ANNALEN DER PHYSIK.

DRITTER BAND, ERSTES STÜCK.

I.

Ein neues^{)} sehr einfaches Mittel, die Kraft der electrischen Flaschen und Batterien beträchtlich zu erhöhen; Methode, diese Kraft genau zu messen; und Beschreibung eines neuen Universal-Electrometers,*

VON

JOHN CUTHBERTSON
in London. *)

Im Jahre 1774 baute E. Nairne eine Electrifirmaschine, welche alle ehemahligen an Wirkfamkeit weit übertraf, und eine größere und besser eingerichtete Batterie, als man bis dahin gehabt hatte. Diese Batterie, von 50 Quadratfuß Belegung, war einer so starken Ladung fähig, daß der Entladungsschlag von einem $\frac{1}{32}$ Zoll dicken Drahte

*) Im Auszuge aus Nicholsons *Journal of natur. philos.*, Vol II, p. 525 — 535.

Annal. d. Physik. 2. B. 1. St.

eine Länge von 45 Zoll schmolz; das macht auf jeden Quadratfuß Belegung $\frac{1}{2}$ Zoll Draht, welches viel mehr war, als noch irgend eine Batterie geleistet hatte. Die Batterie von 155 Quadratfuß Belegung, die ich 1785 für das *Teylersche Museum* zu Harlem verfertigte, war die erste, welche die Batterie Nairne's an Größe und Stärke übertraf. Sie schmolz von derselben Drahtgattung eine Länge von 180 Zoll, welches auf den Quadratfuß Belegung 1,3 Zoll Draht giebt. Gerade so stark blieb die Intensität ihrer Kraft, als sie nachher bis auf 225 Quadratfuß Belegung vergrößert wurde und 300 Zoll Draht schmolz. Die Batterie von 100 Flaschen, jede zu $5\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung, die ich bald darauf für das Teylersche Museum verfertigte, würde, nach dem Schmelzen dickerer Drahtsorten zu urtheilen, von diesem Drahte eine Länge von 655 Zoll geschmolzen haben;) giebt ebenfalls 1,3 Zoll Draht auf jeden Quadratfuß Belegung.

Nach meiner Rückkunft in London habe ich mehrere Batterien, gewöhnlich von 15 Flaschen, jede zu 168 Quadratzoll Belegung, gebauet, die, da sie 17 Quadratfuß Belegung enthalten, bei gleicher Kraft mit der Nairne's 155, und bei gleicher Kraft mit der Teylerschen 22 Zoll Draht hätten

*) Von Draht, $\frac{1}{8}$ Zoll dick, schmelzte die 235füßige Batterie 6 Zoll, die 225füßige 10 Zoll, und die 550füßige 25 Zoll; diese Drahtlängen sind den Belegungen proportional.

schmelzen müssen, statt dessen aber, mittelst eines eignen Kunstgriffs, sich dahin bringen lassen, 60 Zoll Draht zu schmelzen; eine außerordentliche Zunahme an Kraft, die, wie sie zu bewirken sey, wohl nicht leicht zu rathen seyn möchte. Gewöhnlich lade ich diese Batterien mit einer 2füßigen Scheibenmaschine; man darf daher den Grund dieser Verstärkung nicht in einem stärkern Ladungsvermögen der Maschine suchen. Nairne's Batterie war freilich, sowohl in der Belegung als in den innern Drähten der Flaschen, nicht ganz fehlerfrei, aber die Harlemer Batterien sind eben so gut wie meine jetzigen eingerichtet. Zwar bestehen sie aus böhmischem Glase, und meine jetzigen aus weißem Flintglase, allein das scheint keinen beträchtlichen Einfluß zu haben, da ich mich erinnere, mit einzelnen Flaschen aus böhmischem Glase in Amsterdam gerade so viel Draht geschmolzen zu haben, als ich jetzt mit Flaschen aus weißem Flintglase schmelze. Diese Erhöhung an Kraft scheint also allein auf folgender veränderten Art, die Batterie zu laden, zu beruhen.

