ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

SITZUNG VOM 11. NOVEMBER 1858.

Eingesendete Abhandlungen.

Über den elektrischen Zustand der Nebenbatterie während ihres Stromes.

Von **K. W. Knochenhauer.**

(Vorgelegt in der Sitzung vom 21. October 1858.)

Die von mir mitgetheilten Versuche mit einer getheilten Batterie (Sitzungsber. Bd. XXVII, p. 207) verlangten zu ihrer Erklärung, wie ich dies angab, noch nähere Beobachtungen über die Spannungsverhältnisse. Als ich die Untersuchung in diesem Jahre vornahm, traten alsbald Thatsachen hervor, welche die von mir bisher geltend gemachten Ansichten in mehreren Beziehungen modificiren mussten und mir manches bereits von anderen Aufgestellte, wenn auch theilweise in veränderter Form, doch jedenfalls näher rückten. Dabei zeigte es sich, dass eine vollständige Untersuchung der Spannungsverhältnisse auf den Schliessungsdräthen, wenn anders mit den vorhandenen Instrumenten ausführbar, noch zurückgesetzt werden müsse, dagegen als erster Gegenstand der Beobachtungen die Aufgabe vorliege, den wechselnden elektrischen Zustand der Nebenbatterie während der Dauer ihres Stromes soweit als möglich zu ermitteln.

Meine Versuche begannen mit einer getheilten Hauptbatterie. Die aus den beiden Flaschenpaaren (*A*) und (*B*) gebildete Batterie war nicht isolirt aufgestellt und wurde vom Conductor aus durch einen Zuleitungsdrath geladen. Von der inneren Belegung des Flaschenpaares (*A*) gingen 5′ Kupferdrath (*K*) bis zu einem isolirten Quecksilbernapf *C*, dann 4′ bis zur Schraube *D* des Ausladers, dessen andere Schraube durch 1′ *K* mit der Aussenseite der Batterie ver-

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

bunden war. Den Auslader zu 1′ gerechnet, hatte also der ganze Drath eine Länge von 11′. Von der innern Belegung von (*A*) ging ferner ein $3\frac{1}{2}'$ langer Kupferdrath nach einem isolirten Quecksilbernapf und von der Innenseite von (*B*) ein ebenso langer Drath nach einem andern isolirten Quecksilbernapf; beide wurden hierauf durch einen nach und nach immer längeren Kupferdrath verbunden. Zur Befestigung der Dräthe im Innern der Flaschen hatte ich an ihre Enden schwere Zinkkugeln angiessen lassen, was die Aufstellung des Apparates sehr erleichterte.—Die mit ihren Aussenseiten verbundenen Flaschenpaare (*A*) und (*B*) bilden, wie man leicht einsehen wird, eine getheilte Batterie; beide Theile haben den gemeinsamen Stamm von 11′, der Zweig von (*B*) ist von variabler Länge, der Zweig von (*A*) dagegen ist auf Null reducirt. Dies letztere schien mir räthlich, um bei der Erklärung der Beobachtungen nicht mit diesem Zweige unnütze Verwicklungen herbeizuführen; später erhielt auch (*A*) einen besondern Zweig. Noch bemerke ich, dass die Stellung des Ausladers nahe am Ende des Stammes ohne allen Einfluss auf die Thatsachen ist, wie ich dies nachher belegen werde. Die Kugeln des Ausladers standen so weit von einander entfernt, dass die Schlagweite nach meiner bisherigen Bezeichnungsweise 40·0 betrug, d. h. ihre Entfernung betrug 1·84 Linien. In die Nähe dieser Batterie wurde der Funkenmesser so gestellt, dass die eine Kugel desselben durch einen starken Zuleitungsdrath mit der Innenseite von (*B*) oder mit *Bi*, die andere auf gleiche Weise nach einander mit der Innenseite von (*A*) oder mit *Ai*, mit dem Napf *C*, mit der Schraube *D* und mit der Aussenseite von (*B*) oder mit *Ba* verbunden werden konnte. Während die Batterie geladen wurde, schlug, mit Ausnahme der Verbindung zwischen *Bi* und *Ba*, wie nahe auch die Kugeln des Funkenmessers gegen einander standen, niemals ein Funke über, was natürlich ist, da die Ladung beider Batterietheile gleichmässig wuchs; in dem Moment dagegen, wo sich die Batterie entlud, fanden Funkenübergänge über den Funkenmesser Statt, deren grösste Weite beobachtet wurde. Ich habe schon früher nachgewiesen, dass bis auf geringfügige Differenzen diese Funken unter constanten Verhältnissen gleich lang bleiben, auf welche Weise man auch die Verbindungsdräthe zwischen den Kugeln und den zu untersuchenden Stellen der Batterie und ihres Schliessungsdrathes abändert, so dass die Funkenlänge nicht etwa durch den neuen Weg, den die Elektricität über die Kugeln nimmt, bedingt

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

wird, sondern allein durch den elektrischen Zustand, in welchen die Kugeln versetzt werden, d. h. durch den elektrischen Zustand der beiden Stellen des Apparates, mit welchen die Kugeln in Verbindung stehen. Würden z. B. hier die Innenseiten von (*A*) und (*B*) während der ganzen Dauer der Entladung durchweg in gleichem Zustande bleiben, sänke also in beiden Batterietheilen die Ladung ganz gleichmässig herab, so würde von *Bi* nach *Ai* über den Funkenmesser niemals ein Funke herüberspringen können; sinkt dagegen die Ladung schneller in (*A*) als in (*B*) oder umgekehrt, so muss die Differenz durch die Funkenlänge bezeichnet werden. Die sämmtlichen nachfolgenden Versuchsreihen werden diesen Satz so genügend bestätigen, dass ich Weiteres hier hinzuzufügen nicht für nöthig erachte [1]).

Reihe 1. Stamm: 5′ (*C*) 4′ (*D*) Ausl. 1′ = 11′.

Zu. in Zw. B.	*Bi—Ai*	*Bi—C*	*Bi—D*	*Bi—Ba*	Differenz im Stamme auf		
					5′	4′	2′
8′	35·5	41·0	47·5	48·5	+ 5·5	+ 6·5	+1·0
24	54·5	52·2	51·0	50·0	— 2·3	— 1·2	—1·0
40	61·7	53·7	48·0	46·0	— 8·0	— 5·7	—2 0
56	59·2	48·5	41·2	42·5	—10·7	— 7·3	+1·3
64	58·0	45·0	38·5	—	—13·0	— 6·5	+1·5
72	59·2	48·5	41·5	41·2	—10·7	— 7·0	—0·3
90	66·0	54·2	45·0	43·0	—11·8	— 9·2	—2·0
125	70·5	56·5	45·5	42·7	—14·0	—11·0	—2·8
160 [2])	72·0	57·0	44·5	41·7	—15·0	—12·0	—2·8
200 [2])	72·0	55·2	41·2	—	—16·8	—14·0	—1·2

Die beiden Striche in der Columne *Bi—Ba* bedeuten, dass bei 40·5 noch kein Funke von *Bi* zu *Ba* überging; dies fand erst bei 40·0 Statt, bis wohin die ursprüngliche Ladung von (*B*) steigt, wesshalb diese Funkenlänge keine Bedeutung für die Zustände während der Entladung hat. Bleiben wir bei dieser Columne zunächst stehen, so bemerken wir, dass bei 24′ Zusatz in Zweig *B* die Funkenlänge bis auf 50·0 steigt, bei 64′ sich nicht über 40·0 erhebt, bei 90′ wieder auf 43·0 kommt, und später abermals auf 40·0 zurücksinkt. Die mit der Aussenseite der Batterie verbundene Kugel des Funkenmessers bleibt durchweg auf Null; wächst also die Funkenlänge über 40·0,

[1]) S. Näheres später nach den Reihen 18—24.

[2]) Diese beiden letzten Längen sind nur annähernd richtig, da zu Spiralen gewundene Dräthe eingeschaltet wurden, deren äquivalente Längen mir nicht ganz genau bekannt waren.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

die Schlagweite der Batterie, hinaus, so kann der Grund nicht darin liegen, dass (*B*) über den Funkenmesser einen bequemern oder kürzern Weg der Entladung findet, als über seinen Zweig, über (*A*) und den Stamm, denn in diesem Fall müsste schon die Funkenlänge continuirlich mit dem Zusatz in *B* wachsen, und sie könnte sicher bei 64′ nicht wieder ganz auf 40·0 zurückgehen, um hinterher noch einmal zu steigen, sondern der Grund kann allein darin liegen, dass die Innenseite von (*B*) während der Entladung eine grössere Intensität der Ladung als 40·0 erlangt. Noch klarer wird dies, wenn man gerade so wie bei (*B*) *Ai* mit *Aa* durch den Funkenmesser verbindet; hier geht ebenso wenig wie bei einer einfachen Batterie, möge der Schliessungsdrath auch noch so lang sein, irgend ein Funke von einer Länge über 40·0 hinüber. Endlich wird die gesteigerte Ladung in (*B*) noch durch die nach Nr. 1 und Nr. 2 der cit. Abh. p. 208 vermehrte Wärme in Zweig *B* (dort in $F_2 + F_3$) bestätigt. Wenn nun der Funkenmesser eine Ladung von (*B*) bis zu 50·0 anzeigt, so ist freilich damit noch nicht entschieden, zu welchem Momente der Entladung diese gesteigerte Ladung eintritt, sondern es ist damit nur allgemein ausgedrückt, dass (*B*) diese Ladung zu irgend einem Momente erlangt.

Betrachten wir hierauf die Zahlen in der ersten Columne, so springen zwischen *Bi* und *Ai* Funken von einer Länge bis zu 72·0 über; diese Funkenlänge wächst im Allgemeinen mit dem Zusatz in Zweig *B*, geht indess bei 64′ auch wieder etwas zurück. Da nach den Beobachtungen bei 200′ Zusatz z. B. weder (*A*) noch (*B*) während des ganzen Verlaufes der Entladung in irgend einem Momente eine über + 40·0 steigende Intensität der Ladung erlangt, so wird man die beobachtete Funkenlänge offenbar nicht anders erklären können, als wenn man in irgend einem Momente die eine innere Belegung positiv, die andere negativ annimmt und zwar der Art, dass die Differenz beider Elektricitäten = 72·0 ist. Es könnte zwar die Funkenlänge auch durch den Stoss, den die Elektricität bei dem momentanen Auftreten erlangt, um etwas gesteigert werden, wie spätere Beobachtungen dies innerhalb gewisser Schranken wahrscheinlich machen, allein dass die positive Elektricität in (*B*), um nach (*A*) zu gelangen, eine grössere Schlagweite gewinnt, als wenn sie auf *C* oder auf *D* oder endlich nach der Aussenseite der Batterie übergeht, das kann jedenfalls nicht anders möglich sein, als wenn

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

in (*A*) mehr negative Elektricität als in *C* und hier wieder mehr als in *D* vorhanden ist. Von der andern Seite lässt sich aber nicht absehen, wie (*B*) in (*A*) negative Elektricität erzeugen soll, wenn dieselbe nicht eben so bei der Entladung einer gewöhnlichen einfachen Batterie vorhanden ist; denn wenn auch die Ladung in (*B*) wächst, so geht doch wohl von (*A*) keine positive Elektricität dahin und zwar um so weniger, als bei 200′ Zusatz sich die Ladung von (*B*) nicht einmal steigert; zweitens würde selbst der Fortgang von positiver Elektricität von (*A*) nach (*B*) noch keine negative Ladung erzeugen. An ein Einströmen negativer Elektricität von der Aussenseite der Batterie zu denken, die neben der austretenden positiven fortgeht, führt zu keiner Klarheit; ja es nützte diese Ansicht auch hier zu den Beobachtungen nichts, da in (*A*) mehr negative Elektricität sein muss als in *C*, und hier wieder mehr als in *D*. Ziehen wir die Thermometerbeobachtungen herbei, die ich in der angeführten Abhandlung mitgetheilt habe, so müssen sich wegen der Wärme im Stamm (*A*) und (*B*) bei den grösseren Zusätzen im Zweig *B* hinter einander entladen, also wenn (*B*) hinter (*A*) folgt, so würde (*B*) noch nahe seine ganze positive Ladung besitzen, während (*A*) auf eine nahe ebenso starke negative Ladung zurückgegangen ist. So angesehen verträgt sich dies unmöglich mit einer einfachen Batterie, die am Ende ihrer Entladung sich sicher nicht negativ laden und wieder entladen kann, weil dann einmal aus einer mit dem Schliessungsdrath verbundenen Spitze negative Elektricität ausströmen müsste, was ich niemals gefunden habe, auch das Residuum von negativer Elektricität gebildet sein würde, was gleichfalls den Beobachtungen widerspricht. Ich finde hier keine andere Auskunft, als wenn ich die Entladung einer Batterie, wie dies Riess zuerst gethan hat, aus vielen Partialentladungen mit dazwischen liegenden Pausen bestehen lasse. Ich habe mich bisher von dieser Ansicht fern gehalten, da mir die dafür geltend gemachten Gründe nicht völlig genügend erschienen, namentlich hatten die Pausen für Riess ihre Hauptbedeutung beim Nebenstrom, der doch nach allen meinen Beobachtungen mit dem Hauptstrom zu gleicher Zeit auftritt und aufhört, somit nicht in den Pausen verlaufen kann; erst die Beobachtungen über die Lichterscheinungen im Funken machten mir ernstere Bedenken, die indess auch keinen rechten Ausschlag geben konnten, weil in diesen Beobachtungen zu vieles noch unklar ist, und anderes

