Boltzmann¹⁾ 2.32, Schiller²⁾ 1.81 bis 2.47 je nach Verschiedenheit der Präparate und verschiedener Dauer der Ladung, für Ebonit Boltzmann 3.15, Schiller 2.21—2.76. Für Schwefel Siemens³⁾ 2.9, Boltzmann 3.84, für weisses Spiegelglas erhielt Schiller 5.83—6.34. Man sieht, die obigen Werthe liegen zwischen den von den anderen Experimentatoren für die gleichen Substanzen gefundenen. Für die Constanten des Schellacks ist zu beachten, dass sie für nicht näher zu definirende und verschiedenen zusammengesetzte Gemenge von Schellack und venetianischem Terpentin gelten.

Aachen, den 19. Februar 1877.

**V. Ueber das electriche Verhalten der in
Wasser oder Salzlösungen getauchten Metalle
bei Bestrahlung durch Sonnen- oder Lampen-
licht; von W. Hankel.**

(Aus den Berichten der math. phys. Klasse der K. Sächs. Ges.
der Wiss. 1875 vom Herrn Verfasser mitgetheilt.)

Bei dem von mir construirten Electrometer⁴⁾ hängt das Goldblättchen, dessen Ablenkung aus seiner Ruhelage zur Messung der electricen Spannungen dient, in der Mitte zwischen zwei Messingplatten, welche durch Verbindung mit den beiden Polen einer Volta'schen Säule in gleich starkem, aber entgegengesetzt electricem Zustande ge-

1) Boltzmann. Pogg. Ann. CLI.

2) Schiller. Pogg. Ann. CLII. Die grösste von Schiller benutzte Ladungsdauer ist 0.02, die kleinste 0.0001 Secunden etwa.

3) Siemens. Pogg. Ann. CII.

4) S. Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1850. p. 71. Pogg. Ann. LXXXIV. p. 28; Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. V. p. 892.

halten werden. Dazu genügt es, falls die aus Zink, Kupfer und Wasser bestehenden Elemente alle gleiche electromotorische Kräfte besitzen, die Mitte der Säule zur Erde abzuleiten. Sind Ungleichheiten vorhanden, so fügt man der schwächeren Hälfte noch weitere Elemente aus Zink und Kupfer, oder um die Abgleichung vollkommener ausführen zu können, Elemente aus Zinn und Kupfer hinzu.

Die von den Polen der Säule auslaufenden Drähte gehen jedoch nicht unmittelbar zu den obengenannten Messingplatten, sondern zunächst zu einem Commutator, und von diesem aus führen dann die Leitungen zu den Messingplatten. Ein Umlegen des Bügels im Commutator verbindet also die Platten mit den entgegengesetzten Polen. Ist das Goldblättchen, welches zwischen diesen Platten hängt, mit der Erde leitend verbunden, so würde beim Umlegen des Commutatorbügels das Goldblättchen in seiner Ruhelage verharren, wenn es gänzlich frei von Electricität wäre; da es aber durch seine Ableitung zur Erde infolge der in dieser Leitung liegenden Contacte eine, wenn auch nur sehr geringe, electricische Spannung besitzt, so wird beim Umlegen des Commutatorbügels ein sehr kleiner, jener Spannung entsprechender Ausschlag entstehen.

Ich hatte nun bei den ersten Untersuchungen, welche ich vor 25 Jahren mit diesem Instrumente anstellte, vielfach wahrgenommen, dass wenn zufällig die Sonnenstrahlen einen Theil der Volta'schen Säule trafen, die Gleichheit der beiden Hälften der Säule verloren ging, und das Goldblättchen beim Umlegen des Commutators einen erheblichen Ausschlag gab.

Da ich damals, eben bei der Prüfung jenes Electrometers beobachtete,¹⁾ dass die Spannung einer aus Zink, Kupfer und Wasser gebildeten Säule, wenn diese Metalle bereits längere Zeit in Wasser gestanden haben, bei Erhöhung ihrer Temperatur wächst, so glaubte ich, ohne die

1) Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. V p. 432.

Wirkungsweise der Sonnenstrahlen genauer zu untersuchen, jene Aenderung in der Spannung der von den Sonnenstrahlen getroffenen Säulenhälfte allein der durch diese Strahlen erzeugten Erwärmung zuschreiben zu müssen.

Bei einem eben solchen im Laufe der letzten Wochen eingetretenen Vorgange, wo also wieder durch das Bestrahlen eines Theiles der einen Säulenhälfte eine erhebliche Ungleichheit in den Spannungen der beiden Säulenhälften hervortrat, ergab sich indess bei näherer Prüfung, dass die Spannung der theilweise beleuchteten Hälfte nicht vermehrt, sondern vielmehr vermindert war, und zwar in nicht unbeträchtlichem Grade. Jede Hälfte der Säule enthielt ungefähr 60 Elemente, und ich musste aus der nicht bestrahlten Hälfte zwei Elemente hinwegnehmen, um wieder nahe Gleichheit in den Spannungen an beiden Polen zu erzielen. Die Aenderung war also in gerade entgegengesetztem Sinne erfolgt, als wenn die Gläser mit der Flüssigkeit und den Metallen erwärmt worden wären.

Dazu kam noch die weitere Beobachtung, dass mit dem Beginne der Bestrahlung durch Aufziehen eines Rouleau die angegebene Abnahme der Intensität der bestrahlten Säulenhälfte sofort eintrat, und ebenso mit dem Abhalten der Sonnenstrahlen durch Niederlassen des Rouleau sogleich wieder verschwand.

Beide Beobachtungen wiesen also darauf hin, dass es nicht die Erhöhung der Temperatur der Gläser und ihres Inhaltes war, welche die beschriebene Abnahme in der Intensität der bestrahlten Säulenhälfte hervorbrachte; daß vielmehr die Sonnenstrahlen in anderer Weise jene Aenderung erzeugten.

Da bei dem eben berichteten Vorgange die Aenderung in der Spannung der bestrahlten Säulenhälfte nicht direct gemessen wurde, sondern sich nur durch die Ungleichheit der Vertheilungen kundgab, welche die beiden Messingplatten auf das zwischen ihnen hängende und zur Erde abgeleitete Goldblättchen hervorbrachten, so wurden behufs directer Messung jener Aenderung zwei Säulen

aus je 40 seit längerer Zeit benutzten Elementen (Zink, Kupfer, Wasser) gebildet und zwei gleichnamige Pole derselben miteinander verbunden; von den beiden anderen, ebenfalls gleichnamigen Polen wurde der eine zur Erde abgeleitet, der andere aber zu dem Goldblättchen des Electrometers geführt. Da die beiden Säulen entgegengesetzt verbunden waren, so hoben sich ihre Spannungen auf.

Die eine dieser Säulen konnte nun nach Belieben durch Aufziehen eines Rouleau von der Sonne bestrahlt, und durch Niederlassen desselben wieder beschattet werden, während die andere stets im Schatten verblieb. Die Empfindlichkeit des Electrometers war so regulirt, dass ein Element Zink-Kupfer-Wasser einen Ausschlag von nahe 7 Scalentheilen auf dem im Oculare des Mikroskops befindlichen Glasmikrometer erzeugte. Durch die Bestrahlung der einen Säule mittelst Sonnenlichtes entstand nun ein Ausschlag von ungefähr 14 Scalentheilen, und zwar erfolgte derselbe im Sinne der Spannung der anderen beschattet gebliebenen Säule; beim Beschatten der ersten Säule verschwand derselbe sogleich wieder.

