IX. Ueber die durch Sonnenlicht bewirkte electrische Zerstreuung von mineralischen Oberflächen; von J. Elster und H. Geitel.

§ 1. Leitende Gesichtspunkte.

Der einzige nichtmetallische Stoff, bei dem wir eine deutliche Einwirkung der entladenden Kraft des Sonnen- und Tageslichtes nachweisen konnten, war bislang die Balmain'sche Leuchtfarbe.¹⁾

Die Bemühungen des Hrn. Lampa²⁾, sowie unsere eigenen auf dem Sonnblickgipfel³⁾ haben die Frage nach der licht-electrischen Wirksamkeit anderer nichtmetallischer Körper gegenüber den Sonnenstrahlen nicht vorwärts gebracht, da Lampa's Resultat ein rein negatives, das unsere unentschieden war. Jedenfalls ging aus unseren Versuchen das eine hervor, dass es schwerlich erfolgversprechend gewesen sein würde, beliebige, der Erdoberfläche entnommene Körper auf ihr electrisches Verhalten im Sonnenlichte mittelst der üblichen Methode zu prüfen. Es war zunächst in ähnlicher Weise, wie es uns bei metallischen Oberflächen geglückt war, eine Regel aufzusuchen, nach der sich wenigstens annähernd der Grad der Lichtempfindlichkeit einer Substanz im voraus beurtheilen liess. In dem Umstande, dass die Balmain'sche Farbe, ein stark phosphorescirender Körper, sich wirksam erwiesen hatte, glaubten wir einen derartigen Fingerzeig zu erblicken und wandten deshalb unsere Aufmerksamkeit den phosphorescirenden Mineralien zu.

Zuvor aber prüften wir eine Reihe künstlicher Phosphore auf ihr lichtelectrisches Verhalten. Hier zeigte sich, dass alle diese Substanzen — wir verwandten die Schwefel-

1) J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. 38. p. 507. 1889.

2) Lampa, Anzeiger d. Wien. Acad. Nr. 9. p. 79. 1890.

3) J. Elster u. H. Geitel, Wien. Ber. 99. Abthl. II_a. p. 1008. 1891; auch Exner's Rep. 27. p. 419. 1891 u. Meteorolog. Zeitschr. 8. p. 321 1891.

verbindungen der Metalle Ca, Sr, Ba, denen wir nach Vorschrift der Herren Klatt und Lenard¹⁾ Spuren der Metalle Cu und Mn zusetzten — im allgemeinen um so kräftiger lichtelectrisch wirkten, je lebhafter sie phosphorescirten. Bei schwacher Phosphorescenz war die Zerstreuung der negativen Electricität im Sonnenlichte mit unseren bisherigen Hilfsmitteln nur eben noch erkennbar.

Wir glaubten daher die Hypothese wagen zu dürfen, dass die beiden Erscheinungen gegenseitig abhängig wären, und dass wir uns bei der Aufsuchung lichtelectrisch wirkamer Mineralien durch ihr Phosphorescenzvermögen leiten lassen könnten.

Da nun aber die meisten der phosphorescirenden Mineralien eine Phosphorescenz aufweisen, die weit schwächer und namentlich nicht so anhaltend ist, wie die selbst schwach wirkender künstlicher Phosphore, so mussten wir erwarten, dass zur Untersuchung der Mineralien eine Verfeinerung unseres Verfahrens unumgänglich nothwendig sein würde. Eine fernere Bemerkung, die wir an künstlichen Phosphoren machten und die uns späterhin von Werth wurde, bestand darin, dass das Maximum der lichtelectrischen Wirksamkeit stets an frischen Bruchflächen der Substanz hervortritt.

Wir konnten so aus den Versuchen mit künstlichen Phosphoren folgende Anhaltspunkte für die vorzunehmende Untersuchung gewinnen:

1. Die lichtelectrische Entladung ist wahrscheinlich in deutlicher Weise nur bei phosphorescirenden, frisch gepulverten Mineralien zu erwarten.

2. Die von Hrn. Lampa und uns in Anwendung gebrachte Methode ist vielleicht zur Erzielung eines positiven Resultates nicht empfindlich genug gewesen.

Im Folgenden erlauben wir uns, die Resultate unserer Untersuchungen betreffend die lichtelectrische Entladung durch Sonnenlicht an Mineralien mitzutheilen.

§ 2. Apparat und Methode.

