

ANNALEN

DER

CHEMIE UND PHARMACIE.

XC. Bandes drittes Heft.

Ueber die electricische Leitfähigkeit des erhitzten Glases; von *H. Buff*.

Das Glas nimmt bekanntlich, wenn es stark erhitzt wird, die Eigenschaft an, die Electricität zu leiten. Dieses Verhalten, obschon oft wahrgenommen, ist doch, so viel mir bekannt, seit Cavendish nicht wieder näher untersucht worden. Einige mit dieser Eigenthümlichkeit des Glases zusammenhängende, zum Theil ganz neue Beobachtungen, welche ich gemacht habe, dürften daher der Mittheilung nicht unwerth seyn.

Verschiedene Glassorten zeigen hinsichtlich ihres Isolirungsvermögens, wie Jedermann weifs, ausserordentlich grofse Verschiedenheiten. Potaschenglas ist im Allgemeinen der bessere, Natronglas der weniger gute Isolator. Einer meiner Zuhörer, Herr Dr. Matthiessen aus London, zeigte mir ein Zuckerglas, welches, auf beiden Seiten mit Stanniol belegt, vollkommen unfähig war, eine Ladung anzunehmen, indem auch bei sehr geringer Spannung die beiden Electricitäten unmittelbar durch die Glasmasse zu einander übertraten. Durch die chemische Analyse hatte sich ihm ergeben, dafs dasselbe ein fast kalifreies Natronglas war.

Zu meinen Versuchen benutzte ich meistens Glasgefäfsse von sehr geringer Wanddicke, in der Form von chemi-

schen Probirröhren, die ich aus den Vorräthen des hiesigen chemischen Laboratoriums erhalten hatte. Dieses Glas, obgleich nicht schwer schmelzbar, zeigt sich doch bei gewöhnlicher Temperatur und trockner Oberfläche als sehr gut isolirend. Um die Grenzen kennen zu lernen, bei welchen es diese Eigenschaft verliert, wurde ein Rohr von 39 Centimeter Länge, 2 Centimeter äußerem Durchmesser und 0,7 Millimeter Wanddicke, etwa 6 Cent. hoch mit Wasser gefüllt, in der Mitte seiner Länge mittelst eines Trägers von Holz gefasst und in geneigter Lage gehalten. In das Wasser tauchte ein Platindraht, der mit dem in dauernder Ladung befindlichen positiven Conductor einer kleinen Electrisirmaschine in Verbindung stand. Bei ganz mäßiger Erwärmung liefs sich keine Abnahme der Isolirung wahrnehmen, aber schon bei 40 bis 50° Temperatur des Wassers konnte durch Berührung der äußeren Glasfläche mit dem Platinende eines sehr langen Multiplicatordrahts, dessen anderes Ende leitend mit der Erde verbunden war, eine Wirkung auf die astatische Nadel beobachtet werden. Als die Temperatur der Flüssigkeit dem Siedpunkte nahe kam, begann die das Rohr umspülende Flamme, wenn sie isolirt war, zu flackern und wurde von der Glaswand abgestoßen. War sie gut abgeleitet, so hörte das Flackern auf und zugleich sank das auf dem Conductor angebrachte Henley'sche Electrometerpendel ungeachtet des fortdauernden Betriebs der Maschine gegen seine Widerlage; anzeigend, daß die erregte Electricität mit Schnelligkeit durch das Glas fortging. Durch Annähern eines Fingerknöchels entstanden knisternde Funken. Eine Kette von 12 Bunsen'schen Elementen war nicht hinreichend kräftig, um unter sonst gleichen Bedingungen einen Strom durch das auf 100° erhitzte Glas schicken zu können.

Um eine höhere Temperatur der Glaswand hervorbringen zu können, wurde das Wasser entfernt und durch Queck-

silber ersetzt. Bei Erwärmung des letzteren bis zu seinem Siedpunkte verwandelte sich das Glas in einen so guten Leiter, dafs man durch Annähern eines Knöchels zolllange Funken ausziehen konnte, und dafs die isolirte Spiritusflamme wie von einem abgerundeten, electrisirten Metallcylinder weggeblasen wurde. Noch bei 220 bis 230° Quecksilbertemperatur genügte die Berührung der erhitzten Glasfläche mit einem Platindraht, um den Conductor augenblicklich zu entladen; der Strom eines einzigen Bunsen'schen Paares wurde sehr merklich durchgeleitet. Dagegen einen Zoll oberhalb der erhitzten Stelle blieb das Rohr isolirend.

Dasselbe theilweise mit Quecksilber gefüllte Rohr wurde jetzt in ein weiteres, Quecksilber enthaltendes Glas so weit eingetaucht, dafs das flüssige Metall innerhalb und aufserhalb gleich hoch stand. Der Zweck war, auch der Aufsenfläche des Rohrs eine gröfsere Anzahl Berührungspunkte mit einem guten Leiter zu geben. Das innere Quecksilber blieb wie früher in Verbindung mit dem positiven Conductor, in das äufsere tauchte das eine Ende des Multiplicatordrahts einer Tangentenbussole, dessen anderes Ende zum negativen Conductor und zugleich ableitend zur Erde führte. In die Flüssigkeit des Rohrs tauchte das Behälter eines Quecksilberthermometers. Bei der anfänglichen Temperatur (16° C.) konnten die beiden Metallbelegungen, ähnlich einer Leidner Flasche, stark geladen werden. Gleichwohl schien ein Theil der Electricität durch die Glaswand zu dringen; denn die gleich anfangs durch den Abflufs der Vertheilungselectricität abgelenkte Galvanometernadel kehrte, während die Maschine längere Zeit hindurch in einem möglichst regelmäfsigen Gange erhalten wurde, nicht wieder in ihre Nulllage zurück. Der Ausschlag vermehrte sich bei erhöhter Temperatur, während die Ladungserscheinungen sichtlich abnahmen. Bei 80° C. ging die Nadel auf 3°, bei 120° auf 7° und endlich bei 200° bis auf 7°,5.

Eine grössere Ablenkung konnte durch stärkere Erhitzung des Quecksilbers nicht erhalten werden. Bei Ausschluss des Glases aus der Ableitung, also bei unmittelbarer Metallverbindung des ersten Conductors mit dem Multiplicatordraht, betrug der Ausschlag der Nadel ebenfalls $7^{\circ},5$. Man sieht hieraus, daß bei Temperaturen über 100° fast die ganze Menge der entwickelten Electricität durch das Glas geleitet worden war. Die zur Ueberwindung des Leitungswiderstandes des Glases erforderliche Kraft, die electriche Spannung auf der Oberfläche des Conductors, war bei diesen verschiedenen Temperaturen begreiflicher Weise nicht gleich. Als das Thermometer im Quecksilber 100° zeigte, ließen sich durch Annäherung einer kleinen Metallkugel noch Funken von 3^{mm} Schlagweite aus dem Conductor ziehen. Bei Temperaturen über 120° verschwand der Funkenübergang gänzlich. Bei 180° nahm ein entfernt stehendes, durch einen Metalldraht mit dem Conductor verbundenes, sehr empfindliches Goldblattelectrometer ohne Beihülfe des Condensators kaum noch eine Ladung an, und in der Nähe des Siedpunktes des Quecksilbers konnte dasselbe Instrument selbst unter Beihülfe des Condensators nicht mehr geladen werden. Diese Verhältnisse entsprechen ganz dem bei zunehmender Temperatur sich vermindernenden Leitungswiderstande des Glases.

