

## Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektricität.

Von **J. Elster** und **H. Geitel**.

(Vorgetragen von H. Geitel in der Sitzung vom  
16. November 1899.)

Die Untersuchungen über das elektrische Verhalten der Gase haben in den letzten Jahren zu ganz bestimmten Vorstellungen geführt. Hiernach ist ein Gas bei gewöhnlicher Temperatur und Atmosphärendruck für Potentialdifferenzen unterhalb einer gewissen Grenze ein fast vollkommener Nichtleiter, doch kann es durch verschiedene Einflüsse in einen Zustand versetzt werden, in dem es eine merkliche Leitfähigkeit zeigt.

In dieser Weise wirkt z. B. die Gegenwart von glühenden Körpern und Flammen und die Durchstrahlung mit Röntgen- oder Becquerelstrahlen.

Man kann die so erworbene Eigenschaft des Gases auf das Vorhandensein ungemein kleiner entgegengesetzt elektrischer Theilchen in ihm zurückführen, deren Gesamtladung, wenn eine unipolare Leitfähigkeit vor der Hand ausgeschlossen wird, sich zu Null ergänzt und die in dem Gase wie in einem absolut isolirenden Mittel schweben. Diese Theilchen betrachtet man als die Producte eines Zerfalles einzelner Gasmolecüle und bezeichnet sie nach Analogie des für Elektrolyte gebräuchlichen Ausdrucks als Ionen, doch ist festzuhalten, daß eine Identität des Wesens der Gasionen mit denen der Elektrolyte nicht behauptet werden soll. Es ist im Gegentheil mehr als wahrscheinlich, daß sie von jenen durchaus verschieden sind und nur insofern mit ihnen übereinstimmen, als sie sehr kleine Theilchen ponderabler Materie in Verbindung mit ohne elektrischen Ladungen darstellen.

Die Theorie der Ionenleitung der Gase ist zuerst von Herrn W. Giese<sup>1)</sup> auf Grund von Beobachtungen der elek-

<sup>1)</sup> W. Giese, Wied. Ann. 1882, 17, S. 570.

trischen Eigenschaften von Flammgasen aufgestellt worden, später von Herrn A. Schuster<sup>1)</sup> weitergeführt, und hat auch uns schon gute Dienste geleistet bei Untersuchungen über die Elektrizitätserzeugung beim Contact von Gasen und glühenden Körpern<sup>2)</sup>, in letzter Zeit ist sie die Grundlage einer grossen Reihe von Arbeiten gewesen, die von Herrn J. J. Thomson und seinen Schülern veröffentlicht sind und das Verhalten von künstlich leitend gemachten Gasen zum Gegenstande haben.

Es könnte befremdlich erscheinen, dafs bis jetzt noch nicht der Versuch gemacht ist, das Problem der atmosphärischen Elektrizität vom Standpunkte der IONENTHEORIE aus zu behandeln. Der Grund, weshalb dies nicht geschehen ist, liegt darin, dafs man die geringe natürliche Leitfähigkeit der atmosphärischen Luft meist übersah und dadurch die Grundlage beseitigte, auf der man aufbauen konnte. So wollte auch Herr Arrhenius, dem die Theorie der atmosphärischen Elektrizität eine werthvolle Anregung verdankt, die Annahme einer gewissen Leitfähigkeit der Luft ausdrücklich auf den Fall beschränkt wissen, dafs sie von kurzweiligem Sonnenlichte durchstrahlt wird.

Es läfst sich nun in der That zeigen, dafs die natürliche atmosphärische Luft sowohl im Freien wie auch innerhalb geschlossener Räume von nicht zu kleinen Dimensionen ein unzweifelhaftes Leitvermögen hat. Auf Grund mehrjähriger Messungen der Elektrizitätszerstreuung in der freien Atmosphäre ist schon vor mehreren Jahren Herr Linss<sup>3)</sup> zu dem Ergebnisse gelangt, dafs ein auf constantem Potentiale gehaltener elektrisirter Körper in der Luft in etwa 100 Minuten eine Elektrizitätsmenge verliert, die seiner Gesamtladung gleichkommt. Es blieb noch zweifelhaft, ob nicht der Hauptantheil dieses Verlustes auf die Berührung des Versuchskörpers mit den in der Luft suspendirten Staubtheilchen zurückzuführen sei, auch war die benutzte Methode nicht geeignet, völlig befriedigende Rechenschaft von dem Elektrizitätsflusse über die isolirende Stütze hin zu geben. Leider haben diese Arbeiten nicht die verdiente Beachtung gefunden.

