

III.  
BEMERKUNGEN  
*und Versuche, die Electricität  
betreffend;*

VON  
WILLIAM NICHOLSON, F. R. S.,  
in London.

---

Herr Nicholson in London hat sich durch mehrere. auch in das Deutsche überetzte Werke um Physik und Chemie verdient gemacht. England verdankt ihm eine musterhafte Zeitschrift für Physik, Chemie und Gewerbe, die seit dem April 1797 erschienen ist, anfangs in Quart, späterhin in Octav, und aus der ich den deutschen Lesern das Eigenthümliche, so weit es hierher gehörte und die Uebertragung lohnte, in diesen Annalen kürzer oder weitauliger, grölsten Theils mitgetheilt habe. In den frühern Bänden sind mehrere für die Annalen noch nicht benutzte Bemerkungen Nicholson's über die Electricität zerstreut; nach der Entdeckung von Volta's Säule beschäftigte diese auch in England fast ausschließlich die Aufmerksamkeit der Freunde der Electricität, und was dahingehört, habe ich vollständig bearbeitet. Die meisten dieser Aufsätze dürften für deutsche Physiker ihren Reiz auch jetzt noch nicht verloren haben. Sie mögen daher in diesem Aufsatze unter verschiedenen Rubriken beisammen stehen.

---

d. H.

1. *Electrisches Ladungsvermögen des Glimmers, und eine Batterie aus Glimmerblättern. \*)*

Als ich vor mehrern Jahren, (1788,) in Untersuchungen über die Electricität begriffen war, veranlaßte mich die ausnehmend große Capacität der Blätter von Glimmer, (russisches Glas,) für Electricität, zu versuchen, eine Batterie aus solchen Glimmerblättern zu errichten.

Zwei Quadratzoll belegten russischen Glimmers geben, wenn sie vollständig geladen sind, einen Entladungsschlag, den man bis über die Ellbogen hinauf fühlt; ihre Schlagweite beträgt ungefähr  $\frac{1}{16}$  Zoll, und es wird mehr als 1 Quadratfuß geriebener Glasfläche erfordert, um sie vollständig zu laden. Ich fand die Dicke einer solchen Glimmerscheibe 0,01125 engl. Zoll. Um ihre electriche Capacität mit der des Glases zu vergleichen, nahm ich eine große Flasche von 351 Quadratzoll Belegung, deren Glas 0,082 Zoll dick war. Ein Lane'sches Entladungselectrometer wurde mit dem belegten Glimmer durch einen einzigen Draht verbunden, und so gestellt, daß der Glimmer regelinäßig bei jeder Umdrehung eines Cylinders von 7" Durchmesser sich entlud. Darauf stellte ich die Flasche statt der Glimmerscheibe in den Kreis; sie entlud sich nach 21 Umdrehungen.

Hiernach stehn die absoluten Capacitäten der Glimmerscheibe und dieser Flasche in dem Verhält-

\*) *Journal*, Julius 1803, Vol. 5, p. 216. d. H.

nisse von 1 : 21. Die Gröfse der Belegung in beiden verhält sich aber wie 1 : 175. Folglich verhalten sich die Capacitäten gleich gröfser belegter Flächen Glimmer und Glas wie  $1 : \frac{21}{175}$ , oder ungefähr wie 8,3 : 1. Nun aber ist, wie Cavendish gezeigt hat, die Capacität belegten Glases der Dicke des Glases verkehrt proportional. Da nun die Dicke des Glimmers zu der der Flasche sich wie 11 : 82 verhielt; so scheint hiernach die electricische Capacität des Glimmers unter gleichen Umständen selbst noch gröfser, als die des Glases zu seyn. Dieses könnte indess leicht blofser Schein seyn, da Ein Mahl der Glimmer sich schneller lud, und nur 0,4 Zoll unbelegten Randes hatte, während der unbelegte Rand des Glases 4 Zoll betrug; zweitens die Ungleichheit des Glases kein ganz genaues Maafs der Dicke zuliefs, und endlich in der Erregung Ungleichheiten möglich sind.

Taf. V, Fig. 1, stellt eine Batterie aus 12 Glimmerscheiben vor, deren jede ein Quadrat von 2,6 Zoll Seite ist, und auf jeder der beiden Seiten 2 Quadratzoll Belegung hat. Jede ist 0,0025 Zoll dick, hat folglich eine 20 Mahl gröfsere Capacität als Fensterglas, das  $\frac{1}{20}$  Zoll stark ist. Die gesammte Belegung der homologen Oberflächen betrug folglich 48 Quadratzoll, und ihre Capacität war der von 20 . 48, das ist, 960 Quadratzoll oder ungefähr 7 Quadratfufs, belegten Glases gleich.

Zwischen je zwei Glimmerscheiben mufs eine Karte gelegt werden. Da nun die Karten ungefähr

$\frac{1}{20}$  Zoll in der Dicke haben, so würde eine solche Glimmerbatterie, die in ihrer Wirkung 100 Quadratfuß belegten Glases gleich kömmt, nur  $3\frac{1}{2}$  Zoll dick seyn.

Für Versuche mit grossen Capacitäten und geringer Intensität, dergleichen seit Entdeckung der voltaischen Säule vorzüglich interessant geworden sind, dürfte ein solches Instrument unendlich bequemer und wohlfeiler als Batterien aus Glas seyn. Eine Glimmerbatterie, die an Capacität der einer Batterie aus Glas von 20000 Quadratfuß Belegung gleich käme, würde noch immer sehr tragbar seyn, und liesse sich in einem Kasten, einen Quadratfuß gross und 2 Fuß tief, beherbergen. — Man muß indess wohl bemerken, daß sich diesem Apparate keine grössere Intensität geben läßt, als zu einer Schlagweite von  $\frac{1}{4}$  Zoll und weniger gehört, und daß daher der Gebrauch desselben auf Versuche beschränkt ist, die keine höhere Intensität verlangen.

Die Einrichtung ist dieselbe, welche Beccaria angegeben hat, und wie Fig. 2 sie vorstellt. Man sieht hier die Glimmerblättchen, die Belegung derselben von Stanniol, und die Stanniolfstreifen, die von den positiven Belegungen nach der obern, von der negativen nach der untern Seite hervorgehn, um sich zu vereinigen. Der Draht c in Fig. 1 ist auf diese Art mit allen negativen Belegungen leitend verbunden, und der Draht a eben so mit allen positiven. Die isolirte Schraube b mit ihrer Kugel und Scheibe bildet das Lane'sche Entladungs-

electrometer. Die Säule, durch deren Kugel die Schraube *e* geht, ist von Glas oder besser von Siegel-lack, und zwischen ihr und der Batterie läßt sich die Scheibe *d* anbringen. In meiner Batterie befanden sich alle Glimmerscheiben zwischen zwei etwas grö-ßern quadratförmigen Glascheiben, und an den Au-ßenseiten dieser befanden sich zwei kleinere Holz-scheiben, wie man dieses in Fig. 1 sieht.

Ich konnte mit meiner Glimmerbatterie nicht viel Versuche machen; denn in der Regel zerspreng-te die Selbstentladung einer einzigen Scheibe alle übrige. Ich wollte daher etwas dickere Blätter nehmen und zwischen je zwei eine Karte legen. An-dere Geschäfte haben mich indeß verhindert, diese Versuche wieder aufzunehmen.

