II.

BESCHREIBUNG

einfacher Zusammensetzungen des Bennetschen und des Nicholson'schen Electricitätsverdopplers, so wie des Cavallo'schen Multipliers, nebst einer Untersuchung, wie weit man sich auf diese Instrumente verlassen kann,

von

M. G. C. BOHNENBERGER,

Prediger zu Altburg bei Calw. *)

1. Ein neuer Bennetscher Verdoppler.

Folgende Einrichtung des *Bennetschen Electricitätsverdopplers* ist von allen, auf die ich gekommen bin,

*) Zusammengezogen aus der neuesten Schrift dieses thätigen Electricikers: *Beschreibung unterschiedlicher Electricitätsverdoppler von einer neuen Einrichtung, nebst einer Anzahl von Versuchen über verschiedene Gegenstände der Electricitätslehre* von M. G. C. Bohnenberger, mit 5 Kupfertafeln, Tübingen 1798, 171 S., 8. Die Titel der einzelnen Abschnitte mögen den Reichthum dieses Werks beweisen: Vom Electricitätsverdoppler. — Verhältniß einer Batterie zu der Maschine, mit welcher sie geladen werden soll. — Ueber das Blasen der metallenen Spitzen — Ist es möglich, daß eine Person vom Blitze getödtet werde, ohne von ihm wirklich getroffen zu werden? — Wie

die einfachste, erfordert die wenigste Arbeit, erlaubt das Instrument so klein und geschmeidig zu machen, als man nur immer will, und befriedigte mich nach der Ausführung so, daß, nachdem ich eins mit dreizölligen Scheiben vollendet hatte, ich sogleich noch zwei andere, eins mit zweizölligen, das andere mit sechszölligen Scheiben, verfertigte. Fig. 4, Taf. III, stellt das mit Scheiben von 2 Zoll im Durchmesser vor, welches ich hier beschreiben will.

Die hölzerne Säule *B*, (Fig. 4 und 5, Taf. III,) welche in einem 7 Zoll langen, 3 Zoll breiten und $\frac{3}{2}$ Zoll dicken Brete *A* befestigt steht, ist in ihrem untern $2\frac{1}{2}$ Zoll hohen Theile $1\frac{1}{2}$, im obern 2 Zoll hohen, 5 Linien dick. An diesen obern Theil sind zwei gebohrte Stücke *C* und *D* angesteckt, jedes einen Zoll hoch und 15 Linien dick. Zwei massive, 2 Linien dicke, und, so weit sie sichtbar sind, 2 Zoll lange Glasstängel *a* und *b* sind mit ihrem einen Ende in diese Stücke *C*, *D*, und mit dem andern in die hölzernen mit Stanniol überzogenen

geht es zu, wenn von mehreren hinter einander gehenden Personen immer eine um die andere vom Blitze getödtet wird? — Ueber die leitende Kraft des Wassers. — Ueber die Seitenkraft der electrifirten Explosionen. — Veränderungen eines electrifirten Metallkörpers, wenn er in ein isolirtes metallisches Gefäß hineingelassen wird. — Ueber die Mittel, die Wirkung der Electrifirmaschinen mit Glascylindern zu verstärken. — Etwas zur Belustigung. — Zusatz. d. H.

Scheiben *E* und *F*, welche 2 Zoll im Durchmesser und ungefähr 4 Linien Dicke haben, fest gemacht. Das dritte Scheibchen *G*, welches $\frac{1}{2}$ Zoll dick ist, hat auf der untern Seite ein Loch, in welchem das massive, 3 Zoll hohe und 3 Linien dicke Glasfäulchen *H* steht, das genau senkrecht in das Fußgestell befestigt seyn muß. Der Handgriff *I* ist in das Stück *D* verzapft, und in seiner untern Hälfte bis auf die halbe Dicke ausgeschnitten, damit das Stück *K*, (Fig. 6,) welches mit einem eignen Zapfen an *C* befestigt ist, sich in diesen Ausschnitt hineinlegen kann. Vermittelt dieses Handgriffs lassen sich bald die beiden obern Scheiben zugleich, bald die oberste allein vor- und rückwärts drehen.

Der Draht *c*, der mit einem Ende in die Säule *B* befestigt, mit dem andern in einen Ring gebogen ist, wird so gestellt, daß, wenn man die beiden obern Scheiben zugleich gegen ihn hindreht, ihr Rand von dem der untersten Scheibe auf $\frac{1}{2}$ Zoll in dem Augenblicke absteht, wo der Rand der obersten mit dem Ringe des Drahts in Berührung kömmt. Eben so weit entfernt sich die oberste Scheibe von den andern, wenn sie bis zum Ringe des Drahtes *e*, der im Rande der untersten Scheibe *G* fest sitzt, geführt wird, und diesen mit ihrem Rande berührt. Der Draht, der in das bewegliche Stück *D* eingesteckt ist, und sich damit undreht, stößt in demselben Augenblicke an den Rand der mittlern Scheibe *F*, in welchem der Rand der obersten Scheibe den Draht *e* berührt. Da er, wenn man die obern

Scheiben nach dem Drahte *c* zu drehen, über ihn weggehen soll, so muß er um eine Linie höher als dieser gestellt werden. An den Draht *e* wird ein feines Electrometer *f* mit zwei Binsenmarkkugeln gehängt.

Ist das Instrument so gestellt, wie es die Figur zeigt, und man will damit operiren, so legt man den Daumen an die vordere, den Zeigefinger an den obern Theil der hintern Seite des Handgriffs *I*, und den Mittelfinger an das Stück *K* an. So führt man die beiden obern Scheiben zugleich bis an den Ring des Drahtes *c*, und sogleich wieder zurück über die Scheibe *G*. Alsdann zieht man den Mittelfinger von *K* zurück, und dreht die oberste Scheibe allein bis an den Ring des Drahtes *e*, indest die mittlere Scheibe *F* unverrückt stehn bleibt. Drückt man nun mit dem Daumen, so geht die Scheibe *E* wieder zurück, nimmt die Scheibe *F*, so bald sie senkrecht über sie kömmt, mit, und beide bewegen sich wieder mit einander bis an den Ring des Drahtes *c*, wie beim Anfange der Operation.

