

Vereinfachte Blitzableiter.

Von

Dipl.-Ing. Sigwart Ruppel,

Professor für Elektrotechnik an der
Kgl. Industrieschule Kaiserslautern.

Mit 75 Textfiguren.



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg GmbH
1907.

Bereinfachte Blitzableiter.

Von

Dipl.-Ing. Sigwart Ruppel,

Professor für Elektrotechnik an der
Kgl. Industrieschule Kaiserslautern.

Mit 75 Textfiguren.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1907

Alle Rechte, insbesondere das der Übertragung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

ISBN 978-3-662-35461-2

ISBN 978-3-662-36289-1 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-36289-1

Spamer'sche Buchdruckerei in Leipzig-B.

Vorwort.

Die vorliegende Schrift stellt zum Teil den Inhalt meiner Vorträge in den von mir abgehaltenen Blitzableiterkursen dar. Die Kurse werden seit dem Jahre 1904 im Auftrag des kgl. Ministeriums an der kgl. Industrieschule, hier, abgehalten. Ich habe mich, wie aus dem Text ersichtlich, möglichst an die von Herrn Oberbaurat Findeisen gemachten Vorschläge gehalten, da sie mir in erster Linie dazu geeignet erscheinen, für eine weite Verbreitung billiger, zweckentsprechender Blitzableiter zu wirken. Bei der Anordnung des Stoffes habe ich die „Leitfäche über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz“, aufgestellt vom „Elektrotechnischen Verein“, zugrunde gelegt, so daß die ganze Schrift als Erläuterung dieser Leitfäche aufgefaßt werden kann.

Die Schrift soll in erster Linie dazu dienen, aufklärend zu wirken, und sowohl Baubeflissenen als auch den Besitzern von Häusern, sowie den Blitzableitersehern die nötigen Erläuterungen in einfacher Weise zu bringen.

Bei meinen Kursen habe ich gefunden, daß es großer Anstrengung bedarf, um das vereinfachte Findeisensche System in der Praxis einzuführen. Der Widerstand liegt zum größten Teil bei den Gebäudebesitzern und den Architekten. Es hat harte Kämpfe erfordert, bis es mir und den von mir ausgebildeten Leuten gelang, eine größere Anzahl einfacherer Blitzschutzanlagen zur Ausführung zu bringen. Wenn es auch nicht möglich war, überall die einfachste Form nach Findeisen, d. h. Blechfirstverwahrung usw., zu verwenden, so habe ich doch durch Verlegung des Drahtes ohne die unschönen hohen Stützen und durch die Verwendung

der entsprechend hergerichteten Regenabfallrohre als Ableitung und andere Vereinfachungen Anlagen erhalten, die durch ihr schönes Aussehen einen Teil der Architekten zu dem vereinfachten System befehrt haben. Ich hoffe, daß es durch diese Schrift gelingen wird, weitere Anhänger für die Ausführung einfacher Blichableiter zu gewinnen.

Die Veröffentlichung meiner Vorträge, welche ich bereits im Herbst 1904 zusammenstellte, habe ich bis jetzt verzögert. Sie sollten nicht vor der von Herrn Oberbaurat Findeisen im Verlag von Julius Springer, Berlin, herausgegebenen „Praktischen Anleitung zur Herstellung einfacher Gebäude-Blichableiter“ erscheinen.

Wer genauere Angaben über konstruktive Einzelheiten wünscht, auf die ich nur kurz eingehen konnte, verweise ich auf diese Schrift.

Besonderen Dank schulde ich dem kgl. Rektor der Industrieschule, Herrn Regnault, der mir sowohl bei der Abhaltung der Kurse als auch bei der Abfassung dieser Schrift in jeder Weise Unterstützung angedeihen ließ.

Ebenso möchte ich Herrn Dr. D. Edelmann, Oberingenieur am Bayerischen Gewerbemuseum Nürnberg, an dieser Stelle für die Durcharbeitung der Schrift und seine guten Ratschläge meinen Dank aussprechen.

Kaiserslautern 1907.

Professor Ruppel.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	7
Verbreitung der Blitzableiter 7. — Spitzenwirkung 8. — Zweck der Blitzableiter 9. — Beobachtungen bei Blitzschlägen 10.	
Systeme der Blitzableiter	11
Ausführung der Blitzableiteranlagen	13
Bedeutung der Leitföhrer des Elektrotechnischen Vereins 13. — Einfluß der Architekten 15. — Häßliche Blitzableiter 15.	
a) Die Auffangevorrichtungen	17
Sogenannter Schutzkreis 18. — Schornsteinabdeckungen 19. — Fabrikfchornsteine 20.	
b) Die Gebäudeleitung	20
Zweck 20. — Querschnitt 20. — Natürliche Leitungen 21. — Einfluß der Architekten 21. — Firstbleche 23. — Ortgänge 25. Dachrinnen 25. — Regenabfallrohre 25. — Künstliche Leitungen 26. — Material 26. — Verlegung 27. — Verbindungen 32. — Fehler der Gebäudeleitung 36. — Prüfung der Gebäudeleitung 37.	
c) Die Erdleitungen	39
Zweck und Wirkungsweise 39. — Form und Verlegungsart 42. — Wasser- und Gasleitungen 42. — Anschluß an Rohre 46. — Verlegung bei Bächen 48. — Größe des Erdübergangswiderstandes 48. — Oberflächenleitungen bzw. Ringleitungen 49. — Material 49. — Erdplatten 50. — Vergleich von Drähten und Platten 50.	
Kosten der Blitzableiter	51
Anlage nach Finbeisen 51. — Muster für Kostenanschläge 57. — Mittelpreise für Blitzableiteranlagen 57. — Billige Blitzableiter für mehrere Gebäude 64.	

Entwurf einzelner Positionen zur Zusammenstellung eines Programmes für Vergebung der Arbeiten an Blitzableiteranlagen	64
Ausführungsbestimmungen für Blitzableiteranlagen . . .	68
Prüfung der Blitzableiter	70
Wahl des Prüfenden 70. — Meßvorgang 71. — Hilfserden 72. — Messung bei verschiedenen Anordnungen der Erdleitung 73. — Art der Berechnung 74. — Beispiele 74. — Trennvorrichtungen 78.	
Leitsätze des Elektrotechnischen Vereins über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz	80
Blitzschutzvorrichtungen an Anlagen zur Herstellung von nitroglycerinhaltigen Sprengstoffen (Dynamit)	82
Vorschriften des Elektrotechnischen Vereins für den Blitzschutz von Pulverfabriken und weniger gefährlichen Gebäuden in Sprengstofffabriken	87
Anhang.	
Kurze Erläuterungen der elektrotechnischen Begriffe . . .	93
Vorgänge bei Gewittern	94
Beispiele von Blitzschlägen	95
Apparate zur Prüfung von Blitzableiteranlagen	101

Einleitung.

In jedem Jahre werden Millionen des Nationalvermögens durch Blitzschläge vernichtet, eine große Anzahl Personen gelähmt oder getötet, und doch hat die Frage des Blitzschutzes noch nicht genügend Beachtung gefunden. Die Blitzableiteranlagen werden heute, obwohl über 150 Jahre seit Erfindung des Blitzableiters durch Franklin verstrichen sind, fast genau so gebaut wie in den ersten Jahren ihrer Verwendung.

In der langen Reihe der Jahre sind viele wesentliche Verbesserungen auf Grund der Beobachtungen bei Blitzschlägen vorgenommen worden und doch haben diese Verbesserungen noch wenig Eingang bei den Hausbesitzern und den Blitzableitersehern gefunden. Auch die Zahl der Blitzableiteranlagen ist noch eine viel zu geringe. Es sind in den meisten Gegenden nur ungefähr 5% der Gebäude mit Blitzableitern versehen.

Die Hauptgründe, weshalb die Zahl der Blitzableiter so gering ist, sind die hohen Anlagekosten und die falsche Furcht, daß ein fehlerhafter Blitzableiter die Gefahr des Einschlagens erhöhe.

Der Zweck dieser Schrift soll es sein, aufklärend zu wirken, d. h. veraltete und verkehrte Ansichten richtigzustellen und die Einrichtung und Wirkungsweise der Blitzableiter auf Grund der neuesten Ansichten unter Berücksichtigung der Kostenfrage zu erläutern.

Die Betrachtungen sollen daher an Hand der vom Verband deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Zeitsätze durchgeführt werden.

Diese Leitfäden sind unter Mitwirkung der bedeutendsten deutschen Blitzableiter-Sachverständigen auf Grund reicher Erfahrungen, also keinesfalls einseitig aufgestellt worden.

Aus den Leitfäden geht hervor, daß die früher allgemein verbreitete Ansicht, der Blitzableiter erleichtere durch seine Spitze ein Überströmen der Elektrizität von Luft zu Erde ohne gewaltsame Entladung, von der Kommission nicht geteilt wird.

Bei vorhandenen Spannungsunterschieden geht die Elektrizität durch Spitzen über. Es ist aber auch klar, daß diese Elektrizitätsmenge unendlich gering ist im Verhältnis zu den ungeheuer großen Elektrizitätsmengen, die bei Gewittern auftreten. Die Spitzenwirkung kommt beim Gewitter selbst um so weniger in Betracht, weil die Anhäufung der Elektrizität hierbei sehr schnell vor sich geht. Die Spitze kann während dieser Zeit nur sehr geringe Mengen ableiten, also eine gewaltsame Entladung, wenn die sonstigen Bedingungen hierfür gegeben sind, keinesfalls verhindern.

Über die angebliche Spitzenwirkung haben sich verschiedene bedeutende Gelehrte geäußert, deren Gutachten statt jeder weiteren Erörterung hier angefügt sind.

Gutachten der preussischen Akademie der Wissenschaften: (Unterzeichnet von Helmholtz, Kirchhoff und Siemens) „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 Schutzkreise hoch hinauszuführenden, schwer zu befestigenden Auffangstangen der Anwendung von Blitzableitern hemmend in den Weg treten.“

Bei der Diskussion über Blitzableiter-Anlagen im Elektrotechnischen Verein in Berlin am 25. Mai 1897 äußerte sich Prof. Dr. Neesen über diesen Punkt folgendermaßen:

„Die Ausströmung der Fangstangen ist vollkommen gleich

Null zu rechnen; ich befinde mich hierin vollkommen in Übereinstimmung mit Baurat Findeisen.“

Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. Aron in Berlin äußerte sich:

„Ich bin der Anschauung des Herrn Professors Reesen, daß während der Annäherung der Wolke nicht die Zeit zu einer stillen Entladung ist, sondern daß eben dann auch schon die Funkenbildung eintritt.“

Professor Dr. Meidinger sagt in seiner Geschichte des Blitzableiters:

„Über die Bedeutungslosigkeit der Spitzenendigungen der Stangen im Hinblick auf vorbeugenden Schutz durch geräuschloses Entziehen der Wolkenelektrizität herrscht unter den Gelehrten Deutschlands und Frankreichs nur eine Ansicht.....“

Es ist im ganzen gleichgültig, wie man die Stange endigen läßt. Die Praxis huldigt gleichwohl in beiden Ländern einem wahren Spitzentultus und macht Wesen und Nutzen eines Blitzableiters geradezu von einer zumeist sehr kostspieligen Spitze aus Platin abhängig, die noch dazu bei jedem Blitzschlag gewöhnlich geschmolzen wird.“

In einer im Auftrage des kgl. Sächsischen Ministeriums des Innern von der kgl. technischen Deputation bearbeiteten „gemeinsamen Belehrung über die zweckmäßige Anlegung von Blitzableitern“ befindet sich der folgende hierauf bezügliche Satz: „Es ist hier nur die Unschädlichmachung stattfindender Blitzschläge in Betracht gezogen, also die Schutzwirkung des Blitzableiters, weil nur diese unzweifelbar ist. Ob ein Blitzableiter Blitzschläge wirksam zu verhindern, ob er als ein Vorbeugungsmittel zu wirken vermag, ist mindestens streitig.“

Es ist also hier in den verschiedenen Gutachten, wie in den neueren Schriften über Blitzableiter, nicht die Verhinderung der Blitzschläge als Zweck des Blitzableiters angegeben, sondern das unschädliche Ableiten.

Wie ein Blitzableiter beschaffen sein muß, um dieser Anforderung der Unschädlichmachung eines Blitzschlages zu entsprechen, soll das Folgende zeigen.

Bei den atmosphärischen Entladungen handelt es sich um den Ausgleich großer Spannungsunterschiede zwischen der Luft und der Erde. Es treten plötzlich sehr starke Ströme auf, welche von der betreffenden Luftschicht zur Erde gelangen. Wenn diese Ströme auf ihrem Wege zur Erde Gebäude treffen, so werden Teile derselben entweder durch die Wärmewirkungen oder infolge Durchschlagens usw. zerstört. Man muß deshalb versuchen, dem Blitz einen Weg anzuweisen, welcher ihm gestattet, bequem zur Erde zu gelangen, ohne daß er derartige Zerstörungen hervorrufen kann. Da wir nun wissen, daß sich ein elektrischer Strom am besten in Metallen (guten Leitern) fortpflanzt, so werden wir am Gebäude zusammenhängende metallische Wege anbringen, welche von dem obersten Teil des Gebäudes bis zur Erde führen und mit dieser in inniger Berührung sind. Wäre nämlich die Berührung mit der Erde keine großflächige und innige, und wären am Gebäude Teile vorhanden, welche mit der Erde in besserer Verbindung stehen, so würde sich der Blitz den bequemeren Weg aussuchen und auf diese Teile (z. B. Wasserleitung oder Gasleitung) überspringen, die ihm den Uebertritt zur Erde und die Ausbreitung in den Erdschichten leichter ermöglichen. Es muß demnach dafür gesorgt werden, daß der Uebergangswiderstand der Blitzableiterleitung gegen die Erde möglichst gering ist.

Um die Anordnung des Blitzableiters so vorzunehmen, daß die Schutzwirkung für das Gebäude eine vollkommene wird, ist es angebracht, die Beobachtungen zu berücksichtigen, welche bisher bei Blitzschlägen an Gebäuden gemacht wurden.

Bei fast allen Blitzschlägen zeigt sich, daß der Blitz so weit als möglich den am Gebäude vorhandenen Metallteilen folgt, besonders wenn dieselben eine zusammenhängende Leitung bilden. Aber selbst in den Fällen, wo zusammenhängende Metallteile am Gebäude nicht vorhanden sind, folgt der Blitz unter Überspringen der dazwischenliegenden Strecken meist den Metallteilen des Hauses. So springt er sogar in den Ver-

drahtungen der Fachwerkwände von Metallteil zu Metallteil, hierbei den Verputz lösend und die schwachen Metallteile glühend oder schmelzend. Die zerstörende Wirkung nimmt nach unten zu ab, da sich der Blitzstrahl über eine immer größere Oberfläche ausbreitet. Bei Häusern mit Blitzableiteranlagen folgt der Blitz im allgemeinen den Metallteilen dieser Anlage, springt jedoch oft noch auf die benachbarten Metallteile wie Dachrinnen, Regenabfallrohre, Wasserleitung usw. über, da er fast immer das Bestreben zeigt, sich möglichst zu verteilen und auf verschiedenen Wegen zur Erde zu gelangen. Bei vielen Blitzschlägen konnte zwar die Einschlagstelle und ein Teil des Weges, aber nicht das Verschwinden im Boden nachgewiesen werden. Der Blitz weist uns also selbst darauf hin, daß es gut ist, dem Blitzableiter mehrere Ableitungen zur Erde zu geben.

Verschiedentlich sind Blitzschläge vorgekommen bei Häusern, wo keine besondere Blitzschutzvorrichtung angebracht war und wo einfach der Blitz durch die am Gebäude vorhandenen Metallteile ohne Schaden zur Erde abgeführt wurde. (Siehe Anhang: „Beispiele von Blitzschlägen“.)

Systeme der Blitzableiter.

Man kann vier Systeme unterscheiden:

1. das von Gay-Lussac auf Grund der von Franklin und anderen gegebenen Vorschriften im Jahre 1823 ausgearbeitete und nach ihm benannte Gay-Lussacsche System.

Dasselbe ist dadurch gekennzeichnet, daß die Gebäude eine sehr hohe Auffangtange erhalten, von der nur wenige, aber starke Leitungen zu einer Stelle im Grundwasser führen.

2. das von Melsens in Brüssel angewandte Melsenssche System.

Hierbei werden zahlreiche niedrige Spitzen verwendet, die vorspringenden Gebäudeteile geschützt und die Luftleitung in vielen dünneren Drähten möglichst an allen Seiten des Gebäudes nach unten geführt. Als Erdleitungen dienen Erdungen

auf allen Seiten oder der Anschluß an das weitverzweigte System der Wasser- und Gasleitungen. Ein Blitzableiter nach Messens ähnelt demnach einem das Gebäude umgebenden Metallkäfig.

3. Das Käfigschußsystem, ähnlich dem von Messens, nur ohne die vielen Spitzen, das den Vorschriften über die Blitzschußvorrichtungen für Pulverfabriken und Anlagen zur Herstellung nitroglycerinhaltiger Sprengstoffe zugrunde gelegt ist. Dieses System wird von den Militärverwaltungen bei Pulvermagazinen u. dgl. verwendet.

4. Das System Findeisen. Findeisen versucht den Blitzableiter mit Hilfe der metallenen Konstruktions- teile der Gebäude möglichst zu vereinfachen. Dieses Bestreben ist zweifellos sehr wünschenswert, da es eine Verbilligung der Blitzableiter herbeiführt und hierdurch gestattet, Gebäude mit Blitzableiter zu versehen, bei denen dies bisher wegen der Kosten nicht möglich war. Mit dieser Methode kann auch der Vorteil des durch Messens angestrebten Käfigschußes erreicht werden, wie im folgenden gezeigt werden soll.

Um dem Blitz, von welcher Seite er auch kommen mag, eine unschädliche Ableitung zur Erde zu ermöglichen und ihn überall aufzufangen, ist es nötig, sowohl die Auffange- vorrichtungen als die Ableitungen in größerer Zahl anzubringen.

Würde nur an einer Seite eine Auffangevorrichtung und Ableitung vorhanden sein, so könnte der Fall eintreten, daß ein in anderer Richtung sich bewegender Blitzstrahl das Gebäude zerstört. Es ist also der Käfigschuß, der einen für das Gebäude schädlichen Blitzschlag fast unmöglich macht, als idealer Blitzschuß zu betrachten. Die Möglichkeit der Ausführung hängt natürlich vom Kostenpunkt und baulichen Rücksichten usw. ab. Jedenfalls ist das Käfigschußsystem ohne Spitzen vorzuziehen und so vollkommen als möglich auszuführen.

Den vom Elektrotechnischen Verein herausgegebenen Leit- sätzen ist diese Anordnung zugrunde gelegt.

Ausführung der Blitzableiteranlagen.

Die Besprechung über die Anordnung und die Konstruktion des Blitzableiters soll auf Grund der vom Elektrotechnischen Verein Berlin, herausgegebenen Leitfähe erfolgen.

Diese Leitfähe werden vielfach verkehrt aufgefaßt und ihnen eine Bedeutung zugeschrieben, die sie durchaus nicht



Fig. 1.

haben sollen. Sie sollen nicht etwa Vorschriften sein, die eine Abweichung nach der einen oder anderen Seite nicht gestatten, wie z. B. die Sicherheitsvorschriften für die Starkstromanlagen.

Daß dies durchaus nicht im Sinne der Kommission lag, welche die Ausarbeitung der Leitfähe übernommen, geht deut-

lich aus den Worten hervor, mit welchen der Berichterstatter der Kommission die Begründung der Herausgabe der Leitfäße schließt:

„Auf diese Weise sollte zunächst eine Grundlage geschaffen werden für die weitere Entwicklung des Blitzableiterbaues. Es sollte aber außerdem den Kreisen, die außerhalb der Elektrotechnik stehen und sich für den Blitzableiter interessieren, der gegenwärtige Stand unserer Anschauungen in einer abgerun-



Fig. 2.

deten und von der Autorität unseres Vereins getragenen Form vorgeführt werden. Wir wenden uns an die Erbauer und Besitzer von Häusern und Gebäuden aller Art, an die Behörden, welche den Bau und die Unterhaltung von Gebäuden zu beaufsichtigen haben, an die Feuerversicherungsgesellschaften und Brandkassen. Ihnen wollen wir mit knappen Worten sagen, nach welchen Grundsätzen ein Blitzableiter zu erbauen und wie seine Wirksamkeit zu beurteilen ist.“

Daß vielen Blitzableitersehern die Leitfäße ungelegen kamen, ist einleuchtend, denn von Platinspitzen und teuren

Kupferplatten, die verwendet werden müssen, ist darin keine Rede.

Aber es ist wesentlich, daß man die Blitzableiteranlagen in Einklang bringt mit den Gebäuden, die sie schützen sollen, und deshalb soll man auf einfachen Gebäuden für die Errichtung der Blitzableiter auch einfaches Material verwenden, wie es sich nach den Leitfäden ergibt. Dies ist besonders wichtig auf dem Lande.

Am billigsten wird die Anlage, wenn auf den Blitzableiter bereits beim Bau des Hauses Rücksicht genommen wird und die Metallteile des Hauses (Firstenwahrung, Dachrinne, Regenabfallrohre usw.) gleichzeitig mit als Blitzableiter dienen. Hierdurch wird auch die Architektur des Hauses nicht beeinträchtigt, während die Blitzableiteranlagen mit hohen Auffangstangen u. dgl. fast sämtlich das Bild der Gebäude in einer Weise verunzieren, daß man sich wundern muß, wie die Architekten so lange die Herrschaft dieses Systems ertragen haben.

