beträchtlichem Nutzen seyn werde (*that this apparatus will form an instrument of considerable use*), schlage ich, auf Anrathen eines Freundes, für dasselbe den Namen „*Differential-Inductometer*“ vor.

III. Ueber die Wirkung elektrischer Entladungen auf die sie vermittelnden Metalle und Flüssigkeiten; von F. C. Henrici,

auf Harste bei Göttingen.

Zahlreiche Versuche über die Wirkung elektrischer Entladungen auf die sie vermittelnden Metalle und Flüssigkeiten, mit denen ich seit einiger Zeit beschäftigt gewesen bin, haben mir die Ergebnisse geliefert, deren Mittheilung der Zweck dieses Aufsatzes ist. Um bei diesen Versuchen einigermaßen vergleichbare Resultate zu erhalten, war es nothwendig, den vorgenommenen Entladungen nur eine momentane Dauer zu gestatten, und diesem gemäß ist der angewandte Apparat eingerichtet.

Derselbe besteht wesentlich aus einer elektrischen Flasche *A*, Taf. IV Fig. 8, von zwei Quadratfuß äußerer Belegung, von deren beiden Belegungen gut isolirte Kupferdrahtleitungen nach einem benachbarten Tische führen. Das Ende *a* des mit der äußeren, negativ geladenen, Belegung verbundenen Drahtes reicht in ein auf dem Tische stehendes Schälchen mit Quecksilber hinab, wogegen das rechtwinklich umgebogene Ende *b* des mit der inneren, positiv geladenen, Belegung verbundenen Drahtes in 10 Millimeter Höhe über dem Tische von einer gläsernen Stütze *n* getragen wird.

Eine, mit einem am unteren Ende eingeschmolzenen Platindraht versehene, 12 Millimeter weite Glasröhre (Taf. IV Fig. 9) im Durchschnitt, ist dazu bestimmt, die

zu untersuchende Flüssigkeit aufzunehmen, und trägt, zur Vervollständigung der Leitung, an ihrem oberen offenen Ende einen lose aufzusetzenden Pfropfen von gefirniftem Holz, welcher oben, zur Aufnahme von Quecksilber, ausgehöhlt, und durch dessen Mitte ein zweiter Platindraht hindurchgeführt worden ist ¹⁾).

Dieses Glasgefäß wird in die mit Quecksilber versehene Vertiefung *o* (Fig. 8 und 9) eines wiederholt stark gefirniften Brettes *B* eingesetzt, auf welchem einerseits der Draht *c*, der, aufwärts gebogen, den oberen Platindraht der Glasröhre mit dem Quecksilberbehälter *d* verbindet, und andererseits der Draht *e* befestigt ist, welcher den unteren Platindraht der Glasröhre mit dem von der inneren Belegung der Flasche herkommenden Draht *b* im Augenblick der Entladung verbindet. Das Ende *k* dieses Drahtes *e* wird vor dem Laden der Flasche über dem Drahtende *b* hinreichend erhoben, und in dieser Lage durch einen am Rande des Tisches angebrachten beweglichen Arm festgehalten. Auch der Verbindungsdraht *h* muß vor dem Laden der Flasche aus dem Quecksilberschälchen, in welches *a* hinabreicht, herausgehoben werden, weil die beim Laden auf der äußeren Belegung der Flasche frei werdende Elektrizität sonst den Multiplicatordraht durchströmen würde.

Nach geschehener Ladung wird sodann zuerst der Draht *h* in die gehörige Verbindung gebracht, und darauf der den Draht *e* tragende Arm zurückgezogen, so daß dessen Ende *k* in seinem Niederfallen in dem Augenblick, wo es sich *b* gegenüber befindet, die Entladung der Flasche bewirkt, welche, der Einrichtung des Apparats zufolge, auch durch die Flüssigkeit in der Glasröhre hindurchzugehen gezwungen ist. Nun ist das Drahtende *k* nach unten umgebogen (Taf. IV Fig. 12), und

1) Dessen unteres Ende von dem oberen Ende des eingeschmelzten Platindrathes in allen Versuchen um 60 Millim. abstand.

fällt nach bewirkter Entladung der Flasche in das Quecksilbergeläß *f* (Taf. IV Fig. 8) hinab, in welches auch das eine Drahtende eines empfindlichen Multiplicators *g* taucht, dessen anderes Drahtende in das Quecksilberschälchen *d* geführt worden ist.

