

## SECHS ORIGINALARBEITEN LICHTENBERGS ÜBER DIE ELEKTRISCHEN FIGUREN

GEORG CHRISTOPH LICHTENBERG

### INHALTSVERZEICHNIS

1. *Aus: Göttingische Anzeigen von gelehrten Sachen, 1777, Bd. 1 S. 569–572 (72. Stück vom 16. Juni 1777).*  
(Von KÄSTNER im Namen LICHTENBERGS verlesenes Promemoria) 2
2. *Aus: Novi Commentarii Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis, tomus VIII, ad annum 1777. Commentationes physicae et mathematicae classis, p. 168–180. Gottingae, apud Joann. Christian. Dieterich, 1778.*  
**GEORG CHRISTOPH LICHTENBERGS**  
Erste Abhandlung allgemeine Experimente enthaltend  
Über eine neue Methode, die Natur und die Bewegung der elektrischen  
Materie zu erforschen  
Vorgetragen in der öffentlichen Sitzung der Königlichen Gesellschaft  
der Wissenschaften am 21. Februar 1778. 4
3. *Aus: Göttingische Anzeigen von gelehrten Sachen, 1778, Bd. 1 S. 345–348 (43. Stück vom 9. April 1778).* 13
4. *Aus: Commentationes Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis, Classis mathematicae, tomus I, ad annum 1778, p. 65–79. Gottingae, apud Joann. Christian. Dieterich, 1779.*  
**GEORG CHRISTOPH LICHTENBERGS**  
Zweite Abhandlung  
Über eine neue Methode, die Natur und die Bewegung der elektrischen  
Materie zu erforschen  
Eingereicht am 19. Dezember 1778. 15
5. *Aus: Göttingische Anzeigen von gelehrten Sachen, 1779, Bd. 1 S. 313–316 (39. Stück vom 29. März 1779).* 25
6. *Aus: Göttingisches Magazin der Wissenschaften und Litteratur, Jahrgang 2 Stück 4 (1781) S. 129–136.*  
„Prof. LICHTENBERGS Anmerkungen über einen Aufsatz des Hrn.  
TIBERIUS CAVALLO  
in den Philosoph. Transactions Vol. 70. P. I. p. 15.“ 27

1. *Aus: Göttingische Anzeigen von gelehrten Sachen, 1777, Bd. 1 S. 569–572 (72. Stück vom 16. Juni 1777).*

*(Von KÄSTNER im Namen LICHTENBERGs verlesenes Promemoria)*

„Bey der Versammlung der Königl. Societät der Wissenschaften am 3. May erzählte Herr Hofr. KÄSTNER einige elektrische Versuche des Hrn. Prof. LICHTENBERGs, der wegen Unpäßlichkeit nicht gegenwärtig seyn konnte, aus einem ihm von dem letztern übergebenen Pro Memoria.

Herr Prof. L. hat seit einiger Zeit schon Versuche mit einem großen VOLTAischen Elektrophor angestellt, daran der Harzkuchen 6, die metallene Platte (der Aufsatz) 5 Paris. Fuß im Durchmesser hat. Die umständliche Erzählung aller behält er sich vor und erwähnt hier nur kurz einiger, die besonders Aufmerksamkeit verdienen. Einmal, als der Aufsatz in die Höhe gezogen war, bemerkte er von ungefähr hier und da auf dem Kuchen kleine Sternchen, in die sich der Harzstaub, von welchem in dem Zimmer alles voll lag, und der also öfters umher flog, angelegt hatte. Als er hierauf fein pulverisirtes Harz in dichte Leinwand that und auf den Kuchen durchbeutelte, so bemerkte er mit Vergnügen, wie nicht allein jene Sternchen deutlicher und vollkommener wurden, sondern daß auch noch eine grosse Menge anderer zum Theil von verschiedener und sehr schöner Figur zum Vorschein kamen. Da nemlich die ersten meist aus Linien bestunden, die sich in einem Punct durchkreuzten, so kamen jetzt viele zum Vorschein, die einen, etwa zwey Linien in Durchmesser haltenden, dunkeln Kreis in der Mitte hatten, aus welchem nach allen Seiten Strahlen in Flammenlinien ausgiengen. Solcher Sterne und Sonnen zeigten sich zuweilen einige Hundert. Dabey kamen noch viele andere seltsame Figuren zum Vorschein, Bäumchen, denen auf gefrorenen Fensterscheiben nicht unähnlich; dunkle grosse Bogen, von deren erhabener Seite Strahlen ausgiengen; dunkele runde Flecken, auf übrigens bestäubtem Grund, die sich nicht mit Staub bedecken liessen etc. Einige der schönsten hat Hr. Prof. L. zu zeichnen versucht, aber es bald aufgegeben, da er einen kürzern Weg sie zu copiren fand. Er druckte sie nemlich auf schwarzes klebrichtes Papier, so wie sie waren, ab, und legt die Abdrücke hinter Glas. Solcher Copien wurden sechs vorgezeigt, sie hatten, ob sich gleich der Abdruck nie ohne einige Quetschung machen läßt, doch ein sehr schönes Ansehen. Was diese Erscheinung besonders merkwürdig macht, ist, daß er von einer solchen Sonne z. E. so viele Auflagen machen kan, als er will, denn wenn man auch den Staub, woraus sie besteht, wegwischt, so kömmt sie doch wieder, wenn neuer Staub darauf gestreut wird, und dieses oft nach Verlauf von vier bis fünf Tagen. Dieses hat nemlich die Erfahrung wirklich gelehrt. Wahrscheinlich ist es, daß es viel länger noch angeht, und vermuthlich so lang, als die Electricität des Kuchens dauert. Diese bildende Kraft verliert sich aber, so bald man die Stelle reibt, oder welches auf eins hinausläuft, die Figur mit einem allzustarken Drucke abwischt. Er wiederholte diese Versuche mit pulverisirtem Glas, Schwefel, *Semine Lycopodii*, Messingfeilstaub etc. Beym Glas fanden sich weisse Puncte in dem Mittelpunct der Sonnen, die übrigens bey weitem nicht so schön waren, als die von Schwefel und Harz. Wir übergehen hier die Versuche, wodurch es der Hr. Prof. endlich in seine Gewalt bekommen hat, diese Figuren hervorzubringen, so oft er will, da er es anfangs auf einen Zufall ankommen lassen mußte, (welches ihm desto unangenehmer war, da er sie immer seltner erhielt) und zeigen unsern Lesern nur das leichteste Mittel an, sich ähnliche Figuren wenigstens, auch auf kleinen Elektrophoren zu verschaffen. Nachdem man mit einer Hand auf die gewöhnliche Art den Aufsatz abgehoben, stellt man mit der andern, doch ohne den Aufsatz zu entladen, jeden beliebigen metallenen Körper, als blechene Büchsen, dreyspitzige Zirkel, oder auch gemeine zweyspitzige, denen man leicht noch eine Stütze anbindet, damit sie auf den Spitzen stehen; berührt ihn alsdann mit

dem Aufsatz, und pudert, nachdem alles weggenommen worden, Harz darauf, so wird man die Figuren gleich anschessen sehen. Am besten gerathen sie, wenn man das pulverisirte Harz in der Luft gleichsam schlemmt, nemlich etwas davon in die Luft sprengt und hernach das zuletzt Niedersinkende mit dem Elektrophor auffängt. Hat man eine Glasröhre oder eine elektrische Maschine bey der Hand, so kan man den aufgesetzten Körper geradezu damit elektrisiren, ohne sich des Aufsatzes des Elektrophors zu bedienen. Wird der aufgesetzte Körper mit einer Stange Siegellack elektrisirt, so werden die Figuren gleichsam negativ, nemlich dunkel auf bestäubtem Grund, da die andern aus Staub auf dunklem Grund bestehen. Auch diese kommen wieder, wenn man den Staub abwischt und neuen darauf bringt. Ein geriebener Harzkuchen, oder auch ein ungeriebener, enthält endlich auf diese Art die glasilgte (affirmative) Elektricität, und sein Aufsatz wird stark negativ elektrisirt. Wird der Elektrophor mit einer Glasplatte bedeckt und der darauf gestellte dreyspitzige Körper elektrisirt, so entstehen Sternchen unter den Spitzen auf dem Harz, allein nicht die schönen Sonnen, die erhalten werden, wenn die Spitzen das Harz unmittelbar berühren.“

2. *Aus: Novi Commentarii Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis, tomus VIII, ad annum 1777. Commentationes physicae et mathematicae classis, p. 168–180. Gottingae, apud Joann. Christian. Dieterich, 1778.*

**GEORG CHRISTOPH LICHTENBERGS**

ERSTE ABHANDLUNG ALLGEMEINE EXPERIMENTE ENTHALTEND  
 ÜBER EINE NEUE METHODE, DIE NATUR UND DIE BEWEGUNG DER  
 ELEKTRISCHEN MATERIE ZU ERFORSCHEN  
 VORGETRAGEN IN DER ÖFFENTLICHEN SITZUNG DER KÖNIGLICHEN  
 GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN AM 21. FEBRUAR 1778.

„Zu den merkwürdigeren Erfindungen, durch die neuerdings die Elektrizitätslehre bereichert worden ist, zählt unstreitig der Elektrophor. Als sein Erfinder ist ohne Zweifel unser ehemaliger Mitbürger Herr WILCKE anzusehen, der aus Wismar stammt und jetzt Professor der Physik in Stockholm ist<sup>1</sup>. Denn Herr VOLTA ist eigentlich nicht als der Erfinder dieses Instrumentes zu betrachten, obgleich er ihm das prächtige Aussehen eines elektrischen Apparates gegeben und ihm den bleibenden Namen Elektrophor verliehen hat. Zur Herstellung benutzte VOLTA Harz; allerdings ist dieser Stoff geeigneter als Glas, aus dem sich WILCKE schon im Jahre 1762 einen Elektrophor hergestellt hatte, um einige Experimente mit der Leidener Flasche auszuführen. Jedoch ist zu bemerken, daß der Italiener höchstwahrscheinlich nichts von den Experimenten des Stockholmer Physikers gehört hatte; seine Verdienste um dieses Instrument sind aber immer noch als so groß anzusehen, daß es zwar nicht seinen Namen als den des Erfinders, aber doch alles Lob und in jeder Beziehung Auszeichnung verdient<sup>2</sup>.

Dieses Instrument ist überhaupt als ein merkwürdiges anzusehen: teils wegen der Erscheinungen selbst, die es darbietet, teils auch wegen des Eifers und Taten-dranges, von dem die Physiker abermals erfüllt zu sein scheinen, die wunderbaren Eigenschaften der Elektrizität zu erforschen. Dies gilt besonders für die Deutschen, die, was dieses Kapitel der Naturlehre anlangt, größten Teils nichts taten, Spielereien trieben oder hundertmal Wiederholtes abermals wiederholten.

Als es mir vergönnt war, den Elektrophor kennen zu lernen, da gefiel er mir sogleich wegen seiner Einfachheit, seiner ausnehmenden Wirksamkeit und wegen des benutzten Materials, das überall leicht zu beschaffen ist. Und als ich sah, daß ein Instrument von 18 Zoll Durchmesser eine solche Wirkung hervorbringt, wie sie kaum von einer kostspieligen gewöhnlichen Elektrisiermaschine erwartet werden kann, da entschloß ich mich, einen Elektrophor von beträchtlicher Größe anzufertigen. Was mich aber besonders dazu veranlaßte, waren die scheinbaren Abweichungen von den bisher erkannten Erscheinungen; diese glaubte ich, wohl mit Recht, unter Verwendung eines größeren Instrumentes beseitigen zu können. Denn, wenn ich Versuche mit einem größeren Instrument ausführe, so bedeutet das ebensoviel, als wenn ich die dargebotenen Erscheinungen unter dem Mikroskop betrachte: was sich vorher wegen seiner Kleinheit dem schärfsten Auge, selbst bei größter Aufmerksamkeit, entzog, das kann, auf diese Weise vergrößert, den abgestumpftesten Sinnen und dem nachlässigsten und unbedachtsamsten Beobachter nicht mehr für immer unbemerkt bleiben.

Ich stellte mir also einen Elektrophor her, dessen Kuchen aus gewöhnlichem Harz, einer Mischung aus dem Harz des Terpentibaumes und der burgundischen Kiefer, bestand und sechs Pariser Fuß Durchmesser besaß; der Deckel aber war,

<sup>1</sup>Siehe K. Svenska Vetenskaps Academiens Handlingar för år 1762 [Band 23, S. 206–229 und 245–266: Ytterligare Rön och Försök om Contraira Electriciteterne vid Laddningen och därtill hörande delar]

<sup>2</sup>Wie den einzigartigen Namen, so erfand auch Herr VOLTA die höchst geistreiche Methode, die Wirkung des Elektrophors in jedem beliebigen Grade zu steigern; an keinem anderen in Gebrauch befindlichen elektrischen Apparat war dies bisher in solcher Weise geschehen.

da er als Konduktor wirken sollte, ans Zinn und hatte fünf Fuß Durchmesser. An diesem beobachtete ich sogleich viele Erscheinungen, die ich vorher nie gesehen hatte, jedoch größtenteils so beschaffen waren, daß sie in Anbetracht der übermäßigen Größe des Instrumentes nur erwartet werden konnten. Diese übergehe ich aber jetzt und füge nur ein Beispiel an, an dem man die übrigen starken Wirkungen dieses Elektrophors ermessen kann, wenn man sie mit denen vergleicht, die an dem bisher üblichen erkannt und wahrgenommen sind. Es ist mir gelungen, Funken (wenn man die kleinen Blitze ihrer Form und Wirkung wegen so nennen darf) von vierzehn bis fünfzehn Zoll Länge aus dem Elektrophor zu ziehen; zog ich sie mit der Hand heraus, so erschütterten sie heftig den ganzen Körper; gingen die Funken vom Deckel zum Kuchen, was des öfteren unvermutet geschah, so durchbohrten sie manchmal den Kuchen mit auffälligem Knall.

