

Werk

Label: Rezension

Ort: Braunschweig

Jahr: 1896

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0011 | LOG_0182

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte über die Fortschritte auf dem
Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

Unter Mitwirkung

der Professoren Dr. J. Bernstein, Dr. W. Ebstein, Dr. A. v. Koenen,
Dr. Victor Meyer, Dr. B. Schwalbe und anderer Gelehrten

Durch alle Buchhand-
lungen und Postanstalten
zu beziehen.

herausgegeben von

Dr. W. Sklarek.

Wöchentlich eine Nummer.
Preis vierteljährlich
4 Mark.

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

XI. Jahrg.

Braunschweig, 14. März 1896.

Nr. 11.

Arthur Schuster: Atmosphärische Elektrizität.
(Nature. 1896, Vol. LIII, p. 207.)

Einem Vortrage, welchen Herr Schuster vor der Royal Institution of Great Britain gehalten, und der an oben bezeichneter Stelle in extenso mitgetheilt ist, sollen im nachstehenden einige weniger bekannte Thatsachen und Betrachtungen entnommen werden:

Beobachtungen, die täglich und überall angestellt werden können, haben gezeigt, dass die Erde bei jedem Wetter elektrisirt ist. In der Sprache der älteren Theorien, die wir noch nicht ganz aufgeben können, sagen wir, dass die Erde mit negativer Elektrizität geladen ist, und in moderner Ausdrucksweise bezeichnen wir dasselbe durch den Satz, dass wir uns in einem elektrischen Felde bewegen, dass elektrische Kraftlinien sich durch die Luft erstrecken vom Boden, von unseren Körpern und von allem, was dem freien Himmel exponirt ist. Die Stärke dieses elektrischen Feldes ist gar nicht unbedeutend. Wenn wir dasselbe künstlich herstellen wollten zwischen zwei Platten, die einen Fuss von einander abstehen, so müssten wir eine elektromotorische Kraft anwenden, die ausreichend — und zuweilen mehr als ausreichend — ist, die Glühlampen, die in unserem Hause sind, zu entzünden. Die elektrische Kraft ist bei uns verhältnissmässig schwach, aber 50 Volts pro Fuss werden beständig beobachtet, und 100 Volts sind nicht ungewöhnlich; aber in trockenen Klimaten ist die Kraft bedeutend grösser als diese Werthe.

Richten wir unsere Gedanken auf die Kraftlinien, welche von der Erde ausgehen, so müssen wir sofort fragen: Wo ist ihr andere Ende? Biegen sie wieder zur Erde um? Enden sie in dem Staube, der uns überall umgibt, oder reichen sie bis zu den Wolken? Gehen sie durch die Wolken und enden sie da, wo unsichtbare Partikel das Roth des Sonnenuntergangs vom Blau des Mittags trennen? Oder endlich verlassen sie die Erde ganz und bilden sie die unfühlbaren Ketten zwischen uns und der Sonne, den Sternen und dem unendlichen Raume? Das sind keine müssigen Fragen; denn wir können nicht sagen, dass unsere Aufgabe gelöst ist, so lange sie nicht beantwortet sind. Die letzt erwähnte, ursprünglich von Peltier aufgestellte und später von Exner vertretene Ansicht ist die einfachste. Könnten wir zugeben, dass

die Erde, einmal negativ elektrisirt, für immer elektrisirt bleiben kann, während die entsprechende positive Elektrizität gänzlich ausserhalb unserer Atmosphäre sich befinde, dann wäre die Hauptschwierigkeit der atmosphärischen Elektrizität beseitigt, und das normale Potentialgefälle an der Oberfläche würde erklärt sein durch die dauernde negative Elektrisirung der Oberfläche.

