

---

---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1806, FÜNFTES STÜCK.

---

## I.

*Das*

### MERKWÜRDIGE

*aus Versuchen über Electricität,*

von

GEORG BERNH. BEHRENS,

der Math. Candidat im schwed. Pommern.

---

#### *Erste Sammlung.*

Unter einer zahlreichen Reihe von Versuchen über Electricität, welche ich größten Theils schon im Sommer 1803 angestellt, und bei einiger Muße im Winter von 1804 auf 1805 wiederholt habe, schienen mir mehrere besonders nützliche Resultate zu gewähren. Ich habe daher eine Auswahl getroffen, und füge hier die Beschreibung von einem Theile derselben bei, in der Hoffnung, sie werde eines Platzes in den Annalen der Physik nicht ganz unwerth seyn. [Diese Auswahl ist schon seit dem April 1805 in meinen Händen, und es bedarf einer Entschuldigung bei dem physikalischen Publicum, daß ich demselben durch Zufall diese interessanten und wichtigen Versuche so lange vorenthalten ha-

be. G.] Folgendes ist der Inhalt derselben: I. Prüfung der Einwürfe, die man gegen Volta's Theorie von seiner electricischen Säule gemacht hat, [und Entdeckung einer electricischen Säule ohne alle Feuchtigkeit und ohne chemische Wirkung.] — II. Eigenthümliches Verhalten der verstärkten Electricität im Innern der Leiter. — III. Ungleiche Beschaffenheit electricischer Atmosphären. — IV. Beschreibung eines Instruments, wodurch die Wasserzerlegungskraft der voltaischen Säule gemessen wird. — V. Beschreibung eines Electrometers, welches zugleich die Art der Electricität anzeigt.

## I.

*Die electricische Polarität der Säule Volta's ist von jeder chemischen Veränderung, welche die Bestandtheile derselben erfahren, ganz unabhängig, und gründet sich einzig auf die bekannte Wirkung beider verschiedener Metalle.*

1. *Apparat.* Ich hoffte durch Versuche zufällig vielleicht einen festen und nicht feuchten Körper zu finden, der sich, zwischen zwei verschiedene Metalle gebracht, als passiver Leiter verhalten möchte. In dieser Absicht prüfte ich besonders mehrere Steine, und beobachtete die Vorlicht, sie vorher stark zu erwärmen. Bei dieser Gelegenheit zeigte sich der warme Feuerstein, (Flintenstein,) wirklich als passiver und mäßig guter Leiter. Um seiner Leitungsfähigkeit zwischen den Metallen, Kupfer und Zink, zu Hülfe zu kommen, rieb ich die eine Seite des Steins mit Kupfer, die andere

aber mit Zink, so dafs von beiden entgegen gesetzten Oberflächen, jede mit einem Metalle überzogen war. Ich legte dann auf die Kupferplatte *K*, (Taf. I, Fig. 8,) welche mit dem Griffe *K* versehen war, die Zinkplatte *Z*; auf diese den Stein *s*, mit der verzinkten Seite an *Z*; und endlich oben eine Kupferplatte mit dem Griffe *C*. Das Ganze umwickelte ich fest mit Seide, und liess dann den Apparat auf einem heissen Ofen so lange liegen, bis ich überzeugt seyn konnte, dafs alle vielleicht adhärende Feuchtigkeit verflüchtigt seyn müsse.

2. *Versuch.* Ich fasse jetzt das Ende *C* und berühre mit dem andern Kupferende *K* einen Condensator von Kupfer, welcher dadurch  $-E$  erhält. Wiederhohle ich die Berührung des Condensators auf eben die Art einige Mal, und bringe den Deckel jedes Mal an ein Electrometer, dessen Goldblättchen gut isolirt sind, so zeigt dieses bald ein immer constantes Maximum der Divergenz, welches ich  $= a^\circ (-E)$  setzen will. Kehre ich nun den Apparat um und berühre denselben Condensator mit dem Ende *C*, so ist das eben so bewirkte Maximum der Divergenz  $= a^\circ (+E)$ .

3. In diesem Versuche sind beide Platten *C* und *Z* durch den Stein leitend verbunden, und der Erfolg zeigt, dafs durch diese ihre mittelbare Berührung die electromotorische Kraft des Plattenpaares *K, Z* nicht gehindert wird.

4. *Versuch.* An die Kupferplatte *C* ist noch eine Zinkplatte gebunden, und der Apparat ist von

neuem erwärmt. Berühre ich jetzt denselben Condensator, wie vorhin, mit dem Ende K, so zeigt sich das Maximum der Divergenz  $= 2a^{\circ} (-E)$ . Eben so erhalte ich dasselbe Maximum  $= 2a^{\circ} (+E)$ , wenn mit dem Zinkende des Apparats ein auf den Condensator gelegter feuchter Leiter berührt wird.

5. Beide Plattenpaare, durch den stark erwärmten und daher völlig trockenen Stein verbunden, äußern also die doppelt so starke electriche Polarität, als das einzelne Paar. Dadurch war bewiesen, *dafs eine electriche Säule ohne Feuchtigkeit möglich sey.* — Um mich noch directer hiervon zu überzeugen, untersuchte ich viele andere Körper, in der Hoffnung, einen geschicktern und bessern Leiter zu finden, als der Stein war. Allein, der Zufall mag nicht gesucht, er will nur benutzt seyn. Schon werfe ich unmuthig eine Ladung Steine, Holz u. s. w. zum Fenster hinaus, — als mir das Ungefähr ein Blatt Goldpapier in die Hand bringt. Dieses verhielt sich, so zwischen die Plattenpaare gebracht, dafs die vergoldete Seite an die Kupferplatten gelegt war, gut; und noch besser, als ich es, um die Leitungsfähigkeit desselben zu vermehren, in eine schwache Salzauflösung getaucht und (es versteht sich) durchaus wieder getrocknet hatte.