Nun komme ich zum Hauptgegenstand dieser Abhandlung, nämlich zu der Erscheinung, die ich zwar erst am großen Elektrophor beobachtet habe, bald aber auch an den kleinsten Elektrophoren hervorzubringen gelernt habe. Diese Erscheinung ist, wie mir scheint, neu; und ich bin der Überzeugung, daß sie der Physik durch Untersuchungen geschickterer Physiker; die im Besitz einer größeren Instrumentensammlung sind, wohl keinen geringen Nutzen brächte, zumal sie einen Weg weisen könnte, tiefer in die Natur der Elektrizität einzudringen.

Denn es stellt bei diesen Untersuchungen, was die weitere Entwicklung anlangt, eine gewisse Schwierigkeit dar, daß sich die elektrische, wie auch die magnetische Materie, gänzlich unseren Blicken entzieht; und der Vorgang geschieht dort, wo man sie wahrnehmen kann, mit solcher Schnelligkeit und, was auch ohne Zweifel ist, in Begleitung so vieler unsichtbarer Ereignisse, daß sehr oft nichts eindeutig festgestellt werden kann. Davon ausgenommen sind nur die Gestalt des Funkens und die Stelle, wohin er überschlägt; und das halte ich doch nur für den unbedeutenderen Teil der ganzen Erscheinungen. Ist das ein Wunder? Hier handelt es sich nicht um den Ausbreitungsvorgang; er geschieht mit solcher Schnelligkeit, daß irgendein Bewunderer oder auch ein aufrichtiger Beobachter sie vielleicht lieber mit der Schnelligkeit des Blitzes für vergleichbar halten möchte. Hier handelt es sich um den Blitz selbst. Die Physiker haben sich daher mit Recht immer darum bemüht, wenigstens die Hauptmerkmale der Erscheinung mit größter Sorgfalt festzustellen, da sie die Art des Ausbreitungsvorganges selbst nicht wiedergeben konnten. Es dürfte keinem, selbst wenn er nicht allzu große Belesenheit besitzt, unbekannt geblieben sein, mit wie vielen Erzählungen über Gefäße, die vom Blitz durchschlagen worden sind, über geschmolzene Drähte und Münzen usw. die Schriften der Physiker angehäuft sind. Ja, oft haben sie ihre Beobachtungen mit einem Aufwand an Sorgfalt, der bald an Ängstlichkeit grenzt, wiedergegeben, daß es sozusagen als ein Witz anmutet. Sie füllen ganze Bogen, um z. B. in allen Einzelheiten zu beschreiben, wie der Weg des Blitzes von der höchsten Stelle des Schornsteins in die Küche führt. Und wollte man die Beschreibung dieser Vorgänge, die kaum in einem einzigen Augenblick geschehen sind, durchlesen, so würde dazu kaum eine ganze Stunde ausreichen. Weiterhin haben die größten Physiker ihre Aufmerksamkeit den Flecken geschenkt, die die elektrischen Entladungen der Leidener Flasche auf polierten Körpern hervorbringen, sowie den kleinen Löchern, die sie in das Papier schlagen. Unter den glänzenden Erfindungen und neuen Beobachtungen des Herrn PRIESTLEY nimmt diejenige der Ringe nicht die letzte Stelle ein; er erhält diese Ringe, indem er viele Entladungen seiner großen elektrischen Maschine auf Metallplatten übergehen läßt.

Die Experimente, die ich Ihnen, hochgeschätzte Mitglieder und Zuhörer, jetzt zur Prüfung unterbreiten will, übertreffen noch, davon bin ich überzeugt, die eben erwähnten an Schönheit und Wichtigkeit; an Schönheit aus folgendem Grunde:

wenn diese elektrischen Versuche auch nicht zur Klasse der glänzenden gehören, so können sie dennoch mit ihnen um den Vorzug streiten, und ich zweifle nicht, daß meinem Apparat (was in der Tat keine geringe Empfehlung ist) irgendwann einmal ein Platz unter den Taschenspielern zugewiesen wird. Was die Wichtigkeit anlangt, so geben sie erstens den Naturforschern leicht ein Mittel an die Hand, die Natur der elektrischen Materie auf eine ähnliche Art zu untersuchen wie die Wirksamkeit der magnetischen Materie, die man dadurch nachweist, daß man auf einen Magneten Feilstaub streut. Zweitens lehren sie, daß auf elektrisch geladenen Körpern, besonders Nichtleitern, Veränderungen vorgehen, über die die Physiker bisher nur geäußert hatten, daß sie vorhanden sein sollen; und schließlich ist noch zu sagen, daß diese Versuche dazu beitragen könnten, die übrigen Naturerscheinungen zu erklären.

Die Veranlassung, diese Erscheinung zu beobachten, war die folgende: Zu Beginn des Frühlings des Jahres 1777 war mein Elektrophor gerade fertiggestellt. In meinem Zimmer war noch alles voll von feinstem Harzstaub, der beim Abhobeln und Glätten des Kuchens und Deckels emporgestiegen war und sich später an die Wände und auf die Bücher gelegt hatte. Entstand eine Luftbewegung, so setzte er sich zu meinem großen Verdruß oft auf den Deckel des Elektrophors nieder. Aber erst nachdem ich den Deckel des öfteren an der Decke des Zimmers aufgehängt hatte, da geschah es einmal, daß sich der Staub auf den Kuchen niedersetzte und ihn nun nicht, wie es vorher auf dem Deckel geschehen war, gleichmäßig bedeckte, sondern sich zu meiner größten Freude an bestimmten Stellen zu Sternchen anordnete. Sie waren zwar anfangs matt und schwer zu sehen; als ich aber absichtlich mehr Staub aufstreute, wurden sie sehr deutlich und schön und glichen oft einer erhabenen Arbeit. Es zeigten sich bisweilen fast unzählige Sterne, Milchstraßen und größere Sonnen. Die Bogen waren an ihrer konkaven Seite matt, an ihrer konvexen Seite mannigfaltig mit Strahlen verziert. Herrliche kleine Ästchen entstanden, denen ähnlich, die der Frost an den Fensterscheiben hervorbringt; kleine Wolken in den mannigfaltigsten Formen und Graden der Schattierung und endlich mancherlei Figuren von besonderer Gestalt waren zu sehen. Die Abb. 2.1 enthält eine solche mit kleinen Sternchen. Aber ein höchst angenehmes Schauspiel bot sich mir dar, als ich sah, daß sich diese Figuren kaum zerstören ließen. Hatte ich den Staub vorsichtig mit einer Feder oder einer Hasenpfote abgewischt, so konnte ich dennoch nicht verhindern, daß die kurz vorher zerstörten Figuren gewissermaßen von neuem und noch herrlicher wieder erstanden. Ich bestrich daher ein Stück schwarzes Papier mit einer klebrigen Masse, legte es auf die Figuren und drückte leise darauf. So gelang es mir, einige Abdrucke von den Figuren zu machen. Sechs dieser Abdrucke habe ich der Königlichen Gesellschaft vorgelegt. Diese neue Art der Druckerei war mir sehr willkommen, um überhaupt schnell weiter zu kommen; denn ich hatte weder Lust noch Zeit, die Figuren alle abzuzeichnen oder zu zerstören.

Alle Figuren auf dem Elektrophor, von denen bisher gesprochen worden ist, hatte der Zufall erzeugt; die Art ihrer Erzeugung war mir wenigstens bisher vollkommen unbekannt. Denn ich hob nur den Deckel auf, streute Harzstaub auf den Kuchen, und was dann an Sternen zum Vorschein kam, verdanke ich nur dem Glück, das unmittelbar darauf auch schon anfang, seine Gaben mit sparsamerer Hand zu verteilen. Als ich nämlich sah, daß die Wirkung des Elektrophors durch das aufgestreute Pulver und die Figuren selbst ziemlich verringert wurde, hielt ich es für notwendig, ihn des öfteren abzuwischen und von neuem zu elektrisieren, wodurch die Figuren zugleich – wenn ich so sagen darf – von Grund aus zerstört wurden. Ich war daher müde, diese unbeständige Methode der Erregung weiter zu verfolgen und hatte auch genug von der Spielerei mit den Versuchen. Das

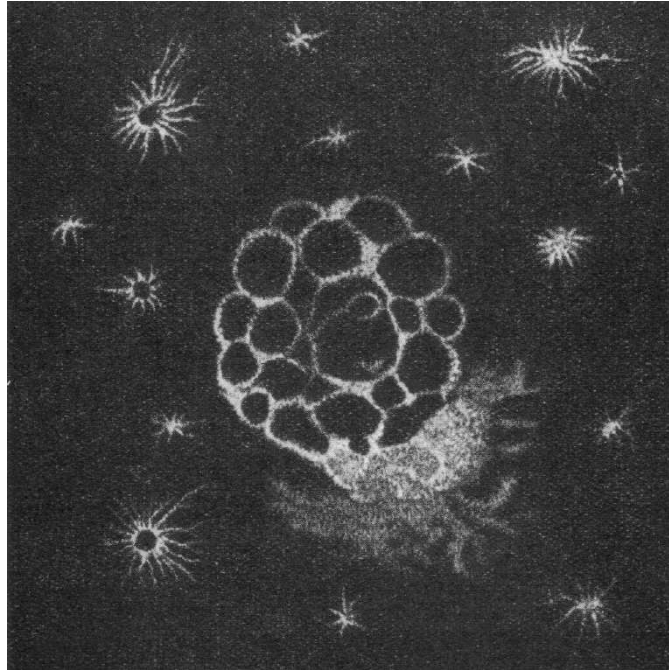


ABBILDUNG 2.1.

Gefühl des Reizes, das ich bei der Betrachtung der neuen Erscheinungen gehabt hatte, war nunmehr verschwunden. Ich fing also an, über die schon gemachten Experimente sorgfältig nachzudenken und die bereits vorhandenen genauer zu betrachten. Da erinnerte ich mich an das Knistern der Funken, das von dem Teil des Elektrophors, kam, der, sobald ich ihn mit Pulver bestreut hatte, am dichtesten mit Sternen bedeckt war. Hierdurch wurde es also wahrscheinlich, daß die Figuren ihre Entstehung entweder dem Übergang der elektrischen Materie vom positiv geladenen Deckel über die Harzflächen in die untere Umhüllung, oder wenigstens dem Einströmen in die Oberfläche des Harzkuchens verdanken. Hiervon wurde ich bald überzeugt, als ich meine Versuche nachts anstellte und sah, daß vom Deckel zum Kuchen leuchtende Büschel herübergingen, deren Projektionen auf dem Kuchen nun die Sterne selbst waren. Ich fand auch, daß die Elektrizität des Kuchens an jener Stelle positiv war; denn wenn ich einen kleinen Deckel darauf setzte und in üblicher Weise abhob, so trug er negative Elektrizität. Nun sah ich den Weg für ein neues und genügend weites Betätigungsfeld offen und schöpfte neuen Mut. Ich legte daher als erstes kleine Scheibchen ans Stanniolfolie auf den Elektrophor. Diese wurden von dem abgehobenen Deckel abgestoßen und gleich danach wieder zum Kuchen zurückgezogen; dabei führten sie Kreisbewegungen aus, und ihre Wege waren durch die niedrigsten Strahlen kenntlich gemacht. Die Spitzen aufgesetzter Körper, z. B. die eines Zirkels, wurden mit Strahlenkränzen umgeben. Blechrohre, deren Enden mit polierten Kügelchen versehen waren, brachten die prächtigsten Sonnen hervor, wenn sie auf den Kuchen gesetzt wurden, usw. Nachdem ich die Ursache dieser Erscheinungen somit entdeckt hatte, fing ich an, kleinere Elektrophore zu benutzen, und ich fand, daß auch mit diesen alle Versuche ohne allzu große Mühe gemacht werden konnten. Damit

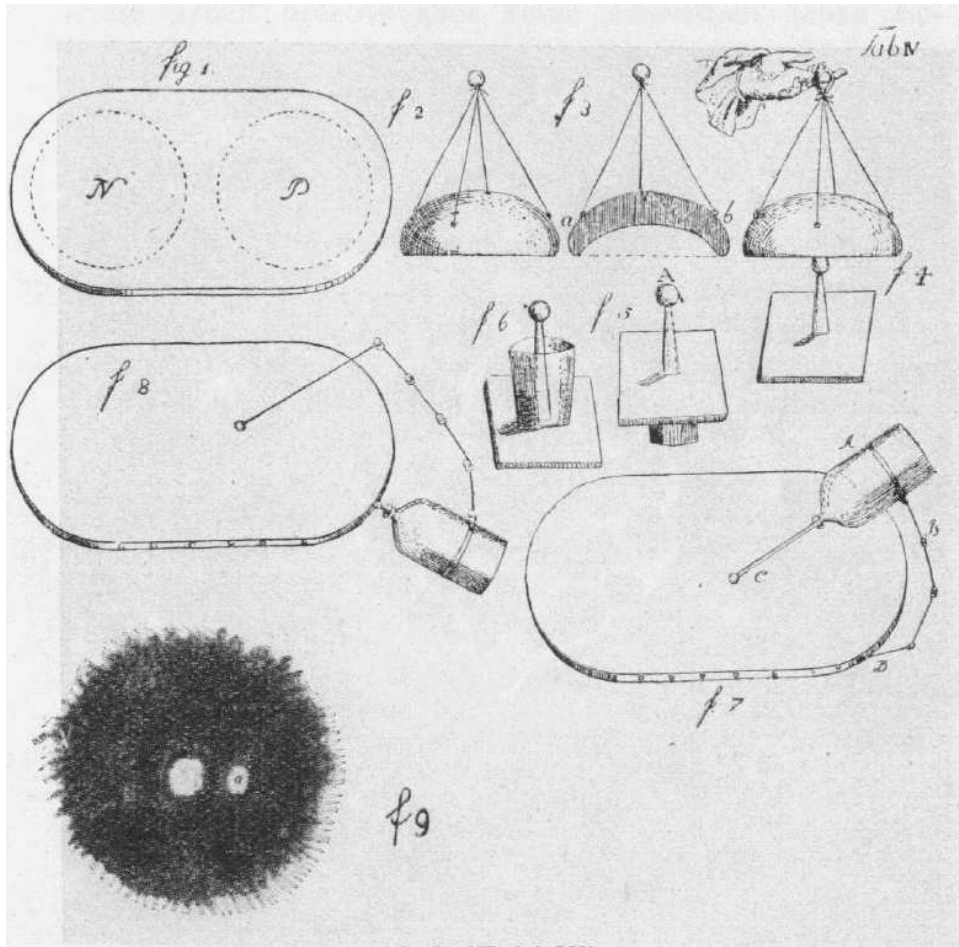


ABBILDUNG 2.2.

aber diese Elektrophore von jedem leicht und ohne vergebliche Versuche hergestellt werden können, will ich meinen Apparat kurz beschreiben und zwar besonders die Konstruktion meines doppelten Elektrophors, der zu diesen und vielen anderen Versuchen sehr geeignet ist.