Die Harlemer Batterien wurden nie anders geladen, als in trockenem Wetter, welches man gewöhnlich am vortheilhaftesten für electriche Versuche hält. Der Saal, worin Maschine und Batterien stehen, läßt sich nicht heitzen, welches nicht wohl berechnet ist; die Flaschen werden vor der Ladung so viel als möglich gereinigt und getrocknet, und wenn sie dann bis zum Selbstentladen

electrirt waren, so glaubten wir die größte Wirkung der Batterie zu erhalten.

Schon damahls erzählte uns Herr Brooke aus Norwich, eine nicht gereinigte Flasche lasse sich stärker als eine gereinigte laden; aber seine Angabe war so unbestimmt, daß es mir nie gelang, eine nicht gereinigte Flasche zu erhalten, welche seiner Versicherung entprochen hatte; nahe an zweihundert Flaschen einer Batterie in einen solchen Zustand von Nichtreinigung, (*dirtynefs*;) zu bringen, wurde nie versucht. Auch scheint Brooke selbst seine Methode nie auf eine Batterie, sondern nur auf zwei kleine Flaschen angewandt zu haben, deren Ladungsfähigkeit dadurch sehr verschiedentlich erhöht wurde.

Einige Zeit darauf, 1792, bemerkte ich zufällig, daß eine frisch belegte Flasche, (deren *Inseite* über der Belegung immer etwas feucht ist,) sich stärker als eine ähnliche früher belegte Flasche laden liefs, und daß Flaschen bei feuchter Luft, wenn man sie inwendig nicht trocknet, eine eben so erhöhte Ladung annehmen. Ich versuchte daher, ob sich nicht dasselbe ereignen würde, wenn ich bei trockener Witterung in die zu ladende Flasche hinein hauchte, und in der That verstärkte sich dadurch die Ladung so, daß eine Flasche, die bei trockenem Wetter nicht mehr als 5 Zoll Draht schmolz, 12 Zoll zu schmelzen vermochte. Ich weiß nicht, ob es das Widersprechende gegen die gewöhnliche Methode, Batterien nur in trockenem Wetter zu

brauchen, war, oder was mich sonst davon abhielt, diesen einfachen Kunstgriff sogleich auch bei einer Batterie zu versuchen. Erst im März 1796, als während eines Curfus von Versuchen die Luft so außerordentlich trocken war, daß eine der 17füßigen, vorhin erwähnten Batterien, sich stets eher entlud, als die Ladung bis zu der Stärke, die ich wünschte, gekommen war, fiel es mir ein, in die Flaschen der Batterie vor dem Laden durch eine Glasröhre zu hauchen. Und dieses hatte die glücklichste Wirkung. Statt daß ich es vorhin bei dem damaligen Zustande der Luft nicht dahin zu bringen vermocht hatte, mehr als 18 Zoll Draht zu schmelzen, schmolzen nun, zu meinem großen Erstaunen, 60 Zoll Draht, und ich sah mich so im Besitze einer höchst einfachen Methode, die Wirkung einer Batterie dem Anscheine nach zu verdreifachen.

Da ich mir keine Rechenschaft von dieser Art, die Ladung zu verstärken, geben konnte, so unternahm ich eine Reihe von Versuchen, um einiges Licht hierüber zu verbreiten. Die Hauptversuche über die Kraft der Batterien haben der D. van Marum 1785 und 1795 und Brooke zu Norwich 1786 angestellt, *) ihre Resultate sind aber

*) Erst während des Niederschreibens dieses Aufsatzes fand ich in dem Werke Brooke's die hierher gehörigen Versuche. Wahrscheinlich liegt es an dem Mangel an Ordnung, womit die sehr einsichtsvollen Versuche Brooke's erzählt sind, daß

sehr verschieden, stimmen auch nicht mit meinen frühern Versuchen überein. Mir fehlte es damals eben so, als dem D. van Marum an einem Electrometer, das die verhältnißmäßige Menge der electricischen Materie mit hinlänglicher Genauigkeit angezeigt hätte. Brooke besaß zwar ein von ihm dazu erfundenes Instrument, dessen Behandlung aber so viele Geschicklichkeit erforderte, so unbequem und so kostbar war, daß es andere Physiker wohl nur deshalb bisher nicht nachgemacht haben. Dagegen vereinigt folgendes, vor kurzem von mir erdachtes einfaches und bequemes *Electrometer*, welches auf Taf. I, Fig. 1, abgebildet ist, alles in sich, was zu diesem Versuche erfordert wird.

