In den Verbindungen, welche bis jetzt vorliegen, übernehmen die Metalle die Rolle des Kations und wandern zum negativen Pole. Diefes ist jedoch nicht stets der Fall.

Bei allen sogenannten Doppelsalzen, welche unzersetzt gelöst werden konnten, bildeten die schweren Metalle einen Theil des Anions und wurden zur Anode übergeführt. Meine Aufmerksamkeit richtete sich auf diese Klasse von Elektrolyten durch die auffallenden Ueberführungsverhältnisse, welche mir früh bei den Haloidsalzen des Cadmiums und Zinks entgegentraten und weiter unten besprochen werden. Die Erwartung, hier den Schlüssel zur Deutung zu finden, veranlafte die nähere Untersuchung und hat, wie ich glaube, mich nicht getäuscht.

(Schluß im nächsten Heft.)

II. Ueber die Schlagweite der elektrischen Batterie; von P. L. Rijke.

1. Allgemein nehmen die Physiker an, daß die Schlagweite einer elektrischen Batterie proportional sey der Dichtigkeit der auf ihr angehäuften Elektrizität, und daß man also, wenn δ die elektrische Dichtigkeit und α die Schlagweite bezeichnet, habe:

$$\delta = ad \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

Dieses zuerst von Lane aufgestellte und später von Hrn. Snow Harris bestätigte Gesetz schien gegen allen Einwurf gesichert zu seyn durch die seitdem so berühmt gewordenen Versuche, welche Hr. Riefs in diesen Ann. Bd. 40 S. 332 veröffentlicht hat. Ich bekenne, dafs ich selbst bisher die allgemeine Meinung getheilt habe, und dafs ich allein um mich zu überzeugen, welches Grades von Genauigkeit diese Art von Versuchen fähig seyen, vor einiger Zeit etliche derjenigen wiederholte, auf welche Hr. Riefs

das besagte Gesetz glaubte aufstellen zu können. Diese Versuche sind es, welche mir einige Zweifel an der Genauigkeit des Gesetzes einflößten und mich zu der Vermuthung führten, daß dasselbe wohl nur ein approximatives Gesetz seyn könnte. In der That, als ich die elektrische Dichtigkeit auf eine Einheit bezog, kleiner als die, auf welche dieser selbe Werth in den Versuchen des Hrn. Riefs bezogen worden war, erhielt ich Resultate, welche mit den aus Hrn. Riefs' Gesetze abgeleiteten Zahlen solche Unterschiede zeigten, daß es fast unmöglich war, sie Beobachtungsfehlern zuzuschreiben.

2. Begierig zu wissen, woran ich mich der gefaßten Zweifel wegen zu halten habe, beschloß ich, eine Arbeit über diese wichtige Frage zu unternehmen.

E r s t e M e t h o d e .

3. Die erste Methode, deren ich mich bediente, ist die, welche Hr. Riefs angewandt und in der erwähnten Abhandlung beschrieben hat.

Bei dieser Methode wird bekanntlich nicht allein die Menge der in die Batterie eingeführten Elektrizität, sondern auch die Dichtigkeit der auf der *inneren Belegung* ausgebreiteten Elektrizität gemessen durch die Zahl der Entladungen einer Maafsflasche, welche die aus der äußeren Belegung der Batterie, die zu dem Ende auf einen isolirenden Körper gestellt ist, fortgetriebene Elektrizität aufnimmt.

4. Der isolirende Körper, der die von mir angewandte Batterie trägt, ist ein Schemel mit gehörig gefirniften Glasfüßen. Die Flaschen, aus denen die Batterie besteht, haben Belege, deren Oberfläche etwa 1348 Quadratcentim. beträgt. Die inneren Belege dieser Flaschen sind durch dicke Messingdrähte verbunden, die durch die Messingknöpfe gehen, mit denen der Stiel jeder Flasche versehen ist. Einer dieser Knöpfe trägt eine cylindrische Klemmschraube, in welcher das eine Ende eines Metalldrahtes befestigt ist, der mit seinem anderen Ende einen der Knöpfe eines Funkenmikrometers berührt. Der Draht ist von Neu-

silber, hat einen Durchmesser von $0^{\text{mm}},2$ und eine Länge von $1^{\text{m}},1$. Die äußeren Belege der Flaschen stehen unter sich in Verbindung mittelst eines Stanniolblatts, welches das innere des Kastens bekleidet, in welchen die Flaschen gestellt sind. Durch eine der lothrechten Wände des Kastens geht ein Messingdraht von 6^{mm} Durchmesser. Dieser Draht ist an einem Ende mit dem Stanniolblatt in Berührung, während er am anderen in einer cylindrischen Klemmschraube endigt, in welcher zwei Drähte befestigt sind, von denen der eine zur Maafsflasche führt und der andere mit der zweiten Kugel des Funkenmikrometers verbunden ist. Der erste Draht, welcher von Messing ist, hat einen Durchmesser von $0^{\text{mm}},85$ und eine Länge von $0^{\text{m}},3$; der andere, von Neusilber, ist $0^{\text{mm}},2$ dick und $0^{\text{m}},9$ lang. Die Ränder der Flaschen haben eine Höhe von 10 Centim. und sind gehörig gefirnisset.

5. Die äußere Belegung der Maafsflasche, so wie die Kissen der Elektrisirmaschine communiciren mittelst Messingdrähte von $0^{\text{mm}},8$ Dicke mit einem gleichfalls messingenen Draht von $1^{\text{mm}},3$ Dicke, der sich längs der Wände des Laboratoriums erstreckt und mit einem Ende an ein Pumpenrohr gelöthet ist, welches in einen Brunnen taucht, dessen Wasser mit den Kanälen in Verbindung steht, welche die Stadt in allen Richtungen durchschneiden.

Die Maafsflasche, deren ich mich bediene, ist ähnlich der, welche Hr. Riefs in seiner Abhandlung und in seinem Lehrbuch der Reibungs-Elektricität beschrieben hat. Die äußere Belegung hat eine Fläche von 477 Quadratcent. Die Kugeln haben einen Durchmesser, die eine von $13^{\text{mm}},4$, die andere von $13^{\text{mm}},5$.

6. Der Funkenmikrometer ist nach den Angaben desselben Physikers construirt. Die beiden Kugeln, zwischen welchen man den Funken überspringen läßt, haben einen Durchmesser, die eine von $14^{\text{mm}},0$, die andere von $13^{\text{mm}},9$. Der Gang der Mikrometerschraube beträgt ein halbes Millimeter, und da die Trommel, welche ihren Kopf bildet, in 100 Theile getheilt ist, so folgt, daß das Instrument noch

Zweihundertel eines Millimeters angiebt. Obgleich diese Schraube von einem sehr gewissenhaften Mechaniker, Hrn. Becker, verfertigt worden, so habe ich doch geglaubt, ihren Gang mit der Schraube einer vortrefflichen Theilmaschine aus den Werkstätten des Hrn. Perreaux, dessen seltene Geschicklichkeit allen Physikern bekannt ist ¹⁾, vergleichen zu müssen. Zu dem Ende habe ich auf dem Lineal, welches die Mikrometerschraube in Bewegung setzt, zwei auf einander winkelrechte Striche gezogen, deren Durchschnittspunkt mir als Visirpunkt diente; dann befestigte ich den mikrometrischen Apparat auf der Tafel der Theilmaschine, und stellte das Mikroskop, welches vom Schlitten der Theilmaschine getragen wird, solchergestalt, daß das Bild des Visirpunktes zusammenfiel mit dem Mittelpunkt des Fadenkreuzes, mit dem das Mikroskop versehen ist. Hierauf wurde die Tafel mittelst ihrer Stellschrauben so verschoben, daß die Mikrometerschraube den Visirpunkt bewegte nach einer Geraden, parallel der Axe der Schraube der Theilmaschine. Nach Beendigung dieser Vorbereitungen liefs ich den Kopf der Mikrometerschraube 1, 2, 3 und mehr Umgänge machen, und maß jedesmal die Zahl der Umgänge und deren Bruchtheile, die ich dem Kopf der Theilmaschine ertheilen mußte, damit der Visirpunkt wiederum mit dem Mittelpunkt des Fadenkreuzes zusammenfiel. Auf diese Weise erhielt ich folgende Tafel. In der ersten Columnne *A* findet man die Zahl der von der Mikrometerschraube gemachten Umgänge, in der zweiten (*B*) die Zahl der entsprechenden Umgänge der Schraube der Theilmaschine, in der dritten (*C*) den Werth eines jeden Ganges der Mikrometerschraube, ausgedrückt im Gange der Theilschraube, und in der vierten (*D*) den Unterschied zwischen den Werthen in der vorhergehenden Columnne und dem Mittelwerth 1,0039 des Ganges der Mikrometerschraube.