Ein kleines Brett, z. B. aus Lindenholz, von länglicher Gestalt (Abb. 2.2 [Fig. 1]), ungefähr zwei Fuß lang, ein Fuß breit und ein Zoll dick, wird zunächst mit dünnem Stanniol oder Blattgold so überzogen, daß der Rand des Holzes überdeckt wird; hierauf wird es mit einer Einfassung mit dünnem und biegsamem Holz umgeben und zwar so, daß sie über die Fläche der Belegung um zweieinhalb Linien herausragt. Sodann wird sie mit einigen Metallnägeln befestigt. Hat man dann diese Schüssel – denn so sieht das Gerät nun aus – mit einer Wasserwaage gerichtet, so wird sie bis zum Rande mit einer Harzmischung gefüllt. Die Mischung besteht aus gewöhnlichem und burgundischem Harz, mit etwas Terpentin versetzt, damit sie geschmeidiger ist und leichter ohne Beschädigung erstarrt. Nun wurde der Deckel, zehn Zoll im Durchmesser, angefertigt und an seidenen Fäden aufgehängt (Abb. 2.2 [Fig. 2]). Er muß aus Zinn bestehen; es kann aber auch mit Stanniol überzogenes Holz oder Pappe Verwendung finden. Den meinigen stellte ich aus Lindenholz her. Die untere Seite wird etwas ausgehöhlt. Bevor sie mit Stanniol



belegt wird, wird sie mit Pergament, Leinwand oder mit dickerem Papier überspannt (Abb. 2.2 [a b, Fig. 3]), um eine vollkommeneren und sanfteren Berührung mit der Oberfläche des Harzes zu erreichen. Dieser Deckel kann in P und auch in N (Abb. 2.2 [Fig. 1]) auf den Elektrophor gestellt werden, sodaß er von der Einfassung einen Zoll Abstand hat, und die Kreise selbst, die der Deckel in den beiden angegebenen Lagen einnimmt, einen Zwischenraum von zwei Zoll besitzen.

Um den Elektrophor zu erregen, wende ich eine höchst einfache und zugleich wirksame Methode an, die die Beachtung der Physiker verdient. Angenommen, dem Elektrophor fehle jede Ladung. Wollen wir nun dem Deckel positive Elektrizität zuführen – wir bezeichnen sie immer mit dem Zeichen  $+E$  –, so wird der Teil P (Abb. 2.2 [Fig. 1]) durch weiches Reiben mit der trockenen Hand oder mit einem Kügelchen, das aus dem Bart einer Schreibfeder zusammengerollt wurde, ein wenig erregt. Dann setzt man den Deckel auf P, stellt die Verbindung zwischen dem Deckel und einem Nagel der Einfassung her, indem man den Deckel mit dem Daumen, den Nagel mit dem Mittelfinger gleichzeitig berührt. Nun hebt man ihn mit der rechten Hand an den seidnen Schnüren ab und bringt die  $+E$ , wie wenig es auch sei, auf die Röhre oder auf irgend einen anderen Metallkörper, den man in N aufgelegt hat. Darauf schiebt man die Röhre mit dem Finger, oder falls man gerade einen idioelektrischen Körper, z. B. eine Schreibfeder oder eine Siegellackstange usw. zur Hand hat, ein wenig hoch und verfährt wie vorher angegeben. Hat man diese Verfahren drei oder vier mal wiederholt, immer die  $+E$  des Deckels auf die innerhalb N liegende Röhre gebracht, und jeweils die Röhre an eine neue Stelle gerückt, so wird gewechselt: man stellt die Röhre innerhalb P und den Deckel innerhalb N auf, der nun  $-E$  trägt, wenn man ihn abhebt. Ist also die mit  $-E$  geladene Röhre innerhalb P aufgestellt, und fährt man nun abwechselnd so fort, Deckel und Röhre bald auf die eine, bald auf die andere Seite zu setzen, so wird man bald erkennen, daß P dem Deckel eine starke  $+E$ , N aber eine starke  $-E$  erteilt. Auf diese Weise habe ich gesehen, daß der Elektrophor, der anfangs in Fünkchen, die kaum so groß wie Pulverkörner waren, und in N gar keine hervorbrachte, innerhalb vier Minuten durch sich selbst so verstärkt wurde, daß der Deckel eineinhalb Zoll lange Funken  $+E$  und  $-E$  gab. Setzt man den Deckel des Elektrophors in P und N so auf, daß die Teile der Kreisflächen, die von ihm bedeckt werden, im umgekehrten Verhältnis der Intensität ihrer  $+E$  und  $-E$  stehen, so zeigt er gar keine Elektrizität, wenn man ihn abhebt. Bedeckt man gleiche Teile, so ist seine Elektrizität gleich der Summe der Elektrizität beider Kreise P und N, wenn der Deckel abgehoben wird.

Nach diesen Vorbereitungen wird jeder die folgenden Experimente leicht anstellen können. Nur muß man noch einige gegossene Scheiben ans Gummilack oder aus gewöhnlichem Harz zur Hand haben. Hinreichend geeignet sind auch Scheiben aus gefärbtem Schwefel, Siegellack oder gefärbtem Glas. Man braucht auch verschiedene Röhren, die entweder in einen Knopf oder in eine scharfe Spitze enden, usw., ferner Harzpulver, Schwefelpulver, Glasbecher, *Lycopodium*, etwas Leinen, eine Leidener Flasche, an der eine Kette befestigt ist, usw.

**Experiment I.** Die Röhre mit dem polierten Knopf wird auf eine Scheibe ans Gummilack oder aus gewöhnlichem Harz gesetzt (Abb. 2.2 [Fig. 4]). In den Knopf läßt man einen Funken  $+E$  überschlagen. Nimmt man nun die Röhre mit der bloßen Hand fort und streut Pulver auf die Scheibe, so wird eine strahlende Sonne erscheinen, wie sie in Abb. 2.3 abgebildet ist. Hebt man aber die Röhre mit einem idioelektrischen Körper ab, so fehlt der schwarze Ring, aus dem die Strahlen hervorschießen.

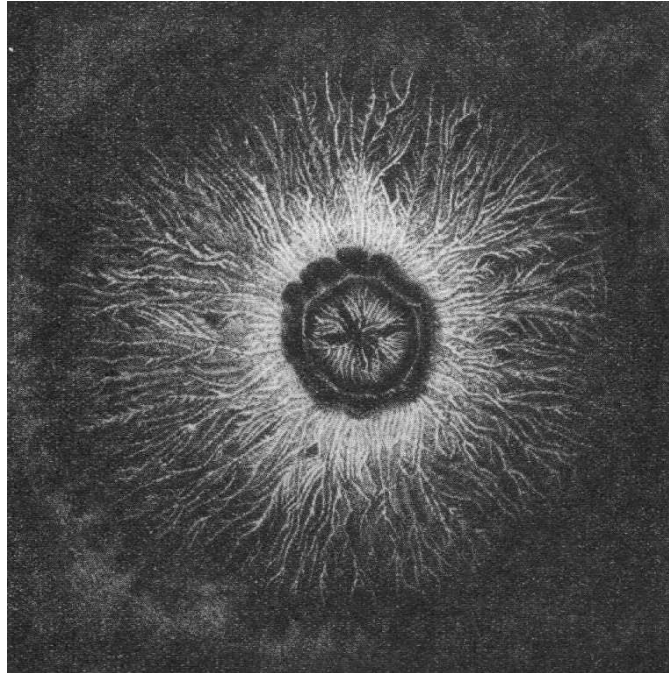


ABBILDUNG 2.3.

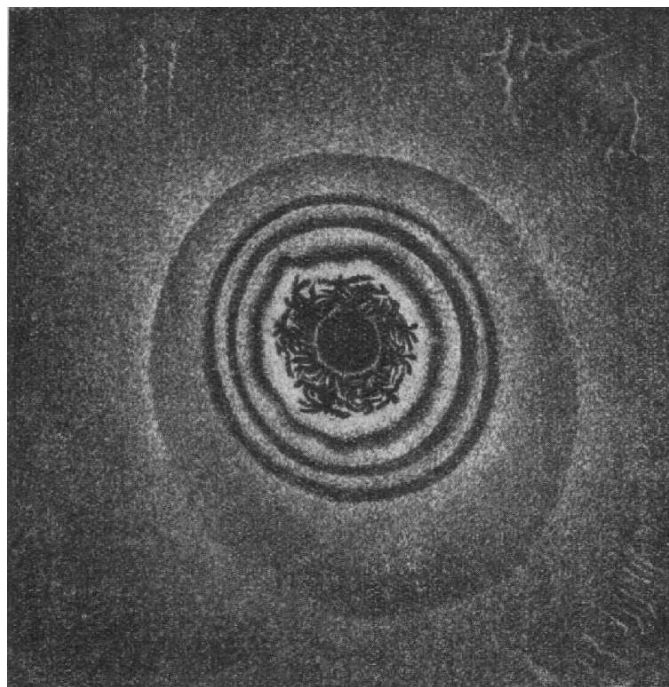


ABBILDUNG 2.4.

**Experiment II.** Wird die Röhre mit  $-E$  geladen und dann mit der bloßen Hand fortgenommen, so erscheint jene Figur, die wir in Abb. 2.4 dargestellt haben. Benutzt man zum Abheben einen idioelektrischen Körper, so wird eine andere Figur erzeugt, bei der die kleinen schwarzen Ästchen fast ganz fehlen. Hier muß ich

noch bemerken, daß ich, nachdem die Figur der Abb. 2.3 schon fertig war, des öfteren Figuren gesehen habe, die mit drei oder mehreren konzentrischen Kreisen umgeben waren; sie wurden durch die positive Elektrizität hervorgebracht. Da es aber nicht meine Absicht ist, alles zu beschreiben, was ich gesehen habe, und für andere auch noch etwas zu tun übrig bleiben soll, um die Figuren zu sehen, so will ich nicht mehr Figuren beifügen; meine Hypothesen spare ich mir für eine andere Abhandlung auf.

**Experiment III.** Man lege eine Scheibe aus Gummilack auf eine kurze Röhre und stelle die vorher benutzte Röhre darauf, so wie es Abb. 2.2 [Fig. 5] zeigt. Sodann führe man der Stelle A +E zu. Es wird dann auf der oberen Seite der Scheibe eine strahlende, auf der unteren eine negative strahlenlose Figur entstehen. Sie sehen zwar nicht ganz so aus wie die hier abgebildeten, aber ihre Ähnlichkeit mit diesen Figuren wird auch ein ungeübtes Auge leicht erkennen. Auf diese Art könnte man die Elektrizität durch mehrere Scheiben gleichzeitig hindurchgehen lassen und ihren Weg untersuchen. Nimmt man statt der +E die -E, so ist alles umgekehrt.

**Experiment IV.** Man stelle eine Leidener Flasche auf die Harzscheibe und führe ihr -E zu. Dann wird auch die auf der Scheibe erzeugte Figur zu der Klasse der positiven, im anderen Falle, wenn man der Leidener Flasche -E zuführt, wird die Figur zur Klasse der negativen gehören. Ein aufmerksamer Beobachter wird hier viele Unterschiede finden. Ich habe die schönsten Ringe, elliptische und kreisförmige Flecken gesehen. Brachte ich das Auge näher heran, so erkannte ich in ihnen wiederum Ellipsen, konzentrische Kreise und zarteste Linien, die aus der Oberfläche des Pulvers heraustraten. Die schönsten Figuren dieser Art, deren Entstehung und Regelmäßigkeit so bewunderungswürdig ist, daß ich es mit Worten garnicht ausdrücken kann, erhielt ich, wenn ich ‚ein gemeines Bierglaß‘, das mit Wasser gefüllt war, auf die Scheibe aus Gummilack setzte, und mit der schon oft genannten Röhre dem Wasser +E und -E zuführte (Abb. 2.2 [Fig. 6]).