Wir wenden uns zunächst zur Darlegung gewisser Uebelstände der von Hrn. Lampa und uns früher benutzten

1) V. Klatt u. Ph. Lenard, Wied. Ann. 38. p. 90. 1889.

Methode. Dieselbe bestand darin, dass dem zu untersuchenden Körper eine negative electricische Ladung ertheilt wurde, deren Höhe durch den Maximalausschlag des Exner'schen Electroskopes eine obere Grenze von 150—250 Volt gesetzt war.

Bei Belichtung durch Sonnenlicht zeigte sich dann in einem Zeitintervall von 30—60 Secunden (abgesehen von den schon in den früheren Abhandlungen namhaft gemachten meist metallischen Substanzen) *keine* wahrnehmbare Wirkung, d. h. die Electricitätszerstreuung an der Oberfläche dieser Körper erschien nicht merklich grösser im Lichte als im Dunkeln. Bei positiver Electricisirung ist eine Beschleunigung der Zerstreuung durch Belichtung bekanntlich nicht zu erwarten, es wurde auch niemals eine darauf hindeutende Erscheinung beobachtet.

Man könnte zunächst daran denken, diese Methode im Wesentlichen beizubehalten und nur feiner auszubilden. Eine Steigerung der Empfindlichkeit liesse sich dadurch erreichen, dass man die anfängliche Ladung höher wählt. Dann entsteht aber eine neue Schwierigkeit dadurch, dass es kein einfaches Electrometer gibt, elektrische Spannungen, die bis etwa 1000 Volt gehen, rasch und sicher zu bestimmen. Auch würde bei so hohen Spannungen der Electricitätsverlust durch mangelhafte Isolation und durch gewöhnliche Zerstreuung in die Luft eine sehr bedeutende Quelle von Fehlern bilden, durch welche die eigentliche Lichtwirkung vielleicht ganz überdeckt wird. Von beiden Uebelständen ist die von uns neuerdings verwandte Methode¹⁾ frei.

Der Apparat, dessen wir uns bedienten, ist Fig. 1 dargestellt.

In der Mitte eines kreisrunden, gut zur Erde abgeleiteten, eisernen Tischchens von 17 cm Durchmesser, ist ein durchbohrter Siegelackklotz *K* eingelassen, dessen *Axe* durch einen am unteren Ende mit einer Klemme *r* versehenen Stahlstift gebildet wird, während das obere die flache, oxy-

1) Eine ähnliche Anordnung ist von Hrn. Righi bei Feststellung der photoelectricischen Convection in verdünnter Luft benutzt worden. Vgl. Beibl. 14. p. 1167. 1890.

dirte Eisenschale P von 6,5 cm Durchmesser trägt. Die Vorrichtung kann überdeckt werden durch einen aussen mit Stanniol überzogenen und ebenfalls zur Erde abgeleiteten Holzkasten, dessen obere schräge Endfläche durch eine dünne klare Gypsplatte g gebildet wird. In die eine Seitenwandung des Kastens ist ein zweiter durchbohrter Siegellackklotz K' eingelassen, durch welchen ein Metallstift durchgeführt wurde, dessen inneres Ende ein Eisendrahtnetz N trägt. (Die Weite der quadratischen Maschen beträgt etwa 2 mm.) Das Netz befindet sich in 1 mm Entfernung von dem oberen, 5 mm hohen Rande der Schale. Wir verbinden nun den Draht b und damit auch das Netz N mit dem positiven Pole einer vielpaarigen Säule, während a und damit auch P mit einem empfindlichen Electrometer (Quadrant-Electrometer, 1 Daniell = 30 Scalentheile) communicirt. Dieses ist, während die obengenannte Verbindung hergestellt wird, zur Erde abgeleitet. Hebt man nun, nachdem N durch die Säule auf constantes Potential geladen ist, die Erdleitung des Electrometers auf, so misst der Ausschlag der Electrometernadel das Quantum Electricität, das in einem gegebenen Zeitintervalle die Luftschicht zwischen N und P passirt. Ein der Form des Kastens angepasster (in der Figur punktiert gezeichneter) Metaldeckel MM_1 gestattet den Zutritt des Lichtes zu Eisenschale P abzuschneiden.

Fig. 1.