In Folge der Leichtigkeit, womit erhitztes Glas die Electricität durchliefs, wurde es möglich, die den verschiedenen Erwärmungsgraden entsprechenden Leitungswiderstände zu messen. Der hierzu benutzte Apparat war der vorher beschriebene; das geschlossene Ende des ausgewählten Glasrohrs war fast genau kugelförmig abgerundet; die Höhe der inneren Quecksilbersäule nach Einsenkung des Thermometers wurde sorgfältig gemessen und vor dem Beginne des Versuchs der innere und äussere Quecksilberspiegel genau in gleiche Höhe gestellt. Mittelt eines Korks, der das Rohr

umschloß und in die Mündung des äußeren Quecksilberbehälters pafste, liefs sich dann die gewünschte Stellung leicht sichern.

Die Erwärmung geschah mittelst einer Argand'schen Lampe, über deren Glasschornstein der Apparat isolirt aufgestellt war. Die Wärmeentwicklung dieser Lampe, deren Docht mittelst einer Schraubenbewegung die kleinsten Verrückungen zuliefs, war hinreichend grofs, um bei der beschriebenen Anordnung das Quecksilber bis zu seinem Siedpunkte erhitzen zu können, während zugleich die Feststellung beliebiger niedrigerer Temperaturen bequemer als mit der Spiritusflamme zu bewerkstelligen war.

Das Quecksilber war rein, trocken und wurde überdies noch in dem schon zusammengesetzten Apparate ausgekocht, um dadurch eine möglichst innige Berührung zwischen Glas und flüssigem Metall zu erzielen. Die Verbindung nach Aussen war wie vorher durch Platindrähte, welche in das Quecksilber tauchten, hergestellt.

Dieser Apparat bildete zugleich mit der sehr empfindlichen Tangentenbussole den Schliefsungsbogen eines einzigen Daniell'schen Paares. Letzteres für sich durch die Tangentenbussole geschlossen, bewirkte eine feste Ablenkung von 79°.

Aus einigen vorläufigen Versuchen hatte sich ergeben, dafs während des Durchgangs des Stroms durch das Glas die Galvanometernadel immer nur vorübergehend eine feste Ablenkung annahm, bald aber langsam gegen Null hin zurücksank, ganz so wie es geschieht, wenn eine Flüssigkeit zwischen Platinplatten in den Kreis einer galvanischen Kette von geringer Triebkraft eingeschaltet wurde. In dem letzteren Falle ist die Erscheinung eine Folge der Polarisation, d. h. eine Folge der Wirksamkeit einer allmähig sich entwickelnden electrischen Gegenkraft. Augenscheinlich hatte auch der Glas-

apparat eine Ladung, entgegengesetzt der electromotorischen Kraft der Kette, angenommen; denn wenn man seine Endpunkte, nach Ausschluss des Daniell'schen Paares, mit dem Multiplicatordrahte verband, so entstand ein vorübergehender Ausschlag im entgegengesetzten Sinne des ursprünglichen. Um diesem störenden Einflusse möglichst begegnen zu können, mußte man sich darauf beschränken, immer nur die ersten Ausschläge der Nadel zu messen. Weil aber schon während dieser kurzen Zeit die Gegenkraft sich, obschon in sehr geringem Grade, zu entwickeln begann, so wurde die Vorsicht gebraucht, den Strom einmal von innen nach außen, dann in umgekehrter Richtung, durch das Glas gehen zu lassen, und von den beiden beobachteten Ausschlägen das Mittel zu nehmen. Der Unterschied betrug zuweilen nur einige Zehntel, ging aber bei den stärkeren Ablenkungen auch bis zu $1^{\circ},5$ und bei einem Versuche selbst bis zu 2° . Wenn sich grössere Verschiedenheiten bei zusammengehörigen Ausschlägen zeigten, wurden die betreffenden Versuche verworfen.

Durch eine besondere Versuchsreihe war ferner ausgemittelt worden, daß aus den ersten Ausschlägen, so lange dieselben 40° nicht überschreiten, durch Multiplication mit 0,74 die entsprechende feste Ablenkung mit befriedigender Genauigkeit abgeleitet werden konnte.

Mit Hülfe der so bestimmten Ablenkungen, sowie der nach dem Ohm'schen Gesetze sich ergebenden Gleichungen:

$$r \operatorname{tng} 79^{\circ} = K \text{ und } (L + r) \operatorname{tng} \beta = K$$

sind die Leitungswiderstände des Glases bei verschiedenen Temperaturen berechnet worden. L bedeutet hier den gesuchten Widerstand, r den bekannten des Multiplicatorgewindes, welcher so groß ist, daß der eines Daniell'schen Paares und selbst mehrerer Paare dagegen verschwindet; β ist

die feste Ablenkung der Nadel, K die Kraft eines Daniell'schen Paares. Aus diesen Gleichungen wurde abgeleitet

$$L = r \frac{\lg 79^\circ - \lg n \beta}{\lg \beta}.$$

Die Beobachtungen und die daraus berechneten Leitungswiderstände sind in der folgenden Tafel zusammengestellt.

Temperatur des Quecksilbers im Rohr	Erster Ausschlag α	Feste Ablenkung $\beta = 0,74 \alpha$	L
244 bis 245°	1,8	1,33	215,2 . r
255°	3,3	2,44	119,7 . r
269 bis 270°	6,2	4,59	63,1 . r
283°	12,0	8,88	31,9 . r
293 bis 294°	17,65	13,06	21,2 . r
296°	19,15	14,15	19,4 . r
297°	19,85	14,69	18,6 . r
300°	21,8	16,13	16,8 . r
318°	23,95	17,72	15,1 . r
320 bis 323°	25,0	18,5	14,4 . r
345 bis 350°	31,8	23,53	10,8 . r.

Die Zahlen der letzten Spalte zeigen das Verhältniß, in welchem der Widerstand sich vermindert. Wählte man diese Zahlen zu Ordinaten einer krummen Linie, als deren Abscissen man die in arithmetischer Folge wachsenden Temperaturen genommen hatte, so fand es sich, daß die so gebildete krumme Linie anfangs sehr steil abfiel, dann aber asymptotisch gegen die Abscissenaxe verlief. Aus den Zahlenangaben der vorstehenden Tafel ist durch Interpolation die folgende Tafel berechnet worden, in welcher, wie sich von selbst versteht, die außerhalb der Beobachtungsgrenzen liegenden Werthe nur die Bedeutung wahrscheinlicher Annäherungen haben können.

