bart, ihrem wahren Wesen nach seyn möge: so viel steht hiernach fest, dafs sie immer Aeufserung ein und derselben Naturkraft ist.

Indem ich diese Abhandlung schliefse, kann ich nicht unerwähnt lassen, dafs Herr Th. Meyer mir in meinen Experimentaluntersuchungen mit unermüdlichem Eifer als Assistent behülflich gewesen ist.

Bonn, den 24. October 1853.

II. *Theorie des elektrischen Rückstandes in der Leidener Flasche; von R. Kohlrausch.*

Die Lösung eines wichtigen elektrischen Problemes machte es nothwendig, ein Gesetz für die Bildung des elektrischen Rückstandes in der Leidener Flasche aufzusuchen. Nachdem zu diesem Zwecke das in diesen Annalen Bd. 88, S. 497 beschriebene Sinuselektrometer construirt, und mit dessen Hülfe und mit Hülfe eines im gegenwärtigen Aufsatze angeführten Multiplicators das Thatsächliche der Erscheinung einem genauen Studium unterworfen war (§. 1 bis 8), ergab sich bald (§. 9), dafs die bisherige Erklärungsweise schwerlich Anspruch auf Richtigkeit machen könne. Es wurde deswegen versucht (§. 10), einen anderen Grund für die Entstehung des elektrischen Rückstandes aufzusuchen, und es gelang (§. 11), auf die neuen Annahmen gestützt, ein Zahlengesetz für die Bildung desselben aufzufinden, welches zu practischen Anwendungen (§. 12) zu gebrauchen war.

Die neue Hypothese wird einer strengen Kritik bestens empfohlen, denn solche Hypothesen, welche, wie diese, durch ihre ziemlich ausgedehnte Anwendbarkeit etwas Bestechendes haben, müssen unter guter Aufsicht gehalten werden, gesetzt auch, die Anwendungen würden aus Bescheidenheit noch nicht versucht. Mag man aber auch die in §. 10

aufgestellte Erklärungsweise verwerfen, die angeführten Thatsachen und die Anwendbarkeit der Rechnung auf sie werden nicht bestritten werden, und auf diese Paragraphen mag sich also die Ueberschrift des Aufsatzes beziehen.

1.

Wenn eine Leidener Flasche geladen steht, so bemerkt man eine beständige Abnahme der Spannung an ihrem Knopfe. Bedient man sich bei dieser Beobachtung geeigneter Elektrometer, so mufs es auffallen, dafs diese Abnahme kurz nach der Ladung so viel beträchtlicher ist als nach Verlauf von einiger Zeit, und es entsteht die Vermuthung, dafs der Erscheinung noch eine andere Ursache als der Elektricitätsverlust an die Luft zum Grunde liege. Zur Entscheidung dieser Frage ist zunächst nöthig, die Curve, in welcher die Dichtigkeit der Elektricität an dem Knopfe der Flasche abnimmt, mit Genauigkeit zu bestimmen, um so mehr, als an diese Curve die Vermuthungen über die Natur einer anderweitigen Ursache geknüpft werden müssen. Es sind also zunächst solche Curven zu beobachten.

Will man die Beobachtung recht rein und übersichtlich erhalten, so mufs man dafür sorgen, dafs die Ladung der Flasche nicht allmälig, sondern dafs sie momentan geschehe, damit man nicht in Ungewifsheit über das bleibe, was während der allmäligen Aufhäufung der Elektricität geschieht; auch mufs man ein Elektrometer anwenden, welches vom Momente der Ladung an die Spannung beobachten läfst. Das erste erreicht man, wenn man die Flasche mit einer schon geladenen Flasche oder einer Batterie aus mehreren Flaschen verbindet, das zweite, indem man sich des Sinuselektrometers bedient, und dabei das Bd. 88, S. 508, δ. dieser Annal. angegebene Verfahren einschlägt.

Um den Gang der Betrachtung nicht zu sehr zu unterbrechen, habe ich in dem Anhange I. die Beobachtungsweise für eine solche Curve, und zwar für die in der bald folgenden Tabelle *a* enthaltene, ausführlich geschildert, und gebe hier nur die Resultate, dieses aber sogleich für drei verschiedene Ladungsapparate *a*, *b* und *c*, weil uns deren weitere Berechnung später dienen soll.

a. Eine gewöhnliche Leidener Flasche mit Stanniolbelegungen von etwa $\frac{5}{6}$ Quadratfufs; die Flasche in Form eines Zuckerglases.

b. Eine dicke Flasche mit engem kurzem Halse, wie sie zum Aufbewahren der Reagentien dienen. Der Hals war innen und aufsen in der Hitze mit Siegellack überzogen, die Flasche bis dahin mit Quecksilber gefüllt und ebenso aufsen mit einer zolldicken Schicht von Quecksilber umgeben. Damit die Flasche nicht schwamm, war sie durch seitlich zugespitzte eiserne Schrauben in dem cylindrischen hölzernen Troge in bestimmter Höhe festgeklemmt.

c. Eine dicke rechteckige Spiegelplatte war am Rande zwei Zoll weit von der Spiegelfolie befreit, auf der anderen Seite, der gebliebenen Folie entsprechend, mit Stanniol beklebt und der Rand beiderseitig mit Siegellack überzogen. Beim Versuche wurde sie mit der Stanniolseite auf ein Metallblech gelegt, die andere Seite aber, welche mit dem Elektrometer verbunden war, elektrisirt.

Bei diesen drei Ladungsapparaten, den beiden Flaschen *a* und *b* und der Franklin'schen Tafel *c*, war die eine Belegung sorgfältig abgeleitet, d. h. mit der nassen Erde des Gartens durch einen Draht verbunden. In den mit denselben Buchstaben *a*, *b* und *c* überschriebenen Tabellen finden sich die Resultate der Beobachtung. In der mit *t* überschriebenen Spalte ist die Zeit nach dem Momente der Ladung angemerkt, ausgedrückt in Sekunden. Die Spalte L_t enthält die Gröfse der Ladung, wie sie vom Sinuselektrometer angegeben wurde.

Tab. *a*.

t	L_t
0	0,4742
18	0,4133
50	0,3896
110	0,3692
160	0,3516
215	0,3461
265	0,3373
330	0,3290
382	0,3223
450	0,3141
523	0,3080
577	0,3029
680	0,2951

Tab. *b*.

t	L
0	1,4968
5	1,4120
24	1,3221
59	1,2640
91	1,2256
114	1,2060
144	1,1826
188	1,1552
230	1,1326
282	1,1093
341	1,0854
406	1,0608
485	1,0354
573	1,0093
683	0,9823
804	0,9543
935	0,9254
1105	0,8954
1285	0,8643
1505	0,8317
1770	0,7977
2070	0,7622
2430	0,7247
2870	0,6851
3420	0,6429
4110	0,5977
4980	0,5486
5370	0,5266

Tab. *c*.

t	L_t
0	0,5559
6	0,5266
43	0,4918
71	0,4843
133	0,4677
193	0,4566
256	0,4446
328	0,4368
423	0,4268
531	0,4166
620	0,4097
715	0,4027
864	0,3918

Die mittelste dieser Beobachtungen, nämlich die Resultate der Tafel *b* sieht man in graphischer Darstellung Fig. 2, Taf. II, in der Linie L_t. Die Curven der beiden anderen Beobachtungen sind nicht gezeichnet.

