V. Ueber eine noch nicht beobachtete elektrische Staubfigur; von August Kundt.

Die Lichtenberg'schen elektrischen Staubfiguren können sich ihrer Natur nach nur auf einem Isolator und nicht auf einer leitenden Platte bilden. Indem die auf einen Leiter übergegangene Elektricität, mag dieser Uebergang auch in einer noch so bestimmten und charakteristischen Form stattgefunden haben, sich momentan über den ganzen Leiter verbreitet, findet aufgestreutes Pulver keine Stelle, an der es stärker haften könne, als an allen andern.

Wie ich gefunden, kann sich indeß auch auf einem Leiter unter geeigneten Bedingungen eine elektrische Staubfigur bilden, die sich in so fern den Lichtenberg'schen Figuren anschließt, als sie durch rückbleibende Elektricität erzeugt wird; durch ihre Form aber und dadurch, daß sie einen viel geringeren Grad der Abhängigkeit von der Art der benutzten Elektricität zeigt, von jenen verschieden ist. Die Staubfigur, um die es sich handelt, stellt eine ganz scharf begränzte, völlig kreisrunde Fläche dar.

Man erhält dieselbe im Allgemeinen immer, wenn irgend eine elektrische Entladung zwischen zwei Elektroden übergeht, von denen die positive eine horizontale mit einem schlecht leitenden Pulver, z. B. Lycopodium bestreute leitende Platte, die negative eine derselben gegenüber stehende Kugel oder Spitze ist. Versucht man nach der Entladung das aufgestreute Pulver von der Platte leicht wegzublasen, so bleibt auf einer ganz scharf begränzten Kreisfläche das Pulver haften, während das übrige sich leicht wegblasen läßt. — War die horizontale Platte negative Elektrode, so wird der Staubkreis nur unter besonderen Bedingungen erhalten, zuweilen überhaupt nicht.

Die Größe der Kreisfläche, auf der das Pulver haften bleibt, ist je nach den Bedingungen des Versuches eine außerordentlich verschiedene, der Durchmesser variirte bei

meinen Versuchen zwischen 10 und 200^{mm}, und es scheint, daß für die GröÙe desselben keine Gränze existirt, wenn die Bedingungen geeignet gewählt werden. Unter gleich bleibenden Umständen ist aber die GröÙe der Kreisfläche eine so constante, daß dieselbe ziemlich scharfe und übereinstimmende Messung erlaubt, die einen Beitrag zur Kenntniß der Entladung der Elektrizität liefern können.

In Kürze sollen zunächst die verschiedenen Methoden mittelst deren die neue Staubfigur mit Leichtigkeit erhalten wird, angegeben werden.

1. Mit dem positiven Conductor einer Elektrisirmaschine verbinde man irgend eine leitende Platte, bestreue dieselbe mit Lycopodium und nähere, nachdem die Platte hinreichend geladen, einen abgeleiteten Körper senkrecht von oben. War der abgeleitete Körper ein Draht mit einer Kugel am Ende von etwa 50^{mm} im Durchmesser und wurde letztere bis zum Ueberspringen eines Funkens genähert, so erhält man beim Wegblasen des Pulvers einen sehr kleinen nicht ganz scharfen Kreis von 10 bis 20^{mm} im Durchmesser. War der Durchmesser der genäherten Kugel etwa 20^{mm}, so erhält man einen scharfen Kreis von etwa 50^{mm} Durchmesser. Endet der genäherte Draht endlich in eine mehr oder minder scharfe Spitze, so daß gewöhnlich kein Funke mehr überspringt, so ist der entstehende Staubkreis sehr scharf begrenzt und um so größer, je feiner die genäherte Spitze.

Ist der Conductor nicht zu stark gekrümmt, wie die cylindrischen Conductoren größerer Reibungsmaschinen, so kann man direct auf denselben das Pulver streuen und erhält den Staubkreis.

Wird durch den Conductor aber die horizontale Platte negativ geladen, so erhält man bei Entladung durch eine größere oder kleinere Kugel fast nie einen Staubkreis, alles Pulver läßt sich wegblasen, nur bei funkenloser Entladung durch eine feine Spitze entsteht der Staubkreis.

2. Auch wenn die bestreute Platte unelektrisch und ein über derselben befindlicher Körper plötzlich Elektrizität auf dieselbe überströmen läßt, wird die Staubfigur erhalten,

aber weniger sicher. Bei einer Kugel ist der Kreis auf der Platte kleiner, als bei einer Spitze, bei negativ aufströmender Elektrizität sicherer zu erhalten, als bei positiv aufströmender.

