

Über  
atmosphärische Elektrizität.

Von

**Dr. Ernst Lecher.**

---

Vortrag, gehalten den 21. Februar 1889.

*(Mit Experimenten.)*

Mit vier Abbildungen im Texte.



## Hochgeehrte Versammlung!

Meinem heutigen Vortrage würde eine poetische Einleitung wohl anstehen. Es wäre sehr lockend, von der Großartigkeit jenes Naturschauspieles zu sprechen, welches den Höhenpunkt der verschiedenen elektrischen Erscheinungen unserer Atmosphäre bildet. Den gewaltigen Eindruck, welchen Blitz und Donner auf das menschliche Gemüth ausüben, zu schildern, diesem Einflusse in alten Mythen und naiv-religiösen Legenden nachzugehen, die Aufregung darzustellen, welche die Franklin'schen Entdeckungen in der ganzen Welt hervorriefen, von den phantastischen Verirrungen, welche folgten, zu erzählen, das alles gäbe ein sehr dankbares Thema, würde uns jedoch, die wir mit unserer Zeit, einer kurzen Stunde, sehr haushalten müssen, zu weit abführen von der vor uns liegenden Arbeit.

Ich beabsichtige, Ihnen, hochgeehrte Versammlung, heute die Darstellung einer interessanten Theorie zu geben, welche die einfachen sowohl, als auch die zusammengesetzten Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität ungezwungen zu erklären imstande ist.

Bevor ich jedoch auf diese Theorie eingehe, muss ich einige Thatsachen voraussenden, welche Ihnen wohl

zum größten Theile bekannt sein dürften. Da ich jedoch nicht wissen kann, wie weit die Erinnerung an solche physikalische Grundprobleme bei Ihnen noch lebendig ist, so bitte ich sehr um Entschuldigung, wenn ich gar keine Voraussetzungen mache und es wage, die heute noch nothwendigen Kenntnisse alle erst hier direct zu gewinnen. Als Milderungsgrund hiefür bitte ich die Thatsache gelten zu lassen, dass wir jeden einzelnen Schritt unseres Erkennens auf experimentellem Wege machen werden. Wer hätte den Muth, sei es der ältesten Forscher einer, der im Laboratoriumsstaube ergraut, oder jemand, der noch nie etwas von derartigen Dingen gehört, wer hätte den Muth, einzugestehen, dass ein physikalischer Versuch, wäre er auch noch so einfach, ihn langweile!

Es gibt keine Erscheinung, die vollständig erklärt ist, und vielleicht kommt uns ein neues Licht der Erkenntnis, wenn wir auch Altbekanntes, aber mit wirklicher Liebe und Andacht betrachten.

Gleich hier mein erster Versuch, den Sie ganz gewiss alle, alle ohne Ausnahme kennen, bietet selbst den Weisesten unter Ihnen des Räthselhaften übergenug. Beachten Sie diesen rothen Ballon, der, einem Pendelchen gleich, an einer feinen Seidenschnur hängt, die Sie wohl kaum sehen können. Er ist gar leicht beweglich und ändert, wenn ich etwas daran blase, seine Stellung, kehrt aber dann wieder zurück. Nun nehme ich eine Harzstange, die keinerlei nennenswerte Wirkung auf den Ballon ausübt. Wenn ich die Harzstange mit

einem Felle reibe, so ist sie dem äußeren Anscheine nach dieselbe wie früher; sie hat (nach kurzer Zeit wenigstens) dieselbe Temperatur, dieselbe Farbe, das gleiche Gewicht u. s. w.; sie erhielt aber durch das Reiben eine neue merkwürdige Eigenschaft: sie zieht den Ballon in kräftiger Weise an sich.

Warum?

Den wahren Grund weiß wohl kein Mensch anzugeben. Wir können jedoch diese und alle folgenden Erscheinungen bis zu einem gewissen Grade erklären, wenn wir annehmen, dass der Stange durch das Reiben eine neue eigenthümliche Eigenschaft mitgetheilt wurde, welche wir die elektrische nennen. Und wir haben dann zugleich den Satz gewonnen, dass ein elektrischer oder elektrisierter Körper einen unelektrischen anzieht.

Wenn Sie aufmerksam auf unser Pendel geachtet, so haben Sie inzwischen schon eine zweite Entdeckung gemacht, die nämlich, dass die elektrische Wirkung unserer Harzstange allmählich schwächer wird: das Pendelchen kehrt langsam, aber sicher in seine ursprüngliche Lage zurück; es verliert sich allmählich der elektrische Zustand unseres Stabes.

Zu einer Erklärung dieser zweiten Erscheinung würden nun die verschiedensten Wege führen; und nur derjenige, welcher alte Schriften gelesen, kann ermessen, wie unendlich schwer da für die Pfadfinder unserer schönen Wissenschaft der richtige Weg von den Irrwegen zu trennen war. Wir glücklichen Epigonen jedoch wollen

gleich jene Versuche machen, welche uns am raschesten und sichersten Aufklärung bringen. Ich kann die Wirkung momentan verschwinden lassen, wenn ich mit der bloßen Hand, einem feuchten Tuche oder diesem Stanniol über den Stab fahre. Streife ich hingegen mit Glas, Siegellack, Seide über den Stab, so bleibt die Wirkung, wie sie war. Wir können so alle Körper in zwei Gruppen theilen: die einen leiten die elektrische Wirkung ab, wir nennen sie Leiter; die anderen thun dies nicht, und wir nennen sie Isolatoren.