Im Ganzen haben diese Curven eine ziemliche Aehnlichkeit mit Parabeln, doch genügen sie einem constanten Parameter nur auf kürzere Strecken. Das sieht man aber auf den ersten Blick, dafs sie nicht von dem Elektricitätsverluste an die Luft herrühren können, sie sind dazu viel zu gekrümmt. Hält man sich z. B. an die Angaben der Tab. *b* und wollte annehmen, dafs allein durch den Elektricitätsverlust an die Luft die Ladung, welche im ersten Augenblicke 1,4968 nach dem willkührlichen Maafse des Sinuselektrometers betrug, in 5370 Sekunden auf 0,5266 gebracht sey, so würde in der graphischen Darstellung die Gestalt der so entstandenen Curve durch die punktirte Linie N bezeichnet seyn [1]), in welcher die dickeren Punkte berechnet sind.

2.

α. Thatsache. Die Frage, welche andere Ursache als der Elektricitätsverlust an die Luft das anfänglich so rasche Herabsinken der Spannung am Knopfe der Flasche bewirkt haben könne, findet alsbald eine Art von Beantwortung, wenn wir sehen, dafs die nachher durch metallische Verbindung beider Belegungen mit der Erde vollkommen entladene Flasche nach kurzer Zeit wieder eine mehr oder weniger beträchtliche Ladung und zwar von derselben Elektricitätsart zeigt. Wir schliefsen daraus, dafs ein Theil der zuerst mitgetheilten Elektricitätsmenge sich irgend wohin begeben habe oder sonst in Verhältnisse gerathen sey, wo er gar nicht mehr oder doch nur schwächer auf die Spannung am Knopfe wirken konnte und zugleich verhindert

1) Diefs ergiebt sich so. Ist L_0 die anfängliche Ladung eines isolirten leitenden Körpers, so ist

$$dL_t = -\alpha L_t \, dt,$$

wobei α eine von dem Zustande der Luft abhängige Constante bedeutet. Die Integration von $t=0$ bis $t=t$ ergiebt

$$\text{log. nat.} \frac{L_t}{L_0} = -\alpha t.$$

Hat man durch die Beobachtung

$$L_0 = 1{,}4968 \qquad L_t = 0{,}5266,$$

so ist

$$\alpha = 0{,}0001945 \ldots .$$

und da andererseits

$$L_t = L_0 e^{-\alpha t},$$

so kann man die zwischen dem Anfangs- und Endzustande liegenden Ladungen für alle t leicht berechnen und eine Curve wie die punktirte der graphischen Darstellung herstellen. So ergiebt sich hieraus, dafs für die Zeiten t die Curve folgende Ordinaten 0 haben müfste.

t.	0.	t.	0.
59	1,4797	2070	1,0071
114	1,4640	3420	0,7696
573	1,3389	4110	0,6714
1105	1,2073	5370	0,5266.

war, an der Entladung Theil zu nehmen, und schieben auf diesen Umstand das rasche und dem Elektricitätsverluste an die Luft nicht entsprechende Sinken der Spannung am Knopfe.

β. Thatsache. Aufserdem zeigt sich noch folgende Erscheinung. Hat eine Ladung längere Zeit in der Flasche gestanden und man nimmt ihr nun einen beträchtlicheren Theil der Elektricität, so dafs die Spannung sprungweise geringer wird, so sieht man unmittelbar nachher diese Spannung je nach den Umständen entweder sehr langsam sinken, oder erst stehen und dann sinken, oder meistentheils eine zeitlang erst steigen, dann stehen, dann erst wieder sinken.

Halten wir die Thatsachen α und β zusammen, so werden wir gezwungen seyn, die gesammte Elektricitätsmenge Q, welche sich in der Flasche befindet, in zwei Theile getheilt zu denken, von denen der eine L entladen werden kann und deswegen »*die disponible Ladung*« genannt werden soll, der andere r an der Entladung Theil zu nehmen verhindert ist und erst nach der Entfernung oder Schwächung der disponiblen Ladung ganz oder theilweise zum Vorschein kommt, d. h. sich in disponible Ladung verwandelt.

Man hat diesen zweiten Theil r das *Residuum* oder den *Rückstand* genannt und wir wollen das Wort beibehalten und mit »*verborgenem Rückstand*« diese Menge bezeichnen, während sie in der geladenen Flasche gewissermafsen verschwunden ist, mit »*wieder aufgetretenem Rückstand*« den Theil dieser Menge, welcher nach der Entladung wieder zum Vorschein gekommen ist [1]).

Die Beobachtung des wieder auftretenden Rückstandes geschieht wohl am passendsten wieder mit dem Sinuselek-

1) Man würde den verborgenen Rückstand der Erscheinung gemäfs recht gut »*latent*« nennen können, wenn dieses Wort nicht schon anderswo einen Zustand bezeichnete, von dem man aber gar nichts weifs. Hier aber wird mit dem verborgenen Rückstand ein ganz bestimmter Begriff verbunden werden.

trometer, indem man unmitttelbar nach der Entladung der Flasche das Elektrometer mit dem Knopfe in Verbindung setzt. Dann sieht man, wie sogleich die Nadel anfängt aus dem Meridian abzuweichen und indem man durch Drehen des Gehäuses ihr folgt und die Ablenkungen abliest, ergeben sich wieder hinreichend nahe an einander gelegene Punkte, welche die Natur der Curve bestimmen durch welche die wachsende Ladung der Flasche repräsentirt wird. Die Ordinaten dieser Curve wachsen im Anfange am raschesten, so daſs hier dieselbe wieder einer Parabel nicht unähnlich ist; doch tritt desto eher, je gröſser der Elektricitätsverlust an die Luft ist, ein Zeitpunkt ein, wo dieses Wachsen in ein Abnehmen übergeht. Dieser Wendepunkt bezeichnet den Moment, wo das Hervortreten des Rückstandes gerade aufgewogen wird durch den Elektricitätsverlust. Ist der letztere wegen der Natur der Flasche sehr gering, so dauert das Wachsen viele Stunden, und Stunden lang scheint dann die Ladung fast unverändert, während erst in einer Reihe von Tagen allmälig die Entladung bewirkt wird. Ist aber der Verlust an die Luft oder wegen schlechter Isolation gegen die Elektricitätsmenge der Flasche groſs, so sieht man die eben noch in steilem Ansteigen begriffene Curve plötzlich herabgebogen. Bilder von solchen Curven sieht man Taf. II. Fig. 2, ϱ graphisch dargestellt.

Entladet man den hervorgetretenen Rückstand, so sieht man eine zweite kleinere Rückstandscurve entstehen, ein Beweis, daſs wieder ein verborgener Rückstand vorhanden war, und das kann man eine Reihe von Malen so fortsetzen.

Diese Wiederholung des Entladens ist das einzige Mittel zu erfahren, wie viel von einer Ladung sich in einen verborgenen Rückstand r umgewandelt hat. Um dabei den Elektricitätsverlust auf ein Minimum zu beschränken, bedient man sich einer Magnetnadel von sehr kleinem magnetischen Momente und beobachtet bei kleinem Winkel α zwischen dieser Nadel und dem abstoſsenden Arm. Dann läfst man immer nur so viel vom Rückstande auftreten, dafs man mit Sicherheit beobachten kann, entladet [1]), liest den Winkel am Instrumente ab und setzt diefs Verfahren so lange fort, als man noch irgend mefsbare Ladungen erhält. Obschon diefs Verfahren häufig sich durch mehrere Stunden hinzieht, so ist doch, gegen den ganzen Rückstand gerechnet, der Elektricitätsverlust gering. Der gröfste Theil des Rückstandes tritt nämlich anfänglich sehr rasch hervor, so dafs man zuweilen in der ersten Minute schon mehrere Mal entladet, wenn man es nur bis zu 1 oder 2 Grad Ablenkung des Elektrometers kommen läfst, welches letztere man zweckmäfsiger Weise vorher schon auf diesen Winkel gestellt hat. Reducirt [2]) man nachher die Angaben, welche das Instrument bei Anwendung dieser schwachen Magnetnadel und dem kleinen Beobachtungswinkel α gemacht hat, auf die starke Nadel und den gröfseren Winkel α, deren man sich zur Beobachtung der ursprünglich mitgetheilten Ladung und deren Sinken, also zur Herstellung der Tabellen *a*, *b* und *c* bedient hat, so hat man den freilich noch von dem Einflufs des Elektricitätsverlustes zu befreienden Rückstand r in der Summe $\varrho + \varrho' + \varrho'' + \ldots$ der einzelnen aufgetretenen Rückstände.