Man sieht leicht, daß die Drähte *e* und *d* hier das Geschäft des Fingers beim Bennetschen Duplicator verrichten, und man also bloß die Scheiben hin und her zu drehen braucht. [Indem man z. B. der untersten Scheibe *G* + Electricität mittheilt, und die mittlere *F* durch Vertheilung eine gleich starke — Electricität erhält, *)] und nun die beiden

*) Herr Bohnenberger giebt die Lage der Scheiben nicht an, in welcher der untern die zu ver-

obern Scheiben nach dem Drahte *c* zu gedreht werden; so wird die oberste Scheibe durch Vertheilung unten $+$, oben $-$ electrifich. Beim Anstoßen des obern Randes an den Ring des Drahtes *c* nehmen daher die obern Theile der Scheibe aus diesem Drahte $+E$ in sich, und die Scheibe wird positiv. Wenn sie jetzt bis an den Draht *e* gedreht wird, und dabei die untersten Scheiben über einander bleiben, und zu gleicher Zeit *G* durch den Draht *e* mit der untersten Scheibe, *F* durch den Draht *d* mit dem Gestelle und der Erde in leitende Verbindung kömmt; so wirkt die untere nun mit doppelter Kraft auf die mittlere, die also wieder etwas $+E$ durch den Draht *d* austreibt, wodurch sie stärker negativ wird, folglich auch die obere Scheibe durch Vertheilung wieder stärker $+E$ als zuvor ertheilen kann. Bei dieser Operation erhält zwar die untere Scheibe immer mehr $+E$ aus der obersten, diese aber aus dem Drahte *c* und aus dem Gestelle, und eben so setzt die mittlere Scheibe *F* immer mehr

doppelnde Electricität, die wir z. B. $+E$ setzen wollen, zuzuführen ist. Vermuthlich, indem man die oberste Scheibe nach *e* zu gedreht, doch nicht zum Berühren mit diesem Drahte gebracht hat, und dabei die obere Fläche der Scheibe *F* mit dem Finger berührt. Durch Vertheilung electrifirt, theilt die obere Fläche ihr $+E$ dem Finger mit, und die Scheibe *F* erhält dadurch $-E$ von gleicher Intensität, als die $+$ Electricität in der Scheibe *E* hat.

d. H.

+ *E* an den Draht *d* und das Gestell ab; die Verdoppelung wird also durch Mittel bewirkt, die *von außen her* auf die Scheiben wirken.

So bald die Verdoppelung in etwas zugenommen hat, sieht man die Kügelchen des Electrometers *f* aus einander gehn, und in der Folge immer weiter, bis endlich die unterste Scheibe so stark positiv und die mittlere so stark negativ wird, daß sich jene in diese entladet und eine Explosion erfolgt. Bei so kleinen Scheiben hört man diese zwar nicht, man bemerkt sie aber an dem Electrometer, dessen Kügelchen in demselben Augenblicke wieder zusammen fallen. Bei dem Instrumente mit dreizölligen Scheiben ist sie schon hörbar, und bei dem mit sechszölligen Scheiben, (sie wurden aus Pappendeckeln, 1 Zoll hoch und hohl gemacht,) wird sie im ganzen Zimmer gehört.

Ich zweifle im geringsten nicht, daß das Instrument auch in der GröÙe, welche es in der Zeichnung hat, seine volle Wirkung thun würde. Aus Messing müÙte es sich vortreflich arbeiten lassen, und um so netter werden, je kleiner und geschmeidiger es gemacht würde. Es könnte dann in ein Futteral eingeschlossen, in die Tasche gesteckt, und so überall mitgenommen werden.

2. Ein neuer Nicholson'scher Verdoppler.

Die gute Wirkung des eben beschriebenen Instruments bestimmte mich, auch bei dem Nicholson-

fchen Electricitätsverdoppler eine ähnliche Anordnung zu versuchen, und auch hier entsprach der Erfolg meiner Erwartung.

Das Bret *A*, (Fig 7,) welches zum Fußgestelle dient, ist 10 Zoll lang, 4 breit und $\frac{1}{2}$ Zoll dick, und die in dasselbe befestigte Säule *B* hat dieselbe Gestalt als im vorigen Instrumente, (Fig. 5,) nur daß sie etwas höher und dicker ist, (der untere $2\frac{1}{4}$ Zoll hohe Theil ist $1\frac{3}{4}$ Zoll, der obere 5 Zoll hohe 5 Linien dick.) Die daran gesteckten cylindrischen Stücke *C* und *D* sind jedes $1\frac{1}{2}$ Zoll dick und 2 Zoll hoch, und zwischen beiden befindet sich hier ein Ring *L*, der vermittelst der Stellschraube *M* fest angedrückt wird. Der $2\frac{1}{2}$ Zoll lange massive Glasstab *a*, welcher die zweizöllige und $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Scheibe *F* trägt, ist in diesen Ring befestigt. Der Glasstab *b*, an welchem die Scheibe *G* von gleichem Durchmesser und ungefähr 4 Linien Dicke sitzt, ist in das Stück *C*, und der Glasstab *c* der obern Scheibe *E* in das Stück *D* befestigt, und zwar so, daß *G* und *F*, so wie *F* und *E*, um eine Linie von einander senkrecht entfernt bleiben, zugleich aber die obere Scheibe *E*, wenn die untere *F* und *G* über einander stehn, um einen halben Zoll weit nach horizontaler Richtung von ihnen absteht, wie das Fig. 7 zeigt.

Das massive Glasfäulchen *H*, $5\frac{1}{2}$ Zoll hoch, trägt eine von Pappe gemachte und mit Stanniol überzogene Kugel von 2 Zoll Durchmesser; das Glasfäulchen *I* vermittelst eines kleinen hölzernen Aufsatzes den Draht *e*, der durch den Aufsatz durchge-

steckt ist, und dessen in Ringe gebogene Enden die beiden beweglichen Scheiben *E* und *G* berühren, wenn sie in der Stellung sind, welche die Figur abbildet; und endlich der 6 Zoll lange Glasstab *d*, der in das Stück *D*, 3 Zoll unter dessen oberem Ende, befestigt ist, auf eine ähnliche Art das hölzerne Stück *g*, und vermittelt desselben den durchgesteckten Draht *f*, dessen beide Endringe, in der Stellung, welche die Figur vorstellt, die Kugel und die feste Scheibe *F* berühren. Wird dagegen die Scheibe *E* senkrecht über *F* gebracht, so tritt sie und die Scheibe *G*, die sich zugleich mit ihr dreht, vom Drahte *e*, und zugleich der Draht *f* von der Kugel und der Scheibe *F* zurück, und dafür kömmt der Draht *h* mit der Kugel in Berührung.