Es wird also unmittelbar nach der Entladung der Flasche ein geschlossener Bogen aus dem Multiplicator-draht, der Flüssigkeit und den diese beiden Theile verbindenden Drähten gebildet; jede darin etwa vorhandene elektrische Differenz muß sich daher, wenn sie Energie genug besitzt, durch eine entsprechende Bewegung der Doppelnadel des Multiplicators zu erkennen geben.

Meine Versuche haben nun ergeben, daß in dem System dieses Schließungsbogens nach jeder Entladung der Flasche eine sehr merkliche elektro-magnetische Wirksamkeit vorhanden ist. Die Ladungen der Flasche wurden bei allen Versuchen von einer gleichen (durch eine mit ihrer äußeren Belegung verbundene Selbstentladungsflasche gemessenen) Stärke gemacht, und die verschiedenen Lösungen in einem concentrirten Zustande angewandt; auch wurden mit jeder Flüssigkeit drei und mehr Versuche angestellt, deren Resultate in der Regel innerhalb eines Grades mit einander übereinstimmten. Die bei den verschiedenen Flüssigkeiten beobachteten Ablenkungen der Multiplicatornadel sind folgende:

Lösung von	schwefelsaur.	Kupferoxyd	18°
-	-	Eisenoxydul	14
-	-	Eisenoxyd	7
-	-	Zinkoxyd	20
-	-	Bittererde	15
-	-	Kali-Thonerde	12
-	-	Natron	17
-	salpetersaur.	Kali	18
-	-	Baryt	14
-	-	Strontian	14

Lösung von weinsaurem Kali	11°
- - kohlensaurem Natron	12
- - phosphorsaurem Natron	16
- - hydrojodsaurem Kali	23
- - oxalsaurem Kali	15
- - chlorsaurem Kali	16
- - chromsaurem Kali	8
- - ätzendem Kali	13
- - - Kalk	11
- - essigsaurem Bleioxyd	17
- - Chlorbarium	15
- - Chlornatrium (Kochsalz)	20
- - Chlorammonium (Salmiak)	18
- - Chlorstrontium	17
- - Platinchlorid	14
- - Zinnchlorür	10
- - Cyaneisenkalium	19
- - weißem Zucker	10
- - Weinsäure	19
- - Oxalsäure	11
Essigsäure	11
Concentrirte Salzsäure	22
Diluirte Salzsäure	15
Concentrirte Salpetersäure	11
Diluirte Salpetersäure	11
Concentrirte Schwefelsäure	20
Schneewasser	2
Alkohol	1
Schneewasser mit 1 Tröpfchen Schwefelsäure	13
- - 2 - -	15
- - 1 - Kochsalz	13
- - 2 - -	15

Alle diese Ablenkungen geschahen in demselben Sinne, und zwar in einem gleichen, als die durch einen bei p in den Multiplicator eintretenden Strom positiver Elektricität erzeugte. Die Entladungen durch Alkohol,

Schneewasser, schwefelsaures Eisenoxyd und chromsaures Kali geschahen nicht ganz vollständig, durch die übrigen Flüssigkeiten aber vollständig.

Um den Einfluß der Stärke der Ladung der Flasche auf die Bewegung der Multiplicatornadel kennen zu lernen, habe ich auf die Lösungen von Kochsalz und von hydrojodsaurem Kali Ladungen von verschiedener Stärke einwirken lassen, und Folgendes gefunden:

Stärke der Ladung 1 2 3 4 5 6 7 8

Ablenkung der Multiplicatornadel.

Bei Kochsalzlö-

sung 5° 10° 15° 20° 25½° 31° 36½° 42°

Bei Lös. v. hydro-

jodsaurem Kali 5 11½ 17 23 29 35 41 47

Was die Ursache der ganzen, in so auffallender Intensitätsverschiedenheit hervortretenden Erscheinung betrifft, so kann sie eine dreifache seyn, nämlich:

- 1) ungleiche Erwärmung der Platindrähte durch den Entladungsschlag, und daraus entspringende Entwicklung von Thermomagnetismus;
- 2) elektrische Polarisirung der Platindrähte;
- 3) elektrische Polarisirung der Flüssigkeit.