## 2. Einige Gedanken über die Electricität des Zit-terrochens. \*)

— Nach Herrn Hunter's Beschreibung in den *Philosophical Transactions for 1773*, Vol. 63, pag. 434, besteht das electrische Organ des Zitterrochens aus einer Anzahl prismatischer Säulen, deren Länge zwischen  $1\frac{1}{2}$  und  $\frac{3}{4}$  Zoll variirt und deren Durchmes-ser ungefähr  $\frac{1}{7}$  Zoll beträgt. In jedem Organ des Zitterrochens, welches er der königl. Societät vor-zeigte, befanden sich ungefähr 470 Prismen; bey

\*) *Journal*, Vol. 1, p. 357, geschrieben im Nov. 1797, einige Jahre vor Volta's Entdeckung seiner Säule.  
d. H.

einem sehr breiten Zitterrochen waren deren in einem Organe 1182. Diese Säulen enthalten lauter Häutchen, welche allefammt mit den Grundflächen und unter sich parallel laufen; und der Abstand zwischen je zwei solchen Querwänden der Säulen betrug  $1\frac{1}{36}$  Zoll. Gesezt, diese Häutchen wären insgesammt mit Electricität geladen, [also Nichtleiter,] und jede  $\frac{1}{36}$  Zoll dick; so würde in einem Zitterrochen von mittlerer Gröfse, der in beiden Organen zusammen 1000 Säulen hätte im Mittel 1 Zoll lang und von 0,03 Quadratzoll Grundfläche, die mit Electricität geladene Fläche  $1000 \times 150 \times 0,03 = 4500$  Quadratzoll betragen. Nun habe ich aber gefunden, dafs russischer Glimmer, 0,01 Zoll dick, eine 12 Mahl größere Capacität besitzt, als das Glas einer Flasche von 421 Quadratzoll Belegung, von dem ich aus ehemahligen Versuchen weiß, dafs es so dünn ist, als nur Flaschen seyn können, will man nicht Gefahr laufen, dafs sie zerspringen. Die Membranen im electrifchen Organe des Zitterrochens haben nur den dritten Theil der Dicke des russischen Glimmers; wahrscheinlich haben sie also eine drei Mahl größere Capacität als dieser, und mithin eine 36 Mahl größere Capacität als die des besten Glases. Beide Organe würden hiernach dieselbe Ladung anzunehmen vermögen, als eine belegte Glasfläche von  $4500 \times 36 = 162000$  Quadratzoll oder von 1125 Quadratfuß.

Meine große leidener Flasche gab bei einer an Lane's Electrometer abgemessenen Schlagweite von

ungefähr  $\frac{1}{278}$  Zoll, einen sehr merkbaren, ja unangenehmen Schlag, der durch die Hand ging und mit einer zitternden Empfindung verbunden war, die, wie ich glaube, durch die unvollkommene Leitung der Haut für Electricität von so geringer Intensität bewirkt wird. Bei einer Schlagweite von  $\frac{1}{108}$  Zoll war der Schlag schon stark genug, die Hand krampfhaft zu verziehen, und eine Schlagweite größer als  $\frac{1}{88}$  Zoll bewirkte schmerzhaft-starke Entladungsschläge, die wahrscheinlich stärker seyn mochten, als der Schlag des Zitterrochens. Wir wollen annehmen, beide Schläge wären gleich stark. Da nun, nach Herrn Cavendish, bei gleich starken Schlägen die Menge der Electricität in dem Verhältnisse größer seyn muß, als ihre Schlagweite kleiner ist; die Capacität der beiden electrischen Organe eines solchen Zitterrochens zu der Capacität meiner Flasche aber in dem Verhältnisse von 162000:421, das ist, von 375:1 stand; so kann die Schlagweite der Ladung dieser Organe nur  $\frac{1}{375} \cdot \frac{1}{421}$  Zoll =  $\frac{1}{157875}$  Zoll seyn. Kein Wunder daher, wenn der Schlag des Zitterrochens durch keine durch noch so kleine Nichtleiter unterbrochne Kette geht, und wenn er mit keinem sichtbaren Funken verbunden ist.

Was den Ursprung der Electricität im Zitterrochen betrifft, so sind uns noch keine Thatfachen bekannt, die darüber Aufschluß geben, wie die Ladung der electrischen Organe erregt, erhalten, und

nach aussen mitgetheilt wird. \*) Ob in diesen Organen die Electricität wirklich gesammelt, zusammen gesetzt oder zerlegt wird; oder ob sie in ihnen bloß, wie vielleicht in allen Körpern, in dem Zustande, in welchem wir sie gebunden nennen, existirt, das sind Fragen, die wir noch nicht beantworten können. Die starke Electricität, welche der russische Glimmer von Natur besitzt, und die unzähligen Schläge, welche das Electrophor, durch bloße Aenderung der Vorkehrungen, zu geben im Stande ist, lassen mich vermuthen, daß sich wohl eine Maschine möchte verfertigen lassen, die zahllose Schläge nach Gefallen zu geben, und ihre Kraft Monate und Jahre lang zu behalten vermöchte. Daß die Dimensionen der electricischen Organe des Zitterrochens von der Art sind, daß sie bei gewissen, sehr möglichen Bewegungen, und unter der Voraussetzung, daß leitende und nicht-leitende Körper in ihnen im Spiele sind, die Wirkungen hervor zu bringen vermögen, die wir bemerken, erhellet aus Folgendem. Ob übrigens meine Erklärung die wahre ist, darüber können allein künftige Versuche und Beobachtungen entscheiden.

Ich habe gefunden, daß in russischem Glimmer, der noch in seinem ursprünglichen Zustande, und weder durch Erregung noch durch Mittheilung je

\*) Volta's und Herrn von Humboldt's spätere Ideen hierüber findet man in den *Annalen*, X, 447, und XXII, 1 f. d. H.



electricirt worden war, und der am Bennet'schen Electrometer keine Spur von Electricität äußerte, die einzelnen Blättchen sich von Natur in einem Zustande starker entgegen gesetzter Electricität befinden, die sich einander im Gleichgewichte erhalten. Wenn man die Blättchen im Dunkeln aus einander reißt, so springen von einem zum andern Funken, die wenigstens  $\frac{1}{20}$  Zoll lang sind; und dieses ist, wie wir gesehen haben, eine 1875 Mal stärkere Intensität als die, welche der Electricität des Zitterrochens eigen ist. Wenn man daher eine oder mehrere Säulen von russischem Glimmer, oder von andern dünnen electricischen Platten von  $\frac{1}{100}$  Zoll Dicke, welche zusammen dieselbe Oberfläche hätten, als die Querhäutchen im electricischen Organe des Zitterrochens, so zusammen setzte, daß die im entgegen gesetzten Zustande befindlichen Platten sich nur paarweise einander berührten und an der äußern Seite belegt wären, daß überdies ein gemeinschaftlicher Conductor die obern Platten eines jeden Paares, und auf dieselbe Art ein anderer die untern in Verbindung setzte; so würde eine Trennung aller Paare, bis auf einen Abstand von  $\frac{1}{12720}$  Zoll, dieselbe Intensität und Menge von Electricität hervorbringen, welche das electricische Organ des Zitterrochens besitzt. Bei jeder leitenden Verbindung beider Conductoren würde das Gleichgewicht wieder hergestellt werden; jedes lebende Thier müßte im Entladungskreise einen Schlag bekommen, und eben so bei der Wiederherstellung der ursprünglichen

Lage

Lage des Apparats; und die Stärke der Schläge würde sich nach der Menge der getrennten Plattenpaare, also darnach, welcher Theil des Apparats ins Spiel gesetzt wird, und nach dem Abstände richten, in welchen die Platten von einander gebracht würden. Verschiedene Säulen, die schnell nach einander sich entladen, würden durch die schnelle Wiederhohlung kleiner Schläge eine zitternde Empfindung hervor bringen.

Liesse sich annehmen, daß der Zitterrochen nach Art einer solchen Maschine seine Electricität erzeuge und mittheile, so würde das Folgendes in sich schließen: 1. daß die Häutchen in dem electrischen Organe Nichtleiter sind, und daß das zwischen ihnen befindliche Fluidum ein Leiter ist; 2. daß sie wie Electrophore wirken; 3. daß wahrscheinlich die weiße netzförmige Materie zwischen den Säulen die Leiter ausmacht, welche die beiden entgegen gesetzten Flächen einzeln mit einander verbinden; 4. daß diese abgefonderten Leiter in allen ihren Zweigen durch Bekleidung mit einer nicht-leitenden Materie von einander getrennt erhalten würden; dazu brauchte sie nur aus der Materie der Häutchen zu bestehen und  $\frac{1}{8}$  Zoll dick zu seyn, da alles für eine Schlagweite durch die Luft, die nur halb so groß ist, berechnet ist. — Dieselben Wirkungen ließen sich durch Bewegung der nicht-leitenden Platten in einem leitenden Fluidum hervor gebracht denken.