Der Handgriff *K*, vermittelt dessen die Stücke *C* und *D* stets zugleich gedreht werden, ist in das Stück *D* mit einem Zapfen fest gemacht, und unten mit einem Auschnitte versehen, in welchem ein Zapfen steht, der in das Stück *C* eingesetzt ist, damit sich der Handgriff zugleich mit *D* abnehmen und wieder anstecken lasse. Doch kann man auch beide Zapfen in den Handgriff selbst einsetzen, und ihn so einzeln anstecken und abnehmen. Zuoberst auf die Säule *B* wird noch ein gewölbter Aufsatz *N* angesteckt.

Auch hier würde sich das Ganze sehr geschmeidig und niedlich aus Messing machen lassen; doch müßten die Scheiben, damit man sie gut an die Glasstäbchen befestigen könne, hohl und trommel-

artig gemacht, und inwendig in sie, so wie auch auf die Stücke *C*, *D* und *L*, Röhrchen für die Glasstäbe eingelöthet werden. Die Säule *B* müßte von abgedrehtem und gut polirtem Stahle gemacht und in einen Fuß von Mahagoniholz geschraubt werden.

Man sieht leicht, daß die ganze Operation mit diesem Instrumente in einem Hin- und Herdrehen der beiden beweglichen Scheiben vermittelt des Handgriffs besteht. Wird in der Stellung, welche die Figur abbildet, der Kugel ein schwacher Grad von positiver Electricität mitgetheilt, so treibt die Scheibe *F*, die durch den Draht *f* mit der Kugel zusammenhängt, aus der darunter liegenden Scheibe *G* einen Theil des dieser Scheibe eigenthümlichen $+E$ durch den Draht *e* in die obere Scheibe hinein, welche dadurch positiv wird, aber in einem Grade, der noch auf kein Electrometer wirkt. Wird nun beim Drehen die Verbindung der Scheiben unterbrochen, so bleiben *G* negativ-, *F* und *E* positiv-electrisch; und kommen *E* und *F* senkrecht über einander und zugleich *E* mit der Kugel in Verbindung, so wird ihr $+E$ durch den Draht *e* in die Kugel getrieben. Beim Zurückdrehen kann also *F* wieder mehr $+E$ aus der Kugel erhalten, treibt also noch etwas aus der Scheibe *G* in die obere, und diese fährt es dann wieder der Kugel zu, und so geht die Operation weiter, bis *F* und *G* durch eine Explosion das electriche Gleichgewicht wieder herstellen.

Es ist leicht, diesen Nicholsonschen Verdoppler in einen Bennetschen von der vorhin beschriebenen

Art, oder in einen, an dem die Scheiben mit dem Finger zu berühren sind, zu verwandeln. Zu erstem wird weiter nichts erfordert, als daß man während der Operation einen Finger auf die Kugel legt, oder sie sonst mit der Erde in leitende Verbindung setzt.

3. *Zwei neue Cavallo'sche Multipliatoren.*

Der Cavallo'sche Multiplikator, den ich erst vor kurzem kennen lernte, weicht von den Electricitätsverdopplern so wenig ab, daß ich meine Zusammensetzungen für diese leicht auf ihn übertragen konnte. Es waren dazu nur kleine Veränderungen desselben nöthig, wodurch er im Gebrauche nichts verloren, eher gewonnen hat.

Die hölzerne Säule *H* und ihr Zapfen *L*, (Fig. 8.) um welchen sich das hohle Cylinderstück *I* mittelst des Handgriffs *K* drehen läßt, sind für sich aus der Zeichnung verständlich. Alle vier Platten *A*, *B*, *C*, *D* sind isolirt, indem sie von Glasstäben, die in ihre Hüllen geschoben sind, getragen werden. Drei dieser Glasstäbe sitzen in der Fußplatte, der Stab *G* in dem drehbaren Cylinderstücke *I* fest. Beim Drehen dieses Stücks stößt, wenn die bewegliche Scheibe mit der festen *C* sich berührt, der Handgriff *K* an einen starken Messingstift *e*, der auf die Säule *B* eingesteckt ist, und hemmt die Platte. Dasselbe geschieht durch einen zweiten, in der Figur vom Hand-

griffe bedeckten, Messingstifte, der die Platte *B* verhindert, sich der festen *A* über eine Linie weit zu nähern. In dieser Lage der beweglichen Platte *B* berührt der Draht *b*, der mit einem Ende in die Hülse derselben *G* gesteckt, am andern mit einem hölzernen lackirten Knöpfchen versehen ist, einen auf dem Fußbrette senkrecht stehenden Draht *a*. Der Draht *b* sowohl als der gebogene Draht *c* drehen sich mit dem Cylinderstücke *I*; berühren sich die bewegliche Platte *B* und die feste *C* mit ihren Hüllen, so stößt letzterer, *c*, an den Draht *d*, der aus der Hülse der Platte *D* senkrecht in die Höhe geht. Der Glasstab dieser Platte *D* ist in einen hölzernen Schieber *f* befestigt, vermittelt dessen sich die Entfernung der Platten *C* und *D* vergrößern oder verkleinern läßt.

Wird in der Stellung, worin die Figur gezeichnet ist, der Platte *A* electriche Materie mitgetheilt; so treibt sie aus der beweglichen *B* einen Theil der eigenthümlichen Electricität dieser Platte durch die Drähte *b* und *a* in den Erdboden fort. Wird nun die Handhabe *K* nach *e* zu gedreht, so hört die Verbindung der Platte *B* mit dem Drahte *a* und dem Erdboden auf; sie ist folglich negativ - electric, und bewirkt, wenn sie die Platte *C* berührt, auch in dieser — *E*, indeß eben dadurch die Platte *D*, vermittelt der Drähte *d* und *c*, + *E* in sich nimmt, und folglich beim Zurückdrehen der Platte *B* positiv - electric bleibt. Darauf fängt die vorige Operation wieder von vorn an, welche auf die Platten *B*,

B, *C*, *D* wieder auf dieselbe Art wirkt, und so erhält die Platte *D* endlich so viel $+$ *E*, daß ein an ihre Hülfe *F* gehängtes Electrometer merklich genug divergirt, um die Art der Electricität bestimmen zu können.

