

SITZUNG VOM 1. FEBRUAR 1855.

Das w. M., Herr Prof. Dr. Jos. Hyrtl, übersendete Fortsetzung und Schluss seiner für die Denkschriften bestimmten Abhandlung: „*Monographie des Chlamydophorus truncatus*“; diese Abtheilung enthält die Splanchno-, Angio- und Neurologie dieses Thieres.

Eingesendete Abhandlungen.

Über die inducirte Ladung der Nebenbatterie in ihrem Maximum.

Von **K. W. Knochenhauer** in Meiningen.

ZWEITE ABHANDLUNG.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 20. April 1854. — Die erste Abhandlung siehe im X. Bande, Seite 219 — 274.)

Bei den von mir im vorletzten Jahre angestellten und in den Sitzungsberichten der kais. Akademie, Märzheft 1853, mitgetheilten Versuchen über das Maximum der inducirten Ladung der Nebenbatterie bestanden die zu einander parallel gespannten Dräthe durchweg aus dem 1·15 Linien dicken Kupferdrathe *KK*, und nur in die Verbindungsdräthe mit den Battereien waren auch andere Dräthe eingeschaltet worden. Es blieb also zur Vervollständigung der Untersuchung noch übrig, erstens: andere Dräthe zu spannen, um ihren Einfluss auf die Induction kennen zu lernen, und zweitens: statt der einfachen Schliessungsbogen Verzweigungen in ihnen anzubringen. Ich habe diese Versuche im Sommer 1853 ausgeführt, und erlaube mir die Resultate in dem Folgenden darzulegen.

Zum Anschluss an die frühern Beobachtungen wurden zunächst 16' lange Dräthe *KK* ausgespannt; als Hauptbatterie diente das Flaschenpaar (*B*), als Nebenbatterie das Flaschenpaar (*A*), und der Hauptdrath, der ebenso wie der Nebendrath aus *KK* gebildet wurde, war mit Einchluss des gespannten Drathes 55'·2 lang. Die Beobachtungen, die später repetirt und wie früher aus den Zahlen bei 1 und 24 Zoll Distanz der gespannten Dräthe berechnet wurden, gaben:

- (1) $I = 37\cdot5$; Hptdr. = 55'·2; Nldr. = 54'·1; $aE = 1094\cdot4$; $b = 36\cdot6$
 (2) $I = 52\cdot0$; „ = 55'·2; „ = 55'·1; $aE = 1244\cdot2$; $b = 30\cdot7$
 (3) $I = 66\cdot5$; „ = 55'·2; „ = 56'·1; $aE = 1268\cdot2$; $b = 25\cdot7$
 (4) $I = 37\cdot5$; „ = 55'·2; „ = 54'·1; $aE = 1026\cdot6$; $b = 33\cdot8$
 (5) $I = 52\cdot0$; „ = 55'·2; „ = 55'·1; $aE = 1219\cdot6$; $b = 30\cdot4$
 (6) $I = 66\cdot5$; „ = 55'·2; „ = 56'·1; $aE = 1226\cdot7$; $b = 25\cdot1$.

Diese Reihen stehen mit den in der ersten Abhandlung unter (203) bis (208) mitgetheilten Beobachtungen in Übereinstimmung. Hierauf wurden 16' Kupferdrath *K* von 0·513 Linien Durchmesser statt 16' *KK* in den Hauptdrath und zwar zuerst (*I*) im Verbindungsdrathe, dann (*II*) als gespannter Drath eingeschaltet. Beide Beobachtungsreihen fielen gleich aus, wie die folgenden Angaben beweisen:

$I = 37\cdot5$. Nldr. = 56'·1.			$I = 52\cdot0$. Nldr. = 57'·1.		
Dist.	(7) <i>i</i> Beob. I	(10) <i>i</i> Beob. II	Dist.	(8) <i>i</i> Beob. I	(11) <i>i</i> Beob. II
1 Z.	29·2	29·0	1 Z.	38·7	38·2
3	27·5	27·5	3	35·7	35·2
6	25·7	25·5	6	32·7	32·5
12	22·2	22·0	12	28·2	28·0
18	19·5	19·2	18	24·5	24·5
24	17·0	17·0	24	21·5 ¹⁾	21·5 ²⁾
	$aE = 933\cdot0$ $b = 30\cdot9$.	$aE = 945\cdot4$ $b = 31\cdot6$.		$aE = 1112\cdot1$ $b = 27\cdot7$.	$aE = 1128\cdot3$ $b = 28\cdot5$.

$I = 66\cdot5$. Nldr. = 58'·1.

Dist.	(9) <i>i</i> Beob. I	(12) <i>i</i> Beob. II
1 Z.	46·0	45·7
3	41·7	41·5
6	37·5	37·2
12	31·7	31·5
18	27·0	27·0
24	23·5	23·5
	$aE = 1104\cdot0$ $b = 23\cdot0$.	$aE = 1111\cdot7$ $b = 23\cdot3$.

1) 55'·1 — 20·75; 56'·1 — 21·25; 57'·1 — 21·50; 58'·1 — 21·25.

2) 58'·1 — 21·25; 57'·1 — 21·50; 56'·1 — 21·00.

Mit (7) bis (9) vergleiche man erste Abh. (209) bis (213). Um dies Resultat vollkommen sicher zu stellen, blieben die 16' *K* im Hauptdrathe gespannt und andere 16' *K* wurden in den Nebendrath statt 16' *KK* erstens (I) im Verbindungsdrathe, zweitens (II) statt des gespannten Drathes eingeschaltet. Die Beobachtungen lieferten:

$I = 37.5$. Nbrd. = 38.1 <i>KK</i> + 16' <i>K</i> .			$I = 52.0$. Nbrd. = 39.1 <i>KK</i> + 16' <i>K</i> .		
Dist.	(13) <i>i</i> beob. I	(16) <i>i</i> beob. II	Dist.	(14) <i>i</i> beob. I	(17) <i>i</i> beob. II
1 Z.	28.5	28.5	1 Z.	37.7	37.7
3	27.0	27.0	3	34.7	34.7
6	24.7	24.7	6	31.7	31.7
12	21.2	21.2	12	27.2	27.2
18	18.5	18.5	18	23.7	23.7
24	16.2	16.2	24	20.5 ¹⁾	20.5
$aE = 869.2$; $b = 29.5$.			$aE = 1030.5$; $b = 26.3$.		

$I = 66.5$. Nbrd. = 40.1 *KK*+16' *K*.

Dist.	(15) <i>i</i> beob. I	(18) <i>i</i> beob. II
1 Z.	45.7	45.7
3	41.0	41.7
6	37.0	37.0
12	30.7	31.0
18	26.2	26.2
24	22.7	22.7

$aE = 1038.5$; $b = 21.7$.

Der feinere Kupferdrath übt also als gespannter Drath nur den Einfluss aus, den er auch als Verbindungsdrath durch seinen etwas grösseren Widerstand äussert.

Ferner wurde der Platindrath *P* (16.8 Zoll lang und 0.081 Linien stark) statt 2' *KK* in den Hauptdrath eingefügt, um den Widerstand desselben zu bestimmen; 16' *K* waren zuerst in beiden Schliessungsdräthen, dann im Hauptdrathe allein ausgespannt, im Nebendrath dagegen wieder durch 16' *KK* ersetzt. Für den ersten Fall ergab sich:

(19) $I = 52.0$. Nbrd. = 39.1 <i>KK</i> + 16' <i>K</i>			(20) $I = 66.5$. Nbrd. = 40.1 <i>KK</i> + 16' <i>K</i> .		
Dist.	<i>i</i> beob.	<i>i</i> ber.	Dist.	<i>i</i> beob.	<i>i</i> ber.
1 Z.	32.7	—	1 Z.	41.2	—
3	29.5	29.6	3	35.0	35.9
6	25.7	25.9	6	30.2	31.0
12	20.7	20.7	12	24.2	24.3
18	17.2	—	18	20.0	—
$aE = 619.0$; $b = 17.9$.			$aE = 676.2$; $b = 15.8$;		

¹⁾ 40.1 *KK*+16' *K* — 20.25; 39.1 *KK*+16' *K* — 20.50; 38.1 *KK*+16' *K* — 20.25.

für den zweiten:

(21) $I = 52.0$. Nldr. 57.1 .

Dist.	i beob.	i ber.
1 Z.	33.0	—
3	29.7	30.0
6	26.2	26.3
12	21.5	21.2
18	17.7	—

$aE = 653.4; b = 18.8.$

(22) $I = 66.5$. Nldr. 58.1 .

Dist.	i beob.	i ber.
1 Z.	40.5	—
3	36.0	36.4
6	31.5	31.6
12	25.5	25.0
18	20.7	—

$aE = 720.9; b = 16.8.$

Berechnet man hier wie in der ersten Abh. den Gesamtwiderstand aus (14) und (15), indem man $16' K = 18' KK$ setzt, so erhält man bei $I = 52.0$ Widerst. = 1.646 und bei $I = 66.5$ Widerst. = 2.087 ; (19) und (20) dagegen geben, $P = 2.25 K$ gesetzt, bei $I = 52.0$ Widerst. = 2.730 und bei $I = 66.5$ Widerst. = 3.194 , somit den Widerstand von P allein = 1.084 und = 1.107 . Ebenso folgt aus (11) und (12) bei $I = 52.0$ Widerst. = 1.503 und bei $I = 66.5$ Widerst. = 1.951 , dagegen aus (21) und (22) Widerst. = 2.587 und = 2.996 , folglich der Widerstand von P allein = 1.084 und = 1.045 . Der Widerstand, den P im Hauptdrath darbietet, ist derselbe, als wenn $16' KK$ statt der $16' K$ gespannt worden wären, also erweitert sich das vorher gefundene Resultat dahin, dass man ohne die Ersehnungen zu ändern in den aus verschiedenartigen Dräthen zusammengesetzten Schliessungsbogen beliebig welche Theile parallel zu einander ausspannen darf, vorausgesetzt, dass man hierzu immer gleich lange Strecken verwendet.

Da der Kupferdrath K nur einen unbedeutenden Widerstand leistet, so wurden noch $16'$ Messingdrath von 0.20 Linien Durchmesser (M in der ersten Abh.) statt $16' KK$ erstens (I) als Verbindungsdrath, zweitens (II) als gespannter Drath im Hauptdrath angewendet. Auch hier fielen beide Reihen ganz gleich aus.

$I = 52.0$. Nldr. = 58.8 .

