

- SOMMER. Ueber Anwendung des Wafferdampfes als Feuerlöschmittel. *Polyt. Journ.*, Bd. 208, S. 281.
- OWEN, J. O. *On fireproof building. Builder*, Bd. 32, S. 48.
- HARRISON. *Protection against fire. Iron*, Bd. 3, S. 233. *Scient. Americ.*, Bd. 30, S. 227.
- EPPLEN, C. Die neue Feuer-Löschrichtung im Bühnenhaufe des kgl. Hof- und National-Theaters zu München. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1876, S. 115.
- JUNG, L. Die Feuerficherheit in öffentlichen Gebäuden. München 1879.
- LABROUSSE, C. *Les incendies dans les usines et établissements industriels; moyens préventifs et d'extinction.* Lille 1879.
- Eiserner Schutz-Vorhang im Pofener Stadt-Theater. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 509.
- Die STOTT'sche feuerfeste Constraction bei Fabrikanlagen. *ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1879, S. 288.
- DOEHRING, W. Handbuch des Feuerlösch- und Rettungswesens mit besonderer Berücksichtigung der Brandurfachen und baulichen Verhältnisse, so wie der neuesten Apparate. Berlin 1881.
- Eiserne Theatervorhänge. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1881, S. 523.
- Feuerlöschrichtung in der Bierbrauerei »zum Spaten« in München. *Gesundh.-Ing.* 1881, S. 203.
- SAUVAGEOT, L. *Le feu dans les théâtres et l'ordonnance du préfet de police du 16 mai 1881. Gaz. des arch. et du bât.* 1881, S. 307.
- FLECK, H. Ueber Flammenficherheit und Darstellung flammenficherer Gegenstände. Dresden 1882.
- HEATHMAN, J. H. *The preservation of life and property.* London 1882.
- SCHEMFL, H. Ueber feuerfichere Anlage großer Bauten. *Allg. Bauz.* 1882, S. 31.
- Ueber Feuerfchutz-Mafsregeln in Theatern. *Deutsche Bauz.* 1882, S. 39, 51, 95.
- Der Schutzvorhang des Walhallatheaters in Berlin. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1882, S. 25.
- EBELING. Ueber einige in Berliner Theatern ausgeführte eiserne Vorhänge. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1882, S. 60.
- EBELING. Die Anordnung eiserner Vorhänge in Theatern. *Wochfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1882, S. 181.
- STUMPF, G. Feuerlösch-Einrichtungen bei großen öffentlichen Gebäuden. *Gesundh.-Ing.* 1882, S. 633.
- SIEMENS, W. Elektrizität gegen Feuersgefahr. *Elektrotechn. Zeitschr.* 1882, S. 1, 7.
- Ein neuer feuerficherer Theatervorhang. *Deutsches Baugwksbl.* 1882, S. 81.
- POTTER, TH. *Fires at country mansions some suggestions for their prevention. Builder*, Bd. 43, S. 820. *Architect*, Bd. 28, S. 385.
- A fire-proof structure. Building news*, Bd. 43, S. 627.
- SCHOLLE, F. Ueber Imprägnationsverfahren als Schutzmafsregel gegen Feuersgefahr. Dresden 1883.
- KRAFT, M. Sicherheit gegen Feuersgefahr in Theatern. *Wochfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1883, S. 14.
- WEIDTMANN, J. Feuerlöcher mit flüssiger Kohlenfäure. *Wochfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1883, S. 68.
- PFISTER, R. Feuerficherer Verchlufs von Bühnen-Oeffnungen in Theatern. *Deutsche Bauz.* 1883, S. 500.
- Prevention of fires. American architect*, Bd. 13, S. 280, 293.
- PULHAM, J. *Portland cement concrete and terra-cotta fireclay in fire-proof construction. Building news*, Bd. 44, S. 183.

2. Kapitel.

Blitzableiter.

Obwohl der Blitzableiter bereits über 100 Jahre in Anwendung ist, müssen wir uns doch gestehen, daß die Theorie über die Wirksamkeit desselben bis jetzt noch keine fest stehende und unanfechtbare ist. Nachdem im Jahre 1877 die Blitzableitung der Petri-Kirche zu Berlin, welche auf Grund der Berathungen einer wissenschaftlichen Commission mit besonderer Sorgfalt construirt war, sich so wenig bewährt hatte, daß ein einschlagender Blitzstrahl absprang und ein Fallrohr als Ableitung wählte; als ferner ein Blitzschag das mit einem fast neuen Ableiter versehene Schulhaus zu Elmshorn in Holstein¹⁴¹⁾ traf — da brach eine völlige Panik

100.
Werth
der
Blitzableiter.

141) Siehe: *Zeitschr. f. Bauw.* 1877, S. 560.

herein, und von vielen Privat- und öffentlichen Gebäuden wurden die Blitzableiter schleunigst heruntergenommen. Das hieß nun allerdings, das Kind mit dem Bade ausschütten. Die Erfahrung lehrt ausreichend, daß die Blitzableiter, auch selbst wenn sie noch nicht die besten bis jetzt bekannten Bedingungen erfüllten, ein wirksames Schutzmittel gewesen sind. Gerade die beiden genannten Fälle beweisen dies. Der Thurm der Petri-Kirche, welcher ganz aus Eisen constructirt ist, hatte keine Auffangefänge, indem man irrthümlich angenommen hatte, dieselbe sei überflüssig; in Elmshorn war eine solche vorhanden, hatte aber keine Spitze; auch waren in beiden Fällen die eigentlichen Leitungen fehlerhaft angelegt.

Worin bestand denn nun der hier verursachte Schaden? An der Petri-Kirche wurde ein Fallrohr unbedeutend beschädigt, in Elmshorn ebenfalls; auch wurde längs eines eisernen Trägers der Deckenputz etwas aufgerissen. Nun vergleiche man damit tausende von anderen Fällen, wo der Blitz Gebäude ohne Ableitung getroffen hat.

Im Jahre 1561 wurde der prächtige Thurm des Münsters zu Freiburg, im Jahre 1865 der der Lorenz-Kirche zu Nürnberg, 1845 die oben genannte Petri-Kirche zu Berlin durch Blitzschlag völlig zerstört. Der Münsterthurm zu Straßburg wurde wiederholt getroffen; das Kirchendach dafelbst brannte 1759 nach einem Gewitter ab; 1760 wurde der Thurm wesentlich beschädigt; nachdem aber 1833 eine Ableitung angelegt war, hat man von Blitzschäden nichts wieder gehört.

In der englischen Marine wurden nach *Snow-Harris* innerhalb 5 Jahren 40 Linienfahrzeuge, 20 Freigattungen, 10 Corvetten durch Blitzschläge kriegsunfähig gemacht; seitdem aber bei denselben die Blitzableiter eingeführt wurden, sind derartige Beschädigungen äußerst selten geworden.

Nach dem Berichte der Kgl. Regierung zu Schleswig vom 30. November 1881 sind in deren Bezirke in der Zeit von 1874–80 vom Blitze 515 Gebäude getroffen. Sechs davon waren durch Blitzableitungen geschützt; jedoch wurde in zweien dieser Fälle constatirt, daß die Anlage der Ableitung mangelhaft gewesen war, und in den übrigen 4 Fällen war gar keine oder doch nur eine unbedeutende Beschädigung der Gebäude eingetreten.

Die Academie der Wissenschaften zu Berlin bezeichnet es in ihrem Gutachten vom 2. August 1880 als eine durch die Erfahrung eines ganzen Jahrhunderts fest stehende Thatsache, die kaum noch einer weiteren Begründung bedürfe, daß rationell angelegte Blitzableiter, wenn auch nicht unbedingt, so doch in sehr hohem Maße die Blitzgefahr für die mit ihnen versehenen Baulichkeiten beseitigen.