6. *Versuch.* Es wurde eine Säule aus 80 Schichtungen Zink, Kupfer, Goldpapier, errichtet. Das Papier war, auf die erwähnte Art, mit ein wenig Salz versetzt, und die Platten waren nicht nur gut gereinigt, sondern auch neu gefeilt, so dafs sie me-

tallischen Glanz zeigten. Die Resultate meiner Untersuchungen über diese Säule sind folgende:

a. Die Enden der Säule zeigten entgegen gesetzte electriche Pole in derselben Ordnung, wie sie der Säule Volta's, wenn feuchte Leiter an die Stelle des Papiers gesetzt werden, zukommen.

b. Die electriche Spannung der Pole war so wohl bei der isolirten Säule, als auch dann, wenn der eine Pol ableitend berührt wurde, *gleich* der Spannung einer voltaischen Säule  $K, Z, FL$ , von einer gleichen Zahl Plattenpaare und unter übrigen gleichen Umständen.

c. War an einen Pol ein Goldblättchen gebracht, so zog der Draht des andern Pols dieses in einiger Entfernung an.

d. Hatte ich mit dem einen Pole einen Condensator verbunden, während ich den andern ableitend berührte, so wurde der Condensator zwar eben so stark wie durch die gleiche voltaische Säule geladen, aber nicht, wie durch diese nach einer augenblicklichen, sondern erst nach einer mehrere Secunden dauernden Berührung. \*)

\*) Fast dieselbe Erfahrung machte Biot, vielleicht schon früher, bei ähnlichen Versuchen über eine Säule mit geschmolzenem Salpeter, (*Annalen*, XV, 97.) Sollten wir diese Versuche ausführlicher erfahren, so werden wahrscheinlich unsere Resultate sich gegenseitig bestätigen. Doch fürchte ich, daß der in hygrokopischer Hinsicht sehr de-

e. Die Säule gab keine Funken, sie liefs aber auch den Schlag einer Flasche nicht durch.

f. Die Säule bewirkte unter den günstigsten Umständen nicht die geringste Wasserzerlegung, nicht die schwächste Sensation, nicht die kleinste Veränderung der Pflanzenfarbe; kurz, sie zeigte *keine Spur* irgend einer der so genannten *galvanischen* Erscheinungen. \*)

Ueber drei Monate liefs ich diese Säule, grössten Theils mit geschlossener Kette, stehen. Während dieser ganzen Zeit hatten die Platten ihren anfänglichen metallischen Glanz auch nicht im geringsten verloren, und die Säule zeigt die erwähnten Erscheinungen jetzt noch unverändert, gerade so, als vor drei Monaten.

7. *Versuch.* Dieselben Papierscheiben wurden zwischen die Berührungsflächen der Metalle einer wirklichen voltaischen Säule aus 80 Paar K, Z, FL gebracht, so dafs wieder überall die vergoldete Seite des Papiers an den Kupferplatten lag, und sich die Metalle in keinem Punkte unmittelbar berührten. Der Erfolg war dieser: die Säule zeigte nicht die geringste electriche Polarität, und war und blieb in jeder Rücklicht ohne alle Wirkung. —

likate Salpeter den gleich folgenden Fundamentalversuch nicht gestattet haben möchte. B.

\*) Dieselben Erscheinungen werden auch durch eine Papierscheibe, welche in die Kette einer wirklichen Säule gebracht wird, verhindert. B.

So bald aber nur einige Papierscheiben weggenommen wurden, äufserten die Pole sogleich electriche Spannung, und zwar, wie es schien, im Verhältnisse der Zahl von Plattenpaaren, die dadurch in unmittelbare Berührung gebracht waren.

8. Diese Versuche werden sich überall bestätigen, da sie, mit möglichster Sorgfalt und Vorsicht, wiederholt angestellt sind, und sich außerdem bei mehreren, hier nicht erwähnten Abänderungen bewährt gezeigt haben. Ich hatte mich dadurch überzeugt, daß Volta's Gesetz: „die electromotorische Kraft seiner Säule sey auf die gegenseitige Berührung zweier verschiedener Leiter gegründet, und werde, vermittelt der Leitung eines dritten Heterogens, welches mehrere Paare derselben Ordnung verbindet, zur mehrfachen Verstärkung gebracht,“ — über alle Einwendungen erhaben ist. — Dort, wo alle Feuchtigkeit vermieden ist und nicht die geringste Oxydirung erfolgt, zeigen die Enden der Säule dieselbe electriche Spannung, als sie bei übrigens gleichen Umständen äußern, wenn die Oxydirung vor sich geht. Hier, wo der Oxydation eben so Raum gegeben ist, wo aber die Paare, obgleich leitend verbunden, nicht in gegenseitiger Berührung sind, ist jede Kraft der Säule getödtet.

