

Die  
**ATMOSPHERISCHE ELEKTRICITÄT.**

Von  
**Luigi Palmieri.**

Mit Zustimmung des Verfassers aus dem Italienischen übersetzt

von

**Heinrich Discher,**  
k. k. Telegraphen-Official.

*Mit 8 Abbildungen.*



WIEN. PEST. LEIPZIG.

A. HARTLEBEN'S VERLAG.

340

D.  
640.

21  
9



Die  
ATMOSPHERISCHE ELEKTRICITÄT.

Von  
Luigi Palmieri.

Mit Zustimmung des Verfassers aus dem Italienischen übersetzt

von  
Heinrich Discher,  
k. k. Telegraphen-Official.

Mit 8 Abbildungen.



WIEN. PEST. LEIPZIG.  
A. HARTLEBEN'S VERLAG.  
1884.

Technische Universität  
Chemnitz  
Universitätsbibliothek

WA

D640

K. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.

## Vorwort des Uebersetzers.

---

Die Denkschrift über die atmosphärische Elektrizität, welche der berühmte Professor Palmieri unter dem Titel „Leggi ed origine della elettricità atmosferica“ im Sommer des Jahres 1882 der königlich italienischen Akademie der Wissenschaften überreicht hat, dürfte sowohl nach ihrem Inhalte die vollste Beachtung aller Fachmänner, unter welchen hier in erster Reihe Meteorologen und Elektriker gemeint sind, verdienen, als auch in Rücksicht auf die Persönlichkeit des Verfassers das Interesse weiterer Kreise erregen.

Aus diesen Gründen fand sich die Verlagshandlung A. Hartleben in Wien veranlasst, mit Zustimmung des Verfassers eine deutsche Uebersetzung der bezeichneten Schrift herauszugeben.

Ich unterzog mich gerne der mir übertragenen Arbeit (bei welcher ich allerdings den Mangel eines technischen Wörterbuches unangenehm empfand), und spreche hiermit den Wunsch aus, dass dieselbe beim deutschen Publicum nicht nur eine wohlwollende Aufnahme, sondern auch eine nachsichtige Beurtheilung finden möge.

Heinrich Discher.





## Gesetze und Ursprung der atmosphärischen Elektricität.

In der vorliegenden Abhandlung sind in Kürze die hauptsächlichlichen Ergebnisse meiner Studien über die atmosphärische Elektricität enthalten. Diese Studien erstrecken sich auf einen Zeitraum von 32 Jahren und gründen sich auf Beobachtungen, welche unter Anwendung eigenthümlicher Methoden und Instrumente grösstentheils auf der Beobachtungs-Station des Vesuvs angestellt wurden.

Bei den von anderer Seite angewendeten Methoden und Instrumenten werde ich aus dem Grunde nicht verweilen, weil dieselben bis jetzt nicht als solche bekannt wurden, welche, gleich den meinigen, genaue und richtige Messungen liefern — Messungen, die bei ihrer Reduction auf eine conventionelle oder auf eine absolute Einheit zu vergleichbaren Resultaten führen können.

Ich will vor Allem den Nachweis erbringen, dass die atmosphärische Elektricität durch Influenz auf die in der freien Luft befindlichen Leiter wirkt und sich denselben nicht durch die Berührung der sie umgebenden Luft mittheilt.

Den ersten Beweis kann man durch die stabilen oder franklinischen Leiter, welche isolirt auf den Dächern angebracht sind, liefern, indem man dieselben mit einem Elektroskop oder einem Elektrometer verbindet. Diese Leiter gehen an ihrem oberen Ende in eine Spitze aus. Die Wirksamkeit dieser Spitze konnte allen Beobachtern

das Auftreten der Influenz auf ähnliche Art wahrnehmbar machen, wie sich dieselbe an den Conductoren der gewöhnlichen Elektrisirmaschinen zeigt, denn bei diesen wird der Conductor durch die Influenz der geriebenen Scheibe geladen. Aus diesem Grunde braucht ein stabiler Leiter, welcher in eine Spitze endigt, eine verhältnissmässig lange Zeit, um das Maximum der Ladung zu erreichen, sobald die Beobachtungen bei heiterem Himmel und bei Abwesenheit auch entfernten Regens angestellt werden. Volta fand, dass die Blättchen des Elektroskops nicht vor 5 Minuten das Maximum ihres Ausschlages erreichten, und ich habe öfter Gelegenheit gehabt, diese Thatsache zu erhärten.

Es kann aber schon als ein an sich selbst genügender Beweis angesehen werden, dass, wenn man einen der freien Luft ausgesetzten und mit einem Elektroskop verbundenen Leiter rasch zu einer gewissen Höhe erhebt, welche unter günstigen Umständen nur wenige Decimeter beträgt, man bei ruhigem Wetter allsogleich die Anzeichen positiver Elektrizität wahrnehmen wird.

Hat sich diese in die Erde verloren und wird dann der Leiter gesenkt, so zeigt sich unmittelbar darauf die entgegengesetzte (negative) Elektrizität. Wenn man, statt den gesenkten Leiter zu erhöhen, einen erhöhten Leiter plötzlich senkt, so wird man bei gewöhnlicher Witterung immer negative Elektrizität erhalten.

Man könnte leicht annehmen, dass die beim Erheben und Senken eines Leiters auftretende Elektrizität von der zwischen der Luft und dem Leiter stattfindenden Reibung herrühre. Eine solche Annahme wäre aber deshalb nicht zu rechtfertigen, weil das Erheben und Senken des Leiters nicht das Auftreten entgegengesetzter Elektrizitäten erklären kann. Diese Erscheinung müsste sich auch im Innern eines geräumigen Saales oder in einem durch hohe Mauern begrenzten Raume hervorrufen lassen.

Man sieht also, dass die Erscheinungen in der Weise auftreten, als wenn oberhalb oder unterhalb des Leiters eine inducirende Elektrizität existirte, welche positiv, beziehungsweise negativ ist, oder auch, als wenn beide Elektrizitäten gleichzeitig vorhanden wären.

Es bleibt nun nachzuweisen, ob diese inducirende Elektrizität der (positiven) Atmosphäre oder dem (negativen) Erdboden oder beiden angehöre.

Es wird vielfach behauptet, die Oberfläche der Erde oder mindestens die aus ihr hervorragenden Körper seien negativ elektrisch; so viel mir aber bekannt, ist es vor mir Niemandem gelungen, den elektrischen Zustand der mit dem Erdreiche verbundenen Körper augenfällig nachzuweisen.

Wenn sich zwei der freien Luft ausgesetzte Leiter einander in vollkommen horizontaler Richtung schnell nähern und wenigstens der eine derselben isolirt ist, zugleich aber auch mit einem Elektroskop in Verbindung steht, wird sich unter gewöhnlichen Witterungsverhältnissen immer negative Elektrizität zeigen. Wird dann der offenbar inducirte Leiter entladen und vom anderen Leiter entfernt, so wird man unmittelbar darauf positive Elektrizität entdecken — eine Erscheinung, die man nur an einem von benachbarten Gegenständen freien Orte, nicht aber in einem geschlossenen Raume hervorrufen kann.

Die elektroskopischen oder elektrometrischen Anzeigen, welche man in dieser Weise erhält, ändern sich in ihrer Intensität von Stunde zu Stunde und von Tag zu Tag; sie sind zuweilen sehr stark und ein anderesmal sehr schwach.

Nun fragt es sich, ob die sich an jenen Körpern, welche mit der Erde in inniger Verbindung stehen, so leicht zeigende Elektrizität eine der Erde eigenthümliche oder durch die Elektrizität der Luft inducirte sei.

Um diese Frage in sicherer Weise zu beantworten, ist es nöthig, zu bemerken:

1. Dass die durch Annäherung oder Entfernung erhaltenen Werthe der elektrischen Spannungen proportional sind denjenigen, welche man von den stabilen und mit Spitzen versehenen Leitern erhält; von den letzteren aber wird allgemein zugegeben, dass sie die Fähigkeit besitzen, die Elektrizität der Luft anzuzeigen.

2. Dass das gedachte Gesetz der Annäherung eine vollständige Umkehrung in jenen Zeiten erfährt, bei welchen die stabilen Leiter negative Elektrizität anzeigen. Es ist eigenthümlich, dass bei Wetterzuständen mehr oder weniger regnerischer oder gewitterhafter Natur in einer Entfernung von wenigen Kilometern durch Annäherung in einem Orte negative und in einem anderen positive Elektrizität erhalten wird. Wenn diese Elektrizitäten inducirt sind, so ist die Erscheinung begreiflich: wenn dieselben aber unserem Planeten eigenthümlich sind, ist es unfassbar, wie sich zwei einander so nahe Regionen des Erdballes im Zustande entgegengesetzter Elektrizitäten erhalten können.

Es ist überflüssig, hervorzuheben, dass dort, wo man mittelst der Annäherung negative Elektrizität erhält, die stabilen Leiter positive Luft-Elektrizität anzeigen, und dass dort, wo die Annäherung positive Elektrizität ergiebt, die negative Elektrizität der Luft vorherrscht.

Es scheint demnach, dass man die Elektrizität der irdischen Körper, welche immer die entgegengesetzte von jener der Luft ist, als eine inducirte, nicht aber als eine ihnen eigenthümliche anzusehen habe.

Wenn die Spitzen am oberen Ende der stabilen Leiter das Vorhandensein jener Elektrizität anzeigen, welche der darüber befindlichen Luft angehört, so folgt daraus, dass, wenn man das untere Ende eines isolirten Leiters mit Spitzen versieht, dieser die entgegengesetzte

Elektricität anzeigen muss. Dies ist aber nicht der Fall; vielmehr habe ich mir durch wiederholte Versuche dieser Art die Ueberzeugung verschafft, dass sich immer die gleichnamige Elektricität kundgiebt, in was immer für einer Weise auch die Spitzen angeordnet seien. Dadurch ist unwiderleglich bewiesen, dass die Elektricität des Erdbodens nicht inducirend wirkt, sondern selbst inducirt ist.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, wie nothwendig es bei der Beobachtung der durch die Annäherung und durch die Entfernung hervorgerufenen Erscheinungen ist, dass sich die Körper nicht nur in einer vollkommen horizontalen Richtung bewegen, sondern dass auch der Horizont auf beträchtliche Entfernungen ganz unbedeckt sei.

Ich nahm einen Leiter, der einen Meter lang war und dessen eines Ende mit einem gläsernen, mit Gummiack überzogenen Stabe versehen war, während das andere Ende in eine kleine Kugel auslief. Auf dem Thürmchen des Vesuv-Observatoriums stehend, bewegte ich diesen Leiter, den ich an seiner isolirenden Handhabe erfasst hatte, horizontal im Kreise und constatirte, dass ich positive Elektricität erhielt, wenn ich mich nach der Meeresseite wandte; als ich mich aber nach vorausgegangener Berührung desselben gegen die Seite des Vesuvs und des Berges von Somma drehte, hatte ich negative Elektricität. Auf dem Gipfel des Vesuvs und bei einem nach allen Richtungen hin freien Horizonte gab der in horizontale Drehung versetzte Leiter an dem mit ihm in Verbindung stehenden Elektroskop von Bohnenberger kein Anzeichen von Elektricität. Wird dieser Versuch auf einer frei gelegenen Terrasse gemacht welche nur an einer Seite eine Mauer hat, so wird der sich horizontal drehende Leiter negative Elektricität anzeigen, wenn man sich gegen die Mauer wendet, und positive Elektricität, wenn man sich nach momentaner Verbindung

desselben mit der Erde gegen den freien Horizont wendet. Weil demnach ein vom Boden sich schnell aufwärts bewogender Leiter bei gewöhnlicher Witterung immer positive Elektrizität anzeigt, nach seiner schnellen Entladung und Wiederannäherung an die Erde aber negativ elektrisch wird, erscheint es mir klar, dass es sich dabei um Influenz-Elektrizität handle.

Aus diesem Grunde muss ein der freien Luft ausgesetzter isolirter Leiter zwei entgegengesetzte elektrische Zustände annehmen, nämlich jene Elektrizität, welche mit der inducirenden übereinstimmt und sich zu zerstreuen sucht, und die entgegengesetzte, welche, verborgen bleibend, dem Leiter den Anschein des unelektrischen Zustandes giebt.

Würde aber die inducirende Elektrizität eine schnelle und rasche Verminderung erfahren, so würde der Leiter die entgegengesetzte Elektrizität anzeigen; wenn hingegen die inducirende Elektrizität mit Schnelligkeit zunehmen würde, so könnte der gedachte Leiter wegen vermehrter Influenz nur die gleichartige Elektrizität anzeigen. Es kann folglich ein stabiler Leiter, wenn derselbe gut isolirt und der freien Luft ausgesetzt ist, sehr leicht negative Elektrizität anzeigen, während thatsächlich die entgegengesetzte Elektrizität vorherrscht. In solcher Weise erklären sich jene raschen Zeichenwechsel der atmosphärischen Elektrizität, wie sie sich bei Sturmregen und bei den grossen Ausbrüchen des Vesuvs ereignen. Dadurch erscheint auch die von mir wiederholt beobachtete Thatsache begründet, dass in gewissen Momenten der stabile Leiter negative und der bewegliche Leiter positive Elektrizität anzeigt.

Bedient man sich, statt eines zu hebenden und zu senkenden Leiters, des fallenden oder steigenden Strahles einer Flüssigkeit, so kann man ebenso leicht zu den gleichen Ergebnissen gelangen.

In meiner Denkschrift vom Jahre 1850 sind in Kürze die ersten Versuche beschrieben, welche ich über die Annäherung und Entfernung der Körper gemacht habe; ebenso jene über die Erscheinungen, welche sich bei dem fallenden oder aufsteigenden Flüssigkeitsstrahle zeigen. Diese Erscheinungen hat viel später Thomson benutzt, um darauf eine Methode meteorologisch-elektrischer Beob-

Fig. 1.