Dies sind gewiß Gründe genug, um eine wahrhaft geniale Erfindung nicht ohne Weiteres fallen zu lassen, sondern sie durch unausgesetzte Beobachtung und stetige Verbesserung dahin zu bringen, daß sie nicht nur in den meisten, sondern in allen Fällen wirksamen Schutz bietet.

Ehe wir nun zur Construction der Blitzableiter übergehen, müssen wir uns die Vorgänge bei einem Gewitter klar zu machen versuchen, so weit dies nach den bis jetzt noch nicht abgeschlossenen theoretischen Untersuchungen möglich ist.

Die ruhige, klare Luft ist stets positiv elektrisch, eben so auch der Nebel. Geht die Verdunstung und die Wolkenbildung, welche durch Abkühlung in kälteren Luftschichten hervorgerufen wird, sehr schnell vor sich, so wird die vorhandene Elektrizität in folgender Weise bedeutend vermehrt. Bei der Ausscheidung des vertheilten Wasserdampfes zu Dunstbläschen concentrirt sich nach *Peltier*¹⁴²⁾ auf ein solches Bläschen die Elektrizität des umgebenden Raumes, wodurch es eine bedeutende elektrische Spannung erhält.

Durch eine gesättigte, etwas leitende Luft getrennt, bilden viele solcher Bläschen Anhäufungen mit einer gemeinsamen elektrischen Schicht und diese Anhäufungen wieder den gemeinsamen elektrischen Körper der Gesamtwolke. Letztere läßt sich daher weder mit einem festen Conductor, der nur auf der Oberfläche elektrisch ist, noch mit einem Isolator, dessen Theilchen elektrisch nicht genau communiciren, ver-

¹⁴²⁾ PELTIER, A. *Observations et recherches expérimentales sur les causes qui concourent à la formation des trombes.* Paris 1840.

gleichen; ferner stellt sie einen ungeheueren Behälter gleich geladener Theilchen dar, deren Elektrizität sich plötzlich, z. B. dadurch, daß viele Bläschen sich zu einem Regentropfen von vielleicht hundertmal kleinerer Oberfläche vereinigen, noch weiter verstärkt und nun nach der Außenseite der Wolke abgegeben wird, um endlich als gemeinsamer Blitz überzufpringen.

Die Erde hat keine eigene Elektrizität, sondern wird erst durch diejenige der Wolken in Folge der Vertheilungs-Elektrizität oder Influenz elektrisch, und zwar stets entgegengesetzt. Eben so ist es mit den auf der Erde befindlichen Gegenständen, insbesondere den Häusern und ihren Metallmassen, deren Ladung nicht übersehen oder unterschätzt werden darf.

Entsprechend der Elektrizität der ruhigen Luft und der Nebel sind die Wolken vorherrschend positiv elektrisch, in Folge dessen die Erde vorwiegend negativ.

Die negativ elektrischen Wolken sind die felteneren und vielleicht nur durch Influenz geladen.

Der Blitz ist diejenige Lichterscheinung, welche bei starker und plötzlicher Ausgleichung der positiven und negativen Elektrizität sichtbar wird. Er kann nun sowohl zwischen der positiven Wolke und der negativen Erde, als auch zwischen beiden Wolken sich zeigen. Im letzteren Falle kann gleichzeitig ein Rückschlag entstehen durch das plötzliche Aufhören der Influenz, und es wird zwischen Erde und Wolke ein zweiter, schwächerer Blitzstrahl überspringen.

Indessen ist auch eine andere, wenig oder gar nicht sichtbare Ausgleichung möglich. Wird eine fein auslaufende Spitze auf den Conductor einer Elektrifizirmaschine gesetzt, so steigt, trotz fortgesetzter Drehung der Scheibe, das Quadrant-Elektrometer nicht so hoch, als es sonst der Fall wäre, indem bei einer gewissen Ladung jeden Augenblick so viel Elektrizität entweicht, als erzeugt wird. Dasselbe findet während eines Gewitters statt. Die Erd-Elektrizität strömt durch die Wipfel hoher Bäume, durch die Schiffsmasten, durch die Flamme eines brennenden Feuers und andere spitze Gegenstände, sobald dieselben eine gewisse Leitungsfähigkeit besitzen, in die umgebende positiv geladene Luft ab. Geschieht die Ausgleichung sehr langsam oder ist die Ladung eine sehr schwache, so wird das Auge nichts davon gewahr; im anderen Falle findet eine schwache, andauernde Lichterscheinung statt, das St. Elms-Feuer, welches sich hauptsächlich an den Spitzen der Gebüsch und Bäume, so wie an den Schiffsmasten zeigt.

Auf der Wirkung der Spitzen beruht die Construction des Blitzableiters.

Derfelbe wurde entdeckt im Jahre 1752 von *Franklin*, welcher einen aus Seidenzeug conſtruirten Drachen mit metallener Spitze an einer Hanfschnur während eines Gewitters aufsteigen ließ. Die Schnur war an einem eisernen Schlüssel befestigt. Wie man sich leicht denken kann, war von Elektrizität nichts zu bemerken, da die Hanfschnur nicht leitete. Als aber ein Regen eintrat und die Schnur naß wurde, da änderte sich die Sache, und es gelang, dem Schlüssel Funken zu entlocken. *De Romas* nahm für einen ähnlichen Drachen eine mit Draht durchflochtene Seidenschnur und erzielte Funken von bedeutender Länge.

Der erste Blitzableiter wurde von *Richard Watson* zu Payneshill in Nordamerika im Jahre 1762 aufgestellt, in Deutschland der erste 1769 zu Hamburg auf dem Jacobi-Kirchthurm.

Der Zweck eines Blitzableiters besteht darin, für die Ausgleichung zwischen der Erd- und der Wolken-Elektrizität einen gefahrlosen Weg darzubieten. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen: entweder entladet er die Elektrizität einer nahen Wolke langsam und unmerklich, oder, falls die Ladung zu stark ist, so daß ein Blitz auftritt, führt er denselben ohne Beschädigung des zu schützenden Gebäudes in den Erdboden.

In der ersten Zeit nach dem Bekanntwerden der neuen Erfindung war es ein beliebtes physikalisches Experiment, die Blitzableitung durch ein Zimmer zu führen, sie dort zu unterbrechen und nun die Wirkungen des fortwährend überspringenden Funkens zu beobachten. Erst als der Physiker *Richmann* in Petersburg durch einen abspringenden, ihn in die Stirn treffenden Funken getödtet wurde, verschwand dieses Spielzeug aus den Zimmern.

Neuerdings wird jedoch behauptet, daß die Gefahr der explosiven Entladung durch einige Metallspitzen schwerlich gemindert wird. Dafür sei das in einer Wolke aufgespeicherte Elektrizitäts-Quantum zu kolossal. Allein es wird allseitig zugestanden,

102.
Wirksamkeit
des
Blitzableiters.

dafs der überspringende Funke sich jedesmal den bequemsten Weg ausfucht. Einen solchen bieten wir ihm durch den Blitzableiter.

103.
Anordnung
der
Auffange-
stangen.

Gehen wir nun zu der Construction einer Blitzableitung über. Man unterscheidet an derselben: a) den auffangenden, b) den fortleitenden und c) den abgebenden Theil.

Der auffangende Theil hat in einer Auffangestange nebst Spitze zu bestehen. Wenn man früher beide auf Wohnhäusern fortgelassen hat, in der irrigen Meinung, dadurch den Blitz nicht heranzuziehen, so ist dies ganz verkehrt gewesen. Auch bei einem eisernen Thurme dürfen sie nicht fortbleiben, falls derselbe nicht selbst in eine scharfe Spitze ausläuft, welche alle an eine Auffangestange zu stellenden Anforderungen erfüllt.

