a zu b gleich ist dem von c zu d. Daß von V nach K kein Strom fließt, kann man beobachten, wenn man in diesen Draht einen Strommesser schaltet. Ist das richtige Verhältnis der Widerstände vorhanden, so darf der Strommesser keinen Ausschlag mehr geben. Es gilt dann folgende Beziehung:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \quad \text{oder} \quad c = d \cdot \frac{a}{b} .$$

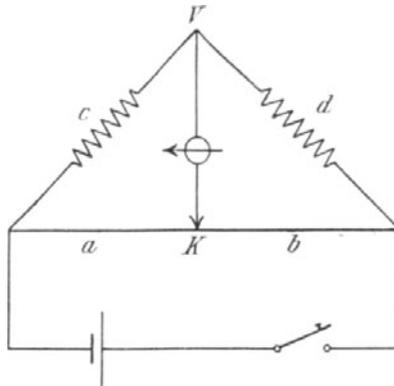


Fig. 73.

Gewöhnlich wird der Draht mit den Widerständen a und b mit einer Teilung versehen, bei der man direkt das zu der Stellung von K gehörige Verhältnis a zu b ablesen kann. An die Stelle von c legt man den zu ermittelnden unbekanntem Widerstand, während d ein bekannter Widerstand ist. Man wählt den bekannten Widerstand meist gleich 1, 10 oder 100 Ohm und ordnet ihn so an, daß man entweder 1 oder 10 usw. einschalten kann. Der Vorgang bei der Messung (Fig. 74) wäre dann ungefähr folgender: Man schließt den unbekanntem Widerstand an und verschiebt längs des Gleitdrahtes den Kontakt K so lange, bis der Strommesser nicht mehr anzeigt, dann gilt

die Beziehung:  $c = d \cdot \frac{a}{b}$ . Es sei z. B.  $d$  gleich 10 gewählt,  $\frac{a}{b}$  abgelesen gleich 0,85, dann ist der gemessene Widerstand  $c = 10 \cdot 0,85 = 8,5$  Ohm.

Bei den meisten Meßbrücken wird zur Erzeugung des Meßstromes ein Induktionsapparat verwendet und als Strommesser ein Telephon. Das Telephon tönt so lange, wie Strom hindurchgeht. Das Verschwinden bzw. Abnehmen des Geräusches bei Verschieben von  $K$  zeigt an, daß das richtige Ver-

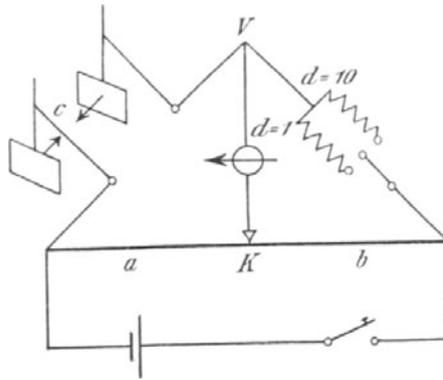


Fig. 74.

hältnis von  $\frac{a}{b}$ , d. h. der richtige Widerstandswert, gefunden wurde. Das Geräusch im Telephon verschwindet fast niemals vollständig.

Auf geräuschvollen Straßen und in der Nähe von Fabriken u. dgl. ist das Abnehmen bzw. Verschwinden des Tones im Telephon nicht immer genau festzustellen.

Die Induktionsapparate haben den Nachteil, daß leicht Störungen am Apparat auftreten und die gewöhnlich verwendeten Trockenelemente ziemlich schnell aufgebraucht werden.

Die Einrichtung der Meßapparate ist verschieden und es würde zu weit führen, hier sämtliche Konstruktionen zu erläutern.

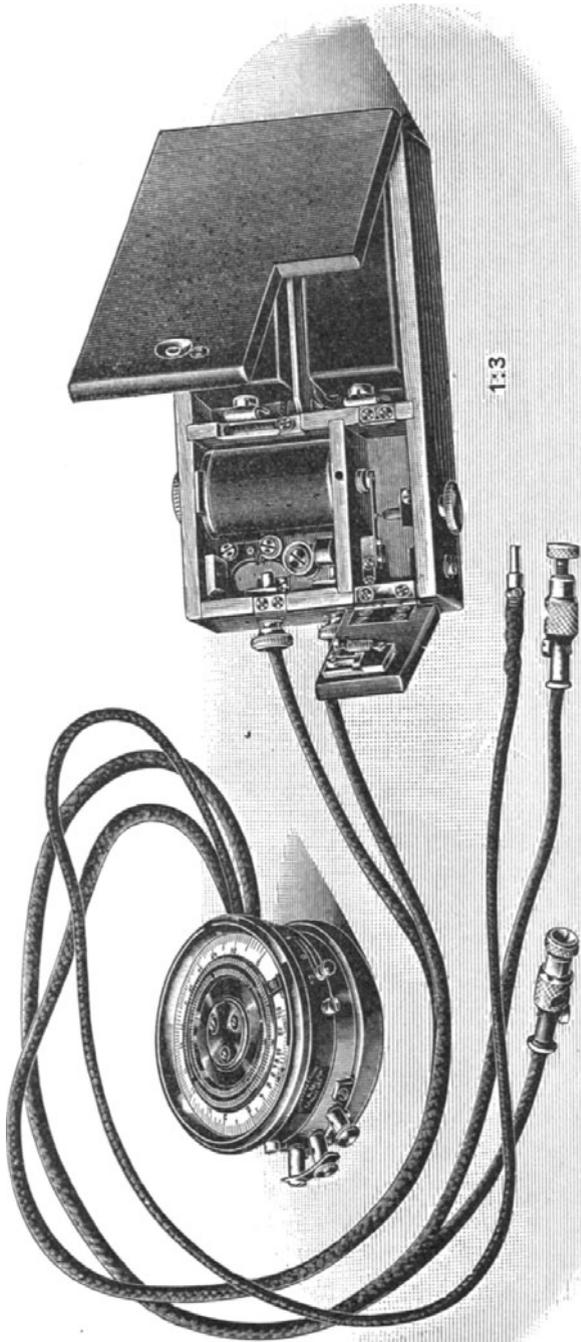


Fig. 75.

Der in Fig. 75 dargestellte Apparat ist von Dr. Nippold (fabriziert von Hartmann & Braun, Frankfurt) angegeben und enthält den Gleitdraht mit Kontakt direkt am Telephon. Es kann also dieselbe Hand, die das Telephon ans Ohr führt, gleichzeitig den Kontakt verschieben.

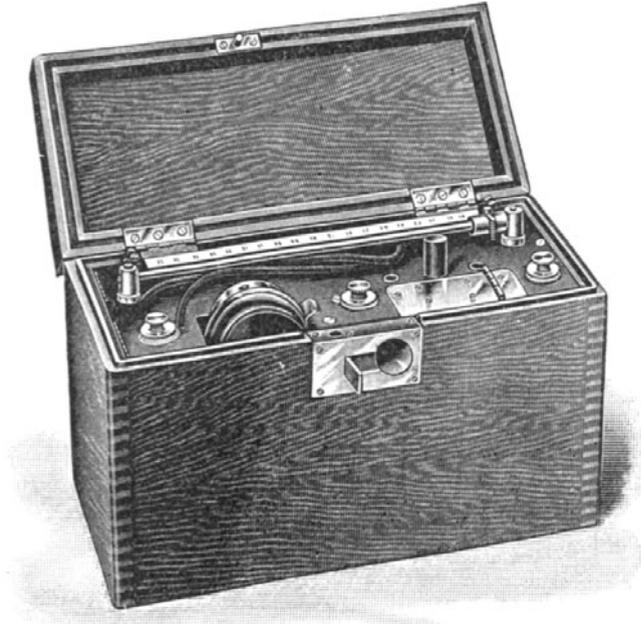


Fig. 76.

Eine andere Ausführung von Mix & Genest zeigt Fig. 76. Hier ist der Gleitdraht gerade ausgespannt, der Kasten muß bei Gebrauch geöffnet sein.

Die Meßbrücke von Siemens & Halske (Fig. 77) verwendet keinen Induktionsapparat, ist aber etwas kostspieliger und bei der Messung nicht so einfach.

Neuerdings werden von Hartmann & Braun, sowie von Mix & Genest, Brücken auf den Markt gebracht, welche unter Benutzung einer besonderen Schaltung die Berechnung des Bligableiterwiderstandes bei Verwendung von Hilfsserden er-

leichtern. Ich halte dies nicht für angebracht, da die Fälle, wo keine Wasserleitung vorhanden ist, immer seltener werden, und nach meiner Ansicht die Meßbrücke in erster Linie so einfach wie möglich in Schaltung und Bedienung sein muß.

Auf Grund der in den Blitzableiterkursen gemachten Erfahrungen habe ich eine Brücke ohne Induktionsapparat konstruiert, die trotz der Verwendung zweier Meßbereiche eine

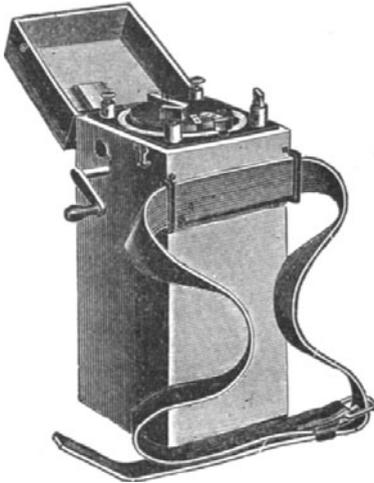


Fig. 77.

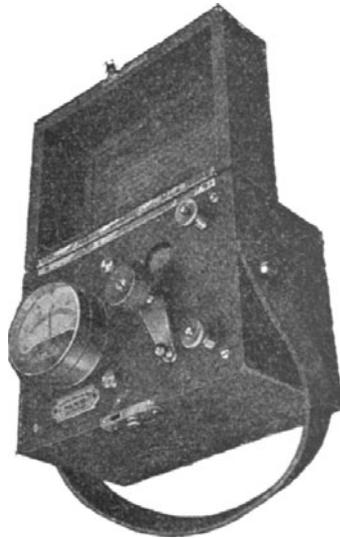


Fig. 78.

direkte Ablefung des gesuchten Widerstandes ohne Umrechnung gestattet. Außerdem ist es möglich, sowohl mit Gleichstrom als mit Wechselstrom ohne Umschaltung zu messen.

Die Gleichstrommessungen sind sehr wichtig bei den Anschlüssen an Wasserleitung, da hier die Messung mit Wechselstrom meist schwierig und ungenau ist. Statt des Telephons wird sowohl für Wechselstrom als auch für Gleichstrom an einem Galvanostop abgelesen, und fällt hierdurch das besonders auf Straßen und in der Nähe von Fabriken usw. sehr schwierige Hören mit dem Telephon ganz fort.

Die Brücke ist während des Gebrauches völlig geschlossen, so daß auch Messungen im Freien bei jeder Witterung vorgenommen werden können, ohne daß eine Beschädigung des Apparates zu befürchten ist. Der Apparat hat ein wesentlich geringeres Gewicht als die bisher verwendeten Brücken. Fig. 78 zeigt seine Anordnung.

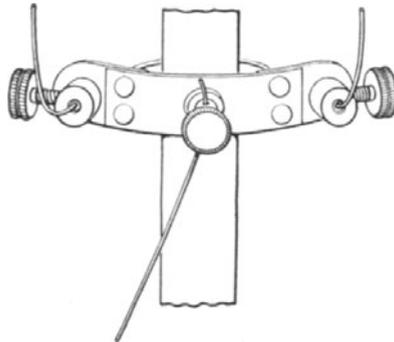


Fig. 79.

