

| Temperatur des Luftther- mometers T . | Wärme-Einhei- ten, entlassen von 1 Kilogramm. Wasser beim Erkalten von T° auf 0° Q . | Mittlere spec. Wärme des Wassers zwi- schen 0° und T° . | Spec. Wärme des Wassers von T bis $T + dT$. $\frac{dQ}{dT}$. | Latente Wärme des bei d. Tem- peratur T gesät- tigten Dampfs. |
|--|--|---|--|--|
| 0° | 0,000 | | 1,0000 | 606,5 |
| 10 | 10,002 | 1,0002 | 1,0005 | 599,5 |
| 20 | 20,010 | 1,0005 | 1,0012 | 592,6 |
| 30 | 30,026 | 1,0009 | 1,0020 | 585,7 |
| 40 | 40,051 | 1,0013 | 1,0030 | 578,7 |
| 50 | 50,087 | 1,0017 | 1,0042 | 571,6 |
| 60 | 60,137 | 1,0023 | 1,0056 | 564,7 |
| 70 | 70,210 | 1,0030 | 1,0072 | 557,6 |
| 80 | 80,282 | 1,0035 | 1,0089 | 550,6 |
| 90 | 90,381 | 1,0042 | 1,0109 | 543,5 |
| 100 | 100,500 | 1,0050 | 1,0130 | 536,5 |
| 110 | 110,641 | 1,0058 | 1,0153 | 529,4 |
| 120 | 120,806 | 1,0067 | 1,0177 | 522,3 |
| 130 | 130,997 | 1,0076 | 1,0204 | 515,1 |
| 140 | 141,215 | 1,0087 | 1,0232 | 508,0 |
| 150 | 151,462 | 1,0097 | 1,0262 | 500,7 |
| 160 | 161,741 | 1,0109 | 1,0294 | 493,6 |
| 170 | 172,052 | 1,0121 | 1,0328 | 486,2 |
| 180 | 182,398 | 1,0133 | 1,0364 | 479,0 |
| 190 | 192,779 | 1,0146 | 1,0401 | 471,6 |
| 200 | 203,200 | 1,0160 | 1,0440 | 464,3 |
| 210 | 213,660 | 1,0174 | 1,0481 | 456,8 |
| 220 | 224,162 | 1,0189 | 1,0524 | 449,4 |
| 230 | 234,708 | 1,0204 | 1,0568 | 441,9 |

V. Ueber den Zusammenhang, in welchem die Stromtheilung und der Nebenstrom der elektrischen Batterie mit einander stehen;
von K. W. Knochenhauer.

Die von mir gegenwärtig begonnene Untersuchung derjenigen elektrischen Ströme, welche bei der Schließung eines zum Nebenstrom gespannten Drahtes durch eine Nebenbatterie entstehen, verlangte zuvor die Bestimmung einer Constanten, die mit der Stromtheilung und dem Nebenstrom zusammen hängt. Da jedoch beide Strömungen, unter glei-

chen Verhältnissen beobachtet, einander bisher noch nicht gegenübergestellt worden sind, diese Zusammenstellung aber ein bestimmtes Urtheil über ihren gegenseitigen Zusammenhang vornehmlich gewinnen läßt, so will ich meine vorläufigen Beobachtungen hier für sich besonders mittheilen.

Um den zum Schließungsdraht der Batterie parallel ausgespannten Nebendraht für die ganze Reihe der Versuche von jenem in einem gleichen und zwar geringen Abstände (etwa $1\frac{1}{2}$ Linie) zu erhalten, wurden $3\frac{1}{4}$ Zoll breite Glasstreifen in doppelter Lage zu einem unten offenen Rechteck \square auf einander gekittet, und in der Mitte von jeder Seite ein 8' langer Kupferdraht durch in Spiritus zuvor aufgelösten Schellack befestigt. Dieser Glasrahmen, dessen herabgehende Seitenarme 2' von einander entfernt sind, stand bei den Versuchen senkrecht auf einem Gestelle. Die beiden Kupferdrähte haben dieselbe Stärke (0,513 Linien Durchmesser), wie der auch in meiner letzten Abhandlung (Ann. Bd. 71, S. 343) gebrauchte, doch sind sie, weil der vorhandene Vorrath des alten nicht ausreichte, aus einem neuen Stücke genommen; von ihnen ist der, welcher als Nebendraht dienen soll, unmittelbar auf dem Glase an seinen Enden mit Näpfchen zur Aufnahme des Quecksilbers versehen, bei dem anderen, der zum Schließungsdraht der Batterie gehört, sind die noch über 8' gelassenen Enden ein wenig rechtwinklig nach vorn gebogen und hier ebenfalls mit Näpfchen verbunden.

Der übrige Theil des Schließungsdrahtes bestand aus $7\frac{1}{2}$ ' des gewöhnlichen Kupferdrahts (K.), aus dem Funkenmesser und aus dem im Thermometer ausgespannten Platindraht von 16,8 Zoll Länge ¹). Zur Schließung des Nebendrahts wandte ich vier verschiedene Zweige an, welche sämmtlich aufser $\frac{1}{2}$ Fufs K. 16,8 Zoll Platindraht (Pl.) enthielten, für welchen das Thermometer substituirt werden konnte, und von denen aufserdem der erste noch 2' K., der zweite 16,8 Zoll Platin (Pl.), der dritte 4' K., der vierte

33,6

1) Durch ein Versehen ist in der angeführten Abhandlung diese Drahtlänge zu 15,8 Zoll angegeben.

33,6 Zoll Platin (2 Pl.) umfasste; der Kürze wegen mögen diese Zweige, der Reihe nach, mit *A*, *B*, *C*, *D* bezeichnet werden.

