

Elektrische Beobachtungen auf dem Sonnblick.

Von J. ELSTER und H. GEITEL.

Durch die Erbauung der Sonnblickwarte ist der Wetterkunde ein Geschenk von unschätzbarem Werthe überwiesen. Geschenke verpflichten aber, von ihnen nach Kräften im Sinne der Geber Gebrauch zu machen. Seit auf dem gletscherumflossenen Tauerngipfel eine behagliche Heimat für den beobachtenden Meteorologen geschaffen war, erschien es uns fast wie ein Unrecht, diese einzig günstige Gelegenheit ungenützt zu lassen, über das Verhalten der atmosphärischen Elektrizität in solcher Höhe Erfahrungen zu sammeln.

Indem wir nun versuchen, den Mitgliedern des Sonnblick-Vereines über diese Beobachtungen und einige ihrer Ergebnisse Bericht zu erstatten, bitten wir um die Erlaubniss, zugleich auch die Ziele angeben zu dürfen, die man jetzt bei der Erforschung der atmosphärischen Elektrizität als die nächstliegenden betrachtet, und welche auch die Richtung unserer Arbeiten bestimmten, die nichts weiter als Vorstudien zur Orientirung auf einem wenig betretenen Gebiete sein sollen.

Fast anderthalb Jahrhunderte sind verflossen, seit die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität ein Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung geworden sind. Benjamin Franklin fand bekanntlich im Jahre 1753, dass eine feuchte Schnur, deren eines Ende mittelst eines Papierdrachens während eines Gewitters hoch in die Luft getragen war, an ihrem unteren isolirten Ende elektrische Funken gegen die Erde abgab. Spätere Forschungen zeigten, dass, wenn auch in sehr viel weniger auffälligem Masse, der Franklin'sche Versuch bei völlig heiterem Himmel gelingt, und dass es stets möglich ist, durch eine leitende Verbindung einen elektrischen Strom zwischen den höheren Schichten der Luft und der Erde herzustellen. Die beobachteten elektrischen Wirkungen werden um so geringer, je weniger hoch das freie Ende der Leitung emporgeführt wird; begnügt man sich mit einer Erhebung von wenigen Metern, so werden sie so schwach, dass man zu ihrer Wahrnehmung und Messung besonderer Sammelapparate für die Elektrizität und empfindlicher Elektrometer bedarf.

Es ist nun zu beachten, dass, wenn wir hier von einem Strömen der Elektrizität zwischen der Luft und der Erde sprechen, ein Zusatz von wesentlicher Bedeutung noch fehlt. Bekanntlich zeigt das wunderbare Agens, das wir Elektrizität nennen, eine Spaltung in zwei Erscheinungsformen, deren jede für sich betrachtet der anderen ausserordentlich ähnlich ist, die aber vereinigt einander in der Art entgegenarbeiten, dass nicht die Summe, sondern die Differenz ihrer Wirkungen zu Tage tritt; man unterscheidet sie, wie man weiss, als positive und negative Elektrizität. Es ist nun der Sache nach gleichgiltig, ob man in einer Leitung positive Elektrizität in der Richtung von oben nach unten, oder eine gleiche Menge negativer in entgegengesetztem Sinne strömend annimmt, nur muss, sobald die Richtung des Stromes gewählt ist, die Art der Elektrizität ausdrücklich genannt werden. Wir möchten

im vorliegenden Falle den Ausdruck so wählen, dass der elektrische Strom von der Erde aufsteigend gedacht wird, dann muss, wie zahlreiche Beobachtungen gezeigt haben, die strömende Elektrizität ihrer Art nach als die negative bezeichnet werden. Diese Erfahrung gilt, so lange der Himmel frei von Regen- und Schneewolken und der Luft weder Rauch noch Staub irgend welcher Herkunft beigemischt ist.

Da also in jedem frei in die Luft emporgehaltenen Leiter negative Elektrizität aufwärts strömt, so ist man zu der Vorstellung gekommen, die ganze Erde als einen negativ elektrisirten Körper zu betrachten. Wäre ihre Form eine Kugel im streng geometrischen Sinne und die Luft durchaus unfähig, Elektrizität durchzulassen oder selbst elektrisch zu werden, so müsste die Ladung der Erde sich gleichförmig und unveränderlich auf ihrer Aussenfläche vertheilen, die Angaben gleichartig aufgestellter Elektrometer müssten für alle Orte und Zeiten genau zusammenstimmen. Die Unregelmässigkeit der Oberflächengestalt bewirkt indessen, dass sich die Elektrizität in höherer Dichtigkeit auf den über ihre Umgebung hervorragenden Punkten ansammelt, daher sind die Angaben eines Elektrometers verschieden, wenn es auf einer frei gelegenen Bergspitze oder in der Ebene abgelesen wird. Aber auch zeitlich stimmen die Resultate an einer und derselben Station nicht überein. So findet man, dass an Orten in der Ebene, wo das Klima einen ausgeprägten Wechsel der Jahreszeiten mit sich bringt, die Dichtigkeit der negativen Elektrizität am Erdboden im Winter viel grösser als im Sommer und im Laufe des Tages in der Regel Morgens höher ist, als am Abend.

