

Das Blitzableitersystem des H. Melsens.

Von Dr. O. T U M L I R Z.

I.

Seit jenen Tagen, an welchen Franklin den Grund einer der grossartigsten Naturerscheinungen, des Gewitters, in der elektrischen Ladung unserer Atmosphäre fand und den Menschen den Weg zeigte, wie sie sich schützen könnten, sind mehr als 100 Jahre vergangen, Jahre, in welchen sowohl die Naturwissenschaft als auch die Technik auf allen Gebieten unerwartet grosse Fortschritte gemacht hat. Wie steht es aber mit dem Fortschritte auf jenem Wege? Weit davon entfernt, ein Blitzableitersystem zu kennen, das absoluten Schutz gewährt, ist man nicht einmal dahin gelangt, angeben zu können, in welchem Masse ein Blitzableiter schützt. Es hat ganz den Anschein, als ob die Physiker auf dieses Capitel vergessen hätten, und doch kann eine wesentliche Förderung dieser dem Wohle der Menschheit in so hohem Grade dienenden Einrichtung nicht anders möglich sein, als wenn die physikalische Seite der Frage eine möglichst umfassende Inangriffnahme beziehungsweise Lösung erfährt.

Man hat bisher alle Blitzableiter nach jenen Anweisungen construiert, welche die Pariser Akademie im Jahre 1823 auf Vorschlag Gay Lussacs angenommen hat und welche im Wesentlichen darauf hinauslaufen, eine geringe Anzahl von Leitern mit grossem Querschnitt und Auffangstangen mit ziemlich stumpfen Spitzen und von grosser Höhe (gewöhnlich aus Rundeisen von ungefähr 30 mm Dicke und 5—10 m Höhe, vom Giebel des Daches aus gerechnet) anzuwenden. Nun ist offenbar die erste Frage die: in welchem Umkreis schützt die Stange? Da alte Beob-

achtungen gezeigt haben, dass der Blitz auch Gebäude, die mit einem Blitzableiter versehen sind, treffen kann, so hat Gay Lussac im Jahre 1823 auf Grund der beobachteten Fälle folgende Regel aufgestellt: „Der Schutzbereich ist durch das Volumen eines Kreiscylinders bestimmt, dessen Achse die Auffangstange und dessen Radius das Doppelte der Höhe ist.“

Im Jahre 1875 ernannte die Pariser Municipalbehörde eine Commission, welche sich mit der Installation von Blitzableitern auf den öffentlichen Gebäuden von Paris befassen sollte. Dieselbe gab in ihrem Berichte an, dass eine Auffangstange das Volumen eines Rotationskegels schütze, welcher die Spitze zum Scheitel und die 1.75fache Höhe zum Basisradius hat.

Beide Regeln sind unrichtig. Im J. 1874 schlug in Ixelles-Bruxelles der Blitz in die Kirche zum Heiligen Kreuz ein, trotzdem diese mit einem Blitzableiter versehen war, und zwar in einem Punkte, welcher in dem Volumen eines Kegels, der die Spitze des Glockenthurmes zum Scheitel und die 1.25fache Höhe zum Basisradius hatte, also innerhalb der beiden erwähnten Schutzzonen gelegen war. H. Melsens untersuchte den Blitzableiter nach diesem Schlage und fand ihn in dem besten Zustande.

Für die Schutzzone wurden im Jahre 1881 zwei andere Regeln aufgestellt und zwar von H. Adams, dem Präsidenten der englischen Blitzableiter-Commission und H. Preece. Während der erstere als Schutzzone einen Kegel annimmt, dessen Basisradius gleich der Höhe der Blitzableiterspitze über der Bodenfläche ist, findet der letztere auf Grund einer Art theoretischer Betrachtung, welche sich hauptsächlich auf eine vollständige Gleichmässigkeit der Atmosphäre in der Umgebung des Blitzableiters stützt, — eine Annahme, welche in Wirklichkeit nie zutrifft — eine Schutzzone, welche durch eine Rotationsfläche begrenzt ist, die zur Höhe die Höhe der Auffangstange, zur Basis einen Kreis von einem der Auffangstange gleichen Radius und zur Meridiancurve zwei Kreisquadranten hat, welche letzteren wiederum die Höhe der Auffangstange zum Radius haben und diese selbst berühren. Ist die Höhe der Auffangstange über dem Erdboden gleich 100 *m*, dann ist die Schutzzone

nach Gay Lussac . . . gleich	12,566.400 <i>Cubm.</i>
der Pariser Commission	3,207.950
H. Adams	1,047.200
H. Preece	301.200

Noch anschaulicher stellt dies die folgende Figur dar:

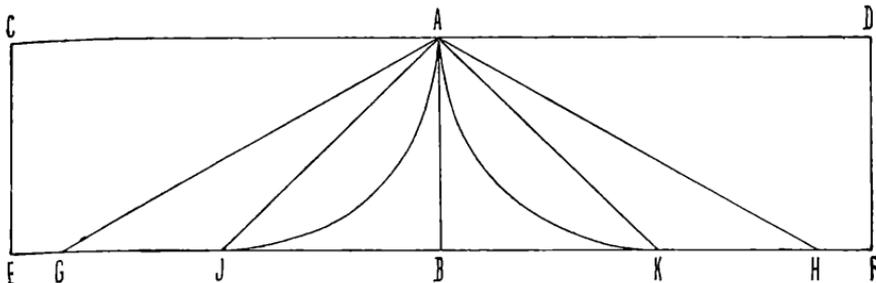


Fig. 1.

der Cylinder <i>CDEF</i>	ist die Schutzzone Gay Lussacs
der Kegel <i>AGH</i>	der Pariser Commiss.
der Kegel <i>JAK</i> . . .	des H. Adams.
die Rotationsfläche <i>JAK</i>	des H. Preece.

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die nach einander aufgestellten Schutzzonen ein immer kleineres Volumen haben, so zwar, dass, wenn wir das Volumen der Gay Lussac'schen Schutzzone gleich Eins setzen, die anderen ungefähr die Grösse $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{42}$ erhalten.

II.

Ein vom Gay Lussac'schen wesentlich verschiedenes Blitzableitersystem wurde in der neuesten Zeit von dem Belgier Herrn Melsens erfunden und stützt sich dem Wesen nach auf jene Erscheinungen, welche Faraday in einem grossen Kasten mit metallischer Oberfläche beobachtet hat. Faraday liess sich bekanntlich, um die Vertheilung der Elektrizität auf Leitern zu untersuchen, einen leichten Würfel aus Holzrahmen von 12 Fuss Seite bauen, denselben mit einem Netz von Kupferdrähten umgeben und dieses noch ausserdem mit Staniol belegen. In diesen

Würfel, der sehr gut isolirt war, begab sich Faraday mit einem äusserst feinen Elektroskop und liess ihn sehr stark elektrisch laden. Im Innern zeigte sich weder während der Ladung noch nach der Entladung irgend eine Spur von Elektrizität, obgleich während der Ladung an allen Theilen der Oberfläche starke Funken und Büschel auftraten.

