Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

SITZUNG VOM 3. DECEMBER 1857.

Eingesendete Abhandlungen.

Versuche mit einer getheilten Batterie.

Von **K. W. Knochenhauer.**

(Vorgelegt in der Sitzung vom 8. October 1857.)

Als ich unlängst die Beobachtungen bekannt machte, die ich über die Entladung einer in zwei Theile getrennten Batterie angestellt hatte, konnte ich nicht voraussehen, dass eine getheilte Batterie, als Nebenbatterie angewandt, über die bei der Erklärung des Nebenbatteriestroms in Frage kommenden Ansichten einen so umfassenden Aufschluss gewähren und somit zur endlichen Feststellung der Theorie einen durchaus sicheren Ausgangspunkt darbieten würde. Ich habe seitdem, wie ich dies gleich vom Anfang an beabsichtigt hatte, diese Versuche mit wahrem Vergnügen durchgeführt und dieselben auch, als es nothwendig wurde, auf den Ladungsstrom ausgedehnt. Sind nun gleich diese Versuche erst in den Beobachtungen mit dem Luftthermometer vollendet und bleibt es übrig, die Spannungsverhältnisse noch genauer mit dem Funkenmesser zu ermitteln, so bin ich doch überzeugt, dass durch die bisher erlangten Thatsachen auch andere zu der festen Ansicht gelangen werden, dass eine Erklärung derselben nur möglich ist, wenn man mit Übergehung der alten bisher gültigen Theorie die zuerst von Faraday aufgestellte neue Theorie auch auf die elektrischen Strömungen ausdehnt, die ausser dem Kreise seiner speciellen Untersuchungen lagen. Doch ich erlaube mir zuvörderst die Versuche selbst vorzulegen. — Da die Beobachtungen beim Ladungs- und Nebenbatteriestrom den Drath des einen

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Theils der Batterie sehr lang zu machen geboten, damit alle Erscheinungen klar hervorträten, so habe ich noch einige Reihen über den Entladungsstrom angestellt, die ich zuerst im Anschluss an die bereits publicirten Beobachtungen mittheilen werde.

I. Die getheilte Batterie im Entladungsstrom.

Die Batterie, welche vom Conductor unmittelbar ihre Ladung erhielt, war in die beiden ziemlich gleichen Theile, in $F_1 + F_4$ und $F_2 + F_3$, zerlegt und war ganz in der Weise aufgestellt, wie ich es bereits angegeben habe. Die beiden Batteriedräthe enthielten im Normalstand $5' K$ und P, darauf kam der Auslader ($1'$) und an diesen schloss sich der Stamm, der aus $9' K$ und P bestand und überdies um $35'$ verlängert werden konnte. Der Batteriedrath von $F_2 + F_3$ wurde nach und nach durch Kupferdrath K verlängert.

Nr. 1. Stamm = $10' K + P$.				Nr. 2. Stamm = $45' K + P$.			
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—[1]	8·5	8·2	—	—	8·0	7·7	—
0	6·0	5·6	20·7	0	5·1	4·8	18·2
8′	4·8	7·1	19·8	8′	4·7	5·1	17·9
16′	4·2	9·2	18·4	16′	4·4	5·6	17·6
24′	5·2	8·6	17·2	24′	4·1	6·1	17·4
32′	5·7	8·6	16·3	32′	4·0	6·4	17·1
40′	6·4	8·6	15·8	40′	3·8	6·6	16·8
56′	6·6	8·0	15·0	56′	3·7	7·0	15·9
90′	7·3	7·5	14·5	90′	4·1	7·4	14·8
90′	offen	6·9	—				
128′	7·6	6·9	13·9				
128′	offen	6·4	—				
148′	7·9	6·5	13·5				
148′	offen	6·0	—				
188′	8·2	5·8	13·1				
188′	offen	5·5	—				

Wie ich bereits erörtert habe, werden diese Erscheinungen durch die Forderung nach dem Gleichgewicht in der Spannung auf dem

[1]) Mit dem Strich bezeichne ich, dass beide Batteriedräthe in der Normallänge waren, oder, wenn es angegeben wird, einen constanten Zusatz enthielten es wurde der Batteriedrath des einen Theils ausgelöst und der andere Theil allein geladen und entladen; die hierdurch entwickelte Wärme geben die in die Columnen eingetragenen Zahlen an.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Schliessungsdrath bedingt. Von beiden Theilen der Batterie aus findet ein unmittelbares Gleichgewicht nur statt, wenn beide Batteriedräthe gleich lang sind; dann hat der Stamm die vierfache Wärme von der auf jedem Batteriedrath. Wird darauf der Drath von $F_2 + F_3$ verlängert, so erlangt an der Vereinigungsstelle $F_1 + F_4$ eine im Verhältniss zu $F_2 + F_3$ um desto grössere Spannung, je kürzer der Stamm ist. Die Ausgleichung verlangt, dass die Spannung an dem Vereinigungspunkte der Batteriedräthe sich irgendwie zwischen die höhere und die niedere einstellt; dadurch erhält der Drath von $F_1 + F_4$ ein stärkeres, der von $F_2 + F_3$ ein schwächeres Gefäll, und somit sinkt die Wärme in jenem und steigt in diesem. Daneben macht sich aber ein anderer Einfluss geltend, indem die stärkere Spannung die schwächere aufstaut und mehr oder weniger zum Stillstand bringt, so dass der Strom von $F_2 + F_3$ nach dem von $F_1 + F_4$ abfliesst; dies zeigt sich in der Wärme des Stamms, die nach und nach immer mehr in die Summe der Erwärmungen in beiden Batteriedräthen übergeht. Wenn diese Wärme sogar etwas kleiner ausfällt, so kann es einestheils in der ebenfalls umgeänderten Spannung des Stammes liegen, anderntheils darin gesucht werden, dass hier die Zweige im Instrumente eine etwas zu grosse Wärme angeben. Bei dem kurzen Stamme findet eine durchgreifendere Aufstauung fast schon von einem Zusatz von 56′ an statt; bei dem um 35′ verlängerten dagegen, wo an der Vereinigungsstelle der Unterschied der Spannungen kleiner ist, auch mit der Verlängerung des zu $F_2 + F_3$ gehörigen Drathes die Spannung von diesem Batterietheil aus nicht zu sehr heruntersinkt, hat selbst bei 90′ Zusatz die Aufstauung noch keinen zu bedeutenden Grad erreicht. Ein geringer Einfluss der veränderten Spannung bleibt indess selbst bei den grösseren Zusätzen in $F_2 + F_3$ auch in der ersten Reihe noch bemerkbar, indem die Erwärmung in $F_1 + F_4$ um etwas kleiner und in $F_2 + F_3$ um etwas grösser ist, als wenn jeder Batterietheil sich einzeln entladet. — Um den in dem Späteren zu beachtenden Einfluss festzustellen, welchen ein stärkerer Widerstand in dem einen oder dem anderen Batteriedrath ausübt, wählte ich die 32 Zoll lange Platinspirale $P.B$. Dies gab die folgenden vier Reihen:

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 3. Nr. 4.

PB in $F_2 + F_3$.

Stamm = 10′ *K* + *P*.				Stamm = 45′ *K* + *P*.			
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm.	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	8·5	3·2	—	—	7·8	3·6	—
0	3·6	3·6	14·1	0	4·0	4·0	13·6
8′	3·3	4·5	13·0	8′	3·5	3·7	13·0
16′	3·6	4·7	11·4	16′	3·4	4·1	12·7
24′	3·7	4·6	10·5	24′	3·3	4·2	12·2
32′	4·3	4·6	9·8	32′	3·1	4·3	11·8
40′	5·2	4·5	9·6	40′	3·1	4·5	11·2
56′	6·2	4·0	10·0	56′	3·0	5·4	10·4
90′	7·0	3·1	10·0	90′	3·5	5·8	9·3
90′	offen	3·0	—	—	—	—	—

Nr. 5. Nr. 6.

PB in $F_1 + F_4$.

Stamm = 10′ *K* + *P*.				Stamm = 45′ *K* + *P*.			
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm.	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	3·9	8·0	—	—	0·7	7·6	—
0	4·2	4·0	14·0	0	4·0	3·1	14·1
8′	3·6	5·3	15·1	8′	3·7	3·7	13·9
16′	3·1	6·8	15·0	16′	3·5	4·0	13·8
24′	2·7	7·1	14·8	24′	3·4	4·4	13·7
32′	2·6	7·4	14·2	32′	3·2	4·7	13·7
40′	2·7	7·8	13·6	40′	2·9	5·2	13·5
56′	2·9	7·8	12·9	56′	2·8	5·6	13·2
90′	3·1	7·8	11·5	90′	2·7	6·4	12·7

Ist *P B* in dem Drath von $F_2 + F_3$, so stellt sie, da sie eine äquivalente Länge von 4 bis 6′ *K* haben mag, die von $F_2 + F_3$ ausgehende Spannung an dem Vereinigungspunkte noch etwas niedriger, und dadurch wird die Aufstauung noch mehr begünstigt. Ihr Einfluss ist indess gerade nicht beträchtlich; bei unverändertem Stamm zeigt sich der entschiedenere Einfluss der Aufstauung erst von 40′, bei dem um 35′ verlängerten Stamm erst von 90′ Zusatz an, und in beiden Reihen macht sich dabei das durch die ungleiche Länge der Batteriedräthe veränderte Spannungsverhältniss an der Vereinigungsstelle fast noch ebenso merklich als in den Reihen Nr. 1 und 2. Wenn die Spirale *P B* in den Drath $F_1 + F_4$ eingeschoben wird, so erniedrigt sie die von hier aus kommende hohe Spannung, und sie wirkt somit nur günstig, um die Veränderung der Wärme in den beiden Batteriedräthen deutlicher hervortreten zu lassen.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Noch lag mir die Erörterung eines Punktes nahe, den ich früher übersehen hatte. Sind beide Batterietheile nicht gleich gross, sondern z. B. im Verhältniss von 1:2, so kann die Frage aufgeworfen werden, ob unmittelbares Gleichgewicht an der Vereinigungsstelle beider Batteriedräthe vorhanden ist, wenn beide gleich lang sind, oder wenn sie im Verhältniss von 2:1 stehen. Geht man nämlich ohne weiteres von der Thatsache aus, dass von Batterien, die gleich stark geladen werden, die freie Spannung auf dem Schliessungsbogen in derselben Weise von der innern nach der äussern Belegung abnimmt, so dürfte man das erforderte Gleichgewicht voraussetzen, wenn beide Batteriedräthe gleich lang sind; erwägt man dagegen, dass bei der Übertragung der Gliederung vom Hauptdrath auf den Nebendrath einer geschlossenen Nebenbatterie es einen Unterschied macht, ob die Hauptbatterie aus mehr oder weniger Flaschen zusammengesetzt ist, und dass die übertragene Länge im umgekehrten Verhältnisse zur Flaschenzahl steht, so dürfte das Gleichgewicht unmittelbar hergestellt werden, wenn die Längen der Batteriedräthe sich umgekehrt wie die Zahl der Flaschen in beiden Theilen verhalten. Zur Entscheidung der Frage wurden die Theile der Batterie aus F_2 und aus $F_1 + F_4$ zusammengesetzt, wobei der letzte Theil nicht ganz das doppelte vom ersten ausmacht. Es wurde zuerst der Drath von $F_1 + F_4$ um 8′, und der von F_2 ebenfalls um 8′, dann um 24′ verlängert, also den Batteriedräthen die Länge von 15′5 und 16′ oder 32′ gegeben (½′ und 1′ auf den Drath in den Flaschen gerechnet); darauf wurde der Drath von $F_1 + F_4$ um 16′ verlängert und der von F_2 ebenfalls um 16′, dann um 40′, also die Längen auf 23′5 und auf 24′ und 48′ gebracht. Entsprechen gleich die Längen 32′ und 48′ nicht ganz genau dem Grössenverhältniss von F_2 zu $F_1 + F_4$, das nach meinen früheren Angaben (Beiträge p. 5) wie 1:2·89 ist und musste hierdurch die Wärme von F_2 im Verhältniss zu $F_1 + F_4$ etwas zu gross werden, so dürften die Beobachtungen doch vollkommen zur Entscheidung der vorliegenden Frage genügen. Der Versuch gab, als P im Stamme entfernt war:

Nr. 7.

Zusatz in $F_1 + F_4$	$F_1 + F_4$	Zusatz in F_2	F_2
8′	16·1	8′	2·9
8′	13·9	24′	4·2
16′	15·0	16′	2·4
16′	12·9	40′	4·0

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Da bei unmittelbarem Gleichgewicht der Spannung die Wärme n beiden Batteriedräthen wie 1:3·5 sein muss, wobei 3·5 wegen der im Verhältniss zu langen Dräthe noch etwas herunter geht, so folgt ohne weiteres, dass ungleiche Batterietheile zur Herstellung der unmittelbaren Spannungsgleichheit Dräthe von einer zu ihrer Grösse umgekehrt proportionalen Länge verlangen.

II. Die getheilte Batterie im Ladungsstrome.

a) $(A)+(B) - F_1+F_4;\ F_2+F_3.$

Die Batterie, welche vom Conductor aus geladen wurde, bestand aus den beiden Flaschenpaaren (A) und (B), die zusammen den Batterietheilen F_1+F_4 und F_2+F_3 an Stärke ungefähr gleich sind. Von dem Innern der Batterie aus ging ein Kupferdrath von $2\frac{1}{2}'$ Länge bis zum Auslader (zu 1′ gerechnet), und daran schlossen sich wieder 2′; am Ende derselben entsprangen zwei Dräthe, die einzeln zu den innern Belegungen der gut isolirten Batterietheile F_1+F_4 und F_2+F_3 führten; von den von einander getrennten äussern Belegungen gingen wieder einzeln zwei Dräthe aus, die von neuem sich zum Stamm vereinigten, der in $6\frac{1}{2}'$ oder über andern weiter eingefügten Kupferdrath zur Aussenseite der Batterie $(A)+(B)$ zurückführte. Jeder Batteriedrath der Theile F_1+F_4 und F_2+F_3 bestand (ungerechnet des Drathes in den Flaschen) aus 5′ $K+P$, war also 7′ lang; der Drath von F_2+F_3 konnte überdies nach und nach durch Kupferdrath verlängert werden. Wurde $(A)+(B)$ geladen, so ging der Strom bei der Entladung über die in constanter Entfernung bleibenden Kugeln des Ausladers den Stamm entlang, theilte sich dann zur Ladung beider Batterietheile auf die beiden Dräthe und lud diese Batterie; die hierdurch an den äussern Belegungen frei gewordene positive Elektricität ging zuerst wieder einzeln durch die Batteriedräthe und vereinigte sich dann im Stamm, um zu der nicht isolirten äussern Belegung von $(A)+(B)$ zu gelangen. Ich beobachtete die Wärme theils nur in den Batteriedräthen, wobei der Stamm ganz aus Kupferdrath bestand, theils ersetzte ich in diesem $2'K$ durch $P+0'6\,K$ und beobachtete dann auch den im Stamm vereinigten Strom. Natürlich wurden nach jeder Beobachtung die beiden Batterietheile vollkommen entladen. Als beide Batteriedräthe zuerst die Normallänge hatten und dann der von F_2+F_3 nach und nach durch einen Zusatz

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

an Kupferdrath verlängert wurde, ergaben sich mit verschieden langen Stämmen folgende Beobachtungen.

Nr. 8.

Stamm = 14′ *K*.			Stamm = 12′6 *K* + *P*.		
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
— [1])	12·2	—	7·6	—	—
0′	6·2	6·0	3·2	3·0	13·0
8′	3·5	12·0	2·5	7·4	10·0
16′	8·2	8·5	6·0	6·2	7·7
24′	10·2	7·0	6·5	5·5	7·4
32′	10·6	5·6	7·4	4·5	7·5
40′	10·9	5·0	7·6	4·0	7·8
56′	12·0	4·2	8·0	3·6	7·9
90′	12·2	4·0	8·0	3·0	7·9

Nr. 9.