Hiernach wurde einmal die Batterie so geschlossen, dass die $7\frac{1}{2}$ ' K., der Funkenmesser und die 16,8 Zoll Platindraht den Stamm bildeten, in welchem sich zwei Zweige befanden, der eine die 8' (K.) des Nebendrahtes, der andere abwechselnd *A*, *B*, *C*, oder *D*; das andere Mal gingen die anderen 8' K. des Glasrahmens in den Schließungsdraht ein, und die anderen 8' K. (Nebendraht) wurden mit den Zweigen *A*, *B*, *C* oder *D* abwechselnd geschlossen; der erste Fall gab also eine vollständige Stromtheilung, wobei die auf der vorderen Seite des Rahmens ungeschlossenen 8' K., wie bekannt, keine Störung veranlassen, der zweite Fall bot einen wirklichen Nebenstrom dar mit derselben Länge des Schließungsbogens wie vorher. Bei den Beobachtungen wurde die Intensität $\frac{q}{s}$ der aus 4 oder 2 Flaschen (*s*) bestehenden Batterie mittelst des Funkenmessers verändert, und die Erwärmung ϑ im Stamme und ϑ'' in den Zweigen *A*, *B*, *C* oder *D* aufgezeichnet. Die nachstehenden Tabellen enthalten die Mittelwerthe dieser Versuche.

I. Stromtheilung.

1. Zweig *A*.

| $\frac{q}{s}$ | <i>s</i> = 4 | | | | <i>s</i> = 2 | | | | $(a'')^2$ | $\Sigma W.$ |
|---------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-----------|-------------|
| | ϑ beob. | ϑ ber. | ϑ'' beob. | ϑ'' ber. | ϑ beob. | ϑ ber. | ϑ'' beob. | ϑ'' ber. | | |
| 21,25 | 7,5 | 7,1 | 3,5 | 3,3 | — | — | — | — | 0,467 | 1,53 |
| 29,25 | 13,1 | 12,8 | 6,2 | 6,0 | — | — | — | — | 0,470 | 1,60 |
| 37,25 | 19,6 | 19,0 | 9,2 | 8,8 | — | — | — | — | 0,471 | 1,70 |
| 45,25 | 26,8 | 26,9 | 12,2 | 12,4 | 13,5 | 13,4 | 6,3 | 6,2 | 0,460 | 1,83 |
| 53,25 | — | — | 15,5 | 16,0 | 16,8 | 17,2 | 7,9 | 8,0 | 0,469 | 1,98 |
| 61,25 | — | — | — | — | 20,6 | 20,7 | 9,5 | 9,6 | 0,462 | 2,15 |
| | | | | | | | | | Mittel | 0,465. |

2. Zweig *B*.

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|--------|--------|
| 21,25 | 6,6 | 5,7 | 2,9 | 2,6 | — | — | — | — | 0,444 | 1,91 |
| 29,25 | 11,2 | 10,4 | 5,1 | 4,7 | — | — | — | — | 0,455 | 1,98 |
| 37,25 | 16,4 | 16,0 | 7,5 | 7,2 | — | — | — | — | 0,457 | 2,08 |
| 45,25 | 22,7 | 22,2 | 10,2 | 10,0 | 11,6 | 11,2 | 5,2 | 5,0 | 0,450 | 2,21 |
| 53,25 | — | — | 12,7 | 13,0 | 14,6 | 14,4 | 6,7 | 6,5 | 0,457 | 2,36 |
| 61,25 | — | — | — | — | 17,5 | 17,6 | 8,0 | 8,0 | 0,455 | 2,53 |
| | | | | | | | | | Mittel | 0,452. |

3. Zweig C.

| $\frac{q}{s}$ | $s=4$ | | | | $s=2$ | | | | $(a'')^2$ | $\Sigma W.$ |
|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-----------|-------------|
| | φ beob. | φ ber. | φ'' beob. | φ'' ber. | φ beob. | φ ber. | φ'' beob. | φ'' ber. | | |
| 21,25 | 8,0 | 7,5 | 2,8 | 2,7 | — | — | — | — | 0,346 | 1,45 |
| 29,25 | 14,0 | 13,6 | 5,0 | 4,8 | — | — | — | — | 0,359 | 1,52 |
| 37,25 | 20,8 | 20,6 | 7,4 | 7,4 | — | — | — | — | 0,357 | 1,62 |
| 45,25 | 28,0 | 28,1 | 10,2 | 10,1 | 14,1 | 14,0 | 5,0 | 5,0 | 0,358 | 1,75 |
| 53,25 | — | — | 12,5 | 12,7 | 17,6 | 17,9 | 6,4 | 6,4 | 0,365 | 1,90 |
| 61,25 | — | — | — | — | 21,4 | 21,5 | 7,7 | 7,7 | 0,360 | 2,07 |
| Mittel | | | | | | | | | 0,358. | |

4. Zweig D.

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|--------|------|
| 21,25 | 6,4 | 5,4 | — | — | — | — | — | — | — | 2,03 |
| 29,25 | 10,9 | 9,9 | 3,6 | 3,4 | — | — | — | — | 0,325 | 2,10 |
| 37,25 | 16,0 | 15,2 | 5,3 | 5,2 | — | — | — | — | 0,333 | 2,20 |
| 45,25 | 22,3 | 21,1 | 7,4 | 7,3 | 11,2 | 10,6 | 3,8 | 3,6 | 0,337 | 2,33 |
| 53,25 | — | — | 9,1 | 9,4 | 14,0 | 13,8 | 4,8 | 4,7 | 0,345 | 2,48 |
| 61,25 | — | — | — | — | 16,7 | 16,9 | 5,9 | 5,8 | 0,353 | 2,65 |
| Mittel | | | | | | | | | 0,338. | |

II. Nebenstrom.

1. Zweig A.

| $\frac{q}{s}$ | $s=4$ | | | | $s=2$ | | | | $(na'')^2$ | $\Sigma W.$ |
|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|------------|-------------|
| | φ beob. | φ ber. | φ'' beob. | φ'' ber. | φ beob. | φ ber. | φ'' beob. | φ'' ber. | | |
| 21,25 | 8,2 | 7,7 | — | — | — | — | — | — | — | 1,41 |
| 29,25 | 14,3 | 13,9 | 3,2 | 3,1 | — | — | — | — | 0,222 | 1,48 |
| 37,25 | 21,1 | 21,1 | 4,8 | 4,7 | — | — | — | — | 0,228 | 1,58 |
| 45,25 | — | — | 6,4 | 6,5 | 14,2 | 14,3 | 3,3 | 3,2 | 0,231 | 1,71 |
| 53,25 | — | — | 8,3 | 8,2 | 17,7 | 18,3 | 4,0 | 4,1 | 0,224 | 1,86 |
| 61,25 | — | — | — | — | 21,6 | 21,9 | 4,8 | 4,9 | 0,222 | 2,03 |
| Mittel | | | | | | | | | 0,226. | |

