

ladungen, als auch bei den Convectionsentladungen. Bei dem Kalium ist es, wie schon erwähnt, höchst wahrscheinlich das in so hohem Grade ausgestrahlte ultraviolette Licht, welches die Erscheinungen hervorruft. Damit stimmt auch überein, dass Magnesium ähnliche Wirkungen hervorruft.

---

II. *Ueber die durch Bewegung eines im homogenen electrischen Felde befindlichen Dielectricums hervorgerufene electrodynamische Kraft;*  
*von W. C. Röntgen.*

(Aus den Sitzungsber. der Königl. Preuss. Acad. d. Wiss. zu Berlin, phys.-math. Cl., vom 19. Jan. 1888; mitgetheilt vom Hrn. Verf.)

Die vorliegende Mittheilung enthält die auf experimentellem Wege gefundene Beantwortung folgender Frage: Kann die Bewegung eines in einem homogenen und constanten electrischen Felde befindlichen Dielectricums, welches keine eigentliche Ladung mit sich führt, eine electrodynamische Kraft erzeugen?

Zunächst möchte ich darlegen, dass die Möglichkeit, auf diese Weise eine electrodynamische Wirkung zu erzielen, vorhanden ist. Man stelle sich zwei parallele, ebene, unendlich grosse Condensatorplatten vor, welchen eine bestimmte Potentialdifferenz ertheilt wurde; die isolirende Zwischenschicht werde senkrecht zu den Kraftlinien in gerader Richtung mit constanter Geschwindigkeit bewegt. Nehmen wir dann an, dass das Medium, in welchem die dielectricische Polarisation stattfindet, die Bewegung der Schicht mitmacht, so muss jene Schicht sich nach aussen electrodynamisch verhalten, wie zwei in ihrer oberen, resp. unteren Begrenzungsfläche vorhanden gedachte, in Ruhe befindliche Stromlamellen, von denen die eine in der Richtung der Bewegung, die andere in der entgegengesetzten Richtung von gleich starken, constanten Strömen durchflossen würde. Ist z. B. die obere

Condensatorplatte bis zu einem höheren Potential geladen, als die untere, so muss der äquivalente Strom in der unteren Begrenzungsfläche in der Richtung der Bewegung fließend gedacht werden.

Am einfachsten kommt man zu der Einsicht von der Richtigkeit dieser Betrachtung, wenn man das Dielectricum aus polarisirten Theilchen bestehend denkt; dann ist die Ursache der electrodynamischen Kraft in der Bewegung der electricen Pole zu finden. Aber auch die Maxwell'sche Theorie von der electricen Verschiebung führt zu demselben Resultat.

Von den Versuchen, die ich zur Prüfung der angeregten Frage ausführte, gestatte ich mir zwei mitzuthemen.

Ich liess eine runde Glasscheibe (oder eine Hartgummscheibe) rotiren zwischen zwei horizontalen Condensatorplatten, von denen die obere dauernd zur Erde abgeleitet war, die untere von einer Electricitätsquelle aus mit positiver, resp. negativer Electricität geladen werden konnte. Dicht über der oberen Condensatorplatte hing die eine von zwei zu einem sehr empfindlichen System verbundenen Magnetnadeln; ihre Richtung stand senkrecht zu einem Radius der Scheibe, und ihr Mittelpunkt befand sich über der Scheibe unweit vom Rande derselben. Durch Fernrohr, Spiegel und Scala konnten die Ablenkungen der Nadel, die beim Commutiren der Ladung des Condensators eventuell eintraten, beobachtet werden.

Bei diesen Versuchen ergab sich nun, dass jedesmal, wenn commutirt wurde, die Nadel eine Ablenkung erfuhr, die so gerichtet war, wie wenn man die oben näher angegebene Richtung eines vorhanden gedachten Stromes umgekehrt hätte. Die Wirkung der Bewegung der positiven Pole auf die Nadel entsprach der eines in gleicher Richtung wie die Bewegung fließenden Stromes, die Bewegung der negativen Pole der eines der Bewegung entgegengesetzt fließenden Stromes.