Bringt man in die Schale P irgend einen lichtelectrisch wirksamen Körper, etwa ein 1 cm langes Stückchen blanken Magnesiumbandes, das N nicht berührt, und hebt die Erdleitung auf bei geschlossenem Deckel MM_1 , während N mit dem positiven Pole einer trockenen Säule von ca. 300 Volt Spannung in leitender Verbindung steht, so überträgt sich durch die Luftschicht in einem Zeitraum von 30 Secunden kaum die Spur einer Ladung (1–2 Scalenth.) Wiederholt man den Versuch unter Zutritt von Sonnen- oder hellem Tageslicht, so schwin-

det in etwa 2 Secunden die Scala aus dem Gesichtsfelde. Es geht also von N zu P ein photoelectrischer Strom, für welchen das belichtete Metall die Kathode ist. Eine Umschaltung der Säule hat sofortiges Erlöschen der Erscheinung zur Folge. In diesem Verhalten liegt ein wichtiges Prüfungsmittel photoelectrischer Wirkungen; es wurde daher bei keinem der untersuchten Mineralien verabsäumt, diese „Gegenprobe“ mehrfach anzustellen.

Bei einigermaassen stark wirkenden lichtempfindlichen Körpern, wie z. B. amalgamirtem Zink, kann man das Quadrantelectrometer durch das Exner'sche Electroscope ersetzen. Bei Lichtzutritt schlägt dasselbe selbst in zerstreutem, durch Glas hindurchgegangenem Tageslichte in kurzer Zeit durch; im Dunkeln zeigt es nur Spuren einer Divergenz (vermuthlich in Folge des Staubgehaltes der Luft zwischen P und N), nachdem der Apparat lange Zeit (10—20 Minuten) sich selbst überlassen war.

Das auseinandergesetzte Verfahren gestattet die Verwendung beträchtlicher electricischer Spannungen, ohne den Gebrauch eines der empfindlichsten electricischen Messinstrumente auszuschliessen. Ausserdem gewährt dasselbe noch den bei subtilen Versuchen nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass durch den Einfluss von Isolationsfehlern nie zu grosse Zahlen vorgetäuscht werden können. Man findet vielmehr zu kleine, wenn die Stützen, welche die Electrometerdrähte tragen, ungenügend isoliren. Entweicht über diese soviel Electricität, wie in gleichem Zeitraume durch Belichtung dem Electrometer zugeführt wird, dann erscheint ein lichtelectrisch wirksamer Körper unwirksam. (Als Isolir-Material verwandten wir blanke, frische Siegellackstangen, und zwar in ihrer ganzen Länge, die vor den Versuchen mit Hilfe eines Bunsenbrenners schwach angewärmt wurden.) Es ist ferner *unmöglich*, dass ohne Vermittlung der Luftschicht zwischen P und N Electricität von N nach P fliesst, da sowohl der überdeckende Kasten, wie auch das eiserne Tischchen gut leitend mit der Erde verbunden sind.

Bei dieser Art der Beobachtung ist erforderlich, dass während der Dauer vergleichender Messungen das electricische Potential des Netzes N unveränderlich erhalten wird. Wir

erreichten dies auf zweifache Art. Entweder verbanden wir *N* mit dem positiven Pol einer Batterie von 100 Trockenelementen Thor (Polspannung ca. 140 Volt), oder wir combinirten vier trockene Zamboni'sche Säulen von 16 □cm Plattenoberfläche und 1100 Elementen *neben* einander und hatten dann eine freie Spannung von ca. 300 Volt zur Verfügung. Schliesslich muss noch bemerkt werden, dass der Apparat Fig. 1 vor dem Süd-Fenster unseres Laboratoriums Aufstellung gefunden hatte; sämmtliche Versuche wurden also nicht im Zimmer, sondern im Freien vorgenommen.

§ 3. Versuche mit Flussspath.

Folgende Arten phosphorescirenden Flussspathes haben wir auf ihre lichtelectrische Wirksamkeit geprüft:

1. Käufliches Flussspathpulver, wie es zur Glasätzung benutzt wird.

2. Chlorophan aus Rauris, Salzburg.

3. Fluorit aus Wölsendorf (Bayern), sog. Stinkfluss.

Alle drei Flussspatharten entwickelten nach vorhergegangener Magnesiumbelichtung bläulich weisses, langsam abklingendes Phosphorescenzlicht.

In die Eisenschale *P* des soeben beschriebenen Apparates als grobkörniges Pulver eingeführt, zeigten sie alle drei im Sonnenlichte die lichtelectrische Entladung in unzweideutiger Weise.

Am stärksten wirkte der Wölsendorfer Fluorit; nicht ganz so stark der Rauriser Chlorophan; weit schwächer der gemahlene Flussspath.