Temperatur des Glases in Graden C.	Leitungswiderstand
200°	2582,0 . r
250°	158,3 . r
300°	16,8 . r
350°	11,8 . r
400°	8,4 . r.

Der Widerstand r des Multiplicatordrahts ist übereinstimmend mit dem eines Silberdrahts von 345440 Meter Länge bei 1,5 Millimeter Dicke *).

Die Außenfläche des Glasrohrs umschließt, so weit das Quecksilber reicht, einen cylindrischen Raum mit kugelförmiger Abrundung von genau 10^{mm} Halbmesser und 65^{mm} Höhe vom tiefsten Punkte (dem Scheitel der Krümmung) bis zum Spiegel des Quecksilbers. Die auf beiden Seiten vom Quecksilber bespülte Glasschicht hat demnach 4082 Quadratmillimeter Flächeninhalt, und der ganze von der Außenfläche des Glases und dem Spiegel des Quecksilbers begrenzte Raum 19342 Cubikmillimeter körperlichen Inhalt. Der vom Quecksilber ausgefüllte Raum, aus dem Gewichte dieses Metalls abgeleitet, beträgt 16369 Cubikmillimeter. Der Unterschied beider Zahlen giebt den räumlichen Inhalt der Glaswand, deren mittlere Dicke hiernach 0,73 Millimeter beträgt.

Aus diesen Daten liefse sich der absolute Leitungswiderstand des Glases auf denjenigen des Silbers zurückführen. Ich habe diese Rechnung vorläufig nicht ausgeführt, weil das Resultat derselben nur durch die Vergleichung des bezüglichen Verhaltens verschiedener Glassorten ein wissenschaftliches Interesse gewinnen kann.

Electriche Polarisation des Glases.

Es ist schon erwähnt worden, daß das auf beiden Flächen mit Quecksilber bedeckte Glas, wenn es während einiger Zeit den electricen Strom durchgelassen hatte, eine selbstständige, der der Stromkraft entgegengesetzte electromotorische Kraft erhielt, wodurch sowohl auf das Galvanometer wie auf das Goldblattelectrometer eingewirkt werden konnte. Es lag nahe, diese Erscheinung als eine Art von Ladung,

*) Diese Annalen LXXXVI, 28.

ähnlich der des Condensators, zu betrachten. Dem entsprach auch das baldige Verschwinden dieser electricischen Thätigkeit, wenn beide Quecksilberbelegungen durch einen guten Leiter verbunden wurden. Bei näherer Untersuchung zeigten sich aber Beziehungen, die nicht geeignet waren, jene Annahme zu rechtfertigen.

Wenn man die beiden Metallbelegungen eines electricischen Verdichtungsapparates zwischen die Pole einer galvanischen Kette bringt, so genügt bekanntlich eine nur augenblickliche Berührung, um das Maximum der electricischen Ladung hervorzubringen, und dieses Maximum steigt fast proportional mit der Stärke der Kette. Ganz so verhält sich auch das auf der innern und äußern Fläche mit Quecksilber belegte Glasrohr, so lange niedrige Temperaturen eingehalten wurden. Bei dem erhitzten Glase traten, wie sich aus den folgenden Versuchen ergibt, sehr bemerkenswerthe Abweichungen hervor.

Die eine Quecksilberbelegung wurde mit dem positiven, die andere mit dem negativen Pole einer Bunsen'schen Kette von 3 Paaren in Verbindung gesetzt. Hierdurch wurde bei 16° C. eine Ladung bewirkt, welche, nach Ausschluss der Bunsen'schen Kette, auf den Condensator des Goldblattelectrometers übertragen, eine Divergenz der Goldblättchen von 1 Zoll hervorbrachte. Diefes entsprach dem Maximum der Wirkung durch drei Paare. Bei 50° Temperatur des Glases betrug dieses Maximum unter sonst ganz gleichen Umständen 4 Linien, bei 100° nur 1 Linie und bei 300° sank es auf weniger als $\frac{1}{2}$ Linie herab, wiewohl eine kleine Divergenz noch deutlich sichtbar blieb. Ungeachtet dieser großen Abnahme in der Stärke der Ladung war bei dem erhitzten Glase eine kurz dauernde Verbindung mit den Polen der Kette bei weitem nicht hinreichend, um das Maximum der Ladung zu erzielen; hierzu wurde vielmehr eine, lange Zeit (mehrere Minuten) andauernde Einwirkung erfordert. Einmal

hervorgebracht, waren dagegen die Ladungen viel dauernder, als die bei gewöhnlicher Temperatur durch augenblickliche Berührung erzeugten. Sie zeigten sich kräftig genug, um die Nadel der Tangentenbussole abzulenken, wenn die Ableitungsdrähte nach Entfernung der galvanischen Kette mit den Enden des Multiplicatordrahts verbunden wurden. Dabei bemerkte man eine mit der Temperatur des Glases zunehmende Stärke der Ausschläge, ungeachtet nach den so eben erwähnten Erfahrungen die Triebkraft sich bei steigender Temperatur vermindert haben mußte. Bei gewöhnlicher Temperatur, wo doch die Spannung bei weitem am größten war, konnte gar keine Wirkung auf die Nadel wahrgenommen werden.

In der folgenden Tafel finden sich einige Angaben des ersten Ausschlags der Nadel, welcher erhalten wurde, je nachdem 1, 2 oder 3 Bunsen'sche Paare so lange eingewirkt hatten, bis keine Zunahme in der Stärke der Ladung mehr wahrgenommen werden konnte. D. h. man beobachtete von Zeit zu Zeit, und zwar nach immer längeren Zeitintervallen, die Wirkung auf die Nadel, und schloß auf den Eintritt des Maximums, wenn nach mehreren Beobachtungen keine Zunahme mehr stattgefunden hatte. Diejenigen Zahlen der drei letzten Spalten, welche in derselben wagerechten Linie stehen, beziehen sich auf gleiche Temperatur, deren Höhe in der ersten Spalte angeführt ist.

Temperatur C°	Stärke der Kette		
	1 Paar	2 Paare	3 Paare
230°	1,1	1,1	1,2
257°	3,5	3,5	3,5
281°,5	9,0	10,2	10,4
300°	14,6	18,0	20,9
310°	19,5	22,4	23,4.

Der Ausschlag vermehrt sich mit der Temperatur, wächst aber sehr langsam durch Vermehrung der Anzahl galvanischer

Elemente, so daß z. B. der Unterschied der durch eine Kette von zwei und eine von drei Paaren bewirkten Ladung erst bei einer Temperaturhöhe von 300° deutlich hervortrat.