**Experiment V.** Hier kann auch eine neue Art der Steganographie wiedergegeben werden, auf die ich durch Zufall kam, und die jedem, der einen Genuß an der Betrachtung der Natur hat und nicht völlig abgestumpft ist, den schönsten Anblick verschaffen wird. An der äußeren Belegung einer Leidener Flasche ist eine Kette befestigt. Die Leidener Flasche (Abb. 2.2 [Fig. 7]) lade ich nun mit -E voll auf. Dann bringe ich mit der einen Hand die Kette an den Nagel D der Einfassung, mit der anderen fasse ich die äußere Belegung der Flasche. Führe ich nun mit dem Knopf C die verschiedenartigsten Bewegungen auf der Oberfläche des Elektrophors aus und streue dann Pulver darauf, so lassen sich die ausgeführten Bewegungen sogar noch nach mehreren Tagen sehr schön wahrnehmen, und die Figuren sehen ähnlich aus, wie die Kränze des Schachtelhalms. Isoliert man aber den Elektrophor, hält den Knopf der Flasche an den Nagel der Einfassung und führt mit den Gliedern der Kette Bewegungen aus (Abb. 2.2 [Fig. 8]), so sehen die Figuren wie Perlenschnüre aus.

Aus Zeitmangel will ich nun nicht noch mehr Experimente beschreiben, und ich halte es meiner Ansicht nach auch nicht für notwendig. Aber ich will ein einziges noch besonders anführen, weil es mir bisher nur zweimal gut gelungen ist und daher kaum von allgemeinen Ursachen abhängen kann. Ich tröpfelte soviel Wasser auf die Oberfläche meines großen Elektrophors, daß ein Kreis von ungefähr einem Zoll Durchmesser gebildet wurde, stellte die Röhre in die Mitte dieses Kreises und führte ihr -E zu. Wurde nun Harzpulver auf das Wasser gestreut, so zog sich das Pulver zu einer Ringfläche zusammen, die aber in den hier betrachteten Fällen unvollständig war. Es fehlte nämlich der elliptische Teil a (Abb.

2.2 [Fig. 9]); von ihm wurde das Pulver zurückgestoßen. Dagegen entstand außerhalb der Ringfläche eine andere größere Ellipse A, die das Pulver anzog. Die Ursache dieser Erscheinung ist mir bisher noch unbekannt geblieben. Es ist aber wahrscheinlich, daß zwischen a und A eine geheimnisvolle Leitung bestand. Alle, die sich mit diesen Versuchen befassen werden, werden ähnliche Erscheinungen in Hülle und Fülle sehen; ihre Erklärung wird für die Theorie der Elektrizität von großem Nutzen sein. Im folgenden führe ich noch einige Vorsichtsmaßregeln und Beobachtungen an.

1) Anstatt der Harztafeln genügen auch Glasscheiben; aber die Figuren sind selten so gut und deutlich. Bisweilen habe ich auch Spielkarten, elastischen Gummi, kleine Bretter usw. mit wechselndem Glück und Erfolg benutzt.

2) Man muß die Scheiben gut abwischen; denn die Figuren lassen sich schwer zerstören, und können bei mehrfacher Benutzung der Scheiben eine Folge mehrerer Wirkungen sein; und doch sollen sie nur die Folge einer einzigen sein. Hat man aber das Pulver abgewischt, so kann man die Wirkung der Elektrizität durch einen einzigen Hauch leicht und vollständig vernichten.

3) Zum Aufstäuben ist *feinstes* Schwefel- oder Harzpulver, das sich in einem Leinensäckchen befindet, und *feinster* Metall-Feilstaub zu verwenden.

4) Es wäre vielleicht nützlich, ähnliche Versuche unter Benutzung einer Luftpumpe anzustellen.

5) Ich habe Harzscheiben auf einen Magneten gelegt und die feinsten Eisenfeilspäne darauf gestreut, aber bis jetzt nichts Besonderes wahrnehmen können.

6) Um konzentrische Kreise hervorzubringen, sind Röhren, die mit Spitzen versehen sind, geeigneter als andere.

7) Bei den oben beschriebenen Versuchen muß man die Harzscheiben auf leitende oder anelektrische Körper stellen.

8) Die konzentrischen Kreise und Ringe, die ich beide in diesen Versuchen gesehen habe, lenken den Blick auf die geistreichen Schlußfolgerungen von Herrn WILCKE<sup>3</sup> und auf die Erklärungen der elektrischen Pausen von Herrn GROSS<sup>4</sup>, worüber später noch berichtet wird.“

<sup>3</sup>Kongl. Vetenskaps Akademiens tändlingar för år 1777.

<sup>4</sup>Elektrische Pausen (Leipzig 1776); [Bericht hierüber in den von] Rozier [hrsg.] Observations sur la physique etc. 10 (Paris 1777) S. 235–237 .

3. Aus: *Göttingische Anzeigen von gelehrten Sachen*, 1778, Bd. 1 S. 345–348 (43. Stück vom 9. April 1778).

„In der öffentlichen Versammlung der Königl. Societät der Wissenschaften am 21. Febr. las Hr. Prof. LICHTENBERG vor. Die Abhandlung hatte die Aufschrift: *de nova methodo naturam ac motum fluidi electrici investigandi commentatio prior*. Die Versuche des Hrn. Prof., deren bereits im 72. Stück der gelehrten Anzeigen vom vor. Jahre Erwähnung geschehen, waren die Veranlassung dazu. Er enthält sich in dieser Abhandlung so viel, als möglich, aller Hypothesen, und giebt bloß das Verfahren an, das unsers Erachtens, ganz neu ist, wenig Umstände erfordert und Erscheinungen darreicht, die selbst durch ihre Schönheit zu weiterer Untersuchung reitzen. Es besteht hauptsächlich in folgendem: er leitet vermittelst kleiner blechener Röhren, die sich theils in polirte Kugeln, theils Spitzen u.s.w. endigen, die elektrische Materie auf Tafeln aus Gummilack, Schwefel, Glas, gemeinem Harz u.s.w. (selbst trockene Kartenblätter hat er gebraucht) und bepudert alsdenn die Stelle, wo die Röhren gestanden, mit fein pulverisirtem Harze oder irgend einem andern Staub, selbst feinem metallischem, da denn auf einmal eine Menge von Dingen sichtbar wird, die bisher auch den aufmerksamsten Beobachtern entgehen mußten. So zeichnen sich z. E. Projectionen elektrischer Strahlenpinsel, und Schnitte unsichtbarer Atmosphären in Gestalt concentrischer Kreise. Figuren, durch positive Elektrizität hervorgebracht, sind von denen, welche die negative macht, unterschieden, wie eine Sonne von einem Mond. Einige von Hr. WILKE neuerlich (*Kongl. Vetenskaps acad. Handlingar för År 1777*) geäußerte Muthmassungen erhalten dadurch Bestätigung, so wie auch Hrn. GROSSENS elektrische Pausen eine Erläuterung. Einige dieser Figuren hat ein hiesiger junger Künstler, Hr. WAAGEN, sehr schön gezeichnet. Wird auf einer Seite einer Harztafel eine Figur durch positive Elektrizität hervorgebracht, so entsteht die von der entgegengesetzten auf der andern Seite von selbst; und so durch mehrere Tafeln durch, wenn man sie, bloß durch blechene Ringe getrennt, auf einander legt. Einige seltsame Erscheinungen hat der Hr. Prof. bemerkt, die nebst andern, und seinen Muthmassungen darüber, der Gegenstand einer zweyten Abhandlung seyn werden. 1) Wenn er die elektrische Materie durch eine Röhre gehen ließ, in welche ein dickes convexes Glas gefaßt war, so entstand unter dem Glase, näher am Umfange als der Mitte, ein vortrefflicher Ring, ohne sichtbare Veranlassung von Bläschen oder Unreinigkeiten im Glase. Nach allerley Versuchen gaben endlich subtile Wassertropfen auf das Glas gespritzt, mehrere solche Ringe, als die Stelle bepudert wurde, so daß, den Cirkel, den die Röhre selbst gab, mitgerechnet, das ganze einer Mondscharte nicht unähnlich sah, die aus Zeichnungen der Flecken in den Vierteln zusammengesetzt ist, wie etwa die MAYERISCHE. 2) Neben einer Sonne, welche die positive Elektrizität hergebracht, entstand einigemal ein vollkommener Cirkel, der, stark bestäubt, doch immer nach einer Seite zu mehr Staub annahm, als an der andern, und der Zeichnung einer Kugel nicht unähnlich sah. 3) Wenn die Röhre in etwas Wasser, das er auf den Elektrophor gegossen hatte, gesetzt wurde, so formirte der Staub oft eine schöne, wenig gestrahlte Atmosphäre um das Wasser; hierbey eignete es sich einigemal, daß in dieser Atmosphäre ein elliptisches Stück fehlte, oder sich nicht so dick bepudern ließ, als das Uebrige; statt dessen aber zeigte sich ausserhalb der Atmosphäre eine ähnliche Ellipse, die den Staub annahm u.s.w.

Bringt man die Kette einer mit positiver Elektrizität geladenen Flasche mit der untern Belegung, der Schüssel des Elektrophors, in Verbindung, oder, welches bequemer ist, legt die linke Hand an die Schüssel und schreibt mit der rechten vermittelst des Knopfs der Flasche auf das Harz und bepudert nachher die Stelle, so entstehen Züge, die wie aus Equisetum geflochten aussehen. Ein anderes Verfahren giebt eine Schrift, die wie aus Perlenschnüren geflochten aussieht. Kehrt man

den Staub mit einem Federkiel sanft ab, so kommen sie, wie alle oben erwähnte Figuren, wieder, wenn neuer Staub aufgestreut wird.

Der Hr. Prof. glaubt durch dieses Verfahren überhaupt den Naturkündigern ein Mittel an die Hand gegeben zu haben, die Bewegung der elektrischen Materie auf eine Art zu erforschen, die derjenigen ähnlich ist, deren man sich bey dem Magnete bedient, indem man Feilstaub um ihn her streut, und hofft, daß sie nicht allein alte Untersuchungen erleichtern, sondern auch auf manche neue führen werden.“

4. *Aus: Commentationes Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis, Classis mathematicae, tomus I, ad annum 1778, p. 65–79. Gottingae, apud Joann. Christian. Dieterich, 1779.*

**GEORG CHRISTOPH LICHTENBERGS**

ZWEITE ABHANDLUNG

ÜBER EINE NEUE METHODE, DIE NATUR UND DIE BEWEGUNG DER  
ELEKTRISCHEN MATERIE ZU ERFORSCHEN  
EINGEREICHT AM 19. DEZEMBER 1778.

„Ich hatte Ihnen, verehrte Mitglieder, einige neue Experimente über die Figuren, die die Elektrizität auf idioelektrischen Körpern hervorbringt, zur Beurteilung vorgelegt, und es hatte mich tief berührt, daß diese Experimente Ihren Beifall gefunden hatten. Inzwischen habe ich mich nun bemüht, die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten in Bezug auf die Form dieser Figuren kennen zu lernen, die Art ihrer Entstehung zu entdecken, ihren Nutzen zur Erforschung der Natur der elektrischen Materie an Beispielen aufzuzeigen, und endlich das Verfahren selbst zu verbessern. In dieser Absicht habe ich eine große Anzahl von Versuchen angestellt. Aber ich müßte mich schämen, wollte ich eine Beschreibung der weniger klaren und der gelegentlich gemachten Versuche geben; denn dadurch wäre Ihre und auch meine Geduld bald erschöpft. Außerdem sind die meisten Versuche so beschaffen, daß sie ohne eine größere Zahl mühsamer Zeichnungen kaum verstanden werden können; und das ist durchaus nicht der Sinn dieser Abhandlung. Ich gab daher den anfangs gefaßten Plan auf, Ihnen die gesamte Reihe der Versuche vorzulegen und damit gewissermaßen die Geschichte dieser Versuche darzustellen; denn ich sehe ein, daß eine solche Aufzählung höchst langweilig wäre und auch unnötig ist. Es ist jetzt nicht meine Absicht, im einzelnen auseinanderzusetzen, ob meine Methode geeignet wäre, die verschiedensten Ansichten der Physiker über die elektrische Materie zu bestätigen oder zu widerlegen; noch viel weniger denke ich daran, eine neue Theorie dieser Erscheinungen zu geben. Ich glaube daher, mein Versprechen zu halten, wenn ich an einigen wenigen, aber besonders hervorstechenden Beispielen zeigen werde, wie ich die von mir angegebene Methode verbessert habe. Weiterhin werde ich die Richtigkeit meiner Methode unter Beweis stellen, um die gemachten Einwürfe zu entkräften, und schließlich werde ich ihren Nutzen zur Erforschung und Entdeckung neuer Eigenschaften der elektrischen Materie aufzeigen.