Stamm = 32′ *K*.			Stamm = 30′6 *K* + *P*.		
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	10·5	—	6·7	—	—
0′	5·7	5·5	2·9	2·8	11·6
8′	3·5	7·5	2·0	4·0	11·0
16′	2·2	9·6	1·8	5·6	10·0
24′	2·4	9·9	2·6	7·0	8·8
32′	4·5	9·2	3·8	6·7	7·2
40′	6·5	8·2	4·8	6·5	6·5
56′	8·1	7·0	6·0	5·5	6·5
90′	9·9	5·0	6·7	4·1	6·5

Nr. 10.

Stamm = 49′ *K*.			Stamm = 47′6 *K* + *P*.		
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	10·0	—	6·6	—	—
0′	5·2	5·0	3·1	2·9	11·8
8′	4·0	6·0	2·6	3·5	11·5
16′	3·0	7·2	1·7	4·8	10·5
24′	2·0	9·0	1·6	5·5	10·0
32′	2·0	9·0	1·9	5·7	9·0
40′	3·5	9·0	3·0	6·4	8·0
56′	6·0	8·2	4·6	6·5	6·8
90′	8·2	5·9	6·0	4·6	6·2

[1]) Es wurde hier nur die Ladungswärme von $F_1 + F_4$ beobachtet, wenn der Drath von $F_2 + F_3$ ausgelöst war; die Beobachtung in $F_2 + F_3$ allein würde eine nur etwas kleinere Zahl ergeben haben.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 11.

Stamm = 67′ K.			Stamm = 65′6 $K + P$.		
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—′	9·2		6·3		—
0′	4·7	4·5	2·7	2·5	10·8
8′	4·0	5·5	2·2	3·2	10·5
16′	3·3	6·0	1·8	3·7	10·0
24′	2·4	6·6	1·4	4·3	9·5
32′	2·2	7·2	1·2	4·8	9·0
40′	2·4	8·0	1·6	5·2	8·6
56′	3·2	8·5	3·0	5·9	7·0
90′	5·7	7·1	4·7	5·1	5·9

Diese Reihen bieten zunächst auffallende Zahlen dar, indem sie den jetzt allgemein gültigen, auf Grundlage der Versuche von Dove über die Beobachtungen hinaus ausgedehnten Satz von der Gleichheit des Entladungs- und Ladungsstroms umstossen oder vielmehr auf den Umfang der von Dove mitgetheilten Thatsachen beschränken. Gehen wir die Reihen übersichtlich durch, so finden wir, dass bei 0 Zusatz oder bei gleich langen Batteriedräthen die Wärme in beiden gleich gross ist (denn wenn in $F_2 + F_3$ eine kleinere Zahl entsteht, so liegt dies an der im Vergleich zu $F_1 + F_4$ etwas kleineren Grösse dieses Batterietheils), und die Wärme im Stamm ist davon die vierfache. Mit der Verlängerung des Draths in $F_2 + F_3$ wird, ohne dass hierauf der veränderte Widerstand im Stamm einen Einfluss ausübte, die Wärme in $F_1 + F_4$ geringer und fällt schneller oder langsamer, je nachdem der Stamm kürzer oder länger ist; hierauf erhebt sie sich wieder und erlangt bei gehörig langem Zusatzdrath in $F_2 + F_3$ endlich eine Grenze, wo sie der Wärme gleich ist (oder sie um weniges übersteigt), welche bei der Ladung von $F_1 + F_4$ allein hervorgeht. Ich habe mich durch sehr lange Zusatzdräthe überzeugt, dass dieser Grenzwerth niemals überschritten wird. In dem Drath von $F_2 + F_3$ steigt die Wärme zuerst und zwar ebenfalls schneller oder langsamer, je nachdem der Stamm kürzer oder länger ist, sie wächst noch, wenn schon die Wärme in $F_1 + F_4$ ihr Minimum überschritten hat; bei noch grösserem Zusatz nimmt sie darauf nach und nach ab und scheint bis gegen 0 herunterzugehen. Indem in der angegebenen Weise die Wärme in $F_2 + F_3$ herunter und die in $F_1 + F_4$ heraufgeht, erlangen beide Batteriedräthe wiederum wie bei 0 Zusatz gleiche Wärme; dies geschieht je nach der Länge des Stamms bei einem

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

kleinern oder grössern Zusatz; auch auf diesen Ort übt der veränderte Widerstand im Stamm keinen Einfluss aus. Die Wärme im Stamm endlich, die, wie schon angeführt wurde, bei gleich langen Batteriedräthen das Vierfache von der Wärme in den einzelnen Dräthen beträgt, sinkt allmählich zurück und erreicht ihren kleinsten Werth, wenn beide Batteriedräthe zum zweiten Male gleiche Wärme zeigen (oder vielleicht etwas später); von diesem Minimum erhebt sie sich nur wenig und ihre Grenze ist, dass sie gleich oder sehr wenig kleiner als die Wärme im Drathe von $F_1 + F_4$ ausfällt. Bei dem Stamm $= 69'$ ist augenscheinlich die Reihe am Ende nicht weit genug fortgesetzt worden. Sieht man von der kleinen Differenz ab, die bei sehr bedeutendem Zusatz zwischen $F_1 + F_4$ und dem Stamm hervortritt, so ist die Wärme im letztern nie kleiner, als die in jedem einzelnen Batteriedrath erzeugte; sie wird, wie bemerkt, am Ende erst der in $F_1 + F_4$ gleich.

Dass diese Thatsachen nicht aus der jetzt bestehenden alten Theorie erklärt werden können, ist an sich einleuchtend; denn wenn diese Theorie in der Art der elektrischen Strömung keinen andern Unterschied kennt, als den Unterschied der Quantität der strömenden Elektricität und der Zeitdauer, in welcher sie fortströmt, wenn hier aber die Quantität unverändert bleibt und von der veränderten Zeitdauer, die durch den Widerstand im Stamm bedingt wird, keine Änderung in den Erscheinungen entsteht, so ist sicher nicht abzusehen, warum der von $(A) + (B)$ kommende Strom die immer auf dieselbe Weise in ihren Zuleitungsdräthen bleibenden Batterietheile $F_1 + F_4$ und $F_2 + F_3$ auf verschiedene Weise laden oder vielmehr in ihren Dräthen verschiedene Wärme erregen soll, je nachdem man den Stamm kürzer oder länger macht. Ich halte es in der That für unmöglich, hier bei diesen neuen Thatsachen auf die alte Theorie irgendwie Rücksicht zu nehmen und überlasse es daher Anderen, ihre Rechte, wenn sie deren wirklich hat, selbst geltend zu machen.

Um den Weg zur Erklärung anzubahnen (denn eine strengere Ausführung muss noch zurückgestellt werden, bis die Beobachtungen der Spannungen mittelst des Funkenmessers vorliegen), weise ich auf meine bereits vor zehn Jahren in Pogg. Ann. Bd. 71, p. 343 mitgetheilten Beobachtungen hin, nach denen von der Batterie, welche geladen wird, eine Gegenspannung gegen die sich entladende Batterie ausgeht. Sind beide Batterien einander gleich, wie hier $(A)+(B)$

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

gleich ist mit jedem Batterietheil $F_1 + F_4$ oder $F_2 + F_3$, so geht von der zu ladenden Batterie über den Schliessungsdrath eine Spannung von gleicher Stärke aus, als wie sie die sich entladende Batterie auf demselben erzeugt; nimmt also bei der letztern die Spannungsdifferenz zwischen zwei Punkten des Schliessungsdrathes von der innern und äussern Belegung abgerechnet je mit der Grösse des Abstandes ab, so findet dasselbe von der Batterie aus, welche geladen wird, in demselben Verhältniss statt; die Spannungsdifferenz ist somit am kleinsten, wenn diejenigen Stellen des Schliessungsdrathes auf einander bezogen werden, welche in der Summe gleich weit von den Belegungen beider Batterien abliegen; geht man von hier aus der sich entladenden Batterie oder ebenso der die Ladung empfangenden in gleichem Betrage näher, so steigt die Spannungsdifferenz in gleicher Weise und erreicht ihren grössten und den gleichen Werth unmittelbar zwischen den beiden Belegungen der einen oder der andern Batterie. Diese Doppelspannung ist also von der Art, als ob nicht nur die vom Conductor geladene Batterie sich über den ganzen Schliessungsdrath entlüde, sondern als ob auch die Batterie, welche erst die Ladung empfängt, in gleicher Stärke wie jene sich ebenfalls über den ganzen Schliessungsdrath entlüde. Wenden wir dies auf unsern Fall an, so ist der constant bleibende Drath von $F_1 + F_4$ so kurz genommen, dass er bei sämmtlichen von mir gewählten Längen des Stammes diesem nicht gleich kommt; es geht also, wenn nur $F_1 + F_4$ da wäre, die hervortretende Spannung sowohl von $(A) + (B)$ als von $F_1 + F_4$ aus auf dem Schliessungsdrath abwärts, und der kleinste Werth der Spannungsdifferenzen liegt zwischen Stellen, die über die Vereinigungspunkte beider Batteriedräthe auf den Stamm hin hinausfallen. Ist nun der Drath von $F_2 + F_3$ ebenso lang als der von $F_1 + F_4$, so liegt der kleinste Werth der Spannungsdifferenzen von diesem Batterietheil aus zwischen denselben Stellen des Stammes, wo ihn $F_1 + F_4$ hinsetzt; es findet also unmittelbares Gleichgewicht in der Spannung statt und der Verlauf der ganzen Ladung ist ebenso, als wenn beide Theile der Batterie unmittelbar mit einander verbunden wären; jede Batterie erhält die Hälfte des Ladungsstromes, somit ist im Stamm die vierfache Wärme von der in jedem Batteriedrathe einzeln. Ich bemerke nebenbei, dass dieses Verhältniss hier streng hervortritt, so dass die etwas abweichenden Angaben im Entladungsstrom doch nicht füglich aus der Construction des Luftthermometers

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

abgeleitet werden können, sondern mit irgend einem andern Umstande zusammenhängen müssen. — Wird hierauf der Drath in $F_2 + F_3$ verlängert, so rückt, wenn dieser Batterietheil allein wäre, die Stelle [1]) der kleinsten Spannungsdifferenz oder die Stelle, bis wohin die Spannung von $F_2 + F_3$ aus auf den Schliessungsdrath abfällt, den Punkten, wo die Batteriedräthe sich vereinigen, immer näher. Es besteht somit bei dem Zusammenwirken beider Theile der Batterie das Gleichgewicht in der Spannung nicht mehr, und wir haben jetzt ganz den ähnlichen Fall wie beim Entladungsstrom; die kleinste Spannungsdifferenz rückt näher an $F_1 + F_4$ und weiter von $F_2 + F_3$; dort wird das Gefäll vergrössert, hier verkleinert, und sonach entwickelt sich dort weniger, hier mehr Wärme; auch der Stamm fügt sich in die veränderten Verhältnisse und die Wärme auf ihm nimmt ab, wenn anders nicht, worüber wir bei der noch unklaren Einsicht in die elektrischen Schwingungsverhältnisse nicht sogleich entscheiden können, die Schwingungen bei ungleichen Längen der Dräthe ungleichartig werden und deshalb nicht so in einander greifen wie vollkommen mit einander correspondirende Ströme. Nun tritt aber hier mit weiterer Verlängerung des Drathes in $F_2 + F_3$ der neue Fall ein, dass dieser Drath zunächst die Länge des Stammes erreicht und sie dann überschreitet; hierdurch kommt die Stelle der kleinsten Spannungsdifferenz immer weiter auf den Batteriedrath hinauf, und die von $(A) + (B)$ abfallende Spannung müsste demnach auf den Drath von $F_2 + F_3$ übergreifen. Allein die abfallende Spannung von $F_1 + F_4$ gestattet dies nicht, da sie unmöglich weiter als bis an die Vereinigungspunkte der beiden Batteriedräthe zurückgedrängt werden kann, wenn anders sie sich selbst bis dahin verschieben lässt; es muss also jetzt eine ganz andere Vertheilung der Spannungen eintreten. Um hierbei, soweit es bis jetzt bei unserm noch durchaus ungenügenden Verständniss über das Wesen der Elektricität möglich ist, meine Ansichten so klar als möglich auszudrücken, so will ich, wenngleich ich dadurch von dem zunächst vorliegenden Gegenstande etwas abschweife, zur näheren Erläuterung der Ausdrücke bemerken, dass ich auf einem Drath die

---

[1]) Des bequemern Ausdrucks wegen gebrauche ich oft zur Ortsbezeichnung der kleinsten Spannungsdifferenz den Singular, obschon immer zwei Stellen des Schliessungsbogens auf einander bezogen werden, deren Lage durch die Summe ihrer Abstände von der inneren und äusseren Belegung bestimmt wird.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Gliederung (Kette) und die Spannung unterscheide. Die Gliederung allein gibt noch keine Schwingung oder einen Strom mit Wärme, sondern sie muss dazu erst gespannt werden. Ein Schliessungsbogen z. B., durch welchen ein Strom geht, erregt auf jedem ihm genäherten Drath eine Gliederung; soll diese gespannt werden und somit ein Strom entstehen, so muss man entweder die Enden des Drathes mit einander verbinden oder sie durch eine eingeschobene Batterie schliessen. Jede geladene Batterie nun, die mit einem ununterbrochenen Schliessungsbogen versehen ist, überträgt auf diesen zuerst die Gliederung, dann entsteht die Spannung und damit die Schwingungen, die so lange anhalten, bis die Kraft der geladenen Batterie erschöpft ist. Schaltet man darauf in den Schliessungsbogen eine neue Batterie ein, so entsteht gleichfalls eine Gliederung, die Spannung tritt aber nur mittelst einer Gegenspannung von Seiten der eingeschalteten Batterie ein; die Gegenspannung ist also von der aus der geladenen Batterie entstehenden Spannung bedingt, aber umgekehrt ist auch die Spannung nur möglich, sofern die Gegenspannung hervortritt. Beide, Spannung und Gegenspannung, gehen durch den ganzen Schliessungsbogen hindurch, allein da beide nach den Batterien zu aufsteigen, so kann die Untersuchung mit dem Funkenmesser nur diese aufsteigenden Spannungen nachweisen, indem sie zeigt, wie von beiden Batterien aus die Spannungsdifferenz zwischen je zwei Stellen von der äussern und innern Belegung abgerechnet nach und nach abnimmt, bis sie in gleichem Abstand von beiden einander gleichen Batterien am kleinsten wird. Da also diese auf- oder, von den Batterien aus gerechnet, absteigenden Spannungen allein am Funkenmesser hervortreten, so pflege ich sie auch wohl freie Spannung zu nennen. Gehen wir jetzt auf unsern Fall zurück und fassen die soeben genannte freie Spannung ins Auge, so wird, wie bemerkt wurde, die kleinste Spannung von $F_1 + F_4$ aus, sofern dieser Batterietheil allein da wäre, noch auf dem Stamm, die von $F_2 + F_3$ dagegen, wenn der Zusatz eine gewisse Länge erreicht, und wiederum dieser Batterietheil allein da wäre, schon auf dem Batteriedrathe liegen. Dass unter diesen Umständen kein Gleichgewicht in der Spannung bestehen kann, ist an sich klar. Die Vertheilung wird sich jetzt so stellen müssen, dass zwar die Stelle der kleinsten Spannung nach $F_1 + F_4$ etwas zurückgedrängt wird, dass aber zugleich die von $F_1 + F_4$ abfallende Spannung auch auf den Batteriedrath $F_2 + F_3$ herauftritt, und dieser nun die Gegen-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

spannung von diesem Batterietheil entgegentritt. Die Versuche allein können entscheiden, wann diese neue Vertheilung der Spannungen eintritt, denn es ist dazu keineswegs nothwendig, dass der Drath von $F_2 + F_3$ schon die Länge erreiche, welche die kleinste Spannung gerade auf die Vereinigungspunkte der Batteriedräthe setzen würde; nur so viel ist klar, dass gerade da, wo die neue Vertheilung eintritt, die Wärme in $F_1 + F_4$ ihr Minimum erlangt, da offenbar, je mehr die Länge des Zusatzes in $F_2 + F_3$ den Übertritt der Spannung begünstigt, die freie Gegenspannung von $F_1 + F_4$ auch mehr und mehr wieder nach der Stelle des Stammes vorrücken wird, wo sie enden würde, wenn der andere Batterietheil gar nicht vorhanden wäre, und dass mit diesem Vorschreiten auch die Wärme in $F_1 + F_4$ wiederum wächst. Auch das lässt sich bis jetzt nicht im Voraus bestimmen, wie weit bei verlängertem Drath in $F_2 + F_3$ die hiervon ausgehende Gegenspannung auf die Spannung im Stamm und auf die im Drath $F_1 + F_4$ einen Einfluss ausübt, wie weit also die Schwingungen in $F_2 + F_3$ auf die Schwingungen und die daraus entspringende Wärme in den beiden andern Dräthen einen direkten Einfluss ausüben; darüber können bis jetzt ebenfalls nur die Beobachtungen einen Aufschluss gewähren.