Auf einem 18 Zoll langen und 6 Zoll breiten Brette *GH* stehen 3 Glasfüße *D*, *E*, *F*, welche die drei isolirten Kugeln *a*, *b*, *c* tragen. Unter der Messingkugel *a* befindet sich ein langer messingener Haken, mit welchem der zu schmelzende Draht und die Außenseite der Batterie in Verbindung gesetzt wird. Die Kugel *b* öffnet sich unten in eine 3 Zoll lange messingene Röhre, welche auf den Glasstab *F* aufgeküttet ist, und hat zur Seite und oberwärts ein Loch. In das erstere wird ein Messingstab *L* hineingeschoben, der die Kugel mit einem Knopfe

sie nicht bloß meiner Aufmerksamkeit beim frühern Lesen der Schrift, sondern, wie es scheint, auch der des Herrn D. van Marum und der übrigen Electriciker bisher entgangen waren.

der Batterie in Verbindung setzt. Die letztere Oeffnung hat $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und liegt senkrecht über der untern Röhre. Die dritte Kugel *c* endlich besteht aus zwei Hälften, die von einander zu schieben sind, und es läßt sich auf sie ein gewöhnliches Henleysches Quadrant-Electrometer *K* aufschrauben. Die obere ihrer Hälften hat rechter Hand, die untere linker Hand einen Einschnitt, die einander gegen über angebracht sind, und dem Messingstabe *AB*, (der durch die Kugel *c* hindurchgeht und in ihrem Mittelpunkte mittelst zweier zugespitzter Zapfen auf gehörig gestalteten Pfannen ruht,) die Freiheit geben, sich aus der Horizontallage bis *a* ungehindert herab zu bewegen. Die Kugeln *A*, *B* sind so abgewogen, daß sie sich genau das Gleichgewicht halten, und daß der Schwerpunkt des ganzen Wagebalkens etwas über den Ruhepunkt desselben liegt. Die Kugeln *A* und *a* berühren sich in der geneigten, die Kugeln *B* und *b* in der horizontalen Lage des Wagebalkens, und zwar letztere so, daß zwei Löcher oben und unten in *B* genau senkrecht über den Oeffnungen der Kugel *b* stehen. Nun hat man mehrere Gewichte *i* von verschiedenen Gränzen, in Gestalt von Nadeln, deren breiten Kopf zwar durch die obere, nicht aber durch die untere Oeffnung der Kugel *B* geht, und deren Stiel in die Kugel *b* und die Röhre darunter hinabhängt.

Auch ohne dieses Gewicht *i* würde der Wagebalken *AB*, wenn er in horizontale Lage gebracht

ist, für sich darin bleiben; sobald man aber den Kugeln *B* und *b* auch nur wenig Electricität zuführte, würden sich beide Kugeln von einander abstoßen, und da der Schwerpunkt des Wagebalkens über dem Drehpunkte liegt, *B* sogleich so weit in die Höhe fahren, bis die Kugeln *A* und *a* zusammenträfen. Ein kleines Gewicht in *B* hält diese Kugel beim Electrificiren länger mit *b* in Berührung, so daß im Verhältnisse dieses Gewichts grössere Grade von Electricität erfordert werden, um den Wagebalken in Bewegung zu bringen. Steht dann die Kugel *b* mit der innern und *a* mit der äussern Belegung einer Flasche in Verbindung, so schlägt die Flasche los, sobald *A* und *a* sich bis auf die Schlagweite nähern.

Man sieht leicht, daß dieses Instrument drei verschiedene Electrometer in sich vereinigt: ein *Henly'sches*, welches den allmählichen Anwachs der Electricität während des Ladens der Batterie anzeigt; *Lane's Entladungs - Electrometer*; und *Brooke's Wage-Electrometer*; und zwar die beiden letztern, die bei ihren Erfindern noch sehr unvollkommene Vorrichtungen sind, wie ich mir schmeichle, beträchtlich verbessert. *Lane's* Electrometer läßt sich in seiner ersten Einrichtung nicht wohl bei Batterien brauchen, weil die Entladungskugel dem Knopfe der Batterie so nahe hängt, daß sich immer Staub und Fäden so stark zwischen beide Kugeln ansetzen, daß sie die Ladung aufhalten und starke Ladungen oft unmöglich machen; hier hingegen stehen beide Kugeln $\frac{1}{4}$ Zoll weit voneinander, und die Ent-