Bevor ich jedoch damit beginne, muß das vorausgeschickt werden, was ich über die Tauglichkeit der idioelektrischen Körper, auf denen die Figuren erzeugt werden, und über das Pulver, durch das die Figuren hervorgebracht werden, beobachtet habe. Nicht alle idioelektrischen Körper nehmen die Elektrizität gleich leicht an, und nicht alle Pulver werden von der Elektrizität gleich stark angezogen. Im allgemeinen geraten die Figuren etwas besser und breiten sich über eine größere Fläche aus, wenn auf den Scheiben die ursprüngliche Elektrizität erregt wird, und ihnen dann Elektrizität entgegengesetzten Vorzeichens zugeführt wird. Aber die Figuren gelingen auch, wenn die Scheiben aller ihrer Elektrizität beraubt sind, ja, sogar auch dann, wenn beide Elektrizitäten gleiche Vorzeichen haben. Aber wenn auch das alles als gleichwertig hingestellt wird, so geben doch die Verschiedenheiten des Materials der Scheiben und des Pulvers zu Unterschieden in den Figuren Anlaß. Die folgende Tabelle idioelektrischer Körper zeigt, was mich mehrfach wiederholte Versuche hierüber gelehrt haben. Die Reihenfolge der Körper ist nämlich die folgende: je geeigneter ein Körper für die Versuche ist, umso näher steht er am Anfang der Reihe.

**I Körper, auf denen die Figuren entstehen:**

- 1) reinstes Gummilack
- 2) reinstes burgundisches Harz
- 3) gewöhnliches Harz
- 4) rotes Siegellack
- 5) Tropfschwefel aus Goslar
- 6) derselbe mit Zinnober gefärbt
- 7) gewöhnlicher Schwefel
- 8) Zucker
- 9) gewöhnliches grünliches sehr dünnes Glas
- 10) gut getrocknetes Tannenholz
- 11) sehr trockene Spielkarten
- 12) sehr trockenes gewöhnliches weißes Schreibpapier
- 13) bläuliches etwas dickeres Glas
- 14) grünliches etwas dickeres Glas
- 15) elastisches Gummi
- 16) weißes Glas aus Münden

**II. Pulver, die zur Erzeugung der Figuren geeignet sind:**

- 1) feinstes Pulver von burgundischem Harz
- 2) Pulver von reinstem Schwefel
- 3) Pulver von Bernstein
- 4) Pulver von Gummilack
- 5) Pulver von Schwefel, der mit Zinnober gefärbt ist
- 6) *Lycopodium*
- 7) Zinnober
- 8) Pulverzucker
- 9) feinstes Pulver von weißem Glas
- 10) Pulver von Braunschweiger Grün
- 11) Pulver von Kugellack
- 12) Schmirgel
- 13) Stärkemehl
- 14) gewöhnliches Mehl
- 15) ganz feine Messing-Feilspäne
- 16) ganz feine Eisen-Feilspäne.

Dies wäre das wichtigste, was ich über die verschiedenen Materialien in Bezug auf ihre Tauglichkeit zur Erzeugung der Figuren beobachtet habe. Ich gestehe gern, daß diese Tabelle leicht vermehrt werden könnte, und daß noch viele nützliche Experimente auf diesem Gebiet auszuführen sind. Da die mehr oder weniger gute Ausführung der Figuren gewissermaßen als ein Maß für die wechselseitige Beeinflussung der idioelektrischen Körper und der Pulver angesehen werden kann, scheint da nicht die Ausführung von der spezifischen Schwere der Materie, aus der das Pulver besteht, oder gar von der Feinheit des Pulvers *allein* abzuhängen? Dies bezieht sich jedoch auf die Anwendung und den Nutzen der Methode. Und da ich die Tabellen nur in der Absicht angefügt habe, um zu zeigen, in welchem Verhältnis die unter den Pulvern und Körpern angeführten Stoffe zueinander stehen, so will ich nichts weiter hinzufügen.

Für meine Versuche habe ich fast immer Harz und Schwefelpulver genommen, da sie mir unter den angeführten Pulvern am geeignetsten erschienen. Weiterhin habe ich anstatt der aus einfachem Gummilack gegossenen Scheiben immer von Blechtafeln Gebrauch gemacht, die beiderseits mit verschiedenen dicken Harzschichten überzogen waren. Wie durch Versuche festgestellt wurde, haben sie vor



allen anderen den Vorteil, bei Beschädigung leicht ausgewechselt werden zu können. Wird das Harz so dünn wie der Firnis aufgetragen, so scheinen sie für die schwächste Elektrizität empfänglich zu sein und lassen dazu, wie ich es schon angegeben habe, beiderlei Elektrizität erkennen: die positive nämlich auf der einen Seite, die negative auf der anderen.

Da ich die Ausdrücke positive und negative Elektrizität des öfteren gebrauchen werde, wird es nicht unnütz sein, etwas über ihre Bedeutung und den Begriff, den man damit verbindet, vorzuschicken; denn niemand soll behaupten, ich hätte das für gewiß und unbezweifelt gehalten, was mir doch noch unsicher zu sein scheint und vielleicht erst durch diese Methode widerlegt oder bestätigt werden kann. Ich sehe, daß einige neuere Naturforscher die Ausdrücke positiv und negativ in dieser Lehre verwerfen und dafür die Ausdrücke Phlogiston und Säure gebrauchen. Allein ich fürchte, daß durch diese Abänderungen die Elektrizitätslehre noch weiter von den mathematischen Wissenschaften entfernt wird, während doch die Naturforscher alles daran setzen sollten, sie der Mathematik näher zu bringen. Es ist nämlich wenigstens zweifelhaft, ob das, was FRANKLIN positive Elektrizität genannt hat, das Phlogiston, und das, was er als negative Elektrizität bezeichnet hat, die Säure ist. Ich brauche aber nicht erst zu beweisen, daß Irrtümer durch Ausdrücke, die auf schwankende Theorien gegründet sind, nur bestehen bleiben und in vielen Fällen den Fortgang weiterer Untersuchungen gänzlich hemmen oder doch wenigstens ziemlich aufhalten. Daß es aber zwei Elektrizitäten oder zwei verschiedene Modifikationen einer einzigen Materie gibt, die sich gegenseitig nach den Regeln positiver und negativer Größen aufheben, glaube ich, ist außer jedem Zweifel. Und ich bin der Überzeugung, daß dieser Satz unter den wenigen Sätzen, die in dieser Lehre zu einer mathematischen Gewißheit erhoben sind, die erste Stelle einnimmt. Warum wollen wir also eine Benennung aufgeben, die aus einer wohl begründeten Idee hergeleitet ist? Diese Idee benötigt keine Theorie, aber eine Theorie kann ohne sie nicht gedacht werden; sie paßt in gleicher Weise zu den FRANKLINSchen Vorstellungen einer einzigen Materie, wie zu den SYMMERSchen zweier Materien. Die Naturforscher dieser oder jener Richtung können daher von ihr Gebrauch machen, ohne daß die Gefahr eines Schadens oder eines Streits entsteht. Der Idee des Positiven und des Negativen verdankt die Elektrizitätslehre schon sehr viele und sehr große Bereicherungen, dagegen dem Phlogiston und der Säure gar nichts oder nur sehr wenig. Und es erscheint mir als sehr wahrscheinlich, daß die Physiker in Zukunft eine Erweiterung dieser Lehre zu erwarten haben, wenn man sich mehr an die Zeichengebung der Mathematiker als an die der Apotheker hält. Mit SYMMER und KRATZENSTEIN stimme ich voll und ganz darin überein, daß es sehr wahrscheinlich ist – aber auch nur wahrscheinlich ist –, daß es zwei elektrische Materien gibt, und daß man allen Argumenten, die von Seiten der Physiker, besonders den Engländern, dagegen vorgebracht wird, vielleicht noch stärkere oder doch ebenso starke entgegensetzen kann. Das hindert aber nicht, daß wir die Ausdrücke positiv und negativ als die geeignetsten gebrauchen werden. Ich nenne diejenige Elektrizität positiv, die, durch blankes Glas erregt, auf leitende Körper geleitet wird; die entgegengesetzte nenne ich negativ. Durch den einen Ausdruck will ich nicht einen Mangel, durch den anderen einen Überfluß der Materie andeuten, vielmehr will ich nur die Bezeichnungen + und – rechtfertigen. Aber nun werde ich wieder zum Gegenstand zurückkehren.

Einige sehr erfahrene Physiker, die von meinen Experimenten gehört haben, haben die Ansicht vertreten, die elektrischen Figuren können nicht dadurch entstanden sein, daß die elektrische Materie aus den Scheiben hervorbreche oder auch

nur Spuren auf ihnen einzeichne; die elektrischen Figuren müssen vielmehr Systeme der kleinsten Stäubchen sein, die, durch das Schütteln und Reiben elektrisiert, sich gegenseitig anziehen und abstoßen. Ich glaube aber, es wird solange ein Zweifel darüber bestehen, solange die Physiker von den Figuren nur gehört haben, sie die Versuche nicht selbst wiederholt und die Figuren nicht mit eigenen Augen gesehen haben. Dafür führe ich folgende Gründe an: erstens sehe ich nämlich nicht ein, daß Eisen-Feilspäne, Schmirgel und verschiedene Farbstoffe, in Leinwand eingeschlossen und geschüttelt, durch bloßes Reiben solche beträchtlichen Elektrizitätsmengen erzeugen sollen; weiterhin können die Figuren auf die verschiedenste Weise erzeugt werden, z. B. indem man auf eine Harzscheibe eine dünne Schicht Pulver streut, ja, oft bringt der Staub, der nach dem Kehren der Stuben niederfällt, die schönsten Figuren hervor. Doch das übergehe ich jetzt. Nehmen aber nicht die Figuren, sowohl der positiven wie der negativen Elektrizität, jederzeit wieder dieselbe Gestalt an, sobald man die Scheiben vorsichtig abwischt, so daß so zu sagen auch nicht das geringste Ästchen daran fehlt? Diese Erscheinung zeigt ganz klar, daß die Formen der Figuren nicht nur von der Elektrizität der Stäubchen abhängen; daß sie aber zum Teil davon abhängen können, darüber werde ich nun berichten. Die Stäubchen erhalten nun nicht ihre Elektrizität während des Schüttelns und Durchsiebens, sondern sie erlangen sie in der Atmosphäre der Harzscheibe selbst, von der sie angezogen werden. Es erscheint mir sehr wahrscheinlich, daß die Stäubchen, während sie in die elektrische Atmosphäre der Harzscheibe gelangen, eine Trennung ihres natürlichen Anteils an elektrischer Materie (*Fluidum*) erfahren, und zwar so, daß – nach bekannten Gesetzen dieser Trennung – die  $-E$  der Stäubchen der  $+E$  der positiv elektrisierten Scheibe, und umgekehrt die  $+E$  der Stäubchen der  $-E$  der negativ elektrisierten Scheibe zugekehrt ist, wodurch die gegenseitige Anziehung zwischen den elektrisierten Stellen der Scheibe und den Stäubchen noch stärker wird. Um dies etwas verständlicher zu machen, will ich die Beschreibung eines Versuchs geben, die zugleich das beleuchten wird, was ich gegen die Einwände gewisser Physiker vorgebracht habe.

Man stellt eine Leidener Flasche auf eine mit Harz überzogene Scheibe, die mit einer dünnen Lage eines Harzpulvers oder irgend eines anderen feinen Pulvers bestreut ist. Lädt man die äußere Belegung der Flasche mit  $+E$  auf, so wird die aus ihr in die Scheibe übergehende  $+E$  einen Teil des Pulvers  $+$  elektrisch machen; und da dieser Teil des Pulvers nun die gleiche Elektrizität wie die Scheibe hat, so wird es von ihr gegen die  $-$  elektrische Belegung gestoßen und bildet auf den leeren Stellen der Scheibe die schönsten Ästchen. Streut man nunmehr Schwefelpulver, das mit Zinnober gefärbt ist, auf die Scheibe, so sieht man, daß die eben noch farblosen Ästchen die rote Farbe an sich ziehen und nicht mehr zu der Belegung der Flasche streben. Stellt man anstatt der Leidener Flasche ein metallenes, außen mit Harz überzogenes Gefäß auf die Scheibe, so entstehen auf ihr wieder solche Ästchen; aber das Pulver bildet, von dem harzigen Überzug angezogen, neue Figuren, die ein geübtes Auge als negative Figuren erkennt. Wie ich es schon oben gesagt habe, ist es leicht, diese Figuren an die bereits bekannten anzuschließen, und es bedarf daher keiner weiteren Erklärung.

Wenn aber auch die Einwände gegen diese Methode die größte Entscheidungskraft besäßen, die es jemals gegeben hat, so läßt sich dennoch die Tatsache nicht beseitigen, daß diese Figuren dazu geeignet sind, neue Eigenschaften der elektrischen Materie kennen zu lernen. Diese Einwände sind ohne Zweifel deswegen erhoben worden, weil ich eine Anspielung auf die magnetischen Figuren des Eisen-Feilstaubs gemacht hatte. Wir wollen nämlich annehmen, die Ästchen, Strahlen und Kreise seien nicht die wahren Wege der elektrischen Materie. Dann wird ein aufmerksamer Beobachter nicht leugnen können, daß die Wege gewissermaßen

Funktionen dieser Erscheinungen sind, und die Funktionen erfahren Veränderungen, sobald sich die Erscheinungen ändern, so daß die positive Elektrizität andere Figuren erzeugt als die negative, und beide Elektrizitäten andere Figuren im luftleeren Raum als in der Luft geben. Übrigens kann ich nicht leugnen, daß mir die Erklärung, wie die Figuren, besonders die negativen, entstanden sein können, Schwierigkeiten bereitet, die ich bisher noch nicht ganz habe beseitigen können. Denn die Vermutungen, die ich über die Entstehung der positiven Figuren geäußert habe, können nicht durch eine bloße Vorzeichenänderung auf die negativen übertragen werden. Die wunderbare Entstehung dieser negativen Figuren scheint einen wesentlichen Unterschied zwischen der positiven und negativen Elektrizität anzuzeigen, der vor allem darin besteht, daß sie sich gegenseitig stören. Unsere Untersuchungen sind dadurch erschwert, daß uns ein Elektroskop fehlt, mit dem wir die Art der Elektrizität, die Summe ihrer Anteile an der Reibung und an der Überleitung der Elektrizität und schließlich auch ihre Einzelanteile feststellen könnten. Wenn wir ein solches besäßen, so zweifle ich nicht, daß wir durch Vergleich der leeren mit den bestäubten Stellen der Figuren noch bisher unbekannt Eigenschaften entdecken könnten; dies betrifft den Ursprung der Elektrizität auf den Körpern, aber auch die Überleitung der Elektrizität auf andere Körper. Weiter unten werde ich darlegen, welches Elektroskops ich mich bedient habe, und welchen Erfolg ich dabei gehabt habe. Ich komme nunmehr darauf zu sprechen, welcher Gebrauch von diesen Versuchen zu machen ist.