Abgesehen von anderen leicht zu entkräftenden Einwänden gegen diese Versuche, wie namentlich der Möglichkeit, dass die Ablenkungen der Nadel durch wirkliche in

den Condensatorplatten vorhandene Ströme erzeugt wurden, bleibt noch ein Einwand übrig, der einer besonderen Erwähnung bedarf und beseitigt werden muss. Es ist das der folgende: Wenn eine Scheibe zwischen kräftig geladenen Condensatorplatten rotirt, so ist es möglich, dass sie allmählich eine eigentliche Ladung erhält, sei es durch ihre wenn auch nur geringe Leitungsfähigkeit oder durch eine directe Mittheilung von Electricität von seiten des Condensators. Die Bewegung dieser Ladung würde, wie Rowland gezeigt hat, auf die Nadel electrodynamisch wirken, und man könnte geneigt sein, die bei meinen Versuchen beobachtete Ablenkung dieser Wirkung zuzuschreiben.

Um sicher zu sein, dass die beobachteten Ablenkungen nicht auf diese bekannte Erscheinung zurück zu führen waren, stellte ich Versuche an mit einem Condensator, dessen untere Platte in zwei voneinander isolirten Hälften getheilt war, die beide gleichzeitig, aber entgegengesetzt geladen waren; der Mittelpunkt der Nadel befand sich über einer Stelle der rotirenden Scheibe, die von einem Radius derselben getroffen wurde, welcher senkrecht stand zu der Trennungslinie der beiden Condensatorhälften. Von einer merklichen durch Leitung in der Scheibe entstandenen Ladung derselben konnte nun in Anbetracht der raschen Rotation nicht mehr die Rede sein; dass auch keine Electricität von dem Condensator auf die Scheibe überströmte, ergab sich aus der Beobachtung, dass der Ausschlag von zwei mit je einer Condensatorhälfte verbundenen Electrometern von einer Commutirung bis zur folgenden constant blieb.

Auch bei dieser Versuchsanordnung erhielt ich im wesentlichen dieselben Ausschläge der Nadel, wenn commutirt wurde.

Es dürfte daher die Thatsache experimentell festgestellt sein, dass electrodynamische Kräfte erzeugt werden können durch die Bewegung eines unter dem Einfluss von statischen Ladungen stehenden Dielectricums; ob auch umgekehrt jede beobachtete electrodynamische Kraft auf diese Ursache zurückgeführt werden kann, ist eine Frage, deren Beantwortung ich noch nicht in Angriff zu nehmen wage.

Die erhaltenen Ausschläge waren immer klein: 2 bis 3 Scalentheile; vergeblich bemühte ich mich, dieselben zu vergrössern. Der Grund, weshalb ich viel Werth darauf legte, grössere Ablenkungen zu bekommen, ist nicht etwa darin zu suchen, dass ich noch im Zweifel bin über die Existenz oder über die Ursache derselben, sondern vielmehr darin, dass ich dann vielleicht im Stande gewesen wäre, die Versuchsergebnisse besser quantitativ zu verwerthen. Es wäre mir namentlich von grossem Interesse gewesen, zu erfahren, ob dasjenige Medium, in welchem die dielectrische Polarisation stattfindet, die Bewegung der ponderablen Theilchen vollständig mitmacht oder sich ähnlich wie der Lichtäther nach Fresnel's Ansicht verhält. In der That sind die sich nach dieser Richtung hin eröffnenden Perspective zu verlockend, um nicht alles zu versuchen, was zu einem entscheidenden Resultat führen könnte. Indessen blieben, wie schon gesagt, meine Bemühungen bis jetzt erfolglos.

Schliesslich gestatte ich mir, meiner Mittheilung noch einige weitere Betrachtungen hinzuzufügen.