1) Ich habe mich überzeugt, daß die Gänge der Schraube dieses Instruments nicht über 0mm,002 von einander abweichen.

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	1	1	+0,0039
2	2 + $\frac{3}{250}$	1,012	—0,0081
3	3 + $\frac{2}{250}$	0,996	+0,0079
4	4 + $\frac{3}{250}$	1,004	—0,0001
5	5 + $\frac{6}{250}$	1,012	—0,0081
6	6 + $\frac{5}{250}$	0,996	+0,0079
7	7 + $\frac{6}{250}$	1,004	—0,0001
8	8 + $\frac{9}{250}$	1,012	—0,0081
9	9 + $\frac{12}{250}$	1,012	—0,0081
10	10 + $\frac{10}{250}$	0,992	+0,0119
11	11 + $\frac{15}{250}$	1,020	—0,0161
12	12 + $\frac{19,5}{250}$	0,994	+0,0099
13	13 + $\frac{15}{250}$	1,006	—0,0021
14	14 + $\frac{18,5}{250}$	0,994	+0,0099
15	15 + $\frac{17,5}{250}$	1,016	—0,0121
16	16 + $\frac{20}{250}$	1,010	—0,0061
17	17 + $\frac{19}{250}$	0,996	+0,0079
18	18 + $\frac{19,5}{250}$	1,002	+0,0019
19	19 + $\frac{25,5}{250}$	1,024	—0,0201
20	20 + $\frac{19,5}{250}$	0,976	+0,0279

Die größte Zahl der Columnne *D* ist: 0,0279. Da der Schraubengang der Theilmaschine 0^{mm},498 beträgt, so folgt, daß man bei Anwendung des Funkenmikrometers sicher ist, niemals pro Schraubengang einen über 0^{mm},0138942 hinausgehenden Fehler zu begehen.

7. Meine Experimentirweise war dieselbe, welche Hr. Riefs befolgte. Nachdem das Innere der elektrischen Batterie mit dem Conductor der Elektrisirmaschine verbunden worden, mittelst eines 1^m,3 langen und 6^{mm},0 dicken Messingstabes, der an beiden Enden in Messingkugeln von 18^{mm},0 Durchmesser auslief, und nachdem die Polarflächen des Funkenmikrometers den beabsichtigten Abstand erhalten hatten, setzte man die Scheibe der Elektrisirmaschine in Bewegung und zählte die Zahl von Entladungen der Maafsflasche, welche der Entladung der Batterie vorangingen. Wenn die Entladung der Batterie nicht zusammenfiel mit

einer der Maafsflasche, so wurde die Zeit zwischen beiden Entladungen durch Schätzung bestimmt. Zu dem Ende wurde die Bewegung der Scheibe nicht eher angehalten, als nachdem eine neue Entladung der Maafsflasche auf die Entladung der Batterie gefolgt war. Ehe man zu einem folgenden Versuche schritt, setzte man sowohl bei der Batterie als bei der Maafsflasche die äussere und die innere Belegung auf ein Paar Sekunden mit einander in Verbindung.

Folgendes sind die von mir erhaltenen Resultate.

Erste Reihe.

Die Batterie bestand aus 4 Flaschen. Die Polarflächen der Maafsflasche waren 0^{mm},5 auseinander.

Ordnungszahl.	Schlagweite.	Zahl der Entladungen	
		Beobachtet.	Mittel.
1	^{mm} 0,5	6	
2	„	5	5,5
3	1	10	
4	„	9	9,5
5	1,5	13	
6	„	13	13
7	2	16,3	
8	„	17,5	16,9
9	2,5	20	
10	„	20	20
11	3	22	
12	„	23	22,5
13	3,5	25	
14	„	26,5	25,75
15	4	30,5	
16	„	29	29,75
17	4,5	33	
18	„	33	33
19	5	35	
20	„	36	35,5

Mittelst der vorhergehenden Angaben findet man durch die Methode der kleinsten Quadrate, gemäß dem Princip,

dafs die Summe der Quadrate der *relativen* Fehler ein Minimum seyn müsse, für a (I) den Werth:

$$a = 7,97038.$$

Berechnet man, nach diesem Werth von a , die Anzahl δ der einer jeden Schlagweite entsprechenden Entladungen, so erhält man folgende Tafel:

Schlag- weite.	Zahl der Entladungen		Unter- schied.	Relative Fehler.	
	beobachtet.	berechnet.		1. Potenz.	2. Potenz.
0,5	5,5	3,98	+1,52	+0,275	0,0758
1	9,5	7,97	+1,53	+0,161	0,0259
1,5	13	11,96	+1,04	+0,080	0,0064
2	16,9	15,94	+0,96	+0,057	0,0032
2,5	20	19,93	+0,07	+0,004	0,0000
3	22,5	23,91	—1,41	—0,063	0,0039
3,5	25,75	27,90	—2,25	—0,083	0,0069
4	29,75	31,88	—2,13	—0,072	0,0051
4,5	33	35,87	—2,87	—0,087	0,0075
5	35,5	39,85	—4,35	—0,123	0,0150
				Summa 0,1497	

Die absoluten Werthe der meisten Unterschiede in der vierten Columnne sind zu beträchtlich, als dafs man sie Beobachtungsfehlern zuschreiben könnte. Ueberdies wenn man die Zahlen, welche sie repräsentiren, unter einander vergleicht, gewahrt man bald, dafs der Unterschied bei einem Werthe zu dem bei dem folgenden einem gewissen Gesetze zu unterliegen scheint. In der That sind die äufsersten Zahlen gröfser als die in der Mitte der Columnne liegenden, und überdies sind die ersten Zahlen positiv, die letzten dagegen negativ. Alles dieses kann kein Zufall seyn, um so mehr, als ich eine grofse Zahl von Versuchen gemacht habe und alle analoge Resultate gaben.

9. Da die Formel (I) nicht als eine die Beobachtung genügend darstellende betrachtet werden kann, so drängt

Wie man sieht, wird das Phänomen noch besser durch die Formel (III) vorgestellt, als durch die Formel (II); denn die Summe der Quadrate der Fehler 0,00549 ist hier kleiner als die Zahl 0,00916, welche wir für denselben Werth bei Anwendung der Formel (II) erhielten.

12. Hr. Riefs hatte $\frac{1}{2}$ Linie als Schlagweite seiner Maafsflasche angewandt; ich habe, wie man gesehen, für diesen Abstand $\frac{1}{2}$ Millimeter angenommen. Indem ich so die elektrische Dichtigkeit auf eine Einheit bezog, die fast halb so groß war, als die von meinem berühmten Vorgänger angewandte, ist einleuchtend, daß ich auch die Genauigkeit meiner Resultate in einem umgekehrten Verhältnisse erhöhen mußte. Hiebei kann man mir einwerfen, daß ich in demselben Verhältnisse die Anzahl der Entladungen der Maafsflasche vermehrte und daß dadurch die Polarflächen, zwischen welchen der Funke übersprang, mehr verschlechtert werden mußten, was unausbleiblich einen gewissen Einfluß auf die Ladung ausübte, welche die Maafsflasche vor ihrer Entladung annahm. Wir gingen aber von dem Satze aus, daß eine selbe Zahl von Entladungen einer selben, durch die Maafsflasche gegangenen Elektricitätsmenge entspreche. Ich könnte erwidern, daß wenn ich auch die Funken in größerer Zahl erhielt, sie dagegen von geringerer Intensität waren, und daß wahrscheinlich diese beiden Effecte einander meistens aufhoben. Begierig zu wissen, woran ich sey bei dieser Fehlerquelle, habe ich eine Reihe von Versuchen gemacht, bei welchen ich jedesmal durch eine ziemlich beträchtliche Zahl von Beobachtungen, fünf zum wenigsten, die Zahl von Entladungen der Maafsflasche bestimmte, die einer jeden Schlagweite entsprach. Wenn ich nun zu den Schlagweiten zurückkehrte, mit denen ich begonnen hatte, so mußte ich hinreichende Data erhalten, um beurtheilen zu können, welchen Effect diese wiederholten Entladungen der Maafsflasche hervorbrachten.

Zweite Reihe.

Zahl der Flaschen 4. Schlagweite der Maafsflasche 0^{mm},5.