Es ist bekannt, daß die Elektroskope oder, wie man sie gewöhnlich nennt, die Elektrometer, die Art der Elektrizität nur *mittelbar* anzeigen. Außer den Büscheln und Sternchen, die sich an den Spitzen elektrisierter Körper zeigen und die die sichersten Kennzeichen für die  $+E$  und  $-E$  sind, gibt es, soweit ich mich erinnere, kein Instrument und kein Verfahren, das unter den Physikern üblich ist, um die Art der auf Körpern befindliche Elektrizität *unmittelbar* und mit Sicherheit anzugeben. Daß aber diese Figuren eine solche Methode an die Hand geben, glaube ich, in Betracht ziehen zu dürfen; denn sie ist den eben genannten weit überlegen, sobald man nur im Dunkeln davon Gebrauch macht. Am 19. Juli des letzten Sommers habe ich selbst erfahren, wie bequem sie besonders für die Erforschung der Luftelektrizität unter Verwendung eines Drachens ist. Der Wind war nicht sehr heftig, aber immerhin so stark, daß es schwierig gewesen wäre, ein gewöhnliches Elektroskop im Freien vor dem Wind zu schützen, ich befestigte nun eine Scheibe aus Gummilack, die mit Harzpulver bestreut war, mit einem Eisendraht am Drachen. Bei heiterem Himmel gab sie die deutlichsten Anzeichen positiver Elektrizität wieder. Als ich später GIACOMO BATTISTA BECCARIAS Briefe<sup>5</sup> aufschlug, da sah ich, daß er einen großen und mühsam herzustellenden Apparat benutzt hatte, um die oben erwähnten Büschel und Sternchen mit dem elektrischen Drachen *bei Tage* zu erkennen. Ich begann nun, eine Maschine zu ersinnen, mit der ich die Elektrizität des Drachens, die sich bei wolkigem Himmel sehr oft ändert und bald  $+E$ , bald  $-E$  zeigt, vor allem ohne Gefahr beobachten könnte. Mit der Konstruktion habe ich begonnen; sie ist jedoch noch nicht ausgeführt worden. Da ich aber an ihrer Brauchbarkeit nicht den geringsten Zweifel habe, so will ich sie kurz beschreiben.

So Gott will, werde ich Ihnen, verehrte Mitglieder, im nächsten Sommer eine Nachricht über ihre Wirkung zukommen lassen.

Man stelle sich aus Blech einen Zylinder oder eine Trommel her, einen Fuß im Durchmesser, vier oder fünf Zoll hoch, und überziehe sie, etwa so dick wie das Pergament, außen mit Harz. Diese Maschine bringt man z. B. mit einer hölzernen Uhr oder auch mit einem selbsttätigen Bratenspieß so in Verbindung, daß sie sich

---

<sup>5</sup>Lettere dell'Elettricismo (Bologna 1758) S. 107.

in einer bekannten Zeit um ihre horizontale oder vertikale Achse dreht. Wir nehmen nun weiter an, wir schlossen diese Maschine in ein Kästchen ein und stellten sie so auf, daß ein isolierter Stift, der mit dem Eisendraht des Drachens verbunden ist, die mit Harz überzogene Fläche des Zylinders gerade so berührt, daß er nicht kratzt. Wenn nun die Harzfläche mit Pulver bestreut ist, und wenn der Zylinder nun Umdrehungen ausführt, so werden alle Veränderungen der Luftelektrizität sehr deutlich angezeigt, und zwar ohne die geringste Gefahr für den Beobachter. Mehr will ich hierüber nicht sagen; denn das übrige wird jeder, der etwas von diesen Dingen kennt, leicht verstehen.

Das zweite Experiment, das ich Ihnen jetzt vorlegen werde, wird Ihrer Aufmerksamkeit nicht weniger wert sein, wenn auch die Art der Wirkung dieses Versuches bisher noch zweifelhaft ist. Als ich einmal über die bekannte Wirkung elektrischer Atmosphären auf Körper, die in sie hineingebracht werden, nachdachte, fiel mir ein, ob nicht vielleicht die  $+E$  eines Körpers, z. B. eines Fingers, den man in den Mittelpunkt einer stark geriebenen Harzscheibe hält, so sehr von der  $-E$  der ganzen Scheibe angezogen werden könnte, daß nach einem Funkenübergang der Mittelpunkt der Scheibe, Anzeichen positiver Elektrizität geben könnte; denn die  $+E$  des Fingers, die ihrem Abstand entsprechend von allen Seiten der Scheibe angezogen wird, wird wegen der schlechten Leitfähigkeit des Harzes nach dem Funkenüberschlag ungefähr um den Mittelpunkt herum angesammelt werden, und zwar so, wie etwa ein Stein, der von einem Turm geworfen wird, seine Geschwindigkeit und seine Wucht nicht allein der Stelle, auf die er fällt, sondern der ganzen Erdkugel verdankt. Um dies auszuprobieren, hielt ich mit der Hand eine Nadel in die Mitte einer Scheibe aus Gummilack, die ich mit einem Hasenfell so stark gerieben hatte, daß sie aus einer Entfernung von drei bis vier Zoll ein Goldblättchen zurückstieß, das an einem seidenen Faden hing und mit  $-E$  geladen war. Streute ich Pulver auf die Harzscheibe, so kamen positive Figuren zum Vorschein; nahm ich aber den Finger fort, so wurden noch schönere Figuren erzeugt, die das negativ geladene Goldblättchen des Elektroskops anzogen, das positiv geladene aber abstießen. Ebenso brachte der Finger auf einer  $+$  elektrisierten Scheibe negative Figuren hervor.

Ich habe auf die verschiedenste Art und Weise Versuche angestellt, um mich zu vergewissern, ob das, was ich einer Zurückstoßung zuschrieb, von einer Anziehung der benachbarten Teile herrührte, und umgekehrt, ob das, was ich einer Anziehung zuschrieb, der Zurückstoßung der benachbarten Teile oder einem gänzlichen Fehlen von  $+E$  oder  $-E$  zuzuschreiben wäre, oder ob die Ästchen wirklich eigene Elektrizität besitzen. Vielleicht erscheint es Ihnen sonderbar, daß ich mit einer Sache, die auf der Grundlage der Theorie ohne große Schwierigkeiten erklärt werden könnte, soviel Umstände gemacht habe. Es liegt ja klar auf der Hand, daß die Figuren jene Stellen sind, die ihrer  $-E$  beraubt sind, oder, um mit FRANKLIN zu reden, denen vorher ihr natürlicher Anteil an elektrischer Materie entzogen worden ist, und die nun wieder damit versehen worden sind; auf diese Stellen ziehen die benachbarten Teile das Pulver, das sie selbst zurückstoßen, nach bekannten Gesetzen wieder hin. Ich kann nicht leugnen, daß diese Deutungen wahrscheinlich zu Recht bestehen. Da diese Lehre bisher voller Erscheinungen ist, die die Physiker verdrehen, und da die Ursache dieser Erscheinungen uns noch verborgen geblieben ist, so glaube ich, werden Sie meine vielleicht allzu große Aufmerksamkeit, die ich diesen einzigartigen Erscheinungen gewidmet habe, entschuldigen und den Gegenstand nicht zu den elektrischen Spielereien rechnen. Denn da ich die strahlenden Figuren immer mit positiver Elektrizität behaftet gesehen habe, warum sollte ich da nicht glauben, daß die eben genannten Figuren ein Kennzeichen positiver Elektrizität sind? Die Ursachen für dieses Verhalten suchte ich auf

folgende Art zu erforschen: ich fertigte mir ein höchst einfaches Elektroskop an, das zu diesen und ähnlichen Versuchen sehr geeignet ist. Zwei oder drei Fäserchen einer Flaumfeder klebte ich mit Wachs an die Spitze einer Schreibfeder und erteilte ihnen entweder  $+E$  oder  $-E$ . Hält man die Fäserchen, deren Elektrizität immer als bekannt angenommen werden kann, ungefähr in einem Abstand von einer Linie gegen die Teile der Harzscheibe, deren Elektrizität man untersuchen will, so zeigen sie durch ihre vor- bzw. rückwärts gebogenen Spitzen an, mit welcher Elektrizität man es zu tun hat. Es kommt mitunter zwar vor, daß sich die Elektrizität der Fäserchen ändert, und sie von einer Stelle der Scheibe erst angezogen, dann abgestoßen werden; aber das kann einen vorsichtigen Experimentator nicht irreführen. Lud ich die Fäserchen mit  $-E$  auf, so sah ich, daß sie immer von den eben erwähnten Figuren angezogen wurden; waren die Fäserchen positiv, so wurden sie zurückgestoßen. Dies geschah auch, wenn ich die Elektrizität der benachbarten Teile, so gut ich es konnte, dadurch zerstörte, daß ich sie mit nasser Leinwand oder nassem Papier bedeckte. Ja, ich zerstörte auf die verschiedenartigste Weise die Elektrizität solcher Teile, die zwischen den elektrisierten lagen. Sowohl das Pulver als auch die Fäserchen des Elektroskops wurden von diesen Stellen bei weitem nicht so stark angezogen wie von den Figuren. Aber wenn auch diese Figuren das Vorzeichen  $+E$  gaben, so wird es doch sehr schwer sein, allen Zweifel darüber zu beseitigen, ob diese Stellen wirklich positive Elektrizität besitzen oder nicht; denn das elektrische Null, d. h. die Mitte zwischen  $+E$  und  $-E$ , verhält sich gegen beide Elektrizitäten gleich, und eine größten Teils negativ geladene Scheibe kann daher den Anschein erwecken, als sei sie positiv geladen, und umgekehrt. Jedoch könnte man folgenden Einwand dagegen erheben: wenn zwei Figuren positiv wären, und ich der elektrisierten Harzscheibe dennoch die entgegengesetzte Elektrizität erteilen könnte, so ist das nicht so bedeutend als es sich anhört; denn es könnte zwar die gesamte Wirkung der erregten Scheibe allmählich zerstört werden und dem Nichts gleich gemacht werden, aber dennoch könnten die einzelnen Teile Anzeichen positiver und negativer Elektrizität geben. Bei den Elektrophoren habe ich oft ähnliches beobachtet. Aber übergehen wir das jetzt. Ich füge nur noch eine weitere Bemerkung an, wodurch die Richtigkeit dieser Methode bewiesen wird: durch die strahlenden Figuren wird immer ein Übergang von  $+E$  angezeigt, gleichgültig, ob nachher ein Überfluß an Materie vorhanden ist oder nicht.

Der dritte Versuch, der die Ausbreitung der elektrischen Materie im GUERIKESchen leeren Raum und einen Vergleich mit der Wirkung in der Luft betrifft, wird Ihnen den Nutzen dieser Methode, neue Eigenschaften der elektrischen Materie zu entdecken, noch weiter vor Augen führen. Dieser Versuch lehrt aber auch etwas, was ohne Mikroskop kaum hätte entdeckt werden können; es ist nur schade, daß das Mikroskop so wenig dazu benutzt werden kann, unsere Kenntnis von der Elektrizitätslehre zu erweitern. Die Kupferstiche, die ich dieser Schilderung beigefügt habe, zeigen die vorzüglichsten Figuren, die ich erhalten habe. Die Abb 4.1 enthält vier Figuren, zwei positive, die mit  $+E$ , und zwei negative, die mit  $-E$  bezeichnet sind. Die beiden kleineren sind in der freien Luft, die beiden größeren im Vakuum hergestellt worden. So weit es mir möglich war, habe ich das Herstellungsverfahren beider Figurenpaare gleich zu machen gesucht, damit man umso deutlicher sehen kann, was auf Kosten der verdünnten Luft allein geht. Beide Figurenpaare sind unter der Glocke erzeugt worden, das größere aber, worauf ich schon hingewiesen hatte, erst nach dem Auspumpen der Luft; ferner wurden zu beiden dieselben Spitzen gebraucht: die eine war gegen die obere, die andere gegen die untere Seite der Scheibe gerichtet; beide Figurenpaare sind endlich durch einen Funken und, soweit es mir möglich war, durch die gleiche Menge positiver Elektrizität hervorgebracht worden, was ich leichter dadurch erreichen konnte,