1. Zunächst die folgende, welche an das zuletzt Gesagte anknüpft. Aus gewissen optischen Ursachen hat man bekanntermassen geschlossen, dass zwischen den Körpern auf der Erdoberfläche und dem sie umgebenden Lichtäther eine Geschwindigkeitsdifferenz bestehen müsse; ob mit Recht oder nicht, ist, wie mir scheint, eine noch offene Frage. Sollte es nicht gelingen, auch auf electricischem Wege zu einer Entscheidung zu gelangen? Sprechen doch manche Gründe für die Annahme, dass der Lichtäther auch das Medium ist, durch welches die electricischen Kräfte übertragen werden. Eine Möglichkeit, dieses Ziel zu erreichen, schien mir durch meine Versuche gegeben zu sein. Man denke sich einen aus zwei parallelen metallischen Platten bestehenden Condensator horizontal aufgestellt und über der oberen Platte eine Magnetnadel angebracht. Zwischen den Platten befindet sich Luft oder irgend ein anderer Isolator, der aber nicht wie bei den oben beschriebenen Versuchen künstlich bewegt wird, sondern sich relativ zum Condensator in Ruhe befindet. Wenn nun eine Bewegung des Lichtäthers in Bezug auf die

Körper auf die Erdoberfläche wirklich vorhanden wäre, so würde derselbe auch zwischen den geladenen Condensatorplatten durchstreichen, und zwar nach der erwähnten Annahme von der Identität des Licht- und des Electricitätäthers in einem dielectricisch polarisirten Zustand. Würde man somit für die Beobachtung eine Zeit wählen, wo diese Bewegung möglichst parallel mit den Condensatorplatten und der Magnetnadel stattfände, so wäre es möglich, dass man beim Commutiren der Ladung eine Ablenkung der Nadel wahrnehme. Eine solche wirklich beobachtete Ablenkung würde eine kräftige Stütze bilden für die Richtigkeit der gemachten Voraussetzungen.

Leider muss ich mittheilen, dass meine Versuche in dieser Beziehung negative und daher nicht beweiskräftige Resultate ergeben haben. Es war nämlich niemals auch nur die geringste Ablenkung der Nadel zu beobachten, wiewohl ich zu sehr verschiedenen Jahres- und Tageszeiten und bei verschiedenen Stellungen der Nadel zum Meridian experimentirte.

2. Nach verschiedenen Beobachtern besitzt die Erde eine electricische Ladung; der die Erde umgebende Raum ist daher dielectricisch polarisirt, und da das diesen Raum erfüllende Dielectricum an weit von der Erde entfernten Stellen die Bewegung der Erde jedenfalls nicht vollständig mitmacht, so ist zu vermuthen, dass auf eine mit der Erdoberfläche mitgeführte Magnetnadel eine ähnliche electrodynamische Kraft ausgeübt wird, wie wir sie bei meinen Versuchen kennen gelernt haben. Ueber die Grösse dieser Kraft lässt sich vorläufig nichts bestimmtes sagen, da aber grosse Geschwindigkeitsdifferenzen vorkommen und das Dielectricum einen grossen Raum ausfüllt, so könnte diese Kraft möglicherweise nicht so sehr gering sein.

3. Wenn ein senkrecht zu den Kraftlinien bewegtes Dielectricum auf einen ausserhalb des electricischen Feldes liegenden, ruhenden Magnetpol electrodynamisch wirkt, so wird auch dieser Pol auf das Dielectricum zurückwirken; es fragt sich, worin diese Rückwirkung sich äussert. Falls die Bewegungsrichtung unveränderlich ist, könnte meines Erachtens diese Wirkung in einer Aenderung der Richtung und

des Momentes der dielectricischen Polarisation bestehen. Der Nachweis einer solchen Aenderung dürfte aber, auch wenn grosse magnetische Kräfte angewendet werden, äusserst schwierig zu erbringen sein.

4. Betrachtet man ein senkrecht zu den Kraftlinien eines homogenen Feldes bewegtes Dielectricum wie eine aus sehr vielen, übereinander gelagerten, in Ruhe befindlichen Stromlamellen bestehende Scheibe, von der jede Lamelle in der entgegengesetzten Richtung vom Strom durchflossen wird, als die benachbarten, so kommt man zu der Schlussfolgerung, dass auch im Inneren des Dielectricums electrodynamische Kräfte auftreten, welche eine Ausdehnung des Dielectricums in der Richtung der Kraftlinien oder eine Aenderung des dielectricischen Moments oder auch beides zusammen bewirken. Auch die Wahrnehmung dieser Erscheinungen dürfte mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein.