Jetzt wollen wir unseren ersten Versuch wiederholen und das Pendelchen bis zur Berührung an den Harzstab herankommen lassen. Sie sehen, wie durch diese Berührung die Anziehung in Abstoßung übergeht, der kleine Ballon flieht meinen Harzstab: ich dränge ihn jetzt wohl 2 m über seinen alten Platz empor.<sup>1)</sup>

Wenn wir aber unserem Pendelchen ein zweites, dieses blaue hier, nähern, so sehen wir, dass jetzt unser erstes Pendel genau die Rolle des Harzstabes übernommen hat: es zieht das zweite an, und nachdem die Berührung erfolgt, sehen wir die Abstoßung. Diese Experimente gelingen aber nur, wenn die beiden Ballons an Seidenfäden hängen, d. h. wenn sie isoliert sind.

Welche Folgerungen können wir nun hieraus ziehen?

Der Harzstab wurde durch Reiben elektrisch, d. h.

---

<sup>1)</sup> Der Ballon ist aus leichtem Papier gefertigt und hängt an einer etwa 3 m langen Seidenschnur.

er war imstande, einen unelektrischen Körper anzu-  
ziehen und nach erfolgter Berührung abzustoßen. Ge-  
nau dasselbe that aber gegenüber dem zweiten Ballone  
der erste, nachdem derselbe den Harzstab berührt  
hatte. Der Satz, den wir zunächst aussprechen können,  
lautet also: Wenn ein isolierter Körper (rother Ballon)  
einen elektrischen Körper (Harzstab) berührt, so wird  
er selbst elektrisch; er nimmt also dem elektrischen  
Körper Elektrizität weg. Man nennt dieses Phänomen  
„Übergang der Elektrizität durch Leitung“. Jetzt verstehen wir auch plötzlich den Vorgang, wieso  
ich früher mit meinem Stanniol den Harzstab unelek-  
trisch machen konnte. Das Stanniol, mein Körper, der  
Fußboden, dieses Gebäude und die ganze Erde bilden  
zusammen einen Riesenleiter. Die Elektrizität des  
Harzstabes strömt durch das Stanniol und meinen Kör-  
per hindurch in die Erde und vertheilt sich nun über  
den ganzen Umfang desselben, so dass wir den Bruch-  
theil, der hier auf uns entfällt, selbstverständlich nicht  
merken können.

Ein weiterer Satz, den wir gewonnen haben und  
den wir gleich später noch etwas einschränken werden,  
lautet: Zwei elektrische Körper (Harzstange und  
rother Ballon, oder rother und blauer Ballon) stoßen  
sich ab. Wir haben in diesem Resultate ein einfaches  
Mittel, um den elektrischen Zustand irgend eines Kör-  
pers zu erkennen.

Die Größe dieses Saales und die ungünstige Lage  
meines Podiums verlangen außergewöhnliche Mittel.

Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Fabrikanten Gläser steht mir eine Maschine zur Verfügung, welche für unsere heutigen Zwecke ganz besonders geeignet ist. Da ich auf dieselbe noch zu sprechen kommen werde, so nehmen wir einstweilen an, dass durch Reiben diese Harztrommel elektrisch würde. Mit dieser Trommel sei ein Draht in Verbindung, der bis zu meinem Experimentiertische führt und hier diese Kugel elektrisch macht. Die Kugel, sowie der Leitungsdraht sind nirgends in leitender Verbindung mit der Erde. Sie werden bemerken, dass die Kugel sowohl wie alle anderen Apparate, deren ich mich heute noch bediene, auf Glasfüßen stehen, und Glas isoliert. Mehrere Meter weit von dieser Kugel steht eine zweite, ganz ähnliche, welche ein Bündel von Papierstreifen trägt. Diese zweite isolierte Kugel ist noch vollständig unelektrisch. Wenn ich jedoch einen Draht von der ersten zur zweiten Kugel ziehe, so wird selbstverständlich sowohl dieser Draht, als die zweite Kugel durch den Leitungsdraht elektrisch, wie wir in dieser schönen Weise an dem Auseinandersträuben der Papierstreifen sehen können. Mein Gehilfe dreht fortwährend an der Maschine, weil durch mangelhafte Isolierung stets, trotz aller Vorsicht, Elektrizität zur Erde abströmt. Ich lasse die Maschine still stehen und langsam verliert sich der elektrische Zustand unseres Systems; die Papierbüscheln, unser „Elektroskop“ zeigt uns, wie die Ladung immer kleiner wird. Stelle ich gar durch Berührung mit meiner Hand eine directe Verbindung mit der Erde

her, so wird, wie das Papierbüschel-Elektroskop uns zeigt, die Elektrizität zur Erde abströmen und verschwinden.