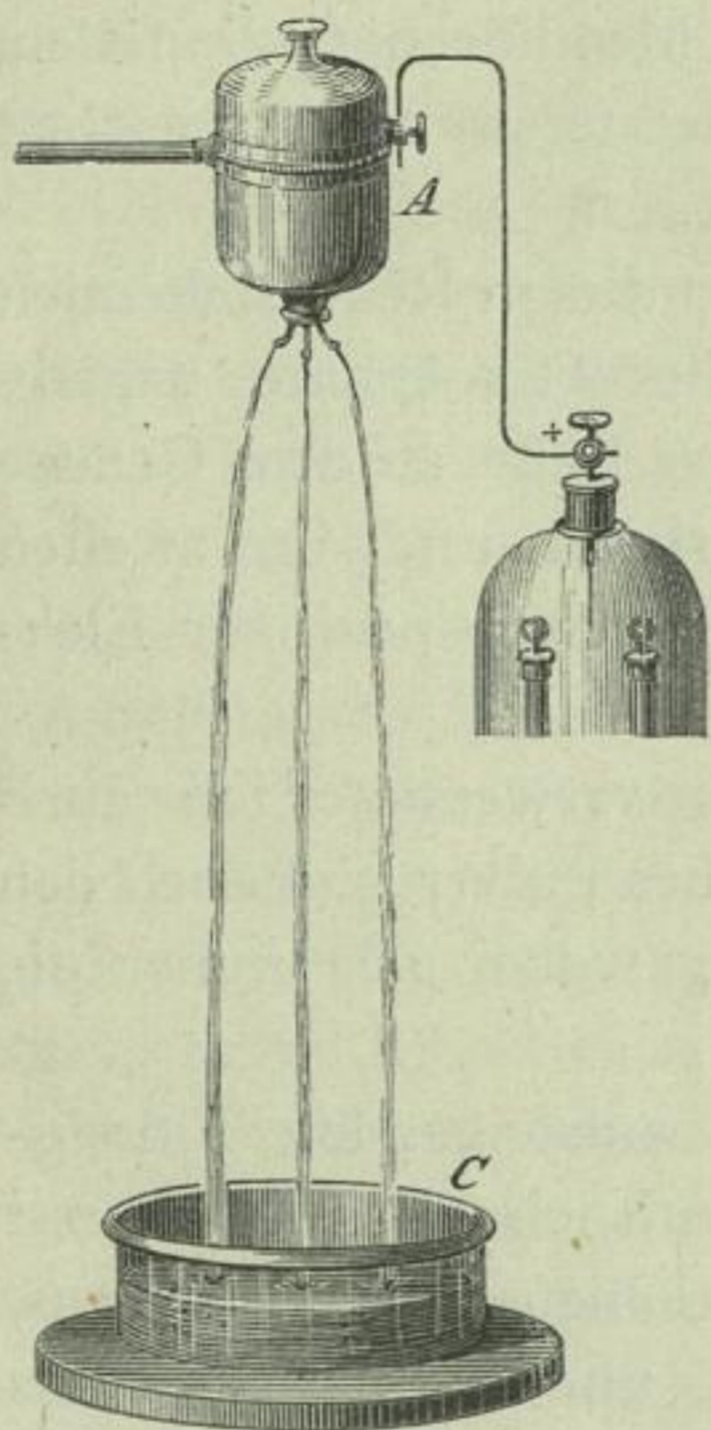
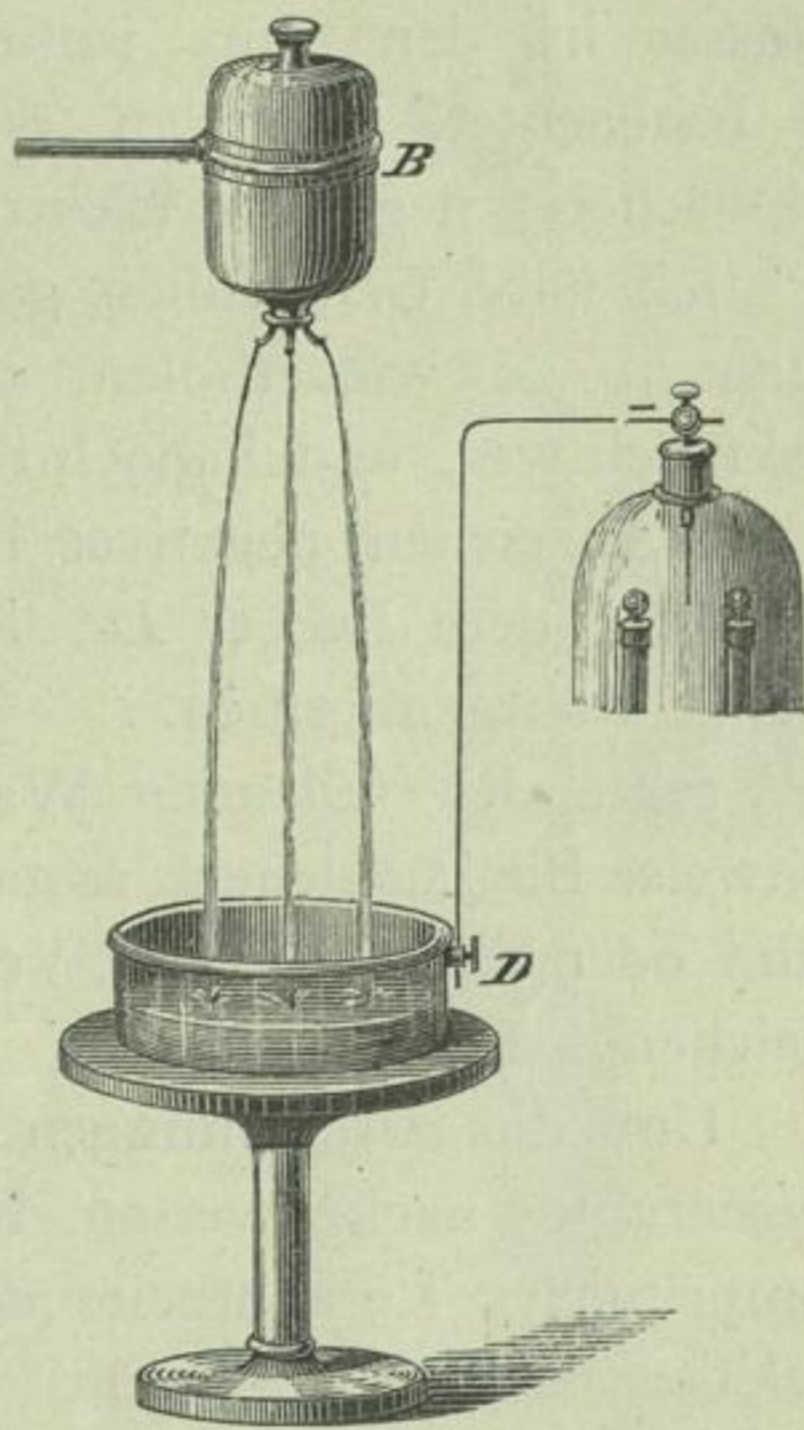


Fig. 2.



achtungen zu gründen, die zwar damals ebenfalls von mir angegeben, aber aus mir heute noch triftig erscheinenden Gründen nicht praktisch ausgeübt wurde. Wie dem auch sei, so will ich auch dieser Versuche in Kürze gedenken, und verzeichne nachstehend die damals veröffentlichten Figuren.

Für den fallenden Strahl brachte ich ein messingenes Gefäß *A* (Fig. 1), welches gut isolirt war, in einer

gewissen Höhe über dem Fussboden der Terrasse an, welche zur Beobachtungsstation auf dem Vesuv gehörte. Aus dem Boden des Gefässes floss das Wasser durch einige kleine Löcher aus und fiel in einen nicht isolirten, metallischen Becher *C*. Wurde das Gefäss mit dem Elektroskop verbunden, so zeigte dieses bei gewöhnlichem Wetter mehr oder weniger das Vorhandensein positiver Elektrizität an. Wurde dagegen das Gefäss *B* (Fig. 2) mit dem Boden leitend verbunden und liess man das Wasser in den nun isolirten Metallbecher *D* fallen, so beobachtete man an dem letzteren die Anzeichen schwächerer negativer Elektrizität.

Ich habe Gelegenheit gehabt, die in Rede stehenden Versuche zu wiederholen, als die Atmosphäre negativ elektrisch war, und habe im ersten Falle an dem Gefässe *A* die Anzeichen negativer Elektrizität und im zweiten Falle an dem Becher *D* die Anzeichen positiver Elektrizität wahrgenommen.

Statt des fallenden Wassers verwendete ich auch zeitweise Bleikügelchen, metallisches Pulver und auch den Sand oder die Asche des Vesuvs, wobei ich immer die gleichen Resultate erhielt.

Um die Erscheinungen des aufsteigenden Flüssigkeitsstrahles nachzuweisen, bediente ich mich eines mit comprimierter Luft arbeitenden kleinen Springbrunnens, welcher isolirt aufgestellt war, und constatirte, dass sowohl der Strahl, in welchen ich eine kleine Metallplatte *B* (Fig. 3) einschaltete, als auch der Springbrunnen selbst deutliche Anzeichen von positiver Elektrizität bei gewöhnlicher Witterung, und von negativer Elektrizität bei jener Witterung gaben, bei welcher diese letztere von den stabilen Leitern als die in der Luft vorherrschende angezeigt wurde, wobei selbstverständlich der Springbrunnen und das Metallplättchen abwechselnd mit dem Elektroskop verbunden waren. Wurde das Plättchen in



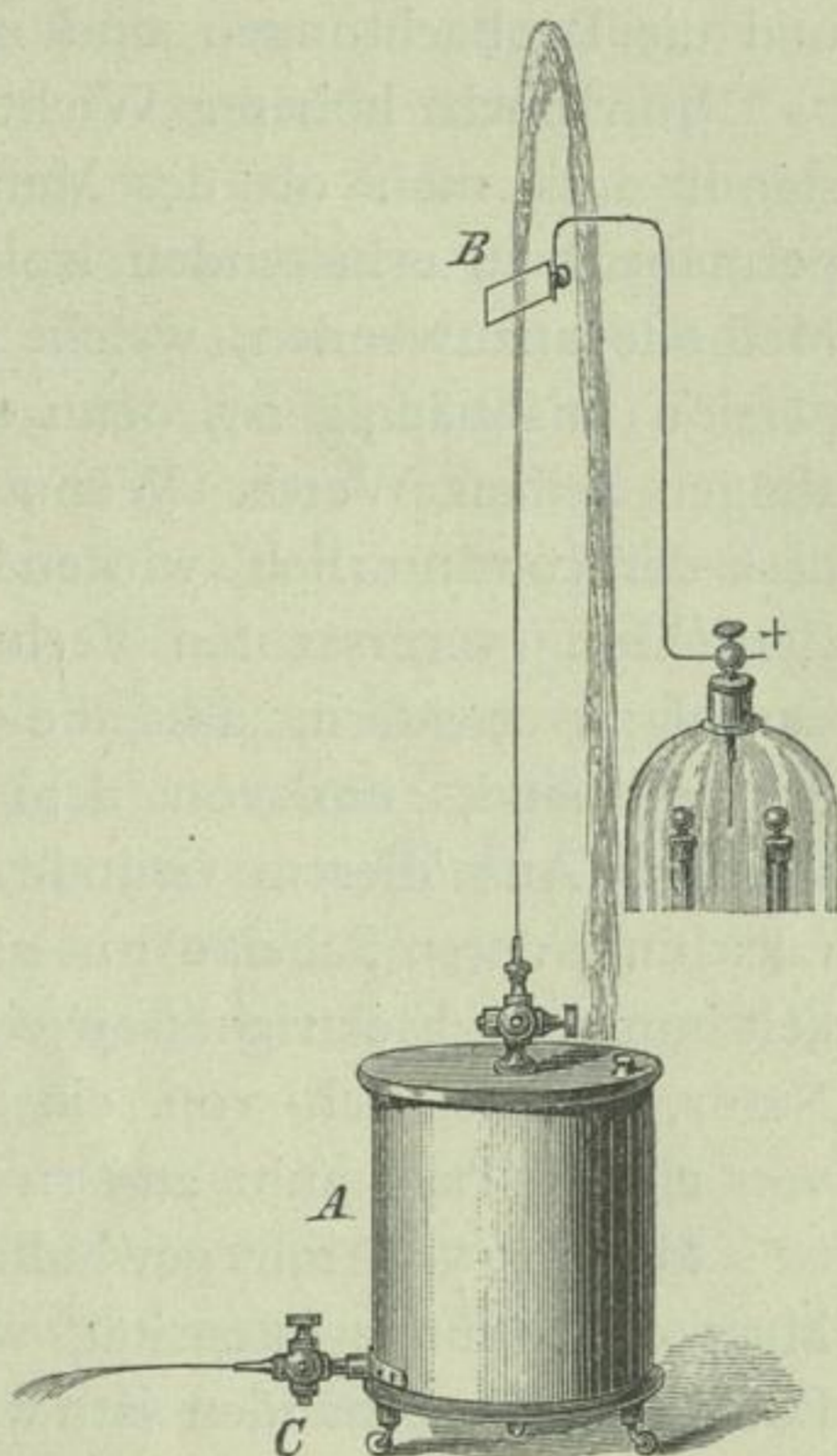
den fallenden, mehr oder weniger zertheilten Flüssigkeitsstrahl, nachdem also dieser den Gipfel der Parabel passirt hatte, eingetaucht, so hatte man nicht selten die Anzeichen negativer Elektricität, obwohl in der Luft die positive Elektricität vorherrschte.

Nachträglich habe ich an dem Springbrunnen auch seitwärts einen, in der Figur mit *C* bezeichneten Hahn angebracht, um auch die Wirkungen eines horizontalen Flüssigkeitsstrahles studiren zu können. Wenn dieser sich in den freien Raum ergoss, so zeigte der Springbrunnen ebenfalls positive Elektricität an, welche aber abnahm, sobald der Flüssigkeitsstrahl gegen eine nahe Mauer gerichtet wurde.

Ich setze nunmehr die Gründe auseinander, aus welchen ich mich nicht des fallenden Flüssigkeitsstrahles bediente, um die Werthe der in der Luft vorherrschenden Elektricität nachzuweisen.

Es ist nämlich vor Allem erforderlich, dass die Geschwindigkeit des Flüssigkeitsstrahles eine gleichmässige sei; auch ist es schwierig, das Gefäss bei Feuchtigkeit, Regen oder Nebel entsprechend zu isoliren. Wenn man auch bei den von Mascart gebrauchten Isolatoren, bei welchen Schwefelsäure angewendet wird, von der

Fig. 3.



Unbequemlichkeit einer derartigen Combination absehen wollte, so können dieselben doch nur für eine gewisse Zeitdauer, welche übrigens schwer zu bestimmen ist, functioniren, und es muss dann die Schwefelsäure erneuert werden. Ausserdem wird bei herrschendem Winde der flüssige Strahl hin- und herbewegt, was Störungen erzeugt; endlich friert das Wasser bei starkem Froste ein und die Beobachtungen sind unmöglich.

Von noch höherer Wichtigkeit ist aber der Umstand, dass man ob des Mangels einer absoluten und permanent zu erhaltenden Isolirung gezwungen ist, eine Methode anzuwenden, welche von den Fehlern der Dispersion unabhängig ist, denn andernfalls hätten die Messungen keinen Werth. Wenn behauptet werden sollte, dass der continuirlich wirkende Strahl die durch seine Zertheilung verursachten Verluste wieder ersetze, so ist darauf zu erwidern, dass die Verluste mitunter zu bedeutend sind, um von dem Mehrausflusse ersetzt zu werden. Aus diesem Grunde wird auch eine Elektrisirmaschine, deren Scheibe mit gleichmässiger Geschwindigkeit umläuft, Elektrizitätsanzeigen höchst veränderlicher Natur, welche sich von einer Stunde zur andern und von einem Tage zum andern ändern, liefern.

Mit der von mir gewählten Methode erhält man das Mass der Influenz-Intensität, wie sie im Augenblicke der Beobachtung vorhanden ist, während man mit continuirlich wirkenden Apparaten dieses Mass nicht erhalten kann; denn setzt man beispielsweise voraus, es zeige das Elektrometer einen bestimmten Grad des Ausschlags an und es nehme die inducirende Elektrizität ab, so wird das Instrument gleichwohl fortfahren, dieselbe Ladung anzuzeigen, bis es nicht durch Dispersion auf den Stand der wirklich vorhandenen Elektrizität gelangt.

Ich beschränke mich auf diese wenigen Bemerkungen, obwohl ich deren viele zu machen hätte.

Es ist überflüssig, dass ich von den stabilen, in Spitzen endigenden Leitern spreche, weil man weiss, dass diese oft in ein hartnäckiges Stillschweigen verfallen, und zwar gerade dann, wenn in Folge der hygrometrischen Beschaffenheit der Umgebung die Verluste beträchtlich sind, abgesehen von anderen Uebelständen, welche ich an anderer Stelle hervorgehoben habe.

