

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Encyklopaedie der Naturwissenschaften

Elektricität und Magnetismus

Winkelmann, Adolph August

1893

Elektrisirmaschinen und ähnliche Apparate

Elektrisirmaschinen und ähnliche Apparate.

1) Reibungselektrisirmaschine. Die continuirliche Erzeugung von Elektrizität durch Reiben von Isolatoren an einander oder an isolirten Leitern ist Zweck der Reibungselektrisirmaschinen. Dieselben bestehen in ihrer jetzt hauptsächlich benutzten Gestalt aus folgenden Theilen. Eine runde Glasscheibe sitzt in der Mitte auf einer Axe aus Holz oder besser aus Glas auf. Die Axe und mit ihr die Scheibe wird durch eine Kurbel gedreht. Die Scheibe geht mit Reibung zwischen zwei Polster hindurch, dem sogen. Reibzeug. Die Polster sind gewöhnlich aus Flanell und mit Leder überzogen, welches mit KIENMAYERSchem Zinnamalgam (1 Thl. Zinn, 1 Thl. Zink, 2 Thle. Quecksilber) bestrichen ist. Das Reibzeug ist an einem Glasfuss befestigt, also isolirt, aber in Verbindung mit einer auf demselben Glasfuss sitzenden Metallkugel (dem negativen Conduktor). Durch die Reibung wird die Glasfläche positiv, das Reibzeug und der Conduktor negativ elektrisch. Um die positive Elektrizität der Scheibe benutzen zu können, ist, dem Reibzeug diametral gegenüber, auf einen isolirenden Glasfuss eine Metallkugel aufgesetzt, welche zwei mit Spitzen nach innen versehene Ringe trägt, zwischen denen die Scheibe sich bewegt. Die Spitzen saugen die positive Elektrizität von der Scheibe (s. Elektrostatik) und führen sie zu der Metallkugel, dem positiven Conduktor, welcher sich positiv ladet. Mit dem Reibzeug verbindet man Stücke von isolirendem Zeug, welche an einem gebogenen Ebonitstab hängen und die Scheibe bis auf geringe Entfernung von den Saugspitzen bedecken. Wenn diese Zeugstücke nicht angebracht sind, so gleicht sich die positive Elektrizität der Scheibe da, wo sie aus dem Reibzeug hervortritt, mit der negativen des Reibzeuges grösstentheils aus und man sieht kleine Funken und Lichtbüschel an dieser Stelle. Bringt man jedoch die Zeugstücke an, so sind diese eben negativ elektrisch, die Trennung der elektrisirten Körper (Scheibe und Zeug) tritt erst an den Enden des Zeugs ein und da dieses schlecht leitet, so findet dort eine viel geringere Ausgleichung der Elektrizität statt. Ausserdem verhindert das Zeug die Zerstreung der Elektrizität der Scheibe.

Um einem Conduktor, z. B. dem positiven, continuirlich Elektrizität zuführen zu können, muss man das Reibzeug zur Erde ableiten. Denn sonst würde dort so viel negative Elektrizität sich ansammeln, dass sie die entstehende positive sofort neutralisiren würde. Ebenso muss man, wenn man dem negativen Conduktor continuirlich Elektrizität zuführen will, den positiven ableiten.

Die einzelnen Theile der Elektrisirmaschine unterliegen vielfacher Verschiedenheit in Bezug auf Form und Material.

Statt der Scheiben hat man früher vielfach Cylinder oder auch Kugeln angewendet, wovon man jedoch abgekommen ist, weil bei diesen ein festes Anliegen des Reibzeuges nicht zu erreichen ist. Bei den Scheibenmaschinen benutzt man zuweilen statt des Glases andere Isolatoren, insbesondere Ebonit, wobei man das Reibzeug statt mit Amalgam mit Pelzwerk bekleidet. Dann wird der Conduktor negativ, das Reibzeug positiv elektrisch. Bei den Glasscheibenmaschinen muss man für Trockenheit des Glases sorgen, indem man erstens möglichst wenig hygroskopisches Glas anwendet und ausserdem die Scheibe beim Gebrauch zuweilen trocken abreibt oder mit Talg etwas einfettet. Manche Glasarten sind ganz ungeeignet, in Elektrisirmaschinen angewendet zu werden.