Leider muss diese Ansicht, um haltbar zu sein, annehmen, dass die Atmosphäre ein vollkommener Nichtleiter ist für die normale elektrische Spannung, und dies ist bekanntlich nicht der Fall. Wir kennen mehrere Ursachen, welche die isolirende Eigenschaft der Luft aufheben. Wenn zwei Hollundermarkkugeln elektrisirt sind und sich abstossen und ein Zündhölzchen in ihrer Nähe angesteckt wird, dann fallen die Kugeln zusammen; dies zeigt, dass sie ihre Ladung verloren haben, und dass also die Flamme des Zündhölzchens das Isolationsvermögen der Luft zerstört hat. Nicht nur die Flamme ist es, welche leitet, sondern auch die von der Flamme aufsteigenden Gase. Folgendes Experiment wird dies beweisen. Eine an ihrem oberen Ende rechtwinkelig umgebogene Metallröhre enthält einen Bunsenbrenner in metallischer Berührung mit der Röhre, die auch mit einem Elektroskop in Verbindung steht; der Träger der Röhre ist durch Paraffinklötze isolirt. Eine Leydener Flasche steht auf einem besonderen Träger so, dass ihr Knopf in der Höhe des oberen Theils der Röhre steht, welche als Esse für die Flamme wirkt. Der Versuch gelingt auch, wenn die aus dem Schornstein kommenden Gase mit keinem Theil der Flasche in directe Berührung kommen. Die Flasche wird geladen und es muss dafür gesorgt werden, dass sich keine Staubfasern an die Flasche oder den Schornstein ansetzen. Die Ladung der Flasche wird dann durch die Röhre abfliessen, und die Blättchen werden divergiren. Wenn die Blättchen, wie im Exnerschen Elektroskop, sobald sie eine bestimmte Divergenz erreicht haben, sich durch Berührung mit zur Erde abgeleiteten Platten entladen, so kann man das Laden und Entladen lange Zeit verfolgen. Man wird bemerken, dass die Flamme, welche ganz umgeben ist von einer Röhre desselben Potentials, in diesem Falle nicht wirksam sein kann, vielmehr

muss die Leitungsfähigkeit den aus dem Schornstein entweichenden Gasen zugeschrieben werden.

Aus diesem Versuche folgt, dass jedes auf der Erde brennende Feuer und jeder Schornstein, aus dem Verbrennungsproducte austreten, wie sehr wirksame Blitzableiter wirken und somit langsam, aber sicher jede Elektrisirung der Erdoberfläche entladen werden. Die besondere Immunität der Fabrikschornsteine gegen Blitzschaden ergibt sich aus einer Statistik, die Hellmann in Schleswig-Holstein gesammelt hat; denn während 6,3 Kirchen unter 1000 getroffen werden und 8,5 Windmühlen, ist die Zahl der Fabrikschornsteine nur 0,3 auf 1000.

In der elektrischen Entladung selbst haben wir ferner ein kräftiges und wahrscheinlich allgemein wirksames Mittel, das Isolationsvermögen der Luft zu zerstören. Einige von den Versuchen, die ich vor einigen Jahren beschrieben, um dies zu beweisen, sind deshalb angezweifelt worden, weil es nicht die Entladung, sondern das von ihr ausgehende, violette Licht sein kann, welches wirksam ist. Nachstehende Gestalt des Versuches beweist jedoch endgültig, dass die Entladung unabhängig vom Licht wirksam ist.

