Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

bestimmt den Widerstand ω' von $32'\ K = 0{\cdot}200$, ω'' von $2\,P + 1{\cdot}2\,K = 1{\cdot}143$, ω''' von $2\,P + 0{\cdot}5\,K + FM = 1{\cdot}206$, somit soll nach meinen Angaben bei der Stromtheilung durch den Zweig $32'K$ ein Stromtheil $= \frac{5{\cdot}2}{37{\cdot}2} = \frac{13}{93}$, durch den andern Zweig ein Stromtheil $= \frac{32{\cdot}0}{37{\cdot}2} = \frac{80}{93}$ gehen, und die im Stamm entwickelte Wärme $= \frac{22{\cdot}5}{1 + (\frac{13}{93})^2\,\omega' + (\frac{80}{93})^2\,\omega''} = 12{\cdot}1$ und $= \frac{22{\cdot}5}{1 + (\frac{13}{93})''\,\omega' + (\frac{80}{92})^2\,\omega'''} = 11{\cdot}9$ sein. Die Beobachtungen lehren, dass in beiden Fällen Übereinstimmung mit den Formeln stattfindet, dass also gerade hier, wo die sogenannte discontinuirliche Entladung ihren Einfluss am meisten geltend machen müsste, keine Abweichung von der Regel eintritt.

Über den Strom der Nebenbatterie.

Von **K. W. Knochenhauer.**

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 2. October 1856.)

§. 1. Die geringe Theilnahme, welche meine bisherigen Untersuchungen über den Strom der Nebenbatterie gefunden haben, und die abfälligen Urtheile über die von mir zur Erklärung ausgesprochenen Ansichten würden mich sicher schon längst bestimmt haben, vom weitern Experimentiren gänzlich abzustehen, wenn nicht von der andern Seite das eigene Verlangen, die sämmtlichen zu diesem Gebiete gehörigen Erscheinungen wenigstens übersichtlich kennen zu lernen, mich zur Fortführung der begonnenen Arbeit zu entschieden gemahnt hätte. Meine in diesem letzten Jahre fortgesetzten Versuche haben mich nun endlich auf den Standpunkt geführt, dass ich auch bei den scheinbar complicirtesten Anordnungen der Schliessungsdräthe den Erfolg überall mit hinreichender Sicherheit vorher bestimmen kann, und somit wohl glauben darf, dass ich das, was ich erreichen wollte, wirklich erreicht habe. Ich kann also jetzt die strengere Durchführung des Einzelnen, die unter den gegenwärtigen Verhältnissen zu wenig Interesse darbieten würde, füglich unterlassen, da ich aber die Überzeugung hege, dass in der Elektricitätslehre einmal wieder eine Zeit kommen muss, wo man zuerst und vor allen Dingen die Thatsachen beachten und feststellen wird, also aus zu grosser Rücksicht auf die bisher fast allgemein angenommenen Hypothesen weiter keine Scheu tragen wird, auch die-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

jenigen Thatsachen schärfer ins Auge zu fassen, welche mit ihnen nicht harmoniren, so erlaube ich mir noch in dem Folgenden meine sämmtlichen Beobachtungen über den Strom der Nebenbatterien, sofern sie mit dem Lufthermometer angestellt worden sind, kurz zusammenzustellen und dabei die im letzten Jahre neu hinzugekommenen ausführlicher anzugeben. Diese Zusammenstellung von Beobachtungen, die 10 Jahre hindurch fortgesetzt wurden, dürfte wohl später, wenn die Arbeiten wieder aufgenommen werden, von einigem Nutzen sein, indem besonders in diesem Gebiete, das so mannigfaltige Thatsachen enthält, einige vereinzelnte Versuche gar zu leicht irre führen und selbst zu der Meinung verleiten können, als wäre der wirkliche Hergang durch die verschiedenartigsten Störungen völlig verdeckt und jene weitere Untersuchung erfolglos, während sich doch gerade umgekehrt auch hier, wie überall in der Natur, nur wenige ganz einfache Gesetze hindurchziehen, die als Führer anerkannt den Experimentator sicher durch das scheinbare Gewirre hindurchbringen.

§. 2. Spannt man zu einem Theile des Schliessungsdrathes einer Batterie, die vom Conductor aus geladen werden kann (Hauptbatterie) einen andern Drath parallel aus und schliesst ihn durch die Belegungen einer zweiten isolirten Batterie (Nebenbatterie), so entsteht, während jene entladen wird, in dem Schliessungsdrath der Nebenbatterie eine elektrische Strömung, welche durch die Wärmeentwicklung in einem eingeschalteten Lufthermometer angedeutet wird. Um für den einfachsten Fall, wo beide Batterien einander gleich sind, einige Beobachtungen als Anhaltspunkte vor Augen zu haben, so ward die Hauptbatterie, wie später überall, aus den beiden Flaschenpaaren (A) und (B) gebildet; ihr Schliessungsdrath (Hauptdrath) bestand durchweg aus Kupferdrath K von etwas über $\frac{1}{2}$ Linie Durchmesser, und war nur durch einen einfachen Auslader unterbrochen, dessen Kugeln in der constanten Entfernung von 2·4 Linien aus einander standen und dadurch die Ladung der Batterie möglich machten. Ausgespannt waren vom Schliessungsdrathe 24′ an einem senkrecht stehenden quadratischen Rahmen, und der übrige Theil hatte (den Auslader = 1′ eingerechnet) im ersten Falle eine Länge von 18′, im zweiten bestand er aus 16′ K und einem Platindrath P von 17 Zoll Länge und 0·081 Linien Durchmesser, einem Drathe von gleicher Länge und Stärke wie der im Lufthermometer befind-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

liche, im dritten Falle war der übrige Theil = 34′, im vierten = 50′, im fünften endlich = 32 $K + P$. Die gespannten 24′ des Schliessungsdrathes (Nebendrathes) der aus den beiden Flaschen $F_2 + F_3$ gebildeten Nebenbatterie wurde durch eine constante Länge von 7′ $K + P$ (dem Platindrath im Luftthermometer) zu den Belegungen fortgeführt, und dieser Bogen konnte nach und nach durch einen Zusatz von Kupferdrath verlängert werden. Die gespannten Dräthe standen einmal um 1, dann um 8 Zoll von einander entfernt. Die Beobachtungen gaben folgende Erwärmungen im Thermometer, das sich, wie gesagt, im Nebendrathe befand.

1. 1 Zoll Distanz der gespannten Dräthe.

Zusatz im Nbdr.	1. Fall	2. Fall	Zusatz im Nbdr.	3. Fall	Zusatz im Nbdr.	4. Fall	Zusatz im Nbdr.	5. Fall
0′	15·5	10·5	0′	6·9	16′	6·0	0′	5·0
8′	17·7	12·2	8′	9·0	24′	8·7	8′	6·5
12′	18·0	12·5	16′	12·2	32′	10·7	16′	8·5
16′	17·2	12·0	24′	14·2	40′	13·5	24′	10·2
24′	14·7	10·0	28′	14·8	44′	14·0	28′	10·5
32′	11·5	7·5	32′	15·0	48′	13·7	32′	10·6
40′	8·5	5·2	40′	13·5	56′	12·5	40′	9·2
48′	6·2	3·7	48′	10·7	64′	9·7	48′	7·3
			56′	7·7	72′	6·7	56′	5·5

2. 8 Zoll Distanz der gespannten Dräthe.

Zusatz im Nbdr.	1. Fall	2. Fall	Zusatz im Nbdr.	3. Fall	Zusatz im Nbdr.	4. Fall
0′	8·5	5·5	0′	2·3	16′	1·8
8′	14·5	8·5	8′	3·7	24′	3·0
12′	16·0	10·0	16′	6·0	32′	5·0
16′	14·0	8·2	24′	10·5	40′	8·7
24′	7·7	5·2	28′	12·0	44′	10·0
32′	4·7	2·7	32′	12·1	48′	10·0
40′	2·5	1·2	40′	8·7	56′	6·5
48′	1·5	—	48′	4·9	64′	3·7
			56′	3·0	72′	2·1

Aus diesen und anderen ähnlichen früheren Beobachtungen lässt sich für gleich grosse Batterien Folgendes über den Nebenbatteriestrom entnehmen. Die von ihm entwickelte Wärme ändert sich zunächst bei gleich bleibendem Hauptdrathe und constanter Ladung der Hauptbatterie mit der Länge des Nebendrathes; sie wächst bis zu einer bestimmten Verlängerung, erreicht hier ihr Maximum und nimmt dann wieder ab. Das Maximum tritt jedesmal ein, wenn der Nebendrath dieselbe Länge wie der Hauptdrath hat. Wenn sich in

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

dem einen oder dem andern Schliessungsdrathe schlechter leitende Theile oder dünnere Dräthe befinden, so muss die wirkliche Länge derselben als eine etwas grössere in Anschlag gebracht werden, so hier der nur 17 Zoll lange Platindrath *P* als äquivalent mit 2′ *K*. Nimmt man die Sache noch etwas genauer, so wird man, wie man sich am leichtesten durch Umwechslung der beiden Batterien überzeugen kann, jedesmal den Nebendrath fürs Maximum ein klein wenig länger als den Hauptdrath finden, und diese etwas vermehrte Länge überdies sowohl mit der verstärkten Ladung der Batterie als auch mit verlängertem Hauptdrath wachsen sehen; doch sind die Differenzen immer nur unbedeutend, selten so gross wie hier bei dem um 16′ verlängerten Hauptdrath, wo mit der durch den beschränkten Raum veranlassten ungünstigen Führung des eingeschobenen Drathes eine kleine Störung vorgekommen sein dürfte. Ich habe bis jetzt bei allen meinen Versuchen, auch bei denen mit dem Funkenmesser, noch keinen einzigen Fall gefunden, wo das Maximum des Nebenbatteriestroms nicht an der bezeichneten Stelle eingetreten wäre, mochte ich die parallelen Dräthe ganz geradlinig ausgespannt oder sie an senkrechten Rahmen mit herunterlaufenden Armen befestigt haben, mochten die übrigen Theile der beiden Schliessungsdräthe ganz regelmässig ausgebreitet oder in den beliebigsten Formen geführt sein, nur vorausgesetzt, dass die einzelnen Theile zur Verhütung störender Nebeninductionen hinreichend weit aus einander gehalten waren. Ja man kann selbst längere Dräthe in fester Spiralform einfügen, wenn man nur beachtet, dass durch diese Form die Dräthe als grössere Länge (ihre äquivalente Länge) in Anschlag kommen, die man entweder aus der beobachteten Stromtheilung oder durch Einschiebung in den Nebendrath und Vergleichung mit dem dafür einzusetzenden geradlinigen Drathe ermittelt.— Auf die Drathlänge fürs Maximum des Nebenbatteriestroms übt die Entfernung der gespannten Dräthe von einander keinen Einfluss aus; bei 1 und 8 Zoll Entfernung bleibt sie nach den so eben mitgetheilten Beobachtungen durchaus unverändert.

Was die Stärke des Nebenbatteriestroms betrifft, so hat man zu ihrer vollständigen Bestimmung die Wärme-Entwicklung im Hauptstrom ebenfalls zu beobachten, und die Verhältnisszahl zwischen Nebenbatteriestrom und Hauptstrom als massgebend anzusehen. Nach meinen Beobachtungen nimmt zunächst die im Maximum hervor-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

tretende Wärme mit der Länge der gespannten Dräthe zu, doch so, dass sie bei gleichen Batterien im Nebendrath stets geringer bleibt als in dem Hauptdrath; nur unter dem Einfluss eines Eisendrathbündels liess sich ein abweichender Fall erzielen. Die Wärme im Maximum sinkt dagegen, wenn man bei gleicher Länge der parallelen Dräthe den übrigen Hauptdrath verlängert, oder die Entfernung der beiden Dräthe vergrössert. Schlechter leitende Dräthe, mögen sie in den Haupt- oder Nebendrath eingefügt werden, vermindern ebenfalls die Stromstärke. Als nähere Erläuterung dürfte zu bemerken sein, dass bei geringer Distanz der gespannten Dräthe (etwa auf 1 Zoll) und bei übrigens constanten Verhältnissen die Wärme im Nebendrath sich nur wenig mit der Länge des inducirenden Drathes verändert; erst wenn dieser sehr kurz wird (etwa 2'), tritt eine schnellere Abnahme ein. Auch schlechter leitende Dräthe üben keinen besonders auffallenden Einfluss auf die relative Wärme-Entwicklung aus; in den obigen Reihen erscheint zwar bei dem in den Hauptdrath eingefügten *P* die Wärmeabnahme bedeutend, allein es ist die Beobachtung im Hauptstrom übergangen, die ebenfalls eine bedeutende Abnahme ergeben hätte. Mit grösserer Distanz der gespannten Dräthe findet man, wenn diese recht lang sind, ebenfalls nur eine verhältnissmässig sehr langsame Abnahme der Wärme-Entwicklung; schneller tritt sie ein, wo kürzere Dräthe inducirен, und ebenfalls schneller, wenn man den gesammten Hauptdrath bedeutend verlängert.

Vom Maximum ab nehmen darauf die Strömungen nach beiden Seiten mit Verkürzung und Verlängerung des Nebendrathes ab, und alle Umstände, welche eine geringere Wärme-Entwicklung beim Maximum bedingen, veranlassen auch eine schnellere Abnahme der beobachteten Zahlen. Somit haben die Reihen vom Maximum ab bei verschieden langen Hauptdräthen, bei verschiedenen Distanzen der gespannten Dräthe, bei verschiedener Länge derselben nicht denselben Verlauf, wie dies schon die vorher mitgetheilten Reihen anschaulich machen, und wie dies noch stärker hervorgetreten sein würde, wäre nicht die Beobachtung im Hauptstrom übergegangen worden. Selbst die Stärke der Hauptbatterie-Ladung übt einen geringen Einfluss auf die Reihen aus; schwächere Ladungen geben unter sonst gleichen Verhältnissen einen relativ grössern Nebenbatteriestrom als stärkere, was sich am leichtesten bemerken lässt, wenn man die gespannten Dräthe weit von einander entfernt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

§. 3. Ähnliche Verhältnisse, wie die bei Anwendung gleicher Batterien hervortretenden, finden sich bei ungleichen wieder; doch ändern sich hier mehrere Angaben. Denn was zuerst die Stelle betrifft, wo das Maximum des Nebenbatteriestroms stattfindet, so ist diese von dem gegenseitigen Verhältniss der Grössen beider Batterien abhängig; es verhalten sich die Längen der Schliessungsdräthe umgekehrt wie die Zahlen der gleich grossen Flaschen in beiden Batterien. Eine Nebenbatterie von doppelter oder dreifacher Flaschenzahl hat einen nur halb oder drittel Mal so langen Schliessungsdrath als der Hauptdrath an der Stelle, wo der Nebenbatteriestrom sein Maximum erreicht, und umgekehrt einen zwei oder dreimal so langen, wenn die Flaschenzahl in der Hauptbatterie die doppelte oder dreifache von der in der Nebenbatterie ist. — Sodann steht die relative Wärme-Entwicklung im Maximum, freilich unter Berücksichtigung des veränderten Einflusses, den schlechter leitende Dräthe ausüben, ungefähr im Verhältniss der Flaschenzahl beider Batterien; sie nimmt auch bei grösserer Distanz der gespannten Dräthe langsamer ab, wenn die Flaschenzahl der Nebenbatterie überwiegt, und umgekehrt schneller, wenn die Nebenbatterie kleiner als die Hauptbatterie ist. Dem entsprechend zeigen endlich die Reihen vom Maximum ab eine schnellere oder langsamere Abnahme der beobachteten Wärme, wenn man die Flaschenzahl in der Nebenbatterie verringert oder vergrössert.

§. 4. Wenn man statt zu einem Theile des Hauptdrathes einen Theil des Nebendrathes parallel zu spannen, von den Enden jenes Drathes die Leitung unmittelbar zu den Belegungen der Nebenbatterie führt, wenn man also einen Drath (Mitteldrath) beiden Schliessungsdräthen als einen gemeinsamen gibt, so kann man durchaus gleichartige Erscheinungen, wie die bisher betrachteten, hervorbringen. Beobachtet man nämlich die entwickelte Wärme nur in dem Theile des Nebendrathes, der nicht der gemeinsame ist, so findet man Reihen, die genau ebenso verlaufen, als ob der Mitteldrath ein doppelter wäre, und man ihn als solchen in unendlich kleiner Distanz für beide Batterien besonders geführt hätte. Die Reihen haben ihr Maximum bei der oben angegebenen Länge der Schliessungsdräthe, in welche der Mitteldrath für jeden Schliessungsdrath besonders eingerechnet wird, und nehmen je nach der grösseren oder kürzeren Länge des Mitteldrathes, je nach der grösseren oder

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

kürzeren Länge des Hauptdrathes, je nach dem geringeren oder grösseren Widerstand, der sich in den Schliessungsdräthen findet, langsamer oder schneller ab. Ich habe gerade für diesen Fall besonders zahlreiche Beobachtungen in den Sitzungsberichten vom Jahre 1848 mitgetheilt, so dass ich mich darauf der nähern Verhältnisse wegen beziehen kann.