No.	Schlag- weite. ^{mm}	Zahl d. Entl. d. Maafsfl. beobacht. Mittel.	No.	Schlag- weite. ^{mm}	Zahl d. Entl. d. Maafsfl. beobacht. Mittel.
1	3,5	24,5	36	0,5	6
2	"	25,5	37	"	5,5
3	"	24,3	38	"	6 5,86
4	"	24,4	39	"	6
5	"	25	40	"	5,8
6	"	25 24,86	41	1	10
7	"	25	42	"	9
8	"	25	43	"	9,5 9,66
9	"	25	44	"	9,8
10	"	25	45	"	10
11	3	22,2	46	1,5	13
12	"	22,2	47	"	13
13	"	22 22,18	48	"	13 13,06
14	"	22,2	49	"	13
15	"	22,3	50	"	13,3
16	2,5	19,5	51	2	17
17	"	20	52	"	16,3
18	"	19,5 19,46	53	"	16,5
19	"	19	54	"	16 16,4
20	"	19,3	55	"	16,2
21	2	16,5	56	2,5	19
22	"	16	57	"	20
23	"	16 16,1	58	"	19,8 19,76
24	"	16	59	"	20
25	"	16	60	"	20
26	1,5	13	61	3	22,5
27	"	12,5	62	"	22,3
28	"	13 12,84	63	"	23 22,7
29	"	12,7	64	"	23
30	"	13	65	"	22,7
31	1	9	66	3,5	26
32	"	9	67	"	27
33	"	9,2 9,34	68	"	26 26,2
34	"	9,5	69	"	26
35	"	10	70	"	26

Die eben erhaltenen Resultate lassen sich unter folgende Form bringen:

Schlag- weite.	Mittel der Entladungen der Maafsflasche.	Schlag- weite.	Mittel der Entladungen der Maafsflasche.
0,5	5,86		19,46
	9,34	2,5	19,76
1,0	9,66		22,18
	12,84	3	22,7
1,5	13,06		24,86
	16,1	3,5	26,2
2	16,4		

Für jede Schlagweite, mit Ausnahme der von 0^{mm},5, haben wir die Zahl der Entladungen der Maafsflasche zwei Mal bestimmt, und gefunden, daß bei der zweiten Beobachtung die Zahl der Entladungen ein wenig beträchtlicher war, als bei der ersten. Diefs Resultat läßt sich auf zwei verschiedene Weisen erklären. Man kann annehmen, daß die Verschlechterung der Polarflächen die zur Entladung nothwendige Ladung verringere, und in diesem Falle sind es die Kugeln der Maafsflasche, welche den stärksten Angriff erlitten haben; oder man kann annehmen, daß diese selbe Verschlechterung die zur Entladung erforderliche Ladung vergrößere, und in diesem Falle wären es die Polarflächen des Funkenmikrometers, welche am meisten angegriffen wurden. Wir werden im zweiten Theile dieser Abhandlung sehen, daß man wahrscheinlich bei dieser letzteren Erklärung stehen bleiben muß. Uebrigens steht derselben auch nichts entgegen, denn obwohl die Funken, welche zwischen den Kugeln des Mikrometers überspringen, weniger zahlreich sind als die, welche die Maafsflasche entladen, so überwiegt dagegen ihre Intensität um Vieles die der letzteren. Ich habe übrigens gefunden, daß man den Effect dieser Fehlerquelle sehr verringert, sobald man die Zahl der Beobachtungen, deren Mittel die jeder Schlagweite entsprechende Dichtigkeit giebt, einschränkt.

13. Wie dem auch sei, klar ist, daß man den Effect dieser Unregelmäßigkeiten verringert, wenn man für die zu jeder Schlagweite erforderliche Elektricitäts-Dichtigkeit das Mittel aus den oben gefundenen Zahlen nimmt. So erhält man :

Schlagweite. Zahl d. Entladungen d. Maafsflasche.

0,5	5,86
1	9,5
1,5	12,95
2	16,25
2,5	19,61
3	22,44
3,5	25,53

Durch die Methode der kleinsten Quadrate findet man für a , b , c , e und f folgende Werthe:

$$a = 8,29046$$

$$b = 2,5996 \qquad c = 6,7286$$

$$e = 49,54103 \qquad f = 40,3413$$

Mittelst dieser Constanten habe ich die folgende Tafel berechnet.

Schlagweite	Zahl d. Entlad. d. Maass- flasche beobachtet	Zahlen, erhalten durch Formel (I)				Zahlen, erhalten durch Formel (II)				Zahlen, erhalten durch Formel (III)			
		Zahl d. Entlad. d. Maassflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler		Zahl d. Entlad. d. Maassflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler		Zahl d. Entlad. d. Maassflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler	
				1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz
0,5	5,86	4,15	+1,71	+0,293	0,0856	5,96	-0,12	-0,0177	0,000314	5,90	-0,04	-0,00749	0,0000561
1	9,5	8,29	+1,21	+0,127	0,0161	9,33	+0,17	+0,0180	0,000327	9,48	+0,02	+0,00202	0,0000041
1,5	12,95	12,44	+0,51	+0,040	0,0016	12,69	+0,26	+0,0199	0,000395	12,85	+0,1	+0,00787	0,0000619
2	16,25	16,58	-0,33	-0,020	0,0004	16,06	+0,19	+0,0119	0,000141	16,14	+0,11	+0,00686	0,0000471
2,5	19,61	20,73	-1,11	-0,057	0,0032	19,42	+0,19	+0,0097	0,000093	19,39	+0,22	+0,01120	0,0001254
3	22,44	24,87	-2,43	-0,108	0,0117	22,78	-0,34	-0,0154	0,000237	22,62	-0,18	-0,00804	0,0000647
3,5	25,53	29,02	-3,48	-0,137	0,0186	26,85	-0,62	-0,0243	0,000590	25,84	-0,31	-0,01207	0,0001457
				Summe				0,002097				0,000505	

Man sieht, daß die Formel (III) die Beobachtungen so vollständig repräsentirt, wie man es nur wünschen kann.

14. Bei folgender Reihe wurde die Ladung der Batterie jedes Mal durch eine einzige Beobachtung bestimmt.

Dritte Reihe.

Zahl der Flaschen 4. Schlagweite der Maafsflasche 0^{mm}5.

No.	Schlagweite.	Zahl der Entl. der Maafsfl.	No.	Schlagweite.	Zahl der Entl. der Maafsfl.	No.	Schlagweite.	Zahl der Entl. der Maafsfl.
1	0,5	5,5	16	1	8,5	31	1,5	12,5
2	1	9	17	1,5	12,5	32	2	16,6
3	1,5	13	18	2	16	33	2,5	19
4	2	16	19	2,5	19,5	34	3	22
5	2,5	19,3	20	3	22,5	35	3,5	25,8
6	3	22,5	21	3,5	26	36	4	29
7	3,5	25,2	22	4	29	37	3,5	25,3
8	4	28,5	23	3,5	25,5	38	3	23
9	3,5	25,5	24	3	23	39	2,5	19,5
10	3	21,8	25	2,5	19,3	40	2	16
11	2,5	19,5	26	2	16	41	1,5	13
12	2	15,5	27	1,5	12,3	42	1	9,5
13	1,5	12,5	28	1	9	43	0,5	5,2
14	1	8,3	29	0,5	5,5			
15	0,5	5,5	30	1	9			

Diese Resultate lassen sich folgendermaßen repräsentiren:

0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
5,5	9	13	16	19,2	22,5	25,2	
5,5	8,3	12,5	15,5	19,5	21,8	25,5	28,5
5,5	8,5	12,5	16	19,5	22,5	26	
5,5	9	12,3	16	19,3	23	25,5	29
5,5	9	12,5	16,6	19	22	25,8	
5,2	9,5	13	16	19,5	23	25,3	29
5,45	8,88	12,63	16,01	19,42	22,46	25,66	28,83

Die erste Horizontalcolumn enthält die Schlagweiten, und unter jeder Schlagweite findet man die beobachteten Dichtigkeiten. Die letzte Zeile enthält die Mittel.

Man sieht, daß die Art, wie die Formel (III) die Beobachtungen ausdrückt, kaum etwas zu wünschen übrig läßt.

15 In der folgenden Reihe machte man die Schlagweiten kleiner.

Vierte Reihe.

Zahl der Flaschen 4. Schlagweite der Maafsflasche 0^{mm},5.