Dass die vorgetragene Ansicht im Allgemeinen richtig ist, dies lässt sich ganz einfach durch einige Versuche nachweisen. Macht man nämlich die constante Länge des Drathes in $F_1 + F_4$ grösser, so sind zwei Fälle möglich; entweder ist die Verlängerung der Art, dass der Batteriedrath länger als der Stamm ist und dann liegt die Stelle, bis wohin die Gegenspannung von $F_1 + F_4$ herabgeht, auf dem Batteriedrath, oder man lässt die Verlängerung nur so weit gehen, dass die genannte Stelle immer noch wie bisher auf den Stamm fällt. In dem ersten Falle greift die ladende Batterie, wenn der Drath in $F_2 + F_3$ auch mindestens länger als der Stamm ist, über die Verbindungsstelle beider Batteriedräthe hinaus, und es bleibt ihr, wie gross auch der Zusatz in $F_2 + F_3$ sei, der unmittelbare Zusammenhang mit beiden Batterietheilen frei, wodurch die Wärme im Stamm immer grösser als die in jedem Drath einzeln ausfallen muss. In dem andern Fall dagegen müssen die Erscheinungen dieselben bleiben wie in den vorher besprochenen Reihen, sofern man die neuen Reihen erst von den gleich langen Batteriedräthen ab betrachtet. Zu dem ersten Fall gebe ich folgende Beobachtungen:

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 12. Stamm = 12'6 $K + P$. Zusatz in $F_1 + F_4 = 16'$ K.				Nr. 13. Stamm = 30'6 $K + P$. Zusatz in $F_1 + F_4 = 40'$ K.			
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	7·2	—	—	—	6·0	—	—
0	6·7	5·6	7·6	0	7·0	4·8	7·0
8′	4·5	6·2	9·0	8′	6·4	5·0	7·0
16′	3·2	3·0	12·2	16′	5·7	5·2	7·0
24′	6·0	2·2	11·0	24′	5·0	5·5	7·5
32′	6·8	2·2	9·8	32′	3·0	5.2	10·0
40′	7·0	2·2	9·4	40′	3·0	2·6	11·4
56′	7·3	2·5	8·7	56′	6·0	2·1	9·2
90′	7·7	2·5	8·5	90′	6·7	1·8	8·1

Bei 16′ und 40′ Zusatz in $F_2 + F_3$ sind beide Dräthe gleich lang, daher ist das unmittelbare Gleichgewicht in der Spannung vorhanden und der Stamm hat die vierfache Wärme von der in jedem Drathe einzeln. Von hier ab würde mit Verlängerung des Drathes in $F_2 + F_3$ die Spannung von $(A) + (B)$ von den Vereinigungspunkten nach $F_1 + F_4$ zu kleiner als nach $F_2 + F_3$ zu sein, und der Unterschied würde bei grösserem Zusatz immer bedeutender werden; zur Ausgleichung steigt also die Spannung nach $F_1 + F_4$ weiter aufwärts und verringert somit das Gefäll auf diesem Drath, nach $F_2 + F_3$ dagegen wird sie geringer und vergrössert umgekehrt das von $F_2 + F_3$ kommende Gefäll; es entsteht also in $F_1 + F_4$ eine grössere, in $F_2 + F_3$ eine kleinere Wärme. Die letztere scheint nur bis zu einer bestimmten Grenze abzunehmen, denn die beiden letzten etwas grössern Zahlen in Nr. 12 dürften sich wohl aus irgend einem andern Umstande erklären. Die Wärme im Stamm ist, wie vorauszusehen war, durchgehends grösser als in $F_1 + F_4$. Die beiden ersten Zahlenpaare in Nr. 12 erklären sich so: bei 0 Zusatz greift die Spannung von $F_2 + F_3$ noch auf den Stamm über, wodurch der um 16′ verlängerte Drath in $F_1 + F_4$ nach dem Frühern mehr Wärme hat als der andere; bei 8′ Zusatz ist die Spannung von $F_2 + F_3$ ebenfalls schon auf den Drath zurückgetreten, aber um weniger als bei $F_1 + F_4$, es ist also hier umgekehrt die Wärme in diesem Drath kleiner als in jenem. In Nr. 13 haben wir bis 16′ Zusatz die frühern Verhältnisse, von 24′ ab die hier vorliegenden, wo die von $(A) + (B)$ abfallende Spannung auf beide Dräthe heraufsteigt, doch so, dass sie wie bei 8′ Zusatz in Nr. 12 auf $F_2 + F_3$ weniger heraufkommt. — Für den zweiten Fall gebe ich:

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 14. Stamm = 30'6 $K+P$. Zusatz in F_1+F_4 = 16' K.				Nr. 15. Stamm = 47'6 $K+P$. Zusatz in F_1+F_4 = 16' K.			
Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm	Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm
—	6·6	—	—	—	6·2	—	—
0	5·7	1·4	9·7	0	4·8	1·6	10·2
8'	5·0	1·5	10·5	8'	4·0	2·0	10·6
16'	2·8	2·6	11·0	16'	2.8	2·6	10·9
24'	2·2	4·1	10·2	24'	2·2	3·4	10·2
32'	3·3	5·5	7·5	32'	1·8	4·9	9·3
40'	5·0	4.8	6·9	40'	2·4	5·3	8·2
56'	6·8	4·2	6·7	56'	4·3	5·8	6·2
90'	6·9	3·0	6·7	90'	6·0	4·2	6·0

Hier finden wir von 16' Zusatz in F_2+F_3 ab genau die frühern Verhältnisse und für die geringern Zusätze dieselben nur umgekehrten Reihen.

Es lag mir noch ob, die bisher besprochenen Hauptpunkte genauer durch Beobachtungen festzustellen, da die Reihen zu verschiedenen Zeiten gemacht wurden und nicht alle denselben Grad der Ganauigkeit erreichten, weil bisweilen kleine Störungen durch die ungünstigere Witterung herbeigeführt wurden. — Für die Gleichheit der Wärme im Stamm und in F_1+F_4 bei hinreichend langem Zusatze in F_2+F_3 dient:

Nr. 16.

	Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm
Stamm = 12·6 $K+P$	—	7·5		
	90'	8·0	3·7	8·0
„ = 30·6 $K+P$	—	6·9		
	90'	7·1	4·	7·0
„ = 47·6 $K+P$	—	6·5		
	90'	6·2	4·9	6·0
„ = 67·6 $K+P$	—	6·2		
	90'	4·6	5·5	6·0

Die letzte Beobachtung verlangt, wie schon bemerkt wurde, einen grössern Zusatz als 90'. — Da nach diesen Beobachtungen die Wärmeentwicklung in $(A)+(B)$ und F_1+F_4 zuletzt so erfolgt, als wären diese beiden Batterien allein vorhanden, so lässt sich daraus schliessen, dass die Gegenspannung von F_2+F_3 bei langen Zusatzdräthen wenig oder gar nicht auf die beiden andern Dräthe zurück-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wirkt, und dass somit der Zusammenhang dieses Batterietheils mit dem andern auf eine auffallende Weise gelockert ist.

Um die Stelle der kleinsten Wärme in $F_1 + F_4$, dessen constanter Drath kürzer als der Stamm ist, genauer festzusetzen, stellte ich noch folgende Beobachtungen an:

Nr. 17.

Stamm $= 14'$ K.		Stamm $= 32'$ K.		Z. in $F_1 + F_4 = 16'K$		Stamm $= 49'$ K.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$
0′	6·6	8′	3·3	16′	5·5	20′	2·5
4′	3·0	12′	2·5	20′	3·6	24′	2·1
8′	4·0	16′	2·1	24′	2·9	28′	2·2
		20′	2·6	28′	3·2	32′	2·4

Stamm $= 67'$ K.

		Zusatz in $F_1 + F_4 = 40'$ K.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$
24′	2·3	24′	6·9
28′	2·0	32′	5·5
32′	1·9	40′	4·0
36′	2·0	48′	2·6
40′	2·1	56′	2·5
		64′	3·5

Vergleicht man die beiden Reihen bei Stamm $= 32'$ und $= 67'$, wo einmal der Drath von $F_1 + F_4$ in seiner Normallänge, dann um 16′ oder 40′ verlängert war, so rückt durch diese Verlängerung die Stelle des Minimums um 8′ oder 20′ vor, also um die Hälfte von den eingefügten 16′ oder 40′. Setzen wir demnach zur kürzern Bezeichnung die Länge des Batteriedraths von $F_1 + F_4 = a'$, des von $F_2 + F_3 = a''$ und die Länge des Stammes $= b$, so ist

$$\text{bei } b = 14' \quad a'' - \frac{a'}{2} = 8'$$

$$\text{„ } b = 32' \quad a'' - \frac{v'}{2} = 20'$$

$$\text{„ } b = 49' \quad a'' - \frac{a'}{2} = 30'$$

$$\text{„ } b = 67' \quad a'' - \frac{a'}{2} = 36'.$$

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Werthe von $a'' - \frac{a'}{2}$ liegen zwischen $^2/_3\ b$ und $^1/_2\ b$. Das nicht ganz feste Verhältniss dieser Werthe zu der Länge des Stammes, ferner der Umstand, dass die neue Vertheilungsweise der Spannungen schon früher beginnt, als bis a'' die Länge von b erreicht hat, endlich die Thatsache, dass a'' auch von a' abhängig ist, dass also die weiter nach dem Batterietheil zurückstehende Gegenspannung gar leicht von der andern verdrängt wird, welche weiter an die ladende Batterie herangeht, alles dies zeigt eine gewisse Schwäche der Gegenspannung an, die wir auch in den spätern Beobachtungen deutlich erkennen werden.

Die Stelle, wo in $F_1 + F_4$ und $F_2 + F_3$ die Wärme wiederum gleich wird, bestimmen folgende Beobachtungen noch näher:

Nr. 18.

$F_1 + F_4$ unverändert.

Stamm = 49′ K.			= 47′6 K + P.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_3 + F_4$
64′	6·2	7·3	4·8	5·8
72′	6·9	6·7	5·4	5·4
80′	7·4	6·0	—	—
$F_1 + F_4$ um 16′ verlängert.				
64′	6·6	6·7	5·1	5·2
72′	7·4	6·5	5·7	4·9

$F_1 + F_4$ unverändert.

Stamm = 67′ K.			= 65′6 K + P.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$
90′	5·7	6·9	—	—
98′	6·2	6·2	4·5	4·7
$F_1 + F_4$ um 40′ verlängert.				
72′	5·0	6·2	—	—
80′	5·6	5·9	4·4	4·8

Indem mit Verlängerung des Drathes in $F_1 + F_4$ um 16′ der erforderliche Zusatz in $F_2 + F_3$ um 8′, und bei 40′ Verlängerung etwa um 18′ kleiner wird, so haben wir für die Stelle der gleichen Wärme unter Beibehaltung der eingeführten Bezeichnungen

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

$$\text{bei } b = 14' \quad a'' + \frac{a'}{2} = 28'$$

$$\text{„ } b = 32' \quad a'' + \frac{a}{2} = 59'$$

$$\text{„ } b = 49' \quad a'' + \frac{a'}{2} = 83'$$

$$\text{„ } b = 67' \quad a'' + \frac{a'}{2} = 109'$$

also $a'' + \frac{a'}{2}$ zwischen $^3/_2\ b$ und $2b$ liegend. Hier ist es abermals beachtenswerth, dass bei den längeren Stämmen die Werthe von $a'' + \frac{a'}{2}$ im Verhältniss zu b heruntersinken, was ebenfalls darauf hindeutet, dass die Gegenspannung in $F_2 + F_3$ leicht ihre Kraft verliert und somit nicht mehr im Stande ist, die Wärme hinreichend zu heben, um die Stelle der gleichen Wärme weiter hinauszurücken.

Ich untersuchte hierauf die Wirkung, welche die Platinspirale $P.B$ auf den Ladungsstrom ausübt, indem ich sie einmal in $F_1 + F_4$, dann in $F_2 + F_3$ einfügte.

	Nr. 19. Stamm = 14′ K.				Nr. 20. Stamm = 49′ K.			
	$P.B.$ in F_1+F_4		$P.B.$ in F_2+F_3		$P.B.$ in F_1+F_4		$P.B.$ in F_2+F_3	
Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3
—	4·0	—	12·0	—	3·4	—	10·0	—
0	3·5	3·5	3·8	3·5	3·0	2·7	3·0	2·8
8′	1·5	10·0	5·0	3·7	2·7	4·0	2·4	3·3
16′	2·7	7·7	7·7	2·8	2·0	5·4	1·6	4·0
24′	3·0	6·0	9·2	2·5	1·5	6·7	1·7	4·0
32′	3·7	4·7	10·2	2·2	1·2	8·0	2·0	4·1
40′	3·7	4·0	11·0	2·0	1·2	8·2	2·6	4·0
56′	4·0	3·2	11·5	1·7	1·8	7·5	4·3	3·5
90′	4·0	2·2	12·0	1·3	2·9	5·1	7·2	2·6

Nr. 21. Stamm = 12′6 $K+P$.

	$P.B.$ in F_1+F_4.			$P.B.$ in F_2+F_3.		
Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm
—	3·7	—	—	7·7	—	—
0	2·7	2·4	8·7	2·2	2·2	9·0
8′	1·7	6·2	9·7	4·0	3·0	6·0
16′	2·5	5·5	6·7	6·0	2·5	5·7
24′	2·7	4·6	5·2	6·8	2·1	6·2
32′	3·2	4·0	4·5	7·2	2·0	6·5
40′	3·5	3·5	4·2	7·5	1·9	6·7
56′	3·5	2·7	4·0	7·7	1·7	7·1
90′	3·6	2·7	3·7	8·0	1·5	7·5

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 22.

Stamm = 30'6 $K + P$.