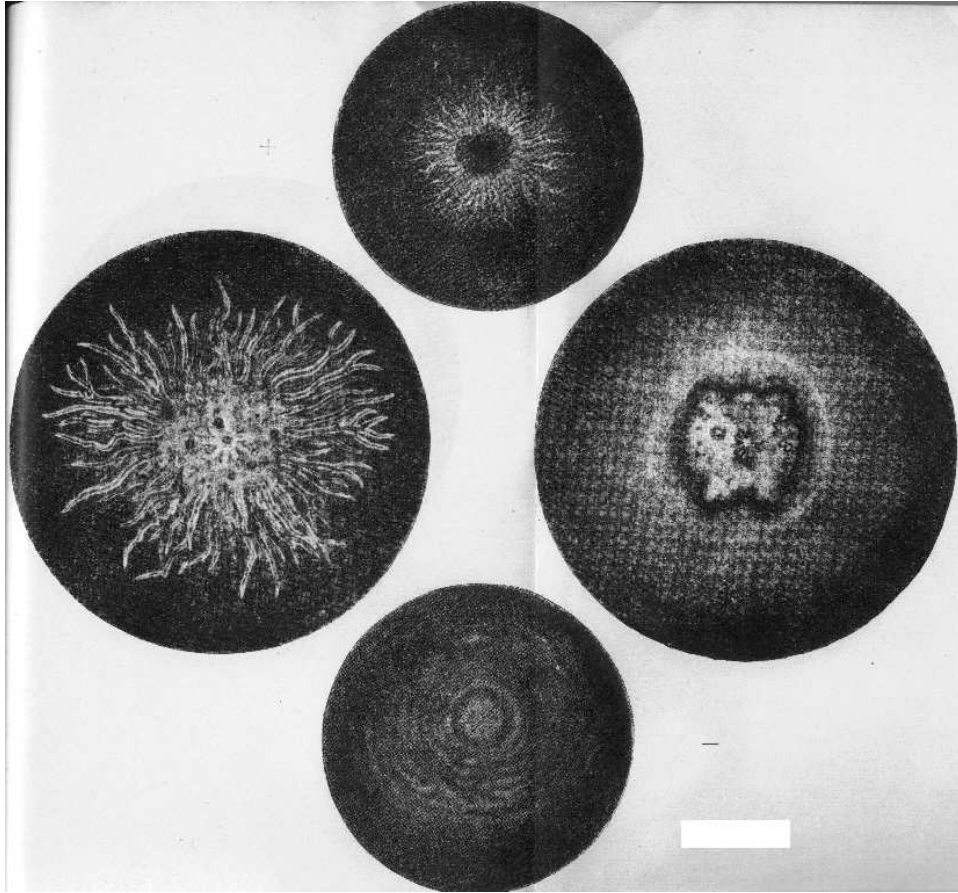


ABBILDUNG 4.1.

daß ich den in der vorigen Abhandlung beschriebenen Elektrophor benutzte, und nicht etwa von einer Glasröhre oder einer Elektrisiermaschine Gebrauch machte. Abb. 4.2 enthält auch eine im Vakuum erzeugte negative Figur; es wurde aber nicht, wie man sieht, eine Spitze, sondern eine Röhre benutzt. Die positive durch denselben Funken erzeugte Figur – die ja eine doppelte Rolle spielt – habe ich weggelassen, teils weil ihre Strahlen wenig von den Strahlen der positiven Figur aus Abb. 4.1 verschieden waren, teils weil ein Teil sich – aus mir unbekanntem Ursachen – nicht vollkommen ausgebildet hatte.

Man erkennt an diesen im Vakuum erzeugten Figuren nicht nur eine bemerkenswerte Ausdehnung im Ganzen, sondern auch eine Ausbreitung der einzelnen Teile, die man auf Grund einer bloßen Erweiterung der Peripherie nicht erwarten sollte. Die Ausdehnung ist jedoch bei den negativen Figuren geringer als bei den positiven. In den weißen Strahlen der positiven Figur zeigt sich noch deutlich eine schwarze Linie, in den schwarzen der negativen Figur aber eine weiße Linie, so daß sich die positive Figur der Form der in Luft erzeugten negativen, die negative Figur aber sich der Art der positiven anzugleichen scheint. Man möchte fast glauben, daß, so wie elektrische Körper in Luft um sich herum konzentrische positive und negative Atmosphären schaffen, auch die feinen Strahlen der Büschel nach der Art der Stengel einer Zwiebel gebildet wären. Aber ich muß mich jetzt aller Mutmaßungen über diese Erscheinungen enthalten, da es mir nicht gelungen ist,

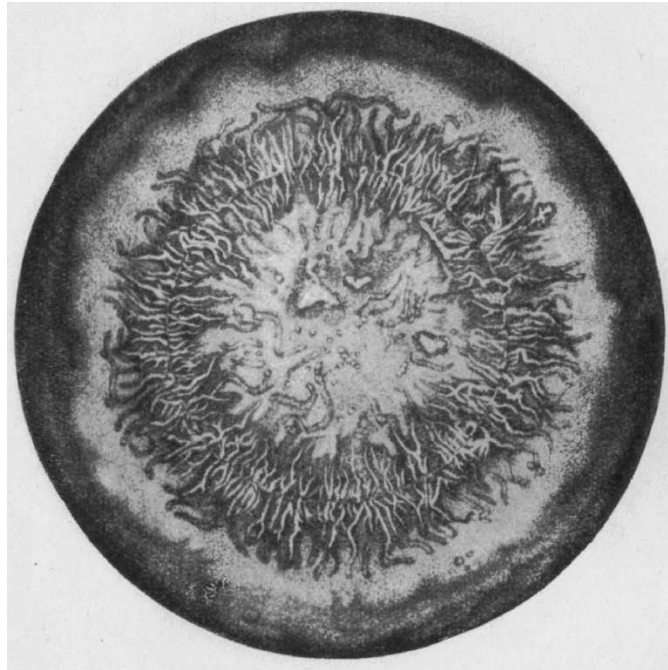


ABBILDUNG 4.2.

– was ich vor elf Monaten noch glaubte –, hierin Fortschritte zu erzielen und Gewißeheiten zu erlangen. Das ist auch der Grund, warum ich nicht mehr Versuche beschreiben werde; denn je näher ich an die wahre Ursache dieser Erscheinungen herankomme, desto kürzer kann ich in der Beschreibung sein. Dennoch muß ich noch einiges Weniges derer wegen anführen, die diese Versuche weiter verfolgen wollen.

1) Zu den meisten Versuchen können verschiedene gefärbte Pulver, z. B. reiner und mit Zinnober gefärbter Schwefel, bequem Verwendung finden, vor allem, um die verschiedenen Wirkungen der verschiedenen Elektrizitäten oder die verschiedenen Vorgänge während des Versuches kennen zu lernen.

2) Isolierte Spitzen bringen je nach ihrer verschiedenen Entfernung von der ebenen Harzscheibe die zierlichsten Kreise hervor.

3) Wenn man einen Würfel aus Blech außen mit Harz überzieht, fünf Seiten mit einer leitenden Röhre in Verbindung bringt und die sechste mit +E versieht, so zeigen sich fünf negative und eine positive Figur. Dasselbe habe ich an einem aus Harz gegossenen Würfel gesehen; die negativen Figuren waren hier aber sehr schwach.

4) Bevor man Pulver aufgestreut hat, elektrisiert man eine negative Figur mit einer gleichen Menge +E; sie wird dann nicht völlig zerstört, und es bleiben Spuren der Elektrizität beider Vorzeichen zurück.

5) Die Durchkreuzungen der Figuren entgegengesetzter Elektrizität verdienen volle Aufmerksamkeit.

6) Wenn es zwei verschiedene Materien gäbe, könnte man da nicht eine Methode ersinnen, mit der man von einem Körper die eine Elektrizität absondern und somit eine dritte Art der Elektrizität: die wahre negative Elektrizität erhalten könnte?

7) Alle Formen des Nordlichts, das strahlende, ruhige, zitternde Licht und die dunklen Bogen fand ich bei diesen Figuren nachgeahmt; darüber werde ich zu einer anderen Zeit mehr sagen. Trotzdem will ich, so kurz ich es kann, einige, wenn auch noch nicht ausgereifte Gedanken über diese Erscheinung vortragen, die, wie ich glaube, der Aufmerksamkeit der Physiker wert ist. Es ist bekannt, daß WILHELM [richtig: JOHN] CANTON am Turmalin sowohl das positiv- wie auch das negativ-elektrische Licht gesehen hat. Könnte nicht also auch die Erdkugel ein großer Turmalin sein, dessen Pole mit denen der Welt ungefähr zusammenfallen: der positive mit dem nördlichen, der negative mit dem südlichen? Da aber dies manchem zu verwegen erscheinen könnte, so will ich noch einiges anführen, was ich unter dem Turmalin verstehe. Unter dem Turmalin verstehe ich nicht einen in der Erde verborgenen Edelstein ungeheurer Größe, sondern die Summe aller auf der Erde zerstreuten Körper, eingeschlossen die Luft, die, durch die Wärme des Erdbodens oder der Sonne elektrisiert, ihre Elektrizität nunmehr an alle Körper abgeben können. So leitet EULER den Magnetismus der Erde aus der Summe aller auf der Erde zerstreuten magnetischen Körper her. Es kann nicht geleugnet werden, daß es außer dem Turmalin noch andere Körper gibt, die durch Wärme elektrisiert werden können. Und eine Elektrizität, die sich bei kleineren Körpern kaum bemerkbar macht, kann bei großen und bei der ganzen Erdkugel eine beträchtliche Wirkung ergeben. So zeigt der Deckel meines Elektrophors oft eine ziemlich große Elektrizität, während die einzelnen Teile des Kuchens kaum etwas zu haben scheinen. Ich nehme an, der mittlere positive Pol dieses Turmalins sei auf den Mittelpunkt des dunklen Bogens des Nordlichts gerichtet, wie auch der mittlere magnetische Nordpol der Erde in derselben Richtung liegt. Vielleicht wird man später noch entdecken, daß Turmalin und Magnet dieselben Körper sind; denn so wie das Eisen durch Reiben magnetisch wird, so wird Glas durch Reiben elektrisch oder „turmalinisch“. Ferner scheinen die Nordlichter zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen am häufigsten aufzutreten. Wer sieht dann nicht, daß zu dieser Zeit die gesamte Erdkugel innerhalb 24 Stunden von der Sonne beschienen und erwärmt wird, folglich höchst geeignet ist, Elektrizität zu erregen, da ja die Wirkung des unterirdischen Feuers besonders hervortreten kann? Daß dazu eine große und intensive Wärme nicht notwendig ist, ja, daß sie im Gegenteil die Elektrizität hindert und elektrische Körper unelektrisch macht, ist allzu bekannt. Über Südlichter liegen uns wenige Beobachtungen vor, sogar weniger, als man aus der Zahl der unternommenen Seefahrten zur südlichen Halbkugel erwarten sollte. Da aber der Südpol gegen den negativen Pol des Turmalins gerichtet ist, dessen Strahlen viel kleiner sind als die des positiven Nordpols, so ist dieser Umstand für meine Theorie eher vorteilhaft als nachteilig. Ferner sehen wir, daß auf der nördlichen Halbkugel alle Vegetation in den Breiten gedeiht, in denen auf der südlichen Halbkugel fast alles infolge beständigen Frostes erstarrt ist, und das Land entweder ganz unbewohnt ist oder nur von Menschen ohne Verstand bewohnt wird. Es ist allen Physikern bekannt, daß die positive Elektrizität die Entwicklung organischer Körper fördert, während die negative Elektrizität sie hemmt und ganz unterbindet. Weiterhin ist bei uns die Lufterlektrizität bei heiterem Himmel immer positiv gefunden worden, und wenn wir Beobachtungen von der südlichen Halbkugel hätten, so würde sie vielleicht dort negativ sein. Wenn das so wäre, so würde ich nicht zweifeln, daß diese Theorie einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit erhalte. Doch nun genug vom Spiel der Hypothesen!“



5. *Aus: Göttingische Anzeigen von gelehrten Sachen, 1779, Bd. 1 S. 313–316 (39. Stück vom 29. März 1779).*