Wie viele Auffangestangen soll man nun auf ein Gebäude stellen? Die Theorie giebt hierüber bisher keine Antwort. Praktisch aber hat man sich aus der Beobachtung von Blitzen, welche in der Nähe von Auffangestangen eingeschlagen sind, eine Regel gebildet. Dieselbe lautet: Ist ab (Fig. 89) die Höhe der Spitze über dem Terrain, so schützt dieselbe nach jeder Richtung hin höchstens auf eine Entfernung $bc = 2ab$. Das Dreieck acd , welches wir auf der Zeichnung sehen, ist *in natura* ein Kegel, welchen man den Schutzkegel nennt. Den Winkel α nennt

Fig. 89.

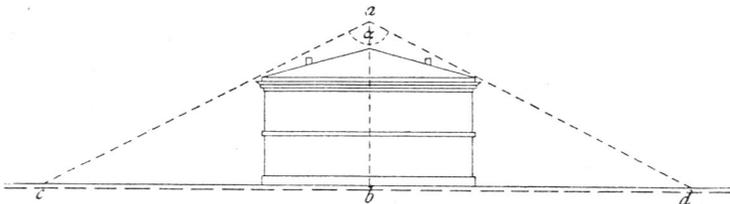
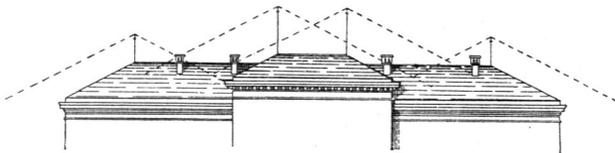


Fig. 90.



man den Schutzwinkel. Kein Theil des Gebäudes darf über den Schutzkegel hinausragen. Hat man daher ein größeres Gebäude zu schützen (Fig. 90), so müssen so viele Stangen aufgestellt werden, dafs die Dachfirste noch überall innerhalb der Schutzkegel liegen.

Höher als 5 m nimmt man die Auf-

fangestangen nicht gern, weil entweder die der Dachdeckung schädlichen Schwankungen durch den Wind zu groß werden oder, wenn man diese vermeiden will, die Stange zu stark construirt werden muß. Die passendste Höhe ist 2 bis 3 m.

Nach der oben stehenden Abbildung scheint es sparsamer zu sein, die Auffangestange in die Mitte des Firstes zu stellen. Dies ist aber weniger empfehlenswerth, weil die sog. Anfallpunkte der Walme, welche gewissermaßen Spitzen in der Dachfläche bilden, der Blitzgefahr am meisten ausgesetzt sind.

Für die Wohnhäuser wird die angegebene Regel ausreichend sein. Bei sehr hohen Gebäuden wird man gut thun, den Winkel α kleiner zu nehmen; bei Thürmen soll derselbe in der Regel nur 90 Grad betragen. Ist ein Thurm aber sehr hoch — eine bestimmte Grenze läßt sich nicht angeben — so genügt auch dies nicht. Eine elektrische Wolke kann sehr wohl, insbesondere in hoch gelegenen Orten, tiefer ziehen, als die Thurmspitze und sich über dem Dache des Kirchenschiffes entladen.

Defshalb muß auch der Walm bei *a* (Fig. 91) eine Auffangestange erhalten, eben so auch ein Haus *B*, obwohl es innerhalb des Schutzkegels liegt, namentlich wenn dasselbe sich auf der Wetterseite des Thurmes befindet. Gebäuden, bei denen man besonders ängstlich ist, wie z. B. Pulverfabriken, wird man lieber eine Auffangestange zu viel, als zu wenig geben.

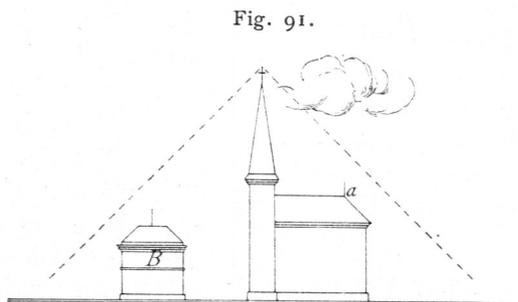


Fig. 91.

Wenden wir uns zu der Construction der Auffangestangen, so ist aus dem Früheren klar, daß die Hauptbedingung für die Wirkfamkeit derselben eine scharf auslaufende Spitze ist, welche zugleich von einem gut leitenden Metall gefertigt sein muß.

Von allen Metallen besitzt das reine Silber die größte Leitungsfähigkeit¹⁴³⁾; aufser dieser kommt der Schmelzpunkt¹⁴⁴⁾ und die Sicherung gegen Oxydation¹⁴⁵⁾ in Betracht; von letzterer hängt die dauernde Erhaltung der Spitze und ihrer Leitungsfähigkeit ab.

Daß auch der Preis in vierter Linie eine Rolle spielt, kommt zwar bei großen öffentlichen Gebäuden weniger in Betracht, um so mehr aber bei kleinen Privatgebäuden, namentlich bei Bauernhöfem.

Kuhn in München empfiehlt in erster Linie das Silber, wegen seines hohen Leitungsvermögens und weil sein Schmelzpunkt noch immer hoch genug ist. Derartige Spitzen (Fig. 92) sollen einen Basisdurchmesser von ca. 20 mm, eine Höhe von 40 mm erhalten.

Indessen hat das Silber zwei sehr üble Eigenschaften: 1) wird die Leitungsfähigkeit desselben durch geringe Beimischungen anderer Metalle sehr herabgedrückt, z. B. durch Zusatz von nur 2 Procent Zinn auf $\frac{1}{5}$, eine Beimischung, welche sich nur unter Zuhilfenahme eines Chemikers fest stellen läßt; 2) oxydirt das Silber sehr leicht, wo der atmosphärischen Luft schwefelige Gase beigemischt sind, was aber in Städten und Fabrik-Districten meistens der Fall sein wird. Auch verhindert der hohe Preis des Silbers eine allgemeine Anwendung.

Sehr zu empfehlen ist eine Kupferspitze, welche in Feuer vergoldet ist. Hier hat man eine unredliche Beimischung billiger Metalle weniger zu fürchten; die Leitungsfähigkeit ist eine dem reinen Silber sehr nahe kommende; die Oxydation wird durch die Vergoldung gehindert; der Preis ist ein immerhin mäßiger.

Häufig werden auch Platinspitzen angewendet, welche allerdings eine geringe Oxydation und einen hohen Schmelzpunkt für sich haben; aber die Leitungsfähigkeit des Platins ist gering und der Preis sehr hoch.

Ist man auf Sparfamkeit angewiesen, so ist auch wohl eine eiserne Spitze ausreichend, welche gegen die Witterungseinflüsse gut verzinkt oder besser vergoldet

104.
Auffange-
spitze.

Fig. 92.

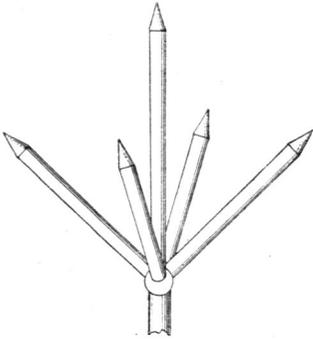
 $\frac{1}{2}$ n. Gr.

¹⁴³⁾ Diefelbe übertrifft die Leitungsfähigkeit des reinen Kupfers um das 1,36-, Goldes um das 1,81-, Eifens um das 7,7- und Platins um das 9,6-fache.

¹⁴⁴⁾ Der Schmelzpunkt für Platin ist 2600, Eifen 1600, Kupfer 1170, Gold 1100 und Silber 1000 Grad C.

¹⁴⁵⁾ Nach der schwereren, bezw. leichteren Oxydirbarkeit ordnen sich die Metalle wie folgt: Gold, Platin, Silber, Kupfer Eifen; diese Reihenfolge ändert sich jedoch, sobald der reinen atmosphärischen Luft irgend welche fremdartigen Gase beigemischt werden.