Wir wollen nun eine große Wiederholung des bisher Gemachten anstellen, aber statt eines mit Fell geriebenen Harzstabes einen mit Leder geriebenen Glasstab in Verwendung nehmen. Wir haben nun wieder:

1. die Anziehung eines unelektrischen Körpers,
2. die Abstoßung desselben nach erfolgter Berührung,
3. die Anziehung des zweiten Ballons durch den ersten, und
4. auch hier die Abstoßung nach erfolgter Berührung.

Nun kommt ein weiterer, unendlich wichtiger Versuch. Ich will das eine Pendel elektrisch machen durch Berührung mit dem Harzstabe, das zweite jedoch durch Berührung mit dem geriebenen Glasstabe; es sind jetzt beide Pendelchen durch Leitung elektrisch geworden, aber sie stoßen sich jetzt nicht ab, sondern ziehen sich an, und nachdem sie sich berührt, fallen sie auseinander, ohne irgend einen weitere Wirkung auf einander auszuüben; sie sind wieder ganz indifferent, ganz unelektrisch geworden. Wir finden somit zwei ganz verschiedene Arten des elektrischen Zustandes; solange wir nur mit dem Harzstabe, oder aber nur mit dem Glasstabe operierten, haben wir in dem einen wie in dem andern Falle Abstoßung zweier, gleich elektrisier-

ter Pendelchen beobachtet, während ein mit Harzelektricität geladenes Pendelchen ein mit Glaselektricität geladenes Pendelchen anzieht. Wenn wir die verschiedensten anderen Körper reiben, so werden sie alle elektrisch. Aber stets werden wir entweder einen elektrischen Zustand wie beim geriebenen Harze, oder aber einen solchen wie beim geriebenen Glase finden. Man hat daher gleich nach der Entdeckung dieser merkwürdigen Erscheinung von zwei Elektricitätsarten gesprochen, und weil ein Körper, der mit Harzelektricität gefüllt ist, wenn man ihn mit einem glaselektrischen in Berührung bringt, unelektrisch wird, weil diese beiden Elektricitätsarten, statt sich zu summieren, einander schwächen oder ganz aufheben, so nannte man die eine Elektricitätsart die positive, die andere die negative. Gar bald jedoch fand man, dass nie eine Elektricitätsart allein auftritt. Wenn ich die Harzstange reibe, so wird nicht nur die Harzstange elektrisch, es wird auch das Reibzeug elektrisch, und zwar entgegengesetzt elektrisch wie die geriebene Stange, nur wird, da das Reibzeug ein Leiter ist, diese zweite Elektricitätsart gleich zur Erde abgeleitet, und es bedarf besonderer Vorsichtsmaßregeln, um sie nachzuweisen. Es ist dies ein ganz allgemeiner Erfahrungssatz, dass beim Reiben zweier Körper sowohl der reibende als der geriebene elektrisch werden. Die entstehenden Elektricitätsmengen sind stets gleich groß, aber ihrer Art nach entgegengesetzt: zeigt nämlich der eine Körper Harzelektricität, so hat der zweite Körper ebensoviel Glas-

elektricität, und bringt man diese beiden Elektricitätsmengen durch Leitung zusammen, so heben sie sich gegenseitig auf. Zur Erklärung dieser Erscheinung sind bekanntlich zwei verschiedene Hypothesen gemacht worden. Die eine nimmt an, dass jeder Körper sowohl positive als negative Elektricität enthalte, welche durch das Reiben oder andere Prozesse, von denen wir gleich einen kennen lernen werden, von einander getrennt werden können. Dieser Auffassung, der dualistischen, weil sie zwei Elektricitätsarten annimmt, steht eine zweite gegenüber, die unitarische, deren auch ich mich im weiteren Verlaufe meines Vortrages bedienen werde. Zufolge dieser Anschauungsweise ist jeder Körper auf unserer Erde seit jeher elektrisch, die Erde selbst, die Gebäude, die Menschen und alle Gegenstände. Wenn dies der Fall ist, so müsste man ja das in irgend einer Weise merken, und eben der Nachweis dieses elektrischen Zustandes und die elektrischen Hilfsmittel hiefür zu schildern, ist das Endziel, das mir heute vorschwebt.

Auch diese beiden Stäbe, sowohl der Harzstab als der Glasstab, sind von Haus aus elektrisch. Sie wirken aber in ihrem gewöhnlichen Zustande auf unser Pendelchen nicht, weil alle Gegenstände rund herum in diesem Saale in gleicher Weise elektrisch sind. Erst wenn ich z. B. durch Reiben die in dieser Stange vorhandene normale Elektricitätsmenge vermehre oder vermindere, werden wir einen Effect wahrnehmen. Erinnern Sie sich daran, dass das Reibzeug eine jener