Die Dimensionen des zu den Versuchen mit ungetheiltem Condensator verwendeten Apparats waren folgende:

Durchmesser der rotirenden Scheibe . . . . .	10,0	cm
Dicke " " " " . . . . .	0,35	"
Abstand der Scheibe von der oberen Condensatorbelegung	0,14	"
" " " " " unteren " " . . . . .	0,25	"
Durchmesser der Belegungen . . . . .	20,0	"
Excentricität der Nadel . . . . .	4,0	"
Abstand der unteren Nadel von der oberen Fläche der rotirenden Scheibe . . . . .	0,30	"
Abstand der beiden Nadeln voneinander . . . . .	24,5	"
Länge der unteren Nadel . . . . .	4,65	"
" " oberen " . . . . .	4,74	"
Magnetisches Moment der unteren Nadel . . . . .	9,393	} $\frac{\text{cm}^{1/2} \text{g}^{1/2}}{\text{sec}}$
" " " oberen " . . . . .	9,551	
Schwingungsdauer des gedämpften astatischen Systems	17,0	sec.
Torsionsverhältniss " " " " " " . . . . .	0,0062	"
Logarithmisches Decrement des gedämpften astatischen Systems . . . . .	1,0	"
Schwingungsdauer des Systems mit gleichgerichteten Nadeln . . . . .	1,3	"
Torsionsverhältniss des Systems mit gleichgerichteten Nadeln . . . . .	0,0,50	
Logarithmisches Decrement des Systems mit gleichgerichteten Nadeln . . . . .	0,0879.	

Die Potentialdifferenz der beiden Condensatorbelegungen entsprach einer Funkenstrecke von 0,3 cm in Luft zwischen Kugeln von 2,0 cm Durchmesser.

Die Umdrehungszahl der Scheibe betrug ungefähr 100 pro Secunde.

Die nach dem Commutiren beobachteten Ausschläge betragen 2 bis 3 Scalentheile (Millimeter).

Die Entfernung des Spiegels von der Scala war 229 cm.

### III. Ueber den Einfluss des in Stahlmagneten inducirten Magnetismus auf einige Beobachtungsmethoden; von E. Dorn.

Im Anschluss an den ersten Theil einer früheren Mittheilung<sup>1)</sup> will ich noch für einige andere Fälle den Einfluss des durch den Erdmagnetismus, resp. Strom inducirten magnetischen Längs- und Quermomentes angeben. Den leicht zu führenden Beweis deute ich nur zum Theil an.

#### I. Ablenkung eines Magnets durch einen anderen aus der ersten Hauptlage (nach Gauss).

Sei für den ablenkenden Magnet  $M$  das Moment bei Abwesenheit äusserer Einwirkung,  $\gamma$  und  $\alpha$  das durch die magnetisirende Kraft Eins erregte Längs- und Quermoment,  $M'$ ,  $\gamma'$ ,  $\alpha'$  die entsprechenden Grössen für den zweiten Magnet,  $r$  der Abstand der Magnetmitten,  $\varphi$  der Ablenkungswinkel,  $H$  die Horizontalintensität, so gilt (wenn auf den Polabstand und das Torsionsverhältniss nicht Rücksicht genommen wird), folgende strenge Formel:

$$(1) \quad \frac{M}{H} = \frac{r^3}{2} \operatorname{tg} \varphi \cdot \frac{\left(1 - \frac{\alpha}{r^3}\right)}{\left(1 + \frac{H\alpha'}{[M' + H(\gamma' - \alpha') \cos \varphi] \cos \varphi}\right)},$$

oder in genügender Näherung:

$$(1') \quad \frac{M}{H} = \frac{r^3}{2} \operatorname{tg} \varphi \left[1 - \frac{\alpha}{r^3} - \frac{H\alpha'}{M'}\right].$$

1) E. Dorn, Wied. Ann. 35. p. 189. 1888.