

II.

Ueber die electromagnetische Wirkung der electrischen Convection.

Von F. Himstedt.

Unter electrischer Convection versteht man nach Hrn. von Helmholtz *) die Fortführung der Electricität durch Bewegung ihres ponderabelen Trägers. Die Frage ob durch die electrische Convection electromagnetische Wirkungen hervorgerufen werden können oder nicht, hat zuerst Hr. Rowland **) im Jahre 1876 durch Versuche zu entscheiden gesucht und er hat diese Frage auf Grund seiner Versuche bejaht. Hr. Lecher ***) hat im Jahre 1883 ganz ähnliche Versuche angestellt wie Hr. Rowland, ist aber dabei zu dem entgegengesetzten Resultate gekommen, er hat keine electromagnetische Wirkung nachweisen können. Die Wichtigkeit der Frage fordert es entschieden, daß jede Ungewissheit in Betreff derselben beseitigt werde und ich habe deshalb die Versuche wieder aufgenommen und glaube jetzt in durchaus einwandsfreier Weise zeigen zu können, daß *durch die electrische Convection electromagnetische Wirkungen hervorgerufen werden können.*

Weshalb Hr. Lecher eine solche Wirkung nicht hat beobachten können, vermag ich nicht aufzuklären, da Hr.

*) Ber. d. Berl. Akad. d. W. 1876 p. 211.

**) ibidem.

***) Rep. d. Physik Bd. 20 p. 151, 1884.

Lecher über seine Versuche nur ganz kurz ohne Angabe von Einzelheiten berichtet hat. Der nächstliegende Gedanke ist natürlich der, daß seine Versuchsanordnung nicht empfindlich genug gewesen ist.

Hr. Rowland hat bei seinen Versuchen eine vergoldete Ebonitscheibe von 21,1 cm Durchmesser um eine verticale Axe in schnelle Rotation versetzt, bis zu 61 Umdrehungen in der Secunde. Die Scheibe konnte mittelst einer bis auf $\frac{1}{3}$ mm ihrem Rande genäherten Spitze aus einer großen Batterie von Leydener Flaschen geladen werden und befand sich während der Rotation zwischen zwei ihr parallelen vergoldeten Glasscheiben, deren Belegungen zur Erde abgeleitet waren. Die electromagnetische Wirkung wurde mittelst Spiegel, Fernrohr und Scale an einem sehr gut astasirten Nadelpaare beobachtet, dessen Nadeln senkrecht zum Radius der rotirenden Scheibe, die eine möglichst dicht über der oberen Glasplatte, die zweite mehr als 18 cm darüber sich befanden. Das Nadelpaar war vollständig von einer zur Erde abgeleiteten metallischen Hülle umgeben. Wurde die Scheibe ohne Ladung in Rotation versetzt, so ergab sich eine Ablenkung der Nadeln in Folge des sogenannten Rotationsmagnetismus, wurde dann die Scheibe geladen, so verursachte das eine weitere Ablenkung von 5 bis 7,5 Scalentheilen und diese wechselte ihr Zeichen wenn die electriche Ladung umgekehrt wurde, so daß ein Doppelausschlag von 10 bis 15 mm beobachtet werden konnte. Hr. Rowland hat auch versucht, die von der bewegten Electricität zu erwartende Ablenkung zu berechnen und hat eine genügende Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung gefunden. Ich glaube indessen, daß diese Uebereinstimmung mehr eine zufällige ist. Hr. Rowland berechnet nämlich das Potential bis zu welchem die rotirende Scheibe geladen ist aus der Funkenlänge einer Maassflasche, welche vor und nach jedem Versuche aus der benutzten großen Batterie geladen wurde, nach den von Sir W. Thomson *) hierüber angestellten

*) W. Thomson, Proc. Roy. Soc. 8. 1860.

