

ich in der vorliegenden Untersuchung gelangt bin. Eine Constante D und ein Sättigungscoefficient existiren auch bei festen Körpern.

Bei den Versuchen mit Kautschuk folgte — wie gesagt — auch der Wasserstoff dem Biot-Fourier'schen Gesetze. Hieraus scheint mir der Schluss erlaubt, dass, wenn man die Verbreitung anderer Gase als Kohlensäure in Flüssigkeiten untersuchte, man finden würde, dass auch dort der Gang der Erscheinung sich durch das Biot-Fourier'sche Gesetz darstellen lässt.

Aus diesem Grunde halte ich mich für berechtigt, folgenden Satz von allgemeiner Gültigkeit aufzustellen:

Wird ein Gas absorbirt, so verbreitet sich dasselbe im absorbirenden Körper nach denselben Gesetzen, nach welchen sich die Wärme in einem festen Stabe fortpflanzt, und zwar ohne Rücksicht darauf, ob der absorbirende Körper flüssig oder fest ist, oder in einem der Uebergangszustände sich befindet, welche zwischen diesen beiden Extremen hergestellt werden können.

Ausnahmen von diesem Satze sind nur der störenden Wirkung der Schwere zuzuschreiben. Wie es sich mit denjenigen Körpern verhält, welche mit Gasen entschiedene chemische Verbindungen bilden und dadurch ihre Eigenschaften ändern, will ich bald untersuchen.

Strassburg.

II. *Ueber den galvanischen Leitungswiderstand des Sels; von Dr. L. A. Forssmann in Stockholm.*

Durch die Untersuchungen von Sale, Siemens und Adams¹⁾ ist es ausser Zweifel gestellt, dass der Leitungs-

1) Pogg. Ann. CL. p. 333; CLIX. p. 117 und 621.
Ann. d. Phys. u. Chem. N. F. II.

widerstand des Selens mit zunehmender Beleuchtung abnimmt. Ich habe diese sehr merkwürdige Eigenschaft des Selens zum Gegenstande einiger Versuche gemacht, deren Resultate ich im Folgenden mittheilen werde.

Ich benutzte zuerst Stangen von gegossenem Selen von etwa 2 Mm. Durchmesser. Die Enden dieser Stangen wurden zum Schmelzen erhitzt und noch weich an Kohlen spitzen angeschweisst, so dass ein sicherer Contact hergestellt wurde. Durch anhaltende Erhitzung im Luftbade wurde das Selen leitend gemacht. Eine so präparirte Selenstange, etwas über 2.5 Ctm. lang, wurde in ein weiteres Messingrohr eingesetzt. Durch eine Oeffnung in dem Rohre konnte die Selenstange von einer Seite beleuchtet oder durch Schliessen der Oeffnung in vollständigem Dunkel erhalten werden. Der galvanische Strom wurde durch mehrere Meidinger'sche Elemente erzeugt. Die Stromstärke wurde in allen folgenden Versuchen durch ein sehr empfindliches Spiegelgalvanometer mit einem astatischen Nadelpaar beobachtet. Ein Theilstrich der Scala entsprach einer Drehung des Magnetes um 39°.

Die Herren Siemens und Adams haben behauptet, dass der einen Selenstab durchfliessende Strom der Zahl der Elemente nicht proportional sei, sondern dass die Stromstärke in einer schnelleren Progression wachse, als das Ohm'sche Gesetz fordert. Einige Versuche hierüber, wobei die Selenstange I. im Dunkeln sich befand, II. durch eine Photogenlampe erleuchtet war, ergaben:

I. Elemente . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ausschlag . . .	22	44	67	91	114	138	161	184	206	230	
Für ein Element	22.0	22.0	22.3	22.7	22.8	23.0	23.0	23.0	22.9	23.0	
II. Elemente				2		3		4		6	8
Ausschlag				59		94		120		183	240
Für ein Element				29.5		31.3		30.0		30.5	30.0

Eine Abweichung von dem Ohm'schen Gesetze kann man hier kaum bemerken.

Bei Einschaltung eines Rheostatwiderstandes von

100000 Ohmad in den Stromkreis sank in einem Falle der Ausschlag von 72 auf 68 Scalentheile. Daraus ergibt sich, bei Vernachlässigung der übrigen Widerstände, der Widerstand der Selenstange gleich 1700000 Ohmad.

Dass die Empfindlichkeit des Selens für Licht bedeutend war, ersieht man daraus, dass mit einem Elemente die Stromstärke im Finstern 24 Scalentheile, im diffusen Tageslichte des bewölkten Himmels 43 war. Mit drei Elementen erhielt ich im Finstern 76, im diffusen Tageslichte 128, und bei einer anderen Gelegenheit im Finstern 63, im diffusen Tageslichte 120, bei directer Bestrahlung durch die Sonne 143 Scalentheile.