No.	Schlagweite.	Zahl der Entl. der Maafsfl.	No.	Schlagweite.	Zahl der Entl. der Maafsfl.	No.	Schlagweite.	Zahl der Entl. der Maafsfl.
	^{mm}			^{mm}			^{mm}	
1	0,1	2	8	0,8	8,2	15	0,6	7
2	0,2	3	9	0,9	9,1	16	0,5	6
3	0,3	4	10	1	10	17	0,4	5
4	0,4	5	11	1	10,2	18	0,3	4,2
5	0,5	6	12	0,9	9	10	0,2	3,2
6	0,6	6,7	13	0,8	8	20	0,1	2
7	0,7	7,3	14	0,7	7,5			

Ordnet man diese Resultate wie vorhin (14), so findet man:

0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
2	3	4	5	6	6,7	7,3	8,2	9,1	10
2	3,2	4,2	5	6	7	7,5	8	9	10,2
2	3,1	4,1	5	6	6,85	7,4	8,1	9,05	10,1

Für a , b , c , e und f fand ich die Werthe:

$$a = 11,626$$

$$b = 1,19065 \quad c = 9,0906$$

$$e = 35,1059 \quad f = 65,1259$$

Mittelst dieser Werthe berechnete ich die folgende Tafel:

Schlagweite	Zahl d. Entlad. d. Maassflasche beobachtet	Zahlen, erhalten durch Formel (I)				Zahlen, erhalten durch Formel (II)				Zahlen, erhalten durch Formel (III)			
		Zahl d. Entlad. d. Maassflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler		Zahl d. Entlad. d. Maassflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler		Zahl d. Entlad. d. Maassflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler	
				1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz
0,1	2	1,16	+0,84	+0,419	0,1751	2,10	-0,1	-0,0498	0,00249	2,04	-0,04	-0,0200	0,000401
0,2	3,1	2,33	+0,77	+0,250	0,0625	3,01	+0,09	+0,0294	0,00087	3,1	0	-0,0008	0,000001
0,3	4,1	3,49	+0,61	+0,149	0,0223	3,92	+0,18	+0,0444	0,00197	4,05	+0,05	+0,0125	0,000155
0,4	5	4,65	+0,35	+0,070	0,0049	4,83	+0,17	+0,0346	0,00120	4,95	+0,05	+0,0108	0,000117
0,5	6	5,81	+0,19	+0,031	0,0010	5,74	+0,16	+0,0440	0,00194	5,82	+0,18	+0,0305	0,000933
0,6	6,85	6,98	-0,13	-0,018	0,0003	6,65	+0,20	+0,0299	0,00090	6,67	+0,18	+0,0261	0,000679
0,7	7,4	8,14	-0,74	-0,100	0,0099	7,55	-0,15	-0,0208	0,00043	7,52	-0,12	-0,0156	0,000244
0,8	8,1	9,30	-1,21	-0,148	0,0220	8,46	-0,36	-0,0448	0,00201	8,35	-0,25	-0,0312	0,000973
0,9	9,05	10,46	-1,41	-0,156	0,0244	9,37	-0,32	-0,0356	0,00127	9,18	-0,13	-0,0148	0,000219
1,0	10,1	11,62	-1,53	-0,151	0,0228	10,28	-0,18	-0,0179	0,00032	10,01	+0,09	+0,0088	0,000077
		Summe		0,3454				0,01340				0,003799	

16. Die folgende Reihe wurde mit einer Batterie von einer größeren Anzahl Flaschen erhalten. Sie hatten fast dieselben Dimensionen wie die Flaschen der Batterie, deren ich mich bisher bediente.

Fünfte Reihe.

Zahl der Flaschen 9. Schlagweite der Maafsflasche 0^{mm},5.

No.	Schlag- weite.	Zahl der Entl. der Maafsfl.	No.	Schlag- weite.	Zahl der Entl. der Maafsfl.	No.	Schlag- weite.	Zahl der Entl. der Maafsfl.
	mm			mm			mm	
1	0,2	7	16	2	39,5	31	3	55
2	0,4	11	17	1,5	31	32	3,5	64
3	0,6	15,5	18	1	21,5	33	4	71
4	0,8	18	19	0,8	19	34	4	72
5	1	22	20	0,6	15,2	35	3,5	65
6	1,5	31	21	0,4	10,5	36	3	55,5
7	2	39	22	0,2	8	37	2,5	48
8	2,5	47	23	0,2	7	38	2	40,5
9	3	54	24	0,4	11,5	39	1,5	33
10	3,5	63	25	0,6	15,3	40	1	23,5
11	4	70,7	26	0,8	18,5	41	0,8	20,5
12	4	70	27	1	22,5	42	0,6	16
13	3,5	62	28	1,5	30	43	0,4	10,5
14	3	54	29	2	39	44	0,2	6,7
15	2,5	48	30	2,5	47			

Diese Resultate lassen sich folgendermassen ordnen:

0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
7	11	15,5	18	22	31	39	47	54	63	70,7
8	10,5	15,2	19	21,5	31	39,5	48	54	62	70
7	11,5	15,3	18,5	22,5	30	39	47	55	64	71
6,7	10,5	16	20,5	23,5	33	39,5	48	55,5	65	72
7,17	10,87	15,5	19,0	22,37	31,25	39,37	47,5	54,62	63,5	70,92

Für a , b , c , e und f habe ich folgende Werthe gefunden:

$$a = 20,915$$

$$b = 4,0055$$

$$c = 17,5199$$

$$e = 209,003$$

$$f = 275,44$$

Mittelst dieser Constanten berechnete ich nachstehende Tafel:

Schlagweite	Zahl d. Entlad. d. Maasflasche beobachtet	Zahlen, erhalten durch Formel (I)				Zahlen, erhalten durch Formel (II)				Zahlen, erhalten durch Formel (III)			
		Zahl d. Entlad. d. Maasflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler		Zahl d. Entlad. d. Maasflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler		Zahl d. Entlad. d. Maasflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler	
				1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz
0,2	7,17	4,18	+ 2,99	+ 0,417	0,1735	7,51	- 0,34	- 0,0473	0,00224	7,27	- 0,1	- 0,0136	0,00018
0,4	10,87	8,37	+ 2,50	+ 0,230	0,0531	11,01	+ 0,14	+ 0,0132	0,00017	11,30	- 0,43	- 0,0395	0,00156
0,6	15,5	12,55	+ 2,95	+ 0,190	0,0362	14,52	+ 0,98	+ 0,0634	0,00402	14,99	+ 0,51	+ 0,0332	0,00110
0,8	19	16,73	+ 2,27	+ 0,119	0,0142	18,02	+ 0,98	+ 0,0515	0,00265	18,53	+ 0,47	+ 0,0245	0,00060
1	22,37	20,91	+ 1,36	+ 0,065	0,0042	21,53	+ 0,84	+ 0,0378	0,00143	22,01	+ 0,36	+ 0,0161	0,00026
1,5	31,25	31,37	- 0,12	- 0,004	0,0000	30,29	+ 0,96	+ 0,0309	0,00095	30,55	+ 0,70	+ 0,0224	0,00050
2	39,37	41,83	- 1,46	- 0,062	0,0039	39,05	+ 0,32	+ 0,0082	0,00007	38,98	+ 0,39	+ 0,0098	0,00010
2,5	47,5	52,29	- 4,79	- 0,101	0,0102	47,81	- 0,31	- 0,0064	0,00004	47,37	+ 0,13	+ 0,0027	0,00001
3	54,62	62,74	- 8,12	- 0,149	0,0221	54,57	+ 0,05	- 0,0010	0,00000	55,73	- 1,11	- 0,0204	0,00041
3,5	63,5	73,20	- 9,7	- 0,153	0,0233	65,33	- 1,83	- 0,0287	0,00083	64,08	- 0,58	- 0,0091	0,00008
4	70,92	83,66	- 12,74	- 0,180	0,0323	74,09	- 3,17	- 0,0446	0,00199	72,41	- 1,49	- 0,0210	0,00044
				Summe	0,3730				0,01430				0,00524

17. Der folgende Versuch wurde in der Absicht gemacht, zu untersuchen, ob die Formel (III) die Beobachtungen noch gehörig vorstellen werde, wenn die Metallflächen, zwischen welchen man den Funken überspringen läßt, nicht mehr aus Kupfer bestehen. Zu dem Ende ersetzte ich am Funkenmikrometer die Kupferkugeln durch Messingkugeln, von denen die eine 16^{mm},2 und die andere 16^{mm},8 im Durchmesser hielt. Ich bekam die folgende Reihe:

Sechste Reihe:

Zahl der Flaschen 4. Schlagweite der Maafsflasche 0^{mm},5.