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

als Beleg der Ansicht hingestellt wurde, was gar nicht damit zusammenhängt. Nehme ich jetzt Partialentladungen der Batterie an, setze ich also voraus, dass wegen der durch das Glas hindurch gebundenen Elektricitäten nicht die ganze Ladung auf einmal in Thätigkeit kommen kann, und verbinde damit die Ansicht, dass jede Partialentladung in einer Molecularschwingung besteht, so liegt es im Wesen der Schwingung, welcher Art sie übrigens auch sein mag, dass das schwingende Theilchen nicht an dem Orte der Gleichgewichtslage, also dann, wenn die Flasche im Innern auf Null-Elektricität gekommen ist, zur Ruhe gelangt, sondern vielmehr, dass es eben so weit nach der entgegengesetzten Seite hinausgeht und somit das Innere der Flasche in einen negativen Zustand hinüberführt. Von diesem Orte wird es wieder in die erste Lage zurückgebracht, indem die gebundene positive Elektricität der Flasche von neuem zu einer Ladung hervortritt. So lange die positiv geladenen Theilchen die erste Schwingung vollenden, geben sie nach der gewöhnlichen Ausdrucksweise, denn diese möchte jetzt, wo wir das Wesen der elektrischen Schwingungen noch gar nicht kennen, doch am verständlichsten sein, positive Elektricität über den Schliessungsdrath ab und erzeugen einen positiven Strom; von dem negativen Zustande dagegen kehren die Theilchen zum positiven nicht durch Abgabe negativer Elektricität zurück, die einen negativen Strom bilden würde, sondern durch Aufnahme neuer positiver Elektricität aus der Flasche; während der Rückschwingung tritt demnach eine Pause in der Strömung ein. Dass der negative Zustand der Batterie nicht einen Strom liefert, macht also einen entschiedenen Gegensatz gegen ihren positiven Zustand; die negative Elektricität entzieht den Leitern, mit welchen sie in Berührung kommt, wohl die positive Elektricität und macht sie negativ, denn sonst könnte die Kugel des Funkenmessers nicht negativ werden, allein weil sie nicht strömt, kann sie nicht in einem Funken überspringen, ihr fehlt die Schlagweite. Auf diese Weise erkläre ich es mir, warum ich aus Spitzen, die mit dem Schliessungsdrath verbunden sind, niemals negative, sondern immer nur positive Elektricität erhalten habe, wogegen andere auch negative nachwiesen, wo Berührungen mit Nichtleitern, mit Harzplatten, stattfanden. Die vorgetragene Ansicht über die Entladung einer Batterie schliesst sich der von Riess insofern an, als sie durch Pausen getrennte Partialentladungen annimmt, Entla-

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

dungen, die natürlich fortwährend an Stärke abnehmen; sie weicht von ihr nur darin ab, dass sie die einzelnen Partialentladungen mit dem Übergang in einen negativen Zustand der Batterie und somit auch des mit ihr verbundenen Schliessungsdrathes endigen lässt und die Pausen mit dem Übergang in einen positiven Zustand der Batterie und des Schliessungsdrathes ausfüllt, welcher Übergang indess ohne Strom also auch ohne Wärme-Entwickelung erfolgt [1]). — Diese veränderte Ansicht hat auf meine früheren Beobachtungen über die freie Spannung der Elektricität auf dem Schliessungsdrathe einer Batterie keinen Einfluss; denn wenn ich aus ihnen folgerte, dass auf einem homogenen Schliessungsdrathe die freie Spannung von der innern zur äussern Belegung der Batterie gleichmässig abnimmt, so bleibt dies für jede einzelne Partialentladung ebenso giltig, als wenn nur eine totale Entladung stattfände; der Funkenmesser, der die grössten

---

[1]) Wenn nach der oben angegebenen Theorie das Innere der Flasche dadurch in einen negativen Zustand übergeht, dass die Molecule in irgend welche Schwingung gerathen, die nicht am Orte des Gleichgewichtes zur Ruhe kommt, sondern die Theilchen nach der entgegengesetzten (negativen) Seite überführt, so dürfte in der uns bis jetzt freilich noch unbekannten Art dieser Schwingungen auch der Grund liegen, warum die Theilchen je nach dem Grade der ursprünglichen Ladung, also je nach dem Grade, wie die Glasmolecule der Flasche gespannt sind, ebenfalls wieder nach der positiven Seite gelangen müssen, ehe eine neue Partialentladung erfolgt. Denn die Annahme einfacher Pausen während der Entladung hatte gerade desshalb für mich etwas so sehr Widerstrebendes, weil ich nicht einsehen konnte, warum nach dem Übergange der ersten Partialentladung, also nachdem die isolirende Luftschicht durchbrochen ist, die Flasche mit einer neuen Partialentladung so lange zögern müsse, bis das Innere wieder nahe auf denselben Grad geladen sei. Denn nähme man während der Pause ein vollständiges Zusammenfallen der zersprengten Luft an, was schon der im Vergleiche zu der unendlich kurzen Zeit, in der die Partialentladungen einander folgen, höchst langsamen Bewegung der Lufttheilchen widerspricht, so würde schon die zweite Partialentladung, als von etwas geringerer Intensität als die erste, nicht mehr über den Auslader kommen können. Gehen dagegen, wie es die Erfahrung lehrt, noch Partialentladungen über, die von der ursprünglichen Ladungs-Intensität etwa nur den achten Theil besitzen (die Intensität des Residuums), so ist nicht wohl abzusehen, wodurch die der ersten Partialentladung unmittelbar folgenden länger zurückgehalten werden können als bis dahin, wo sie etwa den achten Theil der ursprünglichen Intensität erlangt haben. Besteht dagegen die Ladung der Flasche in einer Spannung der Glasmolecule, die sich durch Schwingungen löst, so müssen diese die ihnen je nach der Stärke der Spannung zukommende Weite erlangen, können also eben so wenig auf der negativen als auf der positiven Seite in ihrem Laufe beschränkt werden. Die Pausen würden hiernach auch bleiben, selbst wenn, was natürlich nicht ausführbar ist, die Kugeln des Ausladers mit der ersten Partialentladung bis zur vollständigen Berührung an einander führen.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Spannungsdifferenzen angibt, liefert die Schlagweite in dem Momente, wo die ersten Partialentladungen beginnen.

Gehen wir auf unsere Reihe zurück, so lehrt sie, dass jede Partialentladung aus (*B*), offenbar weil anders keine gleichmässige Vertheilung der Spannungen auf dem Schliessungsdrathe eintreten kann, später als die entsprechende Partialentladung aus (*A*) erfolgt und zwar desto später, je länger der Zweig *B* wird; zuletzt treten sie ganz aus einander, d. h. die eine tritt in die Pause der andern, wie es die Thermometerbeobachtungen gleichfalls verlangen. Wenn es hierbei auffallen kann, dass die Schwingungen von (*B*) weiter, als man es erwarten sollte, hinter denen von (*A*) zurückbleiben, so liegt ein Grund wohl darin, dass die Molecularschwingungen gerade in der Mitte ihres Laufes am stärksten und schnellsten sind, langsam am Anfang und am Ende, es dürfte indess noch ein anderer bis jetzt nicht nachweisbarer Grund vorhanden sein; denn dass noch besondere Verhältnisse obwalten, zeigt der Rücksprung in der Ladung von (*B*) bei 64′ Zusatz, den ich mir bis jetzt noch nicht zu erklären weiss. An eine zufällige Störung ist um so weniger zu denken, als dadurch alle Beobachtungen über den ganzen Stamm, wie dies die in den drei letzten Columnen berechneten Differenzen zeigen, alterirt werden. — Wenn (*B*) soweit hinter (*A*) zurückbleibt, dass beim Eintritt seiner Partialentladungen der elektrische Zustand in (*A*) = Null ist, erlangt (*B*) seine grösste Schlagweite, hier zwischen 8′ und 24′ Zusatz oder mit Einschluss des constanten Theils bei einer Länge des Zweiges *B* zwischen 15′ und 31′, d. h. etwa bei der doppelten Länge des Stammes. Damit stimmen auch die Thermometerbeobachtungen überein, welche im Zweig *B*, wenn er etwa doppelt so lang als der Stamm ist, die grösste Wärme angeben (s. Nr. 1 und 2 in der cit. Abh.). Das Minimum der Ladung in (*B*) findet bei einer Länge des Zweiges von nahe 73′ (Zusatz 64′) Statt, der 6- bis 7fachen des Stammes.

Ich will mir noch erlauben, einige Worte über die gesteigerte Ladung in (*B*) hinzuzufügen. Dass von (*A*) positive Elektricität nach (*B*) ströme, wird sicher jedem unwahrscheinlich vorkommen; natürlicher ist es, dass die Elektricität in (*B*), deren Entladung durch (*A*) auf die eine oder andere Weise zurückgehalten wird, sich aus dem gebundenen Zustand mehr löst, gerade so, als wäre der Batterietheil (*B*) von dickerem Glase, das bei gleicher Ladung eine

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

grössere Intensität der freien Elektricität im Innern liefert. Ob die Schlagweite in (*A*) umgekehrt zurückgeht, ist mir nach den folgenden Beobachtungen und den Thermometerangaben, wenn auch nicht ganz sicher, doch höchst wahrscheinlich.

Reihe 2. Stamm: 7′ (*C*) 1′ Ausl. 6′ = 15′.

Zusatz in Zw. B.	*Bi—Ai*	*Bi—C*	*Bi - Ba*	Diff. 7′	Diff. 8′
8′	26·5	35·5	46·0	+ 9·0	+10·5
24	47·5	48·0	49·0	+ 0·5	+ 1·0
40	58·5	53·0	48·0	— 4·5	— 5·0
56	60·7	52·5	45·5	— 8·2	— 7·0
90	55·5	43·0	—	—12·5	— 3·0

Die grösste Ladung erhält (*B*) wiederum, wenn Zweig *B* ungefähr die doppelte Länge des Stammes hat, und das Minimum zeigt sich bei der 6—7fachen. Bei dieser Reihe war es zuerst, wo ich auf das Minimum aufmerksam wurde. Ich änderte, um nicht durch Zufälligkeiten getäuscht zu werden, die Dräthe im Zweige, doch ohne Erfolg; ich schaltete an einem der folgenden Tage den Auslader bis auf einen Fuss vor dem Ende des Stammes ein, aber es blieb bei Zusatz 90′ *Ai — Bi* 56·5, bei Zusatz 125′ 66·0. Eine noch spätere Reihe, wo sich der Stand des Ausladers in Folge des Temperaturwechsels wohl ein wenig geändert hatte, gab

Zusatz:	56′	72	90	98	108	125	160	200
Bi — Ai:	62·0	60·0	57·0	57·5	60·5	66·0	68·0	71·5.

Dass durch die Stellung des Ausladers im Stamm die Beobachtungen nicht geändert werden, belegt noch die folgende schon früher angestellte Reihe

Stamm: 3′ Ausl. 11′ = 15′.

Zusatz in *B*:	0′	8	16	24	32	40	56	64	90
Bi — Ai:	11·5	26·0	43·0	48·0	54·5	59·2	61·5	61·0	56·0.

Reihe 3. Stamm: 3′ (*C*) 16′ (*D*) 1′ Ausl. 6′ = 27′.

Zusatz in Zw. B.	*Bi—Ai*	*Bi—C*	*Bi—D*	*Bi—Ba*	*Ai—D*
8′	12·5	14·0	30·0	—	24·2
24	30·2	30·5	42·0	47·5	23·5
40	43·5	43·0	47·5	50·2	21·7
56	52·5	51·7	50·5	50·2	22·5
90	60·2	58·0	50·5	48·0	22·5

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Die Reihe entspricht in Bezug auf das Maximum der Ladung in (*B*) den frühern. Die Beobachtungen in der letzten Columne stellen offenbar den Moment dar, wo (*A*) sich allein entladet und (*B*) noch zurück ist; die Zahlen sind etwas kleiner, als wenn (*B*) ausgelöst ist, wo ich 25·0 erhielt; wenn sie beim Maximum in (*B*) am meisten sinken, so dürfte man ein Zurückgehen der Ladungsintensität in (*A*) annehmen, wofür auch die Thermometerbeobachtungen sprechen. — Ich habe hier auch auf dem Zweig *B* die Schlagweite in verschiedenen Distanzen gemessen, und eine continuirliche Abnahme der freien Elektricität von *Bi* nach *Ai* gefunden.

Um zu sehen, ob die Ladung in (*B*) noch mehrere Minima habe, ward der Stamm auf 5′ reducirt, dies gab

Reihe 4. Stamm: 3′ Ausl. 1′ = 5′.

Zusatz in *B*:	0′	8	16	24	40	56	72
Bi — *Ai*:	39·5	57·5	57·2	57·7	67·5	68·5	68·5
Bi — *Ba*:	48 5	45·5	41·2	40·2	—	41·2	40·5
	90	108	125	160	200		
	68·2	70·5	71·5	71·0	71·5		
	—	—	—	—	—		

Bei 24′ und 90′ Zusatz scheinen Minima zu sein, allein sie treten nicht deutlich genug hervor. Desshalb

Reihe 5. Stamm 6′ (*C*) Ausl. 1′ = 8′.

Zusatz in Zw. B.	*Bi*—*Ai*	*Bi*—*C*	*Bi*—*Ba*
8′	47·0	48·0	49·0
24	61·0	47·5	45·5
40	56·0	37·0	—
56	65·0	45·2	42·0
90	70·5	46·0	41·0
125	70·5	43·5	—
160	67·5	40·0	—
200	70·5	43·5	—

Das Vorhandensein mehrerer Minima kann nach dieser Reihe keinem Zweifel unterliegen.

Da bei den Thermometerbeobachtungen Platindräthe *P* eingefügt werden, so kam es zur Sicherstellung der Vergleiche noch darauf an, die Abweichungen zu beobachten, welche durch diese Zusätze entstehen. Der Stamm blieb wie vorher; der Zweig *B* ent-

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

hielt entweder nur Kupferdrath, oder 2′ Kupferdrath wurden durch *P* ersetzt. Dies gab:

	Zus. in Zw. *B*:	8′	24	40	56	90	125	160	200
Bi—Ai	ohne *P*:	45·5	57·5	52·5	64·0	68·5	67·5	67·0	68·0
	mit *P*:	43·5	54·5	52·5	64·5	68·5	66·5	67·5	68·0

Die Differenzen sind unbedeutend. Wenn übrigens diese Reihe von der vorigen ihr entsprechenden etwas abweicht, so liegt der Grund zumeist in dem namentlich im Frühjahr leicht etwas veränderlichen Stand des Ausladers, dessen beide Glassäulen nur auf einer Holzplatte stehen. Späterhin habe ich diese Veränderlichkeit mehr beachtet und wo es nöthig war, den Stand durch Beobachtungen ermittelt.

Natürlich sind, wie bei allen meinen früheren derartigen Versuchen, sämmtliche Zahlen proportional zur Schlagweite des Ausladers veränderlich. Zum Belege diene bei unverändertem Stamm folgende Reihe.

Zusatz in Zw. B.	*Bi—Ai*		
	Ausl. = 39·5 [1])	Ausl. = 50·0	Ausl. = 30·0
8′	44·5	57·5	32·5
24	58·5	73·5	44·5
40	53·5	69·0	40·5
56	62·5	79·5	46·0
90	68·0	86·0	51·0

Nach diesen Reihen, deren Verlauf klar ist, gab ich den beiden Batterietheilen Zweige von 7½′ und machte den Stamm = 8′ und = 14′; später war Zweig *A* = 5½′, Zweig *B* = 8′ und der Stamm = 2′.

Reihe 6. Zweige = 7½′. Stamm: (*C*) 6′ (*D*) Ausl. 1′ = 8′.

Zusatz in Zw. B.	*Bi—Ai*	*Bi—C*	*Bi—D*	*Bi—Bu*	*Ai—C*	*C—D*
8′	31·0	29·5	44·0	46·5	11·0	15·0
24	52·2	44·5	46·5	46·5	12·5	12·0
40	63·5	49·0	45·5	45·0	13·5	12·0
56	66·2	48·2	41·5	41·5	14·5	12·0
90	64·0	46·5	40·2	—	14·5	12·0
125	58·0	42·0	36·5	—	14·0	13·0

[1]) Durch besondere Beobachtung hier festgestellt.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Reihe 7. Zweige = 7½′. Stamm: (*C*) 6′ (*D*) 6′ (*E*) Ausl. 1′ = 14′.