Als Befestigungsvorrichtung für den Meßdraht verwende ich eine Universalzange (Fig. 79), die gestattet, den Draht leicht an beliebig geformten Körpern zu befestigen, da man nicht

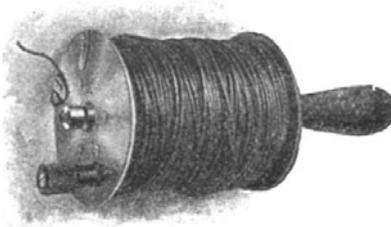


Fig. 80.

immer nur an Drähten, sondern vielfach auch an Regenabfallrohren, Gas- oder Wasserrohren u. dgl. Messungen anzustellen hat. (Obige Apparate werden von der Firma Dr. Paul Meyer, A.-G. Berlin, fabriziert.) Fig. 80 zeigt die auf Seite 92 erwähnte Kabelrolle, auf welcher ca. 50 m Draht induktionsfrei aufgewickelt ist.

Es würde hier zu weit führen, auf alle sonst noch benutzten Hilfsapparate einzugehen. Doch möchte ich von der Verwendung der sogenannten Hilfserdungen durch zusammenlegbare Platten, Erdbohrer u. dgl. abraten. Die bequemste Hilfserde, die außerdem den Vorteil eines leichten Transportes hat, ist, wie bereits angegeben, ein Stück blanker Draht, der zusammengerollt in der Tasche mitgetragen werden kann.

### **Kurze Erläuterung der elektrotechnischen Begriffe.**

Reibt man einen Kautschuk- oder Glasstab, so findet man, daß durch ihn leichte Körper angezogen werden. Man sagt dann, der Stab ist elektrisch. Es äußert sich also die Elektrizität durch die Anziehungskraft.

Hängt man zwei ungleichartig elektrisch geladene Körper beweglich auf, so üben die beiden eine Anziehungskraft aufeinander aus und werden sich unter Einwirkung dieser Kraft einander nähern. Würden diese Körper festgehalten und durch einen Draht verbunden, so werden sich die anziehenden Elektrizitäten auf dem Leiter fortbewegen; man sagt dann, es fließt durch den Leiter ein elektrischer Strom. Das Fließen des Stromes kann nur so lange erfolgen, als an den Enden ein elektrischer Druck vorhanden ist. Ist die elektrische Ladung der beiden Körper verschwunden, so wird auch das Fließen des Stromes aufhören. Um dauernd den elektrischen Strom zu erzeugen, muß **elektrischer Druck** oder **Spannung** an den Enden erhalten bleiben. Diese elektrische Spannung kann z. B. hervorgerufen werden durch ein galvanisches Element, wie es zum Betrieb von elektrischen Läutewerken verwendet wird. Man mißt den **elektrischen Druck** (Spannung) in **Volt**. Die Größe eines Volt ist ungefähr gleich der Spannung eines Elementes.

Die **Stärke** des Stromes im Draht ist abhängig von zwei Größen, erstens vom **elektrischen Druck** (Volt) und zweitens vom **Widerstand** des Drahtes. Der Strom findet beim Durchfließen des Drahtes einen gewissen Widerstand, den man sich als Reibungswiderstand vorstellen kann. Man könnte sich z. B.

denken, daß die Reibung des Stromes es ist, welche den dünnen Kohlenfaden einer Glühlampe zum Glühen bringt.

Der **Widerstand** eines Leiters ist abhängig vom **Querschnitt**, von der **Länge** und vom **Material**. Der Widerstand ist natürlich um so größer, je dünner der Draht ist, da durch einen dünnen Draht der Strom nicht bequem durchfließen kann. Ebenso ist der Widerstand größer, wenn der Draht lang ist. Die Abhängigkeit des Widerstandes vom Material erklärt sich daraus, daß die verschiedenen Materialien den Strom verschieden gut leiten, d. h. eine verschieden große Leitfähigkeit besitzen. So leitet z. B. Kupfer den Strom ungefähr siebenmal besser als Eisen. Während ganz reines Wasser den Strom überhaupt nicht leitet, wird derselbe von verunreinigtem Wasser geleitet.

Die **Einheit für den Widerstand** bezeichnet man als **Ohm**. Die Einheit des Widerstandes wird z. B. dargestellt durch einen Kupferdraht von 1 qmm Querschnitt und ca. 60 m Länge. Bei den Blitzableiterleitungen werden Kupferdrähte von 25 bis 50 qmm Querschnitt verwendet. Von diesen Drähten haben erst ca. 1500 bzw. 3000 m den Widerstand von ungefähr 1 Ohm.

Will man die **Stromstärke**, deren Einheit ein **Ampere** ist, erklären, so kann man sie durch Spannung und Widerstand ausdrücken, denn die **Stromstärke ist gleich Spannung dividiert durch Widerstand**. Der Strom wird um so größer, je größer die Spannung ist, und der Strom wird um so kleiner, je größer der Widerstand ist.

Wir haben vorher gesehen, daß durch den Strom Erwärmung eintreten kann (Glühlampen). Die Erwärmung kann bei großer Stromstärke so weit gehen, daß sogar ein Durchschmelzen des Leiters stattfindet. Diese Wirkung wird z. B. verwendet bei den Sicherungen der elektrischen Anlagen, wo ein Schmelzstreifen vor den Leitungen sitzt, und ein zu starkes Anwachsen des Stromes in den Leitungen dadurch verhindert, daß er sich bei zu großer Stromstärke erwärmt und durchschmilzt. Wäre die Bleisicherung nicht vorhanden und der Strom wäre sehr stark, so würde der Draht durchgeschmolzen.

Die hierbei auftretende Wärmewirkung ruft, wenn leicht entzündliche Gegenstände in der Nähe sind, einen Brand hervor (zündende Blitzschläge).

Bei hoher Spannung kommt eine Wirkung des elektrischen Stromes in Betracht, die vielfach bei Blitzschlägen zu beobachten ist. Wenn der Strom durch Körper hindurch muß, die Nichtleiter der Elektrizität sind, so treten große mechanische Kräfte auf. Der Strom (Blitzstrahl) durchschlägt und zertrümmert diese Körper (Steine, Holz u. dgl.).

Eine weitere Erscheinung beim elektrischen Strom ist die sogenannte Selbstinduktion. Die Wirkung der Selbstinduktion zeigt sich darin, daß beim schnellen Anwachsen des Stromes in einem Leiter dieses Anwachsen durch entgegenwirkende Kräfte verhindert wird. Die Wirkung ist kräftiger, wenn es sich um eng gewundene oder scharf umgebogene Drähte handelt. Die Selbstinduktion äußert sich wie eine Vergrößerung des Widerstandes, sie erschwert das Durchfließen des Stromes, und dieser springt deshalb leicht an solchen Stellen ab, wie sich bei verschiedenen Blitzschlägen gezeigt hat.

Diese Wirkung der Selbstinduktion zeigt sich besonders, wenn große Elektrizitätsmengen (starke Ströme) plötzlich durch Leiter hindurchfließen. Sie ist auch der Grund dafür, daß Leiter mit großer Oberfläche, Bänder, Bleche, Regenabfallrohre u. dgl. als Ableiter besonders gut geeignet sind.

Wenn man sich die ähnlichen Vorgänge beim Fließen von Wasser vergegenwärtigt, so wird dies ohne weiteres einleuchten. In dünnen oder stark gebogenen Röhren, die für ruhig (langsam) fließendes Wasser gut ausreichen, werden bei plötzlich und mit großem Druck eingeleiteten Wassermengen Stauungen (Widerstandserhöhungen) hervorgerufen. Die Rohre platzen hierdurch und das Wasser fließt an der Seite (Seitenentladung) aus.

## Leitfähe über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz.

(Aufgestellt vom Elektrotechnischen Verein und angenommen auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker 1901.)

1. Der Blitzableiter gewährt den Gebäuden und ihrem Inhalte Schutz gegen Schädigung oder Entzündung durch den Blitz. Seine Anwendung in immer weiterem Umfange ist durch Vereinfachung seiner Einrichtung und Verringerung seiner Kosten zu fördern.

2. Der Blitzableiter besteht aus:

- a) den Auffangvorrichtungen,
- b) den Gebäudeleitungen und
- c) den Erdleitungen.

a) Die Auffangvorrichtungen sind emporragende Metallkörper, =Flächen oder Leitungen. Die erfahrungsgemäßen Einschlagstellen (Turm- oder Giebelspitzen, Firstkanten des Daches, hochgelegene Schornsteinköpfe und andere, besonders emporragende Gebäudeteile) werden am besten selbst als Auffangvorrichtungen ausgebildet, oder mit solchen versehen.

b) Die Gebäudeleitungen bilden eine zusammenhängende metallische Verbindung der Auffangvorrichtungen mit den Erdleitungen; sie sollen das Gebäude, namentlich das Dach möglichst allseitig umspannen und von den Auffangvorrichtungen auf den zulässig kürzesten Wegen und unter tunlichster Vermeidung scharfer Krümmungen zur Erde führen.

c) Die Erdleitungen bestehen aus metallenen Leitungen, welche sich an die unteren Enden der Gebäudeleitungen anschließen und in den Erdboden eindringen; sie sollen sich hier unter Bevorzugung feuchter Stellen möglichst weit ausbreiten.

3. Metallene Gebäudeteile und größere Metallmassen im und am Gebäude, insbesondere solche, welche mit der Erde in großflächiger Berührung stehen, wie Rohrleitungen, sind tunlichst unter sich und mit dem Blitzableiter leitend zu verbinden<sup>1)</sup>. Insofern sie den in den Leitfähen 2, 5 und 6 gestellten Forderungen entsprechen, sind besondere Auffangvorrichtungen, Gebäude- und Erdleitungen entbehrlich. Sowohl zur Dervoll-

---

Anmerkung. Belehrung über die Wirkung der Blitzableiter findet man in dem vom Elektrotechnischen Verein herausgegebenen Schrift „Die Blitzgefahr“ Nr. 1 und 2 (Berlin, Julius Springer). Praktische Anleitungen für die Errichtung von Gebäude-Blitzableitern, wesentlich im Sinne obiger Leitfähe, sind in dem Siedeisen'schen Buch: „Ratschläge über den Blitzschutz der Gebäude“ (Berlin, Julius Springer) enthalten.

<sup>1)</sup> „Blitzableitungen, die nicht mit den Metallmassen, Rohrleitungen usw. leitend verbunden sind, sind stets unvollkommen, da ein Überspringen des Blitzes auf die letzteren häufig eintritt. Das Wort „tunlichst“ bezieht sich auf die Fälle, in denen der Anschluß durch anderweitige Vorschriften nicht gestattet oder erschwert wird.“

Tomnung des Blitzableiters als auch zur Verminderung seiner Kosten ist es von größtem Wert, daß schon beim Entwurf und bei der Ausführung neuer Gebäude auf möglichste Ausnutzung der metallenen Bauteile, Rohrleitungen u. dgl. für die Zwecke des Blitzschutzes Rücksicht genommen wird.

4. Der Schutz, den ein Blitzableiter gewährt, ist um so sicherer, je vollkommener alle dem Einschlag ausgesetzten Stellen des Gebäudes durch Auffangvorrichtungen geschützt, je größer die Zahl der Gebäudeleitungen und je reichlicher bemessen und besser ausgebreitet die Erdleitungen sind. Es tragen aber auch schon metallene Gebäudeteile von größerer Ausdehnung, insbesondere solche, welche von den höchsten Stellen der Gebäude zur Erde führen, selbst wenn sie ohne Rücksicht auf den Blitzschutz ausgeführt sind, in der Regel zur Verminderung des Blitzschadens bei. Eine Vergrößerung der Blitzgefahr durch Unvollkommenheiten des Blitzableiters ist im allgemeinen nicht zu befürchten.