Fig. 93.



fein muſs. Theoretifch kann dieſe zwar nicht daſſelbe leiſten, wie die vorgenannten; doch ſpricht die Erfahrung trotz ihrer fehr verbreiteten Anwendung noch nicht gegen ſie.

Eine Spitze muſs abnehmbar fein, um ſie nach Beſchädigungen durch Blitzſtrahl erſetzen zu können.

Eine kupferne Spitze (Fig. 94) würde man 13 mm dick und 200 mm lang ausführen, oben zugespitzt und auf 26 mm Länge vergoldet.

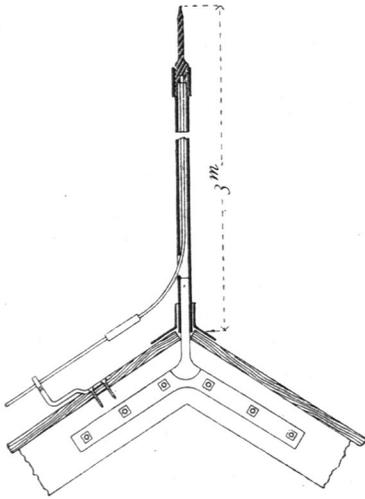
Früher wurden häufig Auffangeftangen mit 3 bis 5 in einem Bündel vereinigten Spitzen angewendet (Fig. 93). Dies iſt aber zwecklos, da nur die lothrechte Spitze zur Wirkung kommt. Eine in einem Charnier

bewegliche Spitze, welche in lothrechter Stellung gut functionirte, verlor ihre Wirkung, je mehr ſie geneigt wurde.

Die Auffangeftange ſelbſt wird meiftens aus Eiſen gefertigt. Vielfach werden dazu eiſerne Gasrohre genommen (Fig. 94), innerhalb deren die kupferne Ableitung hinaufgeht, welche dann in der Kupferſpitze verlöthet iſt. Dieſe Conſtruction hat den groſſen Vortheil für ſich, daſs Spitze und Leitung durchweg aus demſelben

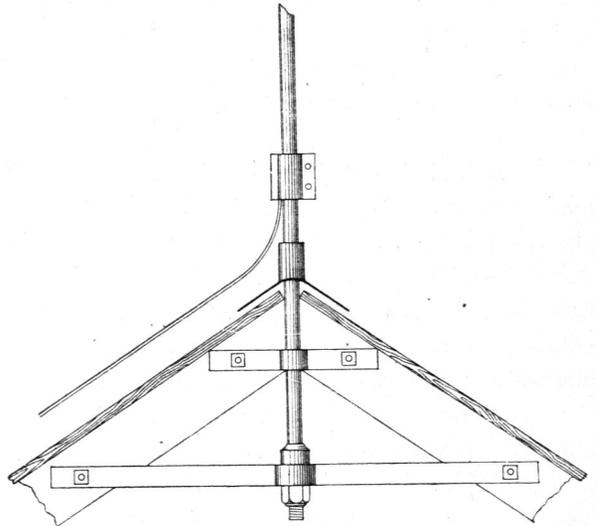
105.
Auffange-
ftange.

Fig. 94.



$\frac{1}{20}$ n. Gr.

Fig. 95.



$\frac{1}{20}$ n. Gr.

Materiale beſtehen. Noch häufiger macht man die Auffangeftangen aus Runderiſen, welches bei 2 m Höhe mindeſtens 20 mm, bei 5 m Höhe 30 mm ſtark fein muſs. Verzierungen, in denen ſich der Wind feſt ſetzen kann, muſs man möglichſt vermeiden, da ſonſt ſtarke Schwankungen entſtehen, welche die Dichtung des Daches erſchweren.

Die Ableitung wird an der Stange mit Hilfe einer angeſchraubten Hülſe befeſtigt, in welche ſie eingelöthet iſt (Fig. 95). Hierbei hat man dieſelbe ſo hoch zu ſetzen, daſs die Ableitung eine ſchlanke Curve bildet.

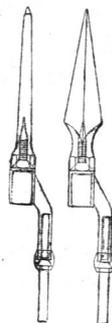
Will man bei einer massiven Stange eine unmittelbare Verbindung zwischen der Kupferspitze und dem kupfernen Leitungsdraht haben, so ist die Construction von *Zwarg* in Freiberg die geeignete (Fig. 96).

Die oben gebogene eiserne Stange trägt eine Hülse, welche in eine mit Spitze versehene Schraube endigt. In die Hülse wird der Draht eingelöthet und geht ohne Curve glatt herunter, während auf die Schraube eine kupferne Spitze mit Platin-Endigung gesteckt wird. Mufs die Spitze zur Neu-Vergoldung oder Reparatur abgenommen werden, so bildet die Schraube so lange eine Reserve-Spitze.

Fig. 96.

Eine gut verlöthete Zinkkapsel schützt den Durchgang durch das Dach gegen das Hineinfickern des Meteorwassers (Fig. 95).

Am Dachgespärre ist die Stange durch ein Quereisen befestigt, welches in der Mitte einen Hals hat, worauf der Rand derselben aufruhet und durch welchen die schraubenförmige schwächere Endigung gesteckt und mit einer Mutter fest gehalten wird. Am First befindet sich ein Halseisen.



Die Stange in zwei Schenkel auslaufen zu lassen, welche oben auf die Sparren geschraubt sind, empfiehlt sich nicht, da diese Schenkel mit ihren vortretenden Schraubenmutter die am First meist nothwendige Dachschalung hindern. Derartige Schenkel dürfen nur seitlich an den Sparren angebracht werden (Fig. 94).

Andere Befestigungsarten werden sich je nach der Dachconstruction leicht erfinden lassen.

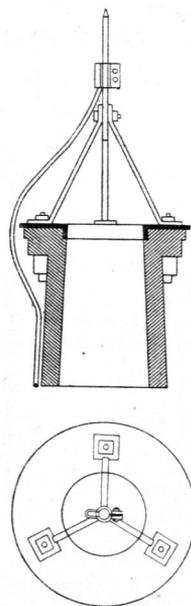
Es fragt sich nun, wie weit man wohl die Auffangestangen in das Dach hinein reichen lassen dürfe? Stangen von 5 m Länge und mehr, wie sie gleichzeitig als Flaggenfangen benutzt werden, können auf die eben beschriebene Art nicht befestigt werden.

Bei Gebäuden, welche weder große Metallmassen, noch Gas- und Wasserleitung haben, ist es ganz unbedenklich, die eiserne Auffangestange so tief hinabreichen zu lassen, als es gut scheint. Befinden sich aber z. B. unter der Dachbalkenlage eiserne I-Träger, oder ist ein Wasser-Reservoir im Dachraum in nicht großer Entfernung unterhalb des Blitzableiters aufgestellt, oder geht eine Gasleitung unter demselben fort, dann ist äußerste Vorsicht geboten; denn leicht würde der Blitz auf derartige Metallmassen überspringen und etwa dazwischen liegende Dachhölzer, Fußböden etc. entzünden. In solchem Falle würde man lieber hölzerne Stangen wählen, was sich überhaupt für Flaggenfangen mehr empfiehlt, da eiserne schwer und theuer werden, und die Ableitungen an diesen herunterführen.

Die Flaggenfange endigt in eine eiserne oder kupferne Auffangestange, an welcher die Ableitung mittels Klemmplatte befestigt ist.