Eine Ruhmkorffsche Spirale ist ganz von einem metallenen, zur Erde abgeleiteten Kasten umgeben; die Enden der Rolle führen in die Mitte einer Metallröhre, die gleichfalls auf dem Potential Null gehalten wird. Diese Röhre ist so angeordnet, dass ein Luftstrom durchgeblasen werden kann. Die aus der Röhre entweichende Luft stösst auf eine Metallplatte, die mit einem geladenen Elektroskop verbunden ist, oder geht in ihrer Nähe vorbei. Unter diesen Bedingungen wird das Elektroskop weder durch den Luftstrom allein, noch durch die Rolle allein entladen. Sowie aber Luft durch die Röhre geblasen wird, während die Funken zwischen den Enden der Spirale in der Mitte der Röhre überspringen, und auf die Platte trifft, wird das Elektroskop augenblicklich entladen. Das Experiment gelingt auch, wenn ein Baumwollenpfropf in den Anfang der Röhre gesteckt wird, um den Staub aufzuhalten; aber ein Baumwollenpfropf am anderen Ende verringert die Wirkung so sehr, dass ich zweifelhaft bin, ob eine Wirkung hier wirklich existirt. Ich bin vorläufig nicht geneigt, zu glauben, dass die Wirkung vom Staub herrührt, sondern dass die Baumwolle dadurch wirkt, dass sie das Zeitintervall zwischen der Wirkung der Funken und der Zeit, wo die von diesem beeinflusste Luft aus der Röhre tritt, verlängert. Die Wirkung kann auch beobachtet werden, selbst wenn die Röhre durch ein zweites 3 bis 4 Fuss langes Stück verlängert wird. —

Wenn wir die Anschauung annehmen, dass eine elektrische Entladung die Isolationsfähigkeit des Gases zerstört, so folgt, dass die äusseren Schichten der Atmosphäre leiten müssen; denn wir haben triftigen Grund zur Annahme, dass elektrische Ströme beständig durch diese Regionen hindurchgehen. Das Nordlicht in den arktischen Gebieten ist, nach Nordenskjölds Beobachtungen, ein beständiges

Phänomen, und die täglichen Schwankungen des Erdmagnetismus zeigen, dass in unseren Breiten elektrische Ströme die Luft über uns durchziehen. Eine so geringe Leitungsfähigkeit wie auch der Atmosphäre zuschreiben mögen, die Erde könnte innerhalb einer solchen Schale von theilweise leitenden Gasen nicht elektrisirt bleiben. Lord Kelvin kam zu demselben Schluss in einer Vorlesung in der Royal Institution unter der Annahme, dass Gase bei sehr reducirten Drucken aufhören zu isoliren. Wir können die Frage offen lassen, ob die normale elektrische Spannung von selbst eine Entladung in die äusseren Regionen veranlassen könne; aber wir können nicht leugnen, dass unter den vorhandenen Bedingungen diese Regionen nicht isoliren können, und Lord Kelvins Argument ist sicherlich stichhaltig.

Die Frage nach dem Ende der Kraftlinien — mit anderen Worten nach der Localisirung der positiven Ladung, welche der negativen Elektrisirung der Erdoberfläche entspricht — kann nur gelöst werden durch Ballon- oder Drachen-Versuche, und wir wollen nur die wichtigeren Resultate anführen, welche in dieser Richtung bisher erhalten worden sind. —

(Herr Schuster erwähnt die Beobachtungen von L. Weber bis zu etwa 1000 Fuss, nach welchen das elektrische Feld stärker, d. h. das Potentialgefälle mit der Höhe grösser wird, und die in viel grösseren Höhen ausgeführten Messungen von Baschin, Andrée, Le Cadet und Börnstein, welche sicher ergeben haben, dass dort das Potentialgefälle abnimmt und in 3000 m kaum noch nachzuweisen ist.) Wenn nun auch der Gegenstand noch nicht erschöpft ist, so können wir es doch als vorläufig festgestellt betrachten, dass die Kraftlinien des normalen elektrischen Feldes der Erde in den ersten 10000 oder 15000 Fuss enden. Dies Resultat ist von grosser Wichtigkeit, denn es zeigt, dass bei schönem Wetter eine Schicht positiv geladener Luft dauernd über uns vorhanden sein muss. Luftströmungen in dieser Schicht müssen das Feld, das wir beobachten können, beeinflussen und vielleicht kann die tägliche Periode (der Luftelektricität) von Aenderungen der Luftströmungen in mässiger Höhe herrühren. Eine von Exner entdeckte Thatsache (s. Rdsch. III, 304) ist in Verbindung mit dieser Frage wichtig. An drei verschiedenen Orten (bei Wien, am Wolfgangsee und bei Venedig) fand er, so oft ein starker Südwind wehte, bei klarem Himmel die normale elektrische Kraft stets vergrössert und oft beträchtlich.

