

Die

Zunahme der Blitzgefahr und die Blitzableiterfrage

von

Hans Götz,
Kgl. Reallehrer.

Auszug aus einer Serie populärer Vorträge im naturwissenschaftlichen Vereine
von Schwaben und Neuburg während des Winters 1892/93.



§ 1. Elektrische Theorien. — Die mannigfachen Wirkungen der elektrischen Kräfte suchte man lange Zeit hindurch in der Weise zu erklären, dass man zwei elektrische Agentien oder Fluida annahm, die dem Zuge der Schwere nicht unterworfen, daher gewichtlos sind, sich überall in unmessbaren Quantitäten vorfinden und zugleich die merkwürdige Eigenschaft besitzen, dass gleichnamige Elektricitäten sich auf die Ferne hin abstossen, ungleichnamige hingegen sich anziehen. Die eine dieser Arten nannte man positive, die andere negative Elektricität.

Nach dieser Annahme enthält jeder Körper im natürlichen Zustande beide Arten von Fluidum in gleicher, aber unmessbar grosser Quantität. Die anziehende Wirkung des einen Fluidums auf die Umgebung wird durch die gleich grosse abstossende des andern aufgehoben. Wir nennen den Körper unter diesen Umständen elektrisch neutral. Er ist hingegen positiv oder negativ geladen, wenn er einen Überschuss an positivem, bezw. an negativem Fluidum enthält.

Gegenüber dieser dualistischen Theorie ist in unseren Tagen die schon von Franklin aufgestellte unitarische in den Vordergrund getreten. Nach der letzteren existiert bloss ein einziges elektrisches Fluidum, das überall in ungeheurer Quantität vorhanden ist, so dass jeder Körper im natürlichen Zustande einen bestimmten, ihm nach seinen linearen Dimensionen zukommenden Gehalt an demselben besitzt. Als Träger des elektrischen Fluidums ist somit nicht bloss jedes Metall, sondern auch jeder andere Körper, z. B. die Luft, ja sogar der leere Raum, anzusehen. Das Wesen dieses Fluidums ist uns vollständig unbekannt. Durch die verschiedenen Wirkungen werden wir aber zu der Annahme gedrängt, dass die einzelnen Teile desselben sich gegenseitig auf die Ferne hin abstossen und so weit von einander entfernen, als sie sich bewegen können, dass sie insbesondere nach

jenen Punkten der Umgebung hin trachten, die ein grösseres Manko an Fluidum aufweisen.

Im natürlichen Zustande, d. h. bei dem normalen Gehalte an Fluidum, erfährt jeder Körper als ganzes, sowie in seinen einzelnen Teilen den gleichen Antrieb von allen Punkten der Umgebung. Er ist im Gleichgewichte, also von seiner Umgebung in nichts verschieden. Wir nennen ihn deshalb elektrisch neutral. Positiv geladen ist er, wenn er einen Überschuss über den normalen Gehalt, hingegen negativ, wenn er ein Manko an demselben aufweist. Wollen wir einen Körper positiv laden, so müssen wir Fluidum der Umgebung entnehmen und auf ihm anhäufen. Soll er dagegen negativ werden, so ist ihm Fluidum zu entziehen und in der näheren oder ferneren Umgebung niederzulegen. In jedem Falle aber ist der Überschuss einerseits gleich dem Manko andererseits. Welcher Art ein Elektrisierungsprozess auch sein mag, stets erhalten wir beide Ladungen, positive und negative, und zwar beide in gleicher Quantität. In dieser Hinsicht stimmt also unsere Annahme vollständig mit der Erfahrung überein.

Die unitarische Theorie ist wesentlich einfacher und entspricht mehr den modernen Anschauungen über das Zustandekommen der elektrischen Vorgänge als die dualistische. Wir werden uns ihrer in der Folge bedienen und jenes unbekannte Fluidum kurzweg als Elektrum bezeichnen.

§ 2. Leiter und Isolatoren. — Nach ihrem Verhalten gegen Elektrum zerfallen die Körper in zwei Klassen:

1. Leiter, auf denen sich dasselbe frei bewegen und in fast unmessbar kurzer Zeit die grössten Strecken zurücklegen kann.
2. Nichtleiter oder Isolatoren, die eine Bewegung der Ladung nahezu vollständig verhindern und dieselbe auf ihren bisherigen Sitz beschränken.

Weitaus die besten Leiter sind die Metalle; dann folgen die verschiedenen Säuren, deren Leitungsvermögen unverhältnismässig geringer ist, ferner Wasser und alle stark wasserhaltigen Körper, wie nasses Holz, feuchte Mauern, der Erdboden und der menschliche Körper. Isolatoren sind Glas, Porzellan, Ebonit, alle Harze, Öle und ätherischen Substanzen. Zu den besten Isolatoren zählen die elementaren Gase. Gar kein Leitungsvermögen besitzt der leere Raum. Zwischen den Leitern und Isolatoren stehen die

sog. Halbleiter, d. h. Stoffe, die trotz anscheinender Trockenheit noch eine ziemliche Quantität Wasser enthalten, wie Stroh, trockenes Holz, trockene Mauern und trockenes Erdreich.

Absolute Isolatoren gibt es nicht. Auch die best isolierenden Stoffe werden leitend, sobald man sie kräftig erhitzt. Gase, unter normalen Verhältnissen die besten Isolatoren, werden nicht nur bei Erhitzung, sondern auch bei starker Verdünnung ziemlich gute Leiter.

§ 3. Elektrostatistischer Druck, Spitzenwirkung. — Die einzelnen Teile einer elektrischen Ladung stossen sich gegenseitig ab und suchen sich demgemäss so weit von einander zu entfernen, als sie sich bewegen können, demnach so weit, als die leitende Masse reicht. Soll auf einem Leiter die Ladung längere Zeit erhalten bleiben, so muss man deren Übergang auf den Erdboden durch einen Isolator verhindern. Ein derartig isolierter Leiter wird Konduktor genannt.

Aus der gegenseitigen Abstossung der einzelnen Ladungsteile folgt unmittelbar, dass bei einem Konduktor die Ladung sich an der Oberfläche ansammeln muss; denn beliebige, im Innern befindliche Teile eilen infolge der Abstossung sofort an die Oberfläche. Bei Konduktoren ist der Sitz der Ladung stets die Oberfläche; bloss bei Isolatoren kann sich eine solche auch im Innern vorfinden.

Eine weitere Folge der gegenseitigen Abstossung ist, dass die Ladung sich hauptsächlich an jenen Stellen eines Konduktors ansammelt, welche am weitesten vom Zentrum entfernt sind, also an jenen Stellen, wo die Oberfläche die stärkste Krümmung aufweist. Unter der Dichte einer Ladung verstehen wir jene Quantität, die auf einem Quadratcentimeter der Oberfläche sitzt. Bei ovalen Konduktoren ist demnach die Ladungsdichte da am grössten, wo die stärkste Krümmung der Oberfläche herrscht.

Das Bestreben einer Ladung, sich vom Konduktor zu entfernen und in den umgebenden Isolator, die Luft, einzudringen, heisst der elektrostatistische Druck. Derselbe ist von der Ladungsdichte abhängig. Hat letztere den doppelten Wert, so muss er, da in benachbarten Punkten die je zweifachen Ladungsteile zur Wirkung kommen, der vierfache sein. Der elektrostatistische Druck wächst demnach mit dem Quadrate der Dichte und wird, wenn diese ansteigt, ungemein gross.

Scharfe Spitzen und Kanten sind Stellen unendlich starker Krümmung, da an diesen die Oberfläche momentan die entgegengesetzte Richtung annimmt. An denselben ist demnach der elektrostatische Druck so bedeutend, dass die Ladung in den umgebenden Isolator hinausgetrieben wird und sich in diesem zerstreut. Konduktoren mit Spitzen und scharfen Kanten können demnach Ladung nicht halten. Dieses Grundgesetz gilt gleichmässig für positiv wie für negativ geladene Konduktoren. Im Falle eines Überschusses über den normalen Gehalt strömt Elektrum vom Konduktor durch die Spitzen und Kanten gegen die Umgebung, im Falle eines Manko dagegen von dieser gegen den Konduktor.

Soll ein Konduktor überhaupt Ladung halten, so müssen wir scharfe Spitzen und Kanten an ihm sorgfältig vermeiden. Wollen wir einen geladenen Konduktor aber umgekehrt rasch neutralisieren oder in den natürlichen Zustand versetzen, so muss er mit möglichst vielen Spitzen und Kanten versehen werden.

§ 4. *Influenz und Durchlässigkeit.* — Jeder geladene Konduktor übt auf seine Umgebung eine Fernwirkung aus. Ist Elektrum im Überschusse vorhanden, so stösst es dasjenige der Umgebung ab und treibt es fort. Bei einem Manko hingegen strebt das Elektrum der Umgebung gegen den Konduktor herein. Ein geladener Konduktor bewirkt demnach eine Änderung im elektrischen Verhalten der Umgebung oder erzeugt, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, ein elektrisches Feld.

Wird in das Feld eines Konduktors ein Leiter gebracht, so bewegt sich in demselben je nach der Art der Konduktorladung Elektrum entweder gegen den Feldmittelpunkt hin oder von demselben weg. Der Leiter enthält mithin am zugewendeten Ende eine ungleichnamige, am abgekehrten dagegen eine gleichnamige Ladung. Diese Einwirkung des Feldes auf einen in dasselbe gebrachten Leiter nennt man elektrische Influenz oder Elektrisierung durch Verteilung. Nähert man demnach einem positiv geladenen Konduktor einen Leiter, so wird durch Fernwirkung das Elektrum in diesem möglichst weit fortgetrieben; das dem Konduktor zugekehrte Ende des Leiters erhält ein Manko, das abgewendete dagegen einen Überschuss an Elektrum. Ist der Konduktor negativ geladen, so bewirkt er natürlich die entgegengesetzte Erscheinung.

Bedingung für die Influenz ist die freie Beweglichkeit des Elektrikums im angenäherten Leiter. Isolatoren können demnach nicht influenziert werden. Dieselben zeigen dagegen eine andere, nicht minder merkwürdige Eigenschaft. Bringt man zwischen den geladenen Konduktor und den zu influenzierenden Körper einen Leiter, so ist jede Influenzwirkung vollständig abgeschnitten. Der Leiter ist demnach ein absolut undurchlässiger Schirm für elektrische Fernwirkungen. Beim Einschieben eines Isolators hingegen wird die Influenz nicht nur nicht gehemmt, sondern im Gegenteil befördert. Isolatoren sind demnach durchlässig für elektrische Fernwirkungen; doch ist der Grad ihrer Durchlässigkeit verschieden. Wird derselbe für den leeren Raum = 1 gesetzt, so ist er für Luft unter normalen Verhältnissen 1, für Glas $3\frac{1}{4}$, Paraffin $2\frac{1}{3}$, Schwefel $3\frac{3}{4}$. Man nennt desshalb die Isolatoren, eben weil sie für elektrische Fernwirkungen durchlässig sind, auch diëlektrische Körper oder Diëlektrika.