Dieses Verhalten führte zu der folgenden Methode, die Größe der Ladung, welche das mit Quecksilber belegte Glas bei verschiedenen Temperaturen und unter dem Einflusse derselben electromotorischen Kraft annehmen konnte, zu messen.

Mehrere Elemente, z. B. 3 oder 4, mit dem Glasapparate und zugleich mit der Tangentenbussole zur Kette geschlossen, bewirken einen gewissen Ausschlag der Nadel und endlich, wenn die electriche Ladung des Glases ihr Maximum erreicht hat, eine *feste Ablenkung*, abhängig von der Kraft nK der Kette, der Gegenkraft x , die im Glase entwickelt worden, und dem Leitungswiderstand L . Letzterer konnte als eine nur mit der Temperatur veränderliche Größe betrachtet werden, gleichgültig aus wie vielen Gliedern die galvanische Kette zusammengesetzt wurde, weil der Widerstand derselben gegen den des Multiplicatordrahts und des Glases völlig verschwindend war. Indem man nun ferner, obigen Erfahrungen gemäß, die Annahme machte, daß der Werth von x sehr wenig geändert werde, ob nun die wirkende galvanische Kette aus n oder aus $(n + 1)$ Paaren zusammengesetzt sei, entstanden für je zwei Versuche bei gleicher Temperatur, aber ungleicher electromotorischer Kraft, Gleichungen von folgender Gestalt :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{nK - x}{L}; \quad \operatorname{tg} \beta' = \frac{(n + 1) K - x}{L},$$

aus welchen folgt :

$$x = - \frac{n \operatorname{tg} \beta' - (n + 1) \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \beta'} K.$$

Dieses Verfahren zur Bestimmung von x , wenn es auch eine absolute Genauigkeit nicht gewähren konnte, liefs doch in unzweifelhafter Weise die Aenderungen erkennen, welche

x bei verschiedenen Temperaturen und unter übrigens ganz gleichen Umständen erfährt.

Unter verschiedenen Beobachtungsreihen, welche alle zu demselben Resultate geführt haben, mag es genügen, nur die folgende hier anzuführen :

Temperatur C°	Feste Ablenkung, bewirkt durch		
	4 Paare	3 Paare	x
205°	0,6	0,2	2,800 . K
226	2,1	1,3	1,510
250	6,5	4,2	1,180
264	14,0	9,4	1,020
284	28,0	19,8	0,903
350	53,3	44,2	0,366.

Diese Versuche bestätigen die frühere, aus electroscopischen Beobachtungen gezogene Folgerung : dafs die Ladungserscheinung des Glases bei steigender Temperatur abnehme.

Diese Abnahme der Intensität oder des Spannungseffectes der Ladung, während doch gleichzeitig die Menge der von beiden Seiten des Glases ableitbaren Electricität zugenommen hat, ist ganz unvereinbar mit der Vorstellung einer Ladung nach Art derjenigen einer Leidner Flasche, nämlich einer Verdichtung der entgegengesetzten Electricitäten auf beiden Seiten des Glases. Die Erscheinung ergiebt sich aber sogleich als eine natürliche und nothwendige Folge, wenn man von der Annahme ausgeht, dafs das in der Hitze erweichte Glas, ähnlich wie ein flüssiger Leiter unter gleichen Umständen, eine Polarisation, d. h. eine chemische Veränderung an seiner Oberfläche erfahren hat. Denn da für gleiche Temperaturunterschiede der Leitungswiderstand schneller abnimmt als x , so ist es einleuchtend, dafs der durch letzteres bewirkte Strom, der Polarisationsstrom, mit der Temperatur zunehmen muß.

Wenn das Quecksilber auf beiden Seiten des Glases den Siedpunkt erreicht hatte, konnte eine Polarisation von hin-

länglicher Stärke erhalten werden, um Ströme von 50 bis 60° erstem Ausschlage in Bewegung zu setzen. Diese Wirkung konnte schon durch den polarisirenden Einfluss von drei oder vier Bunsen'schen Paaren, durch eine stärkere Kette aber in viel kürzerer Zeit erreicht werden.

Die bis zur größten Stärke gesteigerte Polarisation hatte, selbst bei geschlossener Kette, sehr hartnäckig. Würde derselben der Strom einer galvanischen Kette nur auf einige Augenblicke entgegengesetzt, so zeigte es sich häufig, dass die bereits eingetretene entgegengesetzte Polarisation, wenn man die Kette geschlossen liefs, der früheren nach kurzer Zeit wieder weichen musste. D. h. die Nadel, nachdem sie eine Schwan-
kung nach der andern Seite des Theilkreises gemacht hatte, bewegte sich dann wieder durch die Nulllage im Sinne der früheren Polarisation.

War das Glas bis zum Maximum polarisirt, so erhielt sich dieser Zustand in der offenen Kette fast unverändert, selbst wenn das Quecksilber auf beiden Seiten des Glases Stunden lang auf dem Siedpunkte gelassen wurde.

Liefs man das beim Siedpunkte des Quecksilbers zum Maximum polarisirte Glas erkalten, ohne die Kette zu schliessen; erhitzte man dann nach Verlauf einer oder auch mehrerer Stunden wieder zum Sieden und schlofs jetzt erst die Kette, so zeigte sich ein Strom von gleicher Stärke, wie unmittelbar nach bewirkter Polarisation. Dies fand statt, ungeachtet das *erkaltete* Glas durch Vermittlung seiner beiden Quecksilberbegrenzungen geschlossen, keine Spur eines Stromes lieferte und auch nicht entladen werden konnte. Doch wurde der Condensator nach längerem Schliessen (5. Minuten) merklich, wenn auch schwach geladen.

Noch auffallender zeigt der folgende Versuch, dass die der Polarisationserscheinung entsprechende Veränderung des Glases demselben sehr fest anhängt und wahrscheinlich auch

in die Tiefe eindringt. Das bei der Siedhitze des Quecksilbers polarisirte Glasrohr wurde nach dem Erkalten von seinen Quecksilberbelegungen ganz befreit, die innere und äußere Glasfläche mit Salpetersäure gereinigt, mit destillirtem Wasser gewaschen und über der Spiritusflamme getrocknet. Als man das Glasrohr nachher ganz so wie früher in Quecksilber tauchte, auch wieder von demselben flüssigen Metalle hineingofs, von Neuem bis zum Siedpunkt erhitze und eine Schließung durch den Galvanometerdraht bewirkte, zeigte sich im Sinne der früheren Polarisation noch immer ein Ausschlag von 30° und dann ein sehr langsames Zurückweichen der Nadel.

Electriche Ketten, in welchen Glas die Rolle des feuchten Leiters übernimmt.

