

Über die
**Theorie, die Anlage und die Prüfung
der Blitzableiter,**

im Rückblick auf eine Blitzableiter-Revision in der Provinz
Schleswig-Holstein, nach theilweise neuen Grundsätzen im
Anschluss an die neusten Erfahrungen (hierzu Tafel I, II u. III)

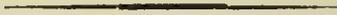
von

Dr. W. Holtz.

Inhalt.

| | Seite |
|---|-------|
| Die Motive der Schrift | 5 |
| Wie ein Blitzableiter den Blitz anzieht | 8 |
| Wie ein Blitzableiter den Blitz führt | 13 |
| Ob ein Blitzableiter auch die Entstehung des Blitzes verhüten kann | 17 |
| Beispiele von Blitzableitern, welche ihrem Zwecke nicht vollkommen entsprochen haben | 20 |
| Über den sichern und den wahrscheinlichen Schutz unter besonderen Verhältnissen | 25 |
| Über die Wahl des Materials unter besonderer Berücksichtigung seiner Erhaltung | 28 |
| Die Einrichtung der Spitzen | 30 |
| Die Einrichtung der Auffangstangen | 32 |
| Länge, Zahl und Vertheilung der Auffangstangen | 36 |
| Die Einrichtung der Leitungen | 43 |
| Dicke, Zahl und Vertheilung der Leitungen | 53 |
| Die Einrichtung der Erdplatten | 63 |
| Was mit dem Blitzableiter zu verbinden ist | 68 |

| | |
|---|-----|
| Über das Bedürfniss einer zeitweisen Prüfung der Blitzableiter . . | 73 |
| Nach welchem Maassstabe zu prüfen ist | 78 |
| Nach welcher Methode zu prüfen ist | 81 |
| Über den Werth der galvanischen Prüfung | 85 |
| Über die Methode der galvanischen Prüfung | 89 |
| Wie ein Blitzableiter eventuell zu verbessern ist | 104 |
| Ob unser Wissen bezüglich der Blitzableiter schon abgeschlossen ist . | 109 |
| Wo ein Blitzableiter am meisten Bedürfniss ist | 113 |



Tafel I.

Fig. 1—6. Zur Anziehung des Blitzes, oder zur Länge der Auffangstangen S. 11, 12, 36, 37.

Fig. 7—9. Zur Führung des Blitzes, oder zur Vertheilung der Leitungen S. 15, 16, 26, 56, 62.

Tafel II.

Fig. 10—13. Zur Einrichtung der Spitzen S. 30, 31.

Fig. 14—16. Zur Einrichtung der Auffangstangen S. 34, 35.

Fig. 17—23. Zur Einrichtung der Leitungen S. 46, 47, 48, 51, 52, 70.

Tafel III.

Fig. 24—28. Zu den Apparaten der galvanischen Prüfung S. 90, 91, 93, 94, 97.

Fig. 29—31. Zu dem Verfahren der galvanischen Prüfung S. 96, 97, 99, 102.



Die Motive der Schrift.

Statistische Ermittlungen lassen keinen Zweifel darüber bestehen, dass die jährliche Zahl der Blitzschäden fast in allen Ländern wächst, mit Ausnahme derjenigen, in welchen diese Zahl bereits eine besonders hohe geworden ist. Zu den letzteren gehört die Provinz Schleswig-Holstein, wo man seit vier Jahren etwa keine Zunahme erkennt, wo die Gefahr jedoch bereits eine derartige ist, dass auf je 3000 Gebäude jährlich ein Blitzschaden fällt. Der ausnahmsweise Stillstand kann in verschiedenen Ländern verschieden bedingt sein. Was Schleswig-Holstein betrifft, so mag wohl die grosse Vermehrung der Blitzableiter in den letzten Jahren schon ihre Früchte getragen haben. Gleichwohl ist hier, dank der Nähe zweier grossen Meere, dank der Nähe eines grossen Flusses, dank vielleicht auch einer Reihe baulicher Eigen thümlichkeiten, die Blitzgefahr noch doppelt so gross, als durchschnittlich im übrigen Deutschland, und fünfmal so gross, als in dessen am wenigsten exponirten Theilen. Es kann daher grade in diesem Lande einer weitem Vermehrung der Blitzableiter nicht dringend genug das Wort geredet werden.

Leider giebt es noch heutigen Tages Viele, welche an der Nützlichkeit der Blitzableiter zweifeln, weil der Blitz zuweilen doch einmal trotz eines solchen in ein Gebäude schlägt. Sie beachten nicht, dass solche Fälle ausserordentlich selten sind, und dass selbst in solchen Fällen oft noch einer Zündung vorgebeugt wird; sie vergessen, dass mancher Blitzableiter so beschaffen ist, dass er überhaupt nicht, oder nur unvoll-

kommen seinen Zweck erfüllen kann. In der That fallen von den 552 Blitzschäden, welche die Landesbrandkasse Schleswig-Holsteins in den letzten acht Jahren trafen, kaum 4 auf Gebäude, welche mit Blitzableitern versehen waren. In allen diesen Fällen aber war die Beschädigung sehr gering, und in allen war der Blitzableiter, wie eine spätere Untersuchung ergab, mehr oder minder mangelhaft. Wie viel Unglück aber durch Blitzableiter verhütet werden kann, das hat sich noch am 26. Mai d. J. aufs glänzendste documentirt, wo allein in der Nähe der Stadt Ütersen während desselben Gewitters fünf Blitze durch Blitzableiter aufgefangen sind. Die Nützlichkeit der Blitzableiter kann also überhaupt nicht mehr in Frage kommen, sondern höchstens, wie solche am vortheilhaftesten einzurichten sind.

Die letztere Frage betreffend wurde von Seiten des Landesdirectorats der Provinz Schleswig-Holstein vor einigen Jahren eine Verordnung erlassen, in erster Linie bestimmt für die in der Landesbrandkasse versicherten Gebäude, wofern der Besitzer die sonst übliche Vergütung beanspruchen wollte. Diese Verordnung war absichtlich kurz gemessen, es waren nur die wesentlichsten hierher gehörigen Bestimmungen zusammengestellt, in der Voraussetzung, dass die Ausführung im Einzelnen am besten der Sachkenntniss der Fabrikanten zu überlassen sei. Nach der letztjährigen durch mich ausgeführten Revision einer grossen Zahl von Blitzableiter-Anlagen hat sich solche Voraussetzung jedoch nicht bewährt. Es ergab sich, dass das Unwesentliche oft über das Wesentliche gestellt war, und dass manche Anlage trotz ihres hohen Preises doch keinen sichern Schutz gewähren konnte. Im Anschluss an diese Erfahrungen habe ich auf Wunsch des Herrn Landesdirectors von Ahlefeld die nothwendigen Erfordernisse solcher Anlagen eingehender geprüft, um festzustellen, ob wohl die bisher gebräuchlichen Bestimmungen noch überall den Bedürfnissen der Neuzeit entsprächen. Hierbei hat sich ergeben, dass nach gewissen Richtungen hin künftig besondere Vorsichtsmaassregeln geboten sein möchten, dass nach andern Richtungen jedoch eine Vereinfachung der Einrichtung unbeschadet der Sicherheit zulässig erscheint.

Die Häufung von Metalltheilen jeglicher Art innerhalb und ausserhalb der Gebäude wächst von Jahr zu Jahr. Die Folge ist, dass der Blitz eher den Blitzableiter verschmählt, oder, wenn er ihn trifft, leichter von dem vorgeschriebener Wege abweicht. Es mag erinnert werden an den bekannten Blitzschlag am Schulhause zu Elmshorn und an jenen an der St. Laurenti-Kirche zu Itzehoe, wo in beiden Fällen nach den von mir vorgenommenen Recherchen die Gasleitung Veranlassung der Beschädigungen war. Aber die Gasleitung ist es nicht allein, welche den Blitz vom Blitzableiter abzieht, es sind mehr oder weniger alle Metalltheile, welche zur Erde in leitender Beziehung stehen. Hierhin gehören neben Gas- und Wasserleitungsröhren namentlich die innern Pumpen und die zur Erde führenden Regenrinnen, dann alle mehr oder weniger zusammenhängenden Leiter, sofern sie sich jenen ersteren nähern. Aber auch die Verzierungen der Dächer, in erster Linie Spitzen und Wetterfahnen, können, wenn sie auch zur Erde ohne Beziehung sind, doch wegen ihrer hohen Lage schaden. Und ebenso können die mannigfachen Drathleitungen der Häuser, die Dräthe der Wände, der Dächer, der Klingelzüge nachtheilig wirken.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die stete Vermehrung solcher Stücke, welche den Blitz direct oder indirect anziehen, überhaupt die Gefahr vor Blitzschlag vergrößert. Aber ebenso zweifellos erscheint es, dass die Blitzableiter deswegen, wenn sie mit gewohnter Sicherheit wirken sollen, künftig sorgfältiger anzulegen sind.

Hieraus würde nun freilich im Allgemeinen eine Vertheuerung der Anlage resultiren, wenn sich nicht nach gewissen Richtungen, wie bereits angedeutet, eine Ersparung bewerkstelligen liesse. Gespart kann werden, wenn manche namentlich in der Neuzeit unter den Fabrikanten beliebt gewordenen Einrichtungen durch einfache, nicht minder wirksame ersetzt werden. Hierhin gehören die hohlen Auffangstangen, die aus mehreren Dräthen geflochtenen Leitungen, die Porzellanringe, die langen vergoldeten Spitzen. Alles dies bietet manchen Vortheil, es hat aber zugleich seine Schattenseiten, und in jedem Falle wiegt der Vortheil den verhältniss-

mässig hohen Preis nicht auf. Wird hiervon abgegangen, so kann eine grössere Sicherheit erzielt werden, ohne dass sich doch die Kosten im Wesentlichen erhöhen.

Aus gedachten Gründen schien nun die Abfassung einer neuen ausführlichen Anleitung für Blitzableiter-Anlagen zeitgemäss, um die gewonnenen Erfahrungen nach bestimmten Gesichtspunkten zu ordnen und sie weiteren Kreisen zugänglich zu machen. Es schien aber zu gleicher Zeit angemessen, auch die Wirkungsweise eines Blitzableiters ausführlicher zu behandeln, damit der Fabrikant, wo seine Instruction ihn im Stiche lässt, nach eigenem Ermessen richtiger seine Anordnungen treffe. Es schien endlich nicht überflüssig, darauf aufmerksam zu machen, dass jede Anlage immer nur für bestimmte Verhältnisse geschaffen wird, und dass, wenn sie dauernden Schutz gewähren soll, zeitweise zu prüfen ist, ob sich jene Verhältnisse nicht geändert.

So entstand der Inhalt der folgenden Blätter, in erster Linie für die Fabrikanten von Blitzableitern bestimmt, in zweiter Linie für die Besitzer solcher Anlagen, in dritter für Alle, welche sonst ein Interesse an der Sache haben.

Wie ein Blitzableiter den Blitz anzieht.

Ein guter Blitzableiter zieht den Blitz an und muss denselben anziehen, wenn er ihn von andern Theilen des Gebäudes abziehen soll. Hierbei kann sehr wohl die Anziehung materieller Theile, also die Anziehung der Gewitterwolke ausgeschlossen sein. Mit der Grösse der Anziehung wächst derjenige Raum, innerhalb dessen der Blitz sicher den Blitzableiter trifft. Dieser Raum ist ein Körper, er ist keine Fläche, sonst würde er für ein Gebäude, welches selbst ein Körper ist, ohne Bedeutung sein. Man weiss daher nie recht, wenn man von einem sogenannten Schutzkreise spricht, in welcher Höhe des Gebäudes derselbe zu denken ist. Denkt man ihn in Höhe der First, so könnte der Blitz doch die Dachkante treffen, denkt man ihn in Höhe der letzteren, so wäre die

First noch nicht sicher gedeckt. Der fragliche Raum mag Schutzraum heissen, da es besser ist, neue Worte möglichst zu umgehn. Wir werden jedoch sehn, dass der Schutz eines Gebäudes durch diesen Raum allein noch keineswegs bestimmt ist.

Die Anziehung, um welche es sich handelt, geht von der Spitze des Blitzableiters aus, wie ja der Blitz bekanntlich nur in die Spitze desselben schlägt. Abhängig aber ist diese Anziehung von sehr verschiedenen Factoren, deren Ermittlung natürlich für die Anlage der Blitzableiter grossen Werth hat.

Wir können begreifen, dass der Blitz namentlich nach solchen Punkten trachtet, an welchen die Erdelektricität am stärksten angehäuft ist, zumal an solchen Punkten schon vor Entstehung des Blitzes eine elektrische Ausströmung besteht, welche die Luft auf grössere Strecken erwärmt. Wir wissen aber, dass die Anhäufung der Elektricität vorzugsweise an spitzigen Körpern statt hat, und vorzugsweise an solchen, welche der entgegengesetzt elektrischen Fläche nahe stehn, desgleichen vorzugsweise an solchen, welche für gute Leiter gelten, und welche gut abgeleitet d. h. gut mit der Erde verbunden sind. In der That wird der Blitz unter zwei fast gleich beschaffenen Körpern allemal denjenigen wählen, welcher am spitzesten ist; ferner unter gleicher Voraussetzung denjenigen, welcher der blitzenden Wolke am nächsten steht, endlich denjenigen, welcher am besten leitet und am besten abgeleitet ist. Hiernach hängt freilich die Grösse der Anziehung nicht von der Höhe der Spitze allein, wie Mancher glaubt, sondern zugleich von ihrer Schärfe, ferner von der Güte der Leitung und Ableitung, endlich auch davon ab, ob neben dem Blitzableiter noch besondere Anziehungspunkte vorhanden sind. Die Schärfe der Spitze aber findet bald ihre Grenze; die Leitung und Ableitung muss schon aus andern Gründen, wie wir sehn werden, allemal eine tadellose sein; die besondern Anziehungspunkte endlich können bei geeigneter Lage der Leitung zum grösseren Theile vernachlässigt werden. Unter solcher Voraussetzung, aber nur unter solcher, wird dann die Grösse der

Anziehung und mit ihr der Schutzraum nach der Höhe der Spitze allein zu bestimmen sein.

Die Bestimmung des Schutzraums nach der Spitzenhöhe ist bisher nur auf empirischem Wege versucht d. h. durch Vergleichung einer Reihe von Blitzschlägen, welche in gewisser Entfernung von Blitzableitern gefallen sind. Hierbei wird man wohl die Spitzenhöhe und die fragliche Entfernung gemessen haben, aber schwerlich dürfte auch die sonstige Beschaffenheit des Blitzableiters, wie des Gebäudes genügend untersucht sein. Ohne letztere Untersuchung jedoch ist nach Obigem die Bestimmung des Schutzraums mehr oder weniger zweifelhaft, da ein Blitzableiter z. B., welcher in trockne Erde führt, keinen grossen Schutzraum beanspruchen darf. Aus diesem Grunde mag der Versuch einer anderweitigen, mehr rationellen Lösung derselben Frage nicht überflüssig sein, damit hiernach die frühere Regel controllirt und, wo sie nicht ausreicht, ergänzt werden kann.

Fielen alle Blitze senkrecht, so würde einer ganz niederen Spitze, wenn sie nur das Gebäude überragt, doch ein grosser Schutzraum gebühren, denn sie würde, wie sie soll, auf grössere Entfernung hin der blitzenden Wolke näher stehn, als andere Theile des Gebäudes. Es fallen aber die meisten Blitze geneigt, bevor nämlich die Wolke eine senkrechte Stellung annimmt, und sie fallen namentlich geneigt in gebirgiger Gegend, wo die Wolke oft in Höhe der bewohnten Stätten zieht. Je geneigter aber die noch mögliche Schlaglinie ist, um so höher muss die Spitze sein, wenn sie der obigen Bedingung genügen soll. Wäre die fragliche Neigung aber gar horizontal, so könnte der Bedingung überhaupt nicht mehr entsprochen werden. In der That giebt es Orte, z. B. die Gipfel hoher Berge, wo eine einzelne Spitze gar keinen Schutzraum hat, wo ein Gebäude nur durch mehrere Spitzen und auch dann nur bei ganz besonderer Stellung derselben zu schützen ist. Anders ist es in der Ebene, und wohl überhaupt an den meisten Orten, wo die Neigung der Blitze 45 Grad nicht erreicht. Hier hat jede Spitze ihren Schutzraum, und grade unter Zugrundelegung jenes Winkels lässt sich derselbe am leichtesten bestimmen. Eine einfache Be-

trachtung lehrt, dass der Schutzraum alsdann ein gerader rechtwinkliger Kegel ist, dessen Spitze mit der Spitze des Blitzableiters zusammenfällt (Fig. 1). So ist es wenigstens annähernd, und so ist es um so gewisser, je mehr die Höhe der Gebäude gegenüber der grossen Entfernung der Wolken verschwindet. Für alle Blitze, deren Neigung 45 Grad nicht erreicht, wird die Spitze der Wolke näher stehn, als irgend ein andrer Punkt, und Alles, was innerhalb eines solchen Kegels liegt, kann also vom Blitz nicht getroffen werden. Hiernach lässt sich aber leicht diejenige Spitzenhöhe berechnen, welche für verschiedene Gebäude nothwendig ist; denn die Spitze ist einfach soweit zu erhöhen, bis sämtliche Theile des Gebäudes im Innern des Kegels liegen. Ist die Spitzenstellung, oder mit dieser zugleich die Spitzenhöhe gegeben, wie Solches z. B. bei Kirchthürmen der Fall, so construirt man von dieser aus den Kegel, und sieht, ob er das ganze Gebäude deckt. Deckt er es nicht, so wäre noch eine zweite Spitze, oder richtiger, ein zweiter Blitzableiter nöthig.

Die frühere Bestimmung geht von der Länge der Auffangstange aus und meint hiermit in diesem Falle die Spitzenhöhe über der First. Den Schutzkreis nimmt sie an der untern Dachkante an, voraussetzend, dass mit dieser das ganze Gebäude geschützt sei. Hiernach ist denn die bekannte Regel zu deuten, nach welcher die doppelte Höhe der Auffangstange den Halbmesser des Schutzkreises ergeben muss.

Vergleicht man nun die Längen zweier Auffangstangen, welche sich nach der früheren und nach der neuen Regel für denselben Fall ergeben, so wird man für gewöhnliche Gebäude eine grosse Übereinstimmung finden, nicht jedoch für Gebäude mit besonders steiler oder besonders flacher Bedachung. Die neue Regel giebt aber zugleich in einer grossen Reihe von Fällen Aufschluss, wo uns die frühere theilweise oder ganz im Stiche lässt. Ein Blick auf Tafel I. genügt einzusehn, dass, Gebäude mit ungleich hoher Bedachung ungleich langer Auffangstangen bedürfen, (Fig. 2 u. 3), und dass eine besonders lange Auffangstange nöthig ist für den Fall, dass das Gebäude ein Satteldach hat (Fig. 5). Ein fer-

nerer Blick lehrt uns, dass die Spitzen hoher Thürme ohne Weiteres in den meisten Fällen das ihnen zugehörige Gebäude schützen (Fig. 4), es sei denn, dass solches ausnahmsweise lang, oder mit noch andern Thürmen oder hervorragenden Spitzen versehen wäre.

Wie stellt sich aber die Sache, wenn man mehr als eine Spitze verwenden will; wird auch dann das Gebäude vollständig innerhalb der fraglichen Schutzräume liegen müssen? Nein! denn es können nur die nach jeder Himmelsgegend zumeist hervortretenden Theile in Betracht kommen; sind diese geschützt, so sind es nothwendiger Weise auch die andern. Jedes Gebäude ist hiernach geschützt, wenn wir die Schutzkegel der betreffenden Spitzen durch Berührungsebenen mit einander verbinden, und jenes aus dem so gebildeten Raume nicht hervortritt (Fig. 6). Nur bei ganz langen Gebäuden könnte für senkrecht fallende Blitze noch eine mittlere Spitze nothwendig sein.

Wo eine grössere Neigung der Blitze als 45° zu erwarten wäre, würde man keinen rechtwinkligen, sondern einen spitzwinkligen Kegel anzunehmen haben. Ein solcher muss höher sein, als ein rechtwinkliger, wenn er dasselbe Gebäude in sich aufnehmen soll. Unter gewissen Verhältnissen, in engen Thälern z. B., würde der fragliche Raum übrigens nicht mehr einem Kegel vergleichlich sein.

Aus der ganzen Betrachtungsweise ergibt sich aber zugleich, dass, wie geneigt auch immer die Blitze fallen, ein nicht ganz ungewöhnliches Gebäude an jeder Stelle der Erde durch 4 an den Mauerecken errichtete Stangen, welche die First überragen, geschützt ist.

Noch einmal jedoch sei bemerkt, dass eine jede derartige Bestimmung vor Allem eine normale sonstige Beschaffenheit des Blitzableiters voraussetzt, und dass, wenn diese aus irgend welchem Grunde nicht zu schaffen ist, man die Spitze entsprechend höher stellen muss. Hieraus folgt natürlich dass durch eine das normale Maass übersteigende sonstige Beschaffenheit der Schutzraum auch vergrössert werden kann.

Ein Blitzableiter, welcher den Vorschriften dieses Abschnittes nicht entspricht, wird deshalb nicht ganz überflüssig, sondern nur weniger zuverlässig sein.

Wie ein Blitzableiter den Blitz führt.

Nach dem Schutzraum weiss man wohl, ob der Blitz den Blitzableiter trifft, aber man weiss noch Nichts über dessen weiteren Verlauf. Ein guter Blitzableiter muss also neben der Anziehung des Blitzes noch eine zweite wichtige Eigenschaft besitzen, er muss den Blitz auch sicher führen. Ja fehlte diese Eigenschaft, so wäre ein grösserer Schutzraum sogar bedenklich, da er die Wahrscheinlichkeit eines Blitzschlags im Bereiche des Gebäudes vermehrt.

Die Sicherheit der Führung hängt weder von der Spitze, noch von der Spitzenhöhe, wohl aber von der Leitung und Ableitung und noch von anderen Factoren ab. Eine gute Leitung und Ableitung aber spielt vor Allem die Hauptrolle, und sie spielt eine wichtigere Rolle als früher, wie Solches bereits angedeutet ist. Eine zugespitzte Holzstange, ein Strohisch können wohl auch einen gewissen Schutzraum haben. Die Sicherheit der Führung aber fehlt ihnen, der Blitz verlässt sie, wenn er auf andere Körper trifft. In gewissem Sinne ähnlich aber verhält sich ein Blitzableiter, dessen Leitungsdrath zu dünn, oder der unvollständig mit der Erde in Verbindung gesetzt ist.

Weshalb ist aber hier eine gute Leitung und Ableitung viel wichtiger, als sie es für die Anziehung des Blitzes war? Die Anhäufung der Elektrizität, die Unterhaltung der Ausstrahlung können auch bei langsamer Elektrizitätsbewegung einen verhältnissmässig hohen Grad erreichen, und von einem gewissen Punkte an, wird ein stärkerer Drath, wird eine bessere Verbindung mit der Erde nur wenig wirksamer sein. Ganz anders stellt sich die Sache, wenn der Blitz seinen Anfang nimmt, wenn die erste leitende Strasse nach der blitzenden Wolke gebrochen ist. Die ganze Ladung der Wolke stürzt nun in diese Strasse hinein, und der Blitzableiter soll sie gleich schnell einer grossen, weit ausgedehnten Fläche überliefern können. Es ist hierbei gleichgültig, ob man sich vorstellt, dass nur die Wolkenelektrizität hernieder, oder — was richtiger ist — dass gleichzeitig die Erdelektrizität nach

oben ströme. In jedem Falle resultirt ein Vorgang, in welchem eine unfassbare Menge von Elektrizität in eben so unfassbar kurzer Zeit den Blitzableiter und die ihn berührende Erde durchheilen will.

Je grösser nun aber die Elektrizitätsmenge ist, welche in gleicher Zeit durch dieselbe Strasse getrieben wird, um so grösser ist der Widerstand, welchen sie in dieser Strasse findet. Ist dieser Widerstand sehr bedeutend, so kann sie metallische Stücke schmelzen, und zwar um so leichter, je weniger sie sonst einen Widerstand findet. Sie kann sich aber auch in metallischen Stücken gewissermassen aufstauen und von denselben abweichen, und um so leichter, je grösser der sonstige Widerstand ist. Daher geschieht es, dass der Blitz Dräthe, welche zu dünn sind, schmilzt, und um so eher, je besser diese mit der Erde in Verbindung stehn. Daher geschieht es, dass der Blitz sich in Dräthen aufstaut und von denselben abspringt, und um so eher, je schlechter sie mit der Erde verbunden sind. Im letzteren Falle ist es gewissermaassen eine Sackgasse, welche wir geschaffen haben, die immer eine Sackgasse bleibt, wie breit sie auch sei. Und der Effect ist nicht unähnlich demjenigen, welchen wir erzielen, wenn wir einer Wasserleitungsröhre urplötzlich die Ausflussöffnung verschliessen. Es erfolgt eine Aufstauung, ein nach allen Seiten wachsender Druck, und das Wasser bricht sich leicht Bahnen, welche ihm nicht vorgezeichnet sind.

Es fällt nicht schwer, einer Schmelzung der Leitung vorzubeugen, man braucht nur geeigneten Stoff und diesen von genügender Stärke zu wählen. Weit schwerer fällt es, einem Abspringen des Blitzes zu begegnen, da sich der Erdwiderstand nie ganz beseitigen lässt. Der Erdwiderstand beträgt, sei die Erde auch noch so feucht, bei gleichem Querschnitt mindestens das Zehnmillionenfache des Kupfers. So würde wenigstens das Verhältniss der sogenannten galvanischen Widerstände lauten, und es kann allerdings in Zweifel gezogen werden, ob solches hier maassgebend sei. Gesetzt aber auch, der Erdwiderstand sei um das Hundertfache zu gross genommen, so wäre er, mit demjenigen des Kupfers verglichen,

immer noch enorm. Wir können diesen Widerstand freilich verringern, indem wir den Querschnitt entsprechend vergrössern, und Solches geschieht, wenn wir den Blitzableiter in einer grössern Platte endigen lassen. Wie gross aber müsste eine solche Platte sein, wenn der Erdwiderstand dem Widerstande des Drathes gleichen sollte! So viel steht fest, dass Jeder der enormen Kosten halber unter solcher Voraussetzung lieber auf die ganze Anlage verzichten würde.

Kann der Erdwiderstand aber nicht ganz beseitigt werden, so müssen wir auf andre Maassregeln denken, damit der Blitz die Leitung nicht verlasse, indem wir alle Umstände beseitigen, welche ein solches Abspringen noch sonst befördern, und Sorge tragen, dass, wo es geschehn könnte, doch das Gebäude nicht darunter leidet.

Hierhin gehört in erster Linie, dass man für die Erdleitung diejenige Stelle der Erde und diejenige Seite des Gebäudes wählt, nach welcher der Blitz voraussichtlich am meisten trachten würde. Man hat also die verschiedenen hauptsächlichsten Anziehungspunkte der Erde in der Nähe und zugleich in weiterer Entfernung zu prüfen. Nach dem Resultat der Prüfung wird sich zugleich die Zahl der Leitungen richten müssen; ist es ein bestimmtes, so braucht man deren weniger, ist es ein unbestimmtes, so muss man mehr in Anwendung bringen (Eig. 7 u. 8.) Ein unbestimmtes wird es namentlich dort sein, wo das Grundwasser ausnahmsweise tief steht, und wo zugleich für das Regenwasser keine bestimmten Ansammlungspunkte gegeben sind. Spricht kein Grund für die eine oder die andere Lage der Leitung, so muss man diejenige Seite des Gebäudes bevorzugen, welcher die Gewitter am häufigsten nahen.

Hierhin gehört in zweiter Linie, dass die Leitung nicht unnütz verlängert und nicht auf Umwegen oder in scharfen Biegungen zu ihrem Ziele geführt wird. Da ein längerer Drath bei sonst gleicher Beschaffenheit mehr Widerstand bietet, als ein kurzer, so würde der Gesamtwiderstand des Ganzen durch solche Umwege vergrössert werden. Aber noch aus einem ganz andern Grunde sind solche Umwege verwerflich, weil sie dem Blitze speciell

grosse Schwierigkeit zu bieten scheinen. Man weiss, dass die galvanische Elektrizität grosse Umwege nicht scheut und die längere Strasse, wenn sie besser leitet, allemal der kürzeren schlechter leitenden vorzieht. Aber man weiss auch, dass bereits die Maschinen-Elektrizität andere Gesetze befolgt und um so mehr, je weiter die sich entladenden Flächen von einander entfernt sind. Ausserordentlich gross ist diese Entfernung bei der atmosphärischen Elektrizität, und die fragliche Eigenschaft des Blitzes kann daher nicht weiter auffallen. Erklärlich aber ist sie, da unter gedachten Verhältnissen nicht bloss an der Spitze, sondern auch an andern Punkten elektrische Ansammlungen entstehen, wenn diese Punkte nicht eine grade Leitung mit einander verbindet, und da diese Ansammlungen unter einander entgegengesetzt elektrisch sind. Erklärlich ferner ist sie, da mit der Entfernung der sich entladenden Flächen voraussichtlich auch die Geschwindigkeit der Bewegung wächst, und, was sich schnell bewegt, leichter von dem vorgeschriebenen Wege abweicht, wenn dieser nicht zugleich der kürzeste ist.

Hierhin gehört ferner, dass die Leitung von andern metallischen Stücken, welche gut mit der Erde verbunden sind, fern gehalten, oder andernfalls mit ihnen, soweit es die baulichen Verhältnisse gestatten, und soweit von diesen selbst kein Abschweifen zu befürchten ist, in Verbindung gesetzt wird. Das Letztere hat ganz besonders zu geschehn, wenn es sich um innere Pumpen oder Gas- und Wasserleitungsröhren handelt. Im Übrigen werden nicht bloss die ständig mit der Erde verbundenen Stücke, sondern auch solche ins Auge zu fassen sein, welche Wasserausflüsse mit derselben verbinden können (Fig. 9).

Hierhin gehört ferner, dass man nicht bloss an den Theilen der Leitung selbst, sondern auch an den zu ihrer Befestigung dienenden, wenn sie metallisch sind, scharfe Ecken und Kanten vermeidet, und namentlich nach unten gerichtete Spitzen, weil hier aus doppeltem Grunde ein Abschweifen zu befürchten wäre.

Hierhin gehört endlich, obwohl dies ja mehr oder weniger selbstverständlich ist, dass sich die an einander ge-

fügten Stücke in hinreichend vielen Punkten berühren, eine Eigenschaft, welche nicht auf galvanischem Wege zu ermitteln ist, weil hierdurch überhaupt nur eine Berührung zu constatiren wäre.

Ist Solches beachtet, so kann der Blitz die Leitung nicht verlassen, oder es kann doch, wenn er sie verlässt, das Gebäude nicht beschädigt werden. Die in Betracht kommenden Verhältnisse sind jedoch oft schwer zu übersehn, so dass es einiger Erfahrung bedarf, um allemal den rechten Weg zu finden.

Ein Blitzableiter, welcher den Regeln dieses Abschnittes nicht entspricht, könnte nicht bloss überflüssig sein, sondern er könnte die Gefahr sogar vergrössern.

Ob ein Blitzableiter auch die Entstehung des Blitzes verhüten kann.

Es ist wiederholt die Frage aufgeworfen, ob ein Blitzableiter neben dem Schutze, welchen er vor Blitzschäden gewähren soll, auch die Entstehung des Blitzes verhüten könne. Hierbei ist ausgegangen von der bekannten Eigenschaft der Spitzen, die Elektrizität auszustrahlen d. h. lautlos nach einem andern Körper zu schicken, welcher, wenn er selbst entgegengesetzt elektrisch ist, hierdurch seine Kraft und zugleich die Fähigkeit einbüsst, Funken zu erzeugen. So geschieht es, dass man mit Hülfe von Spitzen eine geladene Fläche vollständig ohne Funkenbildung entladen kann. Da sich nun dieselbe Eigenschaft auch, der atmosphärischen Elektrizität gegenüber, durch die bekannte Erscheinung des St. Elmsfeuers documentirt, so ist der Schluss gezogen, dass dieselbe Ursache wohl auch denselben Erfolg haben könne. Dieser Schluss datirt jedoch aus einer Zeit, wo noch keine Elektrizitätsquellen, keine Versuchsweisen bekannt waren, bei welchen dieselbe Eigenschaft der Spitzen zu ganz entgegengesetzten Resultaten führt: aus einer Zeit, wo man nur mit der Elektrisirmaschine operirte, bei welcher sich die Elektri-

cität nur äusserst langsam ansammeln kann. Ist Solches aber der Fall, entzieht die vorgehaltene Spitze dem Conductor eben so viel Elektrizität, als dieser durch die Kraft der Maschine empfängt, so kann selbstverständlich keine Funkenbildung erfolgen, aber nur deshalb nicht, weil die Elektrizitätsquelle nicht reichlich genug fliesst. Denn die Menge, welche aus der Spitze strömt, findet ihre Grenze, weil die Luft die ausgeströmte fortschaffen muss. In neuerer Zeit sind nun andere Elektrizitätsquellen und zugleich andere Versuchsweisen entstanden, durch welche eine schnellere Anhäufung der Elektrizität gestattet ist, und es zeigt sich, dass man auf solche Weise grade unter Anwendung von Spitzen die längsten Funken erzielen kann.