Ladungskugel des Electrometers setzt sich nicht eher in Bewegung, als bis die verlangte Stärke der Ladung wirklich erreicht ist. Brooke's Wage-Electrometer konnte erstens keine Entladung bewirken; zweitens führte die Schwierigkeit, die erste Trennung der Kugeln zu beobachten, leicht zu großen Irrthümern; und drittens liefs es sich im unvortheilhaften Lichte nicht ohne Beihülfe eines Dritten beobachten: — Nachtheile, welche ich vermieden habe. Durch diese Verbindung und diese Verbesserungen leistet mein Electrometer alles, was man nur immer von einem Electrometer verlangen kann. Wir bemerken bei *k* die Zunahme der Ladung; beim Auseinandergehen der Kugeln *B* und *b* giebt sich die Repulsivkraft in Gewichttheilen; und sobald die Ladung bis zur verlangten Stärke gekommen ist, bewirkt die Kugel *A* die Entladung.

Mit Hülfe dieses Instruments stellte ich folgende Reihe von Versuchen an:

Versuch 1. Ich verband die Kugel *b* mit einer Flasche *M* von 168 Quadratzoll Belegung, brachte das Electrometer gehörig daran, indem ich die Justirschraube in *C* so lange drehte, bis die Kugeln *B* und *b* sich berührten, und legte dann in *B* die Nadel 15. Darauf wurden 2 Zoll Spiralfederdraht *) zwi-

*) Man bekommt diesen Draht bei den Uhrmachern käuflich. Er besteht aus platt geschlagenem Stahle, und man verfertigt daraus die kleine Feder, welche die Unruhe in den Uhren treibt. Der, dessen

schen zwei Paar Stahlfederzungen, (die in der Figur bei *G* und *m* abgebildet sind und eine Art kleiner Zangen bilden,) befestigt, und die eine dieser Zänglein an den Haken *m*, der jenen Draht mit der Kugel *a* des Electrometers in Verbindung setzte, die andere an einen dicken Draht *N* gehängt, der mit der äußern Belegung der Flasche Verbindung hatte. Dann reinigte und trocknete ich den nicht belegten Theil der Flasche sorgfältig, und brachte den Stab *L* an den Leiter der Electrificir-Maschine. Mit zunehmender Ladung stieg *k* immer höher, und bei der Entladung wurde der Spiralfederdraht durch den Schlag, der hindurch ging, geschmolzen und zerfiel in kleine Kugeln.

Versuch 2. Nun brachte ich 8 Zoll von demselben Spiralfederdrahte zwischen die Stahlzungen, legte in *B* das Gewicht 30, und trocknete und reinigte wiederum den unbelegten Theil der Flasche. Allein ehe die Kugel *B* in Bewegung kam, und als das Electrometer *k* wenig Electricität mehr als vorhin zeigte, erfolgte eine Selbstentladung der Flasche. Ich blies darauf in die Flasche durch eine Glasröhre, und nun erfolgte keine Selbstentladung, sondern *B* kam in Bewegung, und der Schlag, der von *A* nach *a* übersprang, ging durch den Draht, und schmolz die 8 Zoll in demselben Grade, wie vorhin 2 Zoll Draht,

Cuthbertson sich bediente, war 0,0051 Zoll breit, und 44½ Zoll dieses Drahts wogen ein Grän.

Nicholson.

so nämlich, daß der Draht durch seine ganze Länge roth glühte und in Kugelchen zerfiel. — Entladungen bewirken nämlich sehr verschiedene Grade von Schmelzung; und giebt man darauf nicht gehörig Acht, so kann das zu großen Irrthümern führen. Am füglichsten bleibt man bei dem hier erwähnten Grade von Schmelzung. Auch muß man sorgfältig darnach sehen, daß der zu schmelzende Draht straff in gerader Linie, ohne Ecken und Beugung, angezogen ist.