2. Zweig B.

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|--------|------|
| 21,25 | 7,5 | 6,8 | — | — | — | — | — | — | — | 1,58 |
| 29,25 | 13,3 | 12,5 | 2,7 | 2,7 | — | — | — | — | 0,207 | 1,65 |
| 37,25 | 19,5 | 19,0 | 4,2 | 4,2 | — | — | — | — | 0,215 | 1,75 |
| 45,25 | 26,8 | 26,2 | 5,7 | 5,7 | 13,2 | 13,1 | 2,9 | 2,9 | 0,219 | 1,88 |
| 53,25 | — | — | 7,3 | 7,3 | 16,6 | 16,7 | 3,6 | 3,7 | 0,217 | 2,03 |
| 61,25 | — | — | — | — | 19,9 | 20,2 | 4,4 | 4,4 | 0,221 | 2,20 |
| Mittel | | | | | | | | | 0,216. | |

3. Zweig C.

| | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|--------|------|
| 21,25 | 8,8 | 8,0 | — | — | — | — | — | — | — | 1,38 |
| 29,25 | 14,7 | 14,3 | 2,6 | 2,5 | — | — | — | — | 0,174 | 1,45 |
| 37,25 | 22,0 | 21,6 | 3,8 | 3,7 | — | — | — | — | 0,173 | 1,55 |
| 45,25 | — | — | 5,4 | 5,1 | 14,9 | 14,7 | 2,6 | 2,5 | 0,174 | 1,68 |
| 53,25 | — | — | 6,6 | 6,4 | 18,4 | 18,4 | 3,2 | 3,2 | 0,171 | 1,83 |
| 61,25 | — | — | — | — | 22,2 | 22,3 | 3,9 | 3,9 | 0,174 | 2,00 |
| Mittel | | | | | | | | | 0,173. | |

4. Zweig D.

| $\frac{q}{s}$ | $s = 4$ | | | | $s = 2$ | | | | $(na'')^2$ | $\Sigma W.$ |
|---------------|---------|---------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|------------|-------------|
| | beob. | ϑ ber. | ϑ'' beob. | ϑ'' ber. | ϑ beob. | ϑ ber. | ϑ'' beob. | ϑ'' ber. | | |
| 21,25 | 7,5 | 6,6 | — | — | — | — | — | — | — | 1,65 |
| 29,25 | 13,0 | 12,0 | — | — | — | — | — | — | — | 1,72 |
| 37,25 | 19,4 | 18,3 | 3,2 | 3,0 | — | — | — | — | 0,162 | 1,82 |
| 45,25 | 26,5 | 25,2 | 4,1 | 4,2 | 12,9 | 12,6 | 2,2 | 2,1 | 0,166 | 1,95 |
| 53,25 | — | — | 5,3 | 5,4 | 16,2 | 16,2 | 2,7 | 2,7 | 0,166 | 2,10 |
| 61,25 | — | — | — | — | 19,5 | 19,6 | 3,2 | 3,2 | 0,166 | 2,27 |
| Mittel | | | | | | | | | | 0,165. |

Aus den vorstehenden Versuchen folgt zunächst, daß bei den Zweigen *A* und *B*, ebenso bei *C* und *D* die Verhältniszahlen¹⁾ von ϑ'' zu ϑ , die in den Tabellen bei der Stromtheilung mit $(a'')^2$ und bei dem Nebenstrom mit $(na'')^2$ bezeichnet sind, ziemlich nahe mit einander übereinstimmen, und daß, wenn man bei den sich entsprechenden Zweigen $(na'')^2$ mit $(a'')^2$ dividirt, n^2 eine constante Größe ist, deren Mittelwerth sich auf $n^2 = 0,482$ oder $n = 0,694$ stellt. Den Widerstand des Stammes = 1 gesetzt, sind nach der citirten Abhandlung die Widerstände von *A* = 0,92, von *B* = 1,80, von *C* = 0,94, von *D* = 2,70, indem von *S* K. = 0,09 und von *Pl.* = 0,90 ist; somit ergibt sich unmittelbar, daß, wenn man bei der Stromtheilung das galvanische Gesetz von der Vertheilung nach den Widerständen beibehalten will, und die durchaus abweichenden Resultate, welche die Beobachtungen geben, aus Nebenströmen herzuleiten gedenkt, welche auf dem Drahte selbst erregt werden, den der elektrische Strom durchläuft, man für die Stärke des wirklichen Nebenstroms ein anderes Princip aufstellen muß, das jedenfalls den 16,8 Zoll Platin und den 2' K. nahe dieselbe Bedeutung zuerkennt, oder beide als nahe äquivalente Werthe ansieht. Die Schwierigkeit also, die man bei der Stromtheilung vermeiden will, ist nun bei den wirklichen Nebenströmen vorhanden, und man gewinnt nichts anderes als zwei Principe, aus denen man einander nahe stehende Thatsachen herleitet.

1) Diese Verhältniszahlen wurden mit den auf zwei Decimalen ursprünglich notirten Werthen von ϑ und ϑ'' berechnet.