Bei dem Stinkfluss schwand in etwa 5" bei einer constanten Ladung des Netzes von + 300 Volt die Scala aus dem Gesichtsfelde des Fernrohres; bei gleich grosser aber entgegengesetzter Ladung desselben blieb sie in Ruhe. Jede theilweise Beschattung der pulverisirten Substanz, sei es zufällig durch Wolken oder durch einen vorgehaltenen Pappschirm verlangsamte den Gang der Electrometernadel bedeutend, brachte sie aber nicht vollständig zum Stillstande. Nur wenn der lichtdicht schliessende Deckel *MM*₁, aufgesetzt wurde, hörte jede wesentliche Uebertragung positiver Electricität vom Netz zur Schale auf.

Nicht blos die directen Sonnenstrahlen, sondern auch das zerstreute Tageslicht erwiesen sich als wirksam.

Am 25. August d. J. ergaben sich z. B. unter Mittag, aber bei Ausschluss directen Sonnenlichtes folgende Zahlen:

Gemahlener Flussspath: + 21 Scalenthl. in 30"

Rauriser " " : + 40 " " " 30"

Wölsendorfer " " : + 400 " " " 30".

Die constante Ladung des Netzes betrug hier + 140 Volt (Thorbatte).

Die Wahrnehmung, dass frische Bruchflächen weit intensiver wirken als alte, fanden wir auch bei diesen natürlichen Phosphoren bestätigt. Als z. B. der Rauriser Flussspath nach wochenlangem Liegen erneuter Untersuchung unterworfen wurde, fand sich nach 60 Secunden nur eine Ablenkung von + 50 Scalentheilen (Tageslicht), die für die gleiche Belichtungsdauer auf + 270 stieg, nachdem die Substanz frisch gepulvert worden war.

Es schien uns von Wichtigkeit zu entscheiden, welche Lichtstrahlen es sind, die die fragliche Wirkung bei Flussspath hervorbringen; wir ersetzten daher die Belichtung mit Tageslicht durch solche mit Funkenlicht (geliefert durch einen kleinen Ruhmkorff'schen Apparat von 2 cm Funkenlänge in Verbindung mit einem Condensator) und fanden zu unserer Ueberraschung, dass die Wirkung der ultravioletten Strahlen zwar erkennbar, aber auffallend schwach war, weit schwächer, als die zerstreuten Tageslichtes. Es sind demnach nicht die ultravioletten Strahlen, welche der Hauptsache nach die Wirkung hervorbringen. Diesem Versuchsergebnisse entspricht vollkommen die Thatsache, dass Substanzen, wie farbloses und gefärbtes Glas die Wirkung von Sonnen- und Tageslicht zum Theil durchlassen. Durch Zwischenschaltung einer klaren Glasplatte sank z. B. bei dem Wölsendorfer Fluorit die Ablenkung in 30" nur von 410 auf 250 Scalentheile. Blaues (Kobalt) Glas hemmte die Erscheinung kaum stärker als klares; die Ablenkung betrug hier 210 Scalenthl. in 30". Gelbe und rothe Gläser heben dagegen die Wirkung fast ganz auf; es wurden hier nur 7 bezw. 3 Scalenthl. Ablenkung in 30" notirt.

Die überraschend starke Wirkung des Fluorits veran-

lasste uns, für diese Substanz zu dem Exner'schen Electro-
skop als Messinstrument zurückzukehren, in der Voraussicht
unter Verwendung der gleichen Methode einen Demonstra-
tionsversuch für die lichtelectrische Entladung an einer
mineralischen Oberfläche aufzufinden.

In der That kann man sich mit den einfachsten Mitteln
einen Apparat herrichten, der in hellem Lichte und bei ge-
nügung starker Electrisirung des Drahtnetzes selbst im Zim-
mer bei geschlossenen Fenstern functionirt. Fig. 2 stellt
schematisch diesen Apparat dar.