Die Natur wird aber zur Erreichung ihrer Zwecke keine überflüssige Mittel benutzen. Die chemischen Veränderungen in Volta's Säule, so wie überhaupt in den übrigen ähnlichen Apparaten,

Können daher als zufällige Erscheinungen *nicht* angesehen werden, und dürfen, als gleichgültige Umstände, nicht in Vergessenheit gerathen; — möchte es gleich den Nachkommen vorbehalten seyn, diese versteckten Züge richtig zu zeichnen.

---

## II.

*Die Electricität dringt nicht in das Innere der Leiter, sondern zeigt sich einzig auf der Oberfläche wirksam; ausgenommen die verstärkte Electricität, welche durch die innere Masse der geschlossenen Kette strömt und in beweglichen Theilen derselben electriche Bewegung veranlaßt.*

9. *Apparat.* Die Fig. 5 ist ein Durchschnitt dieses Apparats, in natürlicher Gröfse gezeichnet. Beide Enden einer Glasröhre sind durch zwei Korke *ab* und *ce* wasserdicht verschlossen. Durch den untern Kork ist ein abgerundeter Draht *d* gebracht, mit dem eine Bleikugel *p* vereinigt wurde, um damit das Ganze in Wasser versenken zu können. Der obere Kork ist mit einer Nadel durchstoßen, deren untere feine und umgebogene Spitze *h* einen  $\frac{1}{4}$ ''' breiten, oben durchbohrten und leicht beweglichen Stanniolfstreifen *gh* trägt. Der Apparat ist an zwei seidenen Fäden *ak* und *bl* so geneigt aufgehängt, daß der Stanniol 1 bis 2''' von *d* entfernt bleibt. Rings an der innern Glasfläche über dem untern Korke ist ungefähr bis *mm* Stanniol geklebt, der mit *d* in Verbindung steht, und dieser letztere kann



durch einen Draht *eo* mit der Erde in ableitende Berührung gebracht werden.

10. Wird nun dem Kopfe der Nadel eine geriebene Siegelackstange oder ein anderer schwach elektrischer Körper genähert, so findet zwischen *g* und *d* sogleich Anziehung Statt; ein Beweis der hinlänglichen Beweglichkeit des Stanniols.

11. *Versuch.* Der Apparat wurde bis über den obern Kork, ungefähr bis *nn*, in ein Glas mit Wasser versenkt, und der Draht *eo* mit der Erde leitend verbunden. Die geriebene Siegelackstange, jetzt dem Kopfe des Apparats genähert, veranlasste nicht die geringste Bewegung des Stanniols. Ich liefs hierauf auf einen mit der Nadel verbundenen starken Draht 2'' lange Funken schlagen; aber der Stanniol rührte sich nicht, auch nicht, wenn alles isolirt war. — Der Erfolg blieb derselbe, wenn der Apparat in irgend eine andere durchsichtige Flüssigkeit, in Salzwasser, in verdünnte Säure, in flüssiges Kali, u. a., versenkt war.

12. *Versuch.* Durch den Kopf des Apparats, den man sich wieder in Wasser getaucht denke, wurde eine leidner Flasche losgeschlagen, deren äussere Belegung mit dem Drahte *eo* verbunden war. Zwischen *g* und *d* zeigte sich jetzt ein lebhafter Funke, und der Stanniol gerieth in einige Schwingung; diese wechselte aber so schnell, dafs es nicht bemerkt werden konnte, ob Anziehen oder Abstoßen der erste Grund derselben war. Die Stärke der Schwingung hing von der Ladung der Flasche ab;

war diese schwach, so verhielt der Stanniol sich oft ganz ruhig, obgleich der Funke immer erschien.

13. Die Erscheinung dieses Funkens überraschte mich nicht wenig; auch bleibt sie in der That auffallend, da der Electricität durch das Wasser zwischen *e* und der Nadel ein besser leitender Weg dargeboten scheint, als sie ihn in der Luft zwischen *g* und *d* findet. Der Grund des Phänomens läßt sich aber nur in einer nicht minder guten Leitung der verstärkten Electricität durch die Luft, (in den Grenzen der Schlagweite,) als durch die Masse des Wassers finden. Daher war es mir wahrscheinlich, daß der Funke wegbleiben würde, wenn der Apparat in andere Flüssigkeiten, welche besser als das Wasser leiten, getaucht werde, und die Erfahrung bestätigte dieses. Hatte ich nämlich den Apparat in Salzwasser oder in verdünnte Säure versenkt, so zeigte sich weder der Funke, noch rührte der Stanniol sich im geringsten. Wählte ich aber statt dieser Flüssigkeiten flüßiges Kali, so war der Erfolg derselbe, wie beim reinen Wasser. \*)

14. *Versuch.* Der Apparat hängt frei in der Luft und die Nadel steht, durch einen ableitenden Draht, mit der Erde in Verbindung. Eine Flasche

\*) Offenbar hängt die Erscheinung des Funkens zwar von der schlechten Leitung der Flüssigkeit ab, aber das Phänomen bleibt doch noch paradox, da es ausgemachte Thatfache ist, daß das Wasser die Electricität um sehr vieles besser leitet, als die Luft. Noch ungekannte Kräfte scheinen hier im Spiele

wird, wie im letzten Versuche, durch den Apparat losgeschlagen. Der Funke erfolgt, wie natürlich. Der Stanniol wird alle Mahl in dieselbe, aber bei gleicher Ladung der Flasche doch in beträchtlich stärkere Bewegung gesetzt. Bei genauer Aufmerksamkeit zeigte es sich jetzt, daß eine Anziehung zwischen  $g$  und  $d$  die erste Veranlassung zur Bewegung war. — Die stärkere Schwingung des Stanniols in diesem Versuche zeigt, daß der Funke im vorigen nur durch einen Theil der übergegangenen Electricität bewirkt, und daß ein anderer Theil durch das Wasser geleitet worden sey.