§. 5. Bei der Erklärung der mitgetheilten Thatsachen will ich des leichtern Verständnisses wegen von den jetzt herrschenden Ansichten ausgehen und auf meine eigenen Meinungen gänzlich verzichten. Ich werde also nach bestem Wissen Alles beibringen, was die jetzigen Ansichten zur Erklärung darbieten, auf die Hypothesen hinweisen, die an den verschiedenen Stellen noch erforderlich sein möchten, dann aber auch die Punkte hervorheben, welche entschieden gegen die bisherigen Annahmen sprechen und durch sie keine Erledigung finden. Soweit ich die Erscheinungen bisher angegeben habe, dürfte zur Erklärung derselben die Annahme genügen, dass bei getrennten Dräthen der Hauptstrom auf dem parallelen Nebendrathe einen Strom in umgekehrter Richtung von der, in welcher er selbst strömt, inducire, und dass bei gemeinsamem Mitteldrathe ein Theil des Hauptstroms selbst auf der verbundenen Leitung fortströme; diesen Strom würde die Nebenbatterie condensiren und dadurch eine Ladung erlangen, die eine darauf folgende Entladung bewirkte. Der Nebenbatteriestrom zerfiele also in zwei von einander getrennte Theile, in einen positiven Ladungsstrom und in einen positiven Entladungsstrom (die Ladung der Hauptbatterie als eine positive angenommen), oder in einen negativen und in einen positiven Strom, sofern wir die Richtung des Nebenbatteriestroms immer als aus der Nebenbatterie herstammend ansehen. Unsicher würde es nur sein, sich über die Zeitdauer auszusprechen, die wir den beiden getrennten Strömen zuzuweisen hätten; denn da wir die Art der Hauptströmung, ob sie eine gleichmässige, oder ob eine sich erst steigernde dann abnehmende, oder ob sie eine stets sich vermindernde ist, noch gar nicht kennen, so dürfte sich wohl kaum der Zeitpunkt angeben lassen, wo die Ladung der Nebenbatterie zum Stillstand kommen, und wo der Entladungsstrom beginnen soll; auch dürfte es unbestimmt bleiben, wie lange er dauerte. — Allein eine Hauptschwierigkeit und damit die Aufstellung einer neuen Hypothese liesse sich bei dieser Erklärung nicht umgehen, die nämlich, welche aus der für

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

das Maximum des Nebenbatteriestroms erforderlichen Länge des Nebendrathes in ihrer Beziehung zur Länge des Hauptdrathes entspringt. Die jetzigen Ansichten kennen keine anderen Momente, welche die Entladungsweise einer Batterie von constanter Ladung und constanter Flaschenzahl bedingen, als den Widerstand, welchen der Schliessungsdrath darbietet; der Strom der Batterie verläuft nach den bisherigen Annahmen ganz in derselben Weise, so lange nur der Widerstand in dem Schliessungsbogen unverändert bleibt, mag dieser sonst länger oder kürzer sein. Es würde also hier nichts übrig bleiben, als eine Hypothese zu ersinnen, welche es erklärte, warum eine Batterie, die sich unter gleichem Widerstande entladet, die Nebenbatterie am stärksten ladet, wenn der Schliessungsdrath derselben die oben angegebene, von der gegenseitigen Grösse der Batterien abhängige Länge besitzt, und warum hierauf gerade umgekehrt der Widerstand, den man in den einen oder andern Schliessungsdrath oder in beide einfügt, durchaus keinen Einfluss äussert. Wäre es etwa nothwendig, um das Maximum der Ladung und der Stromstärke in der Nebenbatterie an der bezeichneten Stelle zu erlangen, dass man die Form der Schliessungsdräthe genau in einer bestimmten Weise hielte, dass also z. B. beide Schliessungsdräthe in horizontalen Ringen verliefen, so dürfte wohl die Einwirkung der einzelnen Theile des Hauptdrathes auf den Nebendrath der Art sein, dass bei bestimmter Grösse der Ringe die Einwirkung am grössten würde; allein man kann die Form der Schliessungsdräthe auf die mannigfaltigste Weise abändern, man kann die parallelen Dräthe horizontal spannen und die verbindenden Theile ebenfalls horizontal man kann die gespannten Dräthe senkrecht stellen, und von den verbindenden Theilen den einen nach unten, den andern horizontal, fortführen, man kann einzelne Theile in Spiralform einfügen, immer tritt das Maximum der Nebenbatterieladung an derselben Stelle ein, und es kann somit keinem Zweifel unterliegen, dass der Strom einer Batterie auf irgend eine Weise durch die Länge des Schliessungsdrathes modificirt wird, dass diese Modification sich bei der Induction geltend macht, und dass somit der Nebenbatteriestrom gerade seine grösste Kraft erlangt, wenn der Nebendrath durch eine passende Länge sich dieser bestimmten Modification anschliesst. — Wollten wir ausserdem auf genauere Messungen der Stromstärken eingehen, so würde es noch zur Frage kommen, warum unter sonst constanten

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Verhältnissen der inducirte Strom von der Entfernung der parallel zu einander ausgespannten Dräthe auf verschiedene Weise abhängig ist, je nachdem der Nebendrath die dem Maximum entsprechende oder eine davon weniger oder mehr abweichende Länge besitzt; es würde sich dann schon hier mit völliger Evidenz die Unmöglichkeit nachweisen lassen, aus den für die elektrische Induction bisher aufgestellten Principien ein nur einigermassen genügendes Resultat zu gewinnen, selbst ohne dass es zu diesem Nachweise erforderlich wäre, die Berechnung auch nur auf eine annähernde Weise durchzuführen. Ich übergehe indess diesen Punkt, da meine Absicht allein dahin geht, die hier vorkommenden Erscheinungen im Allgemeinen zu besprechen, somit strengere Zahlenwerthe zunächst unberücksichtigt bleiben müssen.

§. 6. Die Strömung im Nebendrathe lässt sich näher untersuchen, wenn man durch einen Theil derselben den Hauptstrom oder einen von ihm erregten Nebenstrom in der einen oder in der entgegengesetzten Richtung hindurch gehen lässt, und die Einwirkung der beiden Ströme, des Haupt- und des Nebenbatteriestroms, auf einander beobachtet. Man sehe hierbei, um die Richtung, in welcher die Ströme zusammentreffen, ohne jede sonst mögliche Verwechslung zu bezeichnen, den Haupt- und Nebenbatteriestrom in den gespannten Dräthen als gleichlaufend an, wobei der letztere ebenfalls als aus seiner Batterie herkommend betrachtet wird. Bei dieser Prüfung ist es wesentlich, dass die von den parallelen Dräthen ausgehende Induction jedesmal vorwaltet, dass also der Hauptstrom an der zu untersuchenden Stelle nur einen im Verhältniss so kleinen Theil des Nebendrathes durchfliesst, dass die hieraus entspringende neue Induction als unbedeutend fast gänzlich ausser Berücksichtigung bleiben kann. Man unterscheidet dann füglich zwei Fälle, erstens wenn der Hauptstrom stärker als der Nebenbatteriestrom ist, und zweitens wenn durch Abzweigung oder Übertragung mittelst eines Nebenstroms der umgekehrte Fall stattfindet. Ist der Hauptstrom stärker, so beobachtet man, dass derselbe ebenso bei gleichlaufender als bei conträrer Richtung für diejenige Länge des Nebendrathes, bei welcher das Maximum des Nebenbatteriestroms da ist, unverändert oder vielleicht nur ein wenig gesteigert ist, dass es also scheint, als ob der Drath nur von dem Hauptstrom allein durchflossen würde. Wird von dieser Stelle ab der Nebendrath verkürzt, so tritt bei

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

gleichlaufender Richtung eine Steigerung der Wärme, bei conträrer eine Verminderung derselben ein, und beide gehen nach und nach wieder auf die ursprüngliche Stärke des Hauptstroms über. Wird dagegen der Nebendrath verlängert, so beobachtet man umgekehrt bei gleichlaufender Richtung eine Verringerung, bei conträrer eine Steigerung der Wärme, die ebenfalls wieder nach und nach auf die Stärke des Hauptstroms zurückgehen. Wenn im zweiten Falle der Nebenbatteriestrom stärker als der Hauptstrom ist, so findet man an der Stelle des Maximums eine dem Nebenbatteriestrome gleiche Erwärmung, die jedoch immer etwas erhöht sein möchte; von hier ab tritt wieder mit Verkürzung des Nebendrathes bei gleichlaufender Richtung eine Vermehrung, bei conträrer eine Abnahme der Wärme ein, und ebenso die umgekehrte Erscheinung mit der Verlängerung des Nebendrathes. Die Reihen sinken indess hier schneller von den grössern Zahlen zurück, und erheben sich umgekehrt nur wenig oder gar nicht von den kleinern Zahlen, besonders wenn der Hauptstrom sehr schwach ist. Ganz dieselben Thatsachen bietet auch die Beobachtung der im Mitteldrathe oder in den beiden Schliessungsdräthen gemeinsamen Drathe entwickelten Wärme dar, nur sind hier die beiden Ströme immer in gleichlaufender Richtung. Man findet also, wenn der Nebendrath von seiner fürs Maximum erforderlichen Länge verkürzt wird, die Wärme-Entwicklung vermehrt und umgekehrt vermindert, wenn man den Nebendrath verlängert.

§. 7. Zur Erklärung dieser Erscheinungen würde man von der Thatsache ausgehen müssen, dass gleichgerichtete Ströme sich gegenseitig verstärken, conträre geschwächt werden. Es würde also, wenn der Nebenbatteriestrom sein Maximum erlangt hat, der anfänglich negative Strom (der Ladungsstrom) den positiven Hauptstrom ebenso schwächen, als der spätere positive Strom (der Entladungsstrom) den positiven Hauptstrom vergrössert, und somit würde die Einwirkung gleich grosser Antheile beider Ströme nur den Erfolg eines einfachen Stroms geben. Die für die Wärme-Entwicklung giltigen Formeln lassen uns zwar zu diesem Resultate nicht gelangen, indess es möge diese Erklärung genügen. Die durch Verkürzung oder Verlängerung des Nebendrathes je nach der Richtung beider Ströme bewirkte Wärmezunahme oder Abnahme dürfte hierauf in der ungleichen Zeitdauer beider Ströme der Nebenbatterie, des negativen und des positiven, zu suchen sein; man müsste also

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

annehmen, dass bei verkürztem Nebendrath der positive Strom länger währt als der negative, und umgekehrt bei Verlängerung des Nebendrathes der negative länger als der positive, oder mit anderen Worten, dass die Nebenbatterie sich einmal schneller ladet als entladet, und dann wieder schneller entladet als ladet. So würde die Einwirkung der beiden Ströme, des Haupt- und Nebenbatteriestroms, auf einander durch die verschiedene Länge des Nebendrathes verschieden modificirt, und man fände einen Grund, aus welchem sich die Wärme-Entwicklung steigern oder verringern könnte. Es tritt freilich auch hier wieder eine bedeutende Schwierigkeit hervor; indem wir nämlich die Zeitdauer des negativen Stroms gegen den positiven oder umgekehrt des positiven gegen den negativen vergrössern, um von ihnen eine länger dauernde Einwirkung zu erlangen, verstossen wir gegen die bereits anerkannte Thatsache, dass derjenige Strom, welcher bei constanter Elektricitätsmenge schneller durch denselben Drath fliesst, eine im umgekehrten Verhältniss zur Zeitdauer stehende grössere Wärme erregt; während wir also die Zeitdauer vergrössern müssten, um die stärkere Einwirkung möglich zu machen, sollten wir gerade den schneller fliessenden Strömen die grössere Wärme-Entwicklung zuschreiben, und wir würden damit wieder den Vortheil verlieren, den wir aus der ungleichen Zeitdauer des positiven und negativen Stroms der Nebenbatterie herleiten wollten. Es würde somit wohl keine andere Auskunft bleiben, als abermals eine neue Hypothese zu ersinnen, nach welcher man dem kürzere Zeit dauernden Strome seine Wärme erregende Kraft mehr oder weniger entziehen könnte. — Freilich wäre auch das Abkommen noch möglich, die ganze Erklärung zuvörderst bei Seite zu schieben, und zwar aus dem Grunde, weil die Verhältnisse hier noch nicht so deutlich vorlägen, um schon jetzt eine Erklärung erforderlich zu machen; es wäre namentlich das zu urgiren, dass hier ein Hauptstrom mit einem Nebenbatteriestrom zusammenträfe, also zwei Ströme, die ihrer ganzen Natur nach verschieden sind, insofern der eine seine Richtung beibehält, der andere wechselt. Um demnach bestimmter darauf hinzuweisen, dass man die Erklärung der zur Sprache gebrachten Thatsachen nicht füglich übergehen kann, füge ich als neue Thatsache die Beobachtungen über die gegenseitige Einwirkung zweier Nebenbatterieströme auf einander hinzu.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

§. 8. In einem gläsernen Gestelle liegen drei auf Glasröhren befindliche Doppelspiralen horizontal über einander und zwar in genügender Entfernung von einander getrennt, so dass keine Wirkung von der einen auf die andere übergeht. Jede Doppelspirale enthält eine gegen die innere Wand der Glasröhre gekittete Spirale von 24′ *K* und eine äussere auf die Röhre gewickelte von 32′ *K*; die Enden sind getrennt und tauchen in kleine mit Quecksilber gefüllte Glasnäpfe ein. Die Spiralen mögen als obere (*o*), mittlere (*m*) und untere (*u*), und die äussere und innere durch (1) und (2) bezeichnet werden, also der Reihe nach durch Sp. (2) (*o*) (innere obere Spirale), Sp. (1) (*o*) (äussere obere Spirale) u. s. w. Die Hauptbatterie (*A*)+(*B*) erhielt jetzt einen Hauptdrath von 49′ + Sp. (2) (*m*), worin der Auslader zu einem Fuss eingerechnet ist; die eine Nebenbatterie (Nbtt. I) gebildet aus F_2+F_3 bekam zum Schliessungsdrath (Nbdr. I) die Sp. (2) (*u*), 5 *K*, *P* und die Verzweigung durch Sp. II und *P*+1½′ (das Nähere über diese Bezeichnung findet man in der Abhandlung Sitzungsberichte, Bd. XVIII, S. 143 oder Novemberheft 1855); die zweite Nebenbatterie (Nbtt. II) aus $F_1 + F_4$ hatte als Schliessungsdrath (Nbdr. II) Sp. (2) (*o*) + 8½′ *K* + *P* + Sp. I. Die Erregung der Nebenbatterieströme erfolgte durch Verbindung der äussern Spirale mit den beiden andern äussern zu einem Ringe, so dass der Nebenstrom durch beide hinter einander verlief. Dass auf diese Weise beide Nebenbatterien in Thätigkeit kommen, lehren die in der soeben citirten Abh. mitgetheilten Versuche, und ich werde später noch überdies Gelegenheit finden, mich ausführlicher über diese Stromerregung auszusprechen; hier genügt es zu bemerken, dass der in Sp. (2) (*m*) fliessende Hauptstrom gleichmässig auf Sp. (2) (*u*) und Sp. (2) (*o*) inducirend einwirkt, und somit beide Nebenbatterien unter sonst gleichen Verhältnissen gleich stark geladen werden. Durch einige vorläufige Versuche überzeugte ich mich zunächst, dass das Maximum des Nebenbatteriestroms von Nbtt. I oder II durchweg an derselben Stelle blieb, mochte der andere Nebendrath geöffnet oder geschlossen sein, mochte man ihn länger oder kürzer machen. Die Erwärmung im Maximum wurde freilich geringer oder grösser, wenn die andere Batterie mehr oder weniger thätig war, und dies konnte auch nicht anders erwartet werden, weil bei constanter Ladung der Hauptbatterie die gesammte producirte Wärme immer constant bleibt, indess der Ort des Maximums einer Nebenbatterie wurde,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

wie gesagt, durch Einwirkung der zweiten Nebenbatterie niemals verändert.

