

DER PHYSIK UND CHEMIE.

NEUE FOLGE. BAND XXIV.

*I. Bestimmung der Verdet'schen Constante
in absolutem Maass; von Leo Arons.*

(Hierzu Taf. III Fig. 1 u. 2.)

Die Drehung der Schwingungsebene von geradlinig polarisirtem Licht unter dem Einfluss magnetischer Kräfte ist nach den ausführlichen Messungen von Verdet proportional der Länge der durchstrahlten Schicht und der Intensität des magnetischen Feldes in der Richtung des Strahles; sie hängt ausserdem von der Substanz der Schicht und der Wellenlänge des Lichtes ab.

Soll diese Drehung in absolutem Maasse gegeben werden, so hat man als Einheit die Grösse derjenigen Drehung in Bogenmaass zu wählen, welche geradlinig polarisirtes Licht von einer bestimmten Wellenlänge erfährt, wenn es eine Schicht von einer bestimmten Substanz von der Einheit der Länge in einem Magnetfeld von der Intensität Eins in der Richtung der Kraftlinien durchsetzt.

Maxwell¹⁾ hat die auf die Länge der Schicht und die Intensität des Feldes bezüglichen Angaben Verdet's dahin zusammengefasst, dass die Drehung proportional sei der Differenz der Potentialwerthe an der Ein- und Austrittsstelle des Strahles. Man hat also, um die absolute Einheit der Drehung für eine bestimmte Substanz und eine bestimmte Wellenlänge zu finden, die in Bogenmaass gemessene Drehung durch jene Potentialdifferenz in electromagnetischem Strommaass zu dividiren. Man hat die so erhaltene Grösse die Verdet'sche Constante genannt.

Es ist nun leicht, die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten anzugeben, die auf der Axe einer vom Strom J durchflossenen Spirale liegen. Befinden sich die beiden

1) Maxwell. A Treatise on Electricity and Magnetism. 2. p. 411.
Ann. d. Phys. u. Chem. N. F. XXIV.

Punkte auf der Axe beiderseits im Unendlichen, so ist diese Potentialdifferenz gleich $4\pi Jn$, worin n die Zahl der Windungen bedeutet. Liegen die beiden Punkte auf der Axe beiderseits der Spirale in Entfernungen, die gegen die Dimensionen der Spirale einigermassen gross sind, so vermindert sich diese Differenz nur um einen sehr kleinen Betrag, in dessen Ausdruck die Windungsfläche eingeht. Bei der Kleinheit dieses Betrages ist, wie sich am Schlusse unserer Arbeit zeigen wird, die Kenntniss der Grösse der Windungsfläche nur sehr angenähert erforderlich. Ist umgekehrt die Grösse der Verdet'schen Constante in absolutem Maass bekannt, so hat man nur die Drehung zu messen, welche geradlinig polarisirtes Licht von der betreffenden Wellenlänge in einem mit der betreffenden Substanz gefüllten und durch eine Drahtrolle gesteckten Rohre erfährt, um die Grösse des die Rolle durchfliessenden Stromes in absolutem Maass zu erhalten. Sie ist, wenn die Röhre lang gegen die Dimensionen der Rolle ist, $J = D/4\pi\omega n$, wobei D die Drehung in Bogenmaass, ω die fragliche Constante bezeichnet. Im Hinblick auf diese Methode, Ströme von grosser Intensität in absolutem Maass zu bestimmen, veranlasste Maxwell Hr. J. E. H. Gordon, eine Messung dieser Constante vorzunehmen. Im Jahre 1877 veröffentlichte Gordon¹⁾ das Resultat seiner Messungen für Schwefelkohlenstoff. Er erhielt für grünes (Thallium-) Licht $\lambda = 5,349 \cdot 10^{-5}$) bei ca. 12° im Bogenmaass die Zahl $1,52381 \cdot 10^{-5}$.²⁾

Reducirt man diese Zahl auf die Wellenlänge der D -Linie und auf 0° , so ergibt sich in Minuten für die einfache Drehung die Zahl $0,04235$ ³⁾, während Becquerel⁴⁾,

1) Gordon, Phil. Trans. 1. p. 1. 1877.

2) In der angeführten Abhandlung ist die Zahl $3,04763 \cdot 10^{-5}$ angegeben, da der durch Wechsel der Stromrichtung erhaltene Betrag der Drehung nicht durch 2 dividirt worden war. (Gordon, Proc. Roy. Soc. 36. p. 4. 1884.)

3) Bei Wiedemann, Galv. 3. p. 947 lautet diese Zahl $0,0433$ Min. Die Umrechnung ist unter Angabe der benutzten Daten am Ende dieser Arbeit ausgeführt.

4) Becquerel, Ann. de chim. et de phys. (3) 27. p. 312. 1882. In dem

der die Drehung unter dem Einflusse des Erdmagnetismus mass, für die nämliche Drehung den Werth 0,0463 erhielt. Beide Werthe wichen also um 9% voneinander ab, sodass es wünschenswerth erschien, die Messungen von neuem aufzunehmen.

Ich habe daher im Laboratorium des Hrn. Prof. Kundt eine neue Bestimmung der Constante unternommen. Hrn. Prof. Kundt bin ich für die gütige Unterstützung und Anregung, die er mir dauernd zu Theil werden liess, zum grössten Dank verpflichtet.

Die Methode, deren ich mich bediente, war folgende: Durch die Rolle *B* (Fig. 1) aus starkem Kupferdraht, deren Dimensionen genau bekannt waren, wurde eine mit destillirtem Wasser gefüllte Röhre geschoben, in welcher die Drehung durch einen Beobachter bestimmt wurde; gleichzeitig wurde die Intensität des die Rolle *B* durchfliessenden Stromes, welchen die Batterie *A* von 4 bis 6 Bunsen'schen Elementen lieferte, an dem in grosser Entfernung von der Rolle aufgestellten Galvanometer *G* gemessen. Das Galvanometer stand zu dem Zweck in einem Kreis von sehr grossem Widerstand, welcher von der grossen Rolle abgezweigt war und ausser dem Galvanometer einen grossen Rheostaten *W* enthielt.

Um die Intensität des Stromes in der Rolle in absolutem Maass geben zu können, war ausser der Kenntniss ihres Widerstandes und desjenigen des Galvanometerkreises noch die Bestimmung des Reductionsfactors des Galvanometers erforderlich. Der Widerstand der Rolle, welcher sich durch die vom Strome verursachte Erwärmung ziemlich beträchtlich änderte, wurde in kurzen Intervallen nach der von F. Kohlrausch¹⁾ angegebenen Methode zur Messung kleiner Widerstände bestimmt; der Widerstand der Galvanometerrollen war vor den Versuchen gemessen, der Rheostat *W* calibriert worden. Der Reductionsfactor wurde durch Versuche mit dem Silbervoltmeter vor und nach jeder Messungsreihe ermittelt. Das

Referat der Beibl. 7. p. 625. 1883 ist der zum Vergleich mitgetheilte Gordon'sche Werth ebenfalls zu 0,0433 angegeben. Auch hat sich dort ein kleiner Druckfehler eingeschlichen, indem es in Zeile 7 0,01 m statt 0,1 m heissen muss.

1) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 20. p 76. 1883.

Silbervoltmeter empfiehlt sich zu dieser Bestimmung durch die grosse Genauigkeit, mit der das electrochemische Aequivalent des Silbers seit den so ausgezeichnet übereinstimmenden Messungen von F. und W. Kohlrausch¹⁾ einerseits und Lord Rayleigh²⁾ andererseits bekannt ist.

Wenn der Reductionsfactor bestimmt werden sollte, wurden die Verbindungen der Rolle *B* mit der Batterie *A* bei *a* und *b* gelöst und die Rolle mit einer Leitung verbunden, die das Voltmeter *V* und 3 Daniell'sche Elemente *D* enthielt.