Zur Berechnung der Beobachtungen gehen wir ferner, wie überall, von den Formeln $\vartheta = \alpha \left(\frac{q}{s}\right)^2 \frac{s}{\Sigma W}$ und $\vartheta'' = \alpha \left(\frac{q}{s}\right)^2 \frac{s \cdot (a'')^2}{\Sigma W}$ oder bei dem Nebenstrom $\vartheta'' = \alpha \left(\frac{q}{s}\right)^2 \frac{s \cdot (na'')^2}{\Sigma W}$ aus, in denen ΣW den gesammten Widerstand bezeichnet. Nach den galvanischen Gesetzen ist, wenn der Hauptstrom = 1 auf einem Drahte vom Widerstande = W sich außerdem in die partiellen Ströme $a', a'', a''' \dots$, über Drähte von den Widerständen $w', w'', w''' \dots$ spaltet, $\Sigma W = W + (a')^2 w' + (a'')^2 w'' + (a''')^2 w''' + \dots$; die elektrischen Ströme weichen hierin von jenen nicht ab, nur müssen wir bei den Nebenströmen für $a', a'' \dots na'' \dots$ substituiren, und den Widerstand des Stammes wegen der Luft zwischen den Kugeln des Funkenmessers = $W + 0,0019 \left(\frac{q}{s}\right)^2$ setzen. Ich habe bei der Berechnung die beobachteten Werthe von $(a'')^2$ und $(na'')^2$, wie das Folgende zeigen wird, ziemlich genau so beibehalten, wie sie die Beobachtungen geben, und den Strom a' , welcher durch die 8' K. geht, der bei den Nebenströmen jedoch = na'' ist, aus der Gleichung $a' + a'' = 1$ hergeleitet. Den Widerstand w' der 8' K. habe ich zu 0,10 angenommen, wie ihn die directen Beobachtungen bestimmen. Da nach der schon eben citirten Abhandlung die Constante α bereits bekannt war, nämlich = 0,060, so konnten die Formeln ohne Weiteres benutzt werden. Nach den Tabellen sind zwischen Beobachtung und Rechnung noch kleine Differenzen vorhanden, die, weil sie sich gleichmäfsig bei der Stromtheilung und dem Nebenstrom wiederholen, nicht allein unter die Beobachtungsfehler fallen, sondern auch mit den immer etwas, namentlich durch den Wechsel der Temperatur, veränderten Verhältnissen zusammenhängen, und denen durchgehends feste Annahmen für α , $\frac{q}{s}$ und ΣW nicht scharf genug entsprechen; sie sind jedoch nicht der Art, dafs sie die Gültigkeit der Formeln irgendwie verdächtigen. Durch die Berechnung erklärt sich nun die Verzögerung des Haupt-

stroms durch den Nebenstrom ganz einfach durch den vermehrten Widerstand, gerade wie bei der Stromtheilung, und es erscheint somit überflüssig, diesem Nebenstrom noch eine besondere Eigenthümlichkeit beizulegen, um dadurch auf eine besondere Weise die Verzögerung des Hauptstromes zu begründen.

Zeigt das Vorstehende schon hinreichend, dafs man mit den für den galvanischen Strom geltenden Gesetzen bei der elektrischen Stromtheilung nicht durchkommt, so läfst sich auch noch durch Rechnung nachweisen, dafs ein elektrischer Strom auf seinem eignen Drahte keinen Nebenstrom erregt, dafs also die auf dieser Hypothese beruhende Erklärung fortfällt. Es ist nämlich durch Versuche erwiesen, dafs auch der Nebenstrom auf einem ihm genäherten Drahte, sobald dieser geschlossen ist, wieder einen Nebenstrom erregt; da er hiernach Nebenstrom-erregende Kraft besitzt, so mufs er consequenter Weise, falls Nebenströme auf den Drähten selbst entstehen, auch auf seinem geschlossenen Drahte einen ihn selbst hemmenden Nebenstrom veranlassen. Es werde also der unseren gespannten Nebendraht von 8' K. schließende Draht ebenfalls aus Kupfer genommen und sey mit jenem von gleichem Querschnitt, so ist nach den obigen Versuchen die Stärke des wirklich hervorkommenden Nebenstroms $=na''$ oder im Thermometer $=(na'')^2$. Diese Stromstärke wäre jetzt die Differenz zwischen dem ursprünglich durch den Schließungsdraht der Batterie erregten Nebenstrom $=ma''$, wo m gröfser ist als n , und dem wieder von diesem erregten Nebenstrom $=pna''$ oder, wenn anders nicht der wirklich entstehende, sondern, was kaum angeht, der intendirte Strom einen neuen Nebenstrom hervorruft, $=pma''$, wo p die Nebenstrom-erregende Kraft des elektrischen Stroms auf seinen eigenen Drahte und zwar hier auf dem Kupferdraht bezeichnet. Ein neues a'' kommt als Factor nicht hinzu, weil, wenn der ganze Draht erregt, $a''=1$ ist. Wir haben also im ersten Falle $na''=ma''-pna''$ oder $m=n(1+p)$, im anderen $na''=ma''-pma''$ oder $m=\frac{n}{1-p}$, und hieraus, weil m

nicht größer als 1 seyn kann und $n=0,694$ ist, im ersten Falle p kleiner als 0,44, im anderen kleiner als 0,31. Mit diesem Werthe von p erklären sich aber nicht die beobachteten Stromtheilungen; denn beim Zweige B z. B. ist der Widerstand von 8' K. $=0,10$, von Zweig $B=1,80$, somit geht nach den galvanischen Gesetzen durch die 8' K. ein Strom $=\frac{18}{19}$; dieser giebt nach dem zweiten Falle, der hier zur Anwendung kommt, einen Nebenstrom $=\frac{18}{19} \cdot p \cdot a'' = \frac{18}{19} \cdot 0,31 \cdot \sqrt{0,452} = 0,197$; dazu in B den ursprünglichen Strom $\frac{1}{19}$ gesetzt, der des Platins wegen keinen neuen Strom erregen möge, folgt in B 0,208 oder im Thermometer $(0,208)^2 = 0,043$, wofür 0,452 beobachtet worden ist. Wenn demnach ein Nebenstrom auf demselben Drahte zur Erklärung der Stromtheilung nicht zureicht, so widerspricht es sich offenbar, erst einen solchen Nebenstrom anzunehmen und dann abermals nach einer neuen Hypothese zu suchen, um die Beobachtungen vollständig zu erklären.

