

der elastischen Spannung einer aus ihrer Gleichgewichtsbeschaffenheit gebrachten Spiralfeder oder Gummischnur u. s. w. Beide Arten der Kraftäusserung unterscheidet man als bewegende Kraft und Spannkraft oder: Energie der Bewegung und Energie der Lage oder: kinetische Energie und potentielle Energie. (Letzterer Ausdruck ist zu verwerfen, da er in sich selbst einen Widerspruch enthält.)

12. Reibungselektricität.

Elektrische Grunderscheinungen. Wenn man ein Stück Bernstein oder Stangenschwefel, eine Stange Siegellack oder Hartgummi, einen Glasstab oder eine Glasröhre u. dergl. m. mit einem wollenen oder seidenen Lappen reibt, so nehmen jene Körper die Eigenschaft an, leichte Körper, wie Papierschnitzel, Flaumfedern u. s. w. anzuziehen. Nach kurzer Zeit der Berührung erfolgt Abstossung; aber wenn die zuerst angezogenen, dann abgestossenen Körperchen mit einem anderen Gegenstande in Berührung gekommen sind, werden sie von den geriebenen Körpern von neuem angezogen, darauf wieder abgestossen u. s. f.

Da diese Eigenschaft geriebener Körper, andere Körper anzuziehen, zuerst und zwar schon von den alten Griechen am Bernstein beobachtet wurde, ist sie Elektricität genannt worden (Bernstein = Elektron); die geriebenen Körper heissen elektrisch. Gilbert untersuchte die elektrischen Erscheinungen zum ersten Mal (im Jahre 1600) genauer.

Von den elektrischen Körpern unterschied man früher die anelektrischen; als aber Stephan Gray (1729) den Nachweis geführt hatte, dass auch diese elektrisirt werden können, den elektrischen Zustand aber leicht verlieren, weil sie ihn schnell auf grössere Entfernungen fortpflanzen, so ersetzte man jene Unterscheidung durch die zwischen Leitern und Nichtleitern. Zu den Nichtleitern gehören die zu Anfang genannten Körper; sie behalten ihre Elektricität, weil dieselbe an der Stelle, wo sie durch Reiben erzeugt worden ist, verbleibt; die Leiter geben ihre Elektricität von Molekül zu Molekül weiter und übertragen sie leicht auch auf andere Körper; nur dann vermögen sie die Elektricität zu bewahren, wenn sie rings von Nichtleitern umgeben: durch dieselben isolirt sind. Die Nichtleiter heissen daher auch Isolatoren. In der Mitte zwischen Leitern und Nichtleitern stehen die sogenannten Halbleiter.

Leiter sind: alle Metalle, Graphit, Lösungen von Säuren, Basen und Salzen; Halbleiter: trockenes Holz, Gesteine, Wasser, Alkohol, Aether, der thierische Körper, die meisten organischen Gewebe, feuchte Luft; Nichtleiter oder Isolatoren: Harze, Schwefel, Glas, Seide, Haare (Wolle), fette Oele, trockene Luft, trockene Gase, der luftleere Raum. (Gase in sehr verdünntem Zustande sowie glühende Gase oder Flammen sind Leiter der Elektricität.)

Man hänge einen leichten Körper, z. B. ein Holundermark-Kügelchen, isolirt auf, z. B. mittels eines Seidenfadens (Fig. 82), reibe einen Glasstab mit einem Stück wollenen Zeuges und nähere ihn der Kugel. Dann wird diese zunächst angezogen, bis sie den Glasstab berührt. Hierauf wird sie alsbald abgestossen.

Durch die Berührung mit dem (elektrisch gemachten) Glasstab ist die Kugel selbst elektrisch geworden. Zwei gleichartig elektrische Körper stossen sich also ab. Der Versuch verläuft in gleicher Weise, wenn statt des Glasstabes ein Hartgummistab benutzt wird: Die Kugel flieht vor demselben, wenn sie ihn zuvor, nachdem er elektrisch gemacht worden war, berührt hatte.

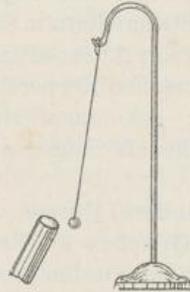


Fig. 82. Elektrisches Pendel.

Wenn man aber der Kugel, nachdem sie durch Berührung mit dem Glasstab elektrisch geworden war, den Hartgummistab nähert, zieht dieser sie an. Umgekehrt zieht der Glasstab die Kugel an, wenn sie zuvor durch Berührung mit dem Hartgummistab elektrisch geworden war. Hieraus folgt, dass ungleichartig elektrische Körper einander anziehen. Und es ist die Annahme am Platze, dass es zwei Arten von Elektricität giebt: Glas-Elektricität und Harz-Elektricität oder positive und negative Elektricität ($+E$ und $-E$).