Die Leitungsfähigkeit des Selens wurde also durch Bestrahlung von einer Seite mit diffusum Lichte beinahe um das doppelte erhöht, und wahrscheinlich wäre sie mehrfach vergrößert worden, wenn das Licht von allen Seiten aufgefallen wäre. Das directe Sonnenlicht übte eine noch kräftigere Wirkung aus. Doch war diese Wirkung eine zweifache, eine instantane, die sofort eintrat, und eine allmähliche, so dass die Nadel erst nach einigen Minuten ihre Gleichgewichtslage erreichte, sowohl wenn man die Selenstange aus der Finsterniss ins Licht versetzte, wie auch umgekehrt. Im Tageslichte konnte nur selten eine permanente Gleichgewichtslage erhalten werden; eine geringe Aenderung der Bewölkung rief sogleich eine Schwankung der Stromstärke hervor. Meistens wurde daher als Lichtquelle eine Photogenlampe gebraucht, besonders wenn es sich um vergleichbare Ablesungen handelte.

Bei Veränderung der Abstände des Selens von der Flamme ergaben sich u. a. folgende Resultate:

Selen im Finstern	70	Scalentheile,
„ „ Lampenlichte, Abstand 49 Ctm.	90	„
„ „ „ „ 31 „	94	„
„ „ „ „ 22 „	97	„

Die Verstärkungen des Stromes sind resp. 20, 24 und 27 Scalentheile, und es scheint hiernach, dass der Strom

in einer sehr langsamen Progression mit der Verminderung des Abstandes wächst.

Um die Einwirkung der dunkeln Wärmestrahlen zu ermitteln, wurden die Flammen einer Photogen- und einer Weingeistlampe verglichen. Die Abstände beider Flammen von der berussten Kugel eines Rumford'schen Thermoskops, bei denen der Index desselben einen Ausschlag von 10 Scalentheilen gab, betrugen resp. 41 und 23.5 Ctm. Bei denselben respectiven Abständen von der Selenstange erhöhte dagegen die Photogenflamme die Stromstärke um 15 und die Spiritusflamme um 1 Scalentheil. Man muss daraus schliessen, dass der Effect der nichtleuchtenden Spiritusflamme sehr gering ist. Die Versuche von Adams bestätigen ebenfalls, dass nicht leuchtende Gasflammen beinahe gar nicht einwirken.¹⁾ Man möchte somit schliessen, dass die Aetherschwingungen des leuchtenden Theiles des Spectrums die wirksamsten sind, und dass die Strahlen von grösserer oder kleinerer Brechbarkeit einen geringeren Effect ausüben. Ein solches Verhältniss wäre mit den übrigen Wirkungen der Schwingungen von Wärme, Licht und chemischer Kraft in voller Harmonie, da diese Wirkungen von einem Maximum nach den Seiten hin mit grösserer sowohl, als kleinerer Brechbarkeit der Strahlen abnehmen. Ueberdies behauptet Sale²⁾, dass das Maximum von Effect im Roth oder ausserhalb desselben in einem Punkte liege, der nahe mit dem Maximum der Wärmestrahlen zusammenfällt, aber er bestätigt zugleich, dass die Veränderung der Leitungsfähigkeit keineswegs in einer Temperaturerhöhung begründet ist. Nach Adams sind die grüngelben Strahlen die wirksamsten.

Um in dieser Hinsicht Gewissheit zu erlangen, wurde das Licht durch Gläser von verschiedener Farbe, die freilich nicht monochromatisch waren, auf die Selenstange geworfen. Es ergab sich u. a.:

1) Pogg. Ann. CLIX. p. 627.

2) Pogg. Ann. CL. p. 336.

Selenstange

	Scalentheile		Scalentheile
dunkel	70	diffuses Tageslicht	116
rothes Glas Nr. I . .	109	unbedeckt	113
blaues Glas	104	unbedeckt	114
gelbes Glas	110	unbedeckt	113
grünes Glas Nr. I . .	88	unbedeckt	114
grünes Glas Nr. I . .	87	unbedeckt	113
grünes Glas Nr. II .	88	unbedeckt	111
<hr/>			
			Mittel 113.4

Die Erhöhung der Stromstärke war also bei directem Tageslichte 43 Scalentheile, bei dem gelben Lichte 40, bei dem rothen 39, blauen 34 und grünen 18. Eine zweite Reihe gab im Mittel folgendes:

	Scalentheile
Die Selenstange im Tageslicht	205
„ „ unter rothem Glase	194
„ „ unter blauem Glase	188
„ „ unter grünem Glase	169

