

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Meteorologie

Trabert, Wilhelm

Berlin [u.a.], 1918

Luftelektrizität

Luft-Elektrizität¹⁾.

§ 46. Begriff der Luft-Elektrizität.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde fast gleichzeitig in Europa und in Amerika, im ersteren von De Romas und Abbé Mazaes, im letzteren durch Benjamin Franklin, der Versuch gemacht; aus einer Gewitterwolke mit Hilfe eines Drachen, der mit einer Spitze und einer die Elektrizität leitenden Schnur versehen war, Elektrizität herabzuholen und so direkt den Nachweis zu erbringen, daß die im Blitze sich äußernde Kraft in der That Elektrizität sei. Diese Versuche gelangen vollkommen und führten zu der Idee, durch Blitzableiter sich vor den Gefahren des Gewitters zu schützen.

Weiter wurde in Europa, und zwar durch Lemonnier, die wichtige Entdeckung gemacht, daß auch bei wolkenlosem Himmel Elektrizität aus der Luft gezogen werden könne; und er stellte schon regelmäßige Beobachtungen dieser Erscheinung an.

Ist nun wirklich in der Atmosphäre beständig Elektrizität aufgehäuft, derart, daß man dieselbe durch Spitzen auffangen und zur Erde leiten kann? Diese Annahme ist durchaus nicht nötig. Bekanntlich wird jeder Metallkörper in einem Raume, in welchem sich elektrische Massen befinden (d. h. in einem „elektrischen Feld“), durch „Influenz“ elektrisch, d. h. es scheidet sich in ihm die positive und die negative Elektrizität voneinander ab und sammelt sich an den entgegengesetzten Seiten des Körpers. Hat gar ein solcher Körper an der einen Seite eine Spitze, dann kann aus ihr die Elektrizität der einen Art ausströmen, und der Körper hat dann nur noch die Elektrizität der anderen Art.

¹⁾ Man sehe Nr. 649 dieser Sammlung: Dr. A. Kähler, Lufterlektrizität.

Erman und Peltier haben nun bewiesen, daß wir es in der Tat mit diesem Vorgange zu tun haben, wenn wir durch einen Drachen oder eine mit einer Spitze versehene lange Metallstange scheinbar Elektrizität aus der Luft herausziehen. Denn in Wahrheit braucht zu diesem Zweck in der Luft selbst gar keine Elektrizität vorhanden zu sein; aber ein elektrisches Feld ist sicher vorhanden. Dann aber sind die Fragen zu beantworten: welche Änderungen beobachten wir in diesem Felde? Wo befinden sich die elektrischen Massen, die dieses Feld erzeugen? Sitzen sie auf der Erdoberfläche, auf der Sonne oder einem anderen Himmelskörper? Oder sind sie in der Atmosphäre selbst vorhanden?

Diese Fragen lassen sich nur durch systematische Beobachtungen beantworten. Dazu bedarf es vor allem eines handlichen Instrumentes; dann aber müssen wir zuerst die ungestörte Erscheinung bei schönem Wetter studieren. Wir dürfen auch nicht an Häusern oder auf Berggipfeln beobachten oder müssen, wenn wir dies tun, die dort gewonnenen Ergebnisse auf die Ebene reduzieren.

Diese grundlegenden Forderungen hat zuerst Franz Erner aufgestellt und erfüllt. Mit seinem Elektroskop wurden fast alle verwendbaren Messungen angestellt. Dieses Instrument besteht aus zwei in einer Hülse H (Fig. 41) isoliert angebrachten Aluminiumblättchen a und a' , welche um einen bestimmten Winkel ausschlagen, sobald sie elektrisch geladen sind. Will man nun das elektrische Feld rings um die Erde erforschen, so braucht man nur eine Spitze oder besser eine Flamme F in bekannter Entfernung von der Erdoberfläche

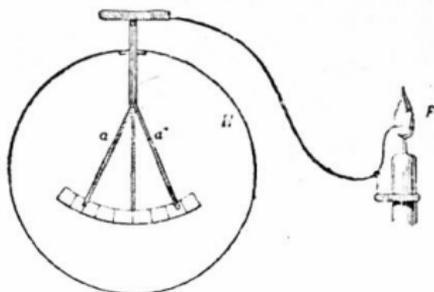


Fig. 41. Erners Elektroskop.

isoliert aufzustellen und durch einen gutleitenden Draht, immer isoliert, mit den beiden Aluminiumplättchen zu verbinden, wobei die Metallhülse H zur Erde abgeleitet sein muß. Man kann aber auch eine Tropfelektrode oder eine Radiumverbindung als Elektrode verwenden. Die Spitze oder kurz die Elektrode nimmt immer das Potential des betreffenden Punktes, wo sie sich befindet, an.