Es wäre aus konstruktiven und aus Schönheitsrücksichten sehr wichtig, wenn die Architekten der Frage des Blitzableiterbaues mehr Interesse entgegenbringen würden als bisher. Man kann auch einen Blitzableiter mit Kupferdraht u. dgl. so herstellen, daß er das Bild des Hauses nicht so stört, wie es bei den bisherigen Anlagen meistens der Fall war. Die nebenstehenden Figuren (Fig. 1, 2 und 3) zeigen einige abschreckende Beispiele, während Fig. 4 und 5 die Ausführung von ca. 70 Jahre alten, schöneren Anlagen zeigen. Hier sind aus Schönheitsrücksichten die nicht sehr hohen Auffangstangen nach

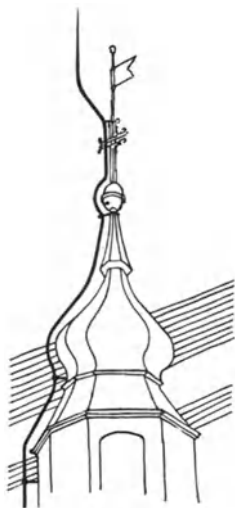


Fig. 3.

unten dicker und mit dem Gebäude mehr verwachsen. Die Auffangstange ist hohl, sie besteht aus 1 mm dickem Kupferblech. Die Firstleitung aus Kupferblechstreifen liegt fest auf den Firstziegeln, so daß man von unten die Firstleitung



Fig. 4.

überhaupt nicht bemerkt. Die Ableitung geht flach auf der Wand liegend zur Erde.

Bei der Besprechung der Ausführung der einzelnen Teile des Blitzableiters soll die Reihenfolge zugrunde gelegt werden, wie sie in den Leitfäden gegeben ist. Es heißt dort:

Der Blitzableiter besteht aus

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

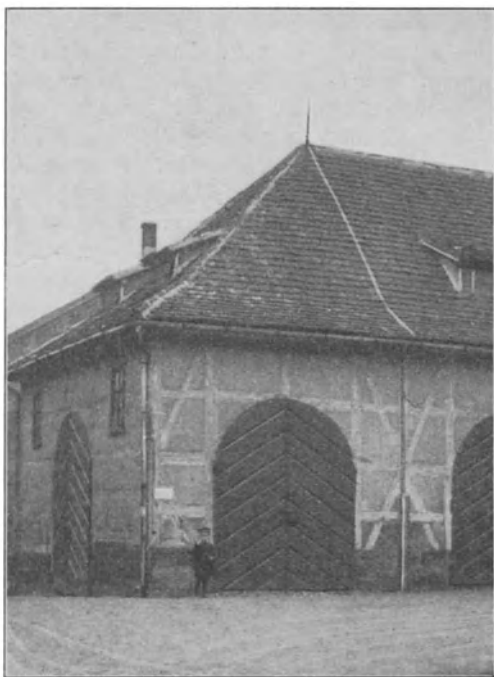


Fig. 5.

a) Die Auffangevorrichtungen

„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 Auffangevorrichtungen ausgebildet oder mit solchen versehen.“

Hierin ist nirgends der Ausdruck Auffangstangen gebraucht, um der Ansicht entgegenzutreten, daß hohe Stangen nötig sind, die alle Teile des Gebäudes, innerhalb des sogenannten Schutzkreises, vor Blitzschlägen bewahren. Es ist kaum anzunehmen, daß die Richtung der Entladung allein durch hohe Auffangstangen beeinflusst wird. Hierfür sind sicherlich auch andere Gesichtspunkte maßgebend, wie große Metallmassen, Luftverhältnisse, Windrichtung, Untergrundverhältnisse u. dgl. Es sind schon Blitzschläge vorgekommen, bei denen der Blitz in kleine Häuser ohne Blitzableiter schlug, die dicht bei hohen Gebäuden mit Auffangstangen standen. Ferner wurde beobachtet, daß der Strahl bei Gebäuden mit hohen Auffangstangen in das Haus schlug, ohne nachweislich die Auffangstange zu berühren. Wenn sich auf dem Dache des Hauses Metallteile befinden, die gute Erdverbindung haben, so wird sicher der Blitz auf diese überspringen, wenn sie das Dach auch nur wenig oder überhaupt nicht überragen.

Es ist unbedingt viel richtiger und sicherer, wie es die Leitsätze auch vorsehen, mehrere emporragende Teile des Hauses mit Metallstücken zu versehen oder Leitungen über sie hinwegzuführen und von der angeblichen Schutzwirkung auf benachbarte Teile des Gebäudes möglichst abzusehen. Von welcher Seite dann auch eine Entladung kommt, überall findet sie von den Metallteilen einen Weg zur Erde. Wenn die Entladung nach dem Hause zu stattfindet, so wird der Blitzstrahl, wie es ja auch die zahlreichen schon beobachteten Blitzschläge beweisen, nicht etwa Dachflächen durchschlagen und nach dem Innern eindringen, wenn sich auf dem Dach, am First oder den Dachkanten mit der Erde in Verbindung stehende Metallteile befinden. Der Blitz, der das Bestreben hat, auf möglichst bequemem Wege zur Erde zu gelangen, findet hier, wenn man sich so ausdrücken will, die Erde auf dem Dache des Hauses, und dies gilt um so mehr, wenn verschiedene Metallwege zu Boden führen und sich dort gut verzweigen.

Doch nicht nur von den hohen Auffangtangen, sondern besonders von den kostspieligen Platinspitzen u. dgl. ist abzusehen. Daß diese wertlos sind und für die Entwicklung des Blitzableiters und seine Verbreitung direkt schädlich waren, geht aus den früher angeführten Gutachten deutlich hervor.

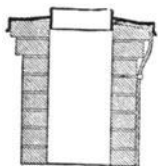


Fig. 6.



Fig. 7.

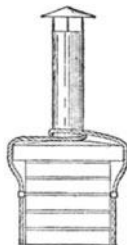


Fig. 8.

Gute Auffangevorrichtungen sind Schornsteine, deren Verwendung in den nebenstehenden Figuren gezeigt wird. Fig. 6

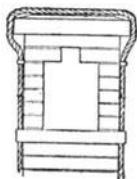


Fig. 9.

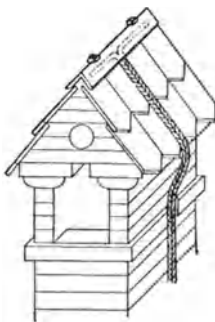


Fig. 10.

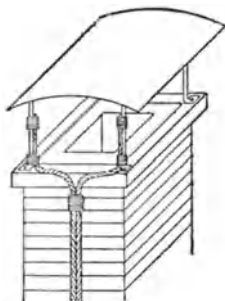


Fig. 11.

stellt eine emaillierte gußeiserne Abdeckplatte (Lieferant Mechaniker Ernst Göbel, Stuttgart) dar, welche zugleich die sonst übliche steinerne Deckplatte ersetzt. An Stelle der vollständigen Platte genügt auch die Einfassung des oberen Teiles mit einem Rahmen aus Winkelseisen (Fig. 7). Die übrigen Figuren 8, 9, 10, 11, bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

Bei Fabrikshornsteinen hat die Verwendung von hohen Auffangstangen noch weniger Berechtigung als sonst. Man verfährt hier ähnlich wie bei den obigen Ausführungen und nimmt Abdeckplatten. Bei Fabrikshornsteinen wird man eine einfache, gute und billige Befestigung der Leitung erhalten, wenn man die Steigeisen außen befestigt (eine Anordnung, die sich aus verschiedenen Gründen empfiehlt) und auf den einen Schenkel des Steigeisens, möglichst nahe der Hornsteinfläche, den Draht mittels Lasche aufschraubt.

Daß schon in früherer Zeit die Verwendung besonderer Auffangstangen für überflüssig gehalten wurde, geht aus dem folgenden Schreiben des geistlichen Rat Hemmer in Mannheim hervor, der im Jahre 1785 Blitzableiter für die Kirchen der Stadt Kaiserslautern angegeben hat. Er schreibt:

„Wir richten keine Wetterstangen auf den Türmen auf, sondern lassen die metallenen Aufsätze, Kreuze, Hahnen, Sterne, Löwen dafür gelten. Die Ableitung fängt an jedem Turmgebäude unter dem Knopfe an. — — —“

b) Die Gebäudeleitung.

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

Der Zweck der Gebäudeleitungen ist die schadloße Abführung der durch den Blitzschlag abgegebenen Elektrizitätsmenge zur Erde. Um diesem Zweck zu entsprechen, müssen die Leitungen so geführt werden und so bemessen sein, daß ein Überspringen der Entladung auf das Gebäude und seinen Inhalt nicht eintreten kann. Die Bestimmung des Querschnittes kann nicht rechnerisch erfolgen, da die Größe der abzuführenden Elektrizitätsmenge nicht bekannt ist. Aus den Erfahrungen, die bei stattgefundenen Blitzschlägen gesammelt wurden, sind in

den Leitfäden folgende Normen über die Größe des Querschnittes angegeben:

„Verzweigte 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 einundeinhalbfachen, Blei vom dreifachen Querschnitt des Eisens zu wählen. Der Leiter soll nach Form und Befestigung sturmsicher sein.“

Es fragt sich nun, ist an einem Hause überhaupt die Verwendung besonderer Gebäudeleitungen nötig? Wie vorher bereits angeführt, zeigen die Statistiken über Blitzschläge, daß in vielen Fällen der Blitz den Blechverwahrungen der Dachkanten, den Dachrinnen und Regenabfallrohren folgte, und daß hierdurch Gebäude vor Blitzschäden fast völlig bewahrt wurden. Es wäre also unrecht, wollte man auf diese natürlichen am Gebäude befindlichen Blitzableiter verzichten und sie durch künstliche ersetzen. Viel wichtiger ist es, die vorhandenen natürlichen Blitzableiter soviel wie möglich zu vervollkommen, und besondere Vorrichtungen nur da anzubringen, wo die natürlichen Leitungen einer Ergänzung bedürfen. Obwohl die Erkenntnis der obigen Tatsachen schon alt ist (in dem Werk „Naturlehre“ von Professor Eckerle 1820 findet sich folgende Stelle: „Sind die Rücken und Ecken der Häuser schon mit Kupfer oder Blei belegt, so ist keine Auffangstange nötig; nur muß man von Zeit zu Zeit nachsehen, daß die Ableitung nicht unterbrochen wird“), erfolgte die Einführung erst, wenn auch noch in viel zu geringem Maße, durch das Vorgehen des Herrn Bau- rat Findeisen.

Fig. 12, Modell für die Kurse, zeigt ein ländliches Gebäude mit Blechfirst, metallener Kaminabdeckung, blechbeschlagenen Windbrettern, Dachrinnen und Regenabfallrohren, sowie einer Bandeisen-Ringleitung. Es ist dies die Blitzableiteranordnung, wie sie Findeisen für ländliche Gebäude vorschlägt.

Auch durch die Leitfäden wird versucht, die einfache Herstellung der Gebäudeleitungen einzuführen und hierfür in erster Linie die Architekten zu gewinnen. Es heißt dort in Absatz 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. Insoweit sie den in den Leitfäßen 2, 5 und 6 gestellten Forde-

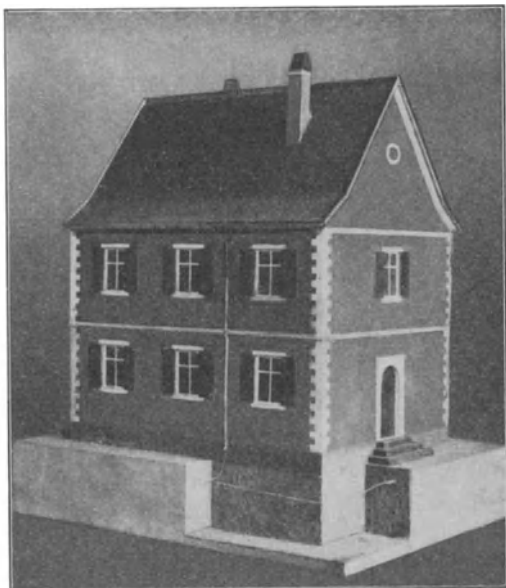


Fig. 12.

rungen entsprechen, sind besondere Auffangevorrichtungen, Gebäude- und Erdleitungen entbehrlich. Sowohl zur Vervollkommenung 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.“

Ein Teil des Blitzableiters, der sich ohne weiteres bei Berücksichtigung während des Baues durch den Architekten sparen läßt, ist die Firstleitung. Man kann an Stelle der Firstziegeln zur Verwahrung des Firstes verzinktes Eisenblech verwenden und erhält so eine dauerhafte und nicht teure Firsteindeckung, die eine besondere Dachleitung überflüssig macht. Statt die Eindeckung mit verzinktem Eisenblech vorzunehmen, kann man den First mit Schiefer belegen und zur Einfassung des Schiefers etwas stärkeres Zinkblech bzw. verzinktes Eisenblech verwenden (Fig. 13)¹). Wenn die Kosten keine Rolle spielen, benutzt man

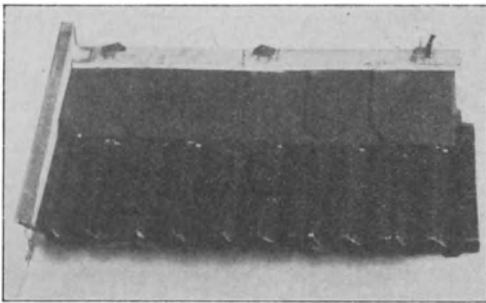


Fig. 13.

statt des Zinkbleches Kupferblech, das den Vorteil größerer Haltbarkeit besitzt.

Die Herstellung einer einfachen Eisenblechverwahrung des Firstes erfolgt mittels 40 cm breiter Streifen von Blech Nr. 21 (Querschnitt ca. $0,75 \times 400 = 300$ qmm), die der Dachneigung entsprechend abgebogen werden und deren Längsränder mit einem Hohlumschlag oder Bulst versehen werden (Fig. 14). Des besseren Aussehens halber und zur Erhöhung ihrer Steifigkeit können die Bleche auch beliebig profiliert werden (Fig. 15 und 16). Die Streifen werden in der Werkstätte aus den

¹) Aufnahme des im Blitzableiter-Kurs verwendeten Modelles.

2 m langen Tafeln zu Stücken von 4 m zusammengenietet und verlötet. Auf dem Dache sind die Teile wieder zu vernieten

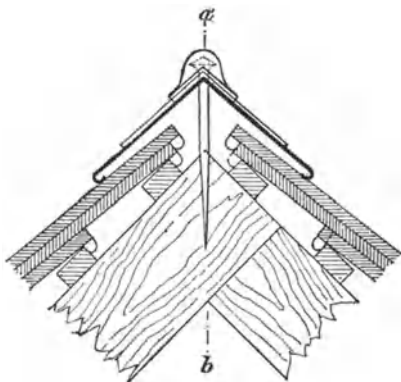


Fig. 14.

und zu verlöten oder sie müssen mindestens 15 cm übereinandergreifen. Sie erhalten ferner Zusammenhang und Halt durch

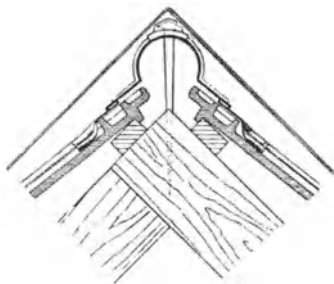


Fig. 15.

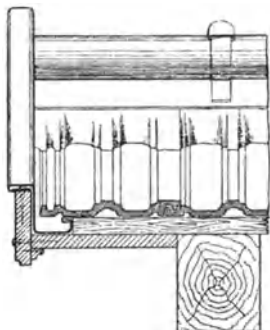


Fig. 16.

die Wulste bzw. durch die Befestigung mit verzinktem 40×4 mm starken Bandeisern und 20—30 cm langen verzinkten Kreuznägeln oder Holzschrauben an dem Holzwerk des Daches. Die

Nägelsköpfe werden durch $1\frac{1}{2}$ mm dicke, an die Firstbleche angelötete Rappen aus Walzblei bedeckt und gedichtet. Um zu verhindern, daß die Blechfirstverwahrung durch Winddruck abgehoben wird, ist für eine genügend große Zahl Befestigungsstellen zu sorgen. Diese Blechfirstverwahrungen eignen sich hauptsächlich für einfache Gebäude, wo das Aussehen keine so große Rolle spielt.

Als Fortsetzung der Firstleitung kann man die Blechverwahrung der Giebelräume und Ortgänge verwenden. Diese Blechverwahrungen, die gleichzeitig das Holz gegen Verfaulen schützen, stellt man am besten aus verzinktem Eisenblech Nr. 21 oder 22 (0,75 bzw. 0,62 mm dick) her. Das Blech wird verwendet in Streifen von 20 bis 25 cm Breite, die auf Blechmaschinen gebogen werden (Fig. 17). Damit bei feuerverzinktem Blech die Verzinkung nicht losspringt, sind zu scharfe Biegungen und Fälze zu vermeiden. Die einzelnen Stücke werden miteinander vernietet und verlötet oder man läßt sie genügend weit übereinandergreifen.

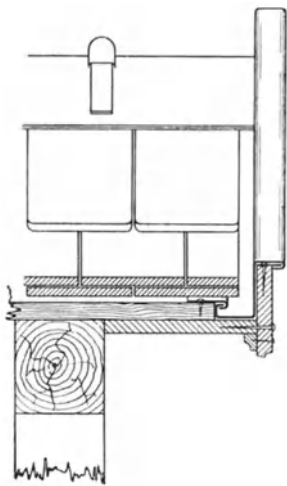


Fig. 17.

Als nächster Teil der Dachleitung, der mit dem Vorhergehenden in Verbindung gebracht werden muß, kommen die Dachrinnen und Regenabfallrohre in Betracht. Diese werden entweder aus verzinktem oder verbleitem Eisenblech (Nr. 20, 21 und 22) hergestellt, und zwar aus verbleitem Blech, wenn Ölfarbestrich vorgesehen ist, da dieser auf verzinktem Blech nicht so gut hält. Bei verbleitem Blech ist auf gute Unterhaltung des Anstriches zu sehen, da es sonst weniger lang hält als verzinktes. Um auch an den Stoßstellen eine gute metallische

Verbindung zu erhalten und doch den Blechen Möglichkeit zur Bewegung zu lassen, erfolgt eine Überbrückung durch zwei aufgelötete buckelförmige Streifen aus Zinkblech von 100—200 qmm Querschnitt (Fig. 18).

Regenabfallrohre aus Zinkblech, dürfen keinesfalls zu schwach genommen werden. Die meisten Spengler ziehen das Zinkblech dem Eisenblech vor, da es sich leichter verarbeiten läßt. Spielt die Geldfrage keine Rolle, so ist natürlich die Verwendung von Kupferblech den oben angeführten Materialien vorzuziehen.

Sind eiserne Dachstühle oder Metalldächer vorhanden, so bilden diese einen so vorzüglichen Blitzschutz, daß weitere Dachleitungen völlig überflüssig sind und nur eine Verbindung mit Erde, z. B. Anschluß an die Wasserleitung, herzustellen ist. Dasselbe gilt natürlich auch für ganz aus Metall bestehende Häuser, wie Wellblechschuppen u. dgl.

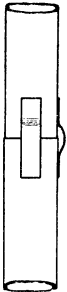


Fig. 18.

Fehlt an einem Hause ein Teil der oben angegebenen metallenen Dachverwahrungen, so ist dieser Teil durch künstliche Leitungen (Kupferdraht oder Kupferband, Eisendraht oder dgl.) zu ersetzen. Sind z. B. Windbretter oder Ortgänge nicht mit Blech versehen, so führt man vom First nach der Dachrinne einen Metalldraht, um den metallischen Zusammenhang her-

zustellen. Fehlen am Dache metallene Konstruktionsteile überhaupt, so muß man die Dachleitungen künstlich herstellen. Als Material hierfür kommen Kupfer und Eisen in Betracht. Kupfer hat den Vorteil, daß es haltbarer ist und leichter bearbeitet werden kann, während Eisen den Vorteil der Billigkeit hat. Die Größe des Querschnittes muß, wie vorher in den Leitungen angegeben, bei Eisen doppelt so groß wie bei Kupfer gewählt werden. Deshalb wird man bei Eisen, um es noch bequem verarbeiten zu können, meist Seil oder Band verwenden müssen. Verwendet man Seile, so soll der Durchmesser der einzelnen Drähte nicht unter 3 mm betragen, da dieselben sonst schnell zerstört werden. Dasselbe gilt für Bandeisen, das nicht

in geringerer Dicke als 2 mm verwendet werden soll. Jedenfalls ist bei Eisen auf eine möglichst gute Verzinkung Wert zu legen.

Kupfer kann als massiver Draht, Seil oder Band verlegt werden, und es ist kein Grund vorhanden, eine dieser Verlegungsarten als die richtigste vorzuschreiben. Man wird von Fall zu Fall zu wählen haben, in welcher Form die Leitungen am besten herzustellen sind. Aber auch hier empfiehlt es sich, bei Seilen die Einzeldrähte nicht unter 2 mm zu nehmen, da sonst die Haltbarkeit des Seiles verringert wird.

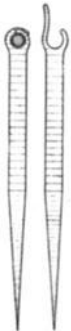


Fig. 19.

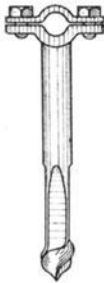


Fig. 20.

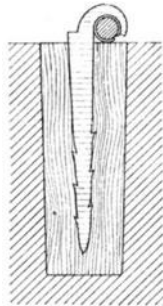


Fig. 21.

Die Befestigung der Gebäudeleitungen ist verschieden, je nach Form und Material sowie der Verwendungsart.

Gewöhnlich wurden die Leitungen in einem Abstände von 10—20 cm von den Dach- und Wandflächen geführt, schöner ist es, wenn sie auf diesen Flächen aufliegen. Jedenfalls ist es aus Schönheitsrücksichten sehr zu empfehlen, wenn die Leitungen sich mehr den Linien des Hauses anschmiegen, als es bisher üblich war.

Die gewöhnlich verwendeten Leitungsstützen werden in verschiedener Ausführung hergestellt. Teilweise sind dieselben zum Festschrauben und teilweise zum Einklemmen des Drahtes eingerichtet (Fig. 19 und 20).