Wie kommt es nun, dass die Elektrizität, welche zur Winterszeit oder am Morgen den Erdboden bedeckte, im Sommer und am Abend diesen zum Theil verlassen hat und wo hat man sie dann zu suchen? Bedenkt man, dass die Erde nach allen Seiten von Luft umgeben frei im Weltraume schwebt und ein Eindringen der Elektrizität von ihrer Oberfläche in ihr Inneres den Gesetzen des elektrischen Gleichgewichtes widersprechen würde, so beantwortet sich der letzte Theil der Frage dahin, dass jene Elektrizitätsmenge entweder in die Luft übergegangen oder durch neu in der Luft entstandene negative Elektrizität nach anderen Orten der Erdoberfläche verdrängt sein muss.

Nun ist es von grossem Interesse, zu untersuchen, bis zu welcher Höhe diese negative Elektrizität in der Luft nachweisbar ist, ob sie etwa, wie die von den Sonnenstrahlen an der Erdoberfläche entwickelte Wärme wesentlich den unteren Luftschichten angehört oder vielleicht über die Gipfel der höchsten Berge bis an die Grenze der Atmosphäre vordringt. Wie so manche Fragen auf dem Gebiete der Meteorologie, so würde auch diese zu ihrer direkten Lösung Beobachtungen in der freien Atmosphäre, etwa vom Luftballon aus, erfordern, leider sind aber die Schwierigkeiten, die sich der Ausführung elektrischer Messungen vom Korbe eines Ballons aus und ihrer richtigen Verwerthung entgegenstellen, ganz besonders gross und es ist nicht zu verwundern, dass die so gewonnenen Ergebnisse einander zum Theile noch widersprechen. Dazu kommt, dass vorderhand und voraussichtlich noch für lange Zeit es unmöglich sein wird, zusammenhängende Beobachtungsreihen, die sich auf einen und denselben Ort der Atmosphäre beziehen, auf diesem Wege zu erhalten.

Es scheint uns daher gerathen, die vorhandenen meteorologischen Gipfelstationen nach Möglichkeit für elektrische Messungen nutzbar zu machen, und

besonders die Sonnblickwarte entspricht diesem Zwecke ausgezeichnet wegen ihrer bedeutenden Höhe und freien Lage auf einer steil ansteigenden Bergspitze.

Unsere Absicht war zunächst, festzustellen, ob auch in dieser Höhe die Dichtigkeit der Elektrizität am Erdboden, die, wie bemerkt, in der Ebene vom Morgen gegen den Abend und vom Winter gegen den Sommer hin abnimmt, einer entsprechenden Veränderlichkeit unterworfen ist.

Einige Messungen, die wir während eines achttägigen Aufenthaltes auf dem Sonnblick im Juli 1890 anstellten, ergaben in Uebereinstimmung mit einer vorher von Herrn Prof. F. Exner auf dem Schafberge erhaltenen Beobachtungsreihe eine kaum merkliche Veränderlichkeit während des Tages. Unter der Voraussetzung, dass das Resultat kein zufälliges war, führte es zu der Schlussfolgerung: Die negativ elektrischen Luftschichten, welche sich im Laufe eines Tages über der Tiefebene bilden und sich durch die Abnahme der Erdbodenelektrizität verrathen, können nicht höher als der Sonnblickgipfel liegen. Natürlich ist es unzulässig, einen Satz so allgemeinen Inhaltes auf wenige Beobachtungen zu gründen. Wir benutzten daher unseren Aufenthalt auf der Station auch dazu, Peter Lechner in der Ausführung elektrischer Messungen zu unterweisen. Zum Glück macht die stark zugespitzte Form des Sonnblickgipfels zugleich mit seiner bedeutenden Höhe die Anwendung einer besonders einfachen und doch zuverlässigen Beobachtungsmethode möglich, die in der Ebene nicht ohne umständlichen Apparat verwendbar ist. Irgend ein Leiter der Elektrizität, wir gebrauchten einen aus einer Conservebüchse hergestellten Blechcylinder, der an einem isolirenden Halter auf dem Sonnblickgipfel in's Freie gehalten und für einen Augenblick durch Berührung mit der Hand oder einen in der Hand gehaltenen Draht mit der Erde in Verbindung gesetzt wird, ladet sich so stark mit der die Bergspitze bedeckenden Elektrizität, dass sein elektrischer Zustand leicht an einem einfachen, mit Skala versehenen Elektroskope gemessen werden kann. Um vergleichbare Resultate zu erlangen, kommt es nur darauf an, den Cylinder immer an dieselbe Stelle im Freien zu bringen. Man erreicht dies dadurch, dass man ihn jedesmal bis zu einer an seinem Griffe angebrachten Marke an einer verabredeten Stelle einer bestimmten Fensteröffnung horizontal aus dem Zimmer hinaushält und in dieser Lage mit einem zur Erde abgeleiteten Drahte berührt. Dann wird der Cylinder in's Zimmer zurückgezogen und seine elektrische Spannung an dem Elektroskope möglichst schnell abgelesen. Um Beobachtungsfehler einzuschränken, wird jede Messung dreimal gemacht und aus den erhaltenen Resultaten das Mittel gebildet.