5. Derzweigte Leitungen aus Eisen sollen nicht unter 50 qmm, unverzweigte nicht unter 100 qmm stark sein. Für Kupfer ist die Hälfte dieser Querschnitte ausreichend; Zink ist mindestens vom ein- und einhalbfachen, Blei vom dreifachen Querschnitt des Eisens zu wählen. Der Leiter soll nach Form und Befestigung sturmsicher sein.

6. Leitungsverbindungen und Anschlüsse sind dauerhaft, fest, dicht und möglichst großflächig herzustellen. Nicht geschweißte oder gelötete Verbindungsstellen sollen metallische Berührungsf lächen von nicht unter 10 qcm erhalten.

7. Um den Blitzableiter dauernd in gutem Zustande zu erhalten, sind wiederholte sachverständige Untersuchungen erforderlich, wobei auch zu beachten ist, ob inzwischen Änderungen an dem Gebäude vorgekommen sind, welche entsprechende Änderungen oder Ergänzungen des Blitzableiters bedingen.

## **Erläuterungen und Ausführungsvorschläge <sup>1)</sup>.**

- A. Allgemeines über Blitzgefahr und Blitzschutz.
- B. Ausführungsvorschläge.
- C. Die Prüfung.

### **A. Allgemeines über Blitzgefahr und Blitzschutz.**

Die Statistik zeigt, daß durch Blitzschlag alljährlich bedeutende volkswirtschaftliche Werte vernichtet werden, und zwar auf dem Lande in weit höherem Maße als in der Stadt.

Um diesen Schaden und die Gefahr für Personen und Haustiere zu vermindern, sollten Gebäudeblitzableiter in weit größerem Umfange wie

<sup>1)</sup> Aufgestellt vom Elektrotechnischen Verein und angenommen auf Jahresversammlung des D. D. G. 1913.

bisher, besonders auf dem Lande, eingeführt werden. Mindestens sollten Blitzableiter erhalten:

a) Gebäude, in denen größere Menschenansammlungen stattfinden, wie Kirchen, Kasernen, Unterrichtsanstalten, Versorgungs- und Krankenhäuser, Gefängnisse, Theater und Gebäude, in denen Schausstellungen stattfinden, Versammlungslokale, Gasthöfe, Fabriken, größere Geschäftshäuser;

b) Gebäude, welche zur Herstellung, Verarbeitung und Lagerung großer Mengen leicht entzündlicher und schwer zu löschender bzw. explosiver Gegenstände oder Materialien bestimmt sind, wie Feuerwerkskörper, Zündhölzer, Dynamit, Pulver, Petroleum, Spiritus, Benzin;

c) Gebäude, durch deren Zerstörung ein größerer Teil der Bevölkerung in Mitleidenschaft gezogen wird, z. B. Elektrizitätswerke, Gaswerke, Wasserwerke;

d) Gebäude, deren Inhalt einen hohen wissenschaftlichen, geschichtlichen oder künstlerischen Wert aufweisen, der im Fall oder Zerstörung sehr schwer oder gar nicht ersetzbar ist, z. B. Museen, Bibliotheken, Gerichtsgebäude;

e) Gebäude, welche wegen ihrer Höhe, vereinzelter Lage oder ihres Standortes dem Blitzschlag besonders ausgesetzt sind, wie Türme, einzelstehende Schornsteine, Windmühlen, Seidscheunen, einzeln stehende Häuser auf Höhen;

f) Weichgedeckte Gebäude, insbesondere solche, deren Bedachung nicht durch Imprägnierung wirksam gegen Entflammung geschützt ist;

g) Gebäude, die bereits vom Blitz getroffen wurden, oder in deren Nähe der Blitz schon öfter eingeschlagen hat.

Der Blitzgefahr begegnet man nach der grundlegenden Idee Franklin — im allgemeinen vollständig — durch Herstellung einer von den höchsten Teilen des Gebäudes bis zu den großen Leitermassen des Erdreichs führenden, zusammenhängenden metallischen Leitung. Spätere Erkenntnisse über die Natur des Blitzes und über die elektrischen Vorgänge in Leitern, sowie die ausgedehnte Statistik über Blitzschläge haben den Grundgedanken des Franklin'schen Blitzleiters in keiner Weise erschüttert, vielmehr seine Richtigkeit fortgesetzt erhärtet. Sie haben nur gelehrt, die Ursachen für vereinzelt vorkommende, unvollkommene Wirkungen der Blitzableiter aufzudecken, den dahin gehörigen bis auf Seitenentladung, Induktion und elektrischen Schwüngen beruhenden unbequemen Nebenercheinungen entweder durch zweckmäßigen Anschluß an benachbarte Metalle oder nach dem Vorgange von Saraday und Messens durch Vermehrung der Auffangvorrichtungen, Leitungen und Erdanschlüsse vorzubeugen und die genauere Bewertung der Materialien und Konstruktionsteile der Blitzableiter aufzustellen. Neuere, insbesondere von Findeisen getragene Bestrebungen haben versucht, eine Verbilligung und dadurch gesteigerte Verbreitung der Blitzableiter zu erzielen durch tunlichste Verminderung hoher kostspieliger Auffangstangen, durch Mitbenutzung metallischer Gebäudeteile und durch angemessenen Ersatz der oft schwierig auszuführenden Grundwasseranschlüsse

durch Heranziehung der oberen Schichten des Erdreichs. Diese höchst beachtenswerten und vielfach erprobten Versuche stehen nicht im Gegensatz zu der altbewährten auf den Schultern von Franklin ruhenden Grundlage des Blitzableiterbaues.

Die Herstellung einer Blitzableiteranlage soll stets auf Grund einer Zeichnung erfolgen, die nach Fertigstellung der Ausführung entsprechend richtigzustellen ist. Die Zeichnung ist sorgfältig aufzubewahren und bei baulichen Veränderungen und Reparaturen stets zu ergänzen. Die Zeichnung muß einen Vermerk tragen, aus dem hervorgeht, welche Materialien verwendet wurden, und welche Besonderheiten bei der Verlegung eingetreten sind.

Es lassen sich wirksame Blitzableiter vielfach leichter und billiger herstellen, wenn der Architekt gleich beim Entwurf und Bau des Hauses auf den Blitzschutz Rücksicht nimmt. An allen Gebäuden mit Dachrinnen und Regenabfallröhren können durch Ausnutzung dieser Teile schon wesentliche Vereinfachungen und Verbilligungen der Blitzableiteranlage erzielt werden. Sind noch weitere Metallteile am Gebäude vorhanden, wie Firstbleche, Gratzinker, Ortgangbleche, so kann schon durch zuverlässige Verbindung dieser Metallteile und kleine Ergänzungen oftmals eine ausreichende Blitzschutzanlage erreicht werden.

Man kann nicht damit rechnen, daß eine Blitzableitung durch ihre Spitzen die Entstehung von Blitzen verhütet. Der Blitzableiter soll vielmehr die ohnehin über dem Gebäude niedergehenden Blitzschläge aufnehmen und gefahrlos zur Erde ableiten. Um diese Absicht zu erreichen, ist es notwendig, bei dem Entwurf der Blitzableiteranlage jeweils Rücksicht zu nehmen auf die Art des zu schützenden Gebäudes, auf seine Lage, seine Form und Dimensionen, seinen Inhalt an gefährdeten Gegenständen, wie an metallischen Körpern, auf die Untergrundverhältnisse und die Umgebung. Es läßt sich aus diesem Grunde auch kein Blitzableiterschema angeben, das in allen Fällen zweckmäßig wäre, vielmehr ist es Sache des erfahrenen Blitzableitertechnikers, die Blitzableiteranlage den besonderen Verhältnissen jedes Falles so anzupassen, das bei ausreichender Dauerhaftigkeit und genügendem Schutz möglichst einfache Hilfsmittel angewandt werden und entsprechend geringe Kosten entstehen.

Die Vollkommenheit des Blitzschutzes und der damit in Zusammenhang stehende Kostenaufwand sollte dem Umfang des durch Blitzschlag zu befürchtenden Schaden angepaßt werden, z. B. durch Wahl entsprechender Anzahl von Ableitungen und Erdleitungen. Für ländliche Anlagen und einfache städtische Gebäude ist verzinktes Eisen, das den Vorteil einer großen mechanischen Festigkeit besitzt, durch eine große Oberfläche als Ableiter sehr gut geeignet und außerdem dem Diebstahl nicht ausgesetzt ist, zu empfehlen. Es kann in der Form von Draht, Band Eisen oder Drahtseil Verwendung finden.

Spielen die Mehrkosten keine Rolle, so kann Kupfer als Draht, Band oder Seil verwendet werden, da es den Witterungseinflüssen länger widersteht.

Bei der Anbringung der Leitungen ist Wert darauf zu legen, daß das Aussehen des Gebäudes durch die Leitungen und Auffangvorrichtungen nicht ungünstig beeinflusst wird. Die Anlage läßt sich leicht so gestalten, daß sich die Auffangvorrichtungen und Leitungen den Linien des Gebäudes gut anschmiegen.

Für die Herstellung der Blitzableiteranlagen geben die Leitfäche des Elektrotechnischen Vereins die allgemeinen Richtlinien.

Die folgenden Ausführungsvorschläge sollen daher teils als Erläuterungen zum Verständnis der Leitfäche, teils als Vorschläge für mit den Leitfächen in Einklang stehende Ausführungen angesehen werden.

## B. Ausführungsvorschläge.

### 1. Auffangvorrichtungen:

Über die Auffangvorrichtungen sagen die Leitfäche:

„Die Auffangvorrichtungen sind emporragende Metallkörper-Flächen oder Leitungen. Die erfahrungsgemäßen Einschlagstellen (Turm- oder Giebelspitzen, Firstkanten des Daches, hochgelegene Schornsteinköpfe und andere besonders emporragende Gebäudeteile) werden am besten selbst als Auffangvorrichtungen ausgebildet oder mit solchen versehen.“

Bestehen solche Bauteile aus Metall, so ist es nur erforderlich, sie mit ihren unteren Enden an die Blitzableitung anzuschließen. Ist der Querschnitt des Metallkörpers nicht ausreichend, oder bestehen die emporragenden Gebäudeteile aus nicht leitendem Stoff, so wird ein Leitungsabzweig an ihnen bis über ihre Oberkante hinweg emporgeführt. So sind z. B. Windfahnen, Zierknaufe, Firmenschilder u. dgl., deren Querschnitt den Leitfächen genügt, ohne weiteres als Auffangvorrichtung zu benutzen. Hierbei ist das unter Absatz 4 über Verbindungen Gesagte zu berücksichtigen.

Von den am Gebäude vorhandenen Schornsteinen sollen wenigstens die bis zur Höhe des Firstes reichenden oder etwa 1 m aus der Dachfläche hervorragenden mit Auffangvorrichtungen versehen werden. Diese können bestehen entweder aus den erwähnten einfachen Leitungen, die an ihnen hochgeführt sind und den Kamin ein Stück überragen, oder aus den am Kamin sowieso vorhandenen Metallteilen, die mit der Leitung verbunden werden. Ferner lassen sich Metallabdeckplatten, Einfassungen aus Metall oder am Kamin angebrachte kurze Stangen als Auffangvorrichtungen verwenden. Ähnlich wie mit den Schornsteinen ist mit etwa vorhandenen Dunstrohren und Abluftkästen zu verfahren.