2) Dampfelektrisirmaschine. Durch eine zufällige Beobachtung fand

ARMSTRONG¹⁾ 1845, dass Wasserdampf, welcher aus einer engen Oeffnung ausströmt, durch die Reibung stark elektrisch wird, und er construirte danach eine Dampfelektrisirmaschine. Dieselbe besteht in einer Dampfmaschine, die auf Glasfüßen isolirt steht und von innen geheizt wird. Der Dampf kann durch einen mit isolirtem Griff versehenen Hahn in einen Kasten gehen, von dem aus er durch 6 Röhren mit passend geformten engen Mundstücken in die Atmosphäre heftig ausströmt. In den Weg der Dampfstrahlen wird ein Spitzenkamm als Aufsauger gestellt, der leitend mit einer isolirten Kugel verbunden ist. Die Kugel, der Conductor, wird durch den positiven Dampf positiv elektrisch, der Kessel negativ. Zum Zweck der Aufsammlung leitet man entweder den Kamm oder den Kessel ab.

3) Elektrophor. Der Elektrophor ist ein Apparat, aus welchem man, nachdem er einmal elektrisirt ist, lange Zeit Elektricität entnehmen kann. Obwohl er keine continuirliche Erzeugung von Elektricität gestattet, ist er doch eine Quelle für Gewinnung von Elektricität und bietet zugleich die Grundlage für wirkliche Elektrisirmaschinen, die auf demselben Princip beruhen.

Der Elektrophor, von VOLTA zuerst angegeben²⁾, besteht aus drei Theilen, 1) einem Metallgefäß, der Form, welches gewöhnlich eine kreisförmige Schüssel bildet, 2) einer isolirenden Masse, dem Kuchen, welche die Form ausfüllt, und 3) einem Metalldeckel, dem Schild, welcher an isolirenden Fäden oder Griffen gefasst und auf den Kuchen gelegt oder von ihm abgehoben werden kann. Der Gebrauch des Elektrophors ist folgender. Zuerst wird der Kuchen, gewöhnlich eine geschmolzene und erstarrte Harzmasse, kräftig elektrisirt, indem man ihn meistens mit einem Fuchsschwanz peitscht. Dadurch wird der Kuchen negativ elektrisch. Dann wird der Deckel auf den Kuchen gelegt und durch Berührung mit einem Finger zur Erde abgeleitet. Sobald dann der Deckel abgehoben wird, ist er positiv elektrisch und man kann mit ihm einen Conductor durch Berührung laden, dann ihn wieder auf den Kuchen legen, ableiten, abheben, den Conductor wieder laden und so fort, so dass man successive Elektricität mittelst des Elektrophors dem Conductor zuführen kann. Die allgemeine Wirkungsweise des Elektrophors ist einfach, nähere Betrachtung aber ergiebt complicirte Erscheinungen. Durch den negativen Kuchen wird in dem Deckel Elektricität influenzirt, die negative wird zur Erde abgeleitet, die positive bleibt nach dem Abheben im Deckel und kann dazu dienen, einen Conductor zu laden. Das wesentliche ist die Frage, woher es kommt, dass ein solcher Elektrophor lange geladen bleibt. Das beruht wesentlich darauf, dass der Kuchen in der metallischen Form sich befindet. Durch die negative Elektrisirung der oberen Fläche des Kuchens wird allmählich durch molekulare Polarisirung der ganze Kuchen negativ elektrisch, seine Rückseite, die an der Form anliegt auch. Zu gleicher Zeit wird die Form influenzirt, die negative Elektricität lässt sich ableiten, die positive bleibt in der Form und geht auch zum Theil auf die Rückseite des Kuchens über, so dass diese positiv elektrisch erscheint. Dieses Verhalten hat v. BEZOLD³⁾ durch Bestäubung des Kuchens mit Schwefel-Mennigepulver (s. Elektrostatik) nachgewiesen, von welchem der Schwefel auf positiven, die Mennige auf negativ elektrischen Stellen haften bleibt. Das Resultat ist, dass die Hinterfläche des Kuchens in der

¹⁾ ARMSTRONG, Mech. Mag. 43, pag. 64, 1845, s. MATTEUCI, Compt. rend. 90, pag. 1098. 1845; SEYFFER, POGG. Ann. 90, pag. 570. 1853.