Je nach dem Ausschlag der beiden Plättchen erhält man so das „Potentialgefälle“ pro Meter. Dieses ist die Kraft, mit welcher eine positiv-elektrische Masse bewegt würde, wenn sie an den betreffenden Ort gebracht würde. Finden wir nun auf der Erdoberfläche nach oben ein positives Potentialgefälle, so ist die Kraft eine anziehende, d. h. zum Erdmittelpunkt gerichtete, bei negativem eine abstoßende.

Wir messen das Potentialgefälle pro m in Volt, einer Einheit, welche 0,89 Teile jener Kraft bedeutet, die in einem Daniellschen Element (Kupfer-Zink) wirksam ist.

§ 47. Das elektrische Feld der Erde und die Ionisation der Atmosphäre.

Wenn die Atmosphäre ein elektrisches Feld darstellt, dann muß die Erde eine elektrische Ladung besitzen.

Die Beobachtungen haben nun gelehrt, daß bei schönem Wetter überall das Potentialgefälle ein positives ist, d. h. die Kraft, welche auf eine positiv-elektrische Masse ausgeübt wird, ist zur Erdoberfläche gerichtet, die Erde ist also negativ geladen. Die Beobachtungen zeigten aber auch, daß das Potentialgefälle und damit jene Kraft durchaus nicht konstant sei, daß sie sich von Ort zu Ort ändert, daß sie im Laufe des Tages und im Laufe des Jahres verschieden groß sei.

Die Dichte der elektrischen Ladung der Erde ist also gewiß nicht überall und zu jeder Zeit konstant, und es fragt sich nun, wo denn jene influenzierenden Massen ihren Sitz haben, ob

auf der Sonne, auf dem Monde oder etwa in der Atmosphäre, durch welche jene Änderungen verursacht werden.

Mit dem beobachteten täglichen und jährlichen Gang würden wir nun sofort in Widersprüche kommen, wenn wir elektrische Massen von beträchtlicher Größe auf der Sonne oder auf dem Monde annehmen wollten.

Es zeigt sich, daß nur einigermaßen voneinander entfernte Orte im täglichen Gange des Potentialgefälles durchaus nicht übereinstimmen. Dasselbe hat einen rein lokalen Charakter. Gewöhnlich tritt um 4^h morgens ein Minimum auf, nur Höhenstationen zeigen aber von da an eine kontinuierliche Zunahme des Potentialgefälles bis gegen Abend, während die Stationen der Ebene, besonders im Sommer, um die Mittagszeit eine sekundäre Depression haben. An diesen Stationen zeigen sich zwei Maxima, morgens und abends, getrennt durch eine Depression zur Zeit, da die aufsteigenden Luftströmchen am kräftigsten sind.

Gerade umgekehrt zeigt sich im jährlichen Gang, der sehr kräftig entwickelt ist, ein Maximum zur kalten, ein Minimum zur warmen Jahreszeit, und zwar übereinstimmend auf der Nord- und Südhemisphäre. Wie es scheint, ist auch das Potentialgefälle in den Tropen klein und wächst gegen die höheren Breiten.

Weiter erscheint das Potentialgefälle abhängig von der absoluten Feuchtigkeit, von der Temperatur, der Sonnenstrahlung, Luftreinheit und wohl auch vom Luftdruck.

Voraussetzung aller dieser Beziehungen ist aber, daß nur heitere oder leichtbewölkte Tage zur Untersuchung genommen werden und daß gestörte Tage (Tage mit Regen, Gewitter und Nebel) eliminiert werden.