Da die zum Klemmen verwendeten Lappen meist nicht sehr stark sind, so wird die Stütze nach Fig. 20 bei langen Leitungen, z. B. Fabrikshornsteinen, oft den durch Wind hervorgerufenen Schwankungen nicht standhalten können und der Draht wird sich lockern. Er kann dann leicht, wenn sein Gewicht durch die Stützen nicht mehr getragen wird, oben abreißen, besonders wenn der obere Teil durch Rauch angefressen ist. Es ist deshalb bei langen Leitungen besonderer Wert auf gute Befestigung in den Stützen zu legen. Bei massiven Kupferdrähten darf man den Draht nicht zu straff anziehen und dann ein-

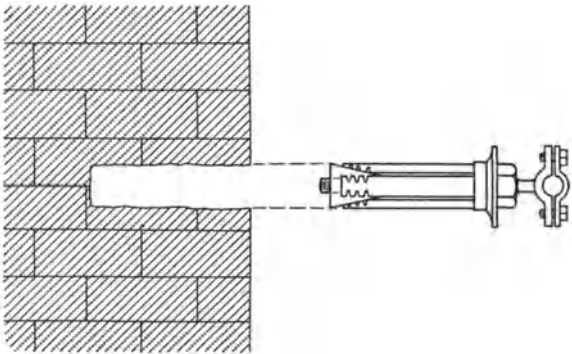


Fig. 22.

spannen, weil sonst bei Verkürzungen im Winter eventuell ein Reißen des Drahtes eintreten kann. Um bei den Leitungen Einschnürungen an den Befestigungsstellen zu vermeiden, empfiehlt es sich, röhrenförmiges Zinkblech oder Walzbleifutter zwischen Leitung und Öse der Stütze einzuklemmen. Eine einfache Befestigung für Drähte direkt auf der Wandfläche mit Krampen zeigt Fig. 21. Ähnliche Krampen können auch zur Befestigung flacher Leitungen auf der Wandfläche dienen. Für eine Befestigung der Stützen in Steinwänden sind die Keilverschraubungen von Cisse & Fehr in Hamburg zu empfehlen. Es wird hierdurch die Wand nicht beschädigt

und ein leichtes Einsetzen der Stützen ermöglicht. Die Fig. 22 zeigt eine Keilverschraubung.

Die für Dächer verwendeten Halter erhalten ihrer Befestigungsart entsprechende Formen. Bei einfachen Gebäuden

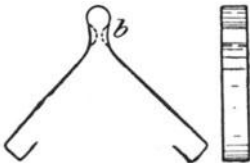


Fig. 23.

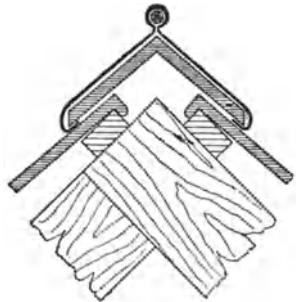


Fig. 24.

mit Ziegeldächern kann man billige Halter von 30×2 mm starkem verzinktem Bandeisen verwenden. Ihre Befestigung und Form ist aus Fig. 23, 24 und 25 zu ersehen. Verlegt man

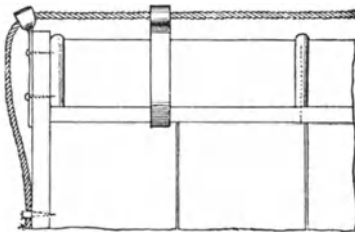


Fig. 25.

die Dachleitung nicht auf dem First, sondern etwas seitlich davon, so ergibt sich eine einfache Verlegungsart, die aus Schönheitsrücksichten sehr zu empfehlen ist. Man nagelt auf die Dachsparren Drähte bzw. Streifen aus Kupfer oder verzinktem Bandeisen, an deren unterem Ende die Firstleitung durch Ein-

Klemmen befestigt wird (Fig. 26)¹⁾. Besser ist die Verlegung auf Haltern von 3×25 mm verzinktem Bandeisen mit Vorrichtung zum Aufschrauben der Drähte (Fig. 27)¹⁾. Die Halter werden an die Sparren oder Latten angenagelt. Diese Ver-



Fig. 26.

legung des Drahtes kann auch ausgeführt werden, wenn die Firstziegel mit Mörtel aufgesetzt sind, eventuell verlegt man

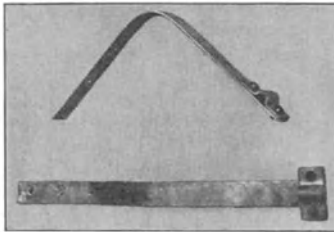


Fig. 27.

den Draht dann unterhalb der ersten Ziegelreihen. Ich lasse diese Verlegung fast ausschließlich verwenden.

Die abwärts führenden Dachleitungen liegen, wie Fig. 28¹⁾ zeigt, auf ähnlichen Haltern, nur ist hier ein Querlappen angenietet.

¹⁾ Aufnahme der für den Blitzableiter-Kurs verwendeten Modelle.

Bei der Verbindung der Firifleitung mit den Gebäudeleitungen hat man dafür zu sorgen, daß die Führung der Leitung so weit als möglich gerade erfolgt, da man vielfach beobachtet hat, daß der Blitz an scharfen Biegungen abgesprungen ist. Weit ausladende Gesimse werden deshalb, wenn man sie nicht in sanften Biegungen umgehen kann, am besten durchbohrt und diese Durchbohrungen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit durch eingesezte Zink- oder Bleirohre geschützt, mit denen der Draht am oberen Ende verlötet wird.

Bei der allgemeinen Anordnung der Leitungen ist stets

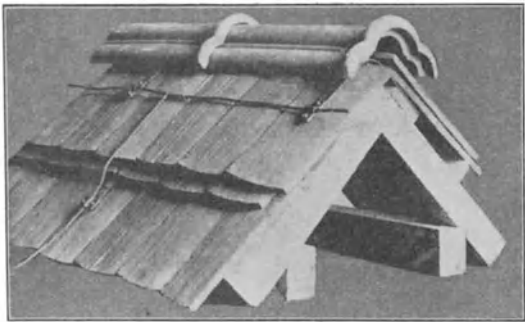


Fig. 28.

im Auge zu behalten, daß der ideale Schutz ein um das Haus gespanntes metallenes Netz ist.

Wenn natürliche Leitungen am Gebäude vorhanden sind, wie Blechabdeckungen, Dachrinnen, Regenabfallrohre, so ist jedenfalls ihr Anschluß an die Gebäudeleitungen und Erdleitungen vorzunehmen. Alle im Gebäude befindlichen größeren Metallmassen in der Nähe der Gebäudeleitungen, wie Träger, Säulen, Rohrleitungen, sind anzuschließen, besonders wenn sie mit der Erde in Verbindung stehen. Hierbei ist sowohl oben als unten ein Anschluß auszuführen.

Will man bei besonders gefährdeten Gebäuden, wie Pulvermagazinen u. dgl., einen sicher wirkenden Blitzschutz erhalten,

so umspannt man diese Gebäude möglichst dicht mit gut geerdeten Drähten.

Die vom Elektrotechnischen Verein ausgearbeiteten Vorschriften für den Blitzschutz von Anlagen zur Herstellung nitroglycerinhaltiger Sprengstoffe sehen ganz von der Anwendung der Auffangstangen ab und verwenden einen Metallkäfig aus Drähten, die in 1 m Abstand voneinander das Gebäude völlig bedecken (Fig. 60 und 61).

Das bei den Gebäudeleitungen benutzte Material soll zur Vermeidung von Verbindungsstellen in möglichst großen Längen verwendet werden. Sind Verbindungen her-

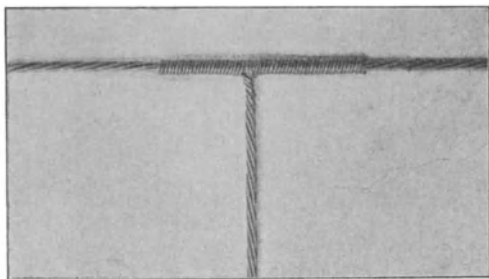


Fig. 29.

zustellen, so wird deren Ausführung je nach dem verwendeten Material verschieden sein.

In den Leitfähen heißt es hierüber:

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

Bei der Ausführung der Verbindungsstellen ist demnach nicht das Wichtigste eine Verbindung, die möglichst geringen Widerstand hat, sondern es ist, wie ja der letzte Satz der Leitfähe sagt, dafür zu sorgen, daß genügend große metallische Berührungsflächen vorhanden sind. Als gute Verbindung gelten: Verlotung

bei Kupfer, Verschweißung bei Eisen und Vernietung bei beiden Metallen. Verschraubungen sind nur dort zu verwenden, wo dauernde Verbindungen nicht angängig sind, da öftere Trennung

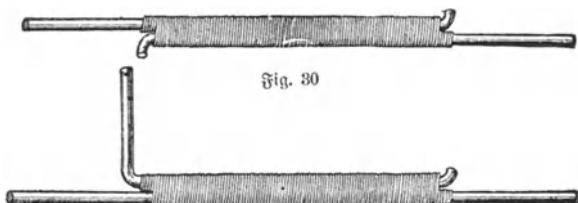


Fig. 30

Fig. 31.

nötig ist. Verschraubungen lockern sich durch Wind usw. leicht und geben dann, wenn die Verbindungsteile abfallen, große Trennungstrecken.

Die obigen Figuren zeigen die Ausführungen verschiedener Verbindungen (Fig. 29, 30, 31).



Fig. 32.

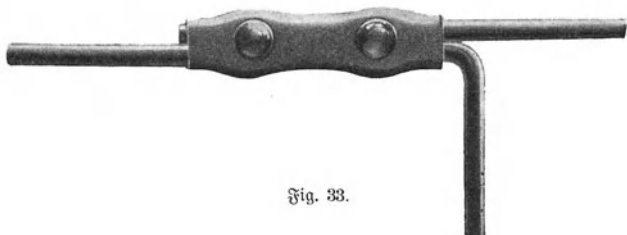


Fig. 33.

Eine gute, sehr leicht herzustellende Verbindung, besonders für Kupferdrähte, sind die von Hofmann, Köhlschbroda, zu beziehenden Nietverbinder (Fig. 32, 33), deren Verwendung

besonders bei Turmleitungen den Lötungen unbedingt vorzuziehen ist. Dieselben geben sowohl elektrisch als auch in bezug auf Festigkeit gute Verbindung.

Die Herstellung der Verbindung erfordert nur ganz einfaches Werkzeug, das überall leicht verwendet werden kann und den Transport der zum Löten erforderlichen Apparate erspart. Es ist nur nötig, die zu verbindenden Drähte in die mit Ausbuchtungen versehenen Hülse einzuschieben und mittels des konischen Dornes A (Fig. 34) in diese Buchtungen zu pressen. Nach Entfernung des Dornes wird an dessen Stelle ein Niet (B) (Fig. 35) eingeführt. Das Nieten geschieht auf demselben Werkzeug, auf dem der Dorn eingetrieben wurde.

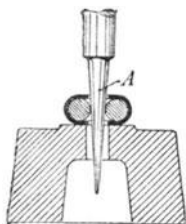


Fig. 34.

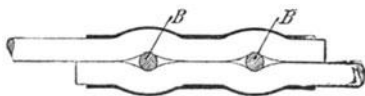


Fig. 35.

Bei den Lötstellen ist Säure zu vermeiden und die Lötstelle gut mit Lot zu umgeben, um ein Anfressen zu verhindern. Bei den Schraubverbindungen legt man zwischen die blanken Teile Staniol oder Bleistreifen zur Erzielung einer innigen Verbindung.

Es ist gut, die Verbindungen gegen atmosphärische Einflüsse durch wetterfeste Umkleidungen oder Anstriche zu schützen. Dies ist besonders zu berücksichtigen, wenn man verschiedene Metalle miteinander verbinden muß. Kommt Kupfer und Zink zusammen, so tut man gut, Blei dazwischen zu legen. Anschlüsse an Zinkblechdachrinnen werden durch angelötete Lappen von verbleitem Eisenblech vermittelt (Fig. 36).

Es ist bekannt, daß in den galvanischen Elementen zwei verschiedene Materialien in Flüssigkeit, z. B. zwei verschiedene

Metalle dazu dienen, den elektrischen Strom zu erzeugen. Hierbei werden aber diese Metalle aufgebraucht, d. h. zerlegt. Dieser Fall kann nun auch bei Verbindungen verschiedener Metalle, welche der Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt sind, eintreten. Deshalb soll man derartige Stellen womöglich vermeiden oder sie wenigstens entsprechend vor Witterungseinflüssen schützen.

Zur Verbindung mit den metallenen Teilen im und am Gebäude kann man Metallstreifen verwenden, die angelötet oder unter Zwischenlage von Blei angenietet werden.

Gute Verbindung bei größeren eisernen Teilen geben auch

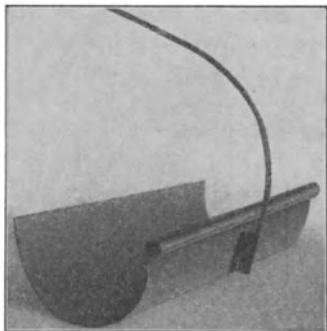


Fig. 36.

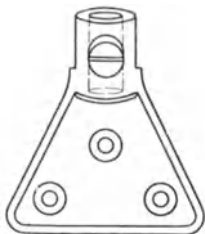


Fig. 37.

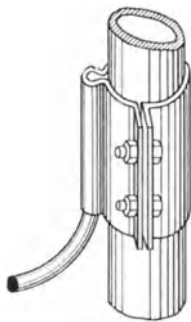


Fig. 38.

die Nietungen mittels besonderer hierzu hergerichteter Kupferplatten mit Ansätzen, in welche die Drähte eingelötet werden (Fig. 37).

Anschlüsse an Rohre werden durch Schellen (Fig. 38) oder durch Umwickeln des Drahtes und Umgießen mit Blei hergestellt.

Jedenfalls ist bei allen Verbindungen genau so wie bei den Gebäudeleitungen selbst auf die Herstellungskosten Rücksicht zu nehmen. Besser ist es, sich mit einfacheren Verbindungen zu behelfen, als daß man durch zu hohe Kosten die Errichtung einer Anlage in Frage stellt. Denn die Annahme, daß ein Blitzableiter mit weniger guten Verbindungen die Gefahr vergrößert, ist, wie die vorausgehenden Betrachtungen zeigen, durchaus nicht begründet. Wenn nur einige, nicht in metallischer Verbindung stehende Metallteile am Haus vorhanden sind, so folgt der Blitz diesen so weit als möglich und verschont auf diesen Strecken das Gebäude.

Viele Blitzschläge haben gezeigt, daß es dem Blitz durchaus nicht darauf ankommt, große Entfernungen zu überspringen, um von Metallteilen, die keine gute Erdverbindung haben, auf solche überzuspringen, die mit der Erde in großflächiger Verbindung stehen. Die Statistiken berichten auch über Blitzschläge, in denen der Blitz von gut verlöteten, metallisch fest verbundenen Blitzableitern mit Erdplatte auf im Haus befindliche Gas- oder Wasserleitungsröhren überggesprungen ist. Wie unendlich klein sind dagegen die geringen Entfernungen von wenigen Millimetern zwischen den einzelnen Teilen des Blitzableiters bei nicht genügend festen Verbindungen. Man bedenke nur, wie häufig es schon vorgekommen ist, daß der Blitz an Gebäuden ohne Blitzableiter von Nagel zu Nagel im Verputz springend zur Erde gelangt, ohne im Innern wesentliche Zerstörungen anzurichten. Die Blitzableiter für elektrische Freileitungen sind sogar unter Berücksichtigung dieser Tatsache konstruiert. Man bringt dort in der Nähe der Leitungen Metallteile an, welche mit der Erde in guter Verbindung stehen und gibt so den atmosphärischen Entladungen Gelegenheit, zur Erde überzuspringen, wie es nebenstehende Skizze veranschaulicht (Fig. 39). Der in der Leitung normal fließende Strom kann den Luftraum nicht überspringen, während die

bei atmosphärischen Entladungen entstehenden Spannungen die Luftstrecke durchschlagen, um zur Erde zu gelangen.

Man sieht hieraus auch, wie falsch es ist, die Güte der Gebäudeleitungen nach ihrem elektrischen Widerstand zu beurteilen. Diese Untersuchung wird meist so ausgeführt, daß man ein Metallstück mit Prüfdraht unter großer Schwierigkeit an der Spitze des Blitzableiters zur Berührung bringt (Fig. 40) und den Widerstand der Gebäudeleitung zwischen den Punkten a und b mißt.

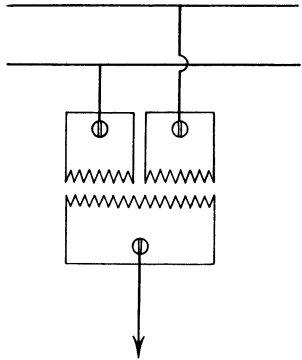


Fig. 39.

Es ist wohl einleuchtend, daß man hierbei einen sehr hohen Widerstand erhält, wenn die Metallteile auch 20 cm und mehr

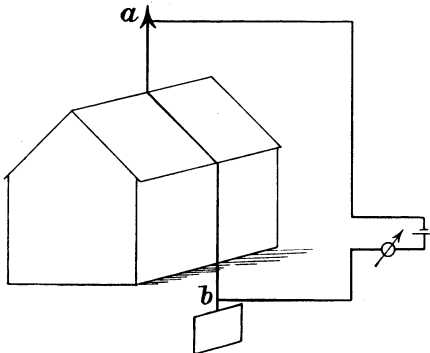


Fig. 40.

übereinandergreifen und sich eine vielleicht nur einen halben Millimeter dicke Oxid- oder Schmutzschicht dazwischen befindet. Für den Blitz ist diese im Verhältnis zu dem zurückgelegten

Weg unendlich kleine Schicht absolut kein Hindernis, seinen Weg zu einer guten Erdleitung zu nehmen.

Dagegen kann es vorkommen, daß ein Draht an einer Stelle bis auf einen halben Millimeter angefressen ist, und daß trotzdem der gemessene Widerstand sehr gering erscheint; denn es ist eine völlig zusammenhängende metallische Verbindung vorhanden, deren sehr geringer Querschnitt bei der Messung nicht bemerkt wird. Es sei z. B. eine Anlage mit einem 50 m langen, 50 qmm dicken Kupferdraht zu prüfen, bei der auf einer Strecke von 100 mm der Draht bis auf 0,5 qmm, d. h. fast völlig durchgefressen ist (Fig. 41), dann beträgt der Widerstand der Leitung

$$w_1 = \frac{50}{60 \cdot 50} = 0,017 \Omega \text{ (unversehrte Leitung),}$$

hierzu der Widerstand der angefressenen Stelle

$$w_2 = \frac{0,10}{60 \cdot 0,5} = 0,0033 \Omega,$$

d. h. der gesamte Widerstand ist 0,0203 Ohm, ein Wert, den man mit den Vorrichtungen, wie sie den Blitzableitersehern zur Verfügung stehen, gar nicht messen kann.

Sehr häufig treten auch noch Meßfehler und Irrtümer durch zufällige metallische Berührungen am Gebäude oder den Dachrinnen ein. Es ist demnach nicht zuviel behauptet, wenn man sagt, diese galvanische Prüfung der Gebäudeleitungen ist wertlos. Und es ist meist auch nur eine mehr oder weniger bewußte Täuschung des Anlagebesizers, welche der Prüfer bei dieser Messung vornimmt. Daß dies auch von den die Meßapparate liefernden Firmen anerkannt ist, sieht man aus den Anleitungen zur Messung, welche eine dieser Firmen zu ihrem Apparat gibt. Es heißt dort u. a.: „Die galvanische Untersuchung der oberirdischen Leitung wird sich vielleicht

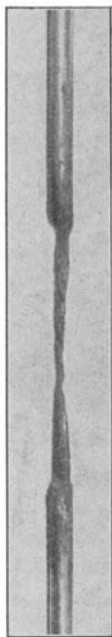


Fig. 41.

mehr aus geschäftlichen als praktischen Gründen empfehlen, denn sie ist im allgemeinen ziemlich nutzlos, der Widerstand der Luftleitung gibt, wenn er auch noch so klein gefunden wird, keineswegs ein Urteil über die Brauchbarkeit der oberirdischen Leitung. Wir geben nachstehend an, wie man eine solche Widerstandsmessung der Luftleitung ausführt.“ Das sagt genug!

Von Fehlern an den Gebäudeleitungen überzeugt man sich also am besten durch Besichtigung, man wird sie dann bei gewissenhafter Prüfung sicher finden.

Hat man als Gebäudeleitungen metallene Dachverwahrungen, Dachrinnen und Regenabfallrohre verwendet, so wird man diese Besichtigung ohnedies vorzunehmen haben, da man jedes Dach von Zeit zu Zeit auf Regensicherheit prüfen lassen wird.

c) Die Erdleitungen.

Ehe ich auf die Ausführung der Erdleitungen näher eingehe, möchte ich zunächst über den Zweck und die Wirkungsweise derselben einige Betrachtungen anstellen.

Da es sich bei den Blitzschlägen um einen Ausgleich der Elektrizität zwischen Luft und Erde handelt, so muß der betreffenden Elektrizitätsmenge von den Gebäudeleitungen aus ein bequemer Übertritt zur Erde ermöglicht werden. Nun ist aber zur Genüge bekannt, daß die Leitfähigkeit der Erde nicht groß ist und daß man demnach einer Leitung aus Erde, wenn sie einen geringen Widerstand haben soll, einen sehr großen Querschnitt geben müßte. 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 durch einen dem Kupferquerschnitt entsprechenden 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.