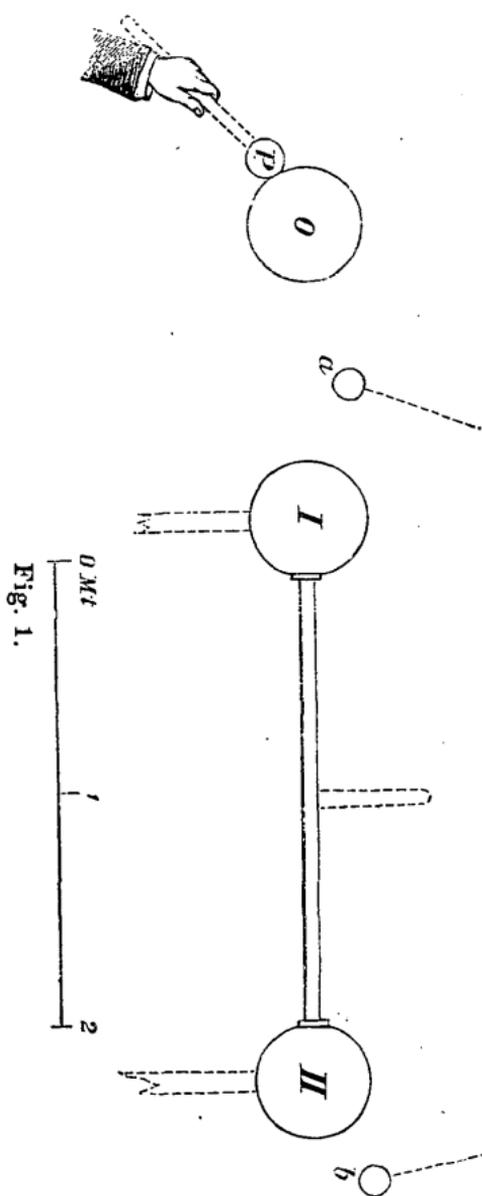
des Stabes entgegengesetzte Elektrizität hat: es wird, wenn ich Stab und Reibzeug aneinander vorbeiführe, Elektrizität aus dem einen Körper in den anderen hinübergerieben; der eine Körper hat so natürlich zu viel, der andere um genau dasselbe Quantum zu wenig Elektrizität. Wir haben nun gesehen, dass der Glasstab eine dem Harzstabe entgegengesetzte Elektrizitätsart liefert; wir müssen somit annehmen, dass der eine Stab im Vergleiche zu seinem normalen Gehalte einen Überschuss an Elektrizität, der andere hingegen einen Mangel hat. Entspricht nun die Harzelektrizität oder die Glaselektrizität dem Zustande des Überflusses? Damals, als die Hypothese zuerst ausgesprochen wurde, nahm man an dass der glaselektrische Zustand einem Zuviel, der harzelektrische Zustand einem Zuwenig an Elektrizität entspreche; man nannte die Glaselektrizität die positive, die Harzelektrizität die negative. Das war ganz willkürlich. Man hätte es gerade so gut umgekehrt machen können, denn man wusste ja nur, dass die beiden Zustände sich gegenseitig ausgleichen. Wir werden heute noch sehen, dass man damals in der Bezeichnung sich vergriffen hatte.

Bleiben wir jedoch einstweilen bei der alten Bezeichnung, so können wir die zuletzt gefundenen experimentellen Resultate dahin zusammenfassen: Zwei positiv oder zwei negativ elektrische Körper stoßen sich ab, hingegen findet zwischen einem positiv elektrischen und einem negativ elektrischen Körper Anziehung statt. Es ist hier

gerade so wie bei so vielen Problemen des geistigen Lebens, die gleichen Charaktere stoßen sich ab, während die Ungleichheit Interesse und Anziehung erzeugt. Dies jedoch nur als Gedächtnisregel.

Wir haben aber noch einen Fall näher zu untersuchen. Wir sahen, dass auch ein sogenannter nicht elektrischer Körper (eigentlich sollten wir besser sagen ein normal elektrischer Körper) von einem elektrischen Körper, gleichviel ob derselbe positiv oder negativ ist, angezogen wird. Es ist jedoch diese Anziehung, wie Sie ja wahrscheinlich alle wissen, bereits eine Folgeerscheinung; es tritt nämlich vorher im angezogenen Körper eine große elektrische Veränderung auf, welche man die elektrostatische Influenz nennt.

Ich habe hier eine große Kupferkugel *O* (Fig. 1) frei im Raume isoliert, und in einiger Entfernung sehen Sie die zwei durch einen Querstab verbundenen Kugeln *I* und *II*. Es ist *I* der großen Kugel viel näher als *II*. An die Kugel *I* sowohl als an die Kugel *II* lasse ich je ein kleines Pendelchen *a* und *b* anstoßen. Wenn ich nun die Hauptkugel *O* elektrisiere, so wird auch *I* und *II* elektrisch, denn die beiden Pendelchen *a* und *b* verlassen die Kugeln *I* und *II*. Wie ich aber die Hauptkugel *O* entlade, fallen auch die Pendelchen zurück, *I* und *II* sind wieder unelektrisch. Da dieses System *I—II* gut isoliert ist, Elektrizität somit weder hinein noch heraus kann, so muss durch die Elektrisierung der Hauptkugel *O* eine Störung der normalen Elektrizitätsvertheilung dieses Systems eingetreten sein. Ich