Ueber Schornsteinen wird ein dreibeiniges Gestell befestigt (Fig. 97), welches mit einer Hülse die Auffangestange umfaßt. Will man letztere seitlich anbringen, so muß man sie unten umgebogen einmauern und mit Halseisen befestigen. Da die Rauchgase das Eisen bald angreifen, so setzt man die Stange wegen

Fig. 97.



des herrschenden Windes auf die Südwestseite; *Wiesenthal* in Aachen umgiebt sie außerdem noch mit einer Zinkhülle.

106.
Leitungen

Für die Leitungen stehen im Wesentlichen nur zwei Materialien zu Gebote, Kupfer und Eisen. Kupferne Drähte von 4,5 mm sind durch Blitze geschmolzen worden; um sicher zu gehen, wird man sie 6 bis 8 mm stark machen, ihnen also 50 qmm Querschnitt geben müssen. Ein solcher Draht läßt sich noch biegen und hat erfahrungsgemäß bisher völlig ausgereicht.

Sehr verbreitet ist die Anwendung von 12-fach geflochtenen Kupferdrahtseilen, welche meistens aus einzelnen Drähten von 2 bis 2,5 mm Stärke zusammengeflochten sind.

Ein solches Seil ist aus folgenden Gründen zu empfehlen:

1) Bei den Drähten kommen häufig brüchige Stellen vor, welche schwer zu entdecken sind; bricht ein Draht im Kabel, so verursacht dies keinen Schaden, während ein Bruch der massiven Ableitung die Continuität aufhebt¹⁴⁶⁾.

2) Ein Kabel ist sehr biegsam, läßt sich für den Transport bequem zusammenrollen und leicht bei der Anbringung wieder straff ziehen, was bei einem 7 mm starken Draht schon recht erhebliche Schwierigkeiten macht.

3) Der Preis eines Seiles ist wenig höher, als der eines entsprechenden Drahtes.

4) Die Befürchtung, daß ein Kabel wegen seiner rauhen Oberfläche von der Witterung zu leiden haben würde, hat sich bis jetzt noch nicht bewahrheitet.

Ein 12-faches Seil von 2 mm starken Drähten entspricht einem massiven Kupferdraht von 6,5 mm, ein solches von 2,5 mm Drähten einem Drahte von 8,5 mm Durchmesser.

Dem eisernen Blitzableiter wird man den 6-fachen Querschnitt oder ca. 300 qmm geben müssen, da die Leitungsfähigkeit des Eisens nur $\frac{1}{6}$ von der des Kupfers beträgt. Am meisten wird sich hierzu verzinktes Rundeisen empfehlen, das den Witterungseinflüssen die geringste Oberfläche bietet und das Abspringen des Funkens weniger ermöglicht, als Quadrat- oder Bandeisen. Der Durchmesser desselben muß also 18 bis 20 mm betragen.

Ein eisernes Drahtseil muß einen etwas größeren Durchmesser haben, etwa 25 mm.

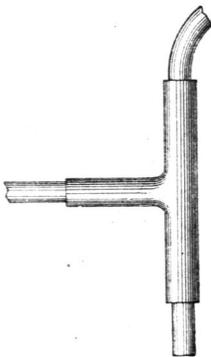
Die Vortheile einer Kupferleitung vor einer eisernen bestehen darin, daß in Folge der Biegsamkeit die Anbringung leichter ist und, da Kupferdraht in großen Längen zu haben ist, weniger Stosverbindungen vorkommen. Die älteren Leitungen waren fast immer von Eisen.

Ein Haupterforderniß für jede Leitung ist, daß sie möglichst aus einem Stücke bestehe, weil jede Stelle, an welcher der Funke sichtbar wird, das Material angreift.

Für Kupferdraht und -Seile empfiehlt sich am meisten, an der Stelle des Stosses beide Enden ganz glatt zu feilen und ein kurzes eisernes Rohr überzuschieben, in welches beide Enden so verlöthet werden, daß weder Regen noch Luft eindringen kann.

Da wo eine Zweigleitung im rechten Winkel abgeht, sind I-Stücke (Fig. 98) anzuwenden.

Fig. 98.



¹⁴⁶⁾ Aus demselben Grunde verwendet die Deutsche Reichs-Telegraphen-Verwaltung bei ihren unterirdischen Telegraphen-Leitungen innerhalb der Kabel nicht einzelne starke Drähte, sondern sieben Stück siebendrähtige Kupferseile.

Eiserne Leitungen verschraubt man an den Stößen mit den bei Gasleitungen gebräuchlichen Muffen, welche innen mit dem fog. Gasgewinde versehen sind. Für kupferne Leitung empfiehlt sich die Verschraubung weniger, da durch das Einschneiden des Gewindes der Querschnitt zu sehr geschwächt wird.

Biegungen im rechten Winkel oder gar in einem spitzen sind durchaus zu vermeiden, da an jeder in der Leitung entstehenden Spitze der Funke leicht abspringen wird. Am besten gestaltet man sie kreisbogenförmig mit einem Durchmesser von wenigstens 40 cm.

Auf dem Dache bringt man die Leitung dicht neben dem Dachfirft an. Auf dem Firft geht es bei den meisten Deckungsarten nicht ohne Nachteile für das Dichthalten. Die Befestigung auf dem Dache geschieht durch eiserne Stützen in ca. 2^m Entfernung, wobei man zu beachten hat, daß ein Stoß nicht auf oder in die Nähe einer Stütze treffen darf. Dieselben werden entweder eingeschlagen oder besser angeschraubt.

Bei der Form derselben hat man die Art der Dachdeckung genau zu berücksichtigen, um Undichtigkeiten möglichst zu vermeiden (Fig. 99 u. 100). Die Leitung liegt in einem Schlitz, dessen Backen man entweder oben zusammenschlägt oder durch eingesteckten Splint verbindet (Fig. 101). Das gabelförmige Stück muß quer zur Leitung gerichtet sein; mithin sind die Stützen für die horizontalen und die abwärts führenden Leitungen verschieden, was bei der Bestellung zu beachten ist. Bei Schieferdeckung ist der Stütze eine Platte von Rollenblei unterzulegen, was sich auch für Ziegeldächer empfiehlt; überhaupt ist der Dichtung gegen das Einregnen große Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die lothrechte Leitung wird in der Steinmauer durch Bankeisen befestigt, deren schrauben- oder schwalbenschwanzförmiges Ende mit Cement eingesetzt wird. Um muthwilligen Beschädigungen kupferner Leitungen vorzubeugen, wird der über dem Erdboden befindliche Theil mit einem eisernen 2,5 bis 3^m langen Rohre umhüllt, das oben gegen das Einregnen mit Bleikapsel geschlossen wird und mindestens so tief hinabreicht, daß Aufgrabung beim Pflastern nicht Gefahr bringt.

Die äußerst wichtige Frage, ob man eine Leitung isoliren soll oder nicht, hat eine genügende Beantwortung noch nicht gefunden. Unzweifelhaft ist es, daß eben so, wie die Erde auch alle Metallmassen eines Gebäudes durch Influenz elektrisch werden. Ob aber die Wirkung derselben so stark werden kann, daß aus ihnen ein zündender Funke zur Erde oder zur Wolke überspringen kann, ist noch nicht festgestellt. Es könnte dies nur in Folge eines Rückschlages geschehen, indem die in einer Metallmasse angehäuften Elektrizität unmittelbar, nachdem ein Blitz an der Ableitung heruntergefahren ist und die Spannung zwischen Erde und Wolke aufgehoben hat, nun ebenfalls sich zu entladen strebt. Genaue Beobachtungen über einen solchen Rückschlag liegen noch nicht vor; hingegen sind Fälle bekannt, in denen der Blitz ganz oder theilweise die Ableitung verlassen und sich einen kürzeren Leiter oder einen solchen von größerem Querschnitt gesucht hat. Daß die letztere Gefahr durch eine Verbindung der Ableitung mit den Metallmassen vergrößert wird,

Fig. 99.