Zusatz in Zw. B.	*Bi—Ai*	*Bi—C*	*Bi—D*	*Bi—E*	*Bi—Ba*	*Ai—D*
0′	=[1])	7·0	17·0	32·0	—	19·5
8	14·5	18·0	29·5	40·5	42·5	17·5
24	40·5	35·5	42·5	45·5	48·0	15·5
40	57·5	48·5	48·0	47·0	48·0	16·5
56	65·5	54·5	51·5	47·0	48·0	17·5
90	65·5	54·5	50·0	43·5	43·0	18·0
125	62·5	52·0	47·5	41·0	40·5	19·0

Reihe 8. Zw. *A* = 5½′. Zw. *B* = 8′. Stamm: (*C*) Ausl. 1′ = 2′.

Zusatz in Zw. *B*:	8′	24	40	56	90	125	160	200
Bi—Ai:	65·5	64·5	62·5	64·5	68·5	66·5	68·0	70·5
Bi—C:	42·5	40·0	38·0	39·5	42·0	40·0	41·0	42·0

Bi—Ba: Durchweg nicht über 40·0.

Diese Reihen stimmen mit den früheren im Allgemeinen überein; der Hauptunterschied liegt nur darin, dass auf Zweig *A*, also auch in (*A*) die negative Elektricität schneller als auf dem Stamm hervortritt. Die Beobachtungen von *Ai* aus und von *C—D* geben wieder den Moment, wo sich (*A*) allein entladet; doch bei 8′ Zusatz in Reihe 6 und bei 0 und 8′ Zusatz in Reihe 7 zeigt sich die ziemlich zu gleicher Zeit erfolgende Entladung von (*B*). War (*B*) ausgelöst, so gab *C—D* 12·5 und *Ai—D* in Reihe 7 21·0. Auch das Maximum der Ladung erhält (*B*) an derselben Stelle wie früher, doch bleibt es länger bestehen, womit die entsprechenden Thermometerbeobachtungen in Nr. 1 der citirten Abhandlung übereinstimmen. Der Ort der Minima scheint durch die Länge des Zweiges gleichfalls bedingt zu werden. Später in Reihe 29 und 30 werde ich Gelegenheit haben, noch einige Beobachtungen anzuführen, wo der Zweig *A* bedeutend länger ist.

Nach diesen Beobachtungen an einer getheilten Hauptbatterie, welche mich zur Annahme von Partialentladungen derselben geführt hatten, ging ich mit besonderem Interesse an die Untersuchung des elektrischen Zustandes der Nebenbatterie während ihres Stromes, da meine früheren Beobachtungen einestheils die Thatsache festgestellt hatten, dass dieser Strom von seinem Anfange an bis zu

[1]) = bedeutet, dass bei 0·1 Linie Schlagweite noch kein Funke erschien.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

seinem Ende gleichartig bleibt, also nicht in zwei von einander getrennte Theile, einen sogenannten Ladungs- und Entladungsstrom zerfallen könne, anderntheils aber in der Abhandlung über die gemeinsame Wirkung zweier Ströme (Sitzungsber. Bd. XVIII, p. 143) bewiesen hatten, dass der Nebenbatteriestrom dennoch nicht gleicher Art mit dem Hauptstrom ist, dass man also den erstern doch nicht als eine einfache Strömung von der Nebenbatterie aus ansehen dürfe. Bei Partialentladungen der Hauptbatterie ward es jetzt recht wohl möglich, dass sich die Nebenbatterie während jeder solcher Partialentladung lade und wieder entlade, indem auf solche Weise der Strom in seinem ganzen Verlaufe sowohl gleichartig als auch vom Hauptstrom verschieden sein würde. Nur müssen diese Nebenbatterieströme je nach dem Längenverhältniss des Neben- und Hauptdrathes wieder von einander verschieden sein, weil die Beobachtungen über die gemeinsame Wirkung zweier Nebenbatterieströme total verschiedene Resultate geliefert hatten, je nachdem die Nebendräthe kürzer, gleich oder länger als der Hauptdrath waren. —Anfänglich hatte ich mit den Versuchen, die ich anstellen wollte, viele Schwierigkeiten, so dass ich eine grosse Zahl Reihen ohne recht deutlichen Erfolg durchführte; es lag dies darin, dass ich bisher die Nebenbatterie bei allen meinen Beobachtungen über die Schlagweite und die Wärmeentwicklung isolirt aufgestellt hatte. Diese Beobachtungen gaben also wohl die Ladung der Nebenbatterie an, nämlich die Spannungsdifferenz der Innen- und Aussenseite in dem Momente, wo der Funke überschlägt, allein sie liessen völlige Ungewissheit darüber bestehen, ob die Innenseite positiv oder negativ sei; sie gaben ferner keine Entscheidung darüber, ob die beiden Belegungen in gleichem Grade entgegengesetzt elektrisch werden, wenn man bei constanter Länge des Nebendrathes die einzelnen Theile desselben vom gespannten Drathe aus gerechnet mehr nach der Innenseite zu oder umgekehrt mehr nach der Aussenseite zu einschaltet. Die Schlagweiten (wie die Thermometerangaben) blieben zwar bei einem solchen Wechsel constant, aber diese gleiche Differenz konnte aus ganz verschiedenen Intensitäten freier Elektricität auf den beiden Belegungen entstehen. Noch übler ward es, wenn ich die Ladung einer andern Batterie z. B. der Hauptbatterie auf die innere oder äussere Belegung überspringen lassen wollte. Da die Hauptbatterie nur die beiden Metallflächen der Nebenbatterie

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

mit Elektricität anfüllte, ohne dass durch Binden die Aufnahme von viel Elektricität ermöglicht wurde, so sprang natürlich nur ein schwacher Funke über, der, wie meine Versuche über das Abspringen von einem gewöhnlichen Schliessungsdrath erwiesen haben, gar leicht zu kurz ausfällt. Sicherheit der Beobachtungen erlangte ich erst, als ich bemerkt hatte, dass man die innere oder die äussere Belegung der isolirten Nebenbatterie durch einen Drath mit der Aussenseite der Hauptbatterie, also ableitend zum Erdboden verbinden könne, ohne dass hierdurch mit Ausnahme eines einzigen, später vorkommenden Falles die Schlagweite der Nebenbatterie unter sonst constanten Verhältnissen geändert werde. Dies Resultat gab mir einmal das Mittel, die Elektricität der einen Belegung auf Null, und somit die freie Elektricität der andern Belegung auf die volle Intensität zu bringen, welche die beobachtete Schlagweite angibt; zweitens fand in dem überspringenden Funken einer andern Batterie eine vollständigere Entladung derselben Statt, die demgemäss in einem hellen kräftigen Funken erfolgte.

Ich werde die Versuche in solcher Reihenfolge zusammenstellen wie sie am leichtesten in die Verhältnisse einführen. Die Hauptbatterie bestand aus dem Flaschenpaar (A) und war nicht isolirt; ihren Schliessungsdrath bildeten von innen an $2\frac{1}{2}'$ K., der Auslader $1\frac{1}{2}'$, die in dem senkrecht stehenden Rahmen ausgespannten $24'$, dann zur Aussenseite hin $2\frac{1}{2}'$. Als Nebenbatterie diente die dem Paare (A) ziemlich gleiche Flasche 4, die ich hier der Kürze wegen nur mit (4) bezeichnen werde; sie war vollkommen isolirt und hatte als Schliessungsdrath von innen ab $3'$, die andern in einer Distanz von etwa 1 Zoll ausgespannten $24'$ und dann noch $3'$. Der Hauptdrath war somit $31\frac{1}{2}'$, der Nebendrath $30'$ lang; nur bei der letzten Beobachtung wurde der Hauptdrath um $24'$ verlängert. Während der Nebendrath verlängert wurde; beobachtete ich zuerst die Schlagweite der Nebenbatterie, indem ich einen etwa $5'$ langen und von der Aussenseite der Hauptbatterie ausgehenden Drath V erst mit der innern (i_0), dann mit der äussern Belegung (a_0) verband. Hierauf leitete ich von der innern Belegung von (A) also von Ai aus einen starken Drath nach der einen Kugel des hinter der Nebenbatterie stehenden Funkenmessers, und brachte V mit der andern Kugel in Verbindung; während jetzt (A) sich entlud, schlug bei 41·5 kein Funke mehr über die Kugeln, wohl aber bei 41·0,

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

welche Zahl somit die gegenwärtige Schlagweite der Batterie angibt. Endlich verband ich die zweite Kugel erst mit der Innenseite der Flasche 4 oder mit $4i$, dann mit der Aussenseite derselben oder mit $4a$, während die andere Belegung mit V ableitend berührt war, was ich mit a_0 und i_0 bezeichnen werde. Sprang nun während der Entladung von (A) kein Funke bei einem Abstand der Kugeln $=41\cdot5$ über (denn Funken von $41\cdot0$ gibt die Ladung), so notirte ich dies mit —, zeigten sich dagegen hier Funken, so ermittelte ich ihre grösste Länge. Die Resultate stelle ich in den folgenden Reihen und unter den Bezeichnungen, die nach den bisherigen Angaben deutlich sein werden, zusammen.

Reihe 9. (A) Hptdr. $2\frac{1}{2}'$ Ausl. $1\frac{1}{2}'$ $24'$. $2\frac{1}{2}' = 31\frac{1}{2}'$.
(4) Nbdr. $3'$ $24'$ $3' = 30'$.

		$Ai-4i$ a_0	$Ai-4a$ i_0	$4i-4a$ a_0	$4i-4a$ i_0
Hptdr. + 0'.	Nbdr. + 24' hinten	50·5	—	26·0	26·5
	+ 24 vorne	50·5	—	26·5	26·5
	+ 16 hinten	49·0	—	29·5	30·0
	+ 8 „	43·0	—	33·5	33·5
	+ 0	—	46·0	34·5	34·5
Hptdr. + 24'.	Nbdr. + 0'	—	52·5	18·5	18·5

Reihe 10. $(A)+(B)$. Hptdr. wie in Reihe 9.
$(4)+(1)$. Nbdr. „ „ „ 9.

		$Ai-4i$ a_0	$Ai-4a$ i_0	$4i-4a$ a_0
Hptdr. + 0'.	Nbdr. + 24'	49·0	—	22·0
	+ 16	47·5	—	25·0
	+ 8	45·0	—	30·0
	+ 0	—	—	33·0
Hptdr. + 24'.	Nbdr. + 24'	—	—	30·0
	+ 16	—	44·5	28·5
	+ 8	—	51·0	25·0
	+ 0	—	52·0	21·0

In der letztern Reihe wurden die beiden Flaschenpaare (A) und (B) in die Hauptbatterie und dem entsprechend Flasche 4 und 1 in die Nebenbatterie genommen; die Überschriften in den Columnen habe ich jedoch der Kürze wegen so gelassen, als wenn nur je eine Flasche da gewesen wäre. — Die beiden letzten Columnen in Reihe 9 zeigen zunächst, dass die Schlagweite der Nebenbatterie unverändert

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

blieb, man mochte ihre äussere oder innere Belegung ableitend verbinden; da dies bei allen ähnlichen Reihen der Fall war, so habe ich später nur eine Columne ausgefüllt. Die Zahlen in den zwei ersten Columnen beider Reihen geben folgendes Resultat: 1. Sind beide Schliessungsdräthe, der Haupt- und Nebendrath, gleich lang, so ist am Funkenmesser kein Funke über 41·0, d. h. über die Schlagweite der Hauptbatterie zu erlangen; 2. wenn man den Nebendrath länger als den Hauptdrath macht, so springen während der Entladung nur auf die Innenseite der Nebenbatterie längere Funken als 41·0 über; 3. wenn man den Nebendrath kürzer macht, so gehen längere Funken nur auf die Aussenseite über. Für gleich lange (oder äquivalent gleich lange) Schliessungsdräthe ergänzt sich bei grösserer Schlagweite der Nebenbatterie der erste Satz dahin, dass über die Schlagweite gehende Funken auch nach beiden Belegungen springen können. So in der folgenden Reihe, worin die Hauptbatterie aus $(A) + (B)$, die Nebenbatterie nur aus (4) bestand, und demnach zur Gleichheit der Schliessungsdräthe oder zum Maximum der Nebenbatterieladung ein doppelt so langer Nebendrath verlangt wurde.

Reihe 11. $(A) + (B)$. Hptdr. 2½′ Ausl. 1½′ 24′ 2½′ = 31½.
(4). Nbdr. 3′ 24′ 3 = 30′.

	$(A+B)\,i - 4i$ / a_0	$(A+B)\,i - 4a$ / i_0	$4i - 4a$ / a_0
Hptdr. + 0′. Nbdr. + 73′	54·0	—	21·5
+ 48	58·0	—	35·0
+ 40	56·0	—	41·0
+ 32	49·0	45·0	44·5
+ 24	—	53·5	44·0
+ 16	—	57·0	43·0
+ 8	—	60·0	39·0
+ 0	—	60·0	32·5
Hptdr. + 24′. Nbdr. + 0	—	54·0	15·0

Damit über die Giltigkeit der Zahlen kein Bedenken obwalte, bemerke ich noch, dass die Länge des Drathes V durchaus gleichgiltig ist; ich hatte V um 16′ verlängert und zwar so, dass diese für sich isolirt angereiht waren, erhielt aber genau dieselben Schlagweiten.