15. So bald mir das von Coulomb entdeckte Gesetz: die Electricität eines Leiters sey nur auf dessen Oberfläche verbreitet, \*) bekannt wurde, projectirte ich die eben erzählten Versuche, um mich durch eigne Erfahrung zu überzeugen. Sie bestätigen das Gesetz auffallend, und beweisen zugleich die erwähnte Einschränkung desselben: daß die verstärkte Electricität durch das Innere der Leiter dringt, und die Theile derselben in Bewegung setzt. — Dadurch ist zugleich der erste Grund des

zu seyn, und wir müssen für jetzt gestehen, daß es noch zu früh ist, auf eine Erklärung zu denken. Auf jeden Fall scheint es nöthig, electriche Leitungsfähigkeit der Körper, und ihr Vermögen die verstärkte Electricität zu leiten, nicht zu verwechseln.

B.

\*) Libe's Physik, übersetzt von Droyfen, Th. I, 294.

B.

eigenthümlichen Gefühls, welches die verstärkte Electricität, wenn sie durch organische Körper geleitet wird, in diesen bewirkt, ohne Weiteres erklärt. Auch selbst die Ursache der Muskelcontraction, worin jenes Gefühl gegründet ist, verräth der Versuch durch die Schwingung des beweglichen Theils im Innern des Leiters nicht undeutlich. Denn das Organ besteht aus festen und flüssigen Theilen, wovon die besser leitenden einen gleich schnellen Wechsel der Anziehung und der Entfernung erfahren werden.

16 Die Abweichung der verstärkten Electricität vom gewöhnlichen Wege der Leitung erkläre ich mir auf folgende Art: Die Stärke des electricischen Wirkungskreises eines frei (in der Luft) isolirten und electricisirten Körpers *A* steht im geraden Verhältnisse mit dem Grade oder der Quantität seiner freien Electricität. Erhält ein Leiter *B* von *A* einen Funken, so ist die natürliche Electricität von *B*, während beide einander progressiv bis zur Schlagweite genähert wurden, durch den Wirkungskreis von *A* verhältnißmäfsig vertheilt, und die Leitung auf oder über *B* ist allmählig schon vor dem Funken geschehn. Dieses Verhältniß des electricischen Wirkungskreises eines Körpers zu seiner freien Electricität ist aber, bei der isolirten Belegung der Flasche (und der ähnlichen Apparate) nach ihrer Capacität gröfser. Die innere Belegung der Flasche nämlich, (der Knopf,) hat einen viel geringern Wirkungskreis, als sie zeigen würde, wenn

se, bei demselben Grade von Electricität, fröi-iso-  
lirt wäre. Wird nun dem Knopfe der innern Be-  
legung die Kette der äußern bis zur Schlagweite ge-  
nähert, so erhält diese Kette, mit der Nähe pro-  
gressiv, electriche Polarität im Verhältnisse der ver-  
theilenden Kraft des Wirkungskreises vom Knopfe.  
Der Funke, durch diese vorläufige-Polarität bewirkt,  
verbindet beide Belegungen leitend. In dem Mo-  
mente wird eine weit stärkere Polarität der Kette  
nothwendig, denn alle Electricität beider Belegun-  
gen macht den Uebergang mit Blitzeschnelle, und  
die innern Theile der Kette müssen diese in ihrer  
Art einzige Bewegung nicht weniger erfahren, als  
die Theile der Oberfläche.

17 Die durch Volta's und van Marum's  
Versuche bewiesene Aehnlichkeit der Electricität  
der Säule mit der verstärkten Electricität zeigt sich  
also auch in Rücksicht der Leitung bewährt. Denn  
die Wasserzerlegung und andere Phänomene bewei-  
sen zur Genüge, daß diese, wie jene, durch die  
innere Masse der Conductoren geleitet wird,

---

### III.

*Die electriche Atmosphären erhalten ihre Ele-  
tricität durch Vertheilung, ausgenommen die At-  
mosphäre an der (durch Reiben oder durch eine  
Spitze) electricisirten Seite eines Nichtleiters, wel-  
che absolut-electrisch ist.*

18. *Apparat.* Um das eine Ende eines Stäbchens von hartem Holze ist ein  $\frac{1}{2}$ " breiter lederner Riemen geleimt, so das dieses unwundene Ende in eine  $\frac{1}{4}$ " weite und 8" lange Glasröhre, wie der Kolben in die Pumpe, gedrängt geschoben werden kann. Das untere Ende dieser Glaspumpe ist in eine stumpfe Spitze ausgezogen, deren kleine Oeffnung ungefähr  $\frac{1}{4}$ " im Durchmesser hat. Der lederne Kolben, so wie das ganze hölzerne Stäbchen, sind mit einem Amalgama eingerieben.

19 *Versuch.* Ich reibe die innere Fläche der Röhre durch den Kolben, fasse jene dann bei dem der kleinen Oeffnung entgegen gesetzten Ende, und lasse die beim Niederstoßen des Kolbens ausströmende Luft gegen die Spitze eines empfindlichen Electrometers fahren. Durch diesen einzigen Luftzug erhält das Instrument bemerkbare  $+ E$ . Nach mehrern Zügen wird das Goldblättchen an den entladenden Draht gestoßen, und so unaufhörlich, so lange das Pumpen dauert.