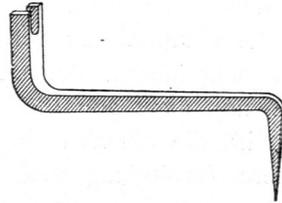


Fig. 100.

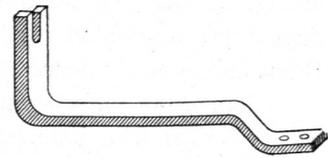


Fig. 101.



liegt auf der Hand. Will man sie gegen den Rückschlag schützen, dann muß man sie auch vor dem Blitze selbst bewahren und ihnen eine vollständige Ableitung in die Erde geben, wo dann selbstverständlich eine Erdplatte nothwendig wird.

In manchen Schriften wird empfohlen, alle Metallmassen eines Hauses mit der Blitzableitung zu verbinden. Dies ist leichter gesagt, als gethan; denn bei den zahlreichen I-Trägern, eisernen Säulen, Verankerungen, Gas- und Wasserleitungen, wie sie die modernen größeren Gebäude zeigen, würde daraus ein ganzes Netz entstehen, in welches das Haus gleichsam eingesponnen würde. Ein Metaldach wird mit der Leitung durch die eisernen Leitungsfützen genügend verbunden sein; geht dieselbe in der Nähe eines Fallrohres herunter, so wird man auch dieses durch gut angelöthete, 4 bis 5^{mm} starke Kupferdrähte oben und in der Höhe von 3^m über dem Erdboden an die Leitung anschließen. Liegt ein eiserner Träger, der auf gleichen Säulen ruht, in seiner Nähe, dann wird man diesen durch eine Zweigleitung mit der Hauptleitung verbinden, muß dann aber von dem Säulenfusse aus eine Erdleitung führen. Auch eine nahe herantretende Haus-Wasserleitung, wenn sie von Eisen und nicht von Blei ist, würde anzuschließen sein, falls es durchaus nicht zulässig ist, die Blitzableitung in größerer Entfernung von derselben anzulegen. Jede weitere Verbindung aber wäre unnütz oder schädlich, da sie leicht einen einschlagenden Blitz in ganz unerwünschte Bahnen führen könnte. *Holtz* in Greifswald geht in dieser Beforgnis sogar so weit, anstatt der eisernen Stützen hölzerne vorzuschlagen, was sich allerdings bei Stroh- und Rohrdächern (der fog. »weichen Bedachung«) empfehlen wird, welche nach statistischem Ausweise weit häufiger vom Blitze heimgesucht werden, als andere.

Um dem einschlagenden Blitze einen möglichst kurzen Weg zu geben, würde es am besten sein, jede Auffangestange auch mit einer Ableitung zu verbinden. Indessen spricht bis jetzt die Erfahrung nicht dagegen, daß man eine auf je zwei Auffangestangen rechnet, so daß also ein Haus mit vier Auffangestangen, die unter einander durch eine Firttleitung zu verbinden sind, zwei Ableitungen haben müßte.

108.
Erdleitung.

Wir kommen nun zu dem schwierigsten Theile, der Erdleitung. Diese braucht nicht tiefer gelegt zu werden, als daß sie bei etwa eintretenden Neupflasterungen nicht beschädigt wird.

In der Regel sind die Gewitter mit Regengüssen verbunden, wobei sich schnell an der Erdoberfläche eine feuchte gut leitende Erdschicht bildet, mit welcher man die Erdleitung durch eine oder mehrere Abzweigungen in Verbindung setzen muß; diese läßt man in eine Platte oder in einen 3- bis 4-fachen Drahttring endigen, von welchem eine Anzahl kurzer Drahtenden ausgehen. Die Hauptleitung endigt in eine Platte von gleichem Materiale. Die Dicke derselben spielt für die elektrische Wirkung keine Rolle; doch ist für Kupferplatten, welche man übrigens nicht in Trinkbrunnen legen darf, eine Stärke von 2^{mm}, für eiserne, wozu man Gufseisen wählen wird, eine 5^{mm} starke zu empfehlen.

Die Reichs-Telegraphie wendet für ihre telegraphischen Blitzableiter Zinkplatten von 0,75 bis 1^{qm} Größe und 2^{mm} Stärke an.

Ueber die Größe der Platten gehen die Ansichten weit aus einander.

Reines Wasser setzt der elektrischen Leitung einen 4 000 000-mal größeren Widerstand entgegen, als Kupfer (nach *E. Weber* sogar 1000-Millionen-mal); also müßte man streng genommen die Platte, bei der ja beide Seiten mit dem Wasser in Verbindung stehen, 2 000 000-mal so groß, als den Querschnitt der kupfernen

Leitung machen, was zu einer Platte von 100 qm führen würde. Indessen sind diese Zahlen durch Experiment mit dem galvanischen Strome gefunden und lassen sich nicht ohne Weiteres auf Gewitter-Elektricität anwenden. Die Erfahrung hat vielmehr bewiesen, daß Platten von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ qm ausreichend gewesen sind. Da trockener Boden so gut wie gar nicht leitet, ist danach zu trachten, daß man die Platte in das Grundwasser oder wenigstens in feuchtes Erdreich versenken kann.

Ganz verkehrt ist es, dieselbe in gemauerte Reservoirs oder gar in Abortgruben zu legen, welche keine leitende Verbindung mit dem Erdboden haben.

Liegt der Grundwasserspiegel in sehr bedeutender Tiefe, so empfiehlt die »Commission zur Prüfung der Blitzableiter an den Municipalgebäuden in Paris« die Verbindung der Erdleitung mit Gas- und Wasserrohren, von deren Oberfläche aus sich die Elektricität genügend vertheilen kann. Theoretisch steht dem nichts entgegen, da Gas nur unter Zutritt der atmosphärischen Luft explodirt und bei eisernen Wasserleitungen die Bleidichtung keinen allzu großen Widerstand entgegen setzt.

Wenn bisher die Erlaubnis zu solchem Anschlusse häufig verweigert ist, so wird dies, nachdem sich die Versammlung der Gas- und Wasserfachmänner in Heidelberg am 11. Juni 1880 dahin ausgesprochen hat, »daß keine Bedenken gegen die Verbindung des Blitzableiters mit den Wasser- oder Gasrohren vorliegen,« wohl nicht mehr vorkommen; indess sind Verhandlungen vor der Ausführung anzurathen.