Versuchen. Nun haben aber alle neueren Arbeiten *) über den Zusammenhang von Potential und Funkenlänge mit Ausnahme der Macfarlane's **) zu Werthen für das einer bestimmten Funkenlänge entsprechende Potential geführt, welche erheblich gröfser sind als die von W. Thomson gefundenen, mithin wird man schliessen dürfen, dafs das von Hrn. Rowland seiner Rechnung zu Grunde gelegte Potential zu klein angenommen ist. Dafs trotzdem sich eine gute Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung ergeben hat, erklärt sich vielleicht dadurch, dafs jener Fehler möglicher Weise durch einen anderen zum Theil compensirt ist, welcher mir bei der geschilderten Versuchsanordnung nicht ausgeschlossen zu sein scheint. Hr. Rowland ladet die Scheibe durch eine dieser genäherte Spitze und nimmt an, dafs die Scheibe dadurch ganz auf das Potential der Spitze geladen wird. Bei den Versuchen, welche ich über diesen Punkt angestellt habe, fand ich stets die Scheibe auf niedrigerem Potential als die Spitze, mochte diese noch so fein sein, und zwar war der Unterschied, wie leicht erklärlich, procentisch um so gröfser, je niedriger das zu messende Potential war, z. B. bei 1000 Volt. oft bis 30 Proc. ja bis 40 Proc. Endlich wäre es denkbar, dafs bei den Rowland'schen Versuchen noch eine andere mögliche Fehlerquelle unbeachtet geblieben wäre. Als ich meine Arbeit damit beginnen wollte, die Rowland'schen Versuche genau in ihrer Anordnung zu wiederholen, fand ich, dafs die Ebonitscheibe magnetisch war und auf das benutzte astatistische Nadelpaar einen merklichen Einflufs ausübte. Dafs dieser Einflufs nicht von Eisentheilen herrührte, die bei der Bearbeitung hängen geblieben waren, konnte durch Abschaben mit Glas und längeres Liegenlassen in verdünnter Salzsäure nachgewiesen werden. Es zeigte sich bei der Gelegenheit, dafs alles Hart-

*) Baille, Ann. de chim. et de phys. 25, p. 486, 1882; Liebig, Phil. Mag. (5) 24, p. 106, 1888; Paschen, Wied. Ann. 37, p. 69, 1889; Wolf, Wied. Ann. 37, p. 306, 1889.

**) Macfarlane, Phil. Mag. (5) 10, p. 389, 1880.

gummi, das ich mir verschaffen konnte, magnetisch war, eine oft sehr beträchtliche Ablenkung des Nadelpaares bewirkte und sich zwischen den Polen eines kräftigen Electromagnets ausnahmslos axial stellte. Ich habe deshalb bei allen Versuchen nur Glasscheiben verwendet bei denen keine magnetischen Wirkungen nachzuweisen waren.

Bei der Wiederholung der Rowland'schen Versuche war die Ablenkung der Magnete durch die in der Vergoldung resp. Versilberung der rotirenden Scheibe erzeugten Inductionsströme besonders störend, da dieselbe bedeutend gröfser war als die zu beobachtende Wirkung der Convection, ja ihre Schwankungen in Folge geringer Aenderungen in der Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe oft nahe von der gleichen Gröfse waren wie die zu beobachtende Ablenkung. Ich habe diese störenden Ablenkungen resp. Schwankungen der Magnetnadeln fast vollkommen beseitigen können dadurch, dafs ich die Glasscheibe nicht vergoldete, sondern matt schleifen liefs und dann mit Graphit nur ganz dünn einrieb. Bei der gröfsten benutzten Geschwindigkeit, 120 Umdrehungen in der Secunde, betrug die gesammte Ablenkung durch Inductionsströme nicht über 10 Scalentheile, die Schwankungen höchstens 1—2 Scalentheile.