Die metallische, kreisrunde Scheibe *P* von 20 cm Durch-
messer mit schwach aufgeworfenem Rande ist durch die
angekittete Siegellackstange *s*₁ isolirt in einem eisernen
Retortenhalter befestigt und
durch einen Draht mit dem
Exner'schen Electroscop *E*
verbunden. Ihr gegenüber
bringt man ein gleichgrosses,
weitmaschiges, ebenfalls isolirt
aufgestelltes Drahtnetz an.
Nachdem die Platte *P* mit
frisch gepulvertem Flussspath
bedeckt worden, schiebt man

Fig. 2.

das Netz bis auf etwa $\frac{1}{2}$ cm Entfernung an die Platte heran.
Bei der hohen Ladung, welche man dem Netze *N* ertheilen
muss, ist die Wahl eines geringeren Abstandes nicht zu
empfehlen; es gerathen sonst leicht durch electrische An-
ziehung Mineraltheilchen mit *N* in Berührung. Das Netz
ist mit dem positiven Pol einer trocknen Säule von 300 bis
1000 Volt Polspannung — je nach der Intensität des ver-
wandten Lichtes — zu verbinden.

Wir erhielten bei relativ schwachem Lichte (5 Uhr
abends am 5. Aug. d. J.; Sonne stark verschleiert) zunächst
bei geöffnetem Fenster folgende Zahlen:

Ladung des Netzes + 1000 Volt; das Exner'sche
Electroscop zeigte

nach 1 Min. Beleuchtung 116 Volt Spannung

"	2	"	"	217	"	"
"	2 $\frac{1}{4}$	"	"	250	"	" (Maximalausschl.)

Jetzt wurden die Laden geschlossen und das Licht so regulirt, dass das Electroskop noch eben abgelesen werden konnte. Es zeigte nun das Electroskop:

nach 1	Minute	0,0	Volt	Spannung
„ 2	„	4,0	„	„
„ $3\frac{1}{4}$	„	6,0	„	„

Nach dem letzten Versuche wurden die Laden wieder geöffnet, in der darauf folgenden Minute übertrug sich auf *P* eine Spannung von 120 Volt, die nach einer weiteren Minute bei geschlossenem Laden auf nur 132 Volt stieg, um schliesslich bei wieder geöffnetem Laden in der letzten Minute den Maximalausschlag zu erreichen.

Nachdem dem Netze eine Ladung von -1000 Volt ertheilt worden war, wurde das Mineral 2 Minuten lang dem Lichte ausgesetzt; jedoch ohne dass das Electroskop eine mehr als 18 Volt betragende Spannung angezeigt hätte.

Auch bei geschlossenem Fenster, also Einschaltung von Glas in den Gang der Sonnenstrahlen, lässt sich die gleiche Erscheinung beobachten, nur vergeht etwa die doppelte Zeit; bis die Spannung zu dem durch das Instrument noch messbaren Maximalbetrage angewachsen ist.

Es ist bekannt, dass die lichtelectrische Entladungsgeschwindigkeit an Metallen mit Verdünnung des den beleuchteten Körper umgebenden Gases beträchtlich ansteigt. Es lag deshalb nahe, das Verhalten des Flussspathes auch in höchstverdünnten Gasen zu prüfen. Das Ergebniss war indess, dass im Vacuum die Lichtempfindlichkeit des Minerals zugleich mit seiner electrischen Leitfähigkeit vollständig erlischt. Wahrscheinlich ist der Verlust der Leitfähigkeit die primäre Wirkung des Vacuums, veranlasst durch die Verdampfung der anhaftenden Feuchtigkeit, durch welche dann erst das Unvermögen, negative Electricität abzugeben, bedingt wird. Dauernd wird jedoch die Eigenschaft lichtelectrisch zu wirken, *nicht* zerstört. Untersucht man das unmittelbar dem geöffneten Recipienten entnommene Material in der oben beschriebenen Weise, so ist die Wirkung sofort wieder nachweisbar.

Es sei noch bemerkt, dass die von uns untersuchten

künstlichen Phosphore im Vacuum das gleiche Verhalten wie Flussspath zeigten.

Ferner verdient noch hervorgehoben zu werden, dass Benetzung mit Wasser die lichtelectrische Wirkung *nicht* aufhebt, sondern nur bedeutend vermindert; dagegen verliert der Flussspath seine lichtelectrischen Eigenschaften durch Glühen in einem Platintiegel gänzlich; auch erneutes Pulverisiren stellt sie nicht wieder her.

Durch das Erlöschen der lichtelectrischen Wirksamkeit des Flussspathes beim Glühen wird bewiesen, dass diese nicht etwa dem Fluorcalcium selbst als besondere Eigenschaft zukommt.