Durch passende Verkleinerung des Widerstandes im Galvanometerkreise wurde ein ungefähr gleicher Ausschlag wie durch den Strom der Bunsen'schen Batterie erzeugt.

Auch für die Bestimmung des Reductions factors war die Kenntniss des Rollenwiderstandes und desjenigen des Galvanometerkreises nöthig. Die Vorkehrungen zur Bestimmung des Rollenwiderstandes sind auf der schematischen Figur nicht angegeben.

Die einzigen absoluten Messungen bei meiner Methode sind die Bestimmungen

1. der Zeit, während welcher Silber ausgeschieden wird,
2. des ausgeschiedenen Gewichts,
3. der Drehung in Minuten,
4. der Windungszahl der Rolle *B*.

Die Widerstände kommen nur in Verhältnissen vor. Die Windungsfläche geht nur in das Correctionsglied der Potentialdifferenz ein, welches bei den gewählten Dimensionen fast verschwindet. Der Abstand zwischen Spiegel und Scala ist nur sehr angenähert zu bestimmen, um die Angaben in Scalentheilen auf die Tangenten der Ausschlagwinkel reduciren zu können, oder vielmehr auf Grössen, die diesen Tangenten proportional sind, da die Bestimmung des Reductions factors bei gleicher Stellung von Galvanometer und Scala vorgenommen wurde, wie die Messung der Stromintensität während der optischen Messungen.

Die Vortheile dieser Methode gegen die von Gordon

1) F. u. W. Kohlrausch, Sitzungsber. der phys.-med. Ges. zu Würzburg 1884. p. 41.

2) Lord Rayleigh, Beibl. 8. p. 530. 1884.

angewandte springen in die Augen, sie sind kurz zusammengefasst die folgenden:

1. Gordon musste die Windungszahl seiner Drahtrolle auf indirectem Wege ermitteln. Er erhält $n = 1028$, während er aus der Zahl der Schichten und der Zahl der Windungen der obersten auf $n = 1092$ schliessen muss. Er hält die Abweichung durch Unregelmässigkeiten beim Wickeln für völlig erklärt. Die von mir benutzte Rolle habe ich, wie nachher des Näheren angegeben wird, selbst gewickelt.

2. Zur Messung der Stromintensität bedarf Gordon ausser zwei Längenmessungen noch der Kenntniss der Windungsfläche seiner Rolle. Die Bestimmung dieser Grösse ist immer schwierig; er findet sie durch Vergleichen mit einer bekannten Rolle; dieselbe Messung hat auch Maxwell für ihn ausgeführt, indem er die Gordon'sche Drahtrolle mit der des grossen Dynamometers in Cambridge verglich. Beidemale kommt es darauf an, die Centren beider Rollen zusammenfallen zu lassen, eine Aufgabe, die bei der unter 1. aufgeführten Unregelmässigkeit der Gordon'schen Rolle nicht unbedenklich ist.

3. Die zur Strommessung erforderlichen Längenbestimmungen sind Abstand von Spiegel und Scala und Abstand seines Magnets vom „Mittelpunkt“ der Rolle; letztere Grösse beträgt bei ihm etwa einen Meter; ein Irrthum um 0,3 cm veranlasst also schon einen Fehler von fast 1%, da dieser Abstand mit seiner dritten Potenz in Rechnung kommt.

4. Zur Reduction auf absolutes Maass musste Gordon die Horizontalintensität des Erdmagnetismus zur Zeit seiner Messungen in seinem Laboratorium kennen. Er reducirt dieselbe auf diejenige des Observatoriums in Kew, indem er einen Magnet, dessen Schwingungsdauer in Kew vom 11. bis 13. April sorgfältig bestimmt war, in den Tagen vom 23. bis 28. April in seinem Laboratorium in Pixholm schwingen liess. Der Temperaturcoefficient des Magnets ist dabei in Rechnung gezogen; doch muss er voraussetzen, dass erstens das Moment des Magnets sich während des Transports z. B. durch Erschüttern nicht geändert hat, ferner dass das Verhältniss der Horizontalintensität in Pix-

holm zu der in Kew seit dem Februar desselben Jahres, wo er seine Messungen anstellte, ungeändert geblieben war, eine Voraussetzung, die in einem Laboratorium, wo Eisenmassen oder gar Magnete häufig ihren Platz wechseln, nicht ohne weiteres gemacht werden kann.

5. Schliesslich sei erwähnt, dass Gordon eine genaue Temperaturbestimmung nicht gemacht hat. Da er nicht davon spricht, dass er sein mit OS_2 gefülltes Rohr gegen die Erwärmung durch den Strom geschützt hat, so ist ein Schluss aus der Zimmertemperatur, die auch nur aus Schätzung bekannt ist, nicht zulässig. Da ein Irrthum um 1° einen Fehler von mehr als $0,1\%$ bedingt, ist auch von dieser Seite ein Fehler von $0,5\%$ nicht ausgeschlossen. Nicht unbedenklich ist auch seine Angabe der Wellenlänge des verwendeten Lichtes. Er stellt eine Thalliumflamme so auf, dass ihre durch ein Prisma gebrochenen Strahlen im Minimum der Ablenkung auf den leuchtenden Spalt fallen, und ersetzt diese Flamme sodann durch eine Paraffinlampe.

Nach dem Angeführten darf es nicht auffallen, wenn die Gordon'schen Resultate mit den unserigen nicht ganz übereinstimmen werden. Die beträchtlich mehr, und zwar nach der anderen Seite abweichenden Resultate Becquerel's sind durch den geringen Betrag der erhaltenen Drehung (17 Minuten) von vornherein unsicher.

Ich bediente mich für meine Versuche des destillirten Wassers. Auf dieses werden ja fast allgemein die Angaben physikalischer Constanten bezogen; ausserdem zeichnet es sich durch einen geringeren Temperaturcoefficienten vor dem Schwefelkohlenstoff aus. Besonders zeigen sich beim Schwefelkohlenstoff wegen der Veränderlichkeit seines Brechungsexponenten bei jeder Temperaturänderung starke Schlieren, die, selbst wenn man das Rohr gegen die zu starke Erwärmung durch den Strom durch Wasser schützt, die Beobachtungen unzuverlässig machen.

Hr. Prof. Kundt hatte die Güte, die optischen Messungen auszuführen, da es, wie schon oben erwähnt, wünschenswerth schien, die optischen und galvanischen Mes-

sungen gleichzeitig in von einander gehörig entfernten Räumen vorzunehmen.

Ich werde im Folgenden die einzelnen Apparate und ihre Handhabung beschreiben.

I. Die optischen Apparate.

Das destillierte Wasser befand sich in einer Messingröhre von 147 cm Länge, welche an den Enden durch planparallele Glasplatten geschlossen war. Diese Röhre war auf eine Länge von 126 cm von einer weiten, mit Wasser gefüllten Glasröhre umgeben, die eine zu grosse Erwärmung des Wassers im Messingrohr verhindern sollte; ein in das Kühlwasser eingesenktes Thermometer wurde während der Versuche des öfteren abgelesen.

Die Glasröhre passte genau in die Oeffnung der Rolle, welche 41,6 cm lang war, sodass das Messingrohr nach beiden Seiten über 50 cm darüber hinausragte.

Die optischen Beobachtungen wurden anfangs folgendermassen angestellt:

Als Lichtquelle diente, da sich bei der Länge der zu durchstrahlenden Schicht das Licht, welches man durch Einführen von kohlen saurem Natron in die Flamme eines Bunsen'schen Brenners erhält, als zu schwach erwies, eine Bunsen'sche Flamme, in welcher metallisches Natrium verdampfte; das Natrium lag in einem kleinen eisernen Löffel, der sich im unteren Theile der Flamme befand, und wurde durch einen Gehülfen fortwährend erneuert.