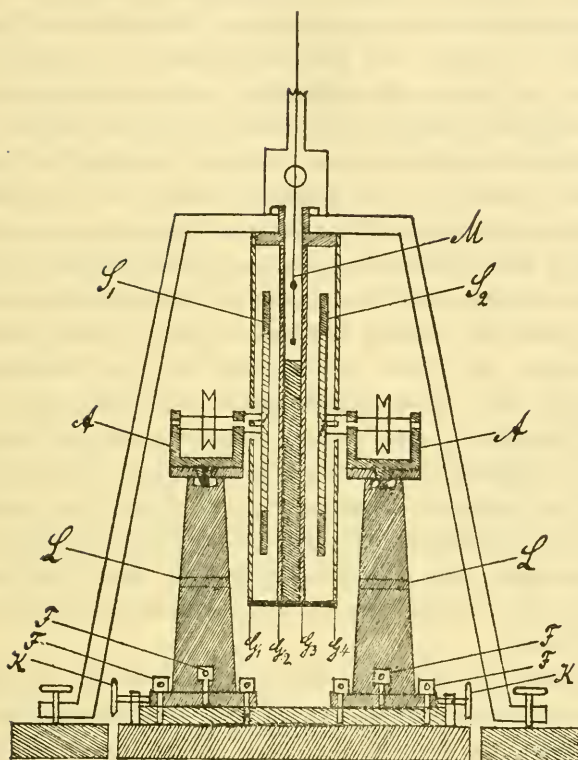
Die ersten Versuche wurden genau in der von Hr. Rowland angegebenen Art und Weise angestellt. Zuerst wurde festgestellt, dafs durch Electriciren der ruhenden Scheibe auch nicht die geringste Ablenkung hervorgebracht wurde, darauf wurde die wieder entladene Scheibe in Rotation versetzt und die dadurch erzeugte Ablenkung des Magnets beobachtet, dann die Scheibe geladen und der Ausschlag bestimmt, der hierdurch hervorgerufen wurde, die Ladung commutirt und wieder abgelesen. Der gröfste so bestimmte Doppelausschlag, der also beim Commutiren der electricchen Ladung auftrat, betrug bei 120 Umdrehungen in der Secunde und einer Ladung der Scheibe auf ca. 15000 Volts 53 mm bei ca. 3 m Scalenabstand.

Es konnte mit diesem Apparate nachgewiesen werden :

1) *Der Ausschlag erfolgt entsprechend der Ampere'schen*

Regel, sein Zeichen wechselt sowohl wenn das Zeichen der electricischen Ladung gewechselt wird als wenn die Rotationsrichtung umgekehrt wird. 2) *Die Gröfse des Ausschlag*es ist *direct proportional der Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe*. Dagegen gelang es mir zunächst bei dieser Versuchsanordnung nicht, eine Proportionalität zwischen Ausschlag und Dichte der electricischen Ladung resp. Potential der geladenen Scheibe nachzuweisen. Die Versuche mit dem gleich zu beschreibenden Apparate haben dann gelehrt, daß der Grund hierfür zum Theil in dem schon erwähnten Umstande zu suchen ist, daß die Scheibe immer sich auf einem merklich geringeren Potentiale befindet als die zur Ladung benutzte Spitze, und daß der Unterschied bei verschiedenen hohen Potentiale nicht procentisch der gleiche ist, z. Theil darin, daß jene Proportionalität für sehr hohe Potentiale, wie ich sie benutzt hatte, nicht mehr zu bestehen scheint. Ich komme auf den letzteren Punkt später zurück und will hier nur noch erwähnen, daß man mit Berücksichtigung der beiden erwähnten Punkte auch mit dem Rowland'schen Apparate die fragliche Proportionalität nachweisen kann.

Der Apparat, dessen ich mich bei allen weiteren Versuchen bedient habe, wird aus der nebenstehenden Figur, welche einen Verticalschnitt darstellt, leicht verständlich sein. S_1 und S_2 sind zwei matt geschliffene Glasscheiben von 20 cm Durchmesser, die um horizontale Axen in schnelle Rotation versetzt werden können. Die Scheiben sind am Rande und auf beiden Seiten bis zu 3 cm Entfernung vom Rande mit Graphit eingerieben (in der Figur durch stärkere Schraffirung angedeutet). Jede Scheibe befindet sich zwischen zwei fest aufgestellten Glasscheiben G_1 G_2 resp. G_3 G_4 , welche auf den von den rotirenden Scheiben abgewendeten Flächen mit einer zur Erde abgeleiteten Staniolbelegung versehen sind. Das astatische Nadelpaar ist vollkommen von einer zur Erde abgeleiteten luftdicht schließenden Metallhülle umgeben. Die Nadeln desselben sind in der Figur durch Punkte angedeutet und befindet sich die untere gerade unter der Graphitbelegung, die obere gerade über dem Rande der Scheiben.