Zu den in §. 1 gegebenen Tabellen *a*, *b* und *c* gehören also, um die Grundlagen zu einer Berechnung zu bekommen, noch die entsprechenden *a'*, *b'* und *c'*. Es wurden nämlich zu den Zeiten, wo dort die letzte Beobachtung angegeben ist, die Apparate vollständig entladen, indem durch einen Draht die innere Belegung auf etwa eine halbe Sekunde mit der Erde des Gartens in Verbindung gesetzt wurde. Zugleich wurde der Zuleitungsdraht des Elektrometers von der Flasche entfernt, die neue Magnetnadel aufgelegt und der neue Winkel α eingerichtet. Nach wiederhergestellter Verbindung zwischen Flasche und Instrument, welche durch einen isolirenden Griff am Zulei-

1) Hiebei vor Allem mufs die äufsere Belegung sehr gut abgeleitet seyn denn sonst ist die Entladung illusorisch.

2) Diese Annalen Bd. 88, S. 497, §. 3 u. 9.

tungsdraht geschah, notirte ein zweiter Beobachter die Zeiten der einzelnen Entladungen. Diese finden sich in den Spalten t, angegeben in Sekunden und gerechnet vom Momente der ersten Entladung. Unter ϱ' sind die einzelnen wieder aufgetretenen Rückstände zu verstehen.

Tab. a'.

t	ϱ'
65	0,0443
153	0,0166
270	0,0158
535	0,0138
835	0,0109
1615	0,0109
3895	0,0109
5935	0,0075
Summe	0,1307

Tab. b'.

t	ϱ'
255	0,1131
990	0,0763
2250	0,0565
5040	0,0538
8760	0,0375
13740	0,0301
37140	0,0207
73140	0,0107
Summe	0,3987

Tab. c'.

t	ϱ'
34	0,0265
169	0,0101
288	0,0101
479	0,0101
794	0,0101
1234	0,0080
12034	0,0109
Summe	0,0858

3.

Es tritt nun zunächst die Frage in den Vordergrund, was wir denn eigentlich mit dem Sinuselektrometer gemessen haben. Nach meiner Ueberzeugung sicherlich dasselbe, wenigstens den Verhältnissen nach, was wir bekommen haben würden, wenn wir in den entsprechenden Augenblikken dieselbe Stelle des Knopfes der Flasche geprüft hätten. Das Elektrometer ist ja in seiner Verbindung mit der inneren Belegung der Flasche weiter nichts als eine Fortsetzung des Knopfes.

Dennoch aber haben wir in §. 1 gesehen, dafs die Angaben des Elektrometers keinesweges der in der Flasche sicherlich vorhandenen Elektricitätsmenge proportional waren, dafs vielmehr ein Theil dieser Elektricität gewissermafsen latent wurde, d. h, für die Spannung am Knopfe verloren ging, und schoben die Erscheinung auf den verborgenen Rückstand, der sich gebildet hatte. Es könnte gewagt erscheinen, ohne weiteres anzunehmen, es sey das, was wir nach der Entladung der Flasche als Rückstand r auftreten sehen, rein so zu betrachten, als sey es auch während der Ladung ganz unwirksam auf die Spannung

der

der Elektricität am Knopfe gewesen. Erklärt man sich, wie meist geschieht, den Rückstand dadurch, daſs man annimmt, es dringe mit der Zeit ein Theil der Elektricität bis zu einiger Tiefe in das Glas ein, so würde es am natürlichsten scheinen, die Spannung am Knopfe einer Flasche, in welcher sich ein elektrischer Rückstand gebildet hat, weder der ganzen in ihr enthaltenen Elektricitätsmenge proportional zu setzen, noch der für einen Entladungsstrom disponiblen Ladung, sondern vielmehr einem Mittelding von beiden. Jedenfalls aber haben wir zuerst zuzusehen, wie die Sache selbst sich verhalte.

Um diese Frage zu entscheiden, muſste dieselbe elektroskopisch gemessene Spannung einer geladenen Batterie, einmal, wenn diese einen möglichst geringen, das andere Mal, wenn sie einen groſsen Rückstand verborgen enthielt, mit der disponiblen Ladung verglichen werden, letztere aber gemessen auf anderem als elektroskopischem Wege. Zu einem solchen bot sich der Entladungsstrom in seinen thermischen oder magnetischen Wirkungen. Es wurden die letzteren gewählt.

In der Anlage II. ist der kleine Multiplicator beschrieben, welcher zu diesem Zwecke diente, und dessen mit Spiegel versehene Magnetnadel nach Art der Magnetometer mit Scale und Fernrohr in ihren Bewegungen beobachtet wurde; auch ist dort die kleine Vorrichtung angegeben, durch welche man bewirken konnte, daſs die innere und äuſsere Belegung der Batterie in dem vom Sinuselektrometer vorgeschriebenen Augenblicke auf eine so kurze Zeit durch den Multiplicatordraht verbunden wurden, daſs die Entladung der disponiblen Elektricität vollständig geschah, von dem gebildeten Rückstand aber kein meſsbarer Theil unterdessen zum Vorschein kommen konnte.

Leitet man durch einen solchen Multiplicator den durch Einschaltung einer Flüssigkeit verzögerten Entladungsstrom einer L e i d e n e r Flasche oder einer Batterie von solchen Flaschen, und geschieht die Entladung, wie in unserem Falle, in einem kleinen Theile einer Sekunde, mithin in einem sehr kleinen Bruchtheile der Schwingungsdauer der Nadel, so kann man die Wirkung des Stromes als einen momentanen Stofs betrachten, durch welchen der in der Ruhelage befindlichen Nadel plötzlich eine gewisse Drehungsgeschwindigkeit C mitgetheilt wird. Dieser Geschwindigkeit ist die Stärke des Stofses, also hier auch die durch den Multiplicator fliefsende disponible Ladung der Flasche, proportional. Nun hat W. Weber in seinen *elektrodynamischen Maafsbestimmungen* (*insbesondere Widerstandsmessungen* p. 346) eine Formel angegeben und abgeleitet, nach welcher bei den mit Dämpfung versehenen Multiplicatoren jene Geschwindigkeit C aus der ersten Elongation x der Nadel bestimmt wird. Sie lautet:

$$C = x \cdot \frac{\pi}{T} \cdot e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arc\,tang} \frac{\pi}{\lambda}}.$$

Da für denselben Multiplicator die Schwingungsdauer T der Nadel und das logarithmische Decrement λ constant sind, so ist hier einfach die Geschwindigkeit C, also auch die Gröfse der disponiblen Ladung der Batterie, proportional der ersten Elongation x der Nadel, welche man wiederum bei ihrer Kleinheit der Anzahl der im Fernrohr zur Ablenkung gebrachten Scalentheile proportional setzen darf.

Die Beobachtungen waren folgende:

Eine Batterie von etwa 3 Quadratfufs Belegung, in welcher kein Rückstand sich befand, wurde geladen, das Sinuselektrometer eingestellt, und in dem Augenblicke, wo dieses nach seinem willkührlichen Maafse die Ladung 2,673 angab, die Entladung durch den Multiplicator vorgenommen. Die erste Elongation betrug 44,0 Scalentheile. Zwischen der Ladung und Entladung waren anderthalb Minuten verstrichen und der nachher in der Batterie gesammelte Rückstand betrug 0,14. Die Wiederholung dieses Versuches lieferte für die erste Elongation im einen Falle, wo die Nadel vorher nicht vollkommen in Ruhe war, 43,8, im folgenden 44,1 Scalentheile. In diesen beiden letzteren

Fällen wurde der Rückstand nicht besonders nachher gemessen.