### 3. Einige Betrachtungen über das Electrophor in Beziehung auf das Vorige. \*)

Das Electrophor besteht, wie bekannt, aus einer glatten Metallplatte, die mit einem isolirenden Handgriffe versehen ist, und aus einer andern nicht-leitenden Platte, z. B. einer mit Firniß überzogenen Glascheibe, oder einem Harzkuchen, die auf ihrer Unterfläche mit Metall belegt ist. Wird die obere nicht-belegte Fläche dieser Platte durch Reiben, oder auf eine andere Art electrifirt, und die isolirte Metallplatte darauf gesetzt, so giebt letztere beim Berühren mit dem Finger einen kleinen Funken, der mit der Electricität der obern Fläche der nicht-leitenden Platte gleichartig ist; und hebt man dann die Metallplatte mittelst des isolirenden Handgriffs ab, so erhält man beim Berühren einen stärkern Funken von entgegen gesetzter Electricität.

Diese Erscheinung, deren Erklärung man anfangs für sehr schwierig hielt, wird, wie man jetzt weiß, gänzlich durch dieselben wirkenden Kräfte, als die electriche Ladung der leidener Flasche hervor gebracht. Denn es besteht, (wie ich in den *Philosophical Transactions*, 1789, gezeigt habe,) eine solche Ladung erstlich aus der *Plus*- und *Minus*-Electricität, die sich einander wechselseitig binden;

\*) *Journal*, Vol. 1, p. 355. Sie stellt Nicholson den vorigen Gedanken voran; ich hielt die umgekehrte Folge für zweckmäßiger. d. H.

und zweitens aus einer Portion Electricität auf der isolirten Oberfläche, welche bei gleichen Ladungen desto stärker ist, je mehr die beiden electrifirten Oberflächen von einander entfernt sind, und bei ungleichen, mäßigen Ladungen, beinahe im Verhältnisse mit der Ladung selbst steht. Wenn die nicht-leitende Oberfläche des Electrophors gerieben wird, so erhält sie ebenfalls diese beiden verschiedenen Electricitäten, nämlich erstens die Ladung, oder die, vermittelt der compensirenden Kraft der unisolirten untern Belegung gebundene, und zweitens die zum Erhalten der Ladung erforderliche Portion einfacher Electricität. Wird die Metallplatte darauf gesetzt und mit dem Finger berührt, so geht wahrscheinlich in den wenigen Stellen der wirklichen Berührung ein Theil der Electricität in die Metallplatte über, und, ist die Intensität stark, so springt auch vielleicht ein anderer Theil derselben durch die dünne Luftschicht hindurch, die zwischen dem Metalle und der Oberfläche des Harzkuchens verbreitet ist. Die Electricität, welche an der Fläche zurück bleibt, dient, diese dünne Luftschicht zu laden, und es verschwindet daher bei weitem der größte Theil ihrer Intensität; gerade so tief sinkt die Intensität der entgegengesetzten Electricität der Metallplatte, welche die andere Belegung der Luftschicht ausmacht, herab, weshalb der Funke, der in diesem Zustande aus der Metallplatte hervor geht, mit der Electricität des Harzkuchens von gleicher Art ist. Auf dieselbe Art giebt das

äußere Belege der leidener Flasche, während es in den negativen Zustand übergeht, positive Funken. Die Intensität, mit welcher dieser Funke anfängt, kann nie die Intensität übertreffen, welche der Ladung zukömmt, die zwischen der Harzfläche und der untern Belegung Statt findet; da aber die Intensität, welche erforderlich ist, um die so dünne Luftschicht geladen zu erhalten, nur sehr geringe ist, so wird bei weitem der größte Theil der Electricität zur Constituirung dieser Ladung verwandt, und der aus der Metallplatte heraus gelockte Funke muß mehr nach und nach erfolgen und viel kleiner seyn, als der, welcher, bei derselben Menge von Electricität, aus der nur einfach electrifirten Platte auf ein Mahl hervor springen würde. Hebt man aber die Metallplatte bei ihrer isolirenden Handhabe in die Höhe, so tritt ein Theil der Ladung an der Oberfläche des Harzkuchens in ihren vorigen Zustand in Beziehung auf die untere Belegung zurück, und der Theil, welcher fortdauernd von der obern beweglichen Metallplatte gebunden wird, verlangt nun eine größere Menge freier Electricität in dieser, um sich behaupten zu können. Die Intensität der Electricität des Metalldeckels wächst schnell, indem er aufgehoben wird; es fahren daher Funken und Strahlen aus ihm auf die untere Platte und auf die benachbarten Körper, und was in ihm von der Ladung übrig bleibt, wirkt in einer gewissen Entfernung als einfache Electricität. Nähert man daher dann dem Deckel den Knöchel, so erhält man in

größerer Entfernung einen Funken, der mehr Geschwindigkeit und Glanz hat, und ob er gleich aus weniger Electricität besteht, als der, den der Deckel giebt, wenn er auf dem Harzkuchen aufliegt; dennoch, weil er für Auge und Ohr bemerkbarer ist, für stärker gehalten wird. Jener Funke ist die nach und nach erfolgende Explosion einer Ladung; dieser das plötzliche Entweichen eines Antheils einfacher, freier Electricität.

Nehmen wir an, die nicht-leitende Materie des Electrophors sey sehr dünn, und wenn der Deckel aufsteht, lasse man den Funken von der obern zur untern Metallplatte schlagen, so wird der Effect nahe derselbe seyn, als der Erschütterungsschlag einer eben so großen Fläche belegten Glases, das mit derselben Menge Electricität geladen ist. Wenn dagegen der Deckel aufgehoben ist, so stimmt er in der Wirkung mit einem Funken aus dem Hauptconductor der Maschine überein. Oder, es läßt sich vielleicht noch richtiger die erste Wirkung mit dem Schlage einer großen Batterie vergleichen, die durch einmahliges Herumdrehen der Maschine geladen ist; die andere mit dem Schlage einer kleinen Verstärkungsflasche, welcher dieselbe Menge Electricität eine starke Ladung ertheilt. Der Schlag und der Funke einer so geladenen Batterie würde unbedeutend seyn, indess die Wirkungen der Verstärkungsflasche sehr empfindlich seyn könnte.

Aus dieser Vergleichung des Electrophors mit der Verstärkungsflasche erhellt, wie wunderbar

schwach die Ladung des Electrophors ist, da sie aus nicht mehrerer Electricität besteht, als, wäre sie ungebunden, in dem einfachen Funken entweichen würde, den der aufgehobene Deckel ertheilt. Ich finde, daß zwei Quadratzoll russischen Glimmers,  $\frac{1}{16}$  Zoll dick, die mit Zinnfolie belegt sind, ein einmaliges Herumdrehen eines kleinen Cylinders erfordern, um eine Schlagweite von  $\frac{1}{16}$  Zoll zu erhalten, während ein einmaliges Herumdrehen desselben Cylinders einen einfachen Conductor, von ungefähr 6 Quadratfuß Oberfläche, so ladete, daß er einen beinahe 9 Zoll langen Funken gab. Verhält sich nun die Menge von Electricität in zwei Conductoren, wie die Länge ihrer Funken, (welches zwar bei großen Intensitäten eine zweifelhafte Annahme ist, in diesem Falle aber Statt finden dürfte;) und vermöchte ein Electrophor von russischem Glimmer, dessen obere Fläche 2 Quadratzoll beträgt, nach aufgehobenem Deckel einen Funken von  $\frac{1}{16}$  Zoll zu geben: so wird die ganze Electricität des Electrophors sich zu der ganzen Electricität des Conductors, der einen 9 Zoll langen Funken giebt, wie  $4 \cdot 0,1 : 6 \cdot 144 \cdot 9$ , das ist, wie  $0,4 : 7776$ , verhalten; oder, wenn es ein zweifaches Electrophor aus Glimmer ist, [wie das weiterhin beschriebene,] wie  $0,2 : 7776$ . Bringt man daher die beiden Platten eines solchen zweifachen Electrophors mit einander in Berührung, so wird der Funke bei leitender Verbindung beider in dem Verhältnisse von  $0,2$  zu  $7776$  oder von  $1$  zu  $38880$  kleiner seyn, als

0,1 Zoll, und also nur den 0,000002sten Theil eines Zolles betragen. Und da, wie Cavendish gefunden hat, die electrifchen Schläge beinahe gleich stark find, wenn die Menge von Electricität der Schlagweite verkehrt proportional ist, bei Ladungen aber die Menge der Electricität sich wie die Oberflächen verhalten; so wird der Entladungsschlag von 2 Quadratzöll russischen Glimmers mit einem Funken von 0,1 Zoll, dem Schlage von 77760 Quadratzoll Oberfläche mit einem Funken von 0,000002 Zoll gleich seyn, [da sich verhält  $\frac{0,2}{7776} \cdot 0,1 : 0,1 = 2 : 77760$ .] Ein Electrophor von dieser Oberfläche hat 279 Zoll oder 23 Fuß ins Gevierte, und hat eine 19440 Mahl größere Oberfläche als das zweifache Electrophor von zwei Zoll Seite.