Die Magnete sind aus 4 cm langen Stahldrahtstücken gefertigt und mit Schellack auf einem dünnen Glimmerblättchen befestigt. Die Schwingungsdauer des Paares betrug bei gleichgerichteten Magneten 1,6 Sec., bei entgegengesetzten nahezu 50 Sec. Bei dieser großen Empfindlichkeit war jedoch die Ruhelage nicht constant genug zu sicheren Beobachtungen und es wurde deshalb bei den Versuchen die Schwingungsdauer durch einen Richtmagneten auf 20 bis 30 Sec. herabgedrückt. Die Magnete waren bei dieser Schwingungsdauer noch sehr nahe aperiodisch gedämpft, so daß sie bei einer Ablenkung nur wenige Scalentheile über die neue Ruhelage hinausgingen und dann diese einnahmen. Es

wurden stets nur definitive Einstellungen abgelesen, nicht Schwingungsbeobachtungen gemacht. Die Scheiben S konnten mittelst der Zug- und Druckschrauben F vertical gestellt werden und durch die Schrauben K dem Magnetsystem bis auf möglichst geringe Entfernung genähert werden. Die Axenlagen A waren auf den Stützen L drehbar, so daß die Scheiben genau in den Meridian gestellt werden konnten. Nachdem die nöthigen Einstellungen gemacht waren, wurden natürlich alle Klemmschrauben so fest angezogen, daß alle Theile durchaus fest mit einander verbunden waren. Die Bodenplatte der Stützen L war auf einen großen Sandstein aufgekittet, der direct auf das Gewölbe des Gebäudes aufcementirt war. Das Magnetometer ruhte auf einer 12 cm dicken Sandsteinplatte, welche den ersterwähnten Sandstein nirgend berührte und in zwei je $\frac{1}{2}$ m dicke Eckwände des massiven Gebäudes eingemauert war. Ohne diese getrennte und feste Aufstellung wäre die Beobachtung gar nicht möglich gewesen, denn die Erschütterungen durch die schnelle Rotation der Scheiben waren viel bedeutender als ich je vermuthet hatte.

Gegenüber der von Rowland benutzten Anordnung besitzt diese den Vorzug, ein Mal zwei Scheiben zu benutzen, und dann jede Scheibe auf beide Magnete des astatischen Paares in demselben Sinne wirken zu lassen. Dem entsprechend waren die Ausschläge bedeutend größer. Trotzdem das Magnetsystem gar nicht besonders empfindlich genommen war, wodurch erreicht war, daß die Ruhelage und die Einstellungen sehr constant waren, konnte ich bei 117 Umdrehungen in der Secunde und einer Ladung der Scheiben auf ca. 5000 Volts über 100 Scalentheile Ausschlag erhalten. Die Einrichtung läßt sich vollkommen vergleichen mit einem Galvanometer Wiedemann'scher Construction mit zwei Rollen und astatischem Nadelpaare.

Die Ladung der Scheiben erfolgte durch Schleifcontacte und um ganz sicher zu gehen, daß mit dem Electrometer auch das Potential der Scheiben gemessen wurde, hatte jede Scheibe deren zwei, von welchen der eine zu der Batterie

der Leydener Flaschen, der andere zum Electrometer führte, so daß also in der Leitung die Scheiben zwischen der Batterie und dem Electrometer sich befanden und wirklich einen Theil der Leitung ausmachten. Das Electrometer war ein solches Edelmann'scher Construction mit Cylinderquadranten und bifilarer Aufhängung, die Nadel war stets zur Erde abgeleitet, dieselbe war stark gedämpft durch ein in dichten Zickzackwindungen gebogenes Glasrohr, das in concentrirte Schwefelsäure tauchte*). Das Electrometer wurde durch Vergleich mit einem absoluten Electrometer geacht und ergab sich mit vollkommen ausreichender Genauigkeit die Formel