Mittelst eines leicht transportablen Apparates, den wir

<sup>1)</sup> A. Schuster, Proc. Roy. Soc. 1884, 37, p. 317.

<sup>2)</sup> J. Elster und H. Geitel, Wien. Ber. 1888, 97, S. 79.

<sup>3)</sup> W. Linss, Meteorol. Zeitschrift 1887, S. 345; und Elektrotechnische Zeitschrift 1890, Heft 38.

an anderer Stelle <sup>1)</sup> beschrieben haben, glauben wir nun die Elektrizitätszerstreuung von einem geladenen Körper aus in einwandfreier Weise messen zu können. Die Ergebnisse, zu denen diese Beobachtungen geführt haben, sind im Wesentlichen die folgenden <sup>2)</sup>.

Ein in freier Luft oder im Zimmer isolirt aufgestellter elektrisirter Leiter verliert seine Ladung allmählich an die Luft, und zwar etwa in dem von Herrn Linss angegebenen Grade. Ist er der freien Atmosphäre ausgesetzt, so ist dieser Elektrizitätsverlust von dem Zustande der Luft abhängig. Die Gegenwart von Nebel und anderen Trübungen, wie z. B. auch Höhenrauch, wirkt stets vermindernd auf die Zerstreung, d. h. neblige Luft leitet schlechter als reine. Ist die Luft ausnahmsweise rein und durchsichtig, so ist die Zerstreung am grössten, sie kann im Tieflande auf etwa das Zehnfache des bei Nebel gemessenen Werthes steigen. Ein Einfluß der Temperatur und der absoluten Feuchtigkeit innerhalb der in der Natur gegebenen Grenzen scheint nicht feststellbar zu sein. Obgleich der Versuchskörper, von dem aus die Elektrizitätszerstreuung erfolgt, nur sehr unvollkommen gegen Wind geschützt wird, ist doch eine Abhängigkeit von der Windstärke mit völliger Sicherheit nicht nachzuweisen. Indessen bedürfen die letztgenannten Einflüsse noch einer genaueren Untersuchung.

Die Unterschiede im Grade der Zerstreung, je nachdem man den Versuchskörper positiv oder negativ ladet, sind, wie auch Herr Linss fand, so lange man im Tieflande bleibt, im Allgemeinen unerheblich und von wechselndem Sinne.

Da nun die Klarheit der Atmosphäre sich als von so wesentlicher Bedeutung erwiesen hatte, so war zu erwarten, dafs in der reineren Luft der Gebirge die Zerstreung eine deutliche Zunahme erfahren müsse. Messungen auf dem Brocken, sowie auf dem Säntis und in der Umgebung von Zermatt haben diese Vermuthung durchaus bestätigt. Dabei zeigte sich aber noch eine merkwürdige Begleiterscheinung. Während auf der Sohle von Hochthälern, wie in Zermatt, die Beträge der Zerstreung für positive und negative Ladungen unter sich gleich und mehr als doppelt so groß als die entsprechenden Zahlen für Wolfenbüttel gefunden wurden,

<sup>1)</sup> J. Elster und H. Geitel, *Physikalische Zeitschrift* 1899, 1, S. 11. Von J. Elster demonstriert auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in München.

<sup>2)</sup> Ausführlichere Mittheilungen erscheinen in *Terrestrial Magnetism and Atm. Electricity*

ergiebt sich auf Bergspitzen der Verlust negativer Elektrizität durchweg grösser als der für positive. Schon auf dem Brocken war dies Verhalten deutlich erkennbar, auf dem Säntis standen die Zahlenwerthe etwa im Verhältniss von 4 : 1. Trat im Gebirge Nebel ein, so nahm auch sofort die Zerstreung bis zu äusserst kleinen Werthen ab.

Die so kurz geschilderten Thatsachen lassen sich nun auf Grund der Iontheorie leicht übersehen.