Die täglichen Schwankungen (der Luftelektricität) zeigen, mit wenigen Ausnahmen, eine merkwürdige Gleichmässigkeit an verschiedenen Orten. Im allgemeinen hat man zwei Maxima des Potentials, eins um 8 h oder 9 h morgens und eins am Abend. Das Abendmaximum ist das deutlichste, während das Morgenmaximum an manchen Orten, besonders nahe bei Städten, verschwindet. Dieselben allgemeinen Charakterzüge der täglichen Schwankung sind an einer Anzahl von europäischen Stationen, am Cap Horn, in Melbourne und in den nördlichen Polargegenden ge-

funden worden. Wenn diese Schwankung in zwei zerlegt wird, eine mit einer Periode von 24 Stunden und eine andere von 12 Stunden, so findet man die letztere an weit entlegenen Orten der Erdoberfläche übereinstimmend, während die erstere in viel stärkerem Grade variiert und daher mehr von localen Umständen beeinflusst wird. Die bemerkenswerthen Untersuchungen Hanns haben ein ähnliches Resultat für die täglichen Schwankungen des Barometers ergeben (vgl. Rdsch. IV, 339), und wir können vernünftiger Weise schliessen, dass die halbtägliche Schwankung der atmosphärischen Elektrizität verknüpft ist mit derselben Circulation in den oberen Regionen der Atmosphäre, welche sich in den entsprechenden Druckänderungen zeigt.

Ausser den mehr regelmässigen, periodischen Aenderungen zeigt die bei schönem Wetter beobachtete elektrische Spannung deutliche Unterschiede an verschiedenen Tagen und in verschiedenen Jahreszeiten. In bezug auf diese haben die Untersuchungen Exners zu dem wichtigen Ergebniss geführt, dass ein inniger, directer oder indirecter Zusammenhang existirt zwischen der Menge des Wasserdampfes in der Atmosphäre und dem an der Erdoberfläche beobachteten Potentialgefälle (vgl. Rdsch. III, 304). —

(Herr Schuster erwähnt sodann die Beobachtungen von Elster und Geitel über den Zusammenhang der Lufterlektricität mit den ultravioletten Strahlen, worüber ausführlich Rdsch. VII, 669 berichtet ist.)

Die Erscheinung der Lufterlektricität ist auf dem Sonnblick-Observatorium in 3100 m Höhe studirt worden (s. Rdsch. IX, 214; X, 317) und dort das wichtige Resultat festgestellt, dass das elektrische Feld hier ziemlich constant ist. Die grossen Unterschiede, welche im tiefen Niveau zwischen dem elektrischen Felde im Sommer und im Winter, oder bei trockenen und nassen Tagen beobachtet worden, scheinen vollkommen zu fehlen, und diese Thatfachen scheinen den aus den Ballonbeobachtungen gezogenen Schluss zu stützen, dass die positiven Enden der Kraftlinien in einer Höhe von etwa 10 000 Fuss liegen.

Kurz müssen noch einige Umstände angeführt werden, welche das normale Potentialgefälle verändern. Da die Erdoberfläche negativ elektrisirt ist, muss auch der Staub, der vom Winde emporgehoben wird, elektrisirt sein, und man findet in der That, dass in heftigen Staubstürmen die Gesetzmässigkeit der Kraftlinien nahe der Erde vollständig umgekehrt ist. Werner Siemens konnte, auf der Spitze einer der Pyramiden Aegyptens stehend, während eines starken Windes eine improvisirte Leydener Flasche so laden, dass er starke Funken aus ihr erhielt. — Nebel verstärken in der Regel das normale Gefälle bedeutend, so dass die Wassertröpfchen als positiv geladen angenommen werden müssen. Wasserfälle stören bedeutend den elektrischen Zustand der Luft in der Nähe, die den Fall umgebende Luft ist negativ geladen, oft bis auf grosse Entfernungen. Ob die Wolken an sich elektrisirt sind, ist sehr zweifelhaft; sie stören aber ohne Zweifel und schwächen gewöhnlich das Potentialgefälle an der Erdoberfläche, aber