Diese Versuche brachten H. Melsens im Jahre 1865, als gerade das Rathhaus zu Brüssel mit einem Blitzableiter versehen werden sollte, auf den Gedanken, das ganze Gebäude mit einer Art Käfig aus Metall zu umgeben und diesen einerseits mit einer grossen Anzahl von spitzigen, nicht sehr langen und in Büscheln zusammengestellten Auffangstangen zu schützen, andererseits mit den vorhandenen Brunnen, Wasser- und Gasleitungen in metallische Verbindung zu bringen. H. Melsens suchte sich zunächst von der Wirksamkeit einer solchen Vorrichtung zu überzeugen und wiederholte zu dem Ende die Faradayschen Versuche in der folgenden Weise.

Er lud eine grosse Leydener Batterie so stark, dass der Entladungsschlag Thiere von der Grösse eines Hundes, eines Hasen oder eines Vogels sofort zu tödten im Stande war und schickte diesen Entladungsschlag durch eine kleine Hohlkugel aus dichtmaschigem Eisendrahtgeflecht, nachdem er zuvor in dieselbe noch kleinere Thiere (er nahm hiezu Mäuse, Ratten, Vögel und Schlangen) so gebracht hatte, dass sie den Eisendraht unmittelbar berührten. Die Thiere zeigten nicht die geringste Bewegung, ein Beweis, dass fast die ganze Bewegung durch das Drahtgehäuse gegangen war. Die Hohlkugel und ihre Verbindung mit der einen Belegung der Batterie stellt im Kleinen den Blitzableiter und seine Verbindung mit der Erde vor, die andere Belegung der Batterie dagegen die Wolke, aus welcher der Blitzstrahl kommt.

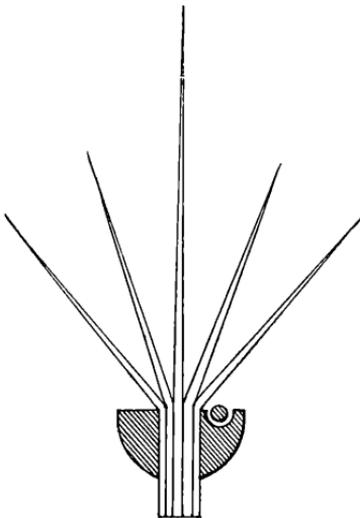
III.

Bei jedem Blitzableiter unterscheidet man drei wesentliche Theile: die Auffangstange, die Ableitung zur Erde und die Verbindung mit der Erde. Wir wollen uns zunächst mit der Auffangstange beschäftigen.

Von einem Blitzableiter verlangt man eine zweifache Wirkung; er soll die Blitzgefahr verringern und das Gebäude vor dem einschlagenden Blitz schützen. Die erste Aufgabe fällt hauptsächlich den Spitzen der Auffangstangen zu, welche in der Weise wirken, dass die Influenzelektricität der ersten Art aus den Spitzen ausströmt und die influencirende Elektricität der Atmosphäre neutralisirt. Die Frage, ob scharfe oder stumpfe, zahlreiche oder wenige Spitzen anzuwenden seien, bildete seit Franklin's Zeiten den Gegenstand grosser Meinungsverschiedenheiten und es ist nicht uninteressant, die diesbezüglichen Ansichten hervorragender Fachleute kennen zu lernen.

Franklin verlangte bekanntlich feine Metallspitzen. Dem widersprachen Benjamin Wilson und Nollet, welche für stumpfe Spitzen eintraten. Depretz forderte am oberen Ende der Auffang-

Fig. 2.



stange einen oben etwas zugerundeten Platinkegel, De la Rive dagegen eine vergoldete Kupferkugel. Riess dachte, dass eine Spitze wirksamer sei, als ein Bündel von Spitzen. Gay-Lussac hielt wiederum eine 5—10 m lange Auffangstange, welche in einen 0.55 m langen konischen Theil aus Kupfer endigt und auf der Spitze desselben eine 0.05 m lange Platinadel trägt, für das Beste. Im Jahre 1855 sprach sich die Pariser Akademie für eine Kupferspitze aus, welche in einen massiven Platinkegel oder in eine konische Platinkapsel endigt. Perrot schloss im J. 1862 auf Grund einer Reihe von Versuchen, dass lange,

divergirende, zahlreiche, feine und sehr leitende Spitzen nothwendig seien, eine Schlussfolgerung, welche die Zustimmung von Babinet, du Moncel und Gavaret fand. Auch H. Melsens ist für zahlreiche und feine Spitzen und befindet sich hierin in Uebereinstimmung mit H. Gaston Planté.

Dass viele Spitzen einen grossen Einfluss auf die Elektricität der Atmosphäre haben können, scheint aus mehreren Beobachtungen hervorzugehen. So hat unter anderen H. Mann,

Präsident der meteorologischen Gesellschaft in London, die Wahrnehmung gemacht, dass Spitzen eine solche Wirkung ausüben können, dass eine ganze Stadt gegen Blitzschläge geschützt ist. Als er nach Pietermaritzburg (Natal) kam, traf er heftige und starke Gewitter an, dieselben verschwanden aber fast ganz, als die Stadt auf seinen Rath hin zahlreiche Blitzableiter mit Auffangstangen, die in sehr viele Spitzen endigten, anbrachte. Aehnliche Thatsachen erzählt auch Arago.

H. Melsens wendet, wie gesagt, viele feine Spitzen an, welche er in der Form von Büscheln (aigrettes) Fig. 2 anbringt. Ein solches Büschel besteht aus 6 bis 7 Spitzen, von welchen die mittlere etwas höher als die übrigen ist und mit den äussersten einen Winkel von 45° einschliesst. Das Material ist verzinktes Eisen oder Kupfer. Die Stäbe haben eine Dicke von 6—8 *mm* und sind am oberen Ende zu einer scharfen Spitze ausgezogen. Die Spitzenbüschel werden in grosser Zahl und besonders auf jenen Theilen des Gebäudes angebracht, welche der Blitzgefahr am meisten ausgesetzt sind. So hat das Rathhaus in Brüssel 510 Spitzen, welche zu ungefähr 80 Büscheln zusammengesetzt sind. Bloss 8 von diesen Spitzen haben eine Länge von 2 *m*, die anderen sind weit kürzer und zwar haben die centralen Spitzen der Büschel — dieselben bestehen aus Eisen — eine Länge von 0.75 *m*, alle anderen dagegen — sie bestehen aus Kupfer — bloss eine Länge von 0.50 *m*.