Aus welcher Quelle die atmosphärische Elektrizität fliesst, das wissen wir nicht, aber wir wissen, dass sie sich in den Wolken oft mit solcher Geschwindigkeit sammelt, dass wir dem nichts Ähnliches an die Seite zu stellen haben. Denn wir sehen dieselbe Wolke oft mehrmals nach einander blitzen und die Pausen betragen zuweilen eine kaum messbare Zeit. Die Gewitterwolken bringen ihre Ladung also nicht immer aus der Ferne mit, sondern sie erzeugt sich in Minuten, sie erzeugt sich in Secunden. Aber gesetzt auch die Wolke käme mit ihrer Ladung gezogen, so wirkt die Spitze doch erst kräftiger, wenn jene ihr mehr oder weniger gegenüber steht. Denn die Wirkung der Spitze hängt zugleich ab von ihrer Richtung, wie ja eine Spitze, welche man nach unten richtet, überhaupt unwirksam ist. Zwischen dem Augenblicke aber, wo die Spitze zuerst kräftiger wirkt, und dem, wo sich die Wolke entladen kann, wird keine sehr lange Zeit vergehen; und verginge sie auch, so wird der Erfolg doch nicht gross sein, da die ausströmende Elektrizität begrenzt ist, da die Luft sie befördern muss.

Aus diesen Gründen mag wohl für besonders langsam ziehende Wolken und für solche, in denen sich die Elektrizität langsam ansammelt, die obige Frage zu bejahen sein, in den weithin meisten Fällen jedoch ist sie zu verneinen und dafür sprechen noch andre schlagende Gründe. Wäre es anders, so würde ja der Blitz im Allgemeinen weni-

ger in Blitzableiter, als in andere Gebäude schlagen, während die Erfahrung grade das Gegentheil lehrt. Wie bereits angeführt, fielen am 26. Mai d. J. nahe der Stadt Ütersen 5 Blitze auf Blitzableiter herab, während in derselben Gegend keine anderen Gebäude, welche dort grade verhältnissmässig zahlreich sind, heimgesucht wurden. Wäre es anders, so würde auch der Blitz nicht so häufig in Bäume schlagen, deren zahllose Spitzen doch jedenfalls eine reichliche Ausströmung gestatten, oder es dürfte über Wäldern, über baumreichen Gegenden, der Billionen von Spitzen halber, gar kein Gewitter entstehen.

Die fragliche Function der Blitzableiter kann daher, falls sie existirt, doch jedenfalls als eine grosse Nebensache betrachtet werden. Um so weniger gerechtfertigt würden Einrichtungen sein, welche ausschliesslich diese Function der Blitzableiter begünstigten. Hierhin gehören Einrichtungen, wie man sie in manchen Gegenden findet, Auffangstangen, welche eine grosse Zahl von Spitzen tragen. Einer grössern Zahl von Spitzen entströmt eine grössere Menge Elektricität, aber jede einzelne Spitze wird in ihrer Wirkungsfähigkeit durch die Anwesenheit der andern gehemmt. Die Kraft den Blitz anzuziehen, muss also bei solcher Einrichtung eine geringere sein, da hierbei nur die Anhäufung und Ausströmung an einem einzigen Punkte in Betracht kommt. Damit soll übrigens nicht gesagt sein, dass unter ganz besonderen Umständen, nach Seiten, von denen vornehmlich Gefahr droht, nicht eine oder mehrere Nebenspitzen geeignet zu verwenden wären. Der Schutzraum würde nach solchen Seiten hin vergrössert, eben weil eine Spitze vornehmlich nur nach einer bestimmten Richtung wirkt. Es geht jedoch hieraus zu gleicher Zeit hervor, dass der Schutzraum dafür nach andern Seiten hin verlieren muss.

Noch thörichter aber wäre es, wenn man jener Function allein vertrauend, Anordnungen träfe, welche alle andern Rücksichten bei Seite liessen. Solche Vorschläge sind gemacht, aber es lohnte sich kaum, dieselben zu berühren, wenn nicht in neuester Zeit wieder in Zeitungen darüber gesprochen wäre. Es handelt sich um zugespitzte Holzstangen oder, besser

noch, um Strohwische, welche man auf Gebäude steckt, und welche den Blitz verscheuchen sollen. Dies kann unmöglich anders gemeint sein, als dass sie die Wolkenelectricität durch Ausstrahlung vermindern sollen, obwohl hier die Ausstrahlung doch sicher, eine verschwindende Grösse ist. Sie ziehen aber zugleich den Blitz an, mag es noch so wenig sein, und können, da sie keine sicheren Führer sind, dem Gebäude höchstens schaden.

Beispiele, in welchen Blitzableiter ihrem Zwecke nicht vollkommen entsprochen haben.

Um das Frühere zu erläutern, wähle ich einige Beispiele aus neuerer Zeit, in welchen Blitzableiter das ihnen unterstellte Gebäude nicht sicher schützten. In allen diesen Fällen hat zwar der Blitz den Ableiter sicher getroffen, ist aber von der Leitung abgewichen oder hat dieselbe beschädigt. Ein Fall, der erste, welcher betrachtet werden soll, hat eine gewisse Berühmtheit erlangt, weil verschiedene wissenschaftliche Gutachten über ihn vorliegen, welche letztere jedoch nicht erschöpfend sein konnten, da eine wesentliche Thatsache unbekannt geblieben war. Ein anderer Fall, in der Reihenfolge der dritte, hat eine sehr üble nachhaltige Wirkung geübt, weil die Bewohner eines grossen Districtes deswegen aus Unkenntniss der Sache ihre Blitzableiter herunter genommen haben.

Im Jahre 1876 schlug der Blitz in ein Schulhaus zu Elmshorn, dessen Leitung an der Nordseite herab in einen dortigen Brunnen führte. Aber nur ein Theil der Entladung nahm den vorgeschriebenen Weg; ein grosser, wohl der grössere, wich in Höhe der ersten Etage, die Mauern durchbrechend und die Deckendrätze benutzend, nach einer an der Südseite zur Erde führenden Regenrinne ab. Eine starke Aufstauung der Electricität war hier wohl zu erwarten, da die Brunnenplatte kaum mehr als $\frac{1}{4}$ Quadratmeter gross war, aber daraus erklärt sich noch nicht, dass der Blitz seinen Weg durch das Haus nahm, da auch an der Nordseite nahe der Ableitung

eine Regenrinne bestand. Die Südseite war jedoch der Strasse zugewandt, von welcher das Gebäude nur etwa 4 Meter entfernt war, und unterhalb der Strasse befand sich eine Röhre der städtischen Gasanstalt. Ein Brunnen ist keine schlechte Ableitung, wenn die Berührungspunkte sonst genügend sind, aber eine ungleich bessere Ableitung bildet das Röhrensystem einer ganzen Stadt. Der Fehler der Anlage war also, dass der Blitzableiter nicht an jener Hausseite herabführte, nach welcher ihn die Gasleitung so mächtig zog. Da aber auch an der Nordseite der Brunnen einen gewissen Anziehungspunkt bot, so wäre eine gleichzeitige Ableitung an beiden Hausseiten noch rationeller gewesen. Es lag übrigens ein fernerer Grund vor, weshalb der Blitz nach Süden strebte, weil von hier nämlich die blitzende Wolke gezogen kam. Vielleicht wäre aber trotz alledem der Blitz an der Nordseite geblieben, hätten nicht zufällig die Deckendräthe beide Hausseiten mit einander verbunden.

Im Jahre 1877 schlug der Blitz in die St. Laurenti-Kirche zu Itzehoe, welche neben der Thurmspitze noch eine zweite Auffangstange besass. Diese letztere stand am Ende des Kirchenschiffes und war somit ungleich niedriger, als die Spitze des Thurms. Von jeder Spitze führte eine besondere Leitung zur Erde und war in eine sogenannte Kohlenschüttung geführt. Der Blitz schlug nicht in die Thurmspitze, sondern in die Auffangstange des Schiffes, verliess deren Leitung aber, wo sie über eine horizontale Dachrinne führte. An dieser entlang laufend machte er nun einen ausserordentlich grossen Umweg, um in der Nähe des Thurmes, von einer senkrechten Rinne aus, die Wand des Kirchenschiffes zu durchbrechen. Was war aber der Grund, dass der Blitz die weit höhere Auffangstange verschmähte und von jener Leitung abweichend einen so grossen Umweg nahm? An der Innenseite der Wand, welche er durchbrach, lag eine Gasröhre, und die Wand war hier kaum $\frac{1}{2}$ Meter dick, während die Leitung des Thurmes zwar auch einer Gasröhre gegenüberstand, von dieser aber durch eine $2\frac{1}{2}$ Meter dicke Mauer getrennt war. Der Fehler der Anlage bestand

hier selbstverständlich darin, dass beide Leitungen nicht, gleichviel wie, mit der Gasleitung verbunden waren.

Im selbigen Jahre schlug der Blitz in den Kirchthurm zu Garding, dessen Leitung an der Nordseite in ein Bohrloch führte. Auch hier war die Platte kaum über $\frac{1}{4}$ Quadratmeter gross, war ferner gekrümmt und lag voraussichtlich gar nicht einmal im Grundwasser. Auch hier war, selbst wenn sie im Grundwasser lag, eine starke Aufstauung der Elektrizität zu erwarten. Dieselbe äusserte sich dadurch, dass der Blitz in Höhe der horizontalen Dachrinne einmal nach dieser, dann aber zugleich in südlicher Richtung, verschiedene Verankerungen benutzend, durch den Thurm drang. Das Letztere ohne Zweifel, weil auch damals die blitzende Wolke von Süden kam, sonst würde das Dachrinnensystem des starken Regens halber wohl die genügende Ableitung geschaffen haben. Der Fehler der Anlage war auch hier in erster Linie die ungenügende Bodenleitung, daneben aber, weil für eine andre Lage keine bestimmten Gründe vorlagen, dass sie an der Nordseite und nicht an der Südseite angelegt war. Vielleicht wäre die Südseite hier um so eher geboten gewesen, als das ganze Terrain nach Süden hin abschüssig war.

In allen diesen Fällen war die Leitung ein sogenanntes Drathseil und war nebenbei im ersten und letzten Falle zu dünn. Dazu kamen andre Fehler, scharfe Winkel und Biegungen, desgleichen Quetschungen durch zu fest geschlagene Krampen. Alles dies documentirte sich dadurch, dass die Leitung zum Theil geschmolzen und zerrissen war. Aber weshalb fehlten solche Beschädigungen unterhalb des Punktes, wo der Blitz die Leitung verliess? Weil der Blitz an der vorgeschriebenen Stelle der Erde eine schlechte, aber dort, wo er hinsprang, eine gute Ableitung fand. Die beschädigten Stellen waren deshalb auch nicht die Ursache des Abspringens, denn sonst hätte der Blitz oberhalb der Beschädigungen abspringen müssen. Es ist selbstredend, dass unter andern Bedingungen auch der umgekehrte Fall sich ereignen kann.

Es mögen hierauf einige weitere Beispiele folgen, welche ausserhalb der Grenzen Schleswig-Holsteins liegen.

Die nächsten sind drei von den fünf verschiedenen Fällen, welche seit 1870 im Königreich Sachsen die Blitzableiter an Kirchen betroffen haben.

Im Jahre 1876 schlug der Blitz in die Kirche zu Grossröhrsdorf, welche neben der Thurmspitze noch eine zweite Auffangstange besass. Jede hatte eine Leitung von quadratischem Eisen $1\frac{1}{2}$ Centimeter dick, und beide waren noch oberhalb der First mit einander verbunden. Die Leitung war also stark genug und wurde auch nicht beschädigt. Gleichwohl muss der Blitz die Leitung verlassen haben, weil man aus den Luken des Thurmes Funken fliegen sah und in der Kirche eine Glasscheibe zertrümmert fand. Solches ist aber kein Wunder, da der Blitzableiter nur einfach ohne Platte, und ohne genügende Tiefe in die Erde gesteckt war. Daneben aber wirkte der Umstand mit, dass beide Leitungen an der Nordseite zur Erde führten, während der Blitz voraussichtlich wieder von der Südseite kam. Hier war aber die Südseite in jedem Falle zu wählen, da sie zufällig einem nahen Flusse, einem grossen Anziehungspunkte zugekehrt war.

Im Jahre 1875 schlug der Blitz in den Kirchthurm von Tharant, wick aber in mehreren Linien von dem Blitzableiter ab, so dass nicht nur der Thurm, sondern auch das Innere der Kirche an mehr als 20 Stellen beschädigt wurde. Aber auch die Leitung wurde beschädigt und dieser Umstand beweist, dass sie in jedem Falle nicht stark genug war. Ein weiterer Anhalt über die Ursache fehlt. Es kann jedoch noch mitgetheilt werden, dass die Leitung auch hier aus einem Drathseile bestand.

Im Jahre 1874 schlug der Blitz in die Klosterkirche zu Zittau; und der Blitzableiter konnte eine Zündung nicht verhüten. Da diese unterhalb der Thurmspitze erfolgte, so muss der Blitz schon hier irgend wo von der Leitung abgesprungen sein. Und in Wirklichkeit geschieht grade hier ein Abspringen leicht, weil die Thurmspitze mit ihrem einen Ende nach unten gerichtet ist, und von dort aus gewöhnlich bis nahe zur Erde eine mehr oder weniger zusammenhängende Kette von Leitern besteht. Diese Kette bildet

einmal die Glocke, welche die Stunden schlägt, dann der von dieser nach dem Uhrwerk führende Drath, oder das Zifferblatt und die von hier dorthin geleitete Stange, welche den Zweck hat, die Bewegung der Zeiger zu vermitteln, dann das Uhrwerk selbst, welches meist nahe oberhalb der Orgel liegt, dann diese mit ihren metallenen Pfeifen, endlich etwaige eiserne Stützen, auf welchen dieselbe ruht, oder die Regentinnen, welche schon in grösserer Höhe beginnen.

Es mögen nun noch zwei fernere Beispiele gegeben werden, welche sich auf einen eigenthümlichen Einfluss der Gasleitung beziehen.

Im Jahre 1876 schlug der Blitz in die Nikolaikirche zu Greifswald und zündete innerhalb der obersten Kuppel des Thurmes. Diese Kuppel war mit Kupfer gedeckt, ebenso wie die tiefer gelegenen Theile, aber es war an der untern Seite der Kuppel in der Metallbedachung eine Lücke. Diese Lücke war bei Anlage des Blitzableiters übersehn, da die Leitung nicht an die Spitze, sondern an das untere Thurmdach gelegt war. Besagter Fehler war aber nicht neu, und es waren wohl häufig schon Blitze in den Thurm gefahren, ohne dass doch an jener Stelle eine Zündung erfolgt war. Es musste also wohl inzwischen Etwas eingetreten sein, was die bestehenden Verhältnisse in irgend einer Weise geändert hatte. In der That war nur wenige Wochen vor jenem Blitze die Gasleitung in die Kirche eingeführt, und in Folge dessen mag die fragliche Lücke wohl an einer etwas andern Stelle übersprungen sein. Auch ist denkbar, dass sich nunmehr ein grösseres Stück der Erdoberfläche entladete, oder dass die Entladung mit grösserer Geschwindigkeit vor sich ging.

Im Jahre 1859 schlug der Blitz in die Nikolaikirche zu Stralsund und schmelzte deren Leitung an zwei Stellen nahe der Erde. Diese Leitung war ein Kupferstreifen von 1 Millimeter Dicke und 75 Millimeter Breite, so sagt man, doch mag sie wohl nicht ganz so stark gewesen sein. Gleichviel aber, diese Leitung bestand schon seit längerer Zeit, und der Blitz ist, z. B. noch im Jahre 1856, wiederholt in dieselbe gefahren. Weshalb wollte sie nun im Jahre 1859 nicht mehr genügen? Im Jahre 1856 bestand in der Nähe der Kirche die Gas-

leitung noch nicht, während sie 1859 bereits bis auf 15 Meter Entfernung vom Blitzableiter geführt war.

Fast alle genannten Beispiele beziehn sich auf Blitzschäden an Kirchen, und in Wirklichkeit giebt sich hier häufiger ein Fehler an Blitzableitern zu erkennen. Der Grund liegt einmal darin, dass die meisten Kirchen hoch liegen, und der Blitzableiter deshalb in den meisten Fällen das Grundwasser nicht erreicht, zugleich aber auch darin, dass wegen der inneren Einrichtung des Thurms, wie bereits angedeutet, ganz besonders leicht eine Abschweifung erfolgt.

Über den sichern und wahrscheinlichen Schutz unter besondern Verhältnissen.

Es können Fälle eintreten, wo Blitzableiter, die vollkommen den anfänglich aufgestellten Regeln entsprechen, ein Gebäude immer noch nicht sicher schützen. Es können andre Fälle eintreten, wo neben dem sichern Schutze noch ein anderweitiger sogenannter wahrscheinlicher Schutz wenigstens erwünscht ist.

Was den ersten Punkt betrifft, so wurde bisher vorausgesetzt, dass das zu schützende Gebäude isolirt stehe, dass nicht andre dasselbe unmittelbar berühren. Trifft jene Voraussetzung zu, so lässt sich nach den gegebenen Regeln erreichen, dass der Blitz die Spitze trifft, und dass er die Leitung nicht wieder verlässt. Ein Blitzableiter kann aber nicht verhüten — wenigstens kann er es mit Sicherheit nicht —, dass der Blitz in ein Gebäude schlägt, welches an das zu schützende grenzt, und dass er, wenn hier keine genügende Ableitung vorhanden, seinen Weg nach jener Stelle nimmt, wo er sicher eine solche findet. Auch umgekehrt könnte der Fall eintreten, dass der Blitz zwar die Spitze trifft, aber doch nach dem Nebengebäude abweicht, wenn hier eine vorzugsweise gute Ableitung vorhanden wäre. Letzteres könnte sich z. B. ereignen, wenn nicht das fragliche Gebäude selbst, wohl aber das anliegende mit Gas- oder Wasser-

leitung versehn wäre. Natürlich setzen beide Fälle mehr oder weniger leitende Verbindungen voraus, die meistens ja durch Regenrinnen, Deckendräthe oder sonstige Stücke gegeben sind.

Um eventuellen Beschädigungen vorzubeugen, thut man daher gut, ein Gebäude, welches niedriger, als ein anliegendes ist, lieber gar nicht mit einem Blitzableiter zu versehn, sonst aber die Spitze so zu stellen und soweit zu erhöhen, dass beide noch innerhalb ihres Schutzraumes liegen. Sonst wäre zum wenigsten, damit sich die Möglichkeit eines innern Durchgang vermindert, die Leitung dem anliegenden Gebäude möglichst zu nähern (Fig. 9.) Überhaupt aber wäre, falls das anliegende, nicht aber das zu schützende, Gas- oder Wasserleitung hätte, die Leitung nach einer der betreffenden Röhren zu führen.

Noch Anderes mag zu erwägen sein, doch lassen sich hierüber ohne specielle Kenntniss der Verhältnisse keine kurzen Vorschriften geben. Übrigens könnte auch ein Baum, welcher neben dem zu schützenden Gebäuden steht, wohl in ähnlicher Weise, wie ein anliegendes Gebäude wirken.

Was den zweiten Punkt anlangt, so galt bisher die Annahme, dass ein Blitzableiter nicht mit Wahrscheinlichkeit, sondern mit Sicherheit schützen soll, und bei den meisten Anlagen kommt auch in Wirklichkeit der sichere Schutz ganz allein in Betracht. Es kann jedoch bedingungsweise erwünscht sein, dass ein und dieselbe Anlage neben dem sicheren Schutze, welchen sie einem einzelnen Gebäude gewährt, noch andere Gebäude, wenn auch nicht sicher, so doch mehr oder weniger wahrscheinlich schützt. Es entsteht nun die Frage, ob sich diese Wahrscheinlichkeit nicht durch gewisse Anordnungen vergrössern lässt. Der wahrscheinliche Schutz in der angenommenen Bedeutung hat Nichts mehr mit der Sicherheit der Führung zu schaffen, vielmehr hängt derselbe einzig und allein von der grösseren oder geringeren Anziehung ab. Da diese aber besonders durch die Höhe der Spitze und zugleich durch die Beschaffenheit der Erdleitung bedingt ist, so wird auch die fragliche Wahrscheinlichkeit wachsen, jemehr jene Grössen bevorzugt sind. Hierhin gehört, dass die Leitung womöglich nach der gün-

stigsten Stelle der Erde geführt, oder dass, wenn solche dem Blitzableiter fern, eine Zweigleitung dorthin angelegt wird.

Der wahrscheinliche Schutz gewinnt eine besondere Bedeutung für Blitzableiter, welche auf gemeinsame Kosten errichtet werden, wenn zugleich vorausgesetzt werden darf, dass Jeder mehr oder weniger an dem fraglichen Schutze participirt. Solches ist aber der Fall bei den Blitzableitern der Kirchen, weil sie ja meistens im Centrum derer liegen, welche die Kosten der Anlage tragen, und weil sie im Hinblick auf ihre aussergewöhnliche Höhe ganz besonders zum Schutze eines grösseren Terrains geeignet sind. Hier sollte man die geringen Mehrkosten nicht scheuen, wenn es sich darum handelte, einen Zweigdrath nach einer günstigeren Erdstelle zu führen, desgleichen sollte man allgemein der Platte mindestens das Doppelte ihrer sonst erforderlichen Grösse geben. In Städten mit Gas- und Wasserleitung würde schon ein einfacher Zweigdrath nach der nächsten Haupttröhre solcher Leitung genügen, vorausgesetzt, dass auch der sonstige Drath stark genug wäre, um der voraussichtlich stärkeren Entladung zu widerstehn. Wäre bisher so verfahren, so dürften wohl kaum soviel Blitze, wie es geschieht, in der Nähe hoher Kirchen fallen, und wird so verfahren, so dürfte sich überhaupt nicht an einem Orte bloss, sondern im ganzen Lande die Blitzgefahr verringern.

Übrigens ist selbstredend, dass ein Blitzableiter, wenn er nicht ganz mangelhaft ist, mit Wahrscheinlichkeit doch immer mehr, als das ihm unterstellte Gebäude schützt, weshalb Jeder sich nur beglückwünschen kann, wenn in seiner Nachbarschaft viele solche Anlagen entstehn. Ja selbst ein unvollkommener Ableiter wird noch mehr oder weniger andre Gebäude schützen, wenn er für das ihm unterstellte schon gefahrbringend ist, denn er wird eher so beschaffen sein, dass er den Blitz auf sich lenkt, als dass er ihn mit Sicherheit zur Erde führt.

Über die Wahl des Materials unter besonderer Berücksichtigung seiner Erhaltung.

Die Conservirung der guten Eigenschaften eines Blitzableiters hängt zwar nicht allein von seiner eignen Conservirung ab. Wohl aber ist dies einer der Hauptfactoren und zwar derjenige, über welchen sich im Voraus am sichersten bestimmen lässt.

Damit die einzelnen Theile der Anlage möglichst lange wirkungsfähig bleiben, muss man vor Allem ein Material wählen, welches selbst am wenigsten vergeht. Solches ist Kupfer von den allein in Betracht kommenden Metallen, welches noch den Vorzug hat, dass es nicht theuer und dass es leicht zu bearbeiten ist. Nur die Auffangstange muss aus Eisen bestehen, weil sie bei grosser Länge eine gewisse Stabilität besitzen soll.

Aber auch Kupfer ist vergänglich, wenn es die Luft, wenn es die Erde berührt, und um so eher, je grösser die Zahl der Berührungspunkte ist. Deshalb ist es nicht gleichgültig, in welcher Form dasselbe gebraucht wird, vielmehr muss es bei gleicher Masse eine möglichst kleine Oberfläche haben. Solches ist nun der Fall bei einem Drathe, bei einem massiven Drathe, während ein Streifen, während ein Drathseil eine viel grössere Oberfläche bietet. Das Letztere wird nicht befremden, wenn man bedenkt, dass es sich hier nicht um die sichtbare, sondern der Luft zugängliche Oberfläche handelt. Ein Streifen hat noch den Nachtheil, dass er scharfkantig ist, und dass man ihn bei grösserer Länge nicht leicht in einem Stücke erhält. Ein Drathseil hat noch den Nachtheil, dass es die Elektrizitätsbewegung erschwert, dass es schwerer zu stücken, dass es für gewisse Biegungen nicht steif genug ist. Hierzu kommt, dass sein Metallgehalt für eine spätere Prüfung sehr schwer controllirbar ist.

Aber auch ein massiver Drath wird abnehmen im Laufe der Zeit, zumal in der Erde, mag er auch mit schützendem Überzuge bekleidet sein. Ausserdem wächst sein Widerstand, wenigstens aller Wahrscheinlichkeit nach, sei es in

Folge einer Einwirkung der Luft, sei es in Folge atmosphärisch-elektrischer Ströme. Aus diesen Gründen ist es rathsam der Leitung von vorneherein eine grössere Stärke zu geben, wenn sie für eine lange Reihe von Jahren genügen soll.

Die Platte muss schon deshalb aus demselben Materiale bestehen, weil sich in feuchter Erde verschiedene Metalle nicht berühren dürfen. Bei solcher Gelegenheit entsteht bekanntlich ein galvanischer Strom, welcher die Auflösung des einen oder des andern Theiles beschleunigt. Aus diesem Grunde ist auch die Verzinnung oder Verzinkung des einen Theiles für sich, wenn auch nicht schädlich, so doch ziemlich nutzlos. Aber auch Kohle zählt zu den Metallen, wenn es sich um die Erzeugung galvanischer Ströme handelt, und mit Rücksicht hierauf ist eine gute Conservirung der Platte in solcher Umgebung mindestens zweifelhaft. Da aber auch sonst die so beliebten Kohlenschüttungen ihrem eigentlichen Zwecke nur wenig genügen können, so mag es besser sein, wenn man lieber ganz die fragliche Umgebung meidet.

Trotz alledem wird die Platte, sogut wie der Drath, allmählig dünner, und muss von vorneherein dem entsprechend stärker genommen werden. Natürlich braucht sie deshalb nicht annähernd die Stärke des Drathes zu besitzen, weil sie, abweichend von diesem, auch bei sehr grosser Düntheit noch immer wirkungsfähig bleibt.

Am schwersten aber von allen Stücken ist die Spitze wirkungsfähig zu erhalten, weil der Blitz sie schmilzt, und das St. Elmsfeuer an derselben nagt. Der Blitz schmilzt jedoch bei einer stärkeren conischen Spitze allemal nur den obersten Theil und kann ihr somit nicht ganz die Form einer Spitze nehmen, während er bei einer feinen Nadel, welche auf einem stumpfen Untersatze befestigt ist, die ganze Nadel und mit dieser zugleich die ganze Form der Spitze raubt. Der Blitz schmilzt ferner Platin leichter, als Kupfer und das St. Elmsfeuer wird in gleicher Weise stärker an jenem zehren, da sich die fragliche Wirkung nicht nach dem sonstigen Schmelzpunkte des Metalls, sondern nach dem Widerstande richtet, welchen es der elektrischen Bewegung bietet. Aus diesem Grunde, und ihres hohen Preises halber, empfehle ich

Platinspitzen nicht, wenn sie sich auch unter dem Einfluss der Witterung am besten halten, da die Abstumpfung, welche eine Spitze durch die Witterung erfährt, gegenüber jener durch Blitz und St. Elmsfeuer, gering zu nennen ist. Desgleichen empfehle ich silberne Spitzen nicht, mögen sich diese auch unter dem Einfluss der Entladungen am besten halten, weil sie immerhin zu theuer, rücksichtlich des Vortheils, welchen sie bieten, und nebenbei zu leicht Verfälschungen ausgesetzt sind.

Aber auch die Abstumpfung durch die Witterung mag vermieden werden, so lange es eben geht, und sofern die Kosten dem Vortheile entsprechen, und deshalb soll von einer ganz kurzen Vergoldung kupferner Spitzen nicht abgerathen werden. Ich möchte jedoch die Besitzer von Blitzableitern daran erinnern, dass nach erfolgter Abstumpfung eine neue Vorschärfung wichtiger, als eine neue Vergoldung ist, und dass sie mit jener besser nicht zögern, wenn diese vielleicht aus irgend welchen Gründen vorläufig unterbleiben müsste.

Die Einrichtung der Spitzen.

Ich rathe die Spitzen aus einem einfachen Kupferdrathe zu fertigen, welcher 13 Millimeter dick und 20 Centimeter lang ist (Fig. 10). Der oberste etwa 5 Centimeter lange Theil muss conisch verjüngt sein d. h. er muss in eine vollkommene Spitze endigen. Auf den untersten Theil sei ein 2 Centimeter langer Schraubengang geschnitten, vermittelt dessen sich die Spitze in die Auffangstange verschrauben lässt. Oberhalb desselben sei eine ringförmige Verstärkung aufgelöthet, welcher bei angeschrobener Spitze die Auffangstange berühren muss. Es ist praktisch, diese Verstärkung in seitlicher Richtung zu durchbohren, um bei einer etwaigen Erneuerung der Spitze das An- und Abschrauben derselben zu erleichtern. Mit Rücksicht hierauf darf die Spitze auch nicht mit der Auffangstange verlöthet werden, weil Solches die Abnahme sehr beschwerlich machen würde. Die Länge ist übrigens so gewählt, dass ein und dieselbe Spitze, müsste sie auch

wiederholt vorgeschärft werden, doch immer noch lang genug bliebe.

Eine Vergoldung der Spitze kann nur an ihrem allerobersten Theile Sinn haben, d. h. höchstens bis zur Länge von 1 Centimeter. Alsdann ist sie aber so billig — sie könnte sich höchstens auf 1 Mark stellen, — dass man sie im Hinblick auf den möglichen Nutzen an keiner Spitze fehlen lassen sollte.

Die vorgeschlagene Einrichtung, welche eine leichte Abnahme der Spitze gestattet, ist freilich nur dort anwendbar, wo man zugleich die Einrichtung der Auffangstange in der Hand hat. An manchen Orten jedoch, z. B. an Kirchthürmen, sind bereits Auffangstangen vorhanden, welche man nicht abnehmen und an welchen man überhaupt keine grossen Veränderungen treffen kann. Unter solchen Verhältnissen muss denn von einer Verschraubung sowohl, als überhaupt von einer wiederholten Vorschärfung Abstand genommen werden; und es darf geschehn, wenn es sein muss, da sich die Anziehung des Blitzes nicht allein nach der Schärfe der Spitze richtet. Unter so bewandten Umständen rathe ich die Spitze auf eine Kappe zu stellen, welche dem obersten Stangenende angepasst ist (Fig. 11). Die Befestigung der Kappe wäre, wo Solches ausführbar, durch Löthung, sonst durch ein Paar von jener nach unten führende Streifen zu bewirken. Man kann aber auch die Leitung gleich an jene Kappe ansetzen, wenn man sie noch an einer andern Stelle sicher an der Auffangstange befestigt (Fig. 12). Man kann endlich die Leitung selbst in eine Spitze endigen lassen, wenn man sie an zwei Stellen sicher an der Stange zu befestigen weiss. Letzteres geschieht wohl am einfachsten durch passende Ringe aus Kupferblech, welche im voraus mittelst Hartloth der Leitung angefügt sind (Fig. 13). Ein schwierigerer Fall liegt vor, wenn die Stange ein drehbares Ornament trägt, wobei zu beachten ist, dass die Stange meistens oberhalb desselben hervorrägt. Einfach ist es alsdann noch, wenn man an dieser Stelle, eine Kappe, wie angegeben, durch Verlöthung befestigen kann. Sonst muss die Leitung hindurch geführt, und der Stange also, wo sich das Ornament

dreht, eine Nute gegeben werden. Schlösse das drehbare Ornament ab, so müsste sich die Spitze nothwendiger Weise mit drehen und wäre dann gleichfalls am besten durch Verlöthung zu befestigen.

Alles dies jedoch kann, wenn der Thurm sehr hoch, oder die Stange sehr lang ist, grosse Schwierigkeiten bieten, und es wäre wohl möglich, dass hierdurch die Anlage eines Blitzableiters überhaupt in Frage gestellt würde. Deshalb mag ausdrücklich hervorgehoben werden, dass die Anwendung einer besondern Spitze keine absolute Nothwendigkeit ist, zumal die fraglichen Stangen oder Ornamente meist spitzenähnlich oder scharfkantig sind. Alsdann dürfte aber der Schutzraum nicht so gross bemessen werden, d. h. es würde eher eine zweite Auffangstange nöthig sein. Desgleichen müsste man die Leitung, weil die Elektrizitätsbewegung möglicher Weise beschleunigt würde, in solchen Fällen lieber stärker, als schwächer wählen. Endlich dürfte man sich nicht wundern, wenn der Blitz einmal die fraglichen Ornamente beschädigen sollte.