Was die erste Ursache, eine ungleiche Erwärmung der Platindrähte, betrifft, so könnte sie, abgesehen von ihrer Möglichkeit an sich bei Drähten von gleichen Dimensionen, hier auch noch darin begründet seyn, daß in meinem Apparate die beiden Platindrähte zufällig von ungleicher Dicke sind. In der That habe ich durch Erkältung des Pfropfens mit dem oberen Platindraht Ablenkungen in gleichem Sinne, wie die angegebenen, von etwa 2°, und durch Erwärmung desselben entgegengesetzte Ablenkungen erhalten. Es kann nicht zweifelhaft seyn, daß dieselben durch eine Entwicklung von Thermomagnetismus zwischen dem oberen Platindraht und dem Kupferdraht *c* (Taf. IV Fig. 8) bewirkt wurden.

Da aber die angewandten Platindrähte ungefähr 0,8 und 0,9 Millimeter dick sind, so kann die durch den Entladungsschlag bewirkte Erwärmung derselben unter den vorhandenen Umständen überhaupt nicht bedeutend genug zur Hervorbringung merklicher Effecte gewesen seyn. Auch erhielt ich Ablenkungen der Multiplicatornadel von 15° und mehr, als statt der Glasröhre Fig. 9 eine andere von nahe gleichen Dimensionen, welche aber unten mit einem 9 Millimeter breiten und 37 Millimeter langen Platinstreifen versehen und mit Kochsalzlösung gefüllt war, gebraucht wurde.

Um über eine etwa erzeugte elektrische Polarität der Platindrähte Gewissheit zu bekommen, habe ich statt der Glasröhre, Fig. 9, zur Aufnahme der Flüssigkeit ein viereckiges Glaskästchen, Fig. 10, angewandt, welches durch einen eingekitteten Glasstreifen in zwei von einander getrennte gleich große Behälter *A* und *B* abgetheilt ist, und auf dessen Rändern die Kupferdrähte *a*, *b*, *c*, *d* befestigt sind. Von diesen Drähten führen *a* und *b* zu den Quecksilberschälchen *o* und *d*, Fig. 8, *c* und *d* aber zu den Schälchen *d* und *m*, Fig. 8; die vollständige Leitung wurde sodann durch zwei doppelt rechtwinklich gebogene, an den Enden eines mit einer kleinen Handhabe versehenen Glasstäbchens befestigte, $\frac{1}{2}$ Millimeter dicke Platindrähte, Fig. 11, bewerkstelligt, deren obere Enden auf die Kupferdrähte *a* und *b*, *c* und *d*, Fig. 10 gelegt wurden, so daß ihre unteren Enden in die Flüssigkeit hinabreichten. Die Behälter *A* und *B* wurden mit einer Kochsalzlösung gefüllt, und die Ladung der Flasche so eingerichtet, daß der durch *A* hindurchgehende Entladungsschlag eine Ablenkung der Multiplicatornadel von 20° hervorbrachte. Als ich dann in einem folgenden Versuch unmittelbar nach erfolgter Entladung der Flasche, wobei jedoch das Drahtende *k*, Fig. 8, nicht in das Schälchen *f* hinabfiel, das System der beiden Platindrähte rasch aus dem Behälter *A* heraushob

und in gleicher Richtung in den Behälter *B* einsetzte, (wodurch ein geschlossener Bogen mit dem Multipliator entstand), sah ich die Nadel nach derselben Seite hin, wie in dem vorhergegangenen Versuche, um 12° ausweichen.

Dieser Erfolg war bei der häufigsten Wiederholung des Versuchs immer derselbe, und ich habe durch eine kleine Abänderung in der Einrichtung des Apparats eben so bestimmt gefunden, das *jeder* der beiden in die Flüssigkeit tauchenden Platindrähte elektrische Polarität annimmt, der, durch welchen die positive Elektrizität der Flasche in die Flüssigkeit eintritt, die positive, der andere die negative. Eine umgekehrte Einsetzung der Platindrähte, Fig. 11, in den Behälter *B*, nachdem sie durch einen Entladungsschlag in *A* polarisch gemacht worden, bewirkte eine entgegengesetzte Ablenkung der Multipliatornadel.

Es ist demnach erwiesen, daß auch die gemeine Elektrizität in Metalldrähten Polarität hervorzurufen vermag; aber es ist immer eine wesentliche Bedingung dabei, daß diese Drähte in einer Flüssigkeit sich befinden, durch welche die Elektrizität hindurchzufließen gezwungen ist. Ich habe sie nie wahrgenommen, wenn der Entladungsbogen bloß aus festen Leitern bestand.