Jetzt blieb die stark geladene Batterie 50 Minuten mit ihrer Ladung stehen, nämlich so lange, bis das Sinuselektrometer wieder die Ladung 2,673 angab, und wurde dann entladen. Drei solche Versuche zeigten für die erste Elongation der Nadel 44,0, — 44,1, — 44,1 Scalentheile.

Drittens endlich stand eine sehr starke Ladung 210 Minuten in der Batterie, mufste dann noch bedeutend geschwächt werden, bis sich die vorgeschriebene Ladung 2,673 zeigte, und lieferte 44,0 Scalentheile für die erste Elongation. In kurzer Zeit trat 0,754 als Rückstand hervor und es wurde das weitere Aufsammeln des Rückstandes, welches nach Schätzung etwa die doppelte Menge ergeben haben würde, unterbrochen, weil die Versuche entscheidend genug ausgefallen waren.

Da also der verborgene Rückstand ohne allen Einflufs zu seyn schien, wurde sich bei den folgenden Versuchen gar nicht um ihn bekümmert. Es wurde eine andere Batterie genommen und die Wirkung der Entladung bei verschiedenen Angaben des Elektrometers untersucht. In der ersten Spalte der folgenden kleinen Tabelle findet man die Ablenkung φ der Magnetnadel des Sinuselektrometers; in der zweiten die Quadratwurzel aus dem Sinus dieses Winkels, welcher nach Angabe dieses Instrumentes die Ladung proportional seyn soll, aber diesesmal nicht auf die gewöhnliche Einheit des Instrumentes reducirt; in der dritten und vierten Spalte steht die beobachtete erste Elongation E der Nadel des Multiplicators in Scalentheilen; in der fünften die aus der stärksten Ladung berechnete Anzahl dieser Scalentheile, wie sie bei vollkommener Uebereinstimmung beider Instrumente hätte ausfallen müssen, und in der sechsten Spalte die Differenz d, angegeben in Theilen der Ladung.

φ	$\sqrt{\sin\varphi}$	E	Mittel	Ber.	d
1° 18′ [1]	0,1505	10,8	10,8	10,85	— 0,0046
8 45	0,3900	28 27,9 27,8 28	27,92	28,12	— 0,0071
26 57	0,6732	48,5 48,5	48,5	48,53	— 0,0006
79 15	0,9911	73 72,5	72,75	72,75	0

Diese Versuche lassen in der That keinen Zweifel darüber, daſs die zu einem Entladungsstrome disponible Elektricität vom Sinuselektrometer in ihren Verhältnissen richtig angegeben wird, *daſs also die disponible Ladung in Wirklichkeit der Spannung der Elektricität am Knopfe der Flasche proportional ist.* Dieselben Versuche und mit demselben Erfolge sind an der Franklin'schen Tafel gemacht. Will man aus dem Umstande, daſs die Differenzen zwischen den berechneten und beobachteten Resultaten alle dasselbe Zeichen haben, den Schluſs ziehen, daſs bei den stärkeren Ladungen, die auch darum einen stärkeren Rückstand haben, weil sie zuletzt angestellt sind und es länger gedauert hat bis das Elektrometer eingestellt wurde, dennoch ein Theilchen dieses Rückstandes trotz der kurzen Entladungszeit den Multiplicator durchflossen habe, so ist dagegen nichts einzuwenden, doch könnten auch andere Ursachen vermuthet werden.

4.

Da wir nun die Ueberzeugung gewonnen haben, daſs das Sinuselektrometer die disponiblen Ladungen derselben Flasche richtig mit einander vergleicht, so können wir dasselbe zum Messen dieser Ladungen gebrauchen, wenn wir irgend eine von diesen als Einheit festsetzen. Das Elektrometer hat bereits seine eigene Maaſseinheit. Es ist das (diese Annalen Bd. 88, S. 502) diejenige Elektricitätsmenge, welche in dem Instrumente sich befinden muſs, damit bei einem bestimmten kleinen Beobachtungswinkel α zwischen

1) Diese Ladung bestand aus einem wieder hervorgetretenen Rückstand.

dem abstofsenden Arm und der Magnetnadel, die letztere rechtwinklich gegen den Meridian gestellt wird, und auf diese Einheit werden alle Angaben des Instrumentes bei Anwendung verschiedener Nadeln und verschiedener Beobachtungswinkel α reducirt. Wählen wir deshalb zur Einheit, nach welcher wir die disponiblen Ladungen einer bestimmten Flasche messen wollen, diejenige Elektricitätsmenge, welche als disponible Ladung in dieser Flasche vorhanden seyn mufs, damit das mit ihr verbundene Elektrometer gerade seine eigene Einheit anzeigt, so dienen die Zahlenangaben des letzteren unmittelbar als die Maafse der disponiblen Ladungen für diese bestimmte Flasche [1]).

Die in §. 1 in den Tabellen a, b und c beobachteten Curven sind also wirklich die Repräsentanten der als disponible Ladung L_t zu den verschiedenen Zeiten t in den Ladungsapparaten vorhandenen Elektricitätsmengen, und die in §. 2 Tab. a', b' und c' aufgesuchten Rückstände ϱ' bezeichnen in den angegebenen Zahlen ebenfalls Elektricitätsmengen in der Art, dafs a und a' in derselben Maafseinheit ausgedrückt sind, ebenso b und b', sowie c und c' [2]).

Die erste Frage, welche wir jetzt zu betrachten haben, ist die, ob Mittel vorhanden sind, aus den gemachten Beobachtungen eine klare Einsicht darüber zu gewinnen, in welchen quantitativen Verhältnissen sich in der geladenen

1) Wie man sieht, fehlt es hier noch an einem absoluten Maafse, denn nach dem Gesagten wird jede andere Flasche auch eine andere Elektricitäts-Menge zur Einheit ihrer Ladung besitzen. Soll also das Sinus-Elektrometer die Ladungen verschiedener Flaschen nicht ihrer Spannung am Knopfe, sondern wirklich der Elektricitäts-Menge nach miteinander vergleichen, so ist zuvor nöthig, das Verhältnifs der Mengen zu erforschen, welche in den beiden Flaschen als Einheiten angenommen werden. Es kann diefs mit Sicherheit geschehen, indem man bei derselben Angabe des Elektrometers die Flaschen einzeln durch den Multiplicator entladet.

2) Mehr war zu dem hier vorliegenden Zwecke nicht nöthig. Es hätten durch den Multiplicator die drei verschiedenen Maafseinheiten, welche den Tabellen a, b und c zum Grunde liegen, aufeinander reducirt werden können; dann aber hätten zwei Tabellen nebst deren schon fertiger späterer Verwendung umgerechnet werden müssen, und das schien nicht der Mühe werth.

Flasche der Rückstand bildet. Denn das Sinken der Ladung hat, wie wir jetzt wissen, zwei Ursachen, den Elektricitätsverlust an die Luft und den sich bildenden Rückstand. Ist die Elektricitätsmenge Q_0 der inneren Belegung der Flasche mitgetheilt, welche im ersten Augenblicke die Ladung $L_0 = Q_0$ erzeugt, so entweicht bis zur Zeit t die Elektricitätsmenge v_t als Verlust an die Luft [1]), und es entsteht ein verborgener Rückstand r_t, so dafs die disponible Ladung jetzt nur

$$L_t = Q_0 - v_t - r_t$$

beträgt, während die überhaupt zu dieser Zeit t noch in der Flasche vorhandene Elektricitätsmenge Q_t durch die Gleichungen

$$Q_t = L_t + r_t = Q_0 - v_t$$

ausgedrückt ist.