§ 5. Potential, Kapacität und Ladung. — Will man einen Konduktor elektrisieren, so muss man ihm Elektrum entweder zuführen oder entziehen. Er wird um so stärker elektrisch erregt, je mehr Elektrum auf ihm angehäuft, bzw. ihm entzogen wird. Jeder Konduktor kann so beliebig stark positiv oder negativ erregt werden und alle elektrischen Zustände von der höchsten positiven bis zur tiefsten negativen Elektrisierung annehmen.

Den elektrischen Zustand eines Körpers, d. h. den Grad seiner elektrischen Erregung nennt man sein Potential. Dasselbe ist positiv, wenn der Körper einen Überschuss, hingegen negativ, wenn er ein Manko an Elektrum enthält. Im natürlichen Zustande ist er überhaupt nicht elektrisch erregt; sein Potential ist dann Null.

Das Potential in der Electricitätslehre entspricht dem Begriffe nach vollständig dem Niveau oder der Höhenlage in der Hydrostatik, sowie der Temperatur in der Wärmelehre. Man nennt es deshalb auch häufig das elektrische Niveau.

Bei gleichem Potentiale, d. h. bei gleich starker elektrischer Erregung enthält der grössere von zwei Konduktoren auch eine entsprechend stärkere Ladung. Die Aufnahmefähigkeit eines Konduktors für Ladungen nennt man seine elektrische Kapacität.

Letztere ist eine lineare Grösse und bei der Kugel gleich dem in Centimetern ausgedrückten Radius.

Die Ladung ist einerseits vom Potentiale, anderseits von der Kapazität abhängig. Zur Erregung eines grösseren Konduktors braucht man demnach entsprechend mehr Ladung als zur gleich starken eines kleineren. Führt man aber verschiedenen Konduktoren die gleiche Ladung zu, so erhält derjenige das schwächere Potential, welcher die grössere Kapazität besitzt.

Die Kapazität des Erdkörpers ist gleich dem in Centimetern ausgedrückten Erdradius, demnach ungeheuer gross. Folglich wird auch eine an sich bedeutende Ladung der Erde nur ein so schwaches Potential erteilen, dass dieses unmessbar klein, d. h. praktisch gleich Null ist.

§ 6. Das Potential der Erde. — Das Potential eines Konduktors bezieht sich auf die Gesamtladung desselben. Die Ladungsdichte und damit der elektrostatische Druck kann von Stelle zu Stelle variieren; so lange die Gesamtladung dieselbe bleibt, hat auch das Potential für alle Punkte des Konduktors den gleichen Wert.

Jede Elektrisierung besteht nur in einer anderen Verteilung des vorhandenen Elektrikums. Welche Elektrisierungsprozesse demnach auch auf der Erde vor sich gehen, der Gesamtgehalt des Erdkörpers an Elektrikum wird durch dieselben nicht geändert. Die Erde als ganzes behält demnach unter allen Umständen den normalen Gehalt an Elektrikum bei; sie ist neutral und ihr Potential unabänderlich gleich Null.

Diese Thatsache schliesst jedoch nicht aus, dass zwischen einzelnen Punkten des Erdkörpers Potentialunterschiede bestehen können und werden. Hat ein Punkt ein Potential über Null, dann hat eben ein zweiter ein gleich tiefes unter Null, so dass im ganzen der Nullwert erhalten bleibt.

§ 7. Der elektrische Strom. — Um einen Konduktor zu einem Potentiale zu laden, um also Elektrikum ihm zuzuführen, bzw. zu entziehen und so einen Potentialunterschied zwischen ihm und seiner Umgebung hervorzurufen, muss man einen gewissen Betrag von mechanischer Arbeit leisten. Letzterer ist einerseits von der Quantität der Ladung, anderseits von dem Potentiale abhängig, das man dem Konduktor erteilt hat. Das Elektrikum sucht die frühere normale Verteilung wieder herzu-

stellen und zeigt mithin ein Bestreben, von den Punkten höheren zu denjenigen tieferen Potentials zurückzuströmen. Damit ein derartiger Ausgleich stattfinden kann, ist ein Leiter erforderlich, der den Konduktor mit den einzelnen Punkten der Umgebung verbindet.

Durch die Bewegung des Elektrikums in einem Leiter entsteht ein elektrischer Strom. Derselbe erfolgt stets von den Punkten höheren zu denjenigen tieferen Potentials. Sinkt durch das Abströmen das Potential des Konduktors sehr rasch auf Null, so erhalten wir einen momentanen Strom, einen Entladungsschlag oder Blitz, dessen Zeitdauer fast unmessbar klein ist. Wird hingegen das Potential des Ausgangspunktes auf konstanter Höhe gehalten, so entstehen Dauerströme, wie sie in den verschiedenen elektrischen Anlagen erzeugt und verwertet werden.

§ 8. Elektrisches Gleichgewicht. — Sind in einem Systeme leitend verbundener Konduktoren Potentialunterschiede vorhanden, so treten Ströme auf, die so lange andauern, bis sich an allen Punkten des Systemes das gleiche Potential hergestellt hat. Bedingung des elektrischen Gleichgewichtes ist demnach die Gleichheit des Potentials an allen Punkten des Systemes.

Eine Ausnahme von dieser Regel ergibt sich für den Fall, dass zwischen den einzelnen Konduktoren des Systemes Kräfte bestehen, die das Elektrikum einseitig anhäufen und so für sich Potentialunterschiede hervorrufen und aufrecht erhalten. Unter diesen Umständen herrscht elektrisches Gleichgewicht, wenn die Potentialunterschiede am Sitze der elektromotorischen Kräfte eine den letzteren entsprechende Höhe besitzen. Ein derartiges Verhalten zeigt jedes offene galvanische Element.

§ 9. Wirkungen der Entladung. — Jeder geladene Konduktor enthält jenen Arbeitsbetrag, der bei der Ladung in denselben gelegt wurde. Bei der Entladung muss dieser frei werden und uns wieder in einer der verschiedenen Erscheinungsformen von mechanischer Arbeit entgegentreten. Das strömende Elektrikum muss also längs der Strombahn Arbeit leisten und demnach gewisse Wirkungen ausüben. Letztere können direkt als mechanische Arbeit auftreten, indem der Entladungsschlag längs der Strombahn zerstörend wirkt, schlechte Leiter durchbohrt und zertrümmert. Geht der Schlag durch Luft, so wird diese kräftig beiseite geschleudert, und die Entladung erfolgt mit einem scharfen

Knalle. Am häufigsten kommt jedoch der Fall vor, dass die Stromarbeit in Wärme übergeht und die Leitungsbahn mächtig erwärmt. Luft, durch welche der Entladungsschlag geht, wird bis zur Weissglut erhitzt und leuchtet momentan blendend auf. Brennbare Körper werden entzündet, Explosionsstoffe augenblicklich zum Verpuffen gebracht.

Besteht die Strombahn aus mehreren Teilen von verschiedener Leitungsfähigkeit, so tritt die Arbeit hauptsächlich an jenen Stellen auf, wo der grösste Bewegungswiderstand zu überwinden ist. Je geringer das Leitungsvermögen eines Teiles, desto grösser die in ihm geleistete Arbeit. In starken Kupferdrähten ist der Widerstand, mithin auch die Stromarbeit praktisch gleich Null. Wollen wir also in einem Teile der Strombahn die Wirkungen verschwindend klein machen, so müssen wir durch Einschaltung eines gut leitenden Drahtes für einen möglichst widerstandsfreien Weg sorgen.

Eine besonders merkwürdige Stromwirkung besteht darin, dass der Sauerstoff der Luft, durch welche der Entladungsschlag geht, in jenen Zustand übergeführt wird, in welchem wir ihn Ozon nennen. Letzteres macht sich bei einem Blitzschlage durch den scharfen Phosphorgeruch sofort erkennbar.

§ 10. Das atmosphärische Potential. — Wirken elektromotorische Kräfte in einem Isolator, so erzeugen sie im Innern desselben Potentialunterschiede, welche auch nach dem Verschwinden dieser Kräfte für längere Zeit erhalten bleiben, da eine Bewegung des Elektrikums im Isolator nur sehr langsam vor sich gehen kann. Ein derartiger Isolator ist das die Erde umgebende Luftmeer. Zwischen dem Erdkörper und der Atmosphäre, sowie zwischen den einzelnen Schichten der letzteren bestehen elektromotorische Kräfte, die Elektrikum allmählig von der Erdoberfläche in die höheren Schichten treiben und dort so lange anstauen, bis der Potentialunterschied eine ganz bestimmte, der Grösse dieser Kräfte entsprechende Höhe erreicht hat.

Unsere Kenntnis der elektrischen Vorgänge in der Atmosphäre ist noch sehr mangelhaft. Seit Franklin durch seinen bekannten Drachenversuch die elektrische Natur der Gewitterwolke zweifellos nachgewiesen hat, sind die verschiedensten Hypothesen über die Ursache der atmosphärischen Elektrizität aufgetaucht, um nach kurzer Zeit als unbrauchbar wieder verlassen zu werden.

Erst die Neuzeit ist in der Erforschung des elektrischen Zustandes der Atmosphäre rationeller zu Werke gegangen. Die verbesserten Messinstrumente und die gegen früher weit vorangeschrittene Theorie gestatteten, den elektrischen Zustand der einzelnen Luftschichten eingehender zu untersuchen. Die seit Mitte der achtziger Jahre in ausgedehntem Massstabe und zu den verschiedensten Tages- und Jahreszeiten angestellten Messungen ergeben die merkwürdige Thatsache, dass das Potential der einzelnen Luftschichten je nach deren Höhenlage sehr verschieden ist. Der Erdkörper selbst hat als ganzes das Potential Null, die unterste Luftschichte dagegen ein etwas höheres. Gehen wir aufwärts, so finden wir, dass das Potential von Schichte zu Schichte ansteigt und in beträchtlicher Höhe einen sehr bedeutenden Wert erreicht.

Die Potentialzunahme für einen Meter Höhenunterschied nennt man das Potentialgefälle in der Atmosphäre. Dasselbe ist je nach Zeit und Örtlichkeit verschieden und insbesondere bei feuchter Luft viel kleiner als bei trockener. Bedeutenden Einfluss zeigen die meteorologischen Vorgänge in der Atmosphäre. Starke Feuchtigkeit, Staub, Regen und Nebel drücken das Gefälle bedeutend herunter, können sogar bewirken, dass es entgegengesetzt wird, dass also in enger begrenzten Regionen die Luft ein negatives Potential bekommt. Die Abhängigkeit von der Feuchtigkeit bedingt ferner, dass das Gefälle im Winter höher ist als im Sommer, in grösseren Höhen bedeutender als an der Erdoberfläche. Bei heftigem Winde verschwinden die Potentialunterschiede grossenteils, weil durch denselben die einzelnen Luftschichten stark durch einander gerüttelt und vermischt werden.