20 *Versuch.* Die kleine Oeffnung der Pumpe ist mit ein wenig Wachs verschlossen. — Das Electrometer erhält jetzt beim stärksten Pumpen keine Electricität. Auch zeigt sich davon keine Spur, wenn ich die äußere Oberfläche der Pumpe, während diese mit dem Kolben gerieben wird, gegen eine mit dem Condensator verbundene Spitze oder Flamme halte. So bald die Pumpe aber wieder geöffnet ist, und die Luft aus derselben durch die

Flamme strömt, reichen einige Züge hin, den Condensator bedeutend zu laden.

21 Die Oberfläche der Pumpe zeigt  $-E$ , wenn der Kolben niedergestoßen ist, dagegen aber  $+E$ , wenn selbiger zurück gezogen wird. Daraus erklärt es sich, daß das Electrometer durch die äußere Fläche der verschlossenen Pumpe keine wirkliche Divergenz erhält. Doch bewirkte diese abwechselnde Electricität in allen Versuchen eine immerwährende schwingende Bewegung des Goldblättchens.

22. Der Erfolg dieser Versuche scheint mir mit der Meinung: daß die electriche Atmosphäre Luft sey, nicht durch Uebergang, sondern durch Vertheilung electricirt, \*) nicht vereinbar. — Während nämlich der Kolben in die Pumpe geschoben wird, bindet er die durch vorher gegaugenes Reiben erzeugte  $+E$  der innern Fläche der Pumpe, auf welche er, gerade wie eine Belegung, wirkt. (21.) Wäre die natürliche Electricität der in der Pumpe befindlichen Luft nur vertheilt, so müßte diese Luft, da die vertheilende Kraft, während sie ausgetrieben wird, aufhört, in ihren natürlichen Zustand zurück treten, und das Electrometer könnte dadurch keine Divergenz erhalten.

23. *Versuch.* Reibt man eine Glascheibe an einer Seite, oder electricirt diese mittelst einer Spitze, so hat die Atmosphäre an dieser Seite be-

\*) Erxleben's *Phys.*, Aufl. 5, S. 510, §. 540, c. B.

käuntlich  $\pm E$ . Belegt man jetzt die entgegen gesetzte nicht geriebene Seite, so bleibt die Electricität der Atmosphäre der geriebenen Seite dieselbe. Bringt man dagegen die Belegung auf diese Seite, so zeigt die Atmosphäre der andern nicht-geriebenen Seite, welche vorher  $\pm E$  äußerte, jetzt  $- E$ .

24. *Versuch.* Hält man die geriebene Seite einer Scheibe gegen eine Lichtflamme, so wird die Atmosphäre an dieser Seite dadurch geschwächt, reproducirt sich aber, wenn die Flamme zurück gezogen ist, bald, und behält dieselbe  $\pm E$ . Wenn man dagegen die Flamme an der nicht-geriebenen Seite hin- und wieder bewegt, so ist im ersten Augenblicke die electriche Atmosphäre verschwunden, nach und nach aber tritt sie wieder hervor, und zwar mit der entgegen'gesetzten  $- E$ .

25. Diese Versuche zeigen sehr deutlich, daß die Atmosphäre an der electrifirten Seite des Glases sich ganz anders verhält, als die durch Vertheilung electrifirte Atmosphäre. — Um auch zu erfahren, welchen Einfluß das Reibezeug auf die Atmosphäre haben möchte, unternahm ich noch den folgenden Versuch.

26. *Versuch.* Ich befestigte an die Kolbenstange der erwähnten Pumpe einen lackirten gläsernen Griff, und wiederholte dann den Versuch 20. Die äußere Oberfläche der Pumpe zeigte jetzt immer  $\pm E$ . Der Condensator mit der Flamme erhielt zwar auch, doch nur in einem geringen Grade,  $\pm E$ ; allein es war völlig gleichgültig, ob die Pumpe



pe offen, oder ob die kleine Oeffnung derselben mit Wachs verschlossen war. Daher konnte nicht die ausströmende Luft, sondern nur die äußere Oberfläche der Pumpe diese geringe  $\pm E$  veranlassen haben. — Es scheint daher, daß die geriebene Oberfläche des Glases aus der Luft Electricität an sich ziehe, welche dem Glase nach wiederholtem Reiben durch das nicht-isolirte Reibezeug wieder entrißen und in die Erde geführt wird, und daß dadurch die umgebende Luft absolut-electrisch werde.

## IV.

*Beschreibung meines Electro-Dynamimeters, \*) eines Instruments, womit die Wasserzerlegungskraft der Säule Volta's gemessen wird, und eines vorläufigen Versuchs mit demselben.*

27. Die erste Figur auf Taf. I ist ein Aufriss, Fig. 2 ein verticaler, und Fig. 3 ein horizontaler Durchschnitt des Instruments, nach dem Maasse Fig. 9, (oder  $\frac{2}{3}$  des wahren Längenmaasses,) gezeichnet.