Die Beobachtung gab uns direct Q_0 und L_t, letzteres wenigstens für die Zeiten t, in welchen die disponible Ladung beobachtet wurde, und es fragt sich, ob wir v_t bestimmen können, damit durch die Gleichung

$$r_t = Q_0 - (L_t + v_t)$$

der Rückstand für alle beobachteten t sich ergebe. Das wird, weil die verschiedenen t nahe genug beisammen liegen, zu einer Zeichnung der Rückstandscurve führen, aus der wir die Natur derselben erkennen können; und es entsteht dann, wenn wir erst so weit sind, die Hoffnung, ein förmliches Gesetz aufzufinden, durch dessen Zutreffen mit der Beobachtung die Richtigkeit der Hypothesen wahrscheinlich gemacht wird, welche diesem Gesetze zur Grundlage dienen.

Bestimmen wir also zunächst v_t.

In Fig. 3, Taf. II. stelle uns ab die anfänglich mitgetheilte Elektricitätsmenge $Q_0 = L_0$ vor, $b\,b'\,b''\,b'''\ldots c$ die in

1) Wir abstrahiren absichtlich von einem Elektricitätsverluste durch mangelhafte Isolirung des Randes der Flasche, weil wir sonst den Verlust nicht durchweg der Ladung L_t proportional setzen dürften. Die Ladung Q_0 darf also nicht stärker genommen werden, als dafs diese Voraussetzung zulässig ist.

vielen und nahe an einander liegenden Punkten beobachtete Curve der disponiblen Ladung L_t, bezogen auf die Abscissenlinie *ad*, welche als Repräsentant der Zeit erscheint. Diese ist vom Augenblicke an gezählt, wo die Flasche geladen wurde, und wir haben also nach den Zeiten t_1, t_2, t_3 die disponiblen Ladungen L_1, L_2, L_3. Nach der Zeit T, welche in der Figur durch die Länge der Linie *ad* bezeichnet ist, wird die Flasche entladen, mithin die der Linie *dc* entsprechende Elektricitätsmenge L_T entfernt.

Jetzt treten zu den Zeiten $t' = dd'$, $t'' = dd''$, $t''' = dd'''$ u. s. w. von der in der Flasche als Rückstand verborgenen Elektricität die Menge ϱ', ϱ'', ϱ''' u. s. w. auf, deren Summe

$$\varrho' + \varrho'' + \varrho''' + \ldots = \varrho$$

ist.

Wissentlich haben wir also die Elektricitätsmenge $L_t + \varrho$ aus der Flasche entfernt und schliefsen nun, dafs das, was an der anfänglichen Ladung Q_0 noch fehlt, während der gesammten Zeit der Operationen als Verlust V an die Luft übergegangen ist, so dafs wir haben

$$V = Q_0 - (L_T + \varrho).$$

Ist in der Figur $ef = \varrho$, so ist also $fc = V$.

Dieser ganze Verlust V ist nun auf die einzelnen Zeiten zu vertheilen, namentlich zur Bestimmung von r_t zu fragen, welcher Theil v_t von ihm bis zu den einzelnen Zeiten t stattgefunden hat, in welchen die disponible Ladung der Flasche gemessen worden ist.

Dieser Ladung ist beständig der Elektricitätsverlust proportional, mithin

$$dv_t = \alpha L_t dt$$

und die Integration des Ausdruckes rechts zwischen den Gränzen $t = 0$ und $t = t$ würde uns sogleich die Gröfse von v_t geben, wenn wir α und das Gesetz der Curve L_t kennten und die betreffende Formel zu integriren verständen.

Nun aber ist klar, erstens, dafs diese den Elektricitätsverlust betreffende Constante α bei einer Leidener Flasche sich durch nichts im Voraus wird bestimmen lassen, zweitens, dafs keine Hoffnung vorhanden ist, ein Gesetz für die Curve der disponiblen Ladung zu finden, bevor man das Gesetz des sich bildenden Rückstandes kennt. In der That, da v_t, L_t und r_t alle drei von einander abhängig sind, scheint die Aufgabe nur gelöst werden zu können, wenn die Gesetze für alle drei Curven gleichzeitig errathen würden. Aber vorausgesetzt auch, wir besäfsen diese Divinationsgabe, so würden dennoch, wie man einsehen wird, wenn man nach Durchlesung des §. 11 die Differentialgleichung für L_t hinschreibt, diese in solcher Weise complicirt erscheinen, dafs die Integration wohl kaum zu denken ist.

Unter solchen Umständen mufs man aus der Noth eine Tugend machen und bei dem Aufsuchen von v_t statt eines wirklichen Gesetzes für die Curven der disponiblen Elektricität die beobachtete Curve selbst nehmen.

Es ist nämlich

$$\int_0^t L_t\,dt$$

weiter nichts, als das unter der Curve gelegene Flächenstück begränzt von ihr, der Abscissenlinie und den Ordinaten zu Anfang und Ende von t, und wir sehen sogleich, dafs der Elektricitätsverlust während der einzelnen Zeiten

$$t_1 - t_0,\ t_2 - t_1,\ t_3 - t_2 \text{ u. s. w.}$$

welche letztere in der Figur durch die Abscissenstücke aa', $a'a''$, $a''a'''$ u. s. w. vorgestellt sind, proportional seyn werde den Flächenräumen

$$abb'a' = \int_0^{t_1} L_t\,dt = f_1;\quad a'b'b''a'' = \int_{t_1}^{t_2} L_t\,dt = f_2 \text{ u. s. w.}$$

bezeichnet F den ganzen Flächenraum $abb'b''\ldots cd$, so dafs

$$F = \int_0^T L_t\,dt = f_1 + f_2 + f_3 + \ldots$$

so ist also αF der Elektricitätsverlust bis zur ersten Entladung der Batterie. Eben so wird der Verlust bei der zweiten Operation, nämlich dem Auffangen der wieder auftretenden Rückstände, proportional seyn den Flächenräumen

$$dg'd' = f';\ d'g''d'' = f'' \text{ u. s. w.}$$

Stellt φ die Summe dieser Flächenräume $f' + f'' + f''' + \ldots$ vor, so ist der ganze Elektricitätsverlust während der zweiten Operation dargestellt durch $\alpha\varphi$.

Somit haben wir, da

$$V = \alpha F + \alpha\varphi$$

sogleich

$$\alpha = \frac{V}{F + \varphi}.$$

V ist uns durch die Beobachtung gegeben, und so hängt die Kenntnifs von α nur von der Kenntnifs von F und f ab.

Liegen die zu den Zeiten t_1, t_2, t_3 ... gemachten Messungen von L_t so nahe zusammen, dafs die von ihnen begränzten Curvenstücke als gerade Linien betrachtet werden können, so erscheinen die Flächenräume f_1, f_2... als Trapeze und wir haben

$$f_1 = \frac{L_1 - L_0}{2}(t_1 - t_0);\ f_2 = \frac{L_2 - L_1}{2}(t_2 - t_1) \text{ u. s. w.,}$$

deren Summe F also gefunden werden kann und nur sehr wenig von

$$\int_0^T L_t dt$$

abweichen wird.