Die Zahl der Auffangvorrichtungen ist so zu bemessen, daß der Abstand zwischen ihnen nicht größer als 15 bis 20 m wird.

Ragen keine oder nur wenige Teile aus dem Dach empor, so kommen als erfahrungsgemäße Einschlagstellen der Reihenfolge nach in Betracht:

1. Die Endpunkte des Firstes (die Giebelspitzen).
2. Der First selbst.
3. Die Giebelkanten vom First zur Traufe.
4. Die Traufkanten selbst, namentlich bei freistehenden Gebäuden mit flachen Dächern.

Der Schutz dieser Kanten und Ecken geschieht meist am vorteilhaftesten durch gleichlaufend mit ihnen verlegte Fangleitungen.

Die Giebelspitzen und der First müssen immer geschützt werden. Von einem besonderen Schutz der Giebel und der Traufkanten kann bei steilen Dächern meist abgesehen werden; hat aber ein Dach eine Neigung von nur  $25^\circ$  oder weniger, so ist zu erwägen, ob für Giebel und Traufkanten besondere Fangleitungen zu legen sind.

Wenn besondere Gründe vorliegen, die Einschlagstellen des Blitzes möglichst weit von der Dachfläche fernzuhalten, z. B. bei Strohdächern und Gebäuden mit gefährlichem Inhalt, so kann man Stangen von größerer Länge als Auffangvorrichtung verwenden. Will man Stangen benutzen, so ist eine Mehrzahl von niedrigen Stangen einer einzigen oder wenigen hohen vorzuziehen. Die Stangen können aus verzinktem Rund- oder Vierkant-eisen bestehen oder aus galvanisiertem Rohr, das oben metallisch abzuschließen ist. Der Form der Endigung wird kein besonderer Wert beigelegt. Edelmetallspitzen sind keinesfalls erforderlich. Der Anschluß der Gebäudeleitungen an die Stange erfolgt am einfachsten durch eine Schelle am Fuß der Stange, oder durch besondere mit dem Fuß der Stange von vornherein verschweißte Anschlußmuffen. Emporführung der Leitung im Innern der Stange ist zu verwerfen.

## 2. Gebäudeleitungen.

Dieselben stellen die Verbindung zwischen den Auffangvorrichtungen und den Leitermassen des Erdreichs her. Als Material für die Gebäudeleitungen soll im allgemeinen Kupfer, Eisen oder Zink verwendet werden. Andere Metalle sollten nur für Nebenleitungen in Betracht kommen, wenn schon Hauptleitungen auf den vorgenannten Metallen vorhanden sind. Wenn möglich, empfiehlt es sich, den Leitungsmaterialien große Oberfläche zu geben.

Die Leitungen gelten als unverzweigt, wenn sie den gesamten Blitzstrom führen müssen.

Leitungen sind verzweigt, wenn sie nur einen Teil des Blitzes zu führen haben, d. h. wenn von den Auffangvorrichtungen aus mehrere Leitungen zur Erde führen; das ist der normale Fall bei Gebäudeleitungen.

Es ergeben sich dann nach den Leitfähigkeiten die folgenden Minimalquerschnitte:

	Kupfer	Eisen	Zink	Blei
verzweigt . . . . .	25	50	75	150
unverzweigt . . . . .	50	100	150	300

Für die verschiedenen hauptsächlich in Betracht kommenden Materialien sind etwa die folgenden Abmessungen zu empfehlen:

**Kupfer:**

	unverzweigt Durchmesser mm	verzweigt Durchmesser mm
Draht . . . . .	8	7 <sup>1)</sup>
Band . . . . .	2 × 25	2 × 15
Seil . . . . .	7 Drähte von 3,4	7 Drähte von 2,3

**Eisen:**

Draht . . . . .	11	8
Band . . . . .	3 × 30	2 × 25
oder	3 × 35	2,5 × 20
Seil . . . . .	12 Drähte von 3,3	7 Drähte von 3,3

**Zinn**

kommt im allgemeinen nicht als besonders verlegte Leitung in Betracht, sondern meist als Konstruktionsmaterial bei Gebäuden. Es ist jeweils der Querschnitt zu berechnen und zu kontrollieren.

Dasselbe gilt für Blei.

Eisenleitungen sollten nur gut verzinkt verwendet werden. Außerdem empfiehlt es sich, nach der Verlegung einen rostschützenden Anstrich zu geben und zu unterhalten.

Die Gebäudeleitungen zerfallen ihrer Lage nach in Dachleitungen und Ableitungen. Alle Leitungen sind in großen Längen zu verwenden und Verbindungen möglichst zu vermeiden.

a) Dachleitungen: Die Dachleitungen sollen über die Stellen geführt sein, welche dem Einschlagen des Blitzes am meisten ausgesetzt sind. Sie sollen auf den First, auf Graten und Kanten, Giebeln, und zwar besonders dort liegen, wo diese Teile sich auf der Wetterseite befinden. Die Dachleitungen dienen dann als Sangleitungen.

Ist ein First länger als 20 m, so sollen die von der Firstleitung zu den Ableitungen führenden Drahtleitungen nirgends weiter als 15 bis 20 m entfernt sein. Bei geringerer Dachneigung als etwa 35° wächst die Gefahr eines Einschlages in die Dachfläche. Derselben begegnet man durch Herabsetzung des Abstandes der Dachleitungen, durch Anbringung von horizontalen parallel zum First laufenden Leitungen, insbesondere einer solchen längs der Traufkante, oder durch Anbringung besonderer, die Dachfläche schützender Auffangvorrichtungen.

Die Befestigung der Leitungen kann auf verschiedene Weise erfolgen, jedenfalls sind alle sog. Isolierungen durch Porzellan, Glas u. dgl. zu vermeiden.

<sup>1)</sup> Aus Festigkeitsrücksichten sollte Draht von 6 mm Durchmesser entsprechend dem zulässigen Querschnitt von 25 qmm nicht verwendet werden.

Bei weichgedeckten Gebäuden (Stroh-, Rohr-, Schilf- oder Schindel-dächern) ist die Leitung mittels Holzstützen mindestens 40 cm über dem First und im Abstand von mindestens 20 cm von den Dachflächen zu verlegen.

Bei hartgedeckten Dächern kann man die Leitungen entweder mit Hältern so befestigen, daß sie direkt auf der Dachfläche aufliegen oder sich in einem Abstand von 3 bis 5 cm vom Dache befinden. Hierbei können die Leitungen entweder über dem First liegen oder seitlich davon.

Die abwärts führenden Dachleitungen kann man statt auf den Dachflächen auf den Windbrettern der Giebelseiten verlegen; diese Verlegung kann auch anliegend erfolgen.

Die Halter sind in Abständen von 1 bis 2 m anzubringen. Als Material für die Halter ist gutes, zähes, verzinktes Eisen oder auch Kupfer zu verwenden.

Sind die Firste, Grate, Kehlen, Windbretter oder dgl. mit Metall verkleidet, so sind diese Metallteile unter sich und mit den Auffangvorrichtungen zu verbinden. Es sind keine besonderen Dachleitungen mehr erforderlich, wenn diese Metallteile den durch die Leitfäße geforderten Querschnitt haben, und ihre Stoßstellen den in den Leitfäßen aufgestellten Bedingungen für die Verbindungen in den Leitungen entsprechen. Sind die Metallteile schwächer, so können sie entweder als Zweigleitungen eingeschaltet und durch beigelegte Leitungen verstärkt und als einzige Leitung verwendet werden.

Bei Dächern, die ganz oder auf großen Strecken mit Metall gedeckt sind, können besondere Leitungen fortfallen, wenn die Metallstücke mit den Auffangvorrichtungen und unter sich verbunden sind. Dasselbe gilt für Gebäude mit zusammenhängenden eisernen Dachstühlen bei Verwendung geeigneter Auffangvorrichtungen. Jedenfalls müssen alle größeren auf dem Dache oder in dessen Höhe vorhandenen Metallstücke, wenn sie auch nicht als Leitungen benutzt werden, wenigstens unten verbunden werden.

Zu diesen Metallteilen gehören: Kaminaufsätze, Windfahnen, Zierknaufe, Firstzinke, Gratzinke, Kehlbleche und andere Blechverwahrungen, Dachrinnen, Kiesleisten, Schneefanggitter, große eiserne Dachfenster, eiserne Gestänge für elektrische Leitungen, Glockenstühle, Uhrtransmissionen, Wasserreservoirs, eiserne Treppengeländer, eiserne Leitern, Reflameschilder u. dgl. Die das Dach durchdringenden Metallkörper wie Auffangstangen, Sahnenstangen usw., sind mit ihrem unteren Ende anzuschließen, wenn sie in den Dachraum hineintragen und wenn andere Metallteile ihrem unteren Ende nahekommen, oder geerdete Leiter leicht erreichbar sind. Je schlechter der Erdschluß der ganzen Blitzableitung ist, um so notwendiger ist die Erdung solcher in das Gebäude eindringenden Metallteile.

Die Verbindungen der Metallteile untereinander und mit den Ableitungen sollen möglichst entsprechend dem Absatz 4 durchgeführt werden; dienen die Metallteile als einzige Leitungen, so müssen diese Bedingungen eingehalten werden.

b) Ableitungen: Hierunter sollen die Ableitungen verstanden werden, die vom Dache zu den Erdleitungen führen.

Im allgemeinen sollen an jedem Gebäude mindestens zwei Ableitungen vorhanden sein. Im übrigen wird ihre Zahl dadurch bestimmt, daß jede quer zum First gelegene Dachleitung einer in derselben Linie verlaufenden Ableitung entspricht. Wenn jedoch Metalldächer als Dachleitung dienen, oder wenn die Dachleitungen an eine längs der Traufkante vorhandene zusammenhängende Leitung angeschlossen sind, kann die Anzahl der Ableitungen dadurch bemessen werden, daß der Abstand der Ableitungen voneinander nicht größer als 20 m sein soll.

Bei höheren Türmen und Schornsteinen empfiehlt es sich, zwei Ableitungen zu verwenden, von denen eine möglichst an der Wetterseite verlegt wird.

Die Leitungen an den Wänden können auf 2 bis 5 cm hohen Stützen verlegt oder unmittelbar aufliegend mit Hasen oder entsprechenden Krampe in Abständen von etwa 1 m befestigt werden. Dann sind diese zweckmäßig mit einem Anstrich zu versehen, der sie vor einem Angreifen durch Mauerfalze u. dgl. schützt.

Sind an oder im Gebäude Metallteile vorhanden, die sich vom Dache aus nach der Erde erstrecken, und die bei genügender Dauerhaftigkeit den für Gebäudeleitungen gestellten Bedingungen entsprechen, so können diese als Ableitungen benutzt werden.

Sehr günstige Ableitungen bilden wegen ihrer großen Oberfläche die Abfallrohre, wenn die einzelnen Rohrschüsse so gut ineinander passen, daß eine dauerhafte Verbindung gewährleistet ist, oder wenn sie durch aufgelötete Streifen von entsprechendem Querschnitt bzw. durch eine am Rohr angebrachte Leitung Verbindung besitzen. Sind die Kehlen, Regenrinnen und Abfallrohre von solcher Art, daß über ihren Fortbestand und gute Unterhaltung Zweifel bestehen können, so dürfen sie nicht an Stelle einer vorgeschriebenen Ableitung verwendet werden. Anzuschließen sind sie trotzdem. Ebenso können eiserne vertikale Träger als Ableitungen verwendet werden, wenn es möglich ist, sie an den äußersten Enden mit den Dachleitungen und Erdleitungen zu verbinden.