Schon Volta hatte gezeigt, dass, wenn man auf dem oberen Ende dieser Leiter einen brennenden Körper anbringt, etwa ein Stück Zunder, ein Zündhölzchen oder eine Flamme, man eine wahrnehmbare Zunahme ihrer Wirksamkeit herbeiführt. Wenn man aber auch in dieser Weise das Vorhandensein der atmosphärischen Elektrizität nachweisen kann, so muss man sich, wenn es sich um genaue Messungen handelt, doch anderer Mittel bedienen, denn der wehende Wind verändert die Thätigkeit der Verbrennung und der Regen löscht sie ganz aus. Ich war daher, nachdem ich jene alten italienischen Versuche neuerdings angestellt hatte, wirklich verwundert, zu hören, dass unlängst der Vorschlag gemacht wurde, angezündete Kerzchen am Ende der stabilen Leiter anzubringen.

Nach allen diesen Vorstudien überzeugte ich mich, dass man sich den Ansichten von Ermann, welche von Peltier durch seinen atmosphärischen Elektrometer in die Praxis eingeführt wurden, nähern müsse. Während eines ganzen Jahres machte ich wiederholte Beobachtungen mit diesem Elektrometer und mit einem stabilen Leiter, der entweder in eine Spitze oder in einen Wimpel endigte, und wenn ich auch gefunden hatte, dass der erstere Leiter seltener versagte, so konnte mir doch andererseits nicht entgehen, dass die Beobachtungen unbequem und überdies nicht frei waren von bedeutenden Dispersionsfehlern, deren Bewerthung nicht möglich war. Will man ferner Beobachtungen bei Regenwetter anstellen, so wird das

Instrument benetzt, und man braucht Zeit und Geduld, um es wieder wirkungsfähig zu machen.

Es ist also leicht begreiflich, dass ich die Nothwendigkeit erkannte, ein Elektrometer zu besitzen, welches dieses Namens würdig sei, und ebenso diejenige einer besseren Methode, welche genaue und schnelle Messungen der Influenz der atmosphärischen Elektrizität oder, wenn man will, ihres Potentials in gegebener Höhe zulässt.

Ich beschreibe vorerst das Elektrometer und dann die Beobachtungsmethode, die sich auf die Verwendung eines beweglichen Leiters gründet.

#### Das Bifilar-Elektrometer.

*AA* (Fig. 4) ist eine cylindrische Glocke von Krystallglas, auf deren Oberfläche sich ein graduirter Rand befindet. Die Basis *dd* dieser Glocke besteht ebenfalls aus Glas, ist aber mit Gummilack überzogen und in einen hölzernen oder metallischen Ring eingepasst, welcher mit drei Stellschrauben versehen ist. Die kreisförmige Glasscheibe *dd* hat in ihrem Mittelpunkte eine Oeffnung, deren Durchmesser  $1\frac{1}{2}$  Centimeter beträgt und in welche eine kurze Röhre (oder Ring) von Krystall *bb* eingeschmolzen ist. (Siehe Fig. 5, in welcher die gleichen Buchstaben die gleiche Bedeutung haben, aber besser ersichtlich sind, weil Alles vergrößert ist.) Im Innern des Rohres *bb* befindet sich ein mit *aa* bezeichneter Stab aus isolirender Mastixmasse, welche zusammengesetzt ist aus zwei Theilen griechischen Pechs und einem Theil gebrannten Gypses, der mit einem landläufigen Ausdrucke gewöhnlich als Scagliola bezeichnet wird. Dieser Mastix ist ein ausgezeichnetes Isolirungsmittel und wird auch unter der Einwirkung der stärksten Sommerhitze nicht weich. Der Stab *aa* wird von einem Kupferdrahte *cc* durchdrungen, der an seinem unteren Theile einen horizontalen Draht *f* und an seinem oberen Theile ein

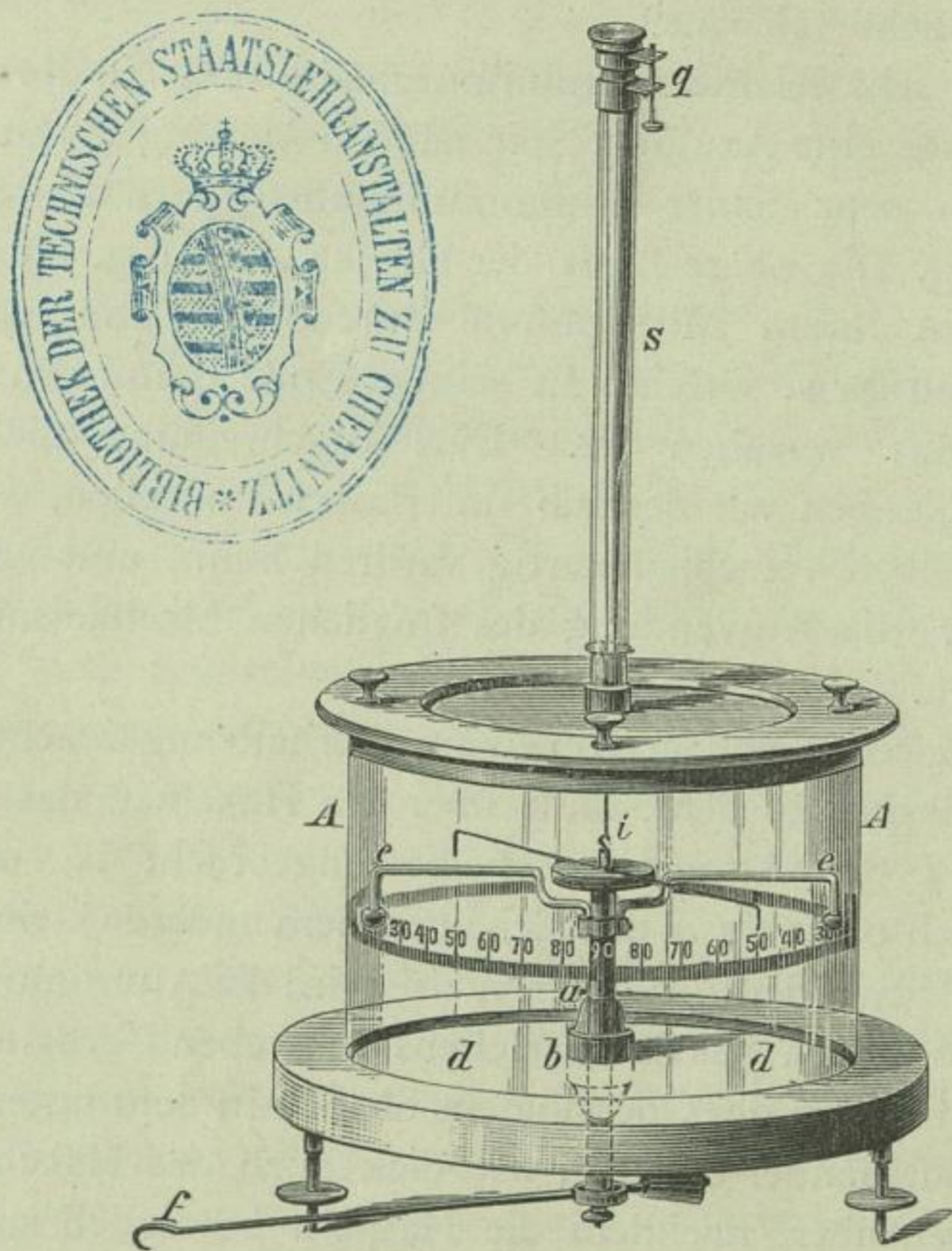
Schüsselchen oder eine cylindrische Aushöhlung  $r$  aus vergoldetem Kupfer trägt, ferner zwei kleine horizontale Arme  $ee$ . Das Schüsselchen hat einen Durchmesser von 15 bis 20 Mm. oder etwas weniger und eine Tiefe von ungefähr 4 Mm. Im Innern des Schüsselchens hängt eine sehr leichte Scheibe aus Aluminium, deren Durchmesser um ein paar Millimeter kleiner ist, als jener des Schüsselchens.

Diese sehr leichte Aluminiumscheibe trägt in ihrem Mittelpunkte eine Axe oder Spindel von Messing  $i$ , durch welche ein sehr feiner Aluminiumdraht  $gg$  hindurchgezogen ist. Die obere Basis der Glocke  $AA$  (Fig. 4) ist ebenfalls in ihrem Mittelpunkte durchbohrt und trägt ein Krystallrohr  $s$ , welches an seinem Ende  $q$  mit einem Mechanismus versehen ist. Eine Beschreibung dieses letzteren glauben wir deshalb unterlassen zu sollen, weil man denselben verschiedenartig variiren kann, und wird daher nur die Anwendung des fraglichen Mechanismus beschrieben.

Ein Coconfaden, der von einem oberhalb angebrachten kleinen Haspel ausgeht, läuft über ein Häkchen, das an der Axe  $i$  der Aluminiumscheibe angebracht ist, und zurück nach oben bis  $q$ , um sich auf einem anderen kleinen Haspel aufzuwinden. In dieser Weise wird die Aluminiumscheibe im Innern des Schüsselchens schwebend erhalten. Die beiden Enden des Coconfadens bleiben in dem unteren Theile voneinander entfernt, wie dick auch das Häkchen sei, können aber, nachdem die Haspeln beweglich sind, in dem oberen Theile voneinander entfernt oder einander genähert werden. In dem unteren Theile des Rohres  $s$  oder in dem oberen befindet sich eine Art Torsions-Mikrometer, mit Hilfe dessen der Zeiger auf den Nullpunkt der Gradeintheilung geführt werden kann, welcher um einige Grade von den Enden der kleinen Arme absteht, denn die letzteren dürfen den Zeiger nicht

berühren. Auf der hölzernen oder metallenen Grundplatte, welche die Glocke trägt, sieht man bei einigen Elektrometern eine zweite Gradeintheilung, auf der ich von aussen ein kleines Fernglas mit Mikrometerfaden gleiten lasse, um eine ausgedehntere Gradeintheilung zu haben und den Irrthum der Parallaxe zu vermeiden.

Fig. 4.

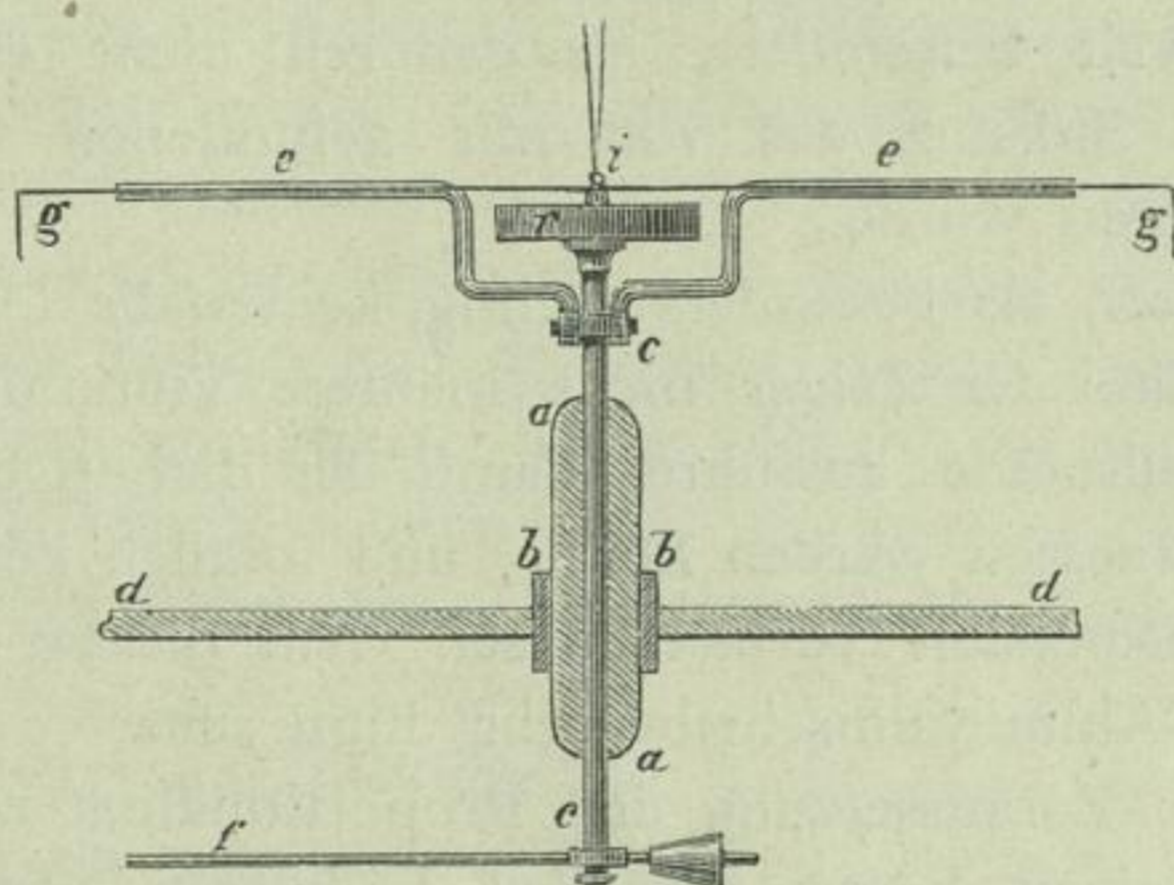


Professor Cantoni war der Erste, welcher den inneren Rand durch die Graduirung auf den Wänden der Glocke ersetzte. Er brachte in *i* ein Spiegelchen an, in welchem man das Bild einer Scala sehen konnte, wozu ein Fernrohr diente, dessen Entfernung sich nach dem System des Galvanometers, der Magnetometer etc. richtete.

Wird das Instrument in der Art gerichtet, dass sich die Aluminiumscheibe im Mittelpunkte des Tellerchens befindet, und der Zeiger auf den Nullpunkt der Grad-eintheilung eingestellt, so ist dasselbe für die Beobachtungen bereit.

Giebt man nun dem Drahte  $f$  eine momentane Ladung, so wird der Zeiger mit staunenswerther Regelmässigkeit abgelenkt, und nachdem er einen gewissen Bogen, den ich den impulsiven nenne, durchlaufen hat, wird er sich zurückdrehen und in einer bestimmten

Fig. 5.



Stellung verharren. Den nun gegebenen Bogen kann man den definitiven Bogen nennen.

Es tritt diese Ruhelage nach kaum einer oder zwei Oscillationen ein, manchmal aber auch ohne eine solche. Wenn das Instrument gut construirt ist, so wird bei feuchter Umgebung eine geraume Zeit verstreichen, bevor der Zeiger nur einen Grad der Ablenkung verliert. Für die momentanen Ladungen, für welche das Instrument speciell bestimmt ist, sind die impulsiven Bögen proportional den Spannungen oder, wenn man will, den Potentialen, und weil die definitiven Bögen in einem bestimmten Verhältnisse zu den impulsiven Bögen stehen,

kann man sie auch proportional den Kräften setzen. Diese Proportionalität erhält sich bis etwas über 70 Grad. Ich werde die Experimente, welche ich angestellt habe, um mich dieser Proportionalität zu vergewissern, nicht beschreiben. Professor Guido Grassi, welcher ein nach der Modification des Professors Cantoni hergestelltes Reflexions-Elektrometer verwandte und sich einer sehr sinnreichen, von der meinigen verschiedenen Methode bediente, fand seinerseits jenes Gesetz der Proportionalität bestätigt. Ich selbst fand es allerdings in den ersten fünf Graden nicht genau, was aber, wie ich annehme, von dem Gewichte des Spiegelchens herrührt und mich nur insoweit befremdete, als dadurch nicht eine weit fühlbarere Störung des von mir gefundenen Gesetzes hervorgerufen wurde.