Fernere Beobachtungen ergaben, dass der Nbdr. II wenigstens ziemlich genau diejenige Länge hatte, welche dem Maximum der Ladung entspricht (die einen Nebenstrom erregende Sp. I hat eine kleinere äquivalente Länge als das Mass gibt), der Nbdr. I war dagegen um 40′ gegen seine fürs Maximum erforderliche Länge zu kurz. Wurde nun die Hauptbatterie entladen, so entstanden 2 Nebenbatterieströme zugleich, die man in den in den Nebendräthen befindlichen Platindräthen *P* einzeln beobachten konnte, und deren gemeinsame Wirkung in dem mit Sp. II verbundenen *P* hervortrat, indem vom Nebenbatteriestrom I ein nahe ebenso grosser Stromtheil hindurchgeht, als der durch Nebenbatteriestrom II von Sp. I aus erregte Nebenstrom in seinem Verhältnisse ausmacht (s. cit. Abh. Anfang). Es konnte aber ausserdem der Nebenstrom der äussern mittlern Spirale so hinter einander durch Sp. (1) (*u*) und Sp. (1) (*o*) geleitet werden, dass er einmal durch beide in gleichlaufender, dann in conträrer Richtung verlief; dadurch wurden die beiden Nebenbatterien einmal in gleicher, dann in entgegengesetzter Weise geladen, und somit wirkten die beiden Nebenbatterieströme in dem *P* I et II sowohl in gleichlaufender als in conträrer Richtung auf einander, während die Beobachtungen in den *P* in Nbdr. I und II jeden einzelnen Nebenbatteriestrom, wie dies schon vorher bemerkt wurde, in seiner Stärke angaben. Der Nebendrath II wurde von einem Zusatz von 40′ ab verkürzt, während Nebendrath I um gleich viel verlängert wurde. Die Beobachtungen waren:

Zusatz in		I et II		I		II	
Ndr. I	Ndr. II	gleichl.	contr.	gleichl.	contr.	gleichl.	contr.
40′	0′	11·5	0	3·2	4·8	3·5	4·7
32′	8′	8·0	5·0	4·0	5·5	4·7	2·8
24′	16′	4·0	6·7	4·0	4·7	4·2	2·5
16′	24′	2·1	5·5	2·6	3·5	3·2	2·2
8′	32′	1·3	4·8	1·8	2·2	2·1	1·6
0′	40′	0·8	3·6	1·1	1·3	1·5	1·0

Ich bemerke noch, dass bei gleicher Verlängerung von Nbdr. II und von Nbdr. I, bei Letzterem natürlich von 40′ ab, in I et II die Wärme bei gleichl. nach und nach abnahm, ebenso wie dies in I und in II der Fall war, bei contr. dagegen immer = 0 blieb. Ich hatte die Zahlen zu notiren unterlassen, werde jedoch später

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

gleichartige Beobachtungen unter ähnlichen Umständen mitzutheilen Gelegenheit finden.

§. 9. Wir stehen also mit unserer Erklärung noch auf dem Punkte, dass jeder Nebenbatteriestrom aus zwei Theilen, einem negativen und einem positiven Strome besteht, konnten uns aber darüber nicht mit völliger Sicherheit entscheiden, ob wir die Zeitdauer für beide Ströme überall als gleich gross ansetzen, oder von der Länge des Nebendrathes in Beziehung auf das Maximum abhängig machen sollten. Hier wirken die Ströme zweier gleich grossen, von demselben Hauptstrome auf gleiche Weise geladenen Nebenbatterien auf einander ein. Haben die beiden Nebendräthe die dem Maximum entsprechende Länge, ist also Nbdr. II unverändert und hat Nbdr. I einen Zusatz von 40′, so heben sich bei conträrer Richtung beide Nebenbatterieströme auf, indem sie einzeln eine gleich grosse Stromstärke besitzen; fliessen sie in gleichlaufender Richtung, so verstärken sie sich nach den gewöhnlichen Regeln, denn 11·5 ist $= 4 \times 3{\cdot}4 \times 0{\cdot}84$, d. h. zwei gleich starke Ströme geben die vierfache Wärme, von der hier wegen der Stromtheilung und des Nebenstroms nur der 0·84. Theil zum Vorschein kommt, wie es die früheren Beobachtungen verlangen. Wenn ferner beide Nebendräthe um gleich viel verlängert werden, so heben sich die Ströme bei conträrer Richtung ebenfalls auf, und sie verstärken sich bei gleichlaufender Richtung, nur nimmt die gemeinsame Wärme nach und nach ab, weil die Stärke beider Nebenbatterie-Ströme nach und nach geringer wird. Diese Thatsachen liefern nichts Besonderes zur Entscheidung unserer Frage und entsprechen nur ganz allgemein der Ansicht von einem zusammengesetzten, einem positiven und negativen Strom der Nebenbatterie; bei conträrer Richtung fällt zuerst der negative Strom von I mit dem positiven von II zusammen, dann der positive von I mit dem negativen von II; umgekehrt treffen bei gleich laufender Richtung die beiden negativen und ebenso die beiden positiven zusammen. Wenn aber Nbdr. I vom Maximum ab verkürzt und Nbdr. II verlängert wird, so geben die Beobachtungen bei gleichl. eine schnelle Abnahme der gemeinsamen Wärme-Entwicklung, bei contr. eine schnelle Zunahme derselben, die erst später zurückgeht, wenn beide Nebenbatterieströme an Stärke verlieren; die Wärme-Entwicklung bei contr. übertrifft sogar bald die Wärme-Entwicklung bei gleichl. und bleibt von da durchweg im Übergewicht.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Diese Thatsachen können unter den bisherigen Voraussetzungen jedenfalls nicht anders erklärt werden, als wenn man die Zeitdauer des negativen und des positiven Stroms verschieden annimmt, denn nur so können beide contr. Ströme in gleicher Richtung zusammenfallen und sich gegenseitig verstärken. Man hätte also anzunehmen, dass bei einem vom Maximum ab verkürzten Nebendrathe der negative Strom nach und nach in einer immer kürzern Zeitdauer verliefe als der positive, und umgekehrt bei verlängertem Nebendrathe der positive in kürzerer als der negative. Indess, wie schon oben bemerkt wurde, dürfte diese Hypothese allein noch nicht ausreichend sein, da man damit den sonst anerkannten Satz nicht in Einklang bringen könnte, dass bei gleicher Elektricitätsmenge unter sonst gleichen Verhältnissen die kürzer währenden Ströme mehr Wärme produciren; es würden bei gleichl. die kürzere Zeit währenden Ströme jedesmal noch verstärkt werden, und die Wärme bei contr. könnte unmöglich an irgend einer Stelle das Übergewicht erlangen. Es bliebe also nur der Ausweg übrig, abermals eine neue Hypothese zu ersinnen, wonach den kürzere Zeit währenden Strömen ihre Wärme erregende Kraft entzogen werden könnte. Nach Feststellung dieser Hypothesen würde dann eine Nebenbatterie, deren Schliessungsdrath gegen das Maximum verkürzt wird, nach und nach eine positive Strömung, und deren Schliessungsdrath verlängert wird, nach und nach eine negative Strömung annehmen, indem die beiden andern Strömungen sowohl der Zeit als der Wirkung nach zurücktreten. Da diese Ausdrücke: positive und negative Strömung auch abgesehen von jeder Erklärung einfach den Thatbestand ausdrücken, so werde ich sie in dem Folgenden beibehalten und dem entsprechend die Strömung bei einem dem Maximum entsprechenden Nebendrathe als null-elektrische einführen; doch bemerke ich ausdrücklich, dass ich zunächst, wo ich in der Erklärung den jetzt herrschenden Ansichten noch folgen will, mit den kürzeren Ausdrücken immer noch die doppelten Strömungen bezeichne und damit nur andeuten wolle, dass bei der positiven und negativen Strömung die andere durch irgend eine Hypothese in ihrer Wirkung zurückgedrängt ist, während bei der null-elektrischen beide Ströme gleiche Berechtigung haben. Auch dann, wenn positive und negative Strömung eine andere Ableitung fänden, würde jede von beiden mehr oder weniger mit der null-elektrischen verbunden sein, da jede nur nach und nach aus dieser

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

hervortritt, je mehr die Länge des Nebendrathes von der dem Maximum entsprechenden abweicht.

§. 10. Die so eben besprochenen Verhältnisse findet man ebenso entschieden ausgedrückt, wenn man den Nebendrath II unverändert in der dem Maximum zukommenden Länge lässt, und Nebendrath I allein verändert.

Zusatz im Nbdr.	gleichl.			contr.		
	I et II	I	II	I et II	I	II
0′	6·2	0·7	7·8	6·2	1·5	6·2
8′	6·2	1·2	7·7	6·2	2·1	5·5
16′	6·5	1·9	7·0	5·2	3·0	5·0
24′	7·7	3·0	6·4	4·5	3·7	4·7
32′	9·5	3·5	5·0	1·9	4.9	4·0
40′	11·8	3·7	4·0	0	5·2	5·2
48′	11·2	3·5	5·0	1·2	4·5	7·0
56′	9·2	2·8	6·5	3·0	3·0	8·2
64′	8·0	1·7	7·2	4·5	2·0	8·7
72′	7·5	1·2	7·7	5·2	1·2	9·0
80′	7·2	0·9	7·7	5·5	1·1	8·7
96′	7·0	0·5	8·0	5·7	1·0	8·7

Nbdr. I offen, II = 8·0 und in Therm. bei I et II 6·2.
Nbdr. II offen, I mit 40′ Zus. = 8·2 „ „ „ „ 6·7.

Bei 40′ Zusatz ist bei gleichl. die Wärme in I et II am grössten und fällt von hier ab bei Verkürzung und bei Verlängerung des Nebendrathes I, d. h. je mehr der Nebenbatteriestrom I in die positive oder in die negative Strömung übergeht, die gerade so wie die Strömung des Hauptdrathes, die je nach der Richtung auch positiv oder negativ ist, auf eine null-elektrische Strömung keinen Einfluss ausüben, auf den der Nebenbatterie II zukommenden Werth 6·2 zurück. Umgekehrt ist bei 40′ Zusatz für contr. die Wärme-Entwicklung in I et II = 0 und erhebt sich allmählich zu demselben Werthe 6·2 und zwar aus demselben so eben angeführten Grunde. — Da, wie ich vorher bemerkte, mit der positiven und der negativen Strömung immer noch ein Theil null-elektrischer Strömung verbunden ist, so sollte die Wärme bei contr. überall gegen die bei gleichl. zurückstehen, was hier in den Beobachtungen nicht so augenfällig hervortritt; auch hat der eigenthümliche Gang der Zahlen in II noch etwas Sonderbares. Ich verlängerte desshalb den Hauptdrath um 4′, um dadurch den Nebendrath II, der vielleicht etwas zu lang

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

sein konnte, auf die richtige dem Maximum völlig entsprechende Länge zurückzuführen, allein auch diese Reihe gab kein besseres Resultat. Sie ist:

Zusatz im Nbdr. I	gleichl.			contr.		
	I et II	I	II	I et II	I	II
0′	6·0	0·7	6·7	5·2	1·2	5·2
8′	6·1	1·0	6·1	4·8	1·7	4·7
16′	6·2	1·4	5·5	4·0	2·0	4·3
24′	7·0	2·0	5·2	3·5	2·8	4·0
32′	8·5	2·5	4·1	1·1	3·5	3·5
40′	10·5	3·0	3·5	0	4·0	4·0
48′	10·2	3·5	3·8	1·1	4·0	5·2
56′	8·2	3·4	5·2	3·7	3·3	7·0
64′	7·0	2·0	6·5	5·0	2·2	7·5
72′	6·2	1·5	7·0	5·3	1·7	7·7
80′	6·0	1·3	7·5	5·7	1·2	8·0

Diese Umstände verbunden mit den früheren Zahlen, wo Nbdr. I verkürzt und Nbdr. II verlängert wurde, namentlich mit den Zahlen 5·5 und 2·8 in I und in II bei contr., führen zu der Ansicht, dass in I et II eine wenn auch geringe gegenseitige Einwirkung der beiden Nebenbatterien auf einander stattfindet, und dass dadurch die beobachteten Zahlen entstehen. Diese Ansicht findet ihre Bestätigung, wenn man die folgenden neuen Thatsachen betrachtet, die auch sonst einer besondern Berücksichtigung werth sind.

§. 11. Es wurden aus dem Hauptdrathe 32′ entfernt, so dass darin nur 17′ und Sp. (2) (*m*) blieben; den Nebendrath II von Nebenbatterie II bildete Sp. (2) (*o*) + 16½′ *K* + *P*, der also nahe die dem Maximum entsprechende Länge haben musste, und die Induction erfolgte durch Schliessung von Sp. (1) (*m*) und Sp. (1) (*o*) zu einem Ringe. Von den beiden Endpunkten von 8′ *K* im Nebendrath II aus wurde ein neuer Nebendrath I zur Nebenbatterie I geführt, der ausser dem genannten Mitteldrathe von 8′ noch 6′ *K* + *P* als constanten Theil enthielt. Die Anordnung der Schliessungsdräthe ist der grössern Anschaulichkeit wegen in Fig. I dargestellt worden. Es wurden zunächst vier Beobachtungsreihen durchgeführt. In der ersten Reihe war der Hauptdrath und Nbdr. II so, wie ich es vorher angegeben habe, in der zweiten und dritten erhielt bei unverändertem Nbdr. II der Hauptdrath eine Verlängerung von respective 16′ und 32′, in der vierten ward bei unverändertem Hauptdrathe Nbdr. II um 16′ verlängert.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

1. Reihe.			2. Reihe.		
Zusatz in Nbdr. I	Nbtt. II	Nbtt. I	Zusatz in Nbdr. I	Nbtt. II	Nbtt. I
0′	14·5	3·0	0′	11·0	1·1
8′	12·7	5·7	8′	10·5	2·0
16′	10·7	10·2	16′	10·0	3·2
24′	10·5	11·2	24′	9·5	4·7
32′	10·0	10·5	32′	8·7	6·2
40′	12·7	7·2	40′	8·0	8·7
48′	13·5	3·7	48′	6·7	8·5
56′	15·5	2·1	56′	8·2	4·5
64′	16·5	1·1	64′	9·5	2·2
I offen	17·5	—	72′	10·2	1·1
			80′	10·7	0·7
			I offen	11·0	—

3. Reihe.			4. Reihe.		
Zusatz im Nbdr. I	Nbtt. II	Nbtt. I	Zusatz im Nbdr. I	Nbtt. II	Nbtt. I
24′	5·0	1·7	0′	9·5	1·2
32′	4·7	2·1	8′	9·0	2·5
40′	4·7	2·5	16′	6·7	7·0
48′	4·5	3·0	24′	7·5	10·2
56′	4·5	6·2	32′	8·7	7·0
64′	3·7	5·7	40′	9·5	5·0
72′	4·0	2·5	48′	9·7	3·2
80′	4·2	1·2	56′	10·2	2·4
I offen	5·0	—	64′	10·5	1·2
			I offen	11·5	—

Nach diesen Reihen haben wir also durch den Nebenbatteriestrom II nicht nur eine Ladung einer neuen Nebenbatterie, sondern bei einem Mitteldrath von 8′ schon eine so bedeutende, dass die Wärme-Entwicklung in Nbdr. I an einzelnen Stellen viel grösser wird als in Nbdr. II; dazu kommt der bemerkenswerthe Umstand, dass Nbtt. I das Maximum ihrer Ladung erlangt, wenn ihr Schliessungsdrath die Länge des Hauptdrathes und nicht, wenn er die Länge des Nebendrathes II erreicht. Sp. (2) (*m*), die in Sp. (1) (*m*) durch Sp. (1) (*o*) einen Nebenstrom erregt, muss kürzer angesetzt werden, als ihre wahre Länge ist, vielleicht zu 20 — 22′ und somit ist der unveränderte Hauptdrath = 37 — 39′; für diesen Fall hat aber Nbdr. I beim Maximum der Wärme im constanten Theil eine Länge von 14′ $K + P$ oder von 16′ und dazu einen Zusatz von 24—26′, also im Ganzen eine dem Hauptdrath entsprechende Länge von 40—42′. Die kleine Differenz kommt nicht in Anschlag, da die zweite und dritte Reihe für die Angabe ganz entscheidend sprechen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