Um dies zu erläutern, verfertigte ich ein kleines Electrophor, mit dem sich die Versuche anstellen ließen, welche Beccaria die rüchende Electricität nennt. Zwei Metallplatten mit isolirenden Handhaben, jede ein Quadrat von 2 Zoll Seite bildend, waren an ihren vordern Flächen mit dem dünnen russischen Glimmer belegt. Wurden die beiden nicht-belegten Glimmerflächen auf einander gelegt und das Ganze als eine belegte Scheibe geladen, so erhielt man bei der Entladung einen gedrängten Schlag von beträchtlicher Stärke; trennte man die Platten, so waren die Funken ungefähr  $\frac{1}{2}$  Zoll lang und sehr schwach. Brachte man sie zusammen, so zeigte sich



kein bemerkbarer Funke. Die Operation schien, wie mit dem Electrophor, sogleich wiederholt werden zu können. Sind die beiden Glimmerflächen in Berührung, so binden sich die entgegengesetzten Electricitäten an ihren Oberflächen wechselseitig, und die äußern Belegungen befinden sich dann wahrscheinlich beinahe in ihrem natürlichen Zustande. Werden die Platten getrennt, so hört zwar diese Bindung der Electricität größten Theils auf, die äußern Belegungen verhindern es aber, daß die Intensität derselben merkbar zunimmt. Jede Platte ist alsdann für sich gleich einer einfachen Flasche geladen, und so, daß sich ihr Gleichgewicht durch Verbindung der äußern Belegungen wieder herstellen läßt. Diese zweite Ladung, ihre Intensität und die Explosion sind desto größer, je weiter die beiden Platten von einander entfernt werden. \*)

---

\*) Mit einem solchen zweifachen Electrophor, wie er diesen aus zwei Condensatoren bestehenden Apparat nennt, scheint Nicholson die Häutchen in den electrischen Organen des Zitterrochen zu vergleichen. Volta bemerkt darüber, (*Annalen*, X, 448:) „Es läßt sich nicht annehmen, daß einige dieser Scheiben Nichtleiter sind, die durch Reibung oder gleich kleinen Electrophoren geladen würden, oder, wie Nicholson meint, wenigstens die Stelle eines guten Condensators vertreten können. Denn Fett und einige ähnliche Flüssigkeiten ausgenommen, leiten alle lebende oder frische thierische Substanzen die Electricität be-

4. Die beiden Electricitäten. \*)

Fast bei jedem Versuche, in welchem das elektrische Licht erscheint, zeigen sich die beiden Electricitäten auffallend verschieden. Papier ist zum Beobachten des sichtbaren Ueberganges der Electricität sehr geeignet. Läßt man einen starken elektrischen Strom auf ein ebenes nicht-isolirtes Blatt Papier fallen, so bildet er darauf einen schönen Stern, von ungefähr 4 Zoll Durchmesser, der aus sehr deutlichen Zweigen besteht, die sich nicht weiter verästeln. Die negative Electricität wirft unter völlig gleichen Umständen mehrere zugespitzte Büschel auf das Papier, (*throws many pointed brushes to the paper,*) bildet aber keinen Stern auf der Papierfläche. Zu diesem Versuche diente mir ein Cylinder von 7" Durchmesser.

Hiernach zu urtheilen, dürfte eine hohle Kugel aus Papier, oder eine mit Papier überklebte Glaskugel, eine ergötzende Beifügung zu dem electrischen Apparate für Versuche im Dunkeln seyn.

---

fer als Wasser; und weder das Fett, besonders wenn es, wie im lebenden Thiere, halb oder ganz flüssig ist, noch jene Flüssigkeiten, sind eine elektrische Ladung anzunehmen oder zu behalten fähig. Ueber dies sind die Häutchen und Flüssigkeiten im Organe des Krampfrochens weder fett noch öhlig.

d. H.

\*) *Journal*, Vol. 2, p. 438 f.

d. H.

5. *Unterschiede in der Wirkung schwacher und starker Electricität, und Versuche über das Goldblatt-Electrometer.*

Die Gesetze, nach welcher schwache, und die, nach welcher starke Electricität wirkt, scheinen in manchen Fällen verschieden zu seyn.

Wenn man eine Reihe von Flaschen, jede einzeln, die letzte ausgenommen, isolirt, das äußere Belege der ersten mit dem innern Belege der zweiten, das äußere Belege der zweiten mit dem innern Belege der dritten, und so ferner, leitend verbindet, und nun die erste Flasche am Leiter der Maschine ladet; so werden bekanntlich alle übrige Flaschen zugleich mit geladen: nur mit dem Unterschiede, daß die Ladung sich selbst durch Explosion wieder erneuert, wenn die Menge der Electricität viel kleiner ist, als die erste Flasche allein würde aufgenommen und zurück behalten haben. Aus diesem Erfolge hat man mit einiger Wahrscheinlichkeit geschlossen, daß Glas der Mittheilung der Electricität widersteht, und daß die weiter abstoßenden Flaschen immer weniger geladen werden. Ob dieser letzte Schluß richtig sey, ist, so viel ich weiß, noch nicht durch Versuche ausgemacht worden.

Bei der Ungewißheit, die noch über den eigentlichen Sitz der electrischen Ladung belegten Glases herrscht, ist es zwar mißlich, irgend etwas in Hinsicht nicht-belegten Glases auszusagen; nach allem aber ist es doch wahrscheinlich, daß das Zwischenbringen nackten Glases die Wir-

kung electrificirter Körper hemmt. Diese Frage kömmt besonders auch bei Bennet's *Goldblatt-Electrometer* in Anregung. Um zu finden, ob die Glasröhre des Electrometers auf den electrischen Zustand der Goldblättchen, welche sie umschliesst, durch Compensation oder auf andere Weise Einfluss habe, nahm ich einen 18'' langen, 2'' breiten und  $\frac{1}{30}$ '' dicken Streifen Fensterglas, reinigte ihn, und führte ihn dann einige Mal durch die heisse Luft über der Flamme eines Lichts hin und her. In diesem Zustande wurde das eine Ende mit der Deckplatte eines Bennet'schen Electrometers in Berührung gebracht, dem ich zuvor Electricität mitgetheilt hatte, und dann schnell durch Drehen der Hand entfernt. Es war kaum möglich, irgend eine Einwirkung hiervon auf die Divergenz der Blättchen wahrzunehmen: hatten sie  $+E$ , so sanken sie höchst wenig zusammen; hatten sie  $-E$ , so entfernten sie sich höchst wenig im Augenblicke der Trennung. Als ich einige Tage darauf den Versuch wiederholte, nachdem ich die Goldblättchen mit andern sehr spitzen und sehr empfindlichen vertauscht hatte, fand sich noch bestimmter das Glas nach Anzeige des Electrometers in einem Zustande schwacher  $+E$ , \*) und die Blättchen, wenn sie positiv-electrisch waren, sanken um eben so viel zusammen, als sie

\*) Das Glas wirkte in der Berührung auf die Blättchen durch Vertheilung, und im Augenblicke der Trennung stellte sich der vorige Zustand der Blättchen wieder her.

stärker divergiren, wenn sie negativ-electrisch waren.

In der Meinung, durch den Metallhut des Electrometers werde im Glase etwas einer Ladung ähnliches bewirkt, erwartete ich die Divergenz der Goldblättchen während der Dauer dieser Ladung vermindert zu sehen; auch dafs in diesem Falle die Wirkung des Metalles durch das Glas auf ähnliche Art abnehmen werde, als in der Reihe von Flaschen. Daraus, dafs das Glas auf diese Art nicht wirkte, scheint zu folgen, dafs blofses Glas den electricen Zustand der Körper in seiner Nachbarschaft nicht verändert, und dafs die Divergenz in den Electrometern Cavallo's und Bennet's durch die umgebende Glasröhre nicht vermindert wird.

Aus vielen abgeänderten Versuchen ergab sich deutlich, dafs die Metallbelege, obschon sie durch ihre Nähe die Intensität des electricen Zustandes in den Goldblättchen vermindern können, doch den Winkel, um welchen die Blättchen divergiren, durch ihre Anziehung vergrößern.

