

Über die Beziehung zwischen Fluorescenz und Lichtelektrizität.

Von G. C. Schmidt.

Vorgetragen in der Sitzung vom 17. Januar.

Zum Druck eingereicht am 29. Januar.

(Vorläufige Mitteilung.)

Um eine Reihe von Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität zu erklären, machten die Herren v. Bezold¹⁾ und Arrhenius²⁾ die Annahme, dass die Sonne durch Vermittelung der Lichtstrahlen elektrische Kräfte ausübe, indem sie die negative Elektrizität zerstreue und dadurch zu elektrischen Strömen Veranlassung gebe. Um diese Annahme zu prüfen, untersuchte Herr Lampa³⁾ Mineralien, Hölzer u. s. w. auf ihre photoelektrische Empfindlichkeit hin, indes ohne Erfolg. Erst den Herren Elster und Geitel⁴⁾ gelang es, indem sie von der Hypothese ausgingen, dass Zerstreungsvermögen und Fluorescenz von einander abhängig seien, eine Anzahl von lichtempfindlichen Mineralien aufzufinden.

In der nachfolgenden Untersuchung habe ich die Frage, ob thatsächlich photoelektrische Empfindlichkeit und Fluorescenz in einem ursächlichen Zusammenhang stehen, zu lösen gesucht. Zu gleicher Zeit habe ich mir die weitere Aufgabe gestellt, zu prüfen, ob die Ionen, welche nach allen bisherigen Untersuchungen alle Eigenschaften der unzersetzten Moleküle, abgesehen von ihren elektrischen Ladungen, besitzen, im besonderen Masse befähigt sind, die negative Elektrizität unter dem Einfluss des Lichtes zu zerstreuen.

1) v. Bezold. Berl. Sitzber. 1888 p. 485.

2) Arrhenius. Wied. Ann. 32 p. 545.

3) Lampa Beibl. 15 p. 334.

4) Elster und Geitel. Wied. Ann. 38 p. 507.

Methoden und Apparate: Zur Prüfung dieser beiden Fragen habe ich zwei Methoden angewandt, nämlich erstens die von E. Wiedemann und H. Ebert¹⁾ angegebene und zweitens die von Righi²⁾, Elster und Geitel³⁾ angewandte. Bei der ersten wurden die zu untersuchenden Präparate in einen Porzellantiegel, in welchem sie gelinde erhitzt werden konnten, gebracht und mit dem negativen Pol der Influenzmaschine verbunden. Gegenüber der Substanz befand sich die kugelförmige Anode. Parallel hierzu war eine Funkenstrecke geschaltet; dieselbe wurde so eingestellt, dass gerade der Funken an der Funkenstrecke übergang. Sobald jedoch die zu untersuchende Substanz belichtet wurde, sank das Entladungspotential an dieser Stelle so bedeutend, dass sich die Elektrizitäten ausschliesslich hier ausglich. Zu gleicher Zeit war die von E. Wiedemann und H. Ebert beobachtete Änderung der Höhe und des Charakters des Tones wahrnehmbar. Diese Methode hat den grossen Vorzug, dass sie leicht ausführbar und schnell eine Entscheidung liefert, ob ein Körper lichtempfindlich ist oder nicht; ihr haftet jedoch der Nachteil an, dass sie nur in wenig Fällen, wo die Oberfläche nicht leicht zerstäubt, Messungen gestattet. Ich habe daher hauptsächlich die zweite Methode in der von Elster und Geitel³⁾ gegebenen Form angewandt. In einem an der einen Seite schräg abgeschnittenen kleinen Kasten befand sich ein rundes, stark oxydiertes Eisenblech von 4 cm Durchmesser, das vermittelt zweier Siegellackstangen gut isoliert war. Von demselben führte ein Draht zu einem Hankel'schen bez. Hallwachs'schen Elektrometer. Gegenüber dem Eisenblech war ein Drahtnetz aus Eisen angebracht, welches mit der Elektrizitätsquelle vermittelt eines Paraffincommutators in Verbindung stand. Als Elektrizitätsquelle diente eine grosse Accumulatorenatterie in der von Zehnder⁴⁾ beschriebenen Form. Auf dem Kasten befand sich ein mit einem Quarzfenster versehener Deckel; das ganze war mit Stanniol bewickelt und stand mit der Erde in leitender Verbindung. Die Versuche wurden in der Weise ange-

1) E. Wiedemann, E. H. Ebert, Wied. Ann. 33 p. 240 1888.