	$P.\ B.$ in $F_1 + F_4$.			$P.\ B.$ in $F_2 + F_3$.		
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	3·5			6·7		
0	2·2	1·6	8·2	2·1	2·2	8·3
8′	1·5	3·0	9·0	1·4	2·6	7·0
16′	1·2	3·7	9·0	1·6	3·2	5·5
24′	1·0	5·2	8·4	2·1	3·0	4·7
32′	1·3	5·8	6·8	3·5	2·9	4·0
40′	1·8	5·8	5·4	4·4	2·8	4·0
56′	2·4	4·5	4·5	5·3	2·6	4·6
90′	3·0	3·0	4·0	6·4	1·8	5·4

Die Einwirkung der Platinspirale ist durchaus abweichend von der beim Entladungsstrom gefundenen; während sich dort die Einwirkung auf alle Theile erstreckte und das gegenseitige Verhältniss der Ströme nur wenig veränderte, sind die jetzigen Reihen nach ihrem Verlaufe mit den frühern kaum vergleichbar; die Stellen, wo $F_1 + F_4$ seine kleinste Wärme und wo $F_1 + F_4$ und $F_2 + F_3$ gleiche Wärme erlangen, sind gänzlich verschoben. Etwa bis dahin, wo der Drath in $F_2 + F_3$ länger als der Stamm wird, nimmt man noch die Einwirkung von $P\ B$ auf alle drei Erwärmungen wahr; dann macht sich aber der Batteriedrath, welcher von $P\ B$ frei ist, immer mehr von dem hemmenden Einfluss unabhängig (denn wenn die Zahlen auch etwas kleiner sind, so kommt ein grosser Theil der producirten Wärme auf $P\ B$, was bei der Constanz der gesammten Wärme nicht ohne Einfluss bleiben kann), während der Stamm von der Stelle ab, wo die frühern Reihen in beiden Dräthen gleiche Wärme angeben, sich immer enger an $F_1 + F_4$ anschliesst und mit ihm zusammenfällt. So zeigt sich auch hier wieder, dass der Zusammenhang zwischen den beiden Batterietheilen ein lockerer ist, und dass am Ende der Reihen $F_1 + F_4$ und $(A) + (B)$ fast allein in Wechselwirkung mit einander bleiben, während die Gegenspannung in $F_2 + F_3$ nur diesen Drath allein dominirt. Da die Spirale die Spannungsverhältnisse nur wenig ändert und allein die Schwingungen da hemmt, wo sich der Widerstand findet, so sind, wenn $F_2 + F_3$ frei ist, die Schwingungen in diesem Drathe fast ebenso lebhaft, als wenn die Spirale gar nicht

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

vorhanden wäre. Zur sichern Feststellung der Zahlen am Ende der Reihen dienen noch folgende Beobachtungen:

Nr. 23.

Länge des Stamms	Zusatz in $F_2 + F_3$	*P. B.* in $F_1 + F_4$.			*P. B.* in $F_2 + F_3$.		
		$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
12'6 $K + P$	—	3·5			7·6		
	90'	3·7	2·4	4·0	7·6	1·4	7·4
30'6 $K + P$	—	3·2			6·8		
	90'	3·1	3·5	3·8	6·4	1·7	5·5

$b\ (A) + (B) - F_1\ ;\ F_2.$

Während die Hauptbatterie unverändert blieb, wurden die Theile der Batterie, welche die Ladung empfing, auf die einzelnen Flaschen F_1 und F_2 reducirt, wo F_2 freilich von Kraft etwas grösser als F_1 ist.

Nr. 24.

	Stamm = 14' *K*.		Stamm = 12'6 *K* + *P*.		
Zusatz in F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	Stamm
—	6·8	7·4	4·4	4·6	—
0	4·2	5·4	2·3	2·5	9·4
8'	2·1	7·4	1·1	5·2	8·1
16'	3·0	7·0	2·0	4·4	6·5
24'	4·2	6·7	2·9	4·2	5·8
32'	5·2	5·9	3·4	4·0	5·5
40'	5·5	5·3	4·0	3·8	5·1
56'	6·0	5·0	4·1	3·0	5·0
90'	6·8	3·5	4·2	2·5	5·0

Die Reihe hat einen ähnlichen Verlauf wie die frühern, nur ist bei 90' Zusatz die Wärme im Stamm etwas grösser als in F_1, was wir später überall finden werden, wo F_1 der doppelt so grossen Hauptbatterie gegenübersteht. Um die Stellen für das Minimum in F_1 und für gleiche Wärme in F_1 und F_2 näher zu bestimmen, wurden noch die folgenden Beobachtungen angestellt.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 25.

Stamm = 14′ K. Zusatz in F_1 = 16′ K.			Stamm = 14′K.		Stamm = 32′ K.	
Zusatz in F_2	F_1	F_2	Zusatz in F_2	F_1	Zusatz in F_2	F_1
32′	5·1	4·9	0	3·8	8′	2·1
			4′	2·5	16′	1·5
Stamm = 32′ K.			8′	1·8	20′	1·5
			12′	2·3	24′	1·5
82′	4·2	4·4	16′	2·8	28′	1·5
90′	4·5	4·2			32′	1·5
					40′	2·1

Die Stelle der kleinsten Wärme in F_1 bestimmt

$$\text{bei } b = 14' \qquad a'' - \frac{a'}{2} = 13'$$

$$\text{„ } b = 32' \qquad a'' - \frac{a'}{2} = 28'$$

also $a'' - \frac{a'}{2}$ nahe $= b$. Für die Gleichheit der Wärme ist

$$\text{bei } b = 14' \qquad a'' + \frac{a'}{2} = 51'$$

$$\text{„ } b = 32' \qquad a'' + \frac{a'}{2} = 96'$$

also $a'' + \frac{a'}{2}$ zwischen $4b$ und $3b$.

c) $(A) - F_1 + F_4$; $F_2 + F_3$.

Als die ladende Batterie auf das einzelne Flaschenpaar (A) gestellt war, dagegen die Theile der andern Batterie aus $F_1 + F_4$ und $F_2 + F_3$ bestanden, ergab sich:

Nr. 26.

Stamm = 49′ K.			Stamm = 47′6 K+P.		
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	6·0	—	4·0	—	—
0	2·7	2·5	1·7	1·5	6·5
8′	1·5	3·9	0·9	2·3	5·4
16′	1·0	5·5	0·6	3·5	4·0
24′	2·1	6·0	1·6	4·3	3·6
32′	3·8	5·2	3·0	4·0	3·2
36′	4·1	4·8	3·5	3·8	3·2
40′	4·7	4·2	3·9	3·4	3·2
56′	6·0	3·2	4·5	2·5	4·0
90′	6·2	2·0	4·5	1·8	4·2

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und als nähere Erläuterung:

Nr. 27.

Stamm = 67′ K.			Stamm = 32′ K.			Stamm = 32′ K.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$
52′	4·0	4·4	16′	3·0	6·4	0′	3·9
56′	4·3	4·2	20′	4·5	5·5	4′	1·9
60′	4·5	4·0	24′	5·0	4·8	8′	1·1
						12′	1·9
Zus. i. $F_1 + F_4$ = 16′ K.			Stamm 49′ K.			Stamm = 49′ K.	
40′	3·1	4·3	32′	3·5	5·5	8′	1·8
44′	3·6	4·0	36′	4·2	4·7	12′	1·4
48′	4·1	3·8	40′	4·9	4·3	16′	1·2
						20′	1·9
						Z. i. $F_1 + F_4$ = 16′ K	
						16′	3·0
						20′	2·0
						24′	2·6

In Nr. 26 richtet sich bei 90′ Zusatz die Wärme im Stamm wieder nach der Wärme in $F_1 + F_4$. Für das Minimum der Wärme in diesem Drath ist

$$\text{bei } b = 32' \qquad a'' - \frac{a'}{2} = 12'$$

$$\text{„ } b = 49' \qquad a'' - \frac{a'}{2} = 18'$$

also $a'' - \frac{a'}{2}$ etwa $= \frac{1}{3}\, b$. Für die gleiche Wärme in beiden Batteriedräthen gilt

$$\text{bei } b = 32' \qquad a'' + \frac{a'}{2} = 34'$$

$$\text{„ } b = 49' \qquad a'' + \frac{a'}{2} = 49'$$

$$\text{„ } b = 67' \qquad a'' + \frac{a'}{2} = 69'$$

also $a'' + \frac{a'}{2} = b$. Es wird sicher auffallen, dass gerade diese Reihe so übereinstimmende und so einfach von b abhängige Werthe liefert, während ein viel grösseres Schwanken in den früheren Reihen sichtbar war. Ich glaube diese Thatsache ebenfalls aus dem Umstand herleiten zu dürfen, dass eine Gegenspannung im Allgemeinen weniger Kraft als eine ursprüngliche, das Glas der Flaschen durchdringend ergreifende Spannung besitzt. Hier sind die Batterietheile, welche

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Ladung empfangen, grösser als die ladende Batterie, und desshalb kann sich die Gegenspannung leichter in der ihr zukommenden ganzen Stärke äussern als in den übrigen Reihen, wo das Verhältniss ungünstiger war. Sehen wir also nach den von uns gefundenen Anzeichen die Annahme einer gewissen Schwäche der Gegenspannung als begründet an und folgen wir dem Satze, dass für die Spannungsverhältnisse die äquivalenten Längen der Schliessungsdräthe, sowie es sonst beim Nebenbatteriestrom und in allen übrigen Verhältnissen üblich ist, umgekehrt nach der Grösse der Batterien gerechnet werden müssen, so werden wir für die Stelle der kleinsten Wärme im Batterietheil mit constantem Drath und für die Stelle der gleichen Wärme in beiden Batteriedräthen die folgenden Formeln als die eigentlich giltigen ansetzen dürfen:

1) $(A) \quad -F_1+F_4\ ;\ F_2+F_3 : a'' - \frac{a'}{2} = \frac{b}{3} \qquad a'' + \frac{a'}{2} = b$

2) $(A)+(B) - F_1+F_4\ ;\ F_2+F_3 : a'' - \frac{a'}{2} = \frac{2}{3}b;\ a'' + \frac{a'}{2} = 2b$

3) $(A)+(B) - \quad F_1 \quad ;\ F_2 \quad : a'' - \frac{a'}{2} = \frac{4}{3}b;\ a'' + \frac{a'}{2} = 4b.$

d) $(A)+(B)$ oder $(A) - F_1\ ;\ F_3+F_3$.

Übergehend auf ungleiche Theile in der die Ladung empfangenden Batterie liess ich zuerst den Theil, dessen Drath constant und kürzer ist als der Stamm, aus F_1 und den andern, dessen Drath verlängert wird, aus F_2+F_3 bestehen. Meine Versuche hierüber sind:

Nr. 28 $(A)+(B)$ als ladende Batterie.

Stamm = 14′ K.			Stamm = 12′6 K + P.		
Zusatz in F_2+F_3	F_1	F_2+F_3	F_1	F_1+F_3	Stamm
—	7·2	—	4·4	7·4	—
0	1·5	11·4	0·6	6·1	10·4
8′	2·1	11·6	1·6	6·2	8·0
16′	4·2	10·4	2·9	6·5	7·3
24′	5·0	9·2	3·6	6·3	6·9
32′	5·7	8·4	3·8	6·1	6·6
40′	6·0	7·5	4·1	5·8	6·1
56′	6·6	6·8	4·5	5·3	6·1
90′	7·2	5·5	4·9	4·4	6·1

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

(*A*) als ladende Batterie.

Nr. 29.

Stamm = 32′ *K*.			Stamm = 32′ *K*. Zus. in F_1 = 16′ *K*.			Nr. 30. Stamm = 14′ *K*.		
Zusatz in F_2+F_3	F_1	F_2+F_3	Zusatz in F_2+F_3	F_1	F_2+F_3	Zusatz in F_2+F_3	F_1	F_2+F_3
—	4·4	6·5	—	4·2	—	0	0·5	7·0
0	0·8	4·5	0	2·4	2·1	8′	3·2	6·2
8′	0·2	5·2	8′	0·6	6·0	16′	4·8	4·9
16′	1·1	6·4	16′	1·6	6·3	24′	5·0	4·0
24′	1·7	6·5	24′	2·7	5·2			
32′	2·6	5·2	32′	3·4	4·3	Stamm = 49′ *K*.		
40′	3·0	4·7	40′	4·0	3·8			
56′	4·0	4·0	56′	4·4	3·1	82′	3·4	3·5
90′	4·5	3·2	90′	4·4	2·0	90′	3·5	3·3

Die Bestimmung des Ortes der kleinsten Wärme in F_1 wurde hier aufgegeben. In Betreff der Stelle, wo Gleichheit der Wärme eintritt, war ich anfänglich bedenklich, ob ich die Stelle wählen sollte, wo die Wärme in beiden Batteriedräthen gleich ist, oder die, wo F_2+F_3 die doppelte Wärme von F_1 hat. Allein für die erstere Ansicht sprach die Beobachtung, dass der Stamm gerade wie früher die kleinste Wärme erlangt, wenn beide Dräthe gleiche Wärme haben, was übrigens später beim Nebenbatteriestrom noch bestimmter hervortreten wird, gegen die andere Ansicht sprach, dass bei äquivalent gleichen Dräthen in F_1 und F_2+F_3 sich die Wärme wie 1 : 4 und im Stamm : 9 verhält, so dass das Wärmeverhältniss 1 : 2 gar keine Bedeutung hat. Es war nämlich als (*A*) + (*B*) die Ladung gab:

Nr. 31.

	Zusatz in F_1	F_1	Zusatz in F_2+F_3	F_2+F_3	Stamm
Stamm = 30·6 *K*+*P*	16′	1·3	4′	3·9	9·9
„ = 65·6 *K*+*P*	16′	0·8	4′	4·0	8·7
„ = 30·6 *K*+*P*	16′	1·0	6′	4·3	9·7
„ = 65·6 *K*+*P*	16′	1·0	6′	4·0	8·8
„ = 30·6 *K*+*P*	40′	1·0	16′	4·1	9·4
„ = 65·6 *K*+*P*	40′	0·9	16′	3·6	8·4

Nr. 29 lehrt, dass mit einem Zusatz von 16′ in F_1 die Stelle der gleichen Wärme ebenfalls um 16′ zurückgeht; somit erhalten wir, wenn (*A*) die ladende Batterie ist:

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bei $b = 14'$ $\quad a'' + a' = 31'$
„ $b = 32'$ $\quad a'' + a' = 70'$
„ $b = 49'$ $\quad a'' + a' = 100'$;

dies gibt $a'' + a' = 2\,b$, einen Werth, der ohne Rücksicht auf $F_2 + F_3$ allein von den beiden Batterien (A) und F_1 abhängig ist. Freilich kommt bei $(A) + (B)$ als ladender Batterie $a'' + a'$ nicht auf $4\,b$, sondern bei $b = 14'$ mit ungehemmtem Stamm auf $70'$ und mit gehemmtem etwa auf $86'$ zu stehen; allein ich möchte schon um des Frühern willen vermuthen, dass auch hier der Batterietheil F_1 in der Gegenspannung zurückbleibt. Übrigens lege ich auf die Gleichung $a'' + a' = 2\,b$ kein besonderes Gewicht, da das Folgende zu deutlich zeigt, dass bei ungleich getheilter Batterie es völlig unmöglich ist, die vorhandenen Gesetze klar zu erkennen; die Gegenspannungen treten hier offenbar nicht in der Stärke hervor, welche man ihnen nach den Beobachtungen mit einer einfachen Ladungsbatterie eigentlich beilegen müsste. — Bei $90'$ Zusatz ist die Wärme im Stamm grösser als in F_1, wie dies schon oben gefunden wurde.

e) $(A) + (B)$ oder $(A) - F_1 + F_4\,;\,F_2$.

Mit der Theilung der Ladungsbatterie in $F_1 + F_4$ und F_2 liegen folgende Beobachtungen vor:

$(A) + (B)$ als ladende Batterie.

Nr. 32. Stamm = 12'6 $K+P$.				Nr. 33. Stamm = 32' K. in F_1+F_4 unverändert.			in F_1+F_4 Zusatz v. 16'.		
Zusatz in F_2	F_1+F_4	F_2	Stamm.	Zusatz in F_2	F_1+F_4	F_2	Zusatz in F_2	F_1+F_4	F_2
—	7·7			—	10·4		—	10·0	
0	6·0	1·0	11·2	0	8·1	1·5	0	9·8	1·2
8'	4·7	2·0	11·7	8'	6·6	3·5	8'	9·5	0·9
16'	3·7	4·7	9·0	16'	5·1	4·4	16'	9·2	1·0
24'	5·1	5·0	7·5	24'	4·1	5·0	24'	8·5	1·1
32'	6·5	4·0	7·0	32'	3·1	5·7	32'	7·7	1·5
40'	7·2	3·2	7·2	40'	3·7	6·2	40'	5·0	3·1
56'	8·0	2·7	7·5	48'	4·8	6·0	44'	4·1	4·7
90'	8·0	2·2	7·7	56'	6·0	5·7	48'	4·0	5·4
				90'	6·8	5·1	52'	5·3	5·5
							56'	6·0	4·9
							90'	9·0	3·0

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

(A) als ladende Batterie.

Nr. 34.