Ich für meinen Theil vermag auch nach den neu angestellten Beobachtungen mich nicht von dem zu trennen, was die Versuche selbst angeben. Nach ihnen findet man bei einem Schließungsdrahte von der gebrauchten Länge zwischen den Enden von 2' K. und 16,8 Zoll Platin dieselbe Spannungsdifferenz und ich nenne daher diese Längen äquivalente; die Spannung aber bietet eine hinreichende Kraft dar, um von ihr die Stromtheilung abzuleiten, demnach berechne ich diese nach dem umgekehrten Verhältniß der äquivalenten Längen der Zweige. Bezieht man die Längen sämmtlich auf den gewöhnlichen Kupferdraht, so werden nach den vorstehenden Beobachtungen Pl. $=2',18$ K. und die auf dem Rahmen ausgespannten 8' $=10',0$ K. Dafs der letztere Draht von seiner natürlichen Länge abweicht, kann darin liegen, dafs er aus einem anderen Stücke genommen ist; wahrscheinlicher ist es mir jedoch, dafs der Ueberzug mit Schellack sein Spannungsverhältniß geändert hat. Bei den neuen Versuchen mit der Nebenbatterie werde ich hier-

auf näher eingehen müssen, deshalb habe ich für jetzt keine weiteren Beobachtungen zur Entscheidung der Frage angestellt. Mit den angegebenen Werthen findet man für die Zweige *A*, *B*, *C* und *D* $(a'')^2 = 0,464$, $0,453$, $0,359$ und $0,344$, nahe übereinstimmend mit den Beobachtungen. Die weitere Berechnung ist schon oben erläutert. Ist nun ferner einem Theile des Schließungsdrahtes ein anderer Draht (Nebendraht) genähert, so erregt der Hauptstrom auf diesem nach den Gesetzen des Wirkungskreises eine Stromspannung $=n$, in entgegengesetzter Richtung als der Hauptstrom fließt. Da der Nebendraht geschlossen ist, so verläuft diese rückwärts auf beiden Zweigen, sich nach den äquivalenten Längen vertheilend; somit geht durch den schließenden Zweig ein Strom gleichgerichtet dem Hauptstrom $=na''$, durch den Nebendraht ein Strom in eben dieser Richtung $=na''$ und es bleibt in diesem ein umgekehrter Strom $=n - na' = na''$ oder im Thermometer in beiden Zweigen ein Strom $=(na'')^2$. Hieraus erklärt sich ganz einfach, warum der Nebenstrom mit der Stromtheilung im Allgemeinen übereinkommt. Setzt man $n^2 = 0,482$, so ist für *A*, *B*, *C* und *D* $(na'')^2 = 0,224$, $0,218$, $0,173$, $0,166$ mit welchen Zahlen die in den Tabellen enthaltene Berechnung geführt ist.

Wenn übrigens irgend welche Versuche die Geltung der äquivalenten Längen bei den elektrischen Strömen darthun können, so sind es unstreitig die mit der Nebenbatterie. Denn sollten die bisher aus diesem Gebiete von mir mitgetheilten Thatsachen noch dadurch für andere complicirt erscheinen, weil man annehmen könnte, daß die Ladung der Hauptbatterie unmittelbar in die Nebenbatterie einströme, so werden die neuen Versuche mit dem Nebendrahte eine solche Erklärung ausschließen. Ich will hier nur vorläufig einige von diesen ohne alle weitere Discussion mittheilen. Die Hauptbatterie, welche die Ladung empfängt, besteht aus zwei Flaschen No. 3 und 4; ihren Schließungsdraht bilden 7' K., der Funkenmesser, 16,8 Zoll Platindraht und die vordere 8' K. auf dem gläsernen Rahmen; die an-

deren 8' K. auf demselben Rahmen (Nebendraht) sind so geschlossen, daß von dem einen Ende 1' K. zur Außenseite der isolirten Nebenbatterie aus den Flaschen No. 1 und 2 führt, und von dem anderen Ende aufser 4½' K. und Pl. entweder noch 2' K. oder Pl. zur Innenseite der Batterie gehen. Bei dieser Länge N des Schließungsdrahtes der Nebenbatterie ist nämlich die Störung in demselben ein Maximum und wird mit Verlängerung oder Verkürzung kleiner. Das Thermometer mit seinen 16,8 Zoll Platindraht wird für Pl. in die Schließungsdrähte der Haupt- oder Nebenbatterie zur Messung der Erwärmungen h und n gebracht. Um nebenbei eine Vergleichung mit meinen früheren Beobachtungen zu bieten, wurde auch die Hauptbatterie gleichfalls durch den Nebendraht geschlossen (die vorderen 8' K. bleiben hierbei ungeschlossen), so daß dieser Draht M beiden Batterien gemeinsam ward, wogegen im vorigen Falle M getrennt blieb. Die Beobachtungen geben:

| 1. M getrennt. | | | | | 2. M gemeinsam. | | | | |
|------------------|---------------|------|-----|---------------|-------------------|---------------|------|------|---------------|
| | $\frac{q}{s}$ | h | n | $\frac{n}{h}$ | | $\frac{q}{s}$ | h | n | $\frac{n}{h}$ |
| $N =$ | 37,25 | 6,8 | 5,5 | 0,808 | $N =$ | 37,25 | 6,6 | 6,0 | 0,907 |
| 7,5 K. + | 45,25 | 9,5 | 7,7 | 0,816 | 7,5 K. + | 45,25 | 9,1 | 8,5 | 0,932 |
| Pl. | 53,25 | 12,0 | 9,9 | 0,822 | Pl. | 53,25 | 11,6 | 10,9 | 0,935 |
| | Mittel | | | 0,815. | | Mittel | | | 0,925. |
| $N =$ | 37,25 | 6,1 | 4,1 | 0,670 | $N =$ | 37,25 | 5,5 | 4,6 | 0,830 |
| 5,5 K. + | 45,25 | 8,3 | 5,7 | 0,684 | 5,5 K. + | 45,25 | 7,6 | 6,4 | 0,842 |
| 2 Pl. | 53,25 | 10,7 | 7,4 | 0,685 | 2 Pl. | 53,25 | 9,6 | 8,4 | 0,870 |
| | Mittel | | | 0,680. | | Mittel | | | 0,847. |

Wenn ferner die Hauptbatterie aus 1 Flasche besteht und in ihren Schließungsdraht gegen vorher noch 12' K. eingefügt werden, so liegt bei derselben Nebenbatterie von 2 Flaschen das Maximum für $\frac{n}{h}$ bei $N = 5,5$ K. + Pl. oder 3,5 K. + 2 Pl. Je nachdem nun Flasche No. 4 oder Flasche No. 3 die Hauptbatterie bildet, erhält man folgende Resultate:

I. Hauptbatterie: Flasche No. 4.

| 1. <i>M</i> getrennt. | | | | 2. <i>M</i> gemeinsam. | | | | | |
|-----------------------|---------------|-----------|-----------|------------------------|------------|---------------|-----------|-----------|---------------|
| | $\frac{q}{s}$ | <i>h.</i> | <i>n.</i> | $\frac{n}{h}$ | | $\frac{q}{s}$ | <i>h.</i> | <i>n.</i> | $\frac{n}{h}$ |
| <i>N</i> = | 53,25 | 5,2 | 6,5 | 1,238 | <i>N</i> = | 53,25 | 4,8 | 7,4 | 1,538 |
| 5',5 K. | 61,25 | 6,3 | 7,7 | 1,220 | 5',5 K. | 61,25 | 6,0 | 9,1 | 1,522 |
| + 2 Pl. | 69,25 | 7,7 | 9,1 | 1,170 | + 2 Pl. | 69,25 | 7,1 | 10,5 | 1,479 |
| | | | Mittel | 1,210. | | | | Mittel | 1,513. |
| <i>N</i> = | 53,25 | 4,9 | 4,3 | 0,902 | <i>N</i> = | 53,25 | 3,9 | 5,2 | 1,293 |
| 3',5 K. | 61,25 | 5,9 | 5,3 | 0,905 | 3',5 K. | 61,25 | 4,9 | 6,2 | 1,280 |
| + 2 Pl. | 69,25 | 7,0 | 6,2 | 0,898 | + 2 Pl. | 69,25 | 5,8 | 7,3 | 1,253 |
| | | | Mittel | 0,902. | | | | Mittel | 1,275. |

II. Hauptbatterie: Flasche No. 3.

| 1. <i>M</i> getrennt. | | | | 2. <i>M</i> gemeinsam. | | | | | |
|-----------------------|---------------|-----------|-----------|------------------------|------------|---------------|-----------|-----------|---------------|
| | $\frac{q}{s}$ | <i>h.</i> | <i>n.</i> | $\frac{n}{h}$ | | $\frac{q}{s}$ | <i>h.</i> | <i>n.</i> | $\frac{n}{h}$ |
| <i>N</i> = | 53,25 | 4,0 | 5,8 | 1,452 | <i>N</i> = | 53,25 | 3,7 | 6,5 | 1,733 |
| 5',5 K. | 61,25 | 5,0 | 7,1 | 1,412 | 5',5 K. | 61,25 | 4,6 | 7,9 | 1,704 |
| + 2 Pl. | 69,25 | 5,9 | 8,3 | 1,382 | + 2 Pl. | 69,25 | 5,6 | 9,5 | 1,690 |
| | | | Mittel | 1,412. | | | | Mittel | 1,709. |
| <i>N</i> = | 53,25 | 3,5 | 3,9 | 1,126 | <i>N</i> = | 53,25 | 3,1 | 4,7 | 1,533 |
| 3',5 K. | 61,25 | 4,4 | 4,9 | 1,098 | 3',5 K. | 61,25 | 3,9 | 5,7 | 1,486 |
| + 2 Pl. | 69,25 | 5,3 | 5,9 | 1,117 | + 2 Pl. | 69,25 | 4,5 | 6,7 | 1,489 |
| | | | Mittel | 1,114. | | | | Mittel | 1,503. |

Wenngleich bei diesen Beobachtungen es hauptsächlich merkwürdig ist, wie bei getrennten *M* die Nebenbatterie, deren Schließungsdraht doch ganz von dem der Hauptbatterie gesondert ist, sich so stark ladet und nach den Gesetzen des Widerstandes den Hauptstrom so bedeutend hemmt, (bei Hauptbatterie: Flasche No. 3 und *N* = 3',5 K. + 2 Pl. steigt z. B. durch die Nebenbatterie der Widerstand von 1,25 auf 3,39 mit Ausschluß des Widerstandes im Funkenmesser), so will ich doch hier nur in Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchung auf den Umstand aufmerksam machen, daß das Maximum für $\frac{n}{h}$ bei einer bestimmten Länge von *N* liegt, und zwar im ersten Falle, wo Hauptbatterie und Nebenbatterie aus gleich vielen Flaschen bestehen, bei gleich langem Schließungsdrahte beider

Batterien, im anderen Falle, wo die Nebenbatterie doppelt so viele Flaschen enthält als die Hauptbatterie, ist der Schließungsdraht der letzteren doppelt so lang als der der erstern. Die Widerstände der Drähte sind hier für den Ort des Maximums ohne alle Bedeutung, nur die aequivalenten Längen geben den Ausschlag. Noch mache ich auf den Unterschied aufmerksam, der bei den letzten Reihen durch Flasche No. 4 und No. 3 herbeigeführt wird und in der ungleichen Ladungsflüssigkeit dieser beiden Flaschen begründet ist. Diese vielleicht kaum ganz zu vermeidende Ungleichheit macht die Versuche, sollen sie umfassend seyn, ungemein langwierig, und gerade deshalb wünschte ich wohl, dafs auch Andere sich mit dieser Art von Versuchen beschäftigen möchten, die, wie ich wenigstens glaube, für die nähere Kenntniß der Elektrizität nicht unwichtig seyn werden, die aber ein Einzelner allein gründlich durchzuführen schwerlich im Stande ist.