§. 12. Wenn man die vorliegenden Thatsachen unbefangen betrachtet, so sollte man sicher annehmen wollen, dass die Nbtt. I gerade wie Nbtt. II nur einmal geladen und einmal entladen werde; man sollte meinen, die nach der Aussenseite von Nbtt. II gehende negative Elektricität theilte sich beim Mitteldrath und strömte so lange auch nach Nbtt. I als überhaupt der Andrang zum Strömen währte. Fände darauf der Rückgang von II Statt, so löste er sich am Mitteldrathe theilend, ebenfalls die Ladung in I auf. Allein diese Annahme, so natürlich sie auch scheint, kann dennoch nach Grundlage der bisher geltend gemachten Ansichten nicht möglich sein, weil so der durch I nach II und umgekehrt durch I von II durchaus gleichmässig fliessende Strom niemals mehr Wärme in Nbdr. I als in Nbdr. II hervorbringen könnte; dies würde gegen alle Erfahrungen verstossen. Um also die Steigerung der Wärme zu erklären, müssen wir annehmen, dass wenn durch Nbdr. II zwei Ströme hindurchgehen, deren vier durch Nbdr. I fliessen, und zwar so, dass der Ladungsstrom in II einen Ladungs- und einen Entladungsstrom in I und ebenso der Entladungsstrom in II abermals einen Ladungs- und Entladungsstrom in I hervorbringt. Freilich erlangen wir auf diese Weise viele Ströme, und verbänden wir mit Nbdr. I noch eine neue Nebenbatterie, so hätten wir deren schon acht, allein die einmal gewollten Annahmen führen mit Nothwendigkeit zu diesem Schlusse, den ich in der That für keinen gerade bequemen halte. Die Vorgänge in der Natur werden wohl kaum so complicirt sein, zumal da, wo zu den zwischen inne fallenden Entladungen kein genügender Grund vorhanden ist. — Nicht leichter steht es mit der Länge des Nebendrathes I, die beim Maximum des Nebenbatteriestroms der Länge des Hauptdrathes und nicht der des Nebendrathes II entspricht. Nehmen wir den Nebenbatteriestrom II als den inducirenden an, so ist schwer abzusehen, warum er die Kraft verlieren soll, die Nebenbatterie I dann am stärksten zu laden, wenn Nebendrath II und I übereinstimmen; es lässt sich dies um so weniger begreifen, als die bisher aufgestellte Erklärung gar kein durchgreifendes Moment enthält, welches das Wesen des Hauptstroms auf den Nebenbatteriestrom überträgt. Die Hypothese, welche wir oben gleich im Anfange verlangten, um die Beziehungen der Schliessungsdräthe auf einander zu erklären, muss also der hier vorliegenden Thatsache wegen noch so erweitert werden, dass jeder Nebenbatteriestrom abgesehen, von der Länge

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

seines Nebendrathes, eine bestimmte der Länge des Hauptdrathes entsprechende Modification der Strömungen beibehält. — Wollte man übrigens den vier Strömen im Nebendrath I auf irgend eine Weise entgehen, so verhindern dies die Beobachtungen im Mitteldrath noch in einer strengeren Weise. Unter sonst unveränderten Verhältnissen wurden 2′ *K* im Mitteldrath durch *P*, und zugleich, um die Ströme nicht unnöthig zu hemmen, die Platindräthe *P* in Nbdr. I und II durch je 2′ *K* ersetzt. In der ersten Reihe blieb der Hauptdrath und Nbdr. II unverändert, in der zweiten wurde der Hauptdrath um 16′, in der dritten Nbdr. II um 16′ verlängert. Dies gab:

Zusatz im Nbdr. I	1. Reihe	2. Reihe	3. Reihe
0′	19·0	12·7	13·2
8′	20·0	13·0	14·7
16′	18·2	13·2	16·2
24′	16·2	13·2	13·5
32′	13·0	13·7	9·0
40′	7·5	13·7	7·5
48′	8·2	9·0	6·5
56′	10·0	4·7	6·7
64′	11·0	5·0	7·5
72′	—	6·0	
80′	—	7·0	—
I offen	15·5	10·2	11·0

Sieht man hier zunächst von dem später zu erläuternden gegenseitigen Verhältniss der Zahlen ab, so haben alle drei Reihen genau denselben Verlauf, wie wir ihn sonst im Mitteldrath finden, wenn dieser dem Hauptdrath und dem Nebendrath einer einfachen Nebenbatterie gemeinsam ist. So lange Nbdr. I eine kleinere als die dem Maximum entsprechende Länge hat, findet eine Steigerung, hernach bei grösserer Länge eine Verminderung der Wärme-Entwicklung Statt. Erklärt man demnach, wie es oben geschehen ist, die Wärme-Erscheinungen im Mitteldrath dadurch, dass der durch ihn fliessende Hauptstrom zuerst die Nebenbatterie ladet, und dass diese sich hinterher durch ihn wieder entladet, so muss man auch hier neben dem Ladungsstrome der Nebenbatterie II zwei Ströme in Nebenbatterie I und ebenso neben dem Entladungsstrom in II zwei andere Ströme in I annehmen, also vier Ströme durch Nbdr. I in derselben Zeit, in welcher sich die Hauptbatterie entladet.

Zu demselben Resultate führt endlich die Prüfung des durch Nbdr. I gehenden Stroms mittelst des Hauptstroms. Hierzu blieb die

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

ganze Anordnung des Apparats wie im vorigen Paragraph, nur durch P in Nbdr. I wurde ein Theil des Hauptstroms auf $4'K$ geleitet, also durch einen Zweig von $4'K + P$, während der andere Zweig durch $2'K$ gebildet wurde. Dieser Theilstrom gab nach Auslösung von Nebenbatterie II und I nur 0·8 Wärme und er konnte mit dem Nebenbatteriestrom I in gleichlaufender oder in conträrer Richtung geführt werden, d. h. in der Richtung vom Innern der Nebenbatterie I aus, wie es die Zeichnung Fig. 1 darstellt, als gleichlaufend, in der entgegengesetzten als conträr. Auch hier wurden drei Reihen durchgeführt: 1) mit unverändertem Haupt- und Nebendrath II, 2) mit Hauptdrath um 16′ verlängert, 3) mit Nebendrath II um 16′ verlängert.

Zusatz im Nbdr. I	1. Reihe.		2. Reihe.		3. Reihe.	
	gleichl.	contr.	gleichl.	contr.	gleichl.	contr.
0′	1·9	3·1	1·9	1·2	0·4	2·5
8′	2·9	5·0	2·5	1·7	0·6	4·2
16′	6·0	7·7	3·2	2·5	2·0	7·0
24′	7·7	8·2	4·5	3·1	5·7	8·2
32′	7·5	8·0	5·5	3·7	6·2	5·5
40′	4·7	6·7	7·0	5·0	4·9	4·0
48′	2·8	4·5	5·7	7·0	4·0	3·0
56′	1·7	2·5	2·1	5·4	2·7	1·6
64′	1·2	2·0	1·0	4·0	—	—
72′	—	—	0·7	2·5	—	—
80′	—	—	0·5	2·1	—	—

Aus der ersten Reihe, worin die Wärme nach beiden Seiten vom Maximum ab sowohl mit Verkürzung als mit Verlängerung des Nbdr. I abnimmt, würde man folgern, dass von den durch Nebendrath II fliessenden, gleich lange währenden Strömen, dem Ladungs- und Entladungsstrome, zwar zwei Paare unter sich ungleiche Zeit währender Ströme entständen, dass aber diese in ihrer Gesammtheit keinen Eindruck auf den Hauptstrom machten, weil je ein negativer des einen Paars mit je einem positiven des andern gleiche Zeitdauer hätte. Da aber bei contr. die Wärme-Entwicklung etwas grösser als bei gleichl. ist, so würden wir nebenbei annehmen, dass die negativen Ströme durchgehends die Tendenz hätten, ihre Dauer etwas zu vergrössern. Die beiden andern Reihen führen zu entsprechenden Resultaten, nur lassen sie sich mit rechter Klarheit kaum in Worte fassen, wenn wir die vier Ströme in Nbdr. I aus einander halten wollen; es liegt dies zumeist darin, dass nach dem Frühern von den zwei Strömen in Nbdr. II einer schon ganz gegen den andern

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zurückgedrängt werden musste; von diesem Strome würden hier zwei neue entstehen, die wieder keine entscheidende Bedeutung hätten, und endlich gäbe der eine bedeutsame bei Verlängerung und Verkürzung des Nbdr. I vom Maximum ab wieder nur einen bedeutsamen in I, so dass viele Worte über vier Ströme zu machen sind, von denen dennoch nur einer einen wahren Werth hätte. Der Hauptübelstand liegt freilich in der Annahme, wozu uns die gewöhnlichen Ansichten gedrängt haben. Halten wir, um ein einfaches Resultat zu gewinnen, ohne Weiteres die oben eingeführten Namen von positiver, von negativer und von null-elektrischer Strömung in Nbdr. II fest, so haben wir nach den Beobachtungen die durchgehende Regel, dass die Strömung in II bei zu kurzem Nbdr. I auf ihm die gleichgerichtete, bei zu langem die entgegengesetzt gerichtete, und demnach bei dem dem Maximum entsprechenden Nbdr. I auf ihm die null-elektrische Strömung gibt, gerade wie es bei der Induction vom Hauptstrom aus der Fall ist. Nach dieser Regel gibt zunächst die null-elektrische Strömung in II eine gleichartige in I, doch, wie dies die Beobachtungen im Mitteldrath verlangen, als gleich oder entgegengesetzt gerichtet, je nachdem der Nbdr. I gegen die dem Maximum entsprechende Länge zu kurz oder zu lang ist. In der zweiten Reihe, wo Nbdr. II gegen das Maximum zu kurz ist, hat Nebenbatterie II eine positive Strömung, daher Nebenbatterie I bei zu kurzem Nebendrath eine positive, bei zu langem eine negative und im Maximum wieder die null-elektrische Strömung; die gemeinsame Wirkung von Hauptstrom und Nebenbatteriestrom I gibt somit bei gleichl. erst eine grössere Wärme-Entwicklung als bei contr., dann vom Maximum ab umgekehrt eine kleinere. In der dritten Reihe hat Nebenbatterie II eine negative Strömung, somit Nebenbatterie I bei zu kurzem Nebendrath eine negative, bei zu langem eine positive Strömung; die gemeinsame Wirkung von Nebenbatteriestrom I und Hauptstrom ist bei contr. bis zum Maximum grösser, umgekehrt vom Maximum ab kleiner als bei gleichl. Durch alle Reihen geht aber daneben die Tendenz der Nebenbatterie I zu einer geringen negativen Strömung hindurch, und daraus erklären sich in Reihe 2 und 3 und zwar an den entgegengesetzten Enden die auffallend kleinen Zahlen. Aus dieser Tendenz zur negativen Strömung erklären sich auch die gegenseitigen Zahlenverhältnisse in den Beobachtungen im Mitteldrath, Reihe 2 hat im Verhältniss zu 3 durchgehends kleinere Zahlen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

§. 13. Die bis jetzt mitgetheilten Thatsachen über den Strom der Nebenbatterie sind unter einander auf eine einfache Weise verbunden, und die Gesetze, nach welchen sie hervortreten, sind leicht zu übersehen. Nicht so leicht war es, die Erklärung derselben nach der gegenwärtig giltigen Grundlage durchzuführen, wornach der Nebendrath von zwei gesonderten Strömen, dem Ladungs- und dem Entladungsstrom durchflossen werden soll; bei jeder neuen Versuchsreihe boten sich neue Schwierigkeiten dar, und es blieben theils mehrere Hauptpunkte unerledigt, wo noch Hypothesen zur Stütze der Theorie ersonnen werden müssen, theils traten Verwicklungen ein, die an den sonst einfachen Gang der Natur sehr wenig erinnern. Indess die Möglichkeit, dass durch eine geschickte Wahl von neuen Hypothesen die Schwierigkeiten entfernt werden, ist gerade nicht mit absoluter Gewissheit zu bestreiten, und demnach können die bis jetzt giltigen Ansichten immer noch ihr Recht behaupten, statt anderer neuerer Ansichten schon um ihres bisherigen Ansehens willen erhalten zu werden. Ganz anders gestaltet sich aber die Sache, wenn wir zu den verzweigten Schliessungsdräthen übergehen und die hierher gehörigen Erscheinungen in ihrem Zusammenhange betrachten. Während wir auf der einen Seite Thatsachen finden, die mit den bisher mitgetheilten in dem engsten Zusammenhange stehen und ganz nach denselben Gesetzen verlaufen, verlieren wir auf der andern Seite auch die leiseste Spur, auf der die bisherige Erklärungsweise fortgeführt werden könnte; es liegt geradezu die Unmöglichkeit vor, mit den zwei Strömen im Nebendrath weiter zu kommen. Doch wir wollen mit den Thatsachen beginnen. Die an den senkrechten Rahmen ausgespannten 24′ wurden bis auf $4^1/_2$ Zoll von einander entfernt und auf beiden Seiten um je 2′ verlängert. An die einen 28′ wurden im Hauptdrath noch 30′ gefügt, so dass der ganze Schliessungsbogen der Hauptbatterie $(A)+(B)$ eine Länge von 58′ hatte; an die anderen 28′ kamen im Nebendrathe zunächst 4′ $K+P$ hinzu, und die weitere Verlängerung dieses Nebendrathes von 34′ constanter Länge zur Nebenbatterie $F_2 + F_3$ wurde nach und nach durch einen Zusatz bewirkt. Eine erste Reihe mit den einfachen Schliessungsdräthen diente dazu, um den Ort für das Maximum festzustellen. Darauf wurden in einer zweiten Reihe die 28′ im Nebendrath als Zweig I durch Sp. (2), deren äquivalente Länge = 35′ ist als Zweig II abgetrennt, und wiederum der Ort des Maximums durch

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zusatz in den Stamm des Nebendrathes ermittelt. Da der Ort des Maximums der beiden Zweige wegen, die nach meinen früheren Angaben nur eine Länge von $\frac{28\times35}{28+35} = 15'6$ repräsentiren, gegen die erste Reihe etwa um 12′ weiter hinausrücken musste, so wurde in einer dritten Reihe der Hauptdrath um 12′ verlängert und dafür Sp. (2) als Zweig II zur Verbindung der 28′ als Zweig I eingeschaltet; der so verzweigte Hauptdrath hatte somit wieder die ursprüngliche Länge von 58′ und wirkte auf die Nebenbatterie mit einfachem Schliessungsdrathe. Um die Verhältnisse scheinbar noch etwas mehr zu compliciren, schaltete ich in den beiden letzten Reihen in den Zweig I von 28′ statt 2′ *K* einen Platindrath *P* ein. Da dieser nach den jetzt giltigen Ansichten, welche bei der elektrischen Stromtheilung die galvanischen Gesetze zum Grunde legen, wegen seines grösseren Widerstandes eine durchaus veränderte Stromtheilung hervorbringen würde, die nur durch hypothetische Nebenströme wieder verdeckt werden könnte, nach meinen früher ausgesprochenen Ansichten aber durchaus keine weitere Änderung als nur eine Verzögerung in der Entladung der Hauptbatterie hervorbringen kann, so schien mir die Berücksichtigung dieses besonderen Falles wichtig, um auch von dieser Seite den wahren Werth der jetzt herrschenden Ansichten ins hellste Licht zu setzen. Die Beobachtungen gaben:

1. Reihe. Einfache Schliessungsdräthe		2. Reihe. Nebendrath mit Zweigen			3. Reihe. Hauptdrath mit Zweigen		
Zusatz im Nbdr.		Zusatz im Nbdr.	Zw. I ohne P.	Zw. I mit P.	Zusatz im Nbdr.	Zw. I ohne P.	Zw. I mit P.
0′	3·7	24′	3·0	2·2	12′	3·2	2·3
8′	6·2	28′	4·4	3·9	16′	4·7	4·0
16′	9·0	32′	6·7	5·5	20′	7·5	5·5
24′	13·2	36′	9·0	7·8	24′	9·2	7·5
28′	14·2	40′	10·2	9·0	28′	10·7	9·0
32′	13·7	44′	8·5	6·7	32′	10·5	8·7
40′	9·0	48′	6·5	5·2	36′	8·5	6·5
48′	6·5	52′	4·2	3·7	40′	5·5	4·5
		56′	3·0	2·1	44′	3·6	2·7

Damit die hier vorliegende Thatsache nicht etwa als ein nur specieller Fall gelte, wurde der Hauptdrath noch um 16′ verkürzt und unter sonst gleichen Verhältnissen Zw. II einmal durch Sp. (2) wie vorher gebildet, dann durch eine andere Spirale Sp. (18), deren

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

äquivalente Länge 18′ betrug; im letzteren Falle war die Länge der Zweige $\frac{18\times 28}{46} = 11'$, wonach das Maximum in der zweiten Reihe um 17′ Zusatz später als in der ersten Reihe eintreten musste, und der Hauptdrath in der dritten Reihe eine Verlängerung des Stammes um 17′ verlangte (dafür wurden jedoch nur 16′ genommen), wenn die gleiche Länge der Schliessungsdräthe beibehalten werden sollte.