Dist.	(23) i beob. I	(24) i beob. II
1 Z.	33.2	33.2
3	30.0	30.0
6	26.5	26.5
12	21.2	21.5
18	17.7 ¹⁾	17.7

$aE = 648.3; b = 18.5.$

1) $54.1 - 15.25; 56.1 - 16.75; 57.1 - 17.25; 58.1 - 17.75; 59.1 - 17.75; 60.1 - 17.50.$

Das so eben gefundene Resultat ist vornehmlich in theoretischer Beziehung wichtig. Gehen wir nämlich von dem aus, was ich in den Beiträgen¹⁾ §. 33 und 34 auseinandergesetzt habe, dass die im Hauptdrathe bestehende Kette eine ähnliche in dem Nebendrathe erzeugt und sich selbst der neu gebildeten entsprechend umformt, so würden wir, wenn in beiden Schliessungsdräthen $16' K$ statt $16' KK$ gespannt sind, eine gleiche Wirkung erwarten dürfen, als wenn wir $18' KK$, mit denen $16' K$ äquivalent sind, ausgespannt hätten, es würde also die Induction, die sich in der Constanten a ausspricht, im Verhältniss von $16\sqrt{16} : 18\sqrt{18}$ oder im Verhältniss von $1 : 1.19$ gestiegen sein müssen, demnach in einer Weise, die sich, wenn die Vergrößerung wirklich stattfände, deutlich genug in den beobachteten Zahlen zeigen würde. Auch müsste der Widerstand des Platindrathes P im Verhältniss von $\sqrt{18} : \sqrt{16}$ kleiner geworden sein, wogegen die Beobachtungen ebenfalls sprechen. Wenn ferner $16' K$ im Hauptdrathe parallel zu $16' KK$ im Nebendrathe gespannt sind, so dürfte man erwarten, dass die $16' K = 18' KK$ über die $16' KK$ im Nebendrathe bis auf $18'$ übergriffen, und wir hätten dann eine ähnliche Berechnung wie bei den ungleichen Schliessungsdräthen ungleicher Batterien anzustellen; so würde nicht blos die Kette, sondern auch die freie Spannung im Nebendrathe mit beiden im Hauptdrathe nicht mehr übereinkommen, wie es doeh nach den Beobachtungen der Fall ist. Unstreitig tritt also hier noch ein anderes Moment hervor, das näher zu bestimmen und in die Erklärung aufzunehmen ist. Nach dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse, wo wir von dem, was wir Kette nennen, noch keine klare Anschauung haben, halte ich es für das Einfachste mit der Kettenbildung noch die Zeitdauer zu verbinden, in welcher sie im Nebendrathe hervortritt und im Hauptdrathe sich umformt. Ziehen wir also diese Zeitdauer der Kettenbildung und Kettenumformung als ein bestimmendes Moment herbei, so hätten wir zunächst hierher die zur Länge der Schliessungsdräthe proportionale Verkleinerung von a zu rechnen, indem die Zeitdauer proportional zu dieser Länge wüchse. Wir hätten ferner hierher das Resultat zu ziehen, dass a proportional zur Länge der gespannten Dräthe wächst; denn werden die Ketten auf ungleichen Längen zugleich formirt, so verhält sich die Zeitdauer der ganzen Kettenbildung

¹⁾ Beiträge zur Electricitätslehre. Berlin, G. Reimer, 1854.

umgekehrt proportional zu diesen Längen. Nur der Factor \sqrt{L} , wo L die Länge der gespannten Dräthe bezeichnet, hätte mit der Zeitdauer keinen Zusammenhang, er würde die Spannung der Ketten ausdrücken, demgemäss die Widerstände der Dräthe verändern, und käme mit den zwischen den gespannten Dräthen herübergehenden Kraftlinien in Verbindung. Nehmen wir nun an, dass die Zeitdauer der Kettenbildung auf 16' K gleich der Zeitdauer auf 18' KK ist und dass zur Zeitdauer proportional die freie Spannung der Elektrizität zunimmt, so bleibt es sich in Bezug auf die Constante a ganz gleich, ob die gespannten Dräthe, abgesehen von dem vergrösserten Widerstande, aus 16' K oder 16' KK bestehen; in dem Verhältnisse als jene an äquivalenter Länge grösser sind und der Länge entsprechend mehr wirken würden, in demselben Verhältnisse wird ihre Wirkung durch die grössere Zeitdauer der Kettenbildung wieder verringert. Auch die Spannung der Ketten bleibt unverändert, da die Kraftlinien in beiden Fällen auf eine Weite von 16' neben einander hinlaufen.

Viel umständlicher und theilweise schwieriger wurde mir die Bestimmung der inducirten Ladung der Nebenbatterie, wenn eine Verzweigung in einem der beiden Schliessungsdräthe oder in beiden zugleich angebracht wurde; nicht nur, dass die Induction sich hierdurch bedeutend verminderte und damit der Werth der Constanten weniger sicher festzustellen war, sondern die Zweige gaben auch zu Nebeninductionen Veranlassung, welche die beobachteten Zahlen gar zu leicht ungenau machten. Als ich auf diese Störungen aufmerksam wurde, habe ich sie, wie man sehen wird, so weit als nur möglich zu beschränken gesucht. — Unter Anwendung der beiden obengenannten Batterien, die bei allen folgenden Versuchen beibehalten wurden, dienten als gespannte Dräthe 16' KK auf beiden Seiten, und eben so waren die Verbindungsdräthe aus demselben dicken Kupferdrathe gebildet. Der Hauptdrath wurde von 55'·2 um 8 verlängert und dann 24', worunter die gespannten 16' begriffen waren, als erster Zweig durch 48' als zweiten Zweig geschlossen; dieser zweite Zweig wurde möglichst weit von den gespannten Dräthen entfernt und isolirt dicht am Fussboden fortgeleitet. Es ergaben sich folgende Zahlen:

(25) $I = 66.5$. Nldr. = 53.1 .

Dist.	i beob.	i ber.
1 Z.	40.0	—
3	35.2	35.9
6	30.2	31.1
12	24.5	24.4
18 ¹⁾	20.2	—

$aE = 700.2$; $b = 16.5$.

(26) $I = 52.0$. Nldr. = 52.6 .

Dist.	i beob.	i ber.
1 Z.	34.0	—
3	30.7	30.9
6	26.7	27.3
12	22.2	22.1
18 ²⁾	18.5	—

$aE = 690.2$; $b = 19.3$.

(27) $I = 37.5$. Nldr. = 52.1 .

Dist.	i beob.	i ber.
1 Z.	26.0	—
3	23.7	23.9
6	21.5	21.3
12	17.5	—
18	14.0	14.8

$aE = 590.2$; $b = 21.7$.

Sehen wir bei diesen Versuchen zunächst auf die für das Maximum der Ladung erforderliche Länge des Nebendrathes, so repräsentiren nach den Spannungsverhältnissen auf einem verzweigten Schliessungsbogen (s. Beiträge §. 22) zwei Zweige von 24' und 48' eine Länge von 16' und somit wäre der Hauptdrath eben so lang geblieben als in den Versuchen (1) bis (6); die Länge des Nebendrathes gibt dieses Verhältniss im Allgemeinen wieder, doch ist er um 2.5 im Mittel kürzer geworden. Ich kann mir diese Differenz nicht anders erklären, als dass die aus den Zweigen berechneten 16' als ein dickerer Drath von dieser Länge angesehen werden müssen, der wieder einem kürzeren auf *KK* bezogenen Drathe äquivalent ist. Dass übrigens durch diese Verkürzung namentlich da, wo ungleichartige Dräthe zu Zweigen verbunden werden, auch eine kleine Änderung in der Stromtheilung bedingt sein werde, ist wohl kaum zu bezweifeln, und gerade dieses bisher nicht beachteten Umstandes wegen halte ich eine genaue Revision der Stromtheilung auf einem verzweigten Schliessungsbogen für nothwendig (vergl. Beiträge §. 22). Achten wir zweitens auf die Werthe von aE , so sind sie verglichen mit (1) bis (6) um mehr als $\frac{2}{3}$ kleiner geworden. Da wir aber nach den in der ersten Abh. mitgetheilten Formeln a erhalten, wenn wir von b die Zahl 5.8 abziehen, so führen diese Werthe nach Division in aE

1) 62.1 — 11.75; 58.1 — 15.00; 54.1 — 19.50; 50.1 — 16.50; 52.1 — 19.75; 53.1 — 20.25.

2) 53.1 — 18.50; 52.1 — 18.50.

auf $E=65.4$, $E=51.1$, $E=37.1$, und wir erhalten somit das Resultat, dass auch bei einem verzweigten Hauptdrathe die absolute Ladung der Nebenbatterie völlig dieselbe ist, wie bei einem einfachen Bogen. Hieraus folgt wieder umgekehrt, dass wir die Werthe von b aus der bisher giltigen Formel entnehmen können, sobald wir die beobachteten Werthe von aE zu berechnen im Stande sind.

Zur genauen Feststellung der Werthe von aE wurden nun die Beobachtungen fortgesetzt, und zugleich wurde, um den Widerstand anderer in der Leitung befindlicher Dräthe zu ermitteln, der Platindrath P statt $2' KK$ bald in den Stamm, bald in die Zweige eingeschaltet. Da die Reihen überall einen ähnlichen Verlauf wie die bisher mitgetheilten haben, so will ich der Kürze wegen die Spannungsdifferenz i zwischen den Belegungen der Nebenbatterie nur bei der kleinsten und grössten Distanz der gespannten Dräthe angeben; ferner werde ich mit P in Hptdr., P in Nldr., P in I, P in II, P in I & II die Einschaltung von P in den Stamm des Hauptdrathes, in den Stamm des Nebendrathes, in den Zweig I, welcher den gespannten Drath enthält, in den Zweig II, der als Verbindungsdrath dient, und die Einschaltung von je einem P in beide Zweige bezeichnen; endlich werde ich die ganze Länge des Haupt- oder des Nebendrathes immer so angeben, dass ich die den beiden Zweigen entsprechende Länge nach den früheren Bestimmungen auf einem verzweigten Schliessungsbogen anrechne, also 2 Zweige von $24'$ und $48'$ zu $16'$, 2 Zweige von $32'$ und $32'$ zu $16'$, von $40'$ und $40'$ zu $20'$, von $30'$ und $60'$ zu $20'$. Hptdr. = 53.2 ohne Zweige; Nldr. mit den Zweigen I = $24'$ u. II = $48'$.

Nro.	P in	I	Distanzen			Nldr.	aE	b
28	—	52.0	1 Z.	34.0 — 18 Z. ¹⁾	18.7	58.1	710.6	19.9
29	—	52.0	1 Z.	34.2 — 18 Z.	19.0	58.1	726.0	20.2
30	—	66.5	1 Z.	40.2 — 18 Z.	21.0	59.1	744.6	17.5
31	Hptdr.	66.5	1 Z.	34.0 — 12 Z. ²⁾	18.7	58.6	459.0	12.5
32	Hptdr.	52.0	1 Z.	28.0 — 12 Z.	15.7	58.1	394.8	13.1
33	II	52.0	1 Z.	32.5 — 18 Z. ³⁾	17.2	58.6	624.0	18.2
34	II	66.5	1 Z.	38.7 — 18 Z.	19.0	59.1	635.5	15.4
35	I	66.5	1 Z.	37.2 — 18 Z.	17.2	59.1	547.5	13.7
36	I	52.0	1 Z.	31.7 — 18 Z.	15.7	58.6	530.2	15.7
37	Nldr.	52.0	1 Z.	27.7 — 12 Z. ⁴⁾	15.0	59.1	360.7	12.0
38	Nldr.	66.5	1 Z.	32.5 — 12 Z.	16.7	60.1	380.2	10.7

1) 53.1 — 13.75; 54.1 — 14.75; 55.1 — 16.00; 56.1 — 17.25; 57.1 — 18.50; 58.1 — 18.75; 59.1 — 18.50.