Ueber diese Frage hat die Kgl. sächsische technische Deputation am 5. Januar 1882 ein sehr umfangreiches Gutachten erstattet, welchem wir folgende praktische Regeln entnehmen: 1) Die Verbindung eines Blitzableiters mit dem Straßen-Rohrnetz einer städtischen Gas- oder Wasserleitung von passender Beschaffenheit macht die Anlage einer Erdplatte überflüssig. — 2) Diese Verbindung ist nicht nur als zulässig, sondern als empfehlenswerth zu bezeichnen. — 3) Als Rohrleitungen von passender Beschaffenheit sind diejenigen zu erachten, welche aus eisernen Rohren mit Muffenverbindung und Bleidichtung bestehen. Flanschenverbindungen sind nur dann als genügend anzusehen, wenn sie starke Schraubenbolzen besitzen. — 4) Wenn Wasser- und Gasleitung zugleich in der Nähe des Blitzableiters sind, empfiehlt es sich, dieselben mit beiden Rohrleitungen zu verbinden. — 5) Falls der Blitzableiter in der Nähe einer Flanschenverbindung oder eines mittels zweier Flanschenverbindungen in der Rohrleitung eingefügten Stückes liegt, ist er mit den beiden zu beiden Seiten der Flanschenverbindung oder des eingesetzten Stückes liegenden Theilen des Rohrnetzes zu verbinden. — 6) Die Verbindung des Blitzableiters ist wo möglich durch Verlöthung mit Weichloth auf möglichst großer Fläche vorzunehmen. Bei kupfernen Leitungen kann der Draht oder das Drahtseil für diesen Zweck einige Male um das metallisch blank gemachte und verzinnte Rohr herumgewickelt werden; bei eisernen Leitungen kann der Eisenstab an eine Rohrschelle angegeschweifst oder an dieselbe angeschraubt und verlöthet werden; die um das Rohr gewundene Leitung oder die um dasselbe gelegte Schelle sind schließlich vollkommen mit dem Rohre zu verlöthen. 7) Ist eine gründliche Verlöthung nicht ausführbar, so kann die Verbindung folgendermaßen ausgeführt werden: das Blitzableiterende wird eingeschoben oder eingeschraubt in einen durchbohrten Ansatz an einem Theile einer verzinnnten oder verzinkten, zwei- oder mehrtheiligen Rohrschelle von Schmiedeeisen, Bronze oder Kupfer und wird mit Zinn verlöthet. Das Rohr wird an der Ansatzstelle in der Breite der Rohrschelle durch Befäulen, Abschmirgeln oder Abbeizen möglichst vollkommen metallisch blank gemacht; dann wird ein beiderseits blank geschabtes Bleiblech von gleicher Breite mit der Schelle um die blanke Rohrstelle gelegt, die Schelle auf das mit dem Bleiblech umwickelte Rohr aufgesetzt und mittels ihrer Bolzen-schrauben so fest angezogen, daß das Bleiblech sich sowohl an das Rohr, als an die Schelle dicht anlegt. Hierauf werden die schon vorher verzinnnten Köpfe und Muttern der Schrauben mit den Lappen der Schelle, an welchen sie anliegen, die Muttern auch mit den Schrauben-spindeln mit Zinn verlöthet. Endlich wird der Blitzableiter von seiner Eintrittsstelle in die Erde an bis zur Verbindung mit dem Rohre und insbesondere die Verbindung selbst, also die Schelle sammt Schrauben, mit einer Isolirschicht zum Schutze gegen Oxydation umgeben; diese Isolirschicht kann durch dichtes Umwinden der zu schützenden Theile mit getheertem Hanf oder durch Umgießen mit Asphalt hergestellt werden. — 8) Um den in der Erde liegenden Theil des Blitzableiters und die Verbindungsstelle möglichst vor Verletzungen zu schützen und eine etwaige Revision zu erleichtern, empfiehlt sich die Umhüllung der fraglichen Theile mit einer leichten Ziegelmauerung. — 9) Unterbrechungen des Zusammenhanges der Leitung bei Arbeiten an Wasser- oder Gasleitungen sollen während eines Gewitters nicht vorgenommen werden. Sind solche aus Anlaß dringender Reparaturen unvermeidlich, so

empfiehlt sich eine Verbindung der getrennten Theile durch einen gut leitenden Körper, etwa durch ein Drahtseil.

Ein wesentlicher Uebelstand bei Benutzung städtischer Rohrleitungen liegt allerdings darin, daß diese so häufig aufgedrungen werden, wobei es unausbleiblich ist, daß mit den privaten Blitzableiter-Anschlüssen leichtsinnig verfahren wird. Ist aber der Grundwasserspiegel nicht zu erreichen, so bleibt nichts Anderes übrig. Wollte man auch eine Platte in dem trockenen Erdreich anbringen, so würde der Blitz dennoch vorher zur größeren Metallmasse überspringen. Zu der Ansicht jedoch, daß auch bei hohem Grundwasserstande die Verbindung der Blitzableitung mit einem Rohrnetz der Erdleitung mit Platte vorzuziehen sei, können wir uns nicht bekennen und sind der Meinung, daß, falls die Verbindung von der Auffangstange zum Grundwasser eine möglichst kurze ist, d. h. wenn an Ab- und Erdleitungen nicht, wie so häufig, gefpart ist, der Blitz keine Veranlassung hat, auf Wasser- und Gasleitungen, die doch in der Regel im Trockenen liegen, überzugehen¹⁴⁷⁾.

Häuser, welche den Brunnen unter dem Keller haben, schweben dann, wenn von diesen aus etwa Wasserleitungsrohre hoch in das Gebäude bis zu einem Reservoir hinaufgehen, in Blitzgefahr. Dieselbe läßt sich nur mildern durch einen vorzüglich angelegten Blitzableiter, dessen Ableitung sich möglichst entfernt von den lothrechten Wasser-Steigrohren befinden muß und dessen Erdplatte möglichst tief und in größerer Entfernung vom Hause in das Grundwasser zu versenken ist. Läßt sich das letztere nicht erreichen, dann thut man besser, sich den größten Theil der Ableitung zu ersparen, indem man dieselbe an das Reservoir anschließt, wobei man den Durchgang durch das Dach mit Blei isoliren muß.

Die Erdplatten sollen nach einem Gutachten der Academie der Wissenschaften zu Berlin mit Coke umhüllt werden, weil diese wesentlich besser leitet, als feuchter Erdboden oder Wasser. Holzkohlen, welche schnell vergänglich sind, empfehlen sich hierfür nicht.

Liegt das Grundwasser sehr tief und ist weder ein Brunnen, noch eine Rohrleitung in der Nähe, dann muß man in Bohrlöcher, welche bis auf das Grundwasser reichen, lange eiserne gut verzinkte Stangen versenken, wobei der übrige Raum wieder mit Coke ausgefüllt wird. Ist auch dies nicht möglich, dann thut man besser, gar keine Blitzableitung anzulegen, oder muß sich, falls die Blitzgefahr eine sehr große ist, wie bei Kirchen, Hôtels auf hohen Felsen etc., darauf beschränken, die Erdleitung nur in die feuchte Mutterbodenschicht endigen zu lassen. So lange dieselbe trocken ist, kann überhaupt von keiner Blitzgefahr die Rede sein. Dieselbe tritt erst dann ein, wenn in Folge des Regens die Erdoberfläche für die Influenz befähigt wird.

Eine Blitzableitung muß jedesmal, wenn in der Nähe derselben Blitzeinschläge stattgefunden haben, sonst aber mindestens in Zeiträumen von zwei Jahren unterfucht werden. Hierbei sind hauptsächlich die Spitzen zu besichtigen und nachzusehen, ob die nach Metallmassen hingehenden schwächeren Drähte noch in Ordnung sind. Ferner ist die Continuität der Hauptleitung zu unterfuchen, was durch die galvanische Prüfung geschieht. Zu diesem Zwecke ist jede Spitze mit der Erdplatte durch einen schwachen Kupferdraht zu verbinden und ein Galvanometer nebst Element einzuschalten, wozu sich ein *Daniell'sches* Element mit Galvanometer

109.
Revision
der
Ableitung.

¹⁴⁷⁾ Siehe über diesen Gegenstand: Deutsche Bauz. 1880, S. 233. — Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 78. — Gefundh.-Ing. 1882, S. 154 — Journ. f. Gasb. u. Waff. 1882, S. 213. — Civiling. 1882, S. 239.

von *Keiser u. Schmidt* in Berlin empfiehlt. Zeigt sich an letzterem kein Ausschlag, so ist die schadhafte Stelle des Blitzableiters aufzufuchen, indem man das oberirdische Ende des Kupferdrahtes zunächst dicht über dem Erdboden an eine blank gemachte Stelle der Ableitung anlegt und so bis zu den Spitzen fortfährt.

Wegen der kostspieligen Auffuchung und Aufgrabung der Erdplatte wird die Prüfung der Erdleitung oft ganz vernachlässigt, was durchaus zu tadeln ist, da gerade dieser Theil der Zerstörung am ehesten anheimfällt. Ist ein Brunnen in der Nähe, so kann man die Aufgrabung sparen und braucht nur den eisernen Pumpenschwengel oder das Gestänge durch einen Draht mit der Auffangspitze zu verbinden; die Erde übernimmt dann die weitere Verbindung des Grundwassers im Brunnen mit der Erdplatte.