Da das Glas Zustände annehmen kann, in welchen es, auf beiden Seiten mit Quecksilber bedeckt, die Fähigkeit besitzt, Electricität nach bestimmter Richtung in Bewegung zu setzen; so kann es nicht auffallen, daß ein solches Verhalten zuweilen auch zufällig, d. h. ohne äußeres Zuthun bei dem Glase angetroffen wird. In der That befanden sich verschiedene der von mir angewendeten Glasröhren schon bei der ersten Benutzung und ohne vorher einem electricen Strome ausgesetzt gewesen zu sein, nicht ganz im electricen Gleichgewichte, so daß bei der Erhitzung bis zum Sieden des Quecksilbers zuweilen ziemlich starke Ströme entwickelt werden konnten. Diese Erscheinungen ließen sich nicht bloß als thermoelectriche auffassen, denn in manchen Fällen ging, bei übrigens ganz gleicher Behandlung, der Strom vom inneren Quecksilber zum äußern, in andern Fällen gerade umgekehrt. Auch verlor sich diese electriche Störung, wenn bei fort-dauernder Erhitzung beide Quecksilberbelegungen durch einen Metalldraht verbunden wurden.

Wenn man in dem Quecksilber des Rohrs, oder auch in in der umgebenden Quecksilbermasse, Zink auflöste, so erhielt die electriche Bewegung eine im Voraus bestimmbare Richtung, welche im positiven Sinne von dem reinen Quecksilber ausging. Diefes liefs sich sowohl electroscopisch wie mit der Galvanometernadel nachweisen. Blieb die Kette dauernd geschlossen, so verminderte sich allmählig die Stromstärke, ohne dafs jedoch die Nadel ganz auf Null zurückging. Durch die polarisirende Einwirkung eines einzigen Bunsen'schen Elementes war es möglich, die Richtung des Stroms beliebig zu drehen. Indessen ging die Nadel, wenn sie in Folge vorhergegangener Polarisation anfangs im entgegengesetzten Sinne abgelenkt wurde, nach und nach immer wieder auf die Seite der ursprünglichen Erregung zurück. Doch stellte sich die anfängliche Stärke der letzteren selbst in der offenen Kette nicht wieder von selbst her.

Eine electroscopisch wirksamere Kette wurde erhalten, wenn das Glasrohr Quecksilber oder flüssiges Zinkamalgam enthielt und aufserhalb mit scharf ausgetrocknetem Braunstein- oder Kohlenpulver umgeben wurde, das man, um die Berührungspunkte zu vermehren, um das Rohr herum möglichst fest stampfte. Der Condensator empfing von dem Quecksilber oder dem Amalgam negative, von dem Braunstein und der Kohle positive Electricität. Der electriche Strom ging also von dem Amalgam durch das Glas zum Braunstein und sofort durch den Multiplicatordraht zurück, ganz so wie es sein mufste, wenn Wasser an die Stelle des Glases gebracht worden wäre. Wenn man beide Belegungen des Glases längere Zeit mit den Condensatorplatten in Verbindung liefs, so entwickelte sich schon bei gewöhnlicher Temperatur eine Ladung. Dieselbe wurde jedoch durch Erhitzen des Apparates sehr beschleunigt und auch verstärkt. Wirkungen auf die Nadel

der Tangentenbussole erfolgten wegen des sehr vermehrten Leitungswiderstandes nur bei starker Erhitzung.

Electriche Ketten ähnlicher Art, bei welchen sich das Braunsteinpulver im Innern des Rohrs, das Quecksilber außerhalb befand, zeigten ein ganz ähnliches Verhalten. Die positive Electricität ging auch jetzt in der Richtung vom Quecksilber durch das Glas zum Braunstein.

Wenn anstatt des Braunstein- oder Kohlenpulvers ein Platindraht oder auch ein Silberdraht mit dem heißen Glase in Berührung kam, und wenn dieses auf der andern Seite vom Quecksilber umgeben war, so leitete der Draht ganz so, wie vorher das Pulver, positive Electricität zu dem Condensator. War es ein Zinkdraht mit sehr reiner Metalloberfläche, so wurde die Richtung der Ladung umgekehrt. Zink mit oxydierter Oberfläche gab keine sichere Ladung. Oberflächlich oxydirte Drähte von Kupfer oder Eisen verhielten sich ähnlich wie Platin.

Das zwischen Braunstein oder Kohle und Quecksilber eingeschlossene Glas konnte in ähnlicher Weise, wie das auf beiden Seiten von Quecksilber begrenzte Glas, die Polarisation erfahren. Eine frisch zusammengesetzte Braunstein-Glas-Quecksilberkette, über der Lampe auf 320° erhitzt, dann unmittelbar durch die Tangentenbussole geschlossen, bewirkte eine größte Ausweichung der Nadel von 17°,4. Als ein Bunsen'sches Element in derselben Richtung in die Kette eingeschlossen wurde, entstand ein Ausschlag von 54°. Die Glaskette hierauf wieder für sich geschlossen, betrug der Ausschlag nur 15° und sank nach etwa 10 Minuten auf eine feste Stellung der Nadel von 5°. Die eingetretene Polarisation des Glases widersetzte sich also augenscheinlich der von dem Braunstein und Quecksilber abhängigen Erregung, deren Effect dadurch vermindert wurde. Durch Polarisation des Glases im entgegengesetzten Sinne konnte dieser Wider-

leicht beseitigt und sogar die ursprüngliche Wirksamkeit der Kette bedeutend verstärkt werden.

Die Ausschläge $17^{\circ},4$ und 54° der Nadel entsprechen den festen Ablenkungen 13° und $38^{\circ},9$. Da der Leitungswiderstand in beiden Fällen ungefähr derselbe war, so verhalten sich die Tangenten dieser Bögen wie die electromotorische Kraft der Glaskette zu der Summe dieser Kraft und derjenigen eines Bunsen'schen Paares. Man findet hieraus die Kraft der Braunstein-Glas-Quecksilber-Kette $= 0,403 K$, wenn K diejenige eines Bunsen'schen Paares bedeutet. Dieses Verfahren ist bei anderen Temperaturen nicht angewendet worden, weil es, wegen des großen Einflusses der Polarisation, zur Erzielung vergleichbarer Resultate kaum führen konnte.

Da es gleichwohl von Interesse schien, den Einfluss der Temperaturveränderungen auf die Kraft electrischer Ketten, in welche Glas als Bestandtheil eingeht, wenigstens annähernd kennen zu lernen, so wurde der folgende Versuch angestellt.

Ein Glasrohr, einige Zoll hoch mit Zinkamalgam gefüllt, stand in einem weiteren Glasbehälter, in welchem es mit Braunstein umgeben war. Sowohl von diesem wie von dem Amalgam führten Platindrähte nach außen. Nachdem sich der Apparat bis zu 100° erwärmt hatte, wurden die Drahtenden mit den Condensatorplatten (stark übergoldete Messingplatten) des Bennet'schen Electrometers verbunden. Nach etwa 30 Secunden war das Maximum der Ladung erreicht, wodurch eine Divergenz der Goldblättchen von 5,5 Linien entstand. Dieser Versuch wurde bei fortwährend steigender Temperatur von Zeit zu Zeit wiederholt. Der Ausschlag vermehrte sich nicht merklich, selbst als die Erhitzung bis zu 320° gestiegen war. Nur darin zeigte sich ein Unterschied, daß bei den höheren Temperaturen eine augenblickliche Berührung genügend war, um den Condensator so stark wie möglich zu laden.