Stamm = 14′ K.			Stamm = 49′ K.			Stamm = 67′ K.		
Zusatz in F_2	F_1+F_4	F_2	Zusatz in F_2	F_1+F_4	F_2	Zusatz in F_2	F_1+F_4	F_2
0	7·5	0·5	40′	2·3	4·0	64′	3·0	3·8
8′	3·7	3·7	48′	3·5	3·5	68′	3·5	3·4
16′	7·0	2·0	56′	4·8	3·0	72′	3·7	3·2

Ich habe auch die Reihe 33 vollständig ausgeführt, weil hier die Wärme in F_1+F_4 und F_2 zweimal einander gleich wird, einmal, wo die Zahlen in F_1+F_4 noch sinken, dann wo sie wieder zu steigen beginnen; die letztere Stelle ist diejenige, welche dem frühern entspricht und auf welche allein zu achten ist. Bei 16′ Zusatz in F_1+F_4 rückt die Stelle etwa nur 4′ zurück, also gerade umgekehrt wie bei der Theilung der Batterie in F_1 und F_2+F_3; dort ging sie doppelt so weit zurück als bei gleichen Theilen, jetzt nur halb so weit. Man bemerkt, wenn (A) die ladende Batterie bildet, dass $a''+\frac{a'}{4}$ ziemlich nahe $=b$ ist, und ebenso bei $(A)+(B)$, dass dieser Werth sich ungefähr auf $2b$ stellt, dass also, wie vorher, die Ortsbestimmung nur von F_1+F_4 und von der ladenden Batterie abhängen dürfte. — Bei den grössern Zusätzen ist die Wärme im Stamm der in F_1+F_4 wiederum gleich.

f) $(A)+(B)$ oder (A) — F_1; $F_2+F_3+F_4$

und umgekehrt

$F_2+\ldots$ zu $F_2+F_3+F_4$; F_1.

Für die Theilung der Ladungsbatterie in eine und in drei Flaschen kann ich folgende Beobachtungen mittheilen.

$(A)+(B)$ als ladende Batterie.

Nr. 35. Stamm = 12′6 $K+P$.

Zusatz in $F_2+F_3+F_4$	F_1	$F_2+F_3+F_4$	Stamm
—	4·5	9·2	
0	0·4	8·5	10·8
8′	1·7	9·2	8·9
16′	3·3	8·5	7·5
24′	3·8	7·8	7·2
32′	4·0	7·3	7·1
40′	4·2	6·9	7·0
56′	4·8	6·3	7·0
90′	4·8	5·5	6·9

Nr. 36. Stamm = 12′6 $K+P$.

Zusatz in F_1	$F_2+F_3+F_4$	F_1	Stamm
—	9·2	4·5	
0	8·5	0·3	10·9
8′	7·5	0·5	11·5
16′	5·4	1·5	12·0
24′	5·4	3·5	10·1
32′	8·0	2·8	8·7
40′	8·7	2·1	8·5
56′	9·1	1·5	8·8
90′	9·2	1·1	8·9

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

(*A*) als ladende Batterie.

Nr. 37.

Stamm = 14′ *K*.			Stamm = 32′ *K*.		
Zusatz in $F_2+F_3+F_4$	F_1	$F_2+F_3+F_4$	Zusatz in $F_2+F_3+F_4$	F_1	$F_2+F_3+F_4$
0	0·5	8·8	24′	2·8	6·8
8′	4·0	6·6	40′	3·9	5·1
16′	5·1	5·5	56′	4·4	4·6
24′	5·3	5·0	64′	4·6	4·4
32′	5·5	4·3			
43′	5·5	3·0			

Nur bei (*A*) als ladender Batterie scheint sich das vorher angenommene Gesetz zu bewähren, dass der Ort der gleichen Wärme allein durch die ladende Batterie und den Batterietheil mit constantem Drath bedingt werde; die andern Reihen gehen weit über diese Bestimmung hinaus, ja in Nr. 36 vermag sich die Wärme in F_1 gar nicht mehr zu erheben, um die in dem Drath der drei Flaschen enthaltene Grösse zu erreichen. Lägen nicht die frühern Reihen vor, welche die nach und nach hervortretenden Abweichungen von den Gesetzen nachweisen, so würde man glauben können, dass hier bei der Ladung gar keine festen Gesetze vorhanden wären.

g) $(A)+(B) - F_1+F_4$; Σ.

Da es mir zur Vergleichung des Ladungsstromes mit dem Nebenbatteriestrom wichtig war, noch einige Reihen mit ungleich getheilter Batterie zu erhalten, so liess ich den einen Theil aus F_1+F_4 bestehen und setzte im andern zu F_2+F_3 noch vier neue Flaschen hinzu, welchen so vergrösserten Theil ich mit Σ bezeichnen werde. Nach einigen erst später angestellten Versuchen erwiesen sich die vier Flaschen den ältern mit *F* bezeichneten ungefähr gleich, so dass also die Theile sich wie 1 : 3 verhielten.

Nr. 38.

St. = 12′6 *K*+*P*.				St. = 30′6 *K*+*P*.			St. = 47′6 *K*+*P*.		
Zusatz in Σ	F_1+F_4	Σ	St.	F_1+F_4	Σ	St.	F_1+F_3	Σ	St.
—	7·7	11·0	—	7·0	10·4	—	6·6	9·8	—
0	1·9	11·0	11·5	0·4	8·6	12·0	0·4	8·0	12·2
8′	6·7	9·7	8·0	1·7	10·2	9·2	0·5	9·7	10·5
16′	7·7	8·4	8·0	3·9	11·0	8·0	1·9	10·2	8·7
24′	8·0	7·0	8·2	5·2	10·0	7·2	3·1	10·5	7·9
32′	8·5	6·5	8·2	5·7	9·2	6·5	4·2	10·0	7·2
40′	8·5	6·2	8·2	6·2	8·2	6·5	5·0	9·2	6·5
56′	8·5	5·9	8·2	7·2	7·5	6·7	6·3	8·5	6·3
90′	8·4	5·1	8·2	7·2	6·0	6·7	6·6	7·1	6·3

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 39.

	Drath in F_1+F_4 unverändert.				$P.B$ in F_1+F_4 eing.		
	Zus. in E	F_1+F_2	Σ	St.	F_1+F_2	Σ	St.
Stamm $=12\cdot6\ K+P$	—	7·7			3·5		
	90′	8·3	5·5	8·1	4·0	4·0	4·1
„ $=30\cdot6\ K+P$	—	7·1			3·3		
	90′	7·7	6·3	7·3	3·7	4·6	4·0
„ $=47\cdot6\ K+P$	—	6·7			3·1		
	90′	7·1	6·8	6·7	3·3	5·4	3·7

Die Stelle der gleichen Wärme richtet sich im Allgemeinen nach den oben gefundenen Gesetzen, auch ist bei einem Zusatz von 90′ die Wärme im Stamm ungefähr der Wärme in F_1+F_4 gleich, selbst wenn die Platinspirale $P\ B$ in diesen Drath eingeschoben ist.

Wir wollen zum Schluss die Hauptresultate aus den vorstehenden Beobachtungen kurz zusammenfassen.

Trennt man die Ladungsbatterie in zwei Theile und lässt den Drath des einen (ersten) Theils in constanter Länge, die äquivalent kürzer als der Stamm ist, während man den Drath des andern (zweiten) Theils nach und nach durch Kupferdrath verlängert, so findet man:

1. Die Wärme im Drath des ersten Batterietheils sinkt allmählich und steigt dann wieder bis zu dem Grenzwerth, welchen die Ladung dieses Theils allein gibt.

2. Die Wärme im Drath des zweiten Batterietheils wächst zuerst und sinkt dann allmählich immer weiter herab.

3. Der Stamm hat bei äquivalent gleich langen Dräthen beider Batterietheile diejenige Wärme, welche aus der Zusammensetzung beider Ströme folgt; sie sinkt darauf und wird zuletzt der Wärme im ersten Batterietheil gleich, wenn dieser ebenso gross oder grösser als die ladende Batterie ist; sie bleibt grösser, wenn der Batterietheil kleiner ist.

4. Die Stelle der kleinsten Wärme im ersten Batterietheil hängt nicht allein von der Länge des Stammes und dem Grössenverhältniss zwischen den Theilen und der ladenden Batterie, sondern auch von der Länge des constanten Drathes ab. Sind beide Batterietheile einander gleich, so schiebt sich das Minimum um die halbe Länge des constanten Drathes vor.

5. Der Ort, wo beide Batterietheile noch einmal gleiche Wärme erlangen, hängt ebenfalls von der Länge des Stammes, von dem Grössen-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

verhältniss des ersten Theils zur ladenden Batterie und von der Länge des constanten Drathes ab. Bei gleich grossen Theilen rückt der Ort um die Hälfte des constanten Drathes zurück, bei der Theilung im Verhältniss von 1 : 2 um die ganze Länge, dagegen beim Verhältniss von 2 : 1 nur um den vierten Theil der Länge. Bei der Theilung im Verhältniss von 1 : 3 oder 3 : 1 war die nähere Bestimmung nicht mit Sicherheit auszuführen. Die Grösse des zweiten Batterietheils scheint auf den Ort der gleichen Wärme keinen Einfluss auszuüben; jeden Falls liegt der Ort an ganz verschiedenen Stellen, wenn bei ungleicher Theilung der Ladungsbatterie die Theile mit einander vertauscht werden.

6. Ein stärkerer Widerstand übt auf die Lage des Ortes der kleinsten Wärme im ersten Theil und ebenso auf die Lage des Ortes der gleichen Wärme einen sehr störenden Einfluss aus.

7. Alle Gesetze treten beim Ladungsstrom nicht scharf hervor. Offenbar sind Ursachen vorhanden, welche die Klarheit der Erscheinungen trüben.

III. Die getheilte Batterie im Nebenbatterie-Strome.

a) $(A)+(B) - F_1+F_4$; F_2+F_3.

Um einen Nebenbatteriestrom zu erhalten, bediente ich mich der beiden an den quadratischen Rahmen ausgespannten 24′ langen Drähte, die etwa um 1 Zoll auseinander standen. Der eine Drath wurde durch andern Kupferdrath mit der Hauptbatterie $(A)+(B)$ verbunden, so dass der ganze Hauptdrath gewöhnlich die Länge von 35′ oder von 70′ hatte; um ihn indess in einigen Reihen etwas kürzer zu machen, wurden die gespannten 24′ nebst 4′5 durch 35′ als Zweig abgetrennt, wodurch seine Länge nach den frühern Angaben auf 22′2 zurückging. Die zweiten 24′ wurden im Stamm um 4′K oder 2′6 $K+P$ verlängert, und dann gerade wie beim Ladungsstrom mittelst zweier einzelnen Batteriedräthe von je 5′$K+P$ normaler Länge durch die beiden Theile der Nebenbatterie, zunächst durch F_1+F_4 und F_2+F_3, geschlossen; der Drath des letzten Theils wurde wieder durch einen Zusatz von Kupferdrath nach und nach verlängert. Die ganze Einrichtung des Apparates wird nach den Angaben beim Ladungsstrom auch ohne Zeichnung deutlich sein.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 40.

Hauptdrath =22'2.

Stamm des Nbdr. =28' K.			Stamm des Nbdr. =26'6 $K+P$.		
Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm
— [1])	12·0	—	9·2	—	—
0	2·1	2·0	1·6	1·5	6·2
8'	0·9	2·5	1·1	2·2	5·0
16'	0·6	3·7	0·9	3·2	3·2
24'	2·0	4·5	2·2	4·4	2·1
32'	7·2	5·2	6·8	5·1	1·4
40'	12·0	4·7	10·7	4·2	2·6
56'	15·7	2·7	13·2	1·6	5·6
90'	15·5	0·8	12·2	1·0	7·6

Nr. 41.

Hauptdrath =35'.

Stamm d. Nbdr. =28' K.			Stamm d. Nbdr. =26'6 $K+P$.		
Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm
—	17·5	—	12·5	—	—
0	5·7	5·2	3·5	3·2	13·0
8'	3·7	6·2	2·1	4·0	11·2
16'	2·5	7·2	1·4	5·0	9·5
24'	1·5	7·2	1·0	5·2	7·5
32'	1·7	7·2	1·2	5·5	5·6
40'	3·2	7·0	2·5	5·7	3·5
56'	7·2	5·0	6·2	4·0	2·2
90'	12·0	2·7 [2])	10·2	2·0	4·4

Nr. 42.

Hauptdrath =70'.

Stamm d. Nbdr. =28' K.			Stamm d. Nbdr. =26'6 $K+P$.		
Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm
—	4·0	—	3·0	—	—
0	6·7	6·2	3·7	3·6	14·5
8'	6·0	7·7	3·7	4·3	14·7
16'	5·2	8·7	3·1	4·9	14·7
24'	4·5	9·2	2·5	5·5	14·5
32'	3·2	10·0	2·1	6·0	13·7
40'	2·2	9·5	1·5	6·3	11·7
56'	1·2	7·5	0·5	4·7	7·0
90'	1·2	3·0	1·0	2·2	2·0
125'	1·8	1·4	—	—	—

[1]) Bei gleichen Theilen der Nebenbatterie wurde nur die Wärme im ersten Theile nach Auslösung des andern beobachtet; der andere gibt unter gleichen Umständen eine etwas kleinere Zahl.

[2]) Nach Auslösung des ersten Theiles 1·0.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Diese Reihen haben in mehrfacher Beziehung einen ähnlichen Verlauf wie die Reihen beim Ladungsstrom. Wenn beide Batteriedräthe gleich lang sind, so ist in jedem Theil der Nebenbatterie gleiche Wärme und im Stamm die vierfache davon. Diese Wärme fällt mehr oder weniger stark aus, je nachdem das Verhältniss der Länge des Nebendraths zum Hauptdrath mehr oder weniger dem Verhältniss der Hauptbatterie zur Nebenbatterie entspricht, und wenn ausserdem die Induction durch einen kürzern oder längern Hauptdrath stärker oder schwächer ausfällt. In den obigen Reihen ist die ganze Nebenbatterie doppelt so gross als die Hauptbatterie, daher ist für die Wärmeentwicklung das Verhältniss des Nebendraths zum Hauptdrath wie 1 : 2 am günstigsten, nur gibt der Hauptdrath von 35′ eine stärkere Induction als der 70′ lange. Wenn darauf der Drath in $F_2 + F_3$ verlängert wird, so nimmt die Wärme in $F_1 + F_4$ ab, und erreicht früher oder später ihr Minimum, je nachdem der Hauptdrath kürzer oder länger ist: dann steigt sie wieder und kann selbst grösser als die Wärme werden, welche $F_1 + F_4$ nach Auslösung des andern Batterietheils erlangt, so in Nr. 40 bei 56′ und 90′ Zusatz. Die Zahlen in $F_2 + F_3$ werden allmählich grösser und steigen noch, nachdem im ersten Batterietheil bereits das Minimum der Wärme eingetreten ist; dann sinkt die Wärme zurück und beide Theile erlangen an einer bestimmten Stelle wiederum gleiche Wärme, was je nach der Länge des Hauptdraths bei einem kürzern oder längern Zusatz in $F_2 + F_3$ eintritt. Die Wärme im Stamm nimmt zuerst langsam ab (wenn bei der Verlängerung im Drath $F_2 + F_3$ das Längenverhältniss des Nebendraths zum Hauptdrath sich für die Stärke des Nebenbatteriestroms noch günstiger stellt, so kann sie anfänglich selbst etwas steigen); später geht sie schneller herunter und erlangt ihren kleinsten Werth, wenn die Wärme in beiden Batteriedräthen gleich gross ist, wo sie noch unter die Wärme in diesen Dräthen sinkt; darauf bleibt sie durchweg kleiner als die Erwärmung in $F_1 + F_4$. Lassen wir also zunächst den Ort der kleinsten Wärme im ersten Batterietheil und den Ort der gleichen Wärme unberücksichtigt, so unterscheiden sich diese Reihen von denen beim Ladungsstrom ganz entschieden erstens durch die Wärme in $F_1 + F_4$ bei grösserem Zusatz, und zweitens durch die Wärme im Stamm, die so bedeutend herunter sinkt.