2) Righi Journ. de Phys. I p. 153 1888.

3) Elster und Geitel, Wied. Ann. 38 p. 507.

4) Zehnder. Wied. Ann. 60 p. 47.

stellt, dass das Drahtnetz auf ein bestimmtes Potential geladen wurde, während die zu untersuchende Substanz mit der Erde in leitender Verbindung stand. Hob man die Erdleitung auf, so ging beim Bestrahlen der Substanz ein Strom von dem Drahtnetz nach der Substanz über, und das Elektrometer gab einen Ausschlag. Da das Verfahren von Elster und Geitel ausführlich beschrieben worden ist, so mögen diese kurzen Angaben genügen.

Untersuchte Substanzen: Die Substanzen, welche ich zur Untersuchung benutzte, waren teils flüssige Lösungen, hauptsächlich von Anilinfarbstoffen, teils die festen Lösungen, welche früher¹⁾ auf ihre Fluorescenz geprüft worden sind. Eine Reihe Präparate war mir auch von Dr. Arnold²⁾ zur Verfügung gestellt worden. In betreff der Reinigung und Darstellung der Substanzen sei auf die früheren Abhandlungen verwiesen.

Resultate: I. Flüssige Lösungen:

Fuchsin ist in wässriger Lösung sehr lichtelektrisch empfindlich, in Äthyl-, Amylalkohol und in Aceton dagegen garnicht. Der Einfluss der Konzentration in wässriger Lösung macht sich in der Weise geltend, dass die Lichtempfindlichkeit ungefähr proportional $\sqrt{\text{Konz.}}$ ist, also so wie es die Dissociationsisotherme erwarten lässt. Die Gesamtheit der Beobachtungen spricht dafür, dass beim Fuchsin die Lichtempfindlichkeit an die Ionen gebunden ist.

Methylviolett. Da sich dieser Farbstoff in seiner Konstitution vom Fuchsin nur dadurch unterscheidet, dass die Wasserstoffatome durch die Gruppe Methyl ersetzt sind, so wäre zu erwarten gewesen, dass er sich in seinem photoelektrischen Verhalten dem Fuchsin völlig analog verhalten würde. Die wässrige Lösung zerstreute die negative Elektrizität am stärksten. In Äthyl-, Amylalkohol und in Aceton war jedoch die Lichtempfindlichkeit auch sehr gross, so dass jedenfalls hier auch die unzersetzten Moleküle lichtelektrisch empfindlich sind.

Eosin. Die ausführlichsten Beobachtungsreihen habe ich mit diesem Farbstoff angestellt, da sich mit demselben am schärfsten der Nachweis führen lässt, ob Fluorescenz, Jonisation

1) E. Wiedemann und G. C. Schmidt, Wied. Ann. 54 p. 604 und 56 p. 201.

2) Arnold, Wied. Ann. 61 p. 313.

im Zusammenhang mit der photoelektrischen Empfindlichkeit stehen.

Die wässrige Lösung von Eosin zerstreut die negative Elektrizität mittelstark. Zusatz von Jodkalium, Jodnatrium, Chlornatrium, Bromkalium, Kaliumhydrat und Säuren, welche alle die Jonisation und die Fluorescenz stark zurückdrängen, bewirken kaum eine Verminderung der lichtelektrischen Empfindlichkeit. Das Eosin zerstreut auch in äthyl-, amyalkoholischer und in Aceton-Lösung die negative Elektrizität. Ein Zusammenhang zwischen Jonisation, Fluorescenz und photoelektrischer Empfindlichkeit besteht beim Eosin sicher nicht.

Magdalarot fluoresciert in Alkohol, Amyalkohol und Aceton sehr stark, nur die ersteren beiden Lösungen waren lichtelektrisch empfindlich, die letztere nicht.

Auch die übrigen untersuchten Farbstoffe Martiusgelb, Malachitgrün und Äthylorange liessen keinen Zusammenhang zwischen Fluorescenz, Jonisation und photoelektrischer Empfindlichkeit erkennen.

In betreff der erhaltenen Zahlen verweise ich auf meine ausführliche Abhandlung.