Literatur

über »Blitzableiter«.

- REIMARIUS, J. A. H. Vorschriften zur Blitzableitung. Hamburg 1794.
 Blitzableiter. Kurze Anweisung, wie solche an den Gebäuden anzubringen sind. Berlin 1798.
 GÜTLE, J. C. Neue Erfahrungen über die beste Art, wohlfeile und dauerhafte Blitzableiter anzulegen. Nürnberg 1812.
 IMHOF v. Theoretisch-praktische Anweisung zur Anlegung und Erhaltung zweckmäßiger Blitzableiter. München 1816.
 BÖCKMANN, J. L. Ueber die Blitzableiter. Neue Aufl. von G. F. WUCHERER. Carlsruhe 1830.
 BIGOT, P. Anweisung zur Anlegung, Construction und Veranschlagung der Blitzableiter. Glogau 1834.
Instruction sur la construction des paratonnerres. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 33, 66.
 Anlegung der Blitzableiter. Nach dem Engl. von SCHMIDT. Weimar 1856.
 Der Blitzableiter der St. Petrikirche zu Berlin. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1859, S. 301.
 Anweisung zur Construction und Anlegung von Blitzableitern. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1860, S. 74.
 Ueber die Construction der Blitzableiter. Allg. Bauz. 1863, S. 231.
De la construction des paratonnerres. Gaz. des arch. et du bât. 1864, S. 211, 222, 233.
 Gutachten der Akademie der Wissenschaften in Berlin über Anwendung von Blitzableitern. Zeitschr. f. Bauw. 1865, S. 297.
 VIOLET-LE-DUC. Ueber die Construction der Blitzableiter. Allg. Bauz. 1865, S. 164.
 Ueber die Anlage von Blitzableitern. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1866, S. 65.
 Die Aufstellung von Blitzableitern. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 74.
Nouvelle instruction pour les paratonnerres. Nouv. annales de la const. 1867, S. 62.
 GRAVE, H. Die Blitzableiter, ihre Geschichte und zweckmäßigste Gestalt. (Sep.-Abdruck aus GRAVE's österreich. Bau-Almanach.) Wien 1868.
De la construction des paratonnerres. Paris 1868.
 Die neueren Constructionen der Auffangstange des Blitzableiters. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1868, S. 36.
 BOTHE, F. Zusammenstellung neuerer Arbeiten über die Construction der Blitzableiter. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1868, S. 491.
 Die Construction der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1869, S. 185.
 Ueber Blitzableiter. Deutsche Bauz. 1871, S. 409.
 BAUER. Zur Beurtheilung der Blitzableiter. Zeitschr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1872, S. 109.
 CALLAUD, A. *Traité des paratonnerres etc.* Paris 1874.
 FONVIELLE, W. de. *De l'utilité des paratonnerres et de la nécessité de les contrôler.* Paris 1874.
 Verbefferte Blitzableiter. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1874, S. 137.
Les paratonnerres à l'académie des sciences. Gaz. des arch. et du bât. 1874, S. 141.
Les paratonnerres. Encyclopédie d'arch. 1874, S. 39, 125.
La commission des paratonnerres de la ville de Paris. Gaz. des arch. et du bât. 1875, S. 170, 177.
Les paratonnerres. Encyclopédie d'arch. 1875, S. 21, 71.

- AMAURY, V. *Installation des paratonnerres. Moniteur des arch.* 1875, S. 195, 207.
- BUCHNER, O. Die Construction und Anlegung der Blitzableiter zum Schutze aller Arten von Gebäuden etc., nebst Anleitung zu Kostenvoran schlägen. 2. Aufl. Weimar 1876.
- Ueber die Schutzzone der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1876, S. 53.
- MITTELSTRASS. Die Blitzableiter nach den neuesten Erfahrungen und zweckmässigsten Constructionen. 2. Aufl. Magdeburg 1877.
- KARSTEN, G. Ueber Blitzableiter und Blitzschläge in Gebäude, welche mit Blitzableitern versehen waren. Kiel 1877.
- Instruktion über die Herstellung von Blitz-Ableitungen bei Militär-Gebäuden. Wien 1877.
- Gutachten, betreffend die Wirkungen des Blitzschlages beim Schulhaufe zu Elmshorn, von Dr. L. MEYN, Prof. G. KARSTEN und von der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Zeitfchr. f. Bauw. 1877, S. 559.
- KIRCHHOFF, X. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1877, S. 518.
- NIPPOLDT. Ueber die Wahl des Querschnittes der Blitzableiter. Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1877, S. 129.
- Instructions sur les paratonnerres. Revue gén. de l'arch.* 1877, S. 29.
- JARRIANT. *Paratonnerres de divers types. Nouv. annales de la const.* 1877, S. 161.
- HOLTZ, W. Ueber die Theorie, die Anlage und die Prüfung der Blitzableiter etc. Greifswald 1878.
- LÜDICKE, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenfchloffer. Weimar 1878.
- Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1878, S. 81.
- Studien über Blitzableiter. Maschinenbauer 1878, S. 346, 387.
- KARSTEN, G. Gemeinfafsliche Bemerkungen über die Elektrizität des Gewitters und die Wirkung der Blitzableiter etc. Kiel 1879.
- KLASEN, L. Die Blitzableiter in ihrer Construction und Anlage. Leipzig 1879.
- KLASEN, L. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1879, S. 427.
- KNOBLAUCH, E. Umbau des Thurmhelms der Jerufalem-Kirche zu Berlin. Deutsche Bauz. 1879, S. 483.
- Die Blitzableiter auf der Parifer Weltausstellung. Prakt. Maschin.-Const. 1879, S. 315.
- Zur Blitzableiterfrage. Maschinenb. 1879, S. 38.
- HEILEMANN, F. J. Der Blitzableiter. Görlitz 1880.
- HOLTZ, W. Ueber die Zunahme der Blitzgefahr und die vermuthlichen Urfachen dieser Zunahme. Deutsche Bauz. 1880, S. 473.
- Rathschläge bei Anlage von Blitzableitern. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1880, S. 445.
- Instruction sur la construction des paratonnerres. L'électricité* 1880, Nr. 17.
- Anlegung von Blitzableitern. Rathschläge der Directionen der Land-Feuerfocietät und der Provinzial-Städte-Feuerfocietät im preufsischen Herzogthum bezw. in der Provinz Sachfen. 2. Aufl. vom 30. April 1881.
- Instruction sur les paratonnerres adoptée par l'académie des sciences.* Paris 1881.
- Blitzableiterfpitzen von J. O. ZWARG. Wochbl. f. Arch. und Ing. 1881, S. 166.
- MEYDENBAUER, A. Ueber Blitzableiter. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 277.
- Neuerungen an Blitzableitern. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1881, S. 148.
- NIX, K. Die Construction des Blitzableiters nach den neuesten elektrotechnifchen Erfahrungen. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1881, S. 76, 84.
- BIEDERMANN, C. Ueber Neuerungen an Blitzableitern. Elektrotechn. Zeitfchr. 1881, S. 243.
- NEESEN, F. Ueber Gewitter und Blitzableiter. Elektrotechn. Zeitfchr. 1881, S. 446, 462.
- Ueber Blitzableiter. Polyt. Journ., Bd. 235, S. 267; Bd. 237, S. 385; Bd. 241, S. 110 u. 273.
- Praktifche Regeln für die Herstellung von Blitzableitern. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 182.
- MELSENS. *Conférence sur les paratonnerres faites au congrès international des électriciens, à Paris. Bull. de la soc. d'encourag.* 1882, S. 450.
- LINDNER, M. Die Anlage der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1883, S. 17.