Es darf, als besonders wichtig, keinesfalls übersehen werden, dass der Zeiger nicht mehrere Vibrationen vor seinem Stillstande ausführe, damit der definitive Bogen schnell gemessen werden könne, und folglich keine Zeit für die Dispersion vorhanden sei. Aus diesem Grunde muss die Aluminiumscheibe sehr dünn sein.

Unter Voraussetzung der Proportionalität zwischen den impulsiven Bögen und den Ladungen, welche das Instrument empfängt, fand Professor Battaglini den zwischen den impulsiven und den definitiven Bögen bestehenden Zusammenhang. Die von diesem tüchtigen Mathematiker diesfalls aufgestellte Formel wurde von mir verificirt und entspricht fast vollkommen den Beobachtungen. Demungeachtet empfiehlt es sich, diesen Zusammenhang bei günstigem Wetter empirisch für jedes Instrument festzustellen, weil man dann erfahren kann, ob während der Ladung eine Dispersion stattfand. Im zutreffenden Falle kann man die letztere nämlich ganz gut bewerthen, weil, wenn der erhaltene definitive Bogen gleich demjenigen ist, den man nach der Theorie



erhalten sollte, keine Verluste stattfanden, wie es auch meistens der Fall ist; erhält man aber einen kleineren definitiven Bogen, so wird man die Bogendifferenz kennen, welche während des Zeigerrückganges entstanden ist, und auch jene, um welche der impulsive Bogen, der fast in der gleichen Zeit beschrieben wird, zu klein werden musste.

Der Hauptvorteil dieses Elektrometers besteht in seiner Einfachheit und ausgezeichneten Isolirung; es verursacht entweder gar keine Verluste, oder es sind dieselben äusserst gering und lassen sich bewerthen. Im oberen Theile  $q$  des Rohres  $s$  (Fig. 4) befindet sich eine sehr einfache Vorrichtung, mit Hilfe welcher die Aluminiumscheibe gehoben oder gesenkt werden kann. Beim Transporte des Instrumentes wird daher die Aluminiumscheibe so weit herabgelassen, bis sie den Grund des Tellerchens berührt und der Zeiger in zwei Spalten eintritt, welche am Rande dieses Tellerchens angebracht sind. Man schiebt sodann einen messingenen Ring herunter, der sich an die Aluminiumscheibe legt und sie festhält.

Ich hebe ausdrücklich die Nothwendigkeit hervor, sich — wenn man eine vollkommene Isolirung erhalten will — von der angezeigten Methode nicht zu entfernen, denn sie erfüllt ihren Zweck ohne Zuhilfenahme von Schwefelsäure oder anderen trocknenden Stoffen, und ich empfehle daher den Constructeuren, weder den Ebonit, noch auch Mastixmischungen, welche von mir nicht erprobt wurden, zu verwenden, den Draht  $f$  der freien Luft auszusetzen und ihn nicht durch ein isolirendes Mittel mit der Basis des Instrumentes zu verbinden, weil die festen Isolatoren immer die Ursache grosser Verluste sind, mit einem wie dünnen Ueberzuge von Feuchtigkeit sie auch bedeckt seien; und ich glaube, dass meine Mastixmischung so vollkommen sei, weil, wenn auch

Moleküle von Wasser im isolirenden Mastix vorhanden sind, dennoch die Oberfläche des Isolators nicht benetzt wird.

Das vorstehend beschriebene Instrument besitzt eine wunderbare Empfindlichkeit, welche diejenige der ausgezeichnetsten Elektroskope übertrifft. Es eignet sich sehr gut zu jenen genauen Messungen, welche mit der Torsionswage vorgenommen werden, oder als Ersatz des Thomson'schen Elektrometers, an dem sich gar Vieles aussetzen liesse.

In welcher Weise mit diesem Instrumente die meteorologisch-elektrischen Beobachtungen anzustellen sind, ist bei der nachfolgenden Beschreibung jenes Apparates angegeben, dessen ich mich seit vielen Jahren bediene und der, wie ich glaube, nichts zu wünschen übrig lässt.

#### Apparat mit beweglichem Conductor.

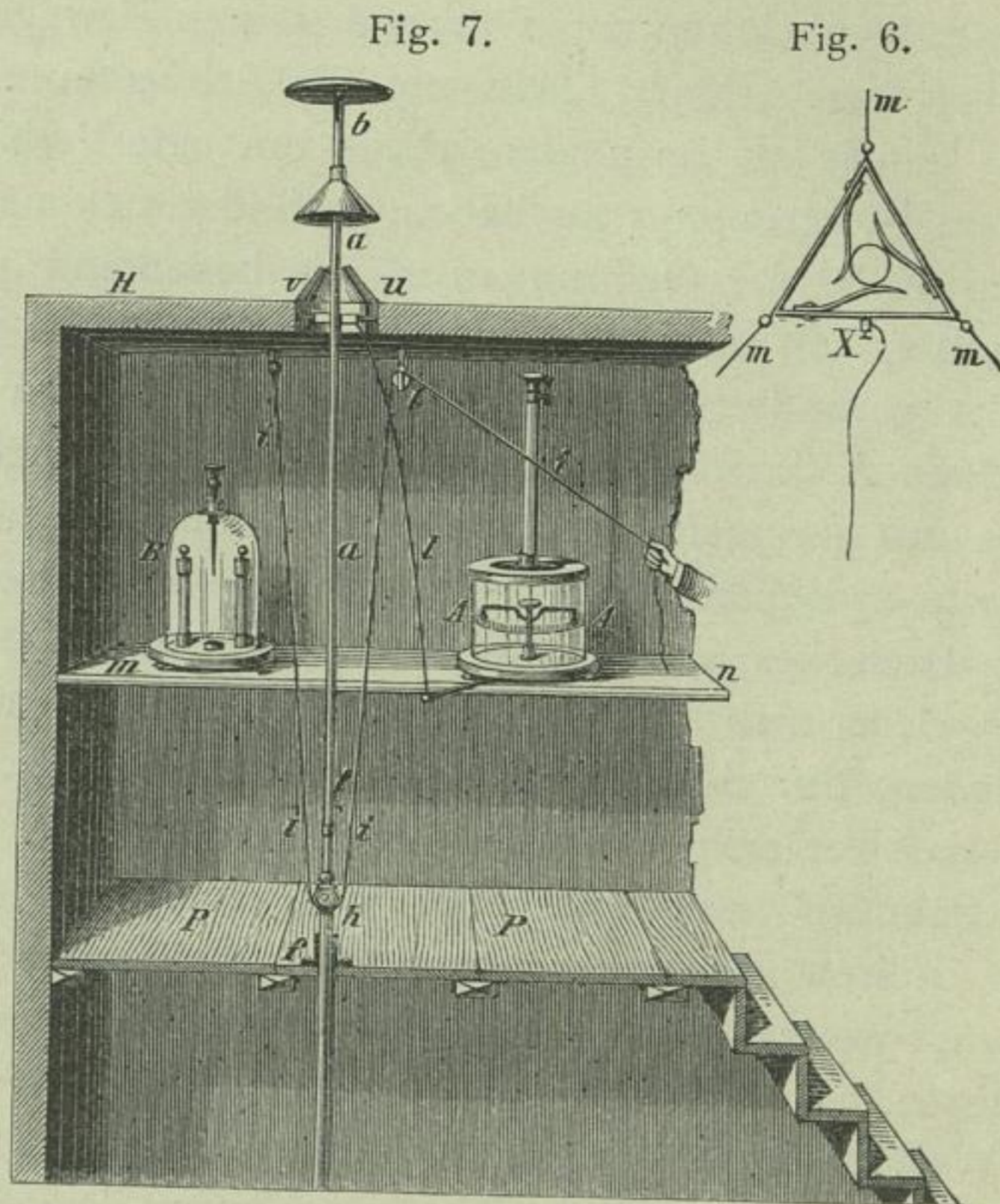
In Fig. 7 stellt *H* die Decke eines von allen Seiten der freien Luft ausgesetzten Zimmerchens dar, in dessen Nähe sich weder Bäume oder Gebäude befinden. In der Zimmerdecke ist eine mit einer Stopfbüchse versehene Oeffnung *u u*, deren Durchmesser einen Decimeter oder etwas darüber beträgt, angebracht; *m n* ist ein an der Seitenwand angebrachtes Brett, welches ungefähr einen Meter von der Decke entfernt ist; *p p* ist eine Zwischendecke von Holz, auf der das Observatorium steht. Auf dem Brette befindet sich das Bifilar-Elektrometer *A A*, ein Elektroskop von Bohnenberger *B* und, wenn man will, auch noch ein Galvanometer mit langem und dünnem Drahte. Ein messingenes Rohr *a a*, das einen Durchmesser von beiläufig einem Centimeter und eine Länge von beiläufig 2 Meter hat, geht durch die Oeffnung *u u* hindurch und endigt in eine dünne Messingscheibe *b* von 27 Cm. Durchmesser, unter welcher sich eine Art umgestürzten Trichters befindet. Dieser letztere hat

den Zweck, die Oeffnung  $uu$  zu schliessen, wenn der Leiter herabgelassen ist. Dieser Conductor ist an seinem unteren Theile mit einem gläsernen Isolator versehen, der mit Gummilack gut überzogen ist und auf der Schnur eines Flaschenzuges aufliegt. Die letztere liegt ihrerseits auf einem hölzernen Stock dreieckigen Querschnitts  $h$  auf, der, durch eine ebenfalls hölzerne Führung  $f$  hindurchreichend, den Conductor während seiner Bewegung in verticaler Lage erhält. Theils um die Schwankungen im oberen Theile zu vermeiden, theils um eine Verbindung mit dem Elektrometer zu haben, befindet sich nahe am unteren Ende der Oeffnung  $uu$ , die bedeutend grösser sein muss, ein dreieckiger Ring, der seitwärts in der Fig. 6 abgesondert gezeichnet ist. In dieser kleinen Skizze bezeichnet  $X$  den dreieckigen Ring mit drei Messingfedern, welche mit geringem Drucke an dem Conductor anliegen, der sich zwischen ihnen befindet. Von den Scheiteln dieses Dreieckes gehen drei seidene Schnüre  $mmm$  aus, welche sich auf drei Haspeln von Buxbaumholz aufwinden, um die Stellung des Conductors so zu reguliren, dass er sich centrisch im Loche erhalte. Wenn diese Schnüre aus reiner Seide und halbwegs trocken sind, isoliren sie vollkommen die gewöhnlichen Ladungen, welche von der atmosphärischen Elektrizität herrühren.

Wie ich im Wege der Erfahrung festgestellt habe, leisten nicht zubereitete Schnüre bessere Dienste, als solche, welche in Gummilack oder in das beste Olivenöl eingetaucht wurden. Im Falle aussergewöhnlicher Feuchtigkeit muss man die ersteren indessen vor dem Gebrauche gut trocknen, wenn man nicht, was allerdings empfehlenswerther ist, drei andere wohlgetrocknete Schnüre bereit hält und sie an die Stelle derjenigen setzt, die ausnahmsweise feucht geworden sind. Man wird hierzu nur in seltenen Fällen genöthigt sein; übrigens

werden wir später sehen, in welcher Weise sich diese Nothwendigkeit erkennen lässt.

Eine einseitig befestigte Hanfschnur *i i i* (Fig. 7) geht über die früher erwähnte Rolle und dann über eine andere feste Rolle, so dass, wenn man das andere Ende der Hanfschnur mit der Hand anzieht, der Conductor gehoben wird und sich im freien Raum bewegt. Ein an



einer Seite des dreieckigen Ringes befestigter Kupferdraht *l l* geht durch den äusseren kleinen Ring des Elektrometers.

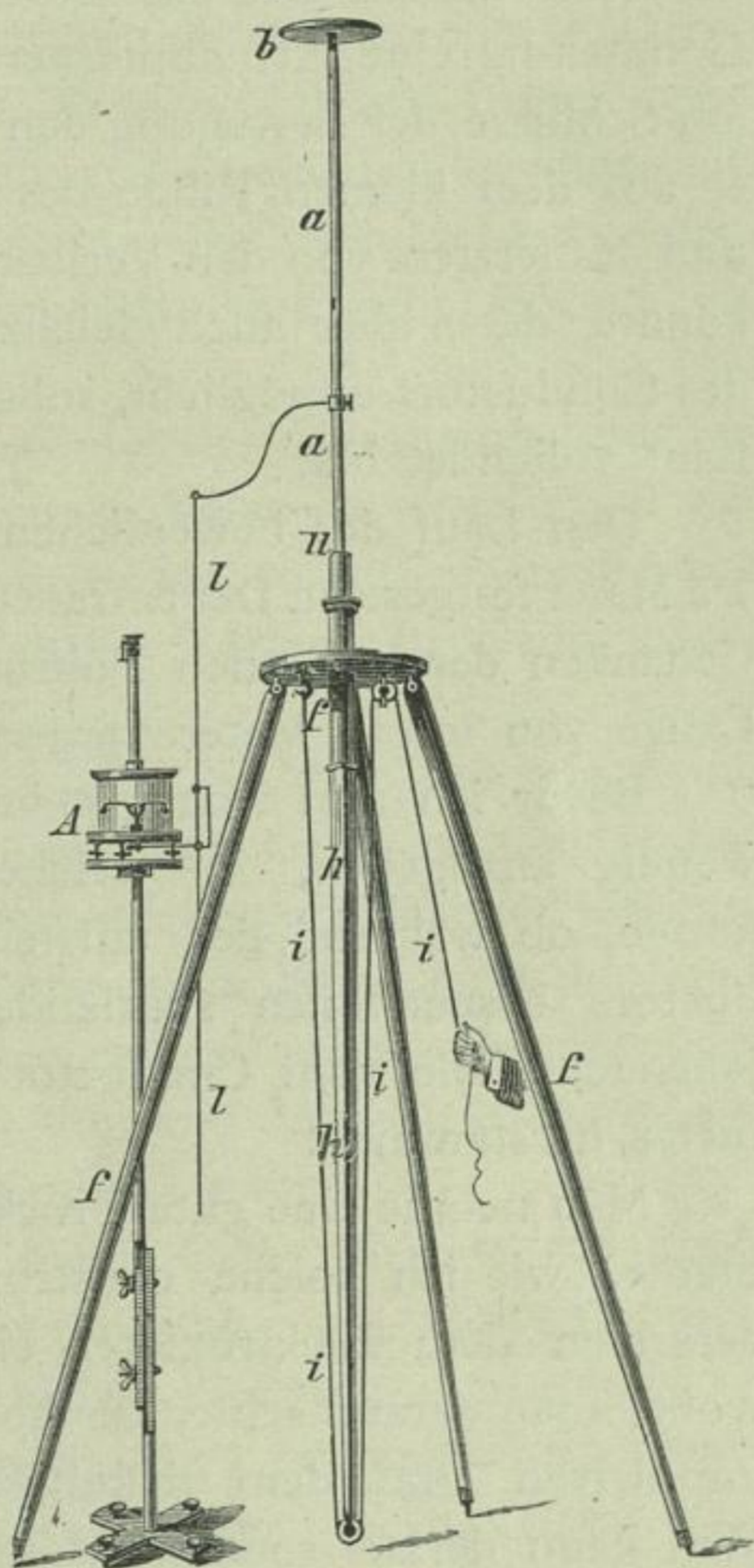
Will man demnach eine Beobachtung anstellen, so wird das freie Ende der Schnur *i i i* sehr rasch mit der Hand angezogen; man wird dann sehen, dass der Zeiger des Elektrometers abgelenkt wird, um einen grösseren oder kleineren impulsiven Bogen zu beschreiben, und

dann in einer Lage stehen bleibt, in welcher er den entsprechenden definitiven Bogen anzeigt. Wird der Conductor, nachdem er gehoben wurde, entladen und hierauf rasch gesenkt, so wird der Zeiger einen neuen impulsiven Bogen anzeigen und folglich auch einen neuen definitiven Bogen. Bringt man den Ring mittelst desselben Drahtes in Verbindung mit dem Elektroskop von Bohnenberger und wiederholt die vorangegebene Operation, so wird man finden, dass die beim Heben des Conductors auftretende Elektricität derjenigen entgegengesetzt ist, die man beim Senken des Conductors erhält. Bei gewöhnlicher Witterung wird negative Elektricität durch das Senken und positive Elektricität durch das Heben des Conductors hervorgerufen. Unter den später zu erörternden Umständen,

bei welchen die negative Elektricität vorherrscht, tritt eine vollständige Umkehrung des gedachten Gesetzes ein.