1. Reihe. Einfache Schliessungsdräthe		2. Reihe. Nebendrath mit Zweigen			3. Reihe. Hauptdrath mit Zweigen		
Zusatz im Nbdr.		Zusatz im Nbdr.	Zw. II =Sp. (2)	Zw. II =Sp. (18)	Zusatz im Nbdr.	Zw. II =Sp. (2)	Zw. II =Sp. (18)
0′	12·0	8′	4·2	—	0′	6·7	5·0
4′	14·2	12′	6·0	1·7	4′	10·7	7·7
8′	16·0	16′	9·5	3·7	8′	13·7	11·2
12′	16·5	20′	13·2	6·2	12′	14·2	12·0
16′	14·7	24′	13·7	9·0	16′	11·0	8·5
20′	12·5	28′	11·7	11·2	20′	7·2	5·7
24′	9·7	32′	8·2	8·5	24′	5·0	3·2
28′	8·0	36′	5·7	5·5	—	—	—
32′	6·5	40′	—	2·9	—	—	—
36′	4·7	—	—	—	—	—	—
40′	3·7	—	—	—	—	—	—

Später werde ich ähnliche Reihen in noch anderen Verbindungen mittheilen.

§. 14. Die Thatsachen, die in den so eben angeführten Beobachtungen vorliegen, verdienen, wie man sich leicht überzeugen wird, eine ernste Erwägung. Die erste Reihe in beiden Fällen gibt die früheren Beobachtungen mit einfachen Schliessungsdräthen wieder; der Hauptdrath ist einmal 58′, dann 42′ lang; dem entsprechend tritt das Maximum des Nebenbatteriestroms erst bei 28′, dann bei 10 bis 11′ Zusatz ein, also bei einem Nebendrath von 62′ und von 44—45′ Länge, ganz entsprechend den früheren Angaben, wonach der Nebendrath bei gleichen Batterien etwas länger als der Hauptdrath ausfällt. Schaltet man darauf Sp. (2) als Zweig II gegen 28′ als Zweig I in den Hauptdrath ein, so verlangt er im Stamme eine Verlängerung von 12′, um seine ursprüngliche Länge beizubehalten; wird Sp. (18) als Zweig II gebraucht, so muss eine Verlängerung von 17′ im Stamme hinzukommen. Enthalten überdies die Zweige in beiden Fällen nur Kupferdrath, so bleibt auch der Gesammtwiderstand des Hauptdrathes unverändert. Wir finden nun in den Reihen 3

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

das Maximum des Nebenbatteriestroms genau an der Stelle, wo es in den Reihen 1 lag, und finden nur eine schnellere Abnahme der Zahlen nach den Seiten zu, wie es die kürzere Länge des inducirenden Drathes, die äquivalente Länge der Zweige, mit sich bringt. Die Reihen 3 haben indess, wenn wir das Maximum der Wärme ins Auge fassen, noch das Merkwürdige, dass die Wärme-Entwicklung durch die Zweige, obschon hier die Distanz der gespannten Dräthe $4^1/_2$ Zoll beträgt, doch gerade nicht um ein Bedeutendes abgenommen hat. Nach den jetzt herrschenden Ansichten würde man die Induction nur von Zweig I herleiten können; durch diesen geht aber, wenn Sp. (2) den zweiten Zweig bildet $^5/_9$ und wenn Sp. (18) als zweiter Zweig dient, nur $^9/_{23}$ vom Hauptstrome hindurch, welche gegen die Wärme im Stamm als Einheit $^{25}/_{81}$ (etwa $^1/_3$) und $^{81}/_{529}$ (etwa $^1/_6$) Wärme produciren. Auf welche Weise soll also die so starke Induction erklärt werden, da man von Zweig II schon um desswillen, weil er in Spiralform eingefügt ist, keine Einwirkung herleiten könnte? Der Fall, wo *P* statt 2′ *K* in den Zweig I eingeschoben ist, bereitet ein neues Hinderniss, denn der Nebenbatteriestrom wird hierdurch nur wenig verringert. Eine ruhige, einfache Betrachtung des vorliegenden Falles muss sicher die Überzeugung hervorrufen, dass die jetzigen Ansichten zur Erklärung ungenügend sind; der Hauptstrom tritt hier zu bestimmt in seiner Totalität auf, als dass man bei der Erklärung von dem zunächst inducirenden Stromtheile allein ausgehen könnte, ihn nicht vielmehr in seinem Zusammenhange mit dem ganzen Schliessungsdrathe auffassen müsste. Ziehen wir hierauf die Reihen 2 ebenfalls in Erwägung, so treten bei einfachem Hauptdrathe die Maxima des Nebenbatteriestroms an den Stellen auf, wo der Nebendrath, wenn wir auch hier die 28′ und die Sp. (2) oder Sp. (18) als Zweige betrachten, genau die dem Hauptdrathe entsprechende Länge hat. Dazu stimmen die Reihen 2 mit den Reihen 3 so genau in ihrem ganzen Verlaufe und in allen Zahlen überein (denn die etwas kleineren Zahlen erklären sich durch den Nebenstrom, der in dem geschlossenen Ringe der Zweige des Nebendrathes zugleich entsteht und einige Kraft absorbirt), dass wohl Niemand, der die Reihen ohne Vorurtheil mit einander vergleicht, zu einer andern Ansicht gelangen kann, als dass hier ein verzweigter Nebendrath vorliegt, der ebenso in seiner Totalität von dem einfachen Hauptdrath ergriffen wird, wie der verzweigte Hauptdrath in seiner

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Totalität auf den einfachen Nebendrath einwirkt. Sind aber die 28′ und Sp. (2) oder Sp. (18) Zweige im Nebendrath, so können sie es nur sein, wenn der Ausgangspunkt des Nebenbatteriestroms in der Nebenbatterie liegt, und es ist völlig unmöglich mit einer Erklärung fort zu kommen, welche zuerst einen Wärme erzeugenden Strom von den 28′ aus in die Nebenbatterie leiten will. Denn, geht die Strömung von den 28′ aus, so sind sie der Stamm, und die Spiralen nebst der einfachen Leitung zu der Batterie bilden die Zweige; es entsteht also eine hiervon abhängige Stromtheilung, indem der eine Theilstrom durch die Spiralen verläuft und der andere in der Nebenbatterie condensirt wird; erst bei der Entladung findet ein Wechsel zwischen Stamm und Zweigen Statt, der aber nur von geringerer Bedeutung sein würde, da die Entladung offenbar durch die Ladung bedingt wäre. Auf jede Weise hätten wir bei dieser Erklärung einen ganz andern Verlauf der Strömungen im Nebendrath als in dem mit denselben Zweigen versehenen Hauptdrath, und es wäre rein unmöglich, dass die beiden Reihen unter allen Verhältnissen dasselbe Resultat, dieselbe Wärme-Entwicklung im Nebendrathe hervorbringen könnten, wie wir es hier und in den später noch auszuführenden Reihen wahrnehmen. Man muss geradezu seinen einfachen Sinn in Betrachtung der Naturerscheinungen verleugnen, wenn man hier im Nebendrath etwas Anderes sehen will als im Hauptdrathe; enthält der letztere, wie allgemein zugegeben wird, Zweige, so hat sie auch der Nebendrath in derselben Weise, und damit hat die Geltung der bisher von mir nach den herrschenden Ansichten durchgeführten Erklärungsweise ihr Ende gefunden. Andere Ansichten werden sich Bahn brechen müssen, wenn die Thatsachen Beachtung erlangen, und nicht mehr, wie es jetzt geschieht, als complicirte Fälle, aus denen nichts zu lernen ist, bei Seite geschoben werden. Unbequem sind sie für die jetzt giltigen Ansichten, das mag sein, aber die Reihen sind keineswegs complicirt, es wird nur ganz einfach, wenn wir den Batterien ihre Schliessungsdräthe lassen, die Hauptbatterie zur Nebenbatterie gemacht und umgekehrt, und nach diesem Wechsel bleibt die Induction unverändert dieselbe.

§. 15. Man kann die Zweige in den Haupt- und den Nebendrath auch so einfügen, dass sie gewissermassen den Mitteldrath bilden. Der folgende Fall gibt beiden Schliessungsdräthen zwei gleich lange Zweige. Der Hauptstrom tritt nach Fig. 2 bei H_1 ein und geht

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

über Sp. II + P_2 als den einen und über P_1 + Sp. (2) als den andern Zweig nach H_2; der Nebenbatteriestrom geht von N_1 über P_1 + Sp. II als den einen und über Sp. (2) + P_2 als den andern Zweig nach N_2. Beide Ströme treffen sich in P_1 und P_2 auf dieselbe Weise gegen einander in conträrer Richtung und demnach müssen beide P die gleiche Erwärmung erhalten; beim Maximum wird die Wärme von der Stärke des getheilten Hauptstroms sein, sie wird sich verringern mit der Verkürzung des Nebendrathes und sich steigern mit der Verlängerung desselben, ganz nach dem frühern Gesetze, dass die Nebenbatterie bei verkürztem Nebendrathe in eine positive, bei verlängertem in eine negative Strömung übergeht. Der Hauptdrath enthielt im Stamme eine Länge von 32′; der Stamm der Nebenbatterie hatte in der ersten Reihe eine constante Länge von $6'K + P = 8'$, so dass also auch die Wärme im Stamme beobachtet werden konnte, in der zweiten Reihe war P fortgelassen und der Stamm nur 6′ lang. Man findet, dass das Maximum des Nebenbatteriestroms richtig bei einem Zusatz von 24′, also bei einem Stamm des Nebendrathes von 32′ eintrat, und dass, wie es erwartet wurde, die Erwärmungen in P_1 und P_2 bis auf unbedeutende Differenzen sich gleich blieben.

Zusatz im Nbdr.	1. Reihe.			2. Reihe.	
	Stamm	P_1	P_2	P_1	P_2
0′	9·5	4·2	4·1	5·7	5·7
8′	10·5	4·0	4·1	5·7	5·5
16′	12·6	4·2	4·4	5·7	5·6
24′	13·2	5·0	5·1	6·2	6·5
32′	12·5	6·2	6·1	7·5	7·5
40′	11·0	7·6	7·6	9·0	9·0
48′	9·7	8·9	8·9	10·0	10·1
56′	8·0	9·9	9·9	11·0	11·2
64′	6·2	10·4	10·2	11·2	11·2
72′	4·8	10·5	10·2	11·3	11·4
80′	4·0	10·5	10·3	11·1	11·2
88′	3·3	10·5	10·3	11·0	11·0
96′	2·7	10·4	10·3	11·0	11·0
104′	2·3	10·3	10·2	11·0	10·7
112′	2·0	10·2	10·2	11·0	10·7
offen	—	8·7	8·5	8·7	8·5

In der folgenden Beobachtungsreihe wurde das Verhältniss der Zweige gegen einander sehr ungleich genommen, damit der Theilstrom, welcher nach den gewöhnlichen Ansichten die Nebenbatterie laden soll, unbedeutend würde. Nach Fig. 3 theilte sich der von H_1

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

kommende Hauptstrom über Zw. II = Sp. II und Zw. I = Sp. (1) (*u*) + 2′ + Sp. (1) (*o*) + P_1 + Sp. (2) + P_2 + 1′, um nach H_2 zu gelangen; der Nebenbatteriestrom theilte sich von N_1 über Zw. II = Sp. (2) + P_2 und über Zw. I = P_1 + Sp. (1) (*o*) + 2′ + Sp. (1) (*u*) + Sp. II + 1′, um N_2 zu erreichen; der Stamm des Hauptdrathes war = 32′ und der constante Theil des Stammes im Nebendrath = 6′*K* + *P*. In P_1 trifft der schwache Theilstrom des Hauptstroms auf den schwachen Theilstrom des Nebenbatteriestroms in conträrer Richtung; daher im Maximum die Wärme des getheilten Hauptstroms, bei der Verkürzung des Nebendrathes Abnahme und bei der Verlängerung Steigerung derselben, doch beides in geringerem Grade. In P_2 kommt der schwache Theil des Hauptstroms mit dem stärkeren Theile des Nebenbatteriestroms in gleichlaufender Richtung zusammen, somit beim Maximum der etwas gesteigerte Theilstrom der Nebenbatterie, bei der Verkürzung des Nebendrathes Zunahme, bei der Verlängerung Abnahme der Wärme. Die dem entsprechenden Beobachtungen sind:

Zusatz im Nbdr.	Stamm	P_1	P_2	Zusatz im Nbdr.	Stamm	P_1	P_2
0′	2·8	0·6	5·5	40′	7·0	1·8	3·0
8′	4·2	0·4	6·5	48′	4·2	2·1	1·5
16′	7·0	0·5	7·7	56′	2·8	1·7	0·8
24′	10·0	0·9	8·5	64′	1·5	1·6	0·5
32′	10·0	1·2	6·7	offen	—	1·4	1·4

Noch complicirter kann folgende Anordnung der Zweige erscheinen. Der Hauptstrom theilte sich nach Fig. 4 von H_1 aus über Zw. II = Sp. (2) (*o*) und über den abermals verzweigten Zw. I, dessen Stamm = 1 war und dessen neue Zweige aus Sp. II und aus P_1 + Sp. (2) + 2′ bestanden; den Stamm des Hauptdrathes bildeten 32′. Der Nebenbatteriestrom verlief von N_1 über Zw. II = Sp. (2) und über den verzweigten Zw. I, dessen Stamm = P_1 + 2′ *K*, und dessen Zweige = Sp. II und Sp. (2) (*o*) + 1′ waren; der Hauptstamm enthielt als constante Grösse 6′ *K* + *P*. — In einer zweiten Reihe war nach Fig. 5 ohne anderweitige Änderungen der Drath N_2 von *A* nach *B* verlegt und die dazwischen befindlichen 2′ *K* mit P_2 vertauscht worden. Für beide Fälle war Zw. I des Hauptdrathes = $1 + \frac{39 \times 35}{74}$ = 19′4, somit die ganze Verzweigung = $\frac{19{\cdot}5 \times 35}{54{\cdot}4}$ = 12′5 und die Totallänge des Hauptdrathes = 44·5. Im

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Nebendrath war für den ersten Fall Zw. $I = 4 + \frac{35 \times 36}{71} = 21',7$, also die ganze Verzweigung $= \frac{21{\cdot}7 \times 35}{56{\cdot}7} = 13',4$; diese gab mit Einschluss des constanten Theiles im Stamme von 8′ die Länge des Nebendrathes = 21′,4, welche zur Gleichheit mit dem Hauptdrathe einen Zusatz von 23′,1 verlangte; für den zweiten Fall berechnete sich die constante Länge des Nebendrathes mit den Zweigen zu 20′,9, worauf ein Zusatz von 23′,6 gehörte. In beiden Reihen trifft in P_1 ein schwacher Theil des Hauptstroms mit einem stärkeren des Nebenbatteriestroms in conträrer Richtung zusammen; daher beim Maximum die etwas gesteigerte Wärme vom Nebenbatterie-Stromtheil, vorher bei der Verkürzung des Nebendrathes Verminderung, nachher bei der Verlängerung Steigerung derselben. Für den zweiten Fall geht durch P_2 derselbe schwache Theil (0·31) des Hauptstroms und fällt in gleichlaufender Richtung mit dem etwa gleich starken Stromtheil (0·34) der Nebenbatterie zusammen; daher beim Maximum der Theilstrom der Hauptbatterie, vorher bei der Verkürzung des Nebendrathes Zunahme, nachher bei der Verlängerung Abnahme der Wärme. Auch mit diesen Voraussetzungen harmoniren die Beobachtungen in beiden Reihen.