habe hier eine kleine Hilfskugel *P*, die ich mittels eines Glasstabes in der Hand halte, eines sogenannte Probekugel. Wiederholen wir den Versuch noch einmal; wieder wird *I—II* elektrisch und die gleichfalls elektrisierten Pendelchen verlassen ihre Ruhelage; berühre ich jetzt mit meiner Probekugel die Hauptkugel *O*, so wird sie durch Leitung in bereits geschilderter Weise geladen, sagen wir z. B. mit positiver Elektrizität. Nähere ich nun diese Probekugel dem Pendelchen *a*, so bemerken Sie kräftige Anziehung desselben, während *b* abgestoßen wird, d. h. *a* und natürlich ebenso *I* ist

negativ, *b* und *II* hingegen positiv elektrisch. Es ist somit das System *I—II* durch Auftreten der Elektrizität in *O* in der Weise influenziert worden, dass die in diesem Systeme ursprünglich vorhandene normale Elektrizitätsmenge gegen *II* hin zurückgedrängt wurde. So kommt es, dass jetzt die Kugel *II* zu viel und die Kugel *I* zu wenig Elektrizität zeigt. Es ist die Kugel *O* durch die Maschine positiv und durch die Influenz *I* negativ, *II* positiv elektrisch geworden. Wenn ich die Drahtverbindung zwischen den beiden Kugeln isoliert abhebe und dann erst die Hauptkugel entlade, so sehen Sie, dass die beiden Kugeln elektrisch bleiben. Es ist zwar die jetzt störende Ursache weggenommen, die influenzierende Kugel ist ja entladen; ich habe aber auch die Brücke abgebrochen, auf welcher das alte Gleichgewicht im influenzierten Systeme sich wieder hätte herstellen können. Ich bringe den Draht an die alte Stelle und Sie sehen, wie der Überschuss von *II* zu *I* zurückströmt, dort den Mangel vollständig deckt und alles wieder (scheinbar) unelektrisch wird.

Ich lade noch einmal die Kugel *O* und berühre jetzt *II* mit der Hand. Die positive Elektrizität wird durch meine Hand noch weiter fortgedrängt. Würde ich jetzt *O* unelektrisch machen, käme sie gleich wieder zurück. Wenn ich aber vorher meine Hand entferne, so ist diese Rückzugsbrücke abgeschnitten, und wenn ich jetzt erst *O* entlade, so sehen Sie, bleibt unser System wegen des Verlustes der abgestoßenen und durch meine Hand abgeflossenen Elektrizität im

Rückstände. Erst wenn ich meine Hand anlege, kommt die Elektrizität wieder aus der Erde zurück und macht das System (scheinbar) unelektrisch. Es wäre bei diesen Versuchen nicht nothwendig, die Hauptkugel *O* immer frisch zu laden und zu entladen. Ich könnte sie irgendwo in einiger Entfernung laden, und wenn ich sie dann dem System *I—II* nähere, so würde dadurch gleichfalls die früher gesehene elektrische Störung hervorgerufen werden.

Auf diesem Principe der Influenzierung durch Bewegung eines elektrischen Körpers beruht die Wirkung unserer schönen Gläser'schen Maschine, von welcher ich eingangs fälschlich behauptet habe, dass sie mittels Reibung arbeite. Es ist eine sogenannte Influenzmaschine. Ich benütze vielleicht gleich die Gelegenheit, um Herrn Gläser meinen besten Dank auszusprechen, denn seine Maschine arbeitet, wie Sie sich bald überzeugen werden, trotz verschiedener misslicher Verhältnisse, welche hier im Saale störend einwirken, ganz vorzüglich und wird im Gegensatze zu ähnlichen älteren Maschinen von Feuchtigkeit fast gar nicht beeinflusst.

Der eben gemachte Versuch hat uns darüber belehrt, dass ein elektrischer Körper einen in der Nähe befindlichen unelektrischen influenziert. Dies ist auch der Grund, weshalb der unelektrische Körper, der ja, genau betrachtet, gar nicht mehr unelektrisch ist, angezogen wird, denn der anziehende Körper macht das zugekehrte Ende des unelektrischen Körpers entgegen-

gesetzt elektrisch, und so ist die Anziehung nach dem Vorausgegangenen selbstverständlich.