Nach meinen Beobachtungen über den Nebenstrom geht derselbe in dem gespannten Drathe entgegengesetzt zum Hauptstrome,

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

und somit wird sich hier die Innenseite der Nebenbatterie positiv laden. Ich will dies zunächst als richtig annehmen, um zu einem bestimmten Ausdruck zu gelangen, denn der Beweis kann erst später gegeben werden; wäre es nicht so, so drehen sich nur die Fälle mit zu kurzem und zu langem Nebendrath gegenseitig um. Die Nebenbatterie erlange also im Innern positive, somit bei i_0 auf der äussern Belegung eine ihrer Schlagweite gleich intensive negative Ladung, so ist zunächst bei einem gegen den Hauptdrath zu kurzen Nebendrath ersichtlich, dass die volle Ladung nicht gleich im ersten Momente da ist, sondern erst dann, wenn die erste Partialströmung schon eine kurze Zeit gedauert hat. Dem Anscheine nach ist dies gegen meine frühern Behauptungen; allein da ich bisher die Entladung der Hauptbatterie als eine ununterbrochene angenommen hatte, so konnte der aus den Beobachtungen gezogene Satz, dass die ganze Schlagweite sogleich im Anfange da ist, nur die Bedeutung haben, dass die Nebenbatterie schon zu der Zeit, wo die Ladung der Hauptbatterie noch voll ist, ihre ganze Stärke erlangt. Dies ist aber auch der Fall, wenn diese ganze Stärke während der ersten Partialentladung eintritt, indem deren ganzer Verlauf so zu sagen noch während der vollen Ladung der Hauptbatterie stattfindet. Nehmen wir Reihe 10, wo der Hauptdrath um 24′ verlängert ist, so ist in dem Momente, wo die Nebenbatterie ihre volle Ladung hat, bei einem gegen die Gleichheit ungefähr um 8′ zu kurzen Nebendrath die freie Elektricität der Hauptbatterie während ihrer Partialschwingung auf 16·0, d. i. 44·5—28·5, bei einem um 16′ zu kurzen auf 26·0, bei dem um 24′ zu kurzen auf 31·0 gesunken (nach Reihe 9 auf 34·0); nehmen wir Reihe 11, so ist bei unverändertem Hauptdrath die Intensität der Hauptbatterie für einen um 8′ zu kurzen Nebendrath auf 9·5 und für einen um 16′, 24′, 35′ zu kurzen auf 14·0, 21·0, 24·5 gesunken. Können zwar die Fälle mit ungleich langen Hauptdräthen nicht mit einander verglichen werden, so folgt doch aus beiden Reihen dasselbe Resultat, dass während der ersten Partialentladung der Hauptbatterie und offenbar ebenso während der folgenden nur in abnehmendem Grade die Nebenbatterie zu dem Maximum ihrer Ladung desto früher gelangt, je kürzer der Nebendrath im Verhältniss zum Hauptdrath ist. Sind darauf beide Schliessungsdräthe gleich lang, so tritt das Maximum der Nebenbatterieladung erst ein, wenn die Partialentladung der Hauptbatterie gerade ihre Mitte erreicht hat,

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

also wenn die innere Belegung der Hauptbatterie auf Null gekommen ist. Hier findet für gewöhnlich kein Funkenüberschlag Statt, welcher länger als 41·0 wäre; nur in dem Falle, dass die Nebenbatterie eine sehr starke Ladung erlangt, die offenbar einen Moment andauert, ehe die Ladung in Entladung übergeht, kann die wenn auch schwache positive Elektricität in der Hauptbatterie kurz vor Null noch auf die sehr starke negative Ladung der äussern Fläche oder umgekehrt diese auf jene in einem längern Funken als 41·0 überspringen. Ist endlich der Nebendrath länger als der Hauptdrath, so gehen die Funken auf die innere Belegung der Nebenbatterie. Sicher wird man die Erklärung zurückweisen, dass jetzt die innere Belegung negativ geladen werde, denn dann würde beim Übergang von zu kurzem auf zu langem also bei gleichem Nebendrath ein Übergang von positiver in negative Ladung, d. h. eine Null-Ladung eintreten, was den Beobachtungen über die Schlagweite völlig widerspricht. Der consequente Gang kann nur der sein, dass bei zu langem Nebendrathe das Maximum der Nebenbatterieladung erst nach der Vollendung der halben Partialentladung eintritt, also zu einem Momente, wo die innere Belegung der Hauptbatterie schon in den negativen Zustand übergegangen ist. So gibt dann bei dem unveränderten Hauptdrathe die Reihe 10 z. B. die Grösse der negativen Elektricität bei einem um 8′ zu langen Nebendrath zu 15·0, bei 16′ zu lang zu 21·5, bei 24′ zu lang zu 27·0 an, also wieder in der Weise, dass die volle Nebenbatterieladung desto später eintritt, je mehr der Nebendrath den Hauptdrath an Länge übertrifft. Die ähnlichen Überschläge bei der Gleichheit der Dräthe erklären sich daraus, dass die etwas andauernde starke Ladung der Nebenbatterie auch noch ein wenig über die Mitte der Partialentladung der Hauptbatterie übergreift.

Trägt man nach den oben mitgetheilten Beobachtungen an der Hauptbatterie kein Bedenken, jede Partialschwingung auf einen negativen Zustand der innern Belegung übergehen zu lassen, so dürfte die vorstehende Erklärung über die Ladung der Nebenbatterie allen Ansprüchen genügen. Wir finden, dass diese Ladung während jeder Partialströmung der Hauptbatterie wächst und wieder abnimmt, denn sonst müssten noch grössere Schlagweiten hervortreten; wir haben also von der einen Seite eintretende und austretende Partialladungen, wir haben aber auch von der andern Seite gleich vom Anfang der Entladung der Hauptbatterie an die volle und durchweg

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

gleichartig bleibende Strömung der Nebenbatterie. Etwas anders ist es dagegen mit der Beantwortung der Frage, warum die Nebenbatterie bald früher, bald später im Verlauf jeder Partialentladung der Hauptbatterie ihre volle Ladung erhält; da kann es freilich nicht genügen, dass der Hauptstrom allein in Anschlag kommt, sondern da müssen die Gliederungen auf den Dräthen zugleich in Betracht kommen. Allein ich wollte jetzt nur den elektrischen Zustand der Nebenbatterie untersuchen, ich schliesse also alle Erörterungen über die Vorgänge auf den Schliessungsdräthen aus, zumal auch desshalb, weil mir hierzu das erforderliche Material an Beobachtungen noch fehlt. — Da später bisweilen sehr lange Nebendräthe vorkommen werden, so gebe ich der Vergleichung wegen folgende Reihe, in der sich die Hauptbatterie bei 40·0 entlud.

Reihe 12. (*A*). Hptdr. 2½′ Ausl. 1½′ 24′ 2½′ = 31½′.
(4). Nbdr. 3′ 24′ 5′ = 32′.

Zusatz zum Nbdr.	$Ai - 4i$ a_0	$Ai - 4a$ i_0	$4i - 4a$ a_0	Zusatz zum Nbdr.	$Ai - 4i$ a_0	$Ai - 4a$ i_0	$4i - 4a$ a_0
0′	—	42·5	34·0	56′	46·0	—	10·0
8	41·5	—	33·0	90	43·0	—	6·0
16	47·5	—	28·0	125	41·0	—	=
24	49·5	—	24·0	160	—	—	=
40	48·0	—	15·5	200	—	—	=

Nach diesen Beobachtungen wandte ich mich zu der Untersuchung, wie zwei Nebenbatterieströme auf einander Funken geben. Als Apparat dienten die Sitzungsber. Bd. XXII, p. 342 beschriebenen in einem gläsernen Gestell liegenden drei Doppelspiralen. Die Hauptbatterie bestand aus (*A*) + (*B*); ihr Schliessungsdrath war 3′ Ausl. 1′, die innere mittlere Spirale, 5′; die Schlagweite des Ausladers betrug nur 37·0. Der in der äussern mittlern Spirale erregte Nebenstrom theilte sich gleichmässig in die beiden andern äussern Spiralen, und diese gaben durch die innern Spiralen die beiden Nebenbatterieströme. Nebenbatterie (1) + (4) oder kürzer bezeichnet 1, war mit der untern innern Spirale, Nebenbatterie (2) + (3) oder kürzer 2 war mit der obern innern Spirale verbunden; die vollständigen Nebendräthe will ich in der Tabelle so aufführen, dass zuerst die Dräthe stehen, welche von den Innenseiten zu den Spiralen *S* führten, hinten die anderen, welche zu den äussern Belegungen gingen.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Auch hier war jedesmal je eine der Belegungen ableitend verbunden, so dass ich, wo es an sich klar ist, welche Belegungen auf Null gebracht waren, dies nicht besonders bemerken werde. In den Funkenüberschlägen fanden ebenso wie vorhin vollständigere Entladungen Statt, wesshalb die Funken hell und deutlich waren.

Reihe 13.

Hptdr.	Nbdr. 1	Nbdr. 2	$1i - 1a$		$2i - 2a$		$1i$ $-2i$	$1i$ $-2a$	$1a$ $-2i$
			a_0	i_0	a_0	i_0			
1. Hptdr. + 0′	$3\frac{1}{2}$′ S 4′	$3\frac{1}{2}$′ S 4′	18·0	19·0	17·0	18·0	=	37·0	38·5
2. „ +18	$2\frac{1}{2}$ S 26	$3\frac{1}{2}$ S 25	14·0	16·0	15·5	17·0	=	33·5	33·0
3. „ +18	$26\frac{1}{2}$ S 2	$3\frac{1}{2}$ S 25	15·0	17·5	15·0	17·0	=	33·5	32·0
4. „ +18	$3\frac{1}{2}$ S 4	$3\frac{1}{2}$ S 4	12·0	12·0	12·5	13·0	=	27·5	27·0
5. „ + 0	$2\frac{1}{2}$ S 26	$3\frac{1}{2}$ S 25	9·5	11·0	9·0	11·0	=	23·5	23·0
6. „ + 0	$26\frac{1}{2}$ S 2	$3\frac{1}{2}$ S 25	10·0	11·0	9·0	11·0	=	25·0	22·5
7. „ +18	$50\frac{1}{2}$ S 2	$3\frac{1}{2}$ S 49	8·5	10·0	7·0	9·0	=	20·0	17·0
8. „ +18	$3\frac{1}{2}$ S 4	$3\frac{1}{2}$ S 49	9·0	10·5	11·0	14·0	16·5	13·0	13·0
9. „ +18	$3\frac{1}{2}$ S 4	$3\frac{1}{2}$ S 25	8·5	10·0	21·0	22·0	17·0	30·5	29·0
10. „ + 0	$3\frac{1}{2}$ S 4	$3\frac{1}{2}$ S 25	18·0	19·0	16·0	16·5	34·5	20·5	21·0

Diese Art von Beobachtungen bietet den schon oben erwähnten Ausnahmefall dar, dass die Schlagweite der Nebenbatterie sich etwas ändert, je nachdem die Innen- oder Aussenseite ableitend verbunden ist. Die Störungen kommen sicher daher, dass der erregende Strom sich theilt, und beide Theile nicht unabhängig von einander wirken. Die Störungen sind indess nicht der Art, dass sie eine Benutzung der beobachteten Zahlen ausschliessen, nur darf man keine zu genauen Werthe verlangen. In den drei ersten Zeilen sind die Nebendräthe nahe so lang als der Hauptdrath, doch ist einmal die Länge des letztern verschieden, und dann ist die Vertheilung des Nebendrathes auf die vordere und hintere Seite in 2 und 3 ungleich. Alle drei Zeilen geben dennoch dasselbe Resultat. Sind die Kugeln des Funkenmessers mit den inneren Belegungen verbunden, so erhält man keinen Funken (keinen über 0·1 Linie Schlagweite); verbindet man dagegen eine innere Belegung mit einer äusseren, so ist die Schlagweite gleich der Summe der beiden einzelnen Ladungen. Diese Thatsachen sind an sich klar. Beide innere Belegungen haben, wenn man die äusseren ableitend berührt, zu gleicher Zeit gleich starke positive Ladungen; wird dagegen die innere Belegung der einen Batterie und die äussere der andern ableitend verbunden, während

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

der Funkenmesser die anderen Belegungen einander nahe bringt, so vereinigt er die positive Ladung der einen mit der negativen der andern Belegung, und die Schlagweite muss die Summe beider Ladungen angeben. In Zeile 4 sind beide Nebendräthe gegen die Länge des Hauptdrathes nahe um gleich viel zu kurz, in Zeile 5, 6, 7 mit veränderter Anordnung nahe um gleich viel zu lang; die Erscheinungen sind wie in den drei ersten Zeilen und erklären sich auch auf dieselbe Weise. In Zeile 8 ist der Nebendrath von 1 gegen den Hauptdrath zu kurz, dagegen ist der Nebendrath 2 zu lang; bei den Verbindungen zwischen den Innenseiten und zwischen einer Innen- und Aussenseite kommen nur wenig von einander verschiedene Schlagweiten vor. In Zeile 9 hat der Nebendrath von 1 eine zu kurze, der von 2 eine dem Hauptdrath ziemlich gleiche Länge; die Verbindung von Innen- und Aussenseite gibt fast die Summe beider Ladungen, die Verbindung der beiden Innenseiten eine kleinere Zahl als die grössere Ladung allein. In Zeile 10 endlich ist der Nebendrath von 1 dem Hauptdrathe gleich, der Nebendrath von 2 dagegen ist zu lang; beide Innenseiten an einander gebracht geben einen Funken von fast der Summe beider Ladungen, Innen- mit Aussenseite verbunden eine Zahl, die etwas grösser ist als die stärkere Ladung in einer der beiden Nebenbatterien. Diese drei letzten Zeilen lassen uns den Gang der Ladung und Entladung oder den Gang der Molecularbewegung in der Nebenbatterie während jeder Partialentladung der Hauptbatterie erkennen. Ist der Nebendrath zu kurz, so entsteht schnell ansteigend die positive Ladung und geht während der übrigen Zeit der Partialentladung der Hauptbatterie langsam zurück; die Innenseite der Nebenbatterie gelangt dabei selbst bis zu einem schwach negativen Zustand, der sich während der Pause wieder ausgleicht. Bei einem dem Hauptdrathe gleich langen Nebendrath wächst die Ladung anfänglich langsam, dann schnell, und erlangt ihr Maximum zur Zeit der Mitte der Partialentladung; hierauf fällt sie schnell ab und führt die Innenseite der Nebenbatterie in einen negativen Zustand von nahe gleicher Intensität mit der vorigen positiven Ladung zurück; dieser negative Zustand wird dann langsam auf Null zurückkehren. Gibt man endlich der Nebenbatterie einen zu langen Schliessungsdrath, so steigt die positive Ladung anfänglich kaum merkbar an, ja durch die Einwirkung der andern Batterie möchte die Ladung selbst erst wieder schwach negativ werden können

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

(doch darüber später), dann tritt die volle positive Ladung gegen Ende der Partialentladung der Hauptbatterie hervor, und führt die Innenseite auch schnell in den negativen Zustand über, der sich nach und nach verliert. Wenden wir dies auf die beobachteten Zahlen an, so ist in Zeile 8 1 schnell positiv geladen, diese Ladung fällt langsam ab, und wird am Ende etwas negativ; 2 ladet sich langsam und die Ladung fällt dann schnell ins Negative herab. Bei der Verbindung der Innenseiten schlägt also die positive Ladung in 2 = 14·0 auf den schwach negativen Zustand (etwa — 2) der innern Belegung von 1 über; bei der Verbindung von Innen- und Aussenseite schlägt für $1i_0$ die positive Ladung in 2 = + 14·0 auf + 2 in 1 oder für $2i_0$ die äussere negative Ladung dieser Batterie = — 14·0 auf — 2 in 1. In Zeile 9 wird 1 eher als 2 geladen; bei der Verbindung beider Innenseiten schlägt + 22·0 in 2 auf etwa + 5 in 1 über; bei der andern Verbindung je nach $1i_0$ oder $2i_0$ entweder + 22·0 auf — 5 oder — 22·0 auf + 5. In Zeile 10 wird 1 eher geladen und die Innenseite tritt schnell in den negativen Zustand über; 2 dagegen ladet sich später und anfänglich langsam; somit schlägt, wenn beide innern Seiten verbunden werden, + 16·0 auf — 19·0 über; werden dagegen Innen- und Aussenseite zusammengebracht, so schlägt entweder + 19·0 auf — 2·0 in 2 oder — 19·0 auf + 2·0. Es bieten also diese Beobachtungen keine Schwierigkeit dar, und geben über den Verlauf der Ladung in der Nebenbatterie nähern Aufschluss[1]) — Was die Wärmeentwicklung betrifft, so habe ich früher Sitzungsber. Bd. XVIII, p. 143 und Bd. XXII, p. 331, die Wärme bei der gemeinsamen