Nachdem das Licht das polarisirende Nicol durchstrahlte, traf es auf eine sogenannte Savart'sche Doppelplatte¹⁾, welche mit dem analysirenden Nicol fest verbunden war, und zwar so, dass die Axen der Platte mit dem Hauptschnitt des Analysators Winkel von 45° bildeten.

Das System Platte und Analysator war in einem in Drittelgrade getheilten Kreis drehbar.²⁾

1) Wüllner, Experimentalphysik 2. p. 604. (Theorie p. 577.)

2) Die Richtigkeit der Kreistheilung wurde einigermaßen dadurch controlirt, dass man den Kreis von Grad zu Grad am Nonius vorüberführte, welcher drei Grad umfasste. Es zeigte sich, dass etwaige Fehler in der Theilung unmessbar klein waren.

Werden die Axen der Platte parallel und senkrecht zu der Schwingungsebene des aus der Röhre austretenden Lichts gestellt, so verschwinden die Interferenzstreifen, welche bei jeder anderen Stellung des analysirenden Systems auftreten.

Das Verschwinden der Streifen wurde mittelst eines Fernrohrs beobachtet, die Ablesungen am Nonius, welcher zwei Minuten angab und die einzelnen bequem schätzen liess, mit einem Mikroskop ausgeführt.

Es wurden bei geschlossenem Strom zehn Einstellungen gemacht, von jeder Seite aus fünf, sodann wurde der Strom in der Rolle commutirt und in derselben Weise zehn Einstellungen gemacht u. s. f. Zwei solcher Sätze bei der einen und der dazwischenliegende bei der anderen Stromrichtung wurden zu einem Gesamtergebniss zusammengefasst, sodass für jedes derartige Resultat dreissig Einstellungen erforderlich waren. Die Einzeleinstellungen wichen bis zu einem halben Grad voneinander ab, eine Ungenauigkeit, die von zwei Ursachen herrührte. Einmal bewegten sich bei unserer Combination die Streifen, da die Platte mitgedreht wird, sodass das Auge nicht auf einen Punkt gerichtet bleiben konnte; dann war auch der grosse Wechsel in der Intensität der Lichtquelle für die Methode der Interferenzstreifen sehr ungünstig. Die eigentlichen Messungen wurden deshalb nach einer anderen Methode ausgeführt.

Als Polarisator diente das von Cornu¹⁾ beschriebene, etwas modificirte Jellet'sche Prisma. Das aus demselben austretende Licht der Natriumflamme schwingt in zwei, nur wenig gegeneinander geneigten Ebenen, welche unter dem Einfluss des Stromes im Wasser eine gleichmässige Drehung erfahren. Durch ein analysirendes Nicol betrachtet erscheinen beide Hälften des Gesichtsfeldes gleich hell, wenn die Schwingungsebene des Analysators den Winkel zwischen den Schwingungsebenen des aus dem Wasser austretenden Strahles halbirt.

Der Analysator, ein Nicol'sches Prisma, befand sich in dem oben erwähnten Theilkreis; die Ablesungen wurden in

1) Cornu, Journal pharm. chim. (4) 12. p. 345. 1870. Fortschritte der Physik für 1870. 26. p. 437. 1875.

derselben Weise ausgeführt; die Methode erwies sich als sehr viel günstiger.

Nur ein einziges mal kam in einem Satz von zehn Ablesungen eine Abweichung zwischen den äussersten Werthen um 11' vor.

II. Die Apparate für die electrischen Messungen.

Die grosse Rolle war von mir aus Kupferdraht von einem mittleren Durchmesser von 0,3 cm gewickelt. Der Draht war doppelt besponnen und wurde in zwei Lagen nebeneinander geführt; dabei wurde darauf geachtet, dass der Draht immer an der gleichen Stelle in die höhere Schicht eintrat. In jeder Schicht wurde die Zahl der Windungen gezählt. Gleichzeitig wurden die Umfänge der Schichten gemessen, indem breite Papierstreifen herumgelegt und an den übereinander liegenden Stellen mit einer feinen Nadel Stiche gemacht wurden. Der Abstand der Stichstellen ergab die Grösse des Umfanges. Es wurden die Streifen in den aufeinander folgenden Schichten abwechselnd an fünf und an den dazwischen liegenden vier Stellen angelegt. Dies Verfahren erlaubt die Windungsfläche weit genauer zu bestimmen, als es für unsere Correctionsrechnung nöthig ist. Die so gewonnenen Werthe für die Dimensionen unserer Rolle enthält die beifolgende Tabelle.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	108	15,31	2,629	+0,06	2388,5
2.	110	17,74	2,996	+0,04	3045,9
3.	110	19,92	3,345	+0,03	3866,7
4.	110	22,12	3,689	-0,13	4702,9
5.	110	24,25	4,028	±0,14	5606,9
6.	110	26,37	4,376	-0,16	6648,1
7.	110	28,62	4,723	±0,09	7708,7
8.	110	30,74	5,060	-0,15	8847,8
9.	—	32,37	—	±0,07	—

Die erste Columne enthält die Nummer der Lage, die zweite die Zahl der Windungen in ihr, die dritte die mittleren Umfänge, die vierte die daraus berechneten mittleren Radien, die fünfte die grösste Abweichung vom Mittel bei der Messung der Umfänge, die letzte den Ausdruck für die

Windungsfläche jeder einzelnen Schicht, nämlich $rR^2\pi$, wenn r die Zahl der Windungen in derselben bedeutet.

Es beträgt also die Gesamtwindungsfläche:

$$F = 42815,5 \text{ qcm.}$$

Die Zahl der Windungen beträgt 878.

Will man noch den Einfluss des Stromes in den Verbindungen zwischen den Klemmschrauben, in denen die Drähte endigen, in Rechnung ziehen, so hat man statt dessen zu setzen $n = 878,3$.

Es handelte sich nun darum, die Intensität des Stromes in dieser Rolle zu bestimmen. Derselbe rührte von einer Batterie von 4–6 Bunsen'schen Elementen her und hatte eine Stärke von 8–10 Ampère. Diesen Strom direct mit dem Voltameter zu messen, würde ausserordentlich grosse Dimensionen desselben erfordert und dadurch die chemischen Manipulationen unzuverlässiger gemacht haben; das Voltameter in eine Nebenschliessung zu bringen, verbietet sich durch die Unbestimmtheit seines Widerstandes. Es wurde deshalb der oben kurz skizzirte Weg gewählt.

Von der Rolle B (Fig. 1) wurde ein Kreis abgezweigt, der neben einem sehr empfindlichen Galvanometer G einen grossen, regulirbaren Widerstand W enthielt.

Man schickte nun zunächst einen Strom, welcher von 3 Daniells geliefert wurde, durch die Rolle B und ein Silber-voltameter und gab dem Galvanometerausschlag durch Regulirung des Widerstandes W im Galvanometerkreise eine angemessene Grösse (der Doppelausschlag betrug gewöhnlich zwischen 900 und 1000 Scalentheile); dies geschah während einer Zeit von 15 Minuten. Wog man die ausgeschiedene Silbermenge, und kannte man den Widerstand der Rolle und des Galvanometerkreises, so ergab sich aus diesen Daten der Reductionsfactor des Galvanometers. Für die eigentlichen Versuche wurde dann das Voltameter ausgeschaltet und der stärkere Strom von 4–6 Bunsen benutzt; durch Reguliren des Widerstandes im Galvanometerkreis wurde ein ähnlicher Ausschlag, wie vorher, hergestellt; aus diesem konnte man umgekehrt mit Hilfe des Reductionsfactors die Stromstärke in der Rolle berechnen, wenn man wieder den

Widerstand derselben und den des Galvanometerkreises kannte. Die Bestimmung des Reductionsfactors wurde jedesmal unmittelbar vor und nach den Versuchen angestellt. Wir gehen auch hier wieder die einzelnen Apparate nach ihrer Einrichtung und Verwendung durch.