Was ist nun die Ursache dieser Potentialunterschiede im Luftmeere? Von allen bis jetzt aufgetauchten Hypothesen hat noch keine einer strengen Kritik standzuhalten vermocht. Wir wissen vorderhand bloss so viel, dass zwischen dem Erdkörper und den einzelnen Luftschichten elektromotorische Kräfte unbekanntem Ursprungs bestehen, die jeder Luftschichte das ihr gemäss ihrer Höhenlage zukommende und den augenblicklichen meteorologischen Verhältnissen entsprechende Potential anweisen.

Elektrisches Gleichgewicht herrscht im Luftmeere, wenn jede Schichte das ihr zukommende Potential besitzt. Eine Bewegung des Elektrikums kann so unter normalen Umständen nicht ein-

treten; denn eben durch jene unbekanntenen Kräfte ist das Elektrikum an Ort und Stelle festgehalten.

§ 11. Störungen im atmosphärischen Potentiale als Ursache der Entladungen. — Die elektromotorischen Kräfte im Luftmeere variieren nach Zeit und Örtlichkeit. Sie steigen zu gewissen Zeiten bis zu bedeutender Höhe an, um dann sehr rasch wieder auf niedere Werte zurückzusinken. So entstehen Störungen im atmosphärischen Potentiale. Das vorher in bedeutendem Überschusse in die höheren Schichten getriebene Elektrikum wird beim Sinken der Kräfte dort nicht mehr festgehalten, sucht die den neuen Verhältnissen entsprechende Verteilung anzunehmen und gibt so Anlass zu Strömungen oder Entladungsschlägen.

Störungen im atmosphärischen Potentiale treten bei jedem Gewitter auf. Die Wolke nimmt in kurzer Zeit ein Potential an, das in der Regel enorm hoch über dem normalen, sonst der augenblicklichen Höhenlage entsprechenden ist. Sie hat demnach bei ihrer grossen Ausdehnung auch einen gewaltigen Ladungsüberschuss. Eine Entladung ist so unvermeidlich, und sie muss stets gegen jene Punkte der Umgebung, die das niederste Potential aufweisen, also in unserem Falle gegen den Erdkörper hin erfolgen. Zwischen Wolke und Erde befindet sich eine trennende Luftschichte, die unter gewöhnlichen Verhältnissen ein guter Isolator ist. Die Entladung kann demnach erst dann erfolgen, wenn der elektrostatische Druck zwischen Wolke und Erde ausreicht, die Luft beiseite zu treiben und einen leitenden Kanal durch dieselbe zu bohren. Zugleich erhellt, dass das Elektrikum zwischen jenen Punkten übertreten muss, zwischen denen der grösste elektrostatische Druck herrscht.

Bis zu welcher Höhe das Potential in einer Gewitterwolke ansteigt, ist uns noch vollständig unbekannt. Wir wissen bloss soviel, dass die hier infrage kommenden Potentialunterschiede die in der Elektrotechnik gebräuchlichen um mindestens das Tausendfache übertreffen, und dass Ladungen zum Ausgleich kommen, deren Grösse wir nicht einmal mit Sicherheit schätzen können.

§ 12. Arten der Blitze. — Ohne auf die Form der Entladungen näher einzugehen, können wir jedenfalls je nach der Potentialverteilung drei Arten von Blitzschlägen unterscheiden.

- 1) Die Wolke hat in allen ihren Teilen ein gleichmässig hohes Potential. Die Entladung wird dann gegen die Punkte tiefsten Potentials, also in unserem Falle gegen die Erde hin erfolgen.
- 2) Das Potential der Wolke ist in einem Ausnahmefalle weit unter dem normalen. Elektrum wird dann von allen Punkten der Umgebung, hauptsächlich aber von der Erde her zuströmen, der Blitz also von der Erde zur Wolke gerichtet sein.
- 3) Zwischen den einzelnen Teilen der Wolke bestehen hohe Potentialunterschiede; der Ausgleich wird dann in der Wolke selbst erfolgen.

Die Blitze der dritten Gattung sind jedenfalls die häufigsten; aber eben, weil sie hoch oben in der Luft erfolgen und unsere Wohnstätten gar nicht berühren, bieten sie für unsere Zwecke kein weiteres Interesse. Ob Blitze der zweiten Gattung wirklich vorkommen, vermag niemand mit Sicherheit zu entscheiden. Möglich sind sie jedenfalls. Diese Streitfrage aber überhaupt zu diskutieren, liegt uns vollständig fern; denn für uns kommen bloss die Wirkungen des Blitzschlages und deren Verhütung in Betracht, und diese sind offenbar die gleichen, ob das Elektrum sich von der Wolke zur Erde oder umgekehrt ergiesst.

§ 13. Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die Häufigkeit der Blitzschläge. — Hoch oben in der Luft schwebt die elektrisch geladene Gewitterwolke. Ihr Potential ist ein sehr hohes und ihre Ausdehnung sehr bedeutend, ihre Ladung demnach ungeheuer gross. Diesem unter der Quantität seiner Ladung erzitternden Konduktor gegenüber steht der neutrale Erdkörper, der in allen wasserhaltigen Schichten, also insbesondere in grösserer Tiefe ein guter Leiter ist. Von der Wolke geht eine Influenzwirkung aus, welche die Luft, sowie jeden anderen Isolator vollständig ungeschwächt, die Halbleiter hingegen, wie trockene Mauern und Erdschichten, mit nur geringer Schwächung durchdringt und auf alle leitenden Teile des Erdkörpers wirkt. Aus allen der Wolke gegenüberliegenden leitenden Teilen wird das Elektrum fortgetrieben und zu den Antipoden geschafft, wo es wegen der grossen Ausdehnung der Erdoberfläche unmerklich wird. So stellt sich ein sehr bedeutender

elektrostatischer Druck zwischen der Wolke und den ihr zugekehrten Teilen des Erdkörpers her. Ist dieser gross genug, um einen leitenden Kanal durch die Luft zu bohren, so erfolgt die Entladung mit jenem betäubenden Kualle und mit der kräftigen Lichtentwicklung, die wir bei jedem Blitze beobachten.

Die eigentlichen Träger der Ladung sind die Wassermassen der Wolke. Dieselben sind aber durch isolierende Luftschichten von einander getrennt. Somit wird sich in der Regel bloss jener Teil der Wolke entladen, welcher der Erde zunächst liegt. Erst wenn sein Potential durch Seitenentladungen von den benachbarten Schichten her wieder genügend gestiegen ist, wird ein neuer Schlag erfolgen. So treten die Blitze in mehr oder minder grossen Zwischenräumen auf, bis sich das Gewitter in andere Gegenden verzogen hat.

Um ein klares Bild vom Einflusse der Bodenbeschaffenheit auf die Häufigkeit der Blitzschläge zu erhalten, nehmen wir zuerst einige ideale Fälle an. So möge in einem ersten Falle der ganze Erdkörper aus einer isolierenden Masse, z. B. Glas oder Ebonit bestehen. Die von der Wolke ausgehende Influenzwirkung dringt dann ungehindert durch die ganze Erdmasse hindurch, ohne eine Neuverteilung des Elektrikums in dieser herbeizuführen. Der elektrostatische Druck hat in diesem Falle nach allen Richtungen den gleichen Wert, und die Wolkenladung wird sich langsam im umgebenden Raume zerstreuen und verlieren. Blitzschläge, wie wir sie thatsächlich beobachten, müssten so zu den allergrössten Seltenheiten gehören.

In einem zweiten idealen Falle bestehe der Erdkörper bloss aus einem gut leitenden Materiale, z. B. aus Kupfer. Die Wolkenladung wirkt dann mit ihrer vollen Stärke influenzierend. Das Elektrikum im Erdkörper erhält eine solche Verteilung, dass zwischen Wolke und Erde der weitaus stärkste elektrostatische Druck auftritt. So oft derselbe die genügende Höhe erreicht hat, wird die trennende Luftschicht durchbrochen und erfolgt die Entladung mit grosser Heftigkeit. Die Blitzschläge müssen in diesem Falle sehr häufig sein. Zugleich ergibt sich, dass die Entladung da erfolgt, wo der elektrostatische Druck am grössten und der leitende Kanal am kürzesten ist, dass also stets die am meisten hervorragenden Punkte des Erdkörpers vom Blitze getroffen werden.

In einem dritten idealen Falle möge der Erdkörper aus einem gut leitenden Kern bestehen, der mit einer zehn bis zwanzig Meter dicken isolierenden Schichte umgeben ist. Dann muss sich offenbar eine Mittelstufe zwischen jenen beiden extremen Fällen herstellen. Die Wolkenladung influenziert durch die Hülle hindurch den Kern. Zwischen diesem und der Wolke muss sich demnach ein überwiegender elektrostatischer Druck herstellen. Soll aber eine Entladung zustande kommen, so muss derselbe nicht nur durch die Luft, sondern auch durch die Isolierschichte den leitenden Kanal bohren. Hierzu wird er aber nur unter Voraussetzung besonderer Grösse ausreichen. Blitzschläge können und werden in diesem Falle zwar vorkommen, aber verhältnismässig selten sein.

Für die thatsächlichen Verhältnisse kommt je nach dem Leitungsvermögen des Erdkörpers bloss der zweite und dritte unserer idealen Fälle in Betracht. Soweit unsere Kenntnisse reichen, besteht der Erdkörper aus einem in hoher Glut befindlichen Kerne, der von einer mehr oder minder dicken festen Kruste umgeben ist. Das Erdinnere ist demnach unter allen Umständen ein guter Leiter. Die äussere Kruste besteht zwar grösstenteils aus Stoffen, die im absolut trockenem Zustande gut isolieren, ist aber in einiger Tiefe stark mit Wasser durchtränkt. Sie muss also wenigstens so weit, als das Grundwasser sich erstreckt, ebenfalls als guter Leiter betrachtet werden.

Die Erdoberfläche zerfällt nach ihrem Leitungsvermögen in zwei Gebiete, mehr oder minder ausgedehnte trockene Flächen von geringem Leitungsvermögen, und feuchte, gut leitende Stellen, an denen das Grundwasser zutage tritt. Das Erdinnere ist aber stets gut leitend. Wir können somit die Erde als einen Konduktor betrachten, dessen leitende Masse stellenweise frei zutage tritt, stellenweise aber durch schlecht leitende Schichten überdeckt ist, und erhalten so eine Mittelstufe zwischen unserem zweiten und dritten idealen Falle. An jenen Stellen, wo die leitende Masse offen hervortritt, erhalten wir die Häufigkeit der Blitzschläge des zweiten idealen Falles, an allen übrigen, da die oberflächlichen Erdschichten keine wirklichen Isolatoren sind, eine etwas grössere als jene des dritten. Wir können somit zwischen Regionen sehr häufiger und solchen relativ seltener Blitzschläge unterscheiden. Erstere sind alle Gegenden, deren Boden stark

wasserhaltig ist, also ausgedehnte Moor- und Sumpflandschaften, sowie Flussthäler, letztere aber wasserarme Bezirke, in denen das Grundwasser erst in grösserer Tiefe erreichbar ist.