Wenn man den Conductor hebt und dadurch gleichzeitig den impulsiven Bogen erhält, sollte der Conductor insolange in der erhöhten Lage bleiben, bis nicht

Fig. 8.



der Zeiger den definitiven Bogen anzeigt; es ist dies aber bei starkem Winde schwer einzuhalten; bei Regen oder Nebel würde man hingegen in Folge der Verluste des Conductors einen definitiven Bogen erhalten, der kleiner als der wahre Bogen oder manchmal auch Null ist. Aus diesem Grunde ist am unteren Theile  $t$  des Conductors eine Art kupferner Gabel angebracht, welche am Schlusse der Bewegung den Draht  $ll$  auslöst, so dass er aus dem kleinen Ringe des Elektrometers heraustritt und das letztere von den Verlusten freihält, die es erleiden könnte, dabei aber auch gleichzeitig die schnelle Senkung des Conductors ermöglicht, sobald er seinen aufsteigenden Lauf vollendet hat.

Den Lauf des beweglichen Conductors habe ich auf 1.5 Meter festgesetzt. Der betrauerte P. Secchi, der mir den Gedanken der hölzernen Führung  $h h$  eingab, hätte eine Länge von nur 1 Meter vorgezogen.

Bevor ich nun weiter gehe, halte ich es für nothwendig anzugeben, in welcher Weise man erkennen könne, ob während des aufsteigenden Laufes des Conductors Dispersionen stattfanden und ob selbe im bejahenden Falle vom Conductor oder auch vom Elektrometer herkommen.

Man nehme eine gute Trockenbatterie von constanter Stärke, wie ich solche construirt habe, und gebe mit derselben dem Elektrometer eine momentane Ladung, wobei man darauf achte, ob die Beziehung zwischen dem impulsiven und dem definitiven Bogen vorhanden ist. Man kann daraus sodann schliessen, ob und wie gross der Verlust des Conductors war. Man wird folglich in jedem Falle das richtige Beobachtungsergebniss finden können.

Die Dispersionen werden übrigens selbst bei feuchter Witterung unbedeutend sein, wenn man den Isolator und die Schnüre des beweglichen Conductors gut trocknet,

und es wird nur sehr selten erforderlich sein, das Elektrometer mässig zu erwärmen.

Bei sehr feuchtem Wetter erscheint es zweckmässig, sich vor dem Beginne der Beobachtungen darüber zu vergewissern, ob der Conductor nicht allzu starke Dispersionen erleide, indem man ihn mit der oberwähnten Trockenbatterie berührt, während er mit dem Elektrometer in Verbindung steht. Würden sich die Dispersionen als zu beträchtlich darstellen, so erscheint es angezeigt, die Schnüre zu trocknen und den Isolator mit einem wollenen Tuche, welches warm und sehr trocken ist, abzureiben.

Wenn man auf den Gipfel des Conductors statt des Tellerchens metallene Spitzen oder brennende Körper setzt und denselben gehoben hält, so wird man die von Volta und Beccaria studirten Thatsachen wieder beobachten können.

Will man bei Regen oder bei Gewitter nicht nur den Zeichenwechsel der Elektricität, sondern auch andere Eigenschaften derselben, von welchen wir nachher sprechen werden, beobachten, so kann man den Conductor auch nur in einer, einem Theile seines Laufes entsprechenden Höhe halten, wobei man ihn mit dem Elektroskop von Bohnenberger in Verbindung setzt.

Um die an verschiedenen Orten angestellten Beobachtungen miteinander vergleichen zu können, muss man, was übrigens von selbst klar ist, den Conductor überall den gleichen Lauf machen lassen und der oberen Scheibe den gleichen Durchmesser geben. Auch muss man eine Einheit, ob es nun eine absolute sei oder nicht, festsetzen, auf welche alle gemachten Messungen zurückzuführen sind. Zu diesem Behufe construirte ich eine aus 30 quadratischen Kupfer- und ebenso viel gleichgrossen Zinkplatten mit 5 Cm. Seitenlänge bestehende Batterie, die als Normalbatterie dient und in der

Form beiläufig der Volta'schen Säule gleicht. Als Flüssigkeit verwandte ich destillirtes Wasser und manchmal ohne bemerkenswerthen Unterschied auch Regenwasser. Die 30 Becher wurden mit Gummilack überzogen; sie wurden von ebenso viel Isolatoren gehalten, ohne dass die Plattenpaare, welche von isolirenden Querstücken getragen wurden, die Wände oder die Böden der Becher berührten.

Wurde ein Pol dieser Batterie mit der Erde, der andere Pol aber mit dem Elektrometer verbunden, und wurde der Apparat in einem Zimmer aufgestellt, in welchem die Differenz zwischen dem trockenen Thermometer und dem nassen Thermometer sich oberhalb des Betrages von 3 Graden erhielt, so verzeichnete ich eine Ablenkung, welche sich durch mehrere Wochen hindurch constant erhielt, insoweit die Temperatur nur innerhalb der Grenzen von 10 und 25 Grad schwankte. Der dreissigste Theil der beobachteten Spannung war die Einheit, die ich zur Vergleichung der Elektrometer wählte.

Aus diesem Grunde und trotzdem fast alle Instrumente, die unter meiner Leitung construirt wurden und deren Anzahl über hundert beträgt, fast ganz übereinstimmend gehen oder durch Annäherung oder Entfernung der beiden oberen Enden des Coconfadens in Uebereinstimmung gebracht werden können, weiss man auch von jedem Instrumente, welche Ableitung es unter dem Einflusse der Normalbatterie angezeigt hat, daher es nun eine leichte Sache ist, die von dem Instrumente angezeigten Grade in die entsprechende Anzahl von Einheiten zu verwandeln.

Um die Seidenschnüre in jenen seltenen Fällen, die sich im Laufe eines Jahres ereignen, leicht und schnell zu trocknen, habe ich einen kleinen, mit Spiritus zu heizenden Ofen construirt, der dem Apparate beigegeben ist.



Ich muss bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam machen, dass sich in verschiedenen Städten Italiens Constructeure befinden, die auf die von mir nach vielen Versuchen erreichte ausgezeichnete Isolirung nicht Acht haben; sie erzeugen wohl höchst elegante Instrumente, welche aber in Bezug auf Isolirung sehr viel zu wünschen übrig lassen.

In der mechanischen Werkstätte der Universität wurde die Mehrzahl jener Apparate, die in vielen italienischen und auch fremden meteorologischen Beobachtungsstationen im Gebrauche stehen, angefertigt; derjenige, welcher auf der Pariser elektrischen Ausstellung des Jahres 1881 zu sehen war und für den der Mechaniker Bandieri eine Auszeichnung erhielt, wurde von dessen geschicktem Arbeiter Johann Caputo allein angefertigt.

Es darf hierbei nicht unerwähnt bleiben, dass dieses Elektrometer nur nach und nach jene Vollkommenheit erreicht hat, die es seit einigen Jahren besitzt und welche sich also in älteren Constructionen nicht vorfindet; die letzteren können aber mit einem sehr geringen Kostenaufwande so abgeändert werden, dass sie den neueren Instrumenten gleichstehen.

#### Tragbarer Apparat.

Wenn man an verschiedenen, mehr oder weniger hoch gelegenen Punkten gleichzeitig Beobachtungen anstellen will, muss man über einen tragbaren Apparat verfügen, der, nach vorausgegangener Vergleichung mit dem stabilen Apparate des gewöhnlichen Beobachtungsortes, geeignet ist, die verschiedenen Variationen anzuzeigen, wie solche den verschiedenen Höhen entsprechen. Dieser Apparat ist in der Fig. 8 dargestellt, woselbst sich die zur Bezeichnung verwendeten Buchstaben auf dieselben Bestandtheile beziehen, wie beim stabilen Apparate. Eine



im Mittelpunkte durchlöcherte Holzscheibe dient dem dreieckigen Stocke  $hh$ , welcher 1.5 Meter lang ist, als Führung. Dieser Stock trägt an seinem unteren Ende die Flaschenzugrolle, an seinem oberen Theile aber einen Isolator  $u$  mit dem Conductor  $aa$ , der 1 Meter lang ist, so dass, wenn der Conductor ein wenig kürzer ist, die Länge seines Laufes immer 1.5 Meter beträgt. Das Elektrometer ist in einer Höhe von etwas über 1.5 Meter vom Boden aufgestellt, und der vom Conductor  $aa$  ausgehende Draht, der mit dem Elektrometer verbunden ist, soll durch den kleinen Ring des Instrumentes vertical herabsteigen, um mit demselben während des Laufes immer in Berührung zu bleiben, sich aber von demselben zu trennen, sobald der Lauf beendigt ist.

Damit man nicht auch ein Bohnenberger'sches Elektroskop transportiren müsse, kann man eine kleine Trockenbatterie mitnehmen, um zu erkennen, ob die mittelst des Elektrometers gemessene Elektrizität positiv oder negativ sei. Ich werde nachher die vergleichenden Resultate angeben, die ich durch den Gebrauch dieses Apparates erhalten habe.

Ich bitte Diejenigen, welche von dem Thomson'schen Galvanometer, das von ihm selbst und auch von Anderen vielfach modificirt wurde, in marktschreierischer Weise sprechen hörten, mit meinem Elektrometer und der von mir angewandten Methode einen Vergleich anzustellen, denn nur auf diese Art kann man zu einer sicheren Ueberzeugung gelangen.

Der hauptsächlichste Grund, aus welchem Viele das Thomson'sche Elektrometer mit den von Branly oder von Mascart, welche sich des fallenden flüssigen Strahles bedienen, angegebenen Abänderungen vorziehen zu sollen glaubten, war die Meinung, auf solche Weise einen graphischen Apparat zu besitzen, was aber unrichtig ist, weil die Curven, die man erhält, der durch die Dispersionen

bedingten Correctionen entbehren und folglich keinen wissenschaftlichen Werth haben.

Aus dieser Ursache glaubte ich bis zum Jahre 1850 die Methode des fallenden Flüssigkeitsstrahles, die von mir schon früher angegeben wurde, nicht definitiv anwenden zu sollen, und auch jetzt noch bin ich der Ansicht, es dürfe der Beobachter nicht abwesend sein, weil er die Daten der Beobachtungen mit dem Zustande des Firmaments vergleichen soll, um die Gesetze der atmosphärischen Elektricität und die Bedingungen ihrer verschiedenartigen Wirkungen zu erfassen. Ich verdanke solchen Vergleichen die Entdeckung der Gesetze, nach welchen sich die atmosphärische Elektricität bei heiterem Himmel kundgiebt, ebenso bei bewölktem Himmel, bei Regen, Hagel, Schnee, beim Aschenfall des Vesuvs und endlich bei jener starken Rauchentwicklung, wie solche bei den grossen Ausbrüchen des Vesuvs stattfindet. Ich werde mich darüber übrigens noch näher aussprechen.

Um auch ohne einen Flüssigkeitsstrahl fortgesetzte Anzeigen zu erhalten, liess ich ein Rad mit acht leitenden Speichen, welche alle auf der Axe isolirt und an ihren Enden mit runden Plättchen von ungefähr einem Decimeter Durchmesser versehen waren, anfertigen. Wird dieses Rad an einem höher gelegenen Punkte so aufgestellt, dass dessen Axe horizontal liegt, so beginnt es sich zu drehen, und zwei messingene Federn berühren die Speichen immer in dem Augenblicke, in welchem die letzteren in der oberen oder unteren Verticalen ankommen. Diese beiden Federn stellen die beiden Pole des Apparates dar, wovon der erste positiv und der zweite negativ ist. Wenn daher einer dieser beiden Rheophore mit dem Elektrometer und der andere mit der Erde in Verbindung gebracht wird, so kann man die eine oder die andere Art der Elektricität erhalten. Die Schwierigkeit, zu jeder Zeit eine gute Isolirung zu haben, liess mich nicht weiter

bei diesem Apparate, den ich elektro-atmosphärische Maschine nannte, beharren.

#### Methode der Beobachtungen.

Wird der Conductor, wie oben erwähnt wurde, schnell gehoben, während er mit dem Elektrometer verbunden ist, so wird man den Bogen der impulsiven Ablenkung ablesen; wurde aber der Conductor gesenkt, nachdem er in der oben angegebenen Weise vom Elektrometer getrennt wurde, so wird man den definitiven Bogen ablesen. Ist der letztere so gross, wie er sein soll, so wird der impulsive Bogen das Mass der inducirten Elektrizität ausdrücken, oder wenn man will, des elektrischen Potentials.

Ist der definitive Bogen kleiner, als er hätte ausfallen sollen, so wird man zu dem beobachteten impulsiven Bogen die bekannte Dispersion dazurechnen und dadurch die richtige Beobachtung erhalten.

Wegen der auf die Erzielung einer ausgezeichneten Isolirung verwendeten Sorgfalt wird es nur selten erforderlich sein, eine solche Correctur vorzunehmen. Es giebt aber trotzdem Augenblicke, in welchen die vorhandene ausserordentliche Feuchtigkeit in das Zimmer eindringt, und dann zeigt es sich, dass die Hebung des Conductors entweder den Zeiger gar nicht beeinflusst, oder dass derselbe nur eine gewisse Ablenkung erfährt, um sich rasch wieder auf den Nullpunkt zurück zu stellen. Unter derartigen Verhältnissen muss man die Seidenschnüre trocknen, den gläsernen Isolator, indem man ihn mit einem warmen und trockenen Wolltuche abreibt, erwärmen und nachsehen, ob nicht auch das Elektrometer selbst namhafte Verluste erleide. Ist das letztere der Fall, so ist auch dieses Instrument etwas zu erwärmen, damit es seine Isolirung wieder erlange; und nachdem man die oben besprochenen Proben

angestellt hat, kann man zur Vornahme der Beobachtungen schreiten.

Mit keinem der bisher verwendeten Apparate kann man in gewissen Zeiten die Dispersionen vermeiden; was man aber verlangen darf, ist die Möglichkeit, diese Dispersionen der Messung zu unterwerfen.