²⁾ VOLTA, Collezione delle opere I (1), pag. 108.

³⁾ v. BEZOLD, Ber. d. Münch. Akademie 1870, 1871.

Form positiv elektrisch ist. Wird nun ein elektrisirter Kuchen mit dem Schild bedeckt und die Form abgeleitet, so wird eine Zerstreuung der Elektrizität in die Luft verhindert, dadurch dass erstens die nahe bei einander liegenden positiven und negativen Schichten einerseits an Schild und Kuchen, andererseits an Kuchen und Form sich anziehen, dass zweitens überhaupt die Berührung mit der Luft auf kleine Flächen beschränkt ist und dass endlich die Luftmoleküle sich nicht vermöge der Ladung in Bewegung befinden können — was sonst die Hauptursache der Elektrizitätsverluste ist — weil sie sowohl positiv (vom Schild resp. Form) als negativ vom Kuchen elektrisirt werden¹⁾.

4) Duplikatoren. Die Duplikatoren, die unter diesem Namen allerdings nur in einigen Fällen benützt werden, haben die Aufgabe, durch Benutzung der Influenz vorhandene kleine Elektrizitätsmenge durch mechanische Arbeit zu vergrössern. Die älteren Apparate von NICHOLSON²⁾, VOLTA³⁾, BELL⁴⁾, sind durch neuere Apparate von VARLEY⁵⁾, W. THOMSON⁶⁾ und RIGHI⁷⁾ verdrängt worden. Gebräuchlich sind von ihnen: der sogenannte Replenisher von THOMSON, der Wassertropfapparat von demselben und die Influenzmaschinen, welche im gewissent Sinne auch als Duplikatoren angesehen werden können, aber besonders behandelt werden sollen.

Die Theorie der Duplikatoren ist von MAXWELL ausführlich auseinander gesetzt worden⁸⁾. Die Duplikatoren bestehen aus isolirten Conductoren, von denen einige beweglich, andere fest sind. Die beweglichen Conductoren werden an gewissen Stellen ihrer Bahn ganz von den festen umhüllt, wenigstens soll es theoretisch so sein. Praktisch lässt sich das nicht ausführen. Wir nehmen an, dass die Maschine zwei bewegliche Conductoren A und B habe, und 4 feste C , E und D , F , von denen wir die ersteren beiden Induktoren, die letzteren Empfänger nennen.

Nun sei zuerst C positiv geladen und habe das Potential C . Der bewegliche Conductor A sei ganz in C und habe das Potential A . Seine Elektrizitätsmenge ist $\kappa(A - C)$, wenn κ der Induktionscoefficient ist (s. Elektrostatik, pag. 35).

Nun werde A , während es in C ist, mit der Erde verbunden. Seine Ladung ist dann $-\kappa C$. Wir führen nun A aus C heraus und bringen es in D hinein und bringen A zur Berührung mit der Innenseite von D . Dann giebt es seine ganze Ladung an D ab.

Darauf möge A nach E kommen, welches negativ geladen sei, denselben Process durchmachen, so dass er positiv geladen wird und dann nach F gebracht werden, dem es seine Elektrizität abgiebt.

So geht es weiter und man sieht, dass D und F immer neue Ladungen von gleicher Grösse erhalten, so lange C und E dasselbe Potential haben. Verbindet man aber nun noch den positiven Inductor C mit dem positiven Empfänger F

1) RIESS, Reibungselektricität Bd. I. § 298 f. Eine ausführliche Behandlung der Vorgänge im Elektrophor mit Berücksichtigung der dielektrischen Eigenschaften des Kuchens s. v. BEZOLD, WIED, Ann. 23, pag. 426. 1884.

2) NICHOLSON, Phil. Transactions 1788, pag. 403.

3) VOLTA, Collezione delle opere I (1), pag. 118. Firenze 1816.

4) BELL, Annali delle Scienze del Regno Lomb. Veneto 1831, pag. 11.

5) VARLEY, Specification of Patent 1860 Jan. 27. No. 206.

6) THOMSON, W., Proc. R. Soc. 1867, Juni 20. Reprint. of Papers 416, pag. 330.