Eine kantige Spitze empfehle ich nicht, weil man wohl Zweifel hegen kann, ob sie überhaupt besser wirkt, während es andererseits schwerer ist, ihren Metallgehalt zu bestimmen, und schwerer zugleich, eine solche Spitze zu fertigen.

Die Einrichtung der Auffangstangen.

Die Auffangstangen mögen aus runden massiven Eisenstäben gefertigt werden, weil Solches am billigsten und zugleich am bequemsten ist. Die für denselben Zweck im Handel käuflichen Röhren sind ungleich theuer. Hierzu kommt, dass sie nicht in genügender Auswahl vorhanden sind, um Länge und Dicke so zu wählen, wie es dem einzelnen Falle am meisten entspricht.

Die Auffangstange muss so dick sein, dass sich ein 13 Millimeter starker Drath, wie ich ihn für die Spitzen vorschlug, in dieselbe verschrauben lässt. Dann kann man gewiss an-

nehmen, dass sie auch leitend genug sei. Im Übrigen muss sie möglichst leicht sein, zumal in ihren oberen Theilen, damit unter ihren Schwankungen die Befestigung nicht leidet. Sie darf aber nicht zu dünn sein, zumal in ihren unteren Theilen, damit sie sich unter der Macht des Sturmes nicht biegt. Hiernach dürfte das obere Ende höchstens 2 Centimeter dick sein, während die Stange nach unten hin je nach ihrer Länge entsprechend zu verstärken wäre. Es sei jedoch bemerkt, dass bis zur Länge von 2 Meter noch keine Verstärkung nöthig scheint, und dass solche auch im Übrigen keinen conischen Verlauf zu haben braucht. Wenigstens ist es am billigsten, eine längere Stange aus Stücken verschiedener Dicke zusammen zu schweissen, und erfüllt vollkommen seinen Zweck, wenn die Arbeit nur sonst eine solide ist. Andernfalls freilich kann es vorkommen, wie es vorgekommen ist, dass die Stange an der betreffenden Stelle bricht.

Die Aufstellung der Auffangstange pflegt man bei neueren Anlagen gewöhnlich unterhalb der First, also innerhalb des Gebäudes zu bewirken. Diese Methode ist am bequemsten, und es liegt auch grade kein Fall vor, wo sie nachtheilig gewesen sei. Gleichwohl scheint im Hinblick auf die immer grössere Anhäufung von Metalltheilen in Gebäuden die äussere Aufstellung richtiger und am richtigsten eine solche, wo die Auffangstange auf einer die First überragenden Holzsäule ruht. Man sollte diese Aufstellung wenigstens überall wählen, wo das Gebäude Gas- oder Wasserleitung oder eine innere Pumpe besitzt, desgleichen bei Windmühlen und Fabrikgebäuden, wo viele Metallstücke in grösserer Höhe zu liegen pflegen, ferner bei einstöckigen Gebäuden und solchen mit ausnahmsweise flacher Bedachung, weil die Auffangstange sonst allzu nahe der Erde oder den bewohnten Räumen träte, endlich bei Gebäuden mit Strohdächern, sofern an diesen das Stroh bis an die First hinauf durch Dräthe gehalten wird.

Es mag an der Stelle sein, hier eingehender die Frage zu behandeln, weshalb denn der Blitzableiter möglichst vom Gebäude zu trennen ist, da man selbst in neuerer Zeit häufig noch die Ansicht vertreten findet, dass sich der Blitzableiter grade möglichst eng an das Gebäude anschliessen

muss. Die Vertreter letzterer Ansicht meinen wohl, dass es sich im Blitze vor Allem um die Entladung derjenigen Elektrizität handle, welche sich am Gebäude angehäuft hat. Diese würde sich im Momente des Blitzes nach dem Blitzableiter zu entladen streben, und, um eine Funkenbildung auszuschliessen, müsse jener das Gebäude recht innig berühren. Es soll nun durchaus nicht bestritten werden, dass Verhältnisse vorliegen können, in welchen von Theilen des Gebäudes aus eine solche Funkenbildung erfolgen könnte, und es sollen auch später diejenigen Theile, welche man am besten mit dem Blitzableiter verbindet, ausführlich besprochen werden. In den meisten Fällen ist aber die auf einem ganzen Gebäude angehäufte Elektrizität, die grosse Entfernung der Wolke erwogen, so gering, dass kaum eine Funkenbildung erfolgen könnte. Sie ist es auch nicht, welche den gewaltigen Feuerstrahl erzeugt, sondern es ist die tausendmal grössere, welche auf der Erdoberfläche angehäuft ist. Diese mit der Wolkenelektrizität auszugleichen, möglichst ohne Betheiligung des Hauses auszugleichen, das muss das eigentliche Ziel eines Blitzableiters sein. Verbänden wir das Gebäude mit ihm zu eng, so könnten wir leicht eine tausendmal grössere Elektrizitätsmenge zuführen, als diejenige wäre, welche wir abzuführen bestrebt sind, und die Funkenbildung jener könnte eine grössere Rolle spielen, als diejenige, deren Vermeidung wir bezwecken.

Die fragliche Holzsäule stellt man in einem sogenannten Kehlbalken auf, da sie beliebig tief in das Gebäude hinunter reichen darf. Sie mag je nach Umständen 10—15 Centimeter dick sein, und je nach Umständen die First 1—2 Meter überragen. Ihre Verbindung mit der Auffangstange geschieht am besten mit Hülfe einer aus starkem Eisenblech geschmiedeten Kappe, welche ihrerseits durch horizontal, nicht abwärts gerichtete Nägel an dem verrundeten Ende jener zu befestigen ist (Fig. 14). Die Kappe wird am einfachsten mit der Auffangstange zusammen geschmiedet, doch könnten Umstände eintreten, wo man beide Theile lieber trennbar haben möchte. Für diesen Zweck wäre der Gipfel der Kappe

zu verstärken, damit man die Stange in diesen verschraubbar machen könnte (Fig. 15).

Hat das Gebäude ein Metaldach oder eine metallische Firstbekleidung, welche man doch mit der Leitung in Verbindung setzen müsste, so hat das Hervorragen der Holzsäule natürlich keinen Sinn, es sei denn, dass man hierdurch etwa die Länge der Auffangstange vermindern wollte. Bis zur First hinauf bietet sie jedoch immer den Vorthheil, dass man die Auffangstange eben nicht tiefer zu stellen braucht, und Solches kann von Werth sein, wo man den Anblick der Säule vermeiden und jene doch nicht im Innern des Gebäudes befestigen möchte. Es giebt jedoch noch eine andre Methode, nach welcher man die Auffangstange gleichfalls oberhalb der First sicher befestigen kann. Man lässt von derselben, ihrem Fuss nicht zu fern, vier Streben nach vier verschiedenen Richtungen laufen, die am rationellsten und zugleich am geschmackvollsten bogenförmig gekrümmt und mit ringförmig abgeschlossenen Enden versehen sind (Fig. 16). Zwei gegenüberstehende finden an geeigneten Punkten der First, die andern an den Seiten des Daches ihre Stütze, und werden durch eine gewisse Zahl von Schrauben befestigt, welche besser dick, als lang zu wählen sind. Diese Methode ist jedoch weniger für weiche, als harte, weniger für steile als flache Bedachung geeignet. Sie wird daher auch häufiger bei städtischen, als ländlichen Gebäuden anzuwenden sein.

Soll die Auffangstange aber, sei es des bessern Aussehens, sei es irgend welcher baulichen Verhältnisse wegen, wirklich in's Innere der Gebäude treten, so führe man sie doch nicht tiefer als nöthig, und nicht über einen halben Meter hinein. Zugleich vermeide man am untern Ende der Stange so wohl, als an Metallstücken, welche zu ihrer Befestigung dienen, so weit wie thunlich, scharfe Ecken und Kanten und namentlich Spitzen, welche nach unten gerichtet sind. Die geeignetsten Befestigungsmittel sind im Allgemeinen ringförmige Bänder, ferner Nägel und Schrauben, welche eine horizontale Richtung haben.

Bei sehr hohen Auffangstangen, wie z. B. bei denjenigen der Mühlen, hilft man einer unsichern Befestigung häufig

dadurch nach, dass man die Stange durch ausgespannte Dräthe zu halten sucht. Diese Methode ist jedoch verwerflich, weil der Blitz sich in jene verlaufen und durch die meist weiche Bedachung hindurch in's Innere der Mühle schlagen könnte. Sind längere, abwärts führende Verzweigungen der Auffangstange unvermeidlich, so versäume man wenigstens nicht, die Enden durch eine Zweigleitung mit der sonstigen Leitung zu verbinden, wobei noch zu bedenken ist, dass die fragliche Linie nicht wieder nach oben, sondern horizontal laufen oder, was besser ist, abwärts führen muss. Bei der vorgeschlagenen Anwendung von Holzsäulen jedoch dürften jene Dräthe wohl überhaupt nicht von Nöthen sein.

Es können Fälle eintreten, wo eine Auffangstange am Mauerwerk zu befestigen ist, wie Solches z. B. bei Fabrik-schornsteinen gar nicht anders geschehn kann. Hier wird man für die Befestigung entweder die obere Fläche allein, oder mit dieser zugleich eine Seitenwand zu wählen haben. Im ersten Falle giebt man dem Fuss der Stange am besten drei seitliche Stützen. Im zweiten reicht eine Strebe hin, welche die Stange in horizontaler Richtung verlässt. Eine Befestigung an Mauerwerk ist jedoch nie so haltbar, wie an Holz, weshalb hier namentlich jede unnöthige Schwere der Stange zu vermeiden ist.

Länge, Zahl und Vertheilung der Auffangstangen.

Länge, Zahl und Vertheilung der Auffangstangen sind mehr oder weniger abhängig von einander; sie können daher nur gemeinsam behandelt werden. Den Schwerpunkt für diese Behandlung bildet der früher besprochene Schutzraum, ein Raum, innerhalb dessen der Blitz nur den Blitzableiter treffen kann. Bei einer Auffangstange ist es ein grader rechtwinkliger Kegel (Fig. 1—5), dessen Spitze mit der Spitze eben dieser Stange zusammenfällt. Bei Anwendung mehrerer ist es ein Raum, welcher entsteht, wenn

man an die Schutzkegel aller Stangen Berührungsebenen legt (Fig. 6). Das Gebäude ist geschützt, wenn es sich innerhalb eines solchen Raumes befindet, und hiernach würde Länge, Zahl und Vertheilung der Stangen zu ordnen sein. In den meisten Fällen wird Dieses auf sehr verschiedene Weise geschehn können, je nachdem man eine grössere Länge, eine grössere Zahl, oder eine andre Vertheilung wählt. In andern Fällen, bei Kirchen z. B., ist bereits eine Auffangstange gegeben, und es handelt sich nur noch darum, wieweit der Schutz derselben reicht.

Für den praktischen Gebrauch lässt sich das Gesagte noch in kürzere Worte fassen, wenn man eine gewisse Eigenschaft rechtwinkliger Kegel in Rechnung bringt (Fig. 1), und nicht das ganze Gebäude, sondern nur die wesentlichsten Punkte, die unteren Dachecken, die Enden der First und, was die First überragt, in Betracht zieht. Hiernach ist das Gebäude geschützt, wenn jeder der genannten Punkte von der nächsten Auffangstange oder deren nach unten gedachter Verlängerung in horizontaler Richtung keinen grössern Abstand hat, als selbiger Punkt, vertikal gemessen, unter der Spitze dieser Stange liegt. Natürlich müssen, bevor überhaupt eine Disposition getroffen werden kann, ausser der Länge und Breite des Gebäudes, noch die Höhe des Daches, die Höhe der First, die Länge der letzteren, die Länge alles dessen, was diese überragt, bekannte Grössen sein.

Eine kürzere und zugleich so allgemein gültige Regel, als die zuletzt aufgestellte, ist schwer zu denken. Wohl aber lassen sich kürzere Regeln aufstellen, wenn jede nur für eine bestimmte Classe von Gebäuden gelten soll. Desgleichen kürzere, wenn man zwei der fraglichen Grössen fixirt, wenn man bei gegebener Zahl und Vertheilung etwa nur die Länge der Stangen bestimmen will. Mit solchen Regeln, wenn sie für die Mehrzahl der Fälle reichten, möchte aber den meisten Fabrikanten besonders gedient sein, da sich nach ihnen, wenn man die Grenzen des Schutzraumes nicht zu genau nimmt, das Gesuchte mehr direct bestimmen lässt. Es mögen daher im Folgenden eine Reihe solcher Regeln auf-

gestellt, und es mag zugleich versucht werden, ihnen eine der bisherigen möglichst gleiche Fassung zu geben, damit Denjenigen, welche sich in die ältere Form hineingelebt, das Neue weniger ungewohnt sei. Man pflegte bisher, was sich am Blitzableiter über die First erhebt, sei es aus Holz, Eisen oder Kupfer, im Allgemeinen Auffangstange zu nennen. Man pflegte die fragliche Länge dieser Stange nach den untern Dimensionen des Gebäudes zu bestimmen. Alles dies mag bleiben, nur mag es consequenter durchgeführt, und rücksichtlich der Bestimmung selbst mag das, was nöthig scheint, geändert werden. Man vergesse jedoch nicht, dass man die Länge der wirklichen Auffangstange, der eisernen nämlich, aus der sogenannten möglicher Weise erst festzustellen hat.

Ein gewöhnliches Gebäude ist durch eine Auffangstange geschützt, wenn diese zweimal hinter einander horizontal umgelegt gedacht so weit als die Ecken der Mauern reichen würde. Besonders einfach wird diese Regel, wenn man statt der Ecken, deren Entfernung nicht so leicht messbar, die Enden der Mauern setzt, dafür aber etwas mehr als die Erreichung dieser Enden fordert. Eine centrale Stellung vorausgesetzt, würde es sich alsdann nur um die Länge des Gebäudes handeln, weil damit der Breite, der kleineren Dimension, schon von selber Genüge geschähe. Hiernach würde ein Gebäude von 16 Meter Länge einer centralen Auffangstange von mindestens 4 Meter Länge bedürfen. Wiche der Standpunkt der Stange aber vom Centrum ab, so würde sie im Allgemeinen um die Grösse der Abweichung zu verlängern sein.

Eine Länge von 5 Meter ist schon sehr bedenklich, wenn nicht im Laufe der Zeit die Befestigung der Stange leiden soll. Eine grössere Länge ist jedenfalls thunlichst zu vermeiden, sofern man eine einzelne Stange durch deren zwei ersetzen kann.

Sollen zwei Auffangstangen gebraucht werden, so wäre es für gewöhnliche Gebäude am einfachsten, wenn man sie so vertheilt und so lang wählt, dass jede für sich die Hälfte des Gebäudes schützt. Rationell aber ist dies nicht, weil es

sich mehr um die Enden, als die Mitte des Gebäudes handelt, und sich aus jener Vertheilung eine unnöthige Länge ergeben würde. Man rückt sie daher besser so nahe an die Enden der First, dass sie nach der früheren Regel die Enden des Gebäudes sicher schützen, und lässt es genügen, wenn sie nach der Mitte des Gebäudes hin erst bei dreimaliger Umlegung an einander gerathen würden. Bei zwei Auffangstangen wird überhaupt mehr die Breite als die Länge des Gebäudes in Betracht kommen, weil die meisten Gebäude kürzer sind, als das doppelte Maass ihrer Breite ergeben würde. So müssten z. B. bei einem Gebäude von 32 Meter Länge und 16 Meter Breite die Stangen mindestens 4 Meter lang sein. Wäre das Gebäude dagegen bei derselben Länge 20 Meter breit, so würden die Stangen mindestens 5 Meter lang sein müssen. Dieselbe Länge würde aber auch bei richtiger Stellung genügen, wenn das Gebäude eine Länge von 50 Meter hätte.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass man bei gewöhnlichen Gebäuden mit zwei richtig gestellten Auffangstangen in den meisten Fällen reicht.

Anders ist es, wenn die Gebäude ganz ausnahmsweise lang, wenn sie ihrer Länge nach nicht grade, wenn sie unsymmetrisch gebaut sind, desgleichen, wenn sie bei grösserer Länge in ihrer Mitte besondere Anziehungspunkte bieten. Wäre ein Gebäude in der Mitte höher, wäre es hier mit einem Kreuzdache versehen, hätte es hier eine senkrechte Regenrinne, während solche an den Enden fehlte, wäre ein Gebäude endlich bei sonst normaler Beschaffenheit länger als 50 Meter, so würde im Allgemeinen eine dritte mittlere Auffangstange geboten sein. Desgleichen wären bei winkliger Form der Gebäude fast immer mehr als zwei Auffangstangen nöthig. Bei ringförmiger Bauart aber, z. B. bei Gebäuden mit einem eingeschlossenen Hofe, würde man kaum jemals mit drei Auffangstangen reichen. In den letztgenannten Fällen würde überhaupt dafür zu sorgen sein, dass jede hervorspringende Ecke der First ihre besondere Stange hätte.

Anders ist es ferner bei Gebäuden mit ausnahmsweise flacher Bedachung, wo im Allgemeinen eine grössere Länge

der Auffangstangen geboten ist. Ist das Dach ganz flach, so müsste schon nach einmaliger Umlegung eine einzelne Stange das ganze Gebäude decken, während zwei die Enden desselben bei einmaliger Umlegung, sich selbst aber erst bei dreimaliger Umlegung zu erreichen brauchten. Ist das Dach weniger flach, so würde zwischen der früheren und der eben bezeichneten Länge eine mittlere Länge zu wählen sein. Wie ein ganz flaches Dach verhält sich in der Längsrichtung aber auch ein Satteldach d. h. ein solches, dessen First so lang, als das ganze Gebäude ist. Auch hier müsste, in der Längsrichtung wenigstens, nach den Enden des Gebäudes hin, schon die einmalige Umlegung der Stangen gefordert werden. So kann es denn geschehn, dass man die Stangen eventuell verlängern oder vermehren muss, es kann aber auch kommen, dass das sonstige Maximum ihrer Länge nicht mehr genügt. Das Letztere wird sich bei Gebäuden mit ausnahmsweise flacher Bedachung, wenn sie zugleich ausnahmsweise breit sind, am ehesten ereignen. In diesem Falle schlage ich vor, dass man die Stangen doch nicht über 5 Meter lang macht, vielmehr bei geringerer Länge noch vier andre Stangen an den Ecken der Mauern errichtet. Jedes sonst normale Gebäude wird unter allen Umständen geschützt sein, wenn sich hier und an den Enden der First Stangen von nur 1—2 Meter Länge erheben.

Anders ist es endlich bei Gebäuden, deren First mit metallischen Spitzen, Windfahnen oder andern Zierrathen bekleidet ist, desgleichen bei Gebäuden, welche mit Schornsteinen versehen sind, zumal, wenn solche metallische Aufsätze trügen. Auch hier müssen die Auffangstangen, wenn sie auch sonst ihrem Zwecke genügen, noch eine Bedingung erfüllen, in Folge dessen sie eventuell zu verlängern oder zu vermehren sind. Sie müssen nämlich, in Höhe jener Stücke umgelegt gedacht, mit dem umgelegten Ende mindestens bis an diese Stücke reichen, ausgenommen, wenn letztere zwischen zweien Stangen ständen, und diese sie um mehr als die Hälfte überragten. Gesetzt z. B. eine 1 Meter hohe Windfahne stände in 4 Meter Entfernung von einer 4 Meter hohen Stange. Hier wäre der fraglichen Bedingung nicht genügt,

weil die Stange in Höhe eines Meters umgelegt die Windfahne nicht erreichte. Gesetzt aber, an der andern Seite der Windfahne stände eine andre 4 Meter hohe Stange in 16 Meter Entfernung. Hier brauchte der Bedingung nicht entsprochen zu werden, weil die Stangen jene um mehr als die Hälfte überragten.

Eine besondere Betrachtung gebührt den Auffangstangen der Kirchen. Hier handelt es sich einmal um den Schutz des Thurmes, dann um den Schutz des ganzen Gebäudes. Den Schutz des Thurmes anlangend kann im Allgemeinen angenommen werden, dass, wo überhaupt eine Thurmspitze vorhanden, es keiner weiteren Auffangstange bedarf. Nur bei sehr kurzer Spitze und besonders flacher Bedachung möchten an den hervortretendsten Ecken noch kurze Auffangstangen geboten sein. Ein Thurm ohne Spitze, also mit ganz flachem Dach muss selbstverständlich eine besondere Auffangstange haben, und sie muss so lang sein, gleichviel wo sie steht, dass sie bei einmaliger Umlegung jede Ecke des Thurmes deckt. Statt einer solchen könnte man aber auch vier Auffangstangen verwenden, welche an den hervortretendsten Ecken die Oberfläche nur um 1 Meter zu überragen brauchten. Den Schutz des Gebäudes betreffend kann der Thurm, seine Spitze inbegriffen, soweit er sich über die First erhebt, als Auffangstange gelten; doch muss auch hier gefordert werden, dass er bei einmaliger Umlegung schon das ganze Gebäude nach allen Richtungen deckt. Wäre es anders, so würde noch eine andre Auffangstange nöthig sein oder mehr als eine, wenn der Thurm in der Mitte des Gebäudes stände. Sind neben dem Hauptthurm aber noch andre Thürme oder andre hervorragende Ornamente vorhanden, so können schon früher besondere Auffangstangen nöthig, oder es kann vielmehr geboten sein, dass man solche Ornamente als besondere Auffangstangen wählt. Um dies zu überschn, denke man sich den Haupthurm nicht in Höhe der First, sondern in Höhe der fraglichen Ornamente umgelegt. Reicht seine Spitze hierbei bis an jene Ornamente, so würde sie als alleinige Auffangstange genügen. Hieraus folgt zugleich, dass, wenn Kirchen zwei gleiche oder auch

nur annähernd gleiche Thürme besitzen, allemal die Spitzen beider als Auffangstangen zu betrachten sind. * Im Übrigen gilt von den Auffangstangen des Schiffes, soweit man Zahl, Länge und Vertheilung variiren kann, was von den Auffangstangen anderer Gebäude für gewöhnliche und ungewöhnliche Fälle gesagt ist. Hierhin gehört, dass, wenn etwa am Ende des Schiffes ganz besondere Anziehungspunkte anzunehmen wären, wenn auch sonst die Verhältnisse dies nicht forderten, doch eine besondere Auffangstange richtiger wäre.

In ähnlicher Weise, wie mit den Auffangstangen der Kirchen verhält es sich mit denen hoher Fabrikschornsteine, nur dass hier von vorneherein angenommen werden kann, dass die Auffangstange des Schornsteins allemal den Schornstein selber schützt. Ich meine hiermit, dass es vollkommen genügt, wenn die Stange die obere Fläche um 1 Meter überragt, und dass es auch vollkommen gleichgiltig ist, an welchem Orte sie aufgestellt sei. Im Übrigen verhält sich der Schornstein, wie ein Kirchthurm; sein Schutz reicht so weit, als er in horizontaler Richtung reichen würde, in derjenigen Höhe umgelegt, in welcher sich die zu schützenden Objecte befinden. Will man also wissen, ob irgend ein entfernterer Punkt, welcher 20 Meter über der Erde liegt, keines weiteren Schutzes bedarf, so denke man sich den Schornstein in derselben Höhe umgelegt, und sehe, ob er jenen Punkt erreicht. Hierbei ist freilich vorausgesetzt, dass in der Nähe jenes Punktes nicht ganz besondere Anziehungspunkte vorhanden sind. Aber grade in Fabriken ist Solches häufiger der Fall, und deshalb wird man hier besser die fraglichen Grenzen etwas enger ziehn.

Ganz eigenthümlich verhält es sich mit den Auffangstangen der Windmühlen, da hier Zahl und Stellung von vorneherein eine gegebene ist. Man kann wenigstens nicht gut mehr als eine Auffangstange verwenden, und man wird sie auch am richtigsten auf den Gipfel des Daches stellen. Hier bleibt also allein die Länge der Stange zu bestimmen, und diese Länge muss sehr gross sein, da sich die Mühlenruthen weit über die Mühle erheben. Wollte man die Stange nun so lang machen, dass sie die Mühlenflügel noch allemal

genügend überragte, so würde dies bei der hier ohnehin schwierigen Befestigungsweise sehr bedenklich sein. Man darf jedoch voraussetzen, dass der Müller zur Zeit eines Gewitters seine Arbeit einstellt, und den Mühlenflügeln eine Lage giebt, in welcher sie sich am wenigsten über die Mühle erheben. Diese Lage mag daher die maassgebende sein, und es mag für genügend erachtet werden, wenn die Stange alsdann die Flügel noch um $\frac{1}{2}$ Meter überragt.

Obwohl durch das Bisherige bereits der Ort, wo eine Auffangstange stehn muss, der Hauptsache nach geregelt ist, so bleiben hierfür doch noch einige besondere Vorschriften zu geben. Dahin gehört, dass man eine Stange, wenn möglich, nicht so zu stellen hat, dass sie sich senkrecht über einer Gas- oder Wasserleitungsröhre, einer Pumpe, einer eisernen Strebe befände, desgleichen nicht so, dass sie inneren metallischen Stücken, oder äusseren, die man nicht mit der Leitung verbinden will, zu sehr genähert wäre. Auch möchte es im Allgemeinen nicht rathsam sein, auf Wohngebäuden die unmittelbare Nähe der Schornsteine zu suchen. Andererseits ist es immer zweckmässig, die Stange tiefer gelegenen Stücken, über welche man die Leitung führen will, thunlichst zu nähern, damit der Weg von der First zur Erde in jeder Weise möglichst abgekürzt sei. Endlich mag eine einzelne Stange, wenn man sie ohnehin aus der Mitte verrücken müsste, lieber dem Süd- oder West- als dem Nord- oder Ostende der First näher gestellt werden.

Die Einrichtung der Leitungen.

Für die Leitungen giebt es nach allen Richtungen keinen bessern Stoff, als massiven Kupferdrath. Es ist daher zu bewundern, dass dies Material für Blitzableiteranlagen grade nicht sehr häufig verwandt wird. Ich kann mir nicht denken, dass dies einen andern Grund hat, als dass Mancher den Gehalt sogenannter geflochtener Leitungen überschätzt, oder überhaupt Kupfer, weil er nach früheren

oder den im Kleinhandel gangbaren Preisen rechnet, für unverhältnissmässig theuer hält. Es mag daher nicht überflüssig sein, zu bemerken, dass sich das Kilogramm massiven Drathes bei grösserer Abnahme nur etwa auf 2 Mark stellt, wonach 1 Meter von 6, 8, 10 Millimeter Dicke ungefähr 50, 80, 140 Pfennige kosten würde.

Was die Beschaffenheit der Leitung sonst anlangt, so ist es immer wünschenswerth, dass sie möglichst aus einem Ende bestehe, weil sie schwer so zu stücken, dass der Blitz hier nicht eher Widerstand fände, und schwer so, dass die Witterung hier nicht eher die Masse zerstöre. Massiver Kupferdrath kann aber selbst bei einer Dicke von 10 Millimeter noch in Enden von mehr als 50 Meter Länge bezogen werden, und, wenn der Preis sich bei solchen Dimensionen auch wirklich etwas erhöhen sollte, so würde dies doch durch die Erleichterung der Arbeit ausgeglichen werden. Gleichwohl wird ein Stücken der Leitung unter Umständen nicht zu vermeiden sein, und deshalb möchte ich eine Methode besprechen, welche sich hierfür am meisten eignet. Man lasse sich Röhren ziehn für die verschiedenen Drathsorten, welche zur Verwendung kommen, Röhren, deren Wandstärke 2—3 Millimeter betragen mag. Solche Röhren sind nicht theuer; das Kilogramm kostet etwa 3 Mark; und sie werden auf Bestellung in allen Dimensionen geliefert. Sie müssen so weit sein, dass sich der Drath in sie verschrauben lässt, der innere Durchmesser also 1—2 Millimeter enger, als der des Drathes. Aus solchen Röhren schneide man 6—7 Centimeter lange Stücke und treibe das Gewinde der ganzen Länge nach hindurch, das Letztere, damit man die fraglichen Enden bis zur gegenseitigen Berührung an einander schrauben kann. Trotzdem möchten im Innern Luftschichten verbleiben, welche, wenn der Blitz sie passirte, eine Zersprengung der Röhre bewirken könnten. Eine gleichzeitige Verlöthung bleibt daher immerhin rathsam und am besten eine solche, welche während der Verschraubung selbst vorgenommen wird. Das Loth braucht jedoch hier, wie überall, wo dasselbe mehr eine innige Berührung, als eine feste Verbindung bezweckt, kein schwerflüssiges zu sein. Eine Verniethung empfehle ich

nicht, weil der Drath mehr durch eine solche beschädigt wird, und weil die Witterung so auch eher ins Innere des Drathes dringt.

Ausser der gedachten rein materiellen Beschaffenheit der Leitung kommt noch eine gewisse formelle Beschaffenheit in Betracht, in sofern sie möglichst ohne Spitzen und Kanten, ohne Winkel und scharfe Biegungen bestehen muss. Der Grund ist, weil der Blitz sonst eher von der Leitung abweicht, oder, einen grösseren Widerstand findend, dieselbe eher zerstört. Von den genannten Fehlern können jedoch die ersteren hier übergangen werden, weil sie bei der Wahl massiven Drathes von selbst ausgeschlossen sind. Nicht ausgeschlossen sind sie freilich an Stücken, welche wir mit der Leitung verbinden, worüber an späteren Stellen gesprochen werden soll.

Ein Winkel heisse diejenige Neigung, welche eine Leitung mit einer andern oder mit andern Stücken des Blitzableiters macht, eine Biegung diejenige, welche ein Theil einer Leitung mit einem andern Theile derselben Leitung macht. Sind Winkel und scharfe Biegungen absolut nicht zu vermeiden, so möge die Leitung an der betreffenden Stelle verstärkt werden.

Winkel sind unvermeidlich, wo man die Hauptleitung mit der Auffangstange, oder eine Zweigleitung mit der Hauptleitung verbinden will. Aber sie schaden hier weniger, wie allgemein dort, wo ein Doppelwinkel entsteht, wo ein Schenkel den Scheitelpunkt überschreitet. Sie schaden ferner im Allgemeinen weniger, je stumpfer sie sind, falls die herabfliessende Elektrizität beide Schenkel nach einander zu passiren hätte, desgleichen weniger, je spitzer sie sind, falls die herabfliessende Elektrizität beide Schenkel gleichzeitig zu passiren hätte. Auch schadet ein Winkel weniger, wo der tiefer gelegene Schenkel stärker ist, und gar nicht, wo eine herabfallende Leitung auf ein grösseres Metallstück stösst.

Scharfe Biegungen entstehen am ehesten an der untern Kante des Daches, ferner beim Eintritt in die Erde, beim Eintritt in einen Brunnen, aber auch sonst allgemein, wo die Befestigungsstücke oder die Befestigungspunkte nicht zweck-

mässig gewählt sind. Unter der Erdoberfläche würde zwar ein solcher Fehler weniger schaden, wenn man nur den ersten Fall eines Blitzschlages zu beachten hätte; dem ist jedoch nicht so, und deshalb ist gerade hier, weil eine etwaige Beschädigung nicht in die Augen fiel, erhöhte Vorsicht nöthig. Der Grund, weshalb man an Blitzableitern so vielfach scharfe Biegungen findet, ist wohl der, dass man es bisher nicht versucht hat, darüber genauere Bestimmungen zu treffen. Das Wort „scharf“ ist mancherlei Deutung fähig, und mit einem einzigen Worte dürfte hier überhaupt nicht auszukommen sein. Den Grad einer Biegung bezeichnet man am besten durch die Grösse eines Kreises, der sich eben noch in solche Biegung einfügen lässt (Fig. 17), und setzen wir für die kleinste Grösse einen Durchmesser von 40 Centimeter fest, so ist hiermit gesagt, welche Biegungen zulässig und welche unzulässig sind. Vermieden werden scharfe Biegungen an der untern Dachkante am besten, wenn man sich zur Unterstüzung der Leitung bogenförmiger Halter bedient (Fig. 18). Am billigsten und gefälligsten sind solche aus Eisen, doch könnte unter Umständen ein hölzerner rationeller sein. Das Letztere wäre z. B. der Fall, wenn man den Blitz von einer Regenrinne, welche in's Haus führt, besser fern halten wollte. Die Leitung liegt am besten in einer Nute besagten Halters, sonst müsste sie auf irgend welche andre Art befestigt werden. Auf ähnliche Weise vermeidet man scharfe Biegungen beim Eintritt in einen Brunnen, aber auch dadurch, dass man die Mauer geneigt, nicht horizontal durchbricht. An andern Stellen dürfte die Vermeidung scharfer Biegungen bei Anwendung massiven, also mehr widerstandsfähigen Drahtes keine Schwierigkeit bieten.