dies rührt vielleicht nur her von einer Verschiebung der positiv elektrisirten Schicht, welche die Ballon-Beobachtungen in einer Höhe von 10 000 Fuss nachgewiesen haben, nach einer Höhe von 20 000 Fuss. Während eine Wolke regnet, sind die elektrischen Wirkungen in der Nähe dieselben, wie in der Nähe eines Wasserfalls. Die Erklärung ist wahrscheinlich in beiden Fällen die gleiche, und durch Versuche, die später angeführt werden sollen, können wir die negative Elektrisirung der Luft unter ähnlichen Umständen nachahmen.

Messungen der Elektrisirung des fallenden Regens oder Schnees, so einfach sie auf den ersten Blick scheinen, sind mit sehr ernstesten Schwierigkeiten verknüpft. Wir verdanken die vollständigste Untersuchung den Herren Elster und Geitel (Rdsch. V, 564). Sie fanden keine Regelmässigkeit in der Elektrisirung, obwohl positive Vorzeichen ein wenig überwiegen beim Schnee und negativ beim Regen.

Das Herannahen eines Gewitters meldet sich durch charakteristische Cumulus-Wolken an, und der allgemeine Luftzustand, der ihrer Entstehung günstig ist, wird von vielen nervösen Personen empfunden. Viele von uns sind daran gewöhnt zu hören: „es liegt ein Gewitter in der Luft“. Woher auch dies „Gewitter-Gefühl“ rühren mag, es kann keine elektrische Wirkung sein, denn elektrische Instrumente, so fein, dass sie einen geringen Bruchtheil der normalen Kraft nachweisen, geben keine Anzeichen vom Herannahen eines Gewitters, und nur, wenn die Wolke angefangen hat zu regnen oder zu hageln, werden starke elektrische Wirkungen bemerkt. Während des Gewitters wird das Elektroskop in der That sehr gestört, und häufige und heftige Umkehrungen seiner Zeichen stellen sich ein. Die Thatfache, dass keine Wirkungen an der Erdoberfläche während des Herannahens einer Gewitterwolke beobachtet werden, beweist nicht, dass keine elektrische Scheidung vorhanden ist, denn wir können uns zwei entgegengesetzt elektrisirte Schichten in verschiedenen Niveaus vorstellen, die ein starkes elektrisches Feld zwischen sich erzeugen, aber nur schwache Wirkungen nach aussen. Dass etwas derartiges vorkommen kann, wird angedeutet durch Beobachtungen in Gebirgsgegenden, wo heftige elektrische Störungen vor der Bildung von Wolken beobachtet werden (vgl. Trabert, Rdsch. V, 25). Die Cumulus-Wolke, aus welcher der Blitz fährt, ist fast stets begleitet von einer Cirrusschicht über ihr, und der Blitz schlägt öfter nach oben oder zur Seite zwischen den Wolken, als zur Erde herab. Unter solchen Umständen ist es klar, dass Instrumente an der Erdoberfläche nur sehr theilweise die Natur und Vertheilung der elektrischen Spannung in der Nähe der Wolken angeben können.

(Herr Schuster geht kurz auf die Gewitter und zwei auffallende Erscheinungen von Kugelblitzen ein, erwähnt das St. Elmsfeuer und geht dann auf die Theorien über die atmosphärische Elektrizität ein.)

(Schluss folgt.)