§ 14. Einfluss der Gas- und Wasserleitungen. — Durch Einlagerung ausgedehnter Metallmassen werden dem vielfach nur schlecht leitenden Erdboden Körper eingefügt, deren Leitungsfähigkeit jene des Erdreiches um das mehr als Hunderttausendfache übertrifft. Ein ausgedehntes Netz von Gas- und Wasserleitungsröhren kann aber unmöglich verlegt werden, ohne jene wenn auch nur spärlichen Stellen zu treffen, an denen die leitende Masse des Erdinnern offen zutage tritt. Bei den Wasserleitungen ist das ganz sicher im Quellgebiete der Fall, bei den Gasleitungen aber in den Wasserreservoirien der Gasometer und Fabriken. Die Rohrnetze führen also unsern idealen dritten Fall für die städtischen Gebiete in den zweiten über, indem sie jene nur spärlichen gut leitenden Stellen in ein dichtes, ausgedehntes Netz verwandeln. Dazu kommt noch der wichtige Umstand, dass die Rohrnetze an vielen Stellen über die Erdoberfläche hervorragen, im Innern der Gebäude bis in die höchsten Stockwerke reichen und dadurch den elektrostatischen Druck zwischen Wolke und Erde bedeutend erhöhen.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch die Schienenstränge der Eisenbahnen. Was die Rohrnetze für den Untergrund unserer Städte, das sind die Schienenstränge für ganze Länder und Provinzen. Auch sie verwandeln jene spärlichen Stellen, an denen die leitende Masse des Erdinnern an die Oberfläche dringt, in ein ausgedehntes, oftmals dicht verzweigtes Netz und müssen deshalb für grössere Landstrecken ebenso zur Vermehrung der Blitzgefahr beitragen, wie die Rohrnetze für die Städte.

Vom Standpunkte der heutigen Entwicklung der Elektrizitätslehre, vom Standpunkte der modernen Anschauungen über das Zustandekommen des elektrischen Ausgleiches in der Atmosphäre lässt sich die Erhöhung der Blitzgefahr mit voller Sicherheit voraussagen. Sehen wir nun zu was die Statistik zu unseren Schlussfolgerungen sagt.

§ 15. Statistischer Nachweis der Zunahme der Blitzgefahr. — Unsere Blitzstatistik ist verhältnismässig noch jungen Datums. Erst seitdem die meisten Länder Europas mit einem dichten Netze meteorologischer Stationen überzogen sind,

die jedes einzelne Gewitter und jeden ihnen zur Kenntnis kommenden Blitzschlag registrieren müssen, kann man von einer eigentlichen Blitzstatistik reden. Aber auch diese offizielle Statistik enthält ganz sicher nicht alle während eines Zeitraumes in einem Bezirke niedergegangenen Blitzschläge, da ja viele derselben nicht nachgewiesen und folglich auch nicht registriert werden können. Für die früheren Jahrzehnte etwa seit der Mitte unseres Jahrhunderts sind wir auf die Aufzeichnungen der Brandversicherungskammern und der verschiedenen Versicherungsgesellschaften angewiesen. Es liegt in der Natur der Sache, dass diese bloss jene Blitzschläge enthalten, welche durch Zündung oder ausgedehnte mechanische Zerstörung an Gebäuden namhaften Schaden verursacht haben. Geben uns die statistischen Angaben dieser Körperschaften demnach auch kein absolutes Bild von der Zunahme der Blitzgefahr, so entrollen sie uns doch ein relatives von der zunehmenden Schädigung von Gut und Leben durch Blitzschläge.

Von älteren statistischen Aufzeichnungen sind mir nur diejenigen der Kgl. Brandversicherungskammer und des Kgl. statistischen Bureaus in München bekannt. Einen Auszug derselben veröffentlichte v. Bezold im Jahre 1869 in Roggendorffs Annalen. Sie erstrecken sich von 1844 bis 1869 und geben somit ein Bild von der Zunahme der Blitzgefahr in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Aus den v. Bezold'schen Tabellen ergibt sich, dass die Städte auffällig mehr vom Blitze verschont wurden als die umgebenden Landbezirke, während man nach unserer Theorie das Gegenteil erwarten sollte. v. Bezold gibt auch gleich den Grund hiefür an, indem er bemerkt: Dieser Umstand erklärt sich ganz einfach dadurch, dass in Städten die Blitzableiter häufiger sind und den Blitz in den meisten Fällen ohne Schädigung in den Boden führen, auf dem Lande dagegen zu den Ausnahmen zählen.

Nach den v. Bezold'schen Tabellen wurden im diesseitigen Bayern

von 1844/49	178,	von 1854/59	287,
„ 1849/54	208,	„ 1859/64	320

Blitzschäden angemeldet. In den Jahren 64 und 65 verzeichnet v. Bezold zusammen 149 Schäden. Wäre die Annahme erlaubt, dass im Quinquennium 1864/69 die gleiche Zunahme wie im vor-

hergehenden Zeitraume stattfand, so würden sich für dieses ca. 370 Schäden ergeben. Aus diesen Angaben geht hervor, dass von 1844 bis 1864 die Anzahl der Blitzschäden von 178 auf 320 pro Quinquennium, d. i. um rund 80% gestiegen ist.

Die angeführten Zahlen ergeben zwar die Anzahl der angemeldeten Blitzschäden, aber noch nicht die Blitzgefahr. Wäre im bezeichneten Zeitraume die Anzahl der Gebäude im gleichen Verhältnisse, also ebenfalls um 80% gestiegen, so wäre offenbar für jedes einzelne Gebäude die Gefahr, vom Blitze getroffen zu werden, dieselbe geblieben, also eine Zunahme der Blitzgefahr nicht nachweisbar gewesen. Um über diese Zunahme zu entscheiden, berechnete v. Bezold die Anzahl von Blitzschäden, die auf eine Million versicherter Gebäude treffen. Es ergab sich folgende Tabelle.

Von 1844/1849 . . .	159	Schäden	pro	Million	Gebäude,
„ 1849/1854 . . .	183	„	„	„	„
„ 1854/1859 . . .	249	„	„	„	„
„ 1859/1864 . . .	269	„	„	„	„

Unter der gleichen Voraussetzung wie vorhin würden sich von 1864/1869 305 Schäden pro Million versicherter Gebäude ergeben. Die Zunahme der Blitzgefahr beträgt also von 1844 bis 1864 110 Fälle pro Million versicherter Gebäude oder rund 70%. Hiernach kann man, wie schon die theoretischen Folgerungen verlangen, mit vollem Rechte behaupten, dass wenigstens im diesseitigen Bayern während des bezeichneten Zeitraumes die Blitzgefahr ununterbrochen gestiegen ist.

Die umfangreichste, mir bekannte Blitzstatistik der Neuzeit wurde von dem Direktor der Provinzial-Städte-Feuer-Societät der preussischen Provinz Sachsen, Herrn Kassner, veröffentlicht. Dieselbe umfasst sämtliche in der Provinz Sachsen, den Regierungsbezirken Kassel und Hildesheim, dem Königreiche Sachsen, sowie in Braunschweig und den sächsischen Herzogtümern, also in ganz Mittelddeutschland von 1864/1890 zur Anmeldung gekommenen Blitzschäden. Kassner hat den sechsundzwanzigjährigen Beobachtungszeitraum in zwei Perioden 1864/1877 und 1877/1890 eingeteilt. Die Anzahl der Blitzschäden ist in folgender Tabelle niedergelegt.

	1864/77	1877/90	Zunahme
Königreich Sachsen	1651	3625	120%
Provinz Sachsen	1017	2401	136%
Kassel und Hildesheim	358	916	160%
Braunschweig	140	319	128%
Sächs. Herzogtümer	250	595	138%
Im ganzen	3416	7856	130%.

Die Anzahl der versicherten Gebäude stieg von der ersten bis zur zweiten Periode um 11%, diejenige der Blitzschäden um 130%. Die Zunahme der Blitzgefahr liegt also klar zutage.

In gleicher Weise wie v. Bezold für Bayern fand auch Kassner für Mittelddeutschland die Zunahme in Städten geringer als auf dem Lande, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

	1864/77	1877/90	Zunahme
In Städten	1419	2290	61%
Auf dem Lande	2170	6176	185%.

Somit erscheint auch hier wieder der Einfluss zahlreicher Blitzableiter mit voller Deutlichkeit.

Zur besseren Übersicht der Zunahme der Blitzgefahr stellt Kassner auch noch das Verhältnis zwischen der Anzahl der angemeldeten Blitzschäden und jener der versicherten Gebäude auf. Die folgende Tabelle enthält die betreffenden Zahlen.

	Schäden pro Million Gebäude		Zunahme
	1864/77	1877/90	
Königreich Sachsen	189	375	99%
Provinz Sachsen	100	199	100%
Kassel und Hildesheim	128	312	144%
Braunschweig	88	179	102%
Sächs. Herzogtümer	307	615	100%.

Die Hauptergebnisse seiner mühsamen und verdienstvollen Untersuchung fasst Kassner wie folgt zusammen:

- 1) Die Häufigkeit der Blitzschäden ist während der sechsundzwanzigjährigen Beobachtungszeit auf mehr als das Doppelte gestiegen, während die Anzahl der versicherten Gebäude bloss um 11% zugenommen hat.
- 2) Dieselbe ist für verschiedene Landesteile erheblich verschieden und namentlich für Städte weit kleiner als für ländliche Bezirke.

- 3) Die Gewitter sind nicht nur häufiger, sondern auch blitzschlagreicher geworden.
- 4) Es treten gewisse Zugstrassen für dieselben auf, und namentlich erweisen sich die Flussthäler als besonders gefährdet.

Somit ersehen wir, dass die aus der Theorie gefolgerte Zunahme der Blitzgefahr auch durch die Statistik seit Mitte des Jahrhunderts als wirklich vorhanden nachgewiesen ist.

§ 16. Der bevorzugte Weg der atmosphärischen Entladung. — Bedingung für das Zustandekommen eines Blitzschlages ist genügender elektrostatischer Druck zwischen Wolke und Erde. Erst wenn dieser durch die Luft einen leitenden Kanal zu bohren vermag, beginnt die Entladung. Der elektrostatische Druck ist aber offenbar an jenen Stellen am grössten, wo die Leitermassen des Erdinnern am höchsten in die Luft emporragen. Dem Einschlagen besonders ausgesetzt sind also abgesehen von hohen Bäumen die Spitzen der Blitzableiter und die höchsten Punkte der Gas- und Wasserleitungsnetze.