Die normale atmosphärische Luft enthält hiernach positiv und negativ geladene Ionen in etwa gleicher Menge. Ein positiv geladener Leiter zieht die negativen, ein negativ geladener die positiven an und wird durch Berührung mit ihnen allmählich entladen. Ist die Luft rein, so finden die Ionen, abgesehen von Reibungswiderständen, kein Hinderniss in ihrer Bewegung, ist sie nebelhaltig, so sind sie zum Theil oder vollständig an die feinen Wassertröpfchen gebunden, als deren Condensationskerne sie gewirkt haben, oder denen sie begegnet sind. Ihre Masse ist dadurch ungemein vergrössert, ihre Beweglichkeit so gut wie aufgehoben.

Im elektrischen Kraftfelde der Erde erfahren die freien Ionen eine theilweise Scheidung, um die Bergspitzen, in denen die Dichtigkeit der negativen Erdelektrizität am grössten ist, sammeln sich vorzugsweise die positiven Ionen an. Hieraus erklärt sich, dass dort der Verlust negativer Ladungen am grössten ist.

Es kam nun darauf an, die in der Natur beobachteten Erscheinungen künstlich hervorzubringen.

In einem Glasballon, der etwas Wasser enthält, wird eine mit einem Elektrometer verbundene Elektrode und eine Erdleitung angebracht. Durch ein Stück eingeführten Uranpech-erzes ertheilt man der Luft des Ballons ein gewisses Leitungsvermögen. Man erkennt dies daran, dass eine dem Elektrometer mitgetheilte Ladung continuirlich von der Elektrode zur Erde abfließt. Wird nun die Luft des Ballons durch Expansion zur Nebelbildung gebracht, so beobachtet man eine sofortige Hemmung der Entladung, die wieder in alter Weise fortschreitet, sobald man den Nebel durch Compression zum Verschwinden bringt.

Die Sonderung der positiven und negativen Ionen von einander lässt sich leicht durch elektrische Kräfte erreichen. Man stellt das Elektroskop, das zum Messen der Zerstreung dient, sammt dem Leiter, von dem aus die Zerstreung erfolgt, im Innern eines grossen isolirten Cylinders aus Drahtgeflecht auf, dem man eine constante elektrische

Ladung durch eine Trockensäule ertheilt. Man beobachtet dann, daß die Zerstreuung innerhalb des Cylinders von der Ladung seiner Außenfläche abhängt. Ist diese positiv, so ist innen der Verlust für positive, ist sie negativ, der für die negative Elektrizität viel größer als bei entgegengesetzten Vorzeichen. Man erkennt, daß der geladene Cylinder stets diejenigen Ionen aus der Luft heranzieht, die seiner Ladung entgegengesetzt sind. Diese diffundiren zum Theil in sein Inneres und entladen den dort aufgestellten Leiter, wenn seine Elektrisirung der des Cylinders gleichnamig ist.

Ladet man einen an Seidenschnüren aufgehängten Körper aus weitmaschigem Drahtnetz von etwa 1 cbm Inhalt fünf Minuten lang positiv, so erweist sich die Innenluft unmittelbar nachher als negativ geladen und umgekehrt. Auch hier sind die entgegengesetzt elektrisirten Ionen der Luft von dem Cylinder herangezogen und zum Theil in das Innere hineindiffundirt. Ueber diese Versuche und ihre Abänderung durch Erzeugung von Nebel und künstliche Ionisirung der Luft denken wir demnächst eingehender zu berichten.

Wir halten es demnach für feststehend, daß die atmosphärische Luft in gewissem Grade ionisirt ist. Der wechselnde Betrag des Elektrizitätsverlustes läßt sich sowohl auf eine verschiedene Beweglichkeit, wie auf veränderte Anzahl der Ionen zurückführen. Der Einfluß der Lufttrübung ist offenbar von der ersten Art, die Zunahme der Elektrizitätszerstreuung im Hochgebirge scheint uns, da sie weit über das Maß des im Tieflande beobachteten Maximums hinausgeht, auf einer wirklichen Vermehrung der Ionen mit wachsender Meereshöhe zu beruhen. Kann nun der Gehalt der Luft an elektrischen Ionen als erwiesen gelten, so liegt es nahe, diejenigen Eigenschaften, die man an künstlich ionisirter Luft beobachtet hat, auch bei der Atmosphäre vorauszusetzen.