Die ersten zusammenhängenden Versuche über die elektrische Abstossung rühren von Otto v. Guericke her (1672).

Würde man die Holundermarkkugel nicht isolirt aufhängen, z. B. an einem Leinenfaden, so würde die ihr mitgetheilte Elektricität sofort durch den Faden, da er zu den Leitern gehört, fortgeleitet werden, und die Kugel würde in allen Fällen bei Annäherung eines elektrischen Körpers angezogen werden wie jeder unelektrische Körper.

Der Apparat Fig. 82 heisst ein elektrisches Pendel und kann dazu verwendet werden, den elektrischen Zustand eines Körpers zu untersuchen. Man berührt mit dem zu untersuchenden Körper das Holundermarkkügelchen. Da-

nach nähert man letzterem nach einander einen geriebenen Glasstab und einen geriebenen Hartgummistab. Wird die Kugel von beiden angezogen, so war der fragliche Körper unelektrisch; wird sie vom Glasstab angezogen, vom Hartgummistab abgestossen, so war der Körper negativ elektrisch; wird sie vom Glasstab abgestossen und vom Hartgummistab angezogen, so war der Körper positiv elektrisch.¹⁾

Hypothesen über die Natur der Elektricität. Eine bequeme, wenn gleich sicher falsche Vorstellung über das Wesen der beiden Arten der Elektricität ist die von Symmer (1759) begründete, dass positive und negative Elektricität unwägbar und unsichtbare Flüssigkeiten — Fluida seien, welche in allen unelektrischen Körpern in gleichen Mengen enthalten sind, so dass sie sich in ihren Wirkungen (wie zwei gleich grosse Zahlen mit entgegengesetztem algebraischem Vorzeichen) aufheben. Hiernach bezeichnet man die unelektrischen Körper als neutral elektrisch. Beim Reiben zweier Körper wird die neutrale Elektricität in positive und negative zerlegt, beide Körper werden elektrisch, und es geht auf den einen die gesammte $+E$, auf den andern die gesammte $-E$ über. (Dualistische Hypothese.)

Nachfolgende Reihe von Körpern (die sogenannte Spannungsreihe für Reibungselektricität) hat die Anordnung, dass jeder vorangehende Körper, mit irgend einem folgenden gerieben, positiv elektrisch wird, während jeder folgende Körper, mit irgend einem vorangehenden gerieben, negativ elektrisch wird: (+) Pelz, Glas, Wolle, Seide, Holz, Metalle, Harze, Schwefel (—).

Je weiter die geriebenen Stoffe in dieser Reihe auseinander stehen, desto günstiger ist der Erfolg. —

Der dualistischen Hypothese über das Wesen der Elektricität steht die von Benjamin Franklin (1750) begründete unitäre gegenüber, wonach der positiv elektrische Zustand eines Körpers in einem Ueberschuss, der negativ elektrische Zustand in einem Mangel an ein und demselben Fluidum besteht, während ein neutral-elektrischer Körper dieses Fluidum in einer gewissen normalen Menge enthält. Die in neuerer Zeit von Edlund vertretene Ansicht schliesst sich der unitären Hypothese an, insofern als nach ihr der Lichtäther sowohl die positiv wie die negativ elektrischen Erscheinungen hervorrufen und die positiv elektrischen Körper einen Ueberschuss, die negativ elektrischen einen Mangel an freiem Aether haben sollen; in unelektrischen (oder neutral elektrischen) Körpern soll der Aether im normalen Zustande, an die Körpermoleküle gebunden, enthalten sein. —

Positive und negative Elektricität lassen sich durch die Lichtenberg'schen Figuren unterscheiden. Man berühre eine isolirende Platte, z. B. eine Hartgummiplatte, an verschiedenen Stellen mit einem positiv, an anderen mit einem negativ elektrisch gemachten Körper. Dann haftet an diesen Stellen theils $+E$, theils $-E$. Ueberstreut man hierauf die Platte mit einem leichten Pulver,

¹⁾ „Anziehung“ und „Abstossung“ sind natürlich zunächst nur Worte, welche die Erscheinungen, um die es sich handelt, bildlich bezeichnen; in Wahrheit beobachtet man nichts weiter als eine Annäherung bezw. Entfernung der beweglichen (elektrischen oder unelektrischen) Körper.

z. B. Lycopodium- (Bärlapp-) Samen, so sammelt sich dasselbe an den elektrischen Stellen in eigenartigen Figuren an, und zwar an den positiv elektrischen Stellen in Form von Sternen, die baumförmig verzweigte Strahlen aussenden, an den negativ elektrischen Stellen in Form von runden Flecken.