Bezeichnet man mit  $x$  das richtige Mass, mit  $a$  das durch die Beobachtung erhaltene Mass und mit  $y$  den Verlust, so ist offenbar  $x = a + y$ , und wenn daher  $y$  bekannt ist, so ist auch  $x$  vollkommen bestimmt.

Es wurde früher gesagt, dass die Aufwärtsbewegung des Conductors eine rasche ist; dieselbe erfordert gewöhnlich zwei Secunden, mit einiger Uebung wird man aber bald erkennen, innerhalb welcher Grenzen man diese Geschwindigkeit ändern müsse, um den gleichen impulsiven Bogen zu erhalten. Nachdem es sich um inducirte Elektrizität handelt, ist es sehr begreiflich, dass die Raschheit der Bewegung nothwendig ist; es ist jedoch gut, auch darauf aufmerksam zu machen, dass es bei hochgradiger Feuchtigkeit geboten erscheint, den Conductor mit erhöhter Geschwindigkeit nach aufwärts zu bewegen.

Ist irgend eine Spannung oder ein Potentiale gemessen, so verbinde man, um zu erkennen, ob die vorherrschende Elektrizität positiv oder negativ ist, den Conductor für einen Augenblick mit dem Elektroskop von Bohnenberger, und wenn man ihn dann auf wenige Centimeter erhebt, wird man sehen, in welcher Richtung das Goldblättchen abgelenkt wird.

Die Beobachtungen der elektrischen Meteorologie erfolgen mit solcher Raschheit, dass sie, da sie schon vergleichbar gemacht sind, mittelst der gewöhnlichen meteorologischen Spiegelchen registriert werden können. Wenn es sich um Gewitterregen etc. handelt, werden anders geartete Beobachtungen, die wir nachfolgend erklären

wollen, angestellt. Inzwischen aber sprechen wir von den hauptsächlichsten Ergebnissen, welche wir bisher erhielten.

#### Elektricität bei heiterem Himmel.

Wenn innerhalb eines den Beobachtungsort concentrisch einschliessenden Kreises, dessen Halbmesser nach den von mir innerhalb gewisser Grenzen angestellten Beobachtungen 70 Kilometer erreichen kann, weder Regen, Hagel oder Schnee fällt, so ist die Elektricität am Beobachtungsorte bei heiterem Himmel immer positiv. Es ist bereits durch eine lange Reihe von Versuchen bewiesen, dass, wenn man bei heiterem Himmel des Beobachtungsortes negative Elektricität beobachtet, in einer gewissen Entfernung von diesem das Vorhandensein von Regen, Hagel oder Schnee sicher ist.

Diese positive Elektricität des heiteren Himmels ist im Allgemeinen intensiver, als jene, welche sich bei bewölktem Himmel kundgiebt, wobei jedoch immer vorausgesetzt wird, dass es weder am Beobachtungsorte, noch in einer gewissen Entfernung von diesem regne.

Es wurde schon von vielen Fachmännern und besonders für die ruhigen und heiteren Tage eine tägliche Periode angegeben, die sich im Allgemeinen durch zwei Maxima und zwei Minima kennzeichnet. Das erste Maximum fällt mehr oder weniger in die Nähe der neunten Vormittagsstunde und ein zweites tritt Abends einige Zeit nach dem Sonnenuntergange ein. Dieses zweite Maximum pflegt etwas stärker zu sein und hält oft während der Nacht an, manchmal bis zu einer ziemlich vorgerückten Stunde; gegen Tagesanbruch aber hat man es im Allgemeinen mit einem Minimum zu thun. Die Stunde des anderen Minimums fällt in den Nachmittag und pflegt etwas veränderlicher zu sein. Diese tägliche Periode wird durch den wehenden Wind, durch eine am Horizonte erscheinende Wolke, durch einen vom Meere kommenden

Nebel und durch andere Ursachen, die oft schwer festzustellen sind, leicht gestört. Mit Sicherheit kann ich nur das angeben, dass ich nach Verzeichnung vieler Curven dieser täglichen Periode, wozu ich die regelmässigsten Tage wählte, eine gewisse Aehnlichkeit aller dieser Curven erkannte; sie sind aber so winkelig, dass man an denselben starke Erhöhungen und Vertiefungen von einer Viertelstunde zur anderen sieht.

Die Maxima und Minima zweier solcher unmittelbar aufeinanderfolgenden Tage, welche anscheinend einander gleich sind, haben sehr verschiedene Werthe, und man kann im Allgemeinen behaupten, dass, wenn man beträchtliche Maxima enthält, der Himmel in den darauf folgenden Tagen schwerlich heiter sein werde. Ein Gleiches liesse sich sagen, wenn sich diese Maxima, bei gleichzeitig vorhandener beträchtlicher Intensität, auffallend von den gewöhnlichen Zeitpunkten ihres Erscheinens entfernten.

Wenn der Himmel klar ist und sich zu bewölken anfängt, so werden die elektrischen Anzeichen stärker, und wenn in den Stunden des in den Abend fallenden Maximums die relative Feuchtigkeit zunimmt, so dass sich viel Thau bildet, so kann man sicher darauf zählen, dass bedeutendere und länger andauernde Maxima eintreten werden.

Es wurde allgemein angenommen, dass die atmosphärische Elektricität mit den Höhen wachse; die angewandten Methoden waren aber nicht geeignet, in dieser Beziehung sichere Schlüsse zu gestatten.

Stellen wir den oben beschriebenen Apparat in verschiedenen Höhen auf, lassen wir den Conductor den gleichen Lauf in der gleichen Zeit machen und vergleichen wir die erhaltenen Masse.

Die ersten Beobachtungen dieser Art wurden mit dem stabilen Apparate der Universitäts-Sternwarte und

mit dem tragbaren Apparate, welcher oben beschrieben wurde, angestellt. Der letztere wurde von mir an ruhigen und heiteren Tagen auf den Glockenthurm von S. Chiara, welcher von der Universität nicht weit entfernt ist und um 15 Meter höher liegt, als das Niveau der gedachten Sternwarte, aufgestellt. Ferner wurden solche tragbare Apparate noch aufgestellt: auf der Sternwarte von Capodimonte, die um 100 Meter höher liegt als die Sternwarte der Universität; auf den Terrassen des Forts von S. Elmo und endlich auch auf dem Molo (Hafendamm) von S. Vincenzo, der sich im Meere vier oder fünf Meter über die Oberfläche desselben erhebt. Professor Eugen Semmola machte die Beobachtungen auf der Universitäts-Sternwarte und ich machte dieselben zu den vereinbarten Stunden an den anderen Orten. Diese Beobachtungen wurden immer gleichzeitig und an unmittelbar aufeinanderfolgenden Tagen angestellt; die Stunde der gleichzeitigen Beobachtungen war aber nicht immer dieselbe. In den höher gelegenen Punkten ergab sich fast immer ein Plus; auf dem Molo von S. Vincenzo erhielt ich aber gegen die siebente Morgenstunde stärkere Ablenkungen, als jene waren, die sich auf der Universitäts-Sternwarte kundgaben, wobei ein leichter Nebel auf der Oberfläche des Meeres lag. Es ist dadurch constatirt, dass zu Zeiten in niedrig gelegenen Stationen eine stärkere Elektricitäts-Ansammlung stattfindet, als in höher gelegenen Stationen.

Als ich aber im Jahre 1872 die Bewilligung erhielt, zwischen der Universität und der auf dem Vesuv gelegenen Beobachtungsstation, deren Höhe über dem Meere 637 Meter beträgt, eine Telegraphenleitung anzulegen, konnte ich auf der Universitäts-Sternwarte und der genannten Beobachtungsstation eine Reihe von Beobachtungen anstellen, welche im strengsten Sinne des Wortes als gleichzeitige zu bezeichnen waren. Diese synchronen Beobachtungen,



welche viermal des Tages und manchmal auch öfter angestellt wurden, haben dargethan, dass die Werthe der Elektricität in Neapel diejenigen der Beobachtungsstation auf dem Vesuv im Allgemeinen übertreffen und hiervon nur wenige Fälle, in welchen das Gegentheil stattfand, ausgenommen waren. Die durch den äusserst thätigen Professor Faustin Brioschi nunmehr regelmässig und zu denselben Stunden erfolgenden Beobachtungen auf der Beobachtungsstation von Capodimonte liefern den gleichen Nachweis, und endlich sind auch die zwischen dem kleinen S. Bernardo und der Beobachtungsstation von Moncalieri erhaltenen Resultate in dem gleichen Sinne ausgefallen.

Es ist noch zu bemerken, dass die Stunden der Maxima und der Minima mit den Höhen variiren. Das in die Morgenstunden fallende Maximum der auf dem Vesuv gelegenen Beobachtungsstation tritt später ein, als jenes der Universitäts-Sternwarte; mit dem in die Abendstunden fallenden Maximum verhält es sich hingegen umgekehrt.

Nach dem vorstehend Gesagten kann man leicht beurtheilen, welchen Werth man jenen Beobachtungen beizumessen habe, welche mit Hilfe eines fliegenden Drachens, des Luftballons, eines abgeschossenen Pfeiles oder der in die Höhe geschleuderten Raketen und anderen ähnlichen Mitteln angestellt werden.

Es verdient bemerkt zu werden, dass, wenn der mit passender Geschwindigkeit sich bewegende Conductor einen längeren Lauf macht, man immer wenigstens bis zu einer gewissen Grenze eine grössere Ablenkung im Elektrometer erhalten wird. Diese Grenze tritt ein, wenn sich der Lauf des Conductors nicht mehr in drei oder höchstens vier Secunden vollzieht, und dann zeigt sich allerdings eine geringere Wirkung.

Von mancher Seite wird angenommen, dass der sich erhebende Conductor auf dem Elektrometer das

Potentiale jener Luftschicht anzeige, in welche er gelangt; es liefert aber ein Conductor, welcher sich von einem um 1·5 Meter niedriger gelegenen Punkte aus bewegt, keine Anzeigen, welche von denjenigen eines Conductors, der sich von einem um 1·5 Meter höher gelegenen Punkte aus bewegt, wahrnehmbar verschieden sind.

Der Gang der Dinge ist demnach ein solcher, als wenn sich in grösserer oder geringerer Höhe über dem Beobachter eine inducirende Elektricität befände, und da wir die absolute Intensität dieser letzteren nicht messen können, so messen wir blos die Intensität der Influenz, welche durch die Ortsveränderung eines sich nach aufwärts bewegenden Conductors hervorgerufen wird. Die Wirkung dieser inducirenden Elektricität auf die unter ihr befindlichen Conductoren wird sich im Verhältnisse ihrer inneren Intensität und der Höhe, in welcher sie sich befindet, kundgeben.

Wenn man demnach Luftregionen von solcher Höhe erreichen könnte, dass man diese inducirende Elektricität unter sich hätte, so müsste es sich ereignen, dass der bewegliche Conductor bei seiner Aufwärtsbewegung negative und bei seiner Abwärtsbewegung positive Elektricität anzeigt.

Es wäre jetzt nur noch der jährlichen Periode zu gedenken; ich beschränke mich aber auf die Bemerkung, dass man bei starker Sommerhitze im Allgemeinen geringere Spannungen wahrnimmt. Im Herbste und im Frühjahre hat man gewöhnlich stärkere Anzeichen. Im Winter erhält man wegen der geringen Anzahl heiterer Tage sehr veränderliche Werthe.

#### Elektricität bei bewölkttem Himmel.

Die Elektricität des bewölkten Himmels ist bei Abwesenheit entfernten Regens, Hagels oder Schnees immer positiv, wie jene des heiteren Himmels; sie ist aber im

Allgemeinen minder intensiv, mehr variabel und ohne eine klar ausgesprochene tägliche Periode.

Es ist mir vorgekommen, das ich während mehrerer Tage, ja selbst Wochen, in die Wolken eingehüllt war, welche sich oft auf den Vesuv legen und ihn derart bedecken, dass sie mehrere hundert Meter unter das Niveau des Observatoriums reichen. Ich habe in diesem Falle immer positive Elektricität erhalten, die manchesmal eine bemerkenswerthe Intensität hatte, doch niemals sehr stark war; die Wirkung schien mir aber bedeutender zu sein, wenn die Wolken das Dach des Observatoriums in der Art benetzten, dass das Wasser von der Traufe herabtropfte.

#### Elektricität zur Zeit des Regens.

Während des Regens nimmt die atmosphärische Elektricität sowohl am Beobachtungsorte selbst, als auch in einer gewissen Entfernung von demselben in ausserordentlichem Masse zu, wenn auch noch keine Wetter schläge auftreten, und diese Zunahme beginnt mit dem Regen, hält während desselben an und verschwindet mit demselben.

Unter solchen Umständen und besonders bei einem in gewisser Entfernung stattfindenden Regen wird es vorkommen, dass man negative Elektricität beobachtet, die nach einer gewissen Zeit positiv wird und sich manchesmal von neuem wieder umkehrt. Nach einer langen Reihe von Beobachtungen fand ich im Jahre 1854 das Gesetz, nach welchem sich diese Vorgänge vollziehen.

Anfänglich fand ich im Schosse unserer Akademie der Wissenschaften eine gewisse Ungläubigkeit; dieses Gesetz wurde aber später von Quetelet und Anderen bestätigt, daher demselben die wissenschaftliche Anerkennung nicht mehr verweigert werden kann, und zwar um so weniger, als ich seit dem Jahre 1854 bis jetzt

vielfach Gelegenheit hatte, mich von der Richtigkeit desselben zu überzeugen.

Dieses Gesetz lässt sich folgendermassen aussprechen.

Dort, wo Regen fällt, hat man reichlich positive Elektricität mit einer sie umgebenden, mehr oder weniger breiten Zone von starker negativer Elektricität; auf diese folgt eine andere Zone starker positiver Elektricität, die dann in grösserer Entfernung rasch abnimmt.

Um dieses Gesetz zu verificiren, muss man sich an einem Beobachtungsorte befinden, dessen Horizont ringsum frei ist. Man wähle hierzu vorzüglich die Sommerregen, weil dieselben mehr begrenzt sind und oftmals Zonen von grosser Länge aber, geringer Breite durchlaufen. Diese vereinzelt Regen erscheinen am Horizonte und werden oftmals vom Winde nach dem Beobachtungsorte getragen, passiren denselben und entfernen sich wieder; daher sie auch an einem und demselben Orte höchstens eine halbstündige Dauer haben.

Es ereignet sich nicht selten der Fall, dass man negative Elektricität wahrnimmt, während es am Beobachtungsorte regnet; es ist dies aber ein Zeichen, dass in einer gewissen Entfernung ein stärkerer Regen niedergeht, der bewirkt, dass zum Beobachtungsorte negative Elektricität strömt, deren Intensität grösser ist, als jene, welche durch den localen Regen hervorgerufen wird. Ich habe mitunter Gelegenheit gehabt, starke negative Elektricität wahrzunehmen, während es in der Beobachtungs-Station auf dem Vesuv ziemlich stark regnete. Nachdem aber dieser Regen aufgehört hatte, wurde die negative Elektricität viel intensiver, und folglich war sie nicht die Wirkung des localen Regens.

Wenn demnach in grösserer Entfernung vom Beobachtungsorte ein reichlicher Regen, Hagel oder Schneefall vorhanden ist, so kann man trotz des im Beobachtungsorte heiteren Himmels negative Elektricität beobachten,

ohne selbst nur die unter dem eigenen Horizonte liegenden Wolken des entfernten Regens zu sehen. Alle diese Thatsachen habe ich zu wiederholtenmalen verificirt, indem ich mir in den Fällen, in welchen ich bei heiterem Himmel negative Elektricität wahrnahm, die Witterungs-Aufzeichnungen benachbarter Länder verschaffte.