7) RIGHI, N. Cim. 7 u. 8, pag. 123. 1872.

8) MAXWELL, Elektrizität u. Magnetismus I, pag. 333. Deutsche Ausgabe.

und den negativen Induktor E mit dem Empfänger D , so wachsen die Potentiale von C und E fortwährend und daher auch die Elektrizitätsmengen.

Der zweite bewegliche Conductor B befindet sich, abwechselnd mit dem ersten, jeweils in den entgegengesetzt geladenen Conductoren und bringt also für sich selbst dieselbe Verstärkung der Ladung hervor, wie A .

Es sollen die Potentiale U_n von C und F und V_n von E und D nach n halben Umdrehungen berechnet werden.

Es seien eine halbe Umdrehung vorher diese Potentiale U_{n-1} und V_{n-1} .

Wenn der bewegliche Conductor in C ist und zur Erde abgeleitet ist, so erhält er die Elektrizitätsmenge

$$-x U_{n-1}.$$

Diese Elektrizitätsmenge überträgt er auf D , dessen Potential V_{n-1} war und vergrößert dadurch dieses Potential um $-\frac{x}{k} U_{n-1}$, wenn k die Capacität von D und E zusammen ist. Also wird

$$V_n = V_{n-1} - \frac{x}{k} U_{n-1}.$$

Entsprechend

$$U_n = U_{n-1} - \frac{x'}{k'} V_{n-1}.$$

Setzt man zur Abkürzung

$$p^2 = \frac{x}{k} \quad q^2 = \frac{x'}{k'},$$

so erhält man nach Umformungen

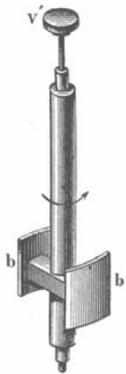
$$\begin{aligned} p U_n + q V_n &= (p U_0 + q V_0)(1 - pq)^n \\ p U_n - q V_n &= (p U_0 - q V_0)(1 + pq)^n. \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich, da p und q positiv sind, dass $p U_n + q V_n$ sich der Null nähert, also U_n und V_n entgegengesetzte Vorzeichen haben, auch wenn U_0 und V_0 das nicht hatten.

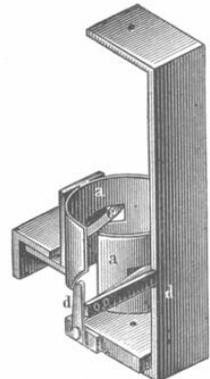
Es verhält sich zuletzt $\frac{U_n}{V_n} = -\frac{q}{p}$.

Ferner wächst $p U_n - q V_n$ fortwährend, so dass also, wie klein auch U_0 um V_0 gewesen sein mag, die Potentiale der Induktoren und Empfänger fortwährend steigen, so lange die Maschine in Gang ist.

Einen solchen Apparat im Kleinen, um vorhandene Ladungen oder Potentialdifferenzen zu vergrößern, hat W. THOMSON unter dem Namen Replenisher (Füllapparat) bei verschiedenen



(P. 12.)

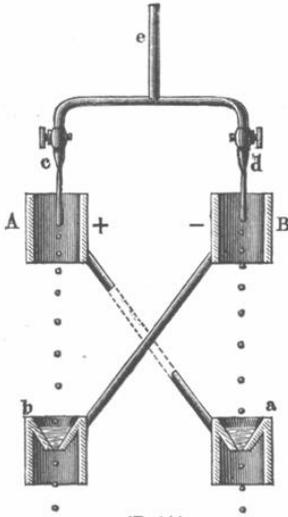


(P. 13.)

Apparaten angewendet. Derselbe besteht aus (Fig. 12) einem drehbaren Ebonitstab T , welcher zwei cylindrisch gebogene Metallstücke bb trägt. Diese letzteren bewegen sich in dem cylindrischen Metallgehäuse aa , welche mit den Leitern verbunden, zwischen denen die Potentialdifferenz verstärkt werden soll. Sobald die Stücke bb grade in der Mitte von aa sich befinden, so werden sie durch Federn mit der Erde in Verbindung gesetzt, so dass die entgegengesetzten Elektrizitäten auf ihnen bleiben. Beim Weiterdrehen berühren sie dann zwei Federn, durch welche sie ihre Ladung an die zu ladenden Leiter abgeben¹⁾.