2) 59.1 — 18.75; 60.1 — 18.00; 58.1 — 18.75; 58.6 — 18.75.

3) 58.1 — 17.25; 59.1 — 17.25.

4) 58.6 — 14.75; 59.1 — 15.00; 59.6 — 15.00.

Hptdr. = 55'2 mit den Zweigen $I=24'$ und $II=48'$;
 Nbrdr. ebenfalls mit den Zweigen $I=24'$ und $II=48'$.

Nro.	I	Distanzen	Nbrdr.	aE	b
39	66·5	1 Z. 32·7 — 12 Z. ¹⁾ 17·2	56'1	399·5	11·2
40	52·0	1 Z. 29·0 — 12 Z. 15·7	55'1	379·9	12·1
41	52·0	1 Z. 28·7 — 12 Z. 15·7	55'1	382·3	12·3
42	66·5	1 Z. 33·2 — 12 Z. 17·2	56'1	395·6	10·9

Bei den Versuchen (28) bis (30) zeigt die Länge des Nebendrathes, dass auch hier die beiden Zweige als ein dickerer Drath von 16' auftreten, der etwa mit 13'5 *KK* äquivalent ist. Die Werthe von aE stimmen im Allgemeinen mit (25) und (26) überein; wenn sie etwas grösser ausgefallen sind, so liegt der Grund in einer Nebeninduction auf Zweig *II*, den ich noch nicht aufmerksam auf diesen Umstand nicht weit genug zurückgelegt hatte; erst die nächstfolgenden Reihen machten mir diese Störung bemerklich. Bei der späteren Zusammenstellung der Resultate müssen (28) bis (30) übergangen werden. — Um den Widerstand des Platindrathes zu berechnen, gehe ich, wie es sich als gültig erweisen wird, davon aus, dass die beiden Zweige zusammen denselben Widerstand leisten, als ein einfacher Drath von 16' *KK*. Nun geben die Reihen (2) und (5) im Mittel $aE=1231·9$ bei $I=52·0$ und (3) und (6) im Mittel $aE=1237·4$ bei $I=66·5$, somit den Widerstand der Batterien und der Leitungsdräthe = 1·426 und = 1·816. Mit diesen Widerständen sind ebenfalls die Werthe von $aE=718·3$, Mittel aus (28), (29), und $aE=744·6$ (30) behaftet; sie würden demnach, wäre der Widerstand = 1 gewesen, auf 1024·3 bei $I=52·0$ und auf 1352·1 bei $I=66·5$ gestiegen sein. Dividirt man in diese Zahlen mit den Werthen 394·8 und 459·0 auf (32) und (31), so erhält man den Gesamtwiderstand der Batterien, der Kupferdräthe und des Platindrathes = 2·59 und = 2·95, folglich den Widerstand von *P* allein = 1·16 und = 1·13 oder gerade ebenso gross, als wenn keine Verzweigung im Nebendrathe vorhanden gewesen wäre. Auf gleiche Weise findet man den Widerstand von *P* bei $I=52·0$ im Nbrdr. = 1·41, in Zw. $I=0·50$ und in Zw. $II=0·21$; bei $I=66·5$ im Nbrdr. = 1·73, in Zw. $I=0·65$ und in Zw. $II=0·31$. Wie in der ersten Abh. gefunden wurde, wächst auch hier der Widerstand im Nebendrathe mit der Ladung *I* der Hauptbatterie. —

1) 58'1 — 15·75; 56'1 — 17·25; 55'1 — 17·00.

Die Beobachtungen (39) bis (42) lehren, dass die Induction durch die doppelten in beide Schliessungsdräthe eingeschalteten Zweige bedeutend verringert wird; die Werthe von aE sind augenfällig um mehr als $\frac{2}{3} \times \frac{2}{3}$ oder um mehr als $\frac{4}{9}$ kleiner als die ihnen entsprechenden in (1) bis (6).

Hauptdrath = 55'2 mit den Zweigen I = 30' und II = 30'.

Nro.	I	Distanzen	Nbr.	aE	b
43	66'5	1 Z. 36'5 — 18 Z. ¹⁾ 17'2	55'1	554'8	14'2
44	52'0	1 Z. 31'2 — 18 Z. 16'0	54'6	556'2	16'8

In diesen Versuchen war Zw. II so geführt worden, dass er nur etwa um 8' von den gespannten Dräthen entfernt war; da mir indessen die zu bedeutende Länge des Nebendrathes besonders auffiel, so legte ich den Zweig noch um mehr als 4' zurück und erhielt jetzt:

Nro.	I	Distanzen	Nbr.	aE	b
45	52'0	1 Z. 31'2 — 18 Z. ²⁾ 15'2	52'1	506'2	15'2
46	66'5	1 Z. 36'2 — 18 Z. 16'2	53'1	500'2	12'8

Hierdurch war erwiesen, dass der zweite Zweig, wenn er den gespannten Dräthen zu nahe kommt, Störungen veranlasst, die einen nicht unbeträchtlichen Einfluss auf die Resultate ausüben. Demnach wurde es rätlich, Zweige von einer noch beträchtlicheren Länge zu gebrauchen.

Hauptdrath = 55'2 mit den Zweigen I = 40' und II = 40'.

Nro.	P in	I	Distanzen	Nbr.	aE	b
47	—	66'5	1 Z. 36'2 — 18 Z. ³⁾ 16'2	52'1	500'2	12'8
48	—	52'0	1 Z. 31'2 — 18 Z. 15'0	51'6	490'5	14'7
49	I	66'5	1 Z. 35'5 — 12 Z. ⁴⁾ 19'0	52'1	447'3	11'6
50	I	52'0	1 Z. 30'5 — 12 Z. 17'2	51'1	436'1	13'3
51	II	66'5	1 Z. 34'5 — 12 Z. 18'0	52'1	414'0	11'0
52	II	52'0	1 Z. 29'5 — 12 Z. 16'2	51'1	398'2	12'5
53	I & II	52'0	1 Z. 28'2 — 12 Z. ⁵⁾ 15'0	51'1	353'1	11'5
54	I & II	66'5	1 Z. 33'2 — 12 Z. 17'0	52'1	382'6	10'5
55	—	66'5	1 Z. 36'2 — 18 Z. 15'7	52'1	471'2	12'0

1) 54'1 — 17'00; 53'1 — 16'25; 55'1 — 17'25; 56'1 — 17'00.

2) Bei 12 Z. Dist. 54'1 — 17'25; 53'1 — 18'25; 52'1 — 18'75; 51'1 — 18'25.

3) 53'1 — 16'00; 54'1 — 15'00; 52'1 — 16'25; 51'1 — 16'00.

4) 51'1 — 18'75; 52'1 — 19'00; 53'1 — 18'75.

5) 51'1 — 15'00; 52'1 — 14'75.

Nro.	P in	I	Distanzen			Nbr.	aE	b	
56	—	66·5	1 Z.	36·0	— 12 Z.	19·7	52'·1	478·8	12·3
57	—	52·0	1 Z.	31·2	— 18 Z.	14·7	51'·1	475·0	14·2
58	—	52·0	1 Z.	31·2	— 12 Z.	18·2	51'·1	481·2	14·4
59	I	66·5	1 Z.	34·5	— 12 Z.	18·2	52'·1	427·8	11·4
60	I	52·0	1 Z.	29·5	— 12 Z.	16·7	51'·1	427·7	13·5
61	II	66·5	1 Z.	33·2	— 12 Z.	17·2	52'·1	394·9	10·9
62	II	52·0	1 Z.	28·7	— 12 Z.	15·7	51'·1	382·3	12·3
63	I & II	66·5	1 Z.	32·2	— 12 Z.	16·2	52'·1	361·1	10·2
64	I & II	52·0	1 Z.	27·7	— 12 Z.	14·7	51'·1	343·9	11·5

Die Länge des Nebendrathes zeigt, dass die beiden Zweige von 40' nur etwa 16—17' ausmachen, also als ein stärkerer Drath von 20' gelten. Die Werthe von aE in (47) und (48) sind durch die Zweige im Vergleich zu den entsprechenden Zahlen in (1) bis (6) um mehr als die Hälfte gesunken; die Beobachtungen (55) bis (58) stellen sie noch etwas niedriger. Berechnet man in derselben Weise wie vorher den Widerstand des Platindrathes, indem man jedoeh (49) bis (52) mit (47) und (48), (59) bis (64) mit (55) bis (58) combinirt, da diese beiden Abtheilungen zu verschiedenen Zeiten ange- stellt wurden, so erhält man aus der ersten Abtheilung den Widerstand von P bei $I = 52·0$ in $I = 0·18$, in $II = 0·33$ und in $I \& II = 0·55$; bei $I = 66·5$ in $I = 0·21$, in $II = 0·38$ und in $I \& II = 0·56$. Aus der zweiten Abtheilung folgt der Widerstand von P bei $I = 52·0$ in $I = 0·17$, in $II = 0·35$ und in $I \& II = 0·55$; bei $I = 66·5$ in $I = 0·20$, in $II = 0·37$ und in $I \& II = 0·56$. Offenbar ist der Wider- stand in dem Zweige, welcher den gespannten Drath enthält, oder in I um die Hälfte kleiner als in II, und je ein P in beide Zweige ein- geschaltet gibt den halben Widerstand von P im Stamm des Haupt- drathes, der nach dem Früheren zu 1·10 angenommen werden kann.

Hauptdrath = 55'·2; Nebendrath m. d. Zw. I=40' und II=40'.

Nro	P in	I	Distanzen			Nbr.	aE	b	
65	—	52·0	1 Z.	31·0	— 18 Z. ¹⁾	14·7	58'·6	477·4	14·4
66	—	66·5	1 Z.	35·7	— 18 Z.	16·0	59'·6	493·3	12·8
67	I	66·5	1 Z.	34·0	— 12 Z.	18·0	59'·6	421·6	11·4
68	I	52·0	1 Z.	29·0	— 12 Z.	16·5	58'·6	420·5	13·5
69	II	66·5	1 Z.	32·2	— 12 Z.	16·7	59'·6	383·7	10·9
70	II	52·0	1 Z.	28·2	— 12 Z.	15·5	58'·6	375·7	12·3
71	I & II	66·5	1 Z.	30·7	— 12 Z.	15·2	59'·6	332·1	9·8
72	I & II	52·0	1 Z.	26·7	— 12 Z.	14·2	58'·6	334·4	11·5
73	—	52·0	1 Z.	30·5	— 18 Z.	14·5	58'·6	469·7	14·4
74	—	66·5	1 Z.	35·0	— 18 Z.	15·5	59'·6	472·5	12·5

¹⁾ Bei 12 Z. Dist. 54'·1 — 14·25; 56'·1 — 16·50; 57'·1 — 17·50; 58'·1 — 18·25; 59'·1 — 18·25.