Man hat allerdings die Einwendung gemacht, dass feine Spitzen durch den Blitzschlag leichter zerstört werden, als stumpfe Spitzen, aber dieser Umstand fällt doch nur bei Blitzableitern mit hohen Auffangstangen, welche in eine einzige Spitze endigen, in's Gewicht. Uebrigens ist auch dann noch die Zerstörung der Spitze kein so grosses Unglück, denn mit der Spitze verliert der Blitzableiter zwar die ausstrahlende Wirkung, welche die Atmosphäre zu entladen sucht, aber keineswegs die schützende Wirkung bei einem auftretenden Blitzschlag. Für das System des H. Melsens ist dieser Einwand gar nicht zutreffend, denn nach diesem hat man stets mehrere Spitzen beisammen; wird eine davon zerstört, dann bleiben noch genug übrig, um die Ausströmung der Elektrizität in hinreichendem Maasse zu gestatten.

IV.

Huldigt H. M e l s e n s in seinem ganzen Systeme dem Wahlspruche: „Divide et impera“, so gilt dies ganz besonders von der Ableitung zur Erde. Da er sich den Faraday'schen Kasten zum Vorbild nimmt, so umgibt er das Gebäude mit vielen Leitern, welche eben wegen ihrer grösseren Zahl einen kleineren Querschnitt haben können. Das Rathhaus zu Brüssel hat acht Ableitungen, welche aus Eisen bestehen und eine Dicke von 10 *mm* besitzen. Die Querschnitte aller Leiter sind, zusammengekommen, weit grösser als der grösste Querschnitt, welchen die Pariser Akademie der Wissenschaften vorschreibt, und dies gilt in einem noch höheren Maasse von der gesammten Oberfläche.

Die vielen Leiter haben zugleich den Zweck, den Entladungsschlag zu theilen und dadurch den Blitz leichter und rascher abzuleiten. Diese Theilung ist, wie H. Melsens sagt, keine Hypothese, sondern das Ergebniss von Versuchen, die schon de Romas (1776) und auch er selbst (1865 und 1875) in grosser Zahl angestellt haben; sie tritt ein, wie gross auch die Zahl und der Querschnitt der Drähte und wie beschaffen auch ihre Natur ist. So ist die Theilung einmal bei 113 Kupfer- und Eisendrähten von verschiedener Länge und verschiedenem Querschnitt und ein anderes Mal sogar bei mehr als 390 Drähten aufgetreten, obgleich die Leitungsfähigkeit zwischen 1 und 6 und der Durchmesser zwischen 0.08 *mm* und 6.3 *mm* schwankte. Hieher gehört auch ein Versuch von Sir William Snow Harris. Derselbe lud eine Batterie zu einem solchen Potentialniveau, dass der Entladungsschlag einen passend gewählten Eisendraht zum Schmelzen brachte. Wurde nun der Entladungsschlag bei demselben Potentialniveau nicht durch einen, sondern zwei Drähte von der gleichen Beschaffenheit geschickt, so blieben diese nach der Entladung unverändert. Sir W. Snow Harris zieht daraus die Schlussfolgerung, dass, wenn zwischen mehreren Leitern von denselben Dimensionen der elektrische Funke getheilt wird, entweder alle gleichzeitig geschmolzen werden oder alle unversehrt bleiben.

Gestützt auf diese Resultate, glaubt nun H. Melsens annehmen zu können, dass auch der Blitz eine Theilung erfährt und auch dann noch in alle Leiter übergeht, wenn er anstatt

den Vereinigungspunkt der Leiter bloß einen von ihnen in irgend einem Punkte seines Verlaufes treffen sollte, vorausgesetzt, dass dieser Leiter nicht allzu dünn ist.

V.

Nach dem Gay-Lussac'schen System, welches sehr wenige Ableitungen verlangt, muss der Querschnitt jeder Ableitung ziemlich beträchtlich genommen werden, doch ist man über die kleinste noch zulässige Grösse desselben noch nicht ganz im Reinen. Das Gutachten der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften vom 14. December 1876 hält einen Querschnitt von $1 \text{ cm} = 100 \text{ mm}$ für genügend, die Commission der meteorologischen Gesellschaft zu London dagegen empfiehlt Kupferdrähte von 60 mm Querschnitt, d. h. also, wenn der Kupferdraht cylindrisch ist, eine Stärke von 8.7 mm .

Da H. Melsens viele Ableitungen gebraucht und die Theilung des Blitzschlages voraussetzt, so werden die Leitungen etwas dünner sein können. H. Melsens nimmt im Allgemeinen cylindrische Drähte aus verzinktem Eisen von 8 mm Dicke. Dieselben müssen natürlich überall stetig verlaufen. Wollte man einem Leiter die Form einer Kette geben, dann würde der mit der Zeit an den Berührungsstellen auftretende Rost den Blitzableiter aus einem Schirmer in einen Verderber verwandeln. Im Jahre 1827 wurde das Postschiff „New York“ vom Blitze getroffen; der Blitz zerriss den Leiter, der aus einer 40 m langen Feldmesskette aus 6 mm starkem Eisendraht bestand, in die allerkleinsten Theile. Auch geflochtene Drähte sind nicht zu empfehlen, weil die Gesamtoberfläche eine grössere, also der Einfluss der Oxydation auf die Verringerung des Querschnittes ein grösserer ist.

Die Frage nach dem genügenden Querschnitt ist nicht so leicht zu entscheiden, denn man hat dabei auf sehr viele andere Umstände Rücksicht zu nehmen, namentlich auf die elektrische Leitungsfähigkeit, die Wärmecapacität, den Schmelzpunkt etc.

Da diese Eigenschaften von der Natur der Drähte abhängen, so ist die wichtigste Frage die Frage nach dem Material der Drähte.

In Betracht kommen bloß zwei Metalle, nämlich Kupfer und Eisen. Beim Gay-Lussac'schen System verwendet man im Allge-

meinen Eisen und Kupfer; in Amerika und auf dem Continent meistens verzinktes Eisen, in England dagegen Kupfer. Das Kupfer hat vor dem Eisen zwei Vorzüge, es ist erstens biegsamer und zweitens von einer grösseren elektrischen Leitungsfähigkeit im Falle des Durchganges stationärer Ströme.

In letzterer Beziehung hat man nach H. Matthiesen, wenn man die Leitungsfähigkeit des Silbers gleich 100 setzt, für reines Kupfer 93.08 und für reines Eisen 14.44, doch gilt dies, wie gesagt, nur für reine Metalle; für käufliche können diese Zahlen nur als Annäherungen betrachtet werden. Namentlich ist die Leitungsfähigkeit des käuflichen Kupfers oft viel kleiner. Wie die Leitungsfähigkeit des Kupfers sich leicht ändern kann, zeigen folgende von H. Matthiesen festgestellte Zahlen: Reines, aber an der Luft geschmolzenes Kupfer gab eine Leitungsfähigkeit von nur 69.37. An dieser Veränderung ist der Sauerstoff der Luft schuld, den das Kupfer beim Schmelzen an der Luft unter Bildung von Oxydul absorbiert. Kupfer, welches 0.05 Procent Kohle enthielt, gab 74.91, mit 0.13 Procent Phosphor vermengt 67.67, mit einer geringen Menge Arsen 57.8, mit 0.5 Procent Eisen 34.56. In dem letzten Fall wäre die Leitungsfähigkeit des Kupfers bloß 2.4mal so gross als die des reinen Eisens.

