universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die moderne Entwicklung der elektrischen Principien

Rosenberger, Ferdinand

Leipzig, 1898

I. Die Theorien der elektrischen Imponderabilien im vorigen Jahrhundert

urn:nbn:at:at-ubi:2-6166

I.

Die Theorien der elektrischen Imponderabilien

im vorigen Jahrhundert.

Elektrische Erscheinungen waren schon im griechischen Alterthume bekannt, so lehrt jede Geschichte der Physik mit unzweifelhaft thatsächlichem Recht. Aber wissenschaftlich richtiger noch ist die Behauptung, dass der Begriff der Elektricität nicht älter ist als zwei Jahrhunderte und kaum in seiner Entstehung über das achtzehnte Jahrhundert hinausreicht.

Bis zum Jahre 1600 war man über die Einzelerkenntniss der Anziehungskraft des geriebenen Bernsteins noch nicht hinausgekommen und noch um diese Zeit stellte man diese Kraft des Bernsteins gern mit der Kraft des Magnetsteins zusammen, die beide nur in je einem Stoffe, dem Bernstein und dem Eisen, wirksam seien. Erst um dieses Jahr entdeckte der englische Arzt William Gilbert, dass ausser dem Bernstein noch verschiedene andere Stoffe durch Reiben dieselbe Anziehungskraft, wie der Bernstein, erlangen könnten, und die Bemühungen der Physiker richteten sich dann mehr und mehr darauf, diese Stoffe in möglichster Vollständigkeit aufzufinden. Gilbert hatte die Kraft nach dem griechischen Namen des Bernsteins Vis electrica genannt, und diesen Namen behielt man auch bei, als die Zahl der Stoffe, an denen man die Kraft beobachtete, sehr bedeutend anwuchs. Dabei nahm man das Adjektiv electrica noch ganz in seiner engen wörtlichen Bedeutung, so dass es eben nichts anderes bezeichnete als Bernsteinkraft und vielfach gebrauchte man auch in den verschiedenen Sprachen, wie vor Allem im Englischen, dem entsprechende einheimische Ausdrücke. Das Substantiv Electricitas, das als ein Abstraktum die elektrischen Erscheinungen von dem Einzelbegriff des Bernsteins unabhängiger machte, ist im ganzen siebzehnten Jahrhundert noch nicht anzutreffen; erst zu Anfang des achtzehnten tritt es plötzlich auf, ohne dass eine besondere Ursache für die Bildung dieses Wortes zu entdecken wäre und ohne dass man darunter viel anderes verstanden hätte als unter dem Ausdrucke Vis electrica. Dem entsprechend kann auch von einer eigentlich elektrischen Theorie bis zu dieser Zeit nicht die Rede sein. Die Vis electrica war bis dahin eine Anziehungskraft, wie sie schon vielfach zwischen Körpern beobachtet worden, und unterschied sich nur darin von anderen, dass sie nur in wenigen bestimmten Stoffen und

erst nach dem Reiben derselben merkbar wurde. Die Bernsteinkraft wurde darum auch ganz entsprechend den anderen bekannten Anziehungskräften ohne grosse Schwierigkeit erklärt.

Alle zwischen den Körpern oder Theilen derselben wirkenden Anziehungskräfte leitete man im Alterthum und im Mittelalter aus anerschaffenen Sympathien oder Naturtrieben ab, wenn sie zwischen den gleichen Materien in immer gleicher Weise wirksam waren, oder durch Ausflüsse gewisser in den betreffenden Körpern enthaltener feiner, unsichtbarer Stoffe, wenn die Kräfte zwischen verschiedenen Stoffen nur unter bestimmten Umständen wirksam wurden. Beim Magneten schwankte man wohl zwischen beiden Erklärungsweisen, die Anziehungskräfte des geriebenen Bernsteins aber wurden allgemein auf die letztere Art abgeleitet. Doch blieb dabei die Art, wie die Ausflüsse die ihnen gerade entgegen gerichteten Anziehungen bewirken sollten, immer recht unbestimmt, und jeder originelle Physiker stellte sich die Sache auf andere Weise vor.

Gilbert, der die magnetische Anziehung noch aus einem Vereinigungsbestreben des Eisens mit dem gleich gearteten Magnetstein ableitete, nahm auch bei der Erklärung der Bernsteinkraft durch subtile Ausflüsse doch noch innere Anziehungen in Flüssigkeiten zu Hülfe. Flüssigkeitstheilchen, wie Wassertropfen z. B., fliessen bei der Berührung zu einem Körper zusammen. Durch das Reiben des Bernsteins werden die in ihm enthaltenen sehr feinen, also flüssigen Stoffe herausgepresst, die sich nach allen Seiten von dem Körper aus verbreiten. Treffen dieselben auf andere Körper in der Nähe des Bernsteins, so bilden sie zwischen beiden Flüssigkeitsbrücken und wenn die betreffenden Körper leicht genug sind, werden sie durch die Zusammenziehung der Flüssigkeit mit dem Bernstein vereinigt. Diese Vorstellung liess sich leicht auf alle Körper übertragen, welche gerieben ähnliche Anziehungen wie der Bernstein zeigen. Von den Körpern, bei welchen dies nicht der Fall war, nahm Gilbert an, dass die aus ihnen durch Reiben herausgepressten Ausflüsse nicht fein genug und also nicht flüssiger Natur, sondern viel gröber und mehr erdiger Art seien, so dass die Contractionserscheinungen nicht bei ihnen wie bei Flüssigkeiten stattfinden könnten.

Diese etwas künstliche Construktion fand indessen wenig Beifall und schon Niccolo Cabeo ging in seiner berühmten Schrift Philosophia magnetica von 1629 ganz auf die Art der Erklärung zurück, die Lucrez in seinem Lehrgedicht De rerum natura[1]) von der magnetischen Anziehung gegeben, indem er wie dieser für die magnetische auch für die

[1]) Deutsche Uebersetzung von Binder, 6. Buch, Vers 910 u. ff.

elektrische Anziehung den Luftdruck erklärend zu Hülfe nahm. Die bedeutende Menge sehr feiner leichter Ausflüsse, welche beim Reiben mit geeigneten Stoffen aus elektrisirbaren Körpern herausgepresst werden, treiben danach die Luft, durch welche sie nicht hindurchgehen können und von der sie nicht aufgenommen werden, zuerst von dem Körper nach allen Seiten weg. Sobald aber die hierdurch entstehende Verdichtung eine gewisse Grenze überschritten, kehrt die Luft mit den Ausflüssen in kleinen Wirbeln zurück und nimmt dabei etwa vorhandene leichte Körper mit sich, so dass es aussieht, als ob diese von dem geriebenen Körper angezogen würden. Der Unterschied zwischen elektrisirbaren und nicht elektrisirbaren Körpern konnte dann nur in einem Reichthum oder in einem gänzlichen Mangel an solchen Ausflüssen liegen. Dieser Ansicht schlossen sich in der Folgezeit, wo der Luftdruck eine grosse Rolle zu spielen anfing, die meisten Physiker in Betreff der elektrischen Anziehung an. Auch Descartes, dessen Natursystem ja ganz auf die verschiedenartigen Bewegungen verschiedener feiner Materien begründet war, nahm die Grundzüge dieser Anschauungen in seine Principien der Philosophie von 1644 auf und wusste ihnen sogar zu etwas grösserer Bestimmtheit zu verhelfen. Nachdem er dort in sehr geschickter Weise durch feine Ausflüsse des Eisens die eigenthümlichen Anziehungskräfte des Magneten erklärt hat, will er bei dieser Gelegenheit auch noch Einiges über die Anziehung aller kleinen Körper durch den Bernstein, das Erdpech, das Wachs, Harz, Glas und Aehnliches sagen.[1]) Zwar sei es nicht seine Aufgabe, sagt er mit ungewohnter Vorsicht, solche Besonderheiten zu erläutern und es gehöre zur Prüfung obiger Kraft eigentlich eine vorgängige experimentelle Erkundung ihrer Eigenschaften und ihres Wesens, damit man aber nicht auf sein Stillschweigen hin auch anderes Vorhergesagtes in Zweifel ziehe, so wolle er doch Einiges andeuten. Alle Körper, die aus grober Materie, dem Descartes'schen dritten Element, bestehen, haben Poren und Gänge in sich, die bei jedem Körper besonders gestaltet und von besonderer Grösse sind. In diesen Gängen bewegen sich Theilchen der feinsten und schnellsten Materie, des Descartes'schen ersten Elements, die meistens länglich gestaltet sind und sich darum leicht aneinander heften und, wenn sie länger in einem Körper sich bewegen, zu dünnen, breiten und länglichen Bändern werden, die der Gestalt von dessen Poren entsprechen. Solche Bänder scheinen vor Allem im Glas zu entstehen und scheinen gezwungen im Glas zu verweilen, da entsprechende Gänge in der stets bewegten Luft nicht vorhanden sind. Wird aber das Glas stark gerieben,

[1]) Deutsche Uebersetzung von v. Kirchmann, S. 266.

so dass es etwas warm und auch in seinen Poren ausgedehnt wird, so werden augenscheinlich diese Bänder herausgestossen, vertheilen sich gewaltsam in die umgebende Luft und dringen auch in die Gänge anderer hier befindlicher Körper ein. Allein da sie hier doch keine ihnen passende Gänge finden, so kehren sie gleich wieder nach dem Glase zurück und nehmen die kleineren Körper, in deren Gängen sie stecken, mit sich zurück. Gleiches, wie hier vom Glase, wird von den meisten andern elektrischen Körpern gelten. Doch fügt DESCARTES dieser Erklärung gleich noch einmal vorsichtig hinzu, dass er nicht bestreiten wolle, dass in den harzigten Körpern vielleicht auch noch eine andere besondere Ursache der Anziehung bestehen könne. Allein da eine solche Anziehung doch nicht so allgemein sein könne, wie sie thatsächlich in verschiedenen Körpern beobachtet werde, so halte er dieselbe Ursache wie in dem Glase auch in ihnen wirksam.

Auch NEWTON, des DESCARTES' grosser Gegner, der Begründer der modernen Anschauung von der Actio in distans, blieb doch für die elektrischen Erscheinungen der Theorie der Ausflüsse treu und schloss aus dem von ihm erfundenen elektrischen Kugeltanzapparat, dass aus einer geriebenen Glasplatte leichte ätherische Materien abwechselnd ausfliessen und wieder zu ihr zurückkehren müssten, welche bei diesen Bewegungen die zwischen der Tisch- und der Glasplatte hüpfenden Markkügelchen mit sich zu führen vermöchten. Allerdings stammt diese Aeusserung aus dem Jahre 1675, der Zeit seiner grössten Annäherung an die Aethertheorien[1]), aber er hat ähnliche Aeusserungen in Bezug auf die elektrischen Anziehungen auch später noch gethan, und seine Schüler haben noch lange Zeit diese Ansicht festgehalten, obgleich sie dabei die magnetischen Kräfte immer als echte primitive Kräfte behandelten und eifrig nach einem Kraftgesetz derselben nach Art des Gravitationsgesetzes suchten.

Die Theorie der Ausflüsse hatte im Allgemeinen ein hohes Alter für sich und auch insofern etwas sehr Bequemes, als sie leicht die Verbindungen zwischen den aufeinanderwirkenden Körpern begreifen liess. Sie wurde darum für den Anfang auch in der Elektrik gern angenommen. Doch war bald an ihr das sehr Unvortheilhafte nicht zu verkennen, dass sie über die Art der Wirkungen der Ausflüsse nichts Genaueres auszusagen vermochte und über die besonderen Arten und Zusammengehörigkeiten der befundenen Naturkräfte nichts weiteres schliessen liess. Dieselbe musste darum speciell für die Vis electrica entweder ganz verlassen oder doch stark modificirt

---

[1]) Isaac Newton und seine physikalischen Principien von FERD. ROSENBERGER, Leipzig 1895, S. 104.

werden, sowie sich die Wirkungen der Elektricität mannigfaltiger und ausserhalb des Bereichs blosser mechanischer Kräfte liegend zeigten.