Die Silbervoltmeter waren Platintiegel von 3,8 und 4,4 cm oberem Durchmesser; dieselben wurden mit ziemlich concentrirter Lösung von salpetersaurem Silber gefüllt und in dieselbe ein Silberstab getaucht, der einen quadratischen Querschnitt von 0,5 cm Seite hatte. Zum Auffangen des etwa herabfallenden AgO dienten kleine Glasschälchen, welche mit angeschmolzenen dünnen Glasfäden auf dem Tiegelrand auflagen und nach dem Versuch mit dem Silberstab zugleich herausgehoben wurden. Die Tiegel standen auf einer kupfernen Unterlage und waren ausserdem noch von einem Kupferring umschlossen, der mit der Unterlage leitend verbunden war.

Das Abscheiden des Silbers wurde 15 Minuten hindurch fortgesetzt, der Strom im Galvanometer jede halbe Minute commutirt und der Ausschlag am Fernrohr abgelesen. Die Zahlen wurden für je 5 Minuten zu einem Mittel zusammengefasst, und aus dem Mittel der drei hieraus berechneten Tangenten der mittlere Ausschlag bestimmt. Die Silbervoltmeter wurden nach den Versuchen erst mit kaltem, sodann mit kochendem Wasser gut ausgewaschen, das Spülwasser wurde in kleine Bechergläser gegossen, um etwa herabfallende Silberkrystalle wieder auffinden und mit wägen zu können. Eine Probe des Spülwassers wurde schliesslich mit Salzsäure versetzt; das Ausbleiben jeglicher Trübung zeigte an, dass keine Spur des Silbersalzes mehr vorhanden war. Die durch Erwärmen gut getrockneten Tiegel wurden selbstverständlich erst nach Verlauf einiger Stunden gewogen,

Der Gewichtssatz, welcher für diese Bestimmungen verwendet wurde, war sorgfältig calibrirt und das Fünziggrammstück desselben mit einem mir von Hrn. Prof. W. Kohlrausch gütigst zur Verfügung gestellten Normalgewicht verglichen.

Die andere für die Voltametermessung nöthige absolute

Bestimmung, die der Zeit, wurde mittelst einer Uhr gemacht, welche Secunden zeigte, und deren Gang regelmässig controlirt wurde.

Das Galvanometer war ein Sauerwald'sches; auf zwei verschiebbaren Rollen trug es vier Windungen aus sehr feinem Kupferdraht; die Widerstände der einzelnen Windungen waren:

1548,5	}	bei 25,7° gemessen und
1556		
1267	}	bei 25,8° gemessen.
1877		

Diese Widerstände wurden nach der Wheatstone'schen Brückenmethode mit Hülfe eines Siemens'schen Universalrheostaten gemessen, der auch in den eigentlichen Versuchen gebraucht und zu dem Zweck genau controlirt war, wie ich noch des näheren angeben werde.

Der ebenfalls bestimmte Temperaturcoefficient dieser Rollen (0,4% per Grad) musste berücksichtigt werden, während der mehr als sechzehnmal so kleine der Neusilberwiderstände vernachlässigt werden durfte, zumal da die Temperaturschwankungen gering, und die Widerstandsbestimmungen nur relativ waren.

Um diese Berücksichtigung für die Kupferrollen vornehmen zu können, waren die Rollen während der Versuche dauernd in Watte verpackt; die Temperatur wurde an einem in die Watte gesteckten Thermometer abgelesen. Uebrigens gingen die Widerstandsschwankungen des Galvanometers nicht voll procentisch in das Resultat ein, da der Nebenschluss, selbst bei den Voltameterbestimmungen ausser dem Widerstand des Galvanometers von rund 750 S.-E. noch einen Neusilberwiderstand von mindestens 600 S.-E. enthielt.

Die vier Windungen des Galvanometers wurden in verschiedener Weise verbunden benutzt, da dasselbe Galvanometer auch für die Widerstandsbestimmung der grossen Rolle verwendet wurde. Für die Messungen der Stromintensität, selbstverständlich also auch bei den Voltameterbestimmungen, waren die auf der einen Rolle befindlichen Windungen von: 1548 und 1556 S.-E.

nebeneinander geschaltet, und zwar so, dass der Strom beide in entgegengesetzter Richtung durchfloss. Diese Schaltung war durch die hohe Empfindlichkeit des Galvanometers bedingt.

Die Zuleitungsdrähte zum Galvanometer tauchten in zwei Quecksilbernäpfe, in denen auch die Kabel endeten, welche zur grossen Rolle führten; es war demnach als Abzweigungswiderstand der Widerstand der Rolle vermehrt um den der Kabel zu bestimmen. Auf diese Messung komme ich unten ausführlicher zurück.

Die Widerstände, die zu dem Galvanometer in die Nebenschliessung eingeschaltet werden konnten, bestanden in dem schon oben erwähnten grossen Siemens'schen Universalrheostaten und einer bifilar gewickelten Rolle aus Neusilberdraht von 8455 Einheiten des Universalrheostaten. Letzterer wurde zum Zwecke dieser Untersuchung in folgender Weise calibriert.

Die grösseren Widerstände (der grösste beträgt 5000 Einheiten) wurden als ein Zweig in eine Brückencombination gebracht, von der zwei andere je nach der Grösse 1000—1000, 100—100, 10—10 Einheiten enthielten, während den letzten ein Widerstand von gleicher Grösse¹⁾ wie der zu untersuchende bildete. Der Ausschlag wurde an einem empfindlichen Galvanometer abgelesen, dessen Empfindlichkeit vor und nach jeder Messung durch Hinzufügen von 5, 1, resp. 0,1 Einheiten bestimmt wurde. Sodann brachte man an Stelle des ersten Widerstandes denjenigen in die Combination, welcher ihm aequivalent sein sollte, also statt der 5000 die 2000 plus dem Rest.

Nachdem man so, ähnlich wie bei der Gewichtssatzcorrection, bis zu den Zehnern herabgegangen war, wurde das Verhältniss der übrigen kleinen Widerstände bestimmt, indem man ihre Grösse den Ausschlägen proportional setzte, die ihr Hinzufügen an der nämlichen Stelle in den Combinationen:

1) Nur bei 5000 und 2000 musste das Verhältniss 100:1000 gewählt werden, da die vorhandenen Sätze nicht ausreichten.

$$\begin{array}{ccc} 1000 - 1000 & & 1000 - 1000 \\ | & & | \\ 2000 - 2000 & \text{resp.} & 1000 - 1000 \end{array}$$

hervorrief. Es wurden auf diese Weise 5 mit $2 + 2 + 1,2$ mit 2 etc. verglichen.

Zu bemerken ist, dass bei der Einrichtung der Siemens'schen Kästen immer noch eine einzelne Einheit hinzugenommen werden muss, wenn man wirklich nur gleich und gleich vergleichend calibriren will, was besonders bei den kleineren Widerständen wünschenswerth erscheint.¹⁾ Es wurden sodann die Werthe der einzelnen Widerstände berechnet, indem die Gesamtsumme gleich 10000 gesetzt wurde; es ergab sich, dass die Abweichungen der grösseren Widerstände durchweg unter $0,1\%$ blieben, es genügte, für die übrigen zu setzen:

$$\begin{array}{rcl} 5 + 2' + 2'' + 1 & = & 10 \\ 5 & = & 4,9983 \\ 2' & = & 2,0023 \\ 2'' & = & 1,9998 \\ 1 & = & 0,9995. \end{array}$$

Auch hier beträgt die grösste Abweichung bei $2'$ nur wenig mehr als $0,1\%$.