Sind die Wände eines Gebäudes ganz aus Metall, oder sind größere zusammenhängende Metallteile vorhanden, die bis zum Erdboden gehen und gute Erdleitung besitzen oder erhalten, so können besondere Ableitungen fortfallen. Größere Metallteile, auch wenn kein vollständiger metallischer Zusammenhang zwischen ihnen besteht, sind tunlichst mit der Ableitung, und zwar dann an beiden Enden, zu verbinden.

Je vereinzelter solche Metallgegenstände sind, je mehr sie im Innern des Gebäudes liegen, je besser sie gegen die Erde isoliert sind und je mehr sie in horizontaler Richtung verlaufen, desto weniger ist die Verbindung mit dem Blitzableiter notwendig. Die Blitzableitung ist dann möglichst fern von den Metallobjekten zu führen.

Die sich in den Gebäuden bis in die Nähe des Daches erstreckenden

Rohre der Gas- und Wasserleitung und der Zentralheizung sind mit den Dachleitungen zu verbinden; die Zentralheizung ist auch unten an die Erdleitung anzuschließen. Ebenso sollen eiserne Treppen und sonstige, besonders aber die sich in größerer Länge senkrecht erstreckenden Metallteile oben und unten angeschlossen werden. Der untere Anschluß ist entbehrlich, wenn die Metallteile an sich gut geerdet sind. Je näher sie einer Ableitung liegen, um so wichtiger ist ihr Anschluß.

In ihrem unteren Teil, vor dem Eintritt in den Boden, sind die Ableitungen durch übergelegte zirka 2 bis 2,5 m lange Winkleisen, U-Eisen, Holzleisten oder dgl. gegen Beschädigungen zu schützen. Bei Verwendung von Eisenrohren empfiehlt es sich, sie am oberen Ende mit der Leitung zu verbinden. Alle Schutzverkleidungen sind ungefähr 20 bis 30 cm tief in die Erde mit einzuführen. Bei Eisenleitungen kann auch der Schutz in der Weise durchgeführt werden, daß die Leitung auf der bedrohten Strecke so stark bemessen wird, daß sie selber den zu befürchtenden Angriffen standzuhalten vermag.

Bei den als Ableitungen benutzten Abfallrohren legt man den Anschluß an die Erdleitung zweckmäßig hinter das Rohr und schafft hierdurch einen Schutz. Der Eintritt in die Erde kann noch besonders geschützt werden.

Den Anschluß der Erdleitung an das Abfallrohr stellt man durch eine Schelle von verzinktem Eisen, Zinn oder Kupfer (je nach Rohrmaterial) her, die an das Rohr mittels Schraubung festgeklemmt wird. Die Rohrschelle kann derartig eingerichtet sein, daß sie gleichzeitig eine Trennstelle ergibt.

Die Trennstellen, die im allgemeinen über der Schutzverkleidung in den Ableitungen sitzen sollen, sind überall dort erforderlich, wo die Widerstandsmessung einer unzugänglichen Verbindung ermöglicht werden soll und zu diesem Zweck Verzweigungen des Stromweges ausgeschaltet werden müssen, vor allem bei den Haupterdleitungen. Die Trennstellen sollen leicht lösbar sein, sich aber nicht von selbst lösen können, große Berührungsflächen besitzen und nicht leicht oxydieren.

Bei bandförmigen Leitern genügt z. B. das Übereinandergreifen zweier Bänder auf einer Länge von 10 bis 15 cm, und die Aufeinanderpressung durch drei großköpfige Mutterschrauben unter Zwischenlage von Weichmetall. Ein am oberen Ende angebrachtes Tropfblech schützt vor Eindringen von Feuchtigkeit. Bei Draht- oder Seilleitungen sind die üblichen Schraubverbindungen einfacher Konstruktion zu verwenden.

### 3. Erdleitungen.

Auf die Herstellung guter Erdleitungen ist der allergrößte Wert zu legen. Für die Leitungen in der Erde können die gleichen Materialien wie für die Gebäudeleitungen (S. 117), mindestens mit dem dort angegebenen Querschnitt, verwendet werden. Mit Rücksicht auf die Haltbarkeit empfiehlt es sich, hierbei die Materialien nicht unter 2 mm, bei Kupfer nicht unter 1,5 mm Dicke zu wählen.

Befinden sich im Gebäude oder in einer Entfernung von weniger als 10 m Gas- oder Wasserleitungsrohre, so sind diese unbedingt in erster Linie als Erdleitung zu benutzen. Sind beide Rohrsysteme vorhanden, so empfiehlt es sich, dieselben auch untereinander zu verbinden. Gasmesser sind durch Leitungen zu überbrücken, solange ihre Bauart an sich nicht Sicherheit gewährleistet.

Der Anschluß der Ableitungen an die Rohrleitungen kann in den Kellerräumen oder im Erdboden geschehen. Er wird zweckmäßig mit einer Schelle hergestellt. Die Anschlußschellen müssen so stark bemessen sein, daß eine kräftige Pressung zwischen dem Schellentkörper und der Rohrwandung erzeugt werden kann. Die Schelle muß mit einer Zwischenlage von Weichmetall fest auf das Rohr gepreßt werden. Man kann dann das Ganze nochmals mit Blei umgießen und stark mit Teer oder geteertem Hanf umgeben.

Bei in der Erde liegenden Anschlüssen sollte der Teeranstrich, welcher die Anschlüsse gegen Zerstören durch Bodenfeuchtigkeit schützt, keinesfalls fehlen. Er ist auch bei Verbindungen von Leitungen unter sich in der Erde zu verwenden.

Beim Anschluß einer einzelnen Ableitung an ausgedehnte Metallrohrnetze ist eine weitere Erdung für diese Ableitung überflüssig. Sind mehrere Ableitungen vorhanden, so sind, unter Berücksichtigung der unter 3 und 6 aufgeführten Gesichtspunkte auch mehrere Erdungen vorzusehen.

Zur Erdung empfehlen sich bei hochliegendem Grundwasser größere in dasselbe versenkte flächen-, netz- oder röhrenförmige Metallkörper; die zu diesen führenden Erdleitungen sollen sich auf möglichst große Länge in den bestleitenden Erdschichten erstrecken. Bei tiefliegendem und schwer erreichbarem Grundwasser sind an Stelle jener Metallkörper möglichst lange und tunlichst verzweigte Oberflächenleitungen zu verwenden. Diese sind so tief zu verlegen, daß sie einerseits genügend gegen mechanische Beschädigungen geschützt sind, andererseits die bestleitenden Erdschichten aufsuchen. Oberflächenleitungen sind je nach den Bodenverhältnissen verschieden lang zu wählen. Bei gutem Boden (Humus oder Lehm) werden Längen von 10 bis 15 m für jede Ableitung meist ausreichen. Bei trockenem und sandigem Boden sind die Leitungen gegebenenfalls um das ganze Gebäude zu legen (Abstand ungefähr 1,5 bis 2 m), und Ausläufer, die sich auch fächerförmig verteilen können, nach feuchten Stellen zu führen. Ebenso kann die Erdung durch Verbindung der Erdleitungen untereinander verbessert werden, durch Ausläufer nach benachbarten Dungstätten, Teichen, Gräben, Brunnen, Pumpen mit eisernen Brunnenstöden u. dgl. Wenn diese sich näher als 15 m vom Gebäude befinden, so ist mindestens ein Teil derselben anzuschließen.

Handelt es sich um Gebäude, die durch ihren Inhalt (viele Metallteile, explosive Stoffe oder dgl.) stark gefährdet sind, so ist auf die Erdleitung erhöhter Wert zu legen.

Gestatten besonders schwierige Bodenverhältnisse die Verwendung von Oberflächenleitungen oder die gewünschten unterirdische Verbindung

der Erdleitungen nicht, so sind oberirdische, nahe der Oberfläche oder im Keller geführte Verbindungen der Ableitungen zulässig.

Sind an einem Gebäude nicht alle nach dem Boden zu verlaufenden Metallteile (wie Abfallrohre u. dgl.) an die Erdleitung angeschlossen, so kann man sie als Nebenleitungen verwenden, indem man wenigstens kurze Leitungen von 3 bis 5 m als Oberflächenleitungen in die Erde führt.

#### 4. Verbindungen.

Bei Herstellung der Verbindungen ist größter Wert auf genügende mechanische Festigkeit und auf Schutz gegen Oxydation zu legen.

Die Verbindung der Leitungen mit den Metallteilen des Gebäudes kann bei Bandleitungen einfach durch Aufnieten oder Aufschrauben auf einer Länge von ungefähr 10 cm, tunlichst unter Zwischenlage von Weichmetall erfolgen. Bei Draht- oder Seilleitungen wird das Ende der Leitung vorher in eine Blechhülse mit flächigem Anschlußstück eingelötet, oder in ein besonderes Verbindungsstück eingeführt. Der Anschluß an Rohrleitungen u. dgl. wird mittels Rohrschellen hergestellt, die unter Zwischenlage von Weichmetall an das vorher blankgemachte Rohr gepreßt werden.

Bei Lötungen ist ohne Säure zu löten, und die Lötstelle nach Fertigstellung gut abzuwaschen.

Alle Verbindungen, besonders aber diejenigen, bei denen zwei verschiedene Metalle zusammenkommen, sind mit einem gut haftenden, wetterfesten Anstrich zu versehen, wenn sie im Freien oder in feuchten Räumen (Keller u. dgl.) liegen. Die Berührungsflächen der Metalle müssen frei von Farbe bleiben.

#### 5. Berücksichtigung benachbarter Bäume und Metallgegenstände.

Der durch benachbarte Bäume entstehenden Gefährdung begegnet man entweder:

1. durch Wegnahme der herabhängenden Zweige, oder
2. durch Verlegung der Gebäudeableitungen an die den Bäumen nächstgelegene Stelle der Gebäude, oder
3. durch besondere Armierung der Bäume mit Blitzableitern.

In der Nähe der Einführungsstelle elektrischer Freileitungen und an Stellen, an denen solche Leitungen dem Gebäude nahekommen, soll eine Ableitung zur Erde geführt werden.

Sind Freileitungen mit einem geerdeten Leiter an dem Gebäude befestigt, so sollen der geerdete Leiter und metallische Stützen mit dem Blitzableiter verbunden werden. Ebenso sind unmittelbar benachbarte metallische Einzäunungen, Seiltransmissionen, Schienenstrecken usw. möglichst mit der Erdleitung des Blitzableiters zu verbinden.

#### 6. Herstellung des Entwurfes zur Blitzableiteranlage.

Um den Ausführungsplan für eine Blitzableitung festzulegen, ist es notwendig, einen Grundriß herzustellen, aus dem hervorgeht:

1. die Abmessungen des Bauwerks,
2. die Form des Daches (Dachaufsicht),
3. die Art der Dacheindeckung,
4. diejenigen Teile der Dacheindeckung, welche aus Metall bestehen,
5. die Regenrinnen und Abfallrohre,
6. die aus dem Dache hervorstehenden Bauteile, wobei die Herstellungsart aus Metall oder aus Nichtleitern kenntlich zu machen ist,
7. die Hauptentladungsstellen sowohl im Gebäude als auch in der nächsten Umgebung, z. B. innere Pumpen, Reservoirs, die Hauptzuleitungen für Gas und Wasser (die Einführungsstellen und die obersten Ausläufer), Zentralheizungen mit metallenen Rohrleitungen (Lage des Kessels und des Ausdehnungsgefäßes), Abwasser- und andere Gräben, Bäche, Teiche, Brunnen, Düngerstätten, Bodenensenkungen, Eisenbahngleise, langgestreckte metallene Umzäunungen,
8. Leiter und andere für den Verlauf des Blitzes in Betracht kommende benachbarte Gegenstände, wie Baumbestände, elektrische Freileitungen u. dgl.,
9. die Nordrichtung.