Diese Einrichtung weicht darin von der Cavallo's ab, daß hier auch die vierte Platte *D* isolirt ist, welche Cavallo auf einen Metallfuß setzt, und daher allein die der Platte *A* entgegengesetzte Electricität in der Platte *C* anhäuft. Um diese zu untersuchen, muß er jedes Mal erst die Platte *D* von ihr abrücken; eine Unbequemlichkeit, deren man bei meiner Anordnung überhoben ist. Ein sehr leichtes und empfindliches Electrometer, das man an *F* anhängt, erhebt sich bei jedem Berühren der Platten *B* und *C* etwas mehr, wenn man *D* von *C* etwas entfernt. Doch ist es wegen des Luftzugs besser, ein Bennetsches Goldblatt-Electrometer mit *F* in Verbindung zu setzen, als ein Korkkugel-Electrometer daran zu hängen.

Eine andere Einrichtung, welche ich dem Cavallo'schen Multiplicator gegeben habe, zeigt Taf. IV, Fig. 9. Um einen cylindrischen Zapfen *C*, der in den Mittelpunkt der 10zölligen hölzernen Scheibe *A* befestigt ist, läßt sich eine kleine hölzerne Scheibe *B* von 6 Zoll Durchmesser drehen. Sie trägt auf zwei Armen, die einander gerade gegen über stehn, (einem kürzern *D*, und einem längern *E*,) vermittelst Glasäulen, die beide gleichweit von ihrem Mittelpunkt abstehn, zwei Messingplatten. Zwei andere

Glasfäulen sind auf ähnliche Art in die grössere Scheibe befestigt, so, daß, wenn die Arme der kleinern Scheibe an sie anliegen, zwei den erstern gleiche von diesen Säulen getragene Messingplatten jenen genau parallel und etwa $\frac{1}{20}$ Zoll von ihnen entfernt stehn. *F* und *G* sind zwei Schieber von Holz, die gleichfalls jeder eine Glasfäule mit einer Messingplatte tragen, und unmittelbar daneben stehn zwei in die Scheibe *A* eingesetzte Glasfäulen mit Messingplatten, die jenen in geringer Entfernung genau parallel stehn, alle 4 genau so weit als die vorigen vom Mittelpunkte der Scheibe entfernt. Die letzten 6 Platten bleiben während der Operation unbeweglich, nur die beiden, welche auf der Scheibe *B* stehn, werden hin und her gedreht. Die aus den Hüllen dieser beiden Platten hervorgehenden Drähte *K* und *L* berühren, wenn die beweglichen Platten dicht vor den ersten in *A* befestigten Platten stehn, zwei starke in *A* fest gemachte Drähte *H* und *I*, welche sich in hölzerne Knöpfe endigen. Will man weiter keine Drähte anbringen, so müssen die auf den Schiebern *F* und *G* stehenden Platten, so oft die Scheibe *B*, von *E* nach *F* gedreht ist, mit dem Finger berührt werden. Sonst lassen sich auch leicht an die Hüllen *F* und *G* und an die Scheibe *B* Drähte anbringen, die in dieser Lage in Berührung kommen. Um die Scheibe *B* zu drehen, faßt man sie bei dem Knöpfe *M* an.

Man sieht leicht, daß dieses ein *doppelter Multiplier* ist; die zu verstärkende Electricität muß

den beiden Platten *N* und *O* mitgetheilt werden; und die ihr gleichartige wird in *P* und *Q* angehäuft. Zieht man die Platte *Q* nach der Operation heraus, und bringt sie mit *N* in Berührung, so wird die davor stehende Platte stärker negativ und vermittelt ihrer *P* stärker positiv geladen, als es ohnedies bei eben denselben Operationen der Fall wäre.

4. *In wie weit man sich auf diese Instrumente verlassen kann.*

Dafs die Scheiben des *Bennet'schen Verdopplers*, wenn man sie unmittelbar auf einander legt, wegen der dabei nicht zu vermeidenden Reibung an einander, kein zuverlässiges Werkzeug sind, leidet keinen Zweifel, (S. 127 f.) Es kann also nur die Frage seyn, ob dieser Anstand im *Nicholson'schen Verdoppler* und in meinen Zusammensetzungen für beide gänzlich gehoben ist.

Blieben diese Instrumente, nachdem man die Scheiben von aller nicht eigenthümlichen Electricität gänzlich befreit hätte, ohne vorgängige Mittheilung völlig unwirksam und ohne das geringste Zeichen von Electricität beim Operiren; so wäre daran kein Zweifel.

Was den *Bennet'schen Verdoppler* betrifft, so kann ich das von ihm nicht rühmen. Oft stellte ich einen nach meiner ersten Einrichtung, (S. 128, Anm.,) bei anhaltender sehr feuchter Witterung über Nacht in ein feuchtes Zimmer, und trennte sogar die Schei-

ben von einander, daß ich die eine hier, die andere dorthin legte. Brachte ich sie den andern Tag wieder in das geheizte Zimmer, so war vermittelst des Bennetschen Electrometers keine Spur von Electricität an ihnen zu entdecken; hütete ich mich aber gleich sorgfältig, sie zu berühren, und trocknete sie in der Nähe des warmen Ofens, so zeigten sich doch fast immer schon bei der 18ten, manchmal selbst bei der 12ten Berührung der obern und mittlern Scheibe beim Operiren, sichtbare Fünkchen, und bei der 24ften oder 25ften, (im letzten Falle schon bei der 18ten bis 20ften,) eine Explosion, wiewohl diese zu andern Zeiten, (vermuthlich wenn die Luft im Zimmer nicht trocken genug war,) der Fünkchen ungeachtet ganz ausblieb, oder erst nach 30, 40 und mehrern Operationen erfolgte. In diesem Falle waren die Fünkchen nicht, wie unter günstign Umständen, fadenähnlich, sondern fast bürstenförmig, nicht rasch, sondern matt und schwach. — Die in den Scheiben auf diese Art erregte Electricität war nicht immer von einerlei Art, bald 2 oder 3 Tage hindurch negativ, bald wieder eben so lange positiv, bald änderte sie sich bei jeder Operation, gleich viel, die Platten mochten mit dem Finger oder mit einem Drahte berührt werden. *)