Da nun der geglühte Flussspath nach der Belichtung mit einer Magnesiumflamme keine deutliche Phosphorescenz mehr erkennen lässt, so ist auch hier ein Parallelismus der lichtelectrischen Wirkung und der Phosphorescenz unverkennbar. Man wird darauf geführt, anzunehmen, dass im krystallisirten Flussspath irgend eine fremde wirksame Verbindung enthalten ist, gerade wie auch andere, an sich nicht phosphorescirende Verbindungen, z. B. die reinen Schwefelverbindungen der Metalle Ca, Ba, Sr und die Thonerde durch Zusatz von Spuren gewisser Metalloxyde phosphorescirend werden. Während aber die letztgenannten Körper in höherer Temperatur beständig sind, wird die im Flussspath enthaltene Verbindung zerstört. Man würde dann die Ungleichheit in der lichtelectrischen Wirkung der verschiedenen Flussspathvarietäten auf mehr oder weniger hohen Gehalt an diesem Fremdkörper zurückführen können. Welcher Art dieser ist, kann wohl allein durch eine genaue Analyse festgestellt werden, für welche der Wölsendorfer Fluorit das geeignetste Material liefern würde.

Wir fanden in Naumann's Lehrbuch der Mineralogie eine Bemerkung Wyruboff's, nach welcher die Ursache der Phosphorescenz des Fluorits ein Gehalt an einer flüchtigen, in Aether löslichen Kohlenwasserstoffverbindung sein soll.

Es ist bemerkenswerth, dass die von Hrn. Hankel ¹⁾ aufgefundene photoelectrische Erregung des Flussspathes durch

1) Wiedem. Electricit., Bd. 2. p. 329. 1883.

Lichtstrahlen derselben Art bewirkt wird, die auch die Zerstreuung der negativen Electricität von der Oberfläche dieses Minerals befördern.

§ 4. Versuche mit anderen phosphorescirenden Mineralien.

Keines der anderen nach dem Flussspath von uns untersuchten Minerale zeigt die lichtelectrische Entladung auch nur angenähert so stark wie dieser.

Man wird hier gezwungen, dasselbe je nach der Grösse der dem Netze ertheilten Ladung zwei bis fünf Minuten dem Sonnenlichte auszusetzen. Durch die Erwärmung während dieser langen Expositionszeit bilden sich Luftströmungen im Inneren des mit Gyps verschlossenen Kastens aus, die ohne Frage Staub von der gepulverten Substanz aufwirbeln, der dann stets eine gewisse Electricitätsmenge vom Netz zur Schale überträgt. So kommt es, dass in der Regel auch bei negativer Electrisirung des Netzes bei Belichtung ein grösserer Betrag übergeführt wird, als bei Nicht Belichtung; immerhin bleibt bei vielen Mineralien dieser Betrag nicht unwesentlich gegen den zurück, der bei positiver Electrisirung des Netzes beobachtet wird. Die „Gegenprobe“ ist hier von der grössten Wichtigkeit, und man wird nur solche Mineralien als lichtelectrisch wirksam ansehen dürfen, bei denen sich constante Unterschiede in stets demselben Sinne bei positiver und darauf folgender negativer Electrisirung des Netzes herausstellen.

Die in der untenstehenden Tabelle unter No. 1–7 aufgeführten Mineralien haben wir auf ihr lichtelectrisches Verhalten geprüft und glauben, dass bei den meisten derselben die lichtelectrische Wirkung, wenn auch im Vergleiche zum Flussspath und den electropositiven Metallen schwach, so doch deutlich erkennbar hervortritt. Da es uns nämlich trotz sorgfältigster Prüfung nicht möglich gewesen ist, in unserer Versuchsanordnung eine Fehlerquelle ausser der obengenannten und durch die Gegenprobe controlirten zu entdecken, so liegt für uns kein Grund vor, an der Realität der Versuchsergebnisse zu zweifeln. Dass die lichtelectrische Wirksamkeit mehrerer Mineralien, die deutlich zu phosphoresciren vermögen, ziemlich gering ist, braucht noch