Bei Anwendung von Lampenlicht erhielt ich:

Das Selen direct beleuchtet	175
„ „ unter rothem Glase	176
„ „ unter blauem Glase	169
„ „ unter gelbem Glase	178
„ „ unter grünem Glase	148

Analoge Resultate gaben zwei andere Selenstangen. Aus der letzten Reihe könnte man allerdings schliessen, dass bei Anwendung von Lampenlicht die Stromstärke etwas grösser wäre unter rothen und gelben Gläsern, als bei direct einfallendem Lichte. Wir wollen jedoch dies dahingestellt sein lassen. Dagegen folgt mit grosser Uebereinstimmung aus den drei angeführten Reihen, dass die Vergrösserung des Leitungsvermögens viel geringer ist, wenn das Licht durch grünes Glas, als wenn es durch Glas von anderer Farbe durchgelassen wird. Hiernach dürfte die Wirkung des grünen Theils des Spectrums ein Minimum sein und dieselbe nach beiden Seiten wachsen.

Ein solches Verhältniss, wenn auch etwas unerwartet, wäre doch nicht als etwas Absurdes anzusehen, da hinsichtlich der aktinischen Wirkungen des Lichtes Fälle vorkommen, wo zwei oder mehrere Spectralfarben einen Effect ausüben, der den zwischen- und naheliegenden nicht zukommt.

Zu weiteren Versuchen hierüber liess ich das Licht durch einige grüne Lösungen hindurchgehen, z. B. von Kupferchlorid, Chromchlorid (durch Erwärmen von zweifach chromsaurem Kali mit Chlorwasserstoffsäure und Alkohol) und von Selen in Schwefelsäure u. s. f.

Die Lösungen befanden sich bei den Reihen a—c in einem planparallelen Glastrog von 9 Mm. Dicke. Die Zahlen sind meistens Mittelwerthe mehrerer, nur um wenige Scalentheile verschiedener Ablesungen.

a	b
Dunkel 130	Dunkel 126
Directes Lampenlicht. 172	Directes Licht . . . 168
Roths Glas Nr. III . 170	Zwei grüne Gläser . 132
Roths Glas Nr. II . 173	Kupferchlorid . . . 132
Leeres Glas 170	Indigolösung 131
Kupferchlorid . . . 133	

c
Dunkel 115
Directes Licht 154
Selenlösung 159

In den übrigen Reihen d—f wurde das Selen in ein Reagensglas eingesetzt. Dieses tauchte in eine weitere, die Lösungen enthaltende Röhre.

d	e
Dunkel 120	Dunkel 108
Lampenlicht 157	Lampenlicht 150
Selenlösung 159	Kupferchlorid 116
Kupferchlorid 118	Selenlösung 154
	„ stärker, bei-
	nahe undurchsichtig 148
	Chamäleonlösung . . 153
	Nickellösung 143

f

Dunkel	106
Directes Lampenlicht	151
Chromchlorid, ganz undurchsichtig . .	152
Kupferchlorid	116
Grüne Gläser	111

Alle Versuche sind mit derselben Selenstange ausgeführt. Zwei andere Stangen gaben analoge Resultate. Wurde die schön grüne, durchsichtige Kupferchloridlösung vor den Collimatorsplatt des Spectroskops gestellt, so bewirkte sie eine sehr erhebliche Schwächung der beiden Enden des Spectrums. Die Selenlösung in Serie e war, auch in dünneren Schichten, beinahe adiaphan, bei geringerer Concentration sehr intensiv gefärbt. Das Chromchlorid war, sogar für das stärkste Sonnenlicht, vollkommen undurchdringlich. Die Chamäleonlösung war stark gefärbt, jedoch durchsichtig. Das Nickelsalz hatte eine hellgrüne, schwache Färbung. Die Indigolösung, Serie b, war vollständig adiaphan.

Hiernach modificiren die durch verschiedene Flüssigkeiten gegangenen Aetherschwingungen in sehr verschiedenem Grade die Leitungsfähigkeit des Selen. Die Kupfersalzlösung bewirkt, wenngleich sie den grössten Theil des sichtbaren Spectrums hindurchlässt, eine beinahe ebenso grosse Verminderung der Stromstärke, wie die vollständige Ausschlussung des Lichtes. Die mit Selen gefärbte Schwefelsäure, die für das Licht weit weniger durchdringlich war als das Kupferchlorid, machte sogar die Stromstärke grösser als im direct auffallenden Lichte. Das Chromchlorid, obgleich ganz undurchsichtig, gab ungefähr die nämlichen Werthe wie im directen Lichte, ebenso die Chamäleonlösung. Das Nickelsalz und die Indigolösung verringerten die Intensität des Stromes, und die letztere gab sogar, hinlänglich concentrirt, dieselbe Stromstärke wie im Finstern.