Aus dem doppelten Gewichte und aus der Menge der Umdrehungen der Maschine zu schliessen, war die Flasche bei diesem Versuche noch einmahl so stark als beim erstern geladen. Da es scheinen könnte, daß der Schlag beim Durchgange durch den abgeplatteten Spiralfederdraht, dessen ich mich in diesen beiden Versuchen bedient hatte, sich durch die Schärfen des Drahts etwas zerstreuet habe, so wiederholte ich beide Versuche mit rundem Drahte, und der Erfolg blieb derselbe.

Versuch 3. Um genau die Drahtlängen zu erforschen, die bei einerlei Intension der electricen Materie von verschiedenen Mengen derselben geschmolzen werden, setzte ich an den Draht *L* noch eine zweite Flasche auch von 168 Quadratzoll Belegung, legte in *B* das Gewicht 15, und spannte 2 Zoll vom vorigen Drahte zwischen die Stahlfederungen. Indem die Kugel *B* anfang, zu steigen, wurde, ehe noch die Kugeln *A* und *a* sich so weit genähert hatten, daß die Entladung erfolgt wäre, diese zweite Flasche vom Drahte abgerückt, wozu man wäh-

rend des Sinkens der Kugel *A* hinreichend Zeit hat. Beim Entladen der gebliebenen Flasche wurden die 2 Zoll Draht gerade geschmolzen.

Darauf wurden 8 Zoll von demselben Drahte eingespannt, bei unverändertem Gewichte aufs neue 2 Flaschen so an die Stange *L* gesetzt, daß ihre äußere Belegung in leitender Verbindung stand und die zweite Flasche beim Entladen nicht verrückt. Beide Flaschen schlugen nun los und schmolzen die 8 Zoll Draht in eben dem Grade, wie vorhin die 2 Zoll. — In diesem Falle war offenbar die Entladung das Doppelte der vorigen. Beim Wiederholen des Versuchs ergaben sich indeß so verschiedene Resultate, daß ich fürchten mußte, der Schlag zerstreue sich zum Theil durch die Schärpen des Drahts. Ich nahm daher runden Draht, so dick als er, um hinlänglich geschmolzen zu werden, nur seyn konnte.

Versuch 4. Von rundem Drahte, $\frac{1}{16}$ Zoll im Durchmesser, wurden 6 Zoll eingespannt, und an den Stab *L* drei Flaschen von 168 Quadratzoll Belegung gesetzt. Alle drei schlugen zugleich los, und der ganze Draht wurde gerade geschmolzen.

Als ich 2 Zoll von demselben Drahte einspannte, und indem die Kugel *B* stieg, die eine der drei Flaschen abrückte, so daß nur 2 loschlugen, schmolzen gerade diese 2 Zoll auf eben die Art.

Versuch 5. Durch vier Flaschen wurden 8 und dann auch $8\frac{1}{2}$ Zoll von demselben Drahte immer bei unverändertem Gewichte *i* geschmolzen, und zwar

zerfiel die letzte Drahtlänge so eben in Kugeln; 9 Zoll Draht vermochte der Schlag nur in ihrer ganzen Länge rothglühend zu machen.

Als beim Heben der Kugel *B* zwei Flaschen abgerückt wurden, schmolzen 2 Zoll von demselben Drahte und $2\frac{1}{2}$ Zoll wurden rothglühend.

Versuch 6. Vierzehn ähnliche Flaschen schmelzen, auf dieselbe Art behandelt, von einem Drahte, der $\frac{1}{16}$ Zoll dick war, wenn alle stehen blieben, eine Länge von 8 Zoll, und wenn sieben beim Ansteigen der Kugel *B* abgerückt wurden, 2 Zoll.