Nun haben die oben erwähnten Versuche von Herren J. J. Thomson, Zeleny, Wilson u. A. gezeigt, daß unter Einwirkung gleicher elektrischer Kräfte die negativen Ionen eine größere Geschwindigkeit annehmen als die positiven. Man kann dies auch dadurch ausdrücken, daß man den ersteren eine wesentlich geringere Masse zuschreibt. Streicht nun ionisirte Luft über einen unelektrischen isolirten Leiter hin, so werden ein positives und ein negatives Ion, die sich in gleicher Lage zu dem Leiter befinden, in dem durch ihre eigene Ladung inducirtem Felde zwar gleiche Anziehungen gegen diesen erfahren, da aber die Masse des negativen kleiner als die des positiven ist, so wird es in gleicher Zeit eine

größere Strecke gegen den Leiter hin zurücklegen, also seine Ladung schon an ihn abgegeben haben können, während das langsamere wandernde positive durch den Luftstrom fortgeblasen wird. Hiernach wird ein von ionisirter Luft umgebener Leiter sich von selbst negativ laden, bis das durch diese Ladung erregte Feld den Unterschied der Beweglichkeit der Ionen ausgleicht. Solche spontanen Ladungen von Leitern in ionisirter Luft sind von Herrn Zeleny beobachtet und auf die Verschiedenheit der Ionengeschwindigkeit zurückgeführt<sup>1)</sup>. Streicht Luft durch das Innere eines Leiters, so kann die Ladung weit höhere Beträge erreichen, da für Punkte im Innern die compensirende Wirkung der zunehmenden Eigenladung wegfällt. Ein isolirt aufgestellter Leiter, durch dessen Inneres ionisirte Luft fließt, wird demnach von innen fortwährend negative Elektrizität aufnehmen. Könnte man den Verlust nach aussen und durch die Stützen verhindern, so müßte seine Ladung zu sehr hohen Beträgen gesteigert werden können.

Man erkennt, daß auch der Erdkörper, allseitig von ionisirter Luft umgeben, sich negativ laden muss. Die Zufuhr der negativen Elektrizität wird besonders dort stattfinden, wo das durch seine Eigenladung inducirte Feld nicht durch Beschleunigung der positiven Ionen ausgleichend wirken kann, d. h. an solchen Orten, die als innere Punkte der leitenden Erdoberfläche gelten können. Dies ist der Fall besonders in den mit Vegetation bedeckten Gegenden. Das elektrische Feld der Erde ist Null zwischen den Stämmen der Bäume und niedrigeren Pflanzen, hier kann also eine ungehinderte Aufnahme negativer Elektrizität aus der Atmosphäre stattfinden. Der so aufgenommenen, auf der nach aussen gewandten Erdoberfläche im elektrostatischen Gleichgewichte vertheilten negativen Ladung entspricht ein Deficit der Atmosphäre an negativen, also ein Ueberschuß an positiven Ionen. Diese werden im Ganzen in stationärer Weise gegen die Erdoberfläche hinwandern und dort die negative Elektrizität in dem Maße neutralisiren, wie sie sich unausgesetzt regenerirt. Wie oben bemerkt, muß die Erneuerung der Gesamtladung der Erde sich in etwa 100 Minuten vollziehen.

Wie man sieht, ergibt sich auf Grund der IONENTHEORIE die constante negative Eigenladung des Erdkörpers in ungezwungener Weise durch die unausgesetzte Einwanderung negativer Ionen an bestimmten (elektrisch geschützten) Orten,

<sup>1)</sup> J. Zeleny, Phil. Mag. 1898, 46, S. 137.

der ein Verlust durch Aufnahme positiver (an frei gelegenen Orten) gegenübersteht. Diejenige positive Elektrizitätsmenge, durch welche die Ladung des Erdkörpers gerade neutralisirt werden würde, ist in der Atmosphäre an positive Ionen gebunden zu suchen und zwar, da diese in Wanderung gegen die Erdoberfläche hin begriffen sind, vorzugsweise in den unteren Schichten.

Man kann aber noch weiter gehen und die Veränderungen in Betracht ziehen, die diese Wanderung der Ionen gegen den Erdkörper hin erleidet, sobald Condensation des Wasserdampfes eintritt. Wir nehmen zunächst an, daß dies in unmittelbarer Nähe des Erdbodens geschieht. Die von oben herab kommenden positiven Ionen bleiben dann in der Nebelschicht stecken, nähern sich, an den sinkenden Tröpfchen haftend, dem Boden und bilden eine dicht über ihm lagernde positiv elektrische Schicht. In dieser kann das Potentialgefälle je nach dem Grade der elektrischen Volumdichtigkeit eine beträchtliche Höhe erreichen, an der oberen Grenze der Nebelschicht muß es schnell in der Verticalrichtung abnehmen.