#### Gewitterregen.

Zwischen einem gewöhnlichen Regen und einem Gewitterregen besteht in Rücksicht auf das angezeigte Gesetz kein Unterschied, nur findet bei sehr starkem Platzregen eine grössere Elektricitäts-Entwicklung statt, die oft in Blitzen zur Aeusserung kommt. Die Zonen, von welchen wir oben gesprochen haben, pflegen nicht nur ausgedehnter zu sein, sondern liefern auch stärkere Anzeichen, so dass der Beobachter, welcher sich in einer dieser Zonen befindet, mehr oder weniger kräftige Funken erhalten kann, wenn er den Conductor in einiger Höhe erhält.

Die funkenbildende Elektricität, wie sie von Franklin, Dalibard, Richmann und Anderen beobachtet wurde, setzt demnach immer das Vorhandensein eines starken Platzregens, der in einer gewissen Entfernung vom Beobachtungsorte niedergeht, voraus. Die grossen elektrischen Spannungen, welche den Zeiger des Elektrometers mit Heftigkeit bis über 90 Grad schleudern und die wir mit  $\infty$  (unendlich) bezeichnen, setzen immer zum Mindesten einen in der Entfernung niedergehenden starken Regen voraus.

Man kann demnach mit Gewissheit annehmen, dass die ausserordentlichen elektrischen Spannungen durch die rasche Verdichtung der Wolken zu Wasser hervorgerufen werden. Aus diesem Grunde ist die sich in Regen auflösende Wolke als eine constant fliessende Elektricitätsquelle anzusehen, deren Elektricität, wenn sie sich nicht

durch die Feuchtigkeit ihrer Umgebung oder der benachbarten Wolken zerstreuen kann, sich unter Feuererscheinung entweder zwischen den Wolken selbst oder zwischen den Wolken und der unter ihnen liegenden Erde zu entladen gezwungen ist. In dieser Weise erklären sich die starken Spannungen, welche plötzlich beim Beginne des Regens entstehen, während desselben andauern und mit demselben rasch verschwinden. Hierdurch wird die bisher seitens der Meteorologen unerklärt gebliebene Erscheinung verständlich, dass während eines und desselben Gewitters aus einer und derselben Gewitterwolke eine unbestimmte Reihe von Blitzen kommt, weil während der Auflösung der Wolke in Wasser eine fortdauernde Elektrizitätsentwicklung stattfindet. Wir dürfen also die Gewitterwolken keineswegs als in der Luft schwebende Conductoren ansehen, die wie durch einen Zauber elektrisirt werden, bald mit positiver und bald mit negativer Elektrizität, und die aneinander stossen, um sich gegenseitig zu entladen.

Zwischen den Gewitterwolken und den gewöhnlichen Wolken besteht kein weiterer Unterschied als der, dass sich die ersteren häufiger und schneller in Wasser auflösen, was eine stärkere Entwicklung von Elektrizität bedingt, die, wenn sich ihr nicht die Möglichkeit einer stillen Ausgleichung bietet, in geräuschvolle Blitze verwandelt wird.

Vom Frühlinge bis zum Beginne des Herbstes sind die in unseren Gegenden vorkommenden Regen im Allgemeinen von geringerer Dauer aber grösserer Heftigkeit und bleiben auf enger begrenzte Regionen beschränkt; dabei ist der Himmel rein und die Luft der Umgebung relativ trocken, woraus sich die grosse Häufigkeit der Blitze erklärt. Diese Gewitterregen entstehen bei uns unter dem Einflusse der kalten Nordwinde, welche den in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampf condensiren. Unsere

mit Feldarbeiten beschäftigten Landleute wissen auch sehr gut, dass die im Winter vorkommenden Regen unter dem Einflusse der Südwinde, wie es beispielsweise jene Winde sind, die warme und feuchte Luft vom Meere auf das Festland tragen, entstehen, während es von Sanct Markus (25. April) angefangen nur bei herrschendem Nordwinde regnet.

Diese Beobachtungen sind geeignet, auch eine scheinbare Ungereimtheit anderer Art aufzuklären, welche darin besteht, dass die häufigsten und stärksten Gewitter gerade in jene Jahreszeiten fallen, in welchen die atmosphärische Elektrizität am geringsten ist, denn die letztere nimmt, wie schon hervorgehoben wurde, mit der relativen Feuchtigkeit und folglich mit der Bildung von Nebel und Wolken zu; sie erreicht aber ihr Maximum, wenn sich diese in Regen auflösen.

Es darf indessen nicht übersehen werden, dass in jenem Augenblicke, in welchem die relative Feuchtigkeit zunimmt, man auch eine Zunahme der atmosphärischen Elektrizität wahrnimmt; die Elektrizität zerstreut sich aber sehr schnell und die Feuchtigkeit bleibt im Gleichgewichte mit ihrer Umgebung.

Der gleiche Fall tritt bei der Bildung der Wolken ein, welche, nachdem sie sich gebildet haben, nicht mehr Elektrizität zeigen, als die sie umgebende Luft; erst bei ihrer Auflösung in Wasser entwickelt sich neuerdings Elektrizität. Dies ist der Grund, aus welchem man bei beträchtlichen Maxima der Lufterlektrizität, die oft unregelmässig eintreten, das baldige Erscheinen der Wolken voraussagen kann.

Wenn wir bei einem entfernten Gewitter den beweglichen Conductor in einiger Höhe erhalten und ihn mit dem Elektrometer verbinden, wird der Zeiger des letzteren mehr oder weniger abgelenkt werden, sodann auf den Nullpunkt zurückkehren, um seinen Lauf rasch

wieder aufzunehmen, und dieses Spiel wird sich noch vielfach wiederholen. Es ist daher unter solchen Umständen besser, wenn man den etwas gehobenen Conductor mit dem Elektroskop von Bohnenberger verbindet; man wird dann sehen, dass das Goldblättchen, indem es je nach der Zone, in der wir uns befinden, constant positive oder negative Elektrizität anzeigt, uns nicht nur Phasen von verschiedener Intensität, sondern auch häufige Zeichenwechsel erkennen lässt. Die auffallendsten unter diesen entsprechen je einem Blitze und lassen sich sehr gut während der nächtlichen Gewitter studiren. Man sieht bei dieser Gelegenheit, wie die rasche Bewegung des Goldblättchens mit dem Erscheinen des Blitzes genau zusammentrifft.

Man wird ferner sehen können, dass, während das Goldblättchen sich einem der Pole der Trockenbatterie nur langsam näherte, es sich im Augenblicke einer Blitzentladung diesem Pole plötzlich nähert oder sich plötzlich davon entfernt, im letzteren Falle die entgegengesetzte Elektrizität anzeigend. Es ist dadurch nachgewiesen, dass bei der Blitzentladung entweder eine rapide Zunahme oder eine rapide Abnahme der inducirenden Elektrizität stattfand. Letzterer zufolge kann der Conductor die entgegengesetzte der ihm eigenthümlichen Elektrizität anzeigen, wie es übrigens schon früher angeführt wurde.

Wenn sich solche Erscheinungen während des Tages zeigen, so kann man mit Gewissheit auf ein entferntes Gewitter schliessen, und die raschen Bewegungen des Goldblättchens dienen zur Zählung der Blitzentladungen, von welchen wir weder das Leuchten sehen, noch das Geräusch hören. Die nächtlichen Gewitter liefern, wie wir schon früher erwähnt haben, den augenscheinlichen Nachweis, dass diese raschen Sprünge des Goldblättchens mit dem Sichtbarwerden des Blitzes genau zusammentreffen.



Was sodann jene Zeichenwechsel betrifft, welche nicht plötzlich eintreten, sondern mehr oder weniger anhalten, so entsprechen dieselben dem Uebergange von einer Zone in die andere, denn während das mit dem Winde ziehende Gewitter aus einer gewissen Entfernung starke positive Elektrizität abgab, als es sich dem Beobachtungsorte näherte, wird dieser Beobachtungspunkt in die negative Zone eintreten, nachdem er den Nullpunkt passirte, was gewöhnlich von sehr kurzer Dauer ist. Bei noch weiterer Annäherung stellt sich die positive Phase des Regens, der im Beobachtungsorte niedergeht, ein, und wenn der Regen fort dauert, so wird man neuerdings negative und dann wieder positive Elektrizität wahrnehmen. Dieses Gesetz ist auf jeden gewöhnlichen Regen anwendbar, auf die Gewitterregen mit oder ohne Hagel aber in der Art, dass man bei Ausserachtlassung der raschen Sprünge des Goldblättchens, von welchen oben die Sprache war, zwischen einem Platzregen ohne Blitze und einem Gewitterregen keinen Unterschied wahrnimmt; nur die Intensität der elektrischen Erscheinungen und der Zonen variirt mit der Ergiebigkeit des Regengusses und kann einen Unterschied zwischen einem gewöhnlichen und einem Gewitterregen bilden.

Die Blitze erfolgen innerhalb der Grenzen der obenbezeichneten Zonen und setzen nothwendigerweise die rasche Auflösung der Wolken in Wasser bei gleichzeitig bestehender relativer Trockenheit der Umgebung voraus. Ich habe daher auch reichlichen Regen mit elektrischen Erscheinungen gesehen, welche stark genug waren, um vom beweglichen Conductor, den ich nur in geringer Höhe hielt, Funken zu erhalten; dennoch war nicht ein Blitz wahrnehmbar.

Es tritt unter derartigen Umständen mitunter der Fall ein, dass eine Erhöhung des Conductors um einige Centimeter genügt, um den Zeiger des Elektrometers über

90 Grad zu werfen oder das Goldblättchen gegen einen Pol der Trockenbatterie zu schleudern.

Befindet sich der Beobachter nicht im Regen selbst, aber doch innerhalb der besprochenen Zonen, so wird er, wenn er sich an einer von benachbarten Gegenständen freien Stelle postirt, eine überaus grosse Intensität der mit der Annäherung und Entfernung auftretenden Erscheinungen wahrnehmen können, und es wird ihm leicht sein, den Uebergang von einer Zone in die andere deutlich zu erkennen. Wenn er sich nämlich vorher in der positiven Zone befand, so erhielt er durch die Annäherung negative Elektrizität; nachdem er aber in die negative Zone gelangt ist, erhält er positive Elektrizität. Ich erinnere hier daran, dass ich oftmals bei heftigen, in der Entfernung stattfindenden Regen auf der kleinen Terrasse des meteorologischen Thurmes, welcher zum Observatorium auf dem Vesuv gehört, ein Elektrometer aufgestellt und gesehen hatte, welche bedeutende Ablenkungen der Zeiger desselben durch die schnelle Annäherung der Hand an den äusseren Conductor des Elektrometers erfuhr; meine Hand verhielt sich dabei gerade so, wie ein gläserner Stab oder eine Siegellackstange, die mit einem wollenen Tuche gerieben wurden. Wurde hierauf der Conductor des Elektrometers auf einen Augenblick mit der Erde verbunden und dann erst die angenäherte Hand entfernt, so gab sich die entgegengesetzte Elektrizität durch eine abermalige Ablenkung des Zeigers kund.

Nach Tausenden von Beobachtungen, welche ich angestellt habe, kann ich die folgenden Thatsachen verbürgen:

1. Die starken elektrischen Kundgebungen, welche sich mit dem gewöhnlichen Bifilar-Elektrometer nicht messen lassen, finden nur bei fallendem Regen, Hagel oder Schnee innerhalb eines Halbmessers statt, welcher

nach den Grenzen meiner Beobachtungen 70 Kilometer nicht übersteigt.

2. Die funkenbildende Elektrizität, wie man sie von gut isolirten und der Luft ausgesetzten Leitern erhält, setzt mit Nothwendigkeit das Vorhandensein von Regen, Hagel oder Schnee innerhalb der oben angezeigten Entfernung voraus. Es ist sonach nicht zu bezweifeln, dass Franklin mittelst seines fliegenden Drachens und Andere mit isolirten Metallruthen, die sie der Luft aussetzten, nur deshalb elektrische Funken erhielten, weil in einer gewissen Entfernung ein reichlicher Regen niederging; und als Richmann durch einen starken Funken, der aus dem unteren Ende einer langen und dicken, isolirten und der Luft gut ausgesetzten Metallruthe heraussprang, getödtet wurde, fand in einer gewissen Entfernung von ihm eine rasche Auflösung von Wolken in Wasser statt.

3. Eine Wolke, die sich rasch in Regen, Hagel oder Schnee auflöst, muss als reichhaltige Quelle von Elektrizität angesehen werden, welche inducirend auf die benachbarten Zonen wirkt, und sich in Form von Blitzen entladet, wenn sie sich nicht vermöge Feuchtigkeit der Umgebung oder durch die Wolken ruhig zerstreuen kann.

4. Die als Feuererscheinung auftretende Entladung bringt nothwendig das Licht des Blitzes und das Geräusch des Donners mit sich, daher es kein Leuchten ohne Regen und keine Blitze ohne Donner geben kann. Die Blitze des Abends, als Folge der Hitze bezeichnet, sind nichts Anderes, als Aeusserungen entfernter Gewitter, wovon ich mich oftmals zu überzeugen Gelegenheit hatte, nachdem ich in der Lage war, mir mittelst des Telegraphen Witterungsnotizen zu verschaffen. Die grösste, von mir beobachtete Pause zwischen dem Erscheinen des Blitzes und dem Hören des Donners betrug 59 Secunden, woraus folgt, dass das Geräusch des Donners die Entfernung von

21 Kilometer nicht überschreitet, während man das Licht auf eine viel grössere Entfernung wahrnimmt.

5. Weil die Ausdehnung der Zonen von der Intensität der Elektrizität abhängt, welche durch die Auflösung der Wolken in Wasser entwickelt wird, so ist es begreiflich, wie der Beobachter während des Auftretens der Blitze plötzlich von einer Zone in die andere gelangt.

#### Elektrische Erscheinungen bei den Ausbrüchen des Vesuvs.

Das Erscheinen von Blitzen inmitten des Rauches, von welchem die grossen Ausbrüche des Vesuvs begleitet sind, wurde zuerst von Plinius dem Jüngeren beschrieben und hat sich später bei dem gleichen Anlasse öfter wiederholt. Ich selbst habe zu verschiedenenmalen Gelegenheit gehabt, diese Erscheinung ganz in der Nähe zu beobachten, und besonders war dies der Fall beim Brande im Jahre 1861 und bei jenem des Jahres 1872, der noch tosender als der erstere verlief. Immerhin fanden aber auch sehr grossartige Ausbrüche, wie jener des Jahres 1850 und andere, statt, ohne dass sich die vorerwähnten Blitze gezeigt hätten. Nach meinen Beobachtungen tritt die Elektrizität des Rauches nur dann in der Form von Blitzen auf, wenn der sich reichlich entwickelnde Rauch auch viel Sand oder Asche mit sich führt.

Aus eben diesem Grunde war der grosse Ausbruch des Jahres 1850, bei welchem keine Asche ausgeworfen wurde, ungeachtet der grossen Kraftentwicklung des Kraters von keinen Blitzerscheinungen begleitet. Als ich dann meine gesammelten Figuren der grossen Ausbrüche des Vesuvs nachsah, fand ich, dass Blitze immer nur in jenen Fällen verzeichnet waren, in welchen ein starker Aschenregen, der aus den in der Höhe schwebenden Rauchballen kam, stattfand.