Hieraus schliesse ich, dass überhaupt nicht die Lichtschwingungen oder gewisse Arten derselben die Verän-

derungen des Leitungswiderstandes hervorrufen, sondern Schwingungen anderer Ordnung, wenn nicht anderer Art als die Lichtschwingungen. Das durch Licht, Wärme oder chemische Kraft wahrnehmbare Spectrum umfasst nur zwei Octaven. Indessen ist es gar nicht unmöglich, dass es ausserhalb dieses Spectrums Schwingungen gibt, die nicht leuchtend, wärmend oder chemisch wirksam sind. Könnte man nicht diesen bisher reagenzlosen Strahlen die Veränderungen des Leitungswiderstandes zuschreiben? Auch die mögliche Einwirkung longitudinaler Vibrationen dürfte man nicht übersehen. Zufolge einiger unvollständiger Versuche mit gekreuzten Nicol'schen Prismen, die für die wirkenden Strahlen undurchdringlich waren, muss ich indess diese letzte Erklärungsweise in Abrede stellen. Folglich ist diese Frage über die Natur der wirksamen Strahlen noch eine offene, deren Entscheidung künftigen Untersuchungen vorbehalten bleibt. Ebenso muss dahingestellt bleiben, ob die Veränderung der Leitungsfähigkeit einer oberflächlichen Umwandlung des Leiters zuzuschreiben oder von molecularen Aenderungen der ganzen Masse begleitet ist.

Es bleibt mir noch übrig auf einige, bei meinen Untersuchungen vorgekommene Eigenthümlichkeiten die Aufmerksamkeit zu lenken. Nachdem die Selenstange eine Zeit lang Aetherschwingungen empfangen hatte, die durch Kupfersalz hindurchgegangen waren, stieg die Stromstärke nach Entfernung der Kupferlösung sehr schnell bis über ihren normalen Werth im directen Lichte. Bei Anwendung von Selenlösung trat das Gegentheil ein. Zur Erklärung dieser Erscheinung könnte man annehmen, dass die durch Kupferchlorid hindurchgegangenen Schwingungen eine Tendenz haben, neue Gleichgewichtslagen der Moleküle hervorzurufen, wobei sie von den molecularen Kräften einen Widerstand erfahren. Das Gleichgewicht wird dadurch ein gespanntes. Wenn aber die Selenstange aus der Lösung herausgenommen wird, hört die spannende Kraft auf, aber die Gegenwirkung bleibt bestehen und

bewirkt wie durch eine Art Trägheit den Uebergang zu einer neuen Gleichgewichtslage, jenseits derjenigen liegend, die man im directen Lichte erhält und die nach einer gewissen Zeit zuletzt wieder eintritt. Wenn die von einer Lampenflamme erzeugten Schwingungen durch die Selenlösung gingen, entstand ein geringerer Leitungswiderstand als im directen Lichte. Dieses könnte man entweder dadurch erklären, dass es Strahlen gäbe, die eine Verringerung der Leitungsfähigkeit bewirken, und dass dieselben von der Lösung absorbirt würden, oder dass das Hindurchdringen der Strahlen durch die Flüssigkeit eine Umwandlung der indifferenten Strahlen in wirksame hervorbrächte, eine Erscheinung, die also der Fluorescenz ähnlich wäre. Vielleicht wäre es nicht unmöglich eine Flüssigkeit zu finden, die eine solche Modification der Aetherschwingungen herbeiführte, dass die von den durchgegangenen Schwingungen getroffene Selenstange einen grösseren Leitungswiderstand als im Finstern zeigte. Hierdurch würde die Existenz von Aetherschwingungen nachgewiesen sein, die die Leitungsfähigkeit verringern. Unter den von mir geprüften absorbirenden Medien zeigte indess keines eine solche Eigenschaft.

III. *Ueber die Abhängigkeit der electrischen Leitungsfähigkeit des Selen von Wärme und Licht; von W. Siemens.*

(Aus dem Monatsber. der Berl. Akad. 7. Juni 1877, vom Herrn Verf. mitgetheilt.)

Am 17. Februar 1876 theilte ich der Berliner Akademie den ersten Theil dieser Untersuchung (Pogg. Ann. CLIX. p. 117) mit, welcher sich auf die Beschreibung der Veränderungen beschränkte, welche das Selen durch Einwirkung der Wärme und des electrischen Stromes erleidet. Da es mir nicht gelungen war, den von anderen sowie von mir selbst