Diese influenzierende Wirkung und die dadurch hervorgerufene Kraft kann unter Umständen sehr groß werden und es reißen sich dann Theilchen von der Oberfläche der Körper mit großer Gewalt los. Die dabei auftretende Kraft ist eine so mächtige, dass sowohl die losgerissenen Körpertheilchen, als die zwischenliegenden Luftmassen glühend und leuchtend werden. Es ist dies die allbekannte Erscheinung des elektrischen Funkens. Ich werde nun diese zwei Kugeln mit Hilfe unserer Maschine entgegengesetzt elektrisch machen; die Spannung ist so groß, dass jetzt dieser schöne blendende Funke von etwa 60 *cm* Länge auftritt. Die zickzackförmige Lichterscheinung, ebenso wie der laute Knall, der wohl einem starken Pistolenschusse nichts nachgibt, fordern unwillkürlich zu einem Vergleiche mit der Erscheinung von Blitz und Donner heraus. Wenn man solche Funken zur Verfügung hat, ist die Vermuthung wohl leicht, dass der Blitz nur ein riesiger elektrischer Funke sei. Es hat aber bereits im Jahre 1602 Wall, als er aus einem geriebenen Harzkuchen ein kleines Fünkchen von etwa 2 *mm* herauszog, diese ganz richtige Idee ausgesprochen. 1752 ließ der große Amerikaner Franklin einen Papierdrachen in die Wolken emporsteigen und holte sich aus denselben einen elektrischen Funken herunter; ein Versuch, der bald vielfach nachgemacht wurde und einigen wissenschaftlichen Märtyrern das Leben kostete.

Dass man die Zeit seit Franklin, was eingehendere Erklärungen des Blitzes anbelangt, so scheinbar nutzlos verstreichen ließ, mag seinen Grund wohl darin haben, dass die meisten Forscher immer wieder das Schlusscapitel dieses Gebietes behandelten, dass sie alle direct die Erklärung des Blitzes anstrebten, während eine andere, viel weniger in die Augen fallende, aber auch viel einfachere Erscheinung, deren Lösung zuerst erfolgen musste, weniger Beachtung fand. Es ist nämlich auch bei heiterem Himmel stets Elektrizität in der Luft vorhanden, und dieser normale Zustand in unserer Atmosphäre wird nun durch Wind, Staub- und Wolkenbildung, also bei jedem Auftreten von Gewittern, in der mannigfachsten Weise gestört. Einer Erklärung dieser Störungen muss natürlich zuerst eine Erklärung des normalelektrischen Zustandes unserer Atmosphäre vorausgehen. Wir werden heute eine solche Erklärung versuchen. Vorher jedoch bitte ich noch um ein wenig Geduld, denn noch haben wir einige Kenntnisse der Elektrizitätslehre, die wir später brauchen werden, nachzuholen.

Die Elektrizität dringt nicht in das Innere eines Körpers ein, sondern sitzt nur an dessen Oberfläche. Dies will ich mit Hilfe dieses Drahtkastens beweisen. Derselbe hat die Form und Größe eines Schilderhauses und ist durch hohe Glasfüße vom Boden isoliert. Ich lasse in denselben meinen Gehilfen hineinsteigen, schließe die Thür, und während von außen die elektrischen Funken

auf den Kasten niederprasseln, sehen Sie durch die Maschen des Gitters meinen Gehilfen ruhig im Innern stehen; derselbe merkt nichts von der Elektrizität, da sie nur an der Oberfläche sitzt. In seiner Hand hält er eine Stange, längs welcher eine Reihe von Papierbüscheln ganz schlaff niederhängt. Nun wird er seinen Arm mit den Büscheln aus einem Loche des Kastens herausstrecken, und im selben Momente stäuben die Papierbüscheln nach allen Richtungen auseinander: sie sind ja jetzt an die Oberfläche des Kastens gebracht und werden dadurch stark elektrisch. Erst nachdem ich den Kasten entladen, kann mein Gehilfe denselben ungefährdet verlassen.

Ein weiterer Satz, den wir gleich beweisen werden, sagt, dass die an der Oberfläche eines Körpers sitzende Elektrizität sich hauptsächlich an den Kanten und Spitzen zusammendränge. Ich habe auf dieser isolierten Kugel eine 3 m lange Stange aufgesteckt, die ganz mit Papierstreifen behangen ist, und sowie ich dieses System elektrisiere, sträuben sich die Streifen, aber oben am meisten; ein Zeichen, dass oben an der Spitze mehr Elektrizität sitzt als unten an der Kugel. (Fig. 2.)

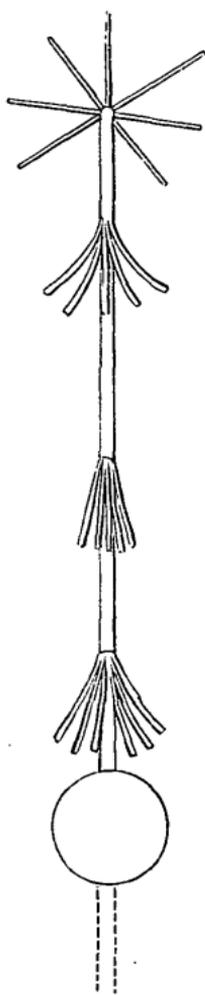


Fig. 2.