---

[1]) Aus den hier übergangenen Reihen, in denen die Nebenbatterien auf beiden Seiten isolirt waren, die Verlängerungen und Versetzungen in den Nebendräthen aber gerade wie in Reihe 13 durch 24′ bewirkt wurden, lässt sich über die Ladung einer Nebenbatterie, wenn man das Maximum auf 12 reducirt, ungefähr folgendes Schema entnehmen:

	Ladung der Nebenbatterie	
	Innens.	Aussens.
1. Nebendrath gleich Hauptdrath:		
a) Nebendrath vorn länger	+ 12	0
b) „ auf beiden Seiten gleich .	+ 9	— 3
c) „ hinten länger	+ 5	— 7
2. Nebendrath kürzer als Hauptdrath:		
Nebendrath auf beiden Seiten gleich . .	+ 13	+ 1
3. Nebendrath länger als Hauptdrath:		
a) Nebendrath vorn länger	+ 5	— 7
b) „ auf beiden Seiten gleich .	+ 1	—11
c) „ hinten länger	— 2	—14

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Wirkung des Haupt- und Nebenbatteriestromes und zweier Nebenbatterieströme beobachtet. Der Strom einer Nebenbatterie, deren Schliessungsdrath gleich dem Hauptdrathe ist, hat auf den Hauptstrom keinen, wenigstens keinen entschieden hervortretenden Einfluss. Die Nebenbatterie ladet und entladet sich hier in den einzelnen Partialentladungen gleichmässig; demnach müssen solche gleichmässig schnellen Vor- und Rückschwingungen den Hauptstrom, der, während er Wärme erzeugt, immer nach derselben Richtung zu schwingt, in seiner Wärmewirkung nicht afficiren. Ein Nebenstrom, dessen Drath gegen den Hauptdrath zu kurz ist, gibt nach den Beobachtungen einen Strom, der seiner Wärmewirkung nach den Charakter eines von der innern Belegung ausgehenden oder eines positiven Stromes annimmt, er verstärkt einen gleich gerichteten Hauptstrom und schwächt den entgegengesetzt laufenden. Für diesen Fall haben wir aber vorher gefunden, dass jede partiale Ladung der Nebenbatterie in kürzerer Zeit erfolgt als die Entladung; somit waltet die letztere in ihrer Wirkung vor und erzeugt, falls die Ladung, wie wir bisher vorausgesetzt haben, eine positive ist, den beobachteten Charakter. Eine Nebenbatterie endlich, deren Schliessungsdrath zu lang ist, gibt umgekehrt einen Strom, der den Charakter eines negativen annimmt, er schwächt gleichgerichtet den Hauptstrom und verstärkt ihn, wenn er conträr läuft; vorher fanden wir, dass eine solche Batterie sich langsam ladet und schneller entladet, somit müssen hier die partialen Ladungsströme, die also ebenfalls Wärme entwickeln, den Ausschlag geben. Die gemeinsame Wirkung zweier Nebenbatterieströme bietet nach diesen Annahmen, die freilich die Entwicklung einer vollständigen Theorie von dem Ineinandergreifen der elektrischen Schwingungen noch erfordern, keine weitere Schwierigkeit in der Erklärung.

Da in dem Folgenden oft längere Dräthe und gegen einander unter sehr ungleichen Verhältnissen in den Nebenbatterien vorkommen, so hatte es Interesse diese Art von Versuchen noch zu erweitern. So entstanden die folgenden Reihen, in denen als Hauptbatterie nur das Flaschenpaar (A) diente. In der ersten Reihe war der Schliessungsdrath $2\frac{1}{2}'$, Ausl. (Schlagweite 40·5) 1′, mittlere innere Spirale 3′, in der andern war er um 20′ verlängert. Zu Nebenbatterien, die wiederum einzeln isolirt standen, wandte ich Flasche 4 oder (4) und Flasche 1 oder (1) an; die constanten Nebendräthe, ungefähr von

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

derselben Länge wie der Hauptdrath, waren für (4) : 2′, untere innere Spirale 2½′ und für (1) : 3½′, obere innere Spirale 1½′. In der ersten Reihe verlängerte ich beide Dräthe, so dass zwei Ströme beide mit zu langem Drathe in Untersuchung kamen; in der andern liess ich Ströme mit gleichem oder zu kurzem Drathe und Ströme mit eben solchen oder mit zu langem Drathe in Wechselwirkung treten. Je eine Belegung beider Nebenbatterien war stets ableitend verbunden.

Reihe 14. Hptdr. 2½′ Ausl. 1′ S. 3′.

Nbdr. 4.	Nbdr. 1	$4i - 4a$		$1i - 1a$		$4i - 1i$	$4i - 1a$
		a_0	i_0	a_0	i_0		
+ 0′	+ 0′	23·5	22·5	20·5	22·0	=	34·0
	+ 8	20·0	22·0	27·0	27·0	22·0	42·0
	+ 24	22·0	22·0	22·0	21·0	39·0	29·0
	+ 40	24·0	24·0	12·5	14·0	37·0	22·0
	+ 90	27·0	27·5	=	=	31·0	21·0
+ 16	+ 16	18·0	18·5	15·0	16·0	=	40·0
	+ 24	18·5	19·0	15·0	16·0	12·0	36·0
	+ 40	19·0	20·0	11·5	12·5	28·0	28·0
	+ 90	24·5	24·5	=	=	29·0	22·5
+ 24	+ 90	16·0	17·0	=	=	21·0	16·0

In dieser Reihe sind die Differenzen zwischen den Zahlen der ersten und zweiten Columne, ebenso der dritten und vierten Columne nicht bedeutend, und können füglich als zufällige angesehen werden. Die Zahlen unter $4i—1i$ entstehen durch Überschläge von (1) auf die sinkende Ladung in (4); die Zahlen unter $4i—1a$ durch Überschlag von (4) auf die wachsende negative Ladung der äussern Belegung von (1), da $1i$ ableitend verbunden ist. Nur die Zahlen mit Nbdr. 1 + 90′ machen Bedenken. Sind die innern Seiten beider Flaschen in Wechselwirkung, dann dürfte die bisherige Erklärung genügen, eben so auch noch für die Zahlen 22·5 und 16·0 unter $4i—1a$, da die Ladung in (1) sich so langsam bilden könnte, dass sie noch Null ist, wenn (4) bereits sein Maximum erreicht hat; die kleine Differenz 22·5 gegen 24·5 könnte Störungen zugeschrieben werden; allein bei Nbdr. 4 + 0 ist 21·0 gegen 27·0 doch zu klein. Ich bin nicht ganz sicher, ob hier nicht eine andere Erklärung zu wählen sei, die dann auch auf die andern ähnlichen Fälle zu übertragen wäre. Später werden wir nämlich finden, dass bei zweien mit einander in Zusammenhang stehenden Nebenbatterie-

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

strömen derjenige, dessen Ladung sich schnell steigert, in dem andern schwächeren die Ladung herabzieht und selbst bis ins Negative überführt, so dass diese Batterie eine kleine zwischen eintretende Schwingung vollendet. Da nun hier durch die Theilung des Stromes in die zwei äussern Spiralen auch ein Zusammenhang beider Nebenbatterieströme stattfindet, so dürfte vielleicht, während 4 *i* sich schnell positiv ladet, 1*i* schwanken und negativ werden; dann könnte für den Fall 4*i*—1*i* (4) auf die etwas negative Fläche in (1) schlagen und für den Fall 4*i*—1*a* ginge dem entsprechend der Funke von (4) auf die etwas positive äussere Belegung von (1) über. Ich werde nachher noch einmal hierauf zurück kommen.

Reihe 15. Hptdr. 2½′ Ausl. 1′ S. 23′.

Nbdr. 4.	Nbdr. 1	4*i* — 4*a*		1*i* — 1*a*		4*i* — 1*i*	4*i*—1*a*
		a_0	i_0	a_0	i_0		
+ 24′	+ 0′	26·5	26·5	7·0	9·0	20·0	32·5
	+ 8	25·5	27·0	8·0	12·5	17·0	36·5
	+ 16	27·0	27·5	10·0	15·5	15·0	34·0
	+ 24	25·5	25·5	15·0	18·0	7·0	39·5
+ 16	+ 0	20·0	23·0	8·0	12·0	10·0	31·5
	+ 8	22·5	25·0	9·5	13·5	8·0	30·5
	+ 16	20·5	22·5	17·0	18·0	=	38·5
	+ 24	17·0	19·0	21·0	22·5	8·0	40·0
	+ 40	13·0	19·0	22·5	28·0	26·5	30·0
	+ 90	16·5	21·5	=	8·0	23·0	11·5
+ 8	+ 0	17·5	20·0	8·0	10·5	6·0	26·0
	+ 8	17·0	19·0	13·5	15·0	=	32·5
	+ 16	13·0	17·0	20·0	21·5	8·0	35·5
	+ 40	11·0	15·5	22·5	27·5	23·0	34·0
	+ 90	12·0	17·0	=	9·0	18·0	9·0
+ 0	+ 40	6·5	11·0	22·0	28·0	21·5	32·0
	+ 90	6·0	10·5	=	9·0	12·0	7·5

In dieser Reihe ist es sehr auffallend, wie weit bisweilen die Zahlen der ersten und zweiten Columne, ebenso der dritten und vierten aus einander gehen; vornehmlich ist dies der Fall, wenn die eine Batterie einen gegen den Hauptdrath zu kurzen Schliessungsdrath hat. Noch lässt sich bemerken, dass die Ströme, wo der Nebendrath zu kurz ist, von denen, wo der Nebendrath zu lang ist, unterdrückt werden, während die letztern sich steigern; am deutlichsten ist es bei Nebendrath 4 + 8′ und Nebendrath 1 + 40′. Unter so störenden Einwirkungen ist es schwierig,

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

einige Zahlen der beiden letzten Columnen richtig zu deuten. Für die Columne $4i$—$1i$ schlägt bei Nebendr. 4 + 24′, der ungefähr eben so lang als der Hauptdrath ist, (4) auf die langsam sinkende Ladung in (1); bei Nbdr. 4 + 16′, der um 8′ etwa gegen den Hauptdrath zu kurz ist, schlägt bis Nbdr. 1 + 16′ ebenfalls (4) auf die fallende Ladung in (1), dann (1) auf die sinkende Ladung in (4); bei Nbdr. 4 + 8′, der um 16′ kürzer als der Hauptdrath ist, haben wir dieselben Verhältnisse, nur dass der Wechsel bei Nbdr. 1 + 8′ eintritt; bei Nbdr. 4 + 0 endlich schlägt (1) auf (4). Allein die drei Zahlen bei Nbdr. 1 + 90′ machen abermals Bedenken; die letzte 12·0 möchte durchgehen, aber 23·0 und 18·0 würden die Annahme bedingen, dass die innere Belegung von (4) stark negativ geworden sei, und zwar viel stärker, als man es sonst bei der langsam abfallenden Ladung einer mit zu kurzem Nebendrath versehenen Batterie bemerkt. Auch hier möchte ich glauben, dass die schnell aufsteigende Ladung in (4) durch ihren Strom die Ladung in (1) zum Rückgang bringt, so dass, wenn (4) sein Maximum erreicht, die innere Belegung von (1) in den negativen Zustand übergegangen ist. Auf andere Weise möchten sich auch die Zahlen 11·5 und 9·0 in der letzten Columne kaum herleiten lassen. Die übrigen Zahlen in dieser Columne (also Nbdr. 1 + 90′ ausgeschlossen) erklären sich dadurch, dass bei Nbdr. 4 + 24′, bei Nbdr. 4 + 16′ bis Nbdr. 1 + 16′, bei Nbdr. 4 + 8′ bis Nbdr. 1 + 8′ die Ladung in (4) auf (1) überspringt, und in den andern Zeilen dadurch, dass die negative Ladung auf $1a$ auf (4) übergeht.

Um für den Fall des um 90′ verlängerten Nebendrathes Klarheit zu gewinnen, und überhaupt auch um ganz sicher zu werden, dass die vorhandenen Störungen nicht etwa von einer zufällig fehlerhaften Aufstellung der Nebenbatterien abhingen, repetirte ich später die Reihen noch einmal und namentlich gerade diejenigen Verbindungen, wo die bedenklichen Zahlen am schärfsten sich ausprägen, also wenn der Drath von (4) etwas länger und etwas kürzer als der Hauptdrath ist. Die Flaschen 4 und 1 wurden hierzu mit der grössten Sorgfalt jede für sich isolirt aufgestellt und die Dräthe, welche die innern und die äussern Belegungen mit dem Funkenmesser verbinden, aufs zweckmässigste geleitet. Dies gab, als die Schlagweite des Ausladers etwas über 40·0 war.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Reihe 16. Hptdr. $2\frac{1}{2}'$ Ausl. $1'$ S. $3'$.
Nbdr. 4:11′ S. $1\frac{1}{2}'$. Nbdr. i:$3\frac{1}{2}'$ S. $1\frac{1}{2}'$.

Zusatz in Nbdr. 1	$4i - 4a$		$1i - 1a$		$4i - 1i$	$4i - 1a$
	a_0	i_0	a_0	i_0		
8′	22·5	22·5	19·5	21·5	=	45·0
24	21·5	23·0	19·5	20·5	37·0	36·0
40	25·0	26·0	13·0	15·0	39·0	27·5
90	30·5	30·0	=	=	33·0	28·0
125	31·0	31·0	=	=	32·0	29·0

Reihe 17. Hptdr. $10\frac{1}{2}'$ Ausl. $1'$ S. $3'$.
Nbdr. 4:3′ S. $1\frac{1}{2}'$. Nbdr. 1:$3\frac{1}{2}'$ S. $1\frac{1}{2}'$.