Das von dem Braunsteinpulver ausgehende Drahtende wurde jetzt auf ein festes Stück Braunstein gelegt, während ein Zinkdraht, von demselben Braunsteinstücke nur durch feuchtes Löschpapier getrennt, die Leitung zu der unteren Condensatorplatte vollendete. Die obere Platte blieb wie früher in Verbindung mit dem Amalgam. Bei dieser Anordnung war also eine einfache galvanische Kette, Braunstein-Wasser-Zink, der Glaskette entgegengesetzt.

Beide einander entgegenwirkenden Kräfte unterschieden sich übrigens nur dadurch, daß bei der einen Wasser, bei der andern Glas zwischen Zink und Braunstein eingeschlossen war. Der Condensator nahm keine wahrnehmbare Ladung an, wie lange und bei welcher Temperatur, zwischen 100 bis 320°, man auch die Verbindung erhalten mochte. Nur mit Hülfe eines sehr empfindlichen Säulenelectroscops verrieth sich eine Spur von — E der untern Condensatorplatte, also ein sehr geringes Uebergewicht der Wasserkette. Als letztere für sich den Schließungsbogen des Condensators bildete, entstand eine Ladung, welche die Goldblättchen um 5,5 Linien auseinander trieb. Beide Ketten zeigten also fast gleiche electromotorische Kraft. Da es nun gewiß ist, daß ein Theil dieser Kraft bei der Wasserkette davon herrührt, daß die Differenz der Einwirkung des Braunsteins und Zinks auf das Wasser einer negativen Ladung des Zinks gleichgesetzt werden kann, so folgt, daß das Zink oder sein Amalgam auch von dem Glase eine negative Ladung erhalten haben mußte. — Es ergibt sich ferner aus diesen Versuchen, daß die Stärke der electricen Erregung des Glases durch Braunstein und Zink innerhalb der angegebenen Grenzen von der Temperatur unabhängig ist, oder wohl richtiger: daß die etwa vorhandenen Schwankungen zu gering waren, um bei den angewendeten Hülfsmitteln mit Deutlichkeit hervortreten zu können.

Man weiß längst, daß das Glas auch bei gewöhnlicher Temperatur durch die Berührung mit Metallen positiv electricisch wird, sowie, daß diese electricische Erregung durch die leicht oxydirbaren Metalle oder ihre Amalgame die größte Intensität erreicht. Wir sehen nun, daß dieselbe Kraft, welche bei gewöhnlicher Temperatur und so lange das Glas ein Isolator ist, dasselbe befähigt, sich unter Vermittlung der Reibung mit Electricität von starker Spannung zu beladen, daß dieselbe Kraft electricische Ströme in Bewegung zu setzen vermag, sobald das Glas durch Erhöhung seiner Temperatur in einen Leiter verwandelt worden ist.

Es gelingt ohne Schwierigkeit, auch zusammengesetzte electricische Ketten zu bilden, in welchen der flüssige Leiter durch Glas vertreten ist. Vergoldete Messingscheiben, rein gescheuerte Zinkscheiben und dünne Glasscheiben wurden in gleichbleibender Ordnung aufeinandergeschichtet. An der ersten vergoldeten Scheibe, sowie an derjenigen, welche die zehnte Glasscheibe bedeckte, waren Platindrähte befestigt, welche die Poldrähte dieser kleinen, nur 4 Centimeter hohen Säule bildeten. Beide Endflächen derselben wurden mit mehreren dicken Glasplatten belegt, zwischen Backen von Holz zusammengeschraubt und in horizontaler Lage aufgestellt, so daß alle 10 Paare gleichmäßig dem heißen Luftstrom der argantischen Lampe ausgesetzt werden konnten.

Mit dieser Säule, wenn man ihrer Einwirkung Zeit liefs, konnte der Condensator schon bei gewöhnlicher Temperatur bis zu 3 bis 4 Linien Spannung der Goldblättchen geladen werden. Waren die Scheiben heiß geworden, so stieg die Spannung, nach einer Schließung des Condensators von wenigen Secunden, bis zur Divergenz von wenigstens 14 Pariser Linien. Die Größe dieser Ladung nahm mit der Anzahl wirksamer Paare sehr deutlich und stufenweise ab. Eine solche Säule, im December 1853 zusammengesetzt und öfter

benutzt, hatte nach fast 5 Monaten nicht das Geringste ihrer anfänglichen electroscopischen Kraft eingebüßt.

Es darf hier nicht unbemerkt bleiben, daß der Academiker Ritter in München, freilich von ganz andern Gesichtspunkten ausgehend, schon im Jahr 1802 Glasplatten als Zwischenleiter zwischen Zink und Kupfer in der electricischen Säule angewendet hat.

Thermoelectricische Wirkungen des Glases.

Wenn auch, wie aus den vorstehenden Untersuchungen wahrscheinlich wurde, die von der Temperatur abhängige Veränderlichkeit der electromotorischen Kraft, welche Glas in Berührung mit andern Körpern ausübt, nicht sehr groß seyn kann, so ist man dennoch im Stande, mit Hülfe empfindlicher Instrumente, eine derartige Abhängigkeit unzweifelhaft nachzuweisen.

In ein auf beiden Seiten offenes Glasrohr, gerade oder gebogen, und von beliebiger Weite, wurden zwei Platindrahte eingeschoben, so daß sie im mittleren Theile des Rohrs in etwa 4 Linien Abstand von einander die Glaswand berührten. Das Rohr wurde hierauf in die Spiritusflamme gehalten, so daß die Gegend des einen Platindrahts vorzugsweise den Eindruck der Hitze empfing, die Gegend des andern Drahts aber nur durch die fortgeleitete Wärme daran Antheil nehmen konnte.

Bald bemerkte man eine Störung des electricischen Gleichgewichtes und eine electricische Bewegung in der Richtung von der heißesten Berührungsstelle durch das Glas zu der weniger heißen. Diese Wirkung konnte sowohl mit Hülfe des Condensators und Säulenelectroscops, als auch mit der astatischen Galvanometernadel nachgewiesen werden. Der Strom verminderte sich und verschwand, wenn das Glas zwischen beiden Drahtenden erhitzt wurde, seine Richtung

kehrte sich um, wenn die Spitze der Flamme noch weiter nach der andern Seite gerückt wurde.