¹⁾ S. auch HALLWACHS, WIED. Ann. 29, pag. 300. 1886.

Ein anderer derartiger Apparat von W. THOMSON, den Wassertropfduplikator¹⁾, benutzt als bewegliche Conductoren Wassertropfen. Fig. 14 giebt eine schematische Abbildung derselben. Aus einem zur Erde abgeleiteten Rohr *c* strömen zwei Wasserstrahlen, in Tropfen aufgelöst, der eine durch einen Metallcylinder *A*, der andere durch *B*. Sie fallen in zwei Trichter *b* und *a* und geben diesen und den mit ihnen verbundenen Leitern *A* und *B* ihre Influenzelectricität ab, die sie beim Durchfallen durch die zuerst schwach geladenen Cylinder *A* und *B* erlangt haben. Das Princip des Duplikators tritt hier sehr rein hervor.



(P. 14.)

5) Influenzmaschine. Die Maschinen, welche mittelst der Influenz in continuirlicher Weise Electricität erzeugen, und welche jetzt die Hauptquellen der Erzeugung freier Electricität sind, nennt man Influenzmaschinen. Sie wurden fast gleichzeitig von TÖPLER²⁾ und von HOLTZ³⁾ (1865) in verschiedener Ausführung construirt. Die HOLTZ'sche Influenzmaschine (erster Art) hat sich am meisten bewährt. Ihre Einrichtung ist folgende. Sie besteht aus zwei Glasscheiben, von denen die eine (es sei die hintere) fest ist, die vordere, kleinere auf einer Axe sitzt, welche durch einen Schnurlauf in rasche Rotation versetzt wird. Die feste Scheibe ist von Ebonithaltern, welche auf Glassäulen stehen, gehalten. Sie hat in der Mitte ein kreisförmiges Loch zum Durchlassen der Axe und ausserdem auf beiden Seiten des horizontalen Durchmessers zwei ovale Löcher, welche sich gegen die Axe zu verengen. Auf ihrer hinteren Seite (der von der drehbaren Scheibe entferntesten) sind zwei Papiersektoren von 60° Centriwinkel aufgeklebt, vom Rande der Ovale an nach unten und oben. Diese nennt man die Belegungen. Sie sind verbunden mit zwei schmalen Papierstreifen, die auf der Vorderseite dieser Scheibe aufgeklebt sind, und die zwei dünne mit Spitzen versehene Bleche (oder auch mit Stanniol beklebte Pappstreifen) tragen, welche in die Mitte der Löcher hineinragen und gegen die drehbare Scheibe gebogen sind. Ihnen gegenüber auf der vorderen Seite der drehbaren Scheibe befinden sich zwei Aufsauger, Metallkämme, die an Metallstäben mit durchbohrten Metallkugeln befestigt sind und die auf isolirenden Glasfüßen stehen. Durch die durchbohrten Kugeln gehen zwei Metallstäbe, die sich gegen einander bis zur Berührung verschieben oder auseinander ziehen lassen. Sie heissen die Elektroden der Maschine. Die Metallstäbe zwischen den Kämmen und den durchbohrten Kugeln können mit Condensatoren verbunden werden, am einfachsten, indem man eine Glasröhre auf sie legt, die aussen und innen mit Stanniol beklebt oder auch versilbert sind. Endlich wird an die Axe der Maschine an der Vorderfläche der drehbaren Scheibe noch ein drehbarer Stab gebracht, der schräge Conduktor, welcher an seinen beiden Enden Spitzenkämme trägt, die der drehbaren Scheibe zugekehrt sind (die neutralen Kämmen).