Nach diesen Vorschriften hat Peter Lechner in dem Zeitraume 1890 bis 1893 an heiteren Tagen in stündlichen Intervallen von Morgens 7 Uhr bis Abends 9 Uhr mit grossem Fleisse beobachtet, die Gesamtzahl der Messungen beläuft sich auf etwa 2100, die sich auf 180 Tage vertheilen. Das Ergebniss dieser Arbeit ist eine Bestätigung und Erweiterung des im Juli 1890 erhaltenen Resultats, dass nämlich der elektrische Zustand der Sonnblickspitze bei heiterem Himmel im Laufe des Tages, wie auch des Jahres nahezu unverändert bleibt, dass sie also vermöge ihrer Gestalt und Höhe den Einflüssen entrückt ist, die an Orten der Tiefebene die tägliche und jährliche Schwankung der Erdbodenelektrizität bewirken. Es ist das um so merkwürdiger, als die Beobachtungen bei den verschiedensten Temperaturen — von einigen Graden über dem Gefrierpunkte bis unter — 30° C. — und bei weit auseinanderliegenden Feuchtigkeitsgehalten der Luft gewonnen sind.

Wenn dies Resultat auch an anderen Höhenstationen bestätigt wird — und solche Untersuchungen veranlasst zu haben, würden wir für das werthvollste Ergebniss unserer Arbeit halten — so kann der Elektrizitätsgehalt der Luft bei heiterem Himmel wesentlich nur in den untersten, dem Erdboden benachbarten Schichten veränderlich sein. Hierdurch wird die Frage, woher jene Veränderlichkeit stammt, ihrer Lösung näher gebracht. Man darf nach neueren Erfahrungen als wahrscheinlich annehmen, dass das Auftreten der negativen Elektrizität in den unteren Luftschichten eine Folge der Sonnenstrahlung ist.

Die soeben behandelten Beobachtungen bezogen sich auf die elektrischen Erscheinungen bei heiterem, wolkenlosem Himmel. Völlig verändert wird das Bild, sobald Regen, Schnee, Graupel- oder Hagelfälle eintreten. Man kann sich eine Vorstellung von der Art ihrer Einwirkung dadurch machen, dass man jede Wolke, aus der Niederschläge herabfallen, mit einer thätigen Elektrisirmaschine vergleicht, welche beide Arten der Elektrizität in reichlicher Menge liefert. Wie eine solche ihre ganze Umgebung in elektrischen Zustand versetzt, so sammeln sich an der Erdoberfläche unter der Wolke gewaltige Elektrizitätsmengen an, die von der wechselnden Ladung der Wolken und Niederschläge hin- und hergetrieben werden. An hoch hervorragenden Punkten, vor Allem auf den Felszacken der Berggipfel, drängt sich die Elektrizität in besonderer Dichtigkeit zusammen, und häufig wird der elektrische Druck stark genug, um ein gewaltsames Ausströmen in die Luft zu bewirken, wenn nicht etwa durch einen Blitzschlag für kurze Zeit das Gleichgewicht hergestellt ist. Diese elektrischen Ausströmungen, die mit summendem oder zischendem Geräusche in der Form röthlich-violetter, nur im Dunkeln sichtbarer Büschel erfolgen, sind unter dem Namen St. Elmsfeuer bekannt und gehören zu den gewöhnlichen Begleiterscheinungen der Niederschlagsfälle, besonders der Gewitter, auf dem Sonnblick und allen exponirten Bergspitzen. Wie häufig sie im Hochgebirge sind, kann man aus den in Berichten über Hochtouren oft wiederkehrenden Schilderungen von dem Tönen der Eispickel und Bergstöcke bei herannahendem Schneesturm entnehmen.