Wenn ich die polarisch gewordenen Drähte in der Flüssigkeit hängen liefs, so nahm ihre Polarität sehr rasch ab und verschwand innerhalb einer bis anderthalb Minuten völlig; wenn ich sie aber nach einem kräftigen Entladungsschlage rasch heraushob und abtrocknete, so war ihre Polarität noch nach einer vollen Stunde stark genug, Ablenkungen von einem Grade und mehr hervorzubringen. Hieraus sowohl, als aus der bedeutenden Verschiedenheit in der Stärke der Polarisirung der Drähte in verschiedenen Flüssigkeiten, welche, wie die angegebenen Beobachtungen zeigen, keinesweges von der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit (welche nur zur raschen

Entladung der Flasche hinreichend seyn muß) abhängig ist, muß man schliessen, daß diese Polarisirung von einer durch die hindurchströmende Elektricität veranlaßten Wirkung der Flüssigkeit auf die Oberfläche der Drähte erzeugt wird. Ich hoffe der Ursache dieser räthselhaften Erscheinung auf einem anderen Wege noch näher zu kommen, und bemerke jetzt nur noch, daß ich auch bei Kupferdrähten dieselbe Polarisirung wie bei Platindrähten, nur in geringerem Grade, wahrgenommen habe; eine solche, in einem, dem oben beschriebenen ähnlichen, mit Kupfervitriollösung gefüllten Glasapparate erzeugt, bewirkte eine Ablenkung der Multiplikatornadel von 7° . Den Versuchen mit Drähten von auflöslichen Metallen stellen indeß die immer dabei eintretenden anomalen galvanischen Wirkungen große Schwierigkeiten in den Weg.

Es war nun noch zu untersuchen, ob etwa auch eine elektrische Polarisirung der Flüssigkeit Antheil an den beobachteten Einwirkungen auf die Multiplikatornadel hatte. Dazu war nichts weiter erforderlich, als, unmittelbar nach geschehener Entladung der Flasche, das Glasstäbchen mit den polarisirten Drähten aus dem Behälter *A*, Fig. 10, herauszunehmen, ein anderes mit nicht polarischen Drähten statt seiner einzusetzen, und dann das Drahtende *k*, Fig. 8, welches bei der Entladung über dem Quecksilberschälchen *f* festgehalten worden, in dasselbe hinabfallen zu lassen. Diesen Versuch habe ich angestellt und sehr oft wiederholt, dabei aber nie die geringste Bewegung der Multiplikatornadel wahrgenommen. Wenn daher eine Polarisirung der Flüssigkeit in dem Behälter *A*, Fig. 10, stattgefunden hätte, so hätte sie wenigstens von ungemein kurzer Dauer seyn müssen. Da ich indessen Gründe hatte, in der Flüssigkeit, nach hindurchgegangenem Entladungsschlage, die Gegenwart freier Elektricität, wenn auch in geringer Menge, zu vermuthen, so habe ich diese mit Hülfe eines Elektros-

troskops zu entdecken gesucht. Obgleich die mir für den Augenblick zu Gebote stehenden elektroskopischen Hilfsmittel nicht von äußerster Empfindlichkeit waren, so habe ich durch sie dennoch mit Leichtigkeit die Gegenwart einer sehr bemerklichen Menge freier positiver Elektricität in der, dem Entladungsschlage ausgesetzt gewesenen Flüssigkeit ermittelt, und zwar war dieselbe keinesweges durch eine einmalige Ableitung fortzuschaffen, sondern es bedurfte wiederholte Ableitungen an verschiedenen Stellen der Flüssigkeit, um sie rasch verschwinden zu lassen.

Was den Ursprung dieser freien Elektricität betrifft, so liegt der Gedanke nicht fern, daß sie von einer, den Wänden des gläsernen Behälters durch den Entladungsschlag mitgetheilten Ladung herrühren möge. Um darüber zur Gewisheit zu kommen, habe ich den Behälter *A*, Fig. 10, ganz mit Metallfolie ausgekleidet, und diese während und nach der Entladung der Flasche ableitend berührt; aber der Erfolg war derselbe, und anscheinend auch die Spannung der entwickelten Elektricität der früher beobachteten gleich. Man könnte nun vermuthen, daß dieselbe ein Residuum von der bei der Entladung der Flasche in die Flüssigkeit eingedrungenen Elektricität sey; aber auch dieses ist nicht anzunehmen, da die Entladung der Flasche dem Anscheine nach vollständig war, und die freie Elektricität sich eben sowohl nach einer länger dauernden Schließung des Entladungsboogens vorfand. Man muß daher wohl glauben, daß sie durch die Einwirkung des Entladungsschlages auf die Flüssigkeit, welcher ohne Zweifel eine beträchtliche locale Verdichtung derselben bewirkt hat, erst hervorgeufen worden sey.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die oben mitgetheilte Tafel der Ablenkungen, so ist schon bemerkt worden, daß bei einigen Flüssigkeiten die Entladung der Flasche nicht ganz vollständig erfolgte, ohne Zweifel aus