Jetzt erst sind wir imstande, das Wesen jenes Apparates zu verstehen, mit welchem man ganz besonders leicht die Elektrizität in der Atmosphäre nachweisen kann. Ich stelle der Kugel  $O$  einen isolierten länglichen Körper  $AB$  (Fig. 3) gegenüber. Nehmen wir an, die Kugel  $O$  hätte einen Überschuss an Elektrizität, so wird die gegen  $O$  gekehrte Spitze  $a$  einen Mangel an Elektrizität zeigen, sagen wir negativ sein. Wenn ich nun das kleine Körperchen  $a_1$ , welches am meisten negativ ist, isoliert abhebe, so ist der Rest  $A-B$  stärker

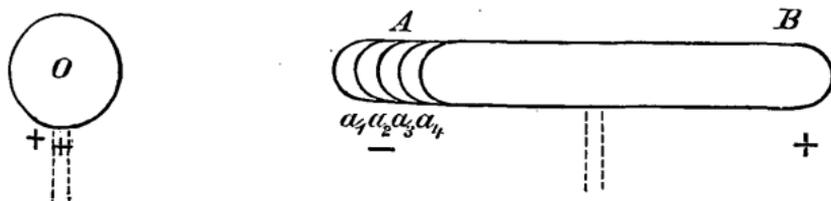


Fig. 3.

positiv elektrisch. Die noch übrig gebliebene negative Elektrizität kriecht jetzt in  $a_2$ ; wenn ich dann  $a_2$  abgehoben habe, ist auch  $a_3$  negativ elektrisch u. s. f. Wenn ich eine Reihe solcher Spitzen bei  $A$  abhebe, wird dadurch die ganze negative Elektrizität nach und nach fortgehen und der Körper  $A-B$  positiv elektrisch werden. Statt dieser kleinen Körperchen  $a, a_1, a_2$ , kann man nun irgend eine Flamme, z. B. eine Kerzenflamme verwenden. Die kleinen glühenden Kohlentheilchen  $a, a_1, a_2, a_3$  u. s. w., welche von der Kerze isoliert wegfliehen, nehmen dem System  $A-B$  allmählich seine negative Elektrizität weg, und Sie sehen, wie das in

großer Entfernung aufgestellte Papierbüschel seine Streifen langsam auseinander spreizt (Fig. 4), und zwar entsprechend der influenzierenden Kraft, welche in dem Punkte *A* herrscht. Gehe ich mit meiner Kerze näher gegen die Kugel *O*, so gehen die Papierstreifen stärker auseinander; gehe ich weiter weg, so sinken sie mehr zusammen. Es gibt mir somit die Neigung der Papierstreifen, unser Elektroskop, welches Sie gewiss aus allen Theilen des Saales sehen können, die Stärke der Influenzierung im Punkte *A* an. Wenn ich diesen Drahtcylinder, welchen ich in der Hand halte, über die Flamme stülpe, ohne dieselbe aber irgendwie zu berühren, so sinken die Büschel gleich zusammen. Die Elektrizität der Kugel *O* wirkt nicht ins Innere eines Leiters hinein.

Sie werden nun leicht einsehen, dass, wenn ich mit meiner Flamme rund um die Kugel *O* gehe, mich ihr nähere oder entferne, dass ich dann die elektrische Wirkung von *O* in allen umliegenden Punkten genau ausprobieren und nach rückwärts einen Schluss machen kann auf die Größe der elektrischen Ladung, welche die Kugel *O* besitzt.

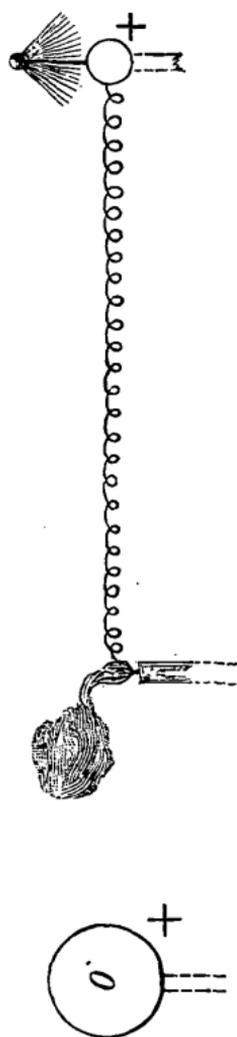


Fig. 4.

Man nennt eine solche isolierte Flamme, in welche ein Draht taucht, dessen zweites Ende auf der andern Seite irgendwo zu einem Messapparat führt, eine *Flammenelektrode*.

Mit Hilfe dieser sinnreichen Vorrichtung gelang es einem Wiener Physiker, Prof. Franz Exner, die Richtigkeit einer alten Hypothese nachzuweisen, welche zuerst vom Deutschen Ermann, später vom Franzosen Peltier ausgesprochen wurde. Darnach ist die Erde und alle Gegenstände auf derselben stark elektrisch und die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität sind nur Folgewirkungen dieser Elektrizität. Wenn ich diese Elektrizität im Innern eines Hauses nachweisen wollte, würde das vergeblich sein, denn sie sitzt ja nur an der Oberfläche und ihre Wirkungen nach innen heben sich nach der gewöhnlichen Vorstellungsweise auf. Wenn ich aber im freien Felde eine isolierte Kerze brennen lasse und in die Flamme einen isolierten Draht hineintauche, so wird derselbe elektrisch. Um diese Elektrizität nachzuweisen oder gar zu messen, dazu wäre ein Bündel von Papierstreifen ein viel zu schwerfälliges und in den meisten Fällen ein zu unempfindliches Hilfsmittel. Exner hat zu diesem Zwecke ein kleines Elektroskop konstruiert, in dem nur zwei Streifen, nicht von schwerem Papier, sondern aus leichtem Aluminium herunterhängen. Dieselben sind circa 3 cm lang und ihre Neigung kann an einer Scala rasch gemessen werden. Das Ganze ist (theilweise in Form eines Spazier-