Elektrische Spannung. Ein Körper, in welchem durch Reiben Elektricität erzeugt worden oder auf den sie durch Berührung übertragen worden ist, heisst ein elektrisch geladener Körper. Er verliert seine Elektricität allmählich wieder, indem er sie an seine Umgebung abgibt, wenn diese auch aus ziemlich guten Isolatoren bestehen sollte. Aus Spitzen und vorspringenden Kanten eines elektrisch geladenen Körpers strömt die Elektricität leicht aus, aus stumpfen, abgerundeten Enden dagegen nur schwer. — Das Ausströmen geschieht im Dunkeln unter Lichterscheinung; die $+E$ strömt in Gestalt grösserer leuchtender Büschel, die $-E$ in Gestalt leuchtender Punkte aus.

Steht ein elektrisch geladener Körper einem unelektrischen oder entgegengesetzt elektrischen Leiter gegenüber und sind beide durch einen isolirenden Körper — ein Dielektricum — getrennt, so findet ohne Weiteres kein Uebergang von Elektricität statt; erst wenn die Menge der Elektricität im erstgenannten Körper (bezw. in dem entgegengesetzt geladenen Leiter) sehr gross geworden ist und sich eine erhebliche elektrische Spannung (oder ein hohes elektrisches Potential) eingestellt hat, erfolgt ein Uebergang von Elektricität, und zwar unter Licht- und Wärmeerscheinung: in Gestalt eines elektrischen Funkens.

In Folge der Abstossung gleichartiger Elektricitäten sammelt sich die Elektricität, die einem isolirten Leiter mitgetheilt wird, auf seiner Oberfläche an (hier ist sie möglichst weit vertheilt). Dies zeigt z. B. folgender Versuch: Eine massive Metallkugel, die von einem (isolirenden) Glasstab getragen wird, umgebe man, nachdem sie elektrisch gemacht worden ist, mit zwei metallenen Halbkugeln, an denen isolirende Handgriffe angebracht sind. Nimmt man nach kurzer Berührung die Halbkugeln fort, so zeigt es sich, dass alle Elektricität der Vollkugel auf sie übergegangen ist, während die Kugel selbst unelektrisch zurückbleibt.

Elektroskop. Um geringe Mengen Elektricität nachzuweisen und ihrer Art nach zu erkennen, bedient man sich — statt des elektrischen Pendels — des Elektroskops (Fig. 83). Dasselbe besitzt als wesentlichen Bestandtheil einen Messingdraht (D), der oben einen kugelförmigen Messingknopf (K) trägt, während an seinem unteren Ende zwei neben einander hängende, leicht bewegliche Körper (gewöhnlich zwei Streifen Blattgold — B) befestigt sind. Um zu verhüten, dass die Blattgold-Streifen oder Goldblättchen beschädigt werden, um Luftströmungen abzuhalten, durch die die

Goldblättchen bewegt werden könnten, und um einer schnellen Zerstreuung der den Goldblättchen mitgetheilten Elektricität vorzubeugen, umgibt man den unteren Theil des Elektroskops mit einer (von einem Holzständer getragenen) Glaskugel, durch deren Hals der Messingdraht, auf irgend eine Weise isolirt, hindurchtritt.

Wird der Messingknopf des Elektroskops mit einem elektrischen Körper berührt, so gehen die Goldblattstreifen, da sie mit gleichartiger Elektricität geladen werden, aus einander.

Aber diese Spreizung tritt bereits ein, wenn der elektrische Körper — z. B. ein geriebener Harzstab — sich noch in einiger Entfernung von dem Messingknopf befindet, und wird um so bedeutender, je mehr man den Stab dem Messingknopf nähert.

Diese Erscheinung erklärt man auf die Weise, dass der elektrische Harzstab die in dem Messingknopf nebst Draht und Goldblättchen enthaltene neutrale Elektricität in positive und negative zerlegt. Die $+E$ wird von dem negativ elektrischen Harzstabe angezogen und geht nach oben, in den Messingknopf, während die $-E$ abgestossen wird und sich in die Goldblättchen begiebt, die nun, weil gleichartig elektrisch, sich gegenseitig abstossen und daher auseinandergehen. — Beim Entfernen des Harzstabes fallen die Goldblättchen wieder zusammen.

Berührt man, während der Harzstab über den Messingknopf gehalten wird, den Messingdraht mit dem Finger, so leitet man dadurch die von dem Harzstab abgestossene $-E$ nach der Erde ab.

