VII. *Ueber eine veränderte Construction der Elektrisirmaschine; von August Kundt.*

Seitdem durch die Influenzmaschinen der Hrn. Holtz und Töpler so mächtige Quellen für die Erzeugung von statischer Elektricität gewonnen sind, kann es ein unnützes Bemühen erscheinen, zu den Reibungselektrisirmaschinen zurückzugehen und Aenderungen an denselben anzubringen, wenn dadurch nicht wirklich gröfsere Effecte als sie die Influenzmaschinen liefern, sey es an Spannung oder Menge der Elektricität, erzielt werden können. Wenngleich dieß Ziel bei der Maschine, die im Folgenden in ihrer einfachsten Form beschrieben ist, bisher nicht völlig, sondern nur genähert erreicht ist, so scheint dieselbe doch einer Mittheilung werth, da einerseits die Construction der Maschine eine sehr einfache, andererseits es nicht unwahrscheinlich ist, daß dieselbe bei weiterer Vervollkommnung an Spannungseffecten den Holtz'schen Maschinen wenigstens gleich kommen wird, und endlich dieselbe in theoretischer Beziehung einiges Interesse bieten kann.

Die Veranlassung zur Construction der Maschine wurde dem Verfasser durch das Studium der Abhandlungen des Hrn. Holtz gegeben, und die neue Construction ist daher im Wesentlichen auch nur eine Benutzung der Methoden für die Reibungselektrisirmaschine, die Hr. Holtz bei seinen Maschinen angewandt hat. Die Reibungsmaschine ist dadurch gleichzeitig eine Influenzmaschine einfachster Construction geworden.

Der Elektrophor oder allgemeiner die Influenz enthält, wie öfter ausgesprochen, ein sehr rationelles Princip der Elektricitätserregung. Sieht man indessen ab von der gröfsen mechanischen Arbeit, die bei der Erzeugung der Elektricität durch continuirliche Reibung nöthig ist, so ist es eigentlich nur Sache der Construction, die durch Reibung erzeugten Elektricitäten so günstig als möglich, d. h. wenig-

stens so vortheilhaft als in den Influenzmaschinen zu benutzen.

Eine möglichst günstige Verwerthung ist nun in unseren Reibungsmaschinen durchaus nicht erreicht. Die eine Elektricität geht gewissermaafsen nutzlos an den Erdboden verloren; ferner wird der unvermeidliche Nachtheil, dafs positive Elektricität von der Scheibe auf das Kissen geht, gewöhnlich noch dadurch vermehrt, dafs die Scheibe an derselben Stelle auf beiden Seiten gerieben wird. Die Abstoßung der positiven Elektricitäten der beiden Seiten gegen einander mufs ein Ueberströmen auf die Kissen merklich begünstigen. Endlich tritt noch ein eigenthümlicher Umstand hinzu, der die Leistungsfähigkeit einer Reibungsmaschine wesentlich beeinträchtigen mufs. Hr. Holtz hat darauf aufmerksam gemacht, dafs durch einen Spitzenkamm, der über eine elektrisirte isolirende Fläche geführt wird, diese Fläche nicht nur entladen, sondern sogar bedeutend umgeladen werden kann ¹⁾. Eine solche Umladung tritt nun auch ein, wenn die Scheibe der Reibungsmaschine an den Einsaugern vorbeigeht ²⁾. Die Scheibe kommt in Folge dessen nicht unelektrisch, sondern negativ zu den Kissen zurück. Die dort durch Reibung neu erzeugte positive Elektricität wird also zunächst die vorhandene negative zu neutralisiren haben. Je gröfser die Dichte der Elektricität auf der Scheibe ist, je besser dieselbe von den Einsaugern aufgenommen wird, um so bedeutender wird jene Umladung, und die Maschine schafft sich daher selbst, je günstiger im Uebrigen die Bedingungen für die Elektricitätserzeugung sind, eine um so bedeutendere Gegenwirkung. Auf das Vorhandenseyn einer solchen Gegenwirkung könnte man übrigens schon daraus schliessen, dafs bei den Reibungsmaschinen die Quantität der erzeugten Elektricität der angewandten Arbeit durchaus nicht proportional ist, wenn die Drehungsgeschwindigkeit der Scheibe vergrößert wird.