Eine eigenthümliche Stellung nimmt in der Entwicklung der Elektrik unser Magdeburger Bürgermeister Otto von Guericke ein.[1]) Er geht bei seinen Untersuchungen der Kräfte geriebener Körper, die er im Jahre 1672 veröffentlichte, von durchaus neuen Gesichtspunkten aus; er sucht nicht mehr nach neuen Stoffen, welche die Vis electrica hervorzubringen vermögen, sondern forscht erfolgreich nach neuen Kräften, die sich an geriebenen Körpern zeigen können. Dabei aber gebraucht er für diese Kräfte im Allgemeinen nicht den gebräuchlichen Namen der Vis electrica, sondern bezeichnet dieselben nur, entsprechend dem Namen Bernsteinkraft, als Kräfte der Schwefelkugel, weil er eine solche als Reibkörper ausschliesslich benutzt. Als solche Kräfte entdeckt er sogleich ausser der bekannten Anziehungskraft auch noch eine gleichartige immer mit ihr verbundene Abstossungskraft und findet, dass beide Kräfte in Leinenfäden bis auf ziemliche Entfernung, über eine Elle weit, fortgeleitet werden können. Er findet ferner an der Kugel eine Kraft des Leuchtens und sogar eine Kraft des Tönens, wenn auch das Tönen nur ein Knistern ist. Die Anziehungs- und Abstossungskräfte leitet er noch ganz wie früher aus feinen zarten Ausflüssen der Schwefelkugel ab. Er verwirft zwar dabei, eben weil die Kräfte in Fäden fortzuleiten seien, die Zuhilfenahme der atmosphärischen Luft, giebt aber selbst keine andere genauere Erklärung dieser Wirkungen.

Ueberhaupt begnügt er sich fast gänzlich mit einer blossen Beschreibung seiner neuen Beobachtungen, ohne seine Ansicht über den Zusammenhang der von ihm entdeckten Kräfte der Schwefelkugel auch nur anzudeuten. Es entgeht ihm nicht, dass die geriebene Kugel ausser den Anziehungen und Abstossungen auch im Dunklen ein mattes Licht hervorbringt, ob aber jene Vires electricae mit dem Leuchten irgend welchen ursächlichen Zusammenhang haben oder nicht, darüber spricht er sich in seinem Buche mit keinem Worte aus. Nur in einem Briefe an Leibniz bemerkt er bei einer Anweisung zum Gebrauche der Schwefelkugel, dass dieselbe die elektrischen Kräfte am stärksten und besten zeige, wenn sie so und unter solchen Umständen gerieben sei, dass sie im Dunkeln das stärkste Leuchten hervorbringe, womit wenigstens ein gewisser zeitlicher Zusammenhang zwischen den elektrischen Kräften und dem Leuchten der Kugel constatirt ist.

---

[1]) Ottonis de Guericke Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica. Amstelodami 1672. P. 125—151.

Das Schweigen GUERICKE's über die theoretische Bedeutung, sowie die seltsame Zusammenstellung seiner neuen Beobachtungen liessen die Physiker vorerst die neuen Wirkungen der elektrischen Kräfte ganz übersehen und bis zum Ende des siebzehnten Jahrhunderts blieb man dabei, dass die Vis electrica nur Anziehungen und Abstossungen bewirke. Erst im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts beschäftigte sich HAWKSBEE, der damalige Curator of Experiments der Royal Society, eingehender mit den Lichtern, welche die elektrischen Erscheinungen immer begleiten, und auch er kam zu diesen Versuchen, wenigstens so wie er es darstellt, nicht in GUERICKE'scher Art von elektrischen, sondern von optischen Untersuchungen aus, obgleich schon HOOKE, der Vorgänger HAWKSBEE's, in den Sitzungen der Royal Society nachdrücklich auf die elektrischen Arbeiten GUERICKE's hingewiesen hatte.

In der zweiten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts hatte man sich angelegentlichst mit der Untersuchung und Herstellung von Phosphoren, d. h. mineralischen Substanzen beschäftigt, die nach kurzer Belichtung oder Erwärmung im Dunklen selbstthätig Licht ausstrahlten. Zu diesen Phosphorescenzlichtern rechnete man auch das matte Licht, welches sich zeigte, wenn das Quecksilber in der TORRICELLI'schen Röhre eines Barometers leicht geschüttelt wurde, und man gab demselben den Namen des merkurialischen Phosphors, obgleich dabei weder Belichtung noch Erwärmung sondern nur Bewegung nöthig war.

HAWKSBEE zeigte, dass man dieses Phosphorescenzlicht auch ohne Barometer hervorrufen könne, wenn man nur Quecksilber im luftleeren Raume sich an Glas reiben lasse. Er fand dann durch sehr zahlreiche und geistreiche Versuche noch weiter, dass auch beim Reiben von Glas und Harz mit den verschiedensten anderen Stoffen im Dunkeln sich immer Lichter zeigten. Ja er entdeckte, dass dabei sogar zweierlei Arten von Lichtern entstehen könnten, je nachdem der Raum, in dem die Lichter sich entwickeln sollten, mit Luft erfüllt blieb oder soviel als möglich luftleer gemacht wurde. Im letzteren Falle entstand das schon bekannte matte Phosphorescenzlicht, während im lufterfüllten Raume das Licht immer blitzartig wurde und in Funken von dem geriebenen Körper nach den Gefässwänden oder wohl auch von diesen auf äussere Körper, wie die genäherte Hand des Experimentators, übersprang.

Dabei war auch nicht zu verkennen, dass bei diesem Reiben immer zugleich mit den Lichtern sich elektrische Abstossungen und Anziehungen oder Bernsteinkräfte zeigten und dass die Intensitäten beider Erscheinungen, wie das schon GUERICKE in seinem Briefe an LEIBNIZ angedeutet hatte, einander immer proportional waren. Ein zeitlicher Zusammen-

hang wenigstens zwischen der Entstehung der Bernsteinkräfte und der der Lichter schien danach sicher, und HAWKSBEE constatirte denselben auf das Bestimmteste. Wie man diesen Zusammenhang aber physikalisch sich denken und wie man ihn theoretisch erklären sollte, darüber unterliess HAWKSBEE vorsätzlich jede Hypothese.

HAWKSBEE erwartete nicht Geringes von den neu entdeckten Eigenschaften der Elektricität; er machte sogar in der Vorrede zur Sammlung seiner Abhandlungen, die 1709 erschien, auf die Wichtigkeit aufmerksam, welche die von ihm entdeckten elektrischen und Lichterscheinungen für die Erklärung der unwillkürlichen Bewegungen der Thiere erlangen könnten, aber theoretisch mochte er darüber doch nichts Sicheres aussagen.[1]) Er hielt daran fest, dass die elektrischen Kräfte auf Ausflüssen aus den elektrischen Körpern beruhen, und er war als Anhänger NEWTON's fest davon überzeugt, dass auch das Licht nur durch Ausströmungen aus den leuchtenden Körpern sich verbreitet. Ob aber nun die elektrischen und die Lichteffluvien voneinander verschieden oder ob sie identisch sind, ob sie, wenn das Erstere der Fall, beide direct durch Reiben aus geeigneten Körpern ausgetrieben werden, oder ob die durch Reiben erregten elektrischen Ausflüsse nur den Lichtstoff mit sich aus den Körpern reissen, darüber wagte HAWKSBEE keinen Entscheid. Am ehesten scheint er der letzteren Meinung zugeneigt und ihr schliessen sich seine Sätze am besten an; auch liess sich von dieser Meinung aus der Einfluss der Luftverdünnung auf die Art des Lichtes noch am bequemsten erklären.

HAWKSBEE zeigte sich auch in dieser Beziehung als treuer Anhänger NEWTON's, seines Vorgesetzten in der Royal Society, und wie dieser in seiner Optik deutet auch er seine theoretischen Ansichten nur in Fragen, die den betreffenden Abschnitten seines Werkes angehängt sind, an. Spätere Physiker freilich wurden doch allmählich kühner und diese, radikaler vorgehend, identificirten dann ohne Weiteres die Materie der elektrischen Ausflüsse mit dem Lichtstoff. Vor der Hand aber

---

[1]) Physico-Mechanical Experiments on various subjects. Containing an account of several surprizing Phenomena touching Light and Electricity, producible on the Attrition of Bodies ... by F. HAUKSBEE. London 1709. The Preface: ... But the Nature and Laws of Electrical Attractions have not yet been much consider'd by Any: And in the following Observations, 'tis hoped, the Reader may meet which many things, which may be of great Use in discovering some of the wonderful and hitherto unheeded Effects of this strange Property of Bodies, in several of the Observations of Nature; and possibly in Production and Demonstration even of Involuntary Motions in the Parts of Animals; of which very little has yet been wrote intelligibly.

blieben wohl die meisten Physiker bei der Meinung von besonderen Licht- und elektrischen Effluvien, von denen nur die ersteren leicht auch durch die letzteren mit erregt würden. Dieser Ansicht schloss sich auch s'Gravesande in seiner 1720 zuerst erschienenen Einleitung in die Newton'sche Physik an und er benutzte dieselbe nicht ungeschickt um etwas weiter in der Erklärung der elektrischen Lichterscheinungen vorwärts zu kommen. Er behandelte demgemäss die gesammte damals bekannte Elektricitätslehre in dem Abschnitt „von dem Feuer" und speciell in dem Kapitel, welches „von dem in die Körper eingeschlossenen Feuer" handelt.[1])

s'Gravesande definirt die Elektricität als diejenige Eigenschaft vieler Körper, wenn sie durch Reiben erwärmt worden sind, andere sehr leichte Körper auf merkbare Entfernungen hin anzuziehen und abzustossen.[2]) Jeder Körper, der elektrisch werden kann, enthält nämlich in sich und um sich eine Atmosphäre aus sehr feinen Theilchen, die beim Reiben des Körpers mit den Körpertheilchen selbst in Schwingungen gerathen und so sehr leichte Körper mit sich nach dem Körper hin und von ihm weg führen. Durch die Thätigkeit dieser Atmosphäre wird auch die Feuermaterie, welche in allen Körpern enthalten, mit aus dem geriebenen Körper herausgetrieben, sodass der ganze Körper leuchtend wird. Dieses Leuchten ist aber nach der verschiedenen Erfüllung des umgebenden Raums mit Luft auch ein verschiedenes, denn augenscheinlich bewegt sich sowohl die Atmosphäre der Körper wie auch die Feuermaterie leichter durch den luftleeren als durch den lufterfüllten Raum. Daher erscheint in einer luftleer gemachten und dann geriebenen Glaskugel leicht das Licht im Innern ehe die Kugel aussen leuchtet, und nur wenn auch die Kugel mit Luft erfüllt ist, scheint das Licht nach aussen auf nahe Körper, wie die Hand, überzugehen.

Auf diese Weise kam man bis gegen das Jahr 1730 in der Erklärung der elektrischen Erscheinung mit der alten Theorie der Ausflüsse aus und erst um diese Zeit, als Stephen Gray[3]) das Strömen der Elektricität in gewissen Körpern, die man bald Conduktoren[4]) nannte, sowie auch den vollstän-

---

[1]) Elemens de Physique ... ou Introduction à la Philosophie Newtonienne. Ouvrage traduit du Latin de Guillaume Jacob 's Gravesande. A Leide, 1746. Livre IV. Partie II: Du Feu. Chapitre XI: Du Feu renfermé dans les Corps, où l'on traite de l'Electricité.

[2]) ibid. Pag. 86: L'Electricité est cette propriété qu'ont plusieurs Corps échauffez par le Frottement, d'attirer et de repousser des Corps fort légers, à une Distance sensible.