Nun ist es eine bei dem sonstigen Mangel an bequemen Unterscheidungsmitteln zwischen den beiden Elektrizitäten merkwürdige Thatsache, dass die Art ihres Ausströmens aus einem Leiter in Luft ganz ungemein charakteristisch ist. Während die positive Elektrizität in Gestalt von oft fingerlangen verästelten Büscheln unter summendem und prasselndem Geräusche entweicht, bildet die negative bei weit schärferem zischendem Tone kleine etwa 1 *cm* lange Feuerflockchen, die hin- und herwimmeln und grössere Flächen mit einem, aus der Ferne betrachtet, nahezu gleichförmigem Leuchten überziehen. Herr Oberst v. Obermayer hat diese dem Physiker bekannten Unterschiede der Aufmerksamkeit der Beobachter von Elmsfeuer empfohlen und dadurch auch dem Laien ein Mittel gegeben, im Dunkeln die Art der ausströmenden Elektrizität zuverlässig zu bestimmen. Man durfte hoffen, aus zahlreichen Beobachtungen einen Zusammenhang zwischen der Natur des Elmsfeuers und der Beschaffenheit der gleichzeitig fallenden Niederschläge zu finden.

Um auch nach dieser Richtung hin die durch die Sonnblickstation gebotene Gelegenheit zu benutzen, haben wir Peter Lechner auch zu fortlaufenden Aufzeichnungen über das Auftreten von Elmsfeuern in Anspruch genommen. Da während des Tages die Lichterscheinung nicht sichtbar ist, son-

deru nur das Geräusch gehört wird und durch dieses allein die ausströmende Elektricität nicht mit genügender Sicherheit zu bestimmen ist, so richteten wir ihm ein sogenanntes Bohnenberger'sches Elektroskop ein, an dem durch die Bewegung eines Blättchens aus Aluminiumfolie leicht festgestellt werden kann, mit welcher Elektricität man zu thun hat. Zugleich liessen wir zu jeder Beobachtung eine Bemerkung über die Beschaffenheit des Niederschlages (ob aus Graupeln, Hagel, Schnee oder Regen bestehend) hinzufügen.

Aus diesen Aufzeichnungen, die 35 Fälle von Elmsfeuern, zum Theil von einer Dauer von über 12 Stunden, behandeln, hat sich das bemerkenswerthe Resultat ergeben, dass, wenn Schnee in grossen Flocken fällt, das Elmsfeuer fast durchgehends der positiven Elektricität, wenn er dagegen von staubiger Beschaffenheit ist, der negativen angehört.

Wir beschränken uns auf die Angabe dieser Thatsache und bemerken, dass eine solche Regel, so unwichtig sie erscheinen mag, vielleicht einen Anhaltspunkt für die Vertheilung der Elektricitäten in den Gewitterwolken bieten und dadurch zur Erforschung des Gewitters selbst beitragen kann, das ja in seinen elektrischen Vorgängen heute fast noch ebenso räthselhaft ist, wie zu den Tagen Franklins.

Von andern interessanten Beobachtungen auf diesem Gebiete erwähnen wir noch, dass, wie Herr Dr. Trabert zuerst mitgetheilt hat, bei positivem Elmsfeuer die Blitze röthlich, bei negativem bläulich gefärbt sind. Die Erscheinung lässt sich im Kleinen an elektrischen Funken nachahmen, sie hängt davon ab, dass im ersten Falle die Felsen des Sonnblickgrates den positiven, im zweiten den negativen Pol der Blitzbahn bilden. Kugelblitze sind, soviel uns bekannt, auf dem Sonnblick niemals beobachtet.

Sieht man selbst von jedem speciell meteorologischen Interesse ab, so ist ein Nachtgewitter wohl das schönste Schauspiel, das der Sonnblick dem Naturfreunde bieten kann.