Beim Gebrauch werden zuerst die Elektroden ganz an einander geschoben,

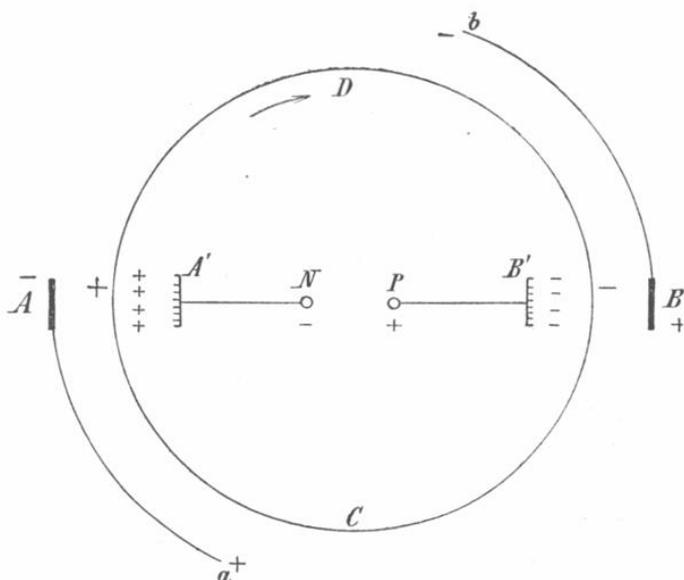
¹⁾ W. THOMSON, Repr. of Paper, pag. 321, s. ELSTER und GEITEL, WIED. ANN. 25, pag. 114. 1885.

²⁾ TÖPLER, POGG. ANN. 125, pag. 469. 1865.

³⁾ HOLTZ, POGG. ANN. 126, 127, 130. 1865. 1867.

bis zur Berührung, und dem einen Papierbeleg etwas Elektrizität mitgeteilt etwa durch eine geriebene Glasstange oder einen geriebenen Ebonitstab und dabei die Maschine in Drehung versetzt. Wenn alles in Ordnung ist, hört man bald ein Zischen, welches anzeigt, dass die Maschine angegangen ist und nun kann man die Elektroden auseinanderziehen und erhält einen Funkenstrom zwischen ihnen, oder man kann auch mit den Elektroden beliebige Conductoren verbinden und sie laden.

Der Vorgang in der Maschine erhellt am leichtesten aus beistehender Zeichnung¹⁾ (Fig. 15). Dabei ist die drehbare Scheibe als ein Cylinder gedacht, der sich in der Richtung der Pfeiler bei *D* dreht und dem aussen die Papierbelege *A* und *B* mit ihren Spitzen *a* und *b*, innen die Metallkämme *A'* und *B'*



(P. 15.)

mit ihren Kugeln *N* und *P* gegenüberstehen. Von dem Querstab sei vorläufig abgesehen und *N* und *P* seien in Berührung. Wie in der obigen Beschreibung sei als Vorderfläche der drehbaren Scheibe diejenige bezeichnet, welche den Kämmen zugekehrt ist. Macht man den Papierbelag *A* durch Berühren mit einem Ebonitstab negativ elektrisch, so wird die bewegliche Scheibe ihr gegenüber auf beiden Seiten positiv elektrisch. Denn durch Influenz wird die Scheibe zuerst auf der Hinterseite positiv, auf der Vorderseite negativ elektrisch. Zugleich werden die Spitzen des Kammes positiv elektrisch durch Influenz. Diese positive Elektrizität von grosser Dichte strömt auf die Vorderseite der Platte über, neutralisiert deren negative und macht sie positiv elektrisch, da die Influenz in den Metallen sofort, in dem Isolator langsam vor sich geht; das Resultat ist also, dass die bewegliche Scheibe bei *A* auf beiden Seiten positiv geladen wird. Zugleich geht von dem influenzierten Saugkamm mit Elektrode die negative Elektrizität von *A'* nach *NPB'*, von der Spitze *B'* strömt sie einerseits auf die Vorderseite der Glasscheibe und macht diese negativ elektrisch. Andererseits influenziert sie die zweite Belegung *B*, so dass die Belegung bei *B* positiv, das entfernte Ende *b*, die Spitze, negativ elektrisch wird. Von dieser strömt die Elektrizität auf die Rückseite der Scheibe und macht sie dort negativ elektrisch. Nun wird die Scheibe gedreht. Es wiederholt sich dann bei der ersten halben Umdrehung der Glasscheibe der Vorgang an allen Stellen, so dass auf ihn eine Hälfte auf beiden Seiten positiv elektrisch, die andere negativ elektrisch ist. Sobald aber die positive Hälfte an die Spitze *b* kommt, findet folgendes statt. Die Spitze *b* saugt positive Elektrizität aus der Rückseite der Scheibe ein, d. h.