Man findet, wie es zu erwarten war, dass die Länge des Neben-
drathes um 3'5 grösser als bei einem einfachen Schliessungsbogen
ist, und dass die Werthe von aE mit denen der vorletzten Reihe, wo
dieselben Zweige im Hauptdrathe waren, nahe übereinstimmen. Der
Widerstand von P ist bei $I = 52.0$ in $I = 0.19$, in $II = 0.41$,
in $I \& II = 0.60$, bei $I = 66.5$ in $I = 0.30$, in $II = 0.52$ und in
 $I \& II = 0.88$, er nimmt also bei sonst ähnlichen gegenseitigen
Verhältnissen mit der Ladung I der Hauptbatterie zu.

Für diejenigen, welche die Wirkung der Nebenbatterie gern so
ansehen möeliten, als treibe der Hauptstrom auf dem Nebendrathe
positive und negative Elektrizität nach entgegengesetzten Seiten,
zwingt sie in die Nebenbatterie hinein und erzeuge durch Condensa-
tion eine Ladung in derselben, die sich später wieder über den Neben-
drath ausgleicht, will ich hier als Merkzeichen zwei Beobachtungs-
reihen vollständig neben einander stellen. Bei $I = 52.0$ enthält der
Nebendrath in der ersten Reihe die beiden Zweige von 40' wie in
(65), in der anderen ist Zw. II fortgenommen, so dass der Zweig I
mit dem Stamm zusammen einen einfachen Schliessungsbogen bildet.

Nebendrath mit den Zweigen.

Dist.	i beob.
1 Z.	31.0
3	27.0
6	23.2
12	18.5
18	14.7

Nebendrath einfach.

Dist.	i beob.
1 Z.	20.7
3	16.2
6	12.7
12	9.2

Triebt der Hauptstrom die entgegengesetzten Elektrizitäten auf
dem Nebendrathe nach entgegengesetzten Seiten hinweg, so würde
zunächst die Kraft, mit der dies geschieht, in den beiden so eben
angegebenen Fällen die gleiche oder nahe gleiche sein, und es wür-
den also gleiche oder nahe gleiche Mengen positiver und negativer
Elektrizität in Bewegung gerathen. Da aber im ersten Falle der
Zweig II eine theilweise Ausgleichung der beiden getrennten
Elektrizitäten auf sich möglich macht, in dem anderen dagegen
die ganzen Quanta bis zur Nebenbatterie gelangen, so müsste
offenbar die Ladung derselben im ersten Falle kleiner als im
anderen ausfallen. Die Beobachtung spricht hiergegen so entshied-
den als möglich.

Über die inducirte Ladung der Nebenbatterie in ihrem Maximum. 125

Hauptdrath = 55'·2 mit den Zweigen I = 30' und II = 60'.

Nro.	P in	I	Distanzen	Nldr.	aE	b
75	—	66·5	1 Z. 41·0 — 18 Z. ¹⁾ 20·5	53'·1	697·0	16·0
76	—	52·0	1 Z. 35·2 — 18 Z. 19·0	52'·1	701·4	18·9
77	I	66·5	1 Z. 38·5 — 18 Z. 18·0	53'·1	573·6	13·9
78	I	52·0	1 Z. 32·5 — 18 Z. 16·2	52'·1	552·5	16·0
79	II	66·5	1 Z. 39·7 — 18 Z. 19·2	53'·1	636·0	15·0
80	II	52·0	1 Z. 33·7 — 18 Z. 17·5	52'·1	617·6	17·3
81	I & II	66·5	1 Z. 37·7 — 18 Z. 17·2	53'·1	539·8	13·3
82	I & II	52·0	1 Z. 31·7 — 18 Z. 15·2	52'·1	498·4	14·7
83	Hptdr.	66·5	1 Z. 34·5 — 12 Z. 18·2	53'·1	424·4	11·3
84	Hptdr.	52·0	1 Z. 28·7 — 12 Z. 16·0	52'·1	396·7	12·8
85	—	66·5	1 Z. 40·7 — 18 Z. 20·2	53'·1	684·6	15·8
86	—	52·0	1 Z. 35·0 — 18 Z. 18·7	52'·1	686·0	18·6
87	I	66·5	1 Z. 38·5 — 18 Z. 17·7	53'·1	558·2	13·5
88	I	52·0	1 Z. 32·5 — 18 Z. 16·2	52'·1	552·0	16·0
89	II	66·5	1 Z. 40·0 — 18 Z. 19·2	53'·1	632·0	14·8
90	II	52·0	1 Z. 34·0 — 18 Z. 17·5	52'·1	612·0	17·0
91	I & II	66·5	1 Z. 37·2 — 18 Z. 17·0	53'·1	532·7	13·3
92	I & II	52·0	1 Z. 31·5 — 18 Z. 15·2	52'·1	504·0	15·0

Die Vergleichung von (75) (76) und (85) (86) mit (25) (26) ergibt, dass die Länge der Zweige bei unverändertem gegenseitigen Verhältniss und bei gleicher Totallänge des Hauptdrathes keinen Einfluss auf die Hauptwerthe von aE und b ausübt, nur müssen die Nebeninductionen so weit als möglich beseitigt sein. Bei der Berechnung der Widerstände von P sind wieder beide Abtheilungen, als zu verschiedenen Zeiten angestellt, auseinanderzuhalten; aus der ersten Abtheilung folgt der Widerstand von P bei $I=52·0$ in $I=0·38$, in $II=0·19$, in $I \& II=0·58$ und im Stamm = $1·10$; bei $I=66·5$ in $I=0·39$, in $II=0·17$, in $I \& II=0·53$ und im Stamm = $1·16$; aus der zweiten Abtheilung bei $I=52·0$ in $I=0·34$, in $II=0·17$, in $I \& II=0·51$; bei $I=66·5$ in $I=0·41$, in $II=0·15$, in $I \& II=0·52$. Man vergleiche hiermit die Widerstände von P im Nebendrathe bei gleichem Verhältniss der Zweige unter Nr. (28) bis (38); die dortigen Zahlen sind nur wie überall im Nebendrathe grösser.

Hauptdrath = 55'·2 mit den Zweigen I = 48' und II = 24'.

Nro.	P in	I	Distanzen	Nldr.	aE	b
93	—	66·5	1 Z. 29·2 — 12 Z. ²⁾ 14·5	53'·1	318·8	9·9
94	—	66·5	1 Z. 29·2 — 9 Z. 16·7	53'·1	312·5	9·7
95	—	52·0	1 Z. 26·0 — 12 Z. 13·5	52'·1	309·4	10·9
96	—	52·0	1 Z. 26·0 — 9 Z. 15·5	52'·1	306·8	10·8
97	I	66·5	1 Z. 28·7 — 9 Z. 16·5	53'·1	307·4	9·7
98	I	52·0	1 Z. 25·0 — 9 Z. 14·7	52'·1	287·5	10·5

¹⁾ 51'·1 — 19·25; 52'·1 — 20·00; 53'·1 — 20·50; 54'·1 — 20·00.

²⁾ 52'·1 — 14·00; 53'·1 — 14·50; 54'·1 — 14·25.

Nro.	<i>P</i> in	<i>I</i>	Distanzen				Nbdr.	<i>aE</i>	<i>b</i>	
99	II	66·5	1 Z.	25·7	—	9 Z.	13·7	53'·1	236·9	8·2
100	II	66·5	1 Z.	25·7	—	6 Z.	16·5	53'·1	231·7	8·0
101	II	52·0	1 Z.	21·7	—	9 Z.	12·0	52'·1	215·3	8·9
102	II	52·0	1 Z.	21·7	—	6 Z.	14·5	52'·1	217·5	9·0
103	I & II	66·5	1 Z.	25·0	—	9 Z.	13·5	53'·1	233·5	8·3
104	I & II	66·5	1 Z.	25·0	—	6 Z.	16·2	53'·1	235·0	8·4
105	I & II	52·0	1 Z.	21·2	—	9 Z.	11·7	52'·1	210·4	8·9
106	I & II	52·0	1 Z.	21·2	—	6 Z.	14·0	52'·1	206·2	8·7

Die doppelten Reihen sind aus gleichzeitigen Beobachtungen entstanden, die nur der Berechnung wegen getrennt wurden, weil die Zahlen zu klein waren; man hat demnach die Mittelwerthe zu nehmen. Die Werthe von *aE* in (93) bis (96) sind um mehr als $\frac{1}{3}$ kleiner als die ihnen entsprechenden in (1) bis (6). Den Widerstand von *P* findet man bei *I* = 52·0 in I = 0·10, in II = 0·60, in I & II = 0·68 und bei *I* = 66·5 in I = 0·05, in II = 0·63, in I & II = 0·63.

Hauptdrath = 55'·2; Nebendrath mit den Zweigen I = 48' und II = 24'.

Nro.	<i>I</i>	Distanzen			Nbdr.	<i>aE</i>	<i>b</i>	
107	66·5	1 Z.	28·2	— 12 Z. ¹⁾	14·0	58'·6	305·1	9·8
108	52·0	1 Z.	25·2	— 12 Z.	13·2	57'·6	305·5	11·1

Hauptdrath = 55'·2; Nebendrath mit den Zweigen I = 30' u. II = 60'.

Nro.	<i>I</i>	Distanzen			Nbdr.	<i>aE</i>	<i>b</i>	
109	66·5	1 Z.	39·2	— 18 Z. ²⁾	19·7	58'·1	675·1	16·2
110	52·0	1 Z.	33·7	— 18 Z.	18·2	57'·1	675·0	19·0

In beiden Reihen hat der Nebendrath die nach dem Bisherigen für das Maximum zu erwartende Länge, auch stimmen die Werthe von *aE* wieder mit denen nahe überein, wo die gleichen Zweige im Hauptdrathe enthalten waren; sie sind nur etwas kleiner, wie es auch die etwas ungleiche Länge des Hauptdrathes in beiden Fällen erfordert.

Zur Übersicht und Beurtheilung der Resultate wollen wir zuerst die Widerstände des Platindrathes zusammenstellen. Im Stamm des Hauptdrathes und des Nebendrathes hat *P* denselben Widerstand, als wenn die Batterien durch einfache Bogen geschlossen sind. Als Beleg

¹⁾ 56'·6 — 13·30; 57'·6 — 13·75; 58'·6 — 14·00; 59'·6 — 13·75.