Ein Julitag mit $+4^{\circ}$ C. Mittagstemperatur, der in den Thälern erdrückende Schwüle gebracht haben mag, ist vorüber. Nach Sonnenuntergang lagern schwere Cumuli, von fortwährendem Blitzgeflicker erleuchtet, vom steinernen Meere bis zum Dachsteingebirge, der Cirrusschirm, von dem sie sich abheben, erreicht schon den Zenith des Sonnblick. Alle hohen Spitzen der Umgebung, der Grossglockner, Hochnarr, Ankogel und das Schareck haben sich in Nebel gehüllt, nur der Blick nach den Dolomiten ist noch frei und von wunderbarer Klarheit. Da bilden sich in der Tiefe des Nordabsturzes Nebelschwaden, die aufsteigend mit Hast über die riesigen Schneewächten des Sonnblickgrates gegen den Goldbergspitz hinjagen und den Ausblick nach Süden verdecken. Nur vorübergehend werden die Lienzer Dolomiten noch einmal über der Brettscharte sichtbar, in wenig Augenblicken ist das Sonnblickhaus von Wolken umhüllt. Der Nebel wird dichter und überzieht die Kleider mit zahllosen Wasserperlen, die Dunkelheit bricht herein. Der frische Wind treibt kleine Eiskörner vor sich her, die grösser und grösser werden, bald prasselt ein Schauer von Graupeln in fast wagerechter Richtung von Norden heran. Da klingt es wie leises Zirpen von der Spitze der Fahnenstange, von dem Schalenkreuze des Anemometers und den Auffangestangen

des Blitzableiters. Wir treten an die Bank, die Peter Lechner auf dem Nordostvorsprunge errichtet hat. Jetzt leuchten unter demselben Geräusche unsere Hutkrempe und die Fingerspitzen der Hand, die wir dem Graupelschauer entgegenhalten. Da plötzlich wird durch einen Blitz der Nebel von bläulichem Scheine grell durchleuchtet und im gleichen Augenblicke ist das Elmsfeuer verschwunden. Mit einem kurzen Schlage einsetzend klingt der Donner überraschend schwach aus. Der Wind bläst heftiger, einzelne Schneeflocken wirbeln zwischen den Graupeln und bald hat sich ein dichtes Schneegestöber entwickelt. Die grossen Flocken überziehen schnell das Haus und die Felsen mit einer weissen Hülle, da tönt es wieder von der Fahnenstange herab, aber diesmal in tieferem Klange, wie das Brodeln eines Kessels, und deutlich erkennen wir an ihrer Spitze einen besenförmigen Lichtbüschel, der in das Schneegestöber hineinstrahlt. Bald trägt auch der Blitzableiter und das Anemometer die gleiche Zierde und erstaunt sehen wir, dass den Fingern unserer erhobenen Hand etwa 10cm lange Lichtstrahlen entströmen. Ein zweiter Blitz, bei dem der Nebel in pfirsichblüthfarbenem Lichte aufglüht, zerstört die Erscheinung, aber bald ist sie wieder im alten Glanze da, bis ein neuer der immer heftiger und häufiger werdenden Blitzschläge sie vorübergehend auslöscht. Es wird Zeit, das schützende Haus aufzusuchen, es ist nicht gerathen, der mächtigen Elektrisirmaschine, die schon nahe herangekommen ist, den eigenen Körper als Funkenzieher darzubieten. Im Zimmer hören wir, wie der Schnee von dem Sturmwinde gegen die Scheiben der Doppelfenster geschleudert wird, bisweilen springt ein klatschendes blaues Fünkchen an der Blitzplatte des Telephons. Da plötzlich ein schmetternder Krach, der die Wände des Hauses erzittern lässt; wir zählen den ersten Blitzschlag in den Ableiter. Man ist dergleichen gewohnt auf dem Sonnblick und darf getrost der ferneren warten, das Haus ist durch seinen Erbauer gegen Blitzgefahr vollkommen geschützt. Mag auch das Gewitter die ganze Nacht hindurch toben, wir suchen unser Lager auf in dem Gefühle der Sicherheit. An Schlaf ist allerdings für's erste nicht zu denken, den vertreiben die Erinnerung an das genossene Schauspiel und die Erwartung der vielleicht noch mehrmals sich wiederholenden Blitzschläge. Wenn wir am nächsten Tage durch den tiefen Neuschnee zu Thale stampfen, so nehmen wir eine Erinnerung mit für das Leben.

Mit dieser Erzählung eines mehrfach erlebten Ereignisses und der ehrlich gemeinten Versicherung, dass der Sonnblick auch dem Nichtfachmann elektrische Unterhaltung zur Genüge zu gewähren vermag, möchten wir unsere Mittheilung schliessen.

Die Telephon-Anlage Rauris-Sonnblick.

Von A. v. OBERMAYER.

(Mit 1 Tafel.)

Die ununterbrochene Fortführung eines meteorologischen Beobachtungsdienstes auf einem so hohen Berggipfel wie der Sonnblick, in einem so abgelegenen Gebirgsthale bedingt eine Reihe von Einrichtungen, unter denen die telephonische Verbindung der Station eine der wichtigsten ist und kaum durch einige Tage entbehrt werden kann.