Besonders um zu erkennen, ob die erwähnte Umladung

1) Pogg. Ann. Bd. CXXX, S. 128.

2) a. a. O. S. 130.

der Scheibe eine der wesentlichen Ursachen sey, weshalb die gewöhnliche Reibungsmaschine eine so geringe Quantität Elektricität liefert, und wie dieser Umstand zu beseitigen, unternahm der Verfasser mannigfache Aenderungen an der Reibungsmaschine, die zu dem Zwecke geeignet schienen. Es sollen hier nicht die Gesichtspunkte, die dabei leitend waren, auseinandergesetzt werden, noch die Beobachtungen, die dabei gemacht wurden. Durch dieselben wurde der Verfasser auf die folgende Construction einer Elektrisirmaschine geführt.

Eine Glasscheibe, die mit ziemlicher Geschwindigkeit rotiren kann, wird auf der einen Seite durch ein Kissen mit Amalgam gerieben. Der nicht geriebenen Seite der Scheibe gegenüber sind zwei einsaugende Spitzenkämme angebracht, und zwar steht der eine dem Reibzeug gegenüber, der andere ist 180° davon entfernt. Diese zwei Spitzenkämme sind wie bei den Maschinen von Holtz mit zwei verschiebbaren Conductoren versehen. Das Reibzeug ist an einer isolirenden Glasstange angebracht. An dem Kissen ist ein Flügel von Seidenzeug befestigt, wie an den gewöhnlichen Reibungsmaschinen, der hier indess nicht ganz einen Quadranten der Scheibe deckt. Die Axe der Scheibe, ebenso die beiden Ständer für die Einsauger sind der bessern Isolation halber nicht aus Kammmasse, sondern aus Glas. Ein Schnurlauf bewirkt, wie bei den Holtz'schen Maschinen, eine möglichst schnelle Rotation. Die Maschine ist in Fig. 1 Taf. VI gezeichnet.

Sobald man nun beginnt die Scheibe zu drehen, bildet sich zwischen den beiden Conductoren ein continuirlicher Funkenstrom von 1 bis 2 Zoll; schaltet man eine Flasche ein, am Besten eine Doppelflasche, wie sie Hr. Poggen-dorff angegeben ¹⁾ und wie sie gewöhnlich für die Holtz'schen Maschinen benutzt wird, so erhält man sehr kräftige, mehrere Zoll lange Funken. Die Wirksamkeit der Maschine ist, wenn sie auch manche complicirte Eigenthümlichkeiten zeigt, unschwer einzusehen.

1) Monatsberichte der Berl. Akad. 1865. 18 Febr.

Sobald die Rotation der Scheibe beginnt, wird durch die Reibung an dem Amalgam die geriebene Seite — wir wollen sie die hintere nennen — positiv. Ist der geriebene Sector um 180° gedreht, so wird aus dem Einsauger der hier der vorderen Seite der Scheibe gegenübersteht negative Elektricität auf die vordere Seite ausströmen, die sich mit der positiven der hinteren bindet, und zwar wird mehr negative Elektricität ausströmen als zur Bindung nöthig ist, da das Ausströmen aus Spitzen geschieht. Der mit dem Einsauger verbundene Conductor wird also positiv, der vorbeigangene Sector der Scheibe ist hinten positiv, vorne negativ, mit einem Ueberschuß von $-E$. Kommt der betrachtete Sector der Scheibe nun zu dem Reibzeug und zu dem ihm gegenüberstehenden Einsauger zurück, so geht zunächst der Ueberschuß von $-E$ in den Einsauger. Sodann beginnt aber das eigentliche Spiel der Maschine. Da das Kissen isolirt ist, so wird die $-E$, die durch Reibung erzeugt wird, sich auf demselben in möglichst großer Dichte ansammeln. Das Kissen wird dadurch direkt ziemlich intensiv influenzierend auf die ihm gegenüberstehenden Spitzen wirken. Es strömt aus diesen Spitzen also $+E$ auf die vordere Seite der Scheibe, so daß, wenn die Scheibe das Kissen verläßt, dieselbe auf beiden Seiten positiv ist. Von dieser $+E$ geht die auf der vorderen Seite der Scheibe befindliche direkt in den entfernten Einsauger, wenn sie an denselben kommt, die $+E$ der hintern Seite wirkt, wie schon angegeben, influenzierend.