²⁾ 60'·1 — 18·50; 59'·1 — 19·25; 58'·1 — 19·75; 57'·1 — 19·50.

hierzu entnehmen wir den Widerstand von P im Stamme des Hauptdrathes = 1.10 aus (84) = 1.16 aus (83), wo die Zweige im Hauptdrathe waren, = 1.16 aus (32) = 1.13 aus (33), wo die Zweige im Nebendrathe waren, und vergleichen damit (230) und (231) der ersten Ahh. Den Widerstand von P im Stamme des Nebendrathes gibt (37) = 1.41 und (38) = 1.73, womit (137), (136), und (155) der ersten Ahh. nur annähernd zusammenfallen, da in beiden Fällen nicht dieselben Batterien waren. — In den Zweigen zeigt P einen nur von dem gegenseitigen Verhältnisse, nicht von der absoluten Länge derselben abhängigen Widerstand, der im Nebendrathe ebenfalls etwas bedeutender als im Hauptdrathe ist; ich werde jedoch die Widerstände im Nebendrathe übergehen, da ich ihre Abhängigkeit von der Ladung I noch nicht feststellen kann. Für die Widerstände in den Zweigen des Hauptdrathes erhalten wir folgende Zusammenstellung:

1) Zw. I : Zw. II = 1 : 2.

Wdst. von P in I = 0.38 (78)	in II = 0.19 (80)	in I & II = 0.58 (82)
0.39 (77)	0.17 (79)	0.53 (81)
0.34 (88)	0.17 (90)	0.51 (92)
0.41 (87)	0.15 (89)	0.52 (91)
Mittel 0.38	Mittel 0.17	Mittel 0.54

2) Zw. I : Zw. II = 1 : 1.

Wdst. von P in I = 0.18 (50)	in II = 0.33 (52)	in I & II = 0.55 (53)
0.21 (49)	0.38 (51)	0.56 (54)
0.17 (60)	0.35 (62)	0.55 (63)
0.20 (59)	0.37 (61)	0.56 (64)
Mittel 0.19	Mittel 0.36	Mittel 0.55

3) Zw. I : Zw. II = 2 : 1.

Wdst. von P in I = 0.10 (98)	in II = 0.60 (101) (102)	in I & II = 0.68 (105) (106)
0.05 (97)	0.63 (99) (100)	0.63 (103) (104)
Mittel 0.07	Mittel 0.61	Mittel 0.65

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass man den Widerstand von zwei Platindräthen, von denen je einer in einem Zweige eingeschaltet ist, findet, wenn man die Widerstände addirt, die jeder einzeln in einem Zweige allein darbietet. Zweitens lässt sich entnehmen, dass wenn Platindräthe an Zahl im umgekehrten Verhältnisse zu den durch die Zweige fließenden Stromtheilen in beide Zweige eingefügt werden, ihr Gesamtwiderstand dem Widerstande eines einzelnen Drathes im Stamme gleich ist. Beim Verhältniss von Zw. I : Zw. II = 1 : 2 ist $1\frac{1}{2} P$ in I + 3 P in II = $\frac{3}{2} \times 0.38 + 3 \times 0.17 =$

1·08; bei Zw. I : Zw. II = 1 : 1 ist $2 P$ in I + $2 P$ in II = $2 \times 0\cdot19 + 2 \times 0\cdot36 = 1\cdot10$, bei Zw. I : Zw. II = 2 : 1 ist $3 P$ in I + $1\frac{1}{2} P$ in II = $3 \times 0\cdot07 + \frac{3}{2} \times 0\cdot61 = 1\cdot12$; also alle drei Zahlen in Übereinstimmung mit den oben gefundenen Werthen. Was drittens den Widerstand betrifft, den P in dem einen oder dem andern Zweige darbietet, so übt es unstreitig in Zw. I, worin der gespannte Drath enthalten ist, einen relativ kleineren Widerstand aus als in Zw. II, der zur Verbindung dient, und gehen wir von dem Falle aus, wo beide Zweige einander an Länge gleich sind, so stellt sich das im Übrigen von den Stromtheilen abhängige Widerstandsverhältniss in Zw. I zu Zw. II wie 1 : 2. Bezeichnen wir also mit l' und l'' die äquivalenten Längen der Zweige I und II, mit a' und a'' die durch sie hindurehgehenden Stromtheile, wo $a' + a'' = 1$ und $a' : a'' = l'' : l'$ ist, ferner mit W den Widerstand von P im Stamme des Hauptdrathes, mit w' und w'' den Widerstand desselben Drathes in den Zweigen, so erhalten wir nach den angegebenen Grundlagen $\frac{w'}{a'} + \frac{w''}{a''} = W$ und $\frac{w'}{a'} : \frac{w''}{a''} = a' : 2a''$, folgl. $w' = \frac{a'^2}{a' + 2a''} W$, $w'' = \frac{2a''^2}{a' + 2a''} W$ oder $w' = \frac{l'^2}{(l' + l'')(2l' + l'')} W$, $w'' = \frac{2l''^2}{(l' + l'')(2l' + l'')} W$. Wird $W = 1\cdot10$ gesetzt, so berechnet sich nach diesen Formeln für $l' : l'' = 1 : 2$ $w' = 0\cdot37$, $w'' = 0\cdot18$, für $l' : l'' = 1 : 1$ $w' = 0\cdot18$ $w'' = 0\cdot37$, für $l' : l'' = 2 : 1$ $w' = 0\cdot07$ $w'' = 0\cdot59$. Sämmtliche Zahlen stimmen mit den beobachteten überein, und die Frage nach den Widerständen der Dräthe in einem verzweigten Schliessungsbogen ist somit erledigt.

Gehen wir auf die Werthe von aE über, so erhalten wir mit Übergang von (28) bis (30) folgende Tabelle:

	Zweige im Hauptdr. aE		Zweige im Nebendr. aE	
	bei $I = 52\cdot0$	bei $I = 66\cdot3$	bei $I = 52\cdot0$	bei $I = 66\cdot3$
1) Zw. I : Zw. II = 1 : 2	690·2 (26) 701·4 (76) 686·0 (86)	700·0 (25) 697·0 (75) 684·6 (85)	675·0 (110)	675·1 (109)
Mittel	692·5	693·9	675·0	675·1
2) Zw. I : Zw. II = 1 : 1	506·2 (45) 490·5 (48) 475·0 (57) 481·2 (58)	500·2 (46) 500·2 (47) 471·2 (55) 478·8 (56)	477·4 (65) 469·7 (73)	493·3 (66) 472·5 (74)
Mittel	488·2	487·9	473·5	482·9
3) Zw. I : Zw. II = 2 : 1	306·8 (95) 309·4 (96)	318·8 (93) 312·5 (94)	305·5 (108)	305·1 (107)
Mittel	308·1	315·6	305·5	305·1

Zweige im Hauptdrathe und im Nebendrathe.

Zw. I: Zw. II = 2 : 1 bei $I = 52.0$; $aE = 379.9$ (40) 382.3 (41) Mittel 381.0
 bei $I = 66.5$; $aE = 399.5$ (39) 395.6 (42) „ 397.5.

Um diese beobachteten Werthe von aE aus den Stammwerthen in (1) bis (6) herzuleiten, wollen wir von dem speciellen Fall ausgehen, dass im Nebendrathe zwei gleich lange Zweige enthalten seien. Dem gespannten Drathe von 16' gegenüber bilden diese beiden Zweige zusammengenommen in Hinsicht auf Kette und freie Spannung der Elektrizität nur eine Länge von 8' (denn die Differenz als die kleineren Drath erledigt sich bereits nach dem im ersten Theile enthaltenen Resultate); es bieten sich demnach zwei Auffassungsweisen dar: entweder wir denken uns, die Kette von 16' greift wie bei Batterien von ungleicher Grösse so auf die 8' ein, dass sie zugleich noch andere 8' erregt, oder wir lassen wie bei den ungleichartigen Dräthen die Kette in den 8' in der halben Zeit entstehen, in welcher sich die Kette in den 16' umformt, so dass, während das letztere geschieht, sich die Kette im Nebendrathe durch weitere Mittheilung auch bereits durch 16' gebildet hat. Da die erstere Ansicht eine andere Kette und eine andere freie Spannung der Elektrizität im Nebendrathe als im Hauptdrathe bedingen würde, wogegen die Beobachtungen ganz entschieden sprechen, so bleibt nur die andere Ansicht übrig, wonach die Kette sich durch beide Zweige zusammengenommen in Folge der Mittheilung mit derselben Schnelligkeit ausbildet und weiter durch den ganzen Nebendrath in derselben Zeit entsteht, in welcher sie sich im Hauptdrathe umformt; beide Ketten sind dann, wie es die Beobachtungen verlangen, gleichartig und in Bezug auf die Ladung der Nebenbatterie ähnlich wie bei einfachen Schliessungsdräthen. Allein wenn auf diese Weise die Ketten in den Stämmen gleichartig werden, so geht doch durch jeden Zweig nur die Hälfte des Stromes hindurch, der im Stamme als der Vereinigung beider hervortritt; wie sich also auch die auf Zw. I übergehenden Kraftlinien daran anschliessen mögen, jedenfalls muss ihre Wirkung von hier aus auf den Stamm übertragen auf die Hälfte herabsinken, folglich a und, weil E unverändert wie bei einfachen Schliessungsdräthen bleibt, auch aE auf die Hälfte herabgehen. Dieselben Bedingungen finden Statt, wenn die beiden gleich langen Zweige im Hauptdrathe enthalten sind; auch hier bildet sich die ganze Kette im Nebendrathe auf den gespannten 16' und weiter durch den ganzen Drath in derselben Zeit, wie die Kette