No.	Schlag- weite. ^{mm}	Zahl der Entl. der Maafsfl.	No.	Schlag- weite. ^{mm}	Zahl der Entl. der Maafsfl.	No.	Schlag- weite. ^{mm}	Zahl der Entl. der Maafsfl.
1	0,5	5	6	3	22,5	11	2,5	19,5
2	1	9	7	3,5	25,8	12	2	16,5
3	1,5	13	8	4	29	13	1,5	13
4	2	16	9	3,5	26	14	1	9,5
5	2,5	19,5	10	3	23	15	0,5	5,6

Diese Resultate lassen sich unter folgender Form aufstellen:

0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
5	9	13	16	19,5	22,5	25,8	29
5,6	9,5	13	16,5	19,5	23	26	
5,3	9,25	13	16,25	19,5	22,75	25,9	29

Für a , b , c , e und f fand ich folgende Werthe:

$$a = 8,1062$$

$$b = 1,97088 \qquad c = 6,98626$$

$$e = 36,11604 \qquad f = 46,18464$$

Mittelst dieser Constanten berechnete ich folgende Tafel:

Schlagweite	Zahl d. Entlad. d. Maasflasche beobachtet	Zahlen, erhalten durch Formel (I)				Zahlen, erhalten durch Formel (II)				Zahlen, erhalten durch Formel (III)			
		Zahl d. Entlad. d. Maasflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler		Zahl d. Entlad. d. Maasflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler		Zahl d. Entlad. d. Maasflasche berechnet	Unterschied	Relative Fehler	
				1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz
0,5	5,3	4,05	+1,25	+0,235	0,0554	5,46	+0,16	-0,0309	0,00096	5,44	-0,14	-0,0266	0,00071
1	9,25	8,11	+1,14	+0,124	0,0153	8,96	+0,29	+0,0317	0,00100	9,07	+0,18	+0,0192	0,00037
1,5	13	12,16	+0,84	+0,065	0,0042	12,45	+0,55	+0,0423	0,00179	12,57	+0,43	+0,0328	0,00108
2	16,25	16,21	+0,04	+0,002	0,0000	15,94	+0,31	+0,0189	0,00036	16,03	+0,22	+0,0135	0,00018
2,5	19,5	20,27	-0,77	-0,039	0,0015	19,44	+0,06	+0,0032	0,00001	19,47	+0,03	+0,0017	0,00000
3	22,75	24,32	-1,57	-0,069	0,0048	22,94	-0,19	-0,0083	0,00007	22,89	-0,14	-0,0062	0,00004
3,5	25,9	28,37	-2,47	-0,095	0,0091	26,42	-0,52	-0,0202	0,00041	26,31	-0,41	-0,0158	0,00025
4	29	32,42	-3,42	-0,018	0,0139	29,92	-0,92	-0,0316	0,00100	29,72	-0,72	-0,0249	0,00062
				Summe 0,1042				0,00560				0,00325	

Der größte Fehler, den man bei Anwendung der Formel (III) erhält, ist 0,0328. Wie mir scheint, kann man bei dieser Gattung von Beobachtungen gar keinen höheren Grad von Genauigkeit erwarten.

18. Bekanntlich hat Hr. Riefs geglaubt, aus einigen seiner Versuche folgern zu dürfen, daß die Formel (I) selbst in dem Fall anwendbar sey, wo der Körper, zwischen denen man den Funken einschlagen läßt, nicht mehr von Kugelgestalt ist. Ich wünschte natürlich diese Versuche zu wiederholen und habe zu dem Ende ein Mikrometer von ähnlichen Körpern angewandt, wie deren sich der gelehrte Berliner Physiker bediente. Ich muß gestehen, daß ich von diesen Versuchen im Allgemeinen nur mittelmäßig befriedigt wurde. Nur ausnahmsweise gelang es mir, vergleichbare Resultate zu erhalten. Wenn es jedoch geschah, schmiegt sich die erhaltenen Resultate immer besser der Formel (III) als der Formel (I) an.

Folgendes sind unter anderen die Resultate, welche ich erhielt, als ich den Funken zwischen zwei lothrechten und einander parallelen Kupferplatten überspringen liefs. Die Platten hielten 35^{mm},0 im Durchmesser und waren 2^{mm} dick.

Siebente Reihe.

Zahl der Flaschen 4. Schlagweite der Maafsflasche 0^{mm},5.

No.	Schlag- weite. mm	Zahl der Entl. der Maafsfl.	No.	Schlag- weite. mm	Zahl der Entl. der Maafsfl.	No.	Schlag- weite. mm	Zahl der Entl. der Maafsfl.
1	0,5	4,7	9	4	31,2	17	0,5	4,5
2	1	9,4	10	3,5	28	18	1	9,3
3	1,5	13	11	3	24	19	1,5	13
4	2	17	12	2,5	20,7	20	2	16,5
5	2,5	20,3	13	2	17	21	2,5	20,5
6	3	24,3	14	1,5	13	22	3	24,7
7	3,5	28	15	1	9,3	23	3,5	28
8	4	31	16	0,5	5	24	4	31,3

Diese Resultate lassen sich folgendermaßen anordnen:

0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
4,7	9,4	13	17	20,3	24,3	28	31
5	9,3	13	17	20,7	24	28	31,2
4,5	9,3	13	16,5	20,5	24,7	28	31,3
4,73	9,33	13	16,83	20,5	24,33	28	31,17

Für a , b , c , e und f habe ich folgende Werthe gefunden:

$$a = 8,4225$$

$$b = 0,97056$$

$$c = 7,8228$$

$$e = 17,5459$$

$$f = 60,2735$$

Mittelst dieser Constanten berechnete ich folgende Tafel

19. Aus allem Bisherigen scheint mir der Schluß erlaubt, daß von den drei Formeln (I) (II) (III) die letztere am getreuesten die angeführten Beobachtungen wiedergiebt. In der That, will man die Richtigkeit der Formel (I) aufrecht halten, so muß man Beobachtungsfehler zugeben, die zu begehen der unerfahrenste Physiker nicht fähig ist; und was die Formel (II) betrifft, deren Annahme zwar nicht die Zulassung so beträchtlicher Beobachtungsfehler mit sich führen würde, so ist es doch nicht minder gewiß, daß diese Fehler diejenigen übertreffen, die man bei Annahme der Formel (III) einräumen muß. Anlangend die Unterschiede, die man zwischen den beobachteten und den nach dieser letzten Formel berechneten Entladungen antrifft, so wird man ohne Zweifel bemerkt haben, daß sie im Allgemeinen unterhalb der Unterschiede liegen, welche die verschiedenen Entladungen für eine und dieselbe Entladung, der Beobachtung nach, unter einander darbieten. Unglücklicherweise lehrt die Geschichte der Wissenschaft, daß man niemals im Voraus sicher seyn kann, daß eine Experimentirmethode, wie streng sie auch zu seyn scheint, nicht nach der einen oder anderen Seite hinneige. Auch sehen wir die in der Achtung der gelehrten Welt am höchsten stehenden Physiker der Richtschnur folgen, ein Gesetz nicht eher für constant zu halten, als bis es wenigstens nach zwei möglichst verschiedenen Verfahrensarten erlangt worden ist. Demgemäß würde ich, selbst in dem Fall, daß mir die angewandte Methode gegen jeden Einwurf gesichert erschienen wäre, doch versucht haben, eine zweite Methode aufzufinden, die zur Controle der von der ersten gelieferten Resultate hätte dienen können. Allein man kann nicht umhin, Zweifel an der vollen Richtigkeit der angewandten Methode zu erheben. In der That nimmt man an, daß die Elektricitätsmengen, welche die äußere Belegung der Batterie verlassen, proportional sind den Zahlen der mit der Maafsflasche erhaltenen Entladungen. Diese Voraussetzung kann aber, wie schon Hr. Riefs bemerkt, nicht ganz genau seyn, weil die Maafsflasche, nachdem sie zum ersten Male

entladen worden ist, nicht mehr dieselbe Elektrizitätsmenge erfordert, um eine zweite Entladung zu geben. Nach der ersten Entladung ist in der Maafsflasche eine gewisse Elektrizitätsmenge zurückgeblieben, der Rückstand, und um die zweite Entladung zu erhalten, reicht es hin, die Ladung durch eine Elektrizitätsmenge zu *vervollständigen*, die offenbar geringer ist als die, welche die erste Ladung ausmachte. Wollte man diese Fehlerquelle in Rechnung ziehen, so müßte man jede Anzahl von Entladungen der Maafsflasche um eine Gröfse $= 0,18$ vermehren.

Die Arbeiten verschiedener Physiker, besonders die des Hrn. Kohlrausch ¹⁾, haben uns gelehrt, dafs man bei der Ladung einer Leidner Batterie zwei Ladungen unterscheiden mufs, die disponible und die latente, wie Hr. Kohlrausch dieselben nennt. Was suchen wir nun? Ist es das Gesetz, welches die Schlagweite knüpft an die gesammte Elektrizitätsmenge, mit der die Flasche geladen ist, oder ist es dasjenige, welches die Schlagweite verknüpft mit der Elektrizitätsmenge, von welcher die elektroskopische Kraft des Apparats abhängt?