Während der Drehung ist also die Scheibe constant auf der obern Hälfte (die Scheibe im Sinne des Urzeigers rotirend und das Reibzeug links auf der hintern Fläche, cf. Figur) positiv, auf der untern Hälfte hinten positiv, vorne negativ, mit einem Ueberschuß negativer Elektricität.

Die $+E$ der beiden Seiten der obern Hälfte kann leicht nachgewiesen werden, die Untersuchung der untern Hälfte der Scheibe ist oft schwierig.

Der Verfasser glaubte anfangs die Maschine verbessern zu können, wenn dem alleinstehenden Einsauger gegenüber

eine Papier- oder Metallfläche isolirt aufgestellt würde, auf der sich die $+E$ der hintern Fläche der Scheibe ansammeln könne, und die dann stärker influenzirend wirken sollte. Die hintere Seite der Scheibe ist indess in jedem Punkt bereits nach einigen Umdrehungen bis zum Maximum geladen, so daß sie einen Leiter oder Halbleiter von kleiner einfacher Form nicht dichter laden kann.

Der Umstand, daß auch die geriebene Seite der Scheibe constant bis zum Maximum geladen ist, könnte anscheinend eine Schwierigkeit für die gegebene Erklärung der Maschine bieten. Denn da die hintere Seite von ihrer Ladung Nichts abgibt, so könnte man meinen, müßten an der Stelle, wo Reibzeug und Scheibe sich berühren, beide auf den Einsauger influenzirend wirken und zwar gleich stark aber mit umgekehrtem Zeichen. Indess influenzirt in Wirklichkeit nur das Kissen, da nur seine Electricität frei ist, indem die $+E$ der hinteren Seite der Scheibe durch die $-E$ auf der vorderen gebunden ist. Man kann den Vorgang auch folgender Maßen auffassen: Auf der untern Hälfte der Scheibe ist auf einem Sector hinten $+E$, vorne $-E$, die sich binden. Kommt der betrachtete Sector an das Kissen, so bindet die $-E$ des Kissens die $+E$ der Scheibe und die freigewordene $-E$ der Scheibe geht in den Einsauger.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich, daß die Maschine die positive Electricität in bedeutendem Ueberschuß über die negative liefern muß, da dem negativen Conductor nur Electricität von einer Seite der Scheibe zugeführt wird, dem positiven dagegen von beiden.

Denkt man sich den ganzen Theil der Electricität der durch Reibung auf dem Glase entsteht fort, so daß nur die Influenz des negativen Kissens übrig bliebe, so ist die Maschine in ihrem Princip dieselbe, die Hr. Holtz in diesen Ann. Bd. CXXX Taf. IV Fig. 4 gegeben hat, nur daß jene Maschine für sich keine electromotorische Kraft hat und von einer andern gespeist werden muß. Eine solche Influenzmaschine einfachster Construction, selbst ohne feste

Scheibe, kann man für eine Zeit lang schon dadurch wirksam erhalten, daß man ein Stück geriebenes Kautschouk als Electricitätsquelle benutzt, ein Versuch den Hr. Holtz beiläufig in einer Abhandlung erwähnt¹⁾, und der den Influenzmaschinen der Hrn. Bertsch und Piche zu Grunde liegt²⁾).