Häufig schmolz der eine oder der andere Draht oder auch beide an dem Glase an. Diefs hatte aber keinen Einfluß auf die Richtung der electricischen Erregung. Selbst wenn beide Drähte ganz in die Glasmasse eingeschmolzen und, so weit die Einwirkung der Hitze reichte, mit Glas umschlossen waren, blieb, wie *Le Roux**) zuerst gezeigt hat, die Richtung des Stroms von denselben Bedingungen wie vorher abhängig.

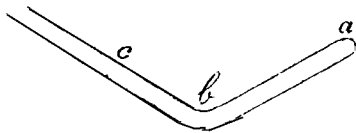
Eben so war es ohne Einfluß, wenn die Drahtenden anstatt mit der inneren Glasfläche, nunmehr mit der äußeren in Berührung standen, im Uebrigen ganz so wie vorher verfahren wurde.

Bei einem folgenden Versuche wurden die Platindrähte in enge, am einen Ende geschlossene Röhren bis ans zugeschmolzene Ende geschoben, dann beide Berührungsstellen von Glas und Metall entweder in der Flamme, oder auch in dem heißen Luftstrom darüber erhitzt, doch ungleichzeitig, so daß das eine Glas eine höhere Temperatur annehmen mußte, als das andere. Die electricische Bewegung ging stets vom stärker zum weniger stark erhitzten Glase. Diefs war der Fall, mochten nun beide Röhren einander bis zur Berührung genähert, oder durch eine Schicht heißer Gase getrennt seyn.

Silberdraht zeigte dasselbe Verhalten, wie Platindraht. Ebenso Kupfer, Eisen, Zink, wenn die aus diesen Metallen gebildeten Drähte an den Berührungsstellen mit dem Glase zuvor oberflächlich oxydirt worden waren. Das Verhalten dieser und anderer leicht oxydirbarer Metalle ist wahrscheinlich auch bei reiner Oberfläche nicht abweichend. Nach dem beschriebenen Verfahren liefs sich jedoch hierüber nicht mit Sicherheit entscheiden.

*) *Compt. rend.* XXXVII, 500.

Um Kohle und Braunstein in dieser Beziehung zu untersuchen, wurden Glasröhren mit dem Pulver dieser Körper so weit angefüllt, daß während der Erhitzung des unteren geschlossenen Endes das obere kalt blieb. Die Fortleitung von der Oberfläche des Pulvers geschah dann mittelst eingesenkter Drähte.



Quecksilber wurde trocken in trockene Glasröhren von der Form a b c gefüllt und darin aufs Sorgfältigste

ausgekocht. Die Länge der Säule a b betrug 6 Zoll. Es leuchtet hiernach ein, daß wenn das Ende a über der Argand'schen Lampe erhitzt wurde, hierdurch bei c, wo ein Platindraht eintauchte, keine Temperaturveränderung eintreten konnte. Quecksilber, Kohle, Braunstein verhielten sich übrigens wie Platin, mochten nun die damit gefüllten Glasröhren an zweien ungleich erhitzten Stellen in unmittelbarer Berührung stehen, oder durch eine heiße Luftschicht getrennt seyn.

Diese verschiedenen Körper, so ungleich die directe electromotorische Thätigkeit ist, welche sie bei der Berührung mit dem Glase ausüben mögen, zeigen doch in thermoelectrischer Beziehung ein sehr ähnliches Verhalten zum Glase. Es scheint hieraus hervorzugehen, daß die Stärke ihrer electricchen Erregung bei zunehmender Temperatur, wenigstens bis zum Siedpunkte des Quecksilbers hin, ebenfalls zunimmt.

Die thermoelectrische Erregbarkeit des Glases durch Platin ist zuerst von Becquerel beobachtet worden. Das geschlossene Ende eines Glasrohrs stand innen und außen in Berührung mit Platin. Bei der Erhitzung in der Spiritusflamme entstand dann eine electricche Bewegung von der stärker erhitzten Außenfläche durch die Glaswand zu dem inneren Platindrahte.

Vor Kurzem hat Gaugain *) diesen Versuch wiederholt, aber in anderer Weise erklärt, indem er annahm, daß die Störung des electricischen Gleichgewichts davon herrührte; weil der innere Platindraht von atmosphärischer Luft, der äußere aber von den Gasen der Spiritusflamme umgeben war. Nun ist es zwar sehr leicht, den Beweis zu führen, daß die Erhitzung durch eine Spiritusflamme nicht nothwendig ist zur Hervorbringung der Erscheinung, sowie, daß der Versuch auch dann gelingt, wenn man unmittelbar vor der Schließung des electricischen Kreises die Flamme entfernt. Gaugain glaubte aber entscheidende Beweise für die Richtigkeit seiner Ansicht in den folgenden Thatsachen gefunden zu haben. Er brachte einige Tropfen Weingeist in das Glasrohr, welche erhitzt die Luft austrieben. Die Ursache des gestörten electricischen Gleichgewichtes war dadurch, wie er sagt, verschwunden. Er setzte ferner zwei geschlossene Glasröhren dicht neben einander in die Flamme, so daß sie sich ganz gleichmäÙig erhitzen mußten. In dem einen Rohr war der Platindraht nur mit Luft, in dem anderen mit Weingeistdampf umgeben. Es fand eine electricische Erregung statt, und zwar immer in der Art, daß der im Luftrohr befindliche Platindraht positiv electricisch wurde.

Bei der Wiederholung des ersten dieser Versuche fand ich ebenfalls die electricische Wirkung durch das Einbringen von Weingeist in das Rohr sehr wesentlich verändert. Die Veränderung bestand aber gewöhnlich in einer mehr oder weniger deutlichen Umkehrung der Stromesrichtung, selbst wenn der äußere Platindraht augenscheinlich stärker erhitzt war, als der innere.

Standen zwei Glasröhren mit Platindrähten neben einander in der Spiritusflamme, und war das eine Rohr zuvor mit

*) Compt. rend., XXXVII, 82.

Weingeist ausgespült worden, so fand ich die vorher angegebene Richtung der electricischen Erregung bestätigt. Der Platindraht in dem mit reiner Luft gefüllten Rohr war stets kräftig positiv, mochte nun das ihn enthaltende Rohr stärker, eben so stark, oder weniger als das andere erhitzt seyn. Doch schien im letzten Falle nach dem Urtheile des Electroscops die intensivste Erregung einzutreten.

Als hierauf beide Röhren mit Weingeist ausgespült wurden, bemerkte man bei gleichmäßiger Erhitzung keine electricische Erregung. Dieselbe kam aber alsbald zum Vorschein, nachdem das eine Rohr mehr als das andere dem Eindrucke der Flamme ausgesetzt worden war. Der Strom ging vom heisseren Platin durch die Glasmasse zur weniger heißen, und konnte, obschon die Erregung viel geringer war, als vorher, electroscopisch und galvanometrisch nachgezeigt werden.