Alle diese Versuche zeigen hinlänglich, daß die *doppelte Menge von electricischer Materie, in Gestalt einer Entladung, eine vierfache Drahtlänge schmelzt*, und aus Versuch 4 folgt: *daß von einer $1\frac{1}{2}$ mal so großen Menge von Electricität eine dreifache Drahtlänge geschmolzen wird.*

Ich muß deshalb an der Genauigkeit der Versuche des Dr. van Marum's zweifeln, nach welchen die Längen des geschmolzenen Drahtes in gleichem Verhältnisse mit der Belegung seiner Batterien wuchsen, und also doppelt so viel Belegung nur eine doppelte Drahtlänge zu schmelzen vermöchte. Wahrscheinlich wurde er zu dieser irrigen Angabe dadurch verführt, daß er *erstens* seine Batterien wohl nicht gleich stark geladen hatte, indem er damals kein dazu recht dienliches Electrometer besaß; *zweitens* hat er vielleicht nicht auf die so ver-

schiedenen Grade der Schmelzung Acht gehabt, und die Stärke der Entladung bloß darnach beurtheilt, daß der Draht in Kügelchen zerfiel, welches leicht zu Mißgriffen verleitet. Denn gesetzt, eine Flasche oder Batterie lasse sich so stark laden, daß sie eben 18 Zoll Draht zu Kügelchen schmelzt; so wird dieselbe Ladung auch auf einen gleich dicken und kürzern Draht, bis auf 7 Zoll herab, keine weitere Wirkung haben, als daß sie ihn zu Kugeln schmelzt, lediglich mit dem Unterschiede, daß im letztern Falle die Kügelchen kleiner sind, und weiter auseinander stieben; 6 Zoll dieses Drahts werden in Gestalt von Flocken und Kügelchen in einen braunen Eisenoxyd verwandelt. Um hierbei mit Genauigkeit zu verfahren, muß man den niedrigsten Grad von Schmelzung suchen, der sich dadurch charakterisirt, daß der Draht, indem der Schlag hindurch geht, in seiner ganzen Länge roth glühet, und darauf erst in Kügelchen zerfällt.

Das aufgefundenen Verhältniß, wonach die Länge des schmelzenden Drahtes mit der Menge der sich entladenden electrischen Materie wächst, belehrte mich, daß ich die Zunahme an Kraft, welche eine Batterie durch das Hineinhauchen erhält, zu hoch geschätzt hatte. Da eine 17fäßige Batterie von 15 Flaschen, gut gereinigt und getrocknet, 18 bis 22 Zoll Draht von $\frac{1}{175}$ Zoll Durchmesser; nach dem Hineinhauchen in jede Flasche hingegen 60 Zoll dieses Drahtes, folglich eine dreifache Draht-

länge so eben schmolz; so war, den obigen Versuchen zufolge, die electriche Kraft im letztern Falle $1\frac{1}{2}$ mal so groß als im erstern, und 15 Flaschen thaten nach dem Hineinhauchen dieselbe Wirkung, welche 21 trockene und gereinigte Flaschen gehabt haben würden.

Es scheint nicht leicht zu seyn, diese Wirkung des Hineinathmens in die Flaschen zu erklären. Die meisten Physiker, denen ich den Versuch zeigte, waren geneigt, zu glauben, der Hauch wirke an dem innern unbelegten Theile der Flaschen gleich einer Belegung; allein das ist, wie wir sehen werden, nicht möglich. Die Meinung, welche Herr Nicholson in seinem *Journale der Physik*, II, 219, äußert, kommt der Wahrheit näher, erklärt jedoch, wie es mir scheint, die Erscheinung nicht hinreichend. Ich stimme darin mit ihm überein, daß Selbstentladungen längs des unbelegten Glases mehrentheils von einer Art von Wellenbewegung herrühren; daß aber diese Wellenbewegung durch Entladung einzelner geladener Zonen bewirkt werde, möchte schwer zu beweisen seyn, da sich auf trockenem und gereinigtem Glase solche Zonen wohl nicht bilden können.

Wird eine völlig getrocknete und gereinigte Flasche an den Conductor der Maschine gesetzt, und der innere Theil geladen: so strebt die in dem zuführenden Drahte angehäuften electriche Materie