In der im Vorstehenden beschriebenen Maschine ist aber durch die constante Reibung nicht nur eine constante Wirksamkeit der Maschine erreicht; es muß auch, wie mir scheint, bei geeigneter Construction die Leistung der Maschine eine größere werden. Endlich ist der Gang der Electricitäten in unserer Maschine ein wesentlich anderer.

Ueber die zweckmäßigste Construction und Leistung der Maschine können zur Zeit nur allgemeine Angaben gemacht werden. Zunächst ist klar, daß die Wirksamkeit, abgesehen von dem Isolationsvermögen der Scheibe, hauptsächlich davon abhängt, daß die hintere Seite der Scheibe durch Reibung recht stark positiv werde, und das Kissen möglichst dichte negative Electricität ansammele.

Das Reibzeug muß daher gut im Stande seyn, und der Flügel von Seidenzeug recht gut an die Scheibe anliegen.

1) Pogg. Ann. Bd. CXXX, S. 130.

2) Ueber die Maschine des Hrn. Bertsch ist, wie ich erst in den letzten Tagen gefunden, in »*Les Mondes*« von Moigno (Bd. XII, S. 480; 539; 662. Bd. XV, S. 372; 659. Auch *C. R.* 1866 Bd. 63, S. 771; 881; 910; 993), eine Reihe Mittheilungen gemacht. Die Maschine besteht aus einer Glasscheibe, zwei Einsaugern und einer geriebenen Kautschoukplatte, die dem einen Einsauger gegenüber angebracht ist. — In der Construction unterscheidet sich unsere Maschine von jener also nur dadurch, daß an die Stelle der geriebenen influenzirenden Kautschoukplatte ein constant reibendes Kissen getreten ist.

Ich mache mit dieser Verschiedenheit der Construction, wie überhaupt mit der hier beschriebenen Maschine keinen Anspruch auf irgend Originalität, denn bei derselben sind mit Hinzunahme der Reibung nur die Principien angewandt, die Hr. Holtz bei seinen Maschinen so elegant benutzt hat; glaubte aber doch eine etwas ausführlichere Beschreibung derselben nicht unterdrücken zu müssen, da abgesehen von ihrer constanten Leistungsfähigkeit, unsere Maschine manche Eigenthümlichkeiten zeigt, und überhaupt, wie mir scheint, alles mit den Holtz'schen Maschinen Zusammenhängende nicht allseitig genug studirt werden kann,

Dieser Flügel, der freilich nicht so sehr groß zu seyn braucht, ist unbedingt nöthig um die positive Electricität zunächst hinter dem negativen Einsauger zu binden, da sonst die $+E$ direkt wieder in diesen Einsauger zurückströmt.

Das Kissen ist durch eine einfache Feder, die an einer Glassäule befestigt ist, sanft gegen die Scheibe gedrückt. Der Druck des Kissens kann auf einfache Weise etwas regulirt werden; dasselbe muß nur so wenig gegen die Scheibe drücken, daß wenn letztere recht schnell rotirt und die Kurbel, mit der man dreht, losgelassen wird, dieselbe wenigstens noch einige Umläufe macht.

Von Glasscheiben sind bisher zwei benutzt von 20 Zoll im Durchmesser, eine ungefirniste oder auf einer Seite gefirniste und eine beiderseits mit Schellack überzogene. Wenn dieselben rein gehalten werden, geben sie ziemlich dieselbe Wirkung. Am Besten ist es, die geriebene Seite der Scheibe ungefirnist zu lassen, die vordere mit Schellackfirnis zu überziehen.