Liegt eine Nebelschicht (Wolke) in größerer Höhe über der Erdoberfläche, so können die positiven Ionen der darunter liegenden Luft ungehindert zur Erdoberfläche gelangen, während die aufwärts wandernden negativen in der unteren Grenzfläche der Wolke festgehalten werden. Hierdurch sinkt das Potentialgefälle am Erdboden. Die obere Fläche der Wolke wird ebenso den nach unten wandernden positiven Ionen der darüberliegenden Luftschicht ein Ziel setzen. Bei weitergehender Condensation entfallen der unteren Wolken-schicht negativ, der oberen positiv geladene Niederschläge.

Hiernach ergibt sich ohne Weiteres die Thatsache, daß die Niederschläge positive und negative Ladungen mit sich führen.

Wir wollen nun in der weiteren Betrachtung einem Gedankengange folgen, der kürzlich von Herrn J. J. Thomson angegeben ist<sup>1)</sup>. Bei Versuchen über die Condensation des Wasserdampfes hat sich nämlich gezeigt, daß die Nebelbildung in negativ ionisirter Luft bei geringerer Expansion erfolgt, als in solcher, die mit positiven Ionen beladen ist, man kann daher erwarten, daß die Nebelbildung zuerst die negativen Ionen an Wassertröpfchen bindet. Eine sich bildende Wolke wäre demnach als ein Gemisch negativ geladener Tröpfchen mit Luft aufzufassen, die freie positive

<sup>1)</sup> J. J. Thomson, Phil. Mag. 1898, 46, S. 533.

Ionen enthält. Im Augenblicke ihrer Bildung wird sie nach aufsen elektrisch nicht wirken können, wohl aber, sobald durch die Fallbewegung die negativ geladenen Tröpfchen sich von der dazwischen gelagerten positiven Luft getrennt haben. Die elektrische Potentialdifferenz bildet sich demnach auf Kosten der lebendigen Kraft der fallenden Tropfen. Bei fortschreitender Expansion und Abkühlung der Luft werden auch die positiven Ionen zu Condensationskernen und die ihnen anhaftenden positiven Ladungen werden mit den Niederschlägen zur Erde geführt. Ein Ausgleich der Spannung innerhalb der Wolke ist wegen der geringen Beweglichkeit der Ionen in ihr nur in disruptiver Weise möglich. Da die Zahl der Ionen in den höheren Luftschichten, wie aus unseren Beobachtungen in den Alpen hervorgehen würde, gröfser als an der Erdoberfläche ist, so erscheint der Ursprung so grofser Elektrizitätsmengen, wie sie ein Gewitter liefert, weniger befremdend.

Die Grundlage der im Vorigen kurz dargestellten Auffassung der elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre, nämlich die Existenz entgegengesetzt geladener Ionen in der Luft, kann als experimentell erwiesen gelten, ebenso hat man auch die verschiedene Diffusionsgeschwindigkeit der Ionen in künstlich leitend gemachter Luft, sowie ihr abweichendes Verhalten gegenüber der Nebelbildung auf Grund von Versuchsergebnissen erschlossen. Es handelt sich demnach hier nur um eine Anwendung experimentell gewonnener Erfahrungen auf ein Gebiet der Meteorologie <sup>1)</sup>.

Es ist bemerkenswerth, mit welcher Einfachheit sich die Grundthatsache dieses Gebietes, nämlich die trotz unausgesetzten Verlustes constante negative Ladung des Erdkörpers ergibt. Dafs auch die Existenz freier positiver Elektrizität in den unteren Luftschichten, d. h. die Abnahme des Potentialgefälles mit der Höhe, weiterhin seine Zunahme im Bodennebel, ferner die wechselnde Eigenelektrizität der Niederschläge aus der Theorie abzuleiten sind, ist schon erwähnt worden.

Es fragt sich nun, wie stellt sich diese Auffassung zu dem von Herrn F. Exner hervorgehobenen Zusammenhange zwischen dem Potentialgefälle und dem Wasserdampfgehalte der Luft und der von uns der Exner'schen Formel nachgebildeten Beziehung zur Intensität der Sonnenstrahlung?

<sup>1)</sup> Nach einer soeben in Wied. Ann. erschienenen Abhandlung ist Herr Heydweiller auf einem von dem unserigen völlig verschiedenen Wege ebenfalls zu dem Nachweise der Ionenleitung der Luft gelangt.