28. Mit der calibrirten Röhre *abc*, (Fig. 1,) von 0,2'' Durchmesser, welche bei *b* in einen rech-

\*) Das Vermögen der Electricität, das Wasser aufzulösen, ist unstreitig eine Kraft theils daher der Name, theils, weil einige mit diesem Instrumente gemachte Versuche neue Gründe zur Electro Dynamik gewähren. B.

ten Winkel gebogen worden, ist die weitere Röhre *ce* 1,5''' im Durchmesser, mit dem Gefäße *ef* zusammen geschmelzt. Dieses Gefäß ist oben conisch ausgezogen, und auf dasselbe der eben so ausgehöhlte luftdichte Hahn *bf* gekittet, welchen Fig. 7 im Durchschnitte der Naturgröße vorstellt. Durch die Röhre *gn*, mit der gekrümmten im Glase 1''' dicken Spitze *nro*, ist der Messingdraht *gu* geschnitten, welcher in einer Spalte einen feinen Golddraht *nrom* trägt, der durch die Spitze geht, aus derselben ungefähr  $\frac{3}{4}$ ''' hervor ragt, und in einer mit der Spitze parallelen Richtung *om* rückwärts gebogen ist. Das Ende *or* dieser Glas Spitze ist vergoldet, und das Gold ist durch die Kette *hr* mit dem Drahte *h* leitend verbunden. In einer durch das Gefäß *ef* gebohrten Oeffnung ist diese vergoldete Spitze wasserdicht so befestigt; daß der ganze Draht *om* sich in dem Gefäße befindet. \*)

\*) Die Drähte können zwar nach Willkühr angebracht seyn, doch ist es nothwendig, daß beide unter sich durch das Wasser im Glase *A*, dessen nachher erwähnt wird, nicht leitend verbunden sind. Eine leichte Methode, eine dünne Glasröhre zu vergolden, ist folgende: Die Röhre wird feucht gemacht, auf eine Seitenlinie eines Goldblatts gedrückt und in dasselbe gewickelt. Dann hält man sie, mit dem Golde, ganz nahe über die scharfe Spitze einer Flamme so lange, bis das Gold sich wie polirt angelegt hat. Einige Wiederholungen dieses Verfahrens sind zu einer guten Vergoldung nöthig.

29. An beide Enden des Bretes *CD*, von Birnbaum, sind die Bretchen *a* und *b*; (Fig. 3,) geleimt und in diese ist der Hahn *bf* mit der Röhre *ab* so eingelassen, daß letztere von dem Brete *CD* ungefähr 1''' entfernt bleibt. Neben der Röhre *ab* ist auf das Bret die Scale 1, 2, u. f. w., gezeichnet; ein Maassstab, welcher 10 gleiche Theile oder Zolle hat. Jeder Zoll ist in Linien oder Zehntel, wie beim Maassstabe gewöhnlich, getheilt. Die Abtheilungen, welche die Fig. 1 zeigt, sind auf dem Brete mit Tufche, die übrigen Theilungslinien aber vermittelt eines feinen Stiftes gezogen.

30. Auf dem horizontalen kreisförmigen Brete *GH* steht die senkrechte Säule *EF*, auf welcher der hohle Klotz *K* verschiebbar ist, der aber durch die hölzerne Schraube *S* in beliebiger Höhe gehalten wird. Dieser Klotz trägt, vermittelt einer eisernen Schraube *s*, (Fig. 1 und 2,) das Bret *CD* und durch dieses zugleich den ganzen beschriebenen Apparat.

31. Das Pendel, (Fig. 2,) besteht aus einem Sphäroide von Zinn, welches durch das Kreuz *uvvw* von Draht durch zwei Fäden *xu* und *yv* und durch den Arm *xy* getragen wird.

32. Die beiden Zeiger *I* und *i*, (Fig. 1,) bedürfen noch einer besondern Erwähnung. Es war nämlich nöthig, daß beide sich längs der Scale äußerst leicht verschieben ließen, ohne im geringsten zu wanken, noch bei einiger Bewegung des Instruments verrückt zu werden. Diesen doppelten

Zweck erreichte ich durch folgende Einrichtung sehr gut. Das Blech eines jeden Zeigers ist durch kleine Holzschrauben an ein-vierseitiges, sorgfältig gehobeltes Klötzchen von Pflaumenbaum befestigt. Letzteres ruht mit seiner untern geraden Ebene auf der obern geraden Ebene des Bretes  $CD$ , und die vordere Schärfe der Zeiger ist so geschliffen, daß sie diese Ebenen, und die mit denselben parallelen Linien  $i$ ,  $10$  des Maafsstabes senkrecht schneidet. An der Rückseite eines jeden erwähnten Klötzchens ist eine  $\frac{1}{2}$ '' breite, aber schwache Stahlfeder befestigt, welche durch ihren Druck an der Rückseite des Bretes die Bleche der Zeiger an die Vorderseite zieht, und zugleich die Zeiger an ihrem Platze hält. Die Fig. 6 ist ein Durchschnitt eines Zeigers,  $ab$  das Blech,  $cd$  die Feder an der Rückseite und  $p$  das erwähnte Klötzchen. — Die Zeiger sind also hinter der Röhre  $ab$ , in dem zwischen dieser und dem Brete  $CD$  gelassenen Raume, (Fig. 3,) beweglich. Diese letzte Einrichtung gestattet eine besondere Genauigkeit der Abmessungen.