Nimmt man zu dem Goldblatt-Electrometer eine sehr enge Röhre, so wird die Empfindlichkeit desselben durch die Nähe der Belege etwas erhöht; da es dann aber durch zufällige Reibung, welche das Glas erregt, und die Goldblättchen anätzen macht, leicht ganz unbrauchbar wird, und bei allzu starker Krümmung die Divergenz nicht gut zu sehen ist, so scheint mir keine Röhre dazu empfehlenswerth

zu seyn, die weniger als 1 Zoll im Durchmesser hat. Viel grösser darf aber umgekehrt der Durchmesser der Röhre auch nicht seyn; soll das Instrument die vortheilhafteste Einrichtung haben.

Ich wurde ein Mahl veranlaßt, zu glauben, die beträchtliche GröÙe des messingenen Huts mache das Bennet'sche Electrometer für geringe Mengen von Electricität minder empfindlich. Die Versuche bestätigen indeß diese Meinung nicht sonderlich. Als ich Messingkappen von verschiedener GröÙe darauf brachte, fanden sich die kleinern für sehr geringe Grade von Electricität empfindlicher, doch minder empfindlich für grössere Grade. Eine sehr schwache Electricität bewirkt vielleicht den entgegen gesetzten Zustand in der ganzen Messingkappe, wenn sie klein ist, und nur in einem Theile derselben, wenn sie grösser ist, wobei der übrige Theil den Goldblättchen etwas von ihrer Intensität raubt. Stärkere Electricitäten nöthigen wahrscheinlich die ganze groÙe Kappe, den Blättchen Electricität zu überlassen, in einer Menge, welche kleinere Kappen nicht hergeben können, ohne eine höhere Intensität anzunehmen, weshalb sie minder empfindlich erscheinen. Hieraus erhellet, daÙ es für jede gegebene Electricität, welche bloß durch Vertheilung auf das Electrometer wirkt, eine bestimmte Form und GröÙe des Messinghutes giebt, bei welchen der Effect am gröÙten wird.

Aus einigen Versuchen, welche Hoadley und Wilson mit einer Reihe isolirter, einer den andern

berührender, eine gerade Linie bildender Conductoren angestellt haben, hat man gefolgert, daß ein electrifirter Körper, der dem einen Ende der Reihe genähert wird, in den nähern den entgegen gesetzten, in den entfernten Conductoren den gleichartigen electrifchen Zustand durch Vertheilung erregt; diese Zustände äußern sie, wenn sie, während in ihnen die Vertheilung Statt findet, von einander abgerückt werden. Nach diesem Versuche zu urtheilen, müßten zwei Bennet'sche Electrometer, die man durch einen Metallstab mit einander verbindet, entgegen gesetzte Electricitäten annehmen, wenn man dem einen Ende oder der Mitte der Stange einen electrifirten Körper nähert. Ich habe diesen Versuch mit einem 18 Zoll langen messingenen Stabe angestellt; beide Electrometer kamen in demselben Augenblicke zur Divergenz, und beide divergirten gleich stark und mit einerlei Electricität, ich mochte Siegellack oder Glas dem einen Ende oder der Mitte des Stabes nähern. Dieses scheint eine verschiedenartige Wirkung sehr schwacher und starker Electricität anzuzeigen. \*)

\*) Da im nähern Electrometer so gut als in dem entfernten, der Leiter sich in den Goldblättchen endigte, so waren beide Electrometer, wo auch der electrifirte Körper dem Stabe genähert werden mochte, gleichmäsig hintere Enden der Leitung, mußten also beide mit der am Körper + gleichartigen Electricität, und zwar in demselben Augenblicke erfüllt werden, da durch so kurze Metallei-

Auch in der Wirkung von Spitzen und von der Flamme zeigen sich zwischen starken und schwachen Electricitäten wesentliche Verschiedenheiten. Dem Conductor einer Maschine wird durch eine Spitze die Electricität fast plötzlich entzogen, indess ein in der Nähe stehendes brennendes Licht auf sie keinen grossen Einfluss äussert. Dagegen theilt das Bennet'sche Electrometer kaum die mindeste Electricität einer Spitze mit, welche die Kappe nicht unmittelbar berührt; die Lichtflamme raubt demselben aber schnell die Electricität.

Coulomb hat mittelst seines Windungsapparates dargethan, dass die Wirksamkeit schwacher Electricität im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen abnimmt. Es ist mir kein Versuch bekannt, für grosse Intensitäten von Electricität das Gesetz der Repulsion oder Attraction zu bestimmen. Dieses habe ich auf folgende Art versucht. Ich liess aus Messingblech einen 4" dicken Conductor machen, der sich in zwei sphärische Theile von 5" Durchmesser endigte, und im Ganzen 20" lang war. Dieser Conductor wurde aufrecht gestellt, so dass die Achse desselben senkrecht war. Auf der obern Kugel befand sich ein Gestell, mit zwei Paar sehr feinen Frictionsrädern, auf welchen die Achse eines Rades auflag. In der untern

ter die Vertheilung ein Werk eines Augenblickes ist. Hier wirkt also schwache Electricität keinesweges anders als starke.

d. H.



Kugel befand sich in der Achse ein Loch, mit einem kleinen Rahmen und 3 Rädchen; in diesem Loche lief der Stiel einer sehr leichten Kugel aus Goldpapier, ebenfalls von 5" Durchmesser, herauf und herab, so als er nirgends den Rand des Loches, sondern höchstens eins der Rädchen berührte. Der Stiel war beinahe so lang, als der Conductor, und hing an einem feinen seidenen Faden; dieser Faden ging um die Achse des Rades, und hatte am andern Ende ein Gegengewicht von einer solchen Gestalt, das sich mehrere Gewichte hinzu fügen ließen, um Gleichgewicht und Uebergewicht nach Willkühr zu reguliren. Ein Zeiger am Ende der Achse des Rades, der unter Glas über ein Zifferblatt lief, zeigte das Steigen und Sinken der Kugel aus Goldpapier in Theilen eines Zolles. Ich erwartete eine beträchtlich lange Scale an meinem Stiele von 12 Zoll zu erhalten. Allein bei den Versuchen, die ich mit Uebergewichten von verschiedener Gröſse anstellte, zeigte sich, das die Kugel, [als sie electrifirt und nun sich überlassen wurde,] sich entweder gar nicht bewegte, oder die ganze Länge mit bedeutender Geschwindigkeit durchlief. Dieser unerwartete Erfolg, und manche Verbesserungen, welche die Vorrichtung bedurfte, verhinderten mich, damit die Versuche durchzuführen, die ich mir vorgenommen hatte. Die Erscheinungen deuten indeß, wie mir dünkt, darauf, das bei großen Intensitäten und kleinen Entfernungen die Verminderung des Effects, wenn sie sich nach dem Gesetze der Quadrate

drate der Entfernungen richtet, doch, nach Art der Anziehung der Erde, auf geworfene Körper zu klein ist, um wahrgenommen zu werden. (?) Nach Anzeige am Henley'schen Quadrantenelectrometer und an Nollet's schwimmendem Electrometer zu urtheilen, dürfte es indeß der Mühe werth seyn, hierüber weitere Versuche anzustellen. \*)

#### 6. *Erregung durch Reiben.*

Die Erregung der Electricität durch Reiben ist für uns noch immer ein Geheimniß. Wir besitzen nichts, was auch nur einer Theorie der Veränderungen der electricischen Capacität des Reibezeugs und des Cylinders bei Veränderung der Lage der Theile, welche in Berührung waren, ähnlich sieht. Ich habe im Jahre 1789 der königlichen Societät einige Thatfachen über die gegenseitige Einwirkung des Reibezeugsflügels aus seidnem Zeuge und des electrifirten Cylinders auf einander mitgetheilt, und gezeigt, daß etwas einer Compensation ähnliches Statt findet, so lange sie mit einander in Berührung bleiben. Man sieht sehr auffallend den Uebergang der Fläche des Cylinders von dem compensirten in den nicht-compensirten Zustand, wenn man ein Loch in die Seide schneidet, und den Cylinder dreht, im Fall einer sehr mächtigen Erregung. Eine

\*) Nur darf man nicht vergessen, daß das Quadrantenelectrometer nach Art eines zusammen gesetzten Pendels wirkt, wenn man die Gesetze Coulomb's auf dasselbe anwenden will.

d. H.