Offenbar ist es das letztere Gesetz, welches wir zu finden wünschen, desto mehr, da es von Hrn. Kohlrausch bewiesen worden ist, dafs der elektromagnetische Effect der Entladung einer Leidner Flasche proportional ist der elektroskopischen Kraft derselben. Wenn man nun folgwiese verschiedene Elektrizitätsmengen in eine Batterie einführt, so wird der Theil jeder Ladung, welcher in den latenten Zustand übergeht, nach Hrn. Kohlrausch proportional seyn der totalen Ladung, allein blofs in dem Fall, wo die Bildung der latenten Ladung in derselben Zeit geschieht. Unglücklicherweise wächst in den vorstehenden Versuchen die zur Ladung der Batterie nöthige Zeit mit der Ladung, und daraus folgt, dafs bei den höheren Ladungen ein relativ beträchtlicherer Theil in den latenten Zustand übergeht. Einleuchtend ist aber, dafs die eben bezeichnete Fehlerquelle zum Resultate haben mufs, für die elektrische Dichtigkeit

1) Diese Ann. Bd. XCI, S 56 und 179.

der disponiblen Ladung zu grofse Werthe zu geben, und dafs die Unterschiede in einer rascheren Progression wachsen, als die der Werthe, welche die Zahlen der Entladungen der Maafsflasche vorstellen.

Zweite Methode.

20. Die vorstehenden Betrachtungen mufsten mich natürlich dahin führen, eine Untersuchungsmethode einzuschlagen, welche eine directe Bestimmung der disponiblen Ladung der Batterie in demselben Moment verstattete, wo der Funke zwischen den beiden Polen des Mikrometers überspringt. Um diese Bestimmung zu bewerkstelligen, wählte ich das Sinuselektrometer, wie es von Hrn. Kohlrausch vervollkommenet worden ist. Ich verdanke das angewandte Instrument Hrn. Kohlrausch selbst, der die Güte hatte, es unter seinen Augen von Hrn. Schubarth in Marburg machen zu lassen. Das Instrument, welches Hr. Kohlrausch mir zukommen liefs, weicht wenig ab von dem, welches Derselbe in diesen Ann. Bd. 88 S. 497 beschrieben und in Fig. 7 Taf. IV desselben Bandes abgebildet hat. Die Verschiedenheit besteht in Folgendem: Der Stift *a* ist fortgelassen, während der untere Theil des Stiftes *d*, statt eine konische Form zu haben, einen Cylinder darstellt, der durch einen Ring geht, an welchem mittelst eines Scharniers der Metalldraht befestigt ist, der mit der inneren Belegung der Batterie in Verbindung steht. Der Stift dreht sich frei in dem Ringe, welcher getragen wird von einer Messingkugel, die an das untere Ende des Stiftes angeschraubt wird. Der mittlere Theil dieses Stiftes ist umhüllt von einer Schellackmasse, die befestigt ist in einem an der Messingscheibe *g* sitzenden abgestumpften Kegel. Der abgestumpfte Kegel dreht sie in einem anderen, gleichfalls abgestumpften, und am getheilten Kreise *k* befestigten Kegel.

Die Anwendung des Sinuselektrometers bot mir noch einen anderen Vortheil dar, den nämlich: sehr schwache Ladungen mit Genauigkeit messen zu können. Da nun die Curve, welche die Ladungen in Function der Schlagweiten

darstellt, die stärkste Krümmung nahe beim Anfange der Coordinaten haben muß, so konnte ich hoffen, durch Messung der, sehr kleinen Schlagweiten entsprechenden, Ladungen, alle Unsicherheit in Betreff der Ueberlegenheit der Formel (III) über die Formel (II) zu entfernen. Freilich geht diese Ueberlegenheit schon aus den mitgetheilten Versuchen hervor. Indefs, wenn für die Annahme der Formel (III) keine andere Betrachtung stritte, als die, welche hervorgeht aus den Unterschieden, die man zwischen den, diesen beiden Formeln entsprechenden, Summen der Quadrate der relativen Fehler bemerkt, so, glaube ich, würden viele Physiker geneigt seyn, der Formel (II), wegen der Einfachheit, welche sie für die Rechnung darbietet, den Vorzug zu geben.

Wenn man die Schlagweiten, welche sehr schwachen Ladungen entsprechen, messen will, so muß der Metalldraht, der das Mikrometer mit der inneren Belegung der Batterie verknüpft, noch dünner seyn als der, welcher zu den vorhergehenden Versuchen diente. Denn da die Erschütterungen der Elektrisirmaschine sich der elektrischen Batterie mittheilen, so überträgt der besagte Draht dieselben auf den Pol des mikrometrischen Apparats, in welchem er endigt. Der Pol nimmt in Folge deß einen oscillatorischen Zustand an, welcher die Schlagweite fortwährend schwankend macht. Obwohl es unmöglich ist, diese Fehlerquelle ganz fortzuschaffen, so leuchtet jedoch ein, daß, *caeteris paribus*, die Schwankungen desto kleiner seyn werden, je dünner der genannte Draht ist. Der Draht, dessen ich mich bediente, hielt $0^{\text{mm}},1$ im Durchmesser und $0^{\text{m}},51$ in Länge. Er war von Kupfer.

21. Mein Verfahren war folgendes: Nachdem ich den getheilten Kreis des Elektrometers, so wie die äußere Belegung der Batterie durch Messingdrähte von $0^{\text{mm}},7$ Dicke und $0^{\text{m}},65$ Länge in Verbindung gesetzt hatte mit dem Metalldraht, dessen eines Ende (5) verbunden war mit dem Wasser des Brunnens, begann ich, die innere Belegung zu vereinigen einerseits mit dem Elektrometer, andererseits

mit einem der Pole des Funkenmikrometers, und zwar mittelst des im vorhergehenden Paragraphen beschriebenen Drahtes. Hierauf stellte ich den Cylinder des Elektrometers auf den Theilstrich, welcher dem Winkel entsprach, den die Magnetnadel mit dem gebogenen Messingarm machen muß, und indem ich nun die Bodenplatte drehte, notirte ich den Theilstrich, auf welchem er stand, als die Gesichtslinie die verlangte Richtung hatte. Nach diesen Vorbereitungen schritt ich zur Bestimmung des Nullpunktes des mikrometrischen Apparates. Unter diesem Nullpunkt verstehe ich den Theilstrich der Trommel, welchem die Visirlinie entspricht, wenn die Kugeln in Contact sind. Wenn die Beobachtung zu Ende ist, bestimme ich abermals den Nullpunkt. Weichen die erhaltenen Zahlen nur sehr von einander ab, so nehme ich das Mittel aus ihnen. Nachdem der Nullpunkt bestimmt ist, drehe ich die Schraube, bis die beiden Polarflächen den verlangten Abstand haben, und nun schreite ich zu der eigentlichen Beobachtung. Während ein Gehülfe die Scheibe der Elektrisirmaschine langsam dreht, folge ich, indem ich die Bodenplatte drehe, der progressiven Bewegung der Magnetnadel, bis ein plötzlicher Rückgang mir anzeigt, daß sich die Batterie entladen hat. Der Winkel, den die Bodenplatte beschrieben hat, ist offenbar gleich dem Winkel, welchen die Magnetnadel im Momente der Entladung mit dem Meridian macht, und die Quadratwurzel aus dem Sinus dieses Winkels ist proportional der elektrischen Ladung der Batterie. Als Einheit der Ladung nahm ich die, welche die Magnetnadel winkeltrecht gegen den magnetischen Meridian stellen würde, wenn der Winkel zwischen der Axe dieser Nadel und dem gebogenen Arm 5° war.

22. Ich will nun eine Reihe von Beobachtungen vortragen, die alle mit einer Batterie von 9 Flaschen angestellt sind. Die Batterie von 4 Flaschen konnte ich dabei nicht anwenden, weil dieselbe sich zu rasch entlud und dadurch die Magnetnadel eine Oscillationsbewegung annahm, die

mich hinderte, ihre Ablenkung auch nur annähernd zu bestimmen.

Achte Reihe.

Mittelpunkt des Mikrometers vor dem Versuch = 87,5

nach dem Versuch = 87,5

Mittel = 87,5.

Winkel zwischen dem gebogenen Messingarm und der Magnetnadel = 5° . Lage des nicht geladenen Elektrometers:

= $153^{\circ} 28'$

31'

31'

Mittel = $153^{\circ} 31'$.