II. Einheitliche feste Körper: Die Zahl der bisher gefundenen lichtelektrischen Körper ist eine so geringe, dass sich allgemeine Schlüsse, in welchem Zusammenhang diese Erscheinung mit anderen optischen oder elektrischen steht, nicht ziehen lässt. Ich habe daher noch eine grosse Anzahl von Substanzen untersucht. Wenn dieselben, leiteten habe ich sie nach beiden oben beschriebenen Methoden, von denen ich die von den Herrn E. Wiedemann und H. Ebert die dynamische, die von Elster und Geitel die statische nenne, geprüft. Um die Regelmässigkeiten zu erläutern, führe ich nur Beispiele an, da sich die meisten der untersuchten Körper diesen völlig analog verhalten.

Da von manchen Forschern die Zerstreuung der negativen Elektrizität auf chemische Prozesse zurückgeführt worden ist, so habe ich mein Augenmerk gerade auf solche Körper gelenkt, welche sich durch Licht oder Kathodenstrahlen zersetzen. Es gehören hierhin die Alkalihalogenide, ferner die Verbindungen des Silbers und Quecksilbers mit Chlor, Brom, Jod und Fluor.

Resultate: Chlornatrium, Bromnatrium, Jodnatrium und Fluornatrium und die entsprechenden Kaliumverbindungen sind

lichtelektrisch unempfindlich, die Haloidsalze des Silbers zerstreuen dagegen die Elektrizität sehr stark. Quecksilberchlorür und Bleibromid sind nach der dynamischen Methode untersucht stark lichtelektrisch empfindlich, nach der statischen Methode dagegen nicht. Alle diese Körper fluorescieren, so dass ein Zusammenhang zwischen Fluorescenz und Photoelektrizität auch bei diesen Körpern nicht besteht.

Dagegen zerstreuen eine Reihe von solchen Körpern, welche weder durch Licht- oder Kathodenstrahlen zersetzt werden, noch fluorescieren die negative Elektrizität sehr stark. Es gehören hierhin Kupferoxyd, Kupfersulfid, Eisensulfid (schwach), Chromsulfid u. s. w.; ferner die prachtvoll fluorescierende Sidot'sche Blende (Schwefelzink). Nach der dynamischen Methode untersucht, sind dagegen alle Körper, soweit sie das Licht absorbieren, lichtelektrisch empfindlich mit Ausnahme der Uran- und Thoriumverbindungen (siehe später) so dass sich der Satz aussprechen lässt, dass das Zerstreungsvermögen der negativen Elektrizität eine fast allen Körpern gemeinsame Eigenschaft sei.

Eine Zerstreung der positiven Elektrizität durch das Licht habe ich niemals beobachten können.

Uran und Thorsalze. Die Uransalze und das Uranmetall sind eingehend von Becquerel untersucht worden. Dieselben zerstreuen die positive und negative Elektrizität gleich gut und zwar schon im Dunkeln. Da die Möglichkeit vorlag, dass dieselben lichtelektrisch empfindlich seien, so habe ich sie hieraufhin geprüft. Zu dem Zweck wurden einmal die Ausschläge des Elektrometers in der Dunkelheit und das andere Mal bei Belichtung mit ultraviolettem Licht gemessen. Dieselben waren in beiden Fällen gleich gross, gleichgiltig ob das Uransalz positiv oder negativ geladen war. Auch nach der dynamischen Methode konnte ich nie einen Einfluss des Lichts beobachten. Ähnlich den Uransalzen verhalten sich die Salze des Thoriums. Zur Untersuchung kam Thoroxyd, Thorsulfat und Thornitrat. Alle drei Verbindungen zerstreuen die positive Elektrizität ebenso stark als die negative, was man sowohl beobachten konnte, wenn man die Salze einem geladenen Exner'schen Elektroskop näherte, als auch indem man sie auf den dem Drahtnetz gegenüber befindlichen Teller legte (Anordnung von Elster und Geitel).

Ein Einfluss des Lichts war nicht nachzuweisen. Die Uran- und Thorverbindungen sind die einzigsten Körper, welche, obwohl sie das ultraviolette Licht stark absorbieren, dennoch lichtelektrisch unempfindlich sind. Keine von den anderen untersuchten Elementen, Wismuth, Blei, Quecksilber u. s. w. und deren Verbindungen zeigten dasselbe Verhalten wie Uran und Thor. Es scheint daher diese Eigenschaft an das hohe Atomgewicht, Uran = 240 und Thorium = 232, gebunden zu sein.