im Hauptdrathe von den gespannten 8' sich über 16' und von da weiter über den ganzen Bogen umformt; die Kraftlinien üben wieder nur die halbe Wirkung aus, womit aE auf die Hälfte herabgeht. Enthalten beide Schliessungsbogen Zweige, so findet die Bildung der Ketten immer noch in der gleichen Zeit Statt, wie auf einfachen Dräthen, aber die Wirkung der Kraftlinie wird um $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ oder um $\frac{1}{4}$ vermindert, wodurch aE nur den vierten Theil seines Werthes bei gleich langen einfachen Dräthen erreicht. — Nehmen wir ferner auf den Anschluss der Kraftlinien in dem zuerst besprochenen Falle Rücksicht, so würde er an Zw. I, durch den die halbe Kette hindurehgeht, nur der halbe sein, wenn nicht, wie bei den sich entsprechenden ungleichen Drathlängen in ungleichen Batterien, der Zw. II durch Seitenwirkung mitgenommen werden müsste; da nun diese Seitenwirkung nach dem Früheren den halben Anschluss gibt, so kommt der ganze Anschluss auf $\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$ zu stehen, und dies bringt abermals den Werth von aE auf $\frac{3}{4}$ seines Werthes bei einfachen Schliessungsdräthen zurück. Dieses Verhältniss bleibt dasselbe, mögen die Zweige im Neben- oder Hauptdrathe oder in beiden zugleich sein, nur geht im letzteren Falle der Anschluss auf $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$ oder $\frac{9}{16}$ herab. Wenn gleich die vorgetragenen Ansichten noch einer weiteren Entwicklung bedürfen, bevor sie das Verhältniss ganz klar machen, so halte ich sie doch schon für geeignet, uns den Weg zur Ableitung der bei Anwendung von Zweigen beobachteten Werthe von aE und b (letzteres nach der in der ersten Abh. mitgetheilten Formel) zu zeigen. Dehnen wir nämlich die angeführte Betrachtungsweise auch auf ungleich lange Zweige aus, ohne dass es von meiner Seite einer weiteren Auseinandersetzung bedürfen wird, so berechnen wir aus den Stammwerthen (1) bis (6) aE bei Zw. I : Zw. II = 1 : 2 durch Multiplication mit $\frac{2}{3}$ ($\frac{2}{3} + \frac{1}{6}$) oder $\frac{5}{6}$, bei Zw. I : Zw. II = 1 : 1 durch Multiplication mit $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$) oder $\frac{3}{4}$, bei Zw. I : Zw. II = 2 : 1 durch Multiplication mit $\frac{1}{3}$ ($\frac{1}{3} + \frac{1}{3}$) oder $\frac{2}{3}$, endlich, wenn in beiden Schliessungsbogen Zweige im Verhältniss von 1 : 2 enthalten sind, durch Multiplication mit $(\frac{5}{6})^2$ oder $\frac{25}{36}$. Bei dieser Berechnung ist jedoch noch zu berücksichtigen, dass wenn die Zweige im Hauptdrathe sind, die Stammwerthe von aE einer geringen Correction bedürfen, weil der Hauptdrath durch die Zweige von der ursprünglichen Länge von $55 \cdot 2$ um etwas verkürzt wird. Diese Verkürzung betrage bei den Zweigen 1 : 2 oder 2 : 1 durchschnittlich $2 \cdot 5$ und

bei den Zweigen 1 : 2 3'5, so ändern sich die mittleren Stammwerthe 1231.9 bei $I = 52.0$ und 1237.4 bei $I = 66.5$ für den ersten Fall, wozu auch die Beobachtungen mit den Zweigen in beiden Schliessungsbogen gehören, in 1287.2 und 1293.0 und für den zweiten Fall in 1309.5 und 1315.3 um. Die Rechnung gibt jetzt:

Zweige im Hauptdrathe.

	$I = 52.0$		$I = 66.5$	
	aE beob.	aE ber.	aE beob.	aE ber.
Zw. I: Zw. II = 1 : 2	692.5	715.1	693.9	718.3
= 1 : 1	488.2	491.0	487.9	493.2
= 2 : 1	308.1	286.0	315.6	287.3

Zweige im Nebendrathe.

Zw. I: Zw. II = 1 : 2	675.0	684.4	675.1	687.4
= 1 : 1	473.5	462.0	482.9	464.0
= 2 : 1	305.5	273.8	305.1	275.0

Zweige im Haupt- u. Nebendrathe.

Zw. I: Zw. II = 1 : 2	381.0	397.3	397.5	399.1
-----------------------	-------	-------	-------	-------

Bei dem nicht geringen Einflusse, den kleine Fehler auf die Werthe von aE ausüben, halte ich die Übereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten Zahlen für vollkommen genügend.

Nach den bis jetzt angestellten Versuchen über den Strom der Nebenbatterie glaube ich mir denselben (s. Beiträge) in der Weise erklären zu müssen, dass der Hauptstrom in dem Nebendrathe eine Kette formirt, dass diese sofort in der Nebenbatterie geschlossen wird, und dass hiermit die Nebenbatterie gleichzeitig mit der Hauptbatterie und mit ihr in Harmonie zu wirken beginnt. Die so eben mitgetheilten Untersuchungen über die Ladung der Nebenbatterie bei einem verzweigten Schliessungsbogen schienen mir nun dazu anzufordern, einige weitere Versuche zur Prüfung der Theorie und zwar durch Beobachtung der Strömungen mittelst des Luftthermometers anzustellen. Allein diese Versuche führten sogleich wieder auf neue Fragen und leiteten mich dadurch von dem ursprünglich gesetzten Ziele so weit ab, dass ich vor dem Eintritte der kalten Witterung, welche die Beobachtungen unterbraech, weder mit der ganzen Aufgabe zu Ende kommen noch eine Revision der erhaltenen Zahlen anstellen konnte. Wenn ich nichts desto weniger diese Beobachtungen

mittheile, die ich erst als Probeversuche betrachte, so geschieht es nur um mittelst derselben diejenigen Punkte genauer zu bestimmen, die noch vollständiger erörtert werden müssen. — Als Hauptbatterie dienten die beiden Flaschen $F_2 + F_3$, die durch Kupferdrath (K) von 0·513 Lin. Durhm. geschlossen waren; die Gesamtlänge des Bogens betrug den Auslader und die Batteriedrähle eingerechnet 33·5 Fuss; davon waren 24' an einem senkrecht stehenden quadratischen Rahmen als Inductordrath ausgespannt. Diesem gespannten Drath stand in etwas über 1 Zoll Distanz ein ebenfalls 24' langer Kupferdrath K an einem zweiten Rahmen gegenüber; von seinem einen Ende führten $\frac{3}{4}' K$, ein Platindrath P ($= 2' K$), $2' K$, dann ein geschlossener, d. h. mit dicht aneinandergeschraubten Kugeln metallisch verbundener Auslader ($= 0'·7 K$) und $1'·5$ zur Innenseite der Nebenbatterie $F_1 + F_4$, von dem anderen Ende $2' K$ zur Aussenseite derselben Batterie; die Länge des ganzen Nebendrathes betrug 33'·0 und war also von der Art, dass die inducirte Ladung im oder nahe im Maximum war. Unmittelbar hinter dem geschlossenen Auslader der Nebenbatterie, der noch im Stamme blieb, ging ein Zw. II aus $4\frac{3}{8}' K$, aus P und dem Funkenmesser bestehend zur Aussenseite der Nebenbatterie und trennte somit den den gespannten Drath enthaltenden Zw. I von 30'·8 Länge ab. Zw. II war, den Funkenmesser zu 0'·6 gerechnet, 7'·0 lang und wurde in zwei andern Reihen durch Einschaltung von Kupferdrath K auf 15'·0 und 31'·0 verlängert. Der Funkenmesser in Zw. II blieb bei einer Ladung der Hauptbatterie $I = 52·0$ entweder bis auf eine Schlagweite $= 30·75$ geöffnet, welche Schlagweite die grösste war, in der noch ein Funke mit völliger Sicherheit übersprang, oder er wurde durch einen 1' langen, dieken Kupferbügel eliminirt, wodurch Zw. II vollkommen metallisch verbunden war, und der Schliessungsdrath der Nebenbatterie bedeutend von der Länge für das Maximum der inducirten Ladung abwich. Meine Gedanken bei dieser Anordnung des Apparates waren folgende: Ist der Funkenmesser in Zw. II geöffnet, so hat die Nebenbatterie durch Zw. I und den Stamm eine Länge, welche die Ladung im Maximum zulässt; der Hauptstrom formirt also die Kette, sie schliesst sich in der Nebenbatterie, und diese ist so weit geladen, dass sie die Distanz zwischen den Kugeln des Funkenmessers durchbricht; die Entladung geschieht jetzt über zwei Zweige und wird nach den Gesetzen, welchen der Strom auf einem verzweigten Schliessungsbogen unterworfen ist, erfolgen. Ich hatte desshalb

den Auslader in den Stamm des Nebendrathes eingesetzt, damit ich, bei der etwas ungünstigen Lage der Zweige nicht ganz sicher ob hierdurch die Stromtheilung nicht etwas gestört würde, nach Öffnung des Ausladers und nach einer Ladung der Nebenbatterie unmittelbar vom Conductor aus die Vertheilung des Stromes auf die beiden Zweige durch directe Versuche verfolgen könnte. Wurde der Funkenmesser in Zw. II durch den Bügel eliminirt, so durfte nur eine sehr schwache inducirte Ladung zu Stande kommen. Da es mir hier allein auf das Verhältniss der Stromstärken in beiden Zweigen ankam, so konnte die Beobachtung der Wärmeentwicklung im Hauptdrathe übergangen und durch die vollkommene Leitung auf Kupferdrath die Induction verstärkt werden. Bezeichnet man die Wärmeangaben des Luftthermometers in Zw. I mit \mathcal{S}' und in Zw. II mit \mathcal{S}'' so geben die Versuche:

Nr. I.	1) Zw. I = 7'0		2) Zw. I = 15'0		3) Zw. I = 31'0	
	\mathcal{S}'	\mathcal{S}''	\mathcal{S}'	\mathcal{S}''	\mathcal{S}'	\mathcal{S}''
Funkenmesser geöffnet	6.4	12.9	8.1	9.0	10.0	4.5
mit dem Bügel	2.0	4.4	1.1	4.2	1.5	4.2
Stromtheilung	1.3	23.0	3.6	13.9	8.0	7.2

Diese Resultate kamen mir zum Theil unerwartet; auffallend war mir bei geöffnetem Funkenmesser die beobachtete Vertheilung über die Zweige ebenso sehr, als die Stärke dieser Ströme; denn wurde Zw. II entfernt, so war die Erwärmung nur 14.4, also viel zu gering, als dass sie die bedeutenden Zweigströme hervorbringen konnte, selbst wenn man an eine Beschleunigung der Entladung durch den bei den Zweigen etwas verringerten Widerstand denken wollte. — Als ich zunächst die Nebenbatterie nach Öffnung ihres Ausladers vom Conductor aus lud und die gewöhnliche Stromtheilung beobachtete, so zeigte mir diese, dass die Lage der Zweige keine besonders erhebliche Störung verursachte; denn bei Zw. I : Zw. II = 30.8 : 7.0 muss $\mathcal{S}' : \mathcal{S}'' = 1 : 19.3$, bei Zw. I : Zw. II = 30.8 : 15.0 muss $\mathcal{S}' : \mathcal{S}'' = 1 : 4.2$ und bei Zw. I : Zw. II = 30.8 : 31.0 muss $\mathcal{S}' : \mathcal{S}'' = 1 : 0.99$ sein, womit die beobachteten Verhältnisse 1.3 : 23.0 (bei geöffnetem Funkenmesser 1.5 : 21.1) — 3.6 : 13.9 — 8.0 : 7.2 hinreichend übereinstimmen. — Ich untersuchte hierauf, ob der Strom der Nebenbatterie wirklich so stark wäre, dass die Annahme einer durch den verminderten Widerstand beschleunigten Entladung

nicht stattfände; ich schaltete demnach in den Hauptdrath *P* für *2' K* ein und umgekehrt in Zw. I *2' K* statt *P*; auf diese Weise fand die Entladung, die über den in äquivalenter Länge $7'$ langen Zw. II vornehmlich geht, einen vermehrten Widerstand. Das Thermometer gab