No.	Lage des Mikrom.	Schlagweite. mm	Lage des beobachtete.	Elektrometers, mittlere.	Ablenkung der Magnetnadel.
1	83	0,0225	155° 56		
2	"	"	48	155° 52'	2° 22'
3	78	0,0475	158 58	159 0' 30"	5° 30' 30"
4	"	"	159 3		
5	73	0,0725	161 8	161 25' 30"	7° 55' 30"
6	"	"	43		
7	"	"	46	161 45'	8° 15'
8	"	"	44		
9	78	0,0475	158 40	158 47'	5° 17'
10	"	"	54		
11	83	0,0225	155 54	155 54'	2° 24'
12	"	"	54		

Diese Resultate können so geordnet werden:

	0mm,0225	0mm,0475	0mm,0725
	2° 22'	5° 30' 30"	7° 55' 30"
	2 24	5 17	8 15
Mittel	2° 23'	5° 23' 45"	8° 5' 15"

Mit Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate erhielt ich für a , b , c , e und f folgende Werthe:

$$a = 6,235973$$

$$b = 0,126717$$

$$c = 3,54488$$

$$e = 1,831595$$

$$f = 1,89869$$

Mittelst dieser Constanten berechnete ich die folgende Tafel:

Schlagweite mm	Elektrische Dichtigkeit beobachtet	Zahlen, erhalten durch Formel (I)				Zahlen, erhalten durch Formel (II)				Zahlen, erhalten durch Formel (III)			
		Elektrische Dichtigkeit berechnet	Unterschied	Relative Fehler		Elektrische Dichtigkeit berechnet	Unterschied	Relative Fehler		Elektrische Dichtigkeit berechnet	Unterschied	Relative Fehler	
				1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz
0,0225	0,20392	0,14031	+0,06361	+0,31195	0,09731	0,20648	—0,00254	—0,01253	0,00016	0,20539	—0,00144	—0,00698	0,000049
0,0475	0,30665	0,29621	+0,01044	+0,03406	0,00116	0,29510	+0,01155	+0,03766	0,00142	0,30213	+0,00452	+0,01474	0,000217
0,0725	0,37508	0,45211	—0,07703	—0,17037	0,02903	0,38372	—0,00864	—0,02304	0,00053	0,37785	—0,00177	—0,00733	0,000054
				Summe 0,12750				0,00211				0,000320	

Neunte Reihe.

Nullpunkt des Mikrometers vor dem Versuch = 89

nach dem Versuch = 87

Mittel = 87.

Winkel zwischen dem gebogenen Messingarm und der
Magnetnadel = 5° . Lage des nicht geladenen Elektrometers= $153^\circ 36'$

= 34

Mittel = $153^\circ 35'$.

No.	Lage des Mikrom.	Schlag- weite. <small>mm</small>	Lage des beobachtete.	Elektrometers, mittlere.	Ablenkung der Magnetnadel.
1	82	0,025	156° 24		
2	"	"	22	156° 23'	2° 48'
3	77	0,05	159 33		
4	"	"	30	159 31 30"	5 56 30"
5	72	0,075	162 2		
6	"	"	38	162 20	8 45
7	67	0,1	165 22		
8	"	"	31	165 26 30	11 51 30
9	"	"	22		
10	"	"	38	165 30	11 55
11	72	0,075	162 15		
12	"	"	22	162 18 30	8 43 30
13	77	0,05	159 12		
14	"	"	31	159 21 30	5 46 30
15	82	0,025	156 25		
16	"	"	27	156 26	2 51

Diese Resultate lassen sich folgendermassen ordnen:

0mm,025	0mm,05	0mm,75	0mm,1
2° 48'	5° 56' 30"	8° 45'	11° 51' 30"
2 51	5 46 30	8 43 30	11 55
2° 49' 30"	5° 51' 30"	8° 44' 15"	11° 53' 15"

Für a , b , c , e und f erhielt ich folgende Werthe:

$$a = 5,554949$$

$$b = 0,146851 \quad c = 3,190616$$

$$e = 1,9613035 \quad f = 1,008691$$

Zehnte Reihe.

Nullpunkt des Mikrometers vor dem Versuch = 50,4

nach dem Versuch = 51,2

Mittel = 50,8.

Winkel zwischen dem gebogenen Messingarm und der
Magnetnadel = 5°. Lage des nicht geladenen Elektrometers

= 154° 15'

13'

8'

Mittel = 154° 12'.

No.	Lage des Mikrom.	Schlag- weite. mm	Lage des beobachtete.	Elektrometers, mittlere.	Ablenkung der Magnetnadel.
1	45	0,029	156° 58		
2	"	"	157 6	157° 0' 40"	2° 48' 40"
3	"	"	156 58		
4	40	0,054	159 30		
5	"	"	40	159 32 40	5 20 40
6	"	"	28		
7	30	0,104	164 26		
8	"	"	42	164 35 20	10 23 20
9	"	"	38		
10	20	0,154	170 45		
11	"	"	34	170 43	16 31
12	"	"	50		
13	10	0,204	177 44		
14	"	"	178 0	177 51 40	23 39 40
15	"	"	177 51		
16	90	0,304	196 29		
17	"	"	51	196 50	42 38
18	"	"	197 10		
19	10	0,204	177 40		
20	"	"	178 12	177 57 40	23 45 40
21	"	"	178 1		
22	20	0,154	171 14		
23	"	"	12	171 8	16 56
24	"	"	170 58		

No.	Lage des Mikrom.	Schlagweite. mm	Lage des Beobachtete.	Elektrometers. Mittlere.	Ablenkung der Magnetnadel
25	30	0,104	165	0	
26	"	"	26	165 2	10 50
27	"	"	164	40	
28	40	0,054	159	41	
29	"	"	42	159 39	5 27
30	"	"	34		
31	45	0,029	156	54	
32	"	"	157	8 157 2	2 50
33	"	"	157	4	

Diese Resultate lassen sich folgendermaßen ordnen:

0 ^{mm} ,029	0 ^{mm} ,054	0 ^{mm} ,104	0 ^{mm} ,154	0 ^{mm} ,204	0 ^{mm} ,304
2°48'40"	5°20'40"	10°23'20"	16°31'	23°39'40"	42°38'
2 50	5 27	10 50	16 56	23 45 40	
2°49'20"	5°23'50"	10°36'40"	16°43'30"	23°42'40"	42°38'

Man sieht, die erhaltenen Zahlen sind bei der zweiten Periode des Versuches etwas größer, als bei der ersten. Diefes rührt zum großen Theil davon her, dafs das Mikrometer etwas in Unordnung gekommen war, und zwar in einem Sinn, der die Schlagweite vergrößern mußte. Diefes ungeachtet habe ich die Werthe von a , b , c , e und f berechnet und gefunden:

$$a = 3,558732$$

$$b = 0,1675122$$

$$c = 2,301882$$

$$e = 1,61743$$

$$f = 1,842774$$

Mittelst dieser Constanten habe ich folgende Tafel berechnet:

Schlagweite mm	Elektrische Dichtigkeit beobachtet	Zahlen, erhalten durch Formel (I)				Zahlen, erhalten durch Formel (II)				Zahlen, erhalten durch Formel (III)			
		Relative Fehler		Unterschied berechnet	Elektrische Dichtigkeit	Relative Fehler		Unterschied berechnet	Elektrische Dichtigkeit	Relative Fehler		Unterschied berechnet	Elektrische Dichtigkeit
		1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz			1. Potenz	2. Potenz		
0,029	0,23168	+0,53444	0,28653	+0,11848	0,23427	-0,01259	-0,05680	-0,00323	0,22013	+0,00155	+0,00699	+0,00155	0,00005
0,054	0,30669	+0,37340	0,01394	+0,11452	0,29181	+0,01488	+0,04851	0,00235	0,30449	+0,00220	+0,00718	+0,00220	0,00005
0,104	0,42912	+0,05901	0,00348	+0,05901	0,40691	+0,02221	+0,05176	0,00268	0,43376	-0,00464	-0,01080	-0,00464	0,00012
0,154	0,53645	-0,02161	0,00047	-0,01159	0,52200	+0,01445	+0,02693	0,00072	0,54110	-0,00465	-0,00866	-0,00465	0,00007
0,204	0,63413	-0,09185	0,01913	-0,09185	0,63710	-0,00297	-0,00467	0,00002	0,63769	-0,00356	-0,00560	-0,00356	0,00003
0,304	0,82299	-0,25886	0,09895	-0,25886	0,86728	-0,04429	-0,05383	0,00290	0,81363	+0,00936	+0,01130	+0,00936	0,00013
		Summe		0,42250				0,01190					0,00045

23. Wiederholt habe ich versucht, eine Beobachtungsreihe zu erhalten, in welcher die Schlagweiten zwischen $0^{\text{mm}},025$ und 3 bis 4 Millim. schwankten, habe aber nie befriedigende Resultate bekommen, was ich glaube den Veränderungen zuschreiben zu müssen, welche die Polarflächen erfahren, wenn sie die Wirkung von Funken erleiden, die hundert bis zweihundert Mal länger als die ursprünglichen sind. Ich brauche wohl nicht zu sagen, dafs ich dennoch die Rathschläge des Hrn. Riefs, hinsichtlich der Art, wie diese Flächen polirt werden müssen, befolgt habe. Alles geht gut, so lange man die Schlagweite nicht unter 2 bis 3 Zehntel eines Millimeters herabbringt; so wie man aber diese Gränze überschreitet und zu Schlagweiten von $0^{\text{mm}},02$ und $0^{\text{mm}},03$ übergeht, sieht man, dafs die Ladung, die so kleinen Abständen entspricht, zugenommen hat.