Erst im Besitze einer solchen vollständigen Zusammenstellung kann die Anordnung einer Blitzableiteranlage in zweckmäßiger Weise ermittelt werden.

Unter Berücksichtigung der Hauptentladungsstellen und der bautechnischen Bedürfnisse sind zunächst diejenigen Stellen festzulegen, wo die Ableitungen zur Erde hinabgeführt werden sollen. Als solche Entladungsstellen kommen in Betracht:

Gas- und Wasserleitungsrohrnetze,  
 größere stehende und fließende Gewässer (Seen, Teiche, Flüsse, Kanäle, Gräben, die mit größeren Gewässern in Verbindung stehen),  
 hochstehendes Grundwasser,  
 nicht ausgemauerte Jauche- und Sickergruben,  
 sumpfige Stellen und Teile der Erdoberfläche, die von Jauche, Küchenabflüssen und anderem unreinen Wasser durchtränkt sind,  
 Schienengleise,  
 metallene Röhrenbrunnen, welche mit dem Grundwasser dauernd in gutleitender Verbindung stehen,  
 die verunreinigten und humusreichen Schichten der Erdoberfläche,  
 Abflußstellen von Dachrinnen (Abfallrohren) und sonst von Regenwasser vorzugsweise getränkte Stellen des Geländes,  
 Geländepunkte, welche die Erdfeuchtigkeit besser als die Umgebung halten.

In der Regel entspricht ihre Bedeutung dieser Reihenfolge, jedoch können auch die in der Reihenfolge später genannten Stellen je nach ihrer besonderen Ausdehnung und räumlichen Anordnung von größerer Bedeutung werden. Die Bestimmung dieser Hauptentladungsstellen ist der bei weitem wichtigste Teil eines Blitzableiterentwurfes.

Nach Bestimmung der Erdableitungsstellen sind die Einschlagstellen und diejenigen Hervorragungen des Daches festzustellen, welche als Fangvorrichtung benutzt werden sollen. Unter Zugrundelegung dieser durch die Örtlichkeit im voraus gegebenen Punkte sind die Dachleitungen unter Berücksichtigung der bautechnischen Bedürfnisse anzuordnen. Endlich ist zu prüfen, ob das auf diese Weise entstandene Leitersystem noch einer vervollständigung bedarf, etwa durch Vermehrung der Dachleitungen, der absteigenden Leitungen, der Erdungen, Anschluß innerer oder äußerer Metallmassen oder durch Heranziehung entfernter Entladungsstellen, damit die Anlage im ganzen den vorstehend besprochenen Anforderungen genügt.

Die hierbei sich mit Notwendigkeit aufdrängende Frage, wie weit die einzelnen Gebäudeteile durch höher gelegene Auffangvorrichtungen, Fang- oder Dachleitungen geschützt sind, und in welcher Weise die letzteren nach Zahl und Höhe etwa zu verändern sind, um mit einfachen Mitteln möglichst vollständigen Schutz zu erreichen, kann nicht durch theoretisch festbegründete Formeln entschieden werden, ist vielmehr Sache der Übung und Erfahrung.

#### Zusammenfassung.

Ein ordnungsmäßiger Blitzableiter, d. h. ein solcher, welcher für gewöhnliche Gebäude in Stadt und Land die Blitzgefährdung auf ein hinreichend kleines Maß herabsetzt, muß folgenden Anforderungen entsprechen:

1. Die dem Einschlag ausgesetzten Ecken und Kanten des Gebäudes sollen entweder als Auffangvorrichtungen ausgebildet oder durch darüber hinweggeführte Leitungen geschützt, oder durch höher gelegene Blitzableiterteile genügend gedeckt werden.

2. Der Blitzableiter soll mit allen seinen Verzweigungen einen lückenlosen metallischen Weg von genügend großem Querschnitt und genügender Dauerhaftigkeit bilden, der von dem höchsten Teil des Gebäudes zu der Erde führt und hier durch genügend große Berührungsf lächen in möglichst widerstandsloser Verbindung mit den großen Leitermassen des Erdreichs steht.

3. Vorhandene Gas- und Wasserleitungen sind mindestens als ein Teil der Erdleitung zu verwenden.

4. Metallgegenstände sind nach Maßgabe ihrer Größe und Lage anzuschließen.

5. Alle Verbindungen der Blitzableiterteile untereinander sollen dauerhaft ausgeführt sein.

6. Die Auslegung der im Vorstehenden gesperrt gedruckten Worte hängt von dem gewünschten Grade der Vollkommenheit des Blitzschutzes ab. Die vorstehenden Erläuterungen und die in den Leitfäden des Elektrotechnischen Vereins niedergelegten Gesichtspunkte sollen hierbei maßgebend sein.

#### Blitzschutz von Gebäudekomplexen.

Aneinanderstehende oder gruppenweise vereinigte Gebäude lassen sich häufig mit erheblichem Vorteil durch eine gemeinsame Blitzableiteranlage schützen. Ausführungsvorschläge hierfür bleiben vorbehalten.

### C. Die Prüfungen.

Abnahmen, Untersuchungen und Messungen an Blitzableitern sollen von sachverständigen Personen mit genügender Erfahrung und entsprechender technischer Vorbildung vorgenommen werden.

Über alle an Blitzableitern vorgenommenen Untersuchungen ist Buch zu führen, und das Ergebnis dem Gebäudebesitzer mitzuteilen. Diese Untersuchungen sind immer in der gleichen Weise übersichtlich aufzuzeichnen, sie werden am besten in ein Prüfungsbuch eingetragen. Ein bewährtes Muster eines solchen ist nachstehend mitgeteilt.

Untersuchungen einer Anlage sind vorzunehmen:

- a) tunlichst bald nach Fertigstellung,
- b) nach Vornahme von Änderungen und Reparaturen an der Blitzableiteranlage oder am Hause, wenn durch letzteres die Blitzableiteranlage in Mitleidenschaft gezogen wurde,
- c) nach stattgefundenem Blitzschlag,
- d) innerhalb regelmäßiger Zwischenräume, und zwar sollen die Gebäude, die auf Seite 113 unter a, b, c, d aufgeführt sind, mindestens alle zwei Jahre untersucht werden. Bei sonstigen Gebäuden wird empfohlen, die Untersuchung mindestens alle fünf Jahre vorzunehmen. Es ist darauf hinzuwirken, daß die bei dieser Untersuchung vorgefundenen Mängel baldigst beseitigt werden.

Bei Neuanlagen sowie bei den späteren Revisionen ist es wichtig, festzustellen, ob die am Gebäude vorhandenen Metallteile in ausreichender Weise berücksichtigt und angeschlossen, ob die Verbindungen gut hergestellt, an den bekannten Einschlagstellen Auffangvorrichtungen vorgesehen sind und eine genügende Anzahl Ableitungen und Erdleitungen angebracht wurde. Es ist auch darauf zu achten, ob wegen inzwischen erfolgter Reparaturen und baulicher Veränderungen Ergänzungen nötig sind.

Hierfür sowie für die Prüfung der Dach- und Ableitungen ist eine genaue Besichtigung am besten geeignet. Widerstandsmessungen geben im allgemeinen über den Zustand der Gebäudeleitungen keinen brauchbaren Aufschluß, sie können aber gegebenenfalls bei der Untersuchung der Erdleitungen und wichtiger nicht zugänglicher Teile der Blitzableitung mit Erfolg angewendet werden. Ist Wasser- oder Gasleitung vorhanden oder in der Nähe, so ist gegen diese zu messen, andernfalls gegen Hilfserden. Der ermittelte Widerstand darf nicht wesentlich größer als 1 Ohm sein, wenn Wasser- oder Gasrohranschluß als Erdung angewandt wurde. Bei Oberflächenleitungen oder sonstigen Erdungen (Platten, Netze, Röhren) ergeben sich je nach den Bodenverhältnissen Größe und Erdung, Grundwasserstand u. dgl. verschiedene Werte. Der Widerstand schwankt zwischen etwa 5 und 25 Ohm, aber selbst Widerstände, die noch wesentlich höher sind, können bei besonders ungünstigen Bodenverhältnissen genügen. Bei normalen Bodenverhältnissen (Humusboden, Erdleitungen von zirka 25 bis 40 m Länge oder Netze im Grundwasser) lassen sich Werte von 5 bis 15 Ohm

erreichen. Es kann nicht ein bestimmter geringster Wert gefordert werden. Es muß aber verlangt werden, daß der Erdwiderstand der Blitzableiteranlage der geringste aller in der Nähe erreichbaren Erdwiderstände ist.

Bei der Beurteilung des Erdwiderstandes ist zu berücksichtigen, daß derselbe je nach der Jahreszeit und den Witterungsverhältnissen verschieden sein kann. Ganz bedeutende Änderungen kann, speziell bei Erdplatten, die Senkung des Grundwasserstandes hervorrufen.

### Muster für ein Prüfungsbuch.

Ort . . . . .  
 Besitzer . . . . .  
 Bestimmung des Gebäudes . . . . .  
 Bauart . . . . .  
 Größere Metallteile in und an dem Gebäude . . . . .  
 Untergrundverhältnisse . . . . .  
 Bodenart . . . . .  
 Wann ist die Anlage errichtet? . . . . .  
 Blitzableiteranlage: (Lageplan mit Himmelsrichtungen, genaue Einzeichnung der Blitzableiterleitungen, Erdleitungen usw.; Umgebung, Brunnen, Bäche, Dunggruben, Bäume, gepflasterte Straßen, Wege usw.).

#### Prüfungen:

Datum und Tageszeit . . . . .  
 Wetter (auch der vorhergehenden Tage) . . . . .  
 Oberirdische Leitung. (Zustand der Dachleitungen, Verbindungsstellen usw., notwendige Anschlüsse von Metallteilen usw.)  
 Erdleitung: Meßresultat, Beschaffenheit etwa sichtbarer Wasserleitungsanschlüsse, Angaben über verwendete Hilfserden, Vorschläge zur Verbesserung der Erde usw.  
 Am Gebäude, seinen Metallteilen und seiner Umgebung sind Änderungen eingetreten, welche bei der Blitzableiteranlage folgende Veränderungen bedingen.

---

Datum . . . . . Wetter . . . . .  
 Oberirdische Leitung . . . . .  
 Erdleitung . . . . .

---

### Bezeichnungsweise für Blitzableiterzeichnungen.

Blitzableitung einschließlich aller Teile . . . . rot.  
 Rohrleitungen . . . . . blau.  
 Andere Metallteile einschließlich Abfalltinnen und Abfallrohre . . . . . grün.

Sichtbare Teile . . . . .	durchgezogen.
Verdeckte Teile . . . . .	gestrichelt.
Geplante Erweiterung bestehender Anlagen . .	punktiert.
Auffangstangen . . . . .	roter Kreis.
Saugendigung . . . . .	rote Kreisscheibe.
Trennstellen . . . . .	zwei sich berührende Kreisscheiben.
Anschlußstellen . . . . .	ein zur Blitzableitung senkrechter Strich.
Abfallrohre . . . . .	grüner Kreis.
Träger, vertikal . . . . .	grüne Kreisscheibe.
Träger, horizontal . . . . .	grün strichpunktiert.
Erdung (allgemein) . . . . .	rotes Rechteck.