Die Flächen f', f'', f'''..., welche von den Curven der wieder auftretenden Rückstände begränzt werden, darf man als Dreiecke betrachten [1]), so dafs also

$$\varphi = \tfrac{1}{2}\left[\varrho'(t' - t^0) + \varrho''(t'' - t') + \ldots\right].$$

1) Diefs Verfahren scheint hier ungenauer, da eigentlich statt der Hypothenusen dieser Dreiecke convexe Linien zu denken sind und die Beobachtungen nicht so nahe aneinander liegen. Man mufs aber bedenken, dafs der gesammte Elektricitätsverlust bei dieser zweiten Operation, wenn sie auch lange dauert, gering ist gegen den vor der ersten Entladung erfolg-

Auf diese Art haben wir statt

$$v_t = a\int_0^t L_t\,dt$$

jetzt

$$v_t = \frac{V}{F+\varphi}\cdot\sum_0^t(f),$$

wobei

$$\sum_0^t(f) = f_1 + f_2 + f_3 \dots f_t,$$

worin also nichts Unbekanntes mehr ist, sobald jedes t eine der Zeiten der Beobachtung vorstellt.

So berechnen wir uns zu allen beobachteten disponiblen Ladungen L_t die bis dahin erfolgten Elektricitätsverluste v_t und haben damit, den früheren Gleichungen gemäfs, sowohl die zugehörigen verborgenen Rückstände r_t als auch die Gesammtmengen Q_t, welche zu den verschiedenen Zeiten noch in der Flasche sind. In den drei folgenden Tabellen a'', b'' und c'' findet man diese Gröfsen neben den früher gegebenen berechnet, und im Anhange III. einige, diese Berechnung im Einzelnen betreffende Angaben.

Tabelle a''.

t	L_t	v_t	Q_t	r
0	0,4742	0	0,4742	0
18	0,4133	0,0013	0,4729	0,0596
50	0,3896	0,0033	0,4709	0,0813
110	0,3692	0,0069	0,4673	0,0981
160	0,3516	0,0097	0,4645	0,1084
215	0,3461	0,0128	0,4614	0,1153
265	0.3373	0,0155	0,4587	0,1214
330	0,3290	0,0189	0,4553	0,1263
382	0,3223	0,0216	0,4526	0,1303
450	0,3141	0,0250	0,4492	0,1351
523	0,3080	0,0286	0,4456	0,1396
577	0,3029	0,0312	0,4430	0,1401
680	0,2951	0,0360	0,4382	0,1421

ten, dann auch, dafs, wenn erst die im Anfange rasch auftretenden Rückstände entfernt sind, wirklich die späteren so auftreten, dafs die Curve von einer Graden kaum zu unterscheiden ist. Hat man aber das Versehen gemacht, anfänglich nicht rasch genug zu entladen, so kann man eine kleine Correction eintreten lassen, wenn man vorher oder nachher die Curve, in welcher der Rückstand hervortritt, an der betreffenden Flasche studirt.

Tabelle *b''*.

t	L'	$v_{\prime}$	$Q_{\prime}$	$r_{\prime}$
0	1,4968	0	1,4968	0
5	1,4120	0,0009	1,4959	0,0839
24	1,3221	0.0040	1,4982	0,1707
59	1,2640	0,0094	1,4874	0,2234
91	1,2256	0,0141	1,4827	0,2571
114	1,2060	0,0175	1,4793	0,2727
144	1,1826	0,0218	1,4750	0,2924
188	1,1552	0,0279	1,4689	0,3137
230	1,1326	0,0337	1,4631	0,3305
282	1,1093	0,0406	1,4562	0,3469
341	1,0854	0,0484	1,4484	0,3630
406	1,0608	0,0567	1,4401	0,3793
485	1,0354	0,0666	1,4302	0,3948
573	1,0093	0,0774	1,4194	0,4101
683	0,9823	0,0905	1,4063	0,4240
804	0,9543	0,1045	1,3923	0,4380
935	0,9254	0,1192	1,3776	0,4522
1105	0,8954	0,1377	1,3591	0,4637
1285	0,8643	0,1566	1,3402	0,4759
1505	0,8317	0,1789	1,3179	0,4862
1770	0,7977	0,2047	1,2921	0,4943
2070	0,7622	0,2327	1,2641	0,5019
2430	0,7247	0,2647	1,2321	0,5074
2870	0,6851	0,3018	1,1950	0,5099
3420	0,6429	0,3455	1,1513	0,5094
4110	0,5977	0,3967	1,1001	0,5024
4980	0,5486	0,4563	1,0405	0,4919
5370	0,5266	0,4814	1,0154	0,4888

Tabelle *c''*.

t	$L_{\prime}$	v'	$Q_{\prime}$	$r_{\prime}$
0	0,5559	0	0,5559	0
6	0,5266	0,0005	0,5554	0,0288
43	0,4918	0,0034	0,5525	0,0607
71	0,4843	0,0055	0,5504	0,0661
133	0,4677	0,0101	0,5458	0,0781
193	0,4566	0,0144	0,5415	0,0849
256	0,4446	0,0188	0,5371	0,0925
328	0,4368	0,0237	0,5322	0,0954
423	0,4268	0,0301	0,5258	0,0990
531	0,4166	0,0372	0,5187	0,1021
620	0,4097	0,0429	0,5130	0,1033
715	0,4027	0,0489	0,5070	0,1043
864	0,3918	0,0581	0,4978	0,1060

Um dem Auge diese Gröfsenverhältnisse anschaulich zu machen ist die Tab. *b''* in die graphische Darstellung

Fig. 2, Taf. II. eingetragen. Setzt man nämlich oben an die beobachteten L_t die zugehörigen v_t so bestimmen die so entstandenen Punkte die mit r_t bezeichnete Rückstandscurve, deren Ordinaten sich aber auf die Linie *be* als Abscissenlinie beziehen. Setzt man dagegen oben an die beobachteten L_t die zugehörigen r_t, so bekommt man eine Reihe von Punkten, welche mit einander verbunden die fast gerade Linie Q_t oder v_t bilden. Die Ordinaten dieser Linie stellen, wenn man sie auf *ad* bezieht, die überhaupt noch zur Zeit *t* in der Flasche befindliche Elektricitätsmenge Q_t vor, wenn man aber *be* zur Abscissenlinie wählt, den Elektricitätsverlust v_t.

5.

Es entsteht nun die natürliche Frage, in welcher Art der sich verbergende Rückstand bei derselben Flasche abhängig sey von der Gröfse der zuerst mitgetheilten Ladung, denn so viel bemerkt man bei den Versuchen sehr bald, dafs eine stärkere Ladung auch einen gröfseren Rückstand hervorbringt. Ob wirklich der in gleichen Zeiten, aber von verschiedenen Anfangsladungen hervorgebrachte Rückstand der Gröfse dieser Ladungen proportional sey, wird man, weil bei übrigens gleicher Beschaffenheit der Luft der Elektricitätsverlust diese Eigenschaft hat, daran erkennen können, ob das Sinken der disponiblen Ladung die verlangte Proportionalität zeige. Es soll darüber nur ein einziger aber entscheidender Versuch beigebracht werden.

Die im Anhange I. beschriebene Methode, einer Flasche momentan eine voraus bekannte bestimmte Ladung zu ertheilen, läfst sich leicht so anwenden, dafs diese im einen Falle genau 10 Mal so grofs ist, als im anderen. Diefs wurde an zwei aufeinander folgenden heiteren Tagen, wo man in der geheizten Stube ziemlich dieselbe Beschaffenheit der Luft hinsichtlich des Elektricitätsverlustes erwarten durfte, bei derselben Flasche bewirkt und zwar bei einer solchen, die überhaupt wenig Verlust zeigte. Die Resultate sieht man in den folgenden kleinen Tabellen *d* und *e*, während *d'* in der Art eine Berechnung der Tab. *d* ist, dafs deren Resultate unter der Voraussetzung gleichförmiger Abnahme der Ladung zwischen zwei benachbarten Messungen auf die Zeiten der Tab. *e* reducirt sind.