*) Hiermit stimmen die Versuche Cavallo's mit einer der ersten Bohnenbergerischen, (S. 128, Anm.,) sehr ähnlichen Abänderung des Bennetschen Duplicators, (*Phil. Transact.*, 1783, p. 1, und Gren's *Journal der Physik*, I, 49,) völlig

Bei meinem *Nicholson'schen Schieberduplicator*, (S. 139,) find Zeichen von Electricität ohne vorgängige Mittheilung viel schwerer, bisweilen gar nicht zu erhalten. Ich mußte einmahl den Schieber über 250mahl hin und her schieben, ehe die Electrometer sich zu heben anfangen, und ein anderes Mahl blieb das Bennetsche Electrometer nach 300mahligem Hin- und Herschieben noch unbewegt. Nur selten, wenn die Luft des Zimmers und die Glasfäulen sehr trocken sind, zeigt er Verdoppelung ohne vorgängige Mittheilung, und immer tritt diese viel stärker ein, als wenn man dem Duplicator vor der Operation auch nur den geringsten Grad von Electricität mittheilt.

Gesetzt indeß auch, das Instrument bewirke stets ohne alle Mittheilung eine Verdoppelung, so

überein. Durch kein Mittel und keine Vorsicht, (er mochte die Scheiben und Glasfüße der Flamme von brennendem Papiere aussetzen, oder sie wiederholt anhauchen, oder sie Tage, ja Monate lang durch einen guten Leiter mit der Erde verbunden stehn lassen,) vermochte er ihnen alle Spur von Electricität so zu rauben, daß sie sie nicht nach 10-, höchstens 20mahliger Verdoppelung gezeigt hätten, und die Art derselben war eben so veränderlich. Immer behielten also die Scheiben eine kleine Menge von Electricität zurück, welche, wie Cavallo meint, vielleicht mit der gleichartig ist, durch die sie zuletzt electrifisch gemacht worden, von der man sie unmöglich befreien könne; und deshalb gebe ihr Gebrauch keine genauen Resultate.

E.

geben doch die Electrometer der beweglichen Scheibe *G*, (Fig. 7,) oder der ihr entsprechenden im Schieberduplicator jederzeit die Art dieser Electricität an. Es sey z. B. ohne vorhergegangene Mittheilung mit negativer Electricität gestiegen, so ist das ein Zeichen, daß die feste Scheibe *F* positiv-electrisch ist. Man trenne daher nun die Scheiben, so daß alle drei über ihren Wirkungskreis von einander abstehn, und berühre eine nach der andern mit dem Finger, so wie auch die Kugel; (oder das Scheibchen, welches im Schieberduplicator ihre Stelle vertritt,) bis in ihnen mit dem Bennetschen Electrometer auch keine Spur von Electricität weiter zu entdecken ist. *) Hierauf bringe man *G* und *F* unter einander, und theile der mit letzterer verbundenen Kugel die schwache Electricität mit, die

*) Man denke nicht, daß es unnöthig sey, vor jedem einzelnen Versuche die Scheiben wieder zu trennen und jede besonders mit dem Finger zu berühren. Nach erfolgter Explosion bleibt allemahl weit mehr Electricität in den Scheiben zurück, als sie vor Anfang der Operation hatten, und diese muß durch Berührung abgeleitet werden, um die Scheiben ihrem natürlichen Zustande wenigstens so nahe als möglich zu bringen. Nach der Explosion fallen die Electrometer nie ganz zusammen, und fangen sogleich wieder an zu steigen, wenn man, ohne die Scheiben getrennt und einzeln mit dem Finger berührt zu haben, die Operation fortsetzt; ein Beweis, wie viel Electricität als Rückstand bleibt. B.

man verdoppeln und prüfen will. Ist sie negativ, so werden die Goldblättchen eines nahe bei *E* stehenden Bennetschen Electrometers gewiß sehr viel später aus einander gehn, als wenn man ohne vorgängige Mittheilung operirt, oder auch gar nicht; und dann theile man nur, ehe sie sich noch zu bewegen angefangen haben, der Kugel noch einmahl dieselbe Quantität der zu prüfenden Electricität mit, so wird man sich auf das Resultat verlassen können.

Oder kürzer und besser gesagt: Man theile noch einmahl mit, wenn nach 50 oder 60 Operationen sich noch keine Verdoppelung zeigen will, indem sich bei meinen Instrumenten die Verdoppelung ohne vorgängige Mittheilung nie eher, wohl aber in den meisten Fällen ungemein viel später zeigt, so daß man Geduld nöthig hat, sie abzuwarten. Ist die Substanz, die man prüfen will, nicht electrifch, so darf man sicher darauf rechnen, daß auch bei der fortgesetzten Operation die Zeichen der Verdoppelung spät genug erscheinen werden, um daraus mit Zuverlässigkeit schliessen zu können, daß sie nicht electrifch ist. Hatte dagegen die Substanz eine entgegengesetzte Electricität mit der Scheibe *F*, und z. B. gerade so viel, daß sie bei der ersten Mittheilung die Electricität dieser Scheibe zerstörte, ohne mehr zu bewirken; so wird sich nach wiederholter Verdoppelung die Electricität sicher bald genug zeigen. Und eben das muß schon gleich nach der ersten Mittheilung erfolgen, sind die Electricitäten der Substanz und der Scheibe *F* gleichartig. In jedem

Falle wird also das viel frühere oder spätere Divergiren der Goldblättchen im Bennetschen Electrometer ein sicher führendes Merkmahl seyn, woran man sich halten kann.