Da diese Zahlen bloß für stationäre Ströme gelten, so hat man nicht die volle Gewissheit, dass sie auch in dem Falle solcher elektrischen Entladungen gelten werden, bei welchen hohe Potentialdifferenzen ins Spiel kommen, und zwar schon aus dem Grunde, weil bei diesen Entladungen ausser dem Querschnitt gewiss auch die Oberfläche eine Rolle spielt. H. Melsens hat hierüber mehrere Versuche angestellt. Er verzweigte den Schliessungsbogen einer Leydener Flasche in der Weise, dass der eine Zweig aus Eisen, der andere aus Kupfer bestand, und dass die Oberfläche, der Querschnitt und die Schlagweite bei beiden die gleichen waren. Wurde die Entladung eingeleitet, dann übersprangen an beiden Zweigstellen elektrische Funken. Der Funke am Ende des Eisendrahtes schien im Allgemeinen schwächer zu sein, als jener am Kupferdrahtende, aber immer traten beide Funken auf. Wandte er bei derselben Verzweigung einen Ruhmkorffschen Inductor an, dann zeigte sich ein bemerkenswerther Unterschied gegen den früheren Fall; jetzt traten nämlich nicht an beiden Zweigstellen Funken auf, sondern bloß an

einer, aber abwechselnd, bald beim Kupfer, bald beim Eisen, und dies selbst dann, als die Länge und somit der Widerstand des Eisendrahtes bedeutend vermehrt worden war. Dieser letztere Fall scheint entschieden dafür zu sprechen, dass bei plötzlichen Entladungen die elektrische Leitungsfähigkeit, wie sie bei stationären Strömen gefunden wird, nicht allein massgebend ist.

Was den Schmelzpunkt anbelangt, so schmilzt

Schmiedeeisen bei .	. 1600° C.
Gusseisen, grau bei	1200—1100° C.
„ weiss	1100—1050° C.
Kupfer „	1090° C.

Die spezifische Wärme des Eisens ist 0·114, die des Kupfers 0·095. Dieselbe Wärmemenge wird also Kupfer auf eine höhere Temperatur bringen als eine gleiche Gewichtsmenge Eisen.

Die Wärmeleitungsfähigkeit ist beim Kupfer grösser, aber diese kommt hier wenig in Betracht, weil der ganze Vorgang der Entladung in so kurzer Zeit erfolgt, dass die Wärmeleitung daran nicht viel ändern kann.

Von Wichtigkeit ist noch die Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Kräfte. Die Theorie zeigt nämlich, dass, wenn bei einer elektrischen Bewegung das Potential sich mit der Zeit ändert, in den inneren Punkten des Leiters elektrische Dichtigkeiten auftreten, welche mechanische Wirkungen ausüben können. Wird ein Eisendraht von 1 □mm Querschnitt mit p Kilogramm belastet, so tritt bei 17° C. ein Zerreißen ein, wenn p gleich 60 ist, ein Kupferdraht dagegen reisst dann, wenn p gleich 40 ist. Ein bemerkenswerther Versuch wurde von H. Melsens angestellt. Er entlud eine Leydener Flasche durch kurze Eisen- und Kupferdrähte von wenigen Centimetern Länge und $\frac{1}{3}$ mm Dicke; der Eisendraht wurde rothglühend, der Kupferdraht blieb unverändert. Als er aber die Drähte mehrere Meter lang und $\frac{1}{10}$ mm stark nahm, blieb der Eisendraht unverändert, während der Kupferdraht entweder theilweise in Form einer Perlenkette schmolz oder vollständig zerstäubt wurde.

Für die Frage, ob Eisen oder Kupfer anzuwenden sei, ist schliesslich noch von grossem Einfluss der Kostenpunkt. Soll ein Eisenstab dieselbe elektrische Leitungsfähigkeit wie ein Kupferstab haben, dann kostet er bloß neunmal weniger. Andererseits ist

aber das Kupfer bedeutend biegsamer, also leichter in die gewünschte Form zu bringen, was namentlich in Bezug auf die Arbeitslöhne in Betracht kommen muss. Ja, manche Elektrotechniker behaupten sogar, dass dieser letztere Umstand den ersteren überwiegt.

VI.

Die Erdleitung soll eine möglichst vollständige Verbindung des Blitzableiters mit der Erde sein, so dass die elektrische Strömung so leicht als möglich abfließen kann. Die Wichtigkeit dieses Theiles des Blitzableiters geht daraus hervor, dass nach H. Anderson unter allen jenen Fällen, in welchen ein mit einem Blitzableiter versehenes Haus vom Blitze getroffen wird, 90% auf Rechnung einer schlechten Erdleitung zu setzen sind.

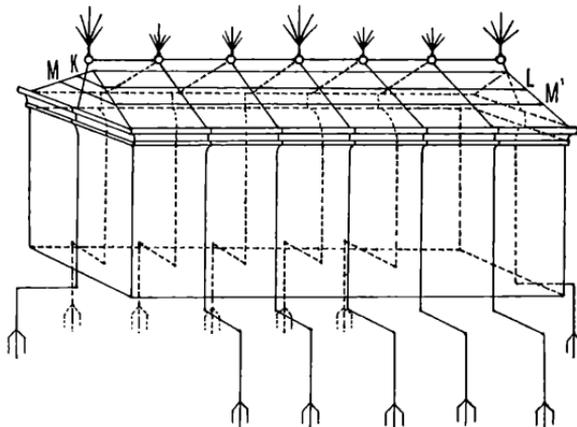
Die Anlage der Erdleitung erfolgt gewöhnlich in der Weise, dass man entweder die Spitzenwirkung oder das Gesetz des Ueberganges galvanischer Ströme im Auge hat. Die nach dem ersteren Princip angelegten Erdleitungen bestehen aus einer Art von Gabeln mit sehr spitzigen Zinken, die anderen dagegen aus Eisenplatten. Oft findet man beide Grundsätze vereinigt und die Eisenplatten mit Spitzen versehen. Gay-Lussac hielt einen Leiter von 15 bis 20 Millimeter Seite, falls er wenigstens 65 Centimeter tief in sehr tief gelegenem Wasser schwimmt, für hinreichend. Die nach dieser Vorschrift angelegten Erdleitungen liess man gewöhnlich in 2 oder 3 Zweige auslaufen, damit die Elektrizität besser „abfließen“ kann. Pouillet verlangte eine Verbindung des Leiters mit dem Grundwasser und zwar durch möglichst weite Flächen. $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ Quadratmeter hielt er für genügend. Die Berliner Akademie empfiehlt in ihrem Gutachten von 1876 einen Contact mit dem Brunnenwasser von mindestens 5 Quadratmeter Fläche, im Falle eines Contactes mit feuchter Erde aber noch mehr, weil feuchte Erde ungefähr viermal weniger gut als Wasser leiten soll. H. Melsens gibt in Erwägung, dass nach den Untersuchungen von Becquerel und Pouillet der Widerstand des gewöhnlichen Wassers zu dem des Eisens sich so verhält wie 1000,000.000 zu 1, der Erdleitung eine noch grössere Fläche. Er empfiehlt für die Erdleitung Eisen zu verwenden und ihr die Form eines hohlen, stark durch-