Wir nehmen an, es handle sich darum, große Wassermengen aus einer beliebigen Höhe in die Erde zu leiten. Wollten wir eine Röhre einfach in der Erde endigen lassen (Fig. 42), so würde jedenfalls das Wasser, welches in der Röhre bequem, ohne Widerstand zu finden, fließen konnte, am Eintritt in die Erde sich stauen. Es kann sich durch die Erde nicht ohne weiteres ausbreiten. Die Stauung wird um so stärker sein, je dichter die Erde an der betreffenden

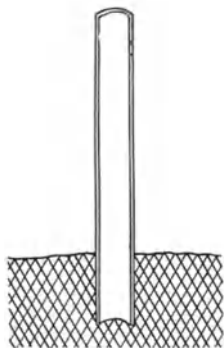


Fig. 42.

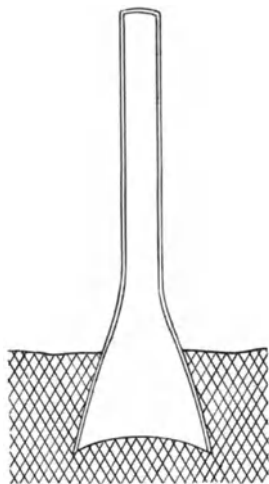


Fig. 43.

Stelle ist (Felsen usw.), d. h. je mehr Widerstand das eindringende Wasser findet. Diese Stauung könnte unter Umständen so stark werden, daß das Rohr platzt und daß sich das Wasser an den Seiten auslaufend, andere Wege zur Erde suchen würde.

Man könnte deshalb auf den Gedanken kommen, das Rohr an dem Ende in der Erde zu erweitern, um so das Abfließen des Wassers zu erleichtern (Fig. 43). Aber auch dieser Weg ist nicht der richtige, denn das Wasser würde auch hier schlecht

abfließen, da die Erdschicht, welche sich gerade vor dem Rohr befindet, meist schnell mit Wasser gesättigt ist. Das Wasser wird sich auch hierbei im Rohr stauen.

Ein einigermaßen ruhiges Abfließen könnte nur dann stattfinden, wenn die Erde sehr locker ist oder das Rohr so weit in die Erde geführt ist, daß es im Grundwasser endigt und die Grundwasserschicht in looserer Erde sich leicht bewegen kann.

Will man erreichen, daß das Wasser ruhig abfließt, so muß man auf andere Weise verfahren.

Es ist bereits erwähnt, daß nur dann ein ruhiges Fließen stattfinden kann, wenn die Erdschicht, welche das Wasser aufnehmen soll, genügend Ausdehnung besitzt. Um dies zu erreichen, könnte man statt einer Röhre mit großem Querschnitt

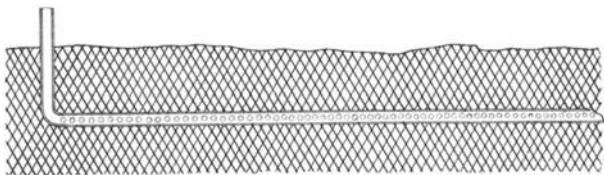


Fig. 44.

eine dünnere verwenden, aber diese auf einer möglichst langen Strecke in der Erde verlegen und die in der Erde liegende Röhre an vielen Stellen wie ein Sieb durchlöchern (Fig. 44). Dann wird das Wasser auf der ganzen Länge nach allen Seiten austreten und da es auf seiner Länge immer wieder neue Erdschichten trifft, wird kaum eine Sättigung der Erde mit Wasser eintreten. Die Länge des in der Erde verlegten Rohres wird man sehr groß nehmen müssen bei festem Boden, der dem Eindringen großen Widerstand bietet, während man bei Boden mit geringem Widerstand mit kürzeren Röhren auskommt.

Ganz ähnlich sind die Vorgänge bei der Überleitung der atmosphärischen Entladungen zur Erde.

Hier handelt es sich darum, plötzlich große Elektrizitätsmengen von den Gebäudeleitungen aus in die Erde über-

zuleiten. Würde man einen Leiter einfach in der Erde endigen lassen, so müßte die Elektrizität sich durch die schlecht leitenden Erdschichten fortpflanzen und es könnten hierdurch leicht Stauungen auftreten, die Veranlassung zu Seitenentladungen geben. Die Elektrizität würde nur zu einem geringeren Teil, durch die eigentliche Erdleitung abfließen, während der andere Teil auf in der Nähe befindliche bessere Erdleitungen überspringen würde, um von dort aus sich in der Erde zu verbreiten.

Den Fall der nach unten erweiterten Röhre würden beim Blitzableiter die vielfach benutzten Erdplatten darstellen. Auch hier ist die Ableitung keine vollkommene, da die Erdplatte nur mit einem verhältnismäßig kleinen Teil der Erde in Berührung steht und eine Ausbreitung besonders bei schlecht leitender Erde nur wenig stattfinden kann. Wäre die Platte nicht eben, sondern gerollt, so wären die Verhältnisse noch ungünstiger, da dann die Ausbreitung nur durch die mit der äußeren Oberfläche in Berührung befindliche Erdschicht hindurch stattfinden könnte. Würde man hingegen die ganze Metallmasse der Platte in einen Draht verwandeln und diesen lang in der Erde ausbreiten, so würde sich dieser weit in der Erde erstrecken und längs dieser weit ausgedehnten Erdschicht könnte sich die Elektrizität leicht nach allen Seiten ausbreiten. Liegt der Draht in einer gut leitenden Schicht, z. B. feuchtem Boden, so wird der Übergangswiderstand äußerst gering. Jedenfalls wird der Widerstand um so kleiner, je größer die Länge des in der Erde verlegten Leiters ist. Nun haben wir in den meisten Städten und teilweise auch auf dem Lande bereits derartige zu anderen Zwecken verlegte Leiter. Es sind dies die eisernen Röhre der Gas- und Wasserleitungen. Es wäre also in solchen Fällen, wo diese Leitungen vorhanden sind, nicht nötig, besondere Erdleitungen zu verlegen, da die künstlichen Erdleitungen mit ihrer verhältnismäßig geringen Länge gegenüber den weit ausgebreiteten Rohrnetzen doch kaum in Betracht kommen.

Die aufgestellten Statistiken bringen durch die zahlreichen Beispiele von Blitzschlägen in Rohrleitungen den sichersten

Beweis, daß die Gas- und Wasserleitungen die besten Erdleitungen sind.

Eine bekannte Autorität auf dem Gebiete des Blitzableiterbaues, Professor Neesen, hat im Auftrage des Elektotechnischen Vereins diese Frage besonders behandelt. Seine Schrift: „Einfluß der Gas- und Wasserleitungen auf die Blitzgefahr“ hat diese Erscheinungen völlig geklärt. Auf Grund eines reichen statistischen Materials kommt Professor Neesen zu folgendem Satze: „Von welcher Seite man die verschiedenen Fälle, welche bis jetzt zur Kenntniss gekommen sind, auch ansehen mag, dieselben sprechen alle unbedingt für die Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit des Anschlusses, letzteres nicht allein in bezug auf die Gebäude, sondern auch in bezug auf die Rohrleitungen selbst, welchen beim Fehlen des Anschlusses erhebliche Gefahren drohen.“

Das Gutachten der Kgl. Sächsischen Deputation über den Anschluß von Gas- und Wasserleitungen an die Blitzableiter spricht sich im Sinne der obigen Betrachtungen aus.

Es heißt daselbst:

„Wegen des ziemlich großen Querschnittes ihrer metallenen Wandungen und insbesondere wegen der großen Fläche, mit der sie die Erde berühren, müssen die Rohrnetze der Gas- und Wasserleitungen angesehen werden als Blitzableiter von einer Wirksamkeit, welche der der absichtlich errichteten Blitzableiter mindestens gleichkommt und sie in den meisten Fällen bei weitem übertrifft. Dementsprechend hat denn auch die Erfahrung gezeigt, daß Gas- und Wasserleitungsrohre in Gebäuden häufig vom Blitz getroffen werden. Haben die Gebäude keinen Blitzableiter, so schlägt der Blitz durch diejenigen Teile des Gebäudes durch, welche die Leitungen überragen; sind Blitzableiter vorhanden, welche nicht direkt mit der Leitung in Verbindung stehen, oder eine andere ganz vorzügliche Ableitung nach der Erde haben, so springt der Blitz vom Blitzableiter nach der Rohrleitung ab; im einen wie im anderen Fall sind die vom Blitz oder von einer Abzweigung desselben durchschlagenen Teile des Gebäudes samt den in ihnen etwa

befindlichen lebenden Wesen der Beschädigung durch Blitz ausgefetzt.“

Es ist deshalb unerfindlich, wie noch immer manche Verwaltungen von Wasser- und Gaswerken den Anschluß der Blitzableiter erschweren resp. verbieten. Es ist doch einleuchtend, daß bei metallischer Verbindung des Blitzableiters mit den Rohrleitungen der Blitz schadlos auf diese übergeht, während beim Überspringen leicht Schmelzungen resp. Zertrümmierungen der Rohre eintreten können.

Baurat Findeisen gibt für den Fall der Anschlußverweigerung durch die Gas- oder Wasserwerksverwaltungen den Rat, die falsche Vorschrift durch entsprechende Anordnung der Ableitungen unschädlich zu machen. Er schreibt:

„Der Hausbesitzer ist jedenfalls berechtigt, seinen Blitzableiter an das ihm selbst gehörende Einlaufrohr oder die in seinem Gebäude befindlichen Rohrleitungen anzuschließen, wenn mit der betreffenden Gas- oder Wasserwerksverwaltung nicht ausdrücklich etwas anderes vereinbart worden ist. Sollte aber je vertragsmäßig auch jede Art von innerem Anschluß verboten sein, so braucht deshalb auf die Benutzung der Gas- und Wasserleitungen als Erdleitung doch nicht verzichtet zu werden. Man führe dann nur die Ableitungen bis in die unmittelbare Nähe der Gas- oder Wasserleitung und lasse sie daselbst zur Erleichterung des Überganges der Entladung blitzplattenförmig oder büschelförmig endigen. Daran kann der Gebäudebesitzer ernstlich ebensowenig gehindert werden, als wenn er seine Regenabfallrohre, jene besonders beliebten natürlichen Blitzwege, in unmittelbarster Nähe von Gas- oder Wasserleitungen herabführt, was bekanntlich schon ein Überspringen des Blitzes auf die Rohrleitungen unter Zertrümmierungen der zwischenliegenden Mauern und Beschädigung der Gas- und Wasserleitungen zur Folge hatte, während anderseits bei einer metallischen Verbindung beider, wenn dieselbe auch noch so schlecht war, der Übergang schadlos verlief.“

Meist wird das Verbot des Blitzableiteranschlusses an die Röhren damit begründet, daß die Verbindung der Röhren

nicht überall völlig metallisch sei und hierdurch die Röhren und das Gebäude gefährdet werden. Aber auch dieser Einwand ist hinfällig, wie die von den Professoren Dr. Kohlrausch, Dr. Ulbricht u. a. verfaßte Denkschrift des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieurvereine über den Anschluß der Gebäudeblitzableiter an Gas- und Wasserleitungen zeigt. Es heißt dort:

„Aber auch in denjenigen Fällen, in welchen die Messung einen verhältnismäßig bedeutenden Ausbreitungswiderstand ergibt, ist ein größeres Rohrnetz als Erdleitung durchaus nicht

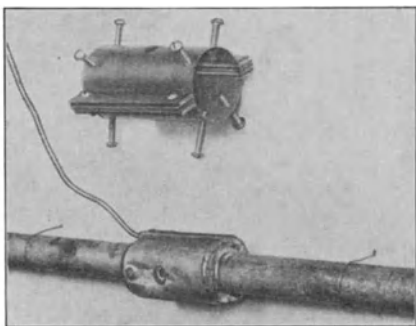


Fig. 45.

wertlos. Weder die durch die Asphaltierung der Rohre gebildete dünne Isolierschicht, noch schlecht leitende Rohrverbindungen nehmen dem Netze seine vorzüglichen ausbreitenden Eigenschaften hinsichtlich einer Gewitterentladung, deren hohe Spannung das Durchdringen der dünnen Isolierungen in unzähligen Fünfchen ermöglicht. Selbst die Legung des Netzes in nahezu trockenem Boden entwertet dasselbe für den Blitzableiteranschluß nicht, da es, abgesehen von der Leitungsfähigkeit des auch nur schwach feuchten Bodens schon in seiner elektrostatischen Kapazität die Eigenschaft besitzt, die Entladung auf sich zu lenken und in sich aufzunehmen.“

Aus allen angeführten Gutachten geht deutlich hervor, daß der Anschluß an die Rohrleitungen die beste Erdleitung ergibt und unbedingt ausgeführt werden muß. Es fragt sich nun: wie ist der Anschluß herzustellen?

Bei schwächeren Röhren empfiehlt sich die bereits früher angeführte Rohrschelle aus verzinktem Eisen- oder verzinn-tem Kupferblech (Fig. 38), welche in den meisten Fällen völlig ausreichen wird und billig herzustellen ist. Hat man einen Draht bzw. ein Seil an stärkeren Röhren zu befestigen, so macht man das Rohr gut blank, legt den etwas flach geschlagenen, aber durch Glühen weich gehaltenen Draht um das Rohr in mehreren Windungen nebeneinander und umgibt dann das Ganze mit einer leicht herzustellenden Hülse aus Eisenblech. Die Hülse erhält in der Mitte ein Loch (Fig. 45)¹⁾. Dort hinein wird Blei gegossen, nachdem an den Seiten durch Lehm ein Verschuß hergestellt ist. Nach Entfernung des Lehms wird das Blei gut verstemmt, um einen dichten Schluß gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu erhalten. Eine Verlotung der Leitung mit dem Rohre, welche auch wegen der starken Abkühlung durch Ableitung der Wärme kaum ausführbar ist, braucht nicht stattzufinden. Die Hülse gestattet durch die darin angebrachten Schrauben ein genaues Zentrieren, unabhängig vom Rohrdurchmesser. Die Hülse bleibt nicht auf dem Rohr, sondern ist als Werkzeug für solche Bleiumgüsse immer wieder verwendbar.

Eine Schelle, welche bei Seil verwendet wird, aber etwas kostspieliger ist, zeigt Fig. 46 und 47 (Fabrikant Joh. Biechteler, Rempten). Es wird bei dieser der Draht um das blank gemachte Rohr gelegt, der Zwischenraum zwischen Schelle und Rohr an den Seiten mit Ton geschlossen und in den Eingußtrichter Weichblei gegossen. Das Blei wird verstemmt und mit Ölfarbe gestrichen.

Liegt die Verbindungsstelle in der Erde und ist deshalb einer Kontrolle durch Besichtigung nicht zugänglich, so wird

¹⁾ Im Kurs verwendetes Modell.

man gut tun, um sicher zu sein, daß die Verbindung mit der Erdleitung nicht zerstört werden kann, die Verbindungsstelle mit einem Anstrich zu versehen und mit stark geteertem Hanf zu umwickeln.

Es ist nicht nötig, den Anschluß an das Rohrnetz immer vor dem Zähler (Uhr) in der Erde vorzunehmen, obwohl er am besten dort erfolgt. Bei Gasuhren ist es jedoch gut, wenn der Anschluß hinter der Uhr erfolgt, dieselbe durch einen Draht zu überbrücken, während dies bei Wasseruhren wegen der starken Metallgehäuse überflüssig ist. Jedenfalls kann der Anschluß an das Rohrnetz auch im Haus (Keller) erfolgen und ist dann die Erdleitung stets einer Kontrolle durch Besichtigung zugänglich, so daß die Prüfung durch Nachmessen



Fig. 46.



Fig. 47.

des Erdwiderstandes nicht so wichtig ist. Gehen die Rohrleitungen durch das ganze Haus bis in die Nähe des Daches, auf dem sich die Auffangvorrichtungen und Gebäudeleitungen befinden, so wird es nötig, auch dort eine Verbindung zwischen Rohrnetz und Blitzableiterleitungen herzustellen. Der einfachste Blitzableiter würde sich hierbei als eine Verbindung der metallenen Dachverwahrungen mit der Rohrleitung ohne Benutzung künstlicher Leitungen ergeben. Besitzt das Gebäude einen metallenen Dachstuhl oder sonst große Metallmassen, so wird man auch diese an die Rohrleitungen anschließen und erhält hierdurch einen vollkommenen Blitzableiter.

Ist in einem Gebäude oder in seiner Nähe kein metallenes Rohrnetz vorhanden, welches als natürliche Erdleitung ver-

wendet werden kann, so ist man gezwungen, künstliche Leitungen zu verwenden. Diese künstlichen Erdleitungen sind dann am vollkommensten, wenn sie den Rohrnetzen ähnlich sind, d. h. wenn sie aus Leitungen bestehen, die eine große Ausdehnung besitzen. Hierbei ist es durchaus nicht nötig, daß die Leitungen sehr tief verlegt werden, denn eine Verlegung im Grundwasser gewährleistet nicht in dem Maße, wie man gewöhnlich annimmt, eine gute Ableitung. So wird sicherlich eine Leitung im Grundwasser, das von Felsen oder dgl. umgeben ist, oder das reine Wasser eines Brunnens viel ungünstiger in bezug auf Leitfähigkeit sein als die oberen unreinigten Erdschichten, welche durch schmutziges Wasser angefeuchtet werden. Man wird deshalb meist auch besser tun, eine Erdleitung nicht in einen Bach, sondern an seinem Ufer in den durch das Wasser stets feucht gehaltenen Schlamm- schichten zu verlegen.

Wenn in der Nähe des Gebäudes kein feuchter Boden vorhanden ist, so ist trotzdem die Verlegung einer langen Leitung in der Humusschicht zu empfehlen, denn da die Gewitter meist von Regen begleitet sind, so wird die Schicht beim Gewitter schnell angefeuchtet und gut leitend.

Wie groß der Widerstand der Erdleitung sein soll, kann nicht angegeben werden. Es ist eine ganz falsche Ansicht, daß die Erdleitung einen bestimmten Widerstand haben muß, um gut zu sein. Es kommt vielmehr nur darauf an, daß sich innerhalb des Wirkungskreises der Entladung keine besseren Erdleitungen befinden, auf die der Blitz überspringen kann. Es darf sich also für eine Erdleitung ein verhältnismäßig großer Widerstand ergeben und trotzdem wird die Erdleitung zweckmäßig und gut sein. Dieser Fall wird z. B. eintreten, wenn sich ein Gebäude auf felsigem Boden befindet.

Das von der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften abgefaßte Gutachten von Helmholtz, Kirchhoff und Siemens äußert sich wie folgt:

„Für den praktischen Zweck der Blitzableiter kommt es nicht darauf an, daß sie ein gewisses ideales Maß von Leitungs-

fähigkeit erreichen, sondern darauf, daß sie besser leiten als jede andere durch überspringende Funken zu erreichende Leitung zum Erdboden.“

So verwenden auch die deutsche und österreichische Militärverwaltung bei schlechten Untergrundverhältnissen Oberflächenleitungen mit rings um das Gebäude in den Humus verlegten Drahtseilen mit geradlinigen oder fächerförmigen Ausläufern sogar bei den gefährlichsten Gebäuden, den Pulvermagazinen. Die neuesten vom Verband Deutscher Elektrotechniker ausgearbeiteten Vorschriften für Pulverfabriken sehen bei diesen auch solche Erdleitungen vor.

Von Fall zu Fall ist zu entscheiden, wie die Erdleitung zu verlegen ist, um den an sie gestellten Forderungen gerecht zu werden. Glaubt man nicht genügend sicher zu gehen, wenn man einen oder mehrere Drähte in der Humusschicht als Ringleitungen um das Haus verlegt, so kann man die Ringleitung noch mit Ausläufern versehen, welche nach feuchten Stellen führen oder zum Anschluß an Metallteile dienen, welche mit der Erde in inniger großflächiger Berührung stehen. An die Ringleitungen schließt man die Gebäudeleitungen an, zu denen selbstverständlich auch die Regenabfallrohre gehören. Bei Verlegung von Ringleitungen ist der Draht nicht zu nahe an das Gebäude zu legen. Er soll, wenn zugänglich, mindestens 1 m vom Gebäude entfernt liegen, da er dann von mehr Erde umgeben ist und bei Regen schneller feuchten Boden erhält.

Will man statt eines Drahtes mehrere Drähte als Ringleitung verwenden, so sind die einzelnen Drähte in einigem Abstand und nicht direkt nebeneinander zu verlegen.

Das Material für die Ringleitungen wird je nach den zur Verfügung stehenden Mitteln verschieden sein.

Sind Brunnen in der Nähe, so kann man in diese auch Kupferstreifen oder Netze aus Kupferdraht legen, muß dieselben jedoch gut verzinnen, besser ist es, wenn man wegen der Vergiftungsgefahr Kupfer in Brunnen überhaupt nicht verwendet.

Spielt die Geldfrage bei der Erdleitung keine Rolle, so

wird man verzinnnten Kupferdraht oder verzinntes Kupferband verwenden. Andernfalls tut gut verzinkter Eisendraht oder verzinktes Bandeisen dieselben Dienste. Kupfer wird jedoch länger halten wie Eisen. Jedenfalls dürfen die verwendeten Materialien nicht zu dünn sein. Drähte von geringerem Durchmesser als 3—4 mm, besonders bei Eisen, zu verwenden, ist keinesfalls zu empfehlen.

Die Verbindungsstellen in der Erde sind ebenso, wie vorher angegeben, vor Oxidation zu schützen. Hierzu eignet sich ein dick aufgetragener Teer- oder Asphaltanstrich.

Um die Zuführung zur Erdleitung vor Zerstörung zu schützen, bringt man ein eisernes, ca. $\frac{3}{4}$ zölliges Schutzrohr an, welches am unteren Ende ein Stück in den Boden geführt wird und am oberen Ende durch ein Kupferblech oder dgl. geschlossen wird, das eine metallische Verbindung zwischen Draht und Schutzrohr herstellt. Das Schutzrohr soll ca. 2,5 m lang sein.