Werden diese Maafsregeln befolgt, so wird man nicht weiter mit Cavallo behaupten dürfen, der Verdoppler sey von keinem Gebrauche, *weil er stets von Natur electrifirt ist*. Sollte es aber überhaupt wohl so ganz entschiedene Wahrheit seyn, dafs, wie Cavallo lehrt, in der ganzen Natur keine Substanz ist, die nicht stets mehr oder weniger electrifirt wäre, und von dem Ueberschusse, den sie einmahl bekommen hat, auf keinerlei Weise wieder ganz befreit werden könne?*) Cavallo scheint

*) *Philosoph. Transact.*, 1788, p. 1, und Gren's *Journal der Physik*, I, 49. Cavallo erklärt die gewöhnliche Vorstellung vom electrischen Gleichgewichte nicht-electrifirter Körper für ungegründet, und behauptet, jede Substanz sey, genau genommen, stets electrifirt, und enthalte mehr oder weniger electrisches Fluidum, als sie enthalten sollte, um im electrischen Gleichgewichte mit dem umgebenden Körper zu seyn. Zu den Phänomenen, welche diese gestörte Vertheilung hervorbringt, rechnet er besonders die am Bennetschen Verdoppler, dessen Scheiben ungleich electrifirt gefunden würden, wenn sie gleich einen ganzen Monat lang, unberührt, mit dem Fußboden in leitender Verbindung gestanden hätten. Aus einigen mit einem sehr empfindlichen Blattgold-Electrometer angestellten Versuchen berech-

das nur daraus geschlossen zu haben, weil die Platte feines Verdopplers ohne Mittheilung und nach allen möglichen Mitteln sie von Electricität zu befreien, doch eine Verdoppelung hervorbrachte. Allein es ist doch immer noch die Frage, ob das nicht aus andern, wenigstens eben so scheinbaren, Ursachen zu erklären seyn möchte. Meine Leser mögen urtheilen, ob folgende Meinung nicht wenigstens eben so wahrscheinlich ist, als der Schluß, den Cavallo aus seinen Beobachtungen zieht.

Ich glaube nämlich, daß zwei isolirte, unelectrische, flache Körper sogleich auf einander wirken, als sie mit ihren Oberflächen einander genähert werden, und sich dann nicht mehr ganz in ihrem natürlichen, freien Zustande befinden, sondern daß dabei entweder schon ein Anfang zur Vertheilung ihrer eigenthümlichen Electricitäten, (wiewohl vielleicht ein unendlich schwacher,) gemacht, oder wenigstens das Bestreben darnach in ihnen bewirkt ist. Entfernt man sie wieder von einander, so hört auch dieses Bestreben auf, und sie sind wieder, vollkommen wie zuvor, in ihrem natürlichen, freien, ganz unelectrischen Zustande. Das Bestreben nach Vertheilung dauert aber fort, so lange sie einander genähert bleiben, und sobald der eine auf irgend

net er, daß es nach zwei Jahren noch den hundertsten Theil einer einmahl mitgetheilten Electricität behalten, und also Jahre lang electrifizirt bleiben würde.

B.

eine Art durch leitende Substanzen mit der Erde in Verbindung kömmt, geht dieses Bestreben in wirkliche Action über, und in beider Electricität geht eine Veränderung vor. Ein Theil des natürlichen $+ E$ in dem isolirt gebliebenen Körper zieht sich nach der Seite des andern Körpers, und ein Theil seines $- E$ weicht zurück. Jenes treibt aus dem mit der Erde in Verbindung getretenen Körper einen Theil seines $+ E$ hinaus, und zieht dafür $- E$ herbei. Beides geschieht in einem so äusserst geringen Grade, daß wohl nie ein Mittel wird erfunden werden, die vorgehenden Veränderungen sichtbar zu machen. *)

Indefs ist nun doch schon der erste Anfang von Electricität da, und es kömmt, wie schwach man ihn auch denken will, nur auf eine Vorrichtung an, durch welche man das $+ E$, das der eine Körper verliert, dem andern, der immer isolirt bleibt, zuführt, und wodurch der negative Zustand des einen und der positive des andern so lange vermehrt werden bis die Luftschicht, welche beide Körper trennt, dem Drange der beiden E , sich wieder ins Gleichgewicht zu setzen, nicht mehr widerstehn kann, und der wei-

*) In wie weit mit dieser Meinung Volta's Erklärungsart der galvanischen Erscheinungen durch Aufhebung des electrifischen Gleichgewichts in der *Berührung* verschiedener Leiter zu vereinigen sey, wäre vielleicht einer weitem Erörterung nicht unwerth.
d. H.

tern Anhäufung durch eine Explosion Grenzen gesetzt werden. Und diese Veranstaltung ist im *Bennetschen Verdoppler* getroffen.

Werden im *Bennetschen Verdoppler* die beiden untersten Scheiben *G* und *F*, (Fig. 4,) über einander gebracht, so entsteht in beiden, auch ohne alle Mittheilung von Electricität, ein Bestreben nach Vertheilung, das aber, so lange beide isolirt bleiben, ohne Wirkung ist. Berührt der Finger oder der Draht *d* die obere Scheibe *F*, so verliert sie etwas von ihrem natürlichen $+$ *E* und wird nach Entfernung des Drahtes in einigem Grade negativ. Mit der obern *E* nach dem Drahte *c* zu gedreht, zieht sich ein Theil des $+$ *E* dieser letztern Scheibe aus der obern, nach der untern Fläche hin; und da die Capacität der Scheibe *E* dadurch erhöht wird, nimmt sie beim Berühren mit dem Finger oder dem Drahte *c* so viel $+$ *E* wieder an, als die mittlere Scheibe *F* vorhin verloren hat. In diesem electrifischen Zustande bleiben die Scheiben, die mittlere negativ, die obere positiv electrifirt, beim Zurückdrehen; und kömmt nun zugleich die obere Scheibe durch den Draht *e* mit der untersten Scheibe *E*, die mittlere *F* durch den Draht *d* mit der Erde in Verbindung, so erhält die unterste *G* alle Electricität der obern Scheibe *E*, und die mittlere bleibt eben so stark negativ-electrifisch als vorher. Es ist also so gut, als wenn das, was bei der ersten Operation der mittlern Scheibe *F* durch den Finger an Electricität abgenommen wurde, sogleich und unmittelbar der

untersten *E* mitgetheilt worden wäre. Und nun geht die Verdoppelung, gerade wie wir das oben, (S. 161 f.,) gesehn haben, fort, bis die Explosion erfolgt.