Es bleibt nur noch zu beschreiben, wie der Widerstand der grossen Rolle und der Zuleitungskabel von den Stellen aus, von denen das Galvanometer abgezweigt war, bestimmt wurde. Dieser Widerstand schwankte von 0,80 bis 0,87 Einheiten, was durch die starke Erwärmung durch den Strom bedingt war. Diese Messungen geschahen nach der von F. Kohlrausch²⁾ für kleine Widerstände angegebenen Methode mittelst des Differentialgalvanometers.

Um das Galvanometer, dessen Verwendung für die Messung der Stromstärken bereits beschrieben ist, als Differentialgalvanometer benutzen zu können, wurden die beiden,

1) Praktischer scheint es z. B. zu sein, die Rheostaten so einzurichten, dass die einzelnen Widerstände gleich 5000, 2000, 2000, 1000 etc. gemacht, in den Einern dagegen wie in Gewichtssätzen 5, 2, 1, 1, 1 vorhanden wären. Eine ganz abweichende, ausserordentlich bequeme Einrichtung haben die Widerstandskästen von Hartmann in Würzburg.

2) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 20. p. 76. 1883.

auf je einer Rolle befindlichen Windungen hintereinander verbunden, sodass man zwei Rollen von 3105 und 3144 Einheiten zur Verfügung hatte.

Durch eine aus demselben feinen Kupferdraht bifilar gewickelte Rolle, welche zu der ersteren Galvanometerrolle hinzugefügt wurde, war fast absolute Gleichheit erzielt. Um nun die Wirkung der Windungen auf die Nadel genau gleich machen zu können, wurde am Galvanometer eine kleine Vorrichtung angebracht, welche die eine Rolle mittelst einer feinen Mikrometerschraube zu bewegen gestattete.

Vor den Versuchen wurde das Galvanometer jedesmal so eingestellt, dass ein Strom, welcher beide Rollen hintereinander in entgegengesetzter Richtung durchfloss, keinen Ausschlag gab. Als Widerstand, mit dem derjenige der grossen Rolle *B* verglichen wurde, diente ein Neusilberdraht von etwa 0,3 mm Durchmesser und einem Widerstand von 0,9010 Einheiten des Universalrheostaten bei 26°. Er war in Spiralform aufgewickelt und steckte seiner ganzen Länge nach in Petroleum, in welches ein Thermometer tauchte. An seinen Enden war er in dicke Kupferbügel eingelöthet, die mit ihren amalgamirten Enden in Quecksilbernäpfe tauchten.

Dieser Widerstand war ebenfalls nach Kohlrausch's Methode durch Vergleich mit einer Einheit bestimmt.

Der neben diese geschaltete Rheostat enthielt die Widerstände von 0,1 bis 40 S.-E. Er stand während der eigentlichen Messungen neben dem Vergleichswiderstand von 0,901 Einheiten. Die Figur 2 gibt ein Bild von der Gesamtkombination.

Den Mittelpunkt des ganzen bildet die Wippe *C*; von ihren beiden Näpfen ϵ und ζ führten die Kabel hinüber zum optischen Zimmer, woselbst sie in eine andere Wippe τ mündeten, die sie bald in diesem, bald in jenem Sinn mit der grossen Rolle *B* verbinden liess, ohne dass dadurch die Stromesrichtung in dem von γ und δ abgezwigten Galvanometerkreis geändert wurde. Der Abstand der Rolle *B* vom Galvanometer *G* betrug 18 m. Den Näpfen ϵ und ζ standen zwei, in der Figur etwas zur Seite gerückte Näpfe

ξ und ϑ gegenüber, von denen Kabel in den Batterieraum E hinabführten. Diese Näpfe wurden durch amalgamirte Kupferbügel mit ε und ζ verbunden, wenn die optischen Messungen vorgenommen werden sollten. Für die Bestimmung des Reductionsfactors des Galvanometers war von den gegenüberliegenden Näpfen α und β der Wippe C eine Leitung zu dem Stromkreis geführt, der das Voltmeter V nebst 3 Daniell'schen Elementen D enthielt; α war dauernd mit dem Kupferpol verbunden, während dem β ein Napf η gegenüberstand, von dem die Leitung zum Silberstab des Voltameters S führte, sodass die Verbindung auch hier durch einen Kupferbügel rasch bewerkstelligt werden konnte.

In beiden Fällen führten von γ und δ die Leitungen zum Galvanometer. Es wurden, wie oben beschrieben, die Rollen ae und a_1e_1 nebeneinander und gegeneinander benutzt. In die Leitung 1, welche zu ea_1 führte, waren der Universalrheostat U , der kleinere Widerstandskasten w von 500 Einheiten und der Widerstand von 8455 Einheiten Widerstand eingeschaltet, die den Ausschlag zu reguliren erlaubten; γ war durch 2 und 6 mit e_1 und a verbunden.

Der Draht 6 konnte auch in den Napf ε getaucht werden, wenn das Galvanometer für die Widerstandsmessung als Differentialgalvanometer gebraucht werden sollte. Zu diesem Zweck wurde der Bügel der Wippe C entfernt, 6 in ε getaucht, 3 aus ζ entfernt und der Bügel in den von F. Kohlrausch¹⁾ angegebenen Commutator c' eingesetzt. Zwei diametral gegenüberliegende Näpfe desselben sind dauernd mit einem Leclanché'schen Element in Verbindung, in diese Leitung ist der Schlüssel s eingefügt. Der Vergleichswiderstand V mit dem Widerstandskasten H als Nebenschluss ist in der leicht aus der Figur ersichtlichen Weise mit den Galvanometerschrauben e_1 und a' verbunden (k in der Leitung 5 bedeutet den Ausgleichungswiderstand), während von den Enden ε und ζ des zu messenden Widerstandes (Rolle B + Kabel + Wippe c) die Drähte 6 und 3 zu a und e_1' führten.

Vom Platz vor dem Fernrohr aus waren die Wippe C ,

1) F. Kohlrausch, l. c. p. 82.

die Widerstände U , W und w , sowie der Schlüssel s , der Commutator c' und der Kasten H bequem mit der Hand zu erreichen, sodass sämtliche Operationen schnell hintereinander vollzogen werden konnten. Der Verlauf der Versuche war folgender:

1. Controle des Differentialgalvanometers, indem der Strom des Leclanché'schen Elements hintereinander und in entgegengesetzter Richtung durch die Windungen geschickt wurde, was durch geeignetes Verbinden der Näpfe des Commutators c' möglich war.

2. Bestimmung des Widerstandes der Rolle B nebst Kabel und Wippe; dies geschah gewöhnlich erst, nachdem der Strom der Batterie E bereits während einer halben Stunde die Rolle durchflossen hatte.

3. Silberreduction während 15 Minuten im vorher gewogenen Platintiegel.

4. Neue Messung des Widerstandes von B .

5. Es folgen die optischen Messungen in der oben beschriebenen Weise, während gleichzeitig der Ausschlag am Galvanometer in jeder halben Minute notirt wird.

6. Messung des Widerstandes von B .

7. Silberreduction während 15 Minuten in einem zweiten, ebenfalls vorher gewogenen Platintiegel.

8. Messung des Widerstandes von B .

Die Messungen des Widerstandes der Rolle B wurden auch während der Dauer von 5 vorgenommen, wenn die Zahl der optischen Ablesungen fünfzig überschritt.

Es bedarf kaum der Erwähnung, dass bei den Messungen 3, 5 und 7 fortwährend die Wippe C umgelegt wurde, um durch die Ablenkung nach beiden Seiten von etwaigen Aenderungen des magnetischen Meridians unabhängig zu sein. In der folgenden Tabelle (p. 180) sind die ausführlichen Resultate der drei entscheidenden grösseren Messungsreihen angegeben.