$$V = C\sqrt{\varphi}$$

wo C eine Constante, φ der auf Bogen reducirte Ausschlag am Electrometer. Die Batterie bestand aus elf großen parallel geschalteten Leydener Flaschen (40 cm hohe Belegung), die stets mit einer kleinen Influenzmaschine in Verbindung standen. Ein Commutator gestattete abwechselnd die innere Belegung der Flaschen mit den rotirenden Scheiben und die äußere mit der Erde oder umgekehrt zu verbinden. Während ich selbst die Ablenkungen des astatischen Nadelpaares beobachtete, hatten Hr. Balser, später auch Hr. Passavant die Güte, das Electrometer zu beobachten resp. durch vorsichtiges Drehen der Influenzmaschine dafür zu sorgen, daß der Ausschlag desselben constant blieb, was sich ohne Mühe bis auf 1 oder 2 Scalentheile leicht erreichen ließ. Die Scheiben wurden in Rotation versetzt mittelst einer Schwungmaschine mit großem Schwungrade (0,75 m Durchmesser) und zweimaliger Uebersetzung. An dem Schwungrade war eine Feder befestigt und der Diener mußte beim Drehen darauf achten, daß die Anschläge dieser Feder zusammenfielen mit den Schlägen einer Secundenuhr. Die Geschwindigkeit ließ sich

*) Ich hatte anfangs ein Platinblech mit Platindraht benutzt und hatte hier mit den bekannten Nullpunktsänderungen zu kämpfen. Dieselben verschwanden fast vollkommen, als ich alle mit der Schwefelsäure in Berührung kommenden Theile aus Glas anfertigte.

auf diese Weise bei dem benutzten großen Schwungrade recht constant erhalten. Die Umdrehungszahl der Scheiben konnte durch Zählwerk direct bestimmt werden und stimmten die gefundenen Zahlen mit den aus der Uebersetzung berechneten immer recht gut überein.

Es wurden mit dem Apparate zunächst die früher mit der Rowland'schen Anordnung gefundenen Resultate bestätigt und durch eine große Zahl gut übereinstimmender Versuche bewiesen : Die Ablenkung des astatischen Nadel-paares wechselt ihr Zeichen sowohl bei der Umkehrung der Electrisirung als der Rotationsrichtung und erfolgt entsprechend der Ampere'schen Regel. Der Ausschlag ist direct proportional der Rotationsgeschwindigkeit. Ich will einige Beobachtungen anführen, die zeigen mögen, welche Genauigkeit bei den Versuchen erreichbar war. Es möge n die Anzahl der Umdrehungen in der Secunde bezeichnen und zwar $+$ wenn in der Richtung : Unten Süden, Oben Norden. V ist das Potential der Scheiben in Volts, α sind die Doppelausschläge auf Bögen reducirt.

$$n = 74; V = 3800 :$$

n	$+$	$-$	$+$	$-$	$+$	$-$	$+$
α	62,5	61,0	61,5	61,0	62,5	62,0	60,0

$$n = 117; V = 3800 :$$

n	$+$	$-$	$+$	$-$	$+$	$-$	$+$
α	98,0	98,5	96,0	97,0	97,0	96,5	95,5

$$V = 4100 :$$

n	117	74	61	59	39
α	95,5	59,0	50,5	48,5	31,0
α/n	0,816	0,797	0,828	0,822	0,795

$$V = 2060 :$$

n	117	74	61	59	39
α	49,0	30,0	24,5	24,0	17,0
α/n	0,419	0,405	0,400	0,401	0,436

Zu erwähnen ist noch, daß der erste und zweite Versuch und ebenso der dritte und vierte unter sich vergleichbar sind, dagegen nicht die ersten beiden mit den letzten beiden. Es

mußten nämlich bei der schnellen Rotation die Axen sehr reichlich geölt werden und liefs es sich nicht vermeiden, daß Oeltröpfchen umhergespritzt wurden, die dann die Isolation beeinträchtigten. Es mußte deshalb der Apparat täglich auseinander genommen, gereinigt und neu justirt werden.

Es konnte mit diesem Apparate nun weiter gezeigt werden: *Der Ausschlag am Magnetometer ist direct proportional der Dichte der electrischen Ladung oder wenn die Capacität des Apparates ungeändert bleibt, direct proportional dem Potential, auf welches die Scheiben geladen werden.*

V	1030	2060	2520	3090	3560	3850	4110	5160	6180	7500	14000
α	22,5	26,5	57,0	68,5	77,5	87,5	89,5	97,0	96,5	96,5	95,0
V/α	45,8	44,3	44,2	45,1	45,9	44,0	45,9	53,2	64,0	77,6	147,4