Salls nähere Form der Erdung angegeben werden soll:

Platte . . . . .	rotes Rechteck mit schraff- ierter Fläche.
Netz . . . . .	rotes Rechteck kariert.
Rohrkörper . . . . .	roter Kreis im Rechteck.
Eiserne Pumpe . . . . .	blauer Ring mit Mittel- punkt.
Brunnen, Sickergrube . . . . .	blaues Quadrat.

---

## Anhang 1 bis 3.<sup>1)</sup>

### Anhang 1.

#### Blißableiter an Fabrikfchornsteinen.

Fabrik- und andere große Schornsteine sind in hohem Grade Blißschlägen ausgesetzt, durch welche Schornsteine ohne Blißableiter vollständig zerstört werden können, sie sollen deshalb immer mit Blißableitern versehen werden.

Für diese Blißableiter gelten im allgemeinen die in den Ausführungsvorschlägen gemachten Einzelangaben über Herstellung, Unterhaltung und Prüfung von Blißableitern. Im besonderen sind noch die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

Die Auffangvorrichtungen sind so auszubilden, daß sie sehr starke Erschütterungen an allen Stellen aushalten können. Erfahrungsgemäß eignen sich hohe Auffangstangen wenig hierzu; sie werden öfter bei starken Entladungen verbogen, herabgeschleudert oder stark gelodert. Als Auffangvorrichtungen können dienen: Seitlich am Schornsteine angebrachte Massiv-eisenstangen, die etwa 1 m über die Krone hinaustragen und bis mindestens 2 m unterhalb derselben reichen, ferner kräftige eiserne Ringe aus starkem Band-, Winkel- oder Rundeisen, die zweckmäßig mehrere nach oben stehende Metallstücke erhalten. Die Zahl der Auffangstangen richtet sich nach dem Durchmesser des Schornsteins, und zwar sind Schornsteine von 1 m lichtem Durchmesser an mit zwei Auffangstangen zu versehen. Bei größerem Durchmesser ist etwa eine Stange mehr für jedes Meter Durchmesser zu rechnen. Die Auffangstangen sind gleichmäßig auf den Kaminumfang zu verteilen und durch eine Ringleitung unter sich zu verbinden. Sind eiserne Abdeckplatten vorhanden, welche eine sichere Befestigung der einzelnen Segmente unter sich und der nach oben stehenden Metallstücke sowie der Ableitung ermöglichen, so sind besondere Ringe nicht erforderlich. Kupfer wird durch Rauchgase leicht angegriffen, ebenso dünnes Eisen; deshalb sollen alle Teile, die sich im Bereich der Rauchgase befinden, aus Eisen von mindestens 10 mm Dide bestehen und wenigstens 250 qmm

---

<sup>1)</sup> Aufgestellt vom Elektrotechnischen Verein und angenommen auf der Jahresversammlung des D. D. E. 1914.

Querschnitt beſitzen. In der Regel erſtreckt ſich der Bereich der Rauchgaſe bis auf etwa 3 m unterhalb der Schornſteinoberſante. Es empfiehlt ſich, die den Rauchgaſen beſonders ausgeſetzten Metallteile mit einer ſchützenden Maſſe (Zement, Asphalt uſw.) zu umgeben.

Die Ableitungen ſollen, auch wenn mehrere vorhanden ſind, die in den „Erläuterungen“ für unverzweigte Leitungen vorgeschriebenen Querschnitte haben. Bei Schornſteinen von größerem Durchmesser oder größerer Höhe empfiehlt es ſich, zwei Ableitungen zu verwenden und ſie möglichſt an entgegengeſetzten Seiten zu verlegen. Die Ableitung ſoll ſo befeſtigt werden, daß ſie weder vom Sturm gelodert, noch an der Anſchlußſtelle der Auffangvorrichtung durch ihr eigenes Gewicht abgeriſſen werden kann. Die Leitungen werden am beſten direkt auf dem Kamin oder auf möglichſt kurzen kräftigen Stützen verlegt. Der Anſchluß der Ableitungen an die Auffangvorrichtungen iſt beſonders ſorgfältig herzuſtellen. Bei außen angebrachten Steigeiſen ſoll die Ableitung an dieſen befeſtigt oder mit dieſen verbunden werden. Alle übrigen etwa vorhandenen Metallteile, wie Bandagen uſw., ſind möglichſt an die Ableitungen anzufchließen.

Besonderer Wert iſt auf gute Erdung zu legen. An in der Nähe vorhandene Rohrnetze der Waſſer- oder Gaſleitung, Speiſeleitungen für Kessel uſw., ſelbſt, wenn dieſelben einen Abſtand bis zu 25 m haben, ſind die Erdleitungen anzufchließen. Sind keine Rohrnetze vorhanden, ſo iſt eine der unter B. 3 näher beſchriebenen Erdungen zu verlegen. Bei Anlage von Schornſteinblißableitern ſind die im Umkreis von 25 m in- und außerhalb von Gebäuden befindlichen Metallteile und Erdungen wie Rohre, Leitungen, Kessel entſprechend den Leiſtungen und Ausführungsvoſchlägen zu be- rüchſichtigen. Mit den Erdungen in der Nähe befindlicher Blißableiteranlagen ſind die Erdleitungen der Schornſteinblißableiter möglichſt zu verbinden. Die Verlegung der Erdleitungen in der Nähe unterirdiſcher Rauchkanäle ſoll möglichſt vermieden werden.

Bei nicht freiſtehenden Schornſteinen (Ringöfen uſw.) ſollen die Ableitungen nicht nur durch das Gebäude hindurch, ſondern auch möglichſt über das Dach verlegt werden. In dem Winkel, der von Dachfläche und Kamin gebildet wird, ſind die Ableitungen im Bogen von möglichſt großem Radius zu verlegen. Iſt es nicht möglich, eine durch das Gebäude direkt heruntergehende Ableitung zu verwenden, ſo ſind zwei Ableitungen, möglichſt in entgegengeſetzter Richtung, über das Dach zu verlegen.

Bei Fabrikſchornſteinen aus Eiſenbeton können die Stoßverbindungen und Kreuzungsſtellen des Eiſengerippes ſo ausgebildet ſein, daß das Gerippe als Ableiter benutzt werden kann. Am Kaminkopf wird ein beſonders ſorgfältig hergeſtellter kräftiger Schmiedeeiſenring eingelegt, an dem einige kurze kräftige Rundeisentaſten als Auffangvorrichtung nach oben vorſtehen. Das Eiſengerippe der Fundamentplatte erhält in geeigneter Weiſe Verbindung mit Waſſer- oder Gaſleitung, Speiſeleitung der Kessel oder ſonſtigen der unter B. 3 näher beſchriebenen Erdungen.

## Anhang 2.

### Blitzschutz von Kirchen.

Die Erfahrung lehrt, daß die Kirchen zu denjenigen Gebäuden gehören, die am häufigsten vom Blitz getroffen werden. An ihnen kann selbst ein geringer Materialschaden große Kosten verursachen, namentlich, wenn er am Turm und vor allem, wenn er in der Nähe der Spitze desselben auftritt. Besonders auch wegen der großen Menschenansammlung sollte jede Kirche gegen Blitzschlag gesichert sein.

#### I. Allgemeine Gesichtspunkte.

Auf die Kirchen finden die zu den Leitfäden gemachten Ausführungsvorschläge Anwendung. Einer besonderen Erörterung bedürfen die Kirchen namentlich wegen des Umstandes, daß ein Gebäudeteil, der Turm den anderen, das Schiff, weit überragt. Die naheliegende Annahme, daß durch eine auf den Turm beschränkte Blitzableitung die ganze Kirche in ausreichendem Maße geschützt werden könne, bestätigt sich nicht. Es ist als Regel festzuhalten, daß auch das Schiff eine vollständige mit einer eigenen Ableitung zur Erde versehene Blitzableitung erhalten muß, die auf dem kürzesten Wege, am besten über den First des Schiffes hinweg, mit der ebenfalls vollständigen Blitzableitung des Turmes zu verbinden ist.

#### II. Die Ableitung des Turmes.

Die Blitzableitungen auf Kirchen sind für eine lange Dauer bestimmt. Namentlich am Turm sind Schäden nicht leicht zu entdecken und gewöhnlich nur mit großen Kosten zu beseitigen. Daher ist es bei der Bestimmung der Abmessungen für das Material gerechtfertigt, wenn über die in den Ausführungsvorschlägen angegebenen Maße hinausgegangen wird. Neben Verwendung guten Materials ist auf einwandfreie Verlegung besonderer Wert zu legen.

Ist der Turm mit kupfernen Aufsätzen, Bedachungen oder Bekleidungen versehen, so ist für die Blitzableitung unbedingt Kupfer zu wählen. Eisen wird durch das vom Kupfer herabrinnende Wasser in kürzester Zeit zerstört. Bei Zinkabdeckungen sind verzinkte eiserne Leitungen zu verwenden.

Bei höheren Türmen empfiehlt sich die Verlegung von zwei Ableitungen. Von diesen kann eine im Innern des Turmes herabgeführt werden, um innere Metallmassen des Turmes in kontrollierbarer Weise mit der Blitzableitung in Verbindung zu bringen. Hängen im Turm die Uhrgewichte an metallenen Seilen tief herab, oder befinden sich ähnliche langgestreckte Leitungen, die nicht gut angeschlossen werden können, im Turm, so ist die innere Blitzleitung bis unter den tiefsten Punkt dieser Leiter im Turm hinabzuführen und dann erst wieder mit der äußeren Leitung zu verbinden.

Eine Ableitung legt man vorteilhaft an die Wetterseite, wenn nicht besondere Umstände dagegen sprechen.

### III. Die Ableitung des Schiffes.

Das Kirchenschiff, für sich allein betrachtet, unterscheidet sich kaum von anderen Gebäuden gleicher Abmessungen und ist wie diese zu behandeln.

Beim Kreuzschiff sollte die Leitung auf dem Querfirst stets an jedem Ende durch eine absteigende Leitung an Erde gelegt werden, nicht nur durch die Verbindung mit der Hauptfirstleitung.

Der Anschluß der Heizungsanlagen in den Kirchen, die gewöhnlich eine große horizontale Ausdehnung haben, erfolgt zweckmäßig an den beiden äußersten Enden.

Besonderer Wert ist auf gute Erdung zu legen, da Kirchen wegen ihrer Höhe, ähnlich wie Fabrikschornsteine, von besonders heftigen Blitzschlägen getroffen werden, denen Gelegenheit gegeben werden muß, sich möglichst gut zu verteilen.

Bei vielen Kirchen, speziell auf dem Lande, sind gute Erdungen in nächster Umgebung der Kirche nicht vorhanden. Es ist deshalb in vielen Fällen zweckmäßig, die Ableitungen durch eine gemeinsame Oberflächenerdung zusammenzufassen und Anschlußleitungen auch nach entfernter liegenden bevorzugten Entladestellen und Erdungen, wie Grundwasser, Brunnen, Pumpen, Erdungen benachbarter Blitzarbeiter usw. zu legen.

Wenn Wasser- oder Gasleitungen, selbst in größerer Entfernung vorhanden sind, müssen die Erdleitungen daran angeschlossen werden.