3. Eine horizontal gelegte Franklin'sche Tafel, auf der obern Seite mit *Lycopodium* bestreut, giebt bei der Entladung mittelst eines gewöhnlichen Ausladers, dessen Kugeln etwa 20^{mm} im Durchmesser haben, den Staubkreis, wenn die bestreute Seite positiv war, nicht oder nur undeutlich, wenn die bestreute Platte negativ war. Im letzteren Fall zeigt das *Lycopodium* meist deutlich die Abria'schen Linien. Bei Entladung durch einen Auslader mit Spitzen erhält man auch auf der negativen Seite den Kreis. Es hängt übrigens die Erscheinung, wenn sich die Franklin'sche Tafel mit Funken entladet, bedeutend von den Dimensionen der Tafel ab. Eine Tafel von 5^{mm} dickem Spiegelglas, etwa 1 □ Fufs groß, gab bei Funkenentladung auf der positiven Seite stets eine scharfe Figur, auf der negativen *nie*, während gröfsere und dünnere Tafeln die Figur nicht so scharf zeigten.

Auf einer Franklin'schen Tafel weicht ferner die Figur, wenn sie auch scharf begrenzt ist, oft von der Kreisform ab, man erhält elliptische Figuren und zuweilen mehrere Staubflecke zu gleicher Zeit.

4. Am sichersten und bequemsten erhält man die Staubfigur, wenn man statt einer Franklin'schen Tafel eine Leidener Flasche benutzt und die Entladung derselben entweder mit Funken oder ohne Funken zwischen einer horizontalen Platte und einer darüber angebrachten Kugel oder Spitze übergehen läfst. Ueber der Platte wird durch ein isolirendes Stativ ein vertikaler Draht gehalten, an den am unteren Ende verschiedene Kugeln und Spitzen angebracht werden können. Mittelst des Statives kann die Entfernung zwischen Platte und Kugel oder Spitze beliebig variirt werden. — Die geladene Flasche wird mit ihrer einen Belegung mit der horizontalen Platte verbunden und dann plötzlich durch einen Auslader die andere Belegung mit dem

verticalen Draht in Verbindung gesetzt. — Auf diese Weise kann mit Leichtigkeit der Einfluß der sich entladenden Elektrizitätsmenge, derjenigen des Abstandes zwischen Platte und Draht und der Form, der der Platte gegenüberstehenden Elektrode untersucht werden.

Es sind auf diese Weise einige Versuche angestellt, um die Erscheinung genauer festzustellen; die Resultate sind die Folgenden:

Wenn die Platte mit der positiven Belegung der Flasche in Verbindung ist, so hängt bei gleicher Entladungsweite die Größe des entstehenden Staubkreises von der Größe der Kugel ab, die der Platte gegenüber steht. Mit der Größe der der Platte gegenüberstehenden Kugel nimmt der Durchmesser der Staubkreisfläche ab. Kugeln von 10^{mm} Durchmesser geben noch scharfe Kreise von etwa 40^{mm} Durchmesser. Die benutzte Flasche hatte nicht ganz einen Quadratfuß äußere Belegung. Bei abgestumpften und spitzen Kugeln nimmt die Größe des Kreises zu, bei feinen Nähnadeln ist dieselbe am größten.

Die Quantität der Ladung der Flasche ist bei gleichem Abstand der Spitzen oder Kugel von der Platte von geringerm Einfluß auf die Größe des Staubkreises. Die letztere hängt aber wesentlich ab von der Entfernung zwischen Spitze oder Kugel und Platte. Je größer dieser Abstand, um so größer die Staubkreisfläche. Die folgenden Zahlen mögen das Letztere veranschaulichen.

Der Platte stand ein zugespitzter Messingdraht gegenüber, *a* bedeutet den Abstand dieser Spitze von der Platte, *e* die ungefähre Ladung der Flasche, gemessen durch Umdrehungen der benutzten Maschine meiner Construction, *d* den Durchmesser der Staubkreisfläche.

Die Entladung zwischen Platte und Spitze geschah bei diesen Versuchen immer ohne Funken.

<i>a</i>	<i>e</i>	<i>d</i>
15 ^{mm}	2	45
25	3	80
25	8	85

<i>a</i>	<i>e</i>	<i>d</i>
25	10	83
50	2	136
50	5	144
50	10	140
50	10	140
100	10	185
100	10	180

Als die bestreute Platte mit der negativen Belegung der Flasche verbunden war, bildete sich bei 25^{mm} Entfernung der Staubkreis entweder gar nicht, oder sehr wenig scharf begrenzt; bei 50^{mm} Entfernung bildete sich ein zuweilen nicht gut begrenzter Kreis von 140^{mm} Durchmesser, wie auf der positiven Platte.

Wurde als Spitze eine feine Nähnadel benutzt, so bildete sich auf der negativen Platte der Kreis scharf und von nahe gleicher Gröfse, wie auf der positiven Fläche.