Darauf wurden die beiden bisher mit der Erde und dem Goldblättchen des Electrometers verbundenen Pole der beiden Säulen mit den Enden des Drahtes eines Galvanometers von 30000 Windungen verknüpft, und die Spannungen der beiden Säulen so weit abgeglichen, dass die Nadel nahe an dem Nullpunkte stand, wenn beide Säulen beschattet waren. Wurde die eine derselben durch das Aufziehen eines Rouleau den Sonnenstrahlen ausgesetzt, so trat ein Ausschlag ein, dessen Richtung auf eine Schwächung der Spannung in der belichteten Säule¹⁾ hinvies, und es mussten zwei Elemente aus der anderen Seite entfernt werden, um die Nadel wieder nahe auf den Nullpunkt zurückzuführen.

1) Wie bereits zuvor bemerkt, hatten die zu diesen Säulen benutzten Elemente längere Zeit in Wasser gestanden und waren stark mit einer Oxyd- und Salzsicht bedeckt.

Da der Leitungswiderstand der beiden Säulen, deren Flüssigkeit nur aus Wasser bestand, sehr gross war, so konnte eine Ungleichheit von selbst zwei Elementen Zink-Kupfer-Wasser trotz der vielen Windungen des Multipliers doch keinen sehr beträchtlichen Ausschlag der Nadel erzeugen. In dem eben beschriebenen Versuche erreichte derselbe nur ungefähr 15° .

Nach dem Vorstehenden betrug die infolge der Bestrahlung durch die Sonne in der Spannung eines Elementes Zink-Kupfer-Wasser eintretende Aenderung, wofür die Metalle längere Zeit in Wasser gestanden hatten und stark mit Oxyden und Salzen bedeckt waren, ungefähr $\frac{1}{20}$ eben dieser Spannung; es musste sich jene Aenderung daher auch bei nur zwei einander entgegengesetzten Elementen Zink-Kupfer-Wasser mit dem zuvor beschriebenen Galvanometer nachweisen lassen, wenn das eine Element von der Sonne bestrahlt wurde, während das andere im Schatten verblieb, weil bei dieser Einrichtung der Widerstand der Flüssigkeit ein sehr viel geringerer war. Ich erhielt denn auch durch Bestrahlung des einen Elementes sehr beträchtliche Ausschläge der Nadel und zwar stets in dem Sinne, dass die Spannung in dem bestrahlten Elemente geringer geworden war.

Die mitgetheilten Beobachtungen forderten zu einer genaueren Untersuchung über den Einfluss der Bestrahlung der in Wasser und Salzlösungen befindlichen Metallflächen auf. Leider war ich erst in der Mitte des September auf jene Vorgänge aufmerksam geworden und hatte bei den weiteren Versuchen sehr viel unter der Ungunst der Witterung zu leiden, indem die Sonne selbst wochenlang nicht erschien. Es ist daher bis jetzt nicht möglich gewesen, die Untersuchung so weit fortzuführen, als ich gewünscht. Namentlich musste ich mich auch entschliessen, selbst bei schwach verschleierter Sonne und bei zahlreichen zerstreuten Wolken zu arbeiten, war dann aber gezwungen, mich mit der Festsetzung des Sinnes, in welchem eine Aenderung der bestrahlten Metalle eintrat, und

mit einer je nach dem Zustande der Bestrahlung ungefähren Schätzung der Grösse derselben zu begnügen. Ich führe deshalb in dem Folgenden keine Zahlenangaben an, die eben nur bei einer constanten Intensität der Bestrahlung Werth haben würden.

Genügen die nachstehend mitgetheilten Beobachtungen bereits zu einer Uebersicht über die Gesammtheit der durch die Wirkung des Lichtes auf die in Wasser stehenden Metallplatten erzeugten electromotorischen Vorgänge, so erscheinen sie mir doch noch unzureichend, um eine sichere Erklärung derselben aufzustellen. Dazu bedarf es erst noch der Beantwortung einer Reihe von Fragen, die ich im nächsten Sommer unter besseren Lichtverhältnissen, als sie der Winter darzubieten vermag, auszuführen hoffe.

Bevor ich aber zu der Mittheilung der bis jetzt von mir ausgeführten Versuche übergehe, wird es zweckmässig sein, eine kurze Uebersicht des bereits früher auf diesem Gebiete bekannt Gewordenen zu geben.

Uebersicht der bisherigen Untersuchungen.

Der erste, welcher die Einwirkung des Lichtes auf die in verdünnten Säuren oder Salzlösungen befindlichen Metalle in Bezug auf die Erzeugung electricischer Ströme untersucht hat, ist Edmund Becquerel gewesen. Derselbe wurde ursprünglich von der Absicht geleitet, durch die Bestrahlung zweier unter dem Einflusse des Lichtes chemisch auf einander wirkender Flüssigkeiten electriche Ströme hervorzurufen.¹⁾ Er brachte zu diesem Zwecke käuflichen Alkohol auf eine concentrirte Lösung von Eisenchlorid in Wasser, tauchte in jede dieser Flüssigkeiten einen Platindraht, und verband diese Drähte mit den Enden eines Galvanometers. Der sofort bei der Zusammenstellung des Apparates im Dunkeln durch die Heterogenität der Substanzen entstehende electriche Strom ver-

1) C. R. IX. p. 145.

ringerte sich bei geschlossener Kette und wurde bald constant. Beim Zutritte der Sonnenstrahlen entstand sofort eine stärkere Ablenkung der Nadel.

Aehnliche Resultate erhielt E. Becquerel mit anderen Chloriden, welche bei Berührung mit Alkohol, Holzgeist oder Aether in Verbindungen von einem geringeren Chlorgehalte übergehen können, während er durch die Chlorüre bei gleicher Behandlung keine electrischen Ströme hervorzurufen vermochte. Als er das Sonnenlicht durch farbige Gläser gehen liess, beobachtete er, dass hinter blauen und violetten Gläsern die Wirkung eintrat, dagegen hinter rothen, gelben und grünen ausblieb.

Da bei diesem Verfahren auch gleichzeitig die in die Flüssigkeit getauchten Metalle von den Sonnenstrahlen getroffen wurden, so untersuchte E. Becquerel in einer zweiten Abhandlung,¹⁾ die durch Bestrahlung von Metallen, welche in schwach saure, alkalische oder neutrale Lösungen eingesenkt waren, erzeugten electrischen Ströme. Er tauchte zwei Platinplatten, welche zuvor behufs Zerstörung aller fremdartigen, ihren Oberflächen anhängenden Substanzen bis zum Rothglühen erhitzt worden waren, in die genannten Lösungen ein, und liess eine derselben von den verschiedenfarbigen Strahlen des Sonnenlichtes bescheinen, während die andere im Dunkeln gehalten wurde. Wenn die Platinplatten sehr rein waren und vor ihrem Ausglühen in concentrirter Salpetersäure gestanden hatten, so erhielt E. Becquerel gar keinen electrischen Strom, so dass er die sonst bei Anwendung von nur geglühten Platten erhaltenen Ströme der Einwirkung des Sonnenlichtes auf eine unendlich dünne, der Oberfläche der Platinplatte anhängende Schicht fremdartiger Substanzen zuschreibt. Die belichtete Platte wurde in einer alkalischen Lösung positiv, in einer sauren negativ.²⁾

1) C. R. IX. p. 561.

2) M. Becquerel, *Traité d'électr. et du magn.* T. VI. p. 58. E. Becquerel, *la lumière, ses causes et ses effets.* II. p. 123.