## Anhang 3.

### Blitzschlag von Windmühlen.

Nächst Kirchtürmen und Fabrikschornsteinen sind Windmühlen und Windmotore wegen ihrer Höhe und ihres durchweg freien und erhöhten Standortes dem Blitzschlag in bedeutend stärkerem Maße ausgesetzt, als gewöhnliche Gebäude. Außerdem wird bei Mühlen die Gefahr eines zündenden und mit größerem Schaden verbundenen Blitzes durch den in der Mühle vorhandenen und schon durch geringe Funtenbildung entzündbaren Mehlstaub sowie durch die reichlich vorhandenen trockenen Holzmassen beträchtlich vermehrt.

Ein möglichst vollständiger Blitzschutz der Mühlen ist unerlässlich. Seine fast allgemeine Durchführung in den letzten Dezennien hat daher auch die früher vorhandenen bedeutenden Blitzschäden auf ein Minimum herabgesetzt.

Für die Blitzableitung der Mühlen kommen folgende besondere Gesichtspunkte in Betracht:

#### 1. Auffangvorrichtungen.

Gefährdete Einschlagstellen sind in erster Linie die Rutenenden, in zweiter Linie die Kappe und die Windrose.

Längs der Ruten sind daher Leitungen zu verlegen, welche den Ruten-

balken um etwa 10 cm überragen und mit der eisernen Welle und den Hebehaltern der Lukenstellvorrichtung verbunden werden.

Sofern bei alten Mühlen aus besonderen Gründen auf Schutz der Ruten verzichtet werden muß, so soll die auf der Kappe unter allen Umständen vorhandene Auffangstange die höchste von den Ruten erreichte Stelle um etwa 2 m überragen.

Zur Deckung der Mühlenkappe genügt, falls die Ruten mit Leitung versehen sind, eine Auffangstange von solcher Länge, daß sie nötigenfalls auch die Windrose mit deckt. Wenn dies nicht der Fall ist, und die Windrose nicht aus Eisen besteht, so müssen die Ruten der Windrose durch metallische Leitungen geschützt werden.

Material und Stärke der Auffangvorrichtungen sind nach den Vorschriften für unverzweigte Gebäudeleitungen zu bemessen.

## 2. Die Verbindung der Auffangvorrichtungen mit den Ableitungen.

Allgemein besteht bei den Mühlen die Schwierigkeit, die Auffangvorrichtungen und Metallteile der sich drehenden Kappe bei jeder Stellung derselben in sichere Verbindung mit den Leiterteilen des unteren feststehenden Gebäudes zu bringen. Gleitkontakte sind unvermeidlich. Sie können verschiedene Formen haben, müssen aber möglichst große Gleitflächen besitzen. Als eine bewährte Form mag hier nur die Anwendung von zwei flachen, horizontalen, konzentrisch um die Vertikalachse der Mühle gelegten Ringen genannt sein, die mit der ganzen Ringfläche aufeinander liegen und durch das Gewicht des oberen mit der Kappe sich drehenden gleitend aufeinander gedrückt werden. Der obere Schleifring wird durch eine an der Kappe befestigte und mit der Gleitfläche metallisch verbundene eiserne Führungsstange herumbewegt. Die letztere ist mit der Auffangstange sowie durch Vermittlung der eisernen Welle und deren Lagerstücke mit den von den Ruten und der Windrose kommenden Leitungen zu verbinden.

Da bei heftigen Windstößen bisweilen ein kurzes Abheben der Kappe von dem Kroiring eintreten kann, müssen die Schleifringe durch Stellschrauben oder übergreifende Winkel nicht bloß gegen seitliche Verschiebung, sondern auch gegen Abheben gesichert sein. Eine Drahtseilverbindung zwischen oberem Schleifring und Kappe ist daher vorzusehen. Von dem unteren Schleifring werden eine bis zwei zur Erde führende Ableitungen auf kürzestem Wege an der Außenwand verlegt. In der Regel soll eine der Ableitungen an der Wetterseite liegen.

Die Strebseile der Auffangstangen und möglichst alle inneren Metallkonstruktionen der Mühle sind mit ihren höchsten und tiefsten Stellen in metallisch zusammenhängendem Verlaufe mit den Ableitungen zu verbinden. In jedem Falle ist der Kroiring mit der Ableitung zu verbinden.

Die von der Kappe frei herabhängenden eisernen Stellketten geben die Möglichkeit einer Seitenentladung aus ihrem untersten Ende. Ist ein

Zwischstell vorhanden, so kann eine solche Seitenentladung auf innere benachbarte Metallteile überschlagen. Dieser Gefahr begegnet man dadurch, daß man auf den Fußbodenbrettern des Zwischstelles ringsherum, und zwar senkrecht unter dem Kettenende eine Leitung verlegt, die mit den beiden Ableitungen verbunden wird. Bei Metalleindeckung des Mühlenrumpfes kann dies unterbleiben.

### 3. Die Erdleitung.

Hier gelten im allgemeinen die gleichen Grundsätze wie für andere Gebäudearten. Erdplatten sollten mindestens 1 qm einseitige Oberfläche besitzen, falls nicht außerdem eine Ringleitung gelegt wird. Wird aus örtlichen Gründen von der Verlegung einer Erdplatte abgesehen, so ist die Ringleitung durch Ausläufer nach günstigen Erdungsstellen zu ergänzen.

Aber auch bei feuchtem Untergrund ist eine einzelne in das Grundwasser versenkte Erdplatte in besonderen Fällen nicht ausreichend. Diese treten ein, wenn um das untere Stockwerk der Mühle an Stelle des Zwischstelles ein hart an die Grundmauern sich anlehrender Erdwall geschüttet ist, und wenn gleichzeitig längere Eisenstangen und Triebwerke aus den oberen Stockwerken nach unten führen. Alsdann ist die Verlegung einer Ringleitung erforderlich, die mit den Ableitungen und den tief herabgeführten Eisenteilen verbunden wird.

Bei Windmotoren ist die Gefahr des Materialschadens wegen der allgemein angewandten durchgängigen Eisenkonstruktion aller Teile zwar eine wesentlich geringere. Es besteht jedoch die Gefahr, daß bei fehlender Erdleitung die am unteren Ende oder an der Transmissionswelle beschäftigten Personen durch den Blitz getroffen werden können.

Dieser Gefahr wird durch Herstellung einer Erdleitung begegnet. Letztere schließt sich an das untere Führungslager der vertikalen Hauptachse bzw. an das Lager der Transmissionswelle an. Stehen die vier Ständer auf Mauerwerk, so ist wenigstens einer derselben mit seinem unteren Ende an die Erdleitung anzuschließen.

Die ins Grundwasser verlegten Metallkörper (Platten, Röhre, Schienen, Stangen usw.) sollen mindestens  $\frac{1}{2}$  qm einseitige Oberfläche besitzen und unter dem tiefsten Grundwasserstand bleiben. Gelingt es nicht, das Grundwasser zu erreichen, so sollen die Platten größer genommen und in Lehmmulden (Kots greift die Metalle an) gebettet werden, oder besser durch möglichst lange Oberflächenleitungen ersetzt werden.

Die Plattendicke ist bei Kupfer (verzinkt) nicht unter 1 mm, bei Eisen (verzinkt) nicht unter 2 mm zu wählen.

Statt Platten können auch gleich große Röhre aus 4 mm Drähten mit einer Maschenweite von nicht über 100 qmm verwendet werden.

Erdplatten dürfen nicht in Spiralen, sondern nur in Zylinderform gerollt werden.

Im Brunnen sollten wegen der Vergiftungsgefahr kupferne Platten nur in gut verzinnem Zustand verwendet werden.

Bei Verlegung von Platten in Brunnen und Gewässern ist zu berücksichtigen, daß reines Wasser schlecht leitet. Deshalb ist besonders bei offenen Gewässern die Verlegung von Oberflächenleitungen im feuchten Ufer den Platten im Wasser vorzuziehen. Bei der Wahl der Stelle für die Verlegung der Oberflächenleitungen sind besonders die Stellen zu berücksichtigen, die durch Abwasser dauernd feucht gehalten werden, was sich oft durch starke Vegetation zeigt.

---

Verlag von Julius Springer in Berlin

---

## **Praktische Anleitung zur Herstellung einfacher Gebäude-Blitzableiter**

Von **F. Findeisen**

Oberbaurat im königl. Württemberg. Ministerium des Innern  
Abteilung für das Hochbauwesen in Stuttgart

Mit einer Einleitung von Dr. Leonhard Weber  
o. Professor an der Universität Kiel

Dritte Auflage

Mit 202 Textfiguren und 5 Figurentafeln. — Preis M. 2.40

---

## **Ratschläge über den Blitzschutz der Gebäude** unter besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftl. Gebäude

Von **F. Findeisen**

Oberbaurat im königl. Württemberg. Ministerium des Innern

Dritter, unveränderter Abdruck

Mit 142 Textfiguren. — Preis M. 4.—

---

## **Elektrizität im Hause**

In ihrer Anwendung und Wirtschaftlichkeit dargestellt von  
**Georg Dettmar**

Generalsekretär des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Mit 213 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 4.—

---

## **Herstellung und Instandhaltung elektrischer Licht- und Kraftanlagen**

Ein Leitfaden auch für Nichttechniker

unter Mitwirkung von Gottlob Zug und Dr. C. Michalle verfaßt und  
herausgegeben von

**C. Frhr. v. Gaisberg**

Sechste, umgearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 55 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 2.40

---

## **Alles elektrisch!**

Ein Wegweiser für Haus und Gewerbe

Preisgekrönte Bearbeitung von **H. Zipp**, Ingenieur in Cöthen

81.—100. Tausend

Preis 25 Pfennig

Bei Bezug von 50 Exemplaren an ermäßigt sich der Stückpreis auf 20 Pf.,  
bei 100 auf 16 Pf., 500 auf 14 Pf. und bei 1000 Exemplaren auf je 12 Pf.

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

---

## **Der elektrische Landwirt**

Ein Merkbüchlein in Frage und Antwort

Von Dipl.-Ing. **A. Viehe**, Oberingenieur in Halle a. S.

31.—40. Tausend

Preis 40 Pfennig

Bei Abnahme von mindestens 50 Exemplaren 36 Pf., bei 100 Exemplaren 34 Pf., bei 500 Exemplaren 32 Pf., bei 1000 Exemplaren 30 Pf.

---

## **Elektrische Starkstromanlagen**

Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb

Kurzgefaßtes Hilfsbuch für Ingenieure und Techniker sowie zum Gebrauch an technischen Lehranstalten

Von Dipl.-Ing. **Emil Kosack**

Oberlehrer an den königl. Vereinigten Maschinenbauerschulen zu Magdeburg

Zweite, erweiterte Auflage

Mit 290 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 6.—

---

## **Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik**

für Unterricht und Praxis in allgemein verständl. Darstellung

Von Ingenieur **Rudolf Krause**

Zweite, vermehrte Auflage

Mit 341 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 5.—

---

## **Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik**

Von Dr. **Adolf Thomälen**, Elektroingenieur

Sechste, verbesserte Auflage

Mit 427 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

---

## **Elektrotechnische Winke für Architekten und Hausbesitzer**

Von Dr.-Ing. **L. Bloch** und **R. Jaudy**

Mit 99 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 2.80

---

## **Taschenbuch für Bauingenieure**

Unter Mitwirkung hervorragender Fachgelehrter herausgegeben von

**Max Joerster**

Geh. Hofrat, ord. Professor an der Technischen Hochschule in Dresden

Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage

2094 Seiten auf bestem Dünndruckpapier. — Mit 3054 Figuren

In zwei Teilen. — In englisch Leinen gebunden

In einem Bande Preis M. 20.—; in zwei Bänden Preis M. 21.—

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung