

Neues über Blitzableiter.

Von

Docent Dr. Ernst Lecher.

Vortrag, gehalten den 11. Februar 1891.

(Mit Experimenten.)

Mit vier Abbildungen im Texte.

Sehr geehrte Versammlung!

Man ist im Laufe der letzten Jahre zur Einsicht gelangt, dass unsere bisherige Anschauung der Vorgänge im Blitzableiter bei einem Blitzschlage nicht ganz den Thatsachen entspricht. Das Hauptprincip, welches für die metallische Weiterleitung und unschädliche Niederführung des Blitzes gilt, ist den Physikern erst jetzt klar geworden, und ich will mir heute die Freiheit nehmen, Ihnen dieses neugewonnene Princip in seinen Hauptzügen vorzuführen.

Zunächst zur Einleitung einige Experimente nicht elektrischer Natur, welche uns durch ihre Analogie die etwas complicierteren elektrischen Erscheinungen anschaulicher machen sollen. Hier hängt an einer langen Schnur ein schweres Gewicht. Dieses Gewicht kann ich in horizontaler Richtung bewegen, und Sie sehen, wie ich mit langsamem Zuge das Pendel mit Hilfe dieses dünnen Fadens sehr weit aus seiner Gleichgewichtslage entferne. Wenn wir aber denselben Versuch rasch ausführen, und mit kräftigem Rucke an dem Faden ziehen, so reißt der Faden, ohne dass das schwere Gewicht die geringste Bewegung gezeigt hätte.

Den eigentlichen Grund, warum das Gewicht in letzterem Falle seinen Platz im Raume mit solcher Zähigkeit festhält, während es dem langsamen Zuge willig folgt, kann ich Ihnen nicht angeben. Wir sprechen hier von einer der Materie innewohnenden Eigenschaft und nennen diese Eigenschaft Trägheit oder Beharrungsvermögen. Mit diesem Worte haben wir aber nur eine Fixierung, nicht aber eine Erklärung der Erscheinung gegeben. Um nämlich einen schweren Körper in Bewegung zu setzen, dazu bedarf es des Aufwandes einer gewissen Arbeitsmenge. Vertheilen wir diese Arbeit beim langsamen Zuge auf eine längere Zeit, so ist der Faden stark genug, der dazu nöthigen Kraft zu widerstehen. Wollte man aber innerhalb des Bruchtheiles einer Secunde diesen Körper in Bewegung setzen, so hätte man zwar auch nur dieselbe Arbeit zu leisten wie früher, aber innerhalb einer viel kürzeren Zeit: der Faden reißt. So könnte ich ja kiloweise eine beliebig große Last von der Straße in den Saal heraufschleppen; wollte ich hingegen auf einmal, in einem einzigen Gange, mehrere Centner herauftragen, so würde ich zusammenbrechen.

Wir haben hier ein Beispiel, wie verschieden ein und dieselbe Bewegung ausfallen kann, je nachdem ich sie langsam, allmählich oder plötzlich einleite. Was würde aber geschehen, wenn der Faden stark genug gewesen wäre? Dann würde bei einem hinlänglich kräftigen Rucke das Gewicht selbst zerrissen worden sein.

Gleich ein Beispiel dieser Art!

Ich habe hier einen Holzstab (2 m lang, 1 cm Querschnitt). Derselbe liegt mit dem einen Ende auf einer dünnen Glasröhre, mit dem anderen Ende auf einem Haare; eine gewiss sehr zerbrechliche und leicht zerreibare Untersttzungsmethode. Nun schlage ich mit einem Eisenstabe möglichst kräftig auf die Mitte des Stabes und wir sehen ihn zersplittern, ohne dass das Haar zerrissen oder die Glasröhre zerbrochen wäre. Auch hier wieder haben wir eine Erscheinung der Trägheit. Hätte ich den Schlag langsam geführt, so wären gewiss die beiden Lager am Ende des Stabes gebrochen, beziehungsweise zerrissen, der Stab wäre aber ganz geblieben. Ja es bedarf nicht einmal der beiden Lager am Ende. Ich nehme einen gleichen Holzstab, lasse ihn frei in der Luft los und zertrmmere ihn jetzt mit einem raschen Schlage, bevor er den Boden erreicht. Man könnte also Holz hacken ohne Hackstock.

Einen sehr schönen hierher gehörigen Versuch kann man anstellen, indem man ein Projectil gegen eine Glastafel schießt. Da ich heute ohnehin noch eingemale knallen werde, so will ich Ihnen diese Erscheinung als *fait accompli* vorführen. Sie sehen hier eine Fensterscheibe, durch welche im Jahre 1809 während der Belagerung von Wien eine Granate aus einer französischen Haubitze geflogen. Die Kugel hat nur ein genau so großes Loch in die Scheibe geschlagen, als sie zum Durchfliegen benöthigte; die übrige

Glastafel blieb damals intact. Jetzt fehlt zwar oben rechts ein Stück. Da ist aber ein Diener unseres Cabinets durchgefallen, und weil seine Geschwindigkeit jedenfalls kleiner als die der Granate gewesen, so hat er diesen Theil des Glases zertrümmert, ohne dass es ihm, so wie der Granate, gelungen wäre, seine Silhouette scharf abzuzeichnen. Auch hier sehen wir wieder, wie stark verschieden der Effect ist, je nachdem wir eine Bewegung langsam und allmählich oder aber rasch auftreten lassen. Auch hier ist die Trägheit des Glases die Ursache der Erscheinung. Die Glasteilchen rings um das Loch herum besitzen Trägheit, ein gewisses Beharrungsvermögen, und bevor sie noch dem so plötzlich auftretenden Drucke infolge ihrer Trägheit nachgeben, ist bereits das Ganze vorüber, das Projectil hat seinen Weg bereits durch das Glas gefunden.

Nicht immer ist es die Trägheit des ursprünglich bewegten Körpers, welche die Erscheinung bedingt. Ich werde Ihnen hier ein reizendes Experiment zeigen, wo wir bei unserer Untersuchung schon etwas weiter forschen müssen. Ich lege ein kleines Brettchen (Parallelepiped, 20 cm lang, 5 cm breit und 0.5 cm stark) auf den Tisch, so dass es etwas über die Kante des Tisches hervorragt. Das längliche Brettchen liegt also so, dass etwa 10 cm auf dem Tisch ruhen, 10 cm aber darüber frei hervorragen.

Wenn ich jetzt mit einem Hammer noch so kräftig auf das freie Ende schlage, würde es mir nicht ge-

lingen, das Brettchen zu zerbrechen; es würde in weitem Bogen dahinfliegen. Lege ich aber über das Brettchen einen Bogen Schreibpapier auf den Tisch, so dass das freie Ende desselben zwischen Tisch und Papier hervorragt, und schlage ich jetzt mit dem Hammer kräftig auf das Ende, so sehen Sie, wie das Brettchen so zersplittert, als ob das hintere Ende an den Tisch angeschraubt gewesen wäre. Die Trägheit des leichten Papiers, ebenso wie die des Brettchens ist verschwindend klein. Wir müssen uns daher nach dem Beharrungsvermögen irgend eines anderen Körpers umsehen. Dieser andere Körper ist die riesige Luftsäule, welche von der Papierfläche an bis an die Grenzen unserer Atmosphäre hinaufreicht. Bei dem plötzlichen Rucke, den das Papier nach aufwärts erhält, muss es ja diese Luftsäule im ersten Moment heben: es entsteht hinter dem Papier ein luftleerer Raum *a* und daher dieses scheinbare Festhalten des Papiers und des von ihm niedergedrückten hinteren Endes unseres Brettchens.

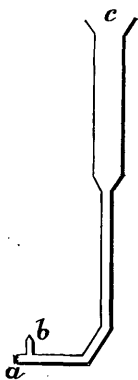


Fig. 1.

Ich will jetzt noch ein Experiment mit einer bewegten Flüssigkeit machen, welches Experiment uns schon ein sehr naheliegendes Analogon mit dem eigentlichen Gegenstande unserer Betrachtung liefern wird. Sie sehen hier (Figur 1) diese lange, oben mit einem Trichter *c* versehene Röhre. Dieselbe biegt sich unten

um und ist bei a mit einer Klappe verschlossen. Die Höhe der Röhre ist $2 m$. Die Klappe a , welche den horizontalen Theil der Röhre abschließt, besteht aus einer schweren Masse; so wie das Pendel bei unserem allerersten Versuche, weicht auch diese Klappe einem langsam ansteigenden Drucke leicht seitwärts aus, setzt aber einem rasch auftretenden Druck infolge ihrer großen Trägheit einen ziemlichen Widerstand entgegen. Vor dieser Klappe sehen Sie senkrecht nach aufwärts führend die oben spitz zulaufende Röhre b . Wir wollen nun zwei Versuche machen. Zuerst gießen wir oben bei c einen Krug Wasser langsam hinein. Das Wasser kommt allmählich unten zur Klappe, hebt dieselbe in die Höhe und kann ausfließen. Der Druck vor der Klappe ist kein sehr großer. Sie sehen, dass der Springbrunnen, der aus der Röhre b in die Höhe steigt, höchstens einen halben Meter hinaufreicht. Hier habe ich einen Papierschirm. Wenn ich diesen Schirm $1 m$ hoch über die Röhre b halte, so wird er bei diesem Experimente nicht nass. Nehmen wir nun an, dass jemand diesen Versuch oft wiederholt, die Gesetze des Ausflusses der Flüssigkeit für diesen Fall genau studiert und schließlich zu dem Resultate käme, dass dieser Papierschirm in $1 m$ Höhe über b gewiss niemals nass werden könnte; dann würde dieser Mann sich in genau dem gleichen Irrthum befinden, in welchem wir uns bis vor kurzem mit unserem Blitzableiter befunden haben. Zeigen wir dies zunächst noch mit der Flüssigkeit. Ich stelle jetzt diesen Papierschirm höher. Er ist

jetzt fast 4 *m* über *b* und gut $1\frac{1}{2}$ *m* über dem Trichter *c*, wo wir die Flüssigkeit hineinschütten. Diesmal wollen wir aber denselben Krug, den wir früher langsam entleert, so rasch als möglich hineingießen. Sie sehen das Resultat. Einige Tropfen dieser Flüssigkeit sind jetzt richtig diese 4 *m* hoch geflogen; die uns als Ventil dienende Klappe hat sich infolge ihrer Trägheit beim plötzlichen Andringen des Wassers kaum bewegt, und das in rascher Bewegung befindliche Wasser ist bis zu dieser großen Höhe emporgespritzt.*) Wieder ist die Erscheinung ganz verschieden ausgefallen, je nachdem wir die Bewegung allmählich oder aber plötzlich auftreten ließen.

Wir wollen nun zunächst die Gesetze eines durch längere Zeit fließenden, eines sogenannten continuierlichen elektrischen Stromes uns ins Gedächtnis zurückrufen. Ich habe da zwei Metallstäbe. Der eine Stab links ist mit dem positiven, der andere rechts mit dem negativen Pole einer galvanischen Batterie in leitender Verbindung, welche, wenn ich von dem einen Stabe Elektrizität wegnehme, dieselbe immer gleich wieder nachschafft. Denken wir uns nun diese beiden Stäbe durch irgend einen Leiter verbunden. Ich nehme zu

*) Ich habe den Papierschirm mit gelbem Blutlaugensalz bestrichen und meinem Wasser etwas Eisenchlorid beigemischt, um die aufspritzenden Tropfen durch eine chemische Reaction weithin sichtbar zu machen. Sie sehen auch durch diese Tropfen den Schirm oben dunkelblau gefärbt.

diesem Zweck hier eine Glühlampe. Der Strom geht von dem einen Stabe durch die Glühlampe hindurch zum anderen, und dieser Process dauert, theoretisch betrachtet, wenn die Batterie entsprechend construiert würde, beliebig lang. An jener Stelle der Strombahn, wo wir dem Strome einen großen Widerstand entgegen setzen, in unserem Falle an dem dünnen Kohlenfaden der Glühlampe, sehen wir die Wirkung des Stromes als Wärme auftreten. Den eigentlichen Grund dieser Erscheinung wissen wir nicht. Wo immer aber ein Strom durch einen Leiter fließt, tritt eine Art Reibung ein und der Leiter wird warm. Ist die Strombahn eine sehr enge, so ist die erzeugte Wärme eine sehr große, und während wir in dem dicken Kupferdraht bei unserem Versuche kaum mit dem empfindlichsten Apparate die erzeugte Wärme würden messen können, erhitzt sich der sehr dünne Kohlenfaden in der Glühlampe, wenn die Elektrizität in demselben gleichsam ungeheuer zusammengedrängt wird, bis zur Weißglut.

Auf einer breiten Landstraße marschiere ein langer Zug Soldaten. Es wird dann auch, wenn die Straße sich irgendwo, z. B. an einer schmalen Brücke verengt, das Gedränge und das Geschiebe an dieser Brücke besonders stark.

Nehmen wir nun an, dass ich die beiden Säulen in meinem Versuche nicht durch eine Glühlampe verbinde, sondern durch zwei parallel nebeneinander geschaltete, so dass der Strom zur selben Zeit sowohl durch die eine als durch die andere Lampe gehen kann.

In unserem anderen Beispiel müssten wir sagen, es sei neben der Brücke, welche den Marsch der Soldaten aufhält, noch eine zweite, ebenso große, der ersteren parallel geschlagen. Wie wird die Mannschaft in diesem Falle marschieren? Sie wird jetzt zweifelsohne beide Brücken gleich stark belasten, und das Gedränge wird daher auf jeder einzelnen Brücke nur halb so groß sein.

Sie sehen auch in unserem elektrischen Experimente, dass die beiden Glühlampen jetzt viel weniger stark glühen wie früher, aber beide gleich hell. Die Elektrizität, welche in derselben Menge wie vorhin von der einen Säule fortgeht, vertheilt sich jetzt in gleicher Weise zwischen den beiden Lampen. Nehmen wir nun aber an, ich mache noch einen dritten Parallelweg mittels eines dicken Kupferdrahtes und verbinde die beiden Säulen auch noch durch denselben. Dann werden die beiden Lampen ganz dunkel und auch der Kupferdraht ist kaum merklich warm.

So würden auch die Soldaten, wenn man eine dritte, sehr breite und bequeme Brücke neben den zwei schmalen herstellte, jetzt zum größten Theil diese dritte Brücke benutzen. Würden sie aber die beiden alten Brücken ganz bei Seite lassen? Gewiss nicht! Denn ein sehr kleiner Theil kann ja jetzt auch über die schmalen Brücken gehen und dadurch die Hauptbrücke etwas entlasten. Welches Princip würde in diesem Falle sich als praktisch erweisen? Wir werden zweifellos den Marsch unserer Leute so regulieren, dass das Gedränge ein möglichst geringes ist.

Nun haben wir aber gesehen, dass das Gedränge der Elektrizität — wenn ich so sagen darf — sich als Wärme manifestiert. Wir werden dann als Resultat unseres Versuches folgendes auszusprechen haben: lässt man der gleichförmig dahinströmenden Elektrizität die Wahl zwischen verschiedenen parallelen Wegen, so wird sie sich derart über dieselben vertheilen, dass die von ihr erzeugte Wärme ein Minimum ist. Es scheint, als ob die Elektrizität, genau so wie der Mensch, alle unnütze Arbeit scheut, und wenn sich die Elektrizität beim Abströmen vom positiven zum negativen Pol Arbeit, das ist in diesem Falle Wärme, ersparen kann, so thut sie es. Drücken wir dieses Gesetz mathematisch aus, so ließe sich leicht zeigen, dass es mit jenem identisch ist, welches unter dem Namen des Ohm'schen Gesetzes allgemein bekannt ist: dass die Stromstärken bei paralleler Schaltung sich umgekehrt verhalten wie die Widerstände.

Ganz anders werden aber die Gesetze für die elektrische Verzweigung, wenn es sich nicht um einen constanten Strom handelt, sondern nur um einen kurzen elektrischen Stoß, d. h. um einen Strom, dessen Dauer nach hunderttausendstel Secunden zählt. In dem Momente, wo zwischen den beiden Kugeln einer Elektrisiermaschine ein Funken überspringt, entsteht längs der ganzen Leitung dieser Elektrisiermaschine ein plötzlicher Strom, dessen Dauer aber eine verschwindend kleine genannt werden muss. Ebenso in der Blitzableitung bei einem Blitzschlage. Wenn wir

das Gesetz für einen solchen elektrischen Stoß auffinden wollen, so müssen wir zuerst noch einer Eigenschaft des Stromes Erwähnung thun, welche wir rasch mit unserer galvanischen Batterie zeigen wollen.

Wenn ich nämlich einen constant fließenden Strom an einer Magnetnadel vorbeiführe, so lenkt der Strom bekanntlich die Magnetnadel ab, d. h. er drückt den Nordpol nach der einen, den Südpol nach der anderen Seite, und die schließliche Stellung der Magnetnadel ist ein Compromiss des Gegeneinanderwirkens zweier Kräfte; der Erdmagnetismus sucht die Nadel in einer Richtung festzuhalten, der Strom hingegen drückt sie hinaus. Nun ist jeder Körper magnetisch. Auch die Luft besteht wahrscheinlich aus kleinen Magneten; und selbst wenn wir die Luft irgendwo herauspumpen, so dass in dem Raum nur mehr jenes räthselhafte Ding übrigbleibt, welches wir Äther nennen, so müssen wir selbst von den einzelnen, unfassbar kleinen Äthertheilchen mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie Magnete sind. Wo immer also ein Strom durch einen Leiter fließt, so ist er stets von Magneten umgeben, und alle diese Magnete werden aus ihrer Lage herausgedrängt, sie werden durch den Strom alle, wenigstens in der nächsten Nähe der Strombahn, nach gewissen Richtungen geordnet. Man sagt dann, dass der Strom ein sogenanntes magnetisches Feld erzeuge. Aber ebensowenig wie der große Magnet hier am Tisch gutwillig der Stromkraft nachgegeben hat — in diesem Falle war die Richtkraft, der Erdmagnetismus zu

bekämpfen — ebensowenig geschieht das Ausrichten der kleinen Elementarmagnetchen, aus denen die Luft, oder der noch kleineren, aus welchen der Äther besteht, ohne Arbeit. In diesem Falle müssen die Cohäsions- und ähnliche Kräfte überwunden werden.

Diese Arbeit ist aber nur so lange aufzuwenden, als der Magnet in seine neue Lage gebracht wird. Wenn ich ein Gewicht, der Schwerkraft entgegen, in die Höhe hebe, so habe ich auch Arbeit zu leisten; wenn es aber einmal in der Höhe ist, dann ist kein Arbeitsaufwand mehr nothwendig. Es ist dies eine Laien oft schwer verständliche Sache; denn selbst wenn das Gewicht in der Höhe ist, und ich halte es in der Höhe, so werde ich dadurch müde, und man hört oft die irrige Anschauung, dass dieser auf die Muskeln ausgeübte Druck auch Arbeit sei. Dem ist aber nicht so. So lange ich das Gewicht emporhebe, leiste ich Arbeit. Ich kann es ja dann ruhig auf den Tisch legen und hier kann es beliebig lange Zeit liegen bleiben. Die Arbeit, die ich während des Aufhebens in das Gewicht hineingesteckt habe, bekomme ich dann immer wieder aus dem Gewicht heraus, sobald ich das Gewicht zu Boden sinken lasse. Z. B. könnte ich auf diese Weise die seinerzeit geleistete Arbeit zum Treiben einer Uhr oder irgend einer sonstigen Maschine verwenden. Ganz so ist es auch beim Hinausdrehen der Magnete; während des Hinausdrehens wird Arbeit geleistet; wenn aber die Magnete einmal gerichtet sind, wenn das magnetische Feld einmal erzeugt ist, dann habe ich keine Arbeit mehr zu

leisten, und die in die einzelnen Magnete hineingesteckte Arbeit bekomme ich wieder zurück, wenn beim Aufhören des Stromes die Magnete wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren. Wir sehen somit, dass ein Strom in dem Momente, wo er zu fließen anfängt, eine, wie wir bald erfahren werden, verhältnismäßig große Arbeit leisten muss, und dass in dem Momente, wo der Strom zu fließen aufhört, diese Arbeit wieder zurückgewonnen wird. Ein Strom, der zu fließen anfängt, fließt daher scheinbar schwerer, und ein Strom, der zu fließen aufhört, fließt daher scheinbar leichter, und man hat diese Erscheinung durch die Schlagworte „Schließungs- und Öffnungsstrom“ bezeichnet.

Ein Strom, der durch längere Zeit, durch Sekunden und Minuten fließt, leistet die zur Schaffung eines magnetischen Feldes nöthige Arbeit im allerersten Momente, in einigen hunderttausendstel Sekunden; dann aber, wenn er gleichmäßig fließt, hat er mit dieser Arbeit nichts weiter zu thun und seine Hauptaufgabe besteht in Wärmeerzeugung. Ganz anders wird die Sache aber, wenn der Strom eine sehr kurze Zeit fließt, welche selbst nur nach hunderttausendstel Sekunden zählt. Dann besteht die Hauptarbeit eines solchen Stromes in der Schaffung des magnetischen Feldes, im Ausrichten der früher besprochenen Elementarmagneten; die Wärmeerzeugung kommt da gar nicht in Betracht.

Gestatten Sie mir auch hierüber ein Beispiel aus dem täglichen Leben. Nehmen wir an, ich beziehe

eine neue Wohnung und es kämen in Betracht die Kosten der Adaptierung und der Zins. Miete ich die Wohnung nur zum Zwecke eines ganz kurzen Gebrauches, so sind die Adaptierungskosten jedenfalls gegenüber dem Zinse das ausschlaggebende. Beabsichtige ich jedoch jahrelang in der Wohnung zu bleiben, so wird umgekehrt die Höhe des fortwährend zu zahlenden Zinses in meinem Calcül eine viel größere Rolle spielen als die einmalige Auslage für das Herrichten der Wohnung.

Nun haben wir früher vom elektrischen Strome behauptet, dass in ihm — ich bitte um Entschuldigung für das Wort — eine Art von Faulheit stecke: er sucht jede unnütze Arbeit zu vermeiden, und wie wir früher vom constanten Strom gezeigt, dass er jede unnütze Wärmeezeugung vermeidet, so werden wir jetzt von dem elektrischen Ruck, von einem kurzen elektrischen Stoß, beweisen können, dass er sich der Schaffung eines magnetischen Feldes soviel als möglich zu entziehen sucht.

Ich habe hier eine Stromleitung zweimal unterbrochen. Wenn wir mit dieser großen Elektrisiermaschine die Kugel 1 immer mehr und mehr laden, so sehen Sie plötzlich diesen kräftigen Funken von 1 auf 2 und gleichzeitig von 3 auf 4 überspringen. Die hier in Verwendung kommende Elektrizität ist so hoch gespannt, dass sie die beiden Luftstrecken, welche ihre metallische Leitung trennen, überspringt. Wenn ich die Kugel 3 und 4 durch einen dicken Kupferdraht verbinde, so

können wir den Funken zwischen 1 und 2 überspringen lassen; die Elektrizität fließt dann durch den Kupferdraht, welcher die Kugel 3 und 4 verbindet. Nun will ich diesen dicken Kupferdraht zu einer Spirale winden. Ich mache nur vier Windungen und verbinde jetzt die Kugeln 3 und 4 durch diese Spirale (Fig. 2). Wenn ich nun die Kugel 1 sehr stark positiv lade, so springt die Elektrizität auf die Kugel 2 über und gelangt zur Kugel 3. Hier hat sie zwei Wege, um zur Kugel 4 zu gelangen; sie kann entweder durch die Spirale oder aber sie kann direct durch die 4 cm lange Luftstrecke überspringen. Für einen langsam fließenden Strom wäre diese Luft-



Fig. 2.

strecke von 4 cm ein riesiges Hindernis und die Elektrizität würde lieber den größten Umweg, ungezählte Male nach Amerika hin und zurück, machen, bevor es zu einer Funkenentladung käme. Anders aber bei so einem plötzlichen Rucke. Wenn die Elektrizität durch die Spirale durchflöße, würde sie ein magnetisches Feld erzeugen müssen — es stellt ja so eine Spirale einen Elektromagneten dar — und diese Arbeit ist eine so große, dass die Elektrizität lieber den Widerstand der 4 cm langen Luftstrecke durchbricht. Wir haben jetzt das Analogon der vielen mechanischen Experimente, mit der ich meine Vorlesung einleitete: der Faden im ersten Experimente ist gerissen, bevor

die Trägheit des schweren Gewichtes überwunden war; die Glastafel zersplitterte, das Wasser wurde in die Höhe geschleudert u. s. f. Hier haben wir es aber nicht mit einer Trägheit der Elektrizität, sondern mit einer Art Trägheit des umliegenden Mittels zu thun. Bevor die einzelnen Elementarmagnete dem auf sie einstürmenden Druck zum Ausrichten Folge leisten können, ist bereits die Luftstrecke oben durchbrochen und die ganze Erscheinung vorüber.

Man ist somit in einem großen Irrthum, wenn man bei den raschen Entladungen einer Elektrisiermaschine oder bei einem Blitzschlage die Construction der Leiter auf Grundlage des Ohm'schen Gesetzes vornimmt, und man hat das bei der Einrichtung von Blitzableitern bisher immer gethan.

Ich habe hier ein Modell einer nach den alten Vorstellungen tadellosen Blitzableitereinrichtung. Jedoch vergrößerte ich absichtlich einen Fehler der Leitung, den aber ein Elektrotechniker noch vor wenig Jahren nicht bemerkt haben würde. Oben befindet sich bei *a* die Auffangstange; dieselbe führt außen am Hause herunter zur Erde. Im Hause selbst seien größere Metallmassen, eine bei *b* und eine bei *c*. Wenn nun eine mit Elektrizität geladene Wolke allmählich über dem Hause aufsteigt, so werden diese Metallmassen durch Influenz geladen. Es sei die Wolke negativ, dann wird die positive Elektrizität angezogen, die negative abgestoßen. So wie nun die Wolke durch einen Blitzschlag gegen eine andere Wolke oder zur

Erde hin ihre Ladung verliert, entsteht durch das plötzliche Freiwerden der Ladung in den Metallmassen ein elektrischer Ruck, der sogenannte Rückschlag, dessen Gefährlichkeit man seit langem kennt. Um denselben zu vermeiden, wurde stets die vollkommen berechnete Vorsicht gebraucht, sämtliche leitenden

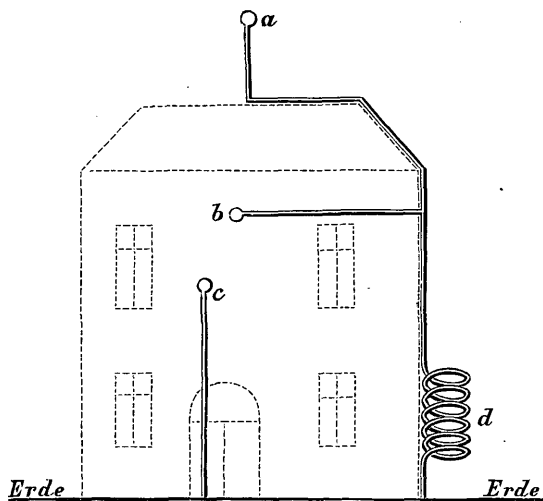


Fig. 3.

Flächen des Hauses mit der Erde direct oder durch Vermittlung des Blitzableiters in leitende Verbindung zu bringen. Dies gilt z. B. selbstverständlich auch für Gas- und Wasserleitungen. In unserem Modelle habe ich daher *c* mit der Erde verbunden, *b* hingegen mit dem

Blitzableiter. Die Blitzableitung aber ist hier bei *d* mehreremale spiralförmig um ein Holzstück gewickelt, und das ist der absichtlich vergrößerte Fehler, von dem ich früher gesprochen und von dem ich behauptet habe, dass er sich nach den bisherigen Vorschriften zur Prüfung von Blitzableitern nicht bemerkbar gemacht hätte. Nehmen wir an, wir hätten vom Besitzer dieses Hauses hier den Auftrag erhalten, die richtige Functionierung seines Blitzableiters zu prüfen. Zu diesem Zwecke nehmen wir laut Vorschrift eine Batterie; den einen Pol derselben verbinde ich mit der Auffangstange *a*, den anderen mit der Erde. Es geht dann der Strom durch die Blitzableiteranlage zur Erde und wieder zur Batterie zurück; vorausgesetzt natürlich, dass die Leitung überall guten Contact hat, dass alles laut Vorschrift in Ordnung ist. Um zu sehen, ob der Strom jetzt wirklich durchgeht, lassen wir den Draht, der zur Erde führt, neben unserem Magnet liegen; Sie sehen, wie dieser große Magnet seine Nord—Südrichtung verlässt und sich fast senkrecht gegen den Strom stellt. Die Stromverhältnisse sind hier so günstige, dass ich in die Leitung sogar eine Glühlampe einschalten kann, die jetzt hell aufleuchtet. Wir rufen den Hausherrn und geben ihm die Versicherung, dass laut Vorschrift alles zum Besten steht. Dann nehmen wir den Draht von der Auffangstange weg und hätten noch vor wenigen Jahren beruhigt mit unserer Batterie weiter ziehen können; die Blitzschutzvorrichtung ist ganz tadellos.

Sie sehen, dass diese an den meisten Orten gesetzlich vorgeschriebene und allüberall gehandhabte Prüfungsmethode uns von dem Vorhandensein der Spirale da unten nichts verräth. Jetzt wollen wir annehmen, es sei diese große Kugel am Ende dieses isolierenden Harzgummistabes eine Wolke. Durch einen dünnen Draht kann ich die Kugel mit der Elektrisiermaschine kräftig laden. Wenn ich jetzt diese geladene Kugel über die Auffangstange unserer Blitzschutzvorrichtung bringe, so sehen Sie, dass der Blitz einschlägt, dass er aber nicht den vorgeschriebenen und früher auch vom constanten Strom unseres Prüfungselementes wirklich eingeschlagenen Weg zur Erde nimmt. Sie sehen vielmehr, dass innerhalb des Hauses ein kräftiger Funke zwischen *b* und *c* überschlägt: die magnetische Arbeit der Spirale scheuend, hat der Blitz lieber diese Luftstrecke durchbrochen. Der zweite Funke zwischen *b* und *c* ist fast so groß wie der Versuchsblitz selbst, der aus unserer Modellwolke hier eingeschlagen. In Wirklichkeit wäre aber selbstverständlich auch ein viel kleineres Verhältnis von den verderblichsten Folgen begleitet, denn der wirkliche Blitz ist viele hundert Meter lang, und wenn im Hause auch nur ein 1 *m* langer Funke überspringt, so kann derselbe den größten Schaden anrichten. Ich habe ja hier die magnetische Arbeit absichtlich sehr groß gemacht; es wird zwar niemandem einfallen, die Auffangstange eines Blitzableiters irgendwo zu einer Spirale zu winden: immerhin aber kann es vorkom-

men, dass man auf Krümmungen und andere Dinge, welche die Erzeugung eines magnetischen Feldes begünstigen nicht die nöthige Rücksicht genommen. Ich habe den Fehler absichtlich vergrößert; in Wirklichkeit genügt aber nach dem eben Gesagten auch ein viel kleinerer diesbezüglicher Fehler, um die ganze Blitzschutzvorrichtung illusorisch zu machen.

Das eben geschilderte Princip, dieser Unterschied zwischen den Gesetzen eines ruhig fließenden Stromes und denen eines plötzlichen Ruckes hat noch eine weitere Consequenz. Nehmen wir an, es sei dieser

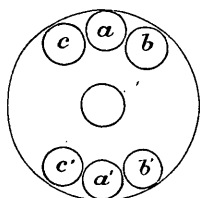


Fig. 4.

Kreis der Querschnitt eines Drahtes, stark vergrößert. Wir können uns dieses große Kabel ersetzt denken durch eine Reihe von kleinen parallel liegenden Drähten, welche in ihrer Gesamtform dem dicken Drahte ähneln, sowie ja auch z. B. ein Strick zusammengesetzt ist aus einer

Reihe von einzelnen Fäden. In der Figur 4 sind nur einige dieser Detailkabel gezeichnet, nicht alle. Der constant fließende Strom, der die Wahl hat, sich in der verschiedensten Weise über diese dünnen Drähte zu verbreiten, wird gleichmäßig durch alle fließen. Er richtet sich's, wie wir ja heute gelernt, so ein, dass das Gedränge ein möglichst kleines ist; er wird also alle diese einzelnen dünnen Drähte gleichmäßig belasten. Man sagt, ein constanter Strom fließt gleichmäßig und in gleicher Stärke in allen Theilen des

Querschnittes, am Rande eben so stark wie in der Mitte. Betrachten wir jetzt die Art und Weise, wie ein plötzlicher elektrischer Ruck durch unsere Drähte hindurch gienge. Der Draht, der genau in der Mitte liegt, wird, wenn ein Strom hindurchgeht, ein magnetisches Feld erzeugen, das rund um ihn herumliegt. Betrachten wir aber den Draht a und a' . Wenn ich einen vom Strom durchflossenen Draht über meinen Magnet hier halte, so wird der Magnet nach der einen Seite hin abgelenkt; halte ich ihn hingegen ebenso weit unter den Magnet, so wird er nach der anderen Seite abgelenkt. Sie sehen also, dass die Wirkung zweier Ströme, die in gleicher Richtung, der eine über, der andere unter dem Magnete fließen, sich aufhebt. Der Draht a und a' wird also in dem Raume, der zwischen diesen Drähten liegt, sich magnetische Arbeit ersparen. Genau dasselbe gilt aber für die Drähte b und b' , c und c' u. s. w. Alle diese einzelnen Stromfäden, die am Rande unseres Kreises liegen, wirken nicht in das Innere hinein, sondern nur nach Außen. Wenn ich somit die Elektrizität in einem plötzlichen Rucke durch ein solches Bündel von dünnen Drähten schicke, so erspart sich jene Elektrizität, welche durch die Drähte am Rande fließt, eine beträchtliche Menge von magnetischer Arbeit. Da nun nach dem früher Gesagten die Elektrizität bei so einem plötzlichen Rucke sich alle unnöthige magnetische Arbeit möglichst zu ersparen sucht, so wird in diesem Falle die Elektrizität nur am Rande fließen und die Mitte selbst

wird stromlos bleiben. Während also ein constanter Strom den ganzen Querschnitt ausnützt, während er durch den ganzen Querschnitt gleichmässig fließt, bewegt sich so ein elektrischer Ruck zum allergrößten Theile nur an der Oberfläche. Dann können wir uns die Mitte des Drahtes ganz ersparen und können den Draht hohl machen oder eine Blechröhre anwenden. Und ebenso ist es ganz gleichgiltig, aus welchem Material wir den Draht herstellen, ob derselbe gut oder schlecht leitet.

Bisher nahm man zur Ableitung des Blitzes möglichst gut leitende dicke Drähte aus Kupfer, ein verhältnismässig sehr theures Material, und das war ganz überflüssig, da ja der Blitz doch nur die Oberfläche des Leiters benützt.

Eine nach modernen Begriffen auszuführende Blitzschutzanlage würde daher so aussehen: Auf den Schornsteinen, Kuppeln und allen sonstigen erhöhten Punkten des Gebäudes bringen wir genau so wie früher möglichst viele Auffangstangen an. Ich würde auch die Form derselben nicht ändern, denn die Spitzen ermöglichen ein langsames Ausströmen der Elektrizität, und dadurch wird die durch Influenz hervorgebrachte Spannung gewiss sehr stark vermindert. Zur Ableitung wähle man möglichst breite Röhren aus Blech, z. B. Eisenblech, die an verschiedenen Seiten des Gebäudes vom Blitzableiter angefangen bis zur Erde, nach Thunlichkeit vertical hinunterführen. Diese Streifen vertheile man, so gut es angeht, symmetrisch um das Haus

herum, wie dies ja schon früher in dem durch Melsens empfohlenen Blitzschutzsystem ausgeführt wurde. Je mehr solche Streifen wir anbringen können, desto besser. Am gesichertsten wäre natürlich das Haus, wenn wir es außen ganz mit Eisenblech umhüllen würden, wie dies aus den Versuchen von F. Hess hervorgeht. F. Hess, Oberstlieutenant unseres Geniestabes, hatte die schwierige Aufgabe, im Karste, wo ungemein heftige und kräftige elektrische Gewitter auftreten, und wo des steinigen Bodens wegen eine Ableitung des Blitzes in denselben sehr schwer herzustellen ist, Blitzschutzvorrichtungen an exponierten Punkten anzubringen, und empfiehlt eine derartige metallische Einhüllung des zu schützenden Objectes. In gewöhnlichen Fällen wird aber eine Reihe von Streifen schon vollständige Sicherheit gewähren.

Für ein freistehendes Haus, das auf jeder Seite, sagen wir z. B. fünf Fenster Front habe, würde ich an allen vier Ecken und überdies noch in der Mitte zwischen den Kanten zwei etwa 30 cm breite Streifen von dünnem Eisenblech herunterführen. Das Eisen selbst müsste man durch Verzinken o. dgl. gegen die Witterungseinflüsse schützen. Um das Gebäude würde ich einen Graben ziehen, in diesen Graben gleichfalls einen eisernen Streifen versenken und alle einzelnen Verticalstreifen bis zu diesem eisernen Horizontalgürtel führen. Von diesem Gürtel selbst möge dann noch ein Streifen bis zur eigentlichen Erdplatte führen, die an einer sehr feuchten Stelle, einem Brunnen u. dgl. liegt. Doch

scheint mir bei einer derartigen Einrichtung der Dienst der Erdplatte als ein nebensächlicher. Sämtliche Metallmassen im Hause verbinde man metallisch mit der äußern Leitung.

Auch würde ich noch empfehlen, die oberste Öffnung der Schornsteine innen mit Eisenblech auszuslagern und auch dieses Eisenblech mittels eiserner Streifen in metallische Verbindung mit der übrigen äußeren Leitung zu bringen. Es verhält sich nämlich die Russchichte in einem Kamin wie eine größere Metallmasse und muss daher auch mit der Leitung in Verbindung gebracht werden.

Ich zweifle nicht, dass bei einer derartig ausgeführten Sicherung ein Abspringen des Blitzes von der Leitung, wie es leider bisher so oft geschah, sich nicht mehr wird beobachten lassen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Lecher Ernst

Artikel/Article: [Neues über Blitzableiter. 387-412](#)