33. Von  $b$  bis  $k$  ist das Instrument mit gekochtem Wasser gefüllt. — Man dreht das Scalensbret um die Schraube  $s$ , so daß die in die obere Mündung des Hahns gekittete Röhre  $d$  nach unten gekehrt, in das erwähnte Wasser getaucht ist; und füllt das Ganze durch Saugen auf dem zurück gebogenen Ende  $a$ , (Fig. 3.) Hiernach verschließt man den Hahn, läßt das Wasser zwischen  $dk$  auslaufen, dreht das Bret in die horizontale Stellung zurück und ver-

senkt das Gefäß  $ef$  in ein ganz mit Wasser gefülltes Glas  $A$ ; so daß der Schluß  $k$ , ( $fk$  Fig. 3,) auf dem Rande des Glases nahe über dem Niveau  $pn$  des Wassers  $A$  ruht. — In dieser Lage bleibt das Instrument während aller damit zu machenden Versuche, und das Wasser in demselben erhält durch das Wasser  $A$ , in das ein Thermometer gestellt ist, eine beliebige bekannte und constante Temperatur. — Wird jetzt der Hahn geöffnet, so tritt das Wasser aus der Röhre  $ab$  bis in die Biegung  $b$  zurück. Dieser Umstand ist, wie sich bald zeigen wird, wesentlich; er kann aber durch einen Fehler, beim Biegen der Röhre, leicht ausbleiben, wodurch das Instrument unbrauchbar wird; denn der Wasserstand im Gefäße  $ef$  muß bis in den Schluß  $k$  reichen, weil Luft unter diesem Schlusse in den meisten Versuchen Unrichtigkeit veranlaßt. Dagegen kann aber ein wenig Wasser über  $k$  nicht schaden. Bei der Verfertigung der Röhren ist daher folgende Vorsicht zu beobachten. Man bringt das eine Ende der Röhre  $ab$  mit Wasser in Berührung, und bemerkt die Höhe, zu der das Wasser in derselben ansteigt. Nun macht man die Biegung bei  $b$  so, daß der Raum zwischen  $b$  und  $lk$  um einige Linien größer ist, als jene Höhe. \*)

34. Sind mit den Drähten  $h$  und  $g$  die Pole einer voltaischen Säule verbunden, so wird das Was-

\*) In meiner Röhre stieg das Wasser 10'' an und es ist  $bl = 18'$ . B.

fer im Recipienten *ef* zerlegt. So bald der Hahn geschlossen ist, bewegt sich das Wasser von *b* nach *a*. War das Pendel in Bewegung und zählt man dessen Schläge, vom Augenblicke an, da das Wasser die Schärfe des ersten Zeigers passirt, bis zu dem, in welchem man den zweiten Zeiger auf den Stand des Wassers stellt; so zeigt der Maassstab auf 0,001 Th. seiner Länge die GröÙe des Raums zwischen beiden Zeigern, durch welchen das Wasser sich in der bekannten Zeit bewegte. Behält das Wasser im Glase *A* dieselbe Temperatur, während man die Beobachtung eben so wiederholt, indem mit den Drähten *g* und *h* die Pole einer andern Säule, oder derselben unter andern Umständen, verbunden sind; so erfährt man das Verhältniß der Gasmengen, die in beiden Fällen in gleichen Zeiten entwickelt werden; oder, wenn man will, das Verhältniß der Zeiten, die verstreichen, während in beiden Fällen gleiche Gasmengen gebildet sind.

35. Die Dauer der Beobachtung ist von der Wirksamkeit der Säule abhängig. Wäre z. B. eine Säule von einigen 40 Plattenpaaren mit dem Instrumente verbunden, so bewegt sich das Wasser, während 1 Minute, schon durch die ganze Röhre *ab*, und man muß die Beobachtung früher schließen. Da es aber gut ist, bestimmte und gleiche Zeiten für verglichene Beobachtungen anzugeben, so hat das Pendel die für das Gestell und zum Zählen bequeme Länge, daß es 100 Mal in der Minute schwingt. Wie viel Schläge auch während einer

Beobachtung verstreichen mögen, so ist es leicht, das Resultat auf 100 oder auf 1 Minute zu reduciren. \*)

36. *Versuch.* Die Drähte des Instruments sind mit den Polen einer electrischen Säule von 25 Plattenpaaren *K, Z, Salzwasser* verbunden, und im Recipienten ist schon während  $\frac{1}{2}$  Stunde Gas entwickelt. Der Hahn wird geschlossen, und die Säule bildet während 100 Pendelschläge, oder 1 Minute, 48,7''' Gas. Dann aber, wie folgt;

	Gasmenge während 1 Minute,
1. Nachdem $\frac{1}{2}$ Stunde im Recipienten Gas entwickelt war . . . . .	48,7'''
2. Von einem Pole der Säule war der Draht 5 Minuten lang zurück gezogen worden . . . . .	83,6
3. Hierauf war wieder während 5 Min. im Recipienten Gas gebildet worden, dann	50,6
4. Nachdem die Kette, wie in 2., 10 Min. geöffnet gewesen war . . . . .	84,7

\*) Meine Drähte der Säule sind spiralförmig gewunden, und auf die für ihre Windungen passenden Drähte *g* und *h* geschoben. Ich halte diese Methode, die Drähte der Säule so wohl unter einander, als mit andern Körpern zu verbinden, nicht nur für die vorzüglichste, weil sie nie täuscht, sondern ich glaube auch, daß sie bei diesem Instrumente wo die vollkommenste leitende Verbindung alle Mal nöthig ist, wesentlich seyn möchte. B:

5. Beide Pole der Säule waren einige Minuten durch einen Draht verbunden, *) und vom Augenblicke an, da der Draht zurück gezogen wurde . . . . .	Gasmenge während 1 Minute.
6. 5 Minuten später . . . . .	37,5 59,0

37. In den ersten Augenblicken, nachdem der Draht, wie in 5, zurück gezogen ist, bewegt sich das Wasser gar nicht; erst später beginnt eine langsame Bewegung, welche progressiv wächst, und endlich, nach einigen Minuten, der natürlichen Stärke der Säule gleich wird. Umgekehrt ist der Fall, wenn die Säule einige Zeit nicht geschlossen war, wie in 2 und 4; denn im Augenblicke der Schließung erhält das Wasser in der Röhre einen Stofs, wodurch es im Moment auf 5''' und weiter getrieben wird, und progressiv nimmt diese Geschwindigkeit jetzt ab.