Noch eine dritte Beschaffenheit der Leitung, für welche ich kein passendes Eigenschaftswort weiss, der Grad ihrer Spannung mag flüchtig besprochen werden. Es scheint, dass manche Anfertiger von Blitzableitern glauben, eine möglichst straffe Spannung könne nur vortheilhaft wirken. Die Sache ist jedoch umgekehrt; eine straffe Spannung kann eher schaden, abgesehn davon, dass bei solcher scharfe

Biegungen schwerer zu vermeiden sind. Der Blitz hat nämlich die Neigung den Drath hier und da ein wenig zu verbiegen, welcher Neigung dieser nachgeben muss, wenn er nicht leichter zerreißen soll. Das Letztere könnte um so eher geschehn, wenn er keine genügende Stärke hätte, wenn er dem Schmelzpunkt mehr oder weniger nahe geführt wäre.

Die Befestigung der Leitungen soll in erster Linie eine Verbindung zwischen den einzelnen Theilen des Blitzableiters bewirken.

Eine möglichst sichere Befestigung ist vor Allem an der Auffangstange wünschenswerth, weil hier eine Lockerung' am ehesten Gefahr bringen könnte. Der passendste Ort ist der unterste Theil der Stange oberhalb der First, oder, falls jene auf einer Holzsäule ruht, oberhalb der eisernen Kappe. Da zugleich eine Verstärkung der Leitung des unvermeidlichen Winkels halber wünschenswerth, so scheint mir folgende Befestigungsweise am geeignetsten. Man schlingt den Drath zunächst zweimal um die Stange herum, dergestalt, dass noch ein 12 Centimeter langes Ende übrig gelassen wird. Selbiges biegt man um das längere Drathende herum, jedoch so, dass dieses gerade bleibt, und das letzte umgewundene Stück nach oben sieht (Fig. 19). Oder man biegt beide Enden nur an einander heran, umwickelt sie mit Kupferblech und verlöthet sie mit diesem. Endlich verlöthet man noch die Leitung mit der Auffangstange selbst. Die Befestigungsweise bleibt dieselbe, ob der Drath zur Erde führe, oder ob er von Stange zu Stange über die First laufen soll.

Auch bei Kirchthürmen müssen die Leitungen allemal an der Auffangstange des Thurms und nicht an dem untern Theile einer Kupferbedachung befestigt werden. Solche Bedachung hat oft Lücken, namentlich an der untern Kante der Kuppeln, welche nicht immer sichtbar, weil man dem Holze einen metallähnlichen Anstrich zu geben pflegt. Wo diese aber auch fehlen, ist der metallische Contact zwischen den einzelnen Theilen solcher Bedachung doch mehr oder weniger mangelhaft. Die Befestigung wird am besten wie oben bewirkt, doch könnte eine Verlöthung unter gewissen Verhält-

nissen Schwierigkeiten bieten. Man mag dann allenfalls von einer Verlöthung absehn, wenn man die Stange dreimal umschlingt und das Ende sonst sicher befestigt.

An Fabrikschornsteinen kann die Befestigung in gleicher Weise bewirkt werden, doch kann hier am ehesten eine Verlöthung unterbleiben, weil hier nicht so leicht in der fraglichen Höhe ein Abspringen des Blitzes zu erwarten steht.

Soll eine Leitung an eine andre Leitung befestigt werden, so mag man zunächst die beiderseitige Richtung in Betracht ziehn (Fig. 20). Laufen beide zu einander rechtwinklig, so verfare man, wie oben, als ob die Hauptleitung eine Auffangstange sei. Man verstärke jedoch zuvor die Hauptleitung durch eine Hülse aus einem Röhrenstück oder Blech, welche man gut mit derselben verlöthet. Laufen beide zu einander geneigt, so biege man die Zweigleitung an die Hauptleitung, so dass beide ein Stück lang parallel gerichtet sind, verlöthe sie und umhülse beide zusammen, die Hülse dann selbst mit den Dräthen verlöthend.

Soll eine Leitung mit einem metallischen Stücke des Gebäudes verbunden werden, so ist zu unterscheiden, ob sie über dies Stück fortführen, oder in demselben ihren Abschluss finden soll. Im ersteren Falle genügt es, wenn sie dort, wo sie dem fraglichen Stücke am nächsten tritt, mit demselben verlöthet wird. Im letzteren Falle muss sie jedoch sicherer an demselben befestigt werden, weil eine Lockerung leicht Gefahr bringen könnte. Wo es die Verhältnisse zulassen, wende man alsdann eine Umschlingung, sonst eine Umhülung beider, endlich, wenn es nicht anders geht, eine Verniethung an. Eine Verlöthung allein erscheint wenigstens nicht genügend, doch mag eine solche als Zugabe immer empfohlen werden.

Soll eine Leitung nach einer Gas- oder Wasserleitungsröhre führen, so umschlinge man dieselbe auf die Länge eines halben Meters durch Windungen, welche etwa 8 Centimeter von einander entfernt sind, und verlöthe dieselben an einigen Stellen mit der Röhre. Die Vertheilung der Windungen auf eine grössere Strecke hat den Zweck, die Ent-

ladung selbst auf eine grössere Strecke zu vertheilen, damit wenigstens auch dort, wo die Röhre nicht mehr neu ist, jede Möglichkeit einer Beschädigung ausgeschlossen bleibt.

Soll eine Leitung nach einer metallischen Pumpe führen, so umschlinge man dieselbe zweimal, gleichviel in welcher Höhe. Nur bei eisernen Pumpen wäre eine kupferne Leitung, und bei kupfernen eine eiserne nicht in Tiefe des Wassers zu bewirken. Überhaupt aber kann eine solche Verbindung nur Zweck haben, wenn die Pumpe ganz metallisch bis ins Grundwasser reicht.

Einer eigenthümlichen Einrichtung und Befestigungsweise bedarf ein gewisser Theil der Leitung an den Blitzableitern der Windmühlen. Hier muss sich der obere Drath mit dem Kopfe drehen, während der untere mit dem Rumpfe stabil bleiben muss. Zwei zweckmässige, aber ganz verschiedene Methoden sind hierfür in den letzteren Jahren in Schleswig-Holstein eingeführt. Nach der einen führt die Leitung zunächst innerlich auf einen Metallring, welcher um den centralen Ständer der Mühle beweglich ist. Dieser Ring liegt lose auf einem andern Ringe von gleicher Grösse, welcher fest ist, und von welchem die Leitung weiter zur Erde geht. Nach der andern führt die Leitung vom Kopf der Mühle herab nach zwei um 180° von einander entfernten mit dem Kopfe beweglichen Rollen oder Schiebern. Diese berühren, mit Hülfe einer Feder oder eines Gewichts, einen Metallstreifen, welcher an der Peripherie des obersten Mühlenrumpfes befestigt ist; und von hier aus sucht die Leitung dann gleichfalls äusserlich die Erde zu gewinnen. Die erstere Methode ist einfacher, und der Contact ist auch wohl sicherer, da der Mühlenkopf grösseren Schwankungen unterliegt, für die letztere aber spricht, dass die ganze Leitung ausserhalb der Mühle bleibt, was rücksichtlich der Fernwirkung eines eventuellen Blitzschlags und auch aus andern Gründen rationeller ist.

Die Befestigung der Leitungen soll in zweiter Linie denselben eine gewisse Lage sichern. Diese Lage soll im folgenden Kapitel ausführlicher besprochen werden, hier nur

in soweit, als die sogenannte Isolirung dieselbe bedingt.

Unter Isolirung der Leitung verstehe ich ihre Fernhaltung vom Gebäude und namentlich von dessen metallischen Theilen. Solche Fernhaltung wird am nöthigsten sein, wenn der Blitz von der Leitung abweichend einen kürzeren Weg zur Erde fände, was um so eher der Fall ist, wenn jene eine mehr horizontale, als vertikale Richtung verfolgt. Hieraus ergiebt sich, dass eine Fernhaltung weniger am Mauerwerk, als am Dache, und weniger an steilen, als an flachen Dächern geboten ist. Überhaupt wird eine Fernhaltung mehr an solchen Dächern nöthig sein, wo bereits Gründe für die Fernhaltung der Auffangstange vorliegen, und im Übrigen mehr in Nähe der First, als in Nähe der untern Dachkante, weil bei grösserer Höhe die Zahl der möglichen Abweichungen eine grössere ist.

Soll die Leitung vom ganzen Gebäude fern gehalten werden, so muss man in gewissem Abstände von letzterem einen sogenannten Erdpfahl errichten, mit einem bogenförmigen Halter, über welchen die Leitung führt, und hoch genug, dass sie über dem Dache schwebt. Soll die Leitung nur von der Bedachung fern gehalten werden, so muss man einen bogenförmigen Halter am Mauerwerk befestigen, gross genug, dass er die untere Dachkante umspannt, und hoch genug, dass er dieselbe überragt. In beiden Fällen bleibt jedoch immer zu beachten, dass es nicht rathsam ist, die Leitung unnütz zu verlängern, desgleichen nicht rathsam, ihre Richtung so zu ändern, dass sie aus einer mehr senkrechten in eine mehr horizontale Lage träte. Aus letzterem Grunde ist eine Fernhaltung vom Dache überhaupt unrichtig, wenn nicht die Auffangstange selbst vom Dache fern gehalten ist. Aus demselben Grunde ist es unrichtig, wenn nicht ganz besondere Umstände vorliegen, die Leitung wesentlich über die untere Dachkante zu heben.

Bei der Fernhaltung der Leitung vom Dache wird es häufig gewisser Stützen bedürfen, damit sie nicht ganz frei schwebt, weil sie hierdurch selbst oder ihre Befestigungsstücke bei grösserer Schwere leiden könnten. Es wäre ganz verkehrt, da-

für eiserne Stützen zu verwenden, wie man sie so häufig bei neueren Anlagen findet, denn diese würden nicht nur den ganzen Zweck vereiteln, sie würden vielmehr eine Abweichung des Blitzes befördern. Es dürfen vielmehr nur hölzerne Stützen Verwendung finden, wie sie einfach genug, sei es in Form eines Winkels (Fig. 21), sei es in Form eines Wagebalkens (Fig. 22) herzurichten sind. Im Gipfel der Stütze müsste der Drath soweit befestigt sein, dass eine gleitende Bewegung ausgeschlossen wäre. Dem Fuss oder den Füßen der Stütze würde durch Zapfen oder auf sonstige Weise ein entsprechender Halt zu geben sein. Übrigens würde für jeden Drath eine einzige Stütze genügen, wenn sie in der Mitte seiner Länge ihre Aufstellung erhielt.

Eine andere Isolirung, als durch einfache Fernhaltung oder hölzerne Stützen hat wenig Bedeutung, da der Blitz genau eben so leicht an einem Glasstabe entlang läuft, als er eine Holzstütze oder eine gleichgrosse Luftschicht passirt. Schlug ich andre, sogenannte bessere Isolatoren vor, so würde ich die Eigenthümlichkeit der hier vorliegenden Elektrizitätsart ganz verkennen, und glaubte ich, dass ein Porzellanstück von 5—10 Millimeter Dicke irgend welchen Nutzen hätte, so würde ich vergessen, dass der Blitz Hunderte von Metern überspringt. Es mag daher auch ziemlich gleich sein, ob die so beliebten Porzellanringe, welche man zur bessern Isolirung zu benutzen pflegt, wirklich isolirend bleiben, oder ob man sie, um sie besser zu befestigen, wie ich es häufig sah, durch umgewundene Dräthe wieder zu Leitern macht. Ihr Nutzen ist in jedem Falle verschwindend, und wer sie gebrauchen will, mag sie eben so gut auch bei solcher Einrichtung gebrauchen.

Was die Befestigung der Leitung sonst betrifft, so möchte ich wohl rathen, die Stellen der Befestigung möglichst zu beschränken, denn eine grosse Zahl bringt kaum irgend welchen Vortheil, aber an jeder Stelle werden der Leitung neue Spitzen und Kanten gegeben. Vor Allem meine ich, dass die Leitung auf Dächern, auf welchen sie unmittelbar aufliegt, überhaupt keiner weiteren Befestigung bedarf, es sei denn, um ihr eine gewisse Richtung zu geben, welche sie andern Falles verlieren würde. Hier wäre es jedoch geboten,

die Befestigung möglichst ohne abwärts gerichtete Nägel zu bewirken, zum wenigsten so, dass diese Nägel von der Leitung entfernt und nicht wieder durch Metall mit derselben verbunden wären. Auch am Mauerwerk werden, bei gewöhnlichen Gebäuden wenigstens, nur wenig Befestigungsstellen nothwendig sein, obwohl hier die Spitzen der Befestigungsstücke, bei ihrer horizontalen Richtung, weniger nachtheilig sind. Man achte jedoch darauf, dass nicht grade solche Stellen gewählt werden, wo innere Metalltheile eher ein Abschweifen des Blitzes befördern könnten, also nicht etwa grade die Höhe einer Decke, falls das betreffende Zimmer eine Gipsdecke hätte, nicht ein Ort, wo sich eine innere Verankerung, wo sich der Haken eines Klingelzugs befände.

Als Befestigungsstücke an Mauerwerk pflegt man eiserne Krampen oder Halter zu gebrauchen und soweit einzuschlagen oder soweit zusammen zu biegen, dass die Leitung unbeweglich in ihnen ist. Das Letztere ist nicht rathsam; die Öffnung muss vielmehr so gross sein, oder so gross bleiben, dass der Drath nicht vollständig gefesselt ist. Hierdurch wird auch am besten einer Quetschung desselben, welche eine Schmelzung befördern könnte, vorgebeugt. Um aber bei solcher Beweglichkeit ein Hinauf- oder Herabrutschen zu vermeiden, oder bei längern senkrechten Leitungen eine zu straffe Spannung auszuschliessen, wende man kurze Röhrenstücke an oder Hülsen aus Blech, welche den Drath je nach Umständen an der betreffenden Stelle umfassen (Fig. 23). Die Befestigung solcher Stücke wäre am Schlusse der Arbeit und zwar allein durch Verlöthung zu bewirken.

Für die Einrichtung der Leitungen mag noch Das als maassgebend gelten, dass der Verlauf derselben dem Auge möglichst zugänglich bleiben muss, damit man schadhafte Stellen, wo solche entstanden, eher erkennen und schneller repariren lassen könne. Aus diesem Grunde kann auch einer Durchführung der Leitung durch innere Räume nicht das Wort geredet werden, und ganz verwerflich wäre eine Einmauerung der Leitung, wie solche wohl noch in neuerer Zeit vorgeschlagen ist.

Zur bessern Conservirung der in der Erde befindlichen

Leitung mag ein Überzug von Ölfarbe oder Asphaltlack empfohlen werden, wenn auch bekannt ist, dass ein Überzug überhaupt nicht lange haftet, vielmehr der Feuchtigkeit bald Zutritt zur metallischen Oberfläche gewährt.

Dicke, Zahl und Vertheilung der Leitungen.

Wie Länge, Zahl und Vertheilung der Auffangstangen durch einander bedingt sind, so sind es auch mehr oder weniger Dicke, Zahl und Vertheilung der Leitungen. Gleichwohl ist hier eher eine Trennung des Stoffes durchzuführen und Solches soll denn auch der bessern Übersicht halber versucht werden.

Die Leitung muss so dick sein, dass sie der elektrischen Bewegung keinen grossen Widerstand bietet, zum wenigsten so dick, dass sie bei dieser Gelegenheit nicht schmilzt.

Leider liegen bisher sehr wenig Fälle über die Schmelzung von Leitungen vor, welche einen Anhalt dafür bieten könnten, wie dick man eine solche zu wählen hätte. Der Grund ist nicht allein, dass dergleichen Fälle überhaupt selten sind, sondern auch, dass sie seltener noch aufgezeichnet werden. Gesetzt jedoch, es lägen eine grössere Zahl von Fällen vor mit genauer Angabe der betreffenden Dimensionen, so würden sie doch immer noch nicht maassgebend sein, wenn nichts Näheres über die sonst in Betracht kommenden Verhältnisse gesagt wäre. Die Leitung am Schulhause zu Elmshorn wog per Meter 242 Gramm, und nach ungefährender Schätzung wog diejenige an der Kirche zu Garding dasselbe. Hieraus könnte man leicht den Schluss ziehn, dass ein 6 Millimeter dicker Kupferdrath, welcher eben so viel wiegt, keine genügende Sicherheit mehr biete. Aber solcher Schluss wäre übereilt, und diesmal wissen wir sogar, dass er falsch ist, weil jene Leitungen Fehler hatten, welche eine Schmelzung befördern mussten.

Es liegt also kein Fall vor, nach welchem wir mit Sicherheit einen 6 Millimeter dicken massiven Kupferdrath für ungenügend erklären müssten, wohl aber lassen sich Gründe anführen, nach welchen eine grössere Dicke im Allgemeinen für rathsam oder zweckmässig zu erachten ist.

Eine Schmelzung setzt allemal schon einen grossen Widerstand voraus, während der Widerstand der Leitung doch möglichst gering sein soll. Hiernach möchte man den Drath lieber so dick wählen, dass auch bei sonstigen Fehlern möglichst eine Schmelzung ausgeschlossen wäre. Eine Schmelzung wird ferner durch gewisse Terrainverhältnisse befördert, wie es der theoretischen Anschauung entspricht, und wie es früher angeführte Beispiele zu bestätigen scheinen. Unter solchen Verhältnissen vor allen möchte man eine Dicke wählen, welche eine absolute Sicherheit verheisst. Endlich soll doch die Anlage nicht für eine kurze, sondern sie soll für eine lange Reihe von Jahren genügen. Und wäre wirklich der Drath, so lange er neu ist, überflüssig dick, so würden die Mehrkosten doch allemal der Dauer der Anlage zu Gute kommen.

Aus diesen Gründen möchte ich für die künftig zu wählende Dicke massiven Kupferdrathes die folgenden Vorschläge machen.

Man behalte das bisher gebräuchliche Maximum von 6 Millimeter bei, wo mehrere Leitungen mit einander verbunden sind, da sich hier die Gesamtentladung theilt, und jede Leitung weniger auszuhalten hat. Ausgenommen wäre jedoch der Fall, wo eine Leitung allein, nicht alle zugleich in der Nähe einer Gas- oder Wasserleitungsröhre mündeten, oder wo eine Leitung allein in ein grösseres Gewässer führte, während die andern weit davon zur Erde geleitet wären. Ferner ist vorausgesetzt, dass alle Leitungen in Höhe der Auffangstangen mit einander verbunden sind, dass der Vereinigungspunkt also nicht etwa an einer tieferen Stelle liegt. Wäre Letzteres der Fall, so würde jede Leitung von ihrer Auffangstange bis an jenen Vereinigungspunkt stärker zu nehmen sein.

In allen andern Fällen d. h. also, wo nur eine Auffangstange vorhanden, oder, wo man die Leitungen verschiedener Auffangstangen nicht mit einander verbinden will, gebe man dem Drathe eine Dicke von 7—8 Millimetern, vorausgesetzt, dass er nicht nahe einer Gas- oder Wasserleitungsröhre mündete. Die grössere Stärke würde dort, wo das Grundwasser besonders hoch steht, in Schleswig-Holstein also z. B. in den Marschgegenden zu wählen sein, desgleichen, wo die Leitung in ein grösseres Gewässer führte, weil sich in allen diesen Fällen voraussichtlich ein grösseres Stück der Erdoberfläche entladen würde.

Wo endlich Gas- oder Wasserleitung in der Nähe, wähle man eine Dicke von 9, und wo die Leitung mit solcher verbunden wäre, eine Dicke von 10 Millimetern.

Allen First- oder Zweigleitungen mag im Allgemeinen dieselbe Dicke gegeben werden, als denen, welche direct zur Erde führen sollen.

Die Leitungen höherer Kirchthürme mögen noch um 1 Millimeter verstärkt werden, nicht weil bei grösserer Länge eher eine Schmelzung, sondern weil eher ein Abschweifen erfolgt.

Die Verbindung verschiedener Leitungen, oder richtiger, verschiedener Auffangstangen mit einander bietet übrigens noch weitere Vortheile, als den gedachten, und es mag daher gleich an dieser Stelle bemerkt werden, dass eine solche überall zulässig ist, wo sich nicht etwa Schornsteine oder andre Stücke der First, welche man von der Leitung lieber fern halten möchte, in der Verbindungslinie befinden. Auch sei beiläufig bemerkt, dass durch solche Verbindung eine schon bestehende Anlage, an welcher sich nachträglich Fehler finden, oft auf die einfachste Weise verbessert werden kann.

Die Zahl der Leitungen richtet sich in sofern nach der Zahl der Auffangstangen, als jede Auffangstange womöglich ihre besondere Leitung haben muss. Bei einer Auffangstange ist dies selbstverständlich; aber auch bei mehreren Auffangstangen ist es wünschenswerth, damit der Weg zur Erde allemal so kurz wie möglich sei. Denn ständen zwei Auffangstangen durch eine Firstleitung mit einander

in Verbindung, und man wollte nur der einen eine Leitung zur Erde geben, so müsste der Blitz, falls er die andre Stange träfe, zunächst horizontal d. h. in einer ihm widerstrebenden Richtung laufen. Dies könnte zur Folge haben, dass er früher von der Leitung abbräche, falls die Verhältnisse sonst dem günstig wären.

Es kann aber auch geschehn, dass eine Auffangstange mehr als eine Leitung besitzen muss, und am ehesten, wenn sie für sich allein steht, wenn sie keine Verbindung mit andern Auffangstangen hat. Jenes wird im Allgemeinen geschehn müssen, wenn man unschlüssig darüber ist, nach welcher Seite des Gebäudes der Blitz am ehesten trachten würde, wenn nämlich an verschiedenen Seiten des Gebäudes besondere Anziehungspunkte vorhanden sind, oder wenn das Grundwasser für sich allein keinen genügenden Anziehungspunkt mehr bietet.

Gesetzt z. B. an einer Seite befände sich ein Brunnen (Fig. 8), oder es sprächen andre Gründe dafür, dass hier sicher eine Leitung zur Erde führe (Fig. 7), aber einer andern Seite zugewandt befände sich ein grösseres Gewässer, von dem anzunehmen, dass es auf den Blitz eine besondere Anziehung übe. Dann wäre es gewiss richtig, wenn man neben jener bereits fixirten Leitung noch eine zweite Leitung für die in Frage stehende andre Seite verwenden wollte, damit der Blitz, wenn unbestimmbare Verhältnisse die eine oder die andre Richtung begünstigten, auf beiden Wegen sicher zur Erde gelangen könne. Zum wenigsten würde solche Anordnung geboten sein, wenn die fraglichen Anziehungspunkte an entgegengesetzten Seiten lägen, und wenn innere Leiter z. B. Deckendräthe, solche entgegengesetzte Seiten mit einander verbänden.

Gesetzt ferner, das Grundwasser stände an einem Orte besonders tief, etwa tiefer als 10 Meter, oder allgemein so, dass es nur noch durch Bohrung zu erreichen wäre, so wird es in seiner Anziehung auf den Blitz wesentlich verlieren und deshalb in seiner Bedeutung als Ort der Ableitung mehr oder weniger zurücktreten. Denn die Erdelektricität sammelt sich doch hauptsächlich nur auf Erdoberfläche an, und das

Grundwasser spielt nur in so fern eine Rolle, als es mit dieser in leitender Beziehung steht. Man braucht in solchem Falle das Grundwasser noch keineswegs zu vernachlässigen, wohl aber wird man neben diesem das Regenwasser mehr zu beachten haben. Der Regen aber fällt nicht immer in gleicher Richtung, er wird bald an dieser, bald an jener Seite des Gebäudes die Erde mehr durchnässen. Wäre aber dort, wo eine einzige Leitung herabführte, die Erde zufällig weniger nass, so würde eine Abschweifung des Blitzes unter sonst zutreffenden Verhältnissen erfolgen können. Um Solches zu verhüten, würde auch hier eine zweifache Leitung, zumal nach zwei entgegengesetzten Seiten hin, an ihrer Stelle sein.

Gesetzt endlich, das Grundwasser stände gar so tief, dass man von seiner Benutzung, allzu grosser Kosten halber, ganz Abstand nehmen müsste, so ist damit noch keineswegs gesagt, dass ein Blitzableiter nicht doch einen sicheren Schutz gewähren könnte; nur würde dem Falle des Regenwassers um so grössere Aufmerksamkeit zu schenken sein. Ich schlage für solche Verhältnisse vor, dass man einer einzelnen Auffangstange so viele Leitungen giebt, als an verschiedenen Hausseiten Regenrinnen zur Erde führen, oder falls diese fehlen sollten, mindestens vier, welche in gleichen Intervallen an abfallenden Dachseiten zu vertheilen wären. Wo das Grundwasser so tief steht, wie angenommen ist, wäre bei solcher Anordnung jedes Gebäude auch ohne Berücksichtigung des Grundwassers geschützt.

Die vorgeschlagenen Anordnungen vereinfachen sich jedoch, wo man mehrere Auffangstangen mit einander verbinden kann. Hier würde es sich nur darum handeln, die mehrfachen Leitungen, welche ohnehin nöthig sind, betreffenden Falls nach verschiedenen Seiten des Gebäudes zu führen. Dann ist dem Blitze, von ein und derselben Auffangstange aus, doch immer ein mehrfacher Weg nach verschiedenen Punkten geboten, und da die kürzere Leitung in jedem Falle einen grossen Theil der Entladung absorbirt, mag für die andern die Verlängerung des Weges über die First nicht weiter in Betracht kommen. Gesetzt also, es wären zwei Seiten des Gebäudes bedroht, so würden zwei verbundene

Auffangstangen doch immer nur zweier Leitungen bedürfen. Nur wenn drei Seiten bedroht wären, bedürfte die eine deren zwei, und es würde diejenige zu wählen sein, von welcher aus sich der kürzeste Weg ergäbe.

Noch sei bemerkt, dass es unter Umständen wünschenswerth erscheinen kann, auch wo zwei besondere Anziehungspunkte an derselben Seite liegen, doch grössere Vorsichtsmaassregeln zu ergreifen. Es würde jedoch als dann nicht grade eine zweite vollständige Leitung, sondern nur eine Zweigleitung, unterhalb der Erde etwa, nach jenem zweiten Punkte nöthig sein.

Unter Vertheilung der Leitungen verstehe ich die Wahl derjenigen Punkte, über welche und nach welchen dieselben führen. Es sind schon Andeutungen hierüber gefallen, aber dieser Gegenstand ist so wichtig, dass er möglichst erschöpfend behandelt sein will. Bei den meisten Blitzableiter-Anlagen wird wohl so verfahren, dass man sich damit begnügt, die Leitungen einfach ins Grundwasser zu führen, ohne zu erwägen, ob dies auch allemal das rechte Ziel sei, und ohne zu bedenken, wie man solches Ziel am besten erreiche. Ich glaube, dass dies die Hauptursache ist, weshalb selbst neuere Anlagen nicht immer einen sicheren Schutz gewähren, und ich meine, dass eine bessere Rücksichtnahme hier um so eher an der Stelle wäre, als sie die Kosten der Anlage kaum wesentlich erhöht.

Was zunächst den Endpunkt betrifft, so muss es diejenige Stelle der Erde in der Nähe des Gebäudes sein, nach welcher der Blitz nach menschlicher Berechnung in den meisten Fällen am ehesten trachten würde.

Hauptanziehungspunkte des Blitzes sind in absteigender Linie 1. Gas- und Wasserleitungsröhren, 2. grössere Gewässer, wohin Seen, Flüsse, Canäle, aber auch solche Gräben zu rechnen sind, welche mit grösseren Gewässern in Verbindung stehn, 3. Teiche, Brunnen und allgemein das Grundwasser, wenn es nicht zu tief, wenn es nicht etwa über 10—15 Meter tief steht, 4. die vom Regenwasser vorzugsweise getränkten Stellen der Erde.

Hier handelt es sich jedoch nicht um die grössere oder

geringere Anziehung für sich allein betrachtet, sondern um diejenige unter dem Einfluss des Blitzableiters, des Gebäudes. Nach dieser verliert der fragliche Punkt an Bedeutung, je weiter er in die Ferne gerückt ist.

Man hat also nicht bloss die verschiedenen Anziehungspunkte überhaupt, sondern gleichzeitig ihre grössere oder geringere Entfernung vom Gebäude zu erwägen, bevor man urtheilen kann, wohin eine Leitung zu führen, oder ob neben einer vielleicht noch eine andere Leitung zu verwenden sei. Das Urtheil ist nicht immer leicht, und es kann dadurch noch erschwert werden, dass auch leitende Theile des Gebäudes in Rechnung zu bringen sind; es kann dadurch ferner erschwert werden, dass der Wasserstand des Grundwassers, oder sonstiger Wasserbehälter für die trockenste Jahreszeit nicht allemal bekannt ist. Leider können auch keine umfassenden Vorschriften gegeben werden, da die einschlägigen Verhältnisse gar zu mannigfach sind, doch will ich versuchen für eine kleinere Reihe von Fällen Bestimmungen zu treffen, welche auch für andre einen gewissen Anhalt bieten mögen.

Befände sich Gas- oder Wasserleitung im Innern eines Gebäudes oder an den Aussenwänden, so führe man die Leitung, wenn irgend möglich, zu dieser. Die Verbindung wäre jedoch ausserhalb des Gebäudes zu bewirken, am besten mit einer der Hauptzuflussröhren. Wäre man aus irgend einem Grunde gezwungen, von solcher Verbindung abzusehn, so führe man die Leitung ins Grundwasser dicht neben einer solchen Röhre. Befände sich Gas- oder Wasserleitung nicht am Gebäude, aber noch innerhalb 10 Meter Entfernung, so erstrebe man diese gleichfalls, oder führe die Leitung möglichst nahe derselben hinab. Wäre Gas- oder Wasserleitung über 20 Meter weit, aber ein grösseres Gewässer innerhalb der halben Entfernung, so suche man dieses mit der Leitung zu erreichen. Befände sich Beides über 20 Meter weit, aber ein Teich oder Brunnen innerhalb der halben Entfernung, so führe man die Leitung zu einem von diesen. Wäre alles Genannte über 20 Meter weit, aber das Grundwasser noch erreichbar, so lasse man die Leitung in diesem endigen.

In den genannten Fällen, nicht unbedingt jedoch im letzten, würde für eine einzelne Auffangstange auch eine einzige Leitung genügen. Zwei Leitungen jedoch wären geboten, falls an einer Seite des Gebäudes die Gasleitung in 15, an entgegengesetzter ein grösseres Gewässer in 10 Meter Entfernung läge. Zwei Leitungen ferner wären geboten, falls sich an einer Seite ein grösseres Gewässer 15 Meter weit, an entgegengesetzter ein Brunnen in einem Abstände von nur 10 Meter befände. Zwei Leitungen endlich wären wünschenswerth, wenn das Grundwasser etwa 12 Meter tief stände, das Gebäude aber an zwei entgegengesetzten Seiten zur Erde führende Rinnen hätte.

Steht das Grundwasser überhaupt tief, oder ist es gar nicht mehr zu erreichen, so werden diejenigen Stellen der Erde, wo Regenrinnen münden, die alleinigen Anziehungspunkte sein. Nach solchen wäre also alsdann die Leitung zu führen oder vielmehr die Leitungen, weil eine einzelne alsdann nicht mehr genügt. Sind keine Regenrinnen vorhanden, so wird man diejenigen Stellen zu suchen haben, wo Dachtraufen, wo Küchenausgüsse die Erde am stärksten durchnässen.

Was nun diejenigen Punkte betrifft, über welche die Leitung führen soll, so sind sie der Hauptsache nach bereits durch den Endpunkt derselben bestimmt, weil von der Auffangstange an bis nach letzterem Punkte hin im Allgemeinen der kürzeste Weg zu wählen ist. Weiss man, wohin eine Leitung führen soll, so weiss man also zugleich diejenige Seite des Gebäudes, welche sie berühren muss, weil es diejenige ist, welche von allen dem fraglichen Endpunkte am nächsten liegt. Nur in einem Falle bleibt diese Frage unentschieden, wo man nämlich, von bestimmten Anziehungspunkten absehend, das Grundwasser sucht, weil solches, unter den meisten Verhältnissen wenigstens, von allen Seiten des Gebäudes aus, gleich gut zu erreichen ist.

Für den letzten Fall ist es im Allgemeinen rathsam, diejenige Seite zu wählen, welche überhaupt grösseren Anziehungspunkten am nächsten liegt, wenn auch von einer Hinführung zu ihnen wegen grösserer Entfernung oder

aus andern Gründen Abstand genommen wäre. Zum wenigsten muss es als verkehrt bezeichnet werden, wenn man grade die entgegengesetzte Seite wählt, weil der Blitz doch immer die Neigung behält, jene Punkte auf dem kürzesten Wege zu erreichen. Gesetzt also, von einer Verbindung mit der Gasleitung müsse abgesehn werden, dieselbe läge jedoch, zum meist der Ostseite zugekehrt, in einem Abstände von 10—15 Meter, so wäre es unrichtig, eine einzelne Leitung, wenn nicht ganz bestimmte Gründe dafür sprächen, an der Westseite des Gebäudes zur Erde zu führen. Gesetzt, ein grösseres Gewässer läge mehr als 20 Meter entfernt, sodass eine Hinführung der Leitung nicht gut zu bewirken sei, so wäre es unrichtig, dieselbe an der Südseite herabzuführen, wenn das Gewässer am meisten der Nordseite zugekehrt wäre. Sehr häufig jedoch wird es vorkommen, dass überhaupt grössere Anziehungspunkte fehlen, oder dass sie so fern sind, dass man sie nicht mehr zu berücksichtigen braucht. Alsdann wird vor allen die Süd- oder Westseite zu bevorzugen sein, weil dieser, in unsern Gegenden wenigstens, die Gewitter am häufigsten nahen; und um so eher, als von diesen Richtungen her der meiste Regen fällt, die Erde also an jenen Seiten im Allgemeinen stärker durchnässt ist. Es kann jedoch auch geschehn, dass man die Abschüssigkeit des Terrains berücksichtigen muss, weil dort, wohin das Wasser Gefäll hat, die Erde vorzugsweise von diesem getränkt wird.