Sicher ist wohl, daß all diese Veränderlichkeiten mit der Höhe abnehmen. In Sonnblidhöhe ist der jährliche Gang so gut wie verschwunden. Nach Beobachtungen im Ballon

wird das Potentialgefälle in der freien Atmosphäre mit zunehmender Höhe kleiner; es ist in großen Höhen sicherlich sehr klein.

Aus alledem folgt aber, daß die störenden elektrischen Massen in den unteren Schichten der Atmosphäre sitzen, daß durch diese der tägliche und der jährliche Gang hervorgerufen wird.

Wenn aber, wie es scheint, in großen Höhen das Potentialgefälle fast verschwindet, dann müssen die positiven elektrischen Massen in der Atmosphäre so groß sein wie die negativen, die auf der Erdoberfläche ihren Sitz haben.

Wir kommen also zu dem weiteren Resultate, daß in der Atmosphäre ebensoviel positive Massen ihren Sitz haben als negative auf der Erdoberfläche.

Findet nun gar nie ein Ausgleich zwischen diesen Massen statt? Oder anders ausgedrückt, ist die Atmosphäre ein vollständiger Nichtleiter?

Schon der Wechsel in den unteren Schichten lehrt, daß das nicht der Fall ist. Es haben auch schon Versuche von Linz gezeigt, daß die Atmosphäre eine gewisse Leitfähigkeit habe. Wir wissen heute, worin überhaupt die Leitfähigkeit der Gase besteht.

Wenn die Gase eine gewisse Leitfähigkeit besitzen, dann enthalten sie immer kleinste positiv und negativ elektrische Partikel, sogenannte „Ionen“.

Ist die Atmosphäre leitend, enthält sie also auch Ionen, und zwar, da sie positiv geladen ist, positive Ionen in Überschuß.

Da aber die Ionen die Tendenz haben, sich immer zu unelektrischen Teilen zu vereinigen, besteht offenbar das Problem der Lufterlektrizität in der Frage: Wodurch entstehen immer von neuem in der Atmosphäre Ionen?

Als eine der Hauptquellen der Ionisation von Gasen hat man nun radioaktive Substanzen anzusehen und solche ent-

hält unsere Atmosphäre wirklich. Sie gelangen in dieselbe hauptsächlich durch die Bodenluft.

Man nimmt an, daß hierin die Hauptquelle der Ionisation der Atmosphäre gelegen ist.

Sind auch manche Einzelheiten noch nicht aufgeklärt, so stimmt diese Theorie doch so gut mit den zum Teile sehr verwickelten Tatsachen, daß im Wesen die Ionentheorie der Luftelektrizität gewiß richtig ist.

§ 48. Gewitterelektrizität. Blitz und Elmsfeuer.

Sobald sich Wolken zeigen, ist das normale Potentialgefälle bedeutend gestört; beim Nahen von Gewitterwolken steigt dasselbe nach Exner bis auf -8000 Volt/m und höher. In den Wolken sind also große Elektrizitätsmengen aufgespeichert. Auch hiefür besitzen wir noch keine völlig sichere Erklärung. Man nahm an, daß das Zusammenfließen der Tropfen die Ursache ist. Lenard hat nämlich gezeigt, daß, wenn Tropfen zusammenfließen, die Tropfen und die sie umgebende Luft entgegengesetzte Elektrizitäten annehmen.

Nach der Ionentheorie liegt die Ursache daran, daß, nachdem durch die Kondensation alle Staubeilchen ausgefällt sind, beim weiteren Aufsteigen Übersättigung eintritt, und schließlich die Kondensation an den negativen Ionen eintritt, so daß mit dem Regen im Gewitter sehr viel negative Elektrizität zur Erde herabgeführt wird.

Hat sich in den Wolken so viel Elektrizität aufgehäuft, daß die Spannung zwischen Erde und Wolke oder zwischen zwei verschiedenen Wolken genügend groß ist, so kann die Elektrizität den Widerstand der Luft überwinden und überspringen. Es entsteht der Blitz; und in seiner Begleitung tritt das mit der Entladung verbundene Geräusch, der Donner, ein. Geht die Entladung zur Erde hin, so entsteht der „Zickzackblitz“; findet sie zwischen den Wolken statt, so sehen wir

nur einen hellen Schein, den Flächenblitz, ähnlich dem Wetterleuchten, dem Widerschein von Blitzen entfernterer Gewitter. Die Kugelblitze, Feuerbälle, die oft mit geringer Geschwindigkeit, scheinbar regellos über der Erde dahinziehen, scheinen verzögerte Entladungen zu sein.