¹⁾ BERTIN, Ann. de chim. et phys. (4) 13, pag. 191.

sie lässt negative Elektrizität auf die Hinterfläche strömen und sobald die Scheibe bis B' gekommen ist, saugen die Metallkämme B' positive Elektrizität aus der Vorderseite der Scheibe ein. Diese strömt von B' durch P, N nach A' und verstärkt die frühere Strömung der negativen Elektrizität von A' nach N, P, B' . Der Vorgang geht nun in derselben Weise weiter, es entsteht immer eine positive und eine negative Hälfte der Scheibe und die Elektrizitäten strömen immer durch $ANPB$, die positive von der einen, die negative von der andern Seite. Sobald die Dichtigkeit der Elektrizitäten auf N und P gross genug geworden ist, kann man die Kugeln trennen und die Elektrizitäten gleichen sich in einem Funkenstrom durch die Luft aus. Um noch grössere Dichtigkeiten zu erhalten, macht man die Kugeln zu Köpfen von Leydener Flaschen und erhält dann von Zeit zu Zeit heftige Entladung mittelst starker Funken.

Dass die Belege von Papier sind, nicht aus einem besseren oder schlechteren Leiter, hat seinen Grund darin, dass die Vertheilung der Elektrizität auf ihnen eben mit mittlerer Schnelligkeit vor sich gehen muss. Die feste Scheibe, die zuerst nur den Zweck hat, die Papierbelege zu tragen, so dass nur die Spitzen die rotirende Scheibe berühren, hat ausserdem noch die Function, die Zerstreuung der Elektrizität der rotirenden Scheibe in die Luft zu verhindern. Sie wird durch Influenz entgegengesetzt elektrisirt und hindert so durch ihre Anziehung die Zerstreuung¹⁾.

Wenn der Abstand der Kugeln N und P zu gross wird, so ladet sich das Leitersystem $A'N$ so stark negativ, das System $B'P$ so stark positiv, dass die von D kommenden Theile positiv bleiben, wenn sie beim Kamm bB vorbeigehen. Gelangen sie dann nach a , so strömt a nicht mehr positive, sondern negative Elektrizität aus, wodurch A entweder unelektrisch oder sogar positiv wird. Dann hört die Maschine entweder auf zu wirken oder sie kehrt ihre Polarität um. Die zu grosse Ladung tritt um so weniger leicht ein, je grösser die Papierbelege sind; deshalb macht man diese ziemlich gross, etwa 60° umfassend. Ein Hauptmittel dagegen bietet der oben erwähnte schräge Conduktor mit seinen Kämmen, die durch Influenz die entgegengesetzte Elektrizität auf die Scheibe ausströmen, bevor diese an die Umkehr bewirkenden Spitzen gelangt, und so die Aenderung der Polarität verhindern. In anderer Weise hat KUNDT²⁾ das Umschlagen verhindert, indem er die Influenzmaschine zugleich als Reibungsmaschine einrichtete. Auf der Hinterseite der beweglichen Scheibe reibt sich diese bei der Rotation an einem angedrückten Reibzeug mit Seidenflügel, welches isolirt ist.

HOLTZ hat die Influenzmaschine noch in einer anderen Form construiert, die Elektromaschine zweiter Art³⁾, welche indess viel weniger in Gebrauch ist. Sie besteht aus zwei horizontal liegenden gleich grossen Glasscheiben, welche in entgegengesetzter Richtung rotiren. Jeder Scheibe stehen zwei diametrale Kämmen gegenüber; die der einen Scheibe sind rechtwinklig zu denen der andern angebracht. Die Maschine wird ebenfalls durch einen elektrisirten Körper erregt und verstärkt die erhaltene Ladung selbstthätig⁴⁾.

Man kann nach POGGENDORFF's Vorgang zwei und mehr Maschinen so mit einander verbinden, dass die gleichnamigen Elektrizitäten sich verstärken. Wenn

1) POGGENDORFF, POGG. Ann. Bd. 139, pag. 158. RIESS, Abh. 2, pag. 45.

2) KUNDT, POGG. Ann. 135, pag. 484. 1868.