Für Menschenleben und Menschenwerk wird der Entladungsschlag erst da gefahrbringend, wo er die Dachbegrünungen unserer Wohnungen erreicht. Von hier aus sucht das Elektrum auf dem bequemsten, d. h. dem bestleitenden Wege die Leitermassen des Erdinnern zu erreichen, um in diesen spurlos zu verschwinden. Führt ein gut leitender Weg in's Erdinnere, so ist die Stromarbeit längs desselben praktisch gleich Null, der Schlag geht also ohne merkbare Schädigung vorüber. Sind mehrere Leitungen vorhanden, so spaltet er sich in einzelne Teile, deren Grösse der Leitungsfähigkeit der betreffenden Bahn entspricht. Besteht speziell neben mehreren guten ein schlechter Leiter, so ist der auf diesen entfallende Stromteil und demnach auch die Stromarbeit in ihm praktisch gleich Null.

Diesen Fall haben wir in der Praxis bei jedem Gebäude, das mit einem guten Blitzableiter versehen ist. Neben den nahezu widerstandsfreien Leitungssträngen haben wir als schlechte Leiter Mauern, Holzwerk, eiserne Träger, die nicht in das Grundwasser reichen, u. a. m. Die Drähte des Ableiters führen also den Entladungsschlag ohne schädigende Wirkungen in das Erdinnere ab. Dazu ist aber erforderlich, dass der Blitzableiter wirklich gut, d. h. weitaus der beste Leiter der Umgebung ist, eine Bedingung,

die bei 90 Prozent unserer Blitzschutzvorrichtungen ganz bestimmt nicht erfüllt ist.

Sind zwischen den leitenden Massen, die ins Erdinnere führen, Unterbrechungen, also Stellen bedeutenden Widerstandes vorhanden, die ein genügend rasches Abströmen verhindern, so staut sich das Elektrum. Die getroffenen Massen laden sich und erhalten momentan ein abnorm hohes Potential. Es stellt sich demnach ein elektrostatischer Druck gegen die Umgebung her, und das Elektrum sucht nach allen Richtungen zu entweichen. Dasselbe bricht sich da Bahn, wo der elektrostatische Druck am mächtigsten ist, durchbohrt dabei Mauern und Balken, springt von einem Metallteile des Gebäudes zum anderen und erreicht dabei oftmals erst auf weitem Umwege das Grundwasser, in welchem es spurlos verschwindet. In all diesen Fällen aber muss entsprechend dem durchlaufenen Widerstande der Blitz mächtig erwärmend und mechanisch zerstörend wirken, bevor er das Grundwasser erreicht.

Das Grundwasser ist zwar ein Leiter, aber ein solcher, der ein mindestens 200000 mal geringeres Leitungsvermögen als reines Kupfer besitzt. Soll demnach eine Grundwasserschicht genügend gut leiten, so muss sie einen 200000 mal grösseren Querschnitt als der Kupferdraht des Blitzableiters besitzen. Man sucht dies dadurch zu erreichen, dass man grössere Eisenmassen oder Kupferplatten in das Grundwasser versenkt und die Ableiterdrähte an dieselben anlötet. Zweck der Bodenplatten ist, der atmosphärischen Entladung einen möglichst widerstandsfreien Weg ins Erdinnere zu bieten. Ist aber dieser Weg wirklich genügend widerstandsfrei? Jedenfalls, so lange nicht ein zweiter noch widerstandsfreier in der Nähe ist. Das Grundwasser führt auch bei grosser Bodenplatte die Ladung nur verhältnismässig langsam ins Erdinnere ab. Ein Stauen und damit ein elektrostatischer Druck gegen die Umgebung wird und muss auch bei guten Blitzableitern eintreten. Ist ein Leiter in der Nähe, dessen Übergangswiderstand ins Erdinnere geringer als jener der Bodenplatte ist, so ist das Abspringen unausbleiblich.

Dieser Fall ist stets gegeben bei den Rohrnetzen der Gas- und Wasserleitungen. Solange wir nicht der Bodenplatte eine grössere Ansdehnung als dem Rohrnetze geben können, muss der Blitz, um auf dem bequemsten Wege in das Erdinnere zu ge-

langen, in den meisten Fällen vom Ableiter auf die Gas- und Wasserrohre überspringen. Keine Bodenplatte kann diese Forderung der Theorie erfüllen, und daraus folgt, dass wir den Blitz überhaupt nicht von den Rohrnetzen abhalten können.

Geschieht der Übergang vom Ableiter auf das Rohrnetz widerstandsfrei, so leistet der Blitz keine Arbeit, wirkt also auch nicht schädigend. Das ist stets der Fall, wenn der Ableiter an das Rohrnetz gut leitend angeschlossen ist. Besteht dagegen keine leitende Verbindung zwischen beiden, so erfolgt der Übergang an der Stelle des stärksten elektrostatischen Druckes. Der Blitz beschädigt dabei nicht bloss das Gebäude, sondern häufig auch die getroffene Stelle des Rohrnetzes. Die Theorie erhebt also die vollauf berechtigte Forderung, dass unsere modernen Gebäude, zu deren Bau ja ohnedies Metallmassen in ausgedehntem Massstabe verwendet werden, mit Blitzableitern zu versehen sind, und dass diese, um eine Schädigung des Gebäudes und des Rohrnetzes zu verhindern, an letzteres gut leitend angeschlossen werden müssen.

§ 17. Statistische Angaben. — Die Bauwerke in grösseren Städten können wir in Rücksicht auf die Blitzgefahr in fünf Klassen einteilen:

- 1) Kleinere Gebäude ohne Gas- und Wasserrohre, bei denen Metalle nur in geringem Massstabe verwendet sind. Die Gefahr, vom Blitze getroffen zu werden, ist für diese nur gering. Schlägt er aber einmal ein, so wirkt er auch heftig zerstörend.
- 2) Grössere Gebäude ohne Blitzableiter und ohne Anschluss an die Rohrnetze, bei denen nach modernem Verfahren grössere Metallmassen zu Blechbedachungen, eisernen Säulen und Trägern verwendet sind. Die Blitzgefahr ist für diese eben wegen der Metallmassen grösser, und der Blitz muss an allen Unterbrechungsstellen heftig demolieren.
- 3) Gebäude ohne Ableiter, aber mit bis unter das Dach führenden Gas- und Wasserrohren. Zwischen diesen mit den leitenden Teilen des Erdinnern verbundenen Metallmassen und der Wolke stellt sich naturgemäss ein überwiegender elektrostatischer Druck her. Die Gefahr des Einschlagens ist also weit erhöht, und der Blitz wird stets die Rohrnetze auf-

suchen, wobei er an der Stelle des Eindringens in diese in der Regel das Gebäude und häufig auch das Rohr beschädigt.

- 4) Gebäude ohne Gas- und Wasserrohre, aber mit Blitzableiter. Die Gefahr des Einschlagens ist hier nicht minder gross, aber der Blitz wird in der Regel, gute Beschaffenheit des Ableiters vorausgesetzt, durch die Bodenplatte ohne Schädigung ins Erdinnere abgeführt werden.
- 5) Gebäude mit Blitzableiter und Gas- und Wasserrohren. Die Gefahr des Einschlagens ist für diese natürlich am grössten, da sowohl der Ableiter, als auch die Rohrnetze zur Erhöhung des elektrostatischen Druckes beitragen. Hier aber hat der Blitz zwei Wege ins Erdinnere, die Bodenplatte des Ableiters und das Rohrnetz. Er wird in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle letzteres aufsuchen und, wenn keine leitende Verbindung zwischen beiden besteht, beim Überspringen schädigen.

Vom elektrotechnischen Vereine in Berlin wurde vor mehreren Jahren ein Aufruf erlassen, in welchem behufs einer genaueren Blitzstatistik um Einsendung möglichst zahlreicher Daten über Blitzschläge gebeten wurde. Laut Veröffentlichung in der elektrotechnischen Zeitschrift wurden bis zum Frühjahr 1890 im ganzen 99 Blitzfälle angemeldet. Unter diesen waren:

- a) 38 Fälle, bei welchen in Ermangelung eines Ableiters der Blitz direkt vom Hausdache auf die Gas- und Wasserleitungsrohre übergang.
- b) 39 Fälle, in welchen der Blitz von dem nicht angeschlossenen Ableiter auf das Rohrnetz übersprang.
- c) 7 Fälle, in denen der Blitz den an das Rohrnetz angeschlossenen Ableiter traf und ohne zu schaden in das Grundwasser übergeführt wurde.
- d) 8 Fälle, in denen der Blitz, da keine Rohrleitung vorhanden war, vom Ableiter auf benachbarte Metallmassen übersprang.
- e) 7 sonstige Fälle.

Bei der Klasse c ist die Anzahl der Fälle offenbar zu gering; denn gerade unter den gegebenen Bedingungen ist die Gefahr des Einschlagens am grössten. Aber gerade die geringe Anzahl der gemeldeten Schläge beweist, dass unter diesen Umständen der Blitz, eben weil er ohne Schädigung ins Erdinnere abgeführt wird, in der Regel gar nicht registriert wird.

Unter den angemeldeten Schlägen haben nicht weniger als 77, also volle 78%, die Rohrnetze, trotzdem der leitende Anschluss fehlte, aufgesucht. Die Folgerung der Theorie, dass wir den Blitz überhaupt nicht von den Rohrnetzen abhalten können, wird also durch die Erfahrung vollauf bestätigt.

§ 18. Der Blitzableiterstreit. — Die Theorie fordert im Interesse eines wirklichen und ausreichenden Blitzschutzes für unsere Gebäude die leitende Verbindung der Blitzableiter mit den Gas- und Wasserrohren. Der erste, der die Notwendigkeit dieses Anschlusses erkannte und praktisch vertreten hat, war wohl der Belgier Melsens. In Deutschland fand jedoch sein Vorgehen vorerst keine Nachahmung, da die Techniker der Gas- und Wasserleitungsbranche sich ausschliesslich ablehnend dagegen verhielten. In den Kreisen der Elektrotechniker wurde jedoch von vornherein schon die Notwendigkeit des Anschlusses stets betont. Aus dieser Divergenz der Meinungen musste notwendig eine wissenschaftliche Fehde entspringen, die bis heute fort dauert, und deren Ende vorerst noch nicht abzusehen ist.