Cascade von Feuer stürzt aus dem Rande des Lochs hervor, welches dem Reibezeuge am nächsten ist; statt sich indeß in die Luft zu zerstreuen, beugt sie sich wieder herab, und vereinigt sich mit dem Cylinder an dem entgegen gesetzten Rande des Lochs, von wo sie, wie sonst, zum Einleiter strömt.

---

7. *Vergleichung der Cylindermaschinen und der Scheibenmaschinen in ihrer Wirkung. \*)*

Es ist merkwürdig, daß die Scheibenmaschinen, welche bei uns, (vom Dr. Ingenhous,.) erfunden und bekannt gemacht worden, dennoch hier nie recht in Gebrauch gekommen sind, obschon man sie auf dem festen Lande fast allgemein den Cylindermaschinen vorzieht. Einigen Antheil hieran scheinen die Verbesserungen unsrer Glashütten zu haben, welche Glasylinder von großem Durchmesser zu einem billigen Preise liefern. Ich habe vor einigen Jahren, (1787,) die Cylindermaschinen durch eine in den *Philosophical Transactions for* 1789, Vol. 79, beschriebene Vorrichtung verbessert, durch welche sich die Electricität des Conductors fast augenblicklich aus positiver in negative verwandeln läßt. Durch Vergleichung der Menge von Electricität, welche eine reibende Glasfläche von 1 Quadratfuß erregt und anhäuft, wurde ich damals zu der Meinung veranlaßt, Cylindermaschinen seyn in jeder Hinsicht den Scheibenmaschinen

\*) *Journal*, Vol. 1, p. 83 f.

d. H.

vorzuziehen, bis auf die grössere reibende Fläche, welche man bei letztern erlangen kann, wenn man keine Kosten scheut. Die Arbeiten des berühmten Dr. van Marum, und einige eigne Beobachtungen haben mich indess seitdem dahin gebracht, meine Meinung zu ändern. Es mögen hier zuerst einige allgemeine Thatfachen stehen; dann die Beschreibung der vortrefflichen van Marum'schen Verbesserung meiner Vorrichtung.

1. Man liess vormahls in Electrirmaschinen den reibenden Glaskörper mit viel Geschwindigkeit, vermittelt Schnur-Räder oder vermittelt gezählter Räder umlaufen. Dieses hat man seitdem verworfen, weil eine vortheilhaftere Anbringung von Zinkamalgama die Erregung und die Reibung sehr vergrößert. Die Maschinen mit einer bloßen Kurbel erfordern indess dieselbe Kraft zum Drehen als zuvor; sie geben viel mehr Feuer in Gestalt von Büscheln und Funken; so weit ich aber nach meiner Erfahrung urtheilen kann, waren die Funken der alten Maschinen dichter und stechender, die Erregung stetiger, und die Zeit, welche man zum Laden brauchte, etwas kürzer.

2. Ein Cylinder mit einer bloßen Kurbel erfordert für alle Theile aus Metall grössere Durchmesser, um das Ausströmen zu vermeiden, als die ältern Maschinen, oder als eine Scheibenmaschine.

3. Es ereignet sich öfters, daß aus einer Maschine mit bloßer Kurbel Ströme von electrischer Materie (*ramifications*) nach dem Tilche, nach dem

Gefichte deffen, der operirt, und in die Luft ausgehn; obfchon, nach der Zeit zu urtheilen, welche man braucht, eine Batterie oder Flasche zu laden, die Funken nicht fehr dicht und von keiner grofsen Kraft find.

4. Diefe Umftände machen es mir wahrſcheinlich, dafs die electrifche Materie in einem geladenen Conductor, durch unregelmäfsiges Zuſtrömen aus dem Cylinder, in einen Zuſtand von Undulation verſetzt werden kann, in welchem ſie ſchneller entweicht, als wenn ſie in einem mehr ſtetigen und regelmäfsigen Strome zugeführt wird. Wenn z. B. der Cylinder keine ganz regelmäfsige Figur hat, ſo drückt das Köſſen an einer Seite deſſelben ſtärker als an der andern, und dieſe Unregelmäfsigkeit kann noch durch andre Urfachen vermehrt werden. Dieſe Unregelmäfsigkeiten im Zuſtrömen liegen bei Cylindern mit bloſſer Kurbel weiter aus einander, als bei Cylindern mit Rädern; bei Scheibenmaſchinen fehlen ſie vielleicht ganz.

5. Die Wirkungen ſolcher Undulationen laſſen ſich nach verſchiedenen Thatſachen beurtheilen:  
*a.* Ein dünner Draht, der von einer iſolirten Kugel nach der Erde herab geht; wird durch Funken poſitiver Electricität, welche man auf die Kugel ſchlagen läßt, in ſeiner ganzen Länge leuchtend, während die Electricität durch ihn unfichtbar in den Boden ſtrömt, wenn man die Kugel in Berührung mit dem Conductor bringt. — *b.* Eine iſolirte Metallröhre, an beiden Enden mit Kugeln von ſolcher Größe verſehn, dafs, wenn die eine mit dem Con-

ductor in Berührung gesetzt wird, aus der andern kein Lichtpinfel ausströmt, zeigt, wenn sie abgerückt wird, bei jedem Funken, der auf die erste Kugel fällt, einen ausströmenden Lichtpinfel an der zweiten, obschon sie in diesem Falle sicher nicht stärker als in dem ersten electrifirt wird. — c. Eine messingene Kugel von 4'' Durchmesser, die durch einen 6'' langen Metallstab mit dem hintern Ende des positiven Conductors einer Maschine verbunden war, liefs nur von Zeit zu Zeit einen Lichtpinfel ausströmen; als aber der Metallstab mit einem eben so langen Stabe aus Fichtenholz vertauscht wurde, strömten aus der Kugel unaufhörlich Lichtbüschel aus; ein Versuch, der oft wiederholt wurde. — d. Ein spitzer Draht wurde auf den ersten Conductor einer Nairne'schen Electrirmaschine, mit der Spitze aufwärts, befestigt, und mit einer reinen florentiner Flasche bedeckt, so dafs sich die Spitze in der Mitte der Flasche befand. Bei jedem positiven Funken, den man aus dem Conductor zog, zeigte sich an der Spitze das negativ-electrische Licht. Wurde dagegen der Versuch am negativen Conductor angestellt, so zeigte die Spitze bei jedem Funken das positiv-electrische Licht, so dafs die Lichtbüschel mit ihren Ramificationen das ganze Glas füllten. Es ist wahrscheinlich, dafs in diesen Versuchen das Entweichen an der Spitze durch Undulationen veranlafst worden sey. \*) — e. Den Seitenfunken (*the la-*

\*) Sollte der Erfolg dieses Versuchs nicht von dem Stande der Spitze auf dem Conductor und von der

*seral spark*) beim Entladen einer Flasche kann man gleichfalls als ein Beispiel solcher Undulationen anführen.

Nach diesen Beobachtungen scheinen die Scheibenmaschinen den Vorzug vor den Cylindermaschinen in Hinsicht des Entweichens der electricischen Materie zu verdienen.