[3]) New and curious electrical experiments. By Mr. Steph. Gray. Philosophical Transactions of the Royal Society no. 417, p. 18, Jan. 1731; Phil. Trans. abridged, vol. VI, part. II, p. 5—17.

[4]) Experiments made before the Royal Society, Febr. 2

digen Uebergang derselben von einem solchen Körper auf einen anderen experimentell mit vollständigem Erfolge nachwies, wurde man gezwungen die Anschauungen von den elektrischen Ausflüssen oder von der elektrischen Atmosphäre eines elektrischen Körpers stärker zu modificiren. Doch auch diese Modification gelang noch auf ziemlich einfache Weise ohne Aufgabe des alten Fundaments. Bis dahin hatte man die subtile Materie, aus der die elektrischen Ausflüsse bestehen sollten, als den einzelnen Körpern untrennbar zugehörig betrachtet und angenommen, dass dieselben nach dem Ausströmen aus einem Körper immer wieder in denselben zurückkehren müssten, durch welche Strömungen eben Anziehungen wie Abstossungen zugleich erklärt wurden. Gray aber nahm, ohne weitere Ueberlegung und ohne weiteres Aufheben davon zu machen, einfach an, dass diese Ausflüsse oder Atmosphären auch dauernd von einem Körper auf den anderen übergehen könnten, ohne je wieder auf den ersteren zurückzukehren. Damit war freilich die Erklärung der elektrischen Anziehungen und Abstossungen durch entgegengesetzte Strömungen in den elektrischen Atmosphären unmöglich geworden, aber diese Erklärung war jetzt auch nicht mehr nöthig. Die Entwicklung der Newton'schen Physik führte von selbst dazu, den verschiedenen Materien ihre Wirkungsfähigkeiten als besondere primitive Kräfte zuzuschreiben und so legte man nun auch den elektrischen Atmosphären die Anziehungs- und Abstossungskräfte ohne weitere Ableitung bei. Ja manchmal vernachlässigte man sogar über der Betrachtung der elektrischen Kraft die elektrische Materie, an welche jene gebunden, fast ganz, und Gray spricht schon bei seinen Leitungsversuchen öfters von der Fortpflanzung der elektrischen Kraft, ohne die Strömung der Materie dabei zu erwähnen.[1]) Auf der anderen Seite erhielt wieder die elektrische Materie insofern eine wichtigere Stellung, als sie nun nicht mehr an die einzelnen Körper fest gebunden, sondern in denselben und auch ausserhalb derselben beweglich und also von der Körpermaterie gewissermaassen unabhängig geworden war.

Im Allgemeinen merkte man gerade in der Elektrik noch wenig von einer fundamentalen Umwandlung der Vorstellungen

---

1738, by J. T. Desaguliers; Phil. Trans. no. 454; Phil. Trans. abr. vol. VIII, p. 422: In the following Account, I call Conductors those Strings, to one End of which the rubbed Tube is applied.

[1]) An einer Stelle der vorher erwähnten Abhandlung Gray's heisst es (p. 7): I next proceeded to try to what greater distances the electric vertue might be carried. An einer anderen Stelle (Ueberschrift p. 11): (The electric vertue) carried several ways at the same time, and to considerable distances. Dafür steht aber an einer dritten Stelle wieder (p. 13): The electric effluvia carried in a circle, and communicated from one circle to another.

und glaubte noch immer mit der Materie der elektrischen Ausflüsse ganz gut auszureichen. Erst als der erfolgreiche Concurrent Stephen Gray's in Frankreich, Charles Du Fay, bei seiner Wiederholung und Weiterführung der Gray'schen Versuche über die Mittheilung der Elektricität von elektrischen an unelektrische Körper entdeckte und mit grösster experimenteller Sicherheit constatirte, dass nicht alle elektrischen Körper in ihrem Verhalten einander gleich seien, sondern dass man jedenfalls zwei verschiedene Arten von elektrischen Körpern unterscheiden müsse, erst da zeigten sich die grossen Schwierigkeiten der Ausflusstheorie.

Du Fay hatte ebenfalls noch im Anfang der dreissiger Jahre des vorigen Jahrhunderts nach der Art Gray's leichte, isolirt aufgehängte, leitende Körper mit Elektricitäten von vielen verschiedenen geriebenen Körpern geladen und dann das Verhalten der so geladenen leichten Körper untereinander wie gegen geriebene glashafte oder harzigte Körper vor Allem untersucht. Dadurch war er zu folgenden zwei, ungeheures Aufsehen erregenden, aber doch unanfechtbaren Erfahrungssätzen gekommen[1]: 1. Es giebt zwei besondere und ganz von einander unterschiedene Elektricitäten, nämlich die glashafte und die harzigte, von denen eine jede allein diejenigen Körper anzieht, so von der anderen sind zurückgestossen worden; 2. die elektrischen Körper ziehen allezeit und ohne Unterschied alle diejenigen an, so nicht elektrisch sind und treiben hingegen alle diejenigen zurück, die mit derjenigen von beiden Elektricitäten begabt sind, welche mit der ihrigen von einerlei Art ist.

Man hat danach öfters Du Fay als den Autor der späteren dualistischen Theorie der elektrischen Flüssigkeiten bezeichnet, meist jedoch in einem falschen Sinne. Du Fay's Grundsätze sind reine Inductionen auf Grund seiner Experimente und Erfahrungen. Sie sagen nur, dass geriebene Glas- und Harzkörper ein entgegengesetztes elektrisches Verhalten zeigen; von verschiedenen elektrischen Flüssigkeiten, die einzeln in diesen Stoffen oder gar vereinigt in unelektrischen Körpern vorhanden sein sollten, sagt er selbst noch kein Wort. Darum muss er auch seinen zwei Grundsätzen von der Abstossung gleichnamiger und der Anziehung ungleichnamiger Elektricitäten noch den dritten Satz von der Anziehung der

---

[1]) Caroli de Cisternai du Fay, Oberaufsehers des Königl. Kräuter-Gartens zu Paris und Mitgliedes der Königl. Französischen und Englischen Societät der Wissenschaften, Versuche und Abhandlungen von der Elektricität derer Körper, welche er bei der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris in denen Jahren 1733 bis 1737 vorgestellt und bei denen Versammlungen derselben abgelesen hat. Aus dem Französischen ins Deutsche übersetzt. Erfurth 1745. S. 229.

unelektrischen Körper durch alle elektrischen anfügen. Du Fay blieb ohne jedes Bedenken bei der Theorie der Ausflüsse und liess sich über eine etwaige Verschiedenheit solcher Ausflüsse bei harzigten oder Glaskörpern mit keinem Worte weiter aus.

Ueberhaupt trat nun schon auch bei den Franzosen gerade wie bei den Engländern die theoretische Hypothese ganz zurück und die erklärende Zusammenfassung der Erscheinungen ist jedenfalls nicht Du Fay's stärkste Seite. So meint er z. B., dass das durch Reiben erweckte elektrische Licht eines Glases doch wohl nicht so genau mit den elektrischen Materien verbunden wäre, dass es nicht für sich selbst fortbestehen könne, auch wenn die Elektricität durch Feuchtigkeit völlig zu nichte gemacht worden sei.[1]) Und die starken Funken, welche er zuerst aus isolirten menschlichen und thierischen Körpern zog, meint er nur durch einen besonderen Dunstkreis erklären zu können, den das lebende Thier wie auch der lebende Mensch um sich her ausstrahle, und der die Feuermaterie, welche aus ihnen herausgelockt werde, erst gleichsam entzünde und in ein wirkliches Feuer verwandle.[2]) Doch wurde diese merkwürdige Meinung fast augenblicklich durch Gray widerlegt, welcher zeigte, dass man elektrische Funken nicht bloss aus lebenden Körpern, sondern ebenso stark auch bei richtiger Veranstaltung aus Metallstangen ziehen könne.[3])

Wie schon bemerkt, hatte die Beobachtung der elektrischen Lichterscheinungen theoretische Zweifel an der geltenden Theorie der elektrischen Ausflüsse noch kaum erregt und erst die Entdeckung Du Fay's von der Verschiedenheit des elektrischen Verhaltens harzigter und glashafter Körper liess das Bedürfniss nach neuen oder wenigstens modificirten Fundamentalanschauungen erwachsen. Diesem Bedürfniss versuchte der berühmte französische Physiker Abbé Nollet vom Jahre 1745 an in mehreren Werken noch einmal, und damit vorläufig zum letzten Male,

---

[1]) Du Fay, Versuche und Abhandlungen von der Elektricität. Deutsche Uebersetzung. Erfurth 1745. S. 216.

[2]) ib. S. 219: „Ein lebendiges Thier, das auf diese Art (d. h. isolirt) ist aufgehängt worden, thut ganz gewiss ebendieselbe Wirkung (wie ein menschlicher Körper); wenn es aber todt ist, so kommen keine Funken mehr zum Vorschein und man bemerkt nur ein blasses Licht von einerlei Gestalt, welches aus diesem Körper herauszukommen scheint, wenn man die Hand nahe daran hält. Der lebendige Körper eines Menschen oder eines Thieres ist demnach mit einem Dunst-Creiss umgeben, dessen Materie vermögend ist, dasjenige Licht, so sich bei der glafshaften Electricität befindet, gleichsam anzuzünden und in ein würkliches Feuer zu verwandeln.“ Mit harzigten Stoffen hat Du Fay nie Feuer aus einem Körper bekommen, wahrscheinlich aber nur, wie er selbst bemerkt, weil er keine genügend grossen Stücke hatte.

[3]) Philos. Transact. no. 436, p. 16, 28. Jan. 1735; auch Phil. Trans. abridged., vol. VIII, p. 397.

auf Grund einer leichten Umänderung oder weiteren Ausbildung der alten Ausflusstheorien gerecht zu werden. Er stützt seine verbesserte Theorie der Ausflüsse auf folgende achtzehn Sätze, die nach ihm direct von der Erfahrung abgezogen sind[1]: „1. Die Elektricität ist die Wirkung einer flüssigen Materie, die sich innerhalb der elektrischen Körper oder um dieselben herum bewegt. 2. Dieses flüssige Wesen ist weder die eigene Materie des elektrischen Körpers noch die gemeine Luft (l'air grossier), die wir athmen. 3. Wir haben alle Ursache, zu glauben, dass die elektrische Materie mit der des elementarischen Feuers und des Lichts einerlei sei, die mit einer anderen Substanz vereinigt ist, die ihr den Geruch verschafft. 4. Diese Materie ist überall vorhanden, sowohl im Innern der Körper als in der umgebenden Luft. 5. Die erregte oder in Bewegung gesetzte Materie bewegt sich, so viel sie kann, in grader Linie und ihre Bewegung ist im Allgemeinen eine fortgehende Bewegung, welche ihre Theile fortführt. 6. Die elektrische Materie ist subtil genug, um die härtesten und dichtesten Körper zu durchdringen. 7. Aber sie durchdringt nicht alle mit gleicher Leichtigkeit. Die lebenden Körper, Metalle und Wasser durchdringt sie am leichtesten, aber Harz, Schwefel u. s. w. kann sie nur mit mehr Mühe durchdringen, es sei denn, dass diese erwärmt oder gerieben werden. 8. Die Luft ist ebenfalls durch die elektrische Materie, wie die Metalle, durchdringlich. 9. Wenn die elektrische Materie aus einem Körper mit mehr Gewalt geht und sich den Weg in die Luft bahnt, sie mag sichtbar sein oder nicht: so zertheilt sie sich in mehrere zerfahrende Aussprünge oder Springbrunnen, welche eine Art von Büschelchen oder Bürstchen bilden (en plusieurs jets, qui forment une espèce de gerbe ou d'aigrette). 10. Ein durch Reiben oder durch Mittheilung elektrisirter Körper schiesst von allen Seiten Strahlen der elektrischen Materie aus, welche in graden Linien in die Luft oder andere im Raume sich befindliche Körper erstrecken. 11. So lange die Ausflüsse dauern, so lange kommt eine gleiche Materie von allen Seiten her auf den elektrischen Körper in Gestalt convergenter Strahlen. 12. Diese beiden Ströme der elektrischen Materie, die entgegengesetzte Richtungen haben, verrichten ihre Bewegungen zu gleicher Zeit, aber der eine ist stärker als der andere. 13. Die Oeffnungen, durch welche die Elektricität aus dem elektrischen Körper kommt, sind nicht so zahlreich als die, durch welche sie wieder hineingeht. 14. Die Materie, so zu dem elektrisirten Körper kommt, ist ihm nicht