Im Jahre 1880 warf der Blitzableiteringenieur Kirchhoff die Frage auf, ob ein Blitzschlag, der vom Ableiter auf ein Rohrnetz übergeht, dieses gefährdet. Er bemerkte dabei, dass ihm kein Fall bekannt sei, dass ein mit dem Ableiter verbundenes Rohrnetz beschädigt worden wäre, dass aber bei Nichtanschluss in einzelnen Fällen die Rohre zerstört wurden. Im gleichen Jahre kam bei der Versammlung der Gas- und Wasserfachmänner die Frage zur Diskussion, ob das Rohrnetz eine kontinuierliche Leitung für den elektrischen Strom bilde, oder ob das Dichtungsmaterial an den Verbindungsstellen Unterbrechungen herbeiführe, so dass diese beim Durchgange eines Blitzschlages zerstört würden. Die Versammlung erklärte, obwohl damals schon messende Versuche an Probeleitungen vorlagen, die Sache noch nicht für spruchreif. Die gleiche Ansicht wird auch wiederholt bei späteren Versammlungen der Gas- und Wassertechniker ausgesprochen. Man zog aber merkwürdiger Weise vor, mehr oder minder geistreich zu philosophieren und die Gründe für und wider zu diskutieren, statt durch eine einfache, sehr leicht auszuführende Messung die Leitungsfähigkeit der einzelnen Rohrstränge zu ermitteln.

Im Jahre 1882 erstattete die kgl. sächsische technische Deputation ein Gutachten, in welchem der Anschluss der Blitzableiter

an die Rohrnetze nicht nur für zulässig, sondern für empfehlenswert erklärt wurde. Zwei Jahre später stellte das Polizeipräsidium in Berlin an den dortigen Magistrat den Antrag, diesen Anschluss zu gestatten. Der Magistrat beschloss jedoch, nachdem ein Gutachten der Gasverwaltung und des Elektrotechnikers Halske eingeholt worden war, gegen denselben zu protestieren. In demselben Jahre erklärte sich die Versammlung der Gas- und Wassertechniker der Rheinprovinz gegen den Anschluss.

Im Winter 1885/86 erschien in der Gartenlaube ein Aufsatz, in welchem auf die stets wachsende Zunahme der Blitzgefahr und auf die ungenügende Beschaffenheit der meisten Blitzableiter hingewiesen wurde. Infolge einer Aufforderung seines Amtsvorstandes gab der Vortragende an den Stadtmagistrat Augsburg ein Gutachten ab, in welchem nachdrücklichst betont wurde, dass der Blitz mit Vorliebe die Rohrnetze aufsuche und durch keine Konstruktion der Blitzableiter von denselben abgehalten werden könne. Der Anschluss sei also absolut notwendig, um einer Gefährdung der Gebäude und Rohrnetze vorzubeugen.

Nach einer Mitteilung des *Journal*es für Gasbeleuchtung sprach sich im Jahre 1887 die physikalische Sektion der Pariser Akademie, gewiss eine kompetente Behörde, für den Anschluss aus. Um dieselbe Zeit schreibt Prof. v. Waltenhofen in Wien, der wohl unbestritten als Autorität auf diesem Gebiete gelten muss, in einem Briefe an den Herausgeber der elektrotechnischen Zeitschrift: „Ich war nie im Zweifel darüber, dass der Anschluss nicht nur zulässig, sondern sogar notwendig ist, und habe diese Ansicht seit Jahren akademisch und praktisch vertreten.“

Im Frühjahr 1887 stellte der sächsische Architekten- und Ingenieurverein an den Vorstand des Verbandes deutscher Architekten und Ingenieure den Antrag, folgende Thesen einer eingehenden Beratung zu unterziehen:

- 1) Der volle oder teilweise Übergang des Blitzes auf die Rohrnetze ist unvermeidlich.
- 2) Durch die Anlage von Rohrleitungen in Gebäuden wird die Blitzgefahr gesteigert.
- 3) Ohne den Anschluss der Blitzableiter an die Rohrnetze ist ein wirksamer Blitzschutz unmöglich.
- 4) Durch denselben werden die Gefahren für die Rohrnetze vermindert.

- 5) Die Herbeiführung der behördlichen Genehmigung des Anschlusses ist unerlässlich.

In demselben Jahre beauftragte die Versammlung deutscher Gas- und Wassertechniker in Hamburg den Ausschuss, Schritte zur Klärung der Sachlage zu thun. Ebenso beschloss der Verband deutscher Architekten und Ingenieure, der Frage des Anschlusses näher zu treten. Zugleich aber begann der elektrotechnische Verein in Berlin, dessen Organ, die elektrotechnische Zeitschrift, schon bisher warm für den Anschluss plädiert hatte, lebhafter in die Agitation einzutreten. Infolge der Bemühungen dieser drei Vereine, eine allseitig befriedigende Lösung der Frage herbeizuführen, trat in Berlin eine gemischte Kommission zusammen und beschloss, nachdem jede Partei den Gegnern Konzessionen gemacht hatte, der Hauptversammlung der Gas- und Wassertechniker folgende Resolution vorzuschlagen: der Anschluss der Blitzableiter an die Rohrnetze ist unter der Bedingung zu empfehlen und zuzulassen, dass jeder Ableiter noch mit einer eigenen, gut fungierenden Bodenplatte versehen wird.

Damit schien eine Einigung erzielt und ein einheitlicher Bau der Blitzschutzvorrichtungen in Deutschland gesichert zu sein; aber mit nichten. In der darauffolgenden Hauptversammlung der Gas- und Wassertechniker zu Stettin wurde der Kommissionsbeschluss mit grosser Majorität abgelehnt und dafür folgende Resolution angenommen: Der Anschluss der Blitzableiter an die Gas- und Wasserleitungsröhren kann weder als Bedürfnis anerkannt, noch aus praktischen Gründen im Interesse der Betriebssicherheit gestattet werden. Infolge dieser Halsstarrigkeit der Gas- und Wassertechniker brachen der Verband deutscher Architekten und Ingenieure, sowie der elektrotechnische Verein die gemeinsamen Verhandlungen ab und beschlossen die Frage auf eigene Faust weiter zu verfolgen.

§ 19. Funktion der Blitzableiter. — Der Ableiter soll den Blitz auf sich ziehen und ohne Schädigung in das Grundwasser überführen. Dazu ist aber notwendig, dass zwischen seinem obersten Ende und der Wolke der grösste elektrostatische Druck herrscht. Die Auffangstange muss also alle übrigen Teile des zu schützenden Objektes überragen und in Spitzen und scharfkantige Stellen endigen. Damit ist der Bedingung genügt,

dass der Blitz mit Umgehung aller übrigen Stellen gerade die Ableiterspitze aufsucht. Soll die Entladung auch unschädlich verlaufen, so muss von hier aus das Elektrum einen möglichst widerstandsfreien Weg in das Erdinnere vorfinden; denn nur unter Voraussetzung möglichst geringen Widerstandes ist die Entladungsarbeit unmerkbar klein. Zum Fortführen der in die Auffangstange eingedrungenen Ladung dient die oberirdische Leitung und die Bodenplatte. Damit die Fortleitung genügend rasch geschieht, also ein Stauen und damit ein Abspringen auf benachbarte Leiter nicht eintritt, muss die Leitung des Ableiters weitaus die beste der ganzen Umgebung sein. Jeder Blitzableiter, der dieser Bedingung nicht genügt, ist als verfehlt zu betrachten. Er ist nicht nur kein Schutz, sondern vielmehr eine direkte Gefahr für das zu schützende Objekt.

Der Blitzableiter hat aber auch noch den Zweck, die gewaltsame atmosphärische Entladung überhaupt möglichst zu verhindern. An Spitzen und scharfen Kanten ist der elektrostatische Druck so bedeutend, dass an denselben Elektrum in die Luft hinaus-, bzw. aus derselben hereinströmt und dadurch eine Luftbewegung hervorruft, die man den elektrischen Wind nennt. Bei starken Störungen des atmosphärischen Potentials entstehen so an den Ableiterspitzen ganze Luftwirbel, welche die Wolkenladung allmählig dem Erdinnern zuführen. Durch die Stromarbeit wird die bewegte Luft teilweise schwach glühend; es entstehen an den Ableiterspitzen hüpfende Flämmchen, das schon oftmals beobachtete St. Elmsfeuer. Zu dieser stillen Entladung ist kein leitender Kanal durch die Luft notwendig, und dieselbe erfolgt so langsam, dass die Stromarbeit sich auf längere Zeit verteilt und demgemäss nicht schädigen kann.

Um der letzteren Funktion sicher gerecht zu werden, sind möglichst viele Blitzableiter, und zwar jeder einzelne mit möglichst vielen Spitzen erforderlich. Die Natur hat uns hierin selbst schon den Weg vorgezeichnet. In den Nadeln und Blättern der Bäume, in den Grashalmen etc. sehen wir eine ungeheure Anzahl von Spitzen, die grossenteils mit dem Grundwasser in leitender Verbindung stehen. Sie suchen durch Spitzenwirkung einen stillen Ausgleich herbeizuführen, und wenn dieser auch nicht stets gelingt, so ist doch soviel sicher, dass viele Blitzschläge durch sie verhindert werden. Ganz gewiss haben jene nicht vollständig Un-

recht, die behaupten, dass mit zunehmender Entwaldung eines Landes auch die Blitzgefahr steigt.

§ 20. Anlage der Blitzableiter. — Wie ist ein Blitzableiter einzurichten, damit er seinem doppelten Zwecke, der Verhütung einer gewaltsamen Entladung einerseits und der unschädlichen Fortführung des Schlages andererseits, möglichst gerecht wird?

Hier ist zunächst zu erwähnen, dass ein ganz aus Metall aufgeführtes oder vollständig mit Metall überzogenes Gebäude eines besonderen Blitzableiters nicht bedarf. Die Influenzwirkung der Wolke geht durch Metallwandungen überhaupt nicht hindurch; ein elektrostatischer Druck zwischen der Wolke und dem Innern des Baues kann also nicht auftreten. Der Blitzschlag trifft mithin lediglich die Metallhülle selbst. Ist letztere mit dem Grundwasser gut leitend verbunden, so verschwindet er ohne weiteres im Erdinnern. Ein derartiges Gebäude bietet einen absolut sicheren Schutz gegen jegliche Blitzgefahr. Von diesem idealen Zustande des Blitzschutzes sind wir aber in der Praxis weit entfernt; denn auch Gebäude, die grösstenteils aus Eisen errichtet sind, haben nur in seltenen Fällen eine genügend leitende Verbindung mit dem Grundwasser.

Der beste Blitzableiter ist jedenfalls jener, der das zu schützende Objekt mit einem gut leitenden Drahtnetze vollständig überzieht und so gewissermassen eine metallene Hülle um dasselbe bildet. Diesem Ideale eines Blitzableiters kommt das System des Belgiens Melsens am nächsten. Melsens verwendet viele Auffangstangen und viele Drähte, die das ganze Gebäude in Form eines weitmaschigen Drahtnetzes überziehen und am unteren Ende an die Gas- oder Wasserleitungsröhren angelötet sind. Die meisten öffentlichen Gebäude Brüssels sind mit solchen Ableitern versehen. Derartige Schutzvorrichtungen bieten nahezu absolute Sicherheit, sind jedoch ziemlich kostspielig.