Zusatz in Nbdr. 1	$4i - 4a$		$1i - 1a$		$4i - 1i$	$4i - 1a$
	a_0	i_0	a_0	i_0		
0′	20·0	20·5	16·0	18·5	=	39·0
8	14·0	16·0	27·0	28·0	14·0	41·0
24	13·0	16·0	26·0	29·5	27·5	35·5
40	15·0	17·0	16·0*	22·5	26·5	24·0
90	17·0	20·5	=	7·5	22·0	13·0
125	17·0	21·0	=	=	21·0	12·0

Wir finden also wieder dieselben Störungen. Bei der mit * versehenen Zahl 16·0 machte ich, da bisher die andere Batterie auf beiden Seiten isolirt geblieben war, zugleich $4a$ und dann $4i$ gleich Null, ohne jedoch dadurch eine Änderung herbeizuführen. Während die beiden letzten Beobachtungen in Reihe 16 sich wohl noch eben so wie die drei ersten deuten liessen, sind die Zahlen 13·0 und 12·0 in der letzten Columne von Reihe 17 wieder recht bedenklich und scheinen sich nur zu erklären, wenn die Ladung im Innern von (1) ins Negative zurückspringt, während (4) im Innern seine volle Ladung erhält; als wahre Schlagweite von (4) würde dann 17·0 gelten.

Ich gehe jetzt zu dem neuen Fall über, wo die Hauptbatterie (A) einfach, die Nebenbatterie dagegen aus (4) und (1) bestehend eine getheilte ist. Die Induction erfolgte mittelst der im Rahmen ausgespannten 24′ und der Hauptdrath blieb constant = $2\frac{1}{2}'$ Ausl. $1\frac{1}{2}'$, die gespannten 24′, $3\frac{1}{2}'$ = $32\frac{1}{2}'$; in der Nebenbatterie wurde der Zweig von (1) nach und nach verlängert, (4) dagegen hatte zuerst keinen, darauf einen Zweig von wechselnder Länge. Nach einigen nicht hinreichend genügenden Reihen fand ich, um

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

über die Ladung der Nebenbatterie während des Stromes soweit als nur möglich Auskunft zu erhalten, folgende Aufstellung der Nebenbatterie als die zweckmässigste. Die Flaschen 4 und 1 standen beide auf derselben isolirten Metallfläche, so dass ihre äussern Belegungen mit einander unmittelbar in leitender Verbindung waren. Von dieser Metallfläche ging 1′ Kpfdth. zu den gespannten 24′ und, wenn (4) keinen Zweig bekam, so führten von ihrer innern Belegung 2′, dann 20′, dann 36′ zu dem andern Ende der 24′, wodurch der Stamm = 28′ = 46′ = 62′ ward. Von der innern Belegung in (4) und ebenso von der Innenseite in (1) gingen Dräthe von je $3\frac{1}{2}'$ nach isolirten Quecksilbernäpfen, die als Zweig 1 durch nach und nach längern Drath verbunden wurden. Hatte (4) einen Zweig, so ging von dem Ende desselben statt von der innern Belegung aus ein Drath von $3\frac{1}{2}'$ Länge nach dem einen Quecksilbernapf. Diese Aufstellung machte es möglich, sowohl $4i$ und $1i$, als $4a$ oder $1a$ [1]) auf Null durch Ableitung zur äussern Belegung der Hauptbatterie zu bringen. Ich will sämmtliche Versuche, die ich mit der getheilten Nebenbatterie angestellt habe und bei denen (A) eine Ladung = 40·0 erhielt, auf einmal mittheilen.

Reihe 18. Hptdr. = $32\frac{1}{2}'$. Nbdr. Stamm = 28′. (4) ohne Zweig.

Zusatz in Zw. 1	$4i-4a$		$1i-1a$		$4i-1i$	$Ai-4i$		$Ai-1i$		$Ai-a$[1])	
	a_0	i_0	a_0	i_0	a_0	a_0	i_0	a_0	i_0	$4i_0$	$1i_0$
(1) offen	32·5	32·5				—				46·5	—
0′	18·5	18·0	22·5	22·5	=	—	—	41·0	—	—	—
8	16·0	15·5	23·0	23·5	6·0	—	—	43·0	—	—	—
16	11·0	11·0	23·5	24·0	11·0	—	—	47·5	42·5	—	—
24	10·0	10·0	22·0	22·5	18·0	—	—	47·0	44·0	—	—
40	12·5	12·5	21·5	21·0	30·0	—	—	50·0	59·5	41·5	—
56	16·0	16·0	18·0	18·0	34·0	—	—	46·0	64·5	43·0	—
90	21·0	21·5	13·5	13·5	39·5[2])	—	—	40·5	66·5	46·0	—
125	25·0	25·0	10·0	10·0	40·5	—	—	—	64·0	47·5	—
160	26·0	27·0	=	=	38·0	—	—	—	60·5	48·5	—

[1]) Da $4a$ und $1a$ mit einander metallisch verbunden sind, also sich in demselben elektrischen Zustand befinden, so werde ich beide mit demselben Zeichen a bezeichnen.

[2])

Zusatz in Zw. 1	$4i-1i$	
	$4i_0$	$1i_0$
90′	40·5	40·0
125	40·0	40·0
160	38·5	38·5

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Reihe 19. Hptdr. = 32½′. Nbdr. Stamm = 46′. (4) ohne Zweig.

Zusatz in Zw. 1	$4i-4a$ a_0	$1i-1a$ a_0	$4i-1i$ a_0	$Ai-4i$ a_0	$Ai-4i$ $1i_0$	$Ai-1i$ a_0	$Ai-1i$ $4i_0$	$Ai-a$ $4i_0$	$Ai-a$ $1i_0$
(1) offen	31·0			46·0				—	
8′	8·5	12·0	=	42·0	—	44·0	—	—	—
24	=	14·0	10·5	—	—	47·0	44·5	—	—
40	8·0	16·5	19·5	—	—	49·5	56·0	—	—
56	16·0	16·0	32·0	—	—	46·5	62·5	43·5	—
90	27·5	13·5	41·5 [1]	—	—	—	60·0	44·0	—
125	30·5	11·5	43·5	—	—	—	53·5	—	—
160	32·5	9·0	42·5	—	43·0	—	47·0	—	—
200	32·0	6·0	39·0	—	45·0	—	—	—	—

Reihe 20. Hptdr. = 32½′. Nbdr. Stamm = 62′. (4) ohne Zweig.

Zusatz in Zw. 1	$4i-4a$ a_0	$1i-1a$ a_0	$4i-1i$ a_0	$Ai-4i$ a_0	$Ai-4i$ $1i_0$	$Ai-1i$ a_0	$Ai-1i$ $4i_0$	$Ai-a$ $4i_0$	$Ai-a$ $1i_0$
(1) offen	20·5			50·0				—	
8′	=	6·0	=	—	—	42·5	—	—	—
24	=	10·0	6·0	—	—	44·5	42·0	—	—
40	=	13·5	16·0	—	—	46·5	51·0	—	—
56	15·0	14·0	27·0	—	—	45·5	59·0	43·5	—
90	26·0	16·0	44·5	—	—	—	54·0	—	—
125	28·5	11·0	43·0	—	51·0	—	—	—	—
160	27·5	8·5	38·0	44·0	53·5	—	—	—	—
200	26·0	=	32·5	47·0	52·0	—	—	—	—

Reihe 21. Hptdr. = 32½′. Nbdr. Stamm = 26′. Zweig 4 = 10′.

Zusatz in Zw. 1	$4i-4a$ a_0	$1i-1a$ a^0	$4i-1i$ a^0	$Ai-4i$ a_0	$Ai-4i$ $1i_0$	$Ai-1i$ a_0	$Ai-1i$ $4i_0$	$Ai-a$ $4i_0$	$Ai-a$ $1i_0$
(1) offen	34·0			—				—	
0′	20·0	17·5	=	41·0	—	—	—	—	—
8	16·5	19·5	=	—	—	42·5	—	—	—
16	11·5	23·5	12·5	—	—	48·5	—	—	—
24	10·5	25·0	20·0	—	—	51·0	46·0	—	—
40	16·0	25·0	38·0	—	—	49·0	61·5	40·5	—
56	22·5	21·5	44·5	—	—	43·0	64·0	41·0	—
90	29·0	13·0	45·5	—	—	—	58·0	42·5	—
125	31·5	11·0	43·0	—	—	—	53·0	42·5	—
160	33·0	7·5	41·0	—	—	—	51·0	42·0	—
200	33·5	=	39·0	—	—	—	48·0	41·5	—

[1]

Zusatz in Zw. 1	$4i-1i$ $4i_0$	$4i-1i$ $1i_0$
90′	41·0	41·5
125	43·5	42·5
160	41·5	41·5

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Reihe 22. Hptdr. = 32½′. Nbdr. Stamm = 26′. Zweig 4 = 20′.

Zusatz in Zw. 1	$4i-4a$ a_0	$1i-1a$ a_0	$4i-1i$ a_0	$Ai-4i$		$Ai-1i$		$Ai-a$	
				a_0	$1i_0$	a_0	$4i_0$	$4i_0$	$1i_0$
(1) offen	30·5			46·5				—	
0′	21·0	14·0	10·5	46·5	—	—	—	—	—
8	20·0	11·5	6·5	46·5	—	—	—	—	—
16	14·5	16·0	=	41·0	—	43·0	—	—	—
24	11·5	19·0	11·5	—	—	46·0	—	—	—
40	23·5	23·5	40·5	—	—	44·0	47·5	—	—
56	29·5	17·0	42·5	—	49·0	41·0	41·0	—	—
90	30·0	12·0	42·0	—	48·0	—	—	—	—
125	30·5	8·0	40·5	42·5	50·0	—	—	—	—
160	31·5	=	37·5	43·5	50·5	—	—	—	—
200	31·5	=	35·0	45·0	48·5	—	—	—	—

Reihe 23. Hptdr. = 32½′. Nbdr. Stamm = 26′. Zweig 4 = 36′.

Zusatz in Zw. 1	$4i-4a$ a_0	$1i-1a$ a_0	$4i-1i$ a_0	$Ai-4i$		$Ai-1i$		$Ai-a$	
				a_0	$1i_0$	a_0	$4i_0$	$4i_0$	$1i_0$
(1) offen	20·0			49·0				—	
0′	21·0	11·0	26·0	48·0	55·5	—	—	—	—
8	21·5	14·0	30·0	47·5	55·5	—	—	—	42·0
16	22·5	18·0	32·0	44·0	48·0	—	—	—	—
24	17·0	19·5	27·5	43·0	—	41·0	—	—	—
40	13·5	11·0	6·0	41·0	—	43·0	—	—	—
56	15·5	10·5	18·0	44·0	47·5	41·0	—	—	—
90	15·5	7·5	25·0	45·0	52·5	—	—	—	—
125	18·0	=	25·0	47·5	53·5	—	—	—	—
160	19·0	=	23·5	48·0	52·0	—	—	—	—
200	20·0	=	23·5	48·5	50·0	—	—	—	—

Reihe 24. Hptdr. = 32½′. Nbdr. Stamm = 26′. Zweig 4 = 44′.

Zusatz in Zw. 1	$4i-4a$ a_0	$1i-1a$ a_0	$4i-1i$ a_0	$Ai-4i$		$Ai-1i$		$Ai-a$	
				a_0	$1i_0$	a_0	$4i_0$	$4i_0$	$1i_0$
(1) offen	17·5			48·0				—	
0′	20·0	14·0	32·0	47·5	60·5	—	—	—	—
8	23·0	21·0	36·0	44·0	69·0	—	—	—	44·0
16	20·5	24·5	41·0	44·0	44·5	—	40·5	—	—
24	16·5	23·5	33·5	41·5	—	40·5	48·0	—	—
40	9·5	9·0	=	42·5	—	43·0	—	—	—
56	9·5	8·0	6·0	41·0	—	—	—	—	—
90	12·0	6·5	17·0	45·0	48·5	—	—	—	—
125	13·5	=	18·0	47·0	49·0	—	—	—	—
160	15·0	=	18·0	48·0	50·0	—	—	—	—
200	15·5	=	19·0	48·0	50·0	—	—	—	—

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Über die Zeichen in den vorstehenden Tabellen bemerke ich noch, dass gerade wie früher bei den Überschlägen von *Ai* auf die Nebenbatterie dann, wenn kein Funke bei 40·5 erschien, wohl aber bei 40·0, der Stärke der Batterieladung, ein — eingetragen worden ist, und ebenso ein =, wenn der Funke keine Länge von wenigstens 0·1 Linie erreichte.

Die Zahlen in den beiden ersten Columnen geben zunächst die vollen Ladungen der beiden Nebenbatterietheile (4) und (1) an, somit also auch die davon abhängige Stärke des Stromes, der von ihnen ausgeht. Da es nach Reihe 18 keinen Unterschied macht, ob man die innere oder äussere Belegung ableitend verbindet, so habe ich in den folgenden Reihen nur die Werthe bei a_0 beobachtet. Diese Zahlen bieten zunächst ein Mittel dar, sie mit meinen frühern Thermometerbeobachtungen (Sitzb. Bd. XXVII, p. 207) zu vergleichen, wenn schon dort als Hauptbatterie $(A) + (B)$ und als Nebenbatterietheile $F_1 + F_4$ und $F_2 + F_3$ dienten, der Hauptdrath eine Länge von 35′ hatte, und endlich die Schliessungsdräthe Platindräthe enthielten, die jedenfalls einen geringen Einfluss ausüben. Eine solche Vergleichung wenn auch nur von sich annähernd entsprechenden Reihen wird sicher erspriesslich sein, da über den Gebrauch des Funkenmessers die Ansichten nicht durchgängig ganz klar zu sein scheinen. In der cit. Abh. pag. 243 und 244 leitete ich aus den Beobachtungen die beiden Resultate her, dass die kleinste Wärme im ersten Batterietheil, dessen Zweig constant aber kürzer als der Hauptdrath ist, hier in (4), an der Stelle eintritt, wo der Zweig des andern Batterietheiles, der verlängert wird, hier von Flasche 1, dem Hauptdrath an Länge gleich kommt, und dann, dass in beiden Batterietheilen (den Fall der gleich langen Zweige ausgeschlossen) gleiche Wärme entsteht, wenn beide Zweige zusammen die doppelte Länge des Hauptdrathes haben. Hier finden wir in den Reihen 18 bis 22 ebenfalls die kleinste Schlagweite in (4) bei einem Zusatz in Zweig 1 = 24′, also bei einer Länge von Zweig 1 = 31′, da der constante Theil 7′ beträgt. Die gleichen Schlagweiten in (4) und (1) sind in Reihe 18, 19, 20, abgesehen davon, dass sie sich sehr wenig verschieben, bei einem Zusatz von 56′ in Zweig 1, also richtig bei der Summe beider Zweige = 63′, da (4) keinen Zweig hat. Reihe 21 gibt die gleiche Wärme bei einem Zusatz von 40′ bis 56′, also bei der Summe der Zweige = 57′ bis 73′ und Reihe 22 bei einem

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Zusatz von 40′, also bei der Summe der Zweige = 67′. Ausser dieser Übereinstimmung können wir noch das Verhältniss der Schlagweiten in (4) und (1) mit dem Verhältniss der Wärme in $F_1 + F_4$ und $F_2 + F_3$ vergleichen, da die Reihen 18 und 21 wenig auseinandergehen, es also nur einen geringen Unterschied macht, ob (4) einen kurzen oder gar keinen Zweig besitzt; nur bei Zusatz 0 werden die Verhältnisse dadurch am ungleichsten. Von meinen Thermometerbeobachtungen ist die Doppelreihe Nr. 41, p. 236 am nächsten mit Reihe 18 und 21 zu vergleichen; wir wollen also unter Berücksichtigung des Satzes, dass die Wärme im Quadrat der Stromstärke wächst, das Verhältniss der Stromstärken (der Schlagweiten) von (1) zu (4) oder $\frac{(1)}{(4)} = m$ mit $\sqrt{\frac{F_2 + F_3}{F_1 + F_4}} = m'$ zusammenstellen. Dies gibt:

Zusatz in (1) od. F_2+F_3	Reihe 18 m	Reihe 21 m	Nr. 41	
			m'	m'
0′	0·87	1·25	0·95	0·95
8	1·18	1·48	1·30	1·38
16	2·02	2·15	1·70	1·90
24	2·38	2·22	2·19	2·28
32			2·05	2·14
40	1·56	1·70	1·48	1·50
56	0·95	1·12	0·83	0·80
90	0·45	0·63	0·47	0·43

Noch lässt sich Reihe 22 mit der Doppelreihe Nr. 43, p. 240 vergleichen.