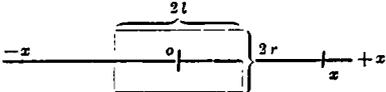
Wie aus den optischen Einstellungen die Drehung ermittelt wurde, ist bereits auf p. 168 angegeben worden; um die Constante zunächst in Minuten zu erhalten, muss die Drehung in Minuten durch die Potentialdifferenz an den

Enden der Röhre dividirt werden. Wir bilden die Potentialdifferenz am bequemsten nach der Formel:

$$v - v_\beta = \int_\beta^a \frac{\partial v}{\partial x} dx, \quad \text{wobei } \frac{\partial v}{\partial x}$$

die in der Richtung der Axe der Rolle auf das magnetische Theilchen 1 wirkende Kraft ist.

In Wiedemann's Galvanismus 3. p. 228 findet man die Berechnung dieser Kraftkomponente für eine Rolle von einer Windungslage nach Hädenkamp. Rechnet man den Abstand der Theilchen vom Mittelpunkt der Rolle, so lautet die Formel:

$$\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{J\pi n}{l} \left\{ \frac{x+l}{\sqrt{r^2 + (x+l)^2}} - \frac{x-l}{\sqrt{r^2 + (x-l)^2}} \right\}$$


worin n die Zahl der Windungen der Schicht, $2l$ die Länge der Rolle, $2r$ ihr Durchmesser, x der Abstand des betreffenden Punktes der Axe von der Mitte der Rolle und J die Stromintensität in derselben bedeutet.

Integriren wir über die Axe von $+a$ bis $-a$, so erhalten wir:

$$\begin{aligned} v_a - v_{-a} &= 2 \frac{J\pi n}{l} \left\{ \sqrt{(a+l)^2 + r^2} - \sqrt{r^2 + (a-l)^2} \right\} \\ &= \frac{2J\pi n}{l} \left\{ \left[(a+l) + \frac{1}{2} \frac{r^2}{a+l} - \frac{1}{8} \frac{r^4}{(a+l)^3} + \dots \right] \right. \\ &\quad \left. - \left[(a-l) + \frac{1}{2} \frac{r^2}{a-l} - \frac{1}{8} \frac{r^4}{(a-l)^3} + \dots \right] \right\}. \end{aligned}$$

Man sieht leicht, dass wir in unserem Fall bereits die Glieder mit r^4 vernachlässigen dürfen. Denn selbst das in der zweiten Klammer vorkommende Glied dieser Ordnung ergibt¹⁾ für das grösste vorkommende $r = 5,1$ cm:

$$\frac{1}{8} \cdot \frac{5,1^4}{(73,5 - 20,8)^3} = 0,0006 \text{ cm,}$$

während der Werth des in $\{ \}$ stehenden Ausdrucks grösser als 40 cm ist.

1) Betreffs der Werthe von a und l cf. p. 167.

Wir haben also:

$$v_{+a} - v_{-a} = 2 \frac{J\pi n}{l} \left\{ 2l - \frac{lr^2}{a^2 - l^2} \right\} = 4\pi Jn - 2J \frac{f}{a^2 - l^2},$$

wenn wir mit f die Windungsfläche der betreffenden Schicht bezeichnen. Bilden wir den Ausdruck für sämtliche acht Windungslagen, so ergibt sich:

$$v_{+a} - v_{-a} = 4\pi J \cdot N - 2J \frac{F}{a^2 - l^2},$$

worin N und F Windungszahl und Windungsfläche der Rolle bedeuten. Die Ausführung der Rechnung ergibt:

$$v_{+a} - v_{-a} = J \{ 11037 - 17,2 \} = 11020 J.$$

Hätten wir die Dimensionen der Rolle als verschwindend gegen die Länge der Röhre angenommen, hätten wir also das zweite Glied des Ausdruckes vernachlässigt, so würden wir einen Fehler von 0,16% gemacht haben; man sieht, wie wenig auf die Bestimmung von F und a ankommt. Ebenso wenig hat die Drehung in den Gläsern, welche die Röhre verschliessen, einen Einfluss; eine Näherungsrechnung aus der Formel für dv/dx ergibt, selbst wenn man diese Gläser aus schwerem Glas und von einer Dicke von 3 mm voraussetzte, einen Fehler von weniger als 0,03%. Für die Berechnung von J wurde aus den Widerständen der Rolle, die für die einzelnen Sätze gemäss der Zeitbestimmungen interpolirt waren, das Mittel genommen, ebenso wurde das Mittel aus den Ausschlägen des Galvanometers während der betreffenden Sätze von optischen Einstellungen gezogen. Für die Bestimmung des Reductionsfactors R diente der von F. und W. Kohlrausch angegebene Werth; als Hauptmittel geben sie 0,011 183 g¹) als die Silbermenge, welche der Strom 1 cm¹/₂ g¹/₂ sec⁻¹ in einer Secunde niederschlägt. Es ergab sich, also:

$$R = \frac{S \cdot W_G}{t(W_G + W_B) \operatorname{tg} \varphi \cdot 0,011\ 183},$$

worin S die in t sec ausgeschiedene Silbermenge in Grammen, W_B und W_G die Widerstände von Rolle B und Galvanometerkreis und φ den Ausschlag am Galvanometer bedeuten; endlich ist:

1) Die Dimension des Ausdruckes ist natürlich g¹/₂ c⁻¹/₂.

$$J = \frac{\text{tg } \varphi' W'_G R}{W'_B},$$

worin die gestrichenen Buchstaben die nämliche Bedeutung haben wie die ungestrichenen in der Formel für R .

Zeit	Einstell. d. Analys.	Drehung	$10^4 \cdot W_B$	W_G	n^1	$10^7 \cdot R$	Temp.	$10^5 \cdot \text{Const.}$	
22. Sept.									
3 ^h 56 ^m	286° 8,6	—	—	—	—	4022	—	1289	
4 —	281° 39,4	269,4'	8475	} 21910	47,64	—	25,3°	1301	
4 3	286 8,9	270,0'	8492		47,42	Mittel			
4 8	281 38,5	—	—		—	4010			
4 ^h 17 ^m	286° 6,4								
21	281° 41,2	265,2'	8549	} 21910	46,84	—	26,5°	1302	
25	286 6,3	263,4'	8561		46,56	—			
29	281 44,5	260,6'	8573		46,28	—			
35	280 3,9	—	—		—	3898			—
27. Sept.									
10 ^h 4 ^m	282° 42,7	—	—	—	—	4043	—	—	
8	278° 30,8	251,8	8345	} 21900	43,15	Mittel	21,3°	1296	
11	282 42,4	250,7	8365		43,08	4039			
14	278 32,5	248,5	8390		42,96	4035			—
18	282 40,6	—	—		—	—			—
4. Octob.									
11 ^h 14 ^m	94° 12,4	—	—	—	—	3948	20,7°	—	
17	97° 59,6	226,4	8463	} 20697	42,54	—	—	1302	
19	94 14,1	224,9	8466		42,44	—	—	1297	
24	97 58,4	223,1	8473		42,35	Mittel	—	1290	
27	94 16,6	221,8	8477		42,26	3942	—	1286	
29	97 58,4	221,3	8480		42,19	—	—	1286	
32	94 17,6	220,4	8484		42,08	—	—	1285	
41	97 57,6	220,4	8497		41,97	—	—	1289	
44	94 16,8	—	—		—	—	3936	23,0°	Mittel 1291

Wir haben als Mittelwerth unserer Messungen somit die Zahl:

$$\omega = 0,01295'$$

erhalten; dieselbe gilt für eine Temperatur von ungefähr 23°. Verwandeln wir diesen Ausdruck in Bogenmaass, so ergibt sich als Werth der Verdet'schen Constante für destillirtes Wasser und Licht von der Wellenlänge der Natriumlinie bei der Temperatur 23°:

$$\omega = 0,3767 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1/2} \text{ g}^{-1/2} \text{ sec.}^1.$$

1) Der Abstand von Spiegel und Scala, der für das Resultat nur durch das zweite Glied in der Formel $\text{tg } \varphi = (n/2r) (1 - (n/2r)^2)$ Bedeutung hat, war 256 cm.