löcherten Cylinders zu geben. Dieser Cylinder wird mit dem Leiter, der vom Dache kommt, durch einen Eisendraht von 1 \square cm Querschnitt verbunden und ins Grundwasser gesenkt. Kann man dieses nicht so leicht erreichen, dann muss der Cylinder in sehr feuchte Erde verlegt werden. Viele Häuser haben noch ihre alten Brunnen, welche mit Pumpen versehen sind, bei denen eine leitende Röhre ins Wasser reicht. Mit dieser Röhre kann man ohne Gefahr den Blitzableiter verbinden. Beim Rathhaus zu Brüssel hat der oben erwähnte Cylinder eine Fläche von 10 \square m; derselbe schwimmt in einem Brunnen. Diese Fläche ist aber noch um weit mehr als 10 \square m durch fünf Eisenstäbe von 12 mm Dicke und 5 m Länge und durch 8 grosse Platten aus Kohle vermehrt worden. Hat das Haus eine Gas- und Wasserleitung, dann wird der Blitzableiter mit dieser in Verbindung gesetzt. Die Erdleitung erhält auf diese Weise eine ganz bedeutende Oberfläche. H. L. Weber beobachtete einen Fall, wo der Blitz die Ableitung verliess und zu den Gasröhren übersprang, und empfahl in Folge dessen die Verbindung des Blitzableiters mit den Gas- oder Wasserröhren. Auch Clerk Maxwell sprach sich für diese Verbindung aus. Man hat allerdings dagegen eingewendet, dass die Gasröhren durch nichtleitende Stoffe aneinandergesetzt werden, also eine continuirliche Leitung nicht besteht, aber dieser Einwand ist nicht stichhaltig, denn wenn auch das Verkittungsmittel ganz isolirend wäre und eine Berührung der Eisenröhren gar nicht stattfände, so ist noch immer der feuchte Boden da, der die Röhren umgibt und die Leitung herstellt.

Befinden sich Metallmassen im Hause, dann müssen diese ebenfalls mit dem Blitzableiter verbunden werden und zwar nicht in einem Punkte sondern in zwei Punkten, so dass auf diese Weise ein metallischer Schliessungskreis entsteht. Von diesem Gesichtspunkte aus ist es angezeigt, beim Bau eines grösseren Hauses, welches viele Metallmassen bergen und früher oder später mit einem Blitzableiter versehen werden soll, schon beim Entwurf des Bauplanes auf die Anlage des Blitzableiters und auf die sichere Verbindung der metallischen Massen mit demselben Rücksicht zu nehmen, gerade so wie man im Vorhinein den Plan der Heizungs- und Ventilationsanlagen bestimmen muss. H. Melsens hat dies zum erstenmal beim Aufbau des grossen Athe-

näums in Antwerpen ausgeführt. Die beistehende Figur zeigt ein Pulvermagazin durch einen Melsens'schen Blitzableiter geschützt.

Fig. 3.



Der über den Giebel laufende Leiter wird von vielen Ableitern gekreuzt und in den Kreuzungspunkten befinden sich Spitzenbüschel. Die Ableitungen sind miteinander durch die Querleitungen $K L M M'$ aus 6—7 mm starkem Eisendraht verbunden. Die Erdleitungen sind zahlreich und den obigen Regeln entsprechend. Sollte man den Blitzableiter nicht für hinreichend schützend halten, so steht nichts im Wege, noch einen zweiten, äusseren Blitzableiter, also gleichsam einen doppelten Käfig anzulegen. Aus dieser Figur ersehen wir so recht, dass Herr Melsens an seinem Blitzableiter das nachzuahmen gesucht hat, was die Natur bei einem Baume macht, indem sie dessen Krone und Wurzel in ungemein viele Theile zertheilt — „Divide et impera.“

VII.

Dem Blitzableiter des H. Melsens hat man entgegengehalten, dass eine ähnliche Installation wie die am Rathhaus zu Brüssel ungemein kostspielig sei und dass, wenn eine solche Anlage unerlässlich sein sollte, Jeder, der auf seinem Hause einen Blitzableiter anzubringen Willens wäre, sich dies zweimal überlegen werde. Je billiger die Blitzableiter sind, desto zahl-

reicher werden sie angelegt werden. H. Werner Siemens sprach sich in der Sitzung des elektro-technischen Vereines in Berlin vom 25. October 1881 dahin aus, dass man die Blitzableiter zu theuer gemacht habe, indem man Kupferleiter mit grossem Querschnitt, Platin, Verzierungen etc. anwandte, Dinge, die vermieden werden müssen. „Die Blitzableiter müssen so billig aber auch so richtig wie möglich gemacht werden, damit sie nicht durch ihre Kosten abschrecken und doch genügenden Schutz geben. Absoluter Schutz ist freilich nie zu erzielen.“

H. Melsens betont jenem Einwurf gegenüber, dass zur Installation seines Systems keine Specialarbeiter nothwendig seien, sondern bloss gewöhnliche Arbeiter, welche feilen und löthen können, vorausgesetzt, dass sie von einem Bauleiter überwacht werden, der mit den Grundsätzen des Systems vertraut ist. Die Spitzenbüschel lassen sich sehr leicht fabrikmässig herstellen, und Eisendrähte von 6—10 *mm* Stärke bekomme man im Handel von jeder beliebigen Länge. H. Melsens hat auf Grund authentischer Zahlen die Kosten des alten Blitzableitersystems, das sich auf mehreren Gebäuden in Brüssel (u. A. auf dem Königspalast in Brüssel und jenem in Laaken, auf den königlichen Stallungen, auf dem Treibhaus im botanischen Garten etc.) befindet, mit den Kosten seines Systems, welches auf dem neuen Justizpalast, auf dem Spital St. Pierre und auf der Börse in Brüssel angebracht ist, verglichen und ist dabei zu dem Schlusse gekommen, dass der Schutz von 1 \square *m* mittels des alten Systems im Mittel 4·66 Francs, mittels des Melsens'schen Systems dagegen im Mittel bloß 0·66 Francs kostet.

VIII.