3) HOLTZ, POGG. Ann. 130, pag. 128. 1867.

4) Ausführliches s. POGGENDORFF in POGG. Ann. 150, pag. I. 1873.

man andererseits auf eine ruhende HOLTZ'sche Maschine durch die zwei Spitzkämme Elektrizität (etwa von einer anderen gedrehten Elektrisirmaschine herführend) auf die bewegliche Scheibe überströmen lässt und zwar durch den einen Kamm positive, durch den anderen negative, so rotirt die drehbare Scheibe von selbst weiter, wenn man ihr einen Anstoss gegeben hat¹⁾. Denn jeder Kamm lässt ja auf die Scheibe die gleichnamige Elektrizität überströmen. Die gleich elektrisirten Stellen von Scheibe und Kamm stossen sich aber ab, während dieselben Stellen der Scheibe von dem anderen Kamm angezogen werden. Daher rotirt die Scheibe einer Influenzmaschine, wenn man ihre Kämme mit den Conductoren einer anderen, bewegten, verbindet.

Die Influenzmaschinen von TÖPLER bestehen aus einer rotirenden Glasscheibe, welche auf der einen Seite mit 2 Sektoren von Stanniol, auf der andern Seite mit zwei Streifen von Stanniol beklebt sind. Je ein Streifen und ein Sektor sind verbunden. Auf den Streifen schleifen Pinsel von feinem Draht, welche mit den Elektroden verbunden sind, die ebenso wie bei HOLTZ an einander geschoben oder ausgezogen werden können. Unter die eine Hälfte der Glasscheibe wird eine elektrisirte Metallplatte gebracht. Diese vertheilt die Elektrizität in dem, über ihr befindlichen Stanniol, so dass die gleichnamige (etwa positive) durch die eine Bürste zur Elektrode geht. Bei der Drehung wird dann die negative Elektrizität dieser Belegung durch die andere Bürste zur anderen Elektrode geführt, während zugleich die erste Bürste die darunter befindliche Stelle stärker positiv ladet. So verstärken sich die Ladungen. Bei neueren Maschinen werden auf einer festen Glasscheibe zwei Papierbelegungen angebracht, die Vertheiler, während auf der beweglichen Scheibe eine Reihe von Stanniolblättchen im Kreise sich befinden, die Uebertrager, auf denen die Pinsel streifen, die mit den Elektroden wie vorher verbunden sind. Die TÖPLER'schen Maschinen sind in sehr grosser Form ausgeführt, mit zum Theil abgeänderter Construction²⁾. Es werden Maschinen fabricirt, die bis 20 rotirende Scheiben auf der Axe sitzen haben, welche sich je zwischen zwei festen Glasscheiben befinden. Eine solche Maschine giebt einen Strom, dessen Stromstärke der Umdrehungsgeschwindigkeit proportional war und bei normalem Gange 0.081 Ampère betrug. Zum Schutz gegen Staub und Feuchtigkeit befinden sich die Scheiben in einem Glasgehäuse, welches durch Gasflammen erwärmt werden kann.³⁾

GRAETZ.

Elektroskope und Elektrometer.

Elektrometer sind Instrumente, welche die Messung von Elektrizitätsmengen und Potentialdifferenzen ermöglichen. Elektroskope sind Instrumente, welche Elektrizitätsmengen oder Potentialdifferenzen anzeigen, ohne jedoch eine Messung derselben direkt zu gestatten. Alle Elektrometer und Elektroskope beruhen auf der Anziehungs- und Abstossungswirkung, welche elektrisirte Körper nach dem COULOMB'schen Gesetz auf einander ausüben. In den meisten Fällen werden die

1) POGGENDORFF, POGG. Ann. 139, pag. 513. 1870.

2) TÖPLER, Elektrotechn. Zeitschr. I, pag. 56. 1886.

3) Weitere Literatur über Influenzmaschinen s. HEMPEL, WIED. Ann. 25, pag. 493. 1885. ELSTER und GETTEL, WIED. Ann. 25, pag. 493. 1887. LOMMEL, WIED. Ann. 25, pag. 678. 1887. HILLAIRET, Bull. Soc. internat. des élect. 2, pag. 324. 1885.