Der Verfasser glaubt noch nicht das Maximum der Leistungsfähigkeit der Maschine erreicht zu haben; dieselbe gab indess bisher schon, wie erwähnt, einen continuirlichen Funkenstrom von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll, Büschel von über 2 Zoll und mit einer Doppelflasche Funken von $5\frac{1}{2}$ Paris. Zoll.

Bei Vermeidung mancher Uebelstände wird die Schlagweite voraussichtlich noch merklich steigen.

Der Funkenstrom ohne Flasche ist ein dicker rother Faden, der am negativen Pol sehr schön einen scharf begrenzten dunklen Raum zeigt und sogar seltsamer Weise bei etwas größerer Entfernung der Electroden Andeutung von Schichtung erkennen läßt.

Für Erzielung langer Funken ist besonders eine gute Isolation nöthig. Diese Isolation wird von Kammmasse nicht mehr geleistet, und es müssen daher die Axe und Träger der Conductoren aus Glas gemacht werden. Es wurde anfangs einfach das Gestell einer Holtz'schen Maschine benutzt, die ruhende Glasscheibe war entfernt und seitlich ein Reibzeug passend angebracht. Die Maschine wirkte

anfangs sehr gut, nach einigen Wochen hatte sie fast alle Wirkung verloren. Es wurden nur mit Mühe kleine Fünkchen erhalten; dafür konnte aber eine gröfsere Flasche schnell an irgend einer Stelle der Kammmassestücken, selbst in der Nähe des Schnurlaufes, beträchtlich geladen werden. Da die Maschine die positive Electricität im Ueberschufs liefert, so war die Ladung der Flasche natürlich positiv. Der Umstand, dafs die positive Electricität von der Maschine in Ueberschufs geliefert wird, bedingt noch eine Eigenthümlichkeit, die für die Erzeugung langer Funken von störendem Einflufs ist. Es bedeckt sich nämlich die positive Conductorkugel leicht mit starkem Glimmlicht, welches das Zustandekommen eines längeren Funkens hindert. Nähert man indess dann dem negativen Conductor einen abgeleiteten Körper, z. B. den Knöchel des Fingers, so wird durch veränderte Influenz die Glimmentladung des positiven Conductors plötzlich modificirt, und der Funke springt sofort über. Ich habe bisher keine andere einfache Methode finden können, diesen störenden Einflufs des Ueberschusses der positiven Electricität für die Funkenbildung zu vermeiden, als eben eine momentane Ableitung durch die Hand. Eine continuirliche Ableitung des negativen Poles bringt den Uebelstand mit, dafs dadurch die electriche Differenz der beiden Conductorenkugeln, die ja die Schlagweite bedingt, sinkt. Um längere Funken zu erhalten ($4-5\frac{1}{2}$ Paris. Zoll) mufs man daher, nachdem man einen Augenblick gedreht hat, den negativen Conductor ableitend berühren. Man kann auf diese Weise ganz regelmäfsig Funken nach Funken von über $4\frac{1}{2}$ Zoll Länge erhalten, die in weniger als eine Secunde auf einander folgen.

Für die Funkenlänge ist ferner die Gröfse der Conductorkugeln von wesentlichem Einflufs. Ich habe die beste Wirkung erhalten, wenn die negative Kugel im Durchmesser 52^{mm} hatte (oder statt dessen eine Platte von demselben Durchmesser) und die positive etwa 20^{mm} .