38. Ist daher in Versuchen mit dem Electro-Dynamimeter eine gleichförmig wirkende Säule nöthig, so müssen die Drähte des Instruments mit den Polen der Säule immerwährend verbunden seyn; ein Umstand, welchen die Einrichtung (33) des Instruments gestattet.

V

*Beschreibung eines neuen Electrometers.*

39. Die Versuche über die Säule mit Goldpapier hatten mich überzeugt, daß dieser Apparat

\*) Bekanntlich hört dann die Gasentwicklung auf.



ein wahres electricisches *mobile perpetuum* sey. Dadurch kam ich auf folgendes Raisonnement: Wenn in der Mitte zwischen den entgegen gesetzten Polen zweier solcher gleich starker und nicht-isolirter Säulen ein isolirtes Goldblättchen aufgehängt wäre, so würde dieses, vermöge der gleichen Kräfte beider Säulen, von seiner senkrechten Richtung nicht abweichen. Würde nun aber dem Goldblättchen ein electricischer Körper genähert, so müßte es vom  $+$ -Pole der einen oder vom  $-$ -Pole der andern Säule angezogen werden, je nachdem der genäherte Körper  $-E$  oder  $+E$  hätte. — Wie sich erwarten liefs, bewährten Versuche diese Idee, welche dem im Folgenden beschriebenen Instrumente zum Grunde liegt.

Fig. 4 stellt einen senkrechten Durchschnitt des Instruments vor, auf  $\frac{1}{2}$  des Längenmaafses reducirt. Der von Holz gedrehte Fuß *abcde* hat zwischen *de* eine Höhlung, in welche das Glas *gfh* gesetzt und befestigt ist. Die obere Fassung *gkf* dieses Glases ist in der Mitte ausgedreht, und in die Oeffnung die lackirte Glasröhre *ki* gekittet. Die Fassung *ik* dieses letzten ist im Mittelpunkte durchbohrt, und durch dieselbe geht gedrängt, aber verschiebbar, der Draht *os*, der vermittelst der Zange *s* ein Goldblättchen *rs* trägt. Das Glas ist an zwei entgegen gesetzten Seiten durchbohrt und in den Oeffnungen sind die kleinen Röhren *m* und *n* befestigt. Diese sind von innen und von aussen mit Siegelack überzogen, und durch dieselben gehn zwei,

im Glase nach oben, aufer demselben aber nach unten gebogene,  $\frac{3}{2}$ ''' breite Bleche  $md$  und  $ne$ , welche beide in den Röhren verschiebbar sind. Senkrecht unter jedem Oehr  $d$  und  $e$  der eben erwähnten Bleche sind in den Vorsprung  $ab$  des Fußes, an jeder Seite, drei dünne, mit Siegelack überzogene Glasröhren eingesetzt, wovon nur die zunächst am Fuße stehenden bei  $x$  und  $y$  gezeichnet sind. Zwischen diesen Röhren sind zwei elektrische Säulen, aus Messingblech, Stanniol und Goldpapier, aufgeschichtet. \*) Jede Säule besteht aus einigen 40 Schichtungen, und jede ist in der entgegen gesetzten Ordnung der andern gebaut, so daß  $x$  den —-Pol,  $y$  aber den + -Pol oben hat. Beide unterste Platten der Säulen sind durch einen Draht unter sich, und zugleich durch eine Stannioleiche, womit die unterste Fläche des Fußes belegt ist, mit der Erde verbunden. Die Deckplatten der Säulen, (Dreiecke von Blech, durch welche die Röhren gedrängt gehn,) stehn durch spiralförmig gewundene Drähte  $xd$  und  $ye$  mit den Blechen  $md$  und  $ne$  in Verbindung, und letztere werden durch die Federkraft der Spiraldrähte in der gehörigen Lage gehalten.

\*) Diese Scheiben sind Kreise von  $3\frac{1}{2}$ ''' Durchmesser, und das Papier ist, wie oben erwähnt, mit ein wenig Salz veretzt. — Verzinnte oder verzinkte Bleche würden bessere Dienste thun, als Messing und Stanniol.

Sind die Bleche so gestellt, daß das Goldblättchen in der Mitte zwischen beiden hängt, und nähert man der Deckplatte *c* des Instruments eine geriebene electriche Glasröhre, so weicht das Goldblättchen sogleich nach *m* ab, und kommt leicht zum Anschlagen; dagegen divergirt es nach *n*, wenn eine geriebene electriche Siegelackstange nahe gebracht wird.

Regeln für den Gebrauch des Instruments sind:

1. Der electriche Körper muß nur langsam genähert werden.
2. Hat das Goldblättchen angeschlagen, so muß der Draht *o* vor der Wiederholung eines zweiten Versuches ableitend berührt seyn.