stockes) ungemein handlich verpackt und kann überall hin leicht mitgenommen werden. Indem man die Kerze verschieden hoch vom Erdboden emporhebt, ist man imstande die Änderung der elektrischen Wirkung und auch die Ladung der Erde zu bestimmen.

Es gibt jedoch eine Reihe von Complicationen, auf welche ich noch kurz eingehen möchte. Nur auf einem weiten, großen, ebenen Felde können wir von der Wirkung der Erdkugel sprechen. Wenn ich jedoch rechts und links zwei hohe Häuser oder Berge habe, so kriecht die Elektrizität infolge der früher gezeigten Spitzenwirkung längs der Giebel dieser Häuser oder an die Gipfel dieser Berge empor und die Wirkung wird daher eine ganz andere werden, je nachdem ich auf einer Ebene, in einem Hofraume, oder auf einem Dache, in einem Thale, oder auf einem Berggipfel beobachte. Je höher die Spitze, desto mehr drängt sich die Elektrizität zusammen, und desto stärker wird ihre Wirkung auf die Flamme. In einem tiefen Hofraume werde ich dagegen nur sehr wenig merken. Zu diesen störenden Ursachen infolge der Unebenheiten der Erdoberfläche kommt eine zweite, nicht minder wichtige, nämlich der Einfluss des Wasserdampfes unserer Atmosphäre. Wenn die Wolken, die beim Aufstieg von der Erde Elektrizität mitnehmen, mich von allen Seiten einhüllen, so ist es fast so, wie wenn ich mich im Innern eines leitenden Gebäude befinde. Da nun sowohl Gestalt und Form der sichtbaren Wolken, als auch des unsichtbar in der Luft schwebenden Wasserdampfes sehr verschie-

den sind, so wird die, Erscheinung oft sehr verworren, und es bedarf vieler Versuche und Vorsichtsmaßregeln, um stets das Wesentliche herauszufinden. Es wurde z. B. nothwendig, mit Hilfe eines Luftballons sich theilweise über den Wasserdampf und über die Wolken zu erheben, welchen Versuch ich vor einigen Jahren ausgeführt habe. Selbstverständlich konnte ich da nicht mit Flammenelektroden arbeiten, da ja die Leuchtgasfüllung des Luftballons momentan explodiert wäre. Ich gebrauchte ein kleines Wassergefäß, aus welchem das Wasser in kleinen Tropfen abtropfte. Die einzelnen aufsteigenden Rußtheilchen der Flamme sind hier durch die einzelnen fallenden Wassertröpfchen ersetzt; sonst war das Wesentliche der Anordnung identisch.

Durch diese Messungen in großen Höhen, auf Bergspitzen, im hohen Norden und am Äquator — Prof. Exner reist gegenwärtig in Indien — gewinnt diese einfache und schöne Anschauung, welche ich Ihnen heute klarzumachen suchte, immer mehr und mehr Wahrscheinlichkeit, und es ist so gelungen die Elektrizität der Erde zu messen. Diese Ladung der Erde ist eine kolossale. Sie übertrifft die Mengen, mit welchen wir heute arbeiteten, millionenmal. Da jedoch die Erde eine Riesenkugel ist, vertheilt sich die Ladung über eine sehr große Fläche, sie wird an einzelnen Stellen, hohe Bergspitzen ausgenommen, gewöhnlich nur mittels besonderer Instrumente zu merken sein. Nur wenn eine große Wasserdampfmenge, an deren Oberfläche eine bestimmte Elektrizitätsmenge

sitzt, sich verdichtet, wenn Gewitterwolken sich zusammenballen, dann werden auch die Elektrizitätsmengen sich condensieren und sich ihre Wirkung bis zur gewaltigen Erscheinung des Blitzes summieren.

Nur noch eine physikalische, sehr interessante Erscheinung lassen Sie mich erwähnen. Es wurde gefunden, dass die Ladung der Erde aus Harzelektricität besteht. Es ist somit diese, nämlich die Harzelektricität, die wirklich vorhandene. Man hätte daher eigentlich einen Körper, der noch mehr Harzelektricität enthält als die Erde, einen positiv elektrischen Körper nennen müssen. Zur Zeit jedoch, als die diesbezügliche Taufe stattfand, waren unsere Kenntnisse noch nicht so weit fortgeschritten, und man hat von den beiden gleich wahrscheinlichen Anschauungen zufällig die unrichtige gewählt.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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: 1889

Band/Volume: [29](#)

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

Artikel/Article: [Über atmosphärische Elektrizität. 389-413](#)