Hierzu ist zunächst zu bemerken, daß sowohl der Exner'schen Theorie von der Convection der negativen Bodenelektricität durch den Wasserdampf, wie auch der von uns auf Grund zahlreicher Beobachtungsreihen empfohlenen photoelektrischen, durch die vom Freiballon aus durchgeführte Erforschung des elektrischen Feldes der Atmosphäre der Lebensnerv durchschnitten ist. Die hierdurch nachgewiesene Anwesenheit freier positiver Elektricität in der Luft ist unverträglich mit den Theorien, die sich auf ein irgendwie geartetes Einströmen der negativen Bodenelektricität in die Luft gründen. Danach würde den genannten Formeln — entsprechend einer schon früher von uns ausgesprochenen Bemerkung — höchstens noch ein empirischer Werth zuzuerkennen sein. Aber auch dieser wird stark beeinträchtigt, wenn man bedenkt, daß die Formeln nur auf die Mittelwerthe aus einer sehr großen Anzahl von Messungen des Potentialgefälles anwendbar sind, während die Einzelbeobachtungen ganz beträchtliche Differenzen aufweisen. So scheint es, daß jene Gleichungen nicht viel mehr sagen, als daß mit steigendem Wasserdampfgehalte der Luft und zunehmender Sonnenstrahlung das Potentialgefälle durchschnittlich abnimmt. Eine gleiche Beziehung kann mit Erfolg auch für die Temperatur aufgestellt werden<sup>1)</sup>. So käme man in dem Bestreben, das Potentialgefälle von anderen meteorologischen Elementen abhängig darzustellen, schließlich nur zu der bekannten, durch die jährliche Periodicität wiedergegebenen Erfahrung zurück.

Nach der Ionentheorie muß das Potentialgefälle klein sein, wenn die positiven Ionen der Luft beweglich genug sind, um zur Berührung mit der Erdoberfläche zu gelangen, werden sie in der Nähe des Bodens festgehalten, so steigt es an. Die Beweglichkeit (und Anzahl) der Ionen bestimmt aber auch die Größe der Elektricitätszerstreuung, d. h. es muß im Allgemeinen mit zunehmender Zerstreuung das Potentialgefälle sinken. Nun hat schon Herr Linss gefunden, daß der jährliche Gang des Zerstreungscoefficienten in der That dem des Potentialgefälles entgegengesetzt verläuft, indem die Zerstreuung im Winter durchschnittlich kleiner als im Sommer ist.

Sehr deutlich zeigt sich der hierin liegende Zusammenhang an der früher von uns mitgetheilten Thatsache, daß mit zunehmender Lufttrübung (d. h. also abnehmender Leitfähig-

<sup>1)</sup> W. Braun, Messungen des Potentialgefälles der Luftelektricität in Bamberg. XVII. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Bamberg. Separatabdruck S. 29.

keit der Luft) unter sonst gleichen Umständen das Potentialgefälle wächst<sup>1)</sup>).

Auch die tägliche Periode wird im Wesentlichen vielleicht auf eine Periode der Klarheit der Luft zurückkommen. Den an heiteren Tagen meist dunstigen Morgenstunden entsprechen die hohen Potentialwerthe, die dann mit zunehmender Klarheit der Atmosphäre sich dem Minimum der Nachmittagsstunden nähern. Doch werden hier locale Verhältnisse stark mitwirken müssen.

Eine eingehende Theorie der atmosphärischen Electricität auf Grund der Ionisirung der Luft kann nur nach Beschaffung reicheren Beobachtungsmaterials über die Abhängigkeit dieser Eigenschaft von anderen meteorologischen Factoren versucht werden, wobei festzustellen ist, wie weit die in der Natur vorhandenen Ionen der Atmosphäre mit den künstlich hervorgebrachten übereinstimmen. Es kam uns hier nur darauf an, zu zeigen, dafs ein solcher Versuch Erfolg verspricht.

---

<sup>1)</sup> J. Elster und H. Geitel, Wien. Ber. 1892, 101, S. 824.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu Braunschweig](#)

Jahr/Year: 1899-1901

Band/Volume: [12\\_1899-1901](#)

Autor(en)/Author(s): Elster Julius, Geitel Hans

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntniss der atmosphärischen Elektrizität 41-50](#)