„In der öffentlichen Versammlung der Königl. Societät vom 19. Dec. 1778, las Hr. Prof. LICHTENBERG den zweyten Theil der Abhandlung über seine neue Methode, die Eigenschaften des elektrischen Flüssigen zu erforschen, vor. Zuerst stellt er wieder einige allgemeine Betrachtungen über die durch Staub hervorgebrachten Figuren an, und ordnet sowohl die Körper, worauf, als die Staubarten, wodurch sie hervorgebracht werden, nach den Graden ihrer Tauglichkeit. Unter jenen nimmt reines Gummilack die erste, und das gemeine weisse Mündensche Fensterglas die letzte Stelle ein; unter diesen aber steht der Staub des Burgundischen Harzes oben an, und Stahlfeilstaub macht den Beschluß. Hierauf beweist er kurz, daß durch diese Figuren wirklich der Weg bezeichnet wird, den die Materie bey ihrem Eintritt in die elektrischen Körper nimmt. Angenehm und lehrreich sind hier diejenigen Figuren, die durch Staub von verschiedener Farbe, den man auf dieselbe Stelle, aber nach verschiedenen Operationen, streut, hervorgebracht werden. Staub aus reinem, ungefärbtem Schwefel, und aus dem, den man mit Zinnober zusammenschmolzen, ist hierzu vorzüglich gut. Nach diesem zeigt er den Nutzen dieser Methode in einigen Beyspielen. Einmal wird dadurch geradezu, ohne Beyhülfe einer Glasröhre oder Schwefelstange, so sicher, als aus der Gestalt der Strahlen Büschel im Dunkeln, erkannt, ob der geprüfte elektrisirte Körper + oder – elektrisch sey. Der Hr. Prof. hat sich dieser Methode auf dem Felde bedient, die Art der Electricität der Drachen zu erforschen. Da bey schnell vorüber ziehenden Wolken die Elektrieität der Drachen oft sehr schnell abwechselt, auch gefährlich werden kan, so liesse sich eine Maschine verfertigen, die nach dieser Methode die Art der Electricität des Drachen von selbst aufzeichnete, ohne daß man nöthig hätte dabey zu seyn. Wenn man nemlich die äussere Fläche eines blechenen Rings, der wenigstens einen Fuß im Durchmesser haben müßte, mit Harz überzöge, und ihm die Einrichtung gäbe, daß er sich etwa in einer Stunde einmal um seine Axe drehte, und nun gegen diese überstrichene Fläche eine nicht allzucharfe Spitze brächte, die mit der Schnur des Drachen in Verbindung wäre, so würde, wenn der Ring nach einem Umlauf bepudert würde, die Form der Figuren oder auch ihr gänzlicher Mangel zeigen, zu welcher Zeit die Electricität des Drachen +, – oder 0 gewesen sey, und dieses deutlich genug, da sich bey dieser kleinen Maschine in jeder Minute mehr als ein halber Zoll am Stift vorbeyschöbe. Ferner wird durch diese Methode eine Menge von Dingen sichtbar gemacht, die man sonst übersehen hätte, wie jeder leicht selbst finden wird, der sich damit abgeben will. Wenn man eine Gummilackscheibe mit Hasenfell stark reibt, und sodann eine nicht isolirte metallene Spitze gegen sie bringt, so zeigt die berührte Stelle, nachdem man die Scheibe bepudert, einen positiven Stern, und alle Spuren einer + Electricität, so daß also, mit Franklin zu reden, diese Stelle nicht bloß ihren Mangel aus der Spitze ersetzt, sondern über das noch etwas raubt, wozu ihr vielleicht der Zug der benachbarten Theile der elektrischen Scheibe behülflich ist, etwa so wie die Gewalt, womit ein Stein, der von einem Thurm herabfällt, unten aufschlägt, nicht bloß von dem Zug des Erdreichs herrührte, das er durch seinen Fall eindrückt. Endlich, wie viel ist nicht über das Ausbreiten der elektrischen Materie im luftleeren Raum geschrieben worden, allein wie wenig bestimmtes? Hier thun die Figuren vorzügliche Dienste. Der Hr. Prof. hat unter so sehr gleichen Umständen, als ihm nur zu erhalten möglich gewesen, Figuren in der Luft, die uns umgiebt, und im GUE-RICKischen leeren Raum geschlagen. Die Erscheinungen, die sich hier zeigten, sind so beschaffen, daß sie wohl schwerlich durch ein anderes Verfahren hätten ausgefunden werden können, da man bey diesen Versuchen überhaupt kein Mikroskop gebrauchen kan. Nemlich mit einer sehr geringen Electricität werden nicht allein

sehr grosse Sonnen im luftleeren Raum hervorgebracht, deren Durchmesser man nun mit den in der Luft erzeugten bequem vergleichen kan, sondern die Strahlen der erstern werden auch an sich breiter, und erscheinen auf eine bewundernswürdige Weise nach der Länge gespalten, am Ende mit einem Punct. Bey den hellen positiven läuft nemlich ein subtiler dunkeler Strich, und bey den dunkeln Aesten der negativen ein weisser Strich nach der Länge hin. Von diesen letztern Versuchen wurden die genauesten Zeichnungen vorgewiesen, die zum Theil von einem hier studirenden Engländer, Hr. MATHEW, zum Vergnügen und aus grosser Neigung zu dieser Wissenschaft, zum Theil aber von einem geschickten Zeichner, Hr. BORN, verfertigt waren. Den Beschluß machten einige Betrachtungen über das Nordlicht.“

6. Aus: *Göttingisches Magazin der Wissenschaften und Litteratur, Jahrgang 2 Stück 4 (1781) S. 129–136).*

„PROF. LICHTENBERGS ANMERKUNGEN ÜBER EINEN AUFSATZ DES HRN.

TIBERIUS CAVALLO

IN DEN PHILOSOPH. TRANSACTIONS VOL. 70. P. I. P. 15.“

„Herr TIBERIUS CAVALLO, dessen Werk über die Electricität mit so allgemeinem und verdientem Beyfall aufgenommen worden ist, hat der Königl. Societät zu London durch ihren Präsidenten, Hrn. BANKS, eine Erklärung meiner electrischen Versuche, die ich im VIIIten Band der neuen Commentarien hiesiger Königl. Societät und im ersten der Commentationen kurz beschrieben habe, vorlegen lassen. Ich selbst hatte damals keine Erklärung gewagt, und wage auch jetzt noch keine, ob ich gleich eine ziemliche Menge von Versuchen in der Absicht angestellt habe. Auch hat Hrn. CAVALLO's Erklärung, ob sie gleich sehr viel sinnreiches, schönes und wirklich neues enthält, mich nur desto behutsamer gemacht. Denn ich bin überzeugt, daß dieser vortreffliche Naturforscher seine Erklärung unzulänglich finden würde, wenn er einige meiner noch nicht beschriebenen Versuche kennte, von denen ich hier in möglichster Kürze etwas sagen will. Doch erst etwas von Hrn. C.s Erklärung:

Herr C. hat gefunden, daß der Harzstaub, indem er durchgebeutelst wird, durch das Reiben an den Fäden der Leinwand eine negative Electricität erhält. Dieses ist, meiner Meinung nach, der schönste Artickel in seinem ganzen Aufsatz. Man kan sich von der Wahrheit dieser schönen Entdeckung leicht überzeugen wenn man eine reine Metalplatte, z. E. einen nicht allzugrossen zinnernen Teller auf ein reines Weinglas legt, und an den Teller ein paar dünne Fäden von Flachs befestigt. So bald man den Staub auf den Teller pudert, gehen die Fäden auseinander, und die bekannten Proben zeigen, daß der Teller negativ electrisch ist. Nun, fährt Herr C. fort, wenn man einen negativ-electrischen Harzkuchen, nach meiner Art, zum Theil positiv electrisire, und diesen negativen Staub darauf pudere, so zögert die positiv gewordenen Stellen, den negativen Staub, und die negative Harzplatte hingegen stieße ihn auch noch den positiven Stellen zu; daher entstehe die Sonne (warum aber eine strahlichte Figur und kein bestäubter Kreis?). Werde hingegen ein positiv-electrischer Harzkuchen negativ electrisirt, so stießen die negativ gewordenen Stellen den negativen Staub ab, und der positive Kuchen sey noch dazu behülflich; folglich entstehe eine Figur, ganz der erstern ähnlich, nur daß, so wie vorhin die Züge bestaubt und die Tafel unbestaubt war, hier die Figur unbestaubt, und die Tafel bestaubt sey. Diese Erklärung hat, dem erstem Anschein nach, so viel schönes und nettes, und ist dabey so simpel, daß man nicht allein wünschen mögte sie sey wahr, sondern auch, meines Erachtens, sehr viel Ursache hat auf seiner Hut zu seyn, wenn man beweisen will sie sey es nicht, oder doch nicht hinreichend. Ich übergebe also, ohne wider einen solchen Mann entscheiden zu wollen, den Naturforschern folgende Artickel und Versuche zur Behertzigung:

1) Hr. C., wo er vorläufig dem Leser von der Entdeckung Nachricht giebt, erzählt dieselbe nicht mit meinen Worten, oder nach meinem Sinn, sondern webt wirklich seine Erklärung schon mit in die Erzählung. Um positive Figuren hervorzubringen ist kein negativ electrischer, und für negative Figuren kein positiv electrischer Harzkuchen nöthig. Ich habe für beyderlei Figuren den Harzkuchen immer auf einerley Weise zubereitet, und meistens denselben aller Electricität zu berauben gesucht. Besondere Umstände in einigen Figuren erklären sich allerdings durch Hrn. C.s Entdeckung.

2) Die negativen Figuren sehen nicht so aus, wie man nach Hrn. C.s Erklärung vermuthen sollte, sondern haben noch ausser den unbestäubten Zügen im Ganzen eine sehr verschiedene Form.

3) und dieses ist ein Hauptumstand; die unbestäubten Aestgen, in welche Herr C. das Wesen negativer Figuren setzt, ist ihnen gar nicht wesentlich, sondern ihr Charakteristisches besteht in einer gewissen Ründe und Strahlenlosigkeit, die sich sehr leicht in der Natur erkennen, aber schwer beschreiben läßt. Ich setzte auf den Schild meines grossen Electrophors einen kleinen Electrophor, und nach dem der Schild in die Höhe gezogen und stark positiv war, fuhr ich mit einem stumpfen Metal über das Harz des kleinen Electrophors hin. Als ich die nunmehr stark negativen Stellen bepuderte, so entstuden Figuren, die wie aus Perlen-Schnüren geflochten aussahen, und diese Perlen waren stark negativ. Es war kein Strahl zu sehen, weder ein bestäubter noch ein unbestäubter.

4) Wenn man eine Spitze über einem Harzkuchen so isolirt, daß sie etwa einen halben Zoll von demselben absteht, und electrisirt sie entweder positiv oder negativ so entsteht, wenn man die Stelle, auf die die Büschel strömten, bepudert, in beyden Fällen ein Kreis, der den Staub nicht annimmt, in einer Ebne, die ihn annimmt, fast als wenn man einen aus Papier geschnittenen Cirkel auf einen schwarzen Tisch legte, darüber hinpuderte, und darauf den Cirkel wegnähme. Ich habe auf diese Weise oft Kreise erhalten die mit dem Cirkel nicht richtiger beschrieben werden konten. Also hier werden positive und negative Figuren einander gleich in aller Rücksicht, nicht blos ähnlich. Nro. 3 und 4 streitet schlechtweg gegen Hrn. C.s Erklärung.

5) Entstehen beyderlei Figuren, was die Tinten, wenn ich so reden darf, anbetrifft auf einerley Weise, aber übrigens der Form nach sehr verschieden, wenn man die Ebne eher bepudert, als man das Metal, das die Figur hervorbringen soll, electrisirt. Ich weiß nicht ob Hr. C. die Versuche auf diese Weise angestellt hat. Ich habe sie zwar in meinen Abhandlungen nicht umständlich beschrieben, aber doch angedeutet. Sie sind dem, der die Entstehungsart dieser Figuren erklären will, unumgänglich nöthig.

6) Es ist, um diese Figuren zu erhalten, gar nicht nöthig, daß man den Staub durch Leinwand auf den Harzkuchen pudere, sondern man darf den Kuchen nur, nachdem er electrisirt ist, auf den ausgebreiteten Staub (Harz oder Eisenfeil) drücken, so wie er ganz ungerieben und unelectrisch da liegt, und es werden sich allzeit Figuren zeigen, die den charakteristischen Unterschied an sich tragen. Es giebt also hier dreyerlei Arten diese Figuren hervorzubringen: 1) vertieft wie in Nro. 5; 2) auf die gewöhnliche Weise, durch aufpudern, durch blose Mahlerey und wenig erhaben; 3) nach Nro. 6 halb erhaben. Alle drey Arten, jede nach ihren mannigfaltigen Veränderungen, müssen wohl von dem erwogen werden, der ihre Entstehungsart erklären will. Herr C. hat nur die mittlere und selbst diese nicht einmal unter allen Umständen betrachtet.

Dieses ist es, was ich gegen dieses würdigen Mannes Erklärung einzuwenden habe. Ich habe bereits dafür gesorgt, daß er meine Einwürfe und Erinnerungen erfährt, und ich werde, wenn es sonst nicht geschieht, auch Sorge tragen, daß seine Antwort wenigstens im Magazin bekannt wird.

Zu Paris hat sich Hr. SIGAUD DE LA FOND mit diesen Versuchen beschäftigt, und davon in seinem neuen Werk über die Electricität Nachricht ertheilt. Ich finde aber nicht daß er etwas neues hat, ausser daß er statt des leinenen Lappens in welchen ich den Harzstaub einzubinden pflege, sich einer Flasche aus Federharz bedient, in welche er den Staub bringt, und oben mit dem feinsten Siebchen aus Elfenbein verschließt; durch welches denn, bey dem geringsten Druck der Hand, ohne viel friseurmässiges Schütteln, der Staub hervordringt. Der Italiäner hat also hierbey auf die Theorie gedacht, und der Franzose für die Grazie beym Experimentiren gesorgt.

Bey dieser Gelegenheit kann ich nicht unangezeigt lassen, daß man in verschiedenen Gegenden von Deutschland, wie ich höre, einen kleinen Apparat verkaufen soll, unter dem seltsamen Titul: ein Instrument das Gefrieren der Fensterscheiben nach Hrn. Prof. LICHTENBERG zu erklären. Ich versichere hiermit, daß mir, als dem angeblichen Erfinder, diese Methode ganz und gar unbekannt ist. Ich habe noch kein Instrument von der Art gesehen, vermuthe aber, daß es kleine Electrophore sind, auf die man vermitteltst positiv geladener Flaschen schreibt. Vermuthlich hat die Künstler ein Gleichnis verführt, das ich gebraucht habe, indem ich einige Figuren mit den Bäumchen auf gefrorenen Fensterscheiben verglich. Ich habe aber auch eine andere Art von Figuren, noch schicklicher mit dem Schaft- oder Schachtelhalm (*Equisetum* oder *Hippuris*) verglichen, mit denen die Züge, die durch den Knopf positiv geladener Flaschen hervorgebracht werden, zuweilen die größte Aehnlichkeit haben. Also könnte man jene Maschinen auch gebrauchen die Entwicklung der Pflanzen zu erläutern; eigentlich wird von dieser Art gar nichts durch diese Versuche erläutert, welches ich freylich nur einer sehr geringen Anzahl unserer Leser wegen, erinnere."