Wie man sieht ist V/α vollkommen constant bei Ladungen zwischen ca. 1000 und ca. 4000 Volts bei 5000 ist der Ausschlag zwar noch gröfser als bei 4000 aber nicht in dem geforderten Verhältnifs, bei 6000 bis 14000 hat er gar nicht mehr zugenommen. Die gleichen Resultate haben alle meine Versuche ergeben. Die oberen Gränzen für das Potential bis zu welchen Proportionalität zwischen Potential und Ausschlag stattfand, lagen stets zwischen ca. 3800 und ca. 4500 Volts. Nach unten war keine Gränze zu finden, doch konnte ich nicht gut unter 400 Volts hinabgehen, da hier bei den kleinen Ausschlägen die Resultate durch die Beobachtungsfehler zu sehr beeinflusst wurden. Die Erscheinung war unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit und der Rotationsrichtung. Dieselbe trat unverändert ein als ich die Scheiben versilberte statt sie mit Graphit einzureiben. Es ist wohl selbstverständlich, daß ich mich überzeugt habe, daß die ruhenden Scheiben keine Wirkung auf die Magnete ausübten, gleichgültig ob sie bis 400 oder bis 14000 Volts geladen wurden. Erwähnen muß ich aber, daß wenn die Scheiben, sei es in Ruhe oder in Rotation, zu einem Potentiale von 14000 Volts geladen wurden, das Electrometer ein sehr schnelles Sinken des Potentials anzeigte. Oft schon in einer Minute war das Potential auf ca. 4000 Volts gesunken und nahm nun von hier ganz allmählig ab, so daß bei den Versuchen

mit Potentialen unter 4000 Volts ein langsames Drehen der Electrisirmaschine eigentlich nur nöthig war, wenn die Ladung commutirt wurde, während bei den hohen Potentialen ein fortwährendes Drehen erforderlich war, ein Beweis, daß im letzteren Falle die Isolation nicht mehr genügte und ein stetes Entweichen der Electricität stattfand. Es liegt hiernach der Gedanke nahe, daß bei den höheren Potentialen die electricische Ladung nicht mehr an der Graphitschicht allein sich befindet, sondern sich über die ganze Glasscheibe vertheilt hat. In diesem Falle müßte aber, wie ein Blick auf die Figur sofort erkennen läßt, die Wirkung der auf der Graphitschicht befindlichen Electricität auf die untere Magnetnadel fast ganz aufgehoben werden durch diejenige electricische Ladung, welche sich auf der nicht eingeriebenen Glasscheibe angesammelt hätte und es würde sich so leicht erklären, weshalb von einem bestimmten Werthe des Potentials an die Ablenkung der Magnetnadeln nicht mehr proportional dem Potentiale erfolgt. Um dies zu prüfen, bin ich wieder zu der Rowland'schen Anordnung mit einer horizontalen, um eine verticale Axe rotirenden Scheibe zurückgegangen. Hierbei ist die ganze Glasscheibe mit Graphit eingerieben resp. versilbert und die electricische Ladung kann sich nicht auf Theile des rotirenden Apparates verbreiten, die eine schädliche Wirkung ausüben könnten. Die Resultate waren aber genau die gleichen. Auch hier Proportionalität zwischen Ausschlag und Potential solange letzteres nicht über 4000 Volts beträgt, darüber hinaus nicht mehr. Ich sehe keine andere Möglichkeit die Erscheinung zu erklären als anzunehmen, daß sich die Scheiben nur bis zu einem bestimmten Potentiale so laden lassen, daß die electricische Ladung, um sich so auszudrücken, an dem ponderablen Träger der Art haftet, daß sie mit ihm sich bewegt, daß aber bei höheren Spannungen ein Theil der Ladung gar nicht mehr mit dem Träger rotirt. Wenn die electricische Ladung, an der Scheibe haftend, mit dieser rotirt, so wird dabei eine Arbeit geleistet, wie dies ja aus der beobachteten electromagnetischen Wirkung hervorgeht; man könnte sich nun vorstellen, daß bei höheren Potentialen die Abstofsungs-