Wenn nach der gegebenen Erklärung die elektrische Stromtheilung unter ganz anderen Gesetzen steht als die galvanische, so bleibt mir noch der Nachweis übrig, wie dessen ungeachtet die einen in die anderen übergehen. Dieser Uebergang findet statt, wenn man durch Verlängerung des Schließungsdrahtes die Spannung nach und nach vermindert, indem dann die dünneren und gröfseren Widerstand darbietenden Drähte nach und nach eine gröfsere aequivalente Länge erlangen. Hierzu wurden in den Schließungsdraht noch $10\frac{1}{2}$ K. der neuen Sorte eingeschoben und die Versuche, wie vorher, wiederholt. Der Kürze wegen habe ich unter die drei Beobachtungen bei $s=4$ die drei andern bei $s=2$ unmittelbar gesetzt. Die Berechnung von ΣW und der Werth der Constante α ist wie oben, die Werthe von $(a'')^2$ dagegen wurden der Reihe nach $=0,452, 0,432, 0,352, 0,317$ und bei den Nebenströmen $(na'')^2 = 0,214, 0,204, 0,166, 0,150$ angenommen, wobei $n^2 = 0,74$ oder $n=0,688$ etwas kleiner als vorher ist. Diesen Zahlen entspricht unter sonst gleichen Annahmen wie vorher eine aequivalente Länge von Pl. $=2,36$ K., was eine schon

merkliche Vergrößerung liefert. Vermuthen läßt sich hier- nach, daß wenn endlich wie beim galvanischen Strome die freie Spannung fast gänzlich zurücktritt, die äquivalenten Längen den Widerständen der Drähte proportional seyn werden, womit die elektrischen Differenzen in die galvani- schen übergehen. Die Beobachtungen selbst sind folgende:

I. Stromtheilung.

| 1. Zweig A. | | | | | | | 2. Zweig B. | | | | | | |
|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-----------|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-----------|---------------|--|
| $\frac{q}{s}$ | φ beob. | φ ber. | φ'' beob. | φ'' ber. | $(a'')^2$ | ΣW | φ beob. | φ ber. | φ'' beob. | φ'' ber. | $(a'')^2$ | ΣW | |
| 29,25 | 12,4 | 11,9 | 5,6 | 5,4 | 0,449 | 1,72 | 10,5 | 9,9 | 4,5 | 4,3 | 0,432 | 2,08 | |
| 37,25 | 18,3 | 18,4 | 8,1 | 8,3 | 0,444 | 1,82 | 15,7 | 15,3 | 6,8 | 6,6 | 0,434 | 2,18 | |
| 45,25 | 24,9 | 25,2 | 11,1 | 11,4 | 0,444 | 1,95 | 21,4 | 21,3 | 9,0 | 9,4 | 0,421 | 2,31 | |
| 45,25 | 13,0 | 12,6 | 6,0 | 5,7 | 0,462 | 1,95 | 11,2 | 10,6 | 4,9 | 4,7 | 0,436 | 2,31 | |
| 53,25 | 16,2 | 16,2 | 7,3 | 7,3 | 0,452 | 2,10 | 14,2 | 13,8 | 6,2 | 6,0 | 0,442 | 2,46 | |
| 61,25 | 19,6 | 19,6 | 8,9 | 8,9 | 0,455 | 2,27 | 17,0 | 16,9 | 7,4 | 7,3 | 0,444 | 2,63 | |
| | | | | | | Mittel 0,451. | | | | | | Mittel 0,435. | |

| 3. Zweig C. | | | | | | | 4. Zweig D. | | | | | | |
|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-----------|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-----------|---------------|--|
| $\frac{q}{s}$ | φ beob. | φ ber. | φ'' beob. | φ'' ber. | $(a'')^2$ | ΣW | φ beob. | φ ber. | φ'' beob. | φ'' ber. | $(a'')^2$ | ΣW | |
| 29,25 | 12,9 | 12,5 | 4,6 | 4,4 | 0,345 | 1,64 | 10,5 | 9,5 | 3,2 | 3,0 | 0,310 | 2,16 | |
| 37,25 | 18,7 | 19,1 | 6,8 | 6,7 | 0,360 | 1,74 | 15,6 | 14,7 | 4,9 | 4,7 | 0,315 | 2,26 | |
| 45,25 | 25,7 | 26,3 | 9,1 | 9,2 | 0,355 | 1,87 | 21,0 | 20,6 | 6,6 | 6,5 | 0,315 | 2,39 | |
| 45,25 | 13,1 | 13,1 | 4,7 | 4,6 | 0,354 | 1,87 | 10,8 | 10,3 | 3,4 | 3,3 | 0,315 | 2,39 | |
| 53,25 | 16,8 | 16,8 | 6,0 | 5,9 | 0,358 | 2,02 | 13,9 | 13,9 | 4,3 | 4,2 | 0,311 | 2,54 | |
| 61,25 | 20,2 | 20,3 | 6,9 | 7,2 | 0,344 | 2,19 | 16,8 | 16,8 | 5,6 | 5,2 | 0,335 | 2,71 | |
| | | | | | | Mittel 0,353. | | | | | | Mittel 0,317. | |

II. Nebenstrom.

| 1. Zweig A. | | | | | | | 2. Zweig B. | | | | | | |
|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|------------|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------|------------|---------------|--|
| $\frac{q}{s}$ | φ beob. | φ ber. | φ'' beob. | φ'' ber. | $(na'')^2$ | ΣW | φ beob. | φ ber. | φ'' beob. | φ'' ber. | $(na'')^2$ | ΣW | |
| 29,25 | 13,0 | 12,8 | 2,9 | 2,7 | 0,221 | 1,61 | 12,2 | 11,5 | 2,5 | 2,4 | 0,206 | 1,78 | |
| 37,25 | 19,4 | 19,5 | 4,2 | 4,2 | 0,218 | 1,71 | 18,2 | 17,7 | 3,7 | 3,6 | 0,208 | 1,88 | |
| 45,25 | 26,4 | 26,7 | 5,5 | 5,7 | 0,208 | 1,84 | 24,5 | 24,4 | 5,1 | 5,0 | 0,208 | 2,01 | |
| 45,25 | 13,7 | 13,4 | 3,0 | 2,9 | 0,218 | 1,84 | 12,7 | 12,2 | 2,6 | 2,5 | 0,204 | 2,01 | |
| 53,25 | 17,2 | 17,2 | 3,8 | 3,7 | 0,221 | 1,99 | 16,0 | 15,8 | 3,3 | 3,2 | 0,200 | 2,16 | |
| 61,25 | 20,6 | 20,5 | 4,5 | 4,4 | 0,220 | 2,16 | 19,2 | 19,1 | 4,0 | 3,9 | 0,209 | 2,33 | |
| | | | | | | Mittel 0,218. | | | | | | Mittel 0,206. | |