Die Verlegung von Erdplatten ist nicht zu empfehlen, da die erzielte Leitfähigkeit meist in keinem Verhältnis steht zu dem Material und Kostenaufwand. Besonders zu verwerfen ist die Verwendung der Erdplatten in zusammengerollter Form, da hierbei die Metallmasse noch weniger zur Wirkung kommt. Reize aus Draht geben bei gleicher Ausdehnung, obwohl sie viel weniger Material enthalten, fast denselben Widerstand wie Platten. Bei den Erdplatten ergeben sich besonders, wenn sie tief verlegt werden, sehr hohe Kosten für Erdarbeiten, während die Kosten der Erdarbeiten bei Ringleitungen verhältnismäßig gering sind.

Es seien als Beispiel für die Größe des Erdübergangswiderstandes einige ausgerechnete Werte angeführt. Eine Platte von 1 m \times 1 m hat einen Übergangswiderstand von ungefähr 36,8 Ohm. Nehmen wir an, die Platte wäre 2 mm dick, so wäre ihr kubischer Inhalt $1000 \times 1000 \times 2 = 2\,000\,000$ cbmm. Ein Draht von 3 mm Durchmesser (Querschnitt 7,06 qmm) hätte bei demselben kubischen Inhalt eine Länge von $\frac{2\,000\,000}{7,06}$
 $= 283\,000$ mm oder 283 m.

Demnach wäre sein Übergangswiderstand gegen Erde ca. 1,30 Ohm. Es wäre also bei demselben Materialaufwand der Widerstand einer quadratischen Platte ca. $\frac{36,8}{1,13} = 28,0$ mal größer als der eines 3 mm dicken Drahtes.

Die Länge eines Drahtes von 3 mm Durchmesser braucht bei einem der Platte gleichen Widerstand nur ca. 8 m zu betragen.

Für einen Draht von 4 mm Durchmesser ergeben sich ungefähr folgende Werte:

Länge in Meter:	2	8	12	24	40	80
Übergangswiderstand in Ohm:	110	33	23	12	8	4

In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse für Drähte noch günstiger, als sie die Zahlen ausdrücken, da ja nicht nur der Widerstand, sondern auch die elektrostatische Kapazität in Frage kommt.

Man sieht aus den berechneten Werten, daß die Drähte den Erdplatten weit überlegen sind.

Die Anordnung einer Erdplatte im Grundwasser verursacht derartige Kosten, daß hierfür allein eine zweckentsprechende und wirklich gut funktionierende Anlage hergestellt werden könnte.

Kosten der Blitzableiter.

An die Spitze über die Vergleichung der Kosten von Blitzableitern möchte ich ein Beispiel stellen, welches Herr Baurat Findeisen in seinem bereits öfters erwähnten Werke über Blitzschutz anführt.

1. Das in Fig. 48 und 49 dargestellte, neu zu erbauende zweistöckige Wohnhaus soll gegen Blitzschlag geschützt werden.

Man wird den Dachfirst, die Gräte, die Dachrinnen rings um das Gebäude und die vier Regenabfallrohre den in den früheren Kapiteln gegebenen Anleitungen entsprechend ausführen und die beiden Schornsteinköpfe mit gußeisernen Deckplatten versehen. Für den eigentlichen Blitzableiter wäre dann noch nötig:

Metallische Verbindung der Deckplatten mit den Firstblechen: 4 laufende Meter verzinktes Bandeisen 25 × 4 mm kosten samt Befestigungshaken und Anmachen (1 m 50 Pfg.)	M. 2.—
2 Lötstellen am Firstblech mit 60 × 100 mm großen Kappen aus Zinkblech Nr. 12 (1 Stück 50 Pfg.) . .	M. 1.—

Ist keine Wasserleitung und auch sonst kein besonderer Anziehungspunkt über und unter der Erde vorhanden, so könnte man, besonders wenn die Regenabfallrohre in nächster Nähe über oder unter der Erdoberfläche endigen, von einer besonderen Erdleitung absehen. Will man aber eine Erdleitung verwenden, so kann man diese mittels eines doppelten Drahttringes aus 4,2 mm dicken, verzinkten Eisendrähten herstellen.

Die Kosten für die Erdleitung betragen:

Für den Erdleitungsgraben 55 × 0,3 × 0,4 = 6,6 cbm Humus ausheben, denselben nach dem Verlegen der Leitung wieder einfüllen und planieren (für 1 M. das Kubikmeter)	M. 6.60
---	---------

Da dieses Geschäft auf dem Lande jedoch gewöhnlich von dem Gebäudebesitzer selbst oder von seinen Angehörigen kostenlos besorgt wird, so kann dieser Betrag unberücksichtigt bleiben.

120 laufende Meter verzinkter Eisendraht, 4,2 mm dick, samt Fracht und Beifuhr (1 m 3 Pfg.) . . .	M. 3.60
Für Verlegen der Erdleitung samt den Anschlüssen an die unteren Abfallrohrenden mittels der vorhandenen Rohrschellen	M. 2.50

Summa der Erdleitung: M. 12.70

Werden die Arbeiten vom Besitzer selbst ausgeführt, gehen ab	M. 6.60
--	---------

bleiben noch: M. 6.10

so daß der ganze Blitzableiter für M. 15.70 resp. M. 9.10 hergestellt werden könnte.

2. Für das in den Figuren 50, 51 und 52 dargestellte Gebäude sind zwei Kostenanschläge als Muster entworfen, von denen der eine die Benutzung von Kupfer-

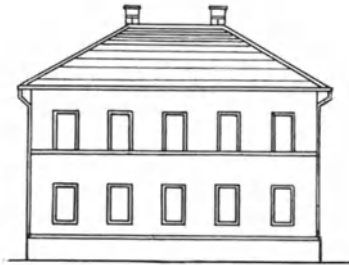


Fig. 48.

draht vorsieht, während dem anderen eine einfache Ausführung mit verzinktem Bandeisen zugrunde gelegt ist. Die Preise sind als Mittelpreise nach den Angaben

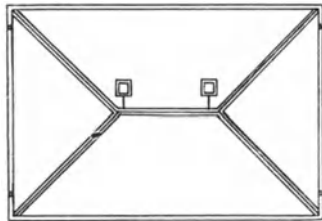


Fig. 49.

verschiedener Blitzableiterseher eingesetzt. Zugrunde gelegt ist ein Kupferpreis von M. 2.80 pro Kilo und ein Preis des verzinkten Bandeisens von M. 0.40 pro Kilo.



Fig. 50.



Fig. 51.

ergeben sich dann 40 m Dachleitung einschließlich der Leitungen zu den Kaminen.

Verbindungsstellen auf dem Dach sind anzubringen:

Bei a a zwischen Dachrinne und Kehlblech sowie Dachrinne und Anschlußblech vier Stück.

Bei c c zwischen Dachrinne und Blechbeschlag der Windbretter bzw. Ortgänge und bei d d zwischen Blechbeschlag der Windbretter bzw. Ortgang und Dachrinne vier Stück.

Bei e unten Verbindung zwischen Kehlblech und Dachrinne ein Stück.

Bei e oben Firstleitung mit Kehlblech ein Stück.

Bei l, c und 3 Dachleitung mit Dachrinne drei Stück.

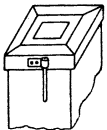
Für die Bodenleitung ergeben sich ca. 65 m, von denen ca. 8 m auf die Zuführung von den Abfallrohren zu der eigentlichen Bodenleitung entfallen, so daß nur ca. 57 m Gräben aufzuwerfen und einzufüllen sind.

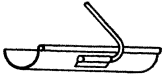

Bei dem Anschlag für den Blitzableiter aus verzinktem Bandeisen ist die Leitung am nordöstlichen Grat weggelassen und der östliche Kamin an die Firstleitung angeschlossen. Von a (oben) aus ist eine Verbindung nach der Firstleitung gelegt.

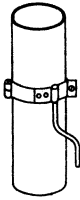

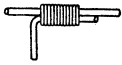
Die Bodenleitung kann ganz weggelassen werden, wenn nur das Regenabfallrohr l an die Wasserleitung angeschlossen wird. Eine weitere Bodenleitung ist dann nicht unbedingt erforderlich, da ja auch durch die Verbindung der Firstleitung mit der Wasserleitung im Haus eine gute Erdleitung geschaffen ist.

Wohnhaus des Herrn Karl Müller
in Kaiserslautern, Blücherstr. 157.

Leistungs-Verzeichnis für die Blitzableiterarbeiten.

Nbr.	Menge	Vortrag	Betrag				Bemerkungen
			einzelu		gesamt		
			M	⌘	M	⌘	
1		Einfassung der Kaminbe- krönung aus Winkel- eisen von 50 mm Schen- kellänge (100 cm lang, 60 cm breit) einschl. Befestigung am Kamin und Ausführung der Verbindung mit der Ableitung durch aufge- nietete Lasche mit eingelö- tetem Draht. Her- stellung eines wetter- festen Anstriches, be- sonders für die Ver- bindungsstelle.					
2	2 Stück	5	50	11	—		
2		Oberirdische Leitung, be- stehend aus massivem Kupferdraht von 6 mm Durchmesser, dessen Leit- fähigkeit 57 beträgt (Querschnitt = 28 qmm, Gewicht 250 g per m) fertig verlegt, einschl. Befestigung der Halter und Wiederherstellungs- arbeiten des Daches, je- doch ausschl. der An- schlußstellen und Halter.					
40	laufende m	1	30	52	—		
3		Hofmannsche verzinn- te kupferne Nietverbinder zum Anschluß der abz- weigenden Leitungen fertig montiert.					
3	3 Stück	—	80	2	40		
		Ca.		65	40		

Lfd. Nr.	Anzahl	Vortrag	Betrag				Bemerkungen
			einzelu		gesamt		
			M	℔	M	℔	
4		übertrag Verbindung der Dach- leitung mit den Dach- rinnen bzw. Blechbe- schlag der Windbretter und der Anschlußbleche, hergestellt mittels Lasche aus verzinktem Eisen- blech durch Nietung und Lötung, einschl. wetter- festem Anstrich fertig montiert.			65	40	
	12	Stück	—	60	7	20	
5		Halter mit Vorrichtung zum Aufschrauben der Dachleitung, bestehend aus gutverzinktem, zähem, biegsamem Band- eisen, 3 × 25 mm, die mit je zwei verzinkten Drahtstiften in Entfer- nungen von 1,50—2,00 auf die Lattung ge- nagelt werden.					
	20	Stück	—	40	8	—	
6		Bodenleitung u. Anschluß- drähte an die Wasser- leitung und Regenab- fallrohre, bestehend aus verzinnem Kupferdraht von 6 mm Durchmesser, dessen Leitfähigkeit 57 beträgt, fertig verlegt in einem 50 cm tiefen Graben einschl. Grab- arbeiten und Wiederher- stellung der Bodenfläche.					
	65	laufende m	1	40	91	—	
7		Verbindung der Boden- leitung mit dem Abfall- rohr, bestehend aus ver- zinkter Rohrschelle und Sa.					
					171	60	

Lfd. Nr.	Menge	Vortrag	Betrag				Bemerkungen
			einzel		gesamt		
			M	℔	M	℔	
		Übertrag daran aufgenietetem und gelötetem Draht, sowie aus der auf die Rohrschelle fest zu nie- tenden und zu lötenen 1 mm starken Walzblei- unterlage, fertig mon- tiert nach Zeichnung und Muster.			171	60	
8	3	Stück	1	25	3	75	
		Anschluß der Bodenleitung an das 2" starke Rohr der Wasserleitung durch Umwickeln des Drahtes in engen Windungen um das vorher blank ge- machte und verzinnnte Rohr auf eine Länge von 15 cm, einschl. Um- gießen mit Blei, Ver- stemmen und Herstellen eines gut haftenden Teeranstriches, einschl. der nötigen Erdarbeiten.					
9	1	Stück	4	—	4	—	
		Verbindung der Anschluß- drähte mit der Boden- leitung durch Umwickeln beider Drähte mit ver- zinntem Kupferdraht von 1 mm Durchmesser auf einer Länge von 10 cm, Verlöten mittels Weißlot und Herstellen eines gut haftenden Teeranstriches.					
10	1	Stück	1	—	1	—	
		Anschluß der Wasserlei- tung (1/2" Rohr) an den zunächst liegenden Hal- ter der Firstleitung (Ab- 					
		Ca.			180	35	

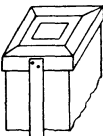
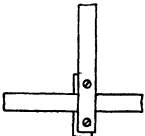
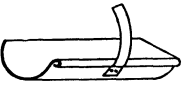
Lfd. Nr.	Menge	Vortrag	Betrag				Bemerkungen
			einzelu		gesamt		
			M	⊄	M	⊄	
		übertrag stand ca. 5 m) durch einen Kupferdraht von 8 mm Durchmesser. Der Draht wird am Wasser- leitungsrohr durch eine 8 cm lange Rohrschelle aus verzinnem Kupfer- blech befestigt und auf dem Halter mittels eines an den Draht ge- löteten Kupferstreifens durch Nietung befestigt. Fertig montiert ein- schließlich 6 m Draht von 8 mm Durchmesser.			180	35	
1	Stück	15	—	15	—		
		Gesamtkosten			195	35	
11		Sonstige Arbeiten, die der Unternehmer für er- forderlich hält.					

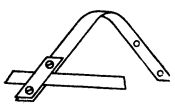
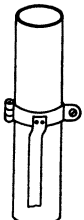
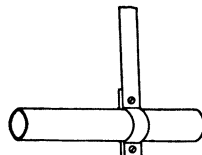
Die Angebote sind mit Linte einzusehen. — Offerten ohne Namensunterschrift und ohne gezogene Schlusssumme sind von der Submission bedingungslos ausgeschlossen. — Freie Wahl unter den Submittenden unabhängig vom Preis bleibt ausdrücklich vorbehalten.

Die Arbeiten sind so zu fördern, daß dieselben Hand in Hand mit den Dachdecker- und Spenglerarbeiten betätigt werden können. Als ungefährender Anfangstermin der letzteren ist der in Aussicht zu nehmen. Sollten Verschiebungen des Termines eintreten, so kann der Unternehmer keinen Einwand hinsichtlich Gewinnentganges machen. —

Wohnhaus des Herrn Karl Müller
in Kaiserslautern, Blücherstraße 157.

Leistungs-Verzeichnis für die Blitzableiterarbeiten.

Nf. Nr.	Anzahl	Vortrag	Betrag				Bemerkungen
			einzel		gesamt		
			M	§	M	§	
1		Einfassung der Kaminbekrönung aus Winkel- eisen von 50 mm Schen- kellänge (100 cm lang, 60 cm breit) einschl. Be- festigung der Ableitung aus Bandeisen mittels Nietung, Herstellung eines wetterfesten An- striches, besonders für die Verbindungsstelle.					
2	Stück	5	50	11	—		
2		Oberirdische Leitung, be- stehend aus verzink- tem Bandeisen, 1½ fach, 32 mm breit, fertig ver- legt, einschl. Befestigung der Halter und Wieder- herstellungsarbeiten des Daches, jedoch ausschl. der Anschlußstellen und Halter.					
33	laufende m	—	70	23	10		
3		Verbindungsstellen, be- stehend aus einem Flach- eisenstück, auf das die zu verbindende Leitung unter Zwischenlage von Weichblei festzuschrau- ben oder festzunieten ist.					
3	Stück	—	50	1	50		
4		Verbindung der Dach- leitung mit den Dach- rinnen durch Nietung und Lötung.					
2	Stück	—	50	1	—		
		Ca.					
				36	60		

Seite. Nr.	Menge	Vortrag	Betrag				Bemerkungen
			einzelu		gesamt		
			M	ℳ	M	ℳ	
5		Übertrag Verbindung der Dachrin- nen mit dem Blechbe- schlag der Windbretter und der Anschlußbleche, hergestellt durch Auf- nieten und Löten von verzinktem Eisenblech, einschl. wetterfestem An- strich, fertig montiert.			36	60	
11	6	Stück	—	60	6	60	
6	16	Stück	—	40	6	40	
7	7	Verbindung der Boden- leitung mit den Abfall- rohren, bestehend aus verzinkter Rohrschelle und daran genietetem und gelötetem ver- zinktem Bandeisen von 3 × 30 mm fertig mon- tiert nach Zeichnung und Muster.					
1	8	Stück	1	50	1	50	
		Ca.			51	10	

Lfd. Nr.	Menge	Vortrag	Betrag				Bemerkungen
			einzelu		gesamt		
			M	⌘	M	⌘	
		übertrag			51	10	
9	1	<p>Schrauben bzw. Nieten, einschl. Umgießen mit Blei, Verstemmen und Herstellung eines gut haftenden Teeranstrichs, einschl. der nötigen Erdarbeiten.</p> <p>Stück</p>	3	—	3	—	
	1	<p>Anschluß der Wasserleitung (1/2" Rohr) im Dachgeschoß an den zunächst liegenden Halter der Firstleitung (Abstand ca. 5 m) mittels eines Bandeisenstückes. Das Bandeisenstück wird um das Rohr herumgelegt, mittels Schrauben angezogen und dann verlötet. Auf dem Halter wird das Bandeisen durch Nietung befestigt. Fertig montiert einschl. 6 m verzinktes Bandeisen 2×36 mm.</p> <p>Stück</p>	5	50	5	50	
		Gesamtkosten			59	60	
10		Sonstige Arbeiten, die der Unternehmer für erforderlich hält.					

Man ersieht hieraus, daß man mit geringen Kosten einen billigen und guten Blitzableiter herstellen kann, wenn der Blitzableiter gleich bei Erbauung des Hauses berücksichtigt wird. Den besten und billigsten Blitzableiter kann stets der Architekt angeben.

Es ist also Aufgabe des Architekten, sowohl den Regenschuß als auch den Blitzschuß zu entwerfen und beide vereinigt nach seinen Angaben ausführen zu lassen.

Will man für ländliche Gebäude den Blitzschuß bedeutend verbilligen und vereinfachen, so kann man mehrere Häuser mit einem gemeinsamen Blitzableiter versehen. Man spannt über die nebeneinander stehenden Häuser einen Draht, an den die Abdeckungen der Schornsteine angeschlossen werden und führt an jedem Haus oder in entsprechend gewählten Entfernungen Drähte zur Erdleitung. Als Erdleitung verwendet man einen oder zwei Drähte (bzw. Bänder), die ca. 30—50 cm tief längs der Gebäude verlegt werden. Diese Erdleitung wird durch ihre große Länge bedeutend besser wirken als eine Erdleitung für jedes Gebäude, und die Kosten werden für den einzelnen Hausbesitzer trotz der vorzüglichen Anlage sehr gering werden.

Wenn man bedenkt, daß der materielle Verlust durch Blitzschläge im Jahre viele Millionen beträgt, ganz abgesehen von der Vernichtung von Leben und Gesundheit, so scheint es unbegreiflich, daß so wenige Gebäude, besonders auf dem Lande, mit Blitzableitern versehen sind. Es ist deshalb dringendes Bedürfnis, billige und wirklich zweckentsprechende Blitzableiter herzustellen und endlich einmal mit den veralteten Anschauungen und Systemen zu brechen.

Entwurf einzelner Positionen zur Zusammenstellung eines Programmes für Vergebung der Arbeiten an Blitzableiteranlagen.

Die unten aufgeführten Positionen stellen einige der wichtigsten vorkommenden Materialien dar, werden jedoch, je nachdem es sich um ein städtisches größeres Gebäude oder eine ländliche Anlage handelt, entsprechend ausgewählt bzw. ergänzt werden müssen.

Nicht enthalten sind hierin die Spenglerarbeiten, wie Verbinden der Teile der Abfallrohre durch Blechstreifen, Verlöten der Kehlbleche und Anschlußbleche miteinander usw.

1. Oberirdische Leitung aus massivem Kupferdraht, dessen Leitfähigkeit 57 beträgt, fertig verlegt einschließlich Wiederherstellung des Daches, ausschließlich Verbindungsstellen und Halter.

Durchmesser 6 mm Q = 28 qmm, pro m 250 g,

„ 7 mm Q = 38 qmm, pro m 340 g,

„ 8 mm Q = 50 qmm, pro m 450 g.

Oberirdische Leitung aus Kupferdrahtseil, dessen Leitfähigkeit 57 beträgt, fertig verlegt einschließlich Wiederherstellung des Daches, ausschließlich Verbindungsstellen und Halter, bestehend aus:

a) 7 Drähten von 2,0 mm Durchmesser Q = 22 qmm,
pro m 200 g,

b) 7 „ von 2,6 mm „ Q = 37 qmm,
pro m 330 g,

c) 7 „ von 3,0 mm „ Q = 50 qmm,
pro m 450 g.

Oberirdische Leitung aus Eisendrahtseil, bestehend aus vier gut verzinkten Drähten von je 4,2 mm Durchmesser, fertig verlegt einschließlich Wiederherstellung des Daches, ausschließlich Verbindungsstellen und Halter.

Q = 55 qmm pro m 430 g.

Oberirdische Leitung aus gut verzinktem Bandeisen von 2 × 34 mm fertig verlegt einschließlich Wiederherstellung des Daches, ausschließlich Verbindungsstellen und Halter.

Q = 68 qmm pro m 540 g.

2. Bodenleitung, verlegt in einer Tiefe von 40—50 cm, ca. 1,5 m vom Gebäude entfernt.

Bei Kupferdraht ist gute Verzinnung vorzuschreiben.

Bei Bandeisen ist eine Dicke von mindestens 3 mm und gute Verzinkung vorzuschreiben.

Sonst ähnlich wie vorher.

3. Verbindungsstelle für Draht mittels Hoffmannscher Nietverbinder.

Verbindungsstelle bei Seil mittels Umschnürung der Drähte der geöffneten Seilenden auf einer Länge von ca. 15 cm und Verlöten mit Weichlot.

Verbindungsstelle bei Band mittels Nietung oder Verschraubung.

Abzweigstelle bei Band durch Aufnieten auf einer Länge von 15 cm und Abbiegen des aufgerichteten Bandes. Abzweigstelle bei Band durch Aufnieten bzw. Aufschrauben auf ein unter das durchgehende Band gelegtes Flacheisenstück.

4. Halter für Dachleitung, bestehend aus gut verzinktem, zähem, biegsamem Bandeisen 3×25 mm zum Annageln auf die Sparren bzw. Latten, versehen mit Vorrichtung zum Aufschrauben des Drahtes.