Als E. Becquerel zwei abgeschabte Messingplatten in Wasser eintauchte, welches durch einige Tropfen Salpetersäure schwach angesäuert war, wurde die belichtete Platte negativ. Nachdem er die beiden Platten als Pole einer Volta'schen Säule benutzt, wodurch die eine Platte oxydirt worden, erschien die oxydirte Platte bei der Bestrahlung positiv.

Zwei in schwach mit Salpetersäure versetztem Wasser stehende Platten aus reinem Silber gaben bei Bestrahlung der einen Platte, sowohl vor als nach ihrer Verwendung als Pole einer Volta'schen Säule, nur eine sehr schwache Wirkung, und zwar zeigte sich die belichtete Platte positiver.

Als E. Becquerel die Silberplatten mit einer dicken Jodschicht überzog, wurde die bestrahlte Platte stark positiv, während nach dem Zutritt von Chlor zu den Silberplatten der electrische Strom keine grössere Intensität zeigte, als bei reinen Silberplatten. Bei einer Jod- und Bromschicht hatten die Ströme nur eine kurze Dauer.

E. Becquerel untersuchte sodann die Wirkung des Lichtes auf frisch bereitetes Chlor-, Brom- und Jodsilber, die in dünner Schicht auf einer Platinplatte ausgebreitet waren; die bestrahlte Platte erschien positiv gegen die im Dunkeln befindliche. Auf das Chlorsilber wirkten die violetten und blauen Strahlen, während die grünen nur Spuren eines Stromes hervorriefen und die gelben und rothen ganz ohne Einfluss blieben.

In einer folgenden Abhandlung zeigte E. Becquerel,¹⁾ dass jodirte Silberplatten sich verschieden verhalten, je nachdem sie zuvor schon belichtet sind oder nicht. Auf eine unter völligem Abschlusse des Lichtes bereitete Platte wirkten nur die Strahlen des Spectrums von *F* bis *P*, während bei einer zuvor belichteten Platte auch die weniger brechbaren Strahlen electrische Ströme hervorriefen. Eine bereits angemessen belichtete Platte zeigte zwei

1) *Ann. d. chim. et phys.* (3) IX. p. 274.

Maxima der Wirkung, das eine zwischen *G* und *H*, das andere zwischen *D* und *E*, während zwischen *F* und *G* ein Minimum lag.

Später¹⁾ (im Jahre 1851) wandte E. Becquerel zur Construction eines Actinometers, welches für die leuchtenden Strahlen von *A* bis *H* empfindlich sein sollte, Silberplatten an, die als positiver Pol eines Bunsen'schen Elementes in verdünnte Salzsäure so lange eingetaucht worden, bis auf ihnen das Violett der vierten Ordnung erschien, und dann beim Erhitzen auf 150 bis 200° eine rosenrothe Färbung angenommen hatten. Bei der Bestrahlung solcher Platten durch die verschiedenen Farben des Spectrums lag die grösste Intensität der durch die Belichtung der einen Platte erzeugten electricen Ströme zwischen *D* und *E*, nahe an *E*.

Die in der beschriebenen Weise dargestellten Platten sind auch für das zerstreute Tageslicht und für Lampenlicht empfindlich.

E. Becquerel beobachtete auch, dass beim Aufhören der Bestrahlung die Nadel des Galvanometers nicht bloß nach der Ruhelage zurückging, sondern diese letztere etwas nach der anderen Seite hin überschritt, und dann erst sich auf die Ruhelage einstellte. Er glaubte diese Bewegung der Nadel durch eine Polarisation der Platten (*par suite probablement d'un courant secondaire*) hervorgebracht.

Im Jahre 1858 hat Grove²⁾ auch einige Versuche veröffentlicht über die Erzeugung electricer Ströme durch Bestrahlung der einen von zwei in schwach mit Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure versetztes Wasser eingetauchten Platinplatten. Bei dem Schwanken seiner Resultate, indem die belichtete Platte bald positiv, bald negativ wurde, glaubte er die Ursache dieser Ströme in einer durch die

1) Ann. d. chim. et phys. (3) XXXII. p. 176.

2) Phil. Mag. XVI. (4) p. 426.

Bestrahlung bewirkten Vergrößerung einer ursprünglich vorhandenen Polarisation der Platte suchen zu müssen. Die Untersuchungen E. Becquerel's werden von ihm nirgends erwähnt; er gedenkt nur eines von ihm selbst mit Daguerre'schen Platten ausgeführten und in seiner Schrift „Correlation of Physical forces“ angeführten Versuches.

Auch Pacinotti¹⁾ kennt im Jahre 1863 die Arbeiten E. Becquerel's nicht, sondern citirt nur die soeben erwähnte Stelle in der Schrift von Grove.

Pacinotti hat die Metalle in Lösungen, namentlich ihrer eigenen Salze gestellt, und sodann die eine Metallplatte belichtet. Wenn zwei Kupferplatten²⁾ in Lösungen von schwefelsaurem oder salpetersaurem Kupferoxyd, Zinkplatten in Lösungen von Zinkvitriol oder Chlorzink, Eisenplatten in Lösungen von Eisenvitriol oder Eisenchlorür, sowie Bleiplatten in eine Lösung von essigsäurem Bleioxyd gestellt wurden, so fand er die belichteten Platten stets negativer; dagegen wurde von zwei in einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd befindlichen Silberplatten die vom Sonnenlicht bestrahlte positiv. Bei Anwendung zweier Platinplatten, welche in einer Kupfervitriollösung standen, konnte er bei der Bestrahlung der einen keine Ablenkung der Nadel wahrnehmen.

Die Strahlen einer Petroleumlampe oder einer erhitzten dicken Eisenplatte erzeugten ebenfalls Ablenkungen der Nadel, und zwar wurde die der Strahlung ausgesetzte Platte stets negativer, selbst bei Silber in einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd.

Als Pacinotti einen kleinen kupfernen Kasten in einen etwas grösseren stellte, den Zwischenraum zwischen beiden mit Kupfervitriollösung anfüllte, und dann in den Hohlraum des inneren kleineren Kastens heisses Wasser

1) Cimento XVIII. p. 373.

2) Ueber die Beschaffenheit der Metalloberflächen macht Pacinotti nirgends eine Mittheilung.

goss, fand er das erhitzte Kupfer des inneren Kastens positiv gegen das kältere des äusseren Kastens.

Eigene Beobachtungen über das Verhalten der in Wasser und Salzlösungen eingetauchten Metalle bei Bestrahlung durch Sonnen- oder Lampenlicht.

I. Verhalten des Kupfers.

A. In Wasser eingetaucht.

Das Verhalten des Kupfers und ebenso anderer Metalle ändert sich sehr beträchtlich mit dem Zustande ihrer Oberfläche; es wird daher nöthig, die bei den verschiedenen Oberflächenzuständen gemachten Beobachtungen gesondert mitzutheilen.

a. Frisch geputztes Kupfer.

Zwei Kupferstreifen von 30 Mm. Breite und 90 Mm. Länge waren durch Eintauchen in mässig verdünnte Schwefelsäure von der Glühkruste gereinigt und dann mit fein geschlemmtem Tripel geputzt worden. Es machte Mühe, die Oberflächen der beiden Streifen so weit gleich herzustellen, dass die Nadel des Galvanometers (mit 30000 Windungen) in der Nähe des Nullpunktes stehen blieb, und es verging nach dem Eintauchen wohl eine halbe Stunde, bis die angenäherte Gleichheit der Streifen erreicht wurde und die Beobachtungen begonnen werden konnten.