| 3. Zweig C. | | | | | | | 4. Zweig D. | | | | | |
|---------------|-----------------|----------------|-------------------|------------------|------------|------------|-----------------|----------------|-------------------|------------------|------------|------------|
| $\frac{q}{s}$ | ϕ beob. | ϕ ber. | ϕ'' beob. | ϕ'' ber. | $(na'')^2$ | ΣW | ϕ beob. | ϕ ber. | ϕ'' beob. | ϕ'' ber. | $(na'')^2$ | ΣW |
| 29,25 | 13,5 | 13,2 | 2,2 | 2,2 | 0,165 | 1,56 | 12,0 | 11,4 | 1,7 | 1,7 | 0,146 | |
| 35,25 | 20,1 | 20,1 | 3,4 | 3,3 | 0,160 | 1,66 | 18,0 | 17,5 | 2,7 | 2,6 | 0,149 | |
| 45,25 | 27,0 | 27,5 | 4,5 | 4,6 | 0,165 | 1,79 | 24,5 | 24,1 | 3,5 | 3,6 | 0,143 | |
| 45,25 | 14,2 | 13,5 | 2,3 | 2,3 | 0,167 | 1,79 | 12,7 | 12,0 | 0,8 | 1,8 | 0,144 | |
| 53,25 | 17,6 | 17,6 | 2,8 | 2,9 | 0,167 | 1,94 | 16,0 | 15,5 | 2,3 | 2,3 | 0,147 | |
| 61,25 | 21,0 | 21,1 | 3,5 | 3,5 | 0,166 | 2,11 | 19,3 | 18,9 | 2,9 | 2,8 | 0,153 | |
| | | | Mittel 0,165. | | | | | Mittel 0,147. | | | | |

Noch füge ich folgende Beobachtung hinzu, wo der Hauptstrom mit dem Nebenstrom zusammenwirkt.

| 1. Zweig A. | | | | | | 2. Zweig B. | | | | | | |
|---------------|-----------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|------------|
| $\frac{q}{s}$ | ϕ beob. | ϕ ber. | ϕ'' beob. | ϕ'' ber. | $(1+n)^2(a'')^2$ | ΣW | ϕ beob. | ϕ ber. | ϕ'' beob. | ϕ'' ber. | $(1+n)^2(a'')^2$ | ΣW |
| 45,25 | 9,6 | 9,5 | 11,2 | 11,0 | 1,170 | 2,58 | 7,4 | 7,0 | 8,1 | 7,7 | 1,094 | 3,50 |
| 53,25 | 12,4 | 12,5 | 14,2 | 14,4 | 1,152 | 2,75 | 9,4 | 9,3 | 10,3 | 10,3 | 1,100 | 3,65 |
| 61,25 | 14,9 | 15,3 | 17,1 | 17,7 | 1,143 | 2,92 | 11,5 | 11,6 | 12,7 | 12,8 | 1,109 | 3,82 |
| | | | Mittel 1,155. | | | | | Mittel 1,101. | | | | |

| 3. Zweig C. | | | | | | 4. Zweig D. | | | | | | |
|---------------|-----------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|------------|
| $\frac{q}{s}$ | ϕ beob. | ϕ ber. | ϕ'' beob. | ϕ'' ber. | $(1+n)^2(a'')^2$ | ΣW | ϕ beob. | ϕ ber. | ϕ'' beob. | ϕ'' ber. | $(1+n)^2(a'')^2$ | ΣW |
| 45,25 | 10,7 | 10,4 | 9,6 | 9,3 | 0,890 | 2,36 | 7,0 | 6,6 | 5,7 | 5,4 | 0,810 | 3,70 |
| 53,25 | 13,4 | 13,5 | 12,0 | 12,1 | 0,893 | 2,53 | 9,2 | 8,8 | 7,4 | 7,1 | 0,798 | 3,85 |
| 61,25 | 16,1 | 16,6 | 14,5 | 14,9 | 0,901 | 2,70 | 11,2 | 11,1 | 9,1 | 8,9 | 0,810 | 4,02 |
| | | | Mittel 0,895. | | | | | Mittel 0,806. | | | | |

Die Batterie bestand hier aus zwei Flaschen; der Strom ging erst durch die vorderen 8' K. des Rahmens, dann durch $2\frac{1}{2}$ K. der neuen Sorte in die hinteren 8' K. des Rahmens, spaltete sich hier so, daß seine Richtung in beiden 8' K. dieselbe war, und ging nun erst auf dem gewöhnlichen unverlängerten Draht zur Außenseite der Batterie zurück; als Stromtheilung genommen, war also auch hier der Stamm wie zuletzt um $10\frac{1}{2}$ ' K. verlängert. Zugleich entsteht ein Nebenstrom, deshalb sind die Ströme in *A*, *B*, *C* und *D* = $(a'' + na'')^2 = (1+n)^2 (a'')^2$, worin $(a'')^2$ die zuletzt beobachteten Werthe erhält. Im Uebrigen ist die Berechnung ohne Schwierigkeiten, indem man $(1+n)^2 = 2,546$ und hiermit $(1+n)^2 (a'')^2 = 1,155$, 1,100, 0,896 und 0,807 hat. Aus $(1+n)^2 = 2,546$ folgt $n = 0,596$, also ist bei dieser Zusammensetzung des Schließungsdrahtes seine Nebenstrom-erregende Kraft bedeutend vermindert. Für die Richtung des Nebenstroms ist dieser Versuch entscheidend.

VI. *Zweite Notiz über neue sonderbare Anwendungen des Verweilens der Eindrücke auf die Netzhaut; von Hrn. Plateau.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus *T. XVI* des *Bullet. de l'acad. de Bruxelles*. — Die erste Notiz findet sich bereits in dies. Ann. Bd. 78, S. 563).

Als ich unter dem Namen *Anorthoskop* ein Instrument beschrieb ¹⁾ zu dem Behufe, mittelst zweier rasch vor einander rotirenden Scheiben, von denen die hintere transparent und mit entstellten Figuren bemalt ist, während die vordere, opake, eine kleine Anzahl schmaler Spalten besitzt, eine eigenthümliche Gattung von Anamorphosen hervorzubringen, hatte ich über das Verhältniß der beiden

1) *Bulletin de l'acad. (Année 1836) T. III. p. 7.* (Vergl. dies. Ann. Bd. 37, S. 464.)