(Die erst gespreizten Goldblättchen fallen zusammen.) Zieht man alsdann den Finger weg und entfernt hierauf den Harzstab, so bleibt das Elektroskop mit $+E$ geladen, welche die Goldblättchen von neuem auseinandertreibt und sie in gespreizter Stellung erhält.

Nähert man jetzt dem Elektroskop einen positiv elektrischen Körper (z. B. eine geriebene Glasstange), so gehen die Goldblättchen noch weiter auseinander, weil die vorhandene $+E$ des Elektroskops und (durch Zerlegung) neu hervorgerufene $+E$ in die Goldblättchen hineingetrieben werden. Nähert man dagegen dem Elektroskop einen negativ elektrischen Körper (z. B. abermals einen geriebenen Harzstab), so nähern sich die Goldblättchen einander und fallen schliesslich ganz zusammen, weil ihnen einerseits ihre $+E$ durch Anziehung seitens des negativ elektrisch geladenen Körpers entzogen wird und sich in den Messingknopf be-



Fig. 83. Elektroskop.

giebt, und andererseits vielleicht $-E$ neu entsteht, die sich mit der $+E$ vereinigt und sie neutralisirt. Nähert man endlich dem Elektroskop einen unelektrischen Körper, so ändern die Goldblättchen ihre Stellung nicht.

Entsprechende Erscheinungen zeigen sich, wenn das Elektroskop anfangs mit $-E$ geladen wird.

Diese Erscheinungen ermöglichen es, die Elektrizitätsart, die ein Körper besitzt, festzustellen.

Influenz-Elektricität. Wie wir gesehen haben, kann man einen Körper (im Vorstehenden das Elektroskop, insbesondere die Goldblättchen) mit Elektricität laden oder elektrisch machen, ohne ihm Elektricität durch Berührung mitzuthcilen. Jene elektrische Einwirkung aus der Entfernung wird als elektrische Vertheilung oder Influenz bezeichnet.

Eine solche elektrische Vertheilung findet nun übrigens auch bei der elektrischen Ladung mittels Berührung statt, wie folgender Versuch lehrt: Man berühre den Messingknopf eines Elektroskops mit einem elektrischen Körper, z. B. einem geriebenen Harzstabe; dann gehen die Goldblättchen auseinander; sie fallen aber wieder zusammen, wenn man den Harzstab entfernt. Dies kann nur so erklärt werden, dass der Harzstab bei der Berührung, in gleicher Weise wie bei der blossen Annäherung, die neutrale Elektricität des Elektroskops in $+E$ und $-E$ zerlegt, die $+E$ anzieht und die $-E$ abstösst, so dass sich letztere in die Goldblättchen begiebt und diese auseinandertreibt, während erstere in der Messingkugel festgehalten wird; wenn nun der Harzstab entfernt wird, vereinigen sich die beiden Elektricitäten im Elektroskop wieder zu neutraler Elektricität, so dass die Goldblättchen zusammenfallen.

Wenn man den negativ elektrischen Harzstab dem Elektroskop nähert und durch Berührung des Messingdrahts mit dem Finger die abgestossene $-E$ ableitet, so ist die im Elektroskop (Messingknopf) zurückbleibende $+E$ so lange gebunden, d. h. sie kann sich nicht frei bewegen und nicht frei wirken, als der Harzstab sich in der Nähe des Messingknopfes befindet. Erst mit der Entfernung des Harzstabes wird die $+E$ frei, verbreitet sich über den ganzen (isolirten) Leiter und treibt die Goldblättchen auseinander (bringt sie zur Divergenz).

Dass man einen leicht beweglichen Leiter (Holundermarkkugclchen) oder einen Isolator durch Berührung mit einem elektrischen Körper mit (freier positiver oder negativer) Elektricität laden kann, beruht darauf, dass im ersten Falle — vorausgesetzt, dass der elektrische Körper negativ elektrisch ist — die durch Influenz erregte $+E$ sich mit der $-E$ des elektrischen Körpers vereinigt und der Leiter wegen der in ihm verbleibenden $-E$ alsbald fortgestossen wird, und dass im zweiten Falle auch jene Vereinigung stattfindet, während die abgestossene $-E$ wegen der Isolation nicht zu der $+E$ zurück und sich mit ihr wieder vereinigen kann.