Wenn durch das Bisherige nun der Hauptsache nach die Vertheilung der Leitungen geordnet ist, so bleiben für besondere Fälle doch noch einige genauere Vorschriften übrig.

Hat ein Gebäude ein Satteldach, so ist es nicht angemessen, eine jener Seiten zu wählen, an welchen das Mauerwerk mehr oder weniger die Höhe der First erreicht. Denn hierbei müsste, bei sonst normaler Stellung der Auffangstangen, die Leitung zunächst ein längeres Stück horizontal laufen. Wäre jedoch aus irgend welchen Gründen grade die Wahl einer dieser Seiten wünschenswerth, so würde die Auffangstange, bei entsprechender Verlängerung, bis ans Ende der First zu verrücken sein.

Es kann der Fall eintreten, dass eine Leitung einen sehr

grossen Weg nehmen müsste, wenn wir sie an der sonst günstigsten Seite des Gebäudes zur Erde führen wollten. Dann würde es gerathen sein, die Leitung lieber auf dem kürzesten Wege herabzuführen und schlimmsten Falles eine zweite Leitung für jene andre Seite des Gebäudes zu wählen (Fig. 7). Ich erwähne dies namentlich im Hinblick auf die Blitzableiter der Kirchen, an welchen die Thurmleitung allemal den kürzesten Weg zur Erde suchen muss.

Es ist gezeigt, dass eine Verbindung mehrerer Auffangstangen verschiedene Vortheile gewährt, ohne dass eine solche, wenn man von diesen Vortheilen absehn will, als unbedingt nöthig hingestellt wäre. Aber es können Verhältnisse eintreten, wo gedachte Verbindung doch als nothwendig zu erachten ist, wenn man mit Sicherheit einer eventuellen Abschweifung des Blitzes vorbeugen will. Solche Verhältnisse finden statt, wo bei ein und demselben Gebäude mehrere Auffangstangen in verschiedener Höhe liegen. Auch dies mag namentlich im Hinblick auf Kirchen gesagt sein, auf solche wenigstens, welche neben der Thurmspitze noch eine andre Auffangstange besitzen. Hier kann es sich nämlich ereignen, dass für den Eintritt des Blitzes die höhere Auffangstange gelegner ist, während für den Verlauf desselben aus irgend welchen Gründen die Leitung der niederen günstiger liegt. Natürlich könnte eine Abschweifung alsdann noch eher erfolgen, wenn zwischen beiden Leitungen zugleich eine Kette anderer Leiter bestände.

Es kann unter Umständen auch von dem kürzesten Wege abzuweichen sein, wenn die Einrichtung des Gebäudes, wenn gewisse metallische Stücke desselben Solches gebieten. Hierin gehört, dass man eine Leitung nicht dergestalt führen darf, dass ein aufstrebender innerer Leiter in seiner Verlängerung dieselbe träfe, zumal, wenn dieser eine Gas- oder Wasserleitungsröhre, eine eiserne Pumpe, kurz ein Leiter wäre, welcher gut mit der Erde in Verbindung stände. Überhaupt aber sollte die Leitung innern und äussern metallischen Stücken, welche man nicht entsprechend mit der Leitung verbinden kann, soviel als möglich fern bleiben. Desgleichen sollte sich die Leitung

äussern metallischen Stücken, welche man mit derselben verbinden will, soviel als möglich nähern. Alles dies jedoch nur, sofern keine wesentliche Verlängerung des Weges, und keinenfalls, sofern deswegen eine scharfe Biegung nothwendig wäre.

Die Einrichtung der Erdplatten.

Die Erdplatte soll den Widerstand, welchen der Blitz beim Eintritt in die Erde findet, verringern. Wäre dieser zu gross, so könnte der Blitz die ganze Leitung verschmähen; er könnte aber auch, falls er überhaupt den Blitzableiter träfe, nur das obere Stück verfolgen und dann auf Theile des Gebäudes übergehen. Ein grosser Fehler älterer Anlagen besteht namentlich darin, dass die Leitung ohne jede Platte selbst in trockne Erde gesteckt ist.

Die Erdplatte verringert den Widerstand je nach der Zahl ihrer die Erde berührenden Punkte; sie verringert ihn um so sicherer, je grösser sie ist. So gross, dass dieser Widerstand = 0 sei, kann man die Platte freilich nicht machen, aber doch so gross, dass ein sonst normaler Blitzableiter seinem Zwecke vollkommen genügt.

Die Erdplatte verringert den Widerstand aber auch je nach ihrer mehr oder weniger feuchten Lage, sie verringert ihn um so sicherer, je mehr sie vom Wasser benetzt wird. Hieraus folgt, dass sie nicht überall dieselbe Grösse zu haben braucht, dass hierüber vielmehr die verschiedenen Terrainverhältnisse entscheiden.

Der fragliche Widerstand ist aber um so geringer, je kleiner die Elektrizitätsmenge ist, welche an der betreffenden Stelle in die Erde tritt, und diese ist kleiner, wenn der Gesamtentladung noch verschiedene andere Wege zur Erde offen stehen. Hieraus folgt, dass die Erdplatte auch danach eines verschiedenen Masses bedarf, je nachdem sie für sich besteht, oder noch mit anderen Erdplatten in Verbindung ist.

Bevor nun die unter verschiedenen Verhältnissen zu wählende Grösse näher bestimmt wird, mag noch Einiges über die sonst nöthige Einrichtung der Platte gesagt werden.

Die Platte muss aus demselben Stoffe bestehen, aus welchem die Leitung gewählt ist; und da ich eine kupferne Leitung vorgeschlagen, so mag auch eine kupferne Platte empfohlen werden. Der Preis einer solchen ist zwar bedeutend höher, als einer Platte von Eisen, aber bei gleicher Dicke wird eine eiserne auch sehr viel schneller verzehrt. Übermässig theuer jedoch ist auch eine kupferne nicht, da sich das Kilogramm noch unter 2 Mark stellt, wonach der Quadratmeter bei 2 Millimeter Dicke ungefähr 30 Mark kosten würde. Für die meisten Anlagen dürfte jedoch nur die halbe Grösse erforderlich sein, gleichviel, aus wie vielen Leitungen solche Anlage bestände.

Die Dicke der Platte spielt zwar für die elektrische Wirkung kaum eine Rolle, aber sie darf nicht zu klein gewählt werden, damit nach längeren Jahren überhaupt noch eine Platte vorhanden sei. Leider fehlen uns die Angaben darüber, wie lange eine kupferne Platte in der Erde erhalten bleibt, d. h. eine kupferne Platte, welche als Theil eines Blitzableiters functionirt. Es mag jedoch wohl anzunehmen sein, dass eine Platte von 2 Millimeter Dicke noch nach einer längern Reihe von Jahren nicht aufgezehrt ist; und ich schlage daher eine solche Dicke vor, weil eine grössere die Anlage gleich ausserordentlich vertheuern würde. Dass übrigens neben der eignen Beschaffenheit auch die Umgebung der Platte in Betracht kommt, wenn es sich um ihre Erhaltung handelt, ist bereits an früherer Stelle hervorgehoben worden. Ich möchte nur noch bemerken, dass, wenn ich keine grössere Dicke vorschlage, ich von der Voraussetzung ausgehe, dass man die Platte nicht in eine Kohlenschüttung legt.

Was die Form der Platte anlangt, so ist eine gerade Platte die geeignetste, es ist diejenige, bei welcher sich die Elektrizität am besten der Umgebung mittheilen kann. Man wähle diese Form daher überall, wo es angeht, wo man die Platte in Wasser versenken, oder das Grundwasser durch den Spaten erreichen kann. Es ist dann rücksichtlich

der elektrischen Wirkung ziemlich gleichgültig, ob die Platte gleiche oder ungleiche Seiten hat, man wird jedoch die längliche Form in den meisten Fällen der grösseren Bequemlichkeit halber vorziehen. Denn für die Bewegung des Spatens ist doch immer eine gewisse Länge der Grube nothwendig, und man braucht diese weniger tief zu graben, wenn man die Form der Platte dem entsprechend wählt. Die Grube brauchte auch weniger tief zu sein, wenn man die Platte auf den Grund derselben legte, anstatt ihr eine aufrechte Stellung zu geben. Allein für die Ausbreitung der Elektrizität wäre jene Lage nicht ganz so günstig; auch müsste die Leitung hierbei eher eine scharfe Biegung machen.

Eine gerade Fläche kann nicht gewählt werden, wo das Grundwasser nur noch durch Bohrung zu erreichen ist; hier kann nur eine cylindrische Fläche zur Verwendung kommen. Bei einem sonst geschlossenen Cylinder jedoch, wäre er auch oben und unten offen, wird die Innenwand nur wenig wirken, da sich die Electricität von hier nicht so leicht verbreiten kann. Dies wird wenigstens so sein, wenn der Cylinder eine grössere Länge hat, und er wird sie haben müssen, wenn das Bohrloch nicht eine unbequeme Weite haben soll. Man könnte den Cylinder seitlich öffnen, aber hierdurch würde zugleich die Aussenwand eine Verkleinerung erfahren, da jener doch immer für dasselbe Bohrloch passen müsste. Hiernach würde eine Platte, cylindrisch gebogen, fast doppelt so gross sein müssen, als sonst, wenn sie eine der sonstigen gleiche Wirkung haben sollte. Dies würde bei der ohnehin theuren Bettung der Platte den Preis noch weiter erhöhen, und es wäre möglich, dass die Anlage in Folge dessen überhaupt unterbliebe. Ich schlage deshalb vor, da es meistens leicht ist, bis auf eine durchlässige Sandschicht zu bohren, aber schwer, so tief in dieselbe hinein, dass man einen langen Cylinder in dieselbe treiben kann: dass man die Platte alsdann zu zwei oder drei Cylindern formt, und jeden in ein besonderes Bohrloch versenkt. Noch wirksamer würde es sein, wenn man die Bohrlöcher mehr von einander entfernte, bis auf einen Abstand etwa von 5--6 Meter. Nur ein Cylinder (von dreien der mittlere) würde alsdann mit der Haupt-

leitung zu verbinden sein, die übrigen mit Zweigleitungen, welche jene irgend wo unterhalb der Erde träfen. Solches vorausgesetzt könnten für die Plattengrösse in cylindrischer Form die sonstigen Bestimmungen maassgebend bleiben.

Was die Befestigung der Platte anlangt, so wird sie am besten der ganzen Breite nach, oder wäre es ein Cylinder, der ganzen Länge nach bewirkt. Auch ist es richtiger, wenn die Leitung nicht in der Nähe einer der Kanten, sondern in der Mittellinie der graden oder krumm gebogenen Fläche sitzt. Beide Vorsichtsmaassregeln sind geboten, damit, wenn die Platte dünner wird, sich die Elektrizität dieser immer noch schnell genug mittheilen kann. Die Befestigung im Übrigen kann in solcher Weise geschehn, dass man den Drath ein wenig breit schlägt, aber so, dass er die Platte noch in runder Form verlässt, und alsdann neben einer Verniethung in mehreren Punkten eine gleichzeitige Verlöthung in Anwendung bringt. Vielleicht ist es jedoch richtiger, auch hier, wie bei der Stückung der Leitungen, eine Verniethung auszuschliessen, indem man den Drath zunächst einmal um die Platte herum, und dann noch einwenig abwärts biegt, so dass er auch ohne Verlöthung haften würde. Eine Verlöthung darf jedoch trotzdem nicht unterbleiben, und sie muss besonders sorgfältig, und das Loth besonders dickfliessend sein, weil sie hier mit Rücksicht auf die galvanische Wirkung der beiden verschiedenen Metalle am ehesten der Zerstörung unterliegt.

Die Platte darf man sonst mit keinem schützenden Überzuge bekleiden, doch mag soweit, als die Verlöthung reicht, also in nächster Nähe des Drathes, zur bessern Erhaltung jener, sowie am Drathe selbst, ein solcher Überzug angebracht sein.

Für die Grösse der Platten schlage ich nun die folgenden Maasse vor.

Die Platte einer jeden Leitung, welche mit keiner andern Leitung communicirt, sei $\frac{1}{2}$ Quadratmeter gross, wenn sie in Grundwasser gegraben ist. In einem Brunnen oder anderem Gewässer braucht sie nur die halbe Grösse zu haben.

Die Platte einer jeden Leitung, welche mit einer andern Leitung communicirt, sei $\frac{1}{4}$ Quadratmeter gross, wenn sie in Grundwasser gegraben ist. In sonstigem Gewässer braucht sie nur die halbe Grösse zu haben.

Die Platte einer jeden Leitung, welche mit zwei andern Leitungen communicirt, sei $\frac{1}{6}$ Quadratmeter gross, wenn sie in Grundwasser gegraben ist. In sonstigem Gewässer braucht sie nur die halbe Grösse zu haben.

Ein halber Quadratmeter durch die Zahl der mit einander verbundenen Leitungen getheilt giebt also die Grösse jeder einzelnen Platte für das Grundwasser an, die dann noch einmal zu halbiren ist, wenn man die Plattengrösse für sonstiges Gewässer wissen will.

Wo das Grundwasser nicht mehr zu erreichen ist, sei jede Platte doppelt so gross, als sie im Grundwasser sein müsste, also 1 Quadratmeter getheilt durch die Zahl der mit einander verbundenen Leitungen.

Gar keiner Platte bedarf es, wenn man die Leitung mit einer Gas- oder Wasserleitungsröhre verbinden kann, oder mit einer metallischen Pumpe, deren im Wasser befindliche Oberfläche gleich der sonst nöthigen Grösse der Platte ist.

Die Lage der Platten ist der Hauptsache nach gelegentlich der Vertheilung der Leitungen geordnet, doch mag es nicht überflüssig sein, noch zwei Worte über die Tiefe der Lage zu sagen.

Jede Platte, welche für das Grundwasser oder für ein anderes Gewässer bestimmt ist, muss so tief liegen, dass sie ihrer ganzen Ausdehnung nach auch in der trockensten Jahreszeit vom Wasser benetzt wird. Bevor eine Platte gelegt wird, müssen also über den erfahrungsgemäss tiefsten Wasserstand an Ort und Stelle Erkundigungen eingezogen werden. Jedenfalls darf man sich nicht damit begnügen, eine Platte zu irgend einer beliebigen Jahreszeit so tief einzugraben, dass das Wasser sie eben bedeckt.

Jede Platte, welche für die vom Regenwasser durchmässte

Erde bestimmt ist, lege man im Allgemeinen nicht tiefer, als die Grundmauern des Hauses reichen, weil eine tiefere Lage keinen Zweck, wohl aber den Nachtheil haben könnte, dass die Platte zur Zeit eines Gewitters weniger feucht, als in höheren Regionen läge. Es kann sogar unter Umständen eine weniger tiefe Lage geboten sein, wenn sich nämlich bei der Eingrabung eine undurchlässige Erdschicht bieten sollte. Dann könnte man jedoch der grössern Sicherheit halber die Leitung über die Platte hinaus bis auf die grösste Tiefe der Grundmauern verlängern.

Endlich empfehle ich für jede Leitung, soweit sie unsichtbar ist, eine Skizze anzufertigen, worin die Grösse und Lage der Platten nach genauem Maasse zu verzeichnen wäre.

Was mit dem Blitzableiter zu verbinden ist.

Eine Verbindung von am Gebäude befindlichen Metalltheilen mit dem Blitzableiter ist kaum ausführbar, ohne diesen Ecken und Kanten anzuhängen, welche man deshalb gern beschränkt, weil an solchen am leichtesten ein Abspringen des Blitzes zu erfolgen pflegt. Sie ist ferner kaum ausführbar, ohne den Blitz zugleich andern Theilen, welche man doch nicht mit dem Blitzableiter verbinden kann, zu nähern, nach welchen als dann immer noch, vielleicht sogar eher, ein Übergang desselben statthaben könnte. Gleichwohl hat man auf solche Verbindungen bisher ein grosses Gewicht gelegt, weil man wohl mehr die Elektrizität des Gebäudes, als diejenige der Erdoberfläche in's Auge fasste. Ich hob dies bereits bei Besprechung der Auffangstangen hervor und äusserte mich dahin, dass ich jene Auffassung nicht theile. Vielleicht wurden solche Verbindungen auch deshalb häufiger gewählt, weil man der Lage der Leitungen eine geringere Aufmerksamkeit schenken wollte, da eine weniger geeignete Lage, nicht immer, aber doch häufig durch eine entsprechende Verbindung auszugleichen ist. Ich glaube jedoch aus den obigen und den bereits früher angeführten Gründen, dass es richtiger

ist, solche Verbindungen so viel als möglich zu beschränken, und um hierfür einen Anhalt zu geben, will ich die wesentlichsten Stücke, welche überhaupt in Betracht kommen können, ausführlicher besprechen.

Rein innerlich gelegene Stücke rathe ich nicht mit dem Blitzableiter zu verbinden, mit Ausnahme von Pumpen, deren Wasserbassin zugleich im Innern liegt. Man könnte zwar die Leitung selbst nach solcher Pumpe führen; und sind zwei Leitungen mit einander verbunden, so mag dies mit der einen auch immer geschehn. Einer einzelnen Leitung gebe man jedoch lieber ein äusserlich gelegenes Ziel, weil sie nach innen geführt einen verhältnissmässig grossen Umweg machen müsste, und wende dann unterhalb der Erde eine Zweigleitung an, welche möglichst grade aber in beliebiger Tiefe nach dem fraglichen Orte strebt. Ist das Pumpenrohr von Holz, oder will man den Drath mit einem metallenen Rohre nicht verbinden, weil jener aus Kupfer und dieses vielleicht aus Eisen wäre, so führt man die Leitung mit einer Platte versehen in's Wasser, da nicht eigentlich die Verbindung mit der Pumpe, sondern vielmehr mit dem Wasserbassin in Betracht kommt. Was die Plattengrösse betrifft, so würden sich hier, wie in allen ähnlichen Fällen Haupt- und Zweigleitung in das sonst für die Hauptleitung allein gültige Maass zu theilen haben. Mit andern Worten: es ist gleichviel Kupferblech erforderlich, ob die Hauptleitung für sich allein, oder noch mit Zweigleitungen in die Erde zu führen sei.

Wenn ich andre rein innerliche Stücke von der Verbindung ausschliesse, so ist dies im Hinblick auf gewöhnliche Gebäude und Kirchen gemeint. Bei Fabriken mögen immerhin noch andre Stücke mit der Leitung zu verbinden sein. Es möchten namentlich solche in Betracht kommen, welche tief in die Erde und gleichzeitig weit in die Höhe reichen. Ein sicheres Urtheil hierüber aber lässt sich nur an Ort und Stelle fällen.

Halb äusserlich und innerlich gelegene Stücke rathe ich gleichfalls nicht mit dem Blitzableiter zu verbinden, mit Ausnahme der Gas- und Wasserleitungsröhren.

Zu diesen muss jedoch ohnehin schon nach Früherem die Leitung geführt werden und deshalb fallen sie für die vorliegende Betrachtung fort. Mit den gedachten Stücken sind übrigens solche gemeint, welche nicht bloss für sich, sondern auch in ihrem Zusammenhange mit andern von innen nach aussen oder von aussen nach innen reichen. Hierhin gehört z. B. bei Kirchen die Stundenglocke, das Zifferblatt, bei Gebäuden eine Regenrinne, welche in einen sogenannten Regenbach führt.

Die letzte Regel gilt gleichfalls nur für gewöhnliche Gebäude und Kirchen, während bei Fabriken vielleicht in gewissen Fällen anders zu urtheilen ist. Die leitenden Beziehungen sind hier jedoch so mannigfaltig, dass sich für diesen Fall gar keine Vorschriften geben lassen.

Mit rein äusserlich gelegenen Stücken sind diejenigen gemeint, welche höchstens ihrer Befestigung halber in's Innere des Gebäudes reichen. Von diesen rathe ich die folgenden unter folgenden Bedingungen mit dem Blitzableiter in Verbindung zu setzen.

Firstverzierungen, überhaupt Alles, was die First überragt, sind im Allgemeinen keiner Verbindung benöthigt; sie müssen ja auch nach Früherem innerhalb des Schutzraumes liegen, oder selbst die Spitzen von Blitzableitern sein. Ja eine Verbindung könnte hier sogar bedenklich sein, wenn jene nämlich verhältnissmässig tief ins Gebäude hineinträten, oder sie könnte den Zweck sonstiger Anordnungen vereiteln, wenn man die Leitung nämlich vom Dache möglichst fern halten wollte. Es wäre jedoch möglich, dass es unter gewissen Verhältnissen schwer wäre, jene Stücke in den fraglichen Schutzraum zu bringen, und dass man ihnen auch der Kosten halber nicht gern eine besondere Leitung geben wollte. Es möchte zufällig auch kein besonderes Gewicht darauf zu legen sein, dass die Leitung vom Dache fern gehalten würde, wenn die Auffangstange des Blitzableiters nämlich eben so weit, als jene Stücke ins Gebäude reichte. In solchem Falle mag denn die fragliche Verbindung allenfalls den Mangel eines genügenden Schutzraumes ersetzen. Die Zweigleitung wäre alsdann an dem untersten Theile des

Stückes oberhalb der First, so wie früher angegeben, zu befestigen. Nach der Hauptleitung hin wäre sie in horizontaler Richtung zu führen, oder mehr oder weniger abwärts, so dass das letzte Ende nach unten gerichtet ist (Fig. 20).

Eine Metallbedachung ist allemal mit dem Blitzableiter zu verbinden, doch wird es hier in den wenigsten Fällen einer Zweigleitung bedürfen. Meistens wird die Leitung über das Metaldach fortlaufen, oder dasselbe doch wenigstens an irgend einer Stelle berühren. Ein Weiteres wird dann kaum nöthig sein, doch mag man der grösseren Vorsicht halber lieber noch eine Verlöthung eintreten lassen. Bei Kirchen aber kann es geschehen, dass die Bedachung des Kirchenschiffes der Leitung des Thurmes fern liegt, oder dass man dieser, einer Annäherung zu Gefallen, keine grössere Krümmung vorschreiben möchte. Alsdann würde, wenn nicht vielleicht schon eine Firstleitung die nöthige Verbindung böte, eine Zweigleitung, etwa von der mittleren Höhe des Daches aus, in horizontaler Richtung zu verwenden sein.

Bei stückweisen Metallbedachungen, wohin auch metallische Bekleidungen der First oder der sonstigen Dachkanten zu rechnen sind, ist die Grösse ihres Abstandes vom Blitzableiter zu erwägen. Führt die Leitung über sie, so bedarf es keiner weiteren Verbindung, ich meine, dass in diesem Falle höchstens eine Verlöthung nöthig wäre. Treten jedoch an ein solches Stück andere, welche eine von der Leitung abweichende, abfallende Kette bilden, so wäre das unterste in horizontaler Richtung mit dem Blitzableiter zu verbinden. Bleibt die Leitung über 2 Meter entfernt, so bedarf es überhaupt keiner Verbindung, es sei denn, dass das Stück etwa mehrere Quadratmeter gross wäre. In allen andern Fällen mag eine Zweigleitung verwandt werden, welche von der Mitte des fraglichen Stückes aus in horizontaler Richtung läuft. Treten jedoch mehrere Stücke derartig aneinander, dass sie eine längere abfallende Kette bilden, so müssten beide Enden eine besondere Zweigleitung haben. Hierbei wäre es zweckmässig, wenn man den oberen Drath, in seinem letzten Verlauf nach oben, den untern nach unten gerichtet, an die Hauptleitung schliessen wollte. Der untere

Drath könnte aber bedingungsweise fehlen, falls sich eine abfallende Dachkante etwa unmittelbar an eine Regenrinne schliessen sollte.

Die wichtigsten aller in Betracht kommenden Stücke sind die Dachrinnen, weil sie der Erdoberfläche am nächsten treten, und diese in ihrer Nachbarschaft am besten leitet. Ich meine natürlich nur diejenigen Rinnen, welche selbst zur Erde führen, oder sich solchen nähern. Alle übrigen brauchen nicht weiter beachtet zu werden. Jene ersten, die senkrechten, sind in sofern die wichtigeren, als der Blitz sie vorzugsweise erstreben wird. Es ist daher wiederholt schon darauf aufmerksam gemacht, dass die Leitung ihnen thunlichst genähert werden muss. Zum wenigsten ist dies unter solchen Verhältnissen Bedürfniss, wo die Leitung unterhalb jener Rinnen ihre Ableitung finden soll. Sonst mag es genügen, wenn sie über eine horizontale Rinne fortläuft, falls diese wieder in eine senkrechte mündet. In allen diesen Fällen ist es sicherlich am besten, wenn man die Leitung mit den Rinnen, und diese miteinander verlöthet. Unterbleibt dies, so kann es jedoch keinen weiteren Nachtheil bringen, als dass die Stücke eine geringe Beschädigung erleiden. Es ist selbstverständlich, dass, um eine exacte Berührung zu ermöglichen, die Leitung an der betreffenden Stelle keine scharfe Biegung machen darf, und damit dies nicht geschehe, wird wohl an der horizontalen Rinne häufiger ein kleiner die Biegung abkürzender Draht zu verwenden sein. Es kommt jedoch vor, dass man die Leitung einer senkrechten Rinne nicht nähern, und auch über keine horizontale führen kann, welche in jene mündet. Soll trotzdem eine Verbindung stattfinden, so ist alsdann eine längere Zweigleitung nöthig, welche am besten oberhalb der Dachkante nach dem oberen Ende der Rinne führt und am richtigsten an dieser bogenförmig nach unten, an der Hauptleitung bogenförmig nach oben gewendet ist. Solche Verbindung könnte jedoch höchstens Bedürfniss sein, wenn die Rinne an einer der Ecken derjenigen Seite des Gebäudes läge, an welcher die Leitung zur Erde führt, und auch dann nur bei weniger als etwa 8 Meter Ent-

fernung, oder bei der Voraussetzung, dass die Hauptleitung nicht genügend abgeleitet sei.

Hiermit glaube ich die wesentlichsten Stücke, um deren Verbindung es sich handeln könnte, erörtert zu haben.

Über das Bedürfniss einer zeitweisen Prüfung der Blitzableiter.

Ein Blitzableiter kann seine guten Eigenschaften verlieren, sei es, dass er selbst hinfällig wird, sei es, dass er den veränderten Verhältnissen nicht mehr entspricht. Hieraus folgt, dass eine Anlage zeitweise zu prüfen ist, wenn man will, dass sie dauernden Schutz gewähren soll.

Ein Blitzableiter wird um so eher hinfällig, je ungünstiger das Material, und je weniger Sorgfalt auf die Verbindung seiner Stücke verwandt ist. Bei vielen älteren Anlagen liegt kein besonders günstiges Material vor, und ist auch der fraglichen Verbindung nicht die nöthige Aufmerksamkeit geschenkt. Aber auch das beste Material schwindet allmählig, und die beste Verbindung wird allmählig lockrer, und schon aus diesem Grunde sind im Laufe der Jahre verschiedene Erneuerungen angezeigt. Manches Stück jedoch, wie z. B. die Spitze, oder was vorwiegend äussern Angriffen ausgesetzt, kann vielleicht schon früher einer Reparatur bedürftig sein.

Ein Blitzableiter wird um so eher den veränderten Verhältnissen nicht mehr entsprechen, als durch diese leitende Beziehungen im Innern des Gebäudes oder in dessen Nähe geschaffen sind. Sehr viele ältere Anlagen entsprachen wohl den Verhältnissen, unter welchen dieselben entstanden, aber sie entsprechen nicht mehr den heutigen, welche den Blitz leichter von dem vorgezeichneten Wege abziehen. Ein dünner Leitungsdrath mochte früher z. B. an einem bestimmten Orte genügen, falls sich hier nur ein verhältnissmässig geringes Stück der Erdoberfläche entladen konnte. Er genügt nicht mehr, wenn inzwischen Anordnungen getroffen sind, in Folge

deren eine stärkere Entladung möglich geworden ist. Eine schlechte Erdleitung mochte früher für ein bestimmtes Gebäude genügen, falls im Bereiche desselben nicht andre Leiter besser mit der Erde in Verbindung standen. Sie genügt nicht mehr, wenn inzwischen Umstände geschaffen sind, durch welche der Blitz auf andern Wegen leichter zu Erde gelangen kann. Aber auch was heute entsteht und den Bedürfnissen der Jetztzeit Rechnung trägt, braucht deshalb noch nicht für kommende Jahre zu genügen, denn jede Anlage kann, wenn man die Anlagekosten nicht unnöthig erhöhen will, nur unter Berücksichtigung der grade vorliegenden Verhältnisse geschaffen werden. In Etwas mag der Fabrikant zwar auch bevorstehende Einrichtungen in Betracht ziehn, nämlich diejenigen, welche sicher und in kürzester Zeit zu erwarten sind. Er mag sich erkundigen, ob der Besitzer einen innern Brunnen zu graben, Gas- oder Wasserleitung einzuführen, Regenrinnen anzulegen beabsichtigt. Er mag nach dieser Informirung in der Stärke und Vertheilung der Leitungen gewisse Rücksichten walten lassen. Aber im Ganzen gelten für ihn Verhältnisse, wie sie sind, nicht wie sie werden, und daraus folgt, dass das Geschaffene nicht allemal so bleiben kann, wie es ist.

Es ist selbstverständlich, dass eine Anlage, wenn sie auch keine volle Sicherheit mehr bietet, doch noch in vielen Fällen den Blitz sicher zur Erde geleiten kann. Es brauchen nicht immer alle Ursachen, welche eine Abirrung des Blitzes zur Folge haben müssten, zusammen zu treffen; es können günstige Umstände obwalten, welche den fraglichen Unglücksfall verhüten. Wenn ein Blitzableiter also in einem Falle seinen Zweck vollkommen erfüllt, so ist dies noch kein Beweis, dass man demselben unter allen Umständen vertrauen darf. Eine Anlage kann z. B. nach drei Himmelsgegenden hin vollständig gerüstet sein, während ein Blitz aus der vierten Gefahr bringen würde. Eine Anlage kann vollkommen zuverlässig sein, so lange der Blitz vom Regen durchnässte Erde findet, während nach trockner Zeit vielleicht eine Beschädigung des Gebäudes erfolgte. Eine Anlage kann sichern Schutz gewähren, so lange eine bestimmte Regenrinne auf die

Erde führt, während, wenn man sie in die Küche leitete, eine Abirrung des Blitzes zu gewärtigen stände. Kurz es sind viele Bedingungen möglich, unter welchen ein Blitzableiter noch zweckentsprechend wirken kann, wäre er auch mit Fehlern behaftet, welche unter andern Bedingungen sehr nachtheilig werden könnten.

Wer jedoch einen Blitzableiter besitzt, verlangt einen unbedingten, keinen bedingten Schutz und er wird zur Erlangung desselben geringen Umständlichkeiten und Kosten gewiss nicht aus dem Wege gehn. Hierhin gehört, dass er in kürzeren Zwischenräumen selbstständig untersucht, ob die wesentlichsten Theile keine Beschädigung erlitten haben, und dass er in grösseren durch Sachkundige feststellen lässt, ob die Anlage nicht vielleicht änderungsbedürftig sei.