Die mit geeigneten Apparaten angestellten Beobachtungen haben bewiesen, dass der sich in den Rauchwolken condensirende Wasserdampf immer reich an positiver Elektricität ist. Bei den grossen Ausbrüchen habe ich diese Erscheinungen von meinem Observatorium aus beobachtet und studirt. Sobald der Rauch minder reichlich war, verfehlte ich nicht, die Apparate bis auf den Gipfel des Berges zu tragen und in der Nähe des Kraters aufzustellen; manchmal aber, nämlich bei den excentrischen Ausbrüchen, fand diese Aufstellung bei den Eruptionskegeln an den Seiten des Berges statt.

Bei dem denkwürdigen Brande des Jahres 1872 konnte ich, während sich der Rauch des Vesuvs in der Richtung des Observatoriums senkte, eine so starke Zunahme der Elektricität wahrnehmen, dass sie mit jener eines Gewitters zu vergleichen war; es waren nur die Schwankungen häufiger, und wenn ich den etwas gehobenen Conductor mit dem Elektroskop von Bohnenberger in Verbindung setzte, erkannte ich nicht blos sehr leicht die raschen Aenderungen der Intensität, aber auch die häufigen Zeichenwechsel, welche letztere bei richtiger Deutung das Obengesagte bestätigen: dass nämlich in Folge einer bedeutenden Verringerung der inducirenden Elektricität die entgegengesetzte Elektricität in den stabilen Leitern auftreten müsse. Und thatsächlich verhielt es sich auch so, denn während sich an dem stabilen Leiter, wenn er nur wenig gehoben wurde, negative Elektricität kundgab, nahm man alsbald die Anzeichen positiver Elektricität wahr, wenn der Leiter rasch um den Rest seines Laufes gehoben wurde.

Die Veränderungen der Intensität sind keineswegs einem Wunder zuzuschreiben, weil sie mit den ungemein raschen Veränderungen und den successiven Aufwallungen der vulcanischen Thätigkeit des Kraters zusammenhängen, aus welchem Grunde auch die Rauchballen

in kurzen Zwischenräumen und verschiedener Intensität zum Vorschein kommen.

Was die Asche anbetrifft, so hat dieselbe als unmittelbare Folge ihres Falles die Tendenz, bei ihrer Annäherung an den Erdboden negative Elektrizität anzunehmen und die positive Elektrizität der kugelförmigen Rauchwolken, von welchen sie sich entfernt, zu vermehren; es wird also die elektrische Intensität des Rauches durch den Aschenfall vermehrt. Ich habe in der That gesehen, dass ein isolirtes Gefäss aus Metall, welches Asche enthielt und in einer gewissen Höhe aufgestellt wurde, positive Elektrizität kundgab, sobald man die Asche auf die Erde fallen liess; wurde aber das Gefäss mit der Erde verbunden und liess man die Asche in einen isolirten Metallbecher fallen, so theilte sie diesem negative Elektrizität mit.

Ich habe auf dem Observatorium immer offenbare Anzeichen negativer Elektrizität erhalten, sobald uns die fallende Asche vom Winde zugetragen wurde, während sich gleichzeitig der Rauch nach der entgegengesetzten Seite zog. Wenn ich mich recht erinnere, glaube ich gelesen zu haben, dass auch Cagnazzi und der Herzog della Torre gegen den Anfang unseres Jahrhunderts die Anzeichen negativer Elektrizität an dem Elektroskop wahrnahmen, als sie die Asche mittelst isolirter Metallplatten auffingen.

Es ist hier wohl am Platze, darauf aufmerksam zu machen, dass, wenn in Folge heftigen Windes der Boden ausgetrocknet ist und sich grosse Mengen Staubes in die Luft erheben, dieser, indem er langsam herabfällt, einen negativen Zustand der Atmosphäre hervorruft. Diese Thatsache wurde, wenn mich mein Erinnerungsvermögen nicht täuscht, auch in Deutschland von einem dortigen Forscher beobachtet, und man sollte sich dieselbe bei den gewöhnlichen Beobachtungen der atmosphärischen

Elektrizität stets gegenwärtig halten, um falsche Schlüsse zu vermeiden.

Nach dem Vorstehenden ist die Erscheinung zu erklären, wie der dem Rauche des Vesuvs entstammende reichliche Aschenfall zur Erzeugung der Blitze beiträgt.

Der berühmte französische Astronom Faye, der in einer an die Akademie von Frankreich gerichteten Mittheilung mich einlud, die besondere Art von Erscheinungen zu studiren, wusste nicht, dass dieselben schon seit langer Zeit meine Aufmerksamkeit in Anspruch genommen hatten und von mir bei verschiedenen Gelegenheiten beschrieben worden waren.

#### Ursprung der atmosphärischen Elektrizität.

Ich werde keine der zahlreichen Hypothesen über den Ursprung der atmosphärischen Elektrizität speciell angreifen, sondern nur die Beobachtungen und Versuche mittheilen, durch welche, wie ich glaube, das Problem gelöst ist.

Beobachtungen. 1. Die atmosphärische Elektrizität nimmt zu in dem Augenblicke, in welchem die relative Feuchtigkeit stärker wird.

2. Sie nimmt zu bis zur Funkenbildung bei Regen, Hagel oder Schnee, der im Beobachtungsorte oder, was noch besser ist, in einer gewissen Entfernung von diesem niedergeht.

3. Das rasche Auftauchen von Nebel am Horizonte ist immer von stärkeren elektrischen Anzeichen begleitet, wenn dieselben auch nicht mit jenen zu vergleichen sind, die bei reichlichem Regenfall eintreten.

Alle diese Thatsachen und noch andere ähnlicher Art sind geeignet, das Vorhandensein der täglichen Periode und ihrer Störungen zu bestätigen. Es drückt sich in denselben klar aus, dass der unmittelbare Ursprung der atmosphärischen Elektrizität in der Verdichtung des

Wasserdampfes liegt, sei es, dass die relative Feuchtigkeit rasch zunimmt, sei es, dass sie die Form von Nebel, Wolken oder Regen annimmt.

Versuche. Nachdem die beobachteten Thatsachen in so beredter Weise gesprochen hatten, wünschte ich auch im Laboratorium einige Versuche anzustellen, um in dieser Weise die Schlussfolgerungen bestätigt zu sehen, die ich aus fortwährend wiederholten Beobachtungen abgeleitet hatte. Ich entnahm zu diesem Zwecke unserem chemischen Cabineten einen grossen Becher aus Platin, überzog ihn in seinem convexen Theile mit Wachs, und aus dem Gürtel einer Krystallglocke machte ich ein cylindrisches Gefäss, das demnach einen concaven Platinboden hatte und an seiner äusseren Seite unbedeckt war; dagegen war der innere Theil desselben convex und mit Wachs überzogen. Ich isolirte dieses Gefäss dadurch, dass ich es in einem geräumigen Zimmer, welches vollkommen abgeschlossen wurde, an drei seidenen Schnüren aufhing.

Dieses Gefäss befand sich in einer Höhe von etwas weniger als einem Meter über dem Fussboden, und in verticaler Richtung unter demselben stellte ich einen grossen metallenen Becher auf. Dieser Becher wurde mit Wasser vollgefüllt, das ich mittelst eines kleinen Kohlenofens zum Sieden brachte. Es erhob sich demzufolge eine Säule von Dampf in verticaler Richtung und drang in die concave Oeffnung des Platinbeckers des vorerwähnten Gefässes ein. In das Gefäss gab ich nach und nach kaltes Wasser, Schnee und manchmal auch Schnee mit Kochsalz vermischt. Wurde der Platinbecher mit dem unteren Tellerchen des Condensator-Elektroskops verbunden, so erhielt ich mit Hilfe der Trockenbatterie fortwährend die Anzeichen positiver Elektrizität, wenn sich der Dampf in dem abgekühlten concaven Theile des Platinbeckers rasch condensirte.



Es ist leicht zu begreifen, dass die in solcher Weise entwickelte Elektrizität die Tendenz hatte, sich durch die vom Wasserdampfe gebildete Säule zu zerstreuen, die sich aus dem unteren Becher erhob; es wäre daher ohne den Condensator nicht leicht gewesen, sie zu beobachten.

Als ich mich hierauf daran erinnerte, dass Alexander Volta auf Grund mehrerer von ihm angestellter Versuche behauptet hatte, die Verdampfung des Wassers sei mit Elektrizitäts-Entwicklung verbunden, der Dampf führe die positive Elektrizität mit sich und lasse das Wasser im negativ elektrischen Zustande zurück, und dass dieser Ausspruch Volta's auf Grund späterer Versuche angefochten wurde: dachte ich an die Nothwendigkeit, die bereits unternommenen Versuche einer Revision zu unterziehen, und überzeugte mich von den grossen Schwierigkeiten, welche zu bekämpfen sind, wenn man zu sicheren Schlussfolgerungen gelangen will.

Die langsame Verdampfung erzeugt so wenig Elektrizität, dass dieselbe mit unseren Instrumenten nicht nachgewiesen werden kann. Der Siedezustand erzeugt selbstverständlich reichlicheren Dampf, aber dieser dehnt sich unbemerkt aus und absorhirt — wenn man so sagen darf — die Elektrizität. Ausserdem neutralisiren die im Wasser aufsteigenden Blasen durch ihren Contact die entgegengesetzten elektrischen Zustände, so dass man zu keinem sicheren Resultate gelangen kann. Zieht man überdies in Betracht, dass die unter einem Platinbecher brennende Alkoholflamme diesen elektrisirt, so erkennt man darin eine neue Störung. Es blieb folglich nichts Anderes übrig, als den Platinbecher glühend zu machen und in denselben einige Tropfen destillirten Wassers fallen zu lassen. Dieses nimmt anfänglich den sphäroidalen Zustand an, und weil es den Boden des Bechers nicht berührt, kann es keinerlei Anzeigen liefern; wenn sich aber der Becher entsprechend abgekühlt hat, so ver-

fällt der Tropfen in ein rauschendes Sieden, und in diesem Augenblicke gelingt es, die Anzeichen von Elektrizität wahrzunehmen, wobei allerdings der Zweifel entsteht, ob nicht der gegen die Wände des Bechers stossende Dampf durch Reibung die Erscheinungen der hydroelektrischen Maschine hervorbringe.

In Anbetracht aller dieser Schwierigkeiten schien es mir wohl angezeigt, auf der Oberfläche des in einem Platinbecher enthaltenen Wassers mittelst einer Linse von ungefähr 30 Cm. Durchmesser ein Bündel von Sonnenstrahlen zu concentriren. Man erhält in diesem Falle einen eigenartigen Siedezustand, weil die Dampfbläschen sich rasch von der Oberfläche der Flüssigkeit entfernen. Mittelst des Condensator-Elektroskops gelang es mir jetzt in der That, an dem Platinbecher, in welchem sich der Rest des Wassers befand, schwache aber constante Anzeichen von negativer Elektrizität wahrzunehmen.

Nach allem diesem scheint es mir, dass die Vorstellung des berühmten Italieners richtig war, und dass man daher die Verdampfung des Wassers auf unserem Planeten als die entferntere oder mittelbare Ursache der atmosphärischen Elektrizität ansehen kann; die nähere und unmittelbare Ursache derselben kann aber nur in der Verdichtung der Dämpfe erkannt werden.

# Inhalt.

---

	Seite
Vorwort des Uebersetzers . . . . .	III
Gesetze und Ursprung der atmosphärischen Electricität . . . . .	1
Das Bifilar-Elektrometer . . . . .	12
Apparat mit beweglichem Conductor . . . . .	18
Tragbarer Apparat . . . . .	25
Methode der Beobachtungen . . . . .	28
Electricität bei heiterem Himmel . . . . .	30
Electricität bei bewölktem Himmel . . . . .	34
Electricität zur Zeit des Regens . . . . .	35
Gewitterregen . . . . .	37
Elektrische Erscheinungen bei den Ausbrüchen des Vesuvs . . . . .	44
Ursprung der atmosphärischen Electricität . . . . .	47
Index . . . . .	51
Literatur . . . . .	52

---

## A. Hartleben's Elektro-technische Bibliothek.

In reich illustr. Bänden, geh. à 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark = 4 Fr. = 1 R. 80 Kop.;  
elegant gebunden à 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark = 5 Fr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.

- I. Band. Die magnetelektrischen und dynamoelektrischen Maschinen und die sogenannten Secundär-Batterien, mit besonderer Rücksicht auf ihre Construction. 4. Aufl. Von Gustav Glaser-De Cew.
- II. Band. Die elektrische Kraftübertragung und ihre Anwendung in der Praxis, mit besonderer Rücksicht auf die Fortleitung und Vertheilung des elektrischen Stromes. 2. Aufl. Von Eduard Japing.
- III. Band. Das elektrische Licht. 2. Aufl. Von Dr. A. von Urbanitzky.
- IV. Band. Die galvan. Batterien, mit besond. Rücksicht auf ihre Constr. und ihre Anwendungen in der Praxis. 2. Aufl. Von Wilh. Ph. Hauck.
- V. Band. Die Verkehrs-Telegraphie der Gegenwart, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von J. Sack.
- VI. Band. Telephon, Mikrophon und Radiophon, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwend. in der Praxis. 2. Aufl. Von Theodor Schwartz.
- VII. Band. Elektrolyse, Galvanoplastik und Reinmetall-Gewinnung, mit besond. Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. 2. Aufl. V. E. Japing.
- VIII. Band. Die elektrischen Mess- und Präcisions-Instrumente. Mit besonderer Rücksicht auf ihre Construction. 2. Aufl. Von A. Wilke.
- IX. Band. Die Grundlehren der Electricität, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. 2. Aufl. Von Wilh. Ph. Hauck.
- X. Band. Elektrisches Formelbuch mit einem Anhang, enthaltend die elektr. Terminologie in deutsch., franz. u. engl. Sprache. Von Prof. Dr. P. Zech.
- XI. Band. Die elektrischen Beleuchtungs-Anlagen. 2. Aufl. Von Dr. A. von Urbanitzky.
- XII. Band. Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen. Von L. Kohlfürst.
- XIII. Band. Die elektrischen Uhren und die elektrische Feuerwehr-Telegraphie. Von Prof. Dr. A. Tobler.
- XIV. Band. Haus- und Hôtel-Telegraphie. Von O. Canter.
- XV. Band. Die Anwendung der Electricität für militärische Zwecke. Von Dr. Fr. Waechter.
- XVI. Band. Die elektrischen Leitungen und ihre Anlage für alle Zwecke der Praxis. Von J. Zacharias.
- XVII. Band. Die elektrische Eisenbahn bezüglich ihres Baues und Betriebes. Von Josef Krämer.
- XVIII. Band. Die Elektro-Technik in der praktischen Heilkunde. Von Prof. Dr. Rud. Lewandowski.
- XIX. Band. Die Spannungs-Electricität und ihre technischen Anwendungen. Von Prof. K. W. Zenger.
- XX. Band. Die Weltliteratur der Electricität und des Magnetismus, 1860 bis 1883. Mit einem Sachregister. Von Gustav May.
- XXI. Band. Die Motoren der elektrischen Maschinen mit Bezug auf Theorie, Construction und Betrieb. Von Theodor Schwartz.
- XXII. Band. Die Generatoren hochgespannter Electricität. Von Prof. Dr. J. G. Wallentin.
- XXIII. Band. Das Potential und seine Anwendungen bei der Erklärung elektrischer Erscheinungen. Von Dr. Tumlirz.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.