Für Gebäude, welche wertvolle Sammlungen u. dgl. enthalten, deren Zerstörung einen oftmals unersetzlichen Verlust bedeuten würde, sind Blitzableiter nach dem Systeme Melsens sicherlich angezeigt. Die Anlagekosten können jedoch in vielen Fällen bedeutend reduziert werden. Sind die Bauobjekte mit Kupferblech gedeckt, wie das ja bei vielen Monumentalbauten der Fall ist, so braucht man bloss die Auffangstangen direkt auf das Dach zu

setzen und mit demselben zu verlöten und die Blechbedachung an vielen Stellen, z. B. von 3 zu 3 Meter durch starke Kupferdrähte mit den Gas- oder Wasserleitungsrohren zu verbinden. An jenen Dachstellen, wo die Auffangstangen aufsitzen oder die Ableiterdrähte angelötet sind, muss natürlich das Blech durch aufgelötete Stücke genügend verstärkt werden.

Wir kommen nun zur gewöhnlichen Form der Blitzableiter. Nach der sogen. Schutzkreistheorie schützt eine Auffangstange einen Teil des Gebäudes, dessen Radius höchstens gleich der $1\frac{1}{2}$ fachen Höhe der Stange ist. Diese Theorie ist eine völlig willkürliche Annahme, hat aber jedenfalls das eine Gute, dass sie nicht zu wenig Auffangstangen verlangt. Vom heutigen Standpunkte aus sind viele niedrige Auffangstangen ganz entschieden einer geringeren Anzahl höherer vorzuziehen; denn je mehr solcher Stangen und Auffangspitzen vorhanden sind, desto besser ist unter sonst gleichen Verhältnissen der Ableiter. Die richtige Mitte wird man so ziemlich einhalten, wenn man von 3 zu 3 Meter Abstand je eine Stange von 80 bis 100 Centimeter Höhe anbringt.

Als Auffangstange benützt man passend ein Eisenrohr von 2 bis 3 Millimeter Wandstärke, dessen lichte Weite 18 bis 20 Millimeter beträgt. Am oberen Ende wird ein Konus von Messing oder Kupfer eingeschraubt, der scharfkantig in eine Spitze ausläuft. Die in vielen baupolizeilichen Bestimmungen vorgeschriebene Platinspitze ist im Grunde nutzlos, da sie ja doch durch den ersten Blitzschlag, welcher die Stange trifft, weggeschmolzen wird. Die Drähte der oberirdischen Leitung sind im Innern des Eisenrohres aufwärts zu führen und an den Konus gut anzulöten. Bei Benützung einer massiven Stange statt des Rohres müssen nicht nur die Drähte, sondern auch der Konus selbst gut mit dem Eisen verlötet werden. In jedem Falle aber ist die Stange gut mit dem Gebälke des Dachfirstes zu verschrauben.

Die oberirdische Leitung des Blitzableiters ist so zu bemessen, dass sie jeden, auch den stärksten Blitzschlag ohne schädliche Erwärmung, d. h. ohne zu schmelzen, fortführen kann. Gehen wir von der Thatsache aus, dass die eisernen Telegraphendrähte noch niemals durch einen Blitzschlag abgeschmolzen wurden, so ergibt sich unter Berücksichtigung des Ausstrahlungsvermögens

für Wärme, dass auch die stärksten Blitzschläge durch einen Kupferdraht von 7 Millimeter Stärke, also 36 bis 38 Quadratmillimeter Querschnitt ohne Schaden fortgeführt werden. Für die oberirdische Leitung genügt also in den meisten Fällen Kupferdraht von der angegebenen Stärke; bloss bei Monumentalbauten, Thürmen, Gebäuden für Sammlungen, also in Fällen, wo die Leitungen weniger zugänglich oder kostbarere Objekte zu schützen sind, hat man Drähte von grösserer Stärke, nämlich solche von 10 Millimeter Durchmesser, zu verwenden. Überall, wo die Leitungen in den Boden eintreten und den chemischen Einwirkungen des Grundwassers ausgesetzt sind, ist eine Drahtstärke von 10 Millimeter zu wählen. In den baupolizeilichen Verordnungen sind massive Drähte und Drahtseile von gleicher Stärke zugelassen. Letztere, obwohl viel leichter zu verlegen, dürfte man nach meiner Ansicht ausschliessen; denn ein Seil bietet nie die gleichen Garantien gegen zufällige und absichtliche Verletzungen wie ein massiver Draht.

Merkwürdiger Weise besteht trotz aller baupolizeilichen Vorschriften, nach denen nur best leitendes Kupfer verwendet werden soll, meines Wissens keine amtliche Kontrolle über die Leitungsfähigkeit der benützten Drähte. Kupfer zeigt je nach Reinheit Unterschiede im Leitungsvermögen, die bis zu 50% ansteigen können. Trotz aller Vorschriften ist man somit bei Anlage eines Blitzableiters auf die Redlichkeit des Installateurs und dieser wieder auf jene des Drahtfabrikanten und Lieferanten angewiesen.

Der wundeste Punkt aller Blitzableiter ist die Bodenplatte. Soll bei einem Blitzschlage das Elektrikum ohne gefährliche Stauung ins Erdinnere abfliessen, so muss der Leitungsdraht bis in das Grundwasser führen und dort in einer Metallplatte von ungefähr einem Quadratmeter Fläche endigen. Wie wenig diese unbedingt notwendige Forderung in der Praxis erfüllt wird, erhellt daraus, dass viele ältere, ja sogar neuere Blitzableiter existieren, bei denen überhaupt jede Bodenplatte fehlt. Vielfach werden die einzelnen Drähte des Leiterseiles nur im Boden verzweigt, wobei nicht immer streng darauf geachtet wird, dass die einzelnen Zweige auch wirklich in das Grundwasser reichen. Dass unter diesen Umständen der Übergangswiderstand in das Grundwasser zu gross wird, ist selbstverständlich. Eine im Jahre 1886 in München durch Uppenborn an neuen Blitzableitern

vorgenommene Messung ergab bei 23 einen Bodenwiderstand von 0 bis 10, bei 22 einen solchen von 10 bis 20, bei 32 von 20 bis 50 und bei 13 von über 50 bis 100 Ohm. Ein Blitzableiter führt, falls nicht Stränge des Rohrnetzes in unmittelbarer Nähe verlaufen, den Schlag genügend rasch ab, wenn sein Erdwiderstand den Wert 10 Ohm nicht übersteigt. Von den untersuchten Ableitern könnten demnach, selbst wenn München keine Rohrnetze besässe, bloss 23, also rund 25%, als gut gelten.

Besondere Bedeutung gewinnt die Erdleitung, wenn die zu schützenden Gebäude mit Gas- und Wasserrohren versehen sind. Die Rohrnetze stellen eine so ausgedehnte Oberfläche vor und bieten demnach so geringen Erdwiderstand, dass der Blitz auch vom besten Ableiter auf sie überspringen muss. Die Theorie folgert hieraus, dass die Blitzableiter mit dem Rohrnetze verbunden werden müssen, und die Statistik hat die Richtigkeit dieser Folgerung evident nachgewiesen. Das Rohrnetz stellt in der That die wirksamste Bodenplatte vor, die wir überhaupt einem Blitzableiter geben können. Demnach sind die Drähte der Ableiter an das Rohrnetz anzuschliessen und mit diesem durch Anlöten möglichst innig zu verbinden.

Ist aber auch jedes Rohrnetz für den Anschluss tauglich? Zunächst ist zu bemerken, dass die Hausrohre für denselben überhaupt nicht in Betracht kommen; denn sie sind zu sehr Beschädigungen ausgesetzt, und ihr Querschnitt ist vielfach zu gering, um sehr starke Schläge ohne Schaden abzuführen. Für den Anschluss sind also bloss die im Boden verlegten Rohre von grösserem Querschnitte geeignet, bei denen eine schädliche Erwärmung ausgeschlossen ist. Hat denn ein derartiger Strang in seinen Verbindungsstellen genügende Leitungsfähigkeit? A priori wissen wir das nicht, obwohl wir es bei Bleidichtungen mit Sicherheit annehmen können. Diese Frage muss eben in jedem einzelnen Falle durch genaue Messungen beantwortet werden. Hierin liegt meines Wissens der grösste Fehler, der im Blitzableiterstreite von beiden Parteien gemacht wurde. Die Elektrotechniker sind unbedingt für den Anschluss, die Gas- und Wassertechniker ebenso unbedingt dagegen. Die richtige Mitte ist die: Der Anschluss ist allerdings unerlässlich und im Interesse der Sicherheit von Leben und Eigentum der Bürger geboten, allein auch das Rohrnetz muss eine genügende Leitungsfähigkeit besitzen. Ist letzteres nicht der

Fall, so gewinnen wir durch den Anschluss nichts; wir haben dann bloss die Beschädigungen von den Gebäuden, wo sie leichter zugänglich sind, auf das Rohrnetz übertragen, dessen Reparaturen weit umständlicher sind.

Die Frage, ob ein Rohrnetz zum Anschlusse tauglich ist, muss durch genaue Messungen entschieden werden, indem man die Leitungsfähigkeit der Strassenrohre von Strecke zu Strecke ermittelt. Erst wenn kein merklicher Widerstand sich auffinden lässt, dann ist der Anschluss geboten und muss baupolizeilich vorgeschrieben werden. Zeigen einzelne Teile des Rohrnetzes zu grossen Widerstand in den Verbindungsstellen, der Beschädigungen beim Durchgange eines Blitzes befürchten lässt, so muss man sie durch einen genügend starken Kupferdraht überbrücken oder möglichst bald durch bessere ersetzen. Eine leitende Überbrückung getrennter Rohrteile ist auch stets notwendig, wenn während eines Gewitters Reparaturen am Rohrnetze ausgeführt werden müssen.

Der Anschluss der Ableiterdrähte an das Rohrnetz muss möglichst innig geschehen. Ist ein Löten nicht angängig, so muss man die betreffende Rohrstelle möglichst blank machen, den Draht herumwickeln und nach Anlegung einer Schelle den Zwischenraum mit Blei ausgegossen. In keinem Falle darf die Anschlussstelle einen merklichen Widerstand aufweisen.

In der gewöhnlich beliebten und durch baupolizeiliche Verordnungen zugelassenen Ausführung der Blitzableiter geht von jeder Auffangstange eine einzige Leitung zur Erde. Ja häufig besitzen mehrere Auffangstangen nur eine einzige Leitung. Das ist entschieden zu wenig. Die einzige Leitung kann verletzt werden; dann ist das Gebäude gefährdet. All das ungeht man, wenn man von jeder Auffangstange mindestens zwei Leitungen, je eine auf jeder Dachseite, zur Erde führt. Versagt die eine, dann schützt eben die andere. Die Anordnung der einzelnen Leitungen kann man so treffen, dass diese symmetrisch über das ganze Gebäude verteilt sind. Um nicht jeden einzelnen Draht an das Rohrnetz anzuschliessen, wird man rings um das Gebäude einen Draht in den Boden verlegen, mit welchem sämtliche Ableiterdrähte verbunden werden. Letzterer wird dann an mindestens zwei Stellen an die Strassenrohre der Gas- oder Wasserleitung angeschlossen. Man kommt so nahezu zu einem schützenden Netze, welches das Gebäude umgibt, ohne die Kosten

einer wirklichen Ausführung desselben. Sämtliche Drahtverbindungen sind natürlich durch Löten zu bewerkstelligen und alle Lötstellen mit Blechhülsen zu umgeben, um sie gegen atmosphärische Einflüsse und mechanische Zerstörungen zu schützen.