Aber auch der Staat, die Gemeinden, die Feuerversicherungs-Societäten haben ein Interesse daran, dass jeder Blitzableiter vollkommen sicher geschützt, nicht weil der Schade eines bestimmten Unglücksfalls für sie eine wesentliche Rolle spielte, sondern weil ein solcher Fall die Vermehrung der Blitzableiter ausserordentlich erschwert. Das grössere Publicum ist nicht so von dem Nutzen derselben überzeugt, als es die Gelehrten oder überhaupt diejenigen sind, welche ihre Wirkungsweise verstehn. Es nimmt wohl hie und da die neue Einrichtung an, weil sie von maassgebender Seite empfohlen wird, aber es bleibt misstrauisch gegen dieselbe und wird in diesem Misstrauen bestärkt, wenn sich in einzelnen Fällen, gleichviel aus welchen Gründen, der verheissene Schutz nicht sicher erfüllt. Ein solcher Fall — und stände er auch noch so vereinzelt da — geht schnell von Mund zu Mund, und bleibt lange Jahre im Gedächtniss, während man diejenigen, wo der fragliche Schutz eingetroffen ist, nicht so unmittelbar erkennt, oder leichter wieder vergisst. Ich erwähnte bereits, dass in Folge des Blitzschlags an der Kirche zu Garding die Bewohner eines grösseren Districtes ihre Blitzableiter wieder zerstörten. Wie viele neue Anlagen aber mögen in Folge dieses einen Falles unterblieben sein! Ist dem aber so, und erheischt zugleich das Interesse jener Körperschaften, dass die Blitzableiter sich vermehren, anstatt

sich zu vermindern, so wäre es folgerichtig, wenn auch von dieser Seite aus entsprechende Maassnahmen für die Controlle solcher Anlagen getroffen würden. Es ist gewiss anerkennenswerth, dass manche Feuerversicherungs-Societäten der Vermehrung der Blitzableiter dadurch Vorschub leisten, dass sie eine Vergütung für dieselben gewähren, aber mehr noch würde wohl in diesem Sinne erreicht, wenn dahin gewirkt würde, dass jene allemal einen sichern Schutz gewähren. Bisher freilich stehn dergleichen Maassnahmen noch sehr vereinzelt da; und in meinem engeren Vaterlande weiss ich nur, dass eine solche innerhalb der Grenzen Schlesweg-Holsteins versucht ist.

Wie sehr aber im Allgemeinen eine zeitweise Controlle der Blitzableiter Bedürfniss ist, glaube ich am besten zu zeigen, wenn ich mittheile, was ich hierüber aus eigener Erfahrung weiss. Ich untersuchte im vorigen Sommer 4—500 verschiedene Anlagen, von welchen die Hälfte wohl schon seit länger als zehn Jahren bestand. Bei dieser letztern Hälfte fehlten fast überall die Erdplatten, und bei vielen war die Leitung gar nicht bis ins Grundwasser geführt. Etwa funfzehn fand ich, bei welchen der Drath nur wenige Centimeter in die Erde reichte, und vielleicht eben so viele, wo er oberhalb der Erde abgerissen war. Bei neueren Anlagen waren zwar meistens Platten vorhanden, aber sie waren in vielen Fällen zweifellos zu klein. Neuere Anlagen waren ferner dadurch häufig fehlerhaft, dass der Drath zu dünn, zu straff gespannt, zu scharf gebogen oder durch seine Befestigungsstücke beschädigt war. Bei der Mehrzahl aller Anlagen war zu schablonenmässig verfahren; es waren die grade vorliegenden Verhältnisse zu wenig beachtet. Alles in Allem genommen liess sich kaum von der Hälfte der Anlagen behaupten, dass sie unter allen Umständen einen sichern Schutz bieten würden.

Wenn man die Frage stellt, wie oft wohl ein Blitzableiter gründlich zu prüfen sei, so meine ich, dass Solches etwa von zehn zu zehn Jahren geschehn müsse. Hierbei setze ich voraus, dass nicht grössere bauliche Veränderungen getroffen werden, dass nicht Gas- oder Wasserleitung oder

ein Brunnen ins Gebäude eingeführt wird. Ich setze zugleich voraus, dass jeder Inhaber eines Blitzableiters die etwa leichter einer Beschädigung zugänglichen Theile selbst häufiger untersucht. Wäre es anders, so könnte die in Rede stehende Prüfung schon in kürzeren Zwischenräumen nothwendig sein.

Wenn man die Frage stellt, welchem Berufe die Prüfung der Blitzableiter wohl am nächsten liege, so lässt sich nicht verkennen, dass es derjenige der Blitzableiterfabrikanten selbst ist. Es lässt sich jedoch andererseits nicht verkennen, dass es einen gewissen Widerspruch in sich schliesst, wenn man seine eigne oder die Arbeit eines Concurrenten prüfen soll. Zum wenigsten lassen sich Verhältnisse denken, in welchen eine anderweitige Prüfung richtiger erscheint. Hiernach wären gewiss die Baubeflissenen die nächsten, weil sie am besten mit der Einrichtung der Gebäude vertraut sind, oder die Lehrer, sofern sie sich für Naturwissenschaft interessiren, weil das vorliegende Feld zu eben dieser Wissenschaft gehört. Ich zweifle auch nicht, dass aus letzteren Berufsklassen in jedem Districte eine Persönlichkeit zu finden sei, welche sich jener Aufgabe gern als einer Nebenbeschäftigung unterzöge.

Endlich kann ich nicht unterlassen, mich über eine gewisse Prüfung der Blitzableiter, welche fasst zur Modesache geworden ist, in tadelndem Sinne zu äussern. Ich meine, dass es verkehrt ist, wenn der Fabrikant seine eigne Arbeit kurz nach ihrer Fertigstellung mit Hülfe des galvanischen Stromes prüft. Ich meine auch, dass der Inhaber des Blitzableiters einer solchen Prüfung durchaus keinen Werth beilegen kann. Denn abgesehen davon, dass eine galvanische Prüfung überhaupt nur sehr wenig über die Tauglichkeit einer Anlage entscheidet, hat sie zu solcher Zeit in den Händen desselben Fabrikanten, welcher die Anlage geschaffen, auch gar keinen Zweck. Das Wenige, was jene ihm anzeigen kann, muss dieser viel besser aus eigener Anschauung wissen, und er könnte höchstens in seinem Urtheile zweifelhaft werden, wenn das Resultat der Prüfung seinen Erwartungen nicht entspräche.

Nach welchem Maassstabe zu prüfen ist.

Was den Maassstab betrifft, nach welchem man eine fertige Anlage zu prüfen hat, so muss ich im grossen Ganzen auf das verweisen, was ich über die Herstellung derselben gesagt. Ich muss jedoch an die Benutzung dieses Maassstabes einige Bemerkungen knüpfen, muss auch das Frühere noch nach einer bestimmten Seite hin ergänzen.

Wer einen Blitzableiter prüft, hat einen etwas andern Standpunkt, als derjenige, unter dessen Händen ein solcher entsteht; er hat wenigstens einen andern, wenn die Prüfung jenes Ziel verfolgt, welches im vorigen Kapitel angedeutet ist.

Der Fabrikant hat neben der Sicherheit, welche die Anlage bieten soll, zugleich den Kostenpunkt zu berücksichtigen, soweit er berücksichtigt werden darf. Dem Prüfenden kann es gleich sein, wie theuer die Anlage ist; er hat einfach zu entscheiden, ob sie sicher genug sei. Der Fabrikant muss danach streben, soweit er sich im Einvernehmen mit dem Besitzer weiss, dass die Anlage auch möglichst lange wirkungsfähig bleibt. Der Prüfende muss dieselbe für genügend erklären, falls sie für den Augenblick, oder voraussichtlich bis zur nächsten Prüfung genügt. Der Fabrikant hat zu sorgen, dass die Anlage nicht das Gebäude bloss, sondern sich selbst auch — die Spitze ausgenommen — vor der Wirkung des Blitzes schützt. Der Prüfende kann in die Lage kommen, dass er nur den ersteren Schutz zu erwägen hat, falls Solches seiner Instruction oder dem Willen des Besitzers entspräche. Der Fabrikant muss Manches zu erreichen suchen, weil er es mit leichter Mühe erreichen kann, wenn es auch nicht durchaus nöthig, sondern nur wünschenswerth erscheint. Der Prüfende muss sich für befriedigt erklären, wenn er erreicht sieht, was durchaus nöthig ist, da eine spätere Ergänzung, wenn bloss wünschenswerth, den Kosten nur selten entspricht.

Um das Letztere zu würdigen, vergegenwärtige man sich die Arbeit, welche Dies oder Jenes vor und nach Fertigstellung der Anlage bedingen würde. Wie leicht ist manche

Verlöthung, solange die Leitung noch auf der Erde ist, und wie schwer, wenn sich dieselbe bereits in grösserer Höhe befindet! Wie leicht ist manche Befestigung, solange wir die nöthigen Hilfsmittel zur Hand haben, und wie schwer, wenn dieselben erst aus grösserer Ferne zu beschaffen sind! Wie leicht ist es, manche Leitung an einer bestimmten Stelle zu befestigen, und wie schwer, die bereits befestigte nach einer andern Stelle zu verlegen!

Der Prüfende hat also weniger das womöglich noch Erreichbare, als vielmehr das allenfalls noch Zulässige als Maassstab zu betrachten. Legte er einen andern Maassstab an, so könnte er vielleicht unnöthige Kosten verursachen, oder dem Besitzer möglicherweise die ganze Anlage verleiden. Solches dürfte aber weder im Interesse des Einzelnen, noch in jenem der früher bezeichneten Körperschaften liegen. Hiernach würde ich für mein Theil, wenn ich eine Blitzableiter-Anlage zu prüfen hätte, im Allgemeinen nach folgenden Grundsätzen verfahren. Ich liesse jede Spitze gelten, wenn sie scharf zugespitzt wäre, jede Auffangstange, wenn sie annähernd den früheren Regeln entspräche, jede Leitung, wenn sie die unten bezeichnete Stärke hätte, wenn sie keine Lücke zeigte und sonst den früheren Regeln genügte, jede Platte, wenn auch aus Eisen, wenn sie die früher bezeichnete Grösse und Lage hätte, jede sonstige Verbindung mit dem Blitzableiter, wenn sie annähernd beschaffen, wie angegeben ist. So würde ich wenigstens in der Mehrzahl der Fälle verfahren, d. h. überall, wo das Gebäude nicht besondere Anziehungspunkte böte, und überall, wo nicht der Besitzer der Anlage ausdrücklich eine möglichst strenge Beurtheilung wünschte.

Was die Stärke der Leitungen betrifft, so liesse ich jeden massiven Kupferdrath gelten, wäre er auch 1 Millimeter dünner, als früher vorgeschlagen ist, weil für jene Vorschläge, wie ich speciell bemerkte, zum Theil die grössere Dauer der Anlage maassgebend war. Ich liesse also einen Drath, wo er nach Früherem eine Dicke von 6—10 Millimeter beansprucht, passiren, wo er nur 5—9 Millimeter dick wäre, vorausgesetzt, dass an dieser Dicke keine namhafte

Oxüdschicht theil hätte, dass die Anlage etwa erst seit 8 Jahren bestände.

Wer aber Blitzableiter prüft, begegnet selten massivem Kupferdrath und wird demselben auch künftig noch nicht sehr häufig begegnen. Er muss daher auch über die sonst gebräuchlichen Leitungen soweit informirt sein, dass er weiss, in welcher Stärke dieselben genügen.

Es wäre einfach, wenn man sich in Anbetracht dieser Frage allein nach der galvanischen Leitungsfähigkeit richten könnte. Dieselbe verhält sich bei gleichen Stoffen, wie der Querschnitt des betreffenden Stückes, und bei verschiedenen sonst wie das specifische Leistungsvermögen derselben. Das Letztere ist für Eisen 5—6 mal so gering, als für Kupfer, und andre Stoffe bedürfen wohl kaum einer Erwähnung. Hiernach würde, wo ein massiver Kupferdrath eine Dicke von 5—9 Millimeter bedarf, ein massiver Eisendrath eine solche von 11—21 Millimeter bedürfen. Ein 1 Millimeter dicker Kupferstreifen müsste unter denselben Verhältnissen 19—63 Millimeter breit und ein Eisenstreifen bei derselben Breite 5—6 Millimeter dick sein. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass sich die Elektrizität, wo sie sich in längern Funken entladet, mehr nahe der Oberfläche, als in der Mitte der Stücke bewegt, und dass sie alsdann einen um so grösseren Widerstand findet, je kleiner diese Oberfläche bei sonst gleicher Beschaffenheit ist. Hiernach würde es sich in unsrem Falle nicht um die galvanische Leitungsfähigkeit allein, sondern ausserdem noch um die Dicken- oder Breitendimensionen handeln, und hiernach würden die eben gegebenen Zahlen dann theilweise zu verkleinern sein. Ich für mein Theil liesse für 5—9 Millimeter starke Kupferdräthe 9—19 Millimeter dicke Eisendräthe gelten, desgleichen auch für Streifen entsprechend kleinere Dimensionen, wenn sie wenig gestückt und noch wenig von der Witterung angegangen wären.

Der Werth geflochtener Leitungen ist kaum nach dem Durchmesser des Ganzen, vielmehr nach der Dicke und Zahl der Einzeldräthe zu schätzen. Der Gesamtquerschnitt, nach welchem sich die galvanische Leitungsfähigkeit ergäbe,

würde hier gleich der Summe der Querschnitte der Einzeldrähte sein. Es mag zum Anhalt dienen, dass hiernach ein 5 Millimeter dicker Drath etwa mit fünfundzwanzig 1 Millimeter dicken gleichwerthig ist, desgleichen mit eilf von $1\frac{1}{2}$, desgleichen mit sechs bis sieben von 2 Millimeter Dicke. Dies jedoch nur, solange sie neu sind. Bei mehr und mehr vorgeschrittener Oxydation ist ein Drathseil um so weniger werth, aus je mehr Strähnen dasselbe besteht. Vielleicht dient es auch zum Anhalt, wenn ich hinzufüge, dass jedes Drathseil um so weniger werth ist, je mehr Strähnen es bei gleichem Durchmesser enthält. Die solchergestalt nach der galvanischen Leitungsfähigkeit zu bestimmenden Dimensionen dürften übrigens für den vorliegenden Fall eher zu klein, als zu gross bemessen sein, da die Begünstigung, welche die elektrische Bewegung sonst durch den vergrößerten Durchmesser des Ganzen erfahren möchte, durch die Beschränkung dieser Bewegung auf bestimmte und vielfach gekrümmte Linien mehr als aufgewogen sein mag.

Nach welcher Methode zu prüfen ist.

Wie der Fabrikant, welchem die Anfertigung eines Blitzableiters übertragen ist, bevor er seine Dispositionen trifft, vor Allem an Ort und Stelle erscheinen muss, so muss, wer ein Urtheil über eine bestehende Anlage fällen will, dieselbe vor Allem persönlich besichtigen. Ich meine hiermit, dass eine Prüfung aus der Ferne nach eingezogenen Berichten kaum statthaft ist. Denn solche Berichte sind erfahrungsgemäss nie ganz erschöpfend und können es nicht sein, wenn der Absender sie auch nach ganz bestimmten Fragen formulirte. Ein einziger Blick sagt mehr, als Seiten voller Worte, und er sagt oft, was sich überhaupt nicht in Worten ausdrücken lässt. Ich erwähne dies, weil ich aus eigener Erfahrung weiss, wie leicht man nach eingezogenen Berichten in der fraglichen Sache irrt.

Wer an Ort und Stelle ein Urtheil über die Tauglichkeit

einer Anlage fällen will, hat zunächst Alles zu untersuchen, was der Fabrikant vor Beginn seiner Arbeit untersuchen muss. Er hat ausser den Dimensionen des Gebäudes seine äussere und innere Einrichtung zu berücksichtigen in besonderer Erwägung der verschiedenen metallischen Theile, ferner die leitenden Beziehungen dieser zum Erdinnern und zur Erdoberfläche, endlich die leitende Beschaffenheit der Erde in grösserer oder geringerer Entfernung. Grenzte das Gebäude an ein andres, so wären die eben genannten Punkte auch für das letztere mehr oder weniger sorgfältig zu erwägen.

Alles das wird man freilich nicht immer mit eignen Augen prüfen können, man wird sich häufig auf die Aussagen Anderer verlassen müssen. Wie wüsste man z. B. sonst, wenn man nicht zufällig in der trockensten Jahreszeit zugegen wäre, wie für diese Jahreszeit der Wasserstand in diesem oder jenem Brunnen sei? Oder wie wüsste man z. B. sonst, ob ein Dach ganz oder nur stückweise mit Drath durchzogen wäre, da man doch unmöglich das ganze Dach mit den Händen untersuchen kann? Hierin liegt auch nichts Bedenkliches, wenn man nur die Glaubwürdigkeit der Aussagen prüft, indem man thunlichst die Aussagen verschiedener Personen mit einander vergleicht. Denn man kann doch unmöglich annehmen, dass man absichtlich in einer Sache getäuscht wird, wo das Interesse jedes Einzelnen gegen eine solche Täuschung spricht.

Man wird jedoch Manches nicht sehn und über Manches Nichts erfahren, wenn man nicht von vorneherein einige Kenntniss in der Einrichtung der Gebäude hat. Man muss z. B. wissen, dass jede Gipsdecke mit Drath durchzogen ist, und dass die Dräthe so laufen, wie in dem darüber befindlichen Raume die Bohlen, dass die Mühlenflügel, wo sie mit Windklappen ausgerüstet sind, zur Stellung derselben eiserner Stangen bedürfen, dass man in Kirchen, wo neben der Stundenglocke keine andre Glocke besteht, zur eventuellen Abstellung des Hammers meist eine längere Drathleitung verwendet, dass die Leitstange, welche das Uhrwerk mit dem Zifferblatt verbindet, meist ihrer hölzernen Umkleidung halber unsichtbar ist. Man muss ferner, bevor man an einem bestimmten Orte prüft, im Allgemeinen wissen, ob man diese

oder jene Einrichtung hier eher zu erwarten hat, ob es z. B. Mode ist, mehr äussere oder innere Pumpen zu haben, oder die Strohbedachung durch Drath oder durch sonstige Mittel zu befestigen.

Erst nachdem man solcher Gestalt einen Überblick über die baulichen und örtlichen Verhältnisse gewonnen, kann man sich die Frage vorlegen, ob die Anlage solchen Verhältnissen entspricht. Eine Ausnahme von dieser Regel würde bei Kirchthürmen zu machen sein, oder allgemein dort, wo man hochgelegene Theile eines Gebäudes besteigen muss. Hier spart man Zeit, wenn man neben jenen Theilen zugleich die nahe gelegenen Stücke des Blitzableiters untersucht.

Was nun die letztere Untersuchung des Weiteren anlangt, so verfährt man im Allgemeinen am richtigsten, wenn man zunächst diejenigen Punkte erwägt, deren etwa nöthige Änderung am ehesten den ganzen Bestand der Anlage gefährden würde. Denn wäre wirklich eine Änderung nöthig, so würde alsdann häufig die Erwägung weiterer Punkte überflüssig sein.

Hiernach frage man sich zunächst, ob Länge, Zahl und Vertheilung der Auffangstangen, ob Dicke, Zahl und Vertheilung der Leitungen eine richtige ist. Über die Mehrzahl dieser Punkte kann das Auge ohne Weiteres entscheiden, und es wird um so sicherer entscheiden, je häufiger es bereits in ähnlichen Fällen entschied. Ich bemerke jedoch, dass man die Länge der Auffangstangen nicht anders, als aus grösserer Ferne schätzen darf, da senkrechte Stücke, wenn sie hoch gelegen sind, aus der Nähe von unten betrachtet, wesentlich verkürzt erscheinen. Um die Dicke der Leitungen festzustellen, bedarf es ferner eines geeigneten Messinstruments. Am besten ist ein solches mit gegen einander verschiebbaren Backen, zwischen welche das fragliche Stück eingeklemmt wird. Es ist selbstverständlich, dass man bei etwa unebner Oberfläche nicht grade an den hervortretendsten Punkten misst, und dass man auch etwaige Überzüge, seien sie von Farbe, seien sie von Rost, in Abrechnung bringt. Bei einem Drathseile würde man womöglich Dicke und Zahl der Einzeldräthe zu bestimmen haben, was freilich sehr oft nicht angehn mag.

Die Messung des Gesamtdurchmessers aber könnte nur den nöthigen Anhalt bieten, wenn man die Gebräuche des Fabrikanten kennt, oder sonst eine grosse Erfahrung in der Sache hat.

Hiernach frage man sich, ob die sonstige Beschaffenheit der Spitzen, der Auffangstangen, der Leitungen eine statthafte ist, und ob auch die erforderlichen Stücke des Gebäudes mit dem Blitzableiter regelrecht verbunden sind. Für solche Untersuchung muss man vor Allem ein gutes Fernrohr besitzen, da man die Leitung nicht überall mit den Händen verfolgen kann, und bei diesem kommt es wesentlich auf eine grosse Lichtstärke an, weil man im Schatten gelegene Theile sonst doch nicht deutlich erkennt. Will man mit dem Fernrohre Dimensionen schätzen, so muss man die Stücke, wo sie sich befinden, mit andern vergleichen, deren Dimensionen man kennt, oder an einer leichter zugänglichen Stelle bestimmen kann. Will man die Schärfe einer Spitze richtig beurtheilen, so ist es jedoch nothwendig, dass man aus Erfahrung weiss, wie eine vollkommen scharfe Spitze in demselben Fernrohr bei annähernd gleicher Entfernung erscheint. Ferner thut man gut, sowohl die Spitze, als andre zu prüfende Stücke, zumal bei verschiedenartiger Beleuchtung von verschiedenen Seiten aus zu beobachten. Auch wird der Standpunkt nicht immer auf der Erde, sondern häufig besser in grösserer Höhe des Gebäudes zu wählen sein. In allen Fällen, wo man den Zusammenhang einer Leitung durch das Fernrohr nicht constatiren kann, ist es dringend wünschenswerth, dass man sich auf andre Weise von diesem Zusammenhange überzeugt. Hierbei kann es nöthig sein, dass man das Gebäude mit Hülfe von Leitern besteigt, sei es, um aus grösser Nähe zu beobachten, sei es, um eine galvanische Prüfung zu ermöglichen. Eine galvanische Prüfung wird jedoch unter Umständen auch zu verwenden sein, ohne dass man das Gebäude grade äusserlich besteigt. An einzelnen Orten, z. B. dicht unterhalb der Bedachung der Kirchthürme, kann man den fraglichen Zusammenhang zuweilen von innen heraus mit Hülfe der Finger constatiren. An andere Orten, z. B. an oder oberhalb der Bedachung der Kirchthürme, würde

er, wenn nicht mit dem Fernrohr, nur nach sehr kostspieligen Zurüstungen zu constatiren sein.

Endlich suche man sich zu vergewissern, ob eine Erdplatte vorhanden, ob sie gross genug ist, ob sie feucht genug liegt. Läuft die Leitung in einen Brunnen oder ein sonstiges Gewässer, so kann man sich von dem Vorhandensein der Platte leicht durch den Augenschein überzeugen. Läuft die Leitung in Erde, so erkennt man den Mangel jener häufig daran, dass die Leitung, wenn man sie ein wenig zu heben sucht, sich dieser Bewegung leicht fügt. Sonst genügen, bei ältern Anlagen wenigstens, auch häufig schon einige Spatenstiche, um das unterste Ende der Leitung aufzudecken. Wo dies Alles nicht zulässig oder nicht ausreichend ist, um die obigen Fragen hinreichend sicher zu entscheiden, wird man am weitesten kommen, wenn man sich Zeugen verschafft, welche bei der Legung der Leitung zugegen waren. Beim Graben der Grube werden meistens Leute aus demselben Orte benutzt, und diese werden am besten über die fraglichen Punkte orientirt sein. Auch hier ist es jedoch wesentlich, dass man namentlich rücksichtlich der Plattengrösse, welche sich weniger dem Gedächtnisse einprägt, die Aussagen verschiedener Personen mit einander vergleicht. Ist auch dieser Weg ausgeschlossen, oder das Resultat nicht genügend sicher, so bleibt nur noch der Versuch einer galvanischen Prüfung übrig, denn eine tief reichende Leitung auszugraben würde sich jedenfalls nicht empfehlen, da dies annähernd so viel kosten würde, als eine neue Leitung zu legen.

Es ist selbstverständlich, dass der Prüfende zuweilen in seiner Arbeit der Unterstützung Anderer bedarf, wenn sich die Prüfung, zumal die galvanische Prüfung nicht ausserordentlich in die Länge ziehn soll.

Über den Werth der galvanischen Prüfung.

Es ist gewiss eine lobenswerthe Eigenschaft eines Blitzableiters, dass sich alle Theile der Leitung im Zusammenhange befinden. Gleichwohl kann ein Mangel im Zusammen-

hange unter Umständen andern Fehlern gegenüber sehr unbedeutend erscheinen. Für gewöhnlich wird dies auch in Wirklichkeit so sein, da den meisten sonstigen Fehlern der Anlagen gegenüber Lücken, welche höchstens 1 Millimeter gross sind, wie man deren am häufigsten trifft, mehr oder weniger verschwinden. Ich zum wenigsten hätte lieber eine solche Lücke in einer Anlage, als eine Auffangstange, welche zu tief ins Gebäude reichte, als einen Drath, welcher nicht von der Stange an gleich abwärts ginge, oder scharfe Biegungen hätte, oder etwa einen Klingelzug berührte. Ich hätte lieber eine Lücke, und wäre sie auch ein gut Theil grösser, als eine Leitung, welche einem Hauptanziehungspunkte abgewandt verlief, oder nicht zur Gasleitung ginge, wenn solche in meinem Hause, oder ohne Platte oder nicht tief genug in die Erde reichte. Würde ich anders urtheilen, so würde ich eine Lücke zu sehr nach dem schätzen, was sie für die galvanische Elektrizität ist. Ich würde vergessen, dass, wenn auch letztere kaum den hundertsten Theil eines Millimeters überspringen kann, die atmosphärische doch erfahrungsgemäss Hunderte von Metern überspringt. Ich würde aber auch sonst den Character der beiden Elektrizitäten, wie solcher bereits früher gekennzeichnet wurde, mit einander verwechseln. Hiermit sage ich nicht, dass, falls ich eine solche Lücke wüsste, ich dieselbe in einer Anlage bestehen lassen würde.

Ist eine 1 Millimeter grosse Lücke schon unbedeutend den meisten sonstigen Fehlern gegenüber, so wird eine hundertmal kleinere noch unbedeutender sein. Um eine solche handelt es sich jedoch meistens nur, falls metallische Stücke nicht anders, als durch eine Oxüdschicht von einander getrennt sind. Auch ist eine solche Schicht für die atmosphärische Elektrizität nur noch theilweise eine Lücke, da sie für diese zu den sogenannten Halbleitern gehört. Hiermit sage ich nicht, dass ich eine solche Lücke, falls ich sie in einer Anlage wüsste, allemal bestehen lassen würde.

Betrachten wir hiernach, was die galvanische Prüfung einer Blitzableiter-Anlage für Vortheile gewährt.

Die galvanische Prüfung des oberirdischen Theils sagt Nichts über alle sonstigen Fehler der Anlage, wie

sie eben berührt und früher ausführlich besprochen sind, sagt ferner Nichts über die Stärke der Leitung innerhalb desjenigen Spielraums, welcher hier allein in Frage kommen kann, sagt endlich Nichts darüber, ob sich die an einander gesetzten Stücke in wenigen, oder in vielen Punkten berühren. Die galvanische Prüfung sagt einzig und allein, ob sich in der Leitung irgend eine Lücke befindet, wobei selbige Lücke ebenso gut den hundertsten Theil eines Millimeters, als Hundert Millimeter gross sein kann.

Hieraus folgt, dass man den oberirdischen Theil einer Anlage am sichersten mit den Augen prüft und dass man nur hinsichtlich des Zusammenhanges der Leitung unter Umständen besser der galvanischen Prüfung vertraut. Zeigte diese alsdann keine Lücke an, so könnte man mit diesem Resultat zufrieden sein. Zeigte sie eine solche an, so würde womöglich nachzuforschen sein, an welcher Stelle und wie gross dieselbe wäre.

Die galvanische Prüfung des unterirdischen Theils sagt Nichts über die sonstigen Fehler der Anlage, Nichts über die Stärke und Führung der Leitung, Nichts darüber, ob die richtige Stelle der Erde gewählt ist. Sie sagt auch Nichts darüber, ob sich in der Leitung eine Lücke befindet, wenn man nicht zufällig weiss, dass jene nicht in absolut trockner Erde liegt. Die galvanische Prüfung sagt nur, ob irgend wo ein grösserer Widerstand vorhanden ist, ein grösserer etwa, als die Sicherheit der Anlage gestattet, aber auch dies nur bestimmt, wenn man neben jener Prüfung noch andre Verhältnisse, namentlich Boden- oder Witterungsverhältnisse in Betracht zieht. Sie sagt also nichts Gewisses über das Vorhandensein einer Platte, noch über deren Grösse, noch über deren Lage. Man kann jedoch, wenn man Einzelnes über diese Verhältnisse weiss, über das Andre doch einen gewissen Anhalt gewinnen.

Hieraus folgt, dass man auch den unterirdischen Theil einer Anlage am sichersten mit den Augen oder nach Zeugenaussagen prüft und dass man, falls man sich an die galvanische Prüfung wendet, dieselbe nicht für sich allein betrachten darf.

Wollte man einfach wissen, ob die ganze Erdleitung genügt, so könnte man sich am ehesten mit dem Resultat derselben begnügen; wollte man jedoch über Einzelheiten urtheilen, so würde man sich anderswo weitere Stützen suchen müssen.

Bei der galvanischen Prüfung wird also nur sehr wenig gewonnen, und es würde noch weniger gewonnen, wollte man den oberirdischen zugleich mit dem unterirdischen Theile prüfen. Bei 200 oberirdischen Prüfungen fand ich nur etwa in fünf, bei 300 unterirdischen nur etwa in dreissig Fällen mehr, als ich auf andre Weise ergründen konnte. In vielen Fällen aber würde ich mich groben Täuschungen hingegen haben, wenn ich nur nach dem Resultat dieser Prüfung geurtheilt hätte. Die galvanische Prüfung erfordert daneben viel Zeit, und, wenn sie Werth haben soll, verhältnissmässig theure Apparate. Es kommt aber auch vor, dass eine galvanische Prüfung namentlich des unterirdischen Theils der Anlage gar nicht ausführbar ist.

Nach Alledem möchte man sich mit Recht darüber wundern, dass der galvanischen Prüfung bisher ein so grosser Werth beigelegt ist, und dies nicht bloss von Seiten mancher Gelehrten, sondern ebenso — und vielleicht mehr noch — von Seiten der Fabrikanten. Ich weiss wenigstens, dass in Lehrbüchern der Physik, wo es sich um die Prüfung der Blitzableiter handelt, fasst ausschliesslich der galvanischen Prüfung gedacht wird. Ich weiss auch, dass man sich in der Wirklichkeit — soweit meine Erfahrung reicht — meist mit dieser Prüfung begnügt. Aller Wahrscheinlichkeit nach hatten auch die Blitzableiter am Schulhause zu Elmshorn und an der Kirche zu Garding die galvanische Prüfung bestanden, was natürlich aber nicht verhindern konnte, dass der Blitz die ihnen unterstellten Gebäude beschädigte. Ich weiss übrigens, dass die galvanische Prüfung auch besondere Verehrer in den Besitzern der Blitzableiter findet, weil mir von dieser Seite oft genug vorgehalten wurde, die Anlage sei galvanisch geprüft, und müsse daher genügen.

Die Überschätzung der galvanischen Prüfung erklärt sich jedoch, wenn man bedenkt, wie oft noch heutigen Tages der Blitz nach galvanischem Maasse

gemessen wird, was sich auch darin documentirt, dass man die galvanische Isolirungsweise nachahmt, dass man nur dann von einer „Verbindung“ spricht, wenn sich Stücke metallisch berühren. Ich gedenke hierbei einer Entgegnung, welche mir vor längerer Zeit zutheil wurde, als ich, einen Blitzfall besprechend, jenes Wort in einem etwas andern Sinne gebrauchte. Die Wissenschaft steht freilich heutigen Tages auf diesem Standpunkte nicht mehr, aber von manchen ihrer Anhänger wird derselbe noch immer vertreten.

Trotzdem behält die galvanische Prüfung doch einen gewissen Werth, und sie soll deshalb im folgenden Kapitel ausführlich besprochen werden.

Über die Methode der galvanischen Prüfung.

Für die galvanische Prüfung bedarf es vor Allem eines galvanischen Elementes, eines Galvanometers und langer kupferner Dräthe. Daneben aber ist, zumal rücksichtlich des unterirdischen Theiles der Anlage, wenn die Prüfung von Nutzen sein soll, noch besonders ein sogenannter Widerstandskasten nöthig.

Das Element eignet sich um so besser, je constanter es wirkt; aber eine constante Wirkung ist hier schwer zu erreichen. Man muss nämlich darauf gefasst sein, dass das Element sammt den andern Apparaten, da sie mit Dräthen verbunden werden, welche mehr oder weniger die Passage sperren, öfter heruntergerissen wird. Der Gebrauch von Salpetersäure ist daher kaum statthaft, man könnte statt deren eher Kupfervitriol oder doppelt-chromsaures Kali benutzen. Man wird aber lieber die Anwendung zweier Flüssigkeiten vermeiden, da man so das Element eher schliessen und weniger zerbrechlich machen kann. Ein Element mit einer Flüssigkeit ist zwar sehr wenig constant, aber wenn man die nöthigen Versuche schnell anzustellen weiss, wird man doch mit einem solchen reichen. Auf die Stromstärke kommt es weniger an, aber angenehm ist es, wenn sich die-

selbe variiren lässt, um die Einwirkung auf das Galvanometer bis zu einem gewissen Grade in der Hand zu haben. Das Element muss aus letzterem Grunde womöglich so beschaffen sein, dass man das eine Metall mehr oder weniger tief in die Flüssigkeit senken kann. Ich habe längere Zeit mit Vortheil ein kleines Element benutzt, dessen Hülle ein bis auf zwei obere Öffnungen geschlossenes Hartgummikästchen war (Fig. 24). In der einen sass eine Klemme fest, welche mit einer Kohlenplatte communicirte. In der andern war ein Zinkstab auf einfache Weise verschiebbar. Die letztere Öffnung wurde für gewöhnlich durch einen Gummistöpsel verschlossen, um der Flüssigkeit während der Reise den Austritt zu verwehren. Als solche benutzte ich eine Mischung aus doppelt-chromsaurem Kali und verdünnter Schwefelsäure, der noch etwas schwefelsaures Queksilberoxyd beigefügt war. Ich bemerke hierzu, dass die Wirkung kurz nach Schluss der Kette anfänglich einwenig ansteigt, bevor sie successive fällt.