Der eine Streifen war durch eine Korkscheibe geschoben und in eine poröse Thonzelle, wie sie zu Bunsenschen oder Grove'schen Elementen benutzt werden, so eingesetzt, dass die Korkscheibe als Deckel die Zelle schloss. Dieser Streifen befand sich also stets im Dunkeln. Die mit Wasser (aus der städtischen Wasserleitung) gefüllte Thonzelle wurde in ein grösseres mit demselben Wasser angefülltes Glas eingesetzt, und in dieses Wasser der andere Kupferstreifen so eingetaucht, dass eine seiner breiten Flächen der Lichtquelle zugekehrt war. Die beiden Strei-

fen standen mit je einem Ende des Galvanometerdrahtes in Verbindung.¹⁾

Das Glas mit der Zelle und den Kupferstreifen wurde nun unter einen schwarzen Kasten gestellt, welcher auf der der Sonne zugekehrten Seite einen Schieber trug; durch Entfernen und Einsetzen des letzteren konnte also der frei im Wasser des Glases stehende Kupferstreifen den Sonnenstrahlen ausgesetzt oder gegen sie geschützt werden. In den Falz, worin der Schieber sich bewegte, liessen sich auch verschiedenfarbige Glasplatten einschieben, so dass erst das infolge des Durchganges durch diese Gläser gefärbte Licht den Kupferstreifen traf.²⁾

Als nun in der beschriebenen Weise der frei im Wasser befindliche geputzte Kupferstreifen ungefähr eine halbe Stunde nach dem Eintauchen in das Wasser geprüft wurde, erhielt ich beim Bestrahlen mit freiem und sodann mit dem durch die farbigen Gläser modificirten Sonnenlichte die folgenden Resultate:

Beim Zutritte des freien Sonnenlichtes wurde der bestrahlte Streifen negativ gegen den im Dunkeln befindlichen, jedoch nur mässig, d. h. der Strom ging von dem im Dunkeln befindlichen Streifen durch die Flüssigkeit zu dem bestrahlten.³⁾ Hinter einem rothen Glase war die

1) Der ganze Apparat war auf einem festen Fenstersteine aufgestellt worden; des heftigen, störend wirkenden Luftzuges wegen konnte das Fenster nicht geöffnet werden. Unter freiem Sonnenlicht ist im Folgenden daher stets das bereits durch das Glas einer Fensterscheibe hindurchgegangene zu verstehen. Dieses durch die Fensterscheibe gegangene Sonnenlicht hatte nun noch die Glaswand des Gefässes und eine 40 bis 60 Mm. dicke Wasserschicht zu durchdringen, bevor es die Oberfläche des Kupferstreifens erreichte.

2) Bei dem veränderlichen Zustande des Himmels war es bis jetzt nicht möglich, Versuche mit den reinen Farben des durch ein Prisma gebildeten Sonnenspectrums anzustellen; derartige Untersuchungen habe ich für den nächsten Sommer aufsparen müssen.

3) Um keine Unbestimmtheiten in den Angaben übrig zu lassen, bemerke ich, dass ich den bestrahlten Streifen als negativer oder

Wirkung ausserordentlich gering, hinter einem gelben ein wenig stärker, hinter einem grünen noch etwas stärker, hinter einem dunkelblauen noch grösser, während sie hinter einem sehr dunkelvioletten Glase wieder geringer ausfiel. In allen Fällen aber wurde die bestrahlte Platte negativ.¹⁾

Als anstatt des Sonnenlichtes das Licht einer mit Reflector versehenen Gaslampe auf den frisch geputzten Kupferstreifen fiel, konnte nur eine äusserst geringe Einwirkung wahrgenommen werden, während beim Verbrennen eines Streifchens Magnesium ein Ausschlag von 8° erhalten

schlechthin negativ bezeichne, wenn der Ausschlag des Galvanometers in der Richtung erfolgt, wie er eintreten müsste, wenn an Stelle des bestrahlten Kupfers Platin gebracht würde; dagegen als positiver oder schlechthin positiv bei entgegengesetztem Ausschlage, wie ihn also ein an Stelle des belichteten Kupfers gesetztes Zinkstück hervorbringen würde.

- 1) Wir werden in den nächsten Abschnitten finden, dass stark mit Oxyden und Salzen bedeckte Kupferplatten bei der Bestrahlung durch Sonnenlicht positiver werden. Da nun nach meinen Untersuchungen über die electromotorischen Kräfte zwischen Wasser und Metallen (Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. XI. p. 605) sofort nach dem Eintauchen eines frisch geputzten Kupfers in Wasser eine Verbindung der Oberflächentheilen des Metalles mit Sauerstoff entsteht, welche bereits nach zehn Minuten die anscheinend noch blanke Oberfläche des Kupfers um ungefähr $\frac{1}{6}$ der Spannung zwischen Zink und Kupfer negativer als das blanke Kupfer vor dem Eintauchen macht, so ist es wahrscheinlich, dass bei den oben beschriebenen Versuchen das Sonnenlicht durch seine Wirkung auf die infolge einer längeren Berührung mit Wasser entstandene unendlich dünne oxydirte Schicht zugleich eine positive Aenderung erzeugt hat, jedoch nur in so geringem Grade, dass sie durch die gleichzeitig eintretende stärkere negative Aenderung völlig verdeckt wird.

Es mag hier noch erwähnt werden, dass bei einem Paare aus sehr dickem Kupferbleche geschnittener Streifen anfänglich die scheinbar metallische polirte Oberfläche durch Bestrahlung in positiver Richtung verändert wurde; erst nach dem Abfeilen der oberflächlichen, jedenfalls noch Oxydul enthaltenden Schicht trat dann beim Bestrahlen die negative Aenderung auch bei diesen beiden Streifen ein.

wurde; und zwar erschien auch in diesen Versuchen der belichtete Streifen negativ.

b. Durch mässiges Erhitzen oxydirtes Kupfer.

Zwei Kupferstreifen wurden erst mit Schwefelsäure behandelt, dann mit Tripel gepulvt, darauf in einem kleinen kupfernen Trockenofen bis 150° erhitzt, und sofort der Erkaltung überlassen. Ihre Farbe war etwas dunkel goldgelb. Nachdem sie einen Tag¹⁾ in Wasser gestanden hatten, wurden sie in der zuvor beschriebenen Weise geprüft.

Freies Sonnenlicht: Die belichtete Platte (Streifen) wird stark negativ; beim Verdunkeln verschwindet die Ablenkung der Nadel nur sehr langsam.

Roths Glas: Aeusserst geringe Einwirkung.

Hellgelbes Glas: Die bestrahlte Platte wird zuerst positiv, sehr bald aber geht sie in's Negative über. Beim Niederlassen des Schirmes schlägt die Nadel in dem letzteren Sinne noch weiter aus und kehrt dann erst zur Ruhelage zurück.

Dunkelgrünes Glas: Aehnliches Verhalten, nur scheint der erste positive Ausschlag etwas geringer zu sein, als bei Vorsetzung des hellgelben Glases.

Hellblaues, dunkelblaues und violettes Glas: Die Nadel zeigt gleich anfangs eine negative Veränderung der bestrahlten Platten, die hinter dem violetten nur wenig Licht durchlassenden Glase schwächer ist, als hinter den blauen Gläsern. Beim Niederlassen des Schirmes beginnt die Nadel sogleich den Rückgang.