Zusatz im Nbdr.	1. Reihe.		2. Reihe.		
	Stamm	P_1	Stamm	P_1	P_2
0′	8·0	1·5	7·5	1·6	6·7
8′	10·2	2·2	9·7	2·1	6·5
16′	14·0	3·9	12·2	3·8	5·2
24′	14·8	6·4	13·7	6·5	3·5
32′	14·0	9·0	13·0	8·5	2·5
40′	10·7	9·6	10·5	9·7	1·9
48′	8·2	9·5	8·0	10·0	1·4
56′	6·0	9·5	5·7	9·7	1·4
64′	4·1	8·8	4·0	9·0	1·5
offen	—	4·7	—	4·2	4·2

§. 16. Da es für mich von Interesse war, für einige spätere Reihen, wo der verzweigte Nebendrath vom Hauptstrome getrennt blieb, correspondirende Beobachtungen aus dem so eben behandelten Gebiete zu erhalten, so erlaube ich mir noch einige Reihen mitzutheilen, die ohne diesen Zweck überflüssig sein würden. Für die eine Reihe kam es mir darauf an, im Nebendrathe zwei nahe gleich lange Zweige zu haben, aber die Wärme des Theilstroms der Hauptbatterie, welcher an die Ableitungsdräthe zur Nebenbatterie N_1 und N_2 gelangte, bei ausgelöster Nebenbatterie nur auf 1·5—2·0 steigen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zu lassen. Ich gab desshalb nach Fig. 6 dem Hauptdrathe, dessen Stamm 30′ betrug, zu Zw. II Sp. II, zu Zw. I die Verzweigung: Stamm 2′, Zweige 26′ (dazu die 24′ im senkrechten Rahmen) und Sp. (18) + 2′ + P_1 + Sp. (2) + P_2; dies gab durch P_1 einen Stromtheil = 0·20 und eine Gesammtlänge des Hauptdrathes = 42′,7. Die Zweige im Nebendrathe, dessen constanter Theil des Stammes 6′ + P betrug, waren Zw. II = Sp. (2) + P_2 = 37′, und Zw. I mit Stamm P_1 + 2′ + Sp. (18) = 22′ und den Zweigen 26′ und 2′ + Sp. II = 37′, also Länge von Zw. I = $22' + \frac{26 \times 37}{63}$ = 37′,3, übereinstimmend mit Zw. II, wie es erreicht werden sollte. In P_1 trafen der geringe Stromtheil der Hauptbatterie und der halbe Strom der Nebenbatterie in conträrer Richtung, in P_2 dieselben Ströme in gleichlaufender Richtung zusammen; somit musste im Maximum die etwas erhöhte halbe Strömung der Nebenbatterie (an Wärme etwas über ¼ von der im Stamme) vorhanden sein, dann bei Verkürzung des Nebendrathes in P_1 eine Verminderung, in P_2 eine Steigerung der Wärme eintreten, und umgekehrt bei Verlängerung des Nebendrathes in P_1 die Wärme verringert, in P_2 erhöht werden; beide Zahlenreihen in P_1 und P_2 mussten überdies in umgekehrter Folge denselben Verlauf haben. Die Beobachtung bestätigte dies:

Zusatz im Nbdr.	Stamm	P_1	P_2
4′	6·7	1·1	5·4
8′	8·7	1·6	5·5
12′	10·7	2·3	5·5
16′	12·0	3·5	4·5
20′	13·0	4·4	4·0
24′	12·2	5·0	2·8
28′	11·0	5·5	2·0
32′	9·0	5·5	1·4
36′	7·0	5·4	1·0
offen	—	2·0	—

Für eine andere Reihe sollte die Wärme des Theilstroms der Hauptbatterie, der zu den Ableitungsdräthen nach der Nebenbatterie gelangt, etwa 5·0 sein, doch sollte dessen ungeachtet der Nebenbatteriestrom nur unbedeutend ausfallen, und das Verhältniss von Zw. II : Zw. I im Nebendrath etwa wie 1 : 6 sein. Um dies zu erreichen, musste Zw. II im Nebendrathe keine zu bedeutende Länge erhalten.

Ich wählte nach Fig. 7 folgendes Arrangement. Der Hauptdrath erhielt als Zw. II Sp. II und als Zw. I die Verzweigung: Stamm 1′,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zweige Sp. (2) und Sp. (18) + 2′ + P_1 + 4′ + P_2 + 1′; dies gab im Hauptdrath die Länge der Zweige = 11′. Im Nebendrathe wurde Zw. II = 4′ + P_2 genommen und zu Zw. I die Verzweigung: Stamm P_1 + 2′ + Sp. (18) + 1′, Zweige Sp. (2) und Sp. II + 1′; dies gab im Nebendrathe eine Länge = 5′ und ein Verhältniss von Zw. II : Zw. I = 6 : 46. Den Stamm des Hauptdrathes bildeten zuerst 18′, dann als sich die Wärme in P_1 bei ausgelöster Nebenbatterie noch etwas zu gross zeigte 34′; der constante Theil des Stammes im Nebendrathe war 6′K + P, und er verlangte somit einen Zusatz von respective 16′ und 32′. In P_1 trifft der stärkere Theil des Hauptstroms mit dem sehr schwachen Theil des Nebenbatteriestroms in conträrer Richtung zusammen, daher im Maximum die Wärme des Hauptstroms, die mit Verkürzung des Nebendrathes etwas sinken und mit Verlängerung etwas steigen muss; in P_2 fällt derselbe Theil des Hauptstroms mit dem grösseren, ihm an Stärke nahe gleichen Theile des Nebenbatteriestroms gleichlaufend zusammen, daher im Maximum wieder die Wärme des Hauptstroms, mit der Verkürzung des Nebendrathes eine Steigerung und mit der Verlängerung eine Abnahme derselben, beides schärfer ausgeprägt als in P_1. Die Beobachtungen gaben:

1) Hptdr. Stamm = 18′.

Zusatz im Nbdr.	Stamm	P_1	P_2
—	—	—	—
4′	1·2	5·7	10·0
8′	2·2	5·3	10·7
12′	3·5	5·2	11·2
16′	6·2	5·2	8·0
20′	6·5	6·7	4·7
24′	4·2	7·7	2·7
28′	2·5	8·0	2·5
32′	1·5	8·0	3·2
—	—	—	—
offen	—	6·7	—

2) Hptdr. Stamm = 34′.

Zusatz im Nbdr.	Stamm	P_1	P_2
16′	0·7	4·7	7·7
20′	1·5	4·7	8·0
24′	2·0	4·7	8·5
28′	2·4	4·5	8·2
32′	3·5	4·7	8·0
36′	4·5	5·5	6·0
40′	3·2	6·0	3·2
44′	2·2	6·3	2·6
48′	1·7	6·7	2·6
52′	1·0	6·7	3·2
offen	—	5·7	—

§. 17. Wenn man die Wärme in den Zweigen des Nebendrathes untersucht, welcher wie in §. 13 ganz vom Hauptdrathe getrennt ist, so kann man leicht in Verlegenheit darüber kommen, wie sie nach den bisherigen Gesetzen mit der Wärme im Stamm zu verbinden sei. Macht man z. B., um den einfachsten Fall zu haben, die beiden Zweige im Nebendrathe gleich lang und sieht, wie wir es zuletzt gethan haben, die Nebenbatterie als den Ort an, von wo aus

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

die Wärme erregt wird, so dürfte man leicht erwarten, dass bei jeder Länge des Nebendrathes in jedem der beiden Zweige die gleiche Wärme hervortrete, nämlich der vierte Theil von der Wärme im Stamme, da ja durch jeden Zweig immer die Hälfte des Stroms hindurchgeht. Auf den ersten Anblick kann es so als nothwendig erscheinen, allein man übersieht, dass durch die beiden Zweige als durch einen in sich geschlossenen Ring ein Nebenstrom hindurchgeht, der gerade dieselbe Rolle spielen muss, als bei einem Mitteldrath der durch ihn hindurchfliessende Theil des Hauptstroms, dass also auch bei den vom Hauptdrathe getrennten Zweigen des Nebendrathes ganz dieselben Erscheinungen vorkommen müssen, als wie wir sie so eben in den beiden letzten §§. betrachtet haben. Durch Zweig I, welcher ganz oder theilweise zum Hauptdrath parallel gespannt ist, geht der Nebenstrom in conträrer Richtung zum Nebenbatteriestrom, hingegen mit ihm in gleichlaufender Richtung durch Zweig II, welcher den Zweig I zum Ringe schliesst; daher wird in Zweig I eine Reihe erscheinen, welche bei Verkürzung des Nebendrathes vom Maximum ab kleinere, bei Verlängerung grössere Zahlen zeigt, und das umgekehrte Verhältniss wird in Zweig II stattfinden. Ich gebe in dem Folgenden vier Beobachtungsreihen. In allen war der Hauptdrath 32′ lang, wovon 24′ an dem senkrechten Rahmen ausgespannt waren. Im Nebendrath enthielt Zw. I überall $29'K + P$, wovon 24′ in dem zweiten Rahmen dem Hauptdrathe in wechselnden Distanzen von 1, $4^1/_2$ und 8 Zoll gegenüberstanden; Zw. II dagegen war in der ersten Reihe $= 29'K + P$, in der zweiten $= 45' + P$, in der dritten $= 13' + P$, in der vierten $= 3' + P$; der constante Theil des Stammes betrug überall $5^1/_2' + P$. Fürs Maximum mussten also als Zusätze im Stamm erwartet werden: in der ersten Reihe 9′, in der zweiten 6′, in der dritten $14^1/_2'$, in der vierten 20′.

1. Reihe.

Zusatz im Nbdr.	1 Zoll Distanz			$4^1/_2$ Zoll Distanz			8 Zoll Distanz		
	Stamm	Zw. I	Zw. II	Stamm	Zw. I	Zw. II	Stamm	Zw. I	Zw. II
2′	10·2	1·7	5·2	5·1	0·7	2.5	3·2	0·5	1·5
6′	12·2	2·7	4·7	8·1	1·7	3·0	5·5	1·3	2·0
8′	—	—	—	9·8	2·2	3·2	—	—	—
10′	12·9	4·8	3·8	10·4	3·2	3·0	8·0	2·5	2·2
12′	—	—	—	10·0	3·5	2·2	—	—	—
14′	11·7	5·2	2·5	8·4	3·4	1·5	6·5	2·7	1·5
18′	9·5	5·5	1·5	5·1	3·0	0·7	4·0	2·1	0·7
offen	Nebenstr. = 1·6.			—	—	—	Nebenstr. = 0·3.		

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Um die in dieser Reihe beobachteten Zahlen zu erläutern und das vorher besprochene Verhalten des Nebenstroms ausser allen Zweifel zu setzen, hatte ich die Zusammenstellung der verzweigten Schliessungsdräthe in der ersten Reihe des letzten §. gewählt und alle speciellen Umstände berücksichtigt, damit eine Übereinstimmung mit den jetzigen Zahlen bei 1 Zoll Distanz hervorkäme. Wie man sich durch Vergleichung der beiden Reihen überzeugen wird, ist die Übereinstimmung fast grösser als bei so verschiedenartigen Zusammenstellungen der Schliessungsdräthe billigerweise erwartet werden konnte. Die so eben mitgetheilte Reihe, die ich bereits vor zwei Jahren angestellt hatte und nachträglich nicht mehr erweitern wollte, ist nur nach beiden Seiten nicht so weit fortgeführt als die diesjährige.

2. Reihe.

Zusatz im Nbdr.	$4^1/_2$ Zoll Distanz			8 Zoll Distanz		
	Stamm	Zw. I	Zw. II	Stamm	Zw. I	Zw. II
0′	6·7	1·9	1·7	4·2	1·2	1·1
4′	9·0	3·2	2·1	7·1	2·3	1·5
6′	10·2	4·0	2·0	—	—	—
8′	10·6	4·2	2·0	8·8	3·7	1·5
10′	10·4	4·7	1·6	—	—	—
12′	9·0	4·3	1·3	7·0	3·4	1·0
16′	6·6	3·6	0·6	4·4	2·2	0·4
offen	—	—	—	—	—	—

3. Reihe.

Zusatz im Nbdr.	1 Zoll Distanz			$4^1/_4$ Zoll Distanz			8 Zoll Distanz		
	Stamm	Zw. I	Zw. II	Stamm	Zw. I	Zw. II	Stamm	Zw. I	Zw. II
8′	6·2	1·2	6·9	2·5	0·5	3·0	1·3	0·2	1·5
12′	8·7	1·9	6·4	4·6	0·9	4·6	2·5	0·3	2·3
16′	9·7	3·1	4·4	6·5	1·6	3·5	4·2	1·0	2·4
20′	7·0	4·2	2·0	4·5	2·0	1·3	3·0	1·4	0·8
24′	5·0	4·0	1·2	2·1	1·6	0·6	1·7	1·1	0·3
offen	Nebenstr. = 2·5.			—	—	—	Nebenstr. = 0·5.		

4. Reihe.

1 Zoll Distanz.

Zusatz im Nbdr.	Stamm	Zw. I	Zw. II	Zusatz im Nbdr.	Stamm	Zw. I	Zw. II
0′	0·4	4·5	6·2	20′	4·2	4·9	4·8
4′	0·6	4·4	6·4	24′	2·8	5·5	2·7
8′	1·0	4·4	7·0	28′	1·5	5·6	2·7
12′	1·8	4·2	7·5				
16′	3·1	4·0	7·0	offen	Nbstr. = 5·0.		

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zu der 4. Reihe, deren Zahlen für den, welcher sie nach den jetzt herrschenden Ansichten betrachtet, viel Auffallendes haben müssen, bildet die zweite Reihe im letzten §. die correspondirende, deren Arrangement eben zu diesem Behufe berechnet wurde. Der Theilstrom der Hauptbatterie blieb nur dort selbst in der zweiten Abtheilung noch etwas grösser als hier der Nebenstrom, auch war das Verhältniss der Zweige nicht ganz genau getroffen worden; es gehen daher dort die Zahlen in den Zweigen noch etwas weiter aus einander, indess die Übereinstimmung tritt nichts desto weniger deutlich genug hervor.

§. 18. Eine eigenthümliche Art von Verzweigung bildet der Fall, wenn man zu einem Theile des Hauptdrathes einen Drath parallel spannt und die Enden desselben durch einen zweiten Drath schliesst, also einen geschlossenen Ring zu einem Nebenstrom bildet. Spannt man dann zu dem zweiten Drathe im Ringe einen Nebendrath parallel aus, den man mit der Nebenbatterie verbindet, so erhält diese durch Übertragung mittelst des Nebenstroms eine Ladung und der Nebenbatteriestrom tritt hervor. Nach dem, was ich über die Spannungsverhältnisse beim Nebenstrom bereits früher angegeben habe, hat man den Drathring, obschon der gleich starke Strom durch ihn in ein und derselben Richtung hindurchgeht, doch als eine Zusammenstellung zweier Zweige zu betrachten, in der die beiden gespannten Dräthe, der Theil des Hauptdrathes und der ihm parallele des Drathringes zusammen den einen Zweig bilden. Nur für die Länge des Hauptdrathes tritt hier der Unterschied ein, dass nicht der Werth der Zweige statt des gespannten Theiles des Hauptdrathes in Anrechnung kommt, sondern dieser Theil wird in seiner ganzen Länge beibehalten und nur sein Werth um etwas mehr oder weniger verkleinert, je nachdem er einen stärkeren oder schwächeren Nebenstrom hervorbringt. Die strengeren Regeln für die Bestimmung der hier geltenden äquivalenten Werthe müssen noch näher ermittelt werden. Meistentheils wird es unbequem sein, den Drathring mit gerade gestreckten Dräthen zu bilden, weil man zur Verhütung der Nebeninductionen die beiden gespannten Dräthe des Ringes weit aus einander halten müsste. Viel einfacher ist es, sich der Spiralen zu bedienen, bei welchen der Übergang von einem Paar zum andern weiter keine Schwierigkeiten bietet; und so habe ich denn auch in den bereits mitgetheilten Beobachtungen schon mehrfach den Ring des Neben-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

stroms benutzt, um die Induction auf die Nebenbatterie überzuführen. Die angegebene einfache Verzweigung durch einen Ring lässt sich bedeutend erweitern, wenn man den Nebenstrom des ersten Ringes auf einen zweiten, den Nebenstrom des zweiten auf einen dritten Ring u. s. w. überträgt, und von dem letzten Ringe endlich die Induction auf die Nebenbatterie überführt. Während durch eine solche Verbindung mehrerer Ringe der Nebenstrom so sehr geschwächt wird, dass er selbst mit einem äusserst empfindlichen Thermometer nicht mehr nachgewiesen werden kann, behält dessen ungeachtet der Nebenbatteriestrom noch eine hinreichende Stärke, um sicher beobachtet und gemessen zu werden; dadurch haben gerade diese Versuche etwas höchst Auffallendes und zeigen wiederum deutlich, dass die Erklärung der Thatsachen nicht von den hergebrachten Ansichten abgeleitet werden könne. — Ich habe zwar schon mehrere Reihen, die zu dieser Classe von Erscheinungen gehören, bekannt gemacht, indess da erst durch Verbindung mehrerer Ringe der vorher angedeutete Zusammenhang dieser Erscheinungen mit der Verzweigung klar hervortritt, wie es mir selbst früher noch nicht bekannt war, so will ich hier noch einige neue Beobachtungen hinzufügen und dabei die in §. 13 festgestellte Thatsache in dieser scheinbar so verschiedenen Form von Neuem bestätigen. Ich benutzte zu diesen Versuchen die drei neuen Spiralenpaare und daneben noch das aus Sp. I und Sp. II gebildete Paar. Der Hauptdrath enthielt Sp. (2) (*u*) und ausserdem 23′, von denen 4′ nämlich 2′ von jeder Seite der Spirale leicht durch Sp. (2) verbunden werden konnten, so dass dann der Hauptdrath zwei Zweige bekam, den einen = Sp. (2) = 35′, den anderen = Sp. (2) (*u*) + 4′, vielleicht = 24′, da nach dem, was oben bemerkt wurde, die Drathlänge einer Spirale, wenn sie einen Nebenstrom erregt, als ein etwas kürzerer Drath in Anschlag gebracht werden muss. Im Schliessungsdrathe der Nebenbatterie befand sich Sp. (2) (*o*) und ausserdem als constanter Theil 10′ + *P*; auch hiervon waren 2′ von jeder Seite der Spirale so geführt, dass ihre Enden durch Sp. (2) verbunden werden konnten, wodurch dann der Nebendrath dieselben Zweige erhielt, welche ich so eben beim Hauptdrathe näher angegeben habe. Zur Übertragung der Induction diente in der ersten Abtheilung der Ring aus Sp. (1) (*u*) und Sp. (1) (*o*), welche mit kurzen Kupferdräthen verbunden waren, in der zweiten Abtheilung die beiden Ringe Sp. (1) (*u*) + Sp.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