Zusatz in (1) od. F_2+F_3	Reihe 22 m	Nr. 43	
		m'	m'
0′	0·66	0·55	0·49
8	0·57	0·70	0·68
16	1·08	0·96	0·98
24	1·65	1·57	1·68
32		1·34	1·43
40	1·00	0·88	0·89
56	0·57	0·55	0·51
90	0·40	0·33	0·30

Berücksichtigt man die vielen kleinen Ungleichheiten in der Anordnung der Apparate, so wird man eine grössere Übereinstimmung

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

nicht erwarten, und den Gebrauch des Funkenmessers neben Thermometer-Beobachtungen gerechtfertigt finden. — Die Schlagweiten $4i - 1i$ bleiben übrigens nach den Anmerkungen zu Reihe 18 und 12 unverändert, wenn man a oder $4i$ oder $1i$ ableitend verbindet. Bei den Schlagweiten von Ai nach $4i$ und $1i$ macht es dagegen einen Unterschied, ob a oder $1i$, ebenso ob a oder $4i$ mit dem Erdboden in Verbindung steht. Stellt man nämlich eine im Innern positiv geladene Flasche isolirt auf, so ist die innere Belegung positiv, wenn die äussere, und umgekehrt die äussere gleich stark negativ, wenn die innere eine Ableitung hat. Stehen zwei Flaschen (4) und (1) auf derselben Metallfläche, und hat die erste in demselben Momente auf der innern Belegung E', während die andere daselbst E'' hat (E' und E'' hier unentschieden ob positiv oder negativ, und die äussern Belegungen Null-elektrisch vorausgesetzt), so ist die freie Elektricität bei $4i_0$ auf $a = -E'$ und auf $1i = E'' - E'$, ebenso bei $1i_0$ auf $a = -E''$ und auf $4i = E' - E''$. Die Schlagweite $4i - 1i$ ist demnach immer $= E' - E''$, mag a, $4i$ oder $1i =$ Null sein, denn man erhält sie in den drei Fällen $= E'' - E' = 0 - (E'' - E') = E' - E'' - 0$, was einerlei ist, da bei der Schlagweite nicht das Zeichen sondern nur der Zahlenwerth der Differenz in Betracht kommt. — Die Schlagweite $Ai - 4i$ ist bei $a_0 = Ai - E'$, dagegen bei $1i_0 = Ai - (E' - E'')$, also ungleich. $Ai - (E' - E'')$ ist dem Zahlenwerthe nach grösser oder kleiner als $Ai - E'$, wenn E'' gleiches oder ungleiches Zeichen mit $Ai - E'$ hat, oder einfacher wenn E' und E'' entgegengesetzte oder gleiche Zeichen haben. Vergleicht man also die beiden Zahlen in Columne $Ai - 4i$, so wird nach den Beobachtungen gerade in dem Momente, wo der Funke überspringt, (1) im Innern um so viel entgegengesetzt elektrisch oder umgekehrt um so viel gleich elektrisch mit (4) im Innern sein, als die Zahl bei $1i_0$ grösser oder umgekehrt kleiner als die ihr entsprechende bei a_0 ist. Derselbe Fall ist es mit der Schlagweite $Ai - 1i$; in dem Momente, wo der Funke überspringt, ist $4i$ um so viel entgegengesetzt oder gleich elektrisch mit $1i$ als die Zahl unter $4i_0$ grösser oder kleiner als die zu ihr gehörige unter a_0 ist. Schlagen endlich Funken von Ai auf a über, so hat a bei $4i_0$ die entgegengesetzte Elektricität von $4i$ und bei $1i_0$ die entgegengesetzte von $1i$.

Nach diesen vorläufigen Erörterungen kann es nicht schwer sein, den Gang der Ladung in (4) und (1) im Allgemeinen zu verfolgen. In

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Reihe 18, wo der Stamm des Nebendrathes etwas kürzer als der Hauptdrath ist, und Zweig 1 bald länger als derselbe wird, geht die Ladung von (4) so in die Höhe, dass sie ihr Maximum anfänglich etwa in der Mitte der Partialentladungen aus (*A*) erhält, dann von Zusatz 40′ in (1) an noch etwas früher; diese Ladung fällt schroff ab und das Innere von (4) geht in den negativen Zustand von gleicher Intensität über. Der Gang der Ladung in (1) ist anfänglich nur wenig von dem vorigen unterschieden, doch erreicht sie ihr Maximum etwas später; bei 16′ Zusatz beträgt dieses Zeitintervall schon so viel, dass (4) bis auf + 5 (47·5 — 42·5) herabgekommen ist; bei den grössern Zusätzen von 56′ an ist (4) bereits vollständig in den negativen Zustand übergetreten. Wenn am Ende der Reihe die Schlagweiten unter $4i - 1i$ und ebenso die Differenzen zwischen den Zahlen der beiden Spalten unter $Ai - 1i$ etwas zu gross werden, so liegt dies wohl in dem momentanen Auftreten der Elektricitäten, die dadurch gewissermassen stossweise wirken. — In der Reihe 19, in welcher der Stamm des Nebendrathes um 18′ verlängert ist, erreichen (4) und (1) das Maximum ihrer Ladung anfänglich etwas nach der Mitte der Partialentladung aus (*A*); dann tritt das Maximum in (4) wieder weiter nach vorn zurück und kommt bei 56′ und 90′ Zusatz vor die Mitte, gleichsam als wäre der Nebendrath von (4) kürzer als der Hauptdrath; später geht es wieder etwas hinter die Mitte hinaus. Die Ladung von (1) hat ihr Maximum immer nach der Mitte der Partialentladungen aus (*A*), allein wegen der Zahlen 43·0 und 45·0 unter $Ai - 4i$ muss diese Ladung gerade in dem Momente, wo (4) zum Maximum gelangt, etwas zurückspringen und die innere Belegung selbst in den negativen Zustand überführen; dann steigt sie schnell wieder auf, während (4) schroff ins Negative übergeht. Ähnlich ist der Verlauf in Reihe 20, wo der Nebendrath im Stamm um 34′ verlängert ist; selbst bei dieser Länge tritt noch bei 56′ Zusatz das Maximum der Ladung in (4) vor die Mitte der Partialentladung aus (*A*), nur geht es etwas früher wieder hinter die Mitte zurück. Auch hier macht (1), während die Ladung in (4) ihr Maximum erreicht, eine bis ins Negative zurückgehende Schwingung. — Der bemerkenswerthe Umstand, dass bei der vorliegenden Anordnung des Apparates (4) sich so ladet, als ob der Nebendrath dem Hauptdrathe an Länge nahe gleich wäre, begründet offenbar die starken Ladungen in (4) und demgemäss die von mir in der citirten Abhandlung pag. 245 unter

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Nr. 49, 50, 51 besonders hervorgehobenen, so grossen Erwärmungen im Zweige des ersten Batterietheiles. Zu gleicher Zeit erklärt sich aus dem Ladungsgang in (4) und (1) die so auffallend niedrige Temperatur im Stamme des Nebendrathes sowohl an der Stelle, wo beide Batterietheile wieder gleiche Wärme erlangen, als auch weiterhin bei den grösseren Zusätzen in (1). Während nämlich von 56′ Zusatz an (4) und (1) anfänglich steigende Ladungen empfangen, also beide Ströme sich etwas verstärken, geht die Ladung von (1) plötzlich zurück, während sie in (4) am schnellsten steigt; dann fällt die Ladung in (4) schroff ab und umgekehrt steigt sie in (1); beide im Stamm vereinten Ströme heben sich also bei 56′ Zusatz in diesen Zeitintervallen ganz auf, und der Stamm kann somit nur die anfängliche Wärmeentwicklung und am Ende die von (1) zeigen, wenn anders die letztere durch eine schnellere Rückkehr des negativen Zustandes in (4) zur Null-Ladung nicht auch noch wenigstens theilweise aufgehoben wird. Je mehr die Ladung in (1) zur Zeit des Maximums in (4) zurückgeht, also vornehmlich in Reihe 20, desto geringer muss bei 56′ Zusatz die Wärme im Stamm gegen die in den Zweigen sein und desto mehr muss bei den grössern Zusätzen die Wärme im Zweig des ersten Batterietheiles gerade so wie die Wärme in einem Stamm gegen die Wärme im Zweig des zweiten Batterietheiles und im Stamm des Nebendrathes als in seinen Zweigen erscheinen. Man vergleiche hierzu in der citirten Abhandlung Nr. 41 mit Nr. 50, wo dies aufs deutlichste ausgeprägt ist. — Die Reihe 21, wo (4) einen Zweig von 10′ hat, weicht bis auf die Zeile bei 0 Zusatz, welche Ausnahme natürlich ist, nur sehr wenig von Reihe 18 ab, so dass sie einer besondern Erläuterung nicht bedarf. — In Reihe 22, wo Zweig 4 eine Länge von 20′ hat, geht die Ladung von (1) ebenfalls ganz ins Negative über, wenn (4) am stärksten positiv ist; dagegen ist es abweichend, dass die Ladung in (1) nicht mehr so bedeutend wie früher oder wenigstens nicht so schnell nach dieser Nebenschwingung aufsteigt; sie hat bei 40′ Zusatz ihr Maximum erreicht, wenn (4) auf — 3·5 (47·5 — 44·0), und bei 56′ Zusatz wenn (4) eben auf Null gekommen ist. Daher findet zwischen 4 *i* und 1*i* der Überschlag des Funkens nicht mehr von (1) auf die gesunkene Ladung in (4), sondern von (4) im Maximum auf den durch die Nebenschwingung erzeugten negativen Zustand in (1) Statt. Die Wärme im Stamm kann unter solchen Verhältnissen nicht mehr

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

so stark wie vorher sinken, weil die entgegengesetzten Ströme in (4) abwärts und in (1) aufwärts nicht mehr so entschieden in einander eingreifen. Vergl. die citirte Abhandlung p. 235 und p. 240, Nr. 41 und 43 mit einander. Noch mehr schwächt sich die Strömung in (1) ab und geht, wie es scheint, fast ganz mit der besprochenen Nebenschwingung zu Ende, wenn Zweig 4 länger als der Stamm ist; denn abgesehen davon, dass (1) und (4) nach dem Orte, wo beide Zweige gleich lang sind, nicht wieder zum zweiten Male eine gleiche Ladung erlangen, finden wir auch in (1) keine positive Ladung mehr, wenn (4) im Innern negativ geworden ist; beide Ladungen mögen nahe zu gleicher Zeit niedersinken, wesshalb die Wärme im Stamm noch weniger zurückgeht. Vergl. die citirte Abhandlung p. 245, Nr. 50 und 51. Die Zahlen in Reihe 23 vor 32′ Zusatz und in Reihe 24 vor 40′ Zusatz erklären sich nach den Reihen 21 und 22, indem (1) den kürzern Zweig hat. Wegen der Zahlen 42·0 und 44·0 unter $Ai - a$ bei $1i_0$ berücksichtige man Reihe 21 bei 24—40′ Zusatz, indem man (4) mit (1) vertauscht.

Ich habe noch einige Beobachtungen angestellt, wo die Hauptbatterie eine in (*A*) und (*B*) getheilte war, die Nebenbatterie dagegen nur aus Flasche 4 bestand. Die Resultate sind der Art, dass ich den Gang der Ladung bis jetzt noch nicht überall mit voller Sicherheit verfolgen kann. Der Stamm des Hauptdrathes bestand aus $2\frac{1}{2}'$ Ausl. (der eine Schlagweite von 41·0 hatte) $1\frac{1}{2}'$, den gespannten 24′ und $2\frac{1}{2}' = 30\frac{1}{2}'$, dann nach Einfügen von 18′ aus $48\frac{1}{2}'$, wobei der constante Theil des Zweiges *B* 7′ war, und der Nebendrath hatte nach einander eine Länge von 30′, 48′ und 65′.

Reihe 25. Hptdr. Stamm = $30\frac{1}{2}'$. Nbdr. = 30′.

Zusatz in Zw. B.	$4i-4a$ a_0	$Ai-4i$ a_0	$Ai-4a$ i_0	$Bi-4i$ a_0	$Bi-4a$ i_0	$Bi-Ba$ (4) geschl.	$Bi-Ai$ (4) geschl.	$Bi-Ai$ (4) offen.
(*B*) offen	34·5	—	46·0					
0′	29·5	—	58·0	—	61·0	—	=	=
8	26·5	—	57·0	—	65·0	—	12·0	11·5
24	21·5	—	42·0	—	66·0	45·0	27·0	26·0
40	14·5	—	—	—	69·0	49·0	41·0	41·5
56	16·0	—	—	—	70·0	49·0	48·0	55·0
90	21·0	—	—	60·0	71·0	48·0	53·5	69·0
125	23·0	—	—	69·5	65·0	47·0	59·5	72·0
160	25·5	—	—	72·0	56·0	46·0	53·5	74·0

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Reihe 26. Hptdr. Stamm = 30 ½′. Nbdr. = 48′.