Bekanntlich verliert die gewöhnliche Holtz'sche Maschine ihre Ladung, wenn dieselbe nur mit zwei Einsaugern

versehen ist, sobald man die Conductoren zu weit von einander entfernt. Bei unserer Maschine können freilich die beiden Conductoren ihre Ladung nie ganz verlieren, indess wird, sobald kein Funkenstrom mehr zwischen den Conductoren vorhanden ist, die Bindung der Electricität durch das Kissen und die hintere Scheibenseite nicht mehr stattfinden können, so daß wenn keine Funken mehr übergehen, die Wirksamkeit der Maschine, d. h. die Spannung an jedem Pol, erheblich sinkt. — Man kann diesen Umstand auf dieselbe Weise beseitigen, wie Hr. Holtz ihn beseitigt hat, nämlich durch Anbringung eines Hülfeinsaugers. In Fig. 2 Taf. VI ist die betreffende Anordnung gezeichnet. Der Hülfeinsauger ist mit dem negativen Conductor zu verbinden; derselbe ist so angebracht, daß die Scheibe bei der Rotation erst ihn, dann den negativen Einsauger passirt.

Die Art wie der Hülfeinsauger wirkt, braucht hier nicht auseinandergesetzt zu werden, da Hr. Holtz diesen Gegenstand zu öfteren Malen besprochen hat. — Zu bemerken ist nur, daß mit dem positiven Conductor ein Hülfeinsauger bei unserer Maschine nicht verbunden werden kann. Die Electricitäten sind auf der obern Hälfte der Scheibe frei, der Hülfeinsauger würde daher einfach an Stelle des Haupteinsaugers treten, und dieser letztere dann nur eine für die Leistung der Maschine schädliche Wirkung üben können.

Mit einem Hülfeinsauger, der mit dem negativen Conductor verbunden ist, wirkt die Maschine am zuverlässigsten, doch ist es auch dann noch nöthig, für längere Funken den negativen Conductor momentan abzuleiten.

Wenn irgend für gute Isolation aller Theile gesorgt ist, so dürfte die Maschine an Spannungseffecten den besten Holtz'schen kaum etwas nachgeben, an Quantität der Electricität liefert sie in ihrer bisherigen Form freilich weniger als die des Hr. Holtz. Indessen ist zu bedenken, daß die Quantität wesentlich steigen wird, wenn statt eines Kissens, deren zwei um 180° von einander entfernt, angebracht sind. Die Maschine wird dadurch sehr wenig complicirter.

Ich lasse verschiedene Modificationen der Maschine zunächst construiren, und werde seiner Zeit über die Leistungen derselben berichten.

Einen Vorzug möchte ich indess erwähnen, den, so weit meine Erfahrungen bisher gehen, die beschriebene Construction vor denen des Hrn. Holtz hat. Die Maschine ist anscheinend *viel weniger* empfindlich gegen äussere Einflüsse, Feuchtigkeit u. dergl. Dieselbe verhält sich in dieser Beziehung mehr der gewöhnlichen Reibungsmaschine ähnlich.

Ebenso wie diese wohl nach den Umständen verschieden gut wirkt, aber bei einiger Vorsicht immer genügende Electricität liefert, hat der Verfasser bei seiner Construction selbst unter ungünstigen Umständen, wenn auch nicht die volle, doch eine einiger Maassen genügende Wirkung erhalten. Es ist das ein Umstand, der für die Benutzung der Maschine in Vorlesungen von Wichtigkeit ist.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass, wenn das Reibzeug abgeleitet wird, die Wirksamkeit der Maschine beträchtlich sinkt; wird der negative Conductor abgeleitet, so nimmt ebenfalls die Wirkung ab, noch gröfser ist die Abnahme, wenn der positive Conductor abgeleitet ist. Es erklären sich diese Erscheinungen ohne Schwierigkeit aus dem, was oben über das Princip, nach dem die Maschine wirkt, gesagt ist.

Zürich, October 1868.

VIII. *Ueber die volumetrische Jodbestimmung der Jodsäure und Ueberjodsäure und ihrer Salze; von C. Rammelsberg.*

Bunsen hat seine schöne volumetrische Methode auch auf die Jodsäure ausgedehnt, jedoch nur in der Art, dass er ein jodsaures Salz mit Chlorwasserstoffsäure kochte, und das freiwerdende Chlor durch sein Aeq. Jod bestimmte. Er fand,

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.