Aus diesen Beobachtungen folgt, dass beim Belichten mit gelben und grünen Strahlen zwei Aenderungen auf der Oberfläche des Metalles eintreten. Die erste, welche das Kupfer positiver macht, tritt rascher ein als die zweite, durch welche der negative Zustand bedingt wird. Während

1) Ihre sofortige Prüfung, gleich nach dem Eintauchen, wurde infolge des Verdeckens der Sonne durch Wolken unmöglich.

anfangs die erste Veränderung überwiegt, und die Nadel in ihrem Sinne ausschlagen macht, erreicht die zweite bald eine grössere Stärke, so dass die Nadel nach der Ruhelage zurückgeht und schliesslich eine negative Ablenkung zeigt, welche die Differenz der beiden Zustände misst. Nun verschwindet aber die erste Veränderung, ebenso wie sie rascher entstand, auch rascher, während die zweite langsamer verläuft; infolge dessen entsteht beim Niederlassen des Schirmes eine Vergrösserung des vorhandenen negativen Ausschlages.¹⁾

Hinter blauen und violetten Gläsern tritt beim Beginn des Bestrahlsens sofort der negative Zustand der belichteten Platte ein; hieraus ergibt sich, dass, um es kurz auszudrücken, der positive Zustand besonders durch die weniger, der negative dagegen durch die stärker brechbaren Strahlen des Sonnenlichtes hervorgerufen wird. Einer genauen Untersuchung der Einwirkung der reinen Farben des Spectrums bleibt es vorbehalten, die specielle Wirkung derselben mit Bestimmtheit festzustellen.

Da bei den im vorhergehenden Paragraphen beschriebenen Beobachtungen auf ziemlich blanken Oberflächen der positive Zustand nicht eintrat, oder wenigstens nicht beobachtet werden konnte,²⁾ so erhellt, dass derselbe durch die Einwirkung der weniger brechbaren Strahlen auf das Kupferoxydul oder Oxyd und der negative durch die Einwirkung der stärker brechbaren Strahlen auf die metallischen Oberflächen erfolgt.

Die in den nächstfolgenden Abschnitten mitgetheilten Versuche werden nun zeigen, dass die positive Veränderung beim Bestrahlen mit Sonnenlicht um so stärker hervortritt, je mehr das Kupfer mit Oxyden und Salzen

1) Das Zusammenbestehen oder auch die Ueber- oder Nebeneinanderlagerung der beiden entgegengesetzten Zustände hat nichts Wunderbares; in einer angeschlossenen Notiz werde ich zeigen, dass sich selbst auf einer Platinplatte zwei entgegengesetzte Polarisationszustände über- oder nebeneinander legen lassen.

2) Vgl. die Anmerk. auf p. 414.

bedeckt ist, so dass wir zuletzt bei Streifen anlangen, auf welchen der negative Zustand durch den positiven völlig verdeckt wird, und auch selbst im Augenblicke des Verdunkelns nicht mehr hervorzutreten vermag.

c. Stark oxydirtes Kupfer.

Zwei aus einem Bleche geschnittene Kupferstreifen wurden nur mit Wasser sorgfältig abgewaschen; es verblieb also auf ihrer Oberfläche die ganze oxydirte Schicht, wie sie durch das Glühen beim Walzen des Bleches entstanden war. Es wurde erst der eine und dann der andere Streifen dem Lichte ausgesetzt; beide verhielten sich nahe gleich.

Freies Sonnenlicht: Der bestrahlte Kupferstreifen wurde zuerst stark positiv, so dass die Nadel bis zur Hemmung flog; darauf kehrte die Nadel zurück und stellte sich mit schwacher Ablenkung auf die andere Seite, so dass also nun der belichtete Streifen negativ erschien. Beim Verdunkeln schlug die Nadel sofort in dem letzteren negativen Sinne heftig an die Hemmung, und bewegte sich dann erst langsam zur Ruhelage zurück.

War die Sonne durch weisse Wolken bedeckt, so entstand beim Belichten sofort ein Ausschlag, welcher auf eine negative Aenderung des belichteten Streifens hinwies. Eben diese negative Aenderung trat auch im Winter bei wolkenlosem Himmel, bei tiefstehender Sonne und etwas dunstiger Atmosphäre ein.

Roths Glas: Der belichtete Streifen wurde zuerst ziemlich stark positiv; doch nahm der betreffende Ausschlag bald an Grösse ab. Ob beim Verdunkeln ein negativer Ausschlag eintrat, liess sich nicht entscheiden; jedenfalls trat hinter dem rothen Glase der negative Zustand weniger hervor.

Hellgelbes Glas: Der Kupferstreifen wurde, beim Eintritt der Bestrahlung sehr stark positiv; sehr bald nahm aber der betreffende Ausschlag ab, jedoch ohne in den

negativen überzugehen. Dagegen trat beim Verdunkeln der letztere in solcher Stärke ein, dass die Nadel gegen die Hemmung geworfen wurde.

Dunkelgrünes Glas: Der eine Streifen wurde beim Bestrahlen anfangs schwach positiv, und darauf negativ, während bei dem anderen gleich beim Eintritte der Bestrahlung ein negativer Ausschlag entstand. Beim Verdunkeln begann die auf der negativen Seite stehende Nadel sofort zur Ruhelage zurückzukehren.

Dunkelblaues Glas: Der belichtete Streifen wurde gleich beim Beginn des Bestrahleus negativ, und beim Verdunkeln setzte sich die Nadel sogleich nach der Ruhelage hin in Bewegung. — Die negative Aenderung ist hinter dem dunkelblauen Glase sogar beträchtlicher als bei freier Sonne. Hat die Nadel, wenn das Licht durch das blaue Glas geht, eine feste Ablenkung angenommen, so schlägt beim Wegziehen dieses Glases und beim Zutritt der reinen Sonnenstrahlen die Nadel heftig nach der positiven Seite und stellt sich dann in einer dauernden negativen Ablenkung ein, die aber geringer ist, als bei vorgesetztem blauen Glase. Wird das dunkelblaue Glas wieder vorgesetzt, so geht die Nadel sehr stark im negativen Sinne vor, und stellt sich schliesslich auf die bei dem ersten Vorsetzen des Glases beobachtete Ablenkung wieder ein.

Violettes Glas: Wirkung ähnlich wie hinter dem dunkelblauen, nur wegen der starken Lichtabsorption geringer.

Diese Versuche zeigen deutlich, wie durch die starke Oxydschicht (Glühkruste) der positive Zustand begünstigt wird, aber auch zugleich, dass derselbe der Einwirkung der weniger brechbaren Strahlen, ja selbst der jenseits des Rothen liegenden, nicht leuchtenden Strahlen seine Entstehung verdankt. Dies letztere folgt namentlich aus der Beobachtung, dass das durch weisse Wolken gegangene Sonnenlicht bei seinem Eintritte den positiven Zustand nicht so stark hervorzurufen vermochte, dass er den durch die stärker brechbaren Strahlen erzeugten negativen Zu-

stand überwinden konnte. Da die Wolken noch weiss erschienen, so hat in ihnen vorzugsweise eine Absorption der ultrarothten Strahlen stattgefunden; ihr Fehlen im Lichte bedingt also die geringe Stärke der (jedenfalls in einem gewissen Grade vorhanden gewesenen und nur durch den bei weitem stärkeren entgegengesetzten Zustand verdeckten) positiven Veränderung des Kupferstreifens.