Nr.	Mineral	Fundort	Datum	Drahtnetz positiv ¹⁾ ; Ladung des Electrometers		Gegen- probe ²⁾	Phosphorescenz	Bemerkungen
				be- lichtet	unbe- lichtet			
1.	Kryolith	Ivigut, Grönland	31./VIII.	+ 18,0	+ 3,0	— 2,0	sehr schwach	bei Vorversuchen am 7. VI. 91 + 65 in $\frac{1}{2}$ Min.; bei Beschat- tung erlosch die Wirkung.
2.	Schwerspath		3./VIII.	+ 18,0	+ 5,2	— 3,0	deutlich, doch schn. abklingend	
3.	Cölestin mit Kalkspath a. Schwefel	Girgenti, Sicilien	11./VIII. 15./VIII.	+ 48,5 + 39,0	+ 16,0 + 8,0	— 11,0 — 2,0	sehr stark und andauernd	
4.	Aragonit	Ungarn	11./VIII.	+ 21,0	+ 11,0	— 12,0	schwach, schnell abklingend	
5.	Strontianit	Hamm, Westphalen	5./VIII.	+ 23,0	+ 12,5	— 14,0	sehr stark, zieml. andauernd	bei Vorversuchen am 7. VI. 91 + 30 in $\frac{1}{2}$ Min.
6.	Kalkspath (Tropf- stein)	Rübeland, Harz	15./VIII.	+ 16,0	+ 8,0	— 1,0	stark, schnell abklingend	
7.	Feldspath	Rauris, Salz- burg	15./VIII.	+ 25,0 + 13,5	+ 13,0 + 5,0	— 6,0 — 4,5	schwach, schnell abklingend	
8.	Granit	Schweden	2./IX.	+ 22,7	+ 1,2	— 6,6	nicht vorhanden	

1) Bei Nr. 1—7 Spannung = ± 140 Volt (Thorbatterie); Exposition 5 Min.
bei Nr. 8 " = ± 300 " (Trockensäule); " 2 Min.

2) Bei Anstellung der Gegenprobe liessen folgende Stoffe *keine* deutlichen Unterschiede erkennen: Kaolin, Schreib-
papier, Glimmerschiefer, Kochsalz und Pflanzenblätter.

kein Beweis gegen unsere Leithypothese zu sein, dass licht-electrische Empfindlichkeit und Phosphorescenz im Wesentlichen parallel laufen. Für das Zustandekommen der licht-electrischen Zerstreuung ist nämlich die erste Bedingung die, dass die bestrahlte Substanz überhaupt ein Leiter der Electricität ist, andernfalls kann keine Electricitätsbewegung in ihr stattfinden. Hieraus erklärte sich ja schon die Unwirksamkeit des Flussspathes im Vacuum. Nun sind manche der untersuchten Mineralien, z. B. Kalkspath, in reinem Zustande fast vollkommene Isolatoren; es darf daher der geringe Electricitätsverlust von ihrer Oberfläche aus nicht gerade überraschen.

Während die unter Nr. 1—7 aufgeführten Mineralien sammt und sonders wohldefinierte Species sind, haben wir schliesslich noch die unter Nr. 8 aufgeführte Felsart (Granit) in die Untersuchung hineingezogen, die uns wegen ihrer grossen Verbreitung auf der Erdoberfläche von besonderem Interesse schien. Da ein Bestandtheil derselben Feldspath ist, und dieser sich wirksam erwiesen hatte, so waren auch hier Spuren der lichtelectrischen Wirkung zu erwarten.

Um zugleich ein Beispiel dafür zu geben, wie die in der Tabelle verzeichneten Zahlen gewonnen wurden, theilen wir diese Beobachtung noch aus dem Beobachtungsprotokolle ausführlich mit:

Versuche mit schwedischem Granit am 2. September mittags.

Substanz frisch gepulvert; vier trockne Säulen parallel geschaltet; Expositionszeit zwei Minuten; Sonne frei von Wolken:

Ladung des Netzes	Ladung der Schale nach 2'	Ladung der Schale nach 2'
	unbelichtet	belichtet
1) — 300 Volt	0,0	— 0,5
2) + 300 „	$\left\{ \begin{array}{l} + 3,0 \\ + 0,5 \\ + 0,5 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} + 25,0 \\ + 23,0 \end{array} \right.$
3) — 300 „	0,0	— 12,0
4) + 300 „	+ 1,0	+ 20,0
5) — 300 „	— 1,0	— 7,5

Die unter Nr. 8 aufgeführten Mittelwerthe sind hieraus abgeleitet.

Die positiven Werthe zeigen hier während der Dauer der Beobachtungen eine deutliche stetige Abnahme (25, 23,

20), die darauf hinzudeuten scheint, dass bei Verwendung frischer Bruchflächen die belichtete Fläche allmählich ermüdet; es wurde schon oben bemerkt, dass das Gleiche auch beim Flussspath hervortritt.

§. 5. Resultate.