Ebenso wie die elektrische Ladung eines Leiters durch Berührung mit

einem elektrischen Körper ist auch seine durch Ueberspringen eines Funkens erfolgende Ladung zu erklären. Wenn ein z. B. negativ elektrischer Körper einem Metallgegenstande gegenüber gehalten wird, so tritt in letzterem eine Spaltung der neutralen Elektricität in $+E$ und $-E$ ein; befindet sich der elektrische Körper dem Metallgegenstande nahe genug, so erfolgt eine Vereinigung der $-E$ jenes mit der $+E$ des letzteren unter Funkenerscheinung durch die trennende Luftschicht hindurch, und der Metallgegenstand bleibt negativ (also gleich dem ihm genäherten Körper) geladen.

Reibungs-Elektrisirmaschine. Zur Erzeugung grösserer Mengen von Elektricität dient die Elektrisirmaschine. Wir unterscheiden die (1672 von Otto v. Guericke erfundene) Reibungs-Elektrisirmaschine

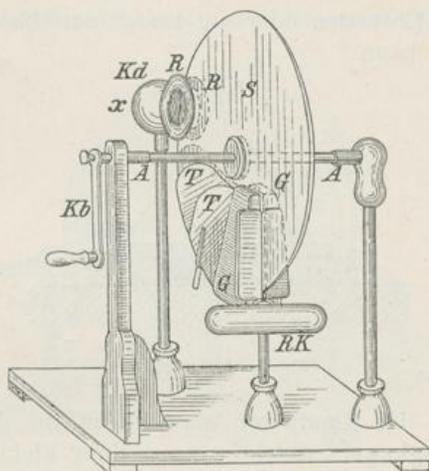


Fig. 84. Reibungs-Elektrisirmaschine.

maschine und die Influenz-Elektrisirmaschine. Die wesentlichen Teile der Reibungs-Elektrisirmaschine (Fig. 84) sind: der geriebene Körper (eine Glasscheibe S , die von der isolirenden Achse A getragen wird und mittels der Kurbel Kb in Umdrehung versetzt werden kann); das Reibzeug (dasselbe besteht aus einer etwas federnden, hölzernen Gabel GG , welche innen zwei mit Kienmayer'schem Amalgam — 1 Theil Zinn, 1 Theil Zink und 2 Theile Quecksilber — bestrichene Reibkissen trägt und gegen die Glasscheibe drückt; die Gabel wird von einem isolirenden Glasstab getragen; die bei ihrer Umdrehung erzeugte Elektricität wird durch die Taffetlappen TT vor Zerstreung in die Luft geschützt); der Konduktor (oder Elektricitätssammler) Kd nebst dem Saugapparat RR (letzterer besteht aus zwei Holzringen, zwischen welchen die Glasscheibe läuft; an den der Scheibe zugekehrten Seiten sind Rinnen in die

Ringe eingeschnitten, die mit Metallspitzen ausgekleidet sind; in diese strömt die auf der Scheibe durch Reibung erzeugte Elektricität ein und wird nach dem Konduktor, den eine hohle Messingkugel darstellt, geleitet; der Konduktor wird von einem isolirenden Glasstab getragen).

Während nun bei der Drehung der Glasscheibe die in Folge der Reibung am Reibzeug auf ihr erzeugte $+E$, durch die Taffetlappen TT geschützt, dem Konduktor zugeführt wird, entsteht im Reibzeug selbst $-E$, welche man ableiten muss, damit sie sich nicht alsbald wieder mit jener $+E$ vereinige. Diese Ableitung geschieht durch den Reibzeug-Konduktor RK , an dem man eine zum Tisch, zum Erdboden oder am besten zur Gasleitung führende Kette befestigen kann.

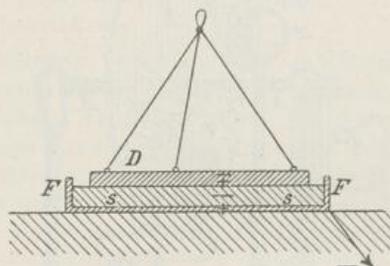


Fig. 85. Elektrophor.

Bei x trägt der Konduktor eine kleine (in der Figur nicht sichtbare) Messingkugel, welche wegen ihrer kleineren Oberfläche die Spannung der auf sie überströmenden Elektricität erhöht.