[1]) Nollet, Leçons de physique experiméntale, Amsterdam 1754, t. VI, p. 407—410; auch ins Deutsche übersetzt unter dem Titel „Physikalische Lehrstunden", Erfurt 1766, S. 347—350.

bloss durch die Luft verschafft worden, sondern durch alle anderen Körper in der Nähe, welche durch Mittheilung elektrisch zu werden fähig sind. 15. Die Materie, so aus dem isolirten Conductor (der Elektrisirmaschine) durch die verschiedenen Theile seiner Oberfläche herausgeht, die aber nicht an die Kugel (der Maschine) reichen, kommt doch grösstentheils aus der Kugel und dem Körper, welcher sie reibt. 16. Die Materie, welche von allen Seiten zu dem isolirten Conductor kommt, begiebt sich grösstentheils zu der Kugel und dem Körper, welcher sie reibt, von wo sie in die umgebende Luft oder andere dabei liegende Körper wandert. 17. Die durch Mittheilung elektrisirten Körper verlieren leicht ihre Kraft durch das Berühren eines anderen nicht isolirten Körpers. 18. Das durch Reiben oder durch die Mittheilung elektrisirte Glas entledigt sich seiner Elektricität nicht auf dieselbe Art und kann solche länger erhalten als die gewöhnlichen Conductoren."

Es kann bei näherer Betrachtung nicht entgehen, dass diese Sätze trotz des alten Fundaments doch auch fruchtbare moderne Ideen, wie die des immerwährenden Ausgleichs der elektrischen Materie zwischen dem elektrisirten Körper und seiner Umgebung und der immerwährenden Gleichzeitigkeit entgegengesetzter elektrischer Ströme, enthalten, doch blieb dafür gerade die Erklärung der elektrischen Fundamentalwirkungen nicht ohne erhebliche Schwierigkeiten, und bei den immer entgegengesetzten elektrischen Strömungen wollte wieder das Zustandekommen der elektrischen Anziehungen und Abstossungen nicht recht einleuchten. Nollet gab hierfür die folgende, nicht sehr einfache Erklärung. Leichte Körper nähern sich, so lange sie selbst noch unelektrisch sind, den elektrisirten Körpern, weil die nach dem letzteren von allen Seiten hinströmenden elektrischen Materien in seiner Nähe dichter und darum mächtiger sind, als die von ihm in Büscheln ausgehenden Ströme, die leicht an den in der Nähe befindlichen leichten Körpern vorbeigehen. Ist aber solch ein kleiner Körper durch Mittheilung selbst elektrisch geworden, so vergrössert die von ihm selbst nun ausstrahlende Atmosphäre sehr stark sein Volumen, ohne sein Gewicht zu vermehren, so dass nun die von den beiden elektrischen Körpern ausstrahlenden Büschel jedenfalls aufeinander treffen und die beiden Körper auseinander, d. h. den leichteren von dem grösseren wegtreiben. In beiden Fällen wirken auf die leichten Körper entgegengesetzte Strömungen, aber im ersteren Falle sind die Zuflüsse und im letzteren Falle die Ausflüsse mächtiger, so dass die leichten Körper einmal

den einen und einmal den anderen Strömungen folgen.[1]) Die merkwürdige Verschiedenheit des elektrischen Verhaltens der glashaften und harzigten Körper lässt sich durch zwei Annahmen erklären, die wahrscheinlich beide richtig und wirksam sind. Die Erscheinung, dass ein leichterer, durch harzigte Elektricität elektrisirter Körper von einem elektrischen Glaskörper gar nicht abgestossen, sondern angezogen wird, kann daher rühren, dass die elektrischen Ausflüsse der harzigten Körper viel schwächer sind als die der glashaften, und dass sich also die ersteren den letzteren gegenüber wie unelektrische Körper verhalten. Aber sie kann auch davon herrühren, dass die Ausflüsse der elektrisirten glashaften Körper durch die harzigten, wenn dieselben nur warm genug gerieben werden, mit Leichtigkeit hindurchgehen. Dann kommt die Abstossung der glashaften Ausflüsse hier gar nicht zur Wirkung, während die scheinbare Attraction der Zuflüsse der glashaften Körper leicht die Abstossung der harzigten Ausströmungen überwiegt.[2]) Leichter als die Erklärung der elektrischen Anziehungen und Abstossungen ist natürlich die der elektrischen Lichterscheinungen, da ja Nollet die elektrische Materie als der Hauptsache nach aus Lichtstoff bestehend annimmt; es hat darum weniger Interesse, diese Erklärungen weiter zu verfolgen.

Nollet's Theorie fand vor Allem in Frankreich schnellen Eingang und enthusiastische Anhänger, wo derselben allerdings der mächtige persönliche Einfluss und das gewaltige Ansehen ihres berühmten akademischen Urhebers zu Hülfe kam. Indessen konnte der Letztere doch nicht hindern, dass in dem von den Wissenschaften noch kaum berührten Amerika sich eine andere Theorie der seinigen entgegensetzte, deren Autor, ein Buchdrucker und Buchhändler, von dem zünftigen Physiker kaum als ein ebenbürtiger Gegner anerkannt wurde. Und doch errang diese neue Theorie in ziemlich kurzer Zeit einen völlig entscheidenden Sieg, denn was der Nollet'schen Theorie an Einfachheit, Klarheit und Bestimmtheit abging, das besass gerade die elektrische Hypothese, welche jener Buchhändler, Benjamin Franklin, mit seinen Freunden vom Jahre 1747 an entwickelte, in bestechendem Maasse, und trotz allen Fehlens von wissenschaftlichen Ahnen bei dem amerikanischen Quäker muss man doch diesen und nicht den Pariser Akademiker als den ersten Theoretiker moderner Art auf elektrischem Gebiete anerkennen.

Franklin's Theorie[3]) beruht auf den folgenden Sätzen:

---

[1]) Leç. de phys. expér., Amsterd. 1754, t. VI, p. 417.

[2]) Leç. de phys. expér., t. VI, p. 421.

[3]) New experiments and observations on Electricity made at Philadelphia in America, by Mr. Benjamin Franklin, and communicated in several Letters to Mr. Collinson at London, F. R. S. London

„Durch die ganze körperliche Natur ist eine sehr subtile Materie verbreitet, welche den Grund und die Ursachen aller elektrischen Erscheinungen enthält. Die Theile dieser feinen Materie, welche man nach Belieben Aether, Feuer, Licht u. dergl. m. benennen kann, stossen sich untereinander ab. Sie werden aber von den Theilen der gemeinen Materie, aus welchen die Körper bestehen, stark angezogen. Enthält ein Theil körperlicher Materie so viel von dieser feinen elektrischen Materie, als er einnehmen kann, ohne dass dieselbe auf der Oberfläche mehr als im Innern gehäuft liegen bleibt; so ist er, in Absicht auf die Elektricität, in natürlichem Zustande. Ein mehreres macht ihn positiv oder plus, weniger aber negativ oder minus elektrisch. Alle elektrischen Erscheinungen entstehen durch den Uebergang dieser Materie aus einem Körper in den anderen und die dadurch hervorgebrachte ungleiche Vertheilung derselben in den Körpern."[1])

Die Angemessenheit und Fruchtbarkeit seiner Theorie wusste Franklin selbst von Anfang an in glänzendster Weise zu vertheidigen. Gleich in dem ersten der Briefe (vom 28. Juli 1747), in denen er Nachrichten über seine elektrischen Entdeckungen nach Europa sandte, konnte er die erstaunlichen Wirkungen der zwei Jahre vorher erfundenen Leydener Flasche, die man bis dahin nur angestaunt, aber nicht begriffen hatte und die auch bei Nollet noch unerklärt geblieben waren, nach seiner Theorie in so klarer Weise erläutern, dass diese Erläuterung in den Fundamenten bis heute noch unverändert geblieben ist. Man muss an die Neuheit und Schwierigkeit der Sachen und die bis dahin herrschende Unklarheit in elektrischen Dingen denken, um den Werth der Franklin'schen Erklärungen richtig zu würdigen, zumal Franklin sich dabei bemühte auch die Quantitätsverhältnisse der elektrischen Erscheinungen, zum ersten Male seit ihrer Beobachtung überhaupt, entsprechend zu berücksichtigen. „Wenn man den Draht und den Kopf der Bouteille, so sagt er in jenem Briefe, positiv oder plus elektrisirt; so wird zu gleicher Zeit der Boden (d. h. die äussere Belegung) derselben in gleichem Verhältniss negativ oder minus elektrisirt; d. i. soviel von dem elektrischen Feuer durch den Kopf inwendig hineingebracht wird, eben soviel geht aus dem Boden wieder heraus. Man nehme an: der ganze Vorrath von elektrischer Materie, der sich in jeder Fläche des Glases befindet, ehe noch das Elektrisiren den Anfang genommen hat, betrage zwanzig; bei jedem Striche mit der Elektrisirröhre aber werde ein Theil der elektrischen Materie, den man für Eins annimmt,

1751. Des Herrn Benjamin Franklin's Esq. Briefe von der Elektricität. Aus dem Englischen übersetzt, nebst Anmerkungen von J. C. Wilcke. Leipzig 1758.

[1]) Franklin's Briefe von der Elektricität, Vorrede des Uebersetzers.

in dasselbe hineingebracht: so beträgt die Menge von elektrischer Materie im Drahte und dem oberen Theile der Flasche nach dem ersten Striche ein und zwanzig, im Boden hingegen neunzehn. Nach dem zweiten Striche bekömmt der obere Theil zwei und zwanzig, der untere wird aber itzt nur noch achtzehn Theile enthalten. Nach zwanzig Strichen wird endlich die Menge von elektrischer Materie im oberen Theile gleich vierzig, dahingegen der untere gar nichts behält. Und hiemit ist die Arbeit aus, weil in den oberen Theil nicht das geringste mehr hineingebracht werden kann, sobald man aus dem untern ferner nichts heraustreiben kann. Das Gleichgewicht im Glase, kann auf keine Weise durch eine inwendige Verbindung oder Berührung der Theile wieder hergestellet werden: sondern dieses muss durch eine ausserhalb des Glases angebrachte Gemeinschaft zwischen dem Kopfe und dem Boden der Flasche vermittelst eines leitenden Körpers, den man beide Theile zu gleicher Zeit berühren lässt, erhalten werden. Berühret man die Theile hingegen wechselsweise, so erfolget diese Wiederherstellung des Gleichgewichtes nachgerade. Weil nun nach obigem in den obern Theil des Glases weiter nichts hineingebracht werden kann, so bald aus dem Boden alles herausgetrieben ist; so wird auch in eine noch nicht elektrisirte Flasche, durch die Oeffnung nicht das geringste hinein zu bringen seyn, wenn aus dem Boden nichts heraustreten kann. Es zeiget sich dieses, wenn das Glas auf einen für sich elektrischen Körper (d. h. Isolator) hingestellet wird. Wenn hinwiederum das Glas schon elektrisiret ist, so kann bei Berührung des Drahtes nicht das geringste vom elektrischen Feuer aus dem obern Theile herausgezogen werden, woferne nicht zu gleicher Zeit eben so viel durch den Boden wieder hinein gehen kann. Man setze nur die elektrisirte Flasche auf reines Glas oder auf trockenes Pech; so wird man bey Berührung des Drathes das Feuer oben nicht herausbringen können."