Stellen wir noch kurz die Ergebnisse unserer Untersuchung zusammen:

1. Flussspath ist im Sonnen- und Tageslicht deutlich lichtelectrisch wirksam.

2. Verschiedene Varietäten dieses Minerals weisen erhebliche Unterschiede in ihrem lichtelectrischen Verhalten auf. Am stärksten wirkte Fluorit aus Wölsendorf in Bayern, sogenannter Stinkfluss.

3. Die Entladung durch Licht geht unter Verwendung *frischer* Bruchflächen des Minerals weit rascher vor sich, als bei Verwendung alter Oberflächen.

4) Es sind vernehmlich die *blauen* Lichtstrahlen, nicht ausschliesslich die ultravioletten, welche beim Flussspath den Entladungsvorgang einleiten.

5. Beim Rauriser und Wölsendorfer Flussspath lässt sich die Entladung durch Licht unter Verwendung des Exner'schen Electroskopes nachweisen.

6. Im Vacuum erlischt die Lichtempfindlichkeit des Minerals zugleich mit seinem electrischen Leitvermögen. Beim Contact mit (feuchter) Luft erlangt das Mineral seine Lichtempfindlichkeit wieder.

7. Benetzung mit Wasser vernichtet die Lichtempfindlichkeit nicht, setzt sie aber beträchtlich herab; dagegen wird sie dauernd zerstört durch Glühen des Minerals, das zugleich seine hohe Phosphoreszenzfähigkeit verliert.

8. Eine Reihe anderer Mineralien, nämlich Kryolith, Schwerspath, Cölestin, Aragonit, Strontianit, Kalkspath, Feldspath, Granit zeigt ebenfalls deutliche Spuren lichtelectrischer Wirkung.

9. Die Annahme, dass das Vermögen durch Bestrahlung zu phosphoresciren, einen ungefähren Maassstab zur Beurtheilung der lichtelectrischen Wirksamkeit einer Substanz liefert, hat sich in vielen Fällen bewährt; die Ausnahmen

können vielleicht auf den Einfluss zurückgeführt werden, den das electriche Leitungsvermögen der belichteten Substanz auf die Electricitätszerstreuung von ihrer Oberfläche ausüben muss. Dies Zusammentreffen spricht für die von uns ¹⁾ bei Gelegenheit der Versuche mit der Balmain'schen Farbe geäußerte Ansicht, dass vielleicht Vorgänge bei der lichtelectrischen Entladung im Spiele sind, die mit Resonanzwirkungen verglichen werden können. Zu dieser Auffassung waren die Hrn. E. Wiedemann und H. Ebert ²⁾ schon vor uns auf andere Wege gelangt.

Wir werden durch die mitgetheilten Versuchsergebnisse zu der Schlussfolgerung genöthigt, dass von den aus mineralischen Stoffen gebildeten Oberflächentheilen der Erde, die ja, wie das positive Zeichen des Potentialgefälles der Luft-electricität beweist, mit negativer Electricität geladen sind, im Sonnenlichte eine lebhaftere Electricitätszerstreuung in die Atmosphäre erfolgt, als im Dunkeln. Es erscheint uns demnach eine directe electriche Einwirkung der Sonnenstrahlung auf den Erdkörper nachgewiesen und eine experimentelle Begründung der von den Hrn. v. Bezold ³⁾ und Arrhenius ⁴⁾ zuerst aufgestellten Lehre gegeben zu sein, nach welcher die Sonne auf die Erde nicht etwa durch electrostatische oder dynamische Fernwirkung (die auch theoretisch schwer verständlich sein würde), sondern durch Vermittlung der Lichtstrahlen electriche Kräfte ausübt. Wir hoffen demnächst an anderer Stelle, gestützt auf ein in zwei Jahren gesammeltes Material von Messungen der Intensität der brechbarsten Sonnenstrahlen und des atmosphärischen Potentialgefälles die hieraus sich ergebenden meteorologischen Folgerungen prüfen zu können.

Wolfenbüttel, im October 1891.

1) J. Elster und H. Geitel, Wied. Ann. **41**. p. 175.

2) E. Wiedemann und H. Ebert, Wied. Ann. **33**. p. 263. 1888 und Wied. Ann. **35**. p. 259. 1888.

3) v. Bezold, Sitzungsber. der Berl. Akad. **36**. p. 905. 1888.

4) Arrhenius, Meteorol. Zeitschrift **5**. p. 297. 1888.