Elektrophor. Ehe wir die Influenz-Elektrisirmaschine besprechen, fassen wir einen anderen Apparat ins Auge, der ebenfalls auf den Gesetzen der elektrischen Influenz beruht und zur Erzeugung grösserer Elektricitätsmengen dient. Es ist das Elektrophor. (Volta, 1775.) Die wesentlichen Theile desselben sind eine Scheibe aus nichtleitendem Stoffe (Fig. 85, s) und ein leitender Deckel (D), der von isolirenden Seidenschnüren getragen wird, bzw. mit einer isolirenden Handhabe versehen ist. Die Scheibe ruht entweder auf einer leitenden Unterlage oder sie ist in einer besonderen leitenden Form (F) enthalten. Will man den Apparat benutzen, so nimmt man den Deckel fort und macht die Scheibe (s) — am besten durch Schlagen mit einem Fuchsschwanz — negativ elektrisch. Hiernach setzt man den Deckel auf; alsbald wird durch Influenz von der Scheibe aus seine neutrale Elektricität in $+E$ und $-E$ zerlegt. Durch Berührung mit dem Finger leitet man

die abgestossene $-E$ ab, während die $+E$ in gebundenem Zustande (gebunden durch die $-E$ der Scheibe) zurückbleibt. Wird nun der Deckel von der Scheibe entfernt, so wird die $+E$ des ersteren frei, so dass sie an einen anderen Körper abgegeben werden kann. Es geschieht dies unter Funkenerscheinung. Setzt man den Deckel nach erfolgter Entladung wieder auf die Scheibe auf, so tritt abermals eine Scheidung seiner neutralen Elektricität ein, und man kann von neuem eine gewisse Menge $+E$ vom Deckel auf einen anderen Körper übertragen. Dies Verfahren kann fortgesetzt wiederholt werden, weil die $-E$ der Scheibe erhalten bleibt, und zwar aus folgendem Grunde: Die Scheibe wirkt nicht nur oben auf den Deckel vertheilend, sondern auch nach unten auf die

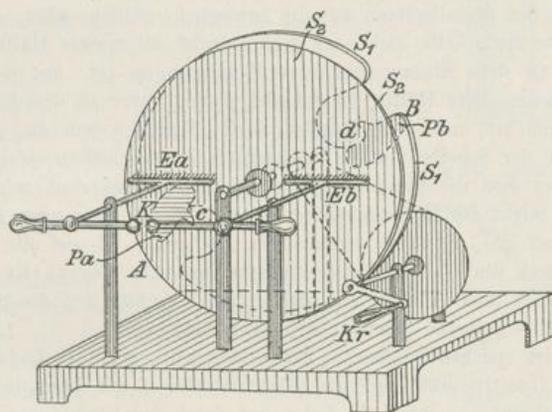


Fig. 86. Influenz-Elektisirmaschine.

leitende Form, deren $-E$ abgestossen wird und durch den Tisch u. s. w. nach dem Erdboden entweicht, während die $+E$ der Form von der $-E$ der Scheibe zurückgehalten und diese ihrerseits von jener festgehalten wird.

Influenz-Elektisirmaschine. Die Influenz-Elektisirmaschine (Holtz, 1865) besteht aus zwei kreisförmigen, mit den Flächen einander zugekehrten und einander sehr nahe befindlichen (der besseren Isolirung halber gefirnisssten) Glasscheiben von ungleicher Grösse. Die grössere, hintere (Fig. 86, S_1) steht fest, während die kleinere, vordere durch eine Kurbel (Kr) und die Vermittlung einer Treibschnur in Umdrehung versetzt werden kann. Die grössere, feststehende Scheibe besitzt an zwei einander diametral gegenüberliegenden Stellen ihres Umfanges Ausschnitte (A und B), neben denen der Rückseite der Scheibe Papierbelegungen (Pa und Pb)

aufgeklebt sind, welche die vorspringenden Papierspitzen c und d in die Ausschnitte hineinsenden. Diesen Papierbelegungen stehen auf der Vorderseite der kleineren, drehbaren Scheibe die beiden mit einer Reihe von Metallspitzen versehenen Einsauger Ea und Eb gegenüber, die zu den beiden Konduktorkugeln K hinführen.

Bei Beginn des Versuchs muss die Maschine geladen werden. Dies geschieht auf die Weise, dass man der einen Papierbelegung, z. B. Pa , eine geriebene Harzstange nähert und die Konduktoren bei K in leitende Verbindung setzt. Dann wird Pa negativ elektrisch; die $-E$ daselbst wirkt vertheilend auf die neutrale Elektricität des (metallischen und daher leitenden) Einsaugers Ea ; die in demselben gebildete $+E$ strömt, von der $-E$ in Pa angezogen, aus den Metallspitzen auf die bewegliche Scheibe über, die $-E$ dagegen begiebt sich, von der $-E$ in Pa abgestossen, über K nach Eb . Von hier aus strömt sie aus den Metallspitzen auf die bewegliche Scheibe über, so dass (vorausgesetzt, dass die Scheibe sich nach rechts dreht) die untere Hälfte derselben, da sie zuvor an dem Einsauger Eb vorübergegangen ist, mit $-E$ geladen wird, während die obere Hälfte der Scheibe, da sie zuvor an dem Einsauger Ea vorübergegangen ist, mit $+E$ geladen wird. Kommen nun die positiv elektrischen Theile der Scheibe vor die Papierspitze d , so schicken sie in diese ihre $+E$ hinein, so dass die Papierbelegung Pb positiv elektrisch wird. Ist dies geschehen, so wirkt Pb in umgekehrter Weise auf den Einsauger Eb ein, wie anfangs Pa auf Ea , d. h. es strömt von Eb aus $-E$ auf die bewegliche Scheibe, wodurch die $-E$ der unteren Scheibenhälfte verstärkt wird, und $+E$ begiebt sich über K nach Ea und strömt von hier auf die Scheibe, wodurch die $+E$ der oberen Scheibenhälfte verstärkt wird.