Damit jederzeit eine Untersuchung sowohl der oberirdischen als der Bodenleitung bewerkstelligt werden kann, muss an jedem Drahte, bevor er in die Erde eintritt, eine Lötstelle vorhanden sein, die beliebig unterbrochen werden kann. Auf diese Art ist es möglich, jeden Zweig der oberirdischen Leitung, sowie jede Anschlussstelle an das Rohrnetz gesondert auf die Leitungsfähigkeit zu untersuchen.

§ 21. Prüfung der Blitzableiter. — Die Ausführung der Blitzableiter obliegt natürlich auch in Zukunft jenen Installateuren, die sie schon bisher besorgt haben. Sind diese aber auch verlässlich genug? Ganz entschieden nicht. Wenn auch der Meister vom besten Willen beseelt ist, den Ableiter vollkommen tadellos und den theoretischen Vorschriften entsprechend herzustellen, für jeden seiner Gehilfen kann er nicht garantieren. Er ist ferner vom Drahtlieferanten abhängig. Liefert ihm dieser schlechtes Leitungsmaterial, so ist er beim besten Willen nicht im Stande, einen guten Ableiter herzustellen. Dazu kommt noch, dass die wenigsten Installateure befähigt sind, über die Güte des verwendeten Leitungsmateriales und diejenige der von ihnen ausgeführten Ableiteranlagen ein entscheidendes Urteil zu fällen; denn auch der gewissenhafteste Installateur ist deshalb noch nicht verpflichtet, exakte Widerstandsmessungen ausführen zu können. Die landläufigen Blitzableiterprüfungen sind in der That sehr wenig geeignet, über die Güte der Ableiter Aufschluss zu erteilen. Hierin ist eine entschiedene Wendung zum Besseren notwendig. Wenn man auch dem theoretisch nicht genügend geschulten Installateure die Ausführung überträgt, die Prüfung des Ableiters auf seine Güte und Sicherheit muss einem wissenschaftlich gebildeten und mit elektrischen Messungen vertrauten Techniker vorbehalten bleiben. In jedem städtischen Baubureau ist eine Reihe von Ingenieuren angestellt, denen elektrische Messungen nicht fremd sind, oder deren Bildungsgang sie doch befähigt, nach kurzer Praxis Widerstandsmessungen mit genügender Genauigkeit auszuführen. Einem solchen kann die amtliche Prüfung der Blitzableiter leicht übertragen werden.

Die erste Aufgabe des Prüfungsbeamten ist, die Leitungsfähigkeit des verwendeten Drahtes festzustellen. Jeder Ableiterdraht ist daher vor seiner Verwendung auf seinen Widerstand zu untersuchen, abzustempeln und dann dem Installateur zurückzugeben. Die Benützung nicht geprüfter und gestempelter Drahtsorten sollte bei Strafe untersagt werden.

Ist ein Ableiter vom Installateur fertiggestellt, so ist er zur Prüfung anzumelden. Die Lötstellen beim Eintritte des Drahtes in den Boden sind vorderhand noch offen zu halten. Es wird zunächst der Widerstand jedes einzelnen Leitungszweiges ermittelt. Da man aus den Dimensionen des Gebäudes die Länge jedes Zweiges und aus der ursprünglichen Prüfung des Drahtes den derselben entsprechenden Widerstand kennt, so lässt sich ohne weiteres entscheiden, ob alle Lötungen mit genügender Sorgfalt ausgeführt sind. Ist so jeder Leitungszweig durchgeprüft und der Widerstand jeglicher Anschlussstelle an das Rohrnetz als zulässig ermittelt, so kann der Ableiter in Gebrauch genommen werden. Haben sich aber Unregelmässigkeiten gezeigt, so sind dieselben vorher zu beseitigen.

Bei ländlichen und solchen städtischen Anwesen, in deren Nähe keine Rohrstränge sich befinden, muss als Erdschluss eine Bodenplatte verwendet werden. Eine solche mit einer Gesamtoberfläche von ungefähr einem Quadratmeter kann aus Eisen- oder Kupferstücken bestehen, die an die Leitungsdrähte angelötet und in das Grundwasser versenkt werden. Geschieht die Versenkung in Brunnen, so ist natürlich Kupfer ausgeschlossen. Falls das Grundwasser erst in grösserer Tiefe sich vorfindet, muss der Draht unterirdisch soweit geführt werden, bis man an Stellen weniger tiefen Grundwasserspiegels kommt, oder letzteres muss durch Bohrung erreicht werden. Starke Eisenrohre, die genügend tief in das Grundwasser reichen, dienen dann als Bodenplatten. In keinem Falle genügt eine einzige Bodenplatte für sämtliche Leitungszweige, sondern jeder der letzteren sollte eine eigene besitzen. Bloss bei besonders schwieriger Erreichung des Grundwassers dürften zwei Erdschlüsse anreichen. Die Prüfung geschieht bei diesen Ableitern ebenso wie bei denen der städtischen Anwesen; doch muss zur Ermittlung des Erdwiderstandes wegen der elektrolytischen Wirkungen eine Telephonbrücke mit Wechselströmen benützt werden.

§ 22. Überwachung der Blitzableiter. — Es liegt in der Natur der Sache, dass auch der beste Blitzableiter nicht

dauernd gut bleibt, sondern sich, sei es durch atmosphärische Einwirkungen oder durch mechanische Beschädigungen, allmählig verschlechtert und endlich seine schützenden Eigenschaften verliert. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer fortdauernden Überwachung der Blitzschutzvorrichtungen. Selbstverständlich darf diese nicht privater Willkür überlassen bleiben, sondern muss behördlich geregelt und ausgeübt werden. Jeder Blitzableiter ist von Zeit zu Zeit auf seine Brauchbarkeit zu prüfen. Bei öffentlichen Gebäuden, bei Kirchen u. dgl., bei welchen grösserer Wert infrage kommt, sollte die Untersuchung alljährlich im Herbst oder Frühjahr, d. h. zu Zeiten, in denen Gewitter äusserst selten sind, erfolgen. Bei Privatbauten genügt, wenn der Besitzer nicht ausdrücklich kürzere Intervalle verlangt, eine alle zwei, im äussersten Falle alle drei Jahre wiederholte Prüfung.

Im städtischen Baubureau muss ein Verzeichnis sämtlicher Blitzableiter im Weichbilde der Stadt nebst kurzer Beschreibung und Darlegung der Widerstandsverhältnisse, die sich bei der Abnahme ergeben haben, niedergelegt werden. Dadurch, dass man diese Angaben alljährlich durch jene Zahlen ergänzt, die sich bei jeder neuen Prüfung herausstellen, bekommt man ein getreues Bild von dem jeweiligen Stande der Blitzschutzvorrichtungen im städtischen Gebiete.

§ 23. Ergebnisse. Zum Schlusse mögen die Ergebnisse in folgenden Sätzen zusammengefasst werden:

- 1) Die Notwendigkeit des Anschlusses der Blitzableiter an die Rohrnetze der Gas- und Wasserleitungen ist nicht nur durch die Theorie, sondern auch durch die Erfahrung nachgewiesen.
- 2) Jeder mit dem Rohrnetze nicht verbundene Blitzableiter muss als verfehlt betrachtet werden. Er ist nicht nur kein Schutz, sondern sogar eine direkte Gefahr für das zu schützende Objekt, sowie für das Rohrnetz.
- 3) Vor dem Anschlusse der Ableiter muss das Rohrnetz auf seine Leitungsfähigkeit untersucht werden. An Rohrstränge von ungenügender Leitungsfähigkeit darf der Anschluss nicht geschehen. In diesem Falle ist auf baldige Beseitigung der Leitungsfehler hinzustreben. Die Untersuchung ist in geeigneten Intervallen zu wiederholen.
- 4) Zur Anlage von Ableitern darf nur behördlich geprüfter und gestempelter Kupferdraht von mindestens 7 Millimeter

- Stärke verwendet werden. Massiver Draht ist einem Seile stets vorzuziehen.
- 5) Die Auffangstangen sind in grösserer Anzahl und zwar in Abständen von höchstens 3 Meter anzubringen. Die Höhe derselben soll nicht unter 80 bis 100 Centimeter betragen.
 - 6) Von jeder Auffangstange sind mindestens zwei Drähte nach abwärts zu führen. Sämtliche Drähte sind im Boden an einen Verbindungsdraht anzulöten, welcher an wenigstens zwei Stellen an das Rohrnetz angeschlossen ist. Die in den Boden eintretenden Drähte müssen 10 Millimeter Stärke haben. Alle Lötstellen sind durch umgelegte Blechhülsen zu schützen.
 - 7) Der Anschluss darf bloss an die Strassenrohre, nicht aber an die Hausrohre der Gas- und Wasserleitungen erfolgen.
 - 8) Der Erdschluss der Blitzableiter an Gebäuden, in deren Nähe kein Rohrstrang vorbeiführt, muss durch Metallstücke von ungefähr 1 Quadratmeter Oberfläche erfolgen, die in das Grundwasser versenkt sind. Jeder Ableiter muss mindestens zwei Erdschlüsse besitzen.
 - 9) Jeder neu installierte Blitzableiter soll sofort behördlich auf seine Leitungsfähigkeit geprüft werden. Ableiter, welche abnormen Widerstand zeigen, sind zu verbessern oder zu entfernen. Die Ergebnisse der Messungen sind protokollarisch niederzulegen und bei der zuständigen Behörde aufzubewahren.
 - 10) Bei öffentlichen Gebäuden muss alljährlich im Frühjahre oder Herbste, bei Privatgebäuden alle 2 bis 3 Jahre eine Untersuchung der Blitzableiter stattfinden. Die Ergebnisse dieser Messungen sind zum Vergleiche mit denen späterer oder früherer ebenfalls aufzubewahren.
 - 11) Die Prüfung darf nicht durch die Installateure, sondern nur durch von der Stadt aufgestellte Techniker erfolgen, die mit der Theorie und Praxis der Widerstandsmessungen genügend vertraut sind.
 - 12) Die öffentlichen Gebäude sind ausnahmslos und von den Privatgebäuden wenigstens die grösseren von 3 bis 4 Stockwerken mit Blitzableitern zu versehen, die den vorstehenden Bedingungen genügen.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Götz Hans

Artikel/Article: [Die Zunahme der Blitzgefahr und die Blitzableiterfrage 301-336](#)