Bei jeder neuen Operation wirkt die unterste Scheibe *G*, an welche die Mittheilung geschieht, doppelt so stark auf die mittlere, und durch sie auf die obere, als bei der vorher gegangenen, und ihre abstoßende Kraft nimmt also in jeder Operation um das Doppelte zu. Ist das der Fall, so muß die Kraft, mit der sie nach der 24ten Operation auf die mittlere Scheibe wirkt, $2^{24} = 8644608$ mahl, und bei der 31sten $2^{30} = 553\,254\,912$ mahl so stark seyn, als die, womit sie bei der ersten Operation auf die mittlere Scheibe wirkt. Hieraus wird es begreiflich, wie unendlich klein die Portion electricischer Materie seyn müsse, welche bei der ersten Berührung der mittlern Scheibe aus ihr fortgeht, und wie die untere Scheibe dieses recht wohl, ohne alle mitgetheilte Electricität in die mittlere, bewirken könne. Denn lasse ich die Scheiben meiner Bennetschen Verdoppler mehrere Tage und Nächte lang, von einander gefondert und mit der Erde verbunden stehn, so werden stets 24 bis 26 Operationen erfordert, bis sich an dem Electrometer einige Bewegung wahrnehmen läßt, und nur noch 6 bis 8 Operationen mehr bis zur Explosion. Daß die Verdoppelung so schnell bis zum höchsten Grade steigt, wenn die Electrometer noch so wenig zu divergiren beginnen, wird hieraus auch begreiflich. — Ge-

setzt mit Cavallo, diese Verdoppelung beruhe auf einer *ursprünglichen* Electricität der Scheiben, sollte wohl irgend ein Versuch möglich seyn, bei welchem eine *mitgetheilte* Quantität electrifcher Materie so klein und schwach wäre, und sollte es irgend eine electrifche Substanz geben, deren Electricität 8644608mahl schwächer als die wäre, bei welcher das Electrometer nur eben sich zu rühren anfängt? *) Wohl schwerlich: dann aber wird man immer mit Sicherheit schliessen können, daß die untersuchte Substanz, die nicht frühere Zeichen der Verdoppelung, als ohne alle vorgängige Mittheilung giebt, gar keine Electricität gehabt habe. War sie electrifch, so war sie es sicher in viel höhern Grade als die Scheibe des Verdopplers, und mußte daher die Verdoppelung beschleunigen. Ich glaube daher nicht, was Cavallo behauptet, daß man sich, dieser ursprünglichen Electricität halber, auf den Bennetschen Verdoppler nicht verlassen könne, und halte ihn in jedem Betrachte für ein zuverlässiges Instrument, wenn man sich seiner nur mit gehöriger Vorsicht bedient.

Nimmt man mit ihm die Operationen ohne vorgängige Mittheilung vor, so wird nicht immer ei-

*) Nach Nicholson's Schätzung, S. 151, würde die mitgetheilte Electricität gleich bei der Mittheilung in der Scheibe G um das 100fache verstärkt; das gäbe also noch eine hundertmahl kleinere Größe für die Electricität der mittheilenden Substanz.

nerlei Electricität hervorgebracht. Oft erhielt ich Vormittags und Nachmittags oder an zwei auf einander folgenden Tagen die entgegengesetzten Electricitäten, welches seinen Grund in zufälligen und veränderlichen Umständen haben mochte, z. B. in der Beschaffenheit der Atmosphäre und deren Veränderungen, in den Dünsten im Zimmer, in der Ausdünstung aus dem Körper des Beobachters oder aus den Speisen und Getränken, im Ofendampfe u. s. w.; Umstände, welche genau anzugeben freilich nicht möglich ist. Doch scheint es eine beständige Erfahrung zu seyn, daß man in *unreiner Luft* stets $-E$, in *reiner* allezeit $+E$ erhält. Ich operirte verschiedne Mahl in meiner kleinen Schlafkammer gleich nach dem Aufstehn und erhielt $-E$, und unmittelbar darauf in der Wohnstube $+E$.*)

Im *Nicholson'schen Verdoppler* wird, wie wir gesehen haben, die Verdoppelung auf eine etwas andere Art bewirkt, (S. 140, Anm.,) bei welcher gerade die Bedingungen zu fehlen scheinen, unter welchen diese Verdoppelung ohne Mittheilung entsteht. Die Scheiben desselben und die Kugel sind und bleiben

*) Vergl. hiermit Read's ganz ähnlichen Versuche mit dem Duplicator, (S. 154, und Gren's *neues Journ. d. Phys.*, B. 2, S. 701,) aus denen Read das Resultat zieht: daß Luft, die durch thierische Respiration (und Ausdünstung; oder durch vegetabilische Fäulniß auch nur in geringem Grade inficirt ist, stets negative Electricität giebt, während die umgebende Atmosphäre positiv-electrisch ist.

während der ganzen Operation allesammt immer isolirt, so daß sie nie mit der Erde in Verbindung kommen. Das Bestreben zweier, die einander genähert sind und auf einander wirken, kann also auch nie in wirkliche Action übergehn, daher ihr Zustand immer derselbe bleiben muß, wie oft man auch ihre Stellung verändern mag. Ich habe schon vorhin angeführt, wie viel schwerer durch denselben eine Verdoppelung ohne Mittheilung, oft gar nicht, zu erhalten ist. Ich berge nicht, daß ich jetzt geneigt bin, zu glauben, sie sey ohne Mittheilung nie zu erhalten, und zweifle sehr, ob die Scheiben von aller überschüssigen Electricität befreit gewesen, wenn ich nach 200 bis 250 Operationen doch endlich eine Verdoppelung erhielt. Man kann den Versuch wohl hundertmahl wiederholen, ohne auch nur Ein Mahl eine Verdoppelung zu erhalten, und hat daher, wenn diese erfolgt, alle Ursache, zu glauben, daß auf irgend eine Art in eine der Scheiben oder in die Kugel Electricität von außen gekommen oder in derselben zurückgeblieben ist. Selbst das Abkehren oder Abwischen des Staubes von den Scheiben und ihren Glasfäulen, wie gelinde und vorsichtig es auch geschehe, die Flamme von angezündetem Papiere, das Aushauchen und Wegdampfen des Odems, u. d. m., kann schon Electricität erregen. Ist so etwas mit den Scheiben vorgegangen, so muß man vom Instrumente nicht eher Gebrauch machen, als bis man die Scheiben von einander getrennt und jede für sich mit

der Erde verbunden, eine Nacht über der freien Luft ausgesetzt, hat stehen lassen. Nie habe ich, wenn das geschehn war, auch nur eine Spur von Verdoppelung ohne vorgängige Mittheilung erhalten.