Hieraus ist ersichtlich, dass — bei anfänglicher geringer Ladung der Maschine — die (positive und negative) Elektricität auf der beweglichen Scheibe fortgesetzt zunimmt — einfach in Folge der durch die Umdrehung, also durch eine mechanische Arbeit, bewirkten Influenz. (Vergl. das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, S. 138.)

Wenn man nun die Konduktoren bei K von einander entfernt, so kann die $-E$ von Ea nach Eb und die $+E$ von Eb nach Ea nicht mehr überströmen, sondern es sammelt sich jene (die $-E$) in der linken Konduktorkugel, diese (die $+E$) in der rechten Konduktorkugel an, und nur wenn die Spannung in den Konduktorkugeln zu gross geworden ist, erfolgt ein Ausgleich beider Elektricitäten in Gestalt eines die Luft zwischen den Konduktorkugeln (bei K) durchschlagenden Funkens.

Durch die Töpler'schen Influenz-Elektrirmaschinen (1879) wird die Elektricität gleich anfangs selbst erzeugt und in gleicher Stärke erhalten.

Leydener Flasche; Entlader. Zur Aufspeicherung grösserer Mengen von Elektricität dient die Verstärkungsflasche, auch Leydener oder Kleist'sche Flasche genannt. (Erfunden von v. Kleist zu Kammin in Pommern 1746 und fast gleichzeitig von Cuneus und Musschenbroek zu Leyden.) Dieselbe besteht im Wesentlichen aus zwei guten Leitern, die durch einen isolirenden Körper

getrennt sind. Der letztere ist ein cylindrisches Glasgefäss (Fig. 87); dasselbe ist aussen und innen mit einer nicht bis zum oberen Rande reichenden Stanniol-Belegung versehen. Mit der inneren Belegung steht ein Messingdraht in leitender Verbindung, der oben eine Messingkugel trägt.

Berührt man die Messingkugel mit dem z. B. positiv geladenen Konduktor einer Elektrisirmaschine, während die äussere Belegung mit dem Erdboden in leitende Verbindung gesetzt wird (etwa durch die Hand, mit welcher man die Flasche hält — durch den Körper hindurch nach den Füssen), so wird nächst der Messingkugel auch die innere Belegung positiv elektrisch, wirkt vertheilend auf die neutrale Elektricität der äusseren Belegung und bindet die daselbst entstehende $-E$, während die $+E$ nach dem Erdboden abfliesst. Da sich nun die $+E$ der inneren Belegung und die $-E$ der äusseren Belegung gegenseitig anziehen, so wird nicht nur die letztere ($-E$) durch die erstere ($+E$) gebunden, sondern auch umgekehrt die $+E$ der inneren Belegung durch die $-E$ der äusseren.

Die Entladung der Flasche geschieht auf die Weise, dass man beide Belegungen (die Messingkugel mit der äusseren Belegung) in leitende Verbindung setzt. Man bedient sich dazu am besten eines Entladers, welcher an einer isolirenden Handhabe (Glasstab) zwei gegen einander drehbare, am Ende mit Metallknöpfen versehene Metallbügel besitzt. (Fig. 88.)

Legt man den unteren Metallknopf an die äussere Belegung der Leydener Flasche und nähert den oberen Metallknopf der Messingkugel, so schlägt bei geeigneter Entfernung (entsprechend der Grösse der Ladung, welche der Flasche ertheilt war) von der Messingkugel nach dem Metallknopf des Entladers ein Funke über: der Entladungsfunke, der beträchtliche Länge und Stärke erlangen kann. Er ist von einem mehr oder minder heftigen Knall begleitet, der von der entstandenen Lufterschütterung herrührt.

Mit der Wirkungsweise der Leydener Flasche im Wesen übereinstimmend ist diejenige der Franklin'schen Tafel.