Bei Anwendung von Gaslicht wurde der bestrahlte Streifen erst positiv; der betreffende Ausschlag der Nadel nahm aber bald ab und ging zuletzt in einen schwachen negativen über, der sich beim Verdunkeln noch vergrösserte. Auch bei Magnesiumlicht zeigte sich beim Eintritt der Bestrahlung ein positiver Zustand; die kurze Dauer des Lichtes verhinderte jedoch die weitere Beobachtung über den Gang der Nadel.

- d. Durch langes Verweilen in Wasser mit Oxyden und Salzen bedeckte Kupferstreifen.

Schliesslich wurden noch zwei 10 Mm. breite und 70 Mm. lange Kupferstreifen, welche in der eingangs beschriebenen, mit dem Electrometer verbundenen Volta'schen Säule mehrere Jahre hindurch als Elemente gedient und also während dieser Zeit in Wasser gestanden hatten, einer genaueren Untersuchung unterworfen. Die Oberfläche beider Streifen war stark mit Oxyden und Salzen bedeckt.

Freies Sonnenlicht: Wie nach dem Früheren zu erwarten, trat der positive Zustand beim Bestrahlen noch stärker hervor; die Nadel ging beim Zutritte des Lichtes gegen die Hemmung, und blieb auch bei Fortdauer des Bestrahleus in diesem positiven Sinne mehr oder weniger abgelenkt. Beim Verdunkeln trat bei der Prüfung des einen Streifens (*a*) der negative Zustand noch hervor, während er bei dem anderen (*b*) nicht mehr aufzutreten vermochte.

Roths Glas: Der bestrahlte Streifen wurde schwach positiv.

Hellgelbes Glas: Der bestrahlte Streifen wurde sehr stark positiv; beim Verdunkeln schien bei dem einen Streifen (*a*) der negative Zustand schwach sichtbar zu werden.

Dunkelgrünes Glas: Aehnliche, aber schwächere Wirkung.

Dunkelblaues Glas: Wirkung ebenso, aber schwächer.

Violettes Glas: Bei dem einen Streifen (*a*) trat beim Beginn der Bestrahlung sofort der negative Ausschlag ein, während bei dem anderen (*b*) noch der positive Ausschlag erschien, auf welchen aber beim Verdunkeln ein schwacher negativer Ausschlag folgte.

Der eine der beiden Streifen (*b*) war also, ähnlich wie bei den im vorhergehenden Paragraphen beschriebenen, stärker mit Oxyden und Salzen bedeckt als der andere (*a*), so dass selbst hinter einem violetten Glase noch die positive Veränderung überwog; das Vorhandensein der negativen wurde durch den beim Verdunkeln eintretenden negativen Ausschlag erwiesen.

Es tritt aber in der vorstehenden Versuchsreihe wieder der Unterschied in der Einwirkung des verschiedenfarbigen Lichtes auf die mit Oxyden und Salzen bedeckte Kupferfläche in sehr auffälliger Weise hervor; ich mag jedoch aus den mit farbigen Gläsern ausgeführten Versuchen keinen strengen Schluss auf die Wirkungsweise der verschiedenen Strahlengattungen ziehen. Dazu wird, wie schon früher bemerkt, die Anwendung der reinen Farben des Spectrums erfordert, die ich mit Benutzung von Steinsalz-, Glas- und Bergkrystallprismen im nächsten Sommer ausführen zu können hoffe.

Schliesslich möge hier noch erwähnt werden, dass auch bei Gaslicht die Nadel des Galvanometers beim Bestrahlen des einen Streifens in positivem Sinne bis zur Hemmung ging, und dann noch stark in eben diesem Sinne abgelenkt blieb. Bei Anwendung von Magnesiumlicht schlug die Nadel in gleicher Richtung gegen die Hemmung und schien ebenfalls auf dieser Seite zu bleiben.

B. In Kupfervitriollösung eingetaucht.**1. Frisch geputztes Kupfer.**

Zwei Kupferstreifen wurden mit Tripel geputzt und in eine fast gesättigte Lösung von reinem schwefelsauren Kupferoxyd, die etwas sauer reagirte, in der früher p. 412 beschriebenen Weise eingetaucht. Sogleich nach dem Eintauchen wurde der dem freien Sonnenlichte ausgesetzte Streifen negativ. Indess änderte sich der Zustand der Oberfläche sehr bald; nachdem die Streifen eine halbe Stunde in der Lösung gestanden, wurde der belichtete Streifen nicht negativ, sondern vielmehr stark positiv. Hinter dem blauen Glase war diese Wirkung nur wenig kleiner, dagegen viel schwächer hinter grünem und gelbem Glase, und fehlte fast ganz hinter rothem.

Als die Kupferstreifen sodann aus der Lösung herausgenommen, zeigte der dem Licht ausgesetzt gewesene in der vom Licht getroffenen Strecke eine dunkelblaurothe Färbung, während der untere Theil desselben, welcher zufälligerweise durch eine Leiste am unteren Rande des Kastens beschattet worden war, ebenso wie der andere in der Thonzelle befindlich gewesene Streifen, in ihrer Oberflächenfarbe nur wenig verändert erschienen.

2. Stark oxydirtes Kupfer.

Als zwei noch mit der Glühkruste versehene Kupferstreifen in die Lösung des Kupfervitriols gestellt wurden, erschien der von freiem Sonnenlichte getroffene Streifen negativ. Hinter blauem Glase war die Wirkung nur wenig geringer, dagegen schwächer hinter grünem und gelbem, und fehlte hinter rothem ganz.

II. Verhalten des Silbers.**1. Blankes Silber.**

Als zwei Streifen aus ziemlich reinem Silber in Wasser getaucht wurden, erschien die durch das weisse Wolkenlicht bestrahlte Platte negativ. Nachdem die Platte einen Tag ruhig in dem Wasser gestanden, gab die Bestrahlung

durch die bereits sehr tief stehende Sonne noch einen ziemlich starken negativen Ausschlag.

2. Mit Silber überzogene Platinstreifen.

Zwei Platinstreifen wurden als negativer Pol einer Säule in eine Lösung von Cyansilber in Cyankalium eingetaucht und mit einer dünnen Schicht Silber überzogen; doch war diese Schicht nicht ganz gleichförmig geworden. Die Platten blieben wegen Mangels an Sonnenlicht 5 Tage lang in dem filtrirten Wasser der städtischen Wasserleitung stehen, und hatten anscheinend ihre volle Weisse behalten. Als sie nach Verlauf dieser Zeit geprüft wurden, zeigte sich die belichtete Platte etwas positiver; ebenso, wenn auch schwächer, war der Ausschlag nach Vorsetzung eines blauen Glases, während hinter einem rothen Glase keine merkliche Wirkung eintrat.

3. Mit Platin überzogene Silberplatten.

Vor länger als 20 Jahren hatte ich vier Silberplatten als negativen Pol einer electrischen Säule in eine verdünnte Lösung von Platinchlorid getaucht und dadurch mit einem dünnen Ueberzuge von Platin bekleidet. Die Platten hatten dann längere Zeit als negatives Metall von galvanischen Elementen (Zink, platinirtes Silber, verdünnte Schwefelsäure) gedient und seitdem in einem Schranke der Luft und dem Lichte ausgesetzt gelegen. Die Platten wurden, so wie sie waren, nur durch Abwaschen mit Wasser gereinigt, zu den Versuchen über die durch Bestrahlung entstehenden electrischen Ströme benutzt. Ihre Oberfläche war sehr ungleichförmig bräunlich bis fast schwärzlich gefärbt. Mit einem blanken Platinstäbchen zu einer Kette verbunden erschienen sie schwach negativ, d. h. bildeten in dieser Kette das negative Metall.