(2) (*m*) und Sp. (1) (*m*) + Sp. (1) (*o*), in der dritten die drei Ringe Sp. (1) (*u*) + Sp. (2) (*m*), Sp. (1) (*m*) + Sp. II und Sp. I + Sp. (1) (*o*). In jeder Abtheilung wurden wieder drei besondere Beobachtungsreihen durchgeführt. Zuerst blieben beide Schliessungsdräthe einfach und es wurde der Zusatz im Nebendrathe ermittelt, bei welchem das Maximum des Nebenbatteriestroms eintrat; dann erhielt bei unverändertem, einfachen Hauptdrathe der Nebendrath die beiden erwähnten Zweige, und es wurde abermals der Zusatz fürs Maximum bestimmt; er war in der ersten Abtheilung um 9′, in den beiden anderen um 10′ grösser als bei dem einfachen Drathe; dies war also die Grösse, um welche der äquivalente Werth der Zweige kleiner war als der Werth von Sp. (2) (*o*) + 4′; endlich blieb in der dritten Reihe der Nebendrath einfach und die Zweige wurden in den Hauptdrath eingefügt; demzufolge wurde aber der Stamm um respective 9′ und 10′ verlängert, damit die ganze Länge des Hauptdrathes unverändert bliebe.

1. Abtheilung: Ein Ring.

Zusatz im Nbbr.	1. Schliessungsdräthe einfach	Zusatz im Nbdr.	2. Nebendrath mit Zweigen	Zusatz im Nbdr.	3. Hauptdrath mit Zweigen
0′	11·5	8′	7·5	0′	9·0
4′	13·7	12′	9·7	4′	11·2
8′	15·0	16′	12·5	8′	13·7
12′	16·0	20′	14·2	12′	15·0
16′	15·5	24′	15·0	16′	14·2
20′	15·0	28′	13·5	20′	11·7
24′	13·7	32′	11·5	24′	9·2
28′	11·5	36′	8·7	28′	7·2
		40′	6·2	32′	5·7

2. Abtheilung: Zwei Ringe.

Zusatz im Nbdr.	1. Schliessungsdräthe einfach	Zusatz im Nbdr.	2. Nebendrath mit Zweigen	Zusatz im Nbdr.	3. Hauptdrath mit Zweigen
0′	7·5	8′	3·5	0′	3·7
4′	10·5	12′	5·5	4′	6·0
8′	12·7	16′	8·7	8′	9·7
12′	12·5	20′	10·5	12′	10·5
16′	9·7	24′	8·5	16′	7·2
20′	7·2	28′	5·2	20′	4·5
24′	5·5	32′	3·5	24′	3·0

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

3. Abtheilung: Drei Ringe.

Zusatz im Nbdr.	1. Schliessungs-dräthe einfach	Zusatz im Nbdr.	2. Nebendrath mit Zweigen	Zusatz im Nbdr.	3. Hauptdrath mit Zweigen
0′	2·2	8′	0·5	0′	0·7
4′	4·0	12′	1·2	4′	1·5
6′	6·0	16′	3·0	8′	3·2
8′	7·0	18′	4·0	10′	4·0
10′	6·8	20′	3·7	12′	3·5
12′	6·0	24′	2·1	16′	2·0
16′	3·7				
20′	2·0				

Betrachten wir die Zahlen, welche in diesen Reihen enthalten sind, so tritt unstreitig als das wichtigste Resultat die völlige Übereinstimmung der beiden Reihen hervor, in welchen entweder der Nebendrath oder der Hauptdrath mit denselben Zweigen versehen ist. Da überdies hier der Nebenstrom, welcher durch die Zweige des Nebendrathes hindurchgeht, ein unendlich kleiner ist, so ist auch noch die kleine Differenz verschwunden, welche wir in den Reihen §. 13 vorfanden. Ich glaube nach dem früher Gesagten kaum noch etwas Weiteres über die Bedeutung dieser Thatsache beifügen zu dürfen; denn wenn von der einen Seite jeder, der mit den jetzt giltigen Regeln der Induction nur einigermassen bekannt ist, die Unmöglichkeit einsehen muss, aus ihnen diese Beobachtungen abzuleiten, so wird von der andern auch jeder Unbefangene anerkennen, dass eine Erklärung nur möglich ist, wenn man von der ganzen sich entladenden Batterie ausgeht und die Thätigkeit der Nebenbatterie ebenfalls in ihrer Totalität auffasst. Ist also, wie allgemein angenommen wird, in dem Hauptdrathe ein Strom, welcher den Stamm und die Zweige gleichmässig durchfliesst, so kann in dem Nebendrathe auch nur ein Strom sein, welcher gleichmässig durch den Stamm und die Zweige hindurchgeht. Ströme im Nebendrathe anzunehmen, welche von einem Zweig durch den andern und durch den Stamm gehen, und hinterher wieder Ströme vom Stamm durch die Zweige, würde die ganze Harmonie zerstören, welche die beiden Reihen mit den Zweigen so bestimmt, als es nur möglich ist, ausdrücken. Vergleicht man die Zahlen in den drei Abtheilungen bei einfachen Schliessungsdräthen, so verdient die schnelle Abnahme der Erwärmung, namentlich beim Übergange von 2 zu 3 Ringen eine sorgfältige Beachtung; sie würde, wie ich nachher zeigen werde, noch viel stärker hervorgetreten sein, wenn der Hauptdrath eine

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

grössere Länge gehabt hätte. Dieser plötzliche Abfall zunächst hat mich auf die richtige Verbindung dieser Reihen mit denen, wo der Hauptdrath verzweigt ist, geführt; ich will indess die nähere Begründung hier übergehen, weil sie mich zwingen würde, vollständige Versuche mit Beobachtung der im Hauptdrathe ermittelten Wärme mitzutheilen, diese genauere Untersuchung jedoch nach dem Plane der Arbeit ausgeschlossen sein sollte. — Als ein Nebenumstand ist nur noch der Ort des Maximums zu erläutern. In der ersten Abtheilung trifft er auf einen Zusatz im Nebendrathe von etwa 14′, in den beiden anderen auf einen Zusatz von 9′ bis 10′. Der Hauptdrath hatte ausser der Spirale eine Länge von 23′, der Nebendrath ausser der gleichen Spirale einen constanten Theil von 12′, was mit 14′ Zusatz eine Länge von 26′ gibt, die mit den früheren Beobachtungen vollkommen harmonirt. In den letzten beiden Abtheilungen wurde dagegen im ersten Ringe Sp. (1) (*u*) mit Sp. (2) (*m*) verbunden, dadurch entstand ein stärkerer Nebenstrom und damit eine stärkere Verkürzung der Spirale im Hauptdrathe; der Nebenstrom im zweiten und dritten Ringe ward ausserdem immer schwächer, wodurch die Sp. (2) (*o*), welche im Nebendrath ist, etwas länger ward; so erklärt sich der Ort des Maximums in der zweiten und dritten Abtheilung bei 10′ und 9′ Zusatz. Dass übrigens der Wechsel der Spiralen im ersten Ringe einen so bedeutenden Einfluss ausübt, beweist die folgende Beobachtung, worin der erste Ring wieder Sp. (1) (*u*) + Sp. (1) (*m*), die anderen beiden Sp. (2) (*m*) + Sp. II und Sp. I + Sp. (1) (*o*) sind.

Zusatz im Nbdr.	8′	10′	12′	14′	16′	18′
Nbttr.	5·2	7·5	8·0	8·0	6·2	4·5.

Das Maximum des Nebenbatteriestroms fällt hier auf 13′ Zusatz, also ebenfalls weiter zurück.

Damit ich noch zeige, wie bedeutend die Einwirkung ist, welche vornämlich bei 3 Ringen die Verlängerung des Hauptdrathes ausübt, d. h. wie sehr sie die Erwärmung im Nebenbatteriestrom zurückdrängt, so füge ich mit denselben Ringen wie in der dritten Abtheilung noch zwei Beobachtungsreihen hinzu, in denen bei einfachen Schliessungsdräthen der Hauptdrath um 10′ und um 27′ verlängert ward, also von Sp. (2) (*u*) + 23′ auf Sp. (2) (*u*) + 33′ und Sp. (2) (*u*) + 50′ überging; ferner noch eine dritte Reihe, worin in

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

dem ursprünglichen Hauptdrathe nur $2'K$ durch P ersetzt wurden. Diese letzte Reihe mag, wenn es dessen anders noch bedarf, einen neuen Beweis liefern, dass für den Ort des Maximums $2'K$ jedesmal durch P vertreten werden könne.

Drei Ringe. Einfache Schliessungsdräthe.

Zusatz im Nbdr.	1. Hptdr. = Sp. (2) (u) $+33'$	Zusatz im Nbdr.	2. Hptdr. = Sp. (2) (u) $+30'$	Zusatz im Nbdr.	3. Hptdr. = Sp. (2) (u) $+21'$ $+P$
8′	1·6	24′	0·7	0′	1·2
12′	2·5	28′	1·5	4′	2·2
16′	5·2	32′	2·5	8′	3·0
20′	5·2	36′	3·5	10′	3·0
24′	4·0	40′	3·5	12′	2·5
28′	2·3	44′	2·5	16′	1·6
		48′	1·5		

§. 19. Obschon ich überzeugt bin, dass die bereits mitgetheilten Beobachtungen mit verzweigten Schliessungsdräthen genügen, um die Nothwendigkeit anderer neuer Ansichten statt der jetzt giltigen nachzuweisen, so will ich doch noch zwei Punkte näher beleuchten, die mit den Zweigen zusammenhängen. Wenn zuerst Theile einfacher Schliessungsdräthe parallel zu einander ausgespannt werden, so überträgt sich vom Hauptdrath auf den Nebendrath ein starker Strom, der nach den gewöhnlichen Ansichten die Nebenbatterie laden würde. Untersucht man diesen Nebenbatteriestrom, indem man durch ihn auf eine kurze Strecke den Hauptstrom (ganz oder theilweise mittelst eines Nebenstroms) in gleichlaufender und conträrer Richtung hindurchlässt, so erhält man die Reihen, die wir §. 6 näher besprochen haben. Geschieht darauf die Induction vermittelst zweier Ringe, so ist der im Nebendrathe erregte Strom schon so schwach, dass er im Thermometer kaum noch wahrgenommen werden kann, während der Nebenbatteriestrom dessen ungeachtet an Stärke nur wenig gegen die im vorigen Fall beobachtete verloren hat. Man wird nach den jetzt giltigen Ansichten sicher keine andere Erklärung auffinden können, als dass auch im letzteren Falle die Ladung durch den schwachen Strom bewirkt wird, der vielleicht längere Zeit andauern soll; da jedoch auch auf diese Weise noch keine Wärme entstehen würde, so müsste man annehmen, dass sich die Nebenbatterie ganz schnell entlüde und dadurch die beobachtete stärkere Wärme erzeugte. Wenn schon dies des Früheren wegen, wo wir die Ströme zweier Nebenbatterien auf einander wirken liessen,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

als unzulässig erscheinen muss, so wollen wir unbekümmert um das Frühere die Annahme doch gelten lassen. Aus dieser Annahme würde aber nun mit Nothwendigkeit folgen, dass, wenn wir durch den mittelst zweier Ringe erzeugten Nebenbatteriestrom wiederum den Hauptstrom (ganz oder theilweise) hindurchlassen, die Einwirkung beider Ströme auf einander unmöglich dasselbe Resultat liefern kann als in dem ersten Fall, wo der einfache Hauptdrath inducirte. Denn, während wir hier einen starken Ladungs- und einen starken Entladungsstrom haben, die gleiche Zeit dauern, haben wir in dem andern Falle einen sehr schwachen Ladungsstrom, der lange währt und einen sehr starken Entladungsstrom, der nur ganz kurze Zeit aushält. Während also im ersteren Falle der gleichmässige Hauptstrom sowohl auf den Ladungs- als auf den Entladungsstrom einen Einfluss ausübt, würde im zweiten Falle seine Einwirkung auf den sehr schnell vorübergehenden und sehr starken Entladungsstrom fast gänzlich fortfallen, möge er ihn in gleichlaufender oder in conträrer Richtung treffen. Um den Erfolg zu beobachten, war der Hauptdrath = Sp. (2) (*u*) + 15′ + Sp. II + 4′ (zum Wechseln der Stromrichtung), und der constante Theil des Nebendrathes = Sp. (2) (*o*) + 8′ + Verzweigung durch *P* + 1½ und Sp. I; die Ringe waren Sp. (1) (*u*) + Sp. (2) (*m*) und Sp. (1) (*m*) + Sp. (1) (*o*). Es ging hier durch *P* im Nebendrath auch der durch Sp. II in Sp. I erregte Nebenstrom, der bei ausgelöster Nebenbatterie 6·0 Wärme gab. Das Maximum des Nebenbatteriestroms fand bei 24′ Zusatz Statt. Die Beobachtungsreihe ergab:

Zusatz im Nbdr.	0′	8′	16′	20′	24′	28′	32′	40′
gleichl.	10·5	12·7	14·2	11·2	9·2	6·0	4·0	3·2
contr.	3·7	3·7	4·0	6·7	9·0	11·8	10·5	8·7.

Diese Reihe ist unter Berücksichtigung der schnelleren Abnahme des Nebenbatteriestroms nach beiden Seiten vom Maximum aus durchaus dieselbe, als wie sie bei einfacher Induction vorkommt (vergl. Sitzungsb. Bd. XVIII (1855), S. 153). Es fällt somit jeder Grund fort, die Stromweise der Nebenbatterie bei der Induction vom Hauptdrath auf Nebendrath und bei der Induction vermittelst zweier Ringe als eine verschiedene anzunehmen, wozu eine von den jetzt herrschenden Ansichten ausgehende Erklärungsweise nothwendig führen muss.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

§. 20. Der zweite Punkt, den ich näher erörtern will, betrifft den Zweig II des verzweigten Nebendrathes. Da die vom Hauptdrathe ausgehende Induction auf Zweig I einwirkt, so geht nach den jetzt giltigen Ansichten der Ladungsstrom der Nebenbatterie von diesem Zweige aus und trennt sich an der Verbindungsstelle der Zweige mit dem Stamme; ein Theil geht den Stamm entlang, ein anderer durch Zweig II; entladet sich darauf die Nebenbatterie, so geht vom Entladungsstrom wieder ein Theil durch Zweig II, nämlich in derselben Richtung wie der vorige Theilstrom. Zweig II wird also nach diesen Ansichten von Strömen durchflossen, die einerlei Richtung haben, während durch Zweig I zwei Ströme von entgegengesetzter Richtung hindurchkommen. Schon früher habe ich Beobachtungen mitgetheilt, welche die Einwirkung des Hauptstroms auf beide Zweige als gleichartig nachwiesen, doch störte der Nebenstrom einigermassen die Vergleichung. Jetzt kann ich mit Hilfe zweier Nebenbatterien darthun, dass in Zweig II keineswegs Ströme von gleicher Richtung sind, sondern durchaus nichts anderes als ein Theilstrom der Nebenbatterie, der genau dieselben Eigenschaften hat, wie der Nebenbatteriestrom überhaupt.