[Nicholson beschreibt nun die Einrichtung, welche Herr Dr. van Marum seiner Maschine mit einer Scheibe von 31 engl. Zollen Durchmesser gegeben hat, nach des Herrn Dr. van Marum's *seconde Continuation*; eine Einrichtung, die den deutschen Lesern schon aus *Green's Journ. d. Phys.*, Th. 4, bekannt ist. Die Scheibe (Taf. VI, Fig. 1,) schwebt frei am Ende der Achse, welche auf einer Mahagonysäule ruht, und dreht sich zwischen vier, beinahe im horizontalen Durchmesser der Scheibe, auf zwei Glasfüßen befestigten Reibeküffen. Der hintere Theil der Achse ist Eisen, und auf der Seite der Säule, wo sich die Kurbel befindet, mit einem Gegengewichte von Blei versehen; der vordere Theil besteht aus einem im Backofen ausgedörrten und noch heiß mit Bernsteinfirniß überzogenen Cylinder von Nufsbaumholz, 4" im Durchmesser, der mit Messingkappen versehen ist. An der vordern befindet sich der 1" dicke und 2" lange eiserne Stift, welcher durch die Durchbohrung in der Mitte der

Vertheilung der Electricität in dem Conductor durch Annäherung des Funkenlockers abhängen? *d. H.*

Glascheibe geht, und auf welchen diese, vermittelt eines Schraubenkopfs aus Buchsbaumholz, auf ein Futter von Buchsbaumholz, und an Filzscheiben, aufgeschraubt wird. Holz- und Messingwerk dieses vordern Theils der Achse sind dick mit Gummilack bedeckt. — Jedes Reibeküßten ist an einer horizontal liegenden Feder und diese vermittelt eines Charniers an einer Kugel so befestigt, daß sie sich in horizontaler Richtung frei drehen kann. Zwei Glasäulen mit hohlen hölzernen Wulsten tragen die beiden Kugeln, an deren jeder 2 Federn und Reibezeuge sitzen; ein Stab, der sich in eine Schraube endigt, und durch die Federn zweier zusammengehöriger Reibezeuge geht, und eine Kugel, die aufgeschraubt wird, dienen, die Küßten an die Scheibe anzudrücken. Die Reibezeuge sind 9 Zoll lang, und haben ganz die Einrichtung, wie sie Herr Dr. van Marum in Gren's *Journal*, Th. 5, (*Journal de Phys.*, Fevr. 1791 und Avril 1789,) beschrieben hat. Ein Wulst von Gummilack, der an ihrem nach der Achse gekehrten Ende angebracht ist, hindert sie, Electricität einzufaugen. Die Wachstafftflügel endigen sich im senkrechten Durchmesser der Scheibe, und hier befinden sich, an der der Achse entgegen gesetzten Seite, die beiden cylindrischen Einleiter, welche 6" lang und  $2\frac{1}{2}$ " dick sind, und am Ende zweier Arme schweben, welche einen Halbkreis bilden. Im Mittelpunkte dieses Halbkreises ist mit demselben eine horizontale Achse verbunden, welche durch die Hülse einer Messingkugel von 1



Fuß Durchmesser geht, und sich in eine Schraube endigt, auf die eine Kugel von 2" Durchmesser, (und vor ihr ein zurück gebogener Messingarm mit einer Kugel, der sich in jede Richtung stellen läßt,) aufgeschraubt wird. Die große Kugel steht auf einer Glas Säule, der Achse gegen über. Dreht man den Halbkreis, so lassen sich die Einleiter mit den Reibezeugen in Berührung setzen, und dann wird die Kugel negativ-electrisch. Da, wo das eiserne Stück der Achse mit dem hölzernen verbunden ist, dreht sich auf ihr ein Ring, der ebenfalls zwei kreisförmige Arme mit dünnen Einleitern trägt. Diese dienen, bei positiver Electricität die Reibezeuge, bei negativer die Stellen vor den Wachstaffflügeln mit der eisernen Achse in leitende Verbindung zu setzen, und diese ist durch einen Metallstab, der längs der Mahagonysäule herab geht, mit der Erde verbunden.]

Um die Kraft dieser Maschine zu bestimmen, stellte Herr Dr. van Marum folgenden Versuch in Gegenwart der Directoren der Teyler'schen Stiftung und anderer Freunde der Physik an, und zwar unter Umständen, welche für die Wirkung der Maschine nicht sonderlich vortheilhaft waren. Eine Batterie von 90 Flaschen, deren jede über 1 Quadratfuß belegter Fläche enthielt, wurde durch 150 Umdrehungen der Scheibe im höchsten Grade geladen, so daß sie sich von selbst entlud. Die große Teyler'sche Maschine mit zwei Scheiben von 65 Zoll Durchmesser, lud bei ihrer alten Einrichtung, be-

vor Herr van Marum sie verbessert hatte, dieselbe Batterie, selbst bei den vortheilhaftesten Umständen, nie mit weniger als 66 Umdrehungen. Die kleine Scheibenmaschine leistete folglich  $\frac{66}{138}$ , oder ungefähr  $\frac{1}{2}$ , (bei günstigen Umständen, gewiss  $\frac{1}{2}$ ;) so viel, als die große Teyler'sche Maschine bei ihrer ersten Einrichtung.

[Ist der Halbmesser der Scheibe  $R$  und die Länge jedes Küssens  $k$  Zoll, so reibt jedes Küssen bei einmahliger Umdrehung der Scheibe eine Glasfläche von  $\pi \cdot (R^2 - (R - k)^2) = \pi \cdot (2R - k) k$  Quadratzoll. Da nun die Küssen der kleinen Scheibe 9 Zoll, die der großen Teyler'schen Maschine 15 Zoll lang sind, so beträgt die Glasfläche, welche jedes Küssen bei einmahliger Umdrehung reibt, bei der kleinen Maschine 622, bei der großen 2410,4 Quadratzoll; die 4 Küssen jener reiben folglich bei jeder Umdrehung 2488, die 8 Küssen dieser 19283 Quadratzoll Glas. \*)] Da nun jene 150

\*) Herr Dr. van Marum berechnet die Glasflächen, die an einer Seite der Scheibe bei einer Umdrehung gerieben werden, auf 1243 und 9646 Quadratzoll; „wahrscheinlich“, meint Nicholson, „durch irgend ein Versehen im Rechnen, weshalb er die Rechnung wiederholen wolle.“ Er selbst irrt sich aber bei dieser wiederholten Rechnung noch weit stärker, da er die von einem Küssen der kleinen Maschine geriebene Fläche auf 522 und die von allen 4 geriebene Fläche auf 2088 Quadratzoll bestimmt; ein Grund, weshalb ich hier den Vortrag abgeändert habe. d. H.

diese 66 Umdrehungen bedurfte, um dieselbe Batterie bis zum Ueberspringen zu laden, und die Intensität der electricischen Kraft zweier Maschinen der Zahl der Umdrehungen und der Gröfse der reibenden Fläche, bei Bewirkung desselben Effects, verkehrt proportional ist; so verhält sich die Intensität der electricischen Kraft der kleinen Scheibenmaschine, zu der des Teyler'schen Maschine nach der alten Einrichtung, wie 66. 19283 : 150. 2488, oder ungefähr wie 4  $[3\frac{1}{2}]$  : 1.

Die Kraft der Erregung bleibend auf das Vierfache  $[3\frac{1}{2}\text{fache}]$  vermehrt zu haben, ist gewifs ein bewundernswürdiger Gewinn. Diese Bestimmung der Intensitäten scheint indess minder zuverlässig zu seyn, als wenn man sie aus dem Verhältnisse der geriebenen und der geladenen Glasflächen ableitet. Berechnet man die Menge von geriebenen Quadratzollen Glas, welche nach den beiden obigen Versuchen erfordert wurden, um 1 Quadratzoll belegter Fläche bis zum Ueberspringen zu laden, so betrug diese bei der grossen Teyler'schen Maschine  $\frac{19283 \cdot 66}{90 \cdot 144} = 90,5 [98,2]$  Quadratzoll, bei der kleinen van Marum'schen Scheibenmaschine  $24 [\frac{2488 \cdot 150}{90 \cdot 144} = 28\frac{1}{2}]$  Quadratzoll.

Die grosse Teyler'sche Maschine lud einen einzigen Quadratfufs belegter Fläche durch Reibung von 66,6 Quadratfufs Glas; um eine Batterie von 224 Quadratfufs Belegung zu laden, bedurfte sie

aber 94,8 Quadratfuß geriebenen Glases auf jeden Quadratfuß Belegung. Nimmt man an, daß die Erregung in der kleinen Maschine nach demselben Verhältnisse abnimmt, als in der großen, so würde sie mit einer Intensität der Erregung begonnen haben, bei der 17,6 [20,2] Quadratfuß reibender Fläche 1 Quadratfuß Belege bis zum Ueberpringen müßten geladen haben. — Nun habe ich in dem angeführten Aufsatze in den *Philosophical Transactions* for 1789 die anfängliche Intensität eines Cylinders, dessen Electricität durch Zinkamalgama erregt wird, aus Versuchen mit einer Flasche von 2<sup>3</sup> Quadratfuß Belegung auf 18,03 bis 19,34 Quadratfuß reibender Fläche, die zur völligen Ladung von einem Quadratfusse belegter Fläche erfordert wird, bestimmt. Doch finde ich in meinen Notizen, daß, wenn man den Seidenlappen des Reibzeugs immerfort mit der Hand andrückte, es nur 15 Quadratfuß reibender Glasfläche bedurfte, um in dieser Flasche 1 Quadratfuß Belege vollständig zu laden, und daß dieses Drücken die Intensität in einigen, (doch nicht hinlänglich abgeänderten und wiederholten,) Versuchen, in dem Verhältnisse von 39 : 49 vermehrt habe. Allein hierbei wurde das Reiben sehr schwer, viel schwerer, als das bei der van Marum'schen Maschine der Fall zu seyn scheint. Aus diesen Gründen, und weil es mir wahrscheinlich ist, daß wegen der nicht eintretenden Undulationen eine Scheibe Flaschen und Batterien stärker lade, bevor sie sich von selbst ent-

daßen, als Cylinder, und weil endlich Scheiben eine größere reibende Fläche darbieten, schliesse ich, daß die van Marum'sche kleine Scheibenmaschine der stärksten Cylindermaschine, die je ausgeführt worden, an stetiger Intensität der Erregung zum mindesten gleich ist, und daß sie sie an Kraft, zu laden, weit übertrifft. \*)