5. Kurze Mauerstützen für die abwärts führende Leitung, bestehend aus gut verzinktem, zähem, biegsamem Rundeisen von ca. 15 mm Durchmesser mit Vorrichtung zum Aufschrauben des Drahtes.

Krampen aus gut verzinktem, zähem Eisen zum Befestigen der Drähte, Bänder usw. direkt auf der Wandfläche.

6. Verbindungsstelle zwischen Draht und Dachrinne bzw. Blechbeschlag der Windbretter, Ortgänge, Anschlußbleche, Kehlbleche oder dgl. mittels Lasche aus verzinktem Eisenblech.

7. Verbindungsstelle der Dachrinne mit Ortgang u. dgl. mittels Streifen aus verzinktem Eisenblech.

8. Verbindungsstelle von Draht mit größeren Metallteilen des Gebäudes mittels eines besonderen Verbindungsstückes zum Aufschrauben bzw. Annieten unter Zwischenlage von Weichblei.

Verbindungsstelle von Draht mit größeren Metallteilen des Gebäudes mittels einer mit dem Draht verlöteten, 1 mm starken verzinnnten Kupferlasche von 8×8 cm zum Annieten und Löten.

9. Anschluß eines Drahtes an dünne Wasser- oder Gasrohre im Gebäude mittels einer einfachen Schelle aus 1 mm dickem, verzinnntem Kupferblech.

10. Anschluß eines Drahtes an die Bodenleitung, hergestellt durch Umwicklung auf einer Länge von ca. 15 cm und Verlötung mit Weichlot, Anstrich der Anschlußstelle mit Teer bzw. Umwicklung mit geteertem Hanf.

11. Anschluß eines Drahtes an die Wasserleitung im Boden. Das Rohrstück ist blank zu machen und zu verzinnen. Der Draht wird dann auf einer Länge von 15 cm möglichst fest um die verzinnte Stelle gewunden und mit Blei gut umgossen. Das Blei wird gut verstemmt und das Ganze mit Teer bzw. geteertem Hanf umgeben.

12. Verbindung der Bodenleitung mit einem Abfallrohr, bestehend aus verzinkter Rohrschelle und daran aufgenietetem und verlötetem Draht, sowie der auf der Rohrschelle festzunietenden und zu lötenden Walzbleiunterlage von ca. 1 mm Stärke, fertig montiert.

13. Trennvorrichtung nach Muster, ca. 20 cm über dem Ende des Schutzrohres, fertig montiert.

14. Schutzrohr $\frac{3}{4}$ " und 2,5 m lang, befestigt mit zwei kräftigen Rohrschellen.

Rohr und Schellen sind gut mit wetterfestem Lack zu streichen. Das Rohr ist oben durch eine aufgesetzte Metallkappe abzuschließen, die gut mit dem Draht und dem Rohr zu verlöten ist. Das Rohr soll ca. 25 cm tief im Boden stecken.

15. Erdungsvorrichtung, bestehend aus einem Netz von verzinntem Kupferdraht (Drahtdurchmesser 3 mm), von einer Maschenweite von ca. 5 cm. Als Streifen von 15 cm Breite verlegt, am Umfang eines Kreises von 1—1,5 m Durchmesser im Grundwasser.

Erdungsvorrichtung, bestehend aus verzinktem Bandeisen von 3 mm Dicke und 30 mm Breite, verlegt in einer Länge von 30 m ca. 40—50 cm unter der Oberfläche. Vom Gebäude ca. 1,5 m entfernt.

16. Auffangvorrichtung für Ramine u. dgl. (Platte, Einfassung usw.) nach Zeichnung bzw. Muster fertig montiert einschließlich Befestigung der Drähte.

17. Auffangstange von ca. 1 m Höhe mit eiserner bzw. kupferner stumpfer Spitze und Befestigung des Drahtes von außen an der Stange mittels Kupferblechschelle. Fertig aufgestellt mit Anschluß der Drähte.

Ausführungsbestimmungen für Blitzableiteranlagen.

(Diese Bestimmungen sollen von dem Architekten dem Blitzableiterseher vor Übertragung der Arbeiten als Vorschriften über die Ausführung der Arbeiten gegeben werden. Sie sind jedoch von Fall zu Fall, den Verhältnissen entsprechend, umzuändern.)

Die Anlage ist, soweit nicht besondere Vorschriften hier angegeben sind, nach den vom Verband Deutscher Elektrotechniker aufgestellten Leitsätzen auszuführen.

*) Alles Material muß gute Beschaffenheit besitzen. Die Firstleitung soll, falls nicht eine Abdeckung des Firstes mit Blech vorhanden ist, aus massivem Kupferdraht von 6 mm Durchmesser bestehen, dessen elektrische Leitfähigkeit mindestens 57 beträgt. Die Drähte sollen in möglichst großen Längen verwendet werden und alle etwa nötigen Verbindungen sind als Nietung mit Hülsen oder Lötung bzw. eine gleichwertige Verbindungsart auszuführen. Die Hauptverbindungen und Abzweige sind ebenfalls durch Vernieten oder Verlöten herzustellen, nur an den zur Messung nötigen Trennungstellen ist Verschraubung anzuwenden. Der Draht ist sowohl auf dem First, als auch auf den Dachflächen nicht auf hohen Stützen zu verlegen, sondern den Linien des Daches möglichst anzuschmiegen.

Er muß so befestigt sein, daß nicht durch Schnee, Wind oder dgl. eine Veränderung seiner Lage hervorgerufen werden kann.

Als Auffangvorrichtungen werden die in der Nähe des Firstes liegenden höheren Kamine sowie etwa am Gebäude vorhandenen Turmspitzen u. dgl. ausgebildet.

Die Auffangvorrichtung und die Firstleitung sind mit den metallenen Konstruktionsteilen des Daches (Blechbeschlag der Windbretter, Dachrinnen, Regenabfallrohren u. dgl.) metallisch zu verbinden. Hierbei sind die Verbindungsstellen, besonders zwischen verschiedenen Metallen, möglichst gegen Witterungs-

einflüsse zu schützen. Direkte Verbindung von Kupfer und Zink ist möglichst zu vermeiden.

Zur Verbindungsleitung zwischen den Dachleitungen, Dachrinnen usw. und der Erdleitung werden die Regenabfallrohre verwendet.

Um eine gute metallische Verbindung an den Stellen zu erhalten, wo die einzelnen Rohre ineinander geschoben sind, werden Laschen verwendet, welche an die Rohre anzulöten sind. Ist die Zahl der Regenabfallrohre gering, so wird eine Ableitung bzw. mehrere aus Kupferdraht hergestellt.

Kupferne Ableitungen erhalten oberhalb des Bodens ein 2,5 m langes, oben geschlossenes, schmiedeeisernes Schutzrohr mit Eisenlackstrich, das durch stark vorspringende Gesimse möglichst ohne Biegung durchzuführen ist. Übergangsröhre und Schutzrohre sind metallisch mit dem Draht zu verbinden. Die Regenabfallrohre erhalten durch Kupferdrähte, welche an die Rohre durch besondere Schellen zu befestigen sind, Verbindung mit der Erdleitung. An solchen Plätzen, wo weder Wasser- noch Gasleitung vorhanden ist, wird eine Leitung aus 6 mm dickem, verzinnem Kupferdraht oder aus gut verzinktem 3 mm dickem Bandeisen, um das Gebäude, wenn möglich als Ringleitung in der Humusschicht verlegt und an diese sämtliche Ableitungen durch Lötung angeschlossen. Die in der Erde liegenden Lötstellen sind durch Anstrich und durch Umwicklung mit geteertem Berg vor Zerstörung zu schützen. Der Erdübergangswiderstand dieser Ringleitung ist bei ungünstigen Bodenverhältnissen noch durch Ausläufer zu verringern.

Für den Anschluß der Abführungsleitungen (Regenabfallrohre usw.) ist, wenn die Wasserleitung nicht leicht für die einzelnen Abführungen erreicht werden kann, eine gemeinsame Leitung mit Verbindung nach der Wasserleitung zu verlegen, an welche die Abführungen anzuschließen sind. Die Anschlüsse an die Wasserleitung oder Gasleitung sind in der folgenden Weise auszuführen:

Das betreffende Rohrstück wird entleert, blank gemacht und verzinnt. Der Draht wird dann möglichst fest um die ver-

zinnte Stelle gewunden. Eine Hülse aus Blech wird über die Anschlußstelle gelegt und der Zwischenraum gut mit Blei ausgegossen und dieses verstemmt. Das Ganze wird dann mit einem gut haltenden Anstrich versehen.

Über die einzelnen Teile der Anlage, wie Auffangvorrichtungen der Kamine, Wasserleitungsanschlüsse, Drahtbefestigungen, Verbindungen der Regenabfallrohre u. dgl., sind Maßskizzen bzw. Muster vorzulegen. Die erstmalige Prüfung geschieht auf Kosten des Unternehmers, doch nicht durch ihn selbst. Die Gewährzeit für die Anlage dauert ein Jahr.

Über die gesamte Anlage ist vor der Abnahme eine Skizze mit Angabe der verwendeten Materialien und Lage der Erdanschlüsse zu übergeben.

Prüfung der Blitzableiter.

Die Prüfung der Blitzableiteranlagen sollte mindestens alle drei Jahre gründlich vorgenommen werden, wenn nicht die örtliche Blitzgefahr oder die Bestimmung des Gebäudes (Pulvermagazine, Kirchen, Schulen u. dgl.) eine öftere Untersuchung nötig machen. Eine Besichtigung erfolgt am besten jährlich und außerdem nach Blitzschlägen, heftigen Stürmen, Dachreparaturen u. dgl. Mit der Vornahme der Prüfung empfiehlt es sich, nur solche Personen zu beauftragen, von denen man die Überzeugung hat, daß sie durch ihre Ausbildung auch imstande sind, aus den Beobachtungen die richtigen Schlüsse zu ziehen. Nicht jeder, der eine Meßbrücke handhaben kann, ist fähig, die Messungen richtig zu beurteilen und zu verwerten.

Die neueren vereinfachten Anlagen erfordern eine tiefere Sachkenntnis und ein völliges Vertrautsein mit den Grundlagen des Blitzableiterbaues, und es sollte deshalb sowohl die Ausführung, als auch die Untersuchung nur durch geprüfte Blitzableitersezer oder entsprechende Sachverständige erfolgen.

Bei den Prüfungen handelt es sich sowohl um eine Kontrolle der Gebäudeleitungen als der Erdleitungen. Diese Kontrolle wird bei den Gebäudeleitungen, wie bereits unter Kapitel

Gebäudeleitungen erwähnt, am besten als Besichtigung ausgeführt. 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 Besichtigung, 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 Wider-

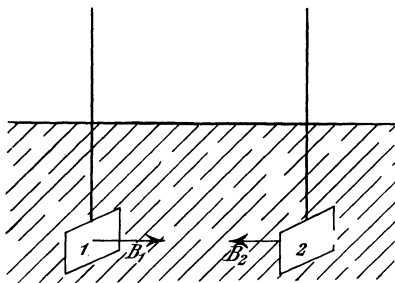


Fig. 53.

standsmessung Anhaltspunkte über die Güte der Erdleitung verschaffen.

Dieser Widerstand kann nun nicht ohne weiteres ermittelt werden, da der Widerstand immer nur zwischen zwei mit der Erde in Verbindung befindlichen Punkten gemessen werden kann und jeder Punkt gegen die Erde einen gewissen Widerstand besitzt.

Befinden sich z. B. zwei Metallstücke 1 und 2 in der Erde (Fig. 53), 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. 1, das Rohrnetz, so kann man unter der berechtigten Annahme, daß der Widerstand des Rohrnetzes gegen die Erde gleich Null ist, den ermittelten Widerstand $W = B_2$, d. h. den Übergangswiderstand von 2 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 Gleichungen ermitteln.

Als Hilfserde verwendete man 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 Ausmittelung der Gleichungen. Es ist deshalb besser, auch zur Herstellung der Hilfserden Drähte zu verwenden.

Eine gute Hilfserde gibt z. B. dünner Kupferdraht (Binde- draht 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. 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.

Für einige Fälle seien die Messungen und Formeln angegeben:

I. Messung eines Ableiters gegen Wasserleitung.

Der Übergangswiderstand der Wasserleitung gegen Erde kann als Null betrachtet werden.

Es genügt deshalb vollständig, den Ableiter gegen Wasserleitung zu messen. Der erhaltene Wert gibt direkt den Erdübergangswiderstand der Ableitung an, wenn der Widerstand der Hilfsdrähte abgezogen ist.

II. Messung eines Blitzableiters mit mehreren Ableitern gegen Wasserleitung.

Es wird jede Ableitung wie bei (I) gemessen. Der Gesamtwiderstand ergibt sich aus der Gleichung:

$$W = \frac{1}{\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_2} + \frac{1}{B_3} + \frac{1}{B_4} \dots}$$

worin $B_1, B_2, B_3, B_4 \dots$ die Widerstände der einzelnen Ableitungen sind (Beispiel siehe folgende Seite).

III. Messung eines Blitzableiters, bei dem die Ableitungen an der Wasserleitung liegen.

Sind die Ableitungen in der Erde an die Wasserleitung angeschlossen, so kann man jede Ableitung gegen Wasserleitung prüfen oder immer je zwei Ableitungen gegeneinander, nachdem an einer Stelle die Verbindung mit der Oberleitung unterbrochen ist. Die gefundenen Widerstände müssen sehr klein sein. Ist eine Ringleitung vorhanden, die mit der Wasserleitung verbunden ist, so hat man von einer Ableitung gegen die Wasserleitung und ferner die einzelnen Ableitungen gegeneinander zu messen, um zu prüfen, ob alle Ableitungen gut an die Ringleitung angeschlossen sind.

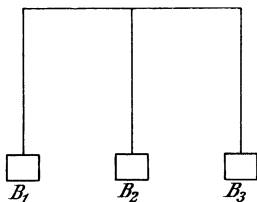


Fig. 54 a.

IV. Es ist keine Wasserleitung vorhanden und der Blitzableiter hat drei Ableitungen (Fig. 54 a).

Von den drei Ableitungen ist jede gegen die beiden anderen zu messen. Es ergeben sich drei Messungen (Fig. 54 b), und zwar wird ermittelt der Widerstand

$$B_1 B_2 = a \Omega ,$$

$$B_1 B_3 = b \Omega ,$$

$$B_2 B_3 = c \Omega .$$

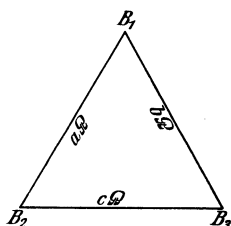


Fig. 54 b.

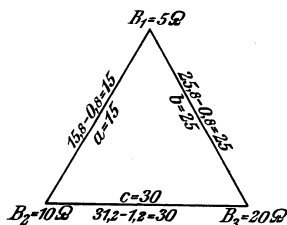


Fig. 55.

Die Ausrechnung des Erdübergangswiderstandes erfolgt dann nach den folgenden Formeln:

$$B_1 = \frac{B_1 B_2 + B_1 B_3 - B_2 B_3}{2} = \frac{a + b - c}{2}$$

Kennt man B_1 , so kann man B_2 und B_3 ermitteln, indem man ansieht

$$B_2 = B_1 B_2 - B_1 \quad \text{und} \quad B_3 = B_1 B_3 - B_1 .$$

Als Beispiel sind in Fig. 55 die Resultate einer ausgeführten Messung eingetragen.

Die Ausrechnung gestaltet sich wie folgt.

Der Widerstand der Hilfsdrähte war bei Ermittlung

$$\text{von } B_1 B_2 = 0,8 \Omega ,$$

$$\text{von } B_1 B_3 = 0,8 \Omega ,$$

$$\text{von } B_2 B_3 = 1,2 \Omega ,$$

demnach ergibt sich

$$B_1 B_2 = 15 \Omega = a ,$$

$$B_1 B_3 = 25 \Omega = b ,$$

$$B_2 B_3 = 30 \Omega = c .$$

Hieraus rechnet sich

$$B_1 = \frac{a + b - c}{2} = \frac{15 + 25 - 30}{2} = \frac{40 - 30}{2} = \frac{10}{2} = 5 \Omega,$$

$$B_2 = B_1 B_2 - B_1 = 15 - 5 = 10 \Omega,$$

$$B_3 = B_1 B_3 - B_1 = 25 - 5 = 20 \Omega.$$

Daß B_2 und B_3 richtig gerechnet ist, können wir kontrollieren, indem wir die Summe $B_2 + B_3 = 10 + 20 = 30 \Omega$ bilden und finden, daß dies dem durch Messung gefundenen Wert gleich ist.

Sind die Ableitungen B_1 , B_2 und B_3 durch die Hausleitung verbunden, so ist der Gesamtwiderstand der Blitzableiteranlage (und nur dieser kommt in Betracht) gegen Erde geringer als der kleinste dieser Widerstände.

Der Gesamtwiderstand ergibt sich dann aus der Gleichung:

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

Beim Beispiel erhält man:

$$w = \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20}} = \frac{1}{0,2 + 0,1 + 0,05} = \frac{1}{0,35} = 2,85 \Omega,$$

d. h. der Widerstand ist kleiner als wie der kleinste der Widerstände B . Er ist kleiner als 5Ω , nämlich $2,85 \Omega$.

V. Es ist nur eine Erdleitung vorhanden und keine Wasserleitung in der Nähe.

Die Messung erfolgt dann unter Benutzung von zwei Hilfserden H_1 und H_2 . Sonst wird genau wie bei IV. verfahren und aus den Formeln der Wert von B ermittelt. Die Messung wird am genauesten, wenn B , H_1 und H_2 möglichst gleich groß sind. Man muß also versuchen, Hilfserden zu verwenden, deren Widerstand ungefähr gleich dem Widerstand der Ableitung ist.

Es ergibt sich dann nach Fig. 56:

$$B = \frac{BH_1 + BH_2 - H_1 H_2}{2} = \frac{a + b - c}{2}$$

Hierbei kann es vorkommen, daß c größer wird als $a + b$, d. h. der berechnete Wert B wird negativ. Dies kommt von ungenauen Messungen durch zu große Hilfserden H_1 und H_2 . Man muß dann versuchen, Hilfserden von geringerem Widerstand zu erhalten.

Beispiel:

Widerstand der Hilfsdrähte: $0,6 \Omega$ $1,0 \Omega$ $1,5 \Omega$,
gemessen wurde: $17,6 \Omega$ $23,0 \Omega$ $36,5 \Omega$,

demnach

$$BH_1 = 17,6 - 0,6 = 17 \Omega = a,$$

$$BH_2 = 23,0 - 1,0 = 22 \Omega = b,$$

$$H_1 H_2 = 36,5 - 1,5 = 35 \Omega = c.$$

$$B = \frac{a + b - c}{2} = \frac{17 + 22 - 35}{2} = \frac{39 - 35}{2} = \frac{4}{2} = 2 \Omega.$$

Den Widerstand von H_1 und H_2 braucht man nicht zu berechnen. H_1 und H_2 haben nur als Hilfe für die Messung gedient.

VI. Es sind zwei Erdleitungen vorhanden und Wasserleitung befindet sich nicht in der Nähe.

Man mißt dann von einer Erdleitung zur anderen den Wert $B_1 B_2$, welcher die Summe der beiden Erdübergangswiderstände darstellt.

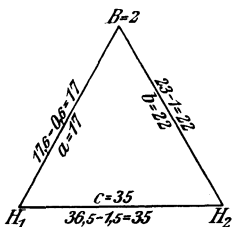


Fig. 56.

Der Gesamtausbreitungswiderstand w ist dann höchstens dem 4. Teil des gemessenen Wertes, d. h. $\frac{B_1 B_2}{4}$. Sollte dieser Wert klein genug sein, so kann man auf eine weitere Messung verzichten. Will man jedoch den Widerstand jeder einzelnen Ableitung bestimmen, so führt man unter Benutzung einer Hilfserde, für die das unter V. Gesagte gilt, die Messung wie bei IV. durch.

Beispiel: Es wurde gefunden:

$$B_1 B_2 = 9,6 - 0,6 = 9 \Omega = a,$$

$$B_1 H = 23,6 - 0,6 = 23 \Omega = b,$$

$$B_2 H = 26,9 - 0,6 = 26 \Omega = c,$$

$$B_1 = \frac{a + b - c}{2} = \frac{9 + 23 - 26}{2} = \frac{6}{2} = 3 \Omega,$$

$$B_2 = B_1 B_2 - B_1 = 9 - 3 = 6 \Omega.$$

Der Gesamtwiderstand von

$$w = \frac{1}{\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_2}} = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6}} = \frac{1}{0,33 + 0,167} = \frac{1}{0,497} = 2 \Omega.$$

Hätte man gerechnet $w = \frac{B_1 B_2}{4} = \frac{9}{4} = 2,2 \Omega$, so wäre dies auch genügend genau gewesen.

Hat man mehrere Ableitungen, so tut man gut, sich zunächst das Dreieck in der Weise von Fig. 54 b zu entwerfen und die Werte so einzutragen, wie es die Figuren 55 bzw. 56 zeigen.

Ehe man die Messung vornimmt, muß man eine Skizze der Anlage Fig. 57 mit eingezeichneter Himmelsrichtung aufnehmen und die Ableitungen bezeichnen, damit man jederzeit weiß, für welche Ableitung der ermittelte Wert gilt.

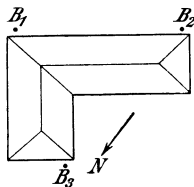


Fig. 57.

Bei allen Messungen mit mehreren Ableitungen würde man fehlerhafte Resultate bekommen, wenn man den Widerstand mehrerer Erdleitungen messen wollte, welche durch die Gebäudeleitungen in Verbindung stehen.

Um den Widerstand einer Erdleitung bei zwei vorhandenen zu ermitteln, muß eine Erdleitung von den Gebäudeleitungen getrennt werden. Bei drei Leitungen müßten zwei abgetrennt werden. Man braucht demnach stets eine Trennungsstelle weniger, als Leitungen vorhanden sind, wenn man den Widerstand jeder einzelnen Erdleitung ermitteln will.