Den Hauptdrath bildete Sp. (2) (*m*) + 17′; die Nebenbatterie I erhielt als constanten Theil des Stammes 9′ + *P*, als Zweig I Sp. (2) (*o*) + 4′ und als Zweig II Sp. (2) + *P*; die Nebenbatterie II hatte als constanten Theil des Stammes 4½′ + *P*, als Zweig I Sp. (2) (*u*) + 4′ und als Zweig II Sp. I (wobei Sp. II durch *P* + 1½′ geschlossen war) + 2½′; so mochten die sich entsprechenden Zweige beider Batterien annähernd einander gleich sein. Die Induction vermittelte der Ring durch Sp. (1) (*m*), Sp. (1) (*u*) und Sp. (1) (*o*) hinter einander geschlossen. Als Nebenbatterie II geöffnet blieb, gab Nebenbatterie I:

Zusatz im Nbdr.	0′	4′	8′	12′	16′	20′	24′	28′
	3·4	5·2	7·1	9·5	11·9	11·0	8·9	6·9,

also lag das Maximum ihrer Stromstärke bei etwa 17′ Zusatz. Als Nebenbatterie I geöffnet blieb, gab Nebenbatterie II:

Zusatz im Nbdr.	4′	8′	12′	16′	20′	24′	28′	32′	36′
	4·0	5·7	8·0	10·5	12·5	10·2	8·0	5·7	4·0.

folglich lag das Maximum ihrer Stromstärke bei 20′ Zusatz. Als hierauf beide Batterien in Thätigkeit gesetzt werden sollten, wurde

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zuvörderst P in Zweig II von Nbdr. I durch die Verzweigung von $P+1\frac{1}{2}$ und Sp. II ersetzt, welche das Längenverhältniss nicht ändert und dann der Stamm derselben Batterie um 3′ verkürzt, damit das Maximum der Nebenbatterie I auch auf 20′ Zusatz fiele. Ferner wurden die beiden Platindräthe P in den Stämmen der Nebendräthe durch je 2′ K ersetzt und hiernach in dem mit Sp. II verbundenen P die gemeinsame Wirkung beider Theilströme in den Zweigen II beobachtet, die einmal in gleichlaufender Richtung zusammentrafen, dann nach Umlegung des Ringes durch die drei äusseren Spiralen in conträrer Richtung verliefen, da nach der Umlegung die eine Nebenbatterie positiv, die andere negativ geladen wurde.

Zusatz im Nbdr. I	Zusatz im Nbdr. II	gleichl.	contr.	Zusatz im Nbdr. I	Zusatz im Nbdr. II	gleichl.	contr.
offen	offen	2·0	0	4′	4′	6·2	0
20′	20′	6·4	0	8′	8′	6·8	0
24′	16′	5·3	4·2	12′	12′	7·4	0
16′	24′	5·2	4·2	16′	16′	7·1	0
28′	12′	4·0	5·9	20′	20′	6·5	0
12′	28′	4·2	6·0	24′	24′	5·0	0
32′	8′	3·2	4·7	28′	28′	3·7	0
8′	32′	3·6	5·0	32′	32′	2·5	0
36′	4′	2·7	3·6				

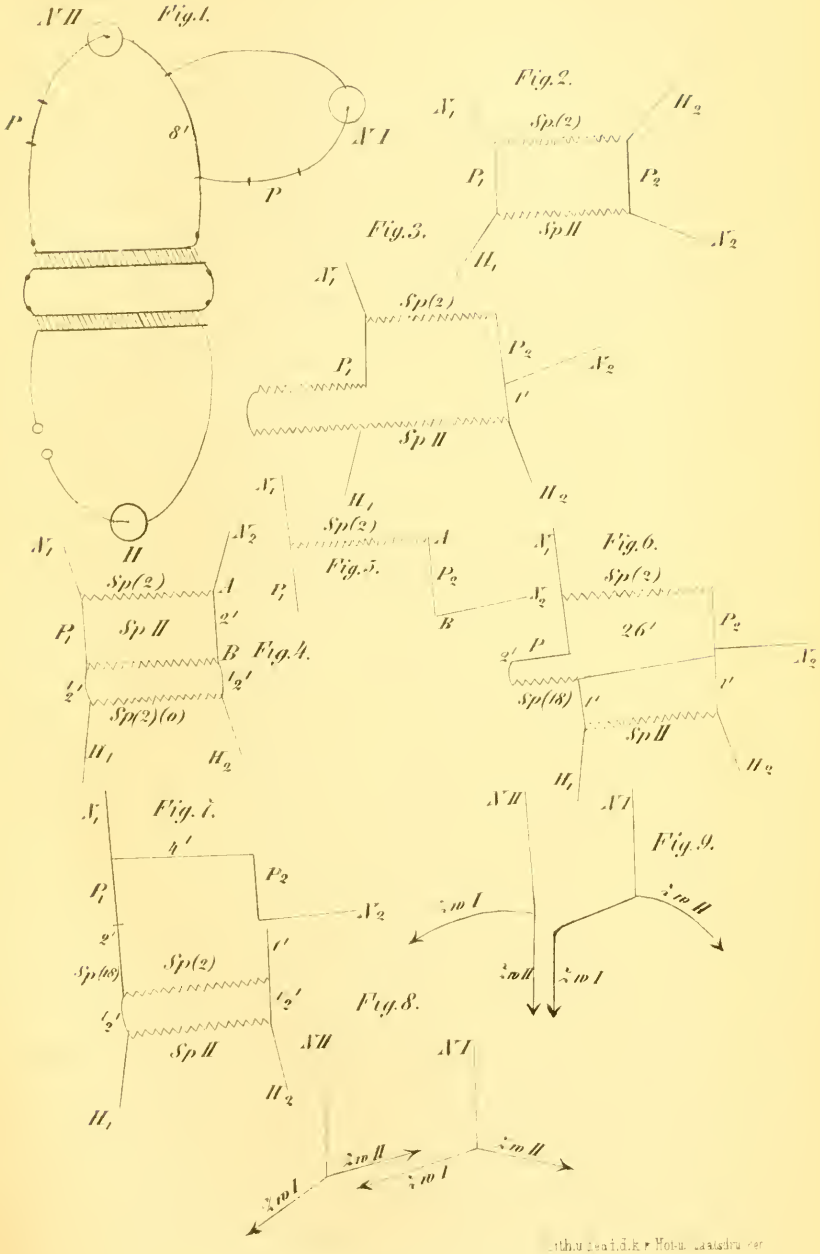
Betrachten wir zuerst die Zahlen, wo der eine Nebendrath vom Maximum ab verlängert, der andere um eben so viel verkürzt wird, so ist es hier besonders günstig, dass die Nebenströme keinen Einfluss ausüben, dass also die Zahlen ebenso ungetrübt sind wie bei der Wirkung zweier einfachen Nebendräthe auf einander. Denn bei der conträren Verbindung gehen die beiden durch die Ringe der Zweige laufenden Nebenströme in entgegengesetzter Richtung und heben sich auf; bei der gleichlaufenden Verbindung verstärken sie sich zwar und geben bei ausgelösten Batterien eine Wärme = 2·0, allein, wenn von den Nebendräthen der eine vom Maximum ab verkürzt, der andere um eben so viel verlängert ist, so erlangt die eine Batterie eine positive, die andere eine negative Strömung (in dem Sinne, wie diese Worte oben gebraucht wurden) und der Einfluss der Nebenströme wird durch diese vereinigten Strömungen wieder aufgehoben; was dann an gleichlaufender null-elektrischer Strömung noch vorhanden ist, wird durch den Nebenstrom, wie bekannt, gar nicht oder nur wenig affieirt; somit sind die Nebenströme völlig

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

unschädlich und gerade diesem günstigen Umstande ist es zu verdanken, dass die hier aus der Zusammenwirkung der beiden Theilströme in den Zweigen II entstehende Reihe genau denselben Verlauf hat wie die in §. 8 mitgetheilte Reihe, wo die ganzen Nebenbatterieströme auf einander wirkten, nur dass die Zahlen hier bei je 4′ Veränderung im Zusatz etwa um eben so viel fortschreiten, als dort bei je 8′, weil hier eine schnellere Abnahme der Strömungen nach beiden Seiten vom Maximum aus durch den verzweigten Schliessungsdrath bewirkt wird. Eine unbefangene Vergleichung beider Reihen der jetzigen und der früheren im §. 8 muss die Überzeugung geben, dass auch in Zweig II keine andere Strömung ist als im Stamm oder im einfachen Drathe der Nebenbatterie, und dass somit die Strömung der Nebenbatterie nicht von Zweig I, sondern von der Batterie selbst ausgeht, wodurch erst die Zweige ihre richtige Bedeutung erhalten. In der zweiten Abtheilung, wo beide Nebendräthe vom Maximum ab um gleich viel verkürzt oder verlängert wurden, treffen zuerst bei der conträren Verbindung immer zwei gleichartige Ströme in entgegengesetzter Richtung auf einander, und da auch die Nebenströme sich aufheben, so muss die Wärme = 0 sein, wie es beobachtet wurde. Bei der gleichlaufenden Verbindung haben beide Batterien, wenn die Nebendräthe vom Maximum ab verkürzt sind, eine positive Strömung und da auch die Nebenströme in derselben Richtung fliessen, so muss sich die Wärme vom Maximum ab steigern und erst dann, wenn bei bedeutenderer Verkürzung die Ströme abnehmen, allmählich wieder zurückgehen. Mit der Verlängerung der Nebendräthe über das Maximum hinaus erlangen die Batterien eine negative Strömung, während die Nebenströme fortdauernd in positiver Strömung hindurchgehen, daher Verminderung der Wärme, die sich auch, da die Nebenströme nur 2·0 geben, zunächst nicht wieder erhebt. Somit finden wir wiederum den vollständigen Charakter des Nebenbatteriestroms in den Zweigen II.

Ich habe auch noch den Zweig I von Nebenbatterie I mit Zw. II von Nebenbatterie II zusammenwirken lassen, doch gibt dies kein so evidentes Resultat, weil die Nebenströme stören; ich würde daher diese Beobachtungen ganz übergehen, wenn ich nicht die Verbindung beider Zweige auf eine doppelte Weise hergestellt hätte und es mir interessant schien nachzuweisen, wie trotz der vielen kleinen Störungen, welche bei der hier so schwierigen Zusammenlegung

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

der beiden Zweige auf einem ohnedies etwas beschränkten Raume gar nicht beseitigt werden konnten, dennoch die in beiden Fällen beobachteten Zahlen eine zu einer blossen Übersicht immer noch hinreichende Übereinstimmung zeigen. Zunächst wurden in Zweig I der Nebenbatterie $2'K$ durch die Verzweigung $P + 1\frac{1}{2}'$ und Sp. II, und umgekehrt diese Verzweigung in Zweig II durch $2'K$ ersetzt; dadurch blieb die Länge der Zweige ungestört. Dann wurde für den ersten Fall Zweig II von Nebenbatterie II nach Fig. 8 etwas fortgerückt, so dass er mit Zweig I von Nebenbatterie I zusammenkam. Bei gleichlaufender Verbindung im Ringe liefen hier die Theilströme, wie die Figur zeigt, conträr und umgekehrt bei conträrer gleichlaufend, demnach musste die conträre Verbindung in der Tabelle als gleichl., die gleichlaufende als contr. aufgeführt werden. Die Nebenströme hoben sich für dieses so umgeschriebene gleichl. auf und verstärkten sich für contr. Im zweiten Falle wurde nach Fig. 9, Zweig II von Nebenbatterie II parallel zu Zweig I von Nebenbatterie I geführt, wobei die gleichlaufende Verbindung im Ringe gleichl., die conträre contr. gab; die Nebenströme hoben sich für gleichl. ebenfalls auf und verstärkten sich für contr. Die Beobachtungen gaben:

Zusatz		gleichl.		contr.	
im Nbdr. I	im Nbdr. II	1. Fall	2. Fall	1. Fall	2. Fall
20′	20′	8·7	8·0	2·0	1·9
24′	16′	7·0	7·3	6·5	5·7
28′	12′	4·5	4·2	6·7	7·0
32′	8′	3·0	2·5	7·5	7·0
36′	4′	2·0	1·6	6·7	6·7
16′	24′	6·5	6·0	4·5	4·0
12′	28′	3·7	4·0	4·0	4·0
8′	32′	3·0	2·5	2·6	2·5
4′	4′	3·5	3·2	1·8	1·8
8′	8′	4·5	4·5	1·7	1·7
12′	12′	6·0	5·9	1·8	1·7
16′	16′	7·5	7·5	1·8	1·7
20′	20′	8·7	8·2	2·0	1·9
24′	24′	8·2	8·0	2·0	2·0
28′	28′	7·0	6·4	2·2	2·2
32′	32′	5·5	5·2	2·3	2·5

Da sich bei gleichl. die Nebenströme aufheben, so nimmt in der ersten Abtheilung die Wärme mit gleichmässiger Verkürzung und Verlängerung der Nebendräthe ab, ähnlich wie oben bei der Einwirkung beider Zweige II auf einander, nur sind die Zahlen hier etwas grösser, weil Zw. I kürzer als Zw. II ist; auch möchte darin die Ungleichheit ihren Grund haben, die hervortritt, wenn die

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Verlängerung oder Verkürzung den einen oder den anderen Nebendrath trifft. Bei contr. wirken die Nebenströme ein; da die Stromrichtung in Nebenbatterie II umgeändert wurde und diese Batterie sich negativ lud, so hat bei verlängertem Nebendrath I Zweig I die negaitve und bei verkürztem Nebendrath II Zweig II ebenfalls die negative Strömung, mit der die negative Strömung der Nebenströme zusammenfällt; folglich Steigerung der Wärme. Ist dagegen Nebendrath I verkürzt und Nebendrath II verlängert, so haben beide Zweige positive Strömung, die durch die negative der Nebenströme verringert wird. In der zweiten Abtheilung fallen bei contr. die entgegengesetzten Strömungen der Zweige auf einander und zerstören sich, doch so, dass von der Strömung in Zw. I als der stärkeren noch etwas zurückbleibt; diese wirkt auf die Nebenströme ein; sie verringert um etwas ihre Wärme bei Verkürzung der Nebendräthe und hebt sie etwas bei Verlängerung derselben. Bei gleichl. sind die Nebenströme aufgehoben, daher der ganz regelmässige Verlauf der Reihe.

Über Stellung und Entwicklung der Federn.

Von **Prof. Engel.**

(Mit V Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 24. Juli 1856.)

Die Stellung der Federbälge ist wie jene der Haarbälge äusserst regelmässig; da es leichter ist, das nothwendige Materiale von Vögeln sich zu verschaffen, auch wegen der bedeutenderen Grösse des Objectes Federbälge sich besser zur Untersuchung eignen als Haarbälge, so habe ich auch die Untersuchungen fast ausschliesslich an den Federbälgen vorgenommen, und glaube nicht zu irren, wenn ich analoge Verhältnisse auch bei den Haarbälgen annehme.

Die flüchtigste Beobachtung an Vogelembryonen lehrt, dass die Federbälge nicht alle zu gleicher Zeit, sondern sogar in ziemlich weit auseinander liegenden Zeiträumen entstehen, so dass ein Körpertheil bereits völlig befiedert ist, während an einem vielleicht ganz nahe liegenden Theile die Federbildung noch gar nicht ihren Anfang genommen hat. So findet man, dass die Federbälge an der hintern Seite des Stammes zunächst der daselbst befindlichen Mittellinie am frühesten entstehen, während sie dagegen an der Bauchseite, an der

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: 1856

Band/Volume: 22

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

Artikel/Article: Über den Strom der Nebenbatterie (Mit I Tafel.). 331-376