Die Ansichten über den Werth des Systems Melsens gegenüber dem System Gay-Lussac sind sehr getheilt. Wenn im Folgenden die Meinungen hervorragender Fachleute reproducirt werden, so geschieht dies nicht allein zu dem Zwecke, um die Aufnahme des Systems Melsens bei den verschiedenen Gelehrten zu beleuchten, als vielmehr deshalb, weil die ausgesprochenen Anschauungen einen guten Einblick in die Wirkungsweise dieses Systems gewähren.

Nach Hrn. Prof. Rousseau in Brüssel übertrifft das System Melsens in allen drei Theilen, aus welchen ein Blitzableiter besteht, nämlich Auffangstange, Ableitung zur Erde und Erdleitung, das alte System, indem es bei grösserem Schutz weniger Kosten verursacht. Auch H. Mascart stimmt dem Principe des Systems bei, da „das correcteste Mittel, einen Körper der Wirkung der Wolkenelectricität zu entziehen, das ist, denselben vollständig mit einer Art Metallgitter zu umgeben und dieses mit der Erde auf vielfache Weise zu verbinden.“ Nach H. Nardi in Vicenza ist das System Melsens das rationellste, wirksamste und billigste. Zu Gunsten des Systems sprach sich ferner auch die permanente Blitzableiter-Commission der belgischen Akademie der Wissenschaften aus. Desgleichen H. v. Helmholtz und Sir William Thomson auf dem internationalen Congress der Elektriker zu Paris im J. 1881. H. v. Helmholtz erklärte die Ideen des H. Melsens für richtig, während Sir William Thomson bezüglich des Schutzes der Pulvermagazine der Lösung dieser Frage durch H. Melsens seine Zustimmung ertheilt und den Vorschlag macht, noch weiter zu gehen und die Magazine ganz aus Eisen zu construiren und das Pulver in Metallgefässe einzuschliessen.

Weniger günstig lautet das Urtheil des H. Siemens, welcher dem oben angeführten Ausspruche die Worte hinzufügte: „Für die Melsens'sche Construction kann ich mich nicht erwärmen.“

Interessant ist auch das Urtheil zweier französischer Commissionen. Im Jahre 1875 wählte die französische Akademie der Wissenschaften eine Commission zur Untersuchung der Blitzableiterfrage bei Pulvermagazinen. In dem Gutachten dieser Commission, welche aus den Hrn. Ed. Becquerel, Jamin, Berthelot, Desains, Regnault, Morin, Charles Sainte-Claire, Deville und Fizeau (Berichterstatter) bestand, hiess es unter Anderem: Die Kästen, welche zum Aufbewahren des Pulvers verwendet werden, sind zum Theil aus Holz, zum Theil aus Zink. Sie können 50 Kilogramm fassen und werden in den Magazinen so aufgestellt, dass sie zwei parallele Stösse von 16 *m* Länge, 1.60 *m* Breite und 4 *m* Höhe bilden. Eine solche Menge Metallflächen, selbst wenn sie nicht stetig miteinander verbunden sind, geben immer in dem Fall, dass der Blitz in einen benachbarten Blitzableiter einschlägt, äusserst günstige Bedingungen zum Entstehen von Inductionerscheinungen (Inductionsfunken)

ab, so dass selbst bei einem vollständigen Blitzableitersystem und bei dem möglichst besten Zustande desselben die Gefahr nicht ausgeschlossen ist.

Im Jahre 1881 wählte die französische Akademie auf Ansuchen des Kriegsministeriums abermals eine Commission, welche dem Ministerium ein Gutachten über die in dem Buche des H. Melsens: „Des Paratonnières à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples“ niedergelegten Ideen abgeben sollte. Dieselbe bestand aus den HH. E. Becquerel (Berichterstatter), Fizeau, Berthelot, Desains und Cornu. Die Commission gab vor Allem nicht zu, dass zahlreiche Spitzen die Wirkung haben können, die Elektrizität der Wolken zu neutralisiren. Die die Blitzgefahr verhütende Wirkung sei den grossartigen Vorgängen in der Atmosphäre gegenüber so gering, dass sie fast vollständig verschwindet. Dieselbe Ansicht hatte auch die Berliner Akademie in ihrem Gutachten vom Jahre 1876 und 1880, verfasst von den HH. v. Helmholtz, Kirchhoff und W. Siemens, ausgesprochen; es heisst nämlich dort: „Die Wirkung der Spitzen erscheint im hohen Grade zweifelhaft.“ Die Commission der französischen Akademie hat sich ferner dahin ausgesprochen: „Die Commission glaubt nicht, dass das System des H. Melsens dieselbe Sicherheit bietet, wie die gewöhnlichen Blitzableiter und zwar aus folgenden Gründen¹⁾:

1. Ein Leiter von geringem Querschnitt kann durch einen Blitzschlag geschmolzen oder verbrannt werden, und würde dann der Blitz kurze Zeit darauf in demselben Punkte einschlagen (vergleiche den Bericht über die Festungswerke Saint-Vincent, de la Fère und de Montbéliard), dann würde er keinen Leiter zum Abfliessen in die Erde antreffen und in Folge dessen eine Zerstörung anrichten.

2. Trifft ein Blitzstrahl einen Leiter von schwachem Querschnitt oder seine Spitze, dann leuchtet der Blitz, auch wenn er nicht die Spitze schmilzt, stets bei der Berührung mit dem Leiter auf. Bei den gewöhnlichen Blitzableitern, deren Auffangstangen eine Höhe bis zu 10 m haben, liegt der getroffene Punkt im Allgemeinen vom Gebäude weiter entfernt. Die Gefahr, dass leicht verbrennbare Stoffe in Brand gerathen, ist also im letzteren Falle geringer als im ersteren.

¹⁾ Es sollen nur die drei wesentlichsten angeführt werden.

3. Umgibt man Pulvermagazine auf allen Seiten mit vielfachen Leitern, welche eine Art Käfig bilden, dann können im Falle eines Blitzschlages zufolge der Strömung der Elektrizität in den Leitern im Innern des Pulvermagazins zwischen leitenden Körpern wie z. B. Zinkplatten, elektrostatische Inductionswirkungen auftreten, die leicht Funken und dadurch die Entzündung leicht entzündlicher pulverförmiger Stoffe zu Folge haben können.“

Von diesen Gründen erscheint mir der zweite als etwas „gesucht“. Was den ersten anbelangt, so sind zwar, wie die Erfahrung gezeigt hat, bei gewöhnlichen Blitzableitern Drähte von geringem Querschnitt geschmolzen worden, doch kann man hier bei vielfachen Ableitungen, die mit einander mehrfach verbunden sind, dasjenige entgegenhalten, was oben über die Theilung der elektrischen Strömung gesagt worden ist. Und was schliesslich den dritten Punkt betrifft, so treten die angeführten Inductionerscheinungen nicht nur beim Melsens'schen, sondern auch bei jedem gewöhnlichen Blitzableiter auf, wie es ja schon von der Commission vom Jahre 1875 hervorgehoben wurde.