Um für die obigen und die späteren Reihen eine Erklärung anzubahnen, gehe ich wieder auf die Spannungsverhältnisse im Neben-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

drath zurück, so weit ich sie in früherer Zeit mit dem Funkenmesser ermittelt habe. Verbindet man erstens die äussere und innere Belegung der Nebenbatterie durch den Funkenmesser, so zeigt sich die Spannungsdifferenz unter sonst constanten Bedingungen verschieden gross, indem sie sich theils nach dem Verhältniss der Flaschenzahl in der Haupt- und Nebenbatterie, theils nach dem Verhältniss des Haupt- und Nebendraths gegen einander richtet. Sind beide Batterien gleich gross, so findet man die grösste Spannungsdifferenz wenn Haupt- und Nebendrath die gleiche Länge haben, sind sie ungleich, so erreicht die Spannung ihr Maximum wenn sich die Längen der Schliessungsdräthe umgekehrt wie die Zahl der gleichen Flaschen in beiden Batterien verhalten. Macht man von der dem Maximum der Spannungsdifferenz entsprechenden Länge den Nebendrath kürzer oder länger, so nimmt in beiden Fällen die Spannung ab. Zweitens wenn man den Funkenmesser bei constant bleibender Länge des Nebendraths, der übrigens dem Maximum entsprechen kann oder nicht, weiter herab nach Stellen rückt, die entfernter von den Belegungen der Nebenbatterie liegen, so sinkt die Spannungsdifferenz und ihre Abnahme bleibt in allen Fällen unverändert; sie ist nämlich immer der Art, als ob der Nebendrath bei gleichen Batterien die Länge des Hauptdraths, bei ungleichen eine im umgekehrten Verhältniss zu der Zahl der Flaschen in beiden Batterien stehende Länge des Hauptdraths hätte. Sind also beide Batterien gleich gross und der Hauptdrath wäre z. B. 35 Fuss lang, so stellt sich auf dem Nebendrath eine von der Nebenbatterie in der Weise herabgehende Spannung dar, als ob der Nebendrath ebenfalls eine Länge von 35 Fuss hätte; wäre er selbst länger, so nimmt nach 35 Fuss Abstand die Spannung wieder zu, doch habe ich noch nicht ermitteln können oder vielmehr noch nicht zu ermitteln versucht, nach welcher Weise sie sich wieder steigert; es ist leicht möglich, dass der Funkenmesser hierbei seine Dienste versagt, da er für kleinere Differenzen nicht recht brauchbar ist. Wenn dagegen die Nebenbatterie grösser oder kleiner als die Hauptbatterie ist, deren Schliessungsdrath wieder 35 Fuss sei, so sinkt auf dem Nebendrath die Spannung in der Art, als ob er eine im umgekehrten Verhältniss zur Grösse der Batterien stehende Länge hätte, also, wenn die Nebenbatterie halb oder doppelt so gross als die Hauptbatterie ist, als ob seine Länge 70 Fuss oder 17·5 Fuss betrüge. Diese Spannungsverhält-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

nisse haben eine gewisse Ähnlichkeit mit der Gegenspannung beim Ladungsstrom, doch findet der bedeutende Unterschied Statt, dass erstens bei diesem nur eine Gegenspannung von der Ladungsbatterie ausgeht, während beim Nebenbatteriestrom offenbar nur eine Gliederung vom Hauptdrath auf den Nebendrath übertragen werden kann, und somit die Spannung derselben von der Nebenbatterie ausgeht, wodurch diese eine selbstständigere Rolle übernimmt, und zweitens, dass bei einer getheilten Batterie im Ladungsstrom das Minimum der Spannung, wenn man von dem Batterietheil, dessen Drath verlängert wird, ausrechnet, auch bei constantem Stamme sich immer weiter von diesem Theile entfernt, während bei der Nebenbatterie das Minimum der Spannung immer gleich weit von dem Batterietheil abliegt, da die Entfernung nur durch die in derselben Reihe unveränderte Länge des Hauptdraths bestimmt wird. Dieser Unterschied wird sich in den Reihen bemerklich machen. — Da nun in den vorstehenden Reihen der Drath von $F_1 + F_4$ nur 7 Fuss lang ist, so liegt die kleinste Spannungsdifferenz, wäre dieser Theil der Nebenbatterie allein vorhanden, noch auf dem Stamm des Nebendraths. Hat $F_2 + F_3$ einen ebenso langen Drath, so findet unmittelbares Gleichgewicht in der Spannung Statt; die Wärme im Stamm ist die vierfache von der in den Dräthen, und fällt, wie schon bemerkt wurde, grösser oder kleiner aus, je nachdem die so zu einem Ganzen vereinigte Nebenbatterie einen stärkern oder schwächern Strom gibt. Mit der Verlängerung des Draths in $F_2 + F_3$ rückt von diesem Batterietheil, wenn er allein vorhanden wäre, die kleinste Spannung nach den Vereinigungspunkten der Batteriedräthe aufwärts; das Gleichgewicht verlangt daher, dass die kleinste Spannung sich irgendwie zwischen die beiden Stellen einschiebt, wo sie für $F_1 + F_4$ und $F_2 + F_3$ als getrennte Batterien liegen würde, somit bekommt jener Drath ein grösseres, dieser ein kleineres Gefäll, und dies bewirkt in jenem eine Verringerung, in diesem eine Erhöhung der Wärme. Sobald die Länge des Draths in $F_2 + F_3$ der Länge des Hauptdraths gleich wird, wenn anderes nicht schon früher wie beim Ladungsstrom, muss wieder eine andere Vertheilung der Spannungen entstehen; da jetzt der Ort der kleinsten Spannungsdifferenz auf den Drath $F_2 + F_3$ herauftritt, so wird die von $F_1 + F_4$ herabfallende Spannung die Gliederung auf $F_2 + F_3$ übertragen, und diese von diesem Batterietheil gespannt werden. Welcher Zusammenhang dabei zwischen den

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

einzelnen Dräthen bleibt, müssen zunächst die Beobachtungen lehren. Sie lehren aber, dass die von $F_2 + F_3$ ausgehende Spannung anfänglich noch auf den Stamm des Nebendraths Einfluss hat, dass sie dagegen bei längerm Zusatzdrath fast allein auf $F_1 + F_4$ zurückwirkt und durch Vermittlung dieses Batterietheils ihre Wirkung ausübt. Auf diese Weise bleiben die beiden Theile der Nebenbatterie auch bei der grössten Verlängerung des einen Batteriedraths im festen Zusammenhang mit einander und trennen sich nicht, wie es bei der Ladungsbatterie der Fall war. Beachtet man die letzten Zahlen in Nr. 40 und 41, so zeigt sich in $F_1 + F_4$ gleichsam eine Stammwärme, aus der die Wärme in dem andern Drath und im Stamm ebenso wie die Wärme in zwei Zweigen entsteht; je mehr die Wärme in $F_2 + F_3$ zurückgeht, d. h. je weniger die Spannung von diesem Theil aus den so sehr verlängerten Drath zu durchdringen im Stande ist, desto weniger Spannkraft überträgt sich von hier aus auf $F_1 + F_4$; die Wärme sinkt hier und steigt dafür im Stamm, der jetzt gewissermassen den Hauptzweig bildet. Auf dieses Verhältniss werden wir später noch besonders achten müssen; hier kam es mir nur darauf an, den Gang der Erklärung im Allgemeinen anzudeuten.

Zu einer strengen Prüfung der vorgelegten Erklärung gebe ich die folgenden Reihen.

Nr. 43.

Hptdr. = 35′. Zusatz in $F_1 + F_4$ = 16′ K.

Stamm d. Nbdr. = 28′ K.			St. d. Nbdr. = 26′6 $K + P$.		
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	13·5	—	9·0	—	—
0	7·5	2·2	4·7	1·1	10·0
8′	6·1	3·0	3·7	1·7	9·5
16′	3·6	3·3	2·3	2·2	9·0
24′	2·1	5·2	1·4	3·9	8 0
32′	4·2	7·5	3·0	6·2	5·5
40′	9·2	7·0	7·2	5·7	4·5
56′	13·2	4·0	10·7	2·8	5·2
90′	13·5	1·5	11·0	1·0	7·0

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 44.

Hptdr. = 70'. Zusatz in $F_1 + F_4 = 40'$ *K*.

St. d. Nbdr. = 28' *K*.			St. d. Nbdr. = 26'6 *K*+*P*.		
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	13·5	—	9·0	—	—
0	9·9	1·7	6·0	1·3	11·0
8'	9·0	2·2	5·7	1·5	11·0
16'	8·1	2·7	5·0	1·7	10·7
24'	7·0	3·0	4·4	2·0	10·6
32'	6·0	3·4	3·6	2·3	10·1
40'	4·2	4·0	2·7	2·5	9·4
56'	1·8	5·0	1·0	3·6	6·2
90'	5·7	4·0	5·0	3·5	2·1
125'	9·5	1·9	—	—	—

Nr. 45.

Hptdr. = 22'2. Zusatz in $F_1 + F_4 = 16'$ *K*.

St. d. Nbdr. = 26'6 *K*+*P*.

Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	3·5	—	—
0	3·1	0·4	3·7
8'	2·8	0·6	3·5
16'	0·9	0·8	3·5
24'	2·0	0·6	3·5
32'	2·7	0·5	3·5
40'	3·0	0·4	3·2
56'	3·2	0·2	3·2
90'	3·4	0·0	3·5

Nr. 46.

Hptdr. =35'. Zusatz in $F_1 + F_4 = 40'$ *K*.

St. d. Nbdr. =28' *K*.			St. d. Nbdr. = 26'6 *K*+*P*.		
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	5·4	—	4·4	—	—
0	7·0	2·5	6·0	2·5	4·1
8'	7·8	4·5	6·2	3·7	3·9
16'	7·0	7·6	6·0	6·7	4·5
24'	4·0	8·1	2·9	7·0	5·5
32'	1·7	3·5	1·2	2·7	6·0
40'	1·9	1·7	1·6	1·4	5·8
56'	3·2	1·1	2·5	0·5	4·4
90'	4·0	0·6	3·9	0·1	4·4

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

In den vorstehenden Reihen ist der Drath von $F_1 + F_4$ um eine constante Grösse verlängert worden, allein in Nr. 43 und Nr. 44 kommt die Länge desselben der Länge des Hauptdraths noch nicht gleich, in Nr. 45 und 46 dagegen überschreitet sie dieselbe. Die beiden ersten Reihen geben somit von einem Zusatz von 16 oder von 40 Fuss an die früheren Reihen wieder, und bei geringerem Zusatz dieselben nur in umgekehrter Ordnung. Wenn in ihnen die Stammwärme vor der Gleichheit beider Batteriedräthe noch wächst, so liegt dies darin, dass bei kürzerm Drath in $F_2 + F_3$ der Nebendrath der gesammten Batterie genauer zum Hauptdrath stimmt als bei längerem. In den beiden andern Reihen Nr. 45 und 46 liegt das Minimum der Spannung von $F_1 + F_4$ ab schon auf dem Batteriedrath ebenso wie beim andern, wenn man mit derselben Länge beginnt. Wie daher die Ausgleichung der verschiedenen Spannungen auch stattfinden möge, jedenfalls bleibt der Stamm im Zusammenhang mit beiden Dräthen, und die Wärme in ihm bleibt somit grösser als in beiden, von denen übrigens derjenige, welcher länger als der andere ist, weniger erwärmt wird. Die Zahlen vor dem Zusatz von 16 und 40 Fuss erklären sich auf ähnliche Weise wie die ihnen entsprechenden beim Ladungsstrome.

Gehen wir jetzt noch näher auf die einzelnen Punkte ein, so finden wir die kleinste Wärme in $F_1 + F_4$ zunächst unabhängig von der Länge a' dieses Batteriedraths, und a'' die Länge des anderen Draths nur durch die Länge b des Hauptdraths bedingt; dies zeigt die Vergleichung von Nr. 43 mit 41, ebenso von Nr. 44 mit 42. Nehmen wir als specielle Beobachtung

Nr. 47.

Hptdr. = 70′; Stamm des Nbdr. = 28′ *K.*

Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$
56′	1·1
64′	0·9
72′	1·0
80′	1·1

hinzu, so erhalten wir zur Bestimmung des Orts der kleinsten Wärme im ersten Batterietheil

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bei $b = 22'2$ a'' etwa $= 19 - 21'$
„ $b = 35'$ a'' „ $= 31 - 34'$
„ $b = 70'$ a'' „ $= 71'$,

d. h. $a'' = b$. Sowohl dass abweichend vom Ladungsstrom a'' unabhängig von a' ist, als auch dass $a'' = b$ wird, dass also die veränderte Spannungsvertheilung erst dann eintritt, wenn für $F_2 + F_3$ die kleinste Spannung auf die Vereinigungspunkte der Batteriedräthe fallen würde, zeigt recht deutlich eine grössere Kraft der Spannung an, wie dies auch unsere Erklärung voraussetzt, indem sie den Batterietheilen die eigentliche Spannung des Nebendraths beilegt.

Für den Ort der gleichen Wärme in beiden Batteriedräthen habe ich noch folgende nähere Beobachtungen angestellt:

Nr. 48.

Hptdr. = 35′.

Stamm d. Nbdr. = 28′ K.			St. d. Nbdr. = 26′6 $K+P$.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$
40′	3·1	6·4	2·5	5·4
48′	4·5	5·2	5·1	5·6
56′	7·0	4·9	6·0	4·5

Hptdr. = 35′. Zus. in $F_1 + F_4$ = 16′.

Stamm d. Nbdr. = 28′ K.			= 26′6 $K+P$.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$
32′	3·4	7·2	2·7	6·0
36′	6·1	6·8	5·3	5·7
40′	9·2	6·4	7·2	5·5

Hptdr. = 53′.

Stamm d. Nbdr. = 28′ K.			= 26′6 $K + P$.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$
82′	2·4	3·0	—	—
86′	2·7	2·8	2·3	2·4
90′	3·1	2·6	—	—

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Hptdr. = 53′. Zusatz in $F_1 + F_4$ = 40′.

Stamm d. Nbdr. = 28′ K.			= 26′6 $K + P$.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$
48′	2·6	4·3	—	—
52′	4·5	4·5	3·5	3·7
56′	5·9	4·7	—	—

Hptdr. = 70′. Zus. in $F_1 + F_4$ = 40′.

Stamm d. Nbdr. = 28′ K.			= 26′6 $K + P$.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$
72′	2·5	4·8	2·0	4·1
80′	3·6	4·2	3·0	3·8
90′	5·3	3·7	4·6	3·2

Wir finden zunächst, dass mit der Verlängerung des Draths a' sich a'' um ebenso viel verkürzt, als wie viel diese Verlängerung beträgt, dass hier also abermals eine Abweichung vom Ladungsstrom vorliegt, und zwar eine Abweichung, welche ebenfalls für den engsten Zusammenhang zwischen den beiden Theilen der Nebenbatterie spricht. Wir erhalten

für b = 22′2	$a'' + a'$ = 44′
„ b = 35′	$a'' + a'$ = 64′
„ b = 53′	$a'' + a'$ = 100′
„ b = 70′	$a'' + a'$ = 136′

also genau $a'' + a' = 2\,b$, da die vier Flaschen, welche die ganze Nebenbatterie bilden, etwas mehr als die doppelte Grösse von der Hauptbatterie haben. Es ist dies zwar derselbe Werth wie von $a'' + \frac{a'}{2}$ beim Ladungsstrom, er ist aber hier viel schärfer ausgeprägt als dort, wo er nach den Beobachtungen zwischen $\frac{3}{2}\,b$ und $2\,b$ schwankte.

Die so sehr hohen Zahlen in $F_1 + F_4$ am Ende der Reihe 40 erregten meine besondere Aufmerksamkeit, und ich verlängerte desshalb den Stamm des Nebendraths, ohne sonst die übrigen Verhältnisse zu ändern. Dies gab:

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 49.

Hptdr. = 35′.