Zwischen dem Niederschlag und der Elektrizität beim Gewitter besteht hiernach kein engerer Zusammenhang. Der heftige Gewitterregen ist eine Erscheinung für sich und findet seine Erklärung in der plötzlich auftretenden reichlichen Kondensation; der Blitz ist nur eine Begleiterscheinung.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß dem Gewitterregen eine plötzliche Störung des Gleichgewichts der Atmosphäre, ein rasches Aufsteigen der dampfreichen, erwärmten Luft zugrunde liegt. Darum treten die Gewitter am häufigsten zur warmen Tages- und Jahreszeit auf, teils lokal, teils ziehen sie in schmalen Bändern, mit der Breitseite voran, westöstlich oft über ganz Europa dahin, vielfach mit einer Geschwindigkeit von 100 und mehr Kilometern in der Stunde und begleitet von einem plötzlichen Auf- und Absteigen des Barometers, den „Gewitternasen“, so genannt nach der Form, die ein Barogramm um diese Zeit erkennen läßt.

Ein anderer Ausgleich der Elektrizität zwischen Wolke und Erde geht am schönsten und intensivsten auf Bergspitzen vor sich, die unmittelbar in die Wolken eintauchen: im Elmsfeuer. Auf dem Sonnlick hat man diese Erscheinung vielfach studiert. Besonders nach Gewittern beobachtete man bläuliche, helleuchtende Flämmchen, die sich unter summendem Geräusch am Blitzableiter, an Hausecken, ja am Menschen zeigen.

Entfernt man sich nur ein wenig vom Hause, so bilden sich oft 5 cm lange Feuerbüschel an den Fingern der ausgestreckten Hand, an den Schnurrbartspitzen, an den Fasern des Lodenhuts, kurz überall, wo eine Spitze vorhanden ist.

Bei dieser zauberhaften Erscheinung geht gleichfalls ein Ausströmen der Elektrizität vor sich, nur in verschiedener Weise, je nachdem die ausströmende Elektrizität positiv oder negativ ist. v. Obermayer wies experimentell nach, daß, wenn die Büschel lang sind und auf rötlichen Stielen aufsitzen (Fig. 42a), die Elektrizität positiv ist, bei kleinen Büscheln, die Blütenkelchen gleichen (Fig. 42b), dagegen negativ. Im Winter überwiegt nach den Beobachtungen P. Lechners auf dem Sonnblick das negative, im Sommer das positive Elmsfeuer. Verfasser, der zahlreiche Elmsfeuer auf dem Sonnblick zu sehen Gelegenheit hatte, nahm wahr, daß die Blitze bei positivem Elmsfeuer rot, bei negativem blau waren. Lechners Beobachtungen bestätigen diese Wahrnehmung. Was die Blitzschläge betrifft, so fügen wir die tröstliche Mitteilung bei, daß nach der Statistik der Blitzschläge in Belgien auf 470 000 Menschen jährlich nur ein Todesfall durch Blitzschlag zu rechnen ist.

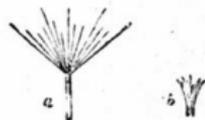


Fig. 42. Elmsfeuer:
a) positiv, b) negativ.

Atmosphärische Lichterscheinungen.

§ 49. Tageslicht, blaue Farbe des Himmels, Dämmerung.

In § 12 haben wir erfahren, daß ein Teil der Sonnenstrahlung, welche in der Atmosphäre scheinbar verloren geht, durch diffuse Reflexion nach allen Seiten zerstreut wird und uns den Himmel hell erscheinen läßt. Ferner wissen wir, daß insbesondere die kurzwelligen, die blauen und violetten Strahlen der diffusen Reflexion unterworfen sind; deshalb muß unter den Strahlen, welche uns vom Himmel reflektiert werden, das Blau überwiegen.