Mehrere Leydener Flaschen, deren äussere Belegungen einerseits und deren innere Belegungen andererseits unter einander in leitende Verbindung gesetzt sind, bilden eine elektrische Batterie.

Wirkungen der elektrischen Entladung. Die hauptsächlichsten Wirkungen der elektrischen Entladung sind folgende: Der schon erwähnte Funke nebst Knall bei Unterbrechung der Leitung (Einschaltung eines Dielektricum, d. h.

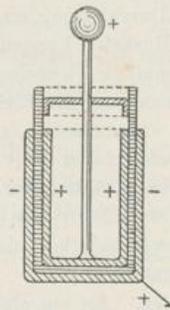


Fig. 87. Leydener Flasche.

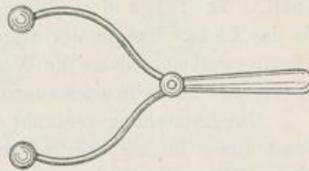


Fig. 88. Entlader.

eines isolirenden Mittels — S. 142); das Durchschlagen von Kartenblättern und Glasscheiben seitens des Entladungsfunkens (das in einem Kartenblatt entstehende Loch hat beiderseits aufgeworfene Ränder); die Entzündung brennbarer Stoffe (z. B. Alkohol und Aether); die Erwärmung eines dünnen Metalldrahtes, durch welchen eine hinreichend grosse Elektrizitätsmenge entladen wird, desgl. die Erwärmung der Luft (elektrisches Luftthermometer von Riess, 1837); Ozonbildung in der Luft (eigenthümlicher Geruch, der auch von einer in Thätigkeit befindlichen Elektrirmaschine ausgeht); die Einwirkung auf die Nerven (z. B. bei der Durchleitung eines mässigen Entladungsschlages durch beide Hände und Arme), Muskelzuckungen.

Aehnliche physiologische Erscheinungen wie beim Entladungsschlag zeigen sich, wenn man die Elektrizität einer Elektrirmaschine in den auf einem isolirenden Gegenstande (z. B. einem sog. Isolirschemel) stehenden menschlichen Körper einströmen lässt und diesem nun einen Leiter nähert. Hier lässt sich ferner ein Sträuben der Haare beobachten. Das nicht unterbrochene Durchströmen der Elektrizität durch den Körper äussert keine physiologische Wirkung.

Geschwindigkeit des elektrischen Entladungsschlages = 60 000 Meilen in der Sekunde.

Blitz. Als ein elektrischer Funke von ungeheurer Grösse ist der Zickzackblitz anzusehen. Der Donner entspricht dem den Funken begleitenden Knall. Er folgt dem Blitze, weil der Schall sich langsamer fortpflanzt als das Licht. Träger der atmosphärischen Elektrizität sind in erster Linie die Gewitterwolken, sodann die Wolken überhaupt und schliesslich die Luft im Allgemeinen. Franklin wies zuerst die elektrische Natur des Gewitters nach (1749).

Ihre Entstehung verdankt die atmosphärische Elektrizität nach der vom Verfasser dieses Buches begründeten Hypothese der Reibung des atmosphärischen Wassers an den verschiedenen Körpern der Erdoberfläche, dem in der Luft befindlichen Staube u. s. w. und — in erster Linie — der trockenen Luft selber. Das atmosphärische Wasser (Wasserdampf und Wassertröpfchen) wird dabei positiv elektrisch. — Starke elektrische Erscheinungen beim Ausströmen von Wasserdampf, Wassertröpfchen und Asche aus Vulkanen. — Die Sankt-Elmsfeuer bestehen in einer Ausströmung von Elektrizität (besonders nach Schneegestöbern) aus spitzen Gegenständen: Baumzweigen, Schiffsmasten, Thürmen u. s. w., in Form von Lichtbüscheln.

Der Blitzableiter (Franklin, 1749) besteht aus einer eisernen Auffangestange mit vergoldeter oder Platin-Spitze (Schutz gegen Oxydation) und aus der Ableitung, die von Kupfer sein und tief ins feuchte Erdreich geführt werden muss. Schwebt eine Gewitterwolke über einem mit Blitzableiter versehenen Gebäude, so wird sie allmählich entladen, indem im Blitzableiter Influenz-Elektrizität entsteht und die der Elektrizität der Wolke entgegengesetzte Elektrizität aus der Spitze des Blitzableiters ausströmt und die Wolken-Elektrizität neutralisirt. Schlägt der Blitz ein, so geht er durch den Blitzableiter, ohne Schaden anzurichten, in den Erdboden.