Stamm d. Nbdr. = 46′ *K*.			Stamm d. Nbdr. = 100′ *K*.	
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$
—	12·3		2·0	
0	2·3	2·1	0·4	0·3
8′	2·0	2·4	0·3	0·4
16′	1·3	2·6	0·2	0·6
24′	0·8	3·5	0·2	1·0
32′	1·2	3·8	0·4	1·4
40′	1·6	4·0	1·0	1·7
56′	6·5	4·5	4·5	3·0
90′	14·2	3·2	7·1	1·9 [1])

Nr. 50.

Hptdr. = 35′.

Stamm d. Nbdr. = 63′ *K*.			St. d. Nbdr. = 61′6 *K* + *P*.		
Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$	Stamm
—	6·2		4·6		
0	0·8	0·7	0·6	0·5	2·4
8′	0·6	1·0	0·4	0·5	2·2
16′	0·2	1·5	0·2	0·9	2·0
24′	0·2	1·8	0·2	1·1	1·9
32′	0·6	2·5	0·5	1·6	1·7
40′	1·1	3·2	0·8	2·4	0·9
56′	5·1	4·5	4·7	3·6	0·6
90′	13·0	3·2 [2])	11·6	2·9	3·2
48′	2·5	3·8	2·8	3·0	—
56′	5·0	4·4	4·5	3·7	—

Nr. 51.

Hptdr. = 70′.

Stamm d. Nbdr. = 63′ *K*.

Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_1 + F_4$	$F_2 + F_3$
—	13·0	
0	1·6	1·4
8′	1·2	1·3
16′	1·0	1·2
24′	0·6	1·4
32′	0·4	1·4
40′	0·3	1·5
56′	0·1	1·2
90′	0·5	1·1

[1]) Nach Auslösung von $F_1 + F_4 = 0·4$.

[2]) Nach Auslösung von $F_1 + F_4 = 0·5$.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Dass bei einem Hauptdrath von 35′ die Wärme im ersten Batterietheil, wenn er allein wirkt, mit Verlängerung des Nebendraths fällt, ist ganz in der Ordnung; allein um desto beachtenswerther ist es, dass die längsten Zusatzdräthe eine im Verhältniss zur anfänglichen Zahl so sehr gesteigerte Wärme liefern, wenn man den Stamm des Nebendraths länger macht. Die Reihe 51 erscheint von einer andern Seite sonderbar; ist $F_1 + F_4$ allein, so finden wir für die Wärme eine grosse Zahl, wirken beide Batterietheile zusammen, so ist fast jeder Strom verschwunden. Diese Erscheinung lässt sich nur erklären, wenn man, wie bisher, den innigsten Zusammenhang zwischen beiden Theilen der Nebenbatterie annimmt; denn bei dieser Annahme ist der Nebendrath gegen den Hauptdrath viel zu lang, und überdies entsteht bei 70′ Hauptdrath nur eine geringe, unter ungleichen Verhältnissen schnell abnehmende Induction; ferner ist bei 90′ Zusatz der Drath des zweiten Batterietheils nur so lang, dass im ersten das Minimum der Wärme kaum überschritten ist; der Zusatz hätte also viel bedeutender sein müssen, wenn man grössere Zahlen hätte erreichen wollen. Ich komme auf die Frage zurück, warum die letzten Werthe in $F_1 + F_4$ so sehr steigen. Schon oben habe ich bemerkt, dass die von $F_2 + F_3$ ausgehende Spannung auf die in $F_1 + F_4$ zurückwirkt, so dass dieser Batterietheil der Träger der ganzen Spannung wird, und somit den Stamm gibt, gegen den der andere Drath sowie der eigentliche Stamm sich wie Zweige verhalten. Dadurch scheint mir der ganze Nebendrath äquivalent kürzer zu werden, und sich wieder mehr der Länge des Hauptdraths anzuschliessen. Zur vollständigen Erläuterung möchten jedoch noch Spannungsbeobachtungen abzuwarten sein. Die Thatsache selbst ist jedenfalls von den Erscheinungen im Ladungsstrom ganz abweichend; während dort der zweite Batterietheil aus der Verbindung mit den übrigen Theilen immer mehr heraustrat, und der erste Batterietheil fast wie allein wirkend erschien, indem er die dieser Bedingung entsprechende Wärme erlangte, bleibt hier der vollständige Zusammenhang zwischen allen Theilen, namentlich der feste Zusammenhang in der ganzen Nebenbatterie bestehen. — Auf den Ort der kleinsten Wärme in $F_1 + F_4$ hat die Verlängerung des Stammes im Nebendrath vielleicht einen geringen, auf den Ort der gleichen Wärme gar keinen Einfluss.

Damit man nicht etwa wähne, dass eine Veränderung im Widerstande des Hauptdraths Änderungen herbeiführe, die nach der obigen

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

aus den Spannungsverhältnissen abgeleiteten Erklärung unzulässig wären, so gebe ich die folgende Reihe, in der 1′ *P.* in den Hauptdrath eingefügt war, also ein grösserer Widerstand, als ihn ein Zusatz von 35′ *K.* geben kann.

Nr. 52.

Hptdr. = 35′ K + 1′ P. Stamm des Nbdr. = 28′ K.

Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3
—	12·8	
0	4·5	4·2
8′	2·9	4·5
16′	2·0	5·0
24′	1·6	5·0
32′	1·7	5·0
40′	2·2	4·7
56′	5·0	3·2
90′	8·5	1·8

Diese Reihe stimmt in ihrem ganzen Verlaufe mit Nr. 41 überein.

Es wurde hierauf die Platinspirale *P. B.* theils in den Drath $F_1 + F_4$, theils in $F_2 + F_3$ eingeschoben, um die Wirkung des in einem Drath so sehr vermehrten Widerstandes zu beobachten.

Nr. 53.

Hptdr. = 35′. Stamm des Nbdr. = 26′6 K + P.

	P. B. in F_1+F_4			*P. B.* in F_2+F_3		
Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm
—	5·3	10·8		11·3	5·2	
0	2·5	2·2	9·0	2·4	2·3	9·2
8′	1·8	2·6	10·0	1·8	3·1	8·2
16′	1·0	4·2	9·0	1·2	3·3	6·7
24′	0·7	4·5	7·2	0·7	3·5	5·2
32′	1·0	5·0	5·7	1·6	3·7	3·8
40′	1·3	4·7	3·4	2·7	3·4	2·7
48′	2·6	4·0	2·2	3·6	3·2	2·2
56′	3·5	3·2	2·3	5·1	3·0	2·2
90′	4·9	1·3	2·7	8·6	1·4	3·9

Während man den Einfluss des vermehrten Widerstandes deutlich wahrnimmt, erstreckt er sich nicht vorherrschend wie beim Ladungsstrom auf den Drath, in welchem er sich findet, sondern ähnlich wie beim Entladungsstrom auf alle drei Theile des Nebendraths. Der Ort der kleinsten Wärme wird gar nicht geändert, der Ort der gleichen Wärme rückt von einem Zusatz von 48′ auf etwa 54′, wenn

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

P. B. in $F_1 + F_4$, und auf etwa 46′, wenn die Spirale in $F_2 + F_3$ ist; bei so ungleichem Widerstande in beiden Dräthen sicher eine geringfügige Verschiebung. Diese Thatsache lehrt abermals, dass die Spannung des Nebendraths von der Nebenbatterie ausgeht, wodurch diese die Kraft einer ursprünglich geladenen Batterie erhält, eine viel grössere Kraft als die, welche aus einer blossen Gegenspannung hervorgeht.

$$b)\ (A)+(B) - \quad F_1\ ;\ F_2$$
$$(A) \quad - F_1 + F_4\ ;\ F_2 + F_3.$$

Für den Fall, dass die beiden Theile der Nebenbatterie unter einander gleich, aber von der Hauptbatterie verschieden sind, fand ich es nur nöthig wenige Reihen anzustellen, da alle Verhältnisse sogleich klar wurden und mit dem sonst überall giltigen Satze übereinkamen, dass die äquivalenten Längen der Schliessungsdräthe umgekehrt nach der Grösse der Batterien berechnet werden müssen. War die Hauptbatterie $(A) + (B)$, und die Theile der Nebenbatterie nur aus einer Flasche aus F_1 und F_2 gebildet, so ergab sich:

Nr. 54.

Hptdr. = 35′. Stamm des Nbdr. = 26′6 $K + P$.

Zusatz in F_2	F_1	F_2	Stamm
—	4·0	5·1	
0	3·2	4·2	14·2
8′	2·7	5·0	14·2
16′	1·9	5·7	13·8
24′	1·7	6·2	13·0
32′	1·1	6·4	12·0
40′	1·0	6·2	10·0
56′	0·7	5·1	5·9
90′	1·4	2·8	2·0

Hier liegt das Minimum der Wärme in F_1, sowie es vorausgesetzt werden musste, bei $a'' = 2\,b$, und der Ort der gleichen Wärme würde durch $a'' + a' = 4\,b$ bestimmt worden sein.

In den beiden folgenden Reihen, wo die Hauptbatterie = (A) und die Theile der Nebenbatterie aus zwei Flaschen bestanden,

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 55. Hptdr. = 35′.				Nr. 56. Hptdr. = 70′.		
Stamm d. Nbdr. = 26′6 $K+P$.						
Zusatz in F_2+F_3	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm	F_1+F_4	F_2+F_3	Stamm
—	4·5	—	—	6·2	—	—
0	1·1	1·0	4·0	1·3	1·3	5·4
8′	0·5	1·9	3·2	0·9	1·5	5·0
16′	0·7	3·3	1·7	0·5	1·7	4·0
24′	4·1	3·7	1·4	0·2	1·9	3·0
32′	7·0	2·8	2·1	0·3	2·0	1·8
40′	7·1	1·5	2·6	0·6	1·8	1·1
48′	—	—	—	1·0	1·6	0·6
56′	6·5	0·9	3·5	1·5	1·4	0·5
90′	6·0	0·3	4·0	3·7	0·7	1·3

fällt das Minimum der Wärme, ebenfalls wie es erwartet werden musste, auf $a'' = \frac{b}{2}$ und die gleiche Wärme auf $a'' + a' = b$. Alle Schwierigkeiten also, welche der Ladungsstrom bot, fallen hier fort, offenbar weil die Spannung von der Nebenbatterie selbst ausgeht und somit hinreichende Kraft hat, um die Gesetze scharf auszuprägen.

$$c)\ (A) + (B) - F_1\ ;\ F_2 + F_3$$
$$(A) + (B) - F_1 + F_4\ ;\ F_2.$$

Wir kommen jetzt zu den Versuchen mit ungleich getheilter Nebenbatterie, wo bei dem Ladungsstrom so viele Hindernisse vorkamen. Für den Fall, dass die Theile aus F_1 und $F_2 + F_3$ bestanden, gebe ich:

Nr. 57.

Hptdr. = 35′.

Stamm d. Nbdr. = 28′ K.			Stamm d. Nbdr. = 26′6 $K+P$.		
Zusatz in F_2+F_3	F_1	F_2+F_3	F_1	F_2+F_3	Stamm
—	4·5	16·5	3·7	11·5	
0	2·5	11·5	1·5	7·2	14·0
8′	1·5	11·2	1·0	7·3	12·0
16′	0·6	10·0	0·5	7·1	9·5
24′	0·4	8·6	0·4	6·5	7·7
32′	0·6	7·1	0·4	5·6	6·3
40′	0·8	6·0	0·6	4·7	4·0
56′	1·5	3·1	1·4	3·1	1·8
80′	2·1	2·1	2·0	2·0	0·8
90′	2·2	1·6	2·2	1·6	0·8
64′	1·7	2·9			
72′	2·0	2·5			

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 58.

Hptdr. = 35′. Stamm des Nbdr. = 26′6 + P.
Zusatz in F_1 = 40′ K.

Zusatz in $F_2 + F_3$	F_1	$F_2 + F_3$	Stamm
—	8·0	11·8	
0	3·5	3·0	10·9
8′	2·1	3·2	10·2
16′	1·2	4·8	9·4
24′	0·5	5·0	7·6
32′	1·0	6·0	4·8
40′	2·8	5·9	3·5
48′	4·2	5·0	2·7
56′	5·8	4·0	2·4
90′	7·9	1·7	3·6

Die kleinste Wärme in F_1 findet man wieder unabhängig von a' bei $a'' = b$. Die gleiche Wärme in beiden Dräthen bestimmt Nr. 57 bei $a'' + a' = 94'$; die andere Reihe würde einen etwa um 10′ grössern Werth geben, wenn man die 40′ constanten Zusatz für voll rechnen wollte; allein die Verhältnisse sind hierüber noch nicht ganz aufgeklärt, nur so viel ist deutlich, dass nicht die Hälfte des Draths gerechnet werden kann. — Dass übrigens der Ort bestimmt werden muss, wo gleiche Wärme in beiden Dräthen ist, zeigt sowohl die an dieser Stelle auf ihr Minimum gesunkene Wärme im Stamm, als auch die folgende Beobachtung, nach der bei äquivalenter Gleichheit der Dräthe (d. h. wenn sie sich umgekehrt wie die Grösse der Batterietheile verhalten) die Wärme in beiden sich wie 1 : 4 und im Stamm : 9 verhält, so dass das Verhältniss der Wärme wie 1 : 2 gar keine Bedeutung hat.

Nr. 59.

	Zusatz in F_1	F_1	Zusatz in $F_2 + F_3$	$F_2 + F_3$	Stamm
Hptdr. = 35′	16′	1·5	4′	5·8	12·8
= 70′	16′	1·1	4′	4·1	9·0
Hptdr. = 35′	16′	1·5	6′	6·0	12·3
= 70′	16′	1·1	6′	4·5	9·2
Hptdr. = 35′	40′	1·0	16′	4·3	9·6
= 70′	40′	1·3	16′	5·2	11·7

In den beiden folgenden Reihen bestand die Hauptbatterie ebenfalls aus $(A) + (B)$, aber die Theile der Nebenbatterie waren $F_1 + F_4$ und F_2.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 60. Nr. 61.

Hptdr. = 35′; Stamm des Nbdr. = 28′ *K*.

$F_1 + F_4$ unverändert.				$F_1 + F_4$ um 16′ *K* verlängert.			
Zusatz in F_2	$F_1 + F_4$	F_2	Stamm	Zusatz in F_2	$F_1 + F_4$	F_2	Stamm
—	11·8	4·9	—	—	8·8	4·8	—
0	6·7	1·5	13·5	0	6·5	0·3	9·2
8′	5·8	1·9	13·4	8′	6·2	0·4	9·2
16′	4·6	2·3	12·9	16·	5·9	0·5	9·3
24′	3.8	3·0	12·5	24′	5·5	0·9	9·3
32′	3·0	3·6	11·2	32′	4·3	1·0	9·4
40′	2·3	4·2	9·8	40′	3·0	2·0	8·8
56′	2·4	4·9	5·6	48′	2·3	3·0	7·7
64′	3·4	4·7	4·5	56	4·4	4·6	5·6
72′	4·5	4·5	3·8	64′	7·2	4·3	5·5
80′	5·5	4·3	3·5	90′	10·0	2·0	6·4
90′	7·2	3·9	3·0				

Die kleinste Wärme in $F_1 + F_4$ fällt auf $a'' = 55'$; es verhält sich aber $F_2 : (A) + (B)$ nach S. 5 der Beiträge wie 1·097: 1·911, so dass a'' sich auf 64′ reducirt, welche Zahl hinreichend genau mit 2 *b* übereinstimmt, wie es das Verhältniss gegen die Hauptbatterie fordert. Die gleiche Wärme fällt auf $a'' + a' = 86'$. Wir wollen die beiden Zahlen 94 und 86 fürs erste übergehen, da sie durch die folgenden Beobachtungen erst ihre richtige Erläuterung finden. Hier will ich nur noch darauf aufmerksam machen, dass diese Zahlen ganz von denen beim Ladungsstrom abweichen; denn dort änderte sich der Ort der gleichen Wärme gänzlich, wenn die Batterietheile F_1 und $F_2 + F_3$ in $F_1 + F_4$ und F_2 umgestellt wurden, hier dagegen beim Nebenbatteriestrom bleibt der Ort fast genau an derselben Stelle.

d) $(A)+(B) - F_1 ; F_2 + F_3 + F_4$
$(A)+(B) - F_2 + F_3 + F_4 ; F_1.$

Die folgenden Reihen, in denen sich die Theile der Nebenbatterie wie 1 : 3 oder wie 3 : 1 verhielten, klären die Verhältnisse vollkommen auf.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 62. Nr. 63.