ringsum, und die im innern Belege zusammenge-
drängte, aus dem obern Rande dieser Belegung aus-
zufließen; und dadurch bilden sich um beide elec-
trische Atmosphären, die an Dichtigkeit zunehmen,
so wie die Ladung stärker wird, und welche bald
die ganze Flasche einnehmen. Ein Theil der in die
Belegung hineingezwängten electrischen Materie
tritt in die Oberfläche des Glases; wo dieses aber
nicht belegt und von außen und innen gereinigt
und getrocknet ist, widersteht die innere Seite die-
sem Eindringen, und hält, da die beim natürlichen
electrischen Zustande in der Außenseite vorhandene
electrische Materie nicht entweichen kann, die in
der Flasche angehäuften electrischen Materie zurück.
Zuletzt überwindet diese bei immer stärkerer An-
häufung jenen Widerstand. Etwas electrische Ma-
terie entweicht aus der Außenseite; daraus entsteht
eine wellenartige Bewegung der innerlich angehäuften;
sie dringt sogleich stärker dahin; treibt da-
durch noch mehr aus der Außenseite heraus, und
so entsteht das Blitzen oder Leuchten, welches sich
immer zeigt, wenn eine gut gereinigte und getrock-
nete Flasche stark geladen wird. Bei fortdauernder
Ladung entsteht auf eben die Art wiederum ein
Leuchten und Hin- und Herwallen; und je nach-
dem die Maschine schneller wirkt, je nachdem mehr
electrische Materie bei jeder Wellenbewegung aus
der Außenseite entweicht, und je nachdem der un-
belegte Theil der Flasche trockner und reiner ist,
ist das zweite, dritte oder eins der folgenden
Leuch-

Leuchten mit einer Selbstentladung der Flasche verbunden. Zuweilen kommt es auch ohne vorhergehendes Leuchten zum Selbstentladen; dieses ist der Fall, wenn gleich die erste Wellenbewegung so stark ist, daß sie eine Entladung bewirkt, da sie dann so schnell auf jenes folgt, daß es unmerklich wird.

Manchmahl zeigt sich beim Laden einer Flasche ein wiederholtes Leuchten, schnell hinter einander, welches nachher, ungeachtet die Maschine immer fort wirkt, ohne eine Entladung bewirkt zu haben, aufhört. Dann ist der unbelegte Theil des Glases zwar ziemlich, doch nicht vollkommen rein und trocken, und enthält zwar einige leitende Theile, doch nicht so viel, daß die electriche Materie von einem zum andern, ohne ein Leuchten an der Aussen- seite, überspringen könnte. Dabei verbreitet sie sich allmählig über die ganze Innen- seite, wodurch die Wellenbewegung so gemindert wird, daß daraus keine Selbstentladung entsteht.

Wird nun vor der Ladung die Innen- seite durch Hauchen befeuchtet, so muß die zugeführte electriche Materie, die sich über die ganze innere Belegung augenblicklich gleichmäfsig ausbreitet, sich eben so, wiewohl mit einiger Schwierigkeit, und daher nur allmählig, über die unbelegte Glasfläche ausdehnen, indem ihr die verdichtete Feuchtigkeit des Hauchs zum Leiter dient, und sie, so wie dieser sich angesetzt und angehäuft hat, aus den Rändern der Be-

legung an die Glasfläche in die Höhe tritt. Sind diese leitenden Theilchen gleichförmig über die ganze unbelegte Glasfläche vertheilt, so wird die ganze Innenseite der Flasche geladen, freilich der unbelegte Theil, wegen der Unvollkommenheit seiner Leitung, schwächer als der belegte; und bei dieser gleichförmigen Vertheilung über der ganzen innern Fläche entsteht weder ein Blitzen und Leuchten, noch eine Entladung längs des Glases zwischen beiden Belegungen. Eher wird die Flasche selbst durchbohrt, oder ist sie dazu zu stark, so strömt die electriche Materie, längs der obern Oeffnung der Flasche, mit eben der Geschwindigkeit aus, mit der sie ihr zugeführt wird.

Eine Selbstentladung kann nur dann erfolgen, wenn ein Körper von hinlänglicher Masse und Leitungsfähigkeit vorhanden ist, um den Theil von electriche Materie, der sich entladet, an der Stelle der Entladung in sich zu schließen; ohne dies wird nie eine Entladung statt haben. Die leitende Feuchtigkeit reicht aber nur eben hin, die von der Maschine angehäuften electriche Materie über der Glasfläche zu verbreiten, ist aber nicht dicht genug, um eine Selbstentladung in sich zu nehmen oder zu beherbergen. Ereignet sich eine Selbstentladung, so kann sie nur von der innern Belegung, oder von dem Drahte in der Flasche herrühren, aus denen sie zur äußern Belegung überspringt; beides wird in diesem Falle gehindert. Die innere Belegung kann