kräfte so groß werden, daß ein Theil der Electricität nicht mehr fest genug haftet, um jene Arbeit leisten zu können, vielmehr dann, abgesehen von der Zerstreuung, im Raume fest bleibt und die Scheibe durch sich hindurch rotiren läßt. Versuche bei denen auf den Scheiben mit Graphit radiale Streifen eingerieben waren, die sich unter einander nicht berührten, ergaben genau dieselben Resultate, doch läßt sich hieraus keine weitere Schlußfolgerung ziehen, denn es zeigte sich, daß die Glasoberfläche, auch wenn gefirnist, bei den höheren Potentialen nicht mehr genügend isolirte, so daß ein solcher Graphitstreifen sich schon als geladen erwies, wenn er noch gar nicht mit der Zuleitung in Berührung war, diese vielmehr erst auf dem vorhergehenden Streifen aufлаг.

Ich glaube durch die verschiedenen im Vorhergehenden beschriebenen Versuche den Beweis erbracht zu haben, daß durch die electrische Convection electromagnetische Wirkungen hervorgebracht werden können. Es läßt sich mit dem beschriebenen Apparate aber noch ein Versuch anstellen, der diese Thatsache besonders deutlich erkennen läßt. Ich habe schon erwähnt, daß sich der Apparat mit einem Galvanometer mit zwei Rollen vergleichen läßt. Der betr. Versuch besteht dann darin, die Ablenkung jeder Rolle allein, dann die der hinter einander und endlich die der gegen einander geschalteten Rollen zu bestimmen und letztere beiden mit den aus den beiden ersten berechneten zu vergleichen. Zu dem Zwecke wurden beide Scheiben geladen und man bestimmte zuerst die Ablenkung, welche der Magnet erfuhr wenn nur eine, No. I, rotirte, ebenso wenn No. II allein rotirte, dann liefs man beide in derselben Richtung und endlich beide gleichzeitig, aber die eine in dieser, die andere in der entgegengesetzten Richtung rotiren. Derartige Versuche habe ich bei verschiedenen starken Ladungen und bei verschiedenen Rotationsgeschwindigkeiten ausgeführt. Im Folgenden gebe ich die Resultate zweier derartiger Versuche :

Scheibe	No. I	No. II	No. I + II	No. I — II
α	27,8	22,2	47,0 beob., 50,0 ber.	3,5 beob. 5,6 ber.

Scheibe	No. I	No. II	No. I + II	No. I — II
α	35,1	20,1	56,7 beob., 55,2 ber.	14,0 beob., 15,0 ber.

Wenn man bedenkt, daß die Versuche No. I + II und No. I — II sich nur dadurch unterscheiden, daß das erste Mal beide Scheiben in derselben, das zweite Mal in einander entgegengesetzten Richtungen rotirten, im Uebrigen aber alle Versuchsbedingungen genau die gleichen waren, so sehe ich keinen Einwand, den man gegen die Beweiskräftigkeit dieser Versuche erheben könnte.

Giefßen, Sept. 1889.

Nachtrag.

Nachdem die vorstehende Arbeit vollständig abgeschlossen und zum größten Theil schon niedergeschrieben war, habe ich Kenntniß erhalten von einer neuen Arbeit des Hrn. Rowland, welche sich mit demselben Gegenstande beschäftigt. Hr. Rowland ist bei der Construction seines Apparates vor Allem darauf bedacht gewesen, denselben so einzurichten, daß sich die zu erwartende electromagnetische Wirkung berechnen läßt. Ich habe im Interesse einer größeren Empfindlichkeit hierauf verzichtet, dafür aber bei den größeren Ausschlägen (bis zu 100 mm, während Hr. Rowland nur solche bis 15 mm erhält) die Möglichkeit gehabt, die Versuchsbedingungen innerhalb ziemlich weiter Gränzen zu variiren (Ladung der Scheiben von 400 bis 14000 Volts, Umdrehungsgeschwindigkeit von 40 bis 120 Umdrehungen in der Secunde), während Hr. Rowland immer nahe die gleiche Ladung und Geschwindigkeit benutzt hat. Ich glaube, daß sich deshalb unsere Versuche sehr gut ergänzen und um so sicherer die Thatsache feststellen, daß durch die electriche Convection electromagnetische Wirkungen hervorgerufen werden können.