Liegen sämtliche Erdleitungen an Wasserleitung oder einer gemeinsamen Bodenleitung (Ringleitung usw.), so genügt es, wenn man nur von einer dieser Erdleitungen aus gegen Wasserleitung resp. Hilfserden mißt, Trennungsstellen sind hierbei nicht nötig, denn eigentlich ist nur der Widerstand der gesamten Anlage gegen Erde wissenswert. Es ist nicht gut, wenn man zu viele Trennungsstellen anbringt, da dort leicht bei nicht sachgemäßer Behandlung eine Unterbrechung der Leitung vorkommen kann.

Die Trennungsstellen sind so auszuführen, daß sie leicht lösbar sind und die Verbindungen nicht durch Einfluß von Luft oxydieren. Sie sollen großflächige Verbindung geben, aber doch keine großen Abmessungen erhalten, da sie sonst zu sehr auffallen und leicht gestohlen werden. Es gibt eine große Anzahl von brauchbaren Ausführungen, von denen Fig. 58 eine einfache und nicht zu teure, von Chr. Dieß in München hergestellte Form zeigt.

Bei den Erdleitungen, welche an Regenabfallrohre angeschlossen werden, kann man, statt die Drähte durch Lötung oder besondere Schellen mit den Rohren zu verbinden, auch einfach den Draht unter die unterste Schelle mit Bleizwischenlage unterklemmen. Will man eine trennbare Verbindung zur bequemen Lösung des unteren Teiles des Rohres erhalten, so lötet man den Draht an eine einfache Schelle aus verzinnem Kupferblech oder verzinktem Bandeisen und klemmt diese nach Fig. 59 mit einer Zwischenlage von Walzblei am Rohr fest. Das Walzblei kann man noch besser an der Schelle festlöten, um ein Abfallen oder Rutschen zu verhindern.

Die bei den Prüfungen der Erdleitungen ermittelten Werte gestatten eine Beurteilung der Blitzableiteranlage, obwohl diese Werte je nach der augenblicklichen Bodenbeschaffenheit der näheren Umgebung verschieden sind. Bei der Beurteilung ist jedoch stets zu berücksichtigen, wie bereits vorher erwähnt, daß nicht etwa für alle Anlagen ein bestimmter geringer Widerstandswert als Norm verlangt werden kann, sondern daß nur die Forderung aufgestellt werden kann:



Fig. 58 a.

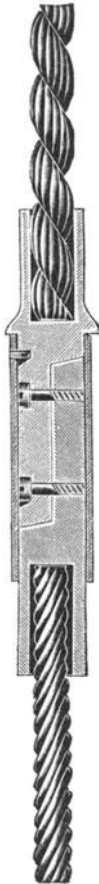


Fig. 58 b.



Fig. 59.

„Die Erdleitung soll den geringsten Widerstandswert von allen in der Nähe für ein Überspringen des Blitzes in Betracht kommenden Erdleitungen besitzen“.

Leitsätze des Elektrotechnischen Vereins über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz.

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 Auffangevorrichtungen,
- 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 an den 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. In soweit sie den in den Leitsätzen 2, 5 und 6 gestellten Forderungen entsprechen, sind besondere Auffangvorrichtungen, Gebäude- und Erdleitungen entbehrlich. Sowohl zur Vervollkommnung des Blitzableiters als auch zur

Berminderung 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.

Der Schutz, den ein Blitzableiter gewährt, ist um so sicherer, je vollkommener alle dem Einschlag ausgesetzten Stellen des Gebäudes durch Auffangevorrichtungen 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. Verzweigte Leitungen aus Eisen sollen nicht unter 50 mm, unverzweigte nicht unter 100 mm 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 Berührungsflächen 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.

Berlin, 23. April 1901.

Elektrotechnischer Verein.

Der Vorsitzende

Slaby

Blitzschutzvorrichtungen an Anlagen zur Herstellung von nitroglyzerinhaltigen Sprengstoffen (Dynamit)

vorgeschlagen vom

Elektrotechnischen Verein in Berlin

im Auftrage des Kgl. Preuß. Ministeriums für Handel und Gewerbe.

Die Blitzableiteranlage hat aus folgenden Teilen zu bestehen:

A. Außerer Teil, welcher einen einschlagenden Blitz aufzufangen und dadurch vom Gebäude fernzuhalten hat.

B. Innerer Teil, welcher unmittelbar an den Gebäuden anzubringen ist und die Bestimmung hat, einen vom äußeren System nicht genügend aufgefangenen und abgeleiteten Blitz oder eine Teilentladung aufzunehmen, unschädlich abzuleiten und insbesondere das Innere des Gebäudes von elektrischen Spannungen freizuhalten.

C. Anordnungen für die Rohr- und elektrischen Leitungen, welche die Einführung höherer elektrischer Spannungen in das Innere der Gebäude vermeiden sollen.

D. Anordnungen in bezug auf die metallenen Gegenstände im Innern der Gebäude, um dort Entladungen, hervorgerufen durch Spannungen zwischen den einzelnen Gegenständen, zu vermeiden.

A. Außerer Teil.

Der äußere Teil wird dadurch gebildet, daß etwa 2 m über dem höchsten Punkt des Gebäudes ein wagerechtes Netz aus Drahtseilen, Drähten oder Bändern (verzinktes Eisen oder Kupfer) von etwa 10—15 qmm Querschnitt mit einer Maschenweite von 1 m ausgespannt wird. Diese Leitungen werden, etwa zu vier oder zu fünf zusammengefaßt, an eisernen Stangen (s) aufgehängt, die auf der Krone der Umschließungswälle befestigt werden (Fig. 60). Eine ebensolche Leitung verbindet die oberen Enden der Stangen (s) untereinander.

Zwischen den Stangen ist in der Wallkrone eine einleitende Verbindung herzustellen mittels eines fingerstarken Blei-

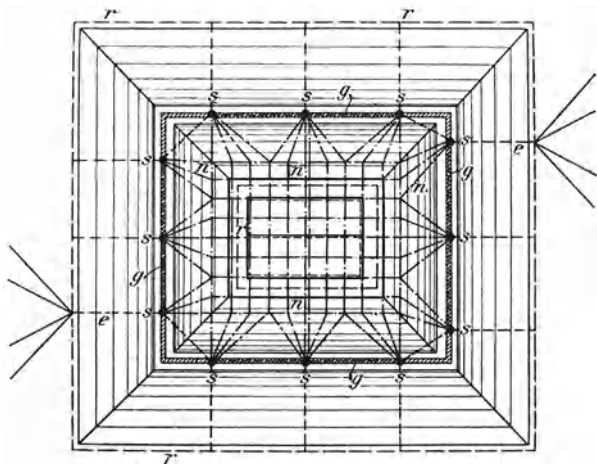


Fig. 60.

oder Kupferdrahtes, welcher in einer Schüttung (g) von Ruß-
koks (etwa 20 cm im Quadrat) eingelegt wird (Fig. 61).

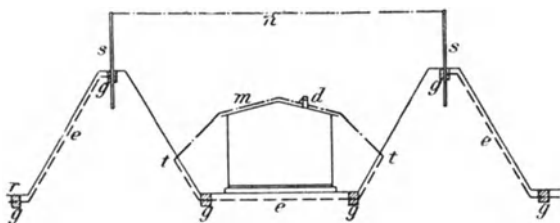


Fig. 61.

Weiter sind von den Stangen (s) auf der äußeren Seite
des Walles Leitungen (e) zu der Erdleitung zu führen, welche

zunächst in einer äußeren Ringleitung (r) am Fuße des Walles besteht. Auch diese Leitung ist in eine KoksSchüttung (g) (Fig. 61) einzulegen, welche in einem Graben von 50 cm Tiefe 20 cm hoch und 30 cm breit auszulegen ist. In der Mitte dieser Schüttung liegt die metallische Ringleitung. Wenn verschiedene Gebäude durch gemeinsame Wälle getrennt sind, so ist die äußere Ringleitung nur am Fuße des Umfassungswalles anzubringen.

Sind Grundwasser führende Erdschichten leicht zu erreichen, so müssen mindestens zwei der Ableitungen (e), die zu der äußeren Ringleitung führen, bis zu jenen Schichten verlängert und in großflächige Berührung mit denselben gebracht werden. Wo dieses nicht leicht auszuführen ist, sind an Stelle dieser Weiterführung 10 m lange Drähte, etwa vier an der Zahl, strahlförmig, etwa 50 cm unter der Oberfläche zu verlegen.

Ferner sind die zu dem zu schützenden Gebäude führenden Rohrleitungen, mit Ausnahme derjenigen, welche Nitroglycerin enthalten, sowie etwa vorhandene Schienenleitungen und andere benachbarte Rohrleitungen mit dieser äußeren Ringleitung zu verbinden. Es empfiehlt sich, in dem Graben der äußeren Ringleitung altes Eisen oder anderes Altmetall einzulegen.

Der Schutzwall ist mit Gras zu bepflanzen.

B. Innerer Teil.

Der innere Teil besteht aus einem Drahtnetz (m) von 2 mm starkem, verzinktem Eisendraht mit 10 cm weiten Maschen, welches auf dem Dache verlegt wird. Die Dachdeckung muß aus nicht entflammbarem Material bestehen.

Von diesem inneren Netze gehen Querleitungen in Abständen von 3 m nach einer Ringleitung (t) in der inneren Böschung und von dieser Leitung (t) Abzweigungen nach der KoksSchüttung (g) am Fuße des inneren Walles.

Das innere Drahtnetz kann fehlen bei kleineren Gebäuden, welche keine größeren Metallmassen enthalten, wie Patronenhütten, Backhäuser.

Fangtangen sind auf den Gebäuden nicht anzubringen. Schornsteine oder Dunstauffläße sind mit der Dachleitung zu verbinden. Bestehen dieselben aus nicht metallischem Material, so sind um ihre höchsten Spitzen Blechbänder (d) (Fig. 66) zu legen, die mit der Dachleitung verbunden werden. Metallkappen können an Stelle dieser Bleche treten.

C. Rohr- und elektrische Leitungen.

Alle in das Haus einführende Rohrleitungen sind möglichst unter der Bodenoberfläche zu verlegen.

Die elektrischen Leitungen dürfen nicht über die Wallkrone geführt werden, es empfiehlt sich, sie als unterirdische Kabelleitungen anzuordnen, welche an der Außenwand des Gebäudes aufsteigen und dort mittels Steckkontakte mit der in das Innere des Gebäudes führenden Leitung verbunden werden können. Die elektrischen Leitungen sind vor dem Steckkontakte mit einem Starkstromblitzableiter zu versehen.

Bei Lösung des Kontaktes muß zwischen dem Ende der Kabelleitung und der in das Innere des Gebäudes führenden Leitung ein Abstand von mindestens 1 m hergestellt werden können.

Drahtzüge dürfen nicht in die Gebäude ziehen.

Die Leitungen im Innern des Gebäudes sind durch Bleikabel herzustellen, oder durch Gummiaderleitungen, welche in starkwandigen Rohren zu führen sind.

D. Einrichtungen im Innern des Gebäudes.

Treibriemen sind nur so zu verwenden, daß die Möglichkeit von Funkenbildung ausgeschlossen ist.

Elektrische Motoren dürfen nur voll eingekapselt benutzt werden.

Die metallenen Gefäße müssen mit dem oberen Rande mindestens 1 m von der Decke entfernt sein; sie sind untereinander durch angelötete Bleistreifen zu verbinden, wenn sie eine geringere Entfernung als 10 cm voneinander haben.

Mit dem inneren Drahtnetz sind diese metallenen Gegenstände nicht zu verbinden; auch ist keine besondere Verbindung mit der Erde herzustellen.

Aber auch besondere Isolierungsmaßnahmen sind für diese Gegenstände nicht zu treffen.

Sämtliche Rohrleitungen sind an den Eintrittsstellen in das Gebäude, insbesondere auch in der Nähe des Bleibodens, möglichst durch Rohrstücke aus leitendem Material (Ton, Porzellan, Gummi) von mindestens 50 cm Länge zu unterbrechen. Auch an den Einmündungsstellen dieser Rohrleitungen in die Gefäße im Innern des Gebäudes sind solche isolierende Stücke von 10 cm Länge anzubringen.

E. Allgemeine Vorschriften.

Es genügt eine einmalige jährliche gründliche Besichtigung der Blitzschutzanlagen durch einen hierzu geeigneten Sachverständigen, am besten anfangs März.

In Zeiträumen von fünf zu fünf Jahren muß an verschiedenen Stellen die Erdleitung und die Verbindung der inneren Leitung mit den Ableitungen (e) bloßgelegt werden, um die Güte dieser Leitungen und Verbindungen zu untersuchen, sowie eine galvanische Messung des Erdübergangswiderstandes ausgeführt werden.

Soweit es die Betriebsrücksichten gestatten, sollten beim Nahen eines Gewitters die äußeren Sprengöl- und Säureleitungen entleert werden.

Vorschriften für den Blitzschutz von Pulverfabriken und weniger gefährlichen Gebäuden in Sprengstoff-Fabriken

vorgeschlagen vom

Elektrotechnischen Verein in Berlin.

im Auftrage des Kgl. Preuß. Ministeriums für Handel und Gewerbe.

Elektrotechn. Zeitschrift 1906, S. 576—578.

Vorbemerkungen.

Der vorliegende Entwurf ist bestimmt für Schwarzpulverfabriken, für Pulver- und Dynamitmagazine, für Fabriken

zur Herstellung gelatinierten rauchschwachen Pulvers mit Ausnahme derjenigen Gebäude, in denen Nitroglycerin aufbewahrt oder verarbeitet wird, sowie für die weniger gefährlichen Gebäude von Nitroglycerinfabriken, welche Sprengstoffe enthalten, sofern diese Gebäude nicht nach dem vom Elektrotechnischen Verein ausgearbeiteten „Entwurf zu Vorschriften für die Errichtung von Blitzschutzvorrichtungen an Anlagen zur Herstellung von nitroglycerinhaltigen Sprengstoffen“¹⁾ geschützt sind.

Für diejenigen Gebäude von Pulver- und Dynamitfabriken, welche keine Explosivstoffe oder sonst größere Mengen leicht entzündlicher Stoffe enthalten, genügen Blitzableiter nach den für gewöhnliche Gebäude geltenden Grundsätzen, vgl. Leitfäche über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz, aufgestellt vom Elektrotechnischen Verein²⁾.

A. Auffangvorrichtungen und Gebäudeleitungen.

Alle voraussichtlichen Einschlagstellen des Blitzes (Firsckanten, bei Dachneigungen von weniger als 45° auch die Giebel- und Traufkanten, Schornsteine, Dunstabzugsrohre, Türmchen, stehende Dachfenster und sonstige die Dachfläche überragende Gebäudeteile) sind durch Auffangleitungen oder andere an den gefährdeten Stellen angebrachte Auffangvorrichtungen zu schützen. Derartige Stellen bedürfen, wenn sie bereits mit Metall überdeckt sind, keiner besonderen Schutzvorrichtungen (vgl. den Abschnitt über Anschluß von Metallmassen, zweiter Absatz), sind aber an das allgemeine System anzuschließen.

Von den Enden der Firsckanten und dazwischen in Abständen von höchstens 5 m, sowie von allen die Dachflächen überragenden Gebäudeteilen sind Gebäudeleitungen auf dem zulässig kürzesten Wege und unter tunlichster Vermeidung scharferer Krümmungen zur Erde zu führen.

¹⁾ „Elektrotechn. Zeitschrift“ 1904, S. 985 und oben S. 82.

²⁾ „Elektrotechn. Zeitschrift“ 1901, S. 390 und oben S. 80.

Sofern Auffangtangen verwendet werden, sind sie in den Kreuzungspunkten des Leitungsnetzes, in den Firstkanten und bei Dachneigungen von weniger als 45° auch in den Traufkanten, sowie auf den die Dachfläche überragenden, nicht schon anderweitig geschützten Gebäudeteilen zu errichten. Ihre Höhe ist zweckmäßigerweise auf etwa 1 m zu beschränken. Die Stangen sind nach Möglichkeit so einzurichten, daß sie das Dach nicht durchdringen; läßt sich dies nicht vermeiden, so dürfen sie höchstens 20 cm in das Innere hineinragen.

Sämtliche Auffangvorrichtungen und Leitungen müssen so unter sich und mit der Erdleitung verbunden sein, daß ein einschlagender Blitz sich von der Einschlagstelle aus über das ganze Leitungsnetz ausbreiten kann.

B. Erdleitungen.

Die Erdleitungen bestehen aus langgestreckten, strahlenförmig unter der Erdoberfläche verlegten metallischen Bändern, Drähten oder Drahtnetzen oder aus haltbaren metallenen großflächigen Platten, die in das Grundwasser, in fließendes Wasser oder in ständig feuchtes Erdreich zu legen sind. Sofern es die örtlichen Verhältnisse erlauben, sind die Gebäude statt dessen mit einer ringsherum laufenden metallischen Leitung zu umgeben, welche 30—50 cm unter der Erdoberfläche zu verlegen ist. Diese Ringleitungen sind einerseits mit sämtlichen Gebäudeleitungen, andererseits mit vorhandenen unterirdischen Rohrleitungen und außerdem, wo es möglich ist, durch besondere Zuleitungen mit fließendem Wasser oder Grundwasser in großflächige Verbindung zu bringen. Solcher Verbindungsleitungen zu vorüberführenden Rohrleitungen und zum Grundwasser sind stets mehrere anzulegen und auf den Umfang der Ringleitung zu verteilen. In Ermangelung von Rohrleitungen oder dauernd feuchten Stellen sind von diesen Leitungen etwa 10 m lange Leiter in Abständen von etwa 10 m oder mehrere strahlenförmige Ausläufer mit einer Länge von je etwa 5 m abzuzweigen.

Die in geringer Tiefe verlegte Erdleitung kann durch eine

Kotfschüttung oder Einlage von Alteisen verbessert werden (vgl. Entwurf zu Vorschriften für die Errichtung von Blitzschutzvorrichtungen an Anlagen zur Herstellung von nitroglyzerinhaltigen Sprengstoffen. Abschnitt A, zweiter und fünfter Absatz, oben S. 84).

Wo angängig, sind die Erdleitungen benachbarter Gebäude unter sich zu verbinden.

C. Anschluß von Metallmassen.

Alle größeren Metallteile der äußeren Hausfläche (Dachrinnen, Abfallrohre, eiserne Türen, Beleuchtungskästen u. dgl.) sind an die Blitzableitung anzuschließen, kleinere Metallteile nur dann, wenn sie sich nahe der Leitung befinden.

Insoweit die metallenen Gebäudeteile den oben gestellten Anforderungen an Auffangvorrichtungen und Gebäudeleitungen entsprechen (Wellblechdächer, Dachrinnen, Abfallrohre usw.), sind besondere Auffangvorrichtungen und Gebäudeleitungen entbehrlich.

Die in die Gebäude hineinragenden unteren Enden von Auffangstangen, die Auffang- und Gebäudeleitungen, sowie deren Befestigungsmittel sind möglichst weit, mindestens aber 1 m entfernt von inneren Metallmassen anzubringen. Ist dies nicht durchzuführen (z. B. bei eisernen Dachkonstruktionen), so müssen diese Metallmassen doppelseitig an den Blitzableiter angeschlossen werden, und es ist streng zu vermeiden, Sprengstoffe mit ihnen in Berührung zu bringen.

Im übrigen finden bezüglich der inneren Metallgegenstände, Rohrleitungen und elektrischen Leitungen die Absätze C und D des „Entwurfes zu Vorschriften für die Errichtung von Blitzschutzvorrichtungen an Anlagen zur Herstellung von nitroglyzerinhaltigen Sprengstoffen“ (s. oben S. 85) sinngemäße Anwendung.

D. Besondere Blitzschutzvorrichtungen.

Die Sicherheit wird erhöht, wenn außer den oben beschriebenen, an den Gebäuden selbst angebrachten Blitzableitern

neben dem zu schützenden Gebäude auf freistehenden, das Gebäude überragenden Masten besondere Auffangvorrichtungen mit Ableitungen und guten, mit denjenigen der Gebäude zusammenhängenden Erdleitungen angebracht werden. Für kleinere Gebäude, welche Explosivstoffe, aber keine größeren Metallmassen enthalten, genügen als Schutz freistehende Maste mit Auffangvorrichtung und Erdleitung, wenn die Maste die Gebäude um das Maß ihres wagerechten Abstandes vom Gebäude überragen. Gebäude, die mit einem Schutzwall umgeben sind, bedürfen keines besonderen Blitzableiters, wenn sie mit den im Abschnitt A des Entwurfs zu Vorschriften an Anlagen zur Herstellung von nitroglycerinhaltigen Sprengstoffen beschriebenen Blitzableiteranlagen versehen sind.

Bäume, deren Zweige näher als 5 m an Gebäude heranreichen, sind mit einer etwa in der Mitte der Krone beginnenden und an die Erdleitung des Gebäudes anzuschließenden Blitzableitung zu versehen. Außerdem sind da, wo die Zweige in größere Nähe des Gebäudes kommen, diesen gegenüber Auffangvorrichtungen mit den erforderlichen Gebäude- und Erdleitungen anzuordnen.

E. Ausführung der Blitzableiter und besondere Vorsichtsmaßregeln.

Als Material für Blitzableiter ist Kupfer oder Eisen (verzinktes Eisen) zu wählen. Zu natürlichen Gebäudeleitungen (Dachrinnen, Abfallröhren u. dgl.) kann auch Zink, zu Erdleitungen außerdem Blei verwendet werden. Verzweigte 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. Leitungsverbindungen und Anschlüsse sind dauerhaft, fest, dicht und möglichst großflächig herzustellen. Nicht

geschweißte oder gelötete Verbindungsstellen sollen metallische Berührungsflächen von nicht unter 10 qcm erhalten¹⁾).