Sollten andere Electriciker dieselbe Erfahrung machen, so würde das ein entscheidender Beweis seyn, daß Cavallo falsch geschlossen hat, wenn er auf der Behauptung besteht, daß die Scheiben des Verdopplers stets von Natur electrifirt sind, und daß das der Grund sey, warum der Bennetsche auch ohne Mittheilung verdoppelt. *) Da, um den Nicholsonfchen in einen Bennetschen Verdoppler zu verwandeln, weiter nichts erfordert wird, als während der Operation den Finger an die Kugel zu legen; so würde es ein schöner Beweis seyn, daß das Factum, welches ich angebe, gegründet, und die Ursache, die ich mir denke, die wahre sey, wenn das Instrument, als Nicholsonfcher Verdoppler gebraucht, nie, als Bennetscher aber allezeit ohne vorgängige Mittheilung eine Verdoppelung bewirkte.

Hier-

*) Das würde der Fall nicht seyn, wenn alle drei Scheiben gleiche ursprüngliche Electricität hätten; nur wenn sie entgegengesetzte oder ungleich starke haben, könnten sie eine Veränderung in einander hervorbringen. Wie unwahrscheinlich dieses aber sey, wenn alle drei Scheiben, von einander abgefondert, lange genug mit der Erde in Verbindung gewesen sind, fällt in die Augen.

Hierüber zuverlässige Versuche anzustellen, erlaubt mir gegenwärtig die Witterung nicht. Ich muß sie daher für eine gelegnere Zeit versparen; indess können leicht auch andere, wenn sie es der Mühe werth halten, diese Sache weiter prüfen.

Cavallo fügt der Behauptung, daß der Bennettsche Verdoppler von keinem Gebrauche sey, das Lob des von ihm angegebenen *Collectors* bei, welcher ihm diesen Fehler des Verdopplers nicht zu haben scheint, und der sich hauptsächlich durch die Gewisheit seiner Resultate empfehle. *) Allein wenn es, seiner Meinung zu Folge, in der ganzen Natur keine Substanz giebt, die nicht stets mehr oder weniger electrifirt ist, so müssen es die Rahmen und Zinnplatten des *Collectors* eben so wohl seyn, als die Scheiben des Verdopplers. Und wenn sie es sind, so müssen eben die Fehler, die man diesem vorwirft, auch jenen treffen. Zwar wird man mit dem *Collector*, wenn man die Mittheilung an die Zinnplatte mehrere Mal wiederholt, stets ein sicheres Resultat erhalten, indem die wiederholte mitgetheilte Electricität, eine entgegengesetzte der Zinnplatte bald zerstört und überwiegt, und eine gleichartige vermehrt: **) allein wird gerade so

*) Vergl. oben S. 156.

d. H.

**) Man erhält selbst nach der ersten Mittheilung stets ein sicheres Resultat, wenn die Goldblättchen des *Electrometers* aus einander gehn, denn dieses Auseinandergehn ist ein Beweis, daß die

Annal. d. Physik. B. 9. St. 2. J. 1801. St. 10. N

im Verdoppler die Mittheilung wiederhohlt, so findet in ihm dasselbe statt. Der einzige Fall, in welchem sich zwischen beiden Instrumenten ein Unterschied zeigt, ist der, daß der Collector keine Electricität anzeigt, wo keine ist, der Verdoppler aber auch ohne mitgetheilte Electricität stets dergleichen zeigt, wiewohl stets ungemein viel später.

Dasselbe gilt von Cavallo's *Multiplicator*, von dem Cavallo gleichfalls behauptet, er sey keinen zweideutigen Resultaten unterworfen, indem er eine sehr kleine Quantität von Electricität dadurch anzeige, daß man hinter einander mehrere Portionen.*) von der entgegengesetzten Electricität in einer isolirten Platte anhäufe. Er hält die Wirkungen desselben um deswillen für zuverlässig, weil der in der Platte A, welcher die zu prüfende Electricität mitgetheilt wird, zurückbleibende Antheil von Electricität nur sehr unbedeutend seyn könne, da auf dieser Platte die Electricität nie angehäuft werde, sondern in Rücksicht ihrer Menge immer dieselbe bleibe, eher abnehme. Im Verdoppler wird die Electricität gerade auf die Platte, der man die Electricität mittheilt, bis zu einem außerordentlichen Gra-

mitgetheilte Electricität sogleich die schon vorhandene entgegengesetzte weit überwog, oder mit ihr gleichartig ist. B.

*) Gerade das Mittel, welches ich beim Verdoppler empfohlen habe, um sich wegen seiner Resultate sicher zu stellen. B.

de angehäuft und verstärkt, daher in ihm der Ueberrest bei positiver Electricität viel größer, bei negativer viel geringer seyn, und selbst die anfänglich mitgetheilte Electricität überwiegen müsse.

Daran ist nun zwar kein Zweifel, daß in der Platte des Verdopplers, von welcher hier die Rede ist, immer weit mehr Electricität zurückbleibt, als in der des Multiplicators; davon kann man sich bei jedem Versuche überzeugen: allein da Cavallo selbst sagt, daß man nach jedem Versuche alle 5 Platten *A*, *B*, *C* des Multiplicators mit dem Finger berühren müsse, um ihnen alle mitgetheilte Electricität zu entziehen und das Instrument zu einem zweiten Versuche geschickt zu machen; so kann man ja eben dieses auch bei den Platten des Verdopplers thun, und ich sehe nicht ein, warum der Finger bei diesen nicht auch sollte bewirken können, was er bei jenen bewirkt.