Vergleich des Resultates mit den Werthen Gordon's und
Becquerel's.

Bevor ich zur Vergleichung unseres Ergebnisses mit demjenigen der früheren Beobachter schreite, möchte ich noch die Werthe anführen, die sich aus anderen Versuchsreihen ergaben. Die Vorversuche, welche nach der Methode der Interferenzstreifen angestellt wurden, lieferten als Mittel aus sieben Messungsreihen den Werth $\omega = 0,01297'$, doch wichen hierbei die einzelnen Werthe bis zu 2,5% vom Mittel ab.

Auch mit dem Jellet'schen Prisma wurden ausser den in der Tabelle enthaltenen Bestimmungen noch andere ausgeführt.

Dieselben wurden vor der Ausrechnung bereits ausgeschieden, da der Verlauf der optischen Einstellungen nicht die sonst erreichte Genauigkeit erwarten liess. Ihre nachträgliche Berechnung ergab:

am 23. September	0,01293
	0,01288
am 26. September	0,01298
am 2. October	0,01317
	0,01304
	0,01292
	0,01299'
und als Mittel	0,01299'

Beide Werthe 0,01297' und 0,01299' weichen nur äusserst wenig von dem oben als endgültig angeführten Werthe 0,01295' ab.

Wollen wir das von Gordon für Schwefelkohlenstoff und die Thalliumlinie erhaltene Resultat:

$$\omega = 1,5238 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^{-1/2} \text{ g}^{-1/2} \text{ sec.}^1$$

mit dem unserigen vergleichen, so haben wir seine Angabe zunächst auf die *D*-Linie zu beziehen. Wir rechnen nach Verdet¹⁾; es ist die Wellenlänge von *D*:

$$\lambda_D = 5,891 \cdot 10^{-5}, \quad \text{von } E \lambda_E = 5,268 \cdot 10^{-5},$$

1) Wiedemann, Galv. 3. p. 930.

während Gordon seine Angabe für $\lambda_{Th} = 5,349 \cdot 10^{-5}$ macht; es ergibt sich durch Interpolation, dass für diese Wellenlänge:

$\omega_{Th} \cdot \lambda_{Th}^2$ proportional 0,982, während

$\omega_D \cdot \lambda_D^2$ proportional 0,949 ist.

Es ist also:

$$\omega_D = \omega_{Th} \frac{\lambda_{Th}^2}{\lambda_D^2} \cdot \frac{0,949}{0,982} = 1,214 \cdot 10^{-5} \text{ bei } 12^\circ.$$

Wollen wir zur Temperatur von 23° übergehen, so müssen wir nach Bichat¹⁾ diesen Werth noch mit 0,988 multipliciren und erhalten $\omega' = 1,198 \cdot 10^{-5}$.

Nach Becquerel's²⁾ Angaben ergibt sich daraus für Wasser $\omega_{aq} = 0,308$ $\omega' = 0,3692 \cdot 10^{-5}$. Dieser Werth ist um 2% kleiner, als der von uns erhaltene. Der Werth, den Becquerel nach der auf p. 163 erwähnten Methode erhielt ist dagegen um 7% grösser, als der unsere.

Unter Berücksichtigung der oben discutirten Fehlergrenzen glaube ich doch soviel sagen zu können, dass ich den von uns erhaltenen Werth als auf 0,5% für sicher halte. Für die Praxis dürfte diese Bestimmung, wenn man wirklich die optische Methode für die Messung starker Ströme anwenden will, genügen.

Denn einmal werden diese Ströme selten bis auf 0,5% constant zu erhalten sein, sodann würden die Abweichungen der optischen Einstellungen eine grössere Genauigkeit von vornherein illusorisch machen.³⁾

Phys. Inst. d. Univ. Strassburg.

1) Wiedemann, Galv. 3. p. 938.

2) Wiedemann, Galv. 3. p. 932.

3) Nachdem ich mich bereits mitten in der Arbeit befand, ersah ich aus vorläufigen Mittheilungen, dass Hr. E. Becquerel und Lord Rayleigh ebenfalls mit der Messung der Verdet'schen Constante beschäftigt sind. In einer weiteren vorläufigen Anzeige hat Lord Rayleigh im Juni 1884 der Royal Society die Mittheilung gemacht, dass nach seinen Messungen die Drehung im CS_2 bei der Potentialdifferenz 1

0,042 002' bei 18° betragen.

Für Wasser bei 18° ergibt sich aus unseren Messungen nach den Bestimmungen von Bichat und de la Rive (Wied. Galv. 3. p. 937)

0,01300';

der Vergleich beider Zahlen liefert als Grösse der Drehung in Wasser, diejenige in CS_2 gleich Eins gesetzt, die Zahl 0,3095; Becquerel gibt hierfür (l. c. p. 932) 0,308 an.

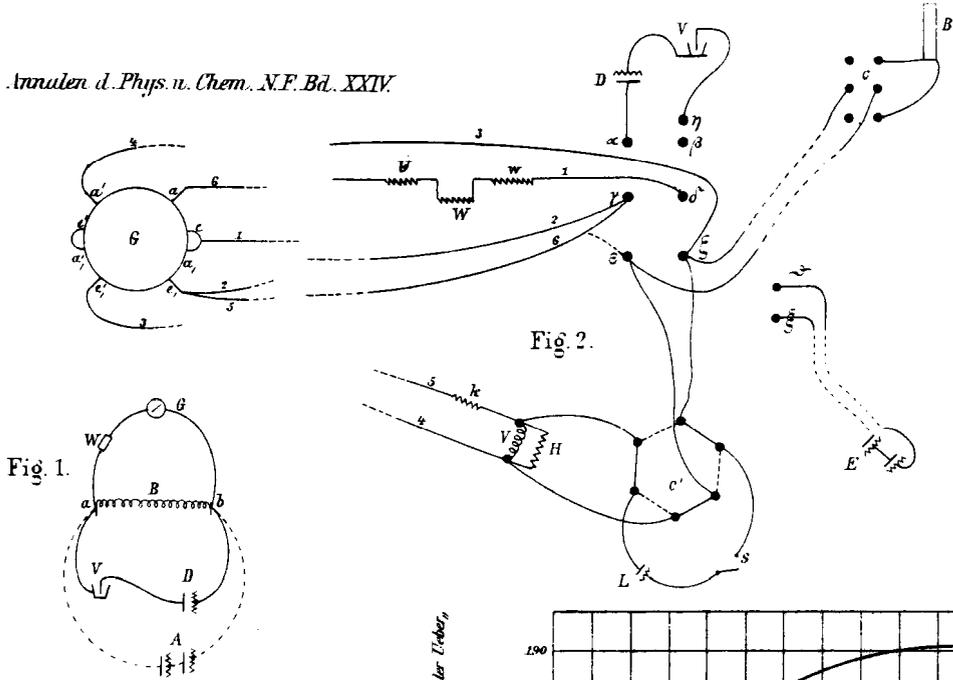


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 10.