Das Galvanometer (Fig. 25) eignet sich um so besser, je leichter die Nadel beweglich ist, während der Grad ihrer Magnetisirung und die Zahl der Drathwindungen eine geringere Rolle spielt. Denn es handelt sich hier weniger darum, einen möglichst grossen Ausschlag, als vielmehr unter sonst gleichen Verhältnissen allemal denselben Ausschlag zu gewinnen. Die Nadel darf jedoch nur auf einer Spitze schwingen, eine subtile Aufhängung wäre nicht angebracht, da Alles, wie bemerkt, häufiger eine Reihe von Stössen vertragen muss. Eine grössere Länge der Nadel ist deshalb erwünscht, damit man genauer beobachten kann, eine solche hat jedoch den Übelstand, dass die Nadel verhältnissmässig langsam schwingt. Um die Schwingungen am besten abzukürzen, muss die Arretirung alsdann so beschaffen sein, dass man die Nadel schon durch den Druck eines Fingers in ihrem Laufe unterbrechen kann. Gestattet die Arretirung diese Vergünstigung nicht, so wäre — wo eine schnellere Beobachtung Bedürfniss ist — ein kleiner Magnetstab, mit dem man geschickt manipulirt, als Aushilfe zu verwenden. Um das Galvanometer allemal so zu richten, dass die Nadel in horizontaler Ebene schwingt, bedarf es dreier gegen die Unterlage wirkenden — am besten

zugespitzten --- Schrauben. Alsdann bedarf es für dessen Aufstellung aber keines weiteren Stativs, da, wo ein Blitzableiter zu prüfen, auch stets ein Tisch vorhanden, oder wenigstens aus nächster Nähe zu beschaffen ist. Ich bemerke noch, dass man grössere Ausschläge als 50—60° besser vermeidet, soweit man den Einfluss verschiedenartiger Verhältnisse mit einander vergleichen will, weil sich die Nadel bei geringerer Abweichung von ihrer normalen Stellung der eventuellen Einwirkung gefügiger zeigt. Ferner bemerke ich, dass man sich nicht wundern darf, wenn sich der Magnetismus der Nadel unter der Wirkung des galvanischen Stromes allmählig ändert, desgleichen nicht über einen gewöhnlichen Fehler solcher Apparate, wonach der Ausschlag in der einen Richtung von dem in der andern ein wenig differirt.

Für die Dräthe, deren man bedarf, um einerseits verschiedene Punkte des Blitzableiters, andererseits einen Punkt dieses und zugleich einen Punkt der Erde mit gedachten Apparaten zu verbinden, ist vor Allem eine besondere Vorrichtung nöthig, welche das Auf- und Abwickeln jener in geeignetster Weise gestattet. Denn wo es sich um die Bewältigung von Hunderten von Metern handelt, ist — wenn man seine Zeit ausnutzen will — die grösste Bequemlichkeit geboten, und um so mehr, als man häufig während der Arbeit von Regen oder von Gewittern befallen wird. Ich bediente mich für diesen Zweck einer Rolle (Fig. 26), welche in einem Kasten lief, wovon der Deckel und eine Längsseite, um den Drath bequemer passiren zu lassen, fehlte; oder ich hatte vielmehr zwei solcher Vorrichtungen zur Verfügung, um mit Hülfe Andrer schneller operiren zu können. Ausserdem war der Raum einer jeden Rolle der bessern Sonderung verschiedener Dräthe halber mit Unterabtheilungen versehen. Der Durchmesser des Cylinders betrug 16 Centimeter; bei einem kleineren würde der Drath eine zu scharfe Biegung erfahren haben. Die hervortretenden vertikalen Wände waren in vielen Punkten durchbohrt; hier galt es beim Aufwickeln die Enden zu befestigen. Die Axe endlich war mit einer Kurbel versehen, welche nach Bedürfniss auch leicht zu entfernen war. Die Drathstärke betreffend, rathe ich im Allgemeinen nicht,

Dräthe über $1\frac{1}{2}$ und unter 1 Millimeter Dicke zu verwenden. Eine grössere Stärke würde der Handhabung willen sehr unbequem werden. Eine geringere könnte die Versuche ungenau machen, oder andernfalls zur Bedingung haben, dass der Widerstand des benutzten Stückes festgestellt würde. Das Letztere wäre jedoch umständlich, da es alsdann häufiger geschehn müsste, weil man an verschiedenen Orten auch meistens verschiedener Stücke bedarf. Man möchte freilich glauben, dass, wofern nur die ursprüngliche Länge eine genügende wäre, man diese Länge ein für allemal unverändert lassen könnte. Man könnte dies wohl, aber man wird im Allgemeinen doch nicht so verfahren, da man allemal froh ist, wenn man nicht mehr auf- und abzuwickeln braucht, als der betreffende Fall grade erfordert. Übrigens müsste man auch bei demselben Stücke den Widerstand doch wiederholt bestimmen, soweit man von der Bestimmung nicht ganz Abstand nehmen dürfte, da der Widerstand in Folge der unausgesetzten Auf- und Abwickelungen allmählig geändert wird. Überspinnene Dräthe bieten zwar manche Bequemlichkeit, trotzdem empfehle ich sie nicht, weil sie sehr viel theurer sind, und die im Gebrauch befindliche Menge, weil sie mehr und mehr zerschnitten und immer steifer wird, doch bald der Erneuerung bedarf. Übrigens nutzt sich der Überzug auch sehr leicht ab, da er während des Auf- und Abwickelns fortgesetzt auf der Erde schleifen muss, und ist zuweilen auch unbequem, da er manchen Schmutz mit sich schleppt, der weniger leicht an anderem Drahte haftet. Ich bemerke noch, dass man, behufs der Stückung von Dräthen, die zuvor blank geschabten Enden, wofern man ein sicheres Resultat erwartet, mindestens, 3 Centimeter lang fest an einander drehen muss.

Die bisher genannten Hilfsmittel reichen wohl aus, um zu erkennen, ob in der oberirdischen Leitung eine Lücke sei, sie reichen aber nicht aus, um den Widerstand zu schätzen, welchen der galvanische Strom in dieser oder in der unterirdischen Leitung findet. Man möchte auf den ersten Blick glauben, und Mancher, der eine solche Prüfung anstellt, glaubt es auch wirklich, dass der grössere oder geringere Ausschlag der Nadel an und für sich schon entscheidend genug sei.

Solches ist jedoch nicht der Fall, wenn man auch sonst dieselben Apparate gebrauchen wollte, weil der Ausschlag wohl mit jenem Widerstande, aber in einem ganz andern Verhältnisse, als dieser, abnimmt, ferner, weil die Apparate, mögen sie auch äusserlich dieselben bleiben, sich doch ihrer inneren Natur nach in Stunden, ja schon in Minuten verändern. Es bleibt deshalb kein andres Mittel übrig, als einen bestimmten Ausschlag, welchen man erhält, wenn der Strom die Anlage passirt, unmittelbar darauf nach Ausschluss dieser, ohne dass sonst Etwas geändert würde, von Neuem durch Einschaltung eines bekannten Widerstandes zu erzeugen. Man weiss dann, dass der fragliche Widerstand gleich dem bekannten ist, weil beide unter sonst gleichen Verhältnissen dieselbe Wirkung äusserten. Da aber der fragliche Widerstand sehr verschieden sein kann, so muss man auch sehr verschiedene bekannte Widerstände zur Verfügung haben, und dies ist der Grund, weshalb man einen sogenannten Widerstandskasten braucht (Fig. 27). In einem solchen sind eine Reihe von Widerständen in Form dünner Dräthe vorhanden, und ist die Einrichtung getroffen, dass man sie nach und nach durch Ausziehen von Metallstöpseln in den Kreis des Stromes schalten kann. Sind alle Stöpsel an ihrer Stelle, so wäre der Widerstand des Widerstandkastens = 0, sind einige ausgezogen, so ist er gleich der Summe der betreffenden Ortes verzeichneten Zahlen. Diese Zahlen beziehen sich auf eine bestimmte Einheit, neuerdings allgemein auf die sogenannte Siemens'sche Einheit, deren Werth für den vorliegenden Fall gleichgültig ist, wenn man nur weiss, wie viele solcher Einheiten man zulassen darf.

Ausser dem Genannten braucht man noch einige andre Gegenstände. Erstens muss man kurze Dräthe haben, um die Apparate mit einander zu verbinden. Hierfür eignen sich solche in Spiralforn am besten, weil sie weniger steif und auch der Länge nach gefügiger sind. Zweitens ist für die Prüfung des unterirdischen Theils als Abschluss des einen Versuchsdrathes eine grössere Platte erforderlich, oder besser deren zwei, eine aus Kupfer, eine aus Eisen, die man je nach Bedürfniss abwechselnd verwendet. Ich rathe solche Platte bei

beliebiger Dicke etwa $\frac{1}{4}$ Quadratmeter gross und der grösseren Bequemlichkeit halber in Cylinderform zu gebrauchen. Ferner bedarf es noch womöglich einer besonderen Ausschaltungs-Vorrichtung (Fig. 28), eines kleinen Magnetes, wozu man auch ein magnetisirtes Messer gebrauchen kann, oder statt jenes vielleicht besser einer Stromwendevorrichtung, endlich einer kleinen schweren, am einfachsten aus Eisen bestehenden Kugel.

Bei der Verpackung aller dieser Gegenstände muss darauf Rücksicht genommen werden, dass man oft in der Lage ist, mit einem Wagen fürlieb nehmen zu müssen, welcher nicht auf Federn ruht.

Um die oberirdische Leitung ganz oder innerhalb gewisser Grenzen zu prüfen, handelt es sich zunächst darum, den einen Versuchsdrath an einer mehr oder weniger hoch gelegenen Stelle zu befestigen. Die Auffangstange selbst braucht natürlich nicht geprüft zu werden; auch ihre Verbindung mit der Spitze zu prüfen ist ziemlich zwecklos. Wollte man dies, so würde man hierzu noch einer weiteren Vorrichtung bedürfen; und, wäre die Spitze eine Nadel, so würde sie bei dieser Gelegenheit leicht verbogen werden. Die häufig gefundene Verbiegung solcher Nadeln, welche Mancher dem Blitz zuschreibt, dürfte meistens auf solche Weise entstanden sein. Hiernach brauchte man höchstens die Befestigungsstelle der eigentlichen Leitung zu überschreiten, was natürlich auch nicht immer nöthig und unter gewissen Verhältnissen auch nicht zu erreichen ist. Um den Drath bis zu der fraglichen Stelle hin auszuspannen, nimmt man entweder gleich das dort zu befestigende Ende mit; oder man nimmt die ganze Drathrolle mit, indem man sich den Kasten um den Leib schnallt, und lässt oben mit Hülfe der gedachten Kugel das nöthige Ende ablaufen. Unter Umständen kann es aber geeigneter sein, falls man eine besondere Bindfadenrolle zur Verfügung hat, erst einen Bindfaden ablaufen zu lassen und an diesem das fragliche Drathende in die Höhe zu ziehn. Hierauf handelt es sich darum, den andern Versuchsdrath an einer tiefer gelegenen Stelle zu befestigen, welche man je nach Bedürfniss in grösserer oder geringerer Nähe der Erde

wählt. Ein bequemerer Verfahren ergibt sich, falls zwei Leitungen mit einander in Verbindung stehn, wobei man noch den Vortheil hat, dass man beide Leitungen gleichzeitig prüfen kann. Man braucht alsdann nur beide Versuchsdräthe an niederen Punkten beider Leitungen zu befestigen, um alles höher Gelegene sammt der Verbindung in den Kreis des Stromes zu ziehn. Dies Verfahren würde wenigstens ausreichen, falls die fragliche Verbindung eine Verbindung der Auffangstangen wäre, und sich im Zusammenhange des Ganzen keine Lücke erkennen liesse. Im letzten Falle würde man zur Aufsuchung der Lücke doch wie bei einer einzelnen Leitung verfahren d. h. den einen Drath an einer hoch gelegnen Stelle befestigen müssen. Sind mehr als zwei Leitungen mit einander verbunden, so untersucht man je zwei und zwei nach einander, wobei man jedoch den einen Drath, sofern sich keine Lücke zeigt, stets an derselben Stelle lassen kann. Ist der Zusammenhang zwischen einer Leitung und einem metallischen Stücke des Gebäudes zu prüfen, so ist der eine Drath irgendwo an jener, der andre irgendwo an diesem zu befestigen. Hiermit reicht man, sofern sich keine Lücke zeigt, oder sofern man weiss, dass nicht innerhalb der Theile selbst eine solche vorhanden ist. Sonst würde man die Dräthe möglichst nahe der Verbindungsstelle zu befestigen haben. In den wenigsten Fällen wird übrigens der Strom die verschiedenen Stücke einer Regenrinne und nicht in allen diejenigen einer Gas- oder Wasserleitungsröhre passiren. Die Befestigung geschieht so, dass man zuvor die in Betracht kommenden Oberflächen genügend blank schabt, den Drath mehrmals fest um das fragliche Stück herum schlingt und eine Drelirung bewirkt.

Die noch freien Enden der beiden Versuchsdräthe würden hierauf mit den Apparaten, und diese zugleich mit einander zu verbinden sein. In welcher Reihenfolge dies geschieht, ist vollkommen gleichgültig, wenn der Strom nur die Versuchsdräthe und zugleich alle Apparate passirt. Man könnte also etwa das freie Ende des unteren Versuchsdrathes zunächst mit der einen Klemme des Elementes, hierauf die andre Klemme dieses mit der einen Klemme des Galvano-

meters, hierauf die andre Klemme dieses mit der einen Klemme des Widerstandskastens oder — falls man des letzteren nicht benöthigt wäre — mit dem freien Ende des oberen Versuchsdrathes verbinden (Fig. 29). Eines Stromwenders bedarf man jedenfalls für die Prüfung der oberirdischen Leitung nicht, ich will jedoch gleich an dieser Stelle bemerken, wie man bei Einschaltung eines solchen verfährt. Ein Stromwender hat nämlich vier Klemmen, deren beziehungsweise Zusammengehörigkeit man leicht durch die gesonderte Stellung erkennt. Man verfährt nun am besten so, dass man die beiden Klemmen des Elementes mit zwei zusammengehörigen Klemmen des Stromwenders verbindet und die andern Klemmen desselben Apparats rücksichtlich der weiteren Verbindung so betrachtet, als ob sie die Klemmen des Elementes wären (Fig. 30).

Bevor jedoch die Kette geschlossen d. h. die eben gedachte Verbindung vervollständigt ist, muss das Galvanometer allemal so gestellt werden, dass die Nadel nach den Nullpunkten der Theilung zeigt. Schliesst man die Kette alsdann, so wird die Nadel eine Ablenkung erfahren, falls in der Leitung keine Lücke vorhanden ist. So wird es wenigstens geschehn, soweit die Witterung trocken, und soweit nicht das Gebäude noch von früherem Regen durchnässt ist. Zum wenigsten dürfte man sich, soweit dies beides nicht der Fall, mit dem fraglichen Ausschlage zufrieden geben, da eine etwaige Lücke, wenn solche wirklich existirte, dann doch höchstens in einer sehr dünnen Oxüdschicht bestände. Bei Regenwetter jedoch, oder falls das Gebäude noch von Regen durchnässt ist, kann auch bei grösserer Lücke ein Ausschlag der Nadel erfolgen, sei es, dass eine Wasserschicht die von einander getrennten Stücke verbände, sei es, dass das Gebäude selbst theilweise als Leiter zu betrachten wäre. Unter solcher Voraussetzung muss dann genauer festgestellt werden, ob der fragliche Ausschlag wirklich einen metallischen Zusammenhang der Leitung bedeutet. Dies geschieht, indem wir ihn mit demjenigen Ausschlage vergleichen, welcher erfolgt, wenn wir beide Versuchsdräthe durch einen kurzen andern Drath überbrücken. Denn hierdurch schliessen wir die zu prüfende Leitung aus und stellen eine andre her,

welche sicher ohne jede Lücke ist. Sie ist freilich kürzer, als die frühere, und deshalb wird der Ausschlag auch allemal wachsen, aber doch wenig, kaum merklich, falls nicht in jener wirklich eine Lücke vorhanden war. Will man gedachte Ausschliessung möglichst schnell und sicher ausführen, so ist es zweckmässig, wenn man hierzu eine besondere Vorrichtung verwendet (Fig. 28), bestehend in zwei Klemmen, welche mit jenen Drätlien communiciren und mit einander durch einen Stöpsel in Verbindung gesetzt werden können. Will man genauer den Widerstand feststellen, welchen der Strom aus irgend welchen Gründen in der Leitung findet, so muss man unter Einschaltung des Widerstandskastens so verfahren, wie unten angegeben ist. Hierfür mag als Anhalt dienen, dass der Widerstand einer ganz guten Leitung für sich allein noch keine Siemens'sche Einheit betragen darf.

Um die unterirdische Leitung zu prüfen, d. h. den gesammten Widerstand zu ergründen, welchen einmal die Leitung selbst, dann die Erde in grösserer oder geringerer Nähe der Leitung bietet, handelt es sich zunächst darum, den einen Versuchsdrath nebst früher erwähnter Platte nach einem Brunnen oder grösseren Gewässer zu führen. An Stelle des letzteren genügt auch ein Graben, wenn er mit einem grösseren Gewässer communicirt und selbst nicht zu wasserarm ist, während ein Teich, wenn er klein ist und für sich allein besteht, im Ganzen besser vermieden wird. Wäre das Alles nicht erreichbar, aber wäre zufällig eine metallische Pumpe oder Gas- oder Wasserleitung vorhanden, welche nicht bereits mit der Leitung in Verbindung ständen, so könnte man den Drath allenfalls auch zu diesen Stücken führen, dürfte das Resultat der Prüfung aber nur gelten lassen, falls sich ein geringer Widerstand ergäbe. Denn ergäbe sich ein grösserer, so könnte derselbe auch dadurch bedingt sein, dass jene Stücke, wie bereits früher hervorgehoben, der vorliegenden Prüfungsweise nicht entsprechen. Verkehrt wäre es natürlich, wenn es sich um eine metallische Pumpe handelte, und man den Drath nicht möglichst an der unterirdischen Saugröhre befestigen wollte. Denn die Kolbenröhre ist von dieser meist durch eine Lederscheibe getrennt, und nur wenige ver-

rostete Schrauben pflegen den Zusammenhang zu vermitteln. Wo auch solche Stücke unerreichbar, wäre eine Prüfung nicht anders möglich, als wenn man sich mit Hülfe eines Bohrers Zugang zum Grundwasser verschaffen wollte. Dies hört sich jedoch leichter an, wie es ist, da man ohne sehr umständliche Vorrichtungen nur wenige Meter tief und nur bis auf eine durchlässige Sandschicht bohren kann. Im letzteren Falle mag man freilich einigermaassen auskommen, wenn man die in das Loch versenkte Platte während der Prüfung künstlich unter Wasser erhält. Im Allgemeinen aber ist es richtiger, dass die Prüfung unterbleibt, wo man die Platte nicht ohne Weiteres in Wasser versenken kann, weil abgesehen von der grösseren Umständlichkeit das Resultat auch weniger zuverlässig ist. Andererseits würde, da ein längeres Stück feuchter Erde bei den hier in Betracht kommenden Dimensionen den Widerstand nicht vermehrt, eine grössere Entfernung der Versenkungsstelle für das Resultat an und für sich nicht nachtheilig sein. Man würde nur betreffenden Falls denjenigen Widerstand, welchen die vergrösserte Drahtlänge bedingen würde, in Abzug bringen müssen. Der andere Versuchsdraht muss an der oberirdischen Leitung befestigt werden, oder kann an derselben befestigt bleiben, wie man ihn für die Prüfung dieser Leitung benutzte. Unter Umständen jedoch kann es erwünscht sein, denselben möglichst tief, ja bedingungsweise noch unterhalb der Erde zu befestigen. Für das Resultat der Untersuchung ist es nämlich von Wichtigkeit, dass man von vorneherein jede Lücke auszuschliessen sucht; und bei älteren Leitungen aus Eisendrath sind erfahrungsgemäss Lücken sehr häufig dicht unterhalb der Erde. Hier hat man den oberirdischen Theil mit dem unterirdischen verkettet und meist solchergestalt, dass der Strom die Stelle nicht passirt. Bei Kupferstreifen findet man auch sonst solche Stellen häufiger, aber leicht auch eine dicht unterhalb der Erde. Man hätte also bei dergleichen Leitungen womöglich hiernach zu forschen und demgemäss die Befestigungsstelle zu wählen.

Die Verbindung der noch freien Drahtenden mit den Apparaten und dieser unter sich kann bleiben, wie sie

war, nur dass man in diesem Falle nothwendig den Widerstandskasten mit einschalten muss (Fig. 31).

Wird die Kette geschlossen, so ist es ein äusserst seltner Fall, dass die Nadel gar keine Abweichung zeigt, denn, ist auch in der Leitung eine Lücke vorhanden, so wirkt doch noch meist der oberhalb derselben befindliche Theil. Gar keine Abweichung erfolgt, wenn entweder die Leitung ganz, oder der oberhalb einer Lücke befindliche Theil in absolut trockner Erde liegt. Diesem Falle bin ich überhaupt nur dreimal begegnet, und zwar in Zeiten, wo tagelang kein Regen gefallen war. In gebirgiger Gegend und nach längerer Dürre mag sich derselbe jedoch immerhin häufiger ereignen. Hieraus folgt aber zugleich, dass man nie mit Sicherheit weiss, ob ein gefundener grösserer Widerstand nicht einer Lücke zu verdanken ist, und dass, soweit man hiervon nicht absehen kann, man überhaupt keinen Überblick über die sonstige Beschaffenheit der Leitung gewinnt. Man mag jedoch im Allgemeinen annehmen dürfen, dass die Mehrzahl der Leitungen — ausgenommen Kupferstreifen und gewisse eiserne — in der Erde ohne Lücke sind; und, dies vorausgesetzt, wäre alsdann der fragliche Widerstand nur noch durch die Grösse der Platte und ihre mehr oder weniger feuchte Lage bedingt. Wie gewinnt man aber einen Überblick, welcher von diesen beiden Factoren die Schuld an einem etwaigen grösseren Widerstande trägt? Durch die galvanische Prüfung allein nicht, aber durch gleichzeitige Erwägung der Boden- und Witterungsverhältnisse, der Gebräuche bekannter Fabrikanten und dessen, was man über die Versenkung der Leitung erfährt. Gesetzt, man fände in einer Marschgegend, oder nach anhaltend feuchter Witterung einen grossen Widerstand, so dürfte man annehmen, dass die Platte klein oder gar nicht vorhanden sei. Gesetzt, man fände einen grossen Widerstand, wüsste aber, dass der Fabrikant nur grosse Platten gebrauche, so dürfte man schliessen, dass die Platte nicht feucht genug liege. Gesetzt, man fände einen kleinen Widerstand, erführe aber, dass gar nicht bis ins Grundwasser gegraben sei, und es wäre nicht anhaltend Regen gefallen, so dürfte man eine grosse Platte voraussetzen. Alles dies jedoch ist mehr oder weniger trüge-

risch und, wo nicht mehrere Gründe für dieselbe Sache sprechen, wird man gut thun, lieber gar kein specielles Urtheil zu fällen. Man wird sich einfach damit begnügen, den Gesamtwiderstand zu constatiren und hiernach zu urtheilen, ob die Leitung einer Abänderung bedürfe.

Um den Gesamtwiderstand zu constatiren, merke man sich zunächst genau die Abweichung der Nadel; hierauf überbrücke man beide Versuchsdräthe und ziehe aus dem Widerstandskasten soviel Stöpsel aus, dass genau wieder dieselbe Abweichung erfolgt; hierauf summire man die betreffenden Ortes verzeichneten Zahlen. Hat man Übung, so dauert diese ganze Operation nur wenige Sekunden, und während dieser Zeit bleibt auch ein weniger constantes Element noch immer constant. Braucht man längere Zeit, so überzeuge man sich zur grösseren Sicherheit noch einmal, ob man unter den ersteren Bedingungen noch denselben Ausschlag erhält. Hat man verhältnissmässig lange oder dünne Versuchsdräthe benutzen müssen, so bestimme man ihren Widerstand nachträglich, und ziehe ihn von dem gefundenen Widerstande ab. Man bestimmt ihren Widerstand, indem man ihre respectiven Enden, welche mit der Platte und der Leitung verbunden waren, mit einander verbindet und hierauf auf obige Weise verfährt.

Nach der bisher beschriebenen Methode muss man den Widerstandskasten nothwendig zur Hand haben. Derselbe könnte jedoch für einen bestimmten Ausflug einmal vergessen sein. Oder man könnte ihn im Falle von Regenwetter nicht gern der Gefahr des Verderbens aussetzen wollen. Alsdann verzeichne man am Versuchsorte die ursprüngliche Abweichung und diejenige, welche erfolgt, wenn man die Versuchsdräthe überbrückt. Zu Hause angekommen aber suche man, nur das Galvanometer und den Widerstandskasten einschaltend, durch Verschiebung des Zinkstabes zunächst wieder die letztere Abweichung zu gewinnen und schalte hierauf soviel Widerstand ein, dass die Nadel die erstere Abweichung zeigt. Dabei muss man freilich voraussetzen, dass sich der Magnetismus nicht geändert hat, und da diese Voraussetzung nicht immer zutrifft, so mag man höchstens ausnahmsweise so verfahren.

Um nach dem so gefundenen Widerstande ein Urtheil

über die Tauglichkeit der Leitung fällen zu können, muss man wissen, wie gross eine solcher überhaupt zulässig ist. Soweit meine Erfahrung reicht, lässt sich bei Anwendung einer $\frac{1}{2}$ Quadratmeter grossen Platte erreichen, dass der Widerstand nicht mehr als 30 Siemens'sche Einheiten beträgt. Fände man einen grösseren Widerstand, so dürfte also wohl anzunehmen sein, dass die Platte nicht gross genug sei, oder dass sie nicht feucht genug liege. Gleichwohl würde ich, falls ich eine Anlage prüfte, einen Widerstand bis zu 40 Siemens'schen Einheiten passiren lassen, da man gewisser unbestimmbarer Bodenverhältnisse halber nicht allzu sehr an den erwarteten Zahlen hängen darf. Auf Prüfungsreisen wird man jedoch viel grössere Widerstände finden, zumal bei Anlagen aus früherer Zeit, und ganz besonders grosse, wo zugleich das Grundwasser tief steht, oder wo man nach regenlosen Tagen revidirt. Ich fand von dreihundert Anlagen wenige, wo der Widerstand nur 40, die Hälfte etwa, wo er 50—80 Siemens'sche Einheiten betrug; in hundert Fällen schwankte er zwischen 80 und 200, in manchen stieg er bis zur Zahl 500 hinauf. Alles dies jedoch bezieht sich nur auf den Widerstand von Leitungen, welche für sich bestehn, welche nicht mit einander communiciren. Communiciren sie mit einander, so darf der Widerstand einer jeden sovielmal grösser sein, als ihre Anzahl ergibt. Communicirten z. B. zwei, so könnte man jeder allenfalls 80, communicirten drei, allenfalls 120 Siemens'sche Einheiten gestatten. Der gemeinsame Widerstand würde in beiden Fällen nämlich, annäherungsweise wenigstens, der Zahl 40 entsprechen. Man könnte daher auch der Bequemlichkeit halber mehrere solche Leitungen auf einmal prüfen, weil im Wesentlichen doch nur ihr gemeinsamer Widerstand in Betracht kommt. Man könnte es wenigstens, wo man voraussetzen dürfte, dass die Beschaffenheit aller, der Hauptsache nach, dieselbe sei.

Rücksichtlich der Bestimmung des Widerstandes sind noch für einen gewissen Umstand besondere Maassnahmen zu treffen, wenn man nicht einen Fehler begehen will. Dieser Umstand besteht darin, dass die Leitung des Blitzableiters in ihrer Verbindung mit der Versuchsplatte

selbst einen galvanischen Strom erzeugt. Auch dieser Strom wird auf die Magnetnadel wirken, und der erste Ausschlag also nicht auf Rechnung des Elementes allein zu stellen sein. Nachher jedoch, wo wir die Versuchsdräthe überbrücken und denselben Ausschlag von Neuem erzeugen, fällt jener Strom fort; und doch bedürfen wir hinsichtlich dessen, was die Nadel bewegt, derselben Verhältnisse, wenn wir den einen mit dem andern Widerstande vergleichen wollen. Es handelt sich also darum, jenen Strom entweder gar nicht entstehen zu lassen, oder seine Wirkung in irgend einer Weise zu eliminiren. Ich will jedoch gleich bemerken, dass Beides überhaupt nur näherungsweise erreichbar ist. Um den Strom möglichst gar nicht entstehen zu lassen, wende man bei einer eisernen Leitung eine eiserne, bei einer kupfernen eine kupferne Versuchsplatte an. Ein schwacher Strom entsteht freilich dennoch, weil beide Metalle, sei es ihrer Masse, sei es ihrer Oberfläche, sei es ihrer Umgebung nach, doch immer verschieden sind. Derselbe verschwindet jedoch bald ganz, wie man leicht erkennt, wenn man das Galvanometer mit Ausschluss des Elementes zwischen beide Versuchsdräthe schaltet. Aber auch ein stärkerer Strom ist nicht bleibend, nur dass man eine grössere Zahl von Minuten zu warten hat, wobei selbstverständlich die fragliche Kette constant geschlossen bleiben muss; und hat man keine entsprechende Versuchsplatte, oder fehlen die weiteren Hilfsmittel, so kann man sich dieses Verfahrens auch immer bedienen. Sonst lege man einen kleinen Magnetstab, dem Galvanometer nicht zu nahe, so, dass sich die Nadel wieder auf den Nullpunkt stellt und hebe ihn erst fort, nachdem man die erste Abweichung der Nadel in gewohnter Weise beobachtet hat. Oder man schalte gleich anfangs einen Stromwender ein (Fig. 30), dergestalt, wie es früher beschrieben wurde, und bestimme die erste Abweichung dadurch, dass man das Mittel aus zwei Abweichungen nach entgegengesetzten Seiten nimmt.

Rücksichtlich des Urtheils, welches man nach der Bestimmung des Widerstandes fällt, darf man die sonstigen obwaltenden Verhältnisse nicht unbeachtet lassen. Ein kleiner Widerstand könnte z. B. trügerisch sein, wenn er nach anhaltendem Regen bei sehr durchlässigem Boden gefunden würde.

Ich habe unter solchen Verhältnissen öfter kleine Widerstände gefunden, wo ich zugleich erfuhr, dass die Platte gar nicht im Grundwasser lag. Auch fand ich einmal nach einem Regentage einen sehr kleinen Widerstand bei einem langen Kupferstreifen, welcher dicht unter der Erdoberfläche lag. Jene Zahl, welche ich gab, um die Grenze des noch Zulässigen zu bezeichnen, kann daher auch nur als ungefährender Anhalt dienen. Sie mag nach längerem Regen zu verkleinern, nach längerer Dürre zu vergrössern sein. Am sichersten aber urtheilt man, wenn man das, was man findet, zugleich mit dem vergleicht, was man durch Zeugenaussagen erfährt.

Ich möchte nicht unterlassen, noch einer besonderen Einrichtung zu gedenken, welche die in Rede befindliche Prüfung mit betrifft, und welche sich bei neueren Anlagen häufiger findet. Es ist ein dünner Drath, welcher mit der Platte in Verbindung stehen, und neben der Leitung, diese nicht berührend, bis an die Erdoberfläche reichen soll. Wer bestimmt wüsste, dass der Drath diesen beiden Bedingungen entspräche, der könnte mit Hülfe dieser Einrichtung sicher wenigstens über den Zusammenhang der Leitung entscheiden. Der Fabrikant selbst mag wohl wissen, dass der Drath die Leitung nicht berührt, und er weiss dann, falls der Strom passirt, dass Alles noch in guter Ordnung ist. Passirte der Strom nicht, so könnte er freilich auch nicht wissen, ob die Lücke im Drathe oder in der Leitung zu suchen sei. Ein Fremder aber weiss weder das Eine, noch das Andre; und für ihn hat also die fragliche Einrichtung kaum irgend welchen Werth.