Zu den angeführten Resultaten ist noch hinzuzufügen, dafs die Versuche nicht auf allen leitenden Platten gleich gut gelingen. Die Platte mufs trocken und rein seyn, es ist aber nicht zweckdienlich, wenn sie sehr glatt ist. Zinkblech, z. B. Elektrophordeckel, die aus demselben gefertigt sind, eignen sich gut, besonders aber die Rückseite einer belegten Platte Spiegelglas. Als Pulver eignet sich jede Substanz, welche einigermassen schlecht leitet, also aufser *Lycopodium* besonders Schwefel, gepulvertes Harz etc. Mit *Lycopodium* sind mir die Staubkreise am besten entstanden. Benutzt man ein leitendes Pulver, z. B. sehr feines Holzkohlenpulver oder feine Eisenfeile, so bildet sich auch bei ihnen oft die besprochene Kreisfläche, es bleibt aber das Pulver beim Wegblasen nicht liegen. Bei gut leitenden Pulvern erkennt man meist deutlich während der Entladung eine Wirbelbewegung, das Pulver bewegt sich auf der Platte von allen Seiten zu dem Punkt, zunächst unter der Spitze hin, wird hier in die Höhe gehoben und wieder nach auswärts geworfen, dabei bildet sich zugleich oft die beschriebene vom Pulver bedeckte Kreisfläche. Die Er-

scheinungen mit leitenden Pulvern sind aber viel weniger constant und jedenfalls viel complicirter als die oben mit *Lycopodium* beschriebenen.

So sehr ich meine Aufmerksamkeit darauf richtete, habe ich bei *Lycopodium* und Schwefel bei funkenloser Entladung durch eine Spitze keine Bewegung des Pulvers erkennen können. Geschah die Entladung in Funken, so wurde auch beim *Lycopodium*, insbesondere bei den Versuchen mit Benutzung der Franklin'schen Tafel, öfter eine Bewegung des Pulvers beobachtet. Man konnte dann deutlich erkennen, daß außerhalb des schon ohne Wegblasen erkenntlichen runden Staublecks das Pulver energisch radial fortgeschleudert war. In Folge des waren denn auch in größerer Entfernung meist deutlich die Abria'schen Linien erkenntlich.

Fragt man sich schieflich nach der Entstehung der neuen Staubfigur, so theilt sich diese Frage naturgemäfs in zwei: weshalb überhaupt Pulver an der leitenden Platte haften bleibt, und dann weshalb diefs Haften gerade auf einer so scharf begränzten Kreisfläche stattfindet? Das Haften des Pulvers kann nur durch Elektrizität erfolgen, die in dem Pulver zurückgeblieben. Gesetzt, es ströme von einer Spitze auf eine abgeleitete Platte, die mit *Lycopodium* bestreut ist, Elektrizität, so wird diese auch das Pulver gleichnamig elektrisch machen und diefs wird an der durch Ableitung unelektrischen Platte haften. Strömt nicht von der Spitze Elektrizität auf die unelektrische Platte, sondern ist die Platte geladen und wird durch eine genäherte Spitze entladen, so strömt ein Ueberschuß der Elektrizität von der Spitze und das schlecht leitende Pulver bleibt auch nach völliger Ableitung der Platte mit der der Platte entgegengesetzten Elektrizität an derselben haften. Das gleiche findet statt, wenn eine Flasche zwischen Platte und Spitze völlig entladen wird; das Pulver haftet mit der Elektrizität der Spitze an der unelektrischen Platte. Daß aber der Uebergang der Elektrizität von einer Kugel oder einer Spitze, sey es, daß ein Funke sichtbar ist, oder daß mit

dem Auge durchaus keine Lichterscheinung wahrzunehmen, auf eine Platte in einem so scharf begränzten Kegel erfolgt, dafs das Pulver auf einer genauen Kreisscheibe haften bleibt, ist ein Factum, das eben als Factum genommen werden mufs. Wenn ich auch der Ansicht bin, dafs diese Thatsache eng in Beziehung zu setzen sey zu andern eigenthümlichen Erscheinungen der Elektricität, ja dafs von ihr aus ungezwungene Erklärungen von manchen dieser Erscheinungen sich geben lassen, so unterlasse ich die Besprechung aller dieser Beziehungen. Eine allseitigere Variation der Bedingungen des Versuches, besonders eine gröfsere genaue Zahl Messungen, deren die Erscheinung durchaus fähig ist, müfste zunächst, um eine sichere Basis zu gewinnen, vorausgehen.

Zürich den 28. Febr. 1869.

VI. Eine Bestimmung der specifischen Wärme der Luft bei constantem Volumen mit dem Metallbarometer; von F. Kohlrausch.

Der allgemein angenommene Werth für die specifische Wärme der Luft bei constantem Volumen ist aus der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles berechnet. An einer exacten directen Bestimmung fehlt es bis jetzt, denn die von Clément und Désormes, sowie von Gay-Lussac und Welter ¹⁾ angestellten Beobachtungen können nur als

1) Clément und Désormes, *Journal de Physique etc.* T. LXXXIX, 321, 428. 1819. Gay-Lussac und Welter, in Laplace, *Mécanique céleste*, T. V, 125. — In dem ersteren Aufsatz vermifst man alle Details, welche ein Urtheil über die Genauigkeit der Versuche ermöglichen. Nur ein Versuch wird ausführlich mitgetheilt, von den Resultaten aller übrigen nur das Mittel gegeben. Durch eine ziemlich willkürliche Correction wird alsdann dieser Mittelwerth mit demjenigen in Uebereinstimmung gebracht, welcher aus der damals bekannten Schall-