Tab. *d*.		Tab. *e*.		Tab. *d'*.
t	L_t	t	L_t	L_t
0	0,1406	0	1,4062	0,1406
20	0,1368	60	1,3586	0,1352
65	0,1349	120	1,3374	0,1334
135	0,1329	180	1,3220	0,1322
270	0,1308	300	1,3087	0,1305
390	0,1296	420	1,2962	0,1293
600	0,1274	540	1,2858	0,1280
720	0,1268	720	1,2737	0,1268
900	0,1255	900	1,2583	0,1255

Derselbe Versuch ist ungefähr mit derselben Uebereinstimmung mehrmals wiederholt worden.

Somit haben wir den Satz gewonnen, *dafs bei derselben Flasche der in derselben Zeit gebildete verborgene Rückstand der anfänglichen Ladung proportional ist*, müssen jedoch noch unentschieden lassen, ob dieser Satz auch für die stärksten Ladungen noch in voller Strenge gültig bleibe, da diese wegen des Elektricitätsverlustes durch mangelhafte Isolation nicht mehr mit Genauigkeit auf dem bisherigen Wege zu untersuchen sind.

Bevor wir nun den Versuch machen, eine Formel aufzusuchen, nach welcher die Rückstandscurve zu berechnen ist, müssen noch einige Thatsachen beigebracht werden, welche behülflich seyn können, die Vorstellungen über den Rückstand zu berichtigen und die Hypothesen vorzubereiten, auf welche die Formel für die Curven gestützt werden soll.

6.

Es leuchtet ein, dafs die Frage aufgeworfen werden kann, ob der Rückstand nicht seinen Grund etwa in dem unbelegten Theile der Flasche, also im Rande habe, indem ein Theil der Elektricität zwischen Glas und Firnifs hin und zurück gewandert sey.

Dafs eine solche Wanderung nur allmälig erfolge, und dafs, wenn sie eintritt, ein ziemliches Quantum Platz findet, scheint plausibel, denn es würde die auf den Rand geschobene Elektricität der isolirten Seite offenbar ein Nachfolgen der entgegengesetzten auf der anderen Seite zur Folge haben und die Condensation würde so gut stattfinden können auf dem Isolator als unter den Belegungen. Jedenfalls scheint es nicht überflüssig, diese Frage zu entscheiden.

Sollte nämlich der Rand wirklich den Grund zu dem Rückstande abgeben, so würde letzterer im Vergleich zu der Gesammtladung desto bedeutender werden müssen, nicht allein je breiter der Rand ist, denn man könnte annehmen, dafs die Wanderung überhaupt nur wenig ausgedehnt ist, sondern namentlich je gröfser die Peripherie der Belegung gegen ihren Flächeninhalt wird. Beschränkt man also den Rand auf ein Minimum bei gleichbleibender Gröfse der Belegung, so müfste der Rückstand mit beschränkt werden.

Der Hals der Flasche, welche im §. 1 unter *b* beschrieben ist, und zu welcher die Tabellen *b*, *b'* und *b''* gehören, hatte innen einen Umfang von 5,7 Centm. und eine innere Oberfläche von 11,4 Quadrat-Centm., während die innere Oberfläche dieser bis zum Halse mit Quecksilber gefüllten Flasche 275 Quadrat-Centm. enthielt.

Die Belegung der im §. 1 unter *c* beschriebenen Franklin'schen Tafel, zu der die Tabellen *c*, *c'* und *c''* gehören, bildete ein Rechteck von 15 und 25 Centm. Seite, also von 80 Centm. Peripherie und von 375 Quadrat-Centm. Flächenraum, während die Oberfläche des unbelegten Randes 296 Quadrat-Centm. betrug.

Vergleichen wir nun die Tabellen *b''* und *c''* des §. 4, so finden wir, dafs die Franklin'sche Tafel bei einer anfänglichen Ladung 0,5559 in 864 Sekunden den Rückstand 0,1060 verborgen hatte, während die Flasche *b* bei einer anfänglichen Ladung von 1,4968 in 935 Sekunden den Rückstand 0,4522 erzeugte, oder in derselben Zeit wie die Franklin'sche Tafel, nämlich in 864 Sekunden, wie sich leicht wenigstens angenähert richtig berechnet, den Rückstand 0,4445. Trotz der sehr ungleichen Verhältnisse des Randes betrug also bei der Flasche der Rückstand 0,297 der anfänglichen Ladung, bei der Franklin'schen Tafel nur 0,190. Ungefähr ebenso wird das Verhältnifs, wenn wir diese Rückstände mit den Elektricitätsmengen Q_t vergleichen, welche nach 864 Sekunden überhaupt noch in den beiden Fällen vorhanden waren. Die Flasche hat als Rückstand 0,321 dieser Menge, die Tafel 0,213. Das aber schlägt die ganze Hypothese den Augenblick, dafs zu dieser Zeit im Halse der Flasche also auf 11,4 Quadrat-Centm. fast halb so viel Elektricität sich befinden soll, als auf den 275 Quadrat-Centm. der ganzen inneren Belegung, ein Verhältnifs, welches noch ärger wird, wenn man den Zustand ins Auge fafst, den die Flasche bei ihrer endlichen Entladung also nach 5370 Sekunden besafs.

So viel ist also klar, *dafs der Rand mit dem Rückstande, wenn vielleicht auch nicht gar nichts, so doch nur sehr wenig zu schaffen hat.*

7.

Man hat auch dem Bindemittel, mit welchem die Stanniolbelegungen auf das Glas geklebt zu werden pflegen, eine Rolle in Beziehung auf den Rückstand zugeschrieben. Ohne theoretische Betrachtungen anzustellen, ob diese Rolle nicht jedenfalls eine sehr untergeordnete seyn werde, sollen hier nur einige Thatsachen stehen.

Bei der Franklin'schen Tafel *c* war das Sinuselektrometer mit der Spiegelfolie verbunden, welche ohne Bindemittel als metallische Belegung unmittelbar auf dem Glase sitzt. Betrachten wir nun die Tabellen a'', b'' und c'' und reduciren die Zahlen der beiden letzteren auf die Zeit 680, zu welcher die mit Stanniol innen und aufsen belegte Flasche *a* entladen wurde, so erscheint allerdings die Spiegelfolie im Vortheil sowohl gegen diese Flasche *a* als gegen die mit Quecksilber gefüllte *b*. Denn das Verhältnifs des in 680 Sekunden gebildeten verborgenen Rückstandes gegen die anfängliche Ladung ist

a.	*b.*	*c.*
0,297	0,281	0,187,

und gegen die zu der Zeit 680 überhaupt noch vorhandene Menge Q_t

a.	*b.*	*c.*
0,324	0,299	0,204.

Danach würde die Flasche *a* mit dem Bindemittel den gröſsten Rückstand, die mit der Spiegelfolie den kleinsten geliefert haben.

Abgesehen davon, daſs man diese Unterschiede auch auf die Glassorte und Glasdicke schieben kann, ist besonders der folgende Versuch zu beachten.

Bevor die Flasche *b* mit Quecksilber gefüllt dem Studium des Rückstandes unterworfen wurde, war sie schon mit gesäuertem Wasser gefüllt und untersucht worden, zuvor jedoch, damit die Benutzung vollständig sey, mit einer Lösung von Aetzkali ausgewaschen. Nun sollte man doch nach der Analogie des Bindemittels erwarten, daſs in diesem Falle die Verhältnisse des Rückstandes andere gewesen wären als da, wo zwischen dem Spiegel des eingegossenen Quecksilbers und dem Glase jedenfalls noch eine dünne und trockene Luftschicht sich befand. Das Glas war nämlich vor dem Einschütten des gut getrockneten Quecksilbers mit destillirtem Wasser ausgewaschen, erhitzt und mit einem Glasrohre trocken gesogen. Es war aber durchaus kein Unterschied in beiden Fällen zu bemerken, denn der Rückstand bildete sich mit der Zeit in ganz derselben Gröſse, wie man aus folgenden Angaben sieht, welche sich auf einen Fall beziehen, wo beide Male die ursprüngliche Ladung 606 Sekunden gestanden hatte.