Dieser Strom konnte nur die Folge einer thermoelectricischen Erregung seyn. Es wurde hiernach wahrscheinlich, daß die von Becquerel und Gauguain beobachteten Erscheinungen die Resultate gemischter Einflüsse sind. Ueber die Natur dieser Einflüsse geben die folgenden Versuche Aufschluß.

α) Ein isolirter Platindraht von 1^{mm} Dicke wurde quer durch die Flamme einer isolirten Spirituslampe gelegt, so daß das aus der Flamme um einige Linien weit hervortretende Drahtende noch sichtbar glühend wurde. Ein zweiter isolirter Platindraht von 2^{mm} Dicke, ganz außerhalb der Flamme aufgestellt, war so gerichtet, daß sein eines Ende unmittelbar über dem Ende des ersten Drahtes stand, doch ohne daß sich beide berührten. Die andern Enden beider Drähte führten zu den Condensatorplatten. Es ist klar, daß in Folge dieser Anordnung beide Drahtenden von atmosphärischer Luft umgeben blieben, und daß von dem dünneren, wenn er hinreichend stark erhitzt worden war, ein heißer, die Electricität leitender Luftstrom eine leitende Verbindung zwischen

beiden Drähten herstellen mußte. Als bald erfolgte eine Ladung des Condensators von um so größerer Intensität, je stärker durch Vorrücken der Flamme das Ende des dünneren Drahts erglühte, vorausgesetzt immer, daß der dickere Draht außerhalb der Flamme blieb. Dabei wurde der letztere positiv electricisch und leitete das positive Fluidum zum Condensator. Platin wird, wie bekannt, durch Sauerstoff und Luft positiv electricisch erregt. Der beschriebene Versuch lehrt, daß die Stärke dieser Erregung bei steigender Temperatur abnimmt.

Wenn bei weiterem Vorschieben der Flamme auch der dicke Draht in das Innere derselben gelangt, nahm die Ladung rasch ab und ging in die entgegengesetzte über, noch ehe der dünnere Draht ganz aus der Flamme herausgetreten war.

Wenn Platindrähte in den inneren, von Weingeistdämpfen erfüllten Raum der Flamme von unten eindringen, so daß sie den äußersten Saum nicht durchschneiden müssen, und wenn dabei der eine stärker erhitzt wird als der andere, so entsteht, wie ich bei einer früheren Gelegenheit gezeigt habe*), eine electricische Bewegung vom heißeren zum weniger heißen, also ganz so, wie wenn sich beide in atmosphärischer Luft befanden.

β) In einem Glasrohr mit kugelförmiger Erweiterung wurde mittelst eines Korks ein dicker Platindraht so befestigt, daß er nirgends das Glas berührte und auch vom geschlossenen Ende noch 1^{mm} entfernt blieb.

Die kleine Glaskugel erhitzte man über der Spiritusflamme bis zum Glühen und näherte von außen einen zweiten Platindraht. Es entstand eine electricische Bewegung vom äußeren Draht durch das Glas zum inneren, mochte nun ersterer am Rande der Flamme oder im Innern derselben bis zum Glühen erhitzt werden, mochte derselbe von der Glaskugel entfernt

*) Diese Annalen LXXX, 8.

gehalten, oder ihr bis zur Berührung genähert, ja daran angeschmolzen seyn.

Dieser Versuch unterscheidet sich von dem vorhergehenden nur dadurch, daß die ungleich erwärmten, von heißer Luft umspülten Platindrähte im letzteren Falle noch durch eine leitende Glasschicht getrennt waren. Diese Abänderung konnte also auf die Natur der thermoelectrischen Erregung zwischen Platin und Luft keinen Einfluß haben.

Treten die Platindrähte in Berührung mit dem Glase, so kommt eine neue Erregung hinzu, die jedoch (wie früher gezeigt wurde) mit der vorhergehenden gleiche Richtung hat. Diefß ist der Fall des Becquerel'schen Versuchs. Von einer Verstärkung der electroscopischen Wirkung war diese neue Erregung nicht begleitet. Sie hätte nur dann eintreten können, wenn, was nicht der Fall zu seyn scheint, die thermoelectrische Kraft von Platin zu Glas stärker wäre, als die von Platin zu Luft. Gleichwohl zeigte sich eine viel stärkere Wirkung auf die Galvanometernadel. Um die Eigenthümlichkeit dieses Versuchs durch einen andern zu beleuchten, der damit einige Aehnlichkeit hat, denke man sich eine trockene und eine nasse galvanische Säule mit den gleichartigen Polen verbunden. Die electroscopische Wirkung dieses Systems wird stärker seyn, als die von der nassen Säule allein abhängige. Die galvanometrische Wirkung wird die von der trockenen Säule allein zu erhaltende bei weitem übertreffen.

γ) Das Glasrohr des vorhergehenden Versuchs wurde mit Weingeist ganz angefüllt, das offene (durch den Kork, welcher den Platindraht hielt, nicht luftdicht geschlossene) Ende über Weingeist umgestürzt, und dadurch bei der Erhitzung des oberen kugelförmigen Ansatzes der in denselben eindringende Platindraht mit Weingeistdämpfen umgeben. Während die kleine Glaskugel, in die Mitte der Flamme getaucht, zum Glühen kam, hielt man den zweiten Platindraht

an den äußeren Rand der Flamme, so daß er noch von Luft umgeben glühend wurde. Die Richtung der Erregung war jetzt die umgekehrte, d. h. sie ging vom inneren zum äußeren Drahte, selbst als der letztere augenscheinlich am stärksten erhitzt war. Ihre Stärke verminderte sich, wenn der Draht in die Flamme eindrang, und sank bei der Berührung des Glases zuweilen auf Null.

Ein electricischer Strom von gleicher Richtung, wie in dem oben beschriebenen Versuche, läßt sich auch ohne Dazwischenkunft des Glases erhalten, wenn das eine Ende eines Platindrahts in den inneren mit Weingeistdämpfen erfüllten Kern der Flamme eintaucht, das andere Ende am Rande der Flamme in der Luft erhitzt wird *). Diese Richtung ist derjenigen der thermoelectrischen Erregung des Platins durch Luft, Weingeistdämpfe oder Glas entgegengesetzt, wenn der im Weingeistdampfe erhitzte Draht eine niedrigere Temperatur besitzt, als der in der Luft erhitzte. Bei der von Gaugain gewählten Abänderung des Becquerel'schen Versuchs mußte daher die stärkste electroscopische Wirkung dann wahrgenommen werden, wenn der von Luft umgebene Draht der weniger erhitzte war.

Ueber das Quercitrin; von L. Rigaud.

Aus der unter dem Namen *Quercitron* in den Handel kommenden Drogue, welche bekanntlich die gemahlene Rinde einer in Nord-Amerika einheimischen Eiche (*Quercus tinctoria*,

*) Diese Annalen LXXX, 9.