Nach dem Gesagten empfiehlt es sich wohl, dass Jeder, der sich einen Blitzableiter anschafft, bei Versenkung der Erdleitung möglichst anwesend sei und die Plattengrösse, worüber eine spätere Prüfung nur Wenig, und die Plattendicke, worüber sie gar Nichts sagt, nach genauem Maasse verzeichne.

Wie ein Blitzableiter eventuell zu verbessern ist.

Wer einen Blitzableiter prüft, wird gleichzeitig darüber zu bestimmen haben, wie derselbe zu verbessern sei, wenn er seinem Zwecke nicht entspricht. In sehr vielen Fällen wenigstens wäre die Prüfung vollkommen unnütz, wenn der Prüfende sich nur mit einer Beurtheilung begnügen wollte. Aber auch der Fabrikant, welcher einen Blitzableiter betreffenden Falls verbessern soll, muss wissen, wie er hierbei am richtigsten verfährt. Es mag daher, was ich im Folgenden sagen will, für beide Theile dieselbe Bedeutung haben.

Wer eine fertige Anlage richtig beurtheilt, braucht deshalb noch nicht zu wissen, wie sich ihre etwaigen Fehler am besten beseitigen lassen, da es jedenfalls leichter ist, Gutes zu schaffen, als Fehlerhaftes möglichst entsprechend zu verbessern. Freilich lassen sich hierfür am wenigsten umfassende Vorschriften geben, da zu der Mannigfaltigkeit aller sonstigen Verhältnisse hier noch die Mannigfaltigkeit der respectiven Anlagen tritt. Ich will es jedoch versuchen, verschiedene Regeln zu geben, welche unter gleichzeitiger Berücksichtigung des früher Gesagten einigen Anhalt bieten mögen.

Vor Allem bedenke man, dass eine durchgreifende Veränderung an bereits vorhandenen Stücken gewöhnlich ebensoviel kosten würde, als wenn man neue Stücke anlegen wollte, und bedenke zugleich, dass die vorhandenen, wenn sie auch nicht vollkommen genügen, doch gewöhnlich noch mehr oder weniger wirkungsfähig sind. Hieraus folgt, dass man überhaupt ein bestehendes Stück möglichst unverändert lassen und lieber durch Hinzufügung von Stücken ergänzen muss. Aber es ist klar, dass dies um so rathsamer ist, je mehr die Veränderung eines Stückes zugleich die Veränderung anderer Stücke bedingen würde. Von diesem Gesichtspunkte aus stelle ich die folgenden Regeln auf.

Genügt die Beschaffenheit einer Spitze nicht, und ist sie nicht abnehmbar, oder nicht leicht erreichbar, so suche man durch eine über das normale Maass hinausgehende Verbesserung der sonstigen Leitung dahin zu wirken, dass der Blitz sie doch sicher trifft.

Genügt die Höhe einer Auffangstange nicht, und ist sie, wenn auch erreichbar, so doch schwer abnehmbar, so verfähre man auf dieselbe Weise, oder lasse sie durch einen der Länge nach angelegten, entsprechend verketteten Eisenstab, soweit als möglich, erhöhen.

Genügt die Zahl der Auffangstangen nicht, so mögen die vorhandenen thunlichst verlängert, oder es mag eine neue, ohne jene zu verrücken, an eine entsprechende Stelle gesetzt werden.

Genügt die Lage oder sonstige Beschaffenheit einer Auffangstange nicht, so mag sie doch, wenn möglich, ungeändert bleiben, und dem Mangel lieber dadurch begegnet werden, dass man tiefer gelegenen Stücken eine um so grössere Aufmerksamkeit schenkt.

Genügt die Dicke einer Leitung nicht, so ordne man, falls zwei Auffangstangen vorhanden und noch unverbunden sind, eine Verbindung derselben an. Sonst lasse man von derselben Auffangstange eine zweite Leitung legen, unmittelbar neben jener, oder, wenn ein besseres Ziel erreichbar, mehr oder weniger von derselben getrennt.

Genügt die Zahl der Leitungen nicht, sei es, dass zwei Auffangstangen nur eine Leitung haben, sei es, dass verschiedene Seiten des Gebäudes deren mehr bedürfen, als vorhanden sind, so suche man die fehlenden, sofern eine Verbindung zweier Auffangstangen nicht mehr helfen kann, durch neue vollständige Leitungen, oder durch stückweise von Auffangstangen nach Regenrinnen hin zu ersetzen.

Genügt die Lage einer Leitung nicht, und ist sie der ganzen Länge nach verfehlt, so schreibe man, wenn auch hier die Verbindung zweier Auffangstangen überhaupt nicht zulässig, oder schon verbraucht ist, für den richtigen Weg eine zweite vollständige Leitung vor. Ist die Länge jedoch nur rücksichtlich des untern Theiles verfehlt, so lasse man

eine zweite kürzere Leitung nur von der fraglichen Höhe an verlaufen.

Ist eine Leitung rücksichtlich der Kürze des Weges schlecht geführt, und ist auch hier nicht, oder nicht mehr durch eine Verbindung zweier Auffangstangen zu helfen, so mag von dort an, wo der Fehler beginnt, eine zweite Leitung gelegt, oder, läge der Fehler in der Mitte, das betreffende Stück durch eine Zweigleitung überbrückt werden.

Ist eine Leitung in sofern mangelhaft, als sich an ihr oder an andern Stücken, welche mit ihr in Verbindung stehn, unzulässige Spitzen befinden, so mag, falls der Übelstand auf andre Weise schwer zu beseitigen ist, durch eine um soviel bessere Erdleitung dahin gewirkt werden, dass der Blitz die Leitung doch nicht verlässt.

Ist eine Leitung in sofern mangelhaft, als sie allzu scharfe Biegungen, als sie Lücken oder namhafte Beschädigungen zeigt, so mögen die fraglichen Stellen durch kurze Drathenden überbrückt, verstärkt, oder auf andre Weise ausgebessert werden.

Ist die Erdleitung verfehlt, weil die Leitung nicht nach der richtigen Stelle der Erde führt, oder nicht tief genug in letztere hineinreicht, oder eine zu kleine Platte besitzt, so sehe man, ob dieser Mangel durch eine Verbindung zweier Auffangstangen zu heben sei; wenn nicht, schreibe man eine zweite Erdleitung mit den ergänzenden Eigenschaften vor.

Ist nur die Platte nicht gross genug, und liegt diese in einem Brunnen oder sonstigen Gewässer, so dass man sie leicht erreichen kann, so lasse man sie durch Hinzufügung eines entsprechenden Stückes vergrössern, welches nicht — wie es wohl geschieht — der Leitung nebenbei anzuhängen, sondern mit der Platte zu verniethen ist.

Ist die Verbesserung der Erdleitung nothwendig, aber betreffenden Ortes schwer auszuführen, so suche man sich durch eine Verbindung mit Regenrinnen zu helfen. Sonst lasse man die Zahl der etwaigen Leitungen vermehren und diese möglichst verschiedene Seiten des Gebäudes berühren.

Fehlt eine nothwendige Verbindung zwischen dem Blitzableiter und andern Stücken, so ordne man dieselbe an, so

gut sie nach Lage der Dinge zu bewirken ist. Besteht jedoch eine Verbindung, welche im Allgemeinen besser fehlte, so lasse man sie, falls sie schwer zu beseitigen wäre, bestehn.

Hierzu bedarf es jedoch noch einer Ergänzung rücksichtlich der Frage, wieweit man die hinzuzufügenden Stücke aus Eisen oder Kupfer wählen darf. Es ist früher zwar vom Gebrauch des Eisens abgerathen worden, aber es ist zugleich hervorgehoben, dass Leitung und Platte aus gleichem Stoffe zu fertigen sei. Man würde also selbstverständlich einer eisernen Leitung, wo eine solche bestände, keine kupferne Platte zuertheilen dürfen. Allein es gilt mehr zu beachten, weil es sich in sehr vielen Fällen nicht bloss um eine Leitung, sondern zugleich um mehrere Leitungen handelt. Man darf aber auch nicht mehrere Leitungen, wenn sie mit einander in Verbindung stehn und alle in die Erde reichen, aus verschiedenem Stoffe bestehn lassen, zum wenigsten nicht, soweit sie das Grundwasser oder ein andres Gewässer oder constant feuchte Erde berühren. Es wäre also verkehrt, wenn man an eine bestehende Leitung von Eisen, welche tief in die Erde führte, eine gleich tief führende Zweigleitung aus Kupfer legen wollte. Desgleichen, wenn man mit derselben Auffangstange, welche bereits eine eiserne Leitung besässe, eine kupferne Leitung verbände. Desgleichen, wenn man eine kupferne Leitung wählte, welche durch eine Firstverbindung irgend wie mit einer eisernen Leitung in Verbindung stände. Sehr wohl jedoch dürfte dies Alles geschehn, wenn man nur den oberirdischen Theil aus Kupfer fertigen wollte. Auch wäre zwischen eisernen Leitungen sehr wohl eine kupferne Firstverbindung statthaft, und man dürfte eine solche vorziehn, weil sie das Auge weniger unangenehm berührt. Diese verschiedenen Eventualitäten brauchten früher nicht weiter erwogen zu werden, da man bei der Neuanlage eines Blitzableiters selbstverständlich verschiedene Leitungen nicht mit einander vermischt.

Ferner bedarf es noch einer Ergänzung rücksichtlich der Frage, wie stark eine Leitung zu wählen sei, welche zur Verstärkung einer andern dienen soll. Unter gewissen Verhältnissen kann man neben dieser Verstärkung als dem

Hauptzweck noch den Nebenzweck im Auge haben, dass sie auch einen etwas bessern Weg verfolge. Dann würde sie sich mehr oder weniger von der andern Leitung entfernen, und es würde zugleich anzunehmen sein, dass der Blitz sie bevorzugen würde. Unter solcher Voraussetzung möchte es gerathen sein, ihr diejenige Dicke zu geben, welche jeder andern Leitung unter sonst gleichen Verhältnissen entspräche. Dient sie jedoch nur zur Verstärkung, lässt man sie demgemäss dicht neben der andern laufen, zum wenigsten so weit, bis sie dem Auge verschwindet, so braucht sie, zumal, wenn man sie noch stellenweise mit jener verlöthet, in ihrer Stärke nur die dort fehlende Stärke zu ersetzen. Gesetzt z. B. ein Eisendrath wäre 9 Millimeter dick und seine Dicke müsste für einen bestimmten Fall 12 Millimeter betragen, so würde, dem fehlenden Querschnitt entsprechend, ein 8 Millimeter dicker zweiter Drath angemessen sein.

Endlich bedarf es noch einer Ergänzung rücksichtlich der Dicke neu anzulegender Eisenplatten, nicht ihrer Grösse, welche von der Grösse kupferner Platten nicht differirt. Es handelt sich hierbei um ihre grössere oder geringere Vergänglichkeit, und ich meine, wenn ich es auch nicht bestimmt weiss, dass dieselbe mindestens doppelt so gross, als diejenige kupferner Platten sei. Ich rathe demgemäss eine eiserne Platte mindestens 4 Millimeter dick zu wählen, wenn sie eine längere Reihe von Jahren ausreichen soll.

Die obigen Regeln dürften jedoch nicht immer an ihrer Stelle sein, weil bei gewissen Anlagen eine Änderung des Bestehenden weniger schwer ist. Hierin gehören jene Blitzableiter mit frei schwebenden Dräthen, zumal, wenn diesen die Platte fehlen sollte. Eine solche Leitung lässt sich mit grosser Bequemlichkeit von hier nach dort verlegen, und wäre ihr Fehler nur eine verkehrte Lage, so würde dieser so auf die beste Weise beseitigt.

Man würde jene Regeln aber auch deshalb zuweilen verlassen müssen, weil das Bestehende nicht immer erhaltenswerth ist. Einzelne Leitungen aus älterer Zeit werden schon, wenn man sie antrifft, vollständig werthlos sein; anderen wird man es ansehen, dass sie binnen wenigen

Jahren doch einer Erneuerung bedürften. Ich habe dergleichen gesehn aus Eisendrath, der kaum 4 Millimeter dick war, dergleichen aus Zinkstreifen von 1 Millimeter Dicke und 12 Millimeter Breite. In solchen Fällen mag höchstens die Auffangstange noch zu gebrauchen sein, aber auch diese wird man dann nöthigenfalls leicht aus ihrer Stelle verrücken können.

Ob unser Wissen bezüglich der Blitzableiter schon abgeschlossen ist.

In unserm Wissen von dem, wie ein Blitzableiter wirkt und wie er beschaffen sein muss, ist noch hie und da eine Lücke. Diese Lücken hindern uns zwar nicht, schon jetzt einen Blitzableiter allemal so zu fertigen, dass er sicher schützt. Aber sie hindern uns vielleicht, ihn allemal so zu fertigen, dass er nicht mehr, als grade nöthig, kostet. Wir verwenden vielleicht zu viel Mühe auf die Gestaltung der Spitzen; wir ziehn vielleicht die Grenzen des Schutzraumes allzu eng; wir sind vielleicht zu vorsichtig rücksichtlich der Beschaffenheit der Leitungen; wir überschätzen vielleicht den Erdwiderstand, vielleicht die Vergänglichkeit des Materials. Aber wir verfahren so, weil wir so verfahren müssen, bevor wir nach bestimmteren Anhaltspunkten urtheilen können, als wir deren zur Zeit besitzen.

Gedachte Lücken bedeuten, dass die Natur der Wolkenelectricität, dass die Eigenschaften des Blitzes noch nicht vollständig bekannt sind. Wir kennen sie nicht so, als wir die Natur einer andern Electricitätsart, als wir die Eigenschaften anderer elektrischer Funken kennen; und zwar deshalb nicht, weil wir die Wolkenelectricität nicht erzeugen, weil wir den Blitz nicht willkürlich unter willkürlich gewählten Bedingungen studiren können. Wir müssen uns in unsrer Forschung auf Schlüsse beschränken, welche wir aus dem ziehn, was wir selbst, oder was andre zufällig fanden; und dieser Weg der Forschung ist mehr oder weniger unsicher, und man schreitet auf demselben nur langsam vor. Ein einziges Ex-

periment kann oft eine Frage entscheiden, wenn es so an- gestellt wird, dass in demselben nur eine unbekannte Grösse vorhanden ist. Um dieselbe Frage auf dem Gebiete der Sta- tistik zu lösen, kann es möglicherweise jahrelanger Ermitte- lungen bedürfen.

Ich will nun nicht behaupten, dass es ganz unmög- lich sei, auch auf dem vorliegenden Gebiete den Weg des Experimentes zu beschreiten. Man könnte gewisse Vorrichtungen so aufstellen, dass sie häu- figer vom Blitze getroffen würden, man könnte sie so organisiren, dass man eine grössere Zahl unbe- kannter Grössen eliminirte. Solche Vorrichtungen könnten nebenbei zum Schütze eines Landes, eines Ortes dienen, insofern sie die Blitzgefahr überhaupt innerhalb gewisser Grenzen verringerten. Solche Vorrichtungen sind jedoch bisher nicht vorhanden, und sie werden auch in Zukunft nicht leicht vorhanden sein, wenn der Staat nicht vielleicht, um zugleich die Wissenschaft zu fördern, ihre Entstehung einmal begünstigen sollte.

Wir werden uns daher auch fernerhin zur Erweiterung unsrer Kenntnisse vorwiegend mit der Ermittlung und Vergleichung von Thatsachen begnügen müssen. Aber es wäre wünschenswerth, dass die Thatsachen gründ- licher verzeichnet, und dass mehr Thatsachen verzeichnet würden, als dies bisher wohl im Allgemeinen geschehn ist.

Ein Factum hat wenig Werth, wenn es aus seinem Zusammenhänge gerissen, wenn es seiner wichtigsten Nebenumstände entkleidet ist. Es nutzt nicht, zu wissen, dass eine Spitze in gewisser Zeit durch das St. Elmsfeuer eine gewisse Abstumpfung erlitt, wenn man sonst Nichts über die Spitze, über die Beschaffenheit der Ableitung, über die respective Häufigkeit der Gewitter erfährt. Es nutzt nicht, zu wissen, dass ein Blitz in gewisser Entfernung von einer Auffangstange fiel, welche eine gewisse Länge besass, wenn Nichts über die Beschaffenheit der Ab- leitung, über die sonstigen Anziehungspunkte des Gebäudes und der nächsten Erdoberfläche bekannt ist. Es nutzt nicht, zu wissen, dass der Blitz einen Drath von bestimmtem Ma-

terial und bestimmter Dicke schmelzte, wenn weitere Nachrichten über etwaige formelle Fehler des Drathes, über die Ableitung, über die Leitungsfähigkeit der Erdoberfläche fehlen. Es nutzt nicht, zu wissen, dass eine Platte von bestimmtem Stoff und bestimmter Dicke innerhalb einer Reihe von Jahren aufgezehrt wurde, wenn im Übrigen kein Aufschluss über ihre Umgebung, ihre Verbindungen, über die sonstige Beschaffenheit des Blitzableiters gegeben ist.

Ein Factum hat aber auch dann wenig Werth, wenn es für sich allein besteht, wenn wir es nicht mit andern ähnlichen vergleichen können. Der Grund ist, dass es sich hier um Effecte handelt, deren sämtliche Factoren gar nicht immer festzustellen sind. Gesetzt z. B. wir wüssten, dass eine bestimmte Leitung nicht geschmolzen sei, und kennten die Sachlage, soweit sie irdische Verhältnisse beträfe, ganz genau, so wüssten wir doch nicht, ob die Wolkenelectricität, welche sich entlud, die grösste war, welche sich unter denselben irdischen Verhältnissen überhaupt entladen kann. Ganz anders, wenn wir wüssten, dass in zwanzig verschiedenen Fällen eine gleiche Leitung unter annähernd gleichen irdischen Verhältnissen nicht geschmolzen sei. Wir dürften alsdann, wenn auch nicht mit voller Sicherheit, so doch mit grosser Wahrscheinlichkeit, den Schluss ziehn, dass die Stärke der Leitung unter selbigen Verhältnissen überhaupt genügt.

Von einer speciellen Behandlung aller noch nicht genügend aufgeklärten Punkte muss ich absehen. Sie würde mehr Raum beanspruchen, als es der Rahmen dieser Schrift gestattet. Da die Schmelzung von Leitungen aber ein besonderes Interesse beansprucht, so will ich genauer bezeichnen, was rücksichtlich einer solchen zu beachten wäre.

Vor Allem wäre anzugeben, ob eine geschmolzene Leitung für sich bestand, oder ob sie mit andern Leitungen verbunden war, im letzteren Falle auch, ob die geschmolzene Stelle oberhalb oder unterhalb der betreffenden Verbindung lag. Es wäre auch anzugeben, ob die Leitung einer Regenrinne nahe trat, oder ob der Blitz überhaupt nach einer solchen abgewichen ist, wobei wiederum festzustellen wäre, ob die

geschmolzene Stelle oberhalb oder unterhalb der eventuellen Abweichung lag.

Ferner würde der Metallgehalt der geschmolzenen Leitung und der mit dieser etwa verbundenen genau zu bestimmen sein, was bei einem Drathseile nur möglich, wenn man ein bestimmtes Stück von demselben abschnitt und neben der Länge dieses Stückes gleichzeitig das Gewicht desselben verzeichnete. Natürlich wäre auch anzugeben, aus welchem Materiale die Leitung bestand, ob sie an der fraglichen Stelle scharf gebogen, oder durch zu tief geschlagene Krampen beschädigt, ob sie hier vielleicht zusammengesetzt, und ob in Folge dessen vielleicht eine Lücke vorhanden war.

Desgleichen müsste, wenn auch nur nach Zeugenaussagen, constatirt werden, ob die geschmolzene Leitung und die etwa mit ihr verbundenen bis ins Grundwasser reichten, ob sie eine Platte besaßen und wie gross dieselbe etwa war. ob sie nach einer Gas- oder Wasserleitungsröhre führten, oder ob eine solche überhaupt in der Nähe des Gebäudes lag.

Auch müsste erwähnt werden, ob sich der fragliche Fall an einem besonders tief, oder besonders hoch gelegenen Orte ereignete, ob in der Nähe ein grösserer Fluss oder ein andres grösseres Gewässer vorhanden, ob die Oberfläche der Erde verhältnissmässig trocken, oder durch voraufgegangene reichliche Regengüsse getränkt war.

Endlich wäre, falls derselbe Blitz, wie es durchaus nicht ungewöhnlich ist, gleichzeitig in mehrere Auffangstangen gefallen wäre, auch dies nicht zu verschweigen und alsdann anzugeben, ob die betroffenen Auffangstangen mit einander in irgend einer Weise communicirten.

Ich schliesse diesen Abschnitt mit einer Bitte an Alle, welche Thatsachen über Blitzschläge, wenn auch ohne Bezug auf Blitzableiter verzeichnet haben. Ich bitte, falls sie hierfür keine bessere Verwendung wissen, mir solche gütigst zu eventuellem Gebrauche mittheilen zu wollen. Ich bemerke zugleich, dass mir alle Nachrichten willkommen sind, mögen sie auch weniger eingehend, wie angedeutet wurde, abgefasst sein.

Wo ein Blitzableiter am meisten Bedürfniss ist.

Wie die Blitzgefahr im Laufe der Zeit gewachsen, in welchen Ländern und Orten sie gegenwärtig am grössten ist, bei welcher Lage und Einrichtung der Gebäude man am ehesten einen Blitzschlag zu gewärtigen hat, das gedenke ich unter Benutzung des mir von verschiedenen Seiten gütigst dargereichten statistischen Materiales in einer besondern Broschüre zu behandeln. Andeutungen hierüber sind jedoch bereits gefallen; und ich möchte noch einige Bemerkungen hinzufügen, da diese in einer Schrift über Blitzableiter auch jedenfalls an ihrer Stelle sind.

Es galt wohl bisher ziemlich allgemein die Ansicht, dass eine Ortschaft, wenn sie hoch läge, besonders gefährdet sei. Nach meiner Erfahrung ist eher das Gegentheil der Fall, und was mir aus verschiedenen Ländern vorliegt, stimmt hiermit überein. Nach Letzterem ist die Blitzgefahr im Grossherzogthum Oldenburg fünfmal so gross, als im Grossherzogthum Sachsen, und ein ähnliches Verhältniss ergibt sich, wenn wir die Provinz Schleswig-Holstein mit der Provinz Hessen-Nassau vergleichen. In Schleswig-Holstein selbst aber ist die Blitzgefahr entschieden in den Marschdistricten am grössten. Ich glaube auch, dass die Blitze in den Niederungen im grossen Ganzen häufiger zünden, dass hier die Entladungen stärker sind, weil sich hier ein grösseres Stück der Erde entladet. Ich glaube auch, dass die Blitze häufiger und stärker an Orten sind, welche in der Nähe des Meeres, in der Nähe grösserer Gewässer liegen, und an Orten, welche Gas- oder Wasserleitung besitzen. In einem Lande ferner, welches viele Waldungen besitzt, dürften Blitze an bewohnten Orten weniger häufig fallen. Das Vorhandensein von Flüssen, Eisenbahnen, Telegraphenlinien dürfte für entferntere Orte ebenso die Blitzgefahr verringern.

Rücksichtlich der Gebäude selbst nahm man bisher gleichfalls an, dass sie an einer höhern Stelle einer Ortschaft eher gefährdet seien. Ich möchte hier wieder das Gegentheil

behaupten, was nach dem Obigen ja zu erwarten stand. Dem widerspricht nicht, dass ein Gebäude, welches hoch liegt und zugleich mit dem Grundwasser in guter Verbindung steht, am meisten gefährdet ist. Auch die Höhe der Gebäude an und für sich betrachtet ist nach meiner Ansicht nicht so wichtig, als man anzunehmen pflegt. Dem widerspricht nicht, dass ein hohes Gebäude, wenn es zugleich seiner innern Beschaffenheit nach ein guter Leiter ist, einen Blitzschlag am ehesten zu gewärtigen hat. Kirchen haben meist eine hohe Lage und ebenso eine grosse Höhe; aber sie werden nicht deshalb so häufig vom Blitz getroffen, sondern deshalb, weil gewöhnlich von der Spitze des Thurms bis nahe zur Erde ein Zusammenhang von Leitern besteht. Der Kirchthurm der Stadt Heide blieb Jahrhunderte lang — soviel mir bekannt — vom Blitze verschont, weil dieser Zusammenhang fehlte. Nachdem letzterer jedoch 1865 durch Tieferlegung des Uhrwerks geschaffen, war 1871 und 1872 schon je ein Blitzschlag zu verzeichnen. Überhaupt muss ich die leitende Beschaffenheit der Gebäude, wie bereits im Eingang dieser Schrift hervorgehoben, als den wichtigsten Factor bezeichnen, zumal, wenn leitende Stücke, wie innere Pumpen, wie Gas- oder Wasserleitungsröhren, zugleich mit der Erde in guter Verbindung stehn. Auch glaube ich nicht, dass bei solcher Beschaffenheit der Gebäude die Nähe von Bäumen einen wesentlichen Schutz gewährt. Ich glaube aber, dass Bäume, wenn sie unmittelbar neben dem Gebäude liegen, die Gefahr alsdann noch vergrössern können.

Dass isolirt liegende Gehöfte, isolirt liegende Gebäude eher vom Blitze getroffen werden, als andre, ist hinlänglich bekannt, desgleichen, dass eine Zündung am ehesten erfolgt, wenn das Gebäude ein Strohdach oder zündbare Waarenvorräthe besitzt.

Endlich ist selbstverständlich, dass die Blitzgefahr an einem Orte geringer ist, wo verhältnissmässig viele Blitzableiter bestehn, und dass sie sich für ein einzelnes Gebäude in dem Maasse verringert, als dieses einem Blitzableiter näher gelegen ist.

6

45

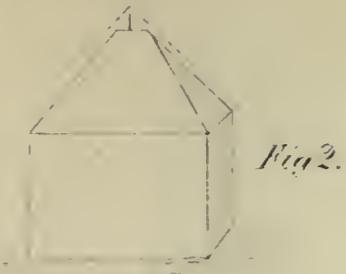


Fig. 2.

Fig. 1.

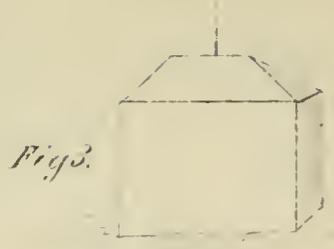


Fig. 3.

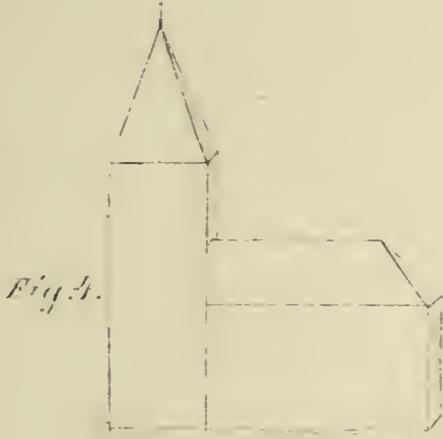


Fig. 4.

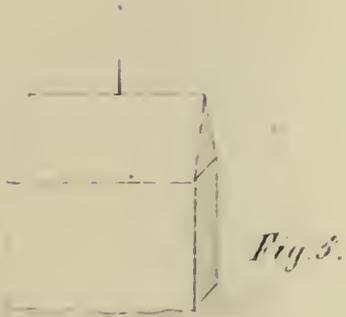


Fig. 5.

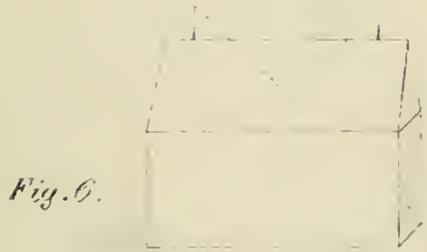


Fig. 6.

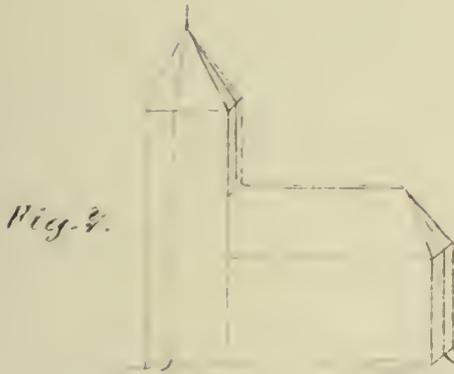


Fig. 7.

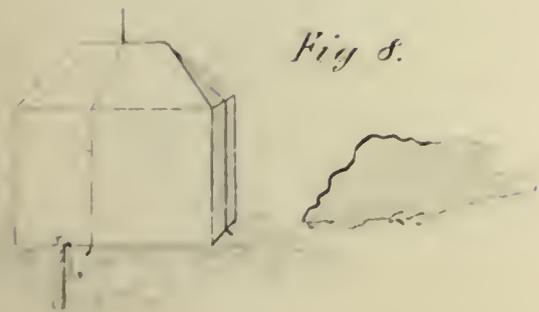


Fig. 8.

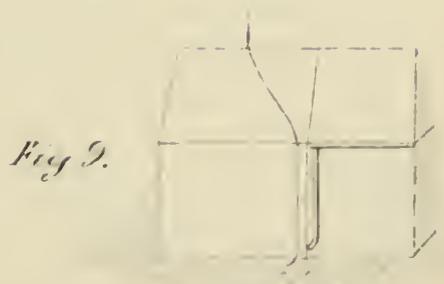


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.

Fig. 16.

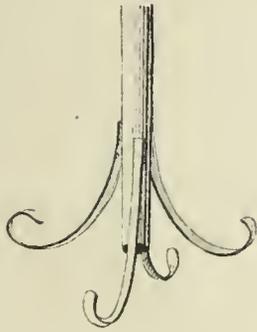


Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 17.



Fig. 18.



Fig. 19.

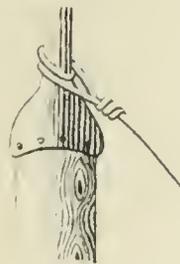


Fig. 20.

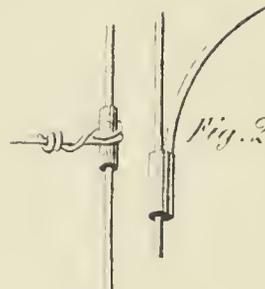


Fig. 21.

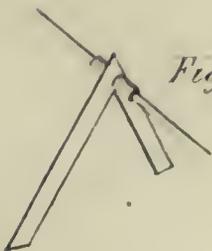


Fig. 23.



Fig. 22.



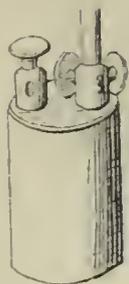


Fig. 24.

Fig. 25.

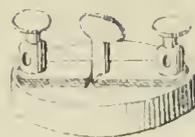
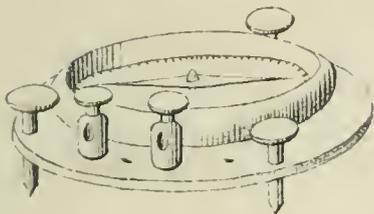


Fig. 28.

Fig. 27.

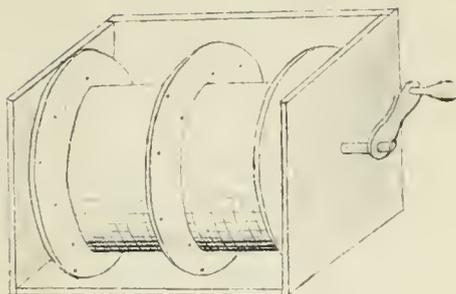
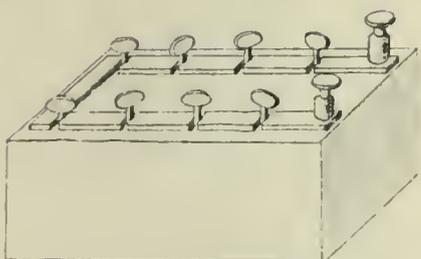


Fig. 26.

Fig. 29.

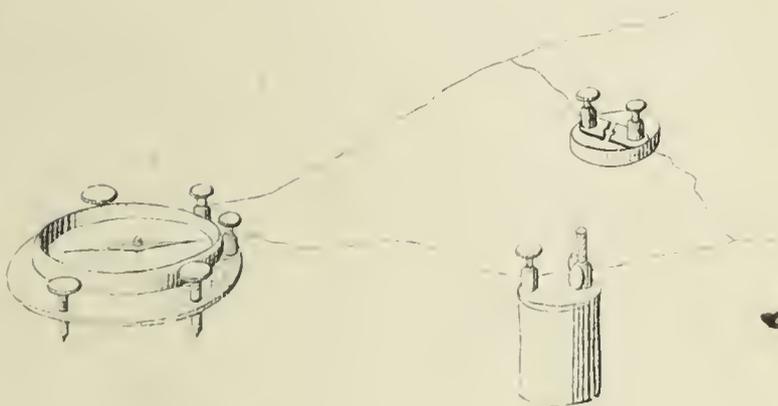


Fig. 31.



Fig. 30.