Besonders erwähnenswerth erscheint mir der Umstand, daß Hr. Rowland seine Scheiben zu Potentialen von ca. 6000 Volts geladen hat, also über die Gränze hinaus, bis zu welcher ich bei meinem Apparate eine Proportionalität zwischen Ausschlag des Magnets und Potential der Scheiben habe nach-

weisen können. Vergl. pg. 53. Allerdings ist zu beachten, daß bei mir die Scheiben den zur Erde abgeleiteten Glasplatten G der Figur bedeutend näher standen als bei ihm und deshalb die Dichte der electricischen Ladung bei meinen Versuchen größer gewesen sein wird als bei den seinigen, so daß über diesen Punkt aus der Vergleichung der Versuche sich nichts ersehen läßt. Schwierigkeiten hat Hr. Rowland bei den hohen Potentialen auch gehabt und deshalb die rotirenden Scheiben immer zur Erde abgeleitet und die gegenüber stehenden Glasplatten geladen. Mein Apparat gestattet diese Versuchsanordnung leider nicht, so daß ich nicht habe prüfen können, ob dies von Einfluß auf den erwähnten Punkt ist. Wahrscheinlich ist es wohl nicht.

Hr. Rowland hat bei + Rotation stets größere Ausschläge erhalten als bei — Rotation. Ich habe in meinen Versuchen nie derartiges beobachtet, da ich aber nur bei den Versuchen, welche die Proportionalität zwischen Umdrehungsgeschwindigkeit und electromagnetischer Wirkung zeigen sollten, die Zahl der Umdrehungen direct bestimmt, bei den übrigen dieselbe nur aus der Uebersetzungszahl berechnet hatte, so habe ich nachträglich noch einige Versuche über diesen Punkt angestellt und theile deren Resultate hier mit. Es bezeichnet n die Anzahl der Umdrehungen in der Secunde, + wenn in der Richtung: Unten Süden, Oben Norden. Mit α ist der auf Bogen reducirte Doppelausschlag des Magnet-systems in Millimetern bezeichnet. Jedes α ist das Mittel aus 7 hinter einander angestellten Ablesungen. Die Versuche wurden so ausgeführt, daß die Scheiben abwechselnd in + und — Richtung gedreht wurden.

1. Versuch:

n	+ 61	— 62	+ 62	— 62	+ 63	— 61	+ 61
α	+ 37,0	— 36,9	+ 36,5	— 36,2	+ 37,0	— 36,5	+ 36,0
α/n	0,606	0,595	0,589	0,584	0,587	0,600	0,590

2. Versuch:

n	+ 115	— 114	+ 113	— 114	+ 114	— 112	+ 113
α	+ 70,2	— 69,0	+ 69,0	— 68,5	+ 68,8	— 68,0	+ 68,2
α/n	0,610	0,605	0,611	0,601	0,603	0,607	0,604

3. Versuch :

n	+ 62	— 62	+ 63	— 62	+ 62	— 64	+ 62
α	+ 40,1	— 40,5	+ 40,2	— 40,4	+ 41,0	— 42,0	+ 40,8
α/n	0,647	0,653	0,638	0,652	0,661	0,656	0,658

4. Versuch :

n	+ 112	— 113	+ 114	— 113	+ 114	— 114	+ 114
α	+ 72,1	— 73,0	+ 76,3	— 74,2	+ 75,2	— 75,5	+ 76,2
α/n	0,644	0,646	0,669	0,656	0,660	0,662	0,668

Zwischen dem 2. und 3. Versuche wurde der Apparat auseinander genommen und gereinigt. Ich glaube nicht, daß diese Versuche irgend einen Unterschied in der Wirkung der + und — Umdrehung erkennen lassen. Bildet man für jeden Versuch die Mittel aus den bei + Drehung erhaltenen α/n und ebenso aus den bei — Drehung erhaltenen, so zeigt sich zwischen beiden die denkbar beste Uebereinstimmung.

1. Versuch :	2. Versuch :	3. Versuch :	4. Versuch :
+ α/n = 0,593	+ α/n = 0,607	+ α/n = 0,651	+ α/n = 0,660
— α/n = 0,593	— α/n = 0,605	— α/n = 0,654	— α/n = 0,655.

Giefßen, October 1889.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Himstedt Franz

Artikel/Article: [Ueber die electromagnetische Wirkung der electrischen Convection. 44-58](#)