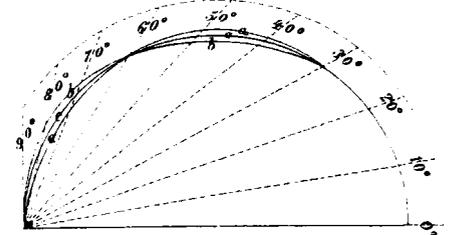
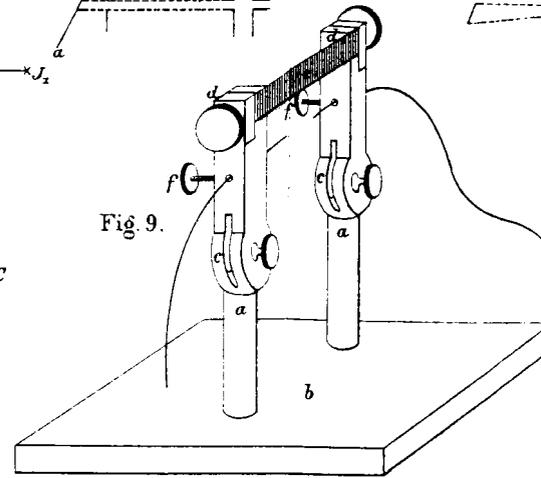
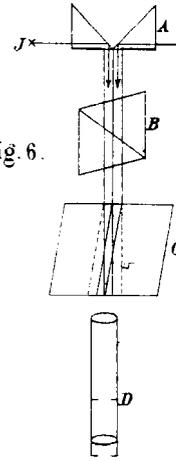


Fig. 12.

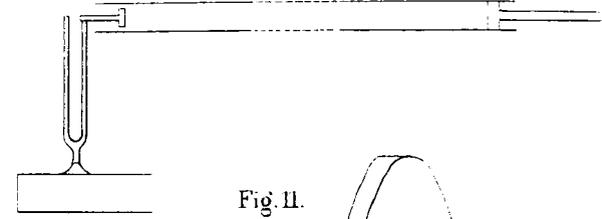


Fig. 11.

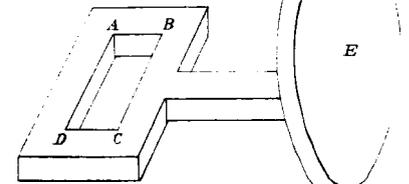
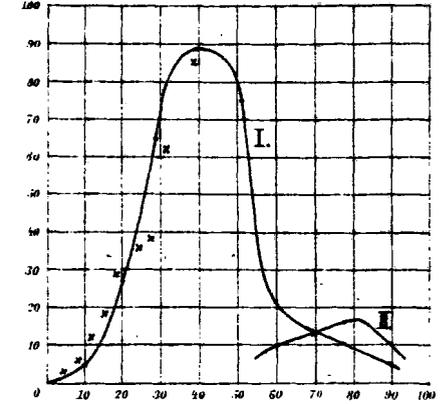


Fig. 5.



Gewichtstheile SO_2 auf 100 Theile der Mischung.
 I. Ueberschwefelsäure.
 II. Wasserstoffsuperoxyd.
 x. Disponibler Sauerstoff in der Flüssigkeit nach C. Hoffmann.

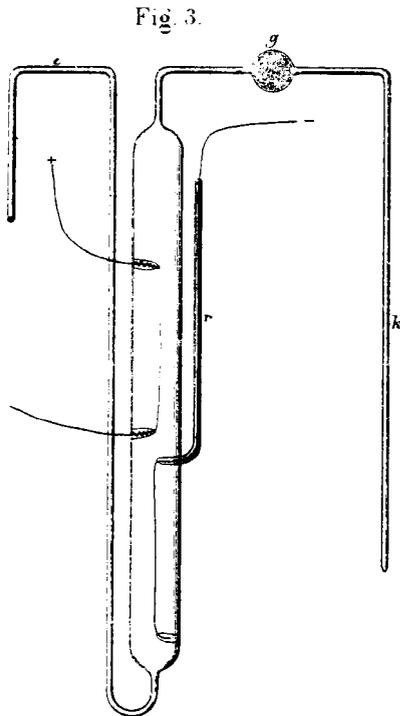


Fig. 3.

I. Bruchtheil des berechneten Dialysavolumens, welcher in der Form von disponiblen Sauerstoff der Ueber-
 schwefelsäure entweicht wird, multipliziert mit 1000.
 II. Bruchtheil in der Form d. disponib. Sauerstoffs im Ozon, ebenfalls multipliziert mit 1000.

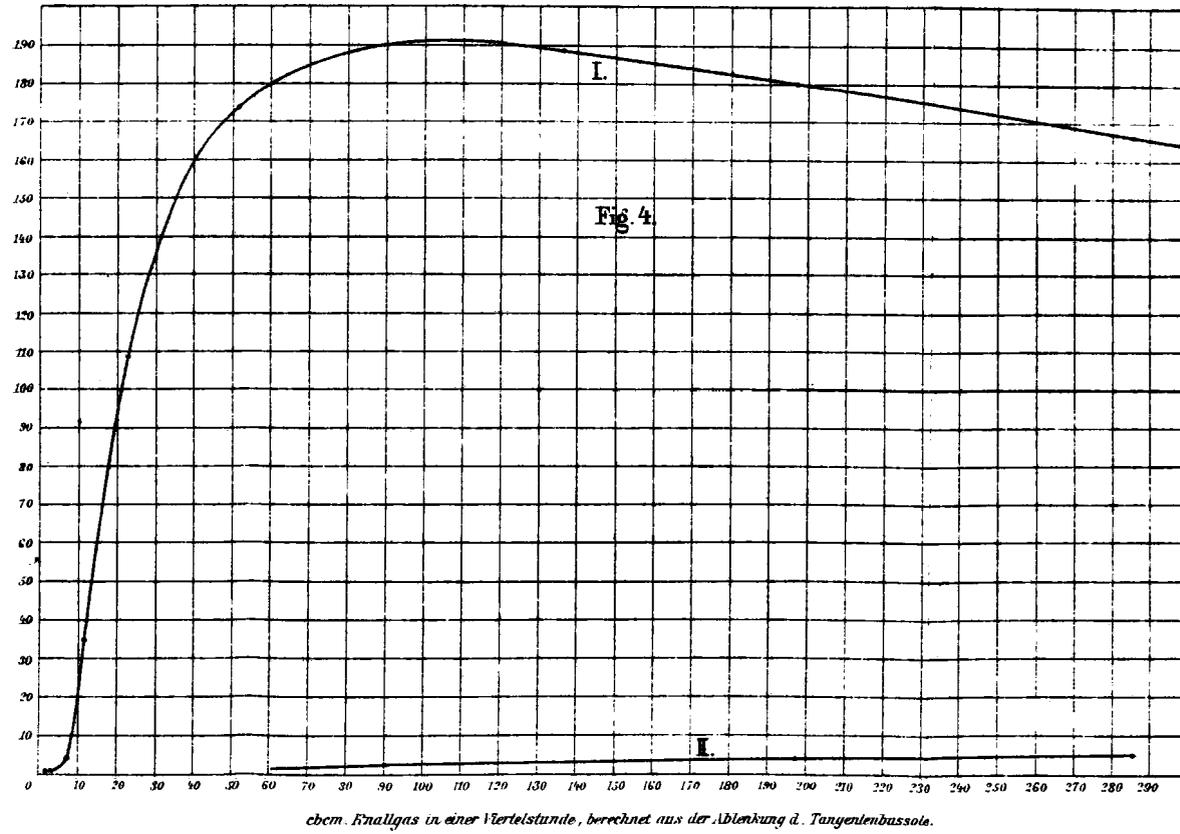


Fig. 4.

chem. Knallgas in einer Viertelstunde, berechnet aus der Ablenkung d. Tangentenbasisse.

1/4 natürl. Grösse.

Arons Fig. 1-2. Richarz Fig. 3-5. Möller Fig. 6-10. Oosting Fig. 11-12.

Link and Ernst L. Wang