Zusatz in Zw. B.	$4i - 4a$ a_0	$Ai - 4i$ a_0	$Ai - 4a$ i_0	$Bi - 4i$ a_0	$Bi - 4a$ i_0
(*B*) offen	28·0	50·0	—		
0′	42·5	—	61·0	—	62·0
8	41·0	—	60·0	—	66·0
24	34·0	—	56·5	44·0	70·0
40	27·5	—	52·5	—	73·5
56	18·0	—	43·0	—	70·0
90	12·0	—	—	—	68·0
125	12·5	—	—	45·0	65·0
160	14·5	—	—	55·0	63·0

Reihe 27. Hptdr. Stamm = 30½′. Nbdr. = 65′.

Zusatz in Zw. B.	$4i - 4a$ a_0	$Ai - 4i$ a_0	$Ai - 4a$ i_0	$Bi - 4i$ a_0	$Bi - 4a$ i_0	$Bi - Ai$ (4) geschl.
(*B*) offen	19·0	48·5	—			
0′	44·5	48·0	45·0	51·0	45·0	=
8	44·5	44·5	49·5	48·0	49·5	8·0
24	41·0	—	52·5	48·0	59·5	24·0
40	33·5	—	55·5	47·5	65·0	40·0
56	25·0	—	52·0	44·5	67·0	49·0
90	14·0	—	—	—	65·5	56·5
125	8·0	—	—	—	59·0	64·5
160	9·0	—	—	43·0	57·0	67·0

Reihe 28. Hptdr. Stamm = 48 ½′. Nbdr. = 27′.

Zusatz in Zw. B.	$4i - 4a$ a_0	$Ai - 4i$ a_0	$Ai - 4a$ i_0	$Bi - 4i$ a_0	$Bi - 4a$ i_0	$Bi - Ai$ (4) geschl.	$Bi - Ai$ (4) offen	$Bi - Ba$ (4) geschl.	$Bi - Ba$ (4) offen
(*B*) off.	18·0	—	54·0						
0′	16·5	—	55·0	—	58·0	=	=	—	—
8	13·5	—	52·0	—	60·0	6·5	7·0	—	42·0
24	11·5	—	52·0	—	54·0	14·0	12·5	—	—
40	10·5	—	44·0	—	61·0	26·5	24·5	48·0	49·5
56	13·0	—	—	44·0	67·0	32·0	36·0	50·5	53·5
90	18·0	—	44·0	59·0	65·5	44·5	52·0	54·5	57·5
125	18·0	—	42·5	68·0	59·0	52·0	62·0	55·5	57·5
160	16·5	—	42·5	74·0	51·5	57·0	67·0	55·0	56·5
200	15·5	—	42·5	70·5	56·5	64·5	71·0	52·0	52·0

Die Hauptschwierigkeit für die Erklärung liegt in den Schlagweiten $4i - 4a$. Bei dem Zusatze *o* in Zweig *B* sieht man noch

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

deutlich, wie die Hauptbatterie eine einzige Batterie von zwei Flaschen repräsentirt, welche die eine Flasche 4 ladet. Da diese zur Gleichheit der Schliessungsdräthe einen Nebendrath von der doppelten Länge des Hauptdrathes fordert, so ist die Schlagweite in Reihe 27 am grössten, kleiner in Reihe 26, 25 und am kleinsten in Reihe 28. Diesem Verhältniss entsprechen die Funken von *Ai* und *Bi* nach 4*i* und 4*a* vollkommen. Dann treten (*A*) und (*B*) etwas aus einander, allein der Hauptdrath wird länger, und die Schlagweite in (4) sinkt. Darauf scheint die Ladung mehr und mehr von (*A*) allein abzuhängen; das Maximum tritt mehr nach der Mitte oder noch hinter die Mitte der Partialentladungen aus (*A*) zurück und scheint von dem aus (*B*) eintretenden Strome unterdrückt zu werden, da von dem Momente an, wo dieser eintritt, die Ladung ins Negative überschlagen dürfte. So erklärt es sich wahrscheinlich, warum die kleinste Ladung in (4) immer weiter auf die grösseren Zusätze in Zweig *B* zurückgeht, je länger der Nebendrath im Verhältniss zum Stamm oder dem Schliessungsdrath von (*A*) wird; denn, je länger er wird, desto später erfolgt das Maximum der Ladung, und kann somit noch später von dem eintretenden Strom aus (*B*) erfasst werden. Besonders schwierig ist es, über die am Ende der Reihen wieder wachsenden Ladungen in (4) klar zu werden, indem man darüber ungewiss sein kann, ob sie vom Strom (*A*) oder von (*B*) bewirkt werden. Gegen (*B*) spricht indess die Länge des Schliessungsdrathes in diesem Theile, und dann besonders die folgende Reihe, in welcher der Nebenbatteriestrom durch den Zweig *A* inducirt wurde. Es bestand nämlich Zweig *A* aus 3′, den gespannten 24′ und $1\frac{1}{4}$′, der constante Theil von Zweig *B* war $4\frac{3}{4}$′ und der mit dem Auslader beginnende Stamm hatte eine Länge von $20\frac{1}{2}$′. Der Nebendrath 4, der die andern gespannten 24′ enthielt, war 46′ lang, entsprach also so ziemlich dem Schliessungsdrath *A*, wenn Zweig *B* offen blieb; die Verhältnisse waren demnach ungefähr wie in Reihe 25 gewählt, nur dass hier, wie bemerkt, der Zweig *A*, nicht der Stamm inducirte.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Reihe 29.

Zusatz in Zw. B.	$4i-4a$ a_0	$Ai-4i$ a_0	$Ai-4a$ i_0	$Bi-4i$ a_0	$Bi-4a$ i_0	$Bi-Ai$ (4) geschl.	$Bi-Ai$ (4) offen
(B) offen	31·5	—	50·5				
0′	33·5	44·5	68·5	—	50·5	34·0	39·0
8	33·5	44·0	68·0	—	50·5	27·5	33·5
16				—	48·5		
24	30·0	—	66·5	—	48·0	18·0	15·0
32				—	48·0	15·0	=
40	16·5	—	58·0	—	54·0	15·0	7·0
48				—	61·5		
56	13·5	—	—	—	67·0	26·5	31·5
90	18·0	—	—	64·0	71·0	46·5	61·0
125	24·0	—	—	73·0	69·0	59·0	71·0
160	26·5	—	—	73·5	65·5	67·0	77·0

Berücksichtigt man, dass in dieser Reihe Zweig A anfangs länger als Zweig B ist, und dass demnach bis etwa 32′ Zusatz andere Verhältnisse stattfinden, so hat die Reihe die grösste Ähnlichkeit mit Reihe 25. Hier kann aber (4) unmöglich von (B), sondern nur von (A) allein geladen werden. Halten wir dies als begründet fest, so werden wir annehmen müssen, dass wenn jede Partialentladung aus (A) so weit jeder Partialentladung aus (B) vorangeht, dass die Ladung in (4) erst hinter ihrem Maximum von dem Strom aus (B) ergriffen werden kann, dass dann die Ladung in (4) sich wiederum so steigert, als wenn Zweig (B) geöffnet wäre. Misslich bleiben nur die am Ende wieder etwas abnehmenden Zahlen in Reihe 28. — Die Schlagweiten, die von Ai ausgehen, bieten nichts Auffälliges dar; so lange die Theile der Hauptbatterie noch nahezu eine einzige Batterie bilden, also so lange der Nebendrath zu kurz oder dem Hauptdrathe nahe gleich ist, finden nur Überschläge nach $4a$ Statt; darauf, wenn (A) mehr allein wirkt, ist entweder die Zahl des Maximums der Ladung gering, oder es fällt um die Mitte der Partialentladung aus (A) ein, daher erscheinen weder nach $4i$ noch nach $4a$ Funken von einer Länge über 41·0. Nur in Reihe 28, wo der Nebendrath im Verhältniss zum Hauptdrath sehr kurz ist, tritt das Maximum der Ladung sehr zeitig und dabei stark genug ein, um Funkenüberschläge nach $4a$ zu geben. — Die Zahlen unter $Bi-4i$ und $Bi-4a$ erregen an einigen Stellen wieder Bedenken. Klar ist es, dass anfänglich, wo beide Batterietheile noch

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

nahezu wie eine Batterie wirken, nur Überschläge auf $4a$ beobachtet werden können, die nach und nach grösser werden, je später der Strom aus (B) eintritt oder je länger (B) seine volle Ladung bewahrt. Wirkt darauf (A) mehr allein und führt der eintretende Strom aus (B) die Ladung in (4) stark und schnell ins Negative zurück, so schlägt die positive Elektricität in Bi sowohl auf diesen negativen Zustand in (4), als auf die durch i_0 auf a übergeführte negative Ladung in einem längern Funken als 41·0 über. Sonderbar erscheinen nur die kleinen Zahlen 59·0, 51·5, 56·5 unter $Bi—4a$ in Reihe 28. Wenn nämlich Ai auf die negative Ladung in $4a$ in Funken = 42·5 überschlagen kann, d. h. zu einer Zeit überschlagen kann, wo die Elektricität in (A) nur 42·5—18·0, 42·5—16·5, 42·5—15·5 oder 24·0, 26·0, 27·0 ist, so sollte man meinen, dass die noch volle Ladung in (B), die nach Columne $Bi—Ba$=56·5, 55·5, 52·5 ist, in Funken von der Länge 56·5 + 18·0, 55·5 + 16·5, 52·5 + 15·5 oder von der Länge 73·5, 71·5 und 68·0 überschlagen müsste. Ich weiss hier keine andere Auskunft, als dass man annehme, die gesteigerte Ladung in (B) trete nicht augenblicklich, sondern nach und nach, und zwar erst voll in dem Momente auf, wo die Strömung aus (B) beginnt. Wäre dann zur Zeit, wo der Funkenüberschlag auf $4a$ erfolgt, der bald nach dem Anfange der Strömung aus (A) stattfindet, die Ladung in (B) noch nahe 41·0, so genügten für $Bi—4a$ die Zahlen 59·0, 57·5 und 56·5, womit zwei übereinstimmen. Die Abweichung 51·5 müsste aus einer derartigen Störung entstehen, welche früher bei der Entladung einer getheilten Hauptbatterie nachgewiesen wurde, und wie sie in dieser Reihe bei Zusatz 24′ vorkommt, wo die Ladung in (B) unter $Bi—Ba$ (4) offen zurückgeht; freilich wird bei 160′ Zusatz keine solche Anomalie nachgewiesen. Wenn die Funken zwischen Bi und $4i$ bei den grössten Zusätzen sehr lang werden, so kann dies nicht auffallen, weil der negative Zustand in (4) mit dem Eintritt des Stromes aus (B) oder kurz nach demselben vorhanden ist, also dann, wenn (B) die grösste Intensität seiner Ladung erlangt hat. — Über die Columne $Bi—Ai$ bemerke ich nur, dass es anfänglich keinen wesentlichen Unterschied macht, ob der Nebendrath geschlossen oder geöffnet ist: erst bei den längeren Zweigen B werden bei (4) geschlossen, die Schlagweiten merklich kleiner. — Merkwürdig ist es noch, dass in Reihe 29 die Schlagweite $Ai—Bi$, wenn Zweig B

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

einen Zusatz von 32′ hat, also dem Zweig *A* nahezu gleich ist [(*B*) ist an Capacität kleiner als (*A*)], nur bei geöffneter Nebenbatterie nicht aber bei geschlossener auf Null zurückgeht. Diese Erscheinung dürfte sich auf folgende Weise erklären. Jeder Nebenbatteriestrom hemmt nach bekannten früheren Beobachtungen den Hauptstrom, somit wird hier Strom (*A*) mehr als Strom (*B*) gehemmt; beginnen nun beide bei gleich langen Zweigen zu gleicher Zeit ihre Strömung, so eilt der von (*B*) etwas voran und der von (*A*) bleibt zurück; dies gibt an der Stelle, wo sie am weitesten aus einander kommen, eine Schlagweite von 15·0 oder etwas mehr, denn das Minimum dieser Schlagweiten dürfte erst vorhanden sein, wenn der Anfang der Strömung aus (*B*) schon etwas gegen den Anfang der Strömung aus (*A*) zurückgeht. — Das Resultat der ganzen Untersuchung möchte sein, dass die vorstehenden Reihen nichts so Auffälliges enthalten, dass es mit den aus den frühern einfachen Reihen gewonnenen Thatsachen gerade in Widerspruch stände; die Annahme einiger Störungen bei besondern Längen der Schliessungsdräthe könnte als Auskunftsmittel bei einzelnen Zahlen genügen.

Da diese sonderbaren Störungen nach den frühern Beobachtungen am häufigsten vorkommen, wenn der Stamm des Hauptdrathes sehr kurz ist, so will ich noch die folgende Reihe mittheilen, deren Verlauf so eigenthümlich ist, dass man den Ladungsgang in (4) nicht mehr mit Sicherheit verfolgen kann, und doch habe ich dieselbe Reihe fast unverändert erhalten, als ich die Induction nicht durch die 24′ in dem Rahmen, sondern durch die Doppelspiralen mittelst Übertragung durch einen Nebenstrom bewirkte. Zweig *A* und der constante Theil von Zweig *B* waren wie in der letzten Reihe, den Stamm des Hauptdrathes bildeten dagegen nur der Auslader und 1½′; der Nebendrath 4 hatte dem entsprechend eine Länge von 30′. Die Beobachtung, zu deren näherer Erklärung ich nichts hinzuzufügen wage, gab ausser den Schlagweiten *Bi*—*Ba*, die sich nirgends über 41·0 oder die ursprüngliche Ladung erhoben, folgende Zahlen.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Reihe 30.

Zusatz in Zw. B.	$4i-4a$ a_0	$Ai-4i$ a_0	$Ai-4a$ i_0	$Bi-4i$ a_0	$Bi-4a$ i_0	$Bi-Ai$ (4) geschl.	$Bi-Ai$ (4) offen.
(B) offen	35·0	—	47·5				
0′	37·5	—	49·0	63·0	52·0	59·5	60·5
8	38·5	—	49·5	52·5	69·5	61·0	73·5
12				60·0	62·5	57·0	72·0
16				69·0	46·0	44·5	70·0
20				71·5	—	42·0	67·0
24	36·0	—	49·5	69·0	50·0	50·0	63·5
28				58·0	56·0	63·0	55·0
32				48·5	58·5	64·0	35·5
36				53·5	69·0	53·0	=
40	34·5	—	48·5	42·5	73·5	43·5	41·0
44				—	76·5	27·5	57·0
46						27·5	
48				—	77·0	27·5	64·0
52				46·0	76·0	45·0	71·0
56	35·0	—	45·5	53·5	75·0	52·0	73·0
90	34·5	—	45·0	70·0	69·0	70·0	77·0
125	35·0	—	45·5	68·5	65·0	65·0	79·5
160	35·0	—	46·0	76·0	58·0	59·0	81·0

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: 1858

Band/Volume: 33

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

Artikel/Article: Sitzung vom 11. November 1858. Über den elektrischen Zustand der Nebenbatterie während ihres Stromes. 163-204