Da sich Thor dem Uran in lichtelektrischer Hinsicht völlig analog verhält, so lag die Vermutung nahe, dass das erstere ebenfalls Strahlen aussenden würde, wie das metallische Uran und dessen Verbindungen. Um diese Annahme zu prüfen wurde eine photographische Platte in Papier gewickelt, darauf ein Kreuz aus Kupfer gelegt und durch Thoroxyd, Thorsulfat und Thor-nitrat bestrahlt. Nach zwei Tagen wurde ein vollständiges Bild des Kreuzes erhalten; meine Vermutung ist daher bestätigt worden. Ich beabsichtige diese neuen Strahlen noch etwas weiter zu verfolgen.

Feste Lösungen: Von den vielen festen Lösungen, welche ich untersucht habe, theile ich nur einige wenige mit, da fast alle mit Ausnahme einiger Oxyde und Sulfide die negative Elektrizität unter dem Einfluss des Lichts nicht zerstreuen.

Nicht lichtelektrisch empfindlich waren die prachtvoll fluorescierenden festen Lösungen von Mangansulfat in Calciumsulfat, Magnesiumsulfat, Natriumsulfat, Zinksulfat, Cadmiumsulfat u. s. w., sowie die Bestandteile der festen Lösungen an und für sich, ferner Calciumsulfid, Bariumsulfid und Strontiumsulfid, sowie die festen Lösungen von Wismuthsulfid, Silbersulfid, Eisensulfid, Tellursulfid in den oben genannten drei Lösungsmitteln. Stark lichtelektrisch empfindlich dagegen waren alle festen Lösungen, welche Kupfersulfid, Kupferoxyd, Chromsulfid und Caesiumsulfid enthielten. Die festen Lösungen, deren einer Bestandteil ein Uransalz war, zerstreuten die positive und negative Elektrizität gleich gut, waren aber nicht lichtelektrisch empfindlich.

Aus allen Messungen lassen sich einige Regelmässigkeiten entnehmen:

1. Die festen Lösungen lichtelektrisch unempfindlicher Körper sind ebenfalls lichtelektrisch unempfindlich. Das Magnesiumsulfat und Mangansulfat sind z. B. lichtelektrisch unempfindlich und

ebenso ist es die feste Lösung $MgSO_4 + xMnSO_4$. Ein Zusammenhang zwischen Fluorescenz und Photoelektrizität lässt sich nicht erkennen.

2. Körper, welche lichtelektrisch empfindlich sind, behalten diese Eigenschaft auch in fester Lösung bei. Kupfersulfid und Kupferoxyd zerstreuen z. B. die negative Elektrizität sehr stark, ebenso thun dies die festen Lösungen $CaS + xCu_2S$, $BaS + xCu_2S$, $Al_2O_3 + xCuO$ u. s. w. Ersetzt man das Kupfersulfid durch das unempfindliche Wismuthsulfid, so ist die feste Lösung nicht mehr lichtelektrisch empfindlich. Die von Elster und Geitel entdeckte Thatsache, dass die Balmain'sche Leuchtfarbe die negative Elektrizität unter dem Einfluss des Lichtes stark zerstreut, rührt daher sicherlich von ihrem Gehalt an Kupfersulfid her.

3. Die festen Lösungen, welche Uransalze enthalten, sind lichtelektrisch unempfindlich; sie zerstreuen aber schon in der Dunkelheit die positive und negative Elektrizität.

Während die bisher mitgetheilten Beobachtungen nicht zu Gunsten der Hypothese von Elster und Geitel, dass Fluorescenz und lichtelektrische Empfindlichkeit parallel gehen, sprechen, gilt dieser Satz häufig für die mit Kathodenstrahlen behandelten Stoffe, falls man für Fluorescenz Thermoluminescenz einsetzt. Bei der Untersuchung einer grossen Anzahl von Präparaten — reinen Stoffen und festen Lösungen — hat sich vielfach der Satz bestätigt gefunden, dass diejenigen Körper, welche nach der Bestrahlung mit Kathodenstrahlen am intensivsten aufleuchten, auch die negative Elektrizität unter dem Einfluss des Lichts am stärksten zerstreuen. Doch ist in allen Fällen — mit Ausnahme der von Elster und Geitel untersuchten Subchloriden der Alkalimetalle — die photoelektrische Empfindlichkeit der mit Kathodenstrahlen behandelten Stoffe eine sehr geringe.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1895-1897

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidt G.C.

Artikel/Article: [Über die Beziehung zwischen Fluorescenz und Lichtelektrizität. 10-16](#)