Schon im zweiten Briefe Franklin's vom 1. September 1747 folgt diesem eine ebenso natürliche Theorie der Elektrisation eines Körpers durch Reiben. „Wenn ein Mensch A, so heisst es da, auf Pech steht und das Glasrohr reibt, eine andere ebenfalls auf Pech stehende Person B aber die Funken zieht; so werden beyde, wenn man dieselben sich untereinander nicht berühren lässt, einer dritten C auf dem Boden stehenden (also unelektrischen) Person elektrisch erscheinen. Es wird nämlich diese dritte Person jedesmal einen Funken empfinden, wenn sie sich mit dem Knöchel nach einander jeder der zwei ersten Personen besonders nähert. Diese Erscheinungen suchen wir auf folgende Weise zu erklären. Wir setzen, wie gesagt ist, voraus, dass das elektrische Feuer ein allgemeines Element ist, von welchem eine jede derer drey obengenannten Personen,

ehe die Arbeit mit der Röhre vorgenommen wird, einen gleichen Theil enthält. A, der auf Pech steht, und die Röhre reibt, sammlet das elektrische Feuer aus ihm selber in das Glas. Und weil seine Gemeinschaft mit dem allgemeinen Vorrathe in der Erde durch das Pech abgeschnitten ist; so kann sein Körper nicht unmittelbar wieder erfüllet werden. B, der ebenfalls auf Pech steht und seinen Knöchel nach der Länge der Röhre herunter bewegt, empfängt das Feuer, welches das Glas A gesammelt hatte. Und weil dessen Gemeinschaft mit dem allgemeinen Vorrathe ebenfalls abgeschnitten ist, so behält er den ihm zugelegten und empfangenen Überschuss. Beyde aber müssen dem dritten C, der auf dem Boden steht, elektrisch erscheinen: weil nämlich dieser nur den mittleren Vorrath an elektrischer Materie hat, so bekömmt er bei Annäherung gegen B, welcher einen grösseren Vorrath hat, als er selbst, einen Funken, giebt aber selbst ebenfalls einen Funken an A, weil derselbe weniger hat. Wenn A und B einander berühren, so wird der Funke stärker; weil der Unterschied unter ihnen grösser ist. Nach dieser Berührung erfolgt aber sodann zwischen keinen von Beyden und C ein Funke; weil das elektrische Feuer in allen dreyen schon wieder zu seiner ursprünglichen Gleichheit gebracht ist."

„Das Reiben, so heisst es dann noch im vierten Briefe, eines für sich unelektrischen Körpers (d. i. eines Leiters) gegen einen für sich elektrischen, erwecket das elektrische Feuer; solches wird dadurch aber nicht eigentlich hervorgebracht, sondern nur gesammlet. Dasselbe ist durch unsere Wände, Böden, Erde und durch die ganze Masse gemeiner Materie gleichförmig verbreitet. Die umgedrehte Glaskugel (einer Elektrisiermaschine) zieht hier, während des Reibens gegen das Küssen, das Feuer aus dem Küssen; das Küssen wird aus dem Gestelle der Maschine, und dieses wieder aus dem Boden, worauf dem sie stehet, gefüllt. Man schneide durch dickes Glas oder Pech, welches man unter das Küssen legt, diese Gemeinschaft mit der Erde ab; so kann kein Feuer hervorgebracht werden, weil dasselbe nicht kann gesammelt werden."

In diesem vierten seiner Briefe gab Franklin endlich auch noch auf Grund seiner Hypothese eine Theorie der Gewitter. „Das Weltmeer, sagt er, besteht aus Wasser, einem Leiter, und Salz, einem Nichtleiter. Sobald in demselben unter denen Theilen, welche sich nahe an der Oberfläche befinden, ein Reiben entsteht; so wird das elektrische Feuer aus denen unten liegenden Theilen gesammlet. Bey Nacht wird dieses sichtbar, und erscheint bey dem Hintertheile und in dem Wege eines jeden segelnden Schiffes. Bey Stürmen scheint das ganze Meer in Feuer zu stehen. Die abgerissenen Wassertheilchen nun, welche bey dieser Gelegenheit von der

elektrisirten Oberfläche des Meeres losgerissen werden, führen das Feuer beständig, so bald sich solches gesammlet hat, davon. Sie steigen in die Höhe und machen Wolken, welche alsdann im höchsten Grade elektrisch sind. Die Wassertheile, welche in Dünsten aufsteigen, hängen sich selbst an die Theile der Luft an. Das gemeine Feuer sowohl als das elektrische, theilet denen Wassertheilen eine abstossende Kraft mit, und hindert das Anziehen und den Zusammenhang derselben. Bringen also die Wassertheilchen, wenn sie sich an die Luft anhängen, noch dazu elektrisches Feuer mit; so vereiniget sich das Abstossen der elektrisirten Wassertheile unter sich mit dem natürlichen Abstossen der Luft und entfernet die Theile um desto weiter von einander. Wenn solche Wolken gegen Berge angetrieben werden, so ziehen diese Berge, welche weniger elektrisch sind als die Wolken, dieselben an sich, und rauben ihnen bey der Berührung das elektrische Feuer; ja wenn sie kalt sind, nehmen sie ihnen ebenfalls das gemeine Feuer: die Theile hängen sich daher an den Berg und an einander. Ist die Luft nicht stark geladen, so fallen sie nur im Thau auf die Spitzen und Seiten der Berge herunter, machen Wasserquellen, und laufen in Gestalt kleiner Bäche in die Thäler herab, welche sich endlich vereinigen und grosse Ströme und Flüsse ausmachen. Ist die Luft aber stark geladen, so wird das elektrische Feuer auf einmal aus der ganzen Wolke weggenommen; wobey es sodann, indem das Feuer die Wolke verlässt, heftig blitzet und donnert. Die Theile fallen darauf augenblicklich aus Mangel des Feuers zusammen, und schiessen in einem starken Platzregen herunter."

Die drei skizzirten Hauptheile der Franklin'schen Theorie tragen alle einen grossartigen Charakter und wenn der letzte, die Theorie der Gewitter, sich am wenigsten ausreichend zeigte, so muss man bedenken, dass hier zum ersten Male eine wirkliche Theorie dieser Erscheinung, kaum zwei Jahre nach der Erkenntniss derselben als einer elektrischen, gegeben wurde, und dass es auch bis heute nicht gelungen ist, eine vollständige genügende Theorie zu liefern. Ueberhaupt muss man mit Bewunderung anerkennen, dass das vorige Jahrhundert die so neuen und so heterogenen elektrischen Erscheinungen in so kurzer Zeit, keine zwei Jahrzehnte nach ihrem Bekanntwerden, theoretisch so vollkommen geeinigt und so klar gefasst hat. Besonders bei Franklin darf man constatiren, dass die Kraft seiner theoretischen Anlagen der Energie seines empirischen Talents in vollendeter Weise das Gleichgewicht hielt. Was uns aber am meisten zu einer ausführlicheren Darstellung der Franklin'schen Hypothese gedrängt hat, das ist die Thatsache, dass man in der neuesten Zeit von Seiten der Elektriker auf die Fundamente Franklin's

mehr und mehr wieder zurückgegangen ist und dass uns selbst um so mehr gemeinsame Züge zwischen den FRANKLIN'schen und den modernen Ideen hervortreten, je genauer wir die ersteren kennen lernen.

Trotz aller ihrer Vorzüge gelangte aber die Theorie FRANKLIN's doch nicht ohne Kampf zur Herrschaft. NOLLET und seine Anhänger hielten sich keineswegs ohne Weiteres für besiegt und gedachten durchaus nicht ohne Kampf zu weichen. Sobald um das Jahr 1751 die Briefe FRANKLIN's in Europa gedruckt worden waren, griff NOLLET ebenfalls in Briefen FRANKLIN auf der ganzen Linie an, und die FRANKLIN'schen experimentellen Resultate wurden ebenso kräftig angezweifelt wie seine Schlussfolgerungen als absolut unrichtig negirt. Vor Allem richtete sich der Angriff NOLLET's gegen die FRANKLIN'sche Fundamentalhypothese von dem Strömen der Elektricität nur nach einer Richtung und er behauptete dem gegenüber, dass seine Theorie der überall gleichzeitigen Aus- und Zuflüsse durchaus nicht eine willkürliche Annahme, sondern vielmehr eine durch viele Beobachtungen festgestellte Thatsache sei.[1])

Seine Landsleute, die Franzosen, besonders vertheidigten ihren berühmten Akademiker mit grosser Begeisterung und erblickten in der Bekämpfung seiner Theorie fast einen Beweis von Impietät; aber auch manche Deutsche standen mit unerschütterlicher Ueberzeugung auf seiner Seite. Der Engländer PRIESTLEY hatte sich in seiner Geschichte der Elektricität bei der Schilderung des gegenwärtigen Zustandes der Elektricität natürlich ganz an den Amerikaner FRANKLIN angeschlossen; Dr. KRÜNITZ in Berlin aber vertheidigte dem gegenüber in zahlreichen Anmerkungen zu einer Uebersetzung dieses Werkes die NOLLET'sche Theorie mit Fanatismus. „Die Theorie, nicht die Hypothese, des Herrn Abt NOLLET, sagt er z. B.[2]),

---

[1]) Auch NOLLET wollte, wie NEWTON und seine Nachfolger, die Deduktionen seiner Theorie scharf von der empirischen Grundlage derselben trennen. Ce que je sais (heisst es in seinen Leçons de physique expérimentale, Amsterdam 1765, t. VI, p. 406) touchant le mécanisme de la vertu électrique, je le tiens de l'expérience; je me servirai de la même voie pour l'enseigner: je vais retracer en lettres italiques ce que j'ai prouvé dans les deux Sections précédents, relativement aux causes les plus générales des phénomènes; et dans le cours de mes explications, je distinguerai, par ce même caractère, ce que j'emprunterai de ces vérités prouvées, afin qu'on puisse distinguer du premier coup d'ocil ce qui gît en fait, de ce qui n'est que de raisonnement, et regler sa confiance suivant l'un ou l'autre.

[2]) Herrn Joseph Priestley's Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Elektricität. Nach der 2. vermehrten und verbesserten Ausgabe aus dem Englischen übersetzt und mit Anmerkungen begleitet von Dr. JOH. GEORG KRÜNITZ. Berlin und Stralsund 1772. S. 298, Anmerkung 1.

indem auch er die von NEWTON zuerst betonte Unterscheidung von Theorie und Hypothese zu Gunsten seines Helden benutzt, ist in der That die einzige wahre, die einzige auf Erfahrung sich gründende, die einzige auf hinlänglich bestätigten, auf tausend und aber tausendmal wiederholten und allemahl unveränderlichen Begebenheiten beruhende. Es ist daher gar nicht zu verwundern, dass dieser Physiker in seinem letzten Werke ein noch ebenso eifriger Anhänger davon ist, wie er es allemahl gewesen. Können wohl die Urheber anderer Theorien dieses von den ihrigen ebenfalls behaupten? Die ihrigen sind viel zu früh entstanden; sie haben erst nachher die Versuche mit denen Systemen, welche sie erfunden hatten, übereinstimmend zu machen gesuchet. Man lese ihre Werke, so wird man sehen, wie sie alle Augenblicke neue Sätze anzunehmen genöthigt sind, um von denen Widersprüchen, die sich in denen Begebenheiten finden, einen Grund anzugeben. Noch mehr; diese Systeme sind zum öfteren von ihren Urhebern ganz und gar verändert worden; zu einem Beweise, dass sie schlecht abgefasst gewesen. Die Theorie des Herrn NOLLET hingegen ist niemals abgeändert worden; sie ist noch ebenso, wie sie immer gewesen ist; es ist nicht das Geringste darinn verändert worden, weil die Begebenheiten, worauf sie gegründet ist, beständig sind."

Uebrigens zeigen PRIESTLEY und sein Uebersetzer KRÜNITZ ganz denselben gleichartigen, nur entgegengesetzt gerichteten Subjectivismus und Scholasticismus; jeder rühmt seinen Helden, der eine FRANKLIN und der andere NOLLET, in gleicher Ueberschätzung und spricht von seinem Gegner mit der gleichen Nichtachtung. PRIESTLEY behauptet in seiner Geschichte der Elektricität: „Die englischen Naturforscher, und vielleicht auch der grösste Theil der Ausländer, haben gegenwärtig insgesammt die Theorie der positiven und negativen Elektricität (die Theorie FRANKLIN's) angenommen." KRÜNITZ aber sagt in einer Anmerkung (Geschichte der Elektricität, S. 300, Anm. g) dazu: „Diese Worte muss Herr PRIESTLEY in seinen Papieren durchstreichen. Der grösste Theil der ausländischen Naturforscher hat die Theorie der positiven und negativen Elektricität nicht angenommen; vielmehr treten fast alle der Lehrmeinung des Herrn ABT NOLLET von den gleichzeitigen Zu- und Ausflüssen bei, wie aus ihren Schriften zu ersehen ist." „Die Lehre des Herrn FRANKLIN, sagt PRIESTLEY dann noch an einem anderen Orte, ist (auch) in Frankreich so wohl aufgenommen worden, dass sie der . . . von der französischen Akademie der Wissenschaften für souverain erklärten Hypothese des Herrn NOLLET allem Anscheine nach in ihrer Herrschaft gefolget ist: Herr NOLLET eifert recht ernsthaft hiergegen und suchet den Herrn FRANKLIN von der Falschheit der Schlüsse desselben und der Richtigkeit

seiner eignen Hypothese zu überzeugen .... Er sieht es für eine ausgemachte Sache an, dass Herr FRANKLIN seine Versuche weder recht anstellet, noch recht beschrieben, noch recht verstanden, noch recht erkläret habe. Ja er giebt ihm endlich den wohlmeinenden Rath, dass er die Gutheit haben sollte, seine eigenen Versuche von neuem anzustellen, die Versuche des Herrn NOLLET's strenge zu untersuchen, und die Wahrheit, welche hartnäckige Leute mit der Ungewissheit der Erfahrungen bedecken wollten, an's Licht zu bringen. Ich bin versichert, Herr FRANKLIN werde nichts verlieren, wenn er alles dies thäte. Die Versuche des Herrn NOLLET's sind auch richtig: sie haben aber gar nicht die Kraft, welche Herr NOLLET ihnen zutraut; weil sie ehe als so viele Beweise für die Theorie Herrn FRANKLIN's können angesehen werden, als für Widerlegungen derselben." KRÜNITZ aber ist wieder direkt vom Gegentheil überzeugt und drückt das in den Worten aus: „Es wird auch diese Theorie des Herrn NOLLET anjetzt fast durchgängig von allen Naturforschern angenommen; ja ich möchte sogar sagen: von allen (blos die meisten unter den Engländern ausgenommen, welche aus Achtung für ihre Nation, sich zur Lehre des Herrn Dr. FRANKLIN bekennen), wenn es nicht noch drey oder vier Elektrisirer gäbe, welche, ungeachtet man sie ihres Irrthums überführet hat, doch so eigensinnig sind, ihre Meynung nicht fahren lassen."

Wo ganz entgegengesetzte Hypothesen, welche auf Grund ganz gleicher Erfahrungen aufgebaut sind, von verschiedenen Parteien in der Wissenschaft mit gleichem Eifer wechselseitig bejaht und verneint werden, da darf man meist auf tiefer gehende metaphysische Differenzen in den Meinungen schliessen, und dieser Schluss scheint auch in Bezug auf den Kampf der Franklinianer und Nolletianer richtig zu sein. Die NOLLET'sche Hypothese zeigte noch deutlich den Cartesianischen Charakter[1]); sie hielt sich noch ganz an die

[1]) NOLLET leitet seine Theorie der Elektricität mit den hierfür sehr bezeichnenden Worten ein (Leçons de phys. exp., T. VI, p. 403): L'Electricité est l'effet d'une cause mécanique: il n'y a plus qu'un sentiment sur cela aujourd'hui ... Mais ce mécanisme, objet de la curiosité de ceux qui voient les phénomènes et principalement des Physiciens qui les ont découverts, est encore regardé et annoncé par bien des gens, comme une mystère impénétrable à l'esprit humain. Ce n'est pas cependant que ce qu'il y a de plus singulier et de plus important dans cette matière, ne puisse maintenant s'expliquer d'une manière tres-intelligible et vraisemblable: à force d'analyser les faits, d'examiner ce qu'ils ont de commun et de particulier, en allant des plus composés aux plus simples, nous sommes enfin parvenus à celui qui est comme la source de tous les autres; et sur les causes de celui-ci même, nous sommes en état d'offrir des conjectures raisonables et fondées sur des analogies très-rapprochées: voila, je crois tout ce qu'on peut attendre et exiger de la Physique Expérimentale. Mais e plupart de personnes à qui nous offrons ces explications, quoiqu'elles les

verschiedenartigen elementaren Materien dieses Philosophen mit ihren verschiedenen Bewegungen und setzte bei der Erklärung der elektrischen Anziehungen und Abstossungen keinerlei primitive, unvermittelt in die Ferne wirkende, d. h. NEWTON'sche Kräfte voraus. FRANKLIN dagegen befand sich schon ganz auf NEWTON'schem Boden und seine elektrische Flüssigkeit wirkte direct abstossend auf sich selbst, wie anziehend auf die ponderable Materie auf alle Entfernungen hin durch den leeren Raum ohne jede Vermittelung einer Zwischenmaterie. Nun war allerdings um jene Zeit, d. h. um die fünfziger und sechsziger Jahre des vorigen Jahrhunderts, der Newtonismus schon überall, auch in Frankreich und Deutschland, gegen den Cartesianismus zum unzweifelhaften Siege gekommen; aber der alte Kampf zitterte doch noch nach, und wenn man auch die allgemeine Schwere nach der NEWTON'schen Definition angenommen hatte, so war man doch immer noch bestrebt auf anderen Gebieten, vor Allem dem der Elektricität, die alten Anschauungsweisen von der Kraftwirkung zu halten.

Einen solchen, für lange Zeit letzten Versuch machte in den Jahren 1760 bis 1762 noch einmal unser grosser Mathematiker LEONHARD EULER, bei dem er zwar den zur Erklärung der physikalischen Erscheinungen angenommenen Aether schon mit einer primitiven elastischen Kraft ausrüstete, jede unvermittelte Wirkung desselben in die Ferne aber noch ganz cartesianisch leugnete. „Ein Körper, so sagt er in seinen Briefen an eine deutsche Prinzessin[1]), kann auf eine doppelte Art elektrisch werden, je nachdem der in seinen Poren eingeschlossene Aether eine grössere oder geringere Elasticität als der äussere Aether hat. Hieraus entspringen zwei Arten von Elektricität: die eine, wo der Aether elastischer oder stärker zusammengedrückt ist, heisst die positive Elektricität; die andere, wo er weniger elastisch oder dünner ist, nennt man die negative Elektricität. — Das leichteste und bekannteste Mittel, die Elektricität in den Körpern zu erregen,

---

demandent avec une impatience qui va quelquefois jusqu'au reproche, aiment bien mieux, dans les fonds, qu'on leur montre des effets qui les surprennent et qui les amusent, que leur donner à comprendre des causes contre la découverte au l'intelligibilité desquelles elles sont prévenue. Cette prévention, peu obligeante pour nous est assez souvent l'ouvrage de la paresse ou de l'amour-propre: ce qu'on ne se sent point en état de faire, on pense volontiers qu'un autre l'entreprendrait vainement. Il est plus court et plus commode de dire: Ho! jamais personne n'expliquera cela; que d'écouter, autant qu'il le faudroit, celui qui dit: Je vous l'expliquerai, si vous voulez me suivre attentivement et sans prévention.

[1]) Leonhard Euler's Briefe über verschiedene Gegenstände der Naturlehre. Aus dem Französischen übers. v. FRIEDR. KNIES. Leipzig 1792–94. II. Band, S. 149 u. E.

ist das Reiben. — Der Bernstein, das Siegellack und alle Isolatoren haben ziemlich verschlossene Poren; hingegen die Poren der Conductoren sind ziemlich offen. Wird Bernstein mit Wolle gerieben, so wird der Bernstein meist positiv elektrisch; und da seine Poren verschlossen sind, so wird er sich eine Zeit lang in diesem Zustande erhalten. Hingegen kehrt die Wolle, ungeachtet sie eine ähnliche Veränderung erfahren hat, ihrer weiten Poren wegen, sogleich in ihren natürlichen Zustand zurück. Hat man eine negativ elektrische Siegelstange, so wird die verminderte Elasticität des Aethers darin sich nicht durch die Luft ausgleichen können, denn diese hat geschlossene Poren; bringt man aber der Stange einen leichten Körper gegenüber, dessen Poren offen sind, so wird sich ein Theil des Aethers aus diesem Körper durch die Luft nach der Stange den Weg bahnen, und da hiermit der Luftdruck zwischen dem Körper und der Stange einseitig vermindert wird, so wird der Körper durch den Druck der entgegengesetzten Luftschichten nach der Stange hingetrieben werden. Obgleich die Luft geschlossene Poren hat, so wird sie doch in der Nähe des elektrischen Körpers wenigstens etwas verändert, so dass sie entweder an Aether verliert oder gewinnt, dieser Theil bildet die elektrische Atmosphäre des elektrischen Körpers. Die elektrischen Erscheinungen entstehen also nur dadurch, dass der Aether in einem Körper stärker zusammengepresst oder mehr verdünnt ist als in einem andern. Wenn der Aether aus einem Körper, wo er stärker zusammengepresst ist, in einen anderen überströmet, so wird ihm dieser Uebergang durch die verschlossenen Poren der Luft sehr erschwert und daher kommt es, dass er in gewisse Erschütterung oder in eine schwingende Bewegung geräth, die, wie wir gesehen haben, das Licht hervorbringt.“ Durch eine solche theilweise Erschütterung leitet dann Euler leicht auch alle anderen die elektrischen Entladungen begleitenden Erscheinungen, wie die Wärme und die Wirkungen auf das Gefühl, mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit ab.

Je länger sich indessen das Newton'sche System behauptete, desto weniger interessirte man sich für die Verdienste eines den Raum continuirlich erfüllenden elastischen Aethers, und um so mehr ersetzte man ihn durch verschiedene imponderable Flüssigkeiten, die an die ponderablen Körper gebunden und von diesen ausströmend die verschiedenen physikalischen Erscheinungen durch besondere ihnen anerschaffene, nicht weiter zu erklärende Fähigkeiten hervorbrachten. Damit aber verloren die Nollet'sche wie die Euler'sche elektrische Hypothese vorerst jeden Werth für die Physiker und die Franklin'sche blieb vor der Hand die einzig annehmbare, ja die einzig denkbare.

Die FRANKLIN'sche Hypothese wurde denn auch in dieser Zeit durch die Entdeckung einer anderen elektrischen Erscheinung noch besonders begünstigt, nämlich die der elektrischen Influenz, deren Gesetze die beiden deutschen Elektriker J. C. WILKE und F. U. Th. AEPINUS um das Jahr 1760 feststellten. Dass ein unelektrischer Körper in der Nähe eines elektrischen selbst elektrisch werde, das hatten schon ältere Physiker, wie GRAY, DU FAY, NOLLET und vielleicht auch schon GUERICKE mit Sicherheit beobachtet. Man erklärte das durch das Heraustreten der elektrischen Ausflüsse aus dem elektrisirten Körper auf eine gewisse Entfernung hin und sprach danach von einer elektrischen Atmosphäre, in die der einem elektrischen Körper genäherte unelektrische Körper eintauche, und durch welche er dann selbst elektrische Eigenschaften erhalte. Das war so lange natürlich und gut, als man die beiden Arten entgegengesetzt elektrisirter Körper noch nicht unterscheiden gelernt und noch nicht erkannt hatte, dass der unelektrische Körper in der Atmosphäre eines positiv elektrischen Körpers auch negativ elektrisirt werde, und dass er diese entgegengesetzte Elektricität nach einer Berührung in dieser Atmosphäre auch ausserhalb des Einflusses des elektrischen Körpers noch beibehalte. Diese nach der alten Theorie nicht zu entwirrende Erscheinung forderte zu ihrer Erklärung unwiderstehlich die Annahme, dass jede der beiden Elektricitätsarten in allen leitenden Körpern ohne jede directe Mittheilung von Elektricität durch blosse Annäherung eines elektrischen Körpers hervorgerufen werden könne, und dass also auch in jedem unelektrischen Körper die Wesenheiten beider Elektricitäten immer vorhanden sein müssten.

AEPINUS spricht in seiner Abhandlung „von der Aehnlichkeit der elektrischen und magnetischen Kraft" (aus dem Lateinischen übersetzt, Grätz 1771, S. 20—21) den Gedanken von der immerwährenden Coexistenz der beiden Elektricitäten in ganz moderner (FARADAY'scher) Form aus. „Man kann es, sagt er, allezeit sehr leicht erhalten, dass ein Körper beiderley Art der Elektricität zugleich bekomme. Man nehme eine dünne und kleine Platte, von was für Materie sie auch sey, wenn dieselbe nur für sich elektrisch (d. h. ein Nichtleiter) ist, und reibe dieselbe auf der einen Seite mit einem wollenen Tuche, auf die andere aber setze man während des Reibens den Finger auf; wenn man sie alsdann untersuchet, wird man jede Seite der Platte elektrisch befinden, davon die eine positiv, die andre aber negativ seyn wird. Es ist endlich noch ein Weg übrig, eben dieses, wiewol noch auf eine andre Art, bewerkstelligen zu können. Man hänge einen metallnen Körper, der die Gestalt eines Prismas

hat, an seidenen Schnüren auf, oder lege ihn auf gläserne Stützen; an das eine Ende desselben bringe man einen Cylinder von Glas oder von Schwefel, der durch Reiben elektrisirt worden ist, und halte ihn in der Entfernung von einem oder zween Zollen unbeweglich; und alsdann wird man auch wahrnehmen, dass der ganze Körper elektrisch ist, dass er aber auf der einen Seite die positive, auf der andern die negative Elektricität erhalten hat . . . Wenn es erlaubt ist zween Körper, die einander sehr nahe berühren, für einen einzigen anzusehen, so wird man unzählige dergleichen Exempel aufweisen können; denn nach der die eine Art der Elektricität in einem Körper entstehen könne, wenn nicht zugleich, entweder in diesem Körper selbst, oder in einem andern die gegenseitige Art der Elektricität hervorgebracht wird. Denn wenn man irgendwo die natürliche Menge der elektrischen flüssigen Materie vermehren soll, so muss sie an einem andern Orte verringert werden; und wenn man sie an einem Orte verringern soll, so muss man sie an dem andern vermehren."

Nach der Theorie Franklin's liessen sich alle diese Erscheinungen sehr leicht erklären, ja sie wurden geradezu von ihr gefordert, denn wo ein Ueberschuss von Elektricität an einem Orte entstehen sollte, musste nach ihr auch an einem anderen Orte ein Mangel an derselben eintreten und umgekehrt. Brachte man also einen unelektrischen (d. h. normal elektrischen) Körper in die Nähe eines positiv elektrisirten, so musste dieser nothwendiger Weise durch seine überschüssige Elektricität eine entsprechende Menge an Elektricität in jenem abstossen und wegtreiben. Der unelektrische Körper musste also in der Nähe eines elektrischen auf der einen Seite einen Mangel, auf der anderen einen Ueberschuss und nach der Ableitung dieses Ueberschusses auch nach dem Entfernen des elektrischen Körpers noch einen Mangel oder negative Elektricität zeigen. Die Theorie Nollet's dagegen stand diesen neuen Erscheinungen recht ungünstig gegenüber; sie konnte mit ihrer Annahme der elektrischen Atmosphären wohl das Elektrischwerden eines unelektrischen Körpers in der Nähe eines elektrischen im Allgemeinen, aber durchaus nicht die dabei beobachtete Erzeugung der entgegengesetzten Elektricität erklären. Doch schien die Nollet'sche Annahme der simultanen entgegengesetzten elektrischen Strömungen so vielfach verificirt und auch der Beobachtung entgegengesetzt elektrisirter Körper so gut entsprechend, dass man besonders in Frankreich und Deutschland dieselbe trotz ihres Ungenügens gegenüber den Influenzerscheinungen nicht durch die Franklin'sche Theorie ersetzen mochte und sie erst fallen liess, als eine neue Theorie wenigstens zwei solcher Franklin'schen elektrischen Materien annahm, die in Bewegungen und Wirkungen entgegengesetzt sein sollten.

Zu einer solchen Modificirung der FRANKLIN'schen Theorie drängte allerdings noch ein anderer Grund, nämlich eine principielle Schwäche in ihren Fundamenten, eine theoretische Schwierigkeit in der Vorstellung der wirkenden Kräfte, die auch die sichersten Newtonianer nicht zu leugnen vermochten. Diese Schwierigkeit lag in der Erklärung der Abstossung, welche zwei negativ-elektrische Körper ebenso wie zwei positive zeigten. Bei einem Ueberfluss an elektrischer Materie stossen sich zwei benachbarte Körper ab, bei einem normalen Gehalt an Elektricität wirken sie nicht aufeinander, jedenfalls weil im ersteren Falle die innere Abstossungskraft der elektrischen Materie die innere Anziehung der gemeinen Körpermaterie und die gegenseitige Anziehung beider Arten von Materie überwiegt und weil im zweiten Falle diese Kräfte sich das Gleichgewicht halten. Danach sollte es scheinen, als ob negativ elektrische Körper sich noch mehr als elektrische und unelektrische untereinander anziehen müssten. Die gegentheilige Erfahrung weist auf die Existenz noch anderer abstossender Kräfte als die der elektrischen Materie hin, und diese Repulsion kann aus Mangel an besserem nur in der gemeinen Körpermaterie gesucht werden. Damit aber erhält diese Materie zwei anerschaffene entgegengesetzte Kräfte, die NEWTON'sche Attraktion und die FRANKLIN'sche Repulsion, die sich doch in ihr selbst nicht ausgleichen dürfen. Und da nach NEWTON'schen Anschauungen alle primitiven Kräfte nicht sowohl der Materie als Ganzes als vielmehr ihren kleinsten Theilchen eigen sind, und da diese Theilchen zuletzt keine andere Wesenheit als eben diese Kräfte haben, so war dabei nicht einmal irgend ein Grund für die Hinderung dieses Ausgleichs anzugeben. Man hat darum, wie BOSCOWICH um das Jahr 1760 es schon gethan[1]), mehrfach versucht, die beiden entgegengesetzten Kraftwirkungen nicht der Materie im selben Orte und gleichzeitig, sondern nur so zuzuschreiben, dass die Kraftwirkung, mit der wachsenden Entfernung von der wirkenden Materie ebenfalls wachsend oder auch abnehmend, ein oder mehrere Male von einer Attraction zu einer Repulsion übergeht, und mehrere neuere Anhänger der FRANKLIN'schen Theorie, wie FARADAY[2]) und WILLIAM THOMSON[3]), haben deshalb sich den Anschauungen

---

[1]) ROGER JOSEPH BOSCOWICH, Philosophiae naturalis Theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium, Wien 1759. Vergl. ROSENBERGER, Geschichte der Physik, II. Theil, S. 331.

[2]) FARADAY, Eine speculative Betrachtung über elektrische Leitung und über die Natur der Materie, Philosophical Magazine 1844, vol. XXIV, p. 136; wieder abgedruckt in Experimental-Untersuchungen über Elektricität; deutsche Uebersetzung von KALISCHER, Berlin 1890, II. Band, p. 255.

[3]) THOMSON, Molecular constitution of Matter; aus Proceedings of the Royal Society of Edinburgh (Read July 7 and 15, 1889) abgedruckt in Mathematical and Physical Papers, London

des Boscowich zugeneigt. Doch aber fand man es meist und besonders im vorigen Jahrhunderte richtiger, die gewöhnliche Materie von elektrischen Kräften ganz zu entlasten und die elektrischen Anziehungen und Abstossungen nicht einer, sondern zwei elektrischen Flüssigkeiten zuzuschreiben.

Eine dementsprechende Theorie gab bald nach dem Bekanntwerden der Franklin'schen Hypothese Robert Symmer, wieder ein sonst ganz unbekanntes Mitglied der Royal Society, dessen Abhandlungen alle in den Philosophical Transactions vom Jahre 1759 gedruckt sind. Wie schon bemerkt, hat man Unrecht, diese Theorie Symmer's in ihren Grundzügen auf Du Fay zurückführen zu wollen. Der Letztere constatirte weiter nichts, als dass harzigte und glashafte Körper nicht gleichartig, sondern in Bezug auf ihre Kräfte entgegengesetzt elektrisch werden. Symmer aber nahm in allen Stoffen von Natur aus auch ohne elektrische Erregung zwei entgegengesetzte elektrische Principien oder Flüssigkeiten an, die sich nur in gleichen Mengen gegenseitig neutralisirten und in ihren Wirkungen aufhoben, und die in diesem gebundenen Zustande den Körpern eben den Anschein unelektrischer Körper gaben.[1]) Du Fay theilte nur die Körper selbst nach ihrem elektrischen Verhalten in zwei Klassen, Symmer aber nahm zwei von der gewöhnlichen Körpermaterie unabhängige elektrische Flüssigkeiten mit entgegengesetzten Kräften an.

Merkwürdig ist es, auf welche dilettantische Art Symmer zu seinen Ideen kam. Er bemerkte[2]), dass seine seidenen Strümpfe beim Ausziehen elektrisch wurden, und zwar schwarze und weisse entgegengesetzt, die weissen nämlich positiv, die schwarzen aber negativ. Hatte er einen schwarzen und einen weissen Strumpf übereinander gezogen, so zeigten dieselben nach dem Ausziehen, so lange sie vereinigt waren, absolut keine Elektrizität; wurden sie aber, was nicht ohne ziemlichen Widerstand geschehen konnte, voneinander getrennt, so erschienen beide Strümpfe stark elektrisch, ja manchmal so

1890, vol. III, p. 395. Faraday hält sich in seiner Abhandlung mehr an die Anschauung der Atome als blosser Kraftcentren, während Thomson vor Allem die Darstellung einer einzigen, nur mit der Entfernung wandelbaren Kraft behandelt.

[1]) Phil. Trans. for 1759, T. LI, Pt. I, p. 340: Of the Electricity of the human Body and the animal Substances, Silk und Wool; gelesen am 1. Februar 1759. Die Eingangsworte lauten: I had for some time observed that upon pulling off my stockings in an evening they frequently made a crackling and snapping noise and in the dark I could perceive they too emit sparks of fire. I made no doubt that this proceeded from a principle of electricity; and I was confirmed in this opinion, by observing that, in weather favourable for electrical experiments, those appearances were more remarkable than at other times.

[2]) Phil. Trans., T. LI, Pt. I, p. 348: New Experiments and Observations concerning Electricity. Gelesen am 17. Mai 1759.

stark, dass sie Funken gaben. Schwarze und weisse Strümpfe aus Wolle ergaben gleiche Resultate.

Symmer nahm sich danach vor, diese interessanten elektrischen Erscheinungen genauer zu untersuchen. Er sah dabei, dass man, um gute Erfolge zu erhalten, die Strümpfe nicht immer an- und auszuziehen brauche, sondern dass auch schon ein Reiben derselben mit der Hand genüge, doch behielt er für einzelne Versuche auch noch das An- und Ausziehen bei. Seine Beobachtungen waren dann wirklich noch erstaunlicher als vorher.

Beide Strümpfe blieben, wenn sie nach dem Ausziehen in einiger Entfernung getrennt voneinander festgehalten wurden, dermassen aufgeblasen, dass sie die ganze Gestalt des Beines noch längere Zeit beibehielten; und wenn zwei schwarze oder zwei weisse Strümpfe einander nahe gebracht wurden, stiessen sie sich so stark ab, dass sie dem Augenschein nach einen Winkel von dreysig oder fünf und dreysig Grad mit einander bildeten. Wurden aber ein schwarzer und ein weisser Strumpf gegeneinander gehalten, so zogen sie sich gegenseitig an und fuhren sogar, wenn man es zuliess, mit einer erstaunlichen Gewalt gegeneinander. Bei ihrer Annäherung fiel das Aufgeblasene allmählich zusammen und ihr Anziehen fremder Gegenstände wurde schwächer, ihr Anziehen untereinander hingegen stärker. Wenn sie wirklich zusammen kamen, wurden sie platt und lagen so dicht aneinander, wie zusammengelegte Seide. Wurden sie voneinander gesondert, so schien ihre Elektricität durch die Zusammenkunft nicht im Geringsten geschwächt worden zu seyn, denn man sah sie abermahls, wie zuvor, sich aufblasen, anziehen, zurückstossen, und mit Macht gegeneinander fahren.

In einer dritten Abhandlung [1]) versuchte Symmer auch die Kraft, mit welcher seine Strümpfe sich anzogen oder abstiessen, sogar zu messen; dann aber ging er in einer vierten [2]) dazu über, seine Theorie der Erscheinungen in kurzen Zügen anzudeuten. Meine Meinung ist, so sagt er [3]), dass die Wir-

---

[1]) Phil. Trans., T. LI, Pt. I, 1759, p. 359: Of Electrical Cohesian. Gelesen am 21. Juni 1759.

[2]) Phil. Trans., T. LI, Pt. I, 1759, p. 371: Of Two distinct Powers in Electricity.

[3]) ib.: My notion is, that the operations of Electricity do not depend upon one single positive power, according to the opinion generally received; but upon two distinct, positive and active powers, which, by contrasting and, as it were, counteracting each other, produce the various phenomena of electricity; and that not, when a body is said to be positively electrified, it is simply that it is possessed of a larger share of electric matter than in a natural state; nor, when, it is said, to be negativly electrified, of a less; but that in the former case, it is possessed of a larger portion of one

kungen der Elektricität nicht, wie man allgemein annimmt, von einer einzigen positiven Kraft, sondern dass sie von zwei verschiedenen, positiven und wirksamen Kräften abhängen, welche durch ihre Wechselwirkungen die mannigfaltigen elektrischen Erscheinungen hervorbringen. Ein Körper ist also nicht positiv elektrisch, weil er eine grössere Menge Elektricität besitzt als im gewöhnlichen Zustande, und nicht negativ, weil diese Menge geringer ist; sondern er ist das erstere, weil er eine grössere Menge der einen dieser positiven Kräfte, und ist das letztere, weil er eine grössere Menge der anderen entgegengesetzten Kraft besitzt; während bei einem Körper im unelektrischen Zustande die beiden Kräfte sich in ihm das Gleichgewicht halten.

Symmer führt seine Theorie nicht weiter als in diesen paar Sätzen aus, um dann direct zu experimentellen Beweisen für die reale Existenz seiner zwei elektrischen Flüssigkeiten überzugehen, die vor allem darauf hinauslaufen, dass nach dem Durchschlagen des elektrischen Funkens durch dünne Blätter von Papier, Metall u. s. w. die Ränder der Durchgangsöffnung sich immer nach beiden Seiten umgebogen zeigen. Für diese entscheidenden Experimente leistete ihm sein theoretischer Concurrent Franklin durch Rathschläge, sowie auch durch Ueberlassen nothwendiger Apparate die uneigennützigsten Dienste, was Symmer ausdrücklich mit den Worten anerkennt: We differed in opinon with regard to the point in question; nevertheless I found him ready to give me all assistance in his power, for bringing the question to a fair decision.

Auch mit Nollet setzte sich Symmer noch in seiner letzten Abhandlung auseinander. „Was M. Nollet, so sagt er[1]), in Bezug auf die beiden entgegengesetzten Strömungen der Elektricität bemerkt hat, ist mit den Principien der beiden einander entgegengesetzt wirkenden Kräfte keineswegs unvereinbar. Im Gegentheil ist die Existenz von zwei solchen Strömen nach meiner Meinung eine nothwendige Folge der Wirkung jener Kräfte zwischen zwei Körpern . . . Doch aber findet eine andere wesentlichere Differenz zwischen unsern Ansichten statt. Er hält jene entgegengesetzten Strömungen nur für Strömungen einer und derselben Flüssigkeit; er nimmt nur eine Art von Elektricität an und behauptet, dass zwei Körper nur insofern verschieden elektrisirt sein können, als sie mehr oder weniger elektrisch gemacht sind. Meiner Ansicht nach aber giebt es zwei wesentlich verschiedene elektrische Flüssig-

---

of those active powers, and in the latter of a large portion of the other; while a body in its natural state remains unelectrified, from an equal balance of those two powers within it.

[1]) Phil. Trans., T. LI, Pt. I, p. 381.

keiten (oder Emanationen zweier verschiedener elektrischer Kräfte) und die Elektricität besteht nicht in einem Zu- oder Abströmen der Flüssigkeiten, sondern in der Anhäufung der einen oder der andern in dem elektrisirten Körper . . . Nach diesen Richtungen hin unterscheiden sich unsre Meinungen; welches die richtige von beiden ist, das ist eine andre Frage."

Schon diese Worte zeigen deutlich die Zugehörigkeit SYMMER's zum NEWTON'schen Anschauungskreise, schärfer noch drückt er das am Schlusse seiner Arbeiten in den Worten aus[1]: Ich habe die Spuren der beiden elektrischen Kräfte nicht weiter zurückverfolgen können, als meine Beobachtungen mich geführt haben. Ich versuche deshalb auch nicht zu bestimmen, ob diese Elektricitäten aus den feineren Theilen der Materie bestehen, die eine active elastische Flüssigkeit bilden, oder ob sie von einem noch feineren und noch activeren Stoff sind, von dem wir aber bisher noch keine bestimmte Idee uns bilden konnten. Von welcher Kraft aber auch immer sie die unmittelbare Wirkung sein mögen und welches auch die geheime und unbemerkbare Art sein möge, nach welcher sie wirken, das interessantere Objekt unsrer Untersuchung ist es zu wissen, nach welchen Gesetzen sie wirken und wie weit ihre Wirksamkeit in der materiellen Welt reicht.[1])

Obgleich die Theorie SYMMER's, dessen Veröffentlichungen sich auf das Jahr 1759 beschränkten, immer etwas fragmentarisch blieb, erwarb sich die neue Hypothese doch sehr rasch zahlreiche Anhänger. Die Nolletianer, als sie die Theorie ihres Meisters nicht mehr zu halten vermochten, gingen doch lieber zu SYMMER als zu FRANKLIN über, weil sie dabei, wie schon bemerkt, vorgeben konnten, dass in der SYMMERschen die NOLLET'sche Theorie der entgegengesetzten Ströme im Grunde genommen doch noch vorhanden sei. In dieser Beziehung sagt schon der fanatische Vorkämpfer NOLLET's, der erwähnte Dr. KRÜNITZ, in seiner Uebersetzung der PRIESTLEYschen Geschichte der Elektricität sehr charakteristisch (S. 173): „SYMMER will demnach zwei wirksame und entgegengesetzte Kräfte beweisen und beweist sie wirklich; er hat aber gar nicht nöthig, anzunehmen, dass die beiden Kräfte von zwei verschiedenen Flüssigkeiten herrühren; es sind blos unterschie-

[1]) I have not been able to trace the powers of electricity farther back than the observations I have given about, had led me. I do not therefore take upon me to determine wether they consist of the finer parts of matter, constituting an active and elastic fluid . . .; or if they are of a substance yet more subtile and active, of which, however we have hitherto been able to form no distinct idea. Whatever other power they may be the immediate effect of, or whatever be the secret and imperceptible manner in which they act, the more intresting object of our inquiry, is to know the laws according to which they act, and how far their operations extend in the material world.

dene Theile einer und derselben Flüssigkeit, welche sich in entgegengesetzter Richtung bewegen; kurz, es sind die gleichzeitigen Aus- und Zuflüsse, welche in den Schriften des Herrn Abt NOLLET so vollkommen erweislich gemacht sind."

Aber auch viele Franklinianer meinten schliesslich, die elektrischen Erscheinungen, eben des überall bemerkbaren symmetrischen Gegensatzes der Kräfte wegen, besser durch zwei entgegengesetzte elektrische Flüssigkeiten, als durch eine erklären zu können. Und als WILKE bei seinen Untersuchungen des elektrischen Spitzenlichtes zu dem Resultat kam, dass auch beim Laden der Spitze mit negativer Elektricität ein Ausfluss aus derselben wie bei positiver Elektricität stattfinde, da gingen die beiden damals berühmtesten deutschen Elektriker WILKE und AEPINUS, die früher beide Anhänger und geschickte Vertheidiger der FRANKLIN'schen Hypothese gewesen waren, zur SYMMER'schen Theorie über und sie zogen wenigstens in Deutschland die Allgemeinheit mit sich.

Doch war der Sieg der neuen Theorie niemals ein ganz vollständiger und jedenfalls für die Gegenpartei kein vernichtender. Die FRANKLIN'sche Hypothese hat neben der SYMMER'schen immer ihre Anhänger behalten und ist bei einzelnen Theoretikern, vor Allem in England, immer im Gebrauch geblieben. Meist betrachtete man doch die beiden Theorien als gleichwerthig und hielt es für blosse Geschmackssache, welcher von beiden man sich zuwenden wollte. In der That hatte die SYMMER'sche Theorie mit ihren auch in den kleinsten Theilchen der Materie vorhandenen entgegengesetzt gerichteten Strömen, die sich bei diesen Bewegungen nicht stören und nicht einmal Widerstand leisten durften, wenig Ursache, sich über die FRANKLIN'sche Theorie mit ihren entgegengesetzten Kräften zu erheben und konnte sich philosophischer Einfachheit und Angemessenheit ebenfalls nicht allzusehr rühmen.

Die beiden entgegengesetzten Theorien, die SYMMER'sche und die FRANKLIN'sche, waren auch wirklich nicht so sehr verschieden, als es bei oberflächlicher Betrachtung aussah. Beide ruhten ganz auf dem NEWTON'schen Kraftbegriff, nach dem die Materie nichts als ein sonst völlig unbestimmtes Substrat der Kräfte ist. Ob man dabei aber eine Materie mit verschiedenen Kräften oder verschiedene Materien mit immer nur einer Kraft hypothesirte, das machte im Grunde nicht viel Unterschied. Diese sehr bequeme Anpassungsfähigkeit der mit NEWTON'schen Kräften begabten Materien erklärt die starke Lebensfähigkeit der beiden letzten elektrischen Theorien, die sie ein volles Jahrhundert überdauern und sogar eine Revolution, wie sie durch die Entdeckung der galvanischen Elektricität herbeigeführt wurde, siegreich überstehen liess.