Die beschriebenen Platten zeigten sich für die Einwirkung des Lichtes sehr empfindlich. Bei Bestrahlung mit freiem Sonnenlichte schlug die Nadel bis zur Hemmung und blieb dort stehen; die bestrahlte Platte war

positiv. Wenn auch bei Anwendung farbigen Lichtes die Wirkung hinter blauem Glase am grössten war, so erschien sie doch auch hinter gelbem und rothem Glase noch recht stark.

Die Bestrahlung durch Gaslicht gab ebenfalls ziemlich starke Ablenkungen der Galvanometernadel. Bei Vorsetzung der farbigen Glasplatten zeigte sich die Wirkung selbst hinter einem dunkelrothen und ebenso hinter einem dunkelblauen Glase stärker als hinter einem hellgrünen, welches für die Lichtstrahlen viel durchsichtiger war als das genannte rothe und blaue Glas, aber bei Versuchen über den Durchgang der von der Gasflamme ausgesandten Wärmestrahlen eine viel geringere Diathermanität zeigte, als jedes der beiden anderen.¹⁾

III. Verhalten des Zinns.

Durch Hämmern wurden aus den im Handel vorkommenden Stäben (Zainen) englischen Zinnes zwei 35 Mm. breite und 100 Mm. lange Streifen hergestellt. Als sie in der oben beschriebenen Weise untersucht wurden, zeigte sich die bestrahlte Platte negativer. In freiem Sonnenlichte war die Wirkung ziemlich stark; hinter dunkelblauem Glase erreichte sie noch ungefähr ein Drittel der in freiem Sonnenlichte beobachteten, während sie hinter rothem und grünem Glase fast Null war.

IV. Verhalten des Messings.

Zwei mit Tripel geputzte Messingplatten wurden, nachdem sie eine Stunde in Wasser gestanden hatten, auf ihr Verhalten gegen das Sonnenlicht geprüft.²⁾

-
- 1) Ob die geringere Wirkung hinter dem grünen Glase allein von der schwachen Diathermanität abhängt, oder ob hier ein ähnliches Phänomen vorliegt, wie E. Becquerel bei seinen mit Chlor. silber überzogenen und dann erhitzten Silberplatten (p. 409) beobachtet hat, müssen weitere Versuche mit den reinen Farben des Spectrums entscheiden.
 - 2) Es ist mir noch nicht möglich gewesen, zwei Messingstreifen sogleich nach dem Eintauchen zu untersuchen.

Beim Bestrahlen durch das freie Sonnenlicht wurde, ähnlich wie bei dem stark oxydirten Kupfer, die vom Lichte getroffene Platte erst positiv, dann aber mässig stark negativ. Beim Verdunkeln nahm der negative Zustand noch zu, und dann erst begann die Galvanometernadel nach der Ruhelage zurückzukehren.

Aehnlich wirkten die Sonnenstrahlen nach dem Durchgange durch farbige Gläser, und zwar nahm die Wirkung vom blauen Glase bis zum gelben hin ab; hinter dem rothen zeigte sich keine bestimmbare Einwirkung.

V. Verhalten des Zinks.

Zwei amalgamirte Zinkstreifen wurden in eine ziemlich concentrirte Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd gestellt; bei Bestrahlung des einen derselben mit freiem Sonnenlichte schien der bestrahlte Streifen sehr wenig negativer zu werden. Noch geringer waren die Wirkungen, als anstatt des amalgamirten Zinkes gewöhnliches Zink angewandt wurde. Auch bei Anwendung der Zinkstücke aus der kleinen im Eingange dieser Mittheilung beschriebenen Volta'schen Säule, die sich durch langes Stehen in Wasser mit Oxyd und Salzen bedeckt hatten, zeigte sich bei der Bestrahlung mit Sonnenlicht keine merkliche Wirkung.

Die beim Bestrahlen der obengenannten Säule (p. 404) eintretende Schwächung der electromotorischen Kraft rührt also allein von der Einwirkung auf das mit Oxyden und Salzen bedeckte Kupfer her.

VI. Verhalten des Platins.

Zwei ziemlich grosse Platinplatten, die zuvor mehrfach zu Versuchen über Polarisation gedient und seit einiger Zeit in Wasser gestanden hatten, wurden, in Wasser eingetaucht, zuerst in dem Zustande, in welchem sie sich gerade befanden, und sodann nach sorgfältigem Putzen mit Tripel geprüft.

Die belichtete Platte wurde in freiem Sonnenlichte

positiv; bei dem veränderlichen Zustande des Sonnenlichtes liess sich nicht mit Bestimmtheit ermitteln, ob das Reinigen (Schleifen mit Tripel und Wasser mittelst eines Baumwollenbausches oder Korkes) eine wesentliche Veränderung hervorbringt. Hinter einem rothen Glase war eine Ablenkung der Nadel nicht wahrnehmbar; dieselbe trat aber schwach hinter einem gelben Glase ein, und vergrösserte sich hinter einem grünen und blauen.

Ebenso verhielten sich zwei von einer noch ungebrauchten Tafel abgeschnittene Streifen, als sie in dem Zustande, wie sie ursprünglich waren, und dann nach sorgfältigem Putzen mit Tripel untersucht wurden. In dem zuerst genannten Zustande hatten die Streifen wegen Mangels an Sonnenlicht drei Tage in Wasser gestanden, bevor sie geprüft werden konnten; als sie dann mit Tripel geputzt worden, schien die positive Aenderung des belichteten Streifens etwas geringer zu sein, als zuvor. Als darauf die Streifen über einer Gaslampe geglüht und sofort untersucht wurden, fiel die Ablenkung der Nadel noch geringer aus. E. Becquerel erhielt (p. 408) bei Anwendung von (nach seiner Angabe) vollkommen gereinigten, in Salpetersäure eingetaucht gewesen und dann geglühten Platinplatten gar keine Wirkung des Sonnenlichtes.

Einfluss der Erwärmung auf in Wasser befindliches Kupfer.

Bei den früheren behufs der Prüfung des Electrometers ausgeführten Beobachtungen¹⁾ war der Einfluss der Erwärmung auf die aus Zink, Kupfer und Wasser gebildeten Elemente gemessen worden. In Rücksicht auf die im Vorstehenden mitgetheilten Angaben über die Wirkung des Lichtes auf das Kupfer schien es nothwendig, das Verhalten des Kupfers allein beim Erwärmen in Wasser kennen zu lernen.

1) Abh. der k. sächs. Ges. d. Wiss. V. p. 432.

Das Verfahren, eine kalte und eine warme Kupferplatte in Wasser gleichzeitig einzutauchen, ist nicht anwendbar, weil man nicht weiss, in welchem Zustande die beiden Platten sich befinden. Ebenso wenig ist es thunlich, die beiden Platten erst in das Wasser zu stellen, und nachdem man sich von der Gleichheit derselben überzeugt hat, die eine derselben herauszuheben, zu erwärmen und wieder einzutauchen, indem hier die infolge des Eintauchens entstehenden Ströme so störend auftreten, dass sie die Wirkung der Wärme sogar völlig verdecken. Wird nämlich die eine Platte aus dem Wasser herausgehoben, und so wie sie ist oder auch erst, nachdem sie erwärmt worden, wieder eingetaucht, so erscheint sie positiv, während doch, wie wir gleich sehen werden, die Erwärmung gerade die entgegengesetzte Aenderung hervorbringt.