Die Gebäudeleitungen können auf den Dach- und Wandflächen aufliegend angeordnet werden; auf weicher Dachung aber (z. B. bei Dächern aus Asphaltpappe) sind sie in einem Abstände von mindestens 10 cm von der Dachfläche zu führen. Die Leitungen brauchen nicht isoliert zu werden.

Metallene Schutzbekleidungen der Leitungen sind mit diesen an beiden Enden metallisch zu verbinden.

Soweit keine praktischen Gründe entgegenstehen, ist großflächigen band- und blechförmigen, in größeren Längen hergestellten Leitern der Vorzug vor Drähten zu geben.

Bei der Aufstapelung von Pulver und Sprengstoffen in Magazinen ist die unmittelbare Berührung der Verpackungsgefäße mit Metallteilen zu vermeiden.

F. Prüfung.

Alljährlich, am besten im Frühling, und nach jedem starken Gewitter ist eine gründliche Besichtigung der Blitzableiteranlage und mindestens alle fünf Jahre eine genaue sachverständige Untersuchung, verbunden mit galvanischer Messung des Erdübergangswiderstandes erforderlich.

¹⁾ Die Angaben über Größe der Querschnitte und Berührungsflächen sind den „Leitsätzen über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz, aufgestellt vom Elektrotechnischen Verein“, entnommen.

Anhang.

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 die 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 erhalten, muß elektrischer Druck oder Spannung an den Enden erhalten bleiben. Diese elektrische Spannung kann z. B. erzeugt 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 Blihableiterleitungen werden Kupferdrähte von 25—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, definieren, 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 Gewittern 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.

Vorgänge bei Gewittern.

Man nimmt an, daß sich über der Erde bereits vor Entstehung eines Gewitters Elektrizität befindet, die derart verteilt ist, daß ein gewaltvoller Ausgleich nicht stattfindet. Es ist durch Versuche nachgewiesen, daß mit wachsendem Abstand von der Erde die Spannung in den verschiedenen Luftschichten immer größer wird. So ist es z. B. schon vorgekommen, daß der Stahldraht eines Fesselballons, der sich in großer Höhe befand, ohne daß eine Gewitterbildung direkt beobachtet werden konnte, durch einen von der hohen Spannung hervorgerufenen Strom geschmolzen wurde.

Bei der Entstehung eines Gewitters wird durch Wolkenbildung und andere Einflüsse die vorher bestehende Verteilung der Elektrizität in der Luft geändert. Die Wolken können dann angesehen werden als Anhäufung von Elektrizität, die

durch ihre anziehende Wirkung unter sich auf der Erde ebenfalls eine Verdichtung der Elektrizität bewirken. Diese Elektrizitätsmengen ziehen sich gegenseitig an, und es findet ein gewaltfamer Ausgleich (Blitz) statt, wenn die dazwischenliegenden Luftschichten durch elektrische Vorgänge, Regen, Luftströmungen u. dgl. hierzu besonders geeignet sind. Nähert sich die Wolke erhöhten Punkten, so ist eine Entladung meistens nach diesen gerichtet, jedoch ist es durchaus nicht immer der Fall, daß die hochgelegenen Punkte getroffen werden. Bis jetzt ist es nicht möglich, einwandsfrei festzustellen, welche Punkte für die Richtung einer Entladung maßgebend sind, daher ist es auch nicht angebracht, nach bestimmten Regeln rechnen zu wollen, bis wohin ein Blitzstrahl gehen kann. Wind, Regen und andere Umstände können dem Blitz eine derartige Richtung geben, daß er auch niedrige, angeblich im Schutzbereich hoher Türme und Stangen stehende Gebäude trifft. Es ist dies eine Tatsache, auf die schon in alten Physikbüchern bei den ersten Blitzableiteranlagen durch beobachtete Blitzschläge hingewiesen wurde und welche auch durch die statistischen Sammlungen in neuerer Zeit Belege erfahren hat. So ist es bereits vorgekommen, daß der Blitz in niedrige Gebäude ohne Blitzableiteranlage geschlagen hat, die dicht bei hohen Kirchtürmen standen, welche mit einem Blitzableiter versehen waren.

Beispiele von Blitzschlägen.

Die nebenstehenden Figuren 62—68¹⁾ zeigen Fälle, bei denen der Blitz ohne besondere Blitzableiteranlagen, nur durch die Metallteile des Hauses, fast schadlos abgeleitet wurde.

Es ist hieraus zu ersehen, daß sowohl die Dachrinnen und Regenabfallrohre, als auch die sonstigen am Haus vorhandenen Blechverwahrungen für die Richtung der Blitzschläge maßgebend waren.

¹⁾ Aus Findeisen, „Ratsschlüsse über den Blitzschutz der Gebäude“. Verlag von Julius Springer in Berlin.

Fig. 62 u. 63. Der Blitz schlug in die Spitze des südwestlichen Giebels. Ein Strahl folgte dem nassen Fachwerksgiebel senkrecht zur Erde, einen Holzpfosten zersplitternd und den Wandputz

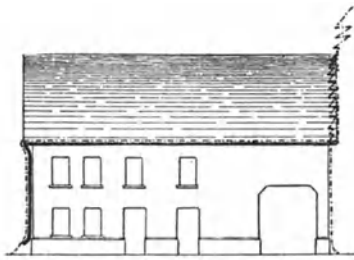


Fig. 62.

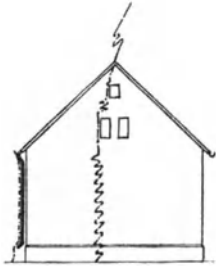


Fig. 63.

beschädigend. Ein zweiter Strahl lief dem Ortgangbrett entlang, dieses und die anstoßenden 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 Rohrstücke ohne Lötung ineinander griffen. Der entstandene Gebäudeschaden beträgt 41 Mk.

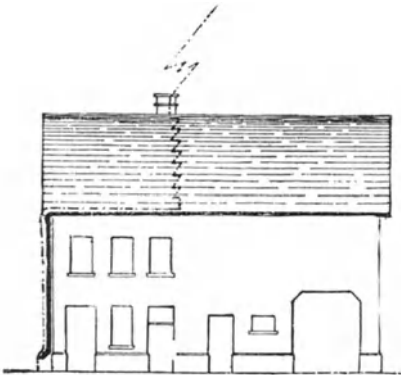


Fig. 64.

Fig. 64. 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 Gebäude-

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 Gebäude-

ecke angebrachten, ebenfalls aus Weißblech bestehenden Abfallrohr. Dasselbe endigte 40 cm über dem Boden, der Wasserstrahl des Ausgusses vermittelte den Übergang des Blitzes zur Erde.

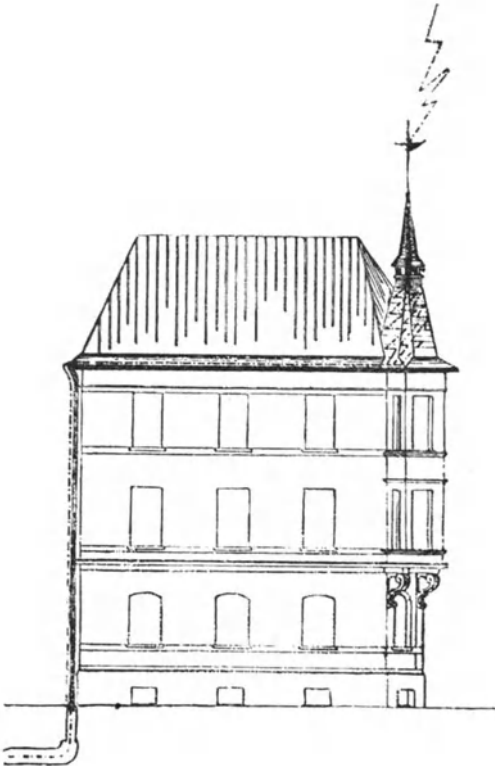


Fig. 65.

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.

Der ganze Schaden beträgt 50 Mk. Die Ortswasserleitung führt im Gebäude bis zum ersten Stock, ein Abspringen des Blitzes auf dieselbe konnte nicht nachgewiesen werden.

Fig. 65. Der Blitz schlug in die metallene Spitze des mit glasierten Ziegeln eines gedeckten Erkerdaches Wohnhauses, er folgte den Dachflächen des Erkers bis zur Dachrinne, von welcher 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 Dach-

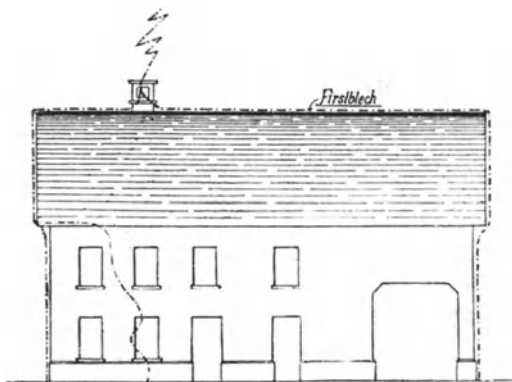


Fig. 66.

verschalung 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 unverfehrt. 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.

Der Gebäudeschaden beträgt 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. 66. 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 Riegelaustragung beschädigt wurden.

Schaden 100 Mk.

Dachrinnen und Abfallrohre befanden sich nicht an diesem Gebäude. An dem mit Ölfarbe gestrichenen Firstblech 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. 67. 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

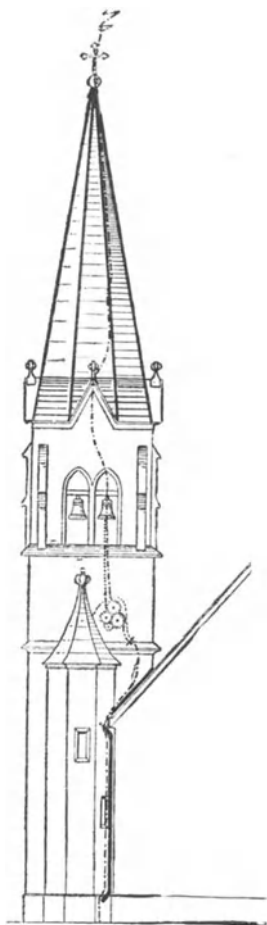


Fig. 67.

einen Balken des Dachgebälkes und den Bretterboden des obersten Stockgebälkes 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 Mk.

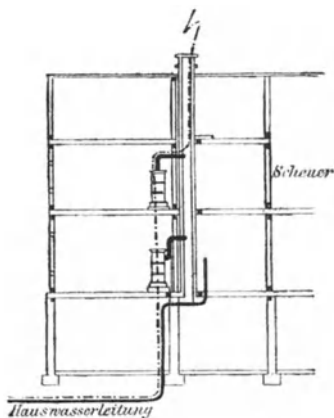


Fig. 68.

Fig. 68. Der Blitz schlug in einen den First überragenden Schornstein, folgte diesem bis zu einem im Dachstoß einmündenden 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.

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. 69) sind zwei Widerstände c und d angebracht, und auf dem Draht befindet sich ein verschiebbarer 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

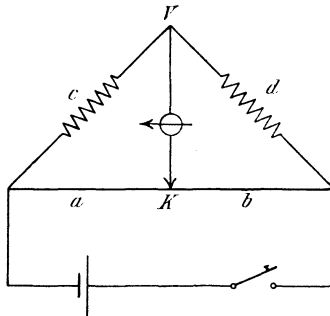


Fig. 69.

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:

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

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 und ordnet ihn so an, daß man entweder 1 oder 10 usw. einschalten kann. Der Vorgang bei der Messung (Fig. 70) 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,

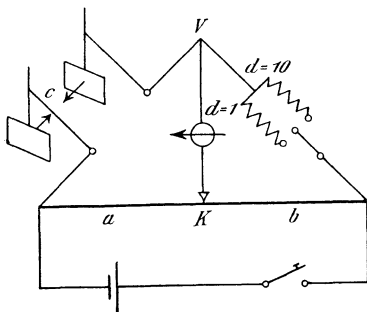


Fig. 70.

$\frac{a}{b}$ 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, als wie Strom hindurchgeht. Das Verschwinden bzw. Abnehmen des Geräusches bei Verschieben von K zeigt an, daß das richtige Verhältnis von $\frac{a}{b}$, d. h. der richtige Widerstandswert, gefunden wurde. Das Geräusch im Telephon verschwindet fast niemals vollständig.

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 es zu weit führen, hier sämtliche Konstruktionen zu erläutern.

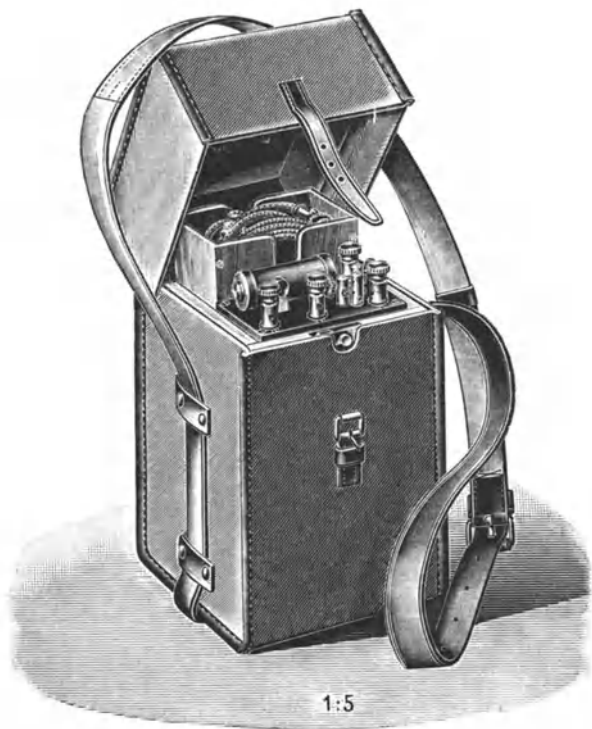


Fig. 71.

Der in Fig. 71 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.

Eine andere Ausführung von Mix & Genest zeigt Fig. 72. Hier ist der Gleitdraht gerade ausgespannt, der Kasten muß bei Gebrauch geöffnet sein.

Die Meßbrücke von Siemens & Halske (Fig. 73) verwendet

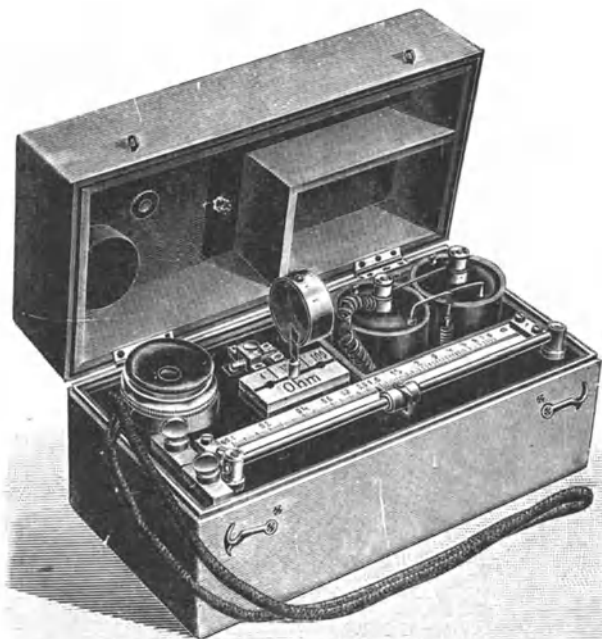


Fig. 72.

keinen Induktionsapparat, ist aber etwas kostspieliger und bei der Messung nicht so einfach.

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

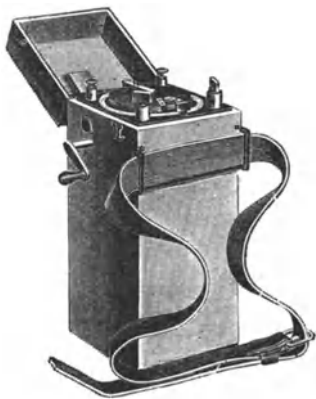


Fig. 73.

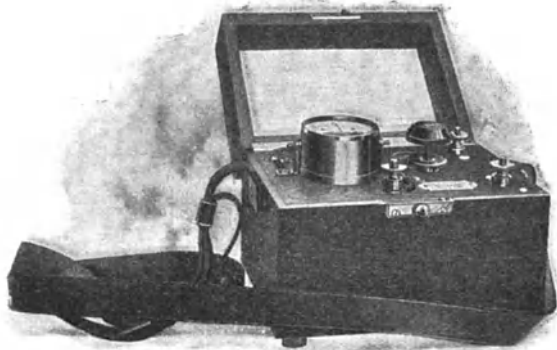


Fig. 74.

Der Apparat hat ein wesentlich geringeres Gewicht als die bisher verwendeten Brücken. Fig. 74 zeigt seine Anordnung.

Als Befestigungsvorrichtung für den Meßdraht verwende ich eine Universalflemme (Fig. 75), die gestattet, den Draht leicht an beliebig geformten Körpern zu befestigen, da man nicht immer nur an Drähten, sondern vielfach auch an Regenabfallrohren, Gas- oder Wasserrohren u. dgl. Messungen an-

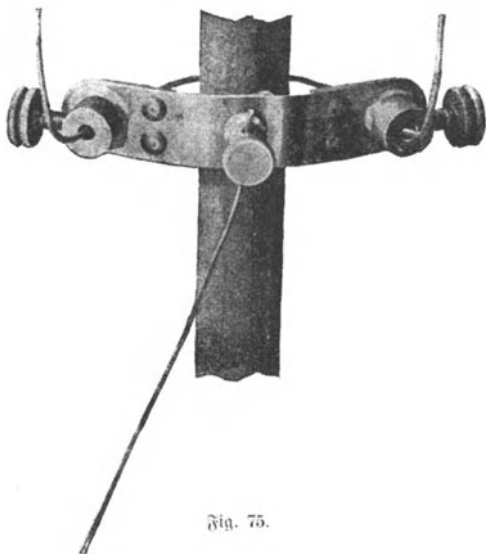


Fig. 75.

zustellen hat. (Obige Apparate werden von der Firma Dr. Paul Meyer, A.-G. Berlin, fabriziert.)

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.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Rat schläge über den Blitzschutz der Gebäude

unter besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Gebäude. Von F. Findeisen, Baurat im Königl. Württbg. Ministerium des Innern. Dritter, unveränderter Abdruck. Mit 142 Textabbildungen. Preis M. 4.—.

Praktische Anleitung zur Herstellung einfacher Gebäude-Blitzableiter.

Von F. Findeisen, Oberbaurat im Kgl. Württembergischen Ministerium des Innern, Abteilung für das Hochbauwesen in Stuttgart. Mit einer Einleitung von Dr. Leonhard Weber, ord. Professor an der Universität Kiel. Mit 202 Textfiguren und 5 Figurentafeln. Preis M. 2.40.

Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik

für Unterricht und Praxis in allgemein verständlicher Darstellung. Von Rudolf Krause, Ingenieur. Mit 180 Textfiguren. In Leinwand geb. M. 4.—

Herstellung und Instandhaltung elektrischer Licht- und Kraftanlagen.

Ein Leitfaden auch für Nicht-Techniker unter Mitwirkung von Dr. C. Michalke verfaßt und herausgegeben von S. Frhr. v. Gaisberg. Dritte, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 54 Textabbildungen. In Leinwand geb. Preis M. 2.40.

Hilfsbuch für die Elektrotechnik,

unter Mitwirkung einer Anzahl Fachgenossen bearbeitet und herausgegeben von Dr. R. Stredker, Geh. Hofrat und Professor. Siebente, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 675 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 14.—.

Grundriß der Verfassung und Verwaltung

in Preußen und im Deutschen Reiche. Von Graf Hue de Grais, Wirkl. Geh. Reg.-Rat, Regierungspräsidenten a. D. Achte Auflage. Kart. M. 1.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Gesundheitswidrige Wohnungen und deren Begutachtung

vom Standpunkt der öffentlichen Gesundheitspflege und mit Berücksichtigung der deutschen Reichs- und preussischen Landesgesetzgebung. Von Dr. Hugo Haase, Medizinalrat, Königl. Kreisarzt in Danzig. Preis M. 1.60.

Gesundheit u. weiträumige Stadtbebauung.

Insbondere hergeleitet aus dem Gegensatz von Stadt zu Land und von Mietshaus zu Einzelhaus samt Abriß der städtebaulichen Entwicklung Berlins und seiner Vororte. Von Th. Dehmdt, Regierungs- und Baurat a. D. in Gr.-Lichterfelde bei Berlin. Mit 8 Abbildungen und einem Plan. Preis M. 2.—

Bautechnische Regeln und Grundsätze.

Zum Gebrauche bei Prüfung von Bauanträgen und Überwachung von Bauten in polizeilicher Hinsicht zusammengestellt von D. Siebert, Baurat. Mit 88 in den Text gedruckten Figuren. In Leinwand geb. Preis M. 6.—

Der echte Hausschwamm

und andere das Bauholz zerstörende Pilze. Von Dr. Robert Hartig, Professor der Botanik an der Universität München. Zweite Auflage, bearbeitet und herausgegeben von Dr. C. Frhr. v. Tubeuf, o. ö. Professor an der Universität München. Mit 33 zum Teil farbigen Abbildungen im Texte. Preis M. 4.—

Hygienische Winke für Wohnungsuchende.

Von Dr. Erwin von Esmarch, o. ö. Professor der Hygiene an der Universität Göttingen. Preis M. 1.—

Das Veranschlagen von Hochbauten

nach der Dienstanzweisung für die Lokalbaubeamten der Staats-Hochbauverwaltung einschließlich der neuesten Vorschriften für das Garnisonbauwesen sowie die Normen für Fabrikation und Lieferung von Baumaterialien und die Baupreise. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Privatpraxis für Baubeamte, Architekten, Maurer- und Zimmermeister, sowie als Lehrbuch für die Hoch- und Tiefbauabteilung der Baugewerkschulen. Von G. Benkwiß. Mit einer lithographierten Tafel, einem Anschlagsbeispiel und Erläuterungen. Siebente, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Preis M. 2.40; in Leinwand gebunden M. 3.20.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.