sich nur durch ihren obern Rand entladen; das geht dann aber nicht an, da die Flasche dicht über diesem Rande eben so stark als in der Belegung mit electriccher Materie gefüllt ist, die sich nach allen Seiten zurücktreibt. Eben so hindert die Repulsivkraft der auf den obern Rand der Innenseite condensirten electricchen Materie die Entladung des Drahtes: mithin kann eine Flasche unter diesen Umständen sich nicht von selbst entladen; und ist das Ladungsvermögen erschöpft, so strömt die electricche Materie eben so schnell, als sie ihr zugeführt wird, über den obern Rand der Flasche aus.

Diese Vergrößerung der Ladungsfähigkeit einer Flasche und einer Batterie ist folglich zwar, ohne Zweifel, den feuchten Theilchen zuzuschreiben, die sich auf der innern unbelegten Fläche des Glases niederschlagen; allein diese wirken nicht, wie manche glaubten, als eine Belegung, sondern bloß dadurch, daß sie in den Zustand kommen, oder vielmehr das Vermögen erhalten, einer Selbstentladung zu widerstehen, so daß sich eine stärkere Ladung als ausserdem in die Belegung hineinzwängen läßt. *)

*) Wahrscheinlich haftet die electricche Materie nicht sowohl an den feuchten Theilchen, wie es sich Guthbertson vorstellt, als vielmehr an der behauchten innern Seite des Glases selbst. Dann wäre das Behauchen ein Mittel, das Glas, das sonst nur durch Reibung ursprünglich zu electric-

Wenn die Flaschen entladen werden, so entladet sich zwar wohl etwas von der auf der innern unbelegten Glasfläche angehäuften electricischen Materie zugleich mit, (vielleicht bis auf $\frac{1}{2}$ Zoll, über den

siren ist, auch durch Zuführung und Mittheilung electricisch zu machen. Bekanntlich läßt aber das Glas, so wie andere Nichtleiter, die auf seiner Oberfläche angehäuften electricische Materie bei Berührung mit Leitern, und so auch wahrscheinlich bei allen übrigen Entladungen, nur stellenweise, (am berührten Orte selbst,) und nicht alle auf einmal fahren. Dadurch würde das Ueberspringen der auf der unbelegten innern Seite des Glases condensirten electricischen Materie zur äußern Belegung in Gestalt einer Selbstentladung unmöglich; die Repulsivkraft der hier im Glase haftenden electricischen Materie verhinderte zugleich, wie Cuthbertson richtig bemerkt, die Selbstentladung der innern Belegung oder des zuführenden Drahtes, und eben deshalb ließe sich in beiden weit mehr Electricität als ohne dies anhäufen. Auch nach dieser Erklärung beruhete daher die Verstärkung der Ladung durch das Hineinhauchen lediglich und allein auf der stärkern Anhäufung der Electricität in der innern Belegung und im Drahte, und keinesweges auf der im unbelegten Theile des Glases haftenden electricischen Materie. Wird die Flasche mittelst einer leitenden Verbindung zwischen der äußern und innern Belegung entladen, so kann nur die electricische Materie, welche in der innern Belegung und dem Drahte, als Leitern, condensirt ist, plötzlich und mit einem Mahle, in Gestalt eines electricischen Schlags, nach der äußern Belegung

Rand der Belegung, mehr oder weniger, nach dem Grade der Feuchtigkeit u. der Lage der feuchten Theilchen;) allein dieser Zuwachs der Entladung ist von weniger Bedeutung, und vermag keinesweges bei einer Batterie von 15 Flaschen die Wirkung in dem Grade, als wenn 7 Fla chen mehr vorhanden wären, wie das in der That der Fall ist, zu erhöhen.

überfahren. Die an dem nicht-leitenden Glase haftende Electricität wird dadurch vom Glase nicht getrennt. Cuthbertson läugnet daher mit Recht, daß die Feuchtigkeit als Belegung wirke; wiewohl mir die in dieser Anmerkung versuchte Erklärung den wahren Punkt noch besser, als die Cuthbertson'sche, zu treffen scheint. *d. H.*