Hptdr. = 35′. Stamm d. Nbdr. = 26′6 $K + P$.

Zusatz in $F_2+F_3+F_4$	F_1	$F_2+F_3+F_4$	Stamm	Zusatz in F_1	$F_2+F_3+F_4$	F_1	Stamm
—	3·7	11·0		—	11·4	3·6	
0	0·2	7·4	11·5	0	7·2	0·3	11·6
8′	0·2	7·1	8·2	8′	7·1	0·6	11·4
16′	0·2	6·0	6·0	16′	6·4	0·9	11·1
24′	0·4	5·3	4·4	24′	5·8	1·1	11·0
32′	0·5	4·3	3·0	32′	5·0	1·6	10·5
40′	1·0	3·4	1·9	40′	4·0	2·1	9·8
48′	1·2	2·7	1·5	48′	3·1	3·0	9·0
56′	1·5	2·2	1·0	56′	3·2	4·0	7·1
64′	1·7	1·8	0·5	64′	5·0	5·0	5·4
90′	2·0	1·0	0·5	72′	7·5	4·9	5·0
				90′	11·1	3·7	5·5

Während der Ort der gleichen Wärme in den entsprechenden Reihen beim Ladungsstrom durch die Umstellung der Batterietheile total verändert wurde, ja während er in der einen Reihe nicht einmal mehr zum Vorschein kam, finden wir hier in beiden Reihen den Ort durch $a'' + a' = 78'$ also nahe $= 2\ b$ bestimmt. Es könnte wohl kaum durch eine andere Thatsache bestimmter ausgedrückt werden, dass hier beim Nebenbatteriestrom beide Theile der Batterie so eng mit einander zusammenhängen, dass es völlig gleichgiltig ist, auf welche Weise die Theile gesondert und gegen einander gestellt werden. Im Ladungsstrom ist die Batterie durch die Theilung zerfallen, im Nebenbatteriestrom bleibt sie im Zusammenhang; dort ist nur Gegenspannung, hier ist wirkliche Spannung, die alle Dräthe der Verbindung durchdringt. — Stehen, wie wir gefunden haben, die Theile der Nebenbatterie als Ganzes zusammen, so müsste hier $a'' + a' = 2\ b$ sein, während bei der Theilung in $F_1 + F_4$ und F_2 oder F_1 und $F_2 + F_3$, wo die Nebenbatterie nur aus drei Flaschen besteht, $a'' + a' = 2\ b \times \frac{4}{3} = \frac{8}{3}\ b$ sein soll. Oder rechnen wir genauer, so ist $F_1 + F_2 + F_3 = 2{\cdot}96$, also gibt die Länge $a'' + a' = 94'$ auf 4 Flaschen reducirt $94 \times \frac{2{\cdot}96}{4} = 69'$, und $F_1 + F_2 + F_4$ ist $= 3{\cdot}12$, also gibt $a'' + a' = 86'$ auf vier Flaschen reducirt $86 \times \frac{3{\cdot}12}{4} = 67'$. Wir erhalten also auch bei dieser Theilung zwei Werthe, die mit einander hinreichend genau übereinstimmen. Wenn jetzt nach den Beobachtungen bei der Theilung der Nebenbatterie in

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

gleiche Theile $a'' + a' = 64'$ (nämlich für den Hauptdrath $= 35'$), bei der Theilung im Verhältniss von 1:2 oder 2:1 $a'' + a'$ in reducirter Länge $= 63'$, endlich bei der Theilung im Verhältniss von 1:3 oder 3:1 $a'' + a' = 78'$ ist, so dürfen wir sicher annehmen, dass $a'' + a'$ in allen Fällen $= 2\,b$ ist, und dass nur die Nebenbatterie, aus je ungleicheren Theilen sie besteht, eine desto geringere Kraft bewahrt, folglich wie eine etwas kleinere Batterie auftritt. Der Unterschied zwischen den Reihen im Ladungsstrom und im Nebenbatteriestrom tritt also bei ungleicher Theilung am deutlichsten und so scharf hervor, dass er gar nicht übersehen werden kann. — Der Ort der kleinsten Wärme lässt sich in Nr. 62 nicht scharf bestimmen, er verlangt $a'' = 21'$, in Nr. 63 liegt er bei a'' etwa $= 59'$, gerade so wie es die Grösse des Batterietheils F_1 verlangt. Einfachere Verhältnisse lassen sich kaum denken; nirgends eine Abweichung von den durchgehenden Gesetzen.

e) $(A)+(B) - F_1 + F_4$; Σ.

Wie beim Ladungsstrom habe ich auch einige Reihen mit einer Nebenbatterie angestellt, in welcher der eine Theil aus $F_1 + F_4$, der andere aus $F_2 + F_3$ und den vier neuen Flaschen bestand, welchen Theil ich oben mit Σ bezeichnet habe. Leider hatte ich eine Umstellung der Theile nicht vorgenommen, auch bei Hauptdrath $= 70'$ den Ort der gleichen Wärme nicht genau genug ermittelt; die Reihen waren schon früher angestellt worden, ehe ich auf diese Verhältnisse aufmerksam wurde; allein sie zeigen wenigstens, dass auch hier eine gänzliche Verschiedenheit von den Reihen beim Ladungsstrom obwaltet, und um deswillen mag ich sie nicht unterdrücken. Eine Ergänzung des Fehlenden war wie bei andern Reihen nicht räthlich, weil die neuen Flaschen noch nicht vollständig genug vorgerichtet waren, somit wohl kaum in die ursprüngliche Verbindung mit den andern Flaschen wieder gestellt werden konnten

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nr. 64.

Hptdr. = 35′.

Stamm d. Nbdr. =26'6 $K+P$.				St. d. Nbdr. =63'6 $K+P$.		
Zusatz in Σ	F_1+F_4	Σ	Stamm	F_1+F_4	Σ	Stamm
—	12·0	7·2		4·1	1·5	
0	0·2	5·1	7·5	0	1·2	1·5
9′	0·3	5·8	5·0	0	1·8	1·2
16′	1·9	6·0	2·6	0·5	2·4	0·9
24′	3·5	5·6	1·5	1·5	2·8	0·5
32′	5·2	4·9	1·2	3·7	3·6	0·2
40′	6·8	4·0	1·4	7·0	4·6	0·5
56′	9·2	2·8	2·9	11·7	4·0	2·5
90′	11·0	1·5	5·4	9·0	1·5 [1])	4·4

Nr. 65.

Hptdr. = 70′.

Stamm d. Nbdr. =26'6 $K+P$.				St. d. Nbdr. =63'6 $K+P$.		
Zusatz in Σ	F_1+F_4	Σ	Stamm	F_1+F_4	Σ	Stamm
—	3·0	10·0		9·2	1·8	
0	0·3	6·0	9·5	0	1·0	1·8
8′	0·2	5·3	6·6	0	1·0	1·5
16′	0·1	4·3	4·2	0	1·2	1·2
24′	0·1	3·4	3·2	0	1·2	0·9
32′	0·2	2·8	2·0	0	1·2	0·6
40′	0·4	2·0	1·0	0	1·2	0·4
56′	0·7	1·5	0·3	0·5	1·2	0·2
90′	1·4	1·0	0·3	1·4	1·0 [2])	0·2

Der Ort der kleinsten Wärme lässt sich nicht mit Sicherheit festsetzen; die gleiche Wärme findet man bei Hauptdrath = 35′, wenn $a'' + a'$ etwa = 45′ ist. Da $F_1 + F_4 + \Sigma$ nach der oben mitgetheilten Notiz acht Flaschen bilden, so reducirt sich diese Zahl auf vier Flaschen durch $45 \times \frac{8}{4} = 90'$, dies gibt $a'' + a'$ grösser als 2 b, und zwar hier noch grösser als vorher bei der Theilung der aus vier Flaschen bestehenden Nebenbatterie im Verhältniss von 1 : 3. Da die neuen Flaschen, wie ich erst nach Abschluss der sämmtlichen Reihen ermittelte, den ältern an Grösse gleich kommen, so werde ich sie besser als bisher zum Gebrauch vorrichten lassen,

[1]) Nach Auslösung des ersten Theils = 0·3

[2]) Ebenso = 0·3.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und die Versuche mit ungleich getheilter Batterie, sobald ich hinreichend freie Zeit habe, weiter ausdehnen, auch auf manche andere dabei vorkommende Verhältnisse näher eingehen. Zunächst bitte ich die vorstehenden Reihen mit Σ nur als Probenversuche anzusehen.

Stellen wir die Resultate, welche die Reihen beim Nebenbatteriestrom gegeben haben, kurz zusammen, so sind es folgende:

1. Die Wärme im constanten Drathe des ersten Batterietheils sinkt, wenn er kürzer als der Hauptdrath ist, zuerst auf ein Minimum herab, und steigt dann wieder selbst bis über die Wärme, welche dieser Batterietheil allein gibt.

2. Die Wärme in dem nach und nach verlängerten Drathe des zweiten Batterietheils steigt zuerst und fällt dann allmählich.

3. Der Stamm hat bei äquivalent gleichen Dräthen der beiden Batterietheile diejenige Wärme, welche aus der Zusammensetzung beider einzelnen Ströme entspringt; sie sinkt darauf erst langsam, dann schneller, und fällt zuletzt weit unter die Wärme, welche der Drath des ersten Batterietheils hat.

4. Die Wärme im Drath des ersten Batterietheils erlangt ihr Minimum, wenn der Drath des anderen Theiles dem Hauptdrath äquivalent gleich ist, d. h. wenn seine Länge sich zur Länge des Hauptdraths umgekehrt wie die Grösse der Hauptbatterie zur Grösse des zweiten Batterietheils verhält; der Ort ist unabhängig von dem constanten Drathe des ersten Theiles.

5. Der Ort der gleichen Wärme hängt allein von der Grösse der ganzen Nebenbatterie im Verhältniss zur Hauptbatterie ab, wie auch die erstere Batterie getheilt sein mag; nur wenn die Theile ungleicher werden, muss die ganze Batterie als eine etwas kleinere angesehen werden. Die Länge beider Batteriedräthe zusammen beträgt am Orte der gleichen Wärme $\frac{2}{n}$ vom Hauptdrathe, wenn die ganze Nebenbatterie sich zur Hauptbatterie wie $2n : 1$ verhält.

6. Ein stärkerer Widerstand in einem der Batteriedräthe übt auf den Ort der kleinsten Wärme gar keinen, auf den Ort der gleichen Wärme nur einen geringen Einfluss aus.

7. Alle Gesetze treten beim Nebenbatteriestrom deutlich und scharf hervor.

Vergleicht man diese Resultate mit denen beim Ladungsstrom und erwägt namentlich, dass in beiden Fällen die Wärme im Stamm

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

am Ort der gleichen Wärme ganz verschieden ist, dann dass der Ort der kleinsten Wärme im ersten Batterietheil und ebenso der Ort der gleichen Wärme in beiden Fällen auf andere Weise von der Länge der beiden Batteriedräthe abhängt, und dass im Nebenbatteström die Länge des Nebendrathstammes darauf keinen Einfluss ausübt, ferner dass die beiderseitigen Reihen mit ungleicher Theilung der Batterie total von einander abweichen, dann dass der Einfluss der Platinspirale P. B. sich in beiden Fällen durchaus verschieden zeigt, endlich dass beim Nebenbatteriestrom alle Gesetze einfach, dagegen beim Ladungsstrom oft völlig verdeckt sind; nimmt man dazu, dass der Entladungsstrom in einer ganz andern Weise verläuft, die weder mit dem Ladungs- noch mit dem Nebenbatteriestrom etwas ähnliches hat, und desshalb die Reihen des Ladungsstromes nicht in die des Nebenbatteriestromes überführen kann, so wird man bekennen müssen, dass, wie man auch die Erscheinungen beim Entladungs- und Ladungsstrom erklären wolle, es nach den klar vorliegenden Thatsachen absolut unmöglich ist, den Nebenbatteriestrom aus einem Ladungs- und einem darauffolgenden Entladungsstrom herzuleiten, und dass diese Ansicht nur dadurch eine Geltung erlangen konnte, weil man irriger Weise die beim galvanischen Strom gefundenen Thatsachen auf den elektrischen Strom als für diesen ebenfalls gültige übertrug, eine Übertragung von einem Gebiet auf ein anderes, die den Untersuchungen über die Elektricität wahrlich schon Schaden genug gebracht hat.

Da, wie wir gesehen haben, alle Beobachtungen über die elektrischen Strömungen, namentlich alle Beobachtungen über den Nebenbatteriestrom sich nur erklären lassen, wenn man auf die Spannung in den Dräthen Rücksicht nimmt, da aber eine solche Spannung, wie wir sie voraussetzen müssen, nicht etwa aus einer blos oberflächlichen Anhäufung freier Elektricität entspringen, sondern nur aus einer bestimmten, polaren Gliederung der Molecule hervorgehen kann, da überdies sich beim Neben- und Nebenbatteriestrom die Gliederung im Hauptdrath auf den Nebendrath überträgt, welche Übertragung sicher nicht anders als durch eine Gliederung des Intermediums (durch die sogenannten Kraftlinien) erfolgen kann, so gibt das ganze Gebiet der elektrischen Strömungen einen klaren und vollständigen Beweis von der Richtigkeit der neuen, durch Faraday zuerst aufgestellten Theorie, wonach die Elektricität

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

von einem Ort zum andern sich nicht durch eine uns unbegreifliche Einwirkung in der Ferne, sondern continuirlich von Molecul zu Molecul durch Gliederung fortpflanzt. Welchen Einfluss diese neue Theorie auf die übrigen Gebiete der Physik ausüben muss, brauchte ich hier nicht nachzuweisen, mir genügt es, Beobachtungen geliefert zu haben, welche zu Faraday's Untersuchungen gefügt, die festeste Stütze für die neue Theorie darbieten.

Dei limiti dei suoni nelle linguette libere, nelle canne a bocca, e dei loro armonici, studiati in relazione alla legge di Bernoulli.

Memoria IV del **Prof. Zantedeschi.**

(Vorgelegt in der Sitzung vom 22. October 1857.)

Nella terza Memoria noi abbiamo esposto un prospetto generale dei suoni più gravi ed acuti, che si ricavano dagli strumenti di musica; ma noi non abbiamo detto se quei limiti sieno assoluti rispetto all' orecchio, o relativi all' arte. Abbiamo con una canna della lunghezza di un centimetro, e del diametro di quattro millimetri determinato un limite di 40960 vibrazioni in un minuto secondo, oltre il quale non ci fu dato di ricavare suono sensibile per noi. Non abbiamo fin ora fatto altrettanto rispetto ai suoni gravi. Alcuni Maestri dell' arte per ricavare un suono grave di 32 vibrazioni per secondo o di 32 piedi, come lo si chiama, sogliono associare alla tonica di 16 piedi la quinta, che in vibrazioni sono 64 e 96. Questi due suoni danno il terzo suono, che è la loro differenza 32. Si ànno adunque in questo caso i due suoni delle due ottave di 16 e di 32 piedi, che sono equissoni, come si dice col linguaggio dell' arte. Tuttavia nella storia degli organi ne troviamo descritti parecchi, che ànno in tutta l'estensione della parola canne di 32 piedi. Io ricorderò brevemente i principali della Francia, dell' Inghilterra e della Germania, che sono della maggiore profondità; perchè si comprenda la ragionevolezza delle mie ricerche anche in questa parte di acustica. Io non debbo restringermi peripetere quanto fu eseguito da altri, ma debbo ancora esaminarlo

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: 1857

Band/Volume: 27

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

Artikel/Article: Sitzung vom 3. December 1857. Eingesendete Abhandlungen. Versuche mit einer getheilten Batterie. 207-257