---

8. Walckier's und Rouland's *Electrisirmaschinen aus gesirnister Seide.* \*\*)

— — C. Cuypers in Delft behauptet, Glas, das lange Zeit in warmer Zimmerluft stehe, werde härter und zur Electricität geschickter. Herr Birch in London fand in seiner sehr ausgebreiteten electrischen Praxis, daß Glascylinder bei langem Gebrauche ihre Kraft, und endlich allen Werth verloren, welches er dem damahls allgemein gebrauchten Musiv-Golde als Reibungsmittel zuschrieb.

\*) Wie man sieht, hat das Rechnungsverfehen, in welches Nicholson verfallen ist, vielen Antheil an diesem Resultate. Die wahren (eingeklammerten) Zahlen sind der Scheibenmaschine minder günstig. Doch ist es mißlich, nach Versuchen zu rechnen, die nicht mit denselben Flaschen angestellt sind, da die Glasstärke, die Gröfse des nicht-belegten Randes, und manche Zufälligkeit auf das schnellere oder langsamere Laden, und auf das frühere Entladen sehr großen Einfluß haben. d. H.

\*\*) Zusammen gezogen aus dem *Journale*, Vol. 2, p. 420 f. d. H.

Schon Ingenhous, der Erfinder der Scheibenmaschinen, fand, daß eine Scheibe aus Pappe, die sorgfältig getrocknet, im Backofen erhitzt, und dann mit einem fetten Bernsteinfirniß getränkt und überzogen worden war, an Katzenfell oder Hafenfell gerieben, eine starke Electricität erregte. Holz in Leinöhl gesotten wirkte minder gut. Starker seidner Sammt, der über zwei Holzscheiben gespannt war, gab einen Cylinder von bedeutender electrischer Kraft, bei Reibung desselben an Katzenfell, (*Philos. Transact.*, 1779.) Endlich diente ihm in seinem tragbaren electrischen Apparate ein Band gefirnisster Seide, das innere Belege einer Flasche zu füllen, während das Reibezeug an dem äußern Belege befestigt war.

Im Jahre 1784 versuchte Herr Walckier von St. Amand zuerst im Kleinen eine Maschine aus Seidenzeug, das um zwei Cylinder gespannt war und zwischen zwei Paar Reibern hindurch ging, und führte die Maschine alsdann im Großen aus, mit einem 25 Fuß langen und 5 Fuß breiten Stücke Seidenzeug, (*Mém. de Paris*, 1784.) Das Jahr darauf verfertigte Herr Rouland, Professor der Physik an der Universität zu Paris, eine Maschine derselben Art. (*Descr. des Machines électriques à taffetas*, par M. Rouland. Amsterd. 1785. 8.) Der als Künstler bekannte Edward Nairne, aus Cornhill, der bald darauf den Auftrag erhielt, ebenfalls eine solche Maschine zu bauen, kam damit nicht zu Stande, weil er durch kein Mittel verhindern

konnte, daß nicht das Seidenzeug nach der Länge der Cylinder gänzlich zusammen lief; dieses wurde in jener Maschine höchst wahrscheinlich, (die Beschreibungen sagen darüber nichts,) dadurch verhindert, daß die Cylinder nach der Mitte zu etwas dicker seyn mochten.

Ein  $4\frac{1}{2}$  langer,  $2\frac{3}{4}$  breiter und 2' hoher Tisch machte das Fußgestell von Rouland's Maschine aus. (Taf. VI, Fig. 2.) An den Enden desselben waren zwei 9" breite Bretter mit 27" hohen senkrechten Ständern, C, D, E, F, vermittelt Holzschrauben, welche in Einschnitten durch den Tisch gingen, so aufgeschraubt, daß sie etwas einander genähert oder weiter von einander entfernt werden konnten. Löcher, zu oberst in die Ständer geschnitten, enthielten die Pfannen für die nicht völlig 1" dicken Achsen aus Buchsbaum, zweier leichter, aus Brettern zusammen geleimter, und mit Serge überzogener Cylinder von 8" Durchmesser, deren beide Deckplatten  $\frac{1}{2}$ " über den Cylinder hervor standen. Eine der Achsen war mit einer 6" langen messingenen Kurbel versehen. Die gefirniste Seide, KNL, (von der Art, deren man sich zu den Aerostaten bedient.) ging um beide Cylinder, war an den Enden zusammen genäht, und liefs sich durch Zurückschieben des einen Cylinders und seines Gestelles so straff anziehen, daß beide Cylinder umliefen, wenn der mit der Kurbel versehene gedreht wurde. Die Länge des Seidenzeugs betrug 11 Fuß oder 132 Zoll, die Breite 26", welches nur 1 Zoll

weniger ist, als die Länge der hölzernen Cylinder. Zwei Paar mit Katzenfell überzogene Zinncylinder, zwischen welchen das Seidenzeug hindurch geht, und die sich durch Schrauben an einander drücken ließen, machten die Reibezeuge aus. Sie wurden durch seidene Fäden an die Ständer der Cylinder befestigt, und durch Ketten, *v, v*, mit der Erde, in leitende Verbindung gesetzt. Zwei Stücke gefirnisseten Wachstafftes, *p, q*, gingen von den Reibezeugen bis zum Leiter, nach Art der Wachstaffflügel bei den Glasmaßchinen. Der Leiter, *S*, besteht aus Messingblech, hat die gewöhnliche Form, ist 3'' dick und 36'' lang, schwebt an seidenen Schnüren, *ii, ii*, welche an den Ständern der Cylinder befestigt sind, zwischen den beiden Ebenen aus Seide, und hat oben und unten, nach seiner ganzen Länge ein senkrecht stehendes Blech, *y, y*, welches als Einleiter dient, und nur  $\frac{1}{2}$  Zoll vom Seidenzeuge entfernt bleibt. Wird nun schnell gedreht, so setzen beide Flächen jedes Stücks Seide die durch Reibung beim Durchgehn zwischen den beiden Cylindern des Reibers erlangte — Electricität an die Einleiter ab. Will man positive Electricität haben, so braucht man nur die Stelle der Reibezeuge zu verändern.

Nach dem Berichte der pariser Akademie zu urtheilen, der indess in diesem Punkte nicht detaillirt genug ist, gab der 5 Fuß lange negative Conductor der *Walckier'schen* Maschine 15 bis 17 Zoll lange, sehr schallende und dichte Funken, die äußerst



schmerzhaft waren, wenn man sie mit bloßer Hand auffing; aus Spitzen sprangen merkbare Funken nach dem Leiter über, und eine Batterie von 50 Quadratfuß Belegung wurde bei 30 Umdrehungen der Maschine geladen; dieses würde 19 Quadratfuß geriebener Fläche Seide auf die Ladung eines Quadratfußes belegten Glases geben. Bei einer andern Gelegenheit wird gesagt, 1 Quadratfuß belegter Fläche sey bei einer Umdrehung der Walckier'schen Maschine geladen worden; und diesem würden  $31\frac{1}{2}$  Quadratfuß geriebener Seide entsprechen. Es wird nicht gesagt, ob die Maschine sich leicht oder schwer drehen liefs.

Herr Rouland versuchte statt der gefirniften Seide bloße Seide, Wollenzeug, und mit Ziegenhaar gemischtes Wollenzeug zu nehmen; doch keins dieser Zeuge entsprach seinen Erwartungen.

---