IX.

Um die Wirkung des Systems Melsens im Kleinen zu prüfen, haben H. Prof. Mach¹⁾ und H. Hauptmann Hess²⁾ in den Schliessungsbogen einer Leydener Flasche einen leitenden Korb (derselbe bestand bei H. Prof. Mach aus einem Drahtnetz oder aus einem mit Goldpapier überklebten Sturz aus Pappe, bei H. Hptm. Hess aus einem Dratnetz) eingeschaltet und die Ein- und Austrittsstellen des Stromes durch einen im Inneren verlaufenden Draht verbunden. Der letztere enthält eine Unterbrechungsstelle, an welcher sich bei H. Mach Knallsilber, bei H. Hess ein empfindlicher Minenzünder befand. Beide Explosionsstoffe sind gegen elektrische Strömungen äusserst empfindlich und deshalb zur Beurtheilung der Vorgänge weit geeigneter als Thiere, aus deren Schmerzenskundgebungen man auf das Vorhandensein von Strömen schliessen soll. H. Mach erhielt mit dem Drahtkorb niemals eine Explosion des Knallsilbers, sie trat aber auch dann nicht ein, wenn derselbe Querdraht

1) Wiener Akademieberichte 87, 1883.

2) Ztschrft. für Elektrotechnik 407, 436. 1884.

dieselben Stellen ausserhalb des Korbes verband. Gerade das Gegentheil davon zeigte sich bei dem mit Goldpapier überklebten Sturz. Hier trat sowohl innen wie aussen die Explosion mit Sicherheit ein. Bei dem von H. Hess benützten Drahtnetz blieb stets die Entladung innen aus, sie fehlte dagegen nie, wenn derselbe Querdraht dieselben Stellen ausserhalb des Drahtnetzes verband. Offenbar liegt dieser Fall zwischen den beiden vorhergehenden und wir können sagen, dass in das Innere wohl Ströme eindringen können, dass aber die Intensität derselben wesentlich von dem Widerstandsverhältniss des Querdrahtes zu dem ganzen Korbe abhängt.

Es lässt sich das auch theoretisch sehr einfach einsehen. Ist der Korb elektrisch geladen und die Elektrizität im stationären Gleichgewicht, dann ist die elektrische Kraft im Innern überall gleich Null, denn die Potentialfunction hat im Innern und in allen Punkten der Oberfläche einen constanten Werth, der sich mit der Zeit nicht ändert. Fliesst andererseits durch den Korb ein stationärer Strom, dann kommen die Gesetze der verzweigten Ströme zur Geltung und es muss der durch den Querdraht — denselben stellen wir uns jetzt vorläufig stetig vor — fließende Strom ganz derselbe sein, mag er zwischen jenen Punkten, welche er verbindet, innerhalb oder ausserhalb des Korbes verlaufen. In diesem Falle ändert sich die Potentialfunction auf dem Korbe und in dem Querdraht von Punkt zu Punkt, aber sie ist von der Zeit unabhängig. Haben wir es nun aber mit elektrischen Bewegungen zu thun, wie sie bei Blitzschlägen oder im Kleinen bei Entladungen von Leydener Flaschen auftreten, dann ändert sich die Potentialfunction nicht nur von Punkt zu Punkt, sondern auch mit der Zeit. Es ist dies ein ganz neues Verhältniss, welches sich weder auf den ersten noch auf den zweiten Fall, noch auf beide Fälle zugleich zurückführen lässt, weil in diesen beiden Fällen Alles von der Zeit unabhängig ist.

Wird die Leydener Flasche entladen, dann bewegen sich von den beiden Belegungen aus zwei elektrische Wellen gegeneinander. In dem Moment, wo diese die Einschaltungspunkte betreten, werden die letzteren auf verschiedene Potentialwerthe gehoben und nun stehen den elektrischen Wellen zwei Wege offen, durch den Korb und durch den Querdraht. Würde man annehmen, dass die ganze elektrische Welle durch den Korb allein geht, dann müsste man nothwendigerweise folgern, dass auch dann, wenn die Potentialdifferenz und überhaupt die Verhältnisse an den beiden Einschalt-

tungsstellen zu jeder Zeit dieselben wären, kein Strom durch den Querdraht gehen kann, was aber offenbar der Erfahrung widerspricht, weil solche Verhältnisse, bei welchen sich die Potentialfunction von Punkt zu Punkt ändert, aber von der Zeit unabhängig ist, stationären Strömen entsprechen und beim Auftreten stationärer Ströme durch den Querdraht stets ein Strom hindurchgeht.

Die elektrische Welle wird sich also in den Einschaltungspunkten theilen und es wird ein Theil durch den Querdraht hindurchgehen. Was aber das Verhalten dieser beiden Wellentheile anbelangt, so wird dasselbe nicht aus dem Verhalten der Zweigströme beim Durchgang stationärer Ströme allein bestimmt werden können, weil Alles in den beiden Wellen von der Zeit abhängt, also Inductionswirkungen auftreten. Die Inductionswirkung, die bei jeder Welle zur Geltung kommt, rührt sowohl von der eigenen als auch von der anderen Welle her, und dies letztere ist der Grund, warum die Welle im Querdraht anders verlaufen muss, wenn derselbe die Einschaltungspunkte nicht im Innern, sondern ausserhalb des Korbes verbindet, weil in diesen beiden Fällen die relative Lage zum Korbe eine verschiedene ist.

Die elektromotorische Kraft in dem Querdraht, hervorgebracht durch die zeitliche Aenderung der Stromstärke in dem äusseren Drahtnetz, wird desto grösser sein, je rascher diese Aenderung erfolgt, sie wird also desto grösser sein, je geringer der Widerstand im Drahtnetz ist.

Wollen wir von den angeführten Versuchen zu dem System des Hr. Melsens übergehen, dann müssen wir den Querdraht weglassen. Es fällt dann die durch denselben schreitende Welle weg und die ganze Bewegung geht durch den Korb. Nichtsdestoweniger werden aber im Innern jene elektromotorischen Kräfte auftreten, welche durch die zeitliche Aenderung der elektrischen Bewegung im Korbe entstehen und welche, weil diese jetzt verstärkt worden ist, ebenfalls bedeutender sind. Dass natürlich auch beim Gay Lussacschen Blitzableiter elektrische Kräfte durch Induction auftreten, ist selbstverständlich.

Wenn Faraday in seinem Kasten während der Entladung desselben selbst mit dem feinsten Elektrometer keine elektrischen Kräfte wahrnehmen konnte, so lag das einfach darin, dass die Entladung, der Uebergang aus dem einen in den zweiten Gleichgewichtszustand, mit einer der Geschwindigkeit des Lichtes vergleich-

baren Geschwindigkeit vor sich geht und dass mithin die während der Entladung auftretenden elektrischen Kräfte, welche endliche und nicht sehr grosse Werthe haben, jenen Theilen des Elektrometers, aus deren Bewegung man auf das Vorhandensein der elektrischen Kräfte schliesst, nur einen unendlich kleinen Antrieb ertheilen können, einen Antrieb, der schon durch den blossen Widerstand in den Befestigungen der Theile und den Widerstand der Luft aufgehoben wird.