Nr. II in Zw. II $12\cdot7$, im Hauptdrathe $8\cdot1$; wurde Zw. II mit dem Bügel geschlossen, so war in Zw. II $2\cdot2$, im Hauptdrathe $16\cdot6$; endlich im Hauptdrathe $17\cdot7$, wenn die Nebenbatterie ungeschlossen, also so gut als entfernt war. Da der Strom der Nebenbatterie bei einfachen Schliessungsdräthen, wenn beide Batterien einander an Kraft gleich sind, stets kleiner als der Strom der Hauptbatterie bleibt, so lehrten diese Beobachtungen deutlich, dass hier die veränderte Entladungsweise der ursprünglich im einfachen Drathe bis zum Maximum geladenen Nebenbatterie die Erscheinungen erzeugt, dagegen keinesweges der etwa verringerte Widerstand der Leitung. Eben so deutlich zeigte aber auch die so stark verminderte Stromkraft der Hauptbatterie, indem hier wie sonst überall die gesammte entwickelte Wärme im Haupt- und Nebendrathe constant blieb, dass die obsehon hauptsächlich über Zw. II erfolgende Entladung der Nebenbatterie doch in festem Zusammenhange mit dem Hauptstrome stand, folglich von Zw. II eine Wirkung auf Zw. I, welcher den gespannten Drath enthält und den Zusammenhang zwischen beiden Schliessungsdräthen ermittelt, stattfinden musste. — Um noch den ganzen Strom der Nebenbatterie im Stamme ihres Schliessungsbogens zu beobachten, wurde der Auslader im Stamme durch *P* ersetzt und dagegen wieder *P* durch *2' K* im Hauptdrathe entfernt. Die Schlagweite des Funkenmessers in Zw. II (wie vorher $7'\cdot0$ lang) musste auf $28\cdot75$ vermindert werden. Das Thermometer gab

Nr. III in Zw. II bei geöffnetem Funkenmesser $7\cdot5$, bei Verbindung durch den Bügel $4\cdot1$ (der Nebenstrom über Zw. II betrug $3\cdot0$); im Stamme zeigte das Thermometer bei geöffnetem Funkenmesser $13\cdot6$, beim Bügel $0\cdot5$, und als Zw. II entfernt war $14\cdot5$. Damit nicht die letztere Zahl im Vergleich zu $13\cdot6$ auf Missverständnisse führte, wurde *P* in Zw. II durch *2' K* und umgekehrt *2' K* im Hauptdrathe durch *P* ersetzt. Die Angaben waren jetzt, als der Funkenmesser eine Schlagweite von $26\cdot75$ bot,

Nr. IV.	im Stamme des Nebendr.	im Hauptdr.
bei geöffnetem Funkenmesser	14·8	8·4
mit dem Bügel	0·3	17·4
nach Entfernung von Zw. II	10·3	11·8,

also war der Strom der Nebenbatterie im Verhältniss zum Strom der Hauptbatterie viel stärker bei geöffnetem Funkenmesser als beim einfachen Schliessungsbogen. — Noch viel deutlicher zeigte dies die aus einer Flasche F_1 gebildete Nebenbatterie; hier wurden noch $24' K$ in Zw. I eingeschaltet, um die Ladung der Nebenbatterie aufs Maximum zu bringen, und Zw. II wurde auf $3'9 K$ reducirt; der mit eingeschlossene Funkenmesser hatte eine Schlagweite von $38'75$. Die Erwärmungen waren

Nr. V	im Stamme des Nebendr.	im Hauptdr.
bei geöffnetem Funkenmesser	11·2	9·5
mit dem Bügel	0·0	17·6
nach Entfernung von Zw. II.	5·8	13·4.

Gehen wir auf die Erklärung dieser Beobachtungen ein, so dürfte es nach den obigen Erfahrungen bei einem verzweigten Schliessungsbogen der Nebenbatterie kaum nöthig sein, die Ansicht noch besonders zu berücksichtigen, als würde die Nebenbatterie durch den Nebenstrom geladen und entlüde sich hinterher auf gewöhnliche Weise; denn abgesehen davon, dass dadurch die ganze Wirksamkeit der Nebenbatterie in zwei von einander getrennte Stadien zerfiel, wovon sich in den Versuchen keine Andeutung findet, so würden auch dadurch die Theile des Schliessungsdrathes eine ganz andere Stelle als Zweige und Stamm erhalten, als welche ihnen die Beobachtungen anweisen. Überdies liegt in dieser Ansicht so viel Willkürliches und den sonstigen Annahmen Widersprechendes, dass es kaum zu begreifen ist, worauf man sie zu stützen gedenkt. Doeh ich will zum Überfluss noch einige Versuche gegen diese Ansicht mittheilen. Als die Hauptbatterie $F_2 + F_3$ bei einer Ladung $I = 52·0$ durch $33'5 K$ geschlossen war und der einfache Schliessungsdrath der Nebenbatterie mit Einschluss eines Platindrathes P und des Funkenmessers $33'5$ betrug, wurde der Funkenmesser so weit geöffnet, dass noch ein Funke von der im gespannten Drathe inducirten Spannung überspringen und die Ladung der Nebenbatterie vermitteln konnte; die Schlagweite stieg auf $16·75$ und als noch $12' K$ in den Nebendrath eingefügt wurden, bis auf $17·75$, vergrössert wie in dem §. 9 der Beiträge angeführten Falle durch den längeren Drath. Diese Schlagweite entspricht auch ganz den Spannungsverhältnissen auf einem geöffneten Nebendrath; sie ist nach §. 27 der Beiträge etwa $\frac{17}{21+x}$ von der Schlagweite zwischen den Enden des induci-

renden Drathes, wenn x die Distanz der gespannten Dräthe in Linien bezeichnet; bei $I=52.0$ ist die Spannungsdifferenz zwischen 24' des Hauptdrathes = 37.2, und da x hier etwa 13 ist, so wird die Spannungsdifferenz auf dem inducirten Drathe = $\frac{1}{2} \times 37.2 = 18.6$, also nahe genug der beobachteten gleich. Nun steht es aber nach allen bisherigen Erfahrungen fest, dass die Intensität der Ladung einer Batterie nicht höher steigen kann als die Intensität der Elektrizität, womit man sie ladet; die Nebenbatterie könnte also keine höhere Spannung als 18.6 erlangen, wogegen die unter Nr. I mitgetheilten Beobachtungen, wo über Zw. II ein Funke von 30.75 Intensität schlug, so entschieden als möglich sprechen. Sowie freilich der Funke über den Funkenmesser geht und den Nebendrath schliesst, formirt sich die Kette, und damit der Strom der Nebenbatterie, der dann, wie schon die für ihn geltenden ganz eigenthümlichen Inductionsgesetze zeigen, mit dem Nebenstrom gar nichts gemein hat. Eine andere Beobachtung ist folgende: Als die Hauptbatterie und ihr Schliessungsbogen wie vorher waren, und die Nebenbatterie mit einem Zw. I = 30.8 (darunter P), einem Zw. II = 9.0 K und mit einem Stamme = 2.5 $K + P + 20' K$ geschlossen wurde, also mit einem Schliessungsbogen, dessen Länge das Maximum der Ladung bedingte, zeigte das Thermometer im Stamme des Nebendrathes 6.5, und in Zw. I 2.7 an; blieb Zw. II fort, so war im einfachen Schliessungsbogen, dessen Länge jetzt bei weitem über die dem Maximum entsprechende hinausfiel, die Erwärmung = 5.2. Wurden darauf die 20' K aus dem Stamme entfernt, so gab das Thermometer im Stamme 1.0, in Zw. I 2.0 und nach Entfernung von Zw. II 10.0; denn jetzt war die Länge des Nebendrathes bei beiden Zweigen weit vom Maximum entfernt, und umgekehrt dem Maximum nahe, wenn der Zw. II aufgelöst wurde. Wie sollten sich aber diese Beobachtungen mit der Annahme vereinigen lassen, dass der gewöhnliche Nebenstrom die Ladung der Nebenbatterie bewirkt? der Nebenstrom war hier, wenn Zw. II den Zw. I schloss, = 2.5; aus welchem Grunde sollte wohl im ersten Falle, wo von Zw. II ab bis zur Nebenbatterie noch 20' K mehr enthalten waren als im zweiten Falle, die Strömung der Nebenbatterie stärker werden, über 6mal stärker als im anderen Falle?

Nach allen Thatsachen dürfen wir also die bisher auch nicht durch eine einzige Beobachtung unterstützte Meinung, dass der Nebenstrom den Strom der Nebenbatterie erzeuge, als beseitigt ansehen.

Die Ansicht, dass der Hauptstrom im Nebendrathe eine Kette formirt und diese in der Nebenbatterie geschlossen, die Ladung derselben bewirkt, kann so gefasst werden, dass dieses Formiren und Schliessen nur einmal und zwar von dem Momente an geschieht, wo die Hauptbatterie sich zu entladen beginnt, so dass von eben diesem Momente an auch die Nebenbatterie sich continuirlich und in Harmonie mit der Hauptbatterie entladet, oder es könnte die Kettenbildung und Schliessung immer von neuem nothwendig sein, um die Nebenbatterie in Thätigkeit zu erhalten, wodurch dann die Strömung im Nebendrathe eine andere würde als die in dem Hauptdrathe. Hierzu kommt ferner die Frage, ob mit der Kettenbildung Wärmeentwicklung verbunden ist oder nicht; im ersteren Falle hätten wir einen Theil der beobachteten Wärme für diesen Act abzusecheiden, im anderen bliebe die ganze Wärmeentwicklung das Resultat der sich entladenden Nebenbatterie. Der erste Punkt kann, wie ich glaube, aus den Beobachtungen mit Sicherheit entschieden werden. Als ich nämlich die Kugeln des Funkenmessers im Zw. II bei dem unter Nr. III angeführten Versuche nach und nach enger stellte, um zu sehen, ob hiermit auch die Erwärmung im Stamme und Zw. II nach den Gesetzen der verringerten Ladung kleiner werden würde, so war es merkwürdig, wie sehr die Angaben des Thermometers bei gleichem Stande des Funkenmessers von einander abwichen; es kamen zum Theil Zahlen zum Vorschein, die denen fast gleich waren, wo der Funkenmesser die grösstmögliche Schlagweite hatte, zum Theil solche, welche der verkleinerten Schlagweite entsprachen, zum Theil wieder Zahlen, die zwischen diesen Grenzen lagen. Nimmt man nun an, dass die zur Ladung der Nebenbatterie formirte Kette nur einmal und zwar vom ersten Momente an geschlossen wird, so ist es wohl denkbar, dass die Kette, welche über Zw. I geht, in der Nebenbatterie ihre Spannung erhält und von hier aus auf die zwischen den Kugeln des Funkenmessers enthaltene Luftseicht wirkt, bei dem geringsten Hinderniss, das hier auftritt, sich in einzelnen Fällen bis auf das durch die Batterien und die Länge ihrer Schliessungsdräthe bedingte Maximum aufsehnelt, in anderen Fällen dagegen, wo die Luftseicht rascher durchbrochen wird, nur die durch die kleinere Schlagweite bedingte Intensität erlangt, und in anderen wieder auf einer mittleren Stufe stehen bleibt; unerklärlich wäre es dagegen, wie die Kette, die stets von neuem sich bildet und schliesst, noch nach der durch den