dem Grunde, weil dieselben für die kurze, der Entladung gestattete Zeit nicht hinreichende Leitungsfähigkeit besitzen. Aber es ergibt sich aus meinen Versuchen (was auch sonst bereits bekannt ist), daß z. B. dem reinen Wasser, durch einen kaum merklichen Zusatz von einer Säure oder einem Salze, ein sehr bedeutend höherer Grad von elektrischer Leitungsfähigkeit ertheilt wird.

Hinsichtlich der Stärke der an den Platindrähten erzeugten Polarität zeigen die untersuchten Flüssigkeiten ein sehr verschiedenes, nichts weniger als ihrer Leitungsfähigkeit entsprechendes Verhalten. Es scheint vielmehr hauptsächlich ihre chemische Natur in diesen Wirkungen sich auszusprechen. Uebrigens zeigen die Ergebnisse meiner Versuche über die zwischen der Intensität der durch den Entladungsbogen strömenden Elektrizität und der durch sie an den Platindrähten erzeugten Polarität stattfindenden Beziehung, mit Berücksichtigung der Beobachtung, daß die Ablenkungen der Multiplicatornadel wesentlich nur durch einen Impuls von kurzer Dauer hervorgebracht werden, mit Bestimmtheit, daß die letztere der ersteren genau proportional ist.

Ich will diese Mittheilung mit der Angabe einer Fehlerquelle beschließen, welche mich wiederholt, ehe ich sie erkannte, getäuscht hat. Ich habe nämlich zuweilen die Platindrähte, um sie zu reinigen, auf weichem Leder abgerieben, und danach nicht selten, bei dem Einsetzen in die Flüssigkeit, überraschende Ablenkungen der Multiplicatornadel von 30, 40 und mehr Graden wahrgenommen. Eine nähere Untersuchung der Anomalie ergab, daß dieses immer der Fall war, wenn das gebrauchte Leder bereits zum Abreiben anderer Metalle, z. B. der in Quecksilber gestandenen Drahtenden, gedient hatte, wie geringe Spuren von diesen sich auch darauf abgesetzt haben mochten. Es ist dies ein neuer Beweis, wie nothwendig es ist, beim Gebrauch eines empfindlichen Mul-

tiplicators mit der größten Unsicht zu Werke zu gehen, um Irrthümer zu vermeiden.

IV. *Zur Theorie des Galvanismus, mit Bezug auf die Bemerkung des Hrn. Etatsrathes Pfaff über meinen Versuch der abwechselnden Polarität einer galvanischen Kette mit mehreren paarweise verbundenen Zwischenplatten; von G. F. Pohl.*

Der eben genannte Versuch ist in diesen Annalen, Bd. XVI S. 101 umständlich von mir beschrieben und erörtert worden. Für Leser, welchen die dortige Verhandlung nicht gegenwärtig ist, will ich hier nur zuvorst noch das Wesentliche des Erfolgs in wenigen Zeilen angeben.

In einer einfachen Zink-Kupferkette mit etwa 6 Zoll breiten Platten, z und k , zwischen welchen die Flüssigkeit in mehreren Pappscheiben, f , enthalten ist, werden die letzteren etwa durch drei Paar Zwischenplatten von Kupfer, a und α , b und β , c und γ in so viel einzelne Schichten nach folgendem Schema abgesondert:

$z f a f b f c f \gamma f \beta f a f k.$

Schließt man nun die Kette in z und k durch einen um die Magnetnadel geführten Draht, so wird die Nadel wegen der Zwischenlagen zwar schwächer als sonst, aber auf die gesetzliche Weise abgelenkt, und wenn sodann irgend ein Paar der Zwischenplatten eben so durch einen zweiten um eine Magnetnadel geführten Draht verbunden wird, so lenkt dieser die Nadel nach entgegengesetzter Richtung ab, östlich, wenn der erste Draht westliche Ablenkung giebt, und umgekehrt. Das ist ganz in der Ordnung, da auch, nach der gewöhnlichen Ansicht,