	L_0	L_{606}	Gesammelter Rückstand
Wasser	1,49	1,03	0,30
Quecksilber	1,49	1,05	0,29.

Hier

Hier scheint sogar das Quecksilber im Vortheil, doch möchte dieser Umstand darauf zu schieben seyn, dafs es sehr schwer ist, eine Flasche das eine Mal mit einer adhärirenden, das andere Mal mit einer nicht adhärirenden Flüssigkeit zu einer Leidener Flasche von genau gleicher Gröfse der Belegung zu machen.

Am entscheidendsten würde die Frage über das Bindemittel zu beantworten seyn, wenn man eine Glasplatte auf beiden Seiten mit Spiegelfolie belegte und, nachdem sie untersucht ist, die letztere mit Stanniolbelegungen vertauschte. Schwerlich wird man einen mefsbaren Unterschied finden.

8.

Es scheint nämlich die Gröfse des Rückstandes im Wesentlichsten von der Dicke des Glases abzuhängen, in der Art, dafs das dickere Glas den gröfseren Rückstand hervorbringt. Die Erfahrung, welche hierüber beigebracht werden soll, ist nicht vollkommen entscheidend, denn offenbar hängt die Gröfse des Rückstandes sehr wesentlich von der Sorte des Glases ab, und die beiden Flaschen, welche verglichen worden sind, hätten deswegen aus demselben Glashafen geblasen und in ganz gleicher Weise gekühlt seyn müssen. Obschon das nicht der Fall war, soll das interessante Resultat doch angeführt werden.

Die mittlere Glasdicke der Flasche *b*, von der schon oft die Rede gewesen ist, betrug 2,7 Millimeter. Es war diefs durch das absolute und spec. Gewicht und durch directe Messung der Dimensionen gefunden. Die innere Oberfläche, so weit sie als Belegung zu betrachten ist, wurde schon früher zu 275 Quadrat-Centm. angegeben.

Eine andere Flasche *e* von dünnem Glase hatte die mittlere Glasdicke 0,82 Millimeter und die innere Oberfläche von 230 Quadrat-Centm.

Beide Flaschen waren durch Füllen und Umgeben mit gesäuertem Wasser zu Leidener Flaschen umgestaltet und es war durch die im Anhange I. und II. beschriebene Methode gefunden, dafs die Elektricitätsmengen dieser

Flaschen *b* und *e* bei gleicher Spannung des Knopfes sich verhielten wie 508 zu 1303.

Beiden Flaschen wurde momentan eine Ladung mitgetheilt, welche im ersten Augenblicke vom Sinuselektrometer zu 1,4941 angegeben wurde und es zeigte sich, dafs die nach 9 Minuten entladenen Flaschen die Rückstände 0,3052 und 0,1180 aufsammeln liefsen.

Das Verhältnifs der mittleren Dichtigkeit der Elektricität in beiden Flaschen *b* und *e* ist, wenn sie gleiche Spannung am Knopfe zeigen, das von

$$\frac{508}{275} \text{ zu } \frac{1303}{230}$$

oder von 1 zu 3,07.

Das Verhältnifs der in gleichen Zeiten als Rückstand in *b* und *e* verborgenen Elektricitätsmengen ist das von

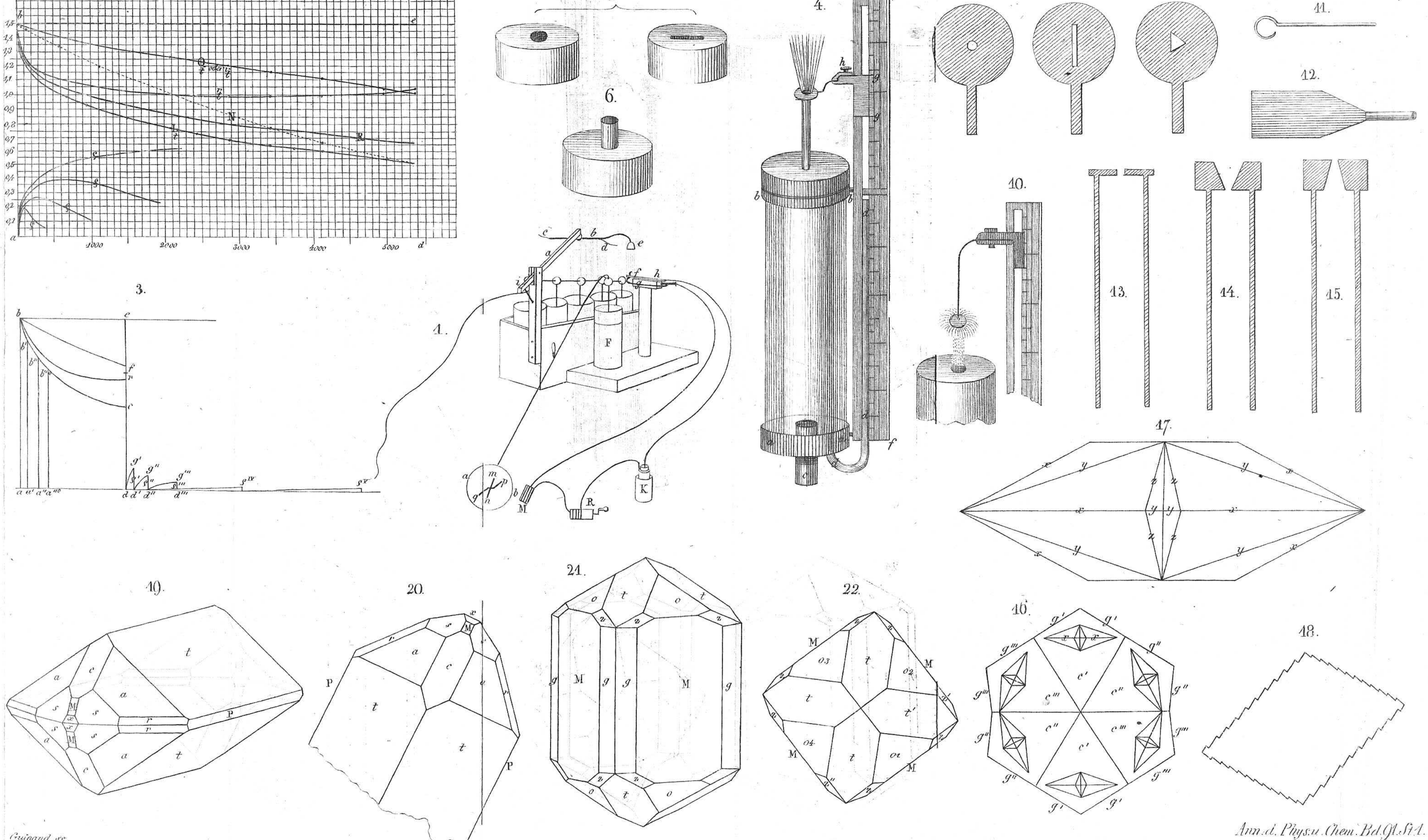
$$508 . 0{,}3052 \text{ zu } 1303 . 0{,}1180$$

oder von 1 zu 0,991.

Wir sehen hier also, *dafs eine Flasche, welche ungefähr drei Mal so dickes Glas hat als eine andere, dieselbe Elektricitätsmenge als Rückstand erzeugt, obschon die mittlere Dichtigkeit drei Mal so gering ist.*

Ganz ähnliche Erscheinungen haben sich bei zwei Franklin'schen Tafeln von ungleicher Dicke ergeben.

(Schlufs im nächsten Heft.)



Grünand sc.