ersten Impuls durchbrochenen Luftschicht, also nach geöffnetem Übergange eine höhere Spannung erlangen sollte, als wie sie der Funkenmesser gestattet; die Thermometer-Beobachtungen müssten unter dieser Voraussetzung bei kleineren Abständen der Kugeln gerade ebenso zuverlässig ausfallen, als bei der der grössten Ladung entsprechenden Schlagweite. Ja, wenn man den bisherigen Erfahrungen folgen will, nach denen die einmal durchbrochene Luftschicht eine leitende Verbindung zwischen den Kugeln des Funkenmessers herstellt, so müsste die Kette, wenn sie sich stets von neuem formirt, sich das erste Mal über Zw. I allein, die folgenden Male über beide Zweige bilden; dadurch würde die Nebenbatterie nur im ersten Momente eine Kraft gewinnen, wie sie dem Maximum der Ladung entspricht, in allen folgenden Momenten dagegen, die doch hauptsächlich ihre Wirksamkeit bedingen, die geringe Ladung erhalten, welche der durch die Zweige verkürzte Schliessungsbogen sowohl als die durch eben diese Zweige veränderte Inductionsweise zulassen; sie würde also bei dem durch den Funkenmesser unterbrochenen Zw. II keine anderen oder nur wenig abweichende Erscheinungen darbieten als bei geschlossenem Zweige. Auf diese Beobachtungen gestützt, glaube ich mich für eine nur einmalige Ladung der Nebenbatterie entscheiden zu müssen.

Die andere Frage, ob die Kettenbildung und der Kettenschluss mit Wärmentwicklung verbunden ist oder nicht, ist schwieriger zu beantworten, da man wohl nicht ohne alles Bedenken auf die Thatsache zurückgehen darf, dass die in einem offenen Nebendrathe erregte Spannung keine Wärme erzeugt, indem hier zwar eine Kette gebildet aber durch keine Nebenbatterie gespannt wird. Ich kann es nicht leugnen, dass ich nach den Versuchen, welche ich für den Fall, wo der Nebendrathe unmittelbar mit dem Hauptdrathe verbunden war, in den Sitzungsberichten der kais. Akademie mitgetheilt habe, ganz entschieden der Ansicht sein muss, dass durch die Kettenbildung keine Wärme entsteht, weil dort ganz bestimmte Gesetze unter dieser Voraussetzung hervortraten, indess halte ich es doch für nöthig, auch bei der mit einem besondern Schliessungsdrahte geschlossenen Nebenbatterie diese Frage durch entscheidende Beobachtungen zu erledigen. — Die Versuche unter I sagen nun ganz bestimmt aus, dass die Entladung der Nebenbatterie über zwei Zweige, von denen der eine durch den geöffneten Funkenmesser

unterbrochen ist, nicht nach den Gesetzen erfolgt, welche für die Entladung einer unabhängigen Batterie über einen verzweigten Schliessungsbogen gelten, denn auf Zw. I entwickelt sich eine zu grosse Wärme. Allein bevor man die Zahlen θ' und θ'' mit einander vergleicht, muss in Erwägung gezogen werden, ob der Nebenstrom, welcher auf dem durch Zw. I und Zw. II gebildeten Ring entstehen kann, das ursprüngliche Verhältniss der Zahlen gegen einander abändert. Bei dieser Untersuchung steht nur so viel fest, dass die oben angegebenen Nebenströme nicht diejenigen sind, welche zur Wirksamkeit kommen, da der Hauptstrom, als sie beobachtet wurden, viel stärker war als da, wo sich die Nebenbatterie zugleich entladet; dagegen entsteht das Bedenken, ob die jedenfalls nur schwachen Nebenströme über die Lücke zwischen den Kugeln des Funkenmessers dringen, selbst wenn die Luftschicht durch eine andere Strömung durchbrochen ist, und, wenn dies stattfände, so wissen wir ausserdem noch nicht mit voller Sicherheit, ob die Hauptbatterie einen Nebenstrom nach den sonst gültigen Gesetzen hervorbringt, wenn sie zu gleicher Zeit einen kräftigen Strom der Nebenbatterie erzeugt; es bleibt also der Punkt über das Vorhandensein eines Nebenstromes und über seine Wirkung in den Zweigen als noch unerledigt zurück. — Nach Erörterung dieses Punktes wird zweitens zu untersuchen sein, ob die Stromtheilung bei der Nebenbatterie unter allen Umständen dieselbe ist, als bei der Entladung einer gewöhnlichen Batterie. Hierüber dürften Versuche mit vollkommen metallisch verbundenen Zweigen die sicherste Entscheidung liefern. Wäre hiernach die Stromtheilung in allen Fällen unverändert oder müsste man, auch wenn sie sich als veränderlich zeigte, doch für die Bedingung, dass Zw. II durch den Funkenmesser unterbrochen ist, die gewöhnliche Stromtheilung beibehalten, so entwickelte sich, ohne alle Widerrede, auf Zw. I mehr Wärme, als nach den Gesetzen der Stromtheilung zulässig wäre; indessen auch dann noch würde es sich fragen, ob dieser Überschuss an Wärme durch die Kettenbildung und Kettenspannung entstände, oder ob nicht, wie wir schon oben für die Kettenbildung eine gewisse Zeitdauer annehmen mussten, auch hier ein gleiches Verhältniss stattfände, ob also nicht die Kette, die zwar von dem Momente an, wo die Hauptbatterie sich zu entladen beginnt, sich ebenfalls bildet und spannt, doch noch in dieser Bildung und Spannung fortshreitet, während

schon die Nebenbatterie zu wirken anfängt; es würde sich also fragen, ob nicht der in Zw. I beobachtete Überschuss an Wärme aus der schon beginnenden Entladung über den einfachen Schliessungsbogen abgeleitet werden könnte, indem die Nebenbatterie erst etwas später die volle Spannung erhielte, bei der sie die Luftschicht zwischen den Kugeln des Funkenmessers durchbricht und sich sofort über beide Zweige entladet. Dies ist der dritte Punkt, der eine genauere Untersuchung erfordert. Soviel ich absehe, dürften Versuche mit vollkommen metallisch verbundenen Zweigen hierüber keine durchgreifende Entscheidung bringen, da sich in diesem Falle die Kette in beiden Zweigen zugleich und im Stamme formiren muss, und zwar, wenn anders die Bedeutung der einzelnen Theile des Nebendrathe als Zweige und Stamm nach den oben ausführlich mitgetheilten Beobachtungsreihen gewahrt werden soll, sich gerade in derselben Weise formiren muss, als wie hinterher die Entladung der Nebenbatterie über sie erfolgt; es würde also die durch die Kettenbildung etwa entwickelte Wärme gerade in demselben Verhältniss stehen, wie die durch die Entladung entwickelte und somit die Trennung beider von einander unmöglich sein. Die volle Entscheidung kann nur durch erweiterte Versuche mit einem durch einen geöffneten Funkenmesser unterbrochenen Zw. II erlangt werden, indem bei Anwendung verschiedener Nebenbatterien, von schwächerem oder von stärkerem Glase, die Zeit, in welcher sich die Spannung bis zum Funken über die Kugeln des Funkenmessers steigert, wahrscheinlich verschieden ist, und somit in Zw. II bald ein grösseres bald ein geringeres Wärmequantum als überschüssig hervortreten dürfte. — Hieran hätten wir endlich als vierten Punkt, der einer vollständigeren Untersuchung bedarf, die Frage nach der so bedeutenden Wärmeentwicklung im Stamme der Nebenbatterie bei unterbrochenem Zw. II zu reihen. Diesen Punkt halte ich für einen der bedeutendsten und der schon nach den wenigen Beobachtungen, die ich mitgetheilt habe, die völlige Unzulänglichkeit der bisherigen Ansichten und Meinungen darthut, wenn anders dazu die sämmtlichen Beobachtungen mit verzweigtem Nebendrathe noch nicht genügten. Ich kann als bekannt voraussetzen, wie man die Hemmung des Hauptstromes durch den Nebenstrom bisher erklärt hat; der Nebenstrom soll, indem er länger währt als die einzelnen partiellen Entladungen der Hauptbatterie, dieselben zurückhalten, dadurch die Dauer ihrer Entladung vergrössern und somit die

Wärmeentwicklung vermindern. Hier in unserm Falle geht aber die Hauptströmung in Nebendrathe durch den Stamm und Zw. II, wenn dieser kurz ist, der geringere Theil durch Zw. I; da man nun die beiden ersten Dräthe von dem gespannten Theile des Hauptdrathes soweit zurücklegen kann, dass von ihnen aus durchaus keine nur irgendwie erhebliche directe Einwirkung auf den Hauptdrath denkbar ist, woher soll denn, wenn wir den bisherigen Ansichten folgen wollen, der Hauptstrom in dem Grade gehemmt werden, wie wir es beobachten? Hier muss man entweder die Thatsachen ignoriren oder man muss Hypothesen fallen lassen, die keine Erklärung darbieten. Nach der von mir aufgestellten Ansicht von einer durch den ganzen Nebendrath hindurchgehenden Kettenbildung und der daraus entspringenden Ladung der Nebenbatterie ist der Zusammenhang mit dem Hauptstrom gesichert, jedoch bei den wenigen bis jetzt vorliegenden Beobachtungen lässt sich die Steigerung der Wärme noeh nicht auf feste Principien zurückführen; nur soviel glaube ich im voraus vermuthen zu dürfen, dass die durch Zw. I bis zum Maximum geladene Nebenbatterie, indem sie nach Eröffnung von Zw. II einen kürzeren Schliessungsdrath erhält, sich nach ähnlichen Gesetzen entladet, wie eine an Zahl der Flaschen grössere Nebenbatterie, weleher der gleich kurze Schliessungsbogen ebenfalls im Maximum der Ladung zukäme. Doeh spätere Beobachtungen mögen hierüber entscheiden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1855

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Knochenhauer Karl Wilhelm

Artikel/Article: [Sitzung vom 1. Februar 1855. Eingesendete Abhandlungen. Über die inducirte Ladung der Nebenbatterie in ihrem Maximum. 113-141](#)