X.

Zum Schlusse möchte ich noch einige Bemerkungen über die Spitzenwirkung der Blitzableiter hinzufügen. Stellt man zwischen einer Spitze und der stark geladenen innern Belegung einer Leydener Flasche auf ganz kurze Zeit eine Verbindung her, dann wird nur wenig Elektrizität aus der Spitze ausströmen, während der grösste Theil der Ladung in der Flasche zurückbleibt, und dies selbst dann, wenn die Spitze sehr fein ist. Es erklärt sich dies ganz einfach. Die Spitze ladet die umgebende Luft gleichnamig und stösst sie dann ab; an ihre Stelle tritt eine neue Luftmenge, welche wieder geladen und abgestossen wird u. s. w. Schon aus diesem Vorgang ist ersichtlich, dass durch die Spitze nicht die gesammte Elektrizität eines Leiters auf einmal ausströmen kann. Die Luft ist ferner selbst im feuchtesten Zustande bloss ein Halbleiter, d. h. sie leitet im feuchten Zustande die Elektrizität nur schlecht. Es werden demnach die elektrisirten Lufttheile auf dem Wege der Leitung nur äusserst langsam ihre Elektrizität auf die benachbarten Lufttheile übertragen. Da die geladenen Luftmengen sich gegenseitig abstossen, so entsteht auf diese Weise eine Luftbewegung, welche aber, weil die Kräfte nicht so gross sind, keine bedeutende sein kann. Alles in Allem genommen, bildet sich um die Spitze eine elektrische Luftschichte, deren Ausdehnung mit der Zeit fortwährend, aber doch nicht allzu rasch zunimmt.

Wenn wir nun berücksichtigen, dass die Gewitterwolken einen Abstand von 300 *m* haben können (vergl. K a y s e r, Berliner Akademieberichte Nov. 1884) und, dass in der Atmosphäre stets eine Luftströmung herrscht, welche bei Gewittern eine bedeutende Stärke annehmen kann (H. K a y s e r schätzt die Windgeschwindigkeit während seiner photographischen Blitzaufnahme auf 8·5 Meter pro Secunde

oder 30 Kilometer pro Stunde), so kann wohl von einer directen Einwirkung der Spitzen auf die Gewitterwolken keine Rede sein. Nichtsdestoweniger haben aber die Spitzen doch eine vortheilhafte Wirkung. Die Atmosphäre ist ja fast immer mit Electricität mehr oder weniger geladen, und da diese auf die Erde influencirend wirkt, so wird der oben beschriebene Ausströmungsprocess fortwährend stattfinden. Befinden sich sehr viele Blitzableiter mit vielen Spitzen in einer Stadt, dann können diese allmählig eine Entladung oder wenigstens eine Verminderung der atmosphärischen Electricität bewirken und dadurch jenen Bedingungen entgegentreten, durch welche die Gewitter zu Stande kommen.

Dass die Spitzen eine directe Wirkung auf die Gewitterwolken ausüben könnten, ist noch aus einem anderen Grunde fraglich. Die erwähnte Blitzphotographie des H. Kayser zeigt vier Blitze neben einander abgebildet, deren Bahnen vollkommen parallel laufen. Mit Recht erklärt H. Kayser diesen Umstand aus der Parallelverschiebung der ersten Funkenbahn durch den starken Wind, während die vierfache Entladung eine Oscillationserscheinung sein soll. Dieser letzteren Erklärung hätte ich folgendes entgegenzuhalten. Nach den Untersuchungen über Oscillationen ist die Oscillationsdauer als constant gefunden worden. Würden wir auch annehmen, dass die Oscillationsdauer sich verändert, so könnte sie nur stetig wachsen oder stetig abnehmen, nicht aber abnehmen und dann wieder zunehmen. Dies letztere tritt aber in dem von H. Kayser beobachteten Fall auf. Da nämlich die Zeit des ganzen Blitzschlages kaum eine halbe Secunde gedauert hat, so können wir während dieser sehr kurzen Zeit die Geschwindigkeit des Windes als gleichförmig, mithin die Verschiebungen der Funkenbahn als den Zeiten proportional annehmen. Aus der Grösse der Windgeschwindigkeit ($8.5 m$ pro Secunde) und aus der Grösse der Verschiebung berechnet H. Kayser die Zeiten und findet dieselben gleich 0.362 Sec., 0.041 Sec. und 0.074 Sec. Dieses Abnehmen und Wiedernehmen der Zeit scheint mir dafür zu sprechen, dass die vier Blitze keine Oscillationserscheinung sind, sondern dass vielmehr der Process, durch welchen die Gewitterwolke auf die ungemein hohe elektrische Dichtigkeit gehoben wird, nicht langsam sondern sehr rasch vor sich geht. Ist die Dichtigkeit erreicht, welche der Schlagweite entspricht, dann wird der Blitz überschlagen. Damit ist aber noch nicht gesagt, dass auch jener Process zu Ende sein muss;

derselbe kann fortdauern, die Wolke nochmals bis zum Ueber-springen des nächsten Blitzes laden u. s. f., bis die Bedingungen zur Fortdauer des Processes nicht mehr vorhanden sind. Die Zeiten zwischen den einzelnen Blitzen brauchen nicht constant zu sein und brauchen auch nicht stetig zu wachsen oder abzunehmen. Da die Blitze sehr rasch auf einander folgen, so werden sie immer die alte Funkenbahn einschlagen, zufolge des Gesetzes, dass bei gegebener Schlagweite die Potentialdifferenz der Luftdichtigkeit proportional ist, und des Umstandes, dass die Luft in dem erhitzten Funken-canal bedeutend verdünnt ist.

Sind die Verhältnisse derart — und vom Gegentheil hat man keine Beweise — dann ist die directe Wirkung der Spitzen auf die Gewitterwolken geradezu gleich Null. Immerhin bleibt aber noch die ausgleichende Wirkung auf die Atmosphäre übrig, wie sie oben auseinandergesetzt wurde.

Die Verschiebung der Funkenbahn durch den Wind ist ein neues Moment, welches zur Beurtheilung des Systems Melsens herangezogen werden muss. Sie spricht meines Erachtens zu Gunsten desselben. Auch für das System Gay Lussac ist sie von grosser Wichtigkeit, weil sie vielleicht ein Mittel an die Hand geben wird, die Grösse der Schutzzone einer Auffangstange zu bestimmen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Tumlirz Otto

Artikel/Article: [Das Blitzableitersystem des H. Melsens. 199-220](#)