Folgendes ist eine Reihe, bei welcher die Schlagweite nicht über ein Millimeter etwa getrieben worden war.

Elfte Reihe.

Nullpunkt des Mikrometers vor dem Versuch = 72

nach dem Versuch = 72

Mittel = 72.

Lage des nicht geladenen Elektrometers $117^{\circ} 26'$

28'

28'

Mittel $117^{\circ} 27' 20''$.

No.	Lage des Mikrom.	Schlag- weite. <small>mm</small>	Lage des Elektrometers, beobachtete. mittlere.	Ablenkung d. Magnetnadel.
1	5°	67	$0,025$	$120^{\circ} 16'$
2	"	"	"	$119^{\circ} 38'$
3	"	"	"	$119^{\circ} 51' 30''$
4	"	"	"	$2^{\circ} 24' 10''$
5	"	61	$0,05$	42
6	"	"	"	46
7	"	"	"	34
8	"	52	$0,1$	122 34 40
9	"	"	"	5 7 20
				34
				127 42
				127 41
				10 13 40
				40

No.		Lage des Mikrom.	Schlag- weite. <small>mm</small>	Lage des beobachtete.	Elektrometers. mittlere	Ablenkung d. Magnetnadel.
10	5°	32	0,2	141° 2'		
11	»	»	»	22	141° 12'	23° 44' 40"
12	»	»	»	12		
13	»	67	0,025	120 12		
14	»	»	»	16	120 14	2 46 40
15	20	12	0,3	125 32		
16	»	»	»	18	125 33 20"	23 6
17	»	»	»	54		
18	30	67	0,525	130 54		
19	»	»	»	129 44	130 56	38 28 40
20	»	»	»	132 10		
21	40	17	0,775	133 10		
22	»	»	»	139 4		
23	»	»	»	133 4	136 24 30	53 57 10
24	»	»	»	140 20		
25	50	67	1,025	126 10		
26	»	»	»	125 14	125 42	53 14 40
27	5	67	0,025	120 20	120 20	2 52 40

Vergleicht man das Mittel der Beobachtungen 1, 2, 3 und 4 mit dem Mittel der Beobachtungen 13 und 14, so wie mit der Beobachtung 27, so sieht man, daß die Ablenkung der Magnetnadel, welche der Schlagweite $0^{\text{mm}},025$ entspricht, immer im Zunehmen gewesen ist. Obwohl diese Reihe deshalb nicht viel Zutrauen verdient, so habe ich sie doch denselben Berechnungen unterworfen, wie die drei vorhergehenden, jedoch, nachdem ich die nöthigen Reductionen gemacht, um die Angaben des Elektrometers, die bei verschiedenen Winkeln zwischen der Magnetnadel und dem gebogenen Arm erhalten wurden, vergleichbar zu machen. Durch das Verfahren, welches Hr. Kohlrausch in diesen Ann. Bd. 88 S. 511 angegeben, habe ich gefunden, daß man, wenn man mit Winkeln von 20° , 30° , 40° und 50° operirt, die Quadratwurzeln aus den Sinus der Ablenkungs-

winkel durch Zahlen multipliciren mufs, deren Logarithmen sind:

$$0,1197151$$

$$0,1939301$$

$$0,2683393$$

$$0,3545203$$

Nach Vergleichung dieser Reductionen fand ich für a , b , c , e und f die Werthe:

$$a = 2,643877$$

$$b = 0,179347$$

$$c = 2,000494$$

$$e = 1,612218$$

$$f = 2,373333$$

Mittelst dieser Constanten habe ich folgende Tafel berechnet:

[illegible]

23. Die eben erhaltenen Resultate, so wie die nach der ersten Methode erlangten, beweisen insgesamt auf einleuchtende Weise, dafs die Formel (I) nicht genau seyn kann, und was die Zweifel betrifft, die man noch in Betreff der Vorzüglichkeit der Formel (III) gegen die Formel (II) hegen könnte, so werden sie, wie wir (20) vorausgesehen haben, vollständig gehoben durch die so eben gefundenen Zahlen. Um sich davon zu überzeugen, reicht es hin, einen Blick zu werfen auf folgende Tafel, in welche ich die Summe der Quadrate der Fehler, die man bei Annahme der Formel (II) und der Formel (III) erhält, neben einander gestellt habe. Die vierte Columnne giebt das Verhältnifs $\frac{e_{II}}{e_{III}}$, wo e_{II} und e_{III} die den Formeln (II) und (III) entsprechenden wahrscheinlichsten Fehler bezeichnen.

Reihe.	Summe der Quadrate der relativen Fehler bei Annahme		$\frac{e_{II}}{e_{III}}$
	der Formel (II).	der Formel (III)	
achte	0,00211	0,00032	2,57
neunte	0,00288	0,00007	6,41
zehnte	0,01190	0,00045	5,14
elfte	0,05083	0,00158	5,67

24. Wie man in dem ersten Theil dieser Abhandlung bemerkt haben wird, gehen die relativen Fehler bei Annahme der Formel (II) zwar nicht über 0,04 hinaus; allein die Vorzeichen derselben variiren in jeder Reihe genau in der nämlichen Weise, in dem Sinne, dafs man, beim Vergleich der beobachteten Ladungen mit den berechneten, beständig die letzteren zu klein findet für die mittleren Schlagweiten, und zu grofs für die äufsersten, woraus hervorgehen würde, dafs die Function, welche das physische Gesetz der Erscheinungen wirklich ausdrückt, nicht die Hyperbel wäre, sondern eine andere Linie von stärkerer Krümmung. Die nach der zweiten Methode erhaltenen Resultate bestätigen jedoch nicht diese Voraussetzung, denn bei ihnen bemerkt man nicht mehr diese Unregelmäfsigkeit in der Veränderung des Vorzeichens der Fehler. Es wäre demnach

möglich, daß diese Periodicität durch eine oder mehre der ersten Methode anhaftende Fehlerquellen erzeugt worden wäre. Nun haben wir schon zwei angezeigt (19) (20), welche dieselbe veranlaßt haben könnten. Ich berechnete den Effect, welchen die erstere, schon von Hrn. Riefs nachgewiesene, hätte erzeugen können, und fand, daß dieselbe zwar die Veränderung des Vorzeichens erklärt, aber in Betreff des absoluten Werthes der Fehler unzureichend ist; da indeß die zweite, die Uebertragung der Erschütterungen der Elektrisirmaschine auf das Mikrometer, den Effect der ersteren verstärkt, so ist es möglich, daß diese beiden Fehlerquellen vereinigt hinreichend sind, auch den absoluten Werth der Fehler zu erklären.

25. Vielleicht wird man fragen, woher es komme, daß die Werthe von e und f so beträchtlich schwanken von einer Versuchsreihe zur andern. Darauf antworte ich, daß diese Versuchsreihen in Zwischenzeiten von mehreren Tagen und zuweilen von mehreren Monaten angestellt wurden, ich daher nicht sicher bin, daß die Batterie, der mikrometrische Apparat, die Maassflasche oder das Elektrometer immer auf dieselbe Weise vorgerichtet waren. Ueberdies muß ich bemerken, daß der Zustand der Polarflächen nicht immer identisch seyn konnte, und endlich, daß der Druck der Atmosphäre und die Temperatur des Laboratoriums ebenfalls variiren mußten. Alle diese Umstände müssen aber auf den Werth der Constanten e und f einwirken.

S c h l u s s f o l g e r u n g.

Obwohl ich nicht behaupte, das physische Gesetz des Phänomens gefunden zu haben, so glaube ich doch, daß es nach allem Vorhergehenden erlaubt sey, das folgende empirische Gesetz aufzustellen:

Die Formel, welche bei einer elektrischen Batterie die Dichtigkeit der disponiblen Ladung in Function der Schlagweite ausdrückt, ist die Gleichung der Hyperbel, so daß wenn δ die elektrische Dichtigkeit und d die Schlagweite bezeichnet, man hat: $\delta^2 = ed + fd^2$.

Leyden, den 27. December 1858.