Besser tritt schon die Wirkung der Erwärmung hervor, wenn man in ein Glas eine nicht ganz bis zum Boden reichende Scheidewand einsetzt, in das Wasser jeder Hälfte eine Kupferplatte eintaucht, und sodann neben die eine derselben etwas heisses Wasser giesst. Hier zeigt sich die erwärmte Platte bereits negativ. Indess können auch bei diesem Verfahren Störungen eintreten, weil durch die Vergrösserung des Flüssigkeitsvolumens vorher nicht benetzte Theile der Kupferplatten mit dem Wasser in Berührung kommen.

Um von allen Störungen frei zu sein, wurden zwei $\square$ förmig gebogene Kupferstreifen mit dem einen verticalen Schenkel in das Wasser eines Glases getaucht, am anderen mit je einem Ende des Galvanometerdrahtes verbunden, und dann auf den horizontalen Theil des einen ein kleines mit heissem Wasser gefülltes kupfernes Kästchen gestellt oder unter eben diesen Theil die Flamme einer Alkoholampe gehalten. Derartige Versuche zeigten, dass das erwärmte Kupfer, mochte es kurz zuvor mit Tripel geputzt oder noch mit seiner Glühkruste bedeckt sein, sich stets negativ gegen das kaltgebliebene verhielt.

Ein gleiches Resultat wurde erhalten, als ich einen

einige Zoll im Durchmesser haltenden Korkring mit Siegelack zwischen zwei Kupferplatten befestigt, den Hohlraum des Ringes durch eine in der Wand desselben angebrachte Oeffnung mit Wasser gefüllt, die beiden Kupferplatten mit je einem Ende des Multiplicatordrahtes verbunden hatte und die eine der beiden Platten, selbst nur durch Anlegen der Hand erwärmte.

Ich habe schliesslich noch die früheren Versuche über den Einfluss der Erwärmung auf galvanische Ketten aus Zink, Kupfer und Wasser wiederholt, und die dabei benutzten Elemente auch gleichzeitig auf ihr Verhalten gegen die Lichtstrahlen geprüft.

Es wurden zunächst dieselben aus runden, ungefähr 2 Linien dicken Zink- und Kupferstäben gebildeten Elemente, welche zu den vor länger als 20 Jahren ausgeführten Versuchen¹⁾ gedient hatten, benutzt. Diese Metallstäbchen wurden mittelst eines Korkes in der Oeffnung eines kleinen, mit Wasser gefüllten Glases (kurzes Reagensgläschen) befestigt und je vier solcher Elemente zu einer Säule verbunden. Die eine dieser Säulen wurde in dem ehemals bereits benutzten eisernen Kasten mit doppelten Wänden an Messingstäben, welche ausserhalb des Kastens auf Schellackträgern ruhten, und durch Oeffnungen frei in den Innenraum des Kastens eintraten, isolirt aufgehangen, während die andere auf den Fensterstein gestellt und mit einer undurchsichtigen Haube bedeckt war. Die Messingstäbe, welche an den Enden der ersten Säule angebracht waren, dienten zugleich zur Ableitung derselben. Zwei gleichnamige Pole dieser Säulen wurden sodann mit einander, und die beiden anderen mit den Enden des Galvanometerdrahtes verbunden. Da die Spannungen in den beiden Säulen entgegengesetzt gerichtet waren, so blieb die Nadel nahe am Nullpunkte. Die Temperatur der im Innern des Kastens befindlichen galvanischen Elemente konnte durch ein oder zwei Thermometer gemessen wer-

1) Abh. der k. sächs. Ges. d. Wiss. V. p. 436.

den, welche in diesem Raume in zwei eben solche mit Wasser gefüllte Gläschen, wie zu den Elementen verwandt waren, eintauchten.

Wenn nun der eiserne Kasten durch eine untergesetzte Gasflamme erhitzt wurde, so trat sofort ein Ueberwiegen des Stromes der äusseren Säule ein, und zwar noch ehe ein deutliches Steigen der Thermometer im Inneren des Kastens wahrgenommen wurde. Dieser Vorgang hat seinen Grund in dem Umstande, dass die an den seitlichen Oeffnungen, durch welche die Messingstäbe hindurchgehen, emporsteigenden heissen Verbrennungsproducte leiten, und eine schwache Schliessung der im Kasten befindlichen Säule erzeugen. Trotzdem zeigt, wenn die Temperatur in dem eisernen Kasten höher gestiegen ist, die in ihm befindliche Säule eine grössere electromotorische Kraft als die äussere auf der gewöhnlichen Temperatur verbliebene.

Beim Verwechseln der beiden Säulen blieben die Erscheinungen dieselben.

Das Kupfer dieser kleinen Elemente war ziemlich blank, das Zink dagegen oxydirt. Infolge dieser Beschaffenheit der Oberfläche des Kupfers wurde beim Bestrahlen mit Sonnenlicht die Spannung einer solchen Säule ebenso wie durch die vorhergegangene Erwärmung erhöht, weil, wie oben p. 413 gezeigt, das noch blanke Kupfer beim Zutritt des Sonnenlichtes im Wasser negativer wird.

Endlich wurden zwei Säulen aus je zwei kleinen Elementen gebildet, bei denen die Metalle, sowohl das Zink als das Kupfer, sehr stark mit Oxyden und Salzen bedeckt waren. Ich nahm dazu vier kleine Zinkkupferelemente, welche seit vielen Monaten zur Ladung der Platten meines Electrometers gedient hatten, und also den p. 419 beschriebenen glichen. Dieselben wurden mit Korken in kleinen mit Wasser gefüllten Gläschen befestigt, und ebenso wie zuvor verfahren. Beim Erwärmen zeigte sich gerade, wie bei den vorher beschriebenen, eine Zunahme der electromotorischen Kraft; dagegen trat beim Bestrahlen

mit Sonnenlicht eine Abnahme derselben ein, wie dies auch oben p. 419 bei gleichbeschaffenen Kupferoberflächen beobachtet worden. Bei diesen Elementen hatte also der Zutritt des Lichtes gerade die entgegengesetzte Wirkung als die Erwärmung derselben.

VI. *Notiz über einen Wechsel in der Richtung des Polarisationsstromes nach Durchleitung von abwechselnd entgegengesetzt gerichteten galvanischen Strömen; von W. Hankel.*

(Aus den Berichten der math. phys. Klasse der K. Sächs. Ges. der Wiss. 1875 vom Herrn Verfasser mitgetheilt.)

Da nach aufeinanderfolgenden Ladungen einer electrischen Batterie mit den beiden entgegengesetzten Electricitäten unter geeigneten Verhältnissen Rückstände erhalten werden können, welche nach Verlauf einiger Zeit ihr Zeichen ändern, so lag es nahe, zu versuchen, ob sich nicht auch ein ähnlicher Wechsel in der Richtung des Polarisationsstromes nach Durchleitung von abwechselnd entgegengesetzt gerichteten galvanischen Strömen beobachten lassen würde. Dies ist in der That, wie ich schon in der vorhergehenden Mittheilung p. 416 erwähnt habe, der Fall.

Zwei 8 Ctm. lange und 7 Ctm. breite Platinplatten wurden in 2 Ctm. Abstand in destillirtem Wasser einander gegenübergestellt, der Strom eines Zinkkohlenelementes erst einige Zeit in der einen, und sodann eine kürzere Zeit in der entgegengesetzten Richtung durch sie hindurchgeleitet, und schliesslich nach Unterbrechung des Stromes die Verbindung der beiden Platten mit den Enden eines Galvanometerdrahtes hergestellt. Wurde der